

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНИЙ МЕТОДИЧНИЙ КАБІНЕТ З ВИЩОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

І.Є. Булах, Ю.Є. Лях, І.І. Хаїмзон

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА

*Навчальний посібник для студентів II курсу
медичних спеціальностей*

у трьох частинах

ЧАСТИНА I

2006

Навчальний посібник обговорено та ухвалено на міжкафедральному засіданні завідувачів однопрофільних кафедр ВМНЗ України (протокол № 3/1 від 7 вересня 2006 року).

АВТОРИ:

Ірина Євгенівна Булах, завідувач кафедрою медичної інформатики та комп'ютерних технологій навчання, доктор педагогічних наук, професор.

Юрій Еремєєвич Лях, завідувач кафедрою біофізики, інформатики та медичної апаратури, доктор біологічних наук, професор.

Ігор Іосифович Хаймзон, завідувач кафедрою біофізики, інформатики і медичної апаратури, доктор технічних наук, професор.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Макаров В.Л. – доктор фіз.-мат. наук, професор, чл.-кор. НАН України, зав. відділом обчислювальної математики Інституту математики НАНУ.

Козаченко Ю.В. – доктор фіз.-мат. наук, професор Київського національного університету.

Відповідальний за видання – доцент Філончук І.В.

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК ОБГОВОРЕНО І УХВАЛЕНО комісією з напрямку “Медицина” Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України

(протокол № 4 від 29.11.2006)

ЧАСТИНА І

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| 1. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ. ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ. ВСТУП ТА СТРУКТУРА МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ..... | 4 |
| Основні завдання та складові медичної інформатики..... | 6 |
| Програмне забезпечення комп'ютера..... | 12 |
| Медичні інформаційні системи..... | 13 |
| Практична частина..... | 16 |
| 2. ПЕРЕДАЧА ІНФОРМАЦІЇ. МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ОСНОВИ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ..... | 19 |
| Передача інформації..... | 19 |
| Носії повідомлень..... | 21 |
| Властивості інформації. Ентропія інформації..... | 21 |
| Технічне та програмне забезпечення комунікацій..... | 22 |
| Телемедицина..... | 24 |
| ЗАГАЛЬНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ..... | 28 |
| 3. КОМП'ЮТЕРНІ ДАНІ: ТИПИ ДАНИХ, ОБРОБКА ТА УПРАВЛІННЯ..... | 31 |
| Типи даних та їх характеристики..... | 31 |
| Системи управління базами даних в медицині..... | 33 |
| Майбутнє СУБД..... | 44 |
| Практична частина..... | 44 |
| 4. КОДУВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДАНИХ..... | 47 |
| Історія класифікації і кодування..... | 48 |
| Класифікація і кодування..... | 53 |
| Практична частина..... | 57 |
| 5. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДАНИХ. ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ..... | 61 |
| Поняття медичного зображення..... | 61 |
| Методи отримання медичних зображень..... | 62 |
| Обробка медичних зображень..... | 64 |
| Практична частина..... | 70 |
| 6. МЕТОДИ БІОСТАТИСТИКИ..... | 73 |
| Опис даних: якісні, порядкові та кількісні дані..... | 73 |
| Вид шкали..... | 74 |
| Статистичний аналіз даних..... | 75 |
| Сучасна технологія аналізу даних..... | 80 |
| Практична частина..... | 92 |
| 7. АНАЛІЗ БІОСИГНАЛІВ. МЕТОДИ ОБРОБКИ БІОСИГНАЛІВ..... | 97 |
| Аналіз біосигналів..... | 97 |
| Аналого-цифрове перетворення..... | 100 |
| Практична частина..... | 103 |

МОДУЛЬ №1. Основи інформаційних технологій в системі охорони здоров'я.
Обробка та аналіз медико-біологічних даних

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №1. Основні поняття медичної інформатики.
Комп'ютер у діяльності майбутнього лікаря.

1. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ. ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ. ВСТУП ТА СТРУКТУРА МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ

Конкретні цілі заняття:

Інтерпретувати основні поняття медичної інформатики.

Трактувати особливості застосування прикладного програмного забезпечення для обробки медичних даних та медичної інформації.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності». Володіти навичками роботи з основними складовими програмного забезпечення комп'ютера; запускати на виконання програми, що працюють під управлінням операційної системи і коректно завершувати їх роботу.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Техніка безпеки.

Перед початком роботи викладач проводить інструктаж студентів з техніки безпеки, після чого заповнює журнал в якому вони розписуються.

Персональний комп'ютер – складна апаратура, яка потребує обережного ставлення до неї. Напруга живлення ПК 220 В є небезпечною для життя людини. Через це в конструкції блоків комп'ютера, міжблочних з'єднувальних кабелів передбачена надійна ізоляція від струмопровідних ділянок. Треба бути уважним при роботі з дисплеєм, електронно-променевою трубкою якого використовує високу напругу і є джерелом електромагнітного випромінювання.

Під час роботи з комп'ютером, студентам категорично **забороняється:**

- порушувати порядок ввімкнення й вимкнення апаратних блоків;
- самостійно намагатися усунути будь-які неполадки в роботі комп'ютера, незалежно від того, коли і з чийої вини вони сталися;
- від'єднувати і приєднувати будь-які пристрої комп'ютера;
- доторкатися до екрану і тильного боку дисплея, до будь-яких деталей на задній панелі системного блоку проводів живлення, і пристроїв заземлення, з'єднувальних кабелів;
- знімати кришку корпусу системного блоку;
- користуватися власними дисками та дискетами під час роботи на комп'ютері;
- застосовувати непередбачені правилами фізичні дії до будь-яких пристроїв – стукати по пристроях, трясти їх, перевертати, розбирати тощо.
- на столі, де встановлено комп'ютер, не повинні знаходитися сторонні речі, їжа чи її залишки тощо.
- класти на апаратуру сторонні предмети;
- вносити зміни в програмне забезпечення, робити особисті заставки екрану;
- видаляти папки і файли без дозволу викладача;
- працювати на комп'ютері з вологими руками.
- в разі появи запаху горілого, незвичайних звуків, самовільного вимкнення апаратури треба повідомити про це викладача.

Комп'ютерне тестування

Комп'ютерне тестування передбачає визначення вхідного рівня знань студентів.

Цілі дисципліни. Структура дисципліни.

Цілі дисципліни:

- демонструвати базові навички роботи з ПК та пошуку медичної інформації з використанням інформаційних технологій;
- використовувати методи обробки медичної інформації;
- визначати можливості застосування інформаційних технологій та ПК у медицині;
- пояснювати принципи формалізації і алгоритмізації медичних задач, принципи моделювання в біології та медицині.

Програма дисципліни структурована на модулі ECTS, до складу яких входять змістові модулі. Обсяг навчального навантаження студентів описаний у кредитах ECTS – залікових кредитах, які зараховуються студентам при успішному засвоєнні ними відповідного модулю (залікового кредиту).

Курс медичної інформатики поділено на три модулі:

Модуль 1. Основи інформаційних технологій в системі охорони здоров'я. Обробка та аналіз медико-біологічних даних. **Змістові модулі:**

1. Вступ до медичної інформатики. Дані та інформація.

2. Медичні дані. Методологія обробки та аналізу інформації.

Модуль 2. Медичні знання та прийняття рішень в медицині. **Змістовий модуль 3.** Медичні знання та прийняття рішень.

Модуль 3. Інформаційні системи в системі охорони здоров'я. **Змістовий модуль 4.** Системи, направлені на пацієнтів, та інституційні інформаційні системи в охороні здоров'я.

Структурований план підготовки з дисципліни “Медична інформатика”

| Структура навчальної дисципліни | Кількість годин, з них | | | Вид контролю | |
|--|-------------------------|------------------|----------------|--------------|--|
| | Всього годин / кредитів | Аудиторних | | | |
| | | Лекц. | Практ. заняття | СРС | |
| | 105 | 10 | 50 | 45 | |
| Кредитів ECTS | 3,5 | | | | |
| <i>Заліковий кредит:</i> Модуль 1 (2 змістових модуля) | 45 год. - 1,5 кр. | 4 | 20 | 21 | Підсумковий тестовий контроль. Контроль практичних навичок та етапу розрахунково-графічної роботи. |
| <i>Заліковий кредит:</i> Модуль 2 (1 змістовий модуль) | 30 год. - 1 кр. | 2 | 15 | 13 | Підсумковий тестовий контроль. Контроль практичних навичок та етапу розрахунково-графічної роботи. |
| <i>Заліковий кредит:</i> Модуль 3 (1 змістовий модуль) | 30 год. - 1 кр. | 4 | 15 | 11 | Підсумковий тестовий контроль. Контроль практичних навичок та етапу розрахунково-графічної роботи. |
| Всього | | 10 | 50 | 45 | |
| Тижневе навантаження | | 3 год. - 0,1 кр. | | | |

Видами навчальних занять є лекції, практичні заняття і самостійна (індивідуальна) робота студентів.

Практичні заняття передбачають:

1. Опанування методами комп'ютерної обробки медико-біологічної інформації.
2. Складання алгоритмів вирішення медико-біологічних задач.
3. Застосування новітніх інформаційних технологій для отримання, обробки і візуалізації медико-біологічних даних.
4. Демонстрування навичок роботи з медико-біологічними даними та медико-біологічною інформацією.

В процесі навчання студенти виконують *розрахунково-графічну роботу*.

Засвоєння теми контролюється на практичних заняттях у відповідності з конкретними цілями.

Підсумковий контроль засвоєння модулів ECTS здійснюється по їх завершенню.

Рекомендується застосовувати стандартизовані засоби діагностики рівня підготовки студентів: комп'ютерні тести, розв'язування ситуаційних задач, контроль практичних навичок.

Оцінка успішності з дисципліни є рейтинговою і виставляється за багатобальною шкалою як середня арифметична оцінка засвоєння відповідних модулів.

Основні завдання та складові медичної інформатики.

Інформатизація та бурхливий розвиток інформаційних процесів у системі охорони здоров'я в 70-х роках ХХ століття спочатку за кордоном, а потім і в нашій країні привели до становлення самостійної науки – медичної інформатики.

Медична інформатика орієнтована на обробку медико-біологічної інформації (дані та знання, їх зберігання, передачу та обробку, використання для розв'язання проблем або прийняття рішень).

Медична інформатика вивчає закономірності і методи одержання, зберігання, опрацювання і використання знань у медичній науці та практиці з метою розширення сфер і можливостей пізнання, профілактики і лікування хвороб, охорони і поліпшення здоров'я людини.

Це наукова дисципліна, що містить систему знань про інформаційні процеси в медицині, системі охорони здоров'я та суміжних дисциплінах, обґрунтовує та визначає способи та засоби раціональної організації та використання інформаційних ресурсів з метою охорони здоров'я населення.

Медична інформатика сьогодні – це цілий комплекс наукових напрямів, що відрізняються один від одного як поглядом, так і тими методами, які в них використовуються

Одним з **основних методів дослідження** в медичній інформатиці є математичне моделювання з використання комп'ютерів – це універсальна методологія, основний інструмент математизації всіх медичних знань.

Медична інформатика стала необхідною з того часу, коли почався перехід від розрізненого використання комп'ютера до цілісних інформаційних технологій.

Медична інформатика як навчальна дисципліна:

- а) базується на вивченні студентами навчальних дисциплін: медична та біологічна фізика, медична біологія, морфологічних дисциплін й інтегрується з цими дисциплінами;
- б) закладає основи вивчення дисциплін біостатистика та соціальна медицина і організація охорони здоров'я;
- в) сприяє вивченню студентами клінічних, гігієнічних та соціальних дисциплін;
- г) передбачає формування умінь застосовувати знання з медичної інформатики в процесі подальшого навчання й у професійній діяльності.

Предметом вивчення медичної інформатики є інформаційні процеси (під час яких відбувається збір, обробка, накопичення, зберігання, пошук, розповсюдження та використання інформації), пов'язані з медико-біологічними, клінічними та профілактичними проблемами медицини.

Об'єктом вивчення медичної інформатики є інформаційні технології в системі

охорони здоров'я, провідною частиною якої є охорона здоров'я та елементи системи за такими рівнями управління та організації, як:

- державний (або регіональний);
- територіальний (або область, місто, район);
- рівень медичного закладу (лікувально-профілактичний заклад, науково-дослідний інститут, ВНЗ, служби забезпечення ліками та медтехнікою тощо);
- базовий (або рівень контакту "лікар-пацієнт").

На кожному із зазначених рівнів та між ними відбувається обмін інформацією, від впорядкованості якої залежать чіткість функціонування медицини в цілому як галузі та ефективність управління нею. Впорядкування цього обміну на всіх рівнях підвищує рівень функціонування системи охорони здоров'я й дозволяє економно використовувати кадрові, фінансові та матеріальні ресурси.

Завданнями медичної інформатики є:

- дослідження інформаційних процесів в медицині;
- розробка нових інформаційних технологій медицини;
- вирішення наукових проблем створення та впровадження обчислювальної техніки в медицину.

Завданням медичної інформатики як науки є пошук загальних принципів опрацювання медичної інформації. Застосування цих принципів допомагає отримувати потрібні практичні результати в медицині, приймати правильні рішення, ефективно використовувати інформаційні ресурси. Інформаційні ресурси можуть існувати як в пасивній формі (медичні книги, патентні описи, аудіо -, відеозаписи та інші "розпорошені" знання), так і в активній формі (у вигляді електронної інформації, з якою комп'ютер має справу).

Дані та інформація.

Інформація відіграє ключову роль при інтерпретації даних і прийнятті рішень. Тому важливо знати, що таке інформація і розуміти різницю між даними, інформацією і знанням. З'ясуємо, як можна одержати надійні дані, яким чином з даних отримується інформація, які знання необхідні для інтерпретації даних і як ці дані можуть бути збережені в комп'ютері. На рис.1.1 чітко показано, що саме пацієнт є джерелом даних, що враховуються лікарем.

В процесі інтерпретації чи обговорення одержується інформація, яка впливає на прийняття лікарем подальшого рішення. Стрілка, що підписана «інформація», позначає первинний зворотній зв'язок з лікарем. Докладно вивчаючи інформацію про результати дослідження багатьох пацієнтів, шляхом *індуктивного* мислення лікар підходить до розуміння невідомих досі фактів та отримує нові знання. Ці знання додаються до загальної системи знань в медицині, і в свою чергу використовуються щоб інтерпретувати інші дані. Дані і знання можуть бути збережені в комп'ютері, і комп'ютерні програми можуть використовуватись для отримання та інтерпретації даних, виникнення нових знань.

Індукція – це процес судження, що досягає висновку, який при наявному стані знань є істинним тільки напевно, але не гарантує його. Індуктивний висновок може бути спростований або узагальнений при наявності додаткових фактів. Тобто, індукція полягає у формулюванні певного закону на ґрунті обмеженого об'єму подій, що повторюються.

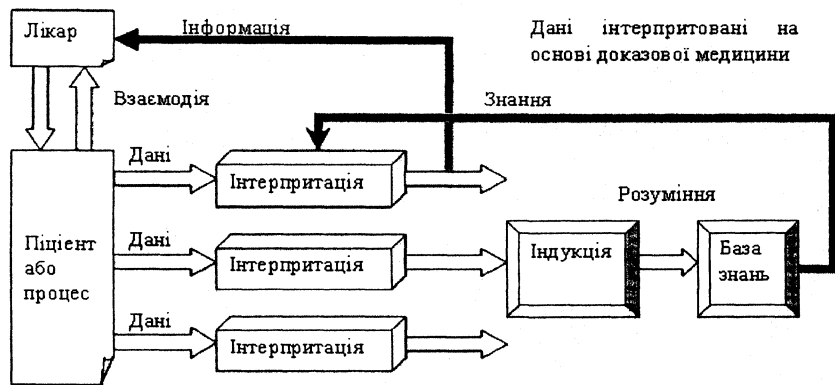


Рис. 1.1. Дані про пацієнта отримуються лікарем. Шляхом інтерпретації з цих спостережуваних даних отримується інформація, яка повертається назад до лікаря. У той же час шляхом індуктивних міркувань з цієї інформації одержуються нові знання, які додаються до основних медичних знань. Ці знання використовуються для інтерпретації інших даних та для прийняття рішень.

Дані – це результат спостережень чи понять (концепцій), що підходять для зв'язку, інтерпретації і обробки людьми чи машинами (механізмами). Інтерпретована форма даних, **інформація** – важливі і корисні факти, отримані із даних, або власне інтерпретовані дані. **Зв'язок** – процес за допомогою якого здійснюється обмін інформацією між індивідуумами або комп'ютерами за допомогою звичайно використовуваного набору символів.

Медичні дані

Зазвичай медичними даними вважають тільки ті, що отримують при вимірюванні характеристик пацієнта. Кількість характеристик пацієнта, хворої або здорової людини, чимала. Різноманітні медичні дані за обсягом вміщеної інформації можна поділити на такі види:

- **якісні ознаки** (наявність болю, підвищеної температури, колір шкірних покривів, перкусійні та аускультативні феномени);
- **одиничні числові дані** (вага, артеріальний тиск, температура тіла, кількість лейкоцитів, ШОЕ);
- **динамічні дані** (електрограми – ЕКГ, ЕЕГ, ЕГГ; реограми РКГ, РЕГ, фонокардіограма);
- **статичні картини** (рентгенограма, авторадіограма);
- **динамічні картини** (поле біопотенціалів, електрокардіограма).

Для медичних даних характерні специфічні особливості:

- нечіткість, а іноді й неузгодженість термінології;
- велика кількість якісних ознак, які суб'єктивно оцінюють стан хворого;
- відсутність єдиних алгоритмів опису стану хворого, діагностичного і лікувального процесів;
- недостатній рівень стандартизації медичної документації!;
- значна варіабельність медичних даних, малі вибірки з невідомими законами розподілу, що значно утруднює статистичні розрахунки та побудову відповідних

оцінок.

Сьогодні майже неможливо перелічити всі методи, за допомогою яких лікарі одержують медичні дані. Розвиток наук, відкриття нових законів і явищ, нові досягнення винахідників весь час розширюють можливості практичної медицини, з'являються нові методи, діагностична та терапевтична апаратура. Розширюється коло медичних характеристик за рахунок появи нових. Збільшується інформативність вже давно існуючих медичних характеристик внаслідок трансформації, вираження їх у числовому, графічному або навіть картинному вигляді. Відповідно, швидко зростає обсяг медичної інформації, з якою доводиться мати справу медичним працівникам усіх рівнів і установ охорони здоров'я,

Лікувально – діагностичний процес

Медичні науки не відрізняються від інших дисциплін у використанні комп'ютерів для наукового дослідження. Використання комп'ютерів для вирішення проблем, пов'язані з пацієнтом, однак відрізняються від використання комп'ютерів в більшості інших областей.

У поведінці майже кожної людини, ми можемо виділити три стани (табл. 1.1):

- спостереження,
- міркування,
- дія.

Таблиця 1.1. Три стани людської поведінки

| Стани | Області людської діяльності | | |
|---------------|-----------------------------|------------------|---------------------|
| | Наукові дослідження | Охорона здоров'я | Комп'ютерна обробка |
| Спостереження | Вимірювання | Збір даних | Введення даних |
| Міркування | Аналіз | Діагноз | Обробка даних |
| Дія | Експеримент | Лікування | Подання даних |

Спочатку розглянемо випадки, де можуть зустрічатися ці три стани людської поведінки. Вони можуть спостерігатися не лише в повсякденному житті. Наприклад, якщо ми потрапляємо в небезпечну чи неприємну ситуацію, то враховуємо факти і обставини, плануємо як можна позбутися проблеми, і, можливо, цей план покращить ситуацію. Ті ж самі три стани також можуть бути присутні і в наукових дослідженнях. (табл. 1.1). Дослідник збирає дані, приходять до висновку у вигляді гіпотез, і на основі цих теоретичних знань і міркувань, переходить до інтерпретації, відхиляє чи переглядає теорії, і нарешті, планує нові дослідження чи експерименти, щоб розширити знання.

Розглянемо коротко ситуації із загальної (звичайної) клінічної практики, в яких медичний персонал має справу з даними, інформацією та знаннями. Загальна схема лікувально-діагностичного процесу умовно представлена на рисунку 1.2. в ній можуть бути виділені чотири етапи (рис.1.2):

- спостереження;
- прийняття рішення щодо діагнозу;
- складання плану лікування;
- лікування.

Пацієнт розповідає свою історію хвороби; лікар збирає дані (наприклад, шляхом спілкування або проведення лабораторних досліджень), приходять до висновку, а можливо навіть діагнозу, і приписує лікування чи призначає якимсь інше обстеження. В системі охорони здоров'я, на відміну від наукового дослідження, ми не можемо розглянути загальну проблему, а можемо ознайомитись із рішенням проблеми для окремого пацієнта. Ці проблеми можуть бути лише частково узагальненими. Для того щоб розв'язувати проблеми пов'язані з пацієнтом, лікар має максимально використовувати методи, які були використані

в науковому дослідженні, але повинен завжди звертати увагу на конкретні проблеми окремого пацієнта.



Рис. 1.2. Загальна схема лікувально – діагностичного процесу. В цьому колі інформація циркулює від спостережуваних даних, через інтерпретовані дані, до даних, які використовуються для прийняття рішень. Все коло циклу можна пройти лише раз, наприклад, під час консультації, або багато разів, наприклад, коли за пацієнтом встановлено постійний нагляд.

Спостереження.

В стані спостереження ми маємо справу із збором даних, переважно лише тих, які забезпечують актуальну інформацію. Коротко кажучи, з інформацією ми можемо зменшити невизначеність щодо хвороби пацієнта. В багатьох випадках ця невизначеність може бути зменшена в даних, вислухавши історію хвороби, в інших випадках фізіологічні чи біохімічні дані повинні бути отримані від пацієнта (наприклад, фізіологічною експертизою), від аналізу зразків крові, або реєстрації біосигналів типу електрокардіограм (кардіограм) або спірограм.

Помилки в даних.

В даних які збираються, ми часто стикаємось із значними аномаліями, типу неповних або неправильних відповідей від пацієнтів, шум на біосигналах або помилки в біохімічних дослідженнях. В багатьох випадках ми не можемо отримати дані якими цікавимося, тому що орган пацієнта чи процес який досліджується – недосяжні. Лише в деяких випадках лікар може вторгтися в тіло (орган) і зібрати дані, виконуючи дослідницьку експертизу, наприклад, з катетером в ендоскопії, чи в лапароскопії, або діставати зразки зображення в біопсії. У більшості хвороб, процеси, якими ми цікавимося, – непостійні або нестаціонарні, тобто процес хвороби знаходиться в динамічному стані, і параметри процесу постійно змінюються. Це відбувається, наприклад, з пацієнтами в шоківому стані, або з пацієнтами з епілептичними приступами.

Помилки в даних ускладнюють їх подальше застосування. Тому завданням медичної інформатики є допомогти в інтерпретації даних, які отримані від пацієнтів. У подальшому Ми будемо знайомитися з багатьма прикладами використання комп'ютерів для отримання параметрів, які є важливими для постановки діагнозу і лікування.

Надлишок даних.

Дані, отримані від пацієнтів різними способами, часто доповнюють і підкріплюють одне одного так, щоб міг бути поставлений більш точний діагноз. Інколи в нашому розпорядженні так багато даних, що можна говорити про їх надлишок. В лікувально – діагностичному процесі лікар намагається знизити невизначеність щодо хвороби пацієнта та

реального стану розвитку хвороби. Тому перший етап в цьому циклі – історія хвороби, потім не дуже дорогі процедури (наприклад, фізична експертиза чи лабораторні дослідження), які передують більш дорогим і небезпечним (інвазивним) (наприклад, магнітний резонанс, серцеве зондування і т.ін.). Використовуючи різні способи і різноманітні методи, отримуємо дані про стан пацієнта. Завданням медичної інформатики є підтримка лікаря в отриманні необхідних даних і забезпечення методів підтримки прийняття рішень так, щоб лікувально – діагностичний процес міг ефективно переключатися при підтримці якості обслуговування і міг максимально зменшувати незручності для пацієнта.

Діагноз.

Постановці діагнозу передуює складний процес осмислення і зіставлення лікарем великої кількості фактів. З цієї причини, комп'ютер надає підтримку на етапі діагностики. Однак ці заходи стосуються лише частини діагнозу, яка може бути структурована і узагальнена, іншими словами, частини, яка базується на наукових об'єктивних методах. Лікар частіше не усвідомлює того, що він чогось не знає, а застосування комп'ютерів може допомогти, наприклад, у пошуку важливої інформації, наштовхнути на нову думку.

Відповідальність.

Лікар несе відповідальність за пацієнта і за поставлений діагноз і у випадку коли використовується комп'ютерна підтримка. Лише об'єктивну і науково-обґрунтовану частину діагнозу можна доручити комп'ютеру. Ті елементи діагнозу, які стосуються унікальних та індивідуальних проблем пацієнта, не можуть і не повинні вноситися до комп'ютера. Наприклад, діагноз завжди має у деякому відношенні суб'єктивні аспекти, які не можуть узагальнюватися і заноситися до комп'ютера. На перший погляд здається, що практичний досвід лікарів у постановці діагнозу і огляду пацієнтів досить суб'єктивний і не може вноситися до комп'ютера. Це лише частково вірно, тому що навіть знання лікаря і досвід, можуть бути структуровані і експлуатуватися комп'ютером (документальна база знань), хоча лише частково і тільки в деякій мірі.

Лікування.

Знання лікаря і досвід, які потрібні на етапі лікування відрізняються від необхідних на діагностичному етапі; лікування характеризується практичними аспектами людської діяльності. Етап лікування залежить від результату попереднього етапу постановки діагнозу і неясного прогнозу (тобто найбільш імовірного майбутнього результату) передбачуваного аналізу рішення.

Часто лікування проводиться іншим лікарем або медсестрою, а не лікарем який поставив діагноз. Прикладом може бути хірургія, радіотерапія та ін. Неможливо уявити, що хірургічні чи дослідницькі дії лікарів будуть коли-небудь повністю виконуватися комп'ютерами чи роботами. Однак, підготовка і контролювання лікування може підтримуватися комп'ютером. Прикладами останнього є адміністрування ліків (кількість, взаємодія з іншими препаратами, протипоказання), строгий контроль важкохворих і т.д.

Обробка інформації.

Обговорюючи структуру системи обробки інформації, ми покажемо паралелі і розбіжності між обробкою інформації, яка проводиться людьми та машиною. В обробці інформації комп'ютером можна спостерігати ті ж самі три стани, які ми розглядали раніше. (див. табл. 1.1):

- вимірювання та введення даних;
- обробка даних;
- вивід результатів.

По суті, про обробку інформації ми можемо говорити лише якщо людина якимсь

чином залучена до цього.

Комп'ютери не обробляють інформацію, вони просто обробляють дані. Лише людина здатна інтерпретувати дані так, щоб вони стали інформацією. Існує паралель між машинним введенням даних і спостереженням за людськими думками і почуттями.

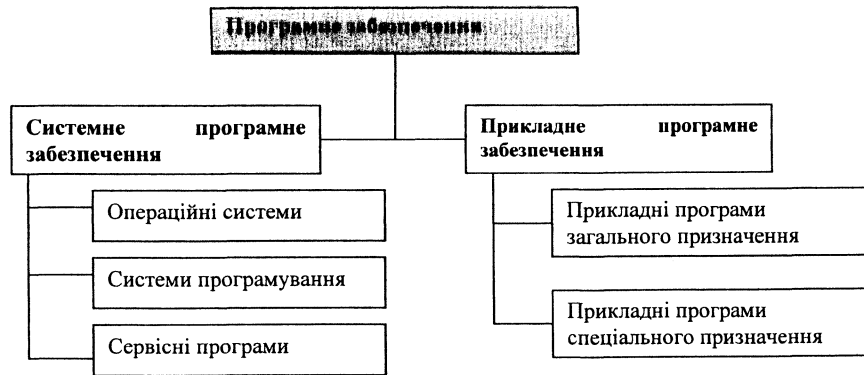
Комп'ютерна обробка має деякі паралелі з процесом людської думки, але це стосується лише тієї частини обробки, яка може бути структурованою і узагальненою. Комп'ютер не може замінити людське мислення, але може посилити можливості мозку. Він може збільшити можливості обробки даних, і покращити точність та послідовність обробки даних. Так як людські відчуття підсилюються мікроскопом чи статоскопом, людський мозок може бути підсилений комп'ютером.

В структурі обробки інформації комп'ютером, людина має визначену роль, в якій вона бере ініціативу на себе, готує обробку та інтерпретує результати. Коли комп'ютери використовуються в системі охорони здоров'я, в якій люди є і предметами (лікарі і медсестри) і об'єктами (пацієнти) інформаційних процесів, ми маємо бути обережні, щоб підтримувати баланс між людиною і машиною (механізмом).

Комп'ютерні програми–додатки в системі охорони здоров'я входять до прикладного програмного забезпечення персонального комп'ютера. Тому розглянемо коротко структуру програмного забезпечення комп'ютера.

Програмне забезпечення комп'ютера.

Програмне забезпечення (ПЗ) персональних комп'ютерів можна поділити на дві основні частини: системне і прикладне ПЗ:



Системне програмне забезпечення

Системне ПЗ призначене для управління роботою комп'ютера, розподілу його ресурсів, підтримки діалогу з користувачем, надання йому допомоги в обслуговуванні комп'ютера тощо. Більшість із програм системного ПЗ постачаються разом із комп'ютером і мають відповідну експлуатаційну документацію. Системне ПЗ, у свою чергу, розподіляють на три основні складові: операційні системи(ОС), системи програмування та сервісні програми.

Системи програмування призначені для полегшення та часткової автоматизації процесу розробки та налагодження програм. Основними компонентами цих систем є транслятори з мов високого рівня, наприклад, Паскаль, Сі++, Бейсік та ін. Особлива роль належить Асемблерам. Програму мовою Асемблера називають машинно–орієнтованою. Цєю мовою користуються, як правило програмісти.

Сервісні програми розширюють і доповнюють можливості ОС. Їх зазвичай називають

утилітами. Утиліти дозволяють, наприклад перевірити інформацію в 16–ковому коді, яка зберігається в окремих секторах магнітних дисків; організувати виведення на принтер текстових файлів у визначеному форматі, виконувати архівацію та розархівацію файлів тощо.

Прикладне програмне забезпечення

Прикладне (ПЗ) призначене для розв'язання конкретних прикладних завдань виробничого, наукового, управлінського, навчально – тренувального характеру. Прикладне (ПЗ) загального призначення включає комплекси програм, які застосовуються практично в будь – якій сфері діяльності людини, тобто є універсальними. Найпоширенішим серед ПЗ загального призначення є:

- текстові редактори (Word),
- графічні системи (Power Point, Paintbrush, Photoshop, CorelDraw),
- електронні таблиці (Supercalc, Excel),
- системи управління базами даних (FoxBASE, Clipper, Access, FoxPro, Paradox)
- інтегровані системи, що об'єднують можливості текстових редакторів, графічних систем, електронних таблиць та систем управління базами даних (MS Office, Perfect Office).

Прикладні програми спеціального призначення використовуються користувачами, як правило, у їхній специфічній професійній діяльності.

Розглянемо рівні прикладного програмного забезпечення спеціального призначення персонального комп'ютера, що використовується в діяльності лікаря.

Медичні інформаційні системи

Експериментальні дослідження процесів розумової діяльності людини показали, що 85% часу іде на пошук необхідної інформації, друк, побудову графіків тощо – тобто створення передумов для розумової роботи. Це стосується й роботи медичного дослідника або практикуючого лікаря.

Для автоматизації робіт на кожному з етапів діагностично–лікувального процесу застосовують медичні інформаційні системи (МІС). Відомі, щонайменше, два підходи до визначення МІС.

У широкому розумінні під медичною інформаційною системою розуміють форму організації діяльності в медицині й охороні здоров'я, що поєднує медиків, математиків, інженерів, техніків з комплексом технічних засобів і забезпечує збір, збереження, переробку і видачу медичної інформації різного профілю в процесі рішення визначених задач медицини й охорони здоров'я.

У вузькому розумінні медичною інформаційною системою називають комплекс технічних засобів і математичного забезпечення, призначений для збору, аналізу медико–біологічної інформації і видачі результатів у зручному для користувача вигляді.

Таким чином, можна дати наступне визначення: медичних інформаційних систем (МІС) – це програмно–технічний комплекс, що готує і забезпечує процеси збирання, зберігання і обробку інформації в медицині й галузі охорони здоров'я.Розглянемо їх докладніше.

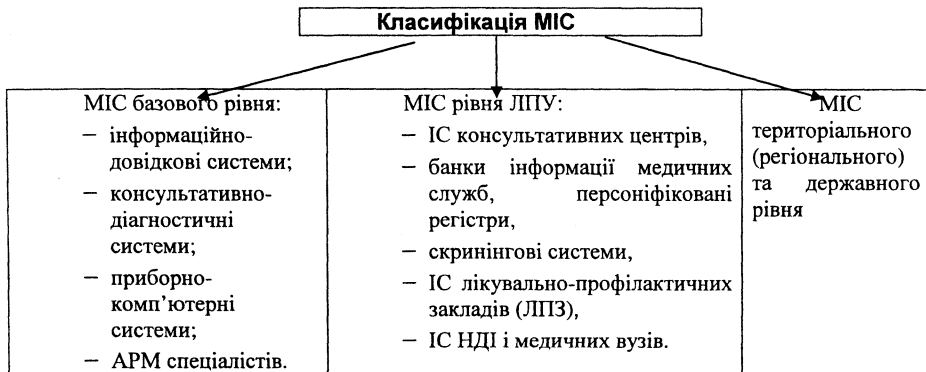
Класифікація МІС

Класифікація МІС основана на ієрархічному принципі і відповідає багаторівневій структурі системи охорони здоров'я, як галузі, що містить:

- базовий (клінічний) рівень (лікарі різного профілю);
- рівень лікувально–профілактичного закладу (поліклініки, стаціонари, диспансери, швидка допомога тощо);

- територіальний рівень (профільні та спеціалізовані медичні служби і регіональні органи управління);
- державний рівень (державні установи і органи управління).

Зазвичай системи кожного рівня класифікують за функціональним принципом, тобто за цілями і завданнями, які розв'язуються системою.



Медичні інформаційні системи базового рівня представлені системами інформаційної підтримки технологічних процесів (медико-технологічні ІС). Системи цього класу призначені для інформаційного забезпечення прийняття рішень в професійній діяльності лікарів різних спеціальностей. Основна їх мета – комп'ютерна підтримка роботи лікаря денного стаціонару, гігієніста, лаборанта та ін. Вони дозволяють підвищити якість профілактичної і лікувально – діагностичної роботи, особливо в умовах масового обслуговування при недостатці часу і кваліфікованих спеціалістів.

За завданнями які розв'язуються, медико-технологічні ІС можна розділити на наступні групи:

- інформаційно-довідкові системи (призначені для пошуку і видачі медичної інформації за запитом користувача);
- консультативно-діагностичні системи (призначені для діагностики патологічних станів, включаючи прогноз і вироблення рекомендацій по способах лікування, при захворюваннях різного профілю і для різних категорій хворих);
- приладно-комп'ютерні системи (призначені для інформаційної підтримки та / або для автоматизації діагностичного і лікувального процесів, що здійснюються при безпосередньому контакті з організмом хворого);
- автоматизовані робочі місця спеціалістів (Це комп'ютерні інформаційні системи, призначені для автоматизації всього технологічного процесу (лікувально – профілактична і звітно – статистична діяльність, ведення документації, планування роботи, отримання довідкової інформації) лікаря відповідної спеціальності і які забезпечують інформаційну підтримку у прийнятті діагностичних і тактичних (лікувальних, організаційних та ін.) рішень.

Системи рівня лікувально – профілактичних установ.

Представлені наступними основними групами:

- Інформаційні системи консультаційних центрів (призначені для забезпечення функціонування відповідних підрозділів та інформаційної підтримки лікарів при консультуванні, діагностиці і прийнятті рішень при невідкладних станах);
- Банки інформації медичних установ і служб (містять дані про якісний і кількісний склад працівників установ, прикріпленого населення, основні статистичні дані,

характеристики районів обслуговування та ін необхідні дані);

- Персоналізовані реєстри (банки і бази даних) (це різновид інформаційно-довідкових систем, що містять інформацію на основі формалізованої історії хвороби чи амбулаторної картки. Реєстри забезпечують дільничним, сімейним лікарям, спеціалістам, ординаторам та ін. можливість швидкого отримання необхідної інформації про пацієнта, контролю за динамікою хвороби, якості лікувально-профілактичних заходів.
- Скринінгові системи призначені для проведення долікарського профілактичного огляду населення, а також для формування груп ризику і виявлення хворих, що потребують допомоги фахівця.
- МІС лікувально-профілактичного закладу засновані на об'єднанні всіх інформаційних потоків у єдину систему й забезпечують автоматизацію різних видів діяльності ЛПУ. Відповідно до видів лікувально-профілактичної установи розрізняють такі програмні комплекси: інформаційні системи «Стационар», «Поліклініка» та «Швидка допомога». Вихідна інформація таких систем використовується як для вирішення задач керування відповідного лікувально-профілактичної установи, так і для вирішення задач системи охорони здоров'я вищого рівня.
- Інформаційні системи для НДІ і ВНЗ вирішують такі основні задачі, як інформатизація технологічного процесу навчання, науково-дослідна робота й управлінська діяльність НДІ і ВНЗ. Реалізація задач забезпечується відповідно інформаційними системами медико-біологічних досліджень, комп'ютерними системами навчання й інформаційних систем НДІ і ВНЗ.

Медичні інформаційні системи територіального рівня.

Це програмні комплекси, що забезпечують управління спеціалізованими і профільними медичними службами, поліклінічною, стаціонарною і швидкою медичною допомогою населенню на рівні території (міста, області, країни).

На цьому рівні медичні інформаційні системи представлені наступними основними групами:

- інформаційні системи територіального органу системи охорони здоров'я, що включають в себе:
- адміністративно-управлінські ІС, які створюють умови для вирішення комплексу організаційних задач керівниками територіальних медичних служб, головними фахівцями в організаційно-методичних відділах, бюро медичної статистики тощо.
- статистичні ІС, що здійснюють збір, обробку й одержання зведених даних по основних медико-соціальних показниках відповідно до територій.

Інформаційні системи для вирішення медико-технологічних задач забезпечують інформаційну підтримку діяльності медичних працівників спеціалізованих медичних служб.

Комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що забезпечують створення єдиного інформаційного простору охорони здоров'я на рівні регіону.

Серед ІС державного рівня, що призначені для інформаційної підтримки системи охорони здоров'я на рівні держави, можна виділити наступні типи:

1. Інформаційні системи державних органів системи охорони здоров'я, включають такі підсистеми:
 - ІС, що здійснюють інформаційну підтримку організації керування міністерством;
 - адміністративно-управлінські ІС, що забезпечують функціонування комплексу організаційних задач керування галуззю, що дозволяє оптимізувати розподіл і використання ресурсів різних медичних служб, здійснювати вибір пріоритетних напрямків.
2. Статистичні інформаційні медичні системи (здійснюють збір, обробку й одержання

зведених даних по основних медико-соціальних показниках).

3. Медико-технологічні ІС (здійснюють вирішення задач інформаційної підтримки діяльності медичних працівників спеціалізованих медичних служб на державному рівні і передбачають забезпечення наступності на всіх етапах і рівнях діяльності, ведення державних реєстрів). У число ІС для вирішення медико-технологічних задач входять інформаційні системи для окремих напрямків: швидкої медичної допомоги; спеціалізованої медичної допомоги, включаючи державні реєстри (фтизіатрія, психіатрія, інфекційні хвороби тощо); лікарського забезпечення.

4. Галузеві медичні ІС, що здійснюють інформаційну підтримку галузевих медичних служб (Міністерства оборони, Міністерства з надзвичайних ситуацій тощо).

5. Комп'ютерні телекомунікаційні медичні мережі, що забезпечують створення єдиного інформаційного простору охорони здоров'я на рівні держави.

Практична частина

Скласти схему взаємодії лікаря з пацієнтом (рисунок 1.3.) при обстеженні та постановці діагнозу.

Побудувати складену схему, та записати основні етапи розглянутого процесу користуючись програмою MS Word. В цьому процесі мають бути описані такі три етапи:

- спостереження (збір даних);
- постановка діагнозу;
- призначення лікування.

Приклад:

До лікаря звернувся пацієнт із такими скаргами: після вживання їжі виникає біль у правому боці, є відчуття важкості в шлунку, інколи спостерігаються алергічні реакції у вигляді почервоніння різних ділянок шкіри та свербіння.

Після отриманої від пацієнта інформації, лікар призначає ряд обстежень:

- здати аналіз крові;
- пройти обстеження УЗД органів черевної порожнини;
- зробити проби на різні алергени.

Пацієнт проходить обстеження і лікар отримує результати досліджень.

- кількість тромбоцитів у крові перевищує норму;
- УЗД показало, що жовчний міхур неправильної форми, деформований (з перегином);
- алергічні проби виявили реакції на домашній пил, деякі харчові добавки та квітковий пилок.

Проаналізувавши отримані дані лікар зробив наступні висновки і поставив діагноз:

- пацієнт страждає хронічним холециститом;
- в зв'язку із деформацією жовчного міхура – застій жовчі, який спричинює різного роду алергічні реакції.

Після постановки діагнозу лікар призначає пацієнту комплексний курс лікування.

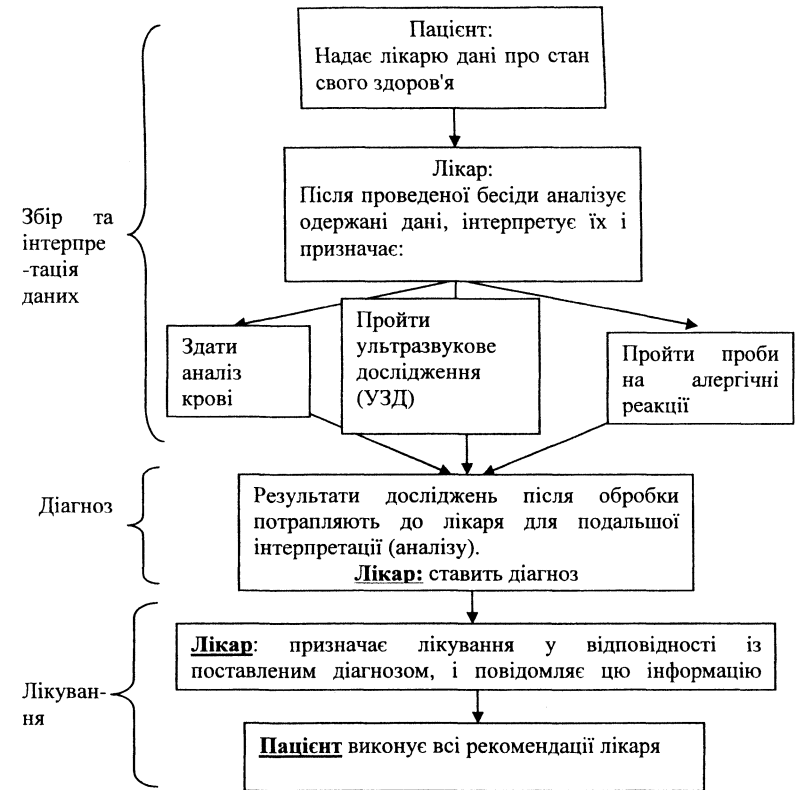


Рис. 1.3. Схема взаємодії лікаря з пацієнтом

Вхідний контроль містить питання з таких тем:

- Операційна система Windows (установка і налаштування, маніпуляція з файловою системою).
- Принципи роботи і структурно-логічна схема роботи ПК. Апаратне забезпечення ПК. Базове і системне програмне забезпечення ПК.
- Основи роботи з текстовим редактором Word (налаштування, форматування, редагування, побудова таблиць, імпорт та експорт малюнків).
- Основи роботи з електронними таблицями Excel (принципи побудови, сфери застосування, створення, обробка, використання, математичні та логічні операції, сортування, фільтрація, аналіз даних).
- СУБД Access (принципи побудови, сфери застосування, моделі представлення даних, проектування таблиць, ключові поля, створення зв'язків між таблицями, створення і застосування форм і запитів).
- Використання презентацій для представлення даних (принципи побудови, створення, редагування, складові презентацій використання ефектів візуалізації, ілюстрацій, таблиць, графіків. Режим демонстрації та відображення слайдів).
- Комп'ютерні мережі (класифікація, топологія зв'язків; програмне забезпечення та обладнання для побудови мереж).

– Internet та електронна пошта (пошук інформації, оптимізація роботи та додаткові можливості e-mail).

Рекомендована література

Основні джерела.

1. Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. – 2-е изд, перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. – СПб: Питер, 2001.- 480 с
3. Фигурнов В.В. IBM PC для пользователей. - М.: Финансы и статистика, 2001.

2. ПЕРЕДАЧА ІНФОРМАЦІЇ. МЕРЕЖЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ОСНОВИ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ

Конкретні цілі заняття

Інтерпретувати: комунікаційні компоненти, види каналів зв'язку для передачі даних, деякі аспекти інформації, основні принципи і завдання телемедицини.

Аналізувати: роль інформації, комунікації та комп'ютерних технологій в медицині; канали зв'язку; переваги телемедицини; проблеми телемедицини в Україні.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності». Володіти навичками роботи з основними складовими програмного забезпечення комп'ютера; запускати на виконання програми, що працюють під управлінням операційної системи і коректно завершувати їх роботу.

Передача інформації

Еру, у якій ми живемо, часто називають століттям комунікації. У межах короткого періоду часу, супутникове телебачення, стільникові телефони, мультимедійні персональні комп'ютери й Інтернет цілком увійшли в життя кожного з нас. Мета всіх цих медіа – передавати повідомлення.

Найчастіше, люди, які посилають або отримують повідомлення, зацікавлені безпосередньо в повідомленні, а не в носії повідомлення або маршруті, який подолає повідомлення, щоб досягти одержувача. Наприклад, для телефонної розмови лікаря з пацієнтом не має ніякого значення чи передається сигнал, що несе повідомлення, через супутник або кабель. Одержувач, можливо, зверне увагу на, більш довгу затримку в сигналі, характерну для зв'язку через супутник, і як наслідок, можливо, почує ехо.

Зробимо ескіз загальної ситуації відправника, одержувача, і каналу передачі. Така ситуація доречна для комунікацій між хворим і лікарем, з метою обміну важливими даними, медичними зображеннями або біологічними сигналами. Крім того, маючи справу із збором даних і їхньою передачею, потрібно зазначити, що всі дані в охороні здоров'я мають джерело або відправника (звичайно хворий) і одержувача (звичайно лікар). Без передачі дані не зможуть досягти одержувача й не можуть бути інтерпретованими.

Відправник, канал, і одержувач

Середовище, в якому відбувається поширення сигналу, що несе інформацію, називається каналом зв'язку (передачі). Найбільш типові і добре відомі канали зв'язку подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Типи сигналів і каналів зв'язку

| № | Вид сигналу | Канал зв'язку |
|---|--|--|
| 1 | Телефонний зв'язок | Телефонний кабель |
| 2 | Електронна інформація (поза комп'ютером) | Мережений кабель, телефонні лінії, оптичне волокно |
| 3 | Сигнал імунної відповіді | Кров, лімфа, міжклітинне середовище |
| 4 | Людське мовлення | Повітряне середовище |
| 5 | Нейросигнали | Аксони, нервові волокна |
| 6 | Електронна інформація (всередині комп'ютера) | Системна шина комп'ютера |

Всі ситуації комунікації передбачають наявність відправника, одержувача й каналу передачі. Між деяким відправником S й одержувачем R завжди є канал передачі T, через який проходить повідомлення (рис .1). Частина каналу передачі – це перетворювач, що

перетворює повідомлення в електричний сигнал, який підлягає подальшій обробці.

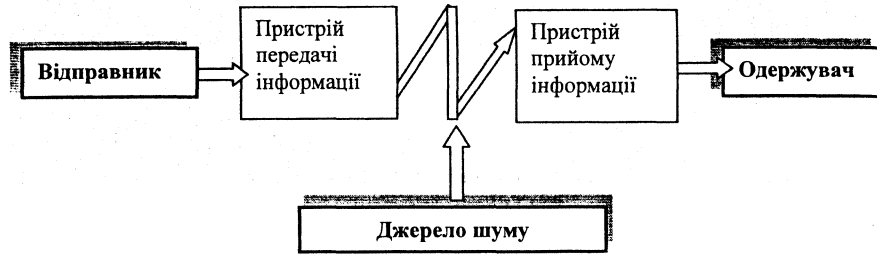


Рис. 2.1. Відправник, одержувач, і канал передачі.

Відправник передає сигнал s ; під час передачі він проходить і канал шуму n , в результаті чого відбувається накладення, таким чином, що на вузлі одержувача m маємо суміш $s + n$.

Якщо ми узагальнимо різні ситуації, у яких залучені відправник S , канал T і одержувач R , ми можемо розрізнити п'ять різних конфігурацій S, R і T .

1. $S \rightarrow R$ (одностороння передача).

Це ситуація односторонньої передачі, коли відомі як відправник, так і одержувач, і одержувач зацікавлений у повідомленні безпосередньо, а властивості каналу передачі не приймаються до уваги. Прикладом може слугувати процес прослуховування серця (S – це серце; s – це специфічний звук, який генерується скороченням клапанів серця й серцевими шумами; n може бути диханням пацієнта (чи лікаря) або шумом у кімнаті; R – це стетоскоп та вуха; T – це повітря між серцем і перетворювачем).

2. $S \leftrightarrow R$ (двоспрямований процес передачі інформації)

Це випадок двоспрямованого зв'язку. Тут, знову ж таки, відомі відправник й одержувач, але одержувач зацікавлений тільки у повідомленні, яке передається відправником. Прикладом є розмова між хворим й лікарем, з приводу історії хвороби (S – це хворий, що відповідає на питання лікаря; s – це сама розповідь; n – це шум від зайвих чи неправильно зрозумілих слів; R – це лікар, який як слухає та задає питання; T – це повітря: середовище, яке передає сигнали від хворого до лікаря й навпаки).

3. $S = R$ (відправник є й одержувачем)

У цій ситуації, відправник й одержувач – це один пристрій (особа). У таких ситуаціях, ми зацікавлені не в повідомленні як такому, а в каналі передачі, що є об'єднаним та відправником-одержувачем. Наприклад – ультразвук, що генерується масивом п'єзоелектричних кристалів і ехо-сигнал, що отримано від границі тканин (S – це кристали, що посилають ультразвукову хвилю в оточуючу тканину; s – це ультразвукова хвиля, що генерується кристалами; n – спотворення зображення, отримане від інших тканин або від неоднорідностей у тканинах; R – це ті ж самі кристали, які генерували ультразвукову хвилю, а зараз отримують ехосигнал; T – це канал зв'язку між кристалами та тканиною і назад до тих самих кристалів).

4. $S \rightarrow ?$ (немає одержувача)

У цій ситуації одержувач відсутній, або не звертає увагу, або не має необхідного перетворювача. Це трапляється, наприклад, у випадках коли не всі симптоми зібрано лікарем, або їх збір виконано несистематично, або коли захворювання є безсимптомним (наприклад, у випадку генерації серцем екстрасистол, які не зареєстровано).

5. $? \rightarrow R$ (немає відправника)

Це типова ситуація в медицині, у якій симптоми виявлені, але причина їх виникнення

все ще невідома. Наприклад, можуть спостерігатись відхилення значень хімічних показників крові, але слідкувати за органом, що викликає відхилення, немає можливості.

Носії повідомлень

Зростаючі потоки повідомлень, необхідність зберігання їх у великих обсягах сприяли розробці і застосуванню носіїв повідомлень, що забезпечують можливість довготривалого їх зберігання в досить компактній формі. Носій – фізичне середовище, в якому зберігаються повідомлення. Прикладом носія повідомлення є медична картка, рентгенівська плівка, електромагнітна хвиля, тощо.

Носії повідомлень поділяють на довгоіснуючі та недовгоіснуючі. Подання повідомлень на довгоіснуючих носіях називають письмом. Прикладом може бути послідовність друкованих чи рукописних знаків, що сприймаються зором (письмо, що сприймається на дотик сліпими) – записи в медичній картці пацієнта, кардіограма, рентген, тощо. Прикладами повідомлень на недовгоіснуючих носіях є повідомлення, що передаються телефоном, жестами.

Будь-який живий організм як єдине ціле спілкується із зовнішнім світом, використовуючи фізичні або хімічні носії (голос, жест, запах...)

Властивості інформації. Ентропія інформації.

Проблему щодо визначення поняття інформації науковці вирішують не однакою. З одного боку, це природно, бо вчені по-різному використовують інформацію, з другого – не можна погодитися з тією точкою зору, що “немає і ... не може бути єдиного визначення поняття інформація”.

Є два підходи до визначення природи інформації – атрибутивний та функціональний. Прихильники першого розглядають інформацію як об'єктивну властивість усіх матеріальних об'єктів (інформація – атрибут матерії). Прихильники другого стверджують, що інформація є умовою та результатом спрямованої активності, тому вона виникає тільки на соціально-свідомому рівні. Не викликає сумніву, що інформація, якою обмінюються члени суспільства, неодмінно пов'язана з віддзеркаленням реальності. Ще Н.Вінер розумів під інформацією позначення змісту, який одержують із зовнішнього світу в процесі пристосування до нього людини. При цьому слід підкреслити різницю в ставленні до пошуку та опрацювання інформації людини та комп'ютера. Комп'ютер, безперечно, швидше опрацьовує інформацію, ніж людина, але це стосується тільки замкнутої системи. Із зовнішнім світом людина працює набагато ефективніше.

У вузькому змісті теорія інформації – це математична теорія передачі повідомлень у системах зв'язку. Виникла вона після робіт американського вченого Клода Шеннона. Основні її постулати такі:

Повідомлення надходять із джерела інформації через канал зв'язку до приймача інформації.

Ці повідомлення змінюють систему знань (тезаурус) приймача, зменшують рівень його розмиття та невизначеності, який вимірюється ентропією.

Ентропія як ступінь невизначеності у повідомленні системи повідомлень визначається їхніми ймовірностями як середнє значення логарифмів величин, зворотних до цих ймовірностей.

Виміряти середню кількість інформації можна за зменшенням ентропії приймача в результаті зміни його уявлень. До речі, звідси й одиниця вимірювання інформації. Вона задається кількістю інформації про те, яка з двох рівно ймовірних подій реалізувалася, й називається біт (binary digit – бінарний розряд). К.Шенноном була запропонована формула для обчислення кількості інформації в повідомленні. Нехай деяка подія відбувається з ймовірністю p , тоді кількість інформації I обчислюється за формулою:

$$I = -\log_2 p, \text{ де } 0 < p < 1.$$

Саме тому в 1916 році Клод Шеннон дає наступне визначення інформації:

Інформація – це негативне значення логарифма ймовірності події.

Усі види інформації мають спільні властивості та закономірності. До властивостей інформації можна віднести наступні:

- інформація неадитивна, тобто окремі повідомлення неможливо алгебраїчно додавати, від цього змінюється зміст інформації;
- інформація некомутативна, тобто окремі повідомлення неможливо переставляти місцями, від цього спотворюється зміст інформації;
- інформація має цінність. Цінність інформації визначається її актуальністю;
- інформація має певну надійність;
- інформація не може існувати без матеріального носія.

Крім загальних властивостей, кожен з видів інформації має свої характерні особливості. Наприклад, такими особливостями для медико-біологічної інформації є неперервне створення, оновлення та передача від покоління до покоління спадкових ознак (спадкова інформація). Важливим є також те, що зберігання й передавання інформації в живих організмах здійснюється на молекулярному рівні.

Інформацію про спостережувані об'єкти, процеси або явища дістають при вивченні різних фізичних величин. Наприклад, стан організму можна описати системою таких параметрів, як температура тіла, частота пульсу, тиск, дані кардіограми тощо. Деякі величини можуть набувати будь-яких значень у певному інтервалі. Їх називають неперервними, а інформацію, яку вони містять, неперервною або аналоговою. Неперервними величинами є, наприклад, криві зміни маси, температури, відстані тощо. Багато величин можуть набувати лише цілочислових значень. Їх називають дискретними, а інформацію, яку вони містять, – дискретною. Приклади дискретних величин: кількість електронів у атомі, частота пульсу, кількість хворих у відділенні тощо. Таким чином, незважаючи на різноманітність видів, інформація виявляється всього тільки в двох формах – неперервній і дискретній. Будь-яку неперервну величину з певним ступенем точності можна подати в дискретній формі.

Технічне та програмне забезпечення комунікацій.

Розглянемо питання технічного забезпечення комунікацій.

Передача тексту, малюнків і зображень, хоча і з меншою якістю, може бути легко зроблена через факс. Факс надає можливість надіслати документи одержувачеві через телефонну лінію. Факси широко використовуються в охороні здоров'я. Наприклад, передача обробленої комп'ютерної томографії від периферійної лікарні до лікарні університету для діагностичної підтримки може здійснюватися за допомогою факса. У декількох країнах, факси шаблоно використовуються для передачі приписань, листів, коротких звітів.

Факс має ряд переваг, до того ж використання цього інструменту комунікації відносно недороге. Проте факси мають і недоліки. Один з них – неможливість використання даних безпосередньо в комп'ютерних програмах-додатках.

Електронна пошта була введена раніше, ніж факс, хоча вже в 1800р. були прототипи для факсової машини. Основні поняття, на яких побудована електронна пошта, співпадають з основними концепціями звичайної пошти. Ви відправляєте людям лист на їх конкретну адресу, а вони пишуть вам.

Електронна пошта має одну серйозну перевагу перед паперовою: – швидкість. Повідомлення на інший материк буде йти не декілька днів чи неділь, а всього декілька хвилин чи навіть секунд, в залежності від якості зв'язку. Електронна пошта має переваги і перед телефонним зв'язком. Своє повідомлення ви відправляєте, коли вам зручно. І адресат відповідає тоді, коли йому зручно. Для обміну інформацією не потрібне одночасне підключення комп'ютерів до Інтернету.

Іншими словами, електронна пошта – це пошта в електронній формі. При використанні електронної пошти, відправник створює повідомлення на комп'ютері і посилає його через систему зв'язку (наприклад, телефонна система або Інтернет) до комп'ютера одержувача. Це може бути зроблено безпосередньо, від комп'ютера до комп'ютера, або опосередковано, через так звану поштову скриньку електронної пошти. Одержувач може і прочитати, і, в разі необхідності, відредагувати повідомлення, оскільки, на відміну від факсу, повідомлення перебуває все ще в електронній формі.

Електронна пошта діє надійно, заощаджуючи секретарський час, і виключаючи помилки транскрипції. Системи електронної пошти усе більше й більше використовуються в охороні здоров'я для шаблонової комунікації між фахівцями і лікарнями. Однак, відсоток лікарень, що використовують електронну пошту, усе ще малий.

Інтернет. У телефонній мережі посередником між людиною й лінією служить телефонний апарат або, наприклад, факсимільний – для передачі письмової інформації. В комп'ютерній мережі таким посередником між людиною й Інтернетом служить комп'ютер із спеціальними програмами, а між базою даних (інформацією) і лініями зв'язку – сервер.

Сервер – це програма, яка працює на комп'ютері й чекає команди або запиту. Одержавши запит, сервер формує відповідь і відсилає її клієнтові. Так як серверу доводиться обробляти безліч запитів, то такі програми встановлюють, як правило, на окремі комп'ютери, які називають виділеними серверами або просто серверами.

Інтернет використовує протокол TCP/IP. TCP (Transmission Control Protocol) – протокол, що визначає, яким чином інформація перетворюється в пакети й передається від одного комп'ютера до іншого. IP (Internet Protocol) – протокол, відповідальний за адресацію й маршрутизацію цих пакетів. Вся інформація передається пакетами – протокол IP визначає, де корисна інформація, а де службова. Протокол TCP контролює передачу – якщо частина інформації не отримана, то TCP запросить повторну передачу. Такий технічний принцип роботи Інтернету.

E-mail – електронна пошта

Це перший і залишається в даний час самим широкоживим сервісом Інтернету. Він являє собою типовий сервіс „відкладеного читання”. Адресат одержує ваше повідомлення на свій комп'ютер і читає його тоді, коли йому буде зручно. Всі користувачі Інтернету мають унікальне ім'я, що складається з їхнього імені й комп'ютерного імені, наприклад, handbook@mi.fgg.eur.nl. Використовуючи, що адреса в повідомленні електронної пошти, поштові сервери Інтернету здатні доставити повідомлення адресатові.

WWW – система гіпертексту

Глобальний сервіс Інтернету. Цей засіб роботи з інформацією настільки завоював мережу, що багато з людей при роботі в Інтернеті і не використовують ніяких інших сервісів.

Основа WWW – гіпермедійний документ, тобто документ, у якому кожен елемент може бути посиланням на інший документ або його частину. Посилання організовані таким чином, що будь-який інформаційний ресурс в Інтернеті адресується однозначно. Причому користувач працює з усіма інформаційними ресурсами Інтернету, як з єдиним цілим. Коли клієнт читає документ WWW, всі слова, які забезпечують зв'язку з іншими документами підсвічуються. Вибір такого підсвіченого слова повідомляє серверу WWW, що зв'язаний документ потрібно відновити й відправляє клієнтові. Документи WWW, можуть містити текст, зображення, відео, або звук. Цікавою особливістю документів WWW є те, що слово чи речення може бути зв'язаним з документом на іншому сервері. Наприклад, MEDLINE – найбільша база даних медичних статей, які з'являються в міжнародних медичних журналах

FTP – передача файлів

FTP – це протокол передачі файлів і в той же час сервіс, що дозволяє організувати доступ до файлових архівів. Програма для роботи з ними називається FTP – клієнт і дозволяє

вам копіювати файли з комп'ютера на ваш локальний і навпаки. Сервер FTP за бажанням настроюється таким чином, що можна з'єднатися з ним анонімно – під ім'ям anonymous. У такому випадку користувачеві стають доступні не всі файли комп'ютера, а тільки ті, які становлять сервер anonymous ftp – публічний файловий архів.

Програми-клієнти РТР є на будь-якому комп'ютері: вони входять у склад поставки операційної системи. У цей час більшість публічних файлових архівів організовані в основному як сервери anonymous ftp. На таких серверах можна одержати доступ до програмного забезпечення й іншої інформації.

Технічне забезпечення

Для роботи в Інтернеті необхідно мати комп'ютер із встановленою системою Windows версії 98 або новішою. Бажано мати мишу з колесом прокручування – цим полегшується навігація в Інтернеті. Розміри монітора не критичні, але варто пам'ятати, що в цей час більшість сайтів оптимізовано для перегляду при роздільній здатності монітора 800 × 600 і вище.

Для відтворення звукових файлів необхідна звукова карта. Наявність її в комп'ютері зараз фактично стандарт.

Модем для підключення підійде будь-який. Важливо тільки, щоб він підтримував сучасні протоколи зв'язку. Провайдер, через який ви одержите доступ у мережу, може підтримувати різні швидкості з'єднання. Найбільш швидко з'єднання по протоколу V.90 – 57 600 біт/с, типове – 33 600 біт/с.

Телемедицина

Телемедицина – прикладний напрямок медичної науки, пов'язаний з розробкою й застосуванням на практиці методів дистанційного надання медичної допомоги й обміну спеціалізованою інформацією на базі використання сучасних телекомунікаційних технологій.

Найбільш повним є визначення, дане Американською асоціацією телемедицини: "Предмет телемедицини полягає в обміні медичною інформацією між віддаленими один від одного пунктами, де перебувають пацієнти, лікарі, інші провайдери медичної допомоги, між окремими медичними установами. Телемедицина має на увазі використання телекомунікацій для зв'язку медичних фахівців із клініками, лікарнями, що роблять першу допомогу, пацієнтами, що перебувають на відстані, з метою діагностики, лікування, консультації й безперервного навчання".

Ціль телемедицини – надання якісної медичної допомоги будь-якій людині незалежно від його місцезнаходження й соціального стану. Предметом телемедицини є передача за допомогою телекомунікацій і комп'ютерних технологій всіх видів медичної інформації між віддаленими один від одного пунктами (медичними установами, пацієнтами й лікарями, представниками охорони здоров'я й т.д.).

Крім безпосередньо телемедичних консультацій можна виділити 6 основних категорій застосування телекомунікаційних технологій у сфері медицини (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Основні категорії застосування телекомунікаційних технологій у медицині

| Категорія | Приклад |
|---------------------|--|
| Робота з пацієнтами | Радіологічні дослідження, післяопераційне спостереження, моніторинг |
| Професійне навчання | Післядипломне дистанційне навчання, надання інформації за допомогою мереж, індивідуальні сеанси зв'язку |
| Навчання пацієнтів | Науково-популярна й доступна медична інформація, не порушуючи принципів деонтології й медичної етики для |

| | |
|-----------------------------|--|
| | здорових людей і пацієнтів із хронічними захворюваннями |
| Автоматизовані робочі місця | Нагромадження, зберігання й використання медичних записів (електронні історії хвороб) |
| Науковий пошук | Організація масивів даних, отриманих з різних джерел, їхнє сортування й каталогізація |
| Охорона здоров'я | Дистантні наради між органами керування, нагляд за якістю надання медичних послуг, консультаційна допомога організаційного плану |

Типи технологій, які застосовуються у телемедицині

Більшість працюючих нині телемедичних проектів будуються на двох типах технологій.

Перший – телеконсультація відкладена (телеконсультація офф-лайн) – різновид консультування, що відбувається без використання систем внутрімережного спілкування в реальному часі. Цей тип відповідає принципу "нагромадження-передача". Суть його полягає в одержанні й передачі зображень у цифровому вигляді від одного користувача (лікаря) іншому. Для спілкування й передачі інформації консультант й абонент використовують, як правило, електронну пошту й спеціальні системи відкладених телеконсультацій. Найбільш типове застосування цієї технології в рутинній практиці для надання планової медичної допомоги, коли діагноз або консультація можуть бути отримані протягом 24–48 годин.

Поки найбільш частим застосуванням цієї технології є телерадіологія – обмін рентгенограмами, томограмами або МР-томограммами. Зображення можуть передаватися між точками на будь-якій відстані. Радіологи можуть переглядати й аналізувати зображення, не виходячи з будинку. Принцип "нагромадження-передача" зацікавлений також у таких сферах телемедицини, як телепатологія й дерматовенерологія.

Реалізація цього методу можлива за допомогою будь-яких протоколів передачі даних і типів з'єднання – від перенесення даних на дискетах і простому кабельному з'єднанні до складних супутникових каналів.

З появою Інтернету реалізація методу "нагромадження-передача" спростилася. З'явилися електронні дошки оголошень, форуми й чати, де можна поспілкуватися з колегами.

Другий тип – "двостороннє інтерактивне телебачення" або очне консультування (телеконсультація он-лайн) – телемедична процедура, різновид віддаленого консультування, проведена з використанням систем реального часу (як правило, відеозв'язку). У клінічній практиці використовується для надання невідкладної медичної допомоги і являє собою процес обговорення конкретного клінічного випадку абонентом і консультантом, коли необхідна консультація "у реальному часі".

Крім вищезгаданих технологій у сферу телемедицини входять ще наступні.

Інструктаж – телемедична процедура, що представляє собою забезпечення фізичної особи (санітара, парамедика й т.д.) однобічної відео- і голосовим зв'язком з консультантом для одержання рекомендацій з надання першої медичної допомоги. Застосовується у випадку масових поразок при катастрофах.

Біорадіотелеметрія (БРТМ, телеметрія) – реєстрація фізіологічних даних на відстані за допомогою радіозв'язку. Це найбільш стара область застосування телемедицини (космічна медицина).

Моніторинг – телемедична процедура, різновид телеметрії: вилучена реєстрація фізіологічних показників у людей, що свідомо страждають тим або іншому захворюванням.

Дистанційне навчання (дистантне навчання) – різновид навчального процесу, при якому або викладач й аудиторія, або учень і джерело інформації розділені географічно. Для забезпечення сеансів дистанційного навчання використовуються комп'ютери й телекомунікації,

переважно Інтернет.

Будова телемедичних систем. Засоби передачі інформації в телемедицині

Телемедична система – сукупність базових робочих станцій, об'єднаних лініями зв'язку, призначена для виконання даного клінічного або наукового завдання за допомогою телемедичних процедур.

Базова робоча станція (БРС) — це програмно-апаратний комплекс, що представляє собою робоче місце фахівця з можливостями обробки, перетворення, висновку, класифікації й архівації загальноприйнятих видів клінічної медичної інформації, а також проведення телеконференцій.

Телемедична система складається із сукупності базових робочих станцій різної комплектації, з'єднаних каналами передачі даних: стандартними й цифровими телефонними лініями, волоконною оптикою супутниками зв'язку.

Застосування того або іншого способу передачі обмежується шириною смуги пропускання частот і пов'язаною з нею швидкістю передачі інформації (кількістю інформації, переданим в одиницю часу, біт/с). Системи з вузькою смугою частот, наприклад звичайні телефонні лінії порівняно недорогі, але їхня пропускна здатність недостатня для передачі повноцінних відеозображень. Однак ці системи цілком придатні для передачі фотозображень, мови, тексту або інших даних. Єдиного методу, як і смуги частот, що підходять для рішення всіх завдань телемедицини, не існують; технічні характеристики кожної системи визначають виходячи з потреби користувачів.

Пропускна здатність мереж із широкою смугою частот достатня для передачі повноцінних інтерактивних відеозображень, наприклад, лінії T1 мають відносно високу швидкість передачі інформації (1544 Мбіт/с). Однак у сільській місцевості й у вилучені від промислових центрів областях вони недоступні. При використанні алгоритмів стиску інформації інтерактивне відео можна передавати й по системах з більшою вузькою смугою частот, але одержувані при цьому відеозображення рухаються ривками, що не дозволяє розрізнити подробиці й тонкі рухи. Системи із широкою смугою частот коштують дорого, оскільки витрати на передачу інформації прямо залежать від ширини цієї смуги.

Функції телемедичних центрів

Впровадження телемедицини в країнах СНД відбувається децентралізовано. Це можна пояснити недостатнім правовим статусом телемедичних послуг, економічним фактором й, саме головне, відсутністю єдиних стандартів обміну медичною інформацією.

Уже доведено, що оптимальним є створення регіональних центрів навколо яких формуються телемедична інфраструктура регіону й здійснюється подальше поширення системи "на периферію" – до районних і дільничних лікарень.

Напрямок діяльності телемедичного центру можна розділити на наступні напрямки.

Клінічне. До нього ставляться проведення консультацій, організація відеоконференцій і консилиумів, робота з пересилання за допомогою електронної пошти результатів діагностичних досліджень для одержання висновків і рекомендацій з вилучених медичних установ.

Освітнє. Сюди входять організація й проведення семінарів і навчальних циклів для медичних працівників, створення й супровід серверів, медичних баз даних й інформаційно-довідкових систем.

Науково-досліднє. Під ним маються на увазі розробка й впровадження нових телемедичних технологій, підготовка й публікація наукових оглядів, статей.

Організаційно-методичнє. Цей напрямок забезпечує навчання персоналу кабінетів телемедицини, підготовку й поширення методичних матеріалів.

Інформаційно-комунікаційнє. Під ним розуміється організація обміну інформацією звітного й статистичного характеру між закладами охорони здоров'я, а також окремими фахівцями, технічне забезпечення електронними поштовими скриньками

Стандарти, які застосовуються в телемедицині.

Стандарт (протокол) передачі даних — це програмні правила взаємодії функціональних елементів комп'ютерної мережі, тобто правила обміну інформацією між комп'ютерами й периферійним устаткуванням, об'єднаним у мережу.

Відсутність єдиного стандарту медичної інформації – її нагромадження, зберігання, передачі – є однією з перешкод до глобалізації й подальшого розвитку телемедичних технологій. На даний момент існує біля сотні різних стандартів, які використовуються для маніпуляції з медичною інформацією. В більшості випадків назви стандартів – це аббревіатури груп, організацій чи установ, що приймають участь у їхній розробці.

В світі досить багато організацій, що займаються питаннями телемедицини. Існує велика кількість різних стандартів для передачі всіх видів медичної інформації: ASTM, ASC, X12, HL7, DICOM і т.д.

Стандарт Health Level 7 (HL7)

В 1996 році Американським національним інститутом стандартів (ANSI) в США був затверджений національний стандарт обміну медичними даними в електронному вигляді – HL7 (Health Level 7).

Стандарт HL7 призначений для полегшення взаємодії комп'ютерних додатків в установах охорони здоров'я. Його основна мета полягає в такій стандартизації обміну даними між медичними комп'ютерними додатками, при якій виключається або значно знижується необхідність у розробці й реалізації специфічних програмних інтерфейсів, які необхідні при відсутності стандарту. Він легко сполучається з іншими протоколами й стандартами, що дозволяє використовувати його в якості стандарту в приладах багатьма виробниками медичної техніки

У березні 1987 року була розроблена перша версія, а в наш час застосовується версія HL7 3.0. Даний стандарт використовується в США, Канаді, Європі, Австралії, Ізраїлі, Японії та в інших країнах.

Стандарт HL7 стандартизує обмін інформацією, а не системи, які передають ці дані. Наслідком цього є різноманітність методів застосування стандарту HL7 в різних установах охорони здоров'я. Єдина схема отриманих даних є цінною властивістю не тільки для клінічних, але й для статистичних досліджень.

Загальна структура стандарту включає:

- рух пацієнтів (надходження, виписка, переведення);
- порядок прибуття.
- фінансові питання (білінг);
- дані клінічних спостережень;
- інтерфейс для даних загального призначення;
- інформацію для керівного персоналу;
- призначення, операції й лікувальні процедури;
- систему епікризів.

На даний момент стандарт HL7 визначає взаємодію різних систем, які посилають або одержують дані про рух пацієнта, запити даних, замовлення, результати лабораторних аналізів і діагностичних досліджень, рахунків на оплату й лікування, а також зміни у файлах, що містять довідково-нормативну інформацію. У ньому не робиться спроби описати архітектуру даних всередині додатку, він розрахований на ведення центрального банку даних.

Проблеми телемедицини

Необхідність телемедичних технологій зумовлена цілим рядом проблем, з якими постійно стикаються органи охорони здоров'я, виконавча влада й самі лікарі та пацієнти.

Проблеми місцевих виконавчих органів й установ охорони здоров'я полягають у

дефіциті лікарів-фахівців, медичного персоналу, міграції населення, віддаленості провінційних міст і сіл від медичних центрів.

Проблеми лікарів полягають у необхідності постійного й тісного контакту із клініками і їхнім досвідом, у нехватці фахівців у тій або іншій області медицини, у поганій організації екстреної допомоги, у труднощах у проведенні наукових досліджень.

Наближення висококваліфікованої й спеціалізованої консультативної допомоги в районні центри охорони здоров'я при мінімальних витратах і паралельне клінічне навчання лікарів є найбільшою перевагою телемедицини.

Існують також технічні проблеми, що перешкоджають широкому й швидкому впровадженню телемедицини:

- занадто швидкий розвиток телекомунікаційних й інформаційних технологій;
- складна й громіздка технічна інфраструктура;
- різноманітні телемедичних технологій;

Наближення спеціалізованої допомоги до віддалених територій є основним завданням для телеконсиліумів і телеконсультацій, які можуть здійснюватися через сучасні комп'ютерні мережі. За даними американських лікарів, при використанні телемедицини в переважній більшості випадків відпадає необхідність транспортування хворого в центральний госпіталь.

Загальна постановка задачі розрахунково-графічної роботи.

В процесі навчання студенти виконують розрахунково-графічну роботу, яка сприяє надбанню практичних навичок по вирішенню задач медичної інформатики. Результатом виконання розрахунково-графічної роботи є:

- реалізація на ПК поставленої задачі;
- практична експлуатація на ПК розробленої задачі;
- пояснювальна записка, яка включає детальний опис основних етапів виконання поставленої задачі.

Все це має на меті ознайомити студентів із основами сучасних комп'ютерних інформаційних технологій, тенденціями щодо їхнього розвитку, навчити принципам побудови інформаційних моделей, обробки медичних зображень в професійній діяльності тощо.

Метою виконання розрахунково-графічної роботи є:

1. Більш глибоке опанування студентом конкретної теми і кінцевих цілей курсу медичної інформатики. Застосування знань, набутих протягом курсу, в контексті виконання роботи за обраною темою.

2. Набуття вмінь самостійної роботи з:

- Визначення мети РГрР і задач роботи
- Підбору, огляду і систематизації літературних джерел
- Підбору та аналізу даних/ алгоритмізації медико-біологічних задач / тощо
- Формулювання висновків
- Визначення сильних та слабких сторін у власній роботі

3. Набуття вмінь командної роботи з:

- Критичного та конструктивного розгляду тем членів команди
- Сприйняття критики та зауважень з боку членів команди з урахуванням порад або відстоювання власної думки

4. Набуття вмінь з оформлення та презентації роботи у вигляді

- Створення паперового портфоліо
- Оформлення РГрР в електронному вигляді
- Публічний захист роботи

- Участь у конструктивному обговоренні та оцінці робіт членів групи.

Етапи виконання розрахунково-графічної роботи (РГрР): робота складається із трьох основних етапів:

1. Індивідуальна робота за змістом РГрР за обраною темою. Критичне оцінювання РГрР іншим студентом(ами). (Критичне оцінювання має бути представлено автору-студенту та викладачу групи)

2. Обговорення РГрР студентом(ами) і викладачем та критичні зауваження до неї. Доопрацювання РГрР.

3. Представлення кінцевого варіанту РГрР з окремим відображенням власної оцінки сильних та слабких сторін.

Студент, який не захистив індивідуального завдання у формі відповідного етапу розрахунково-графічної роботи не допускається до подальшого складання підсумкового модульного контролю.

Виконання першого етапу розрахунково-графічної роботи за обраною темою (13 годин).

Студент повинен:

- Обрати тему, узгодити її з викладачем.
- Підібрати літературу відповідно обраній темі РГрР (5 – 10 джерел).
- Зібрати дані.

Студент повинен представити:

- Опис роботи (тема, мета, актуальність роботи).
- Анотацію джерел (1 абзац на кожне джерело) та їх зв'язок з темою РГрР.
- Структуровані дані (звідки взято дані).

Оцінювання I етапу розрахунково-графічної роботи. 10 балів присуджується, якщо:

- Студент орієнтується у вибраній темі РГрР.
- Визначено мету, актуальність (проблеми) роботи.
- Зроблено анотований зміст джерел.
- Проведена структуризація зібраних даних.
- Надані відповіді на поставлені питання викладача та групи.

Ще 5 балів присуджується, якщо:

- Студент має орієнтуватися в темах членів своєї групи.
- Може надати критичну оцінку виконаній роботі члена групи.

Приклади тем до РГрР.

1. Госпітальні інформаційні системи – переваги та недоліки (приклад ГІС)
2. Впровадження електронних медичних карток (ЕМК) в закладах системи охорони здоров'я (приклад ЕМК)

3. Застосування статистичного аналізу даних при дослідженні впливу куріння на організм людини

- 4. Безпека даних в ЕМК (приклад моделі захисту даних)
- 5. Роль доказової медицини у світі та Україні
- 6. Каталогі Кокранівської електронної бібліотеки.

Ознайомлення з порядком виконання розрахунково-графічної роботи відбувається за допомогою навчальної презентації «Мета та завдання розрахунково-графічної роботи».

Питання для самостійної роботи

1. Передача інформації.
2. Носії повідомлень.
3. Властивості інформації. Ентропія інформації.
4. Технічне та програмне забезпечення комунікацій.
5. Телемедицина. Функції телемедичних центрів.

Рекомендована література

Основні джерела.

1. Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bemmel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>
2. Герасевич В.А. Компьютер для врача- 2-е изд., перераб. и доп.- СПб.:БХВ-Петербург, 2004.- 512 с.
3. Чирський М.В., Горлов О.О. Медична інформатика.Учбовий посібник для студентів медичних вузів.- Сімферополь, 2001.-175 с.
4. Хаймзон І.І., Желіба В.Т. Основи медичної інформатики: Теорет. Відом.: Лабораторний практикум: Навч. посіб.- К.: Вища шк., 1998.- 181 с.

Додаткові джерела.

- CD – диски.
 Работа с INTERNET.
 Практический курс (INTERNET EXPLORER)
 Web – сайти.
www.ncbi.nlm.nih.gov (Національна бібліотека медицини США)
www.uasm.kharkov.ua (Українська асоціація “Комп’ютерна Медицина”)

3. КОМП’ЮТЕРНІ ДАНІ: ТИПИ ДАНИХ, ОБРОБКА ТА УПРАВЛІННЯ

Конкретні цілі заняття:

Інтерпретувати: типи даних та їх характеристики, основні принципи, компоненти системи інформаційної обробки даних; принципи й функції СУБД.

Аналізувати: моделі СУБД, перспективи розвитку СУБД.

Демонструвати: навички розробки реляційної моделі баз даних; навички організації правильних запитів до баз даних з метою одержання потрібної інформації.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп’ютерної грамотності». Володіти навичками роботи з програмним забезпеченням комп’ютера: вміти завантажувати систему управління базами даних, створювати структуру бази даних і заповнювати її, редагувати дані у базі, виконувати основні операції з її об’єктами

Типи даних та їх характеристики.

Зрозуміло, що інформація може бути подана у різних формах, на тому чи іншому носії. Поняття інформації, даних, носія інформації ми розглянули на попередніх практичних заняттях. Тепер з’ясуємо типи даних, з якими має справу лікар в своїй професійній діяльності.

Виділяють чотири типи даних:

- цілі числа: деяке дискретне число (напр., число лейкоцитів у зразку крові, які спостерігають під мікроскопом);
- дійсні числа : деяка вимірювана змінна (напр., температура або тиск крові);
- код: умовне позначення деякої змінної (напр., біль);
- текст: розмовна мова (напр., текст історії хвороби або документація подій під час моніторингу)

Однією з основних проблем, пов’язаних з документацією даних у комп’ютері є точність і коректність чотирьох різних видів даних.

Точність – це здатність виконати завдання без похибок або помилок. Дану характеристику можна трактувати ще й так: - це ступінь відповідності міри до певного стандарту чи справжньої цінності (Колегіальний Словник Webster).

Коректність — це міра частоти появи помилок в даних. Помилки можуть виникнути під час збору даних, спостережень або ж вимірюваннях.

Точність залежить від ступеня деталізації. Прикладом може бути кількість десяткових знаків при вимірюванні тієї чи іншої величини. Вага тіла, виражена як 89.12 кг, має більшу точність, ніж вага, виражена, як 89.1 кг.

Система інформаційної обробки даних: користувач, введення даних, інтерфейс користувача, обробка даних, подання даних.

Перед тим, як комп’ютер зможе виконати деяку дію, йому потрібно отримати інструкції про те, як управляти даними. Ці інструкції прописані в комп’ютерній програмі, що зберігається в пам’яті комп’ютера. Дані також зберігаються в пам’яті комп’ютера. Програма "знає", що робити з даними, де знайти їх і як подати результати. Програміст (конструктор програми) визначив все це заздалегідь. Цей короткий опис показує, що для обробки даних на комп’ютері потрібно устаткування й програма. Устаткування називають технічним забезпеченням, а програми - програмним забезпеченням. Технічні засоби й програмне забезпечення разом становлять обчислювальну систему.

Обчислювальні системи допомагають у лікувально-діагностичному процесі, особливо на етапі спостереження. Тут обчислювальні системи використовуються, для забезпечення користувача даними, необхідними, для прийняття рішення. У цій ситуації ми маємо справу з

процесом обробки інформації.

В процесі обробки інформації розрізняють людей і дії операційної системи комп'ютера:

- користувач;
- введення даних;
- інтерфейс користувача;
- обробка даних програмним забезпеченням;
- подання даних.

Зупинимось коротко на перерахованих компонентах.

Користувачі відіграють істотну роль в процесі обробки інформації. Умовно виділяють такі групи користувачів:

- випадкові користувачі;
- шаблонні користувачі ;
- експерти.

Випадкові користувачі знайомі з функціями програмного забезпечення, але їм не потрібно знати всіх можливостей в деталях, як наприклад значення функціональних клавіш. Для цих споживачів важливо, щоб комп'ютер забезпечував допомогу в роботі.

Шаблонні користувачі знайомі з функціями програмного забезпечення для щоденних (шаблонних) робочих потреб. Їм рідко потрібна допомога, якщо мова не йде про освоєння нових функцій.

Експерти зацікавлені в оволодінні специфікою програмного забезпечення.

Введення даних. Користувач працює з даними. Нагадаємо, що інформація походить від даних. Помилкові чи навіть неточні дані не дають правильної інформації. Комп'ютери можуть обробити дані, але вони не можуть генерувати інформацію, втрачену під час введення, обробки даних в деякому ланцюжку міркувань.

Дані можна ввести вручну або автоматичними вимірювальними приладами (наприклад автоаналізатори в клінічних лабораторіях, ЕКГ записуюче обладнання). При ручному введенні даних користувачем є "перетворювач", що перетворює дані в зручну для читання комп'ютера форму.

В процесі введення даних можна скористатися допомогою комп'ютера для виявлення помилок в початкових даних. Відповідне програмне забезпечення дозволяє виконати:

- синтаксичну перевірку помилок;
- перевірку семантичної природи помилки;
- діалогову допомогу.

Всі елементи даних мають область і значення. Область визначає зразок символів, які будуть введені користувачем. Семантичний аспект даних - це його значення.

Інтерфейс користувача. Для діалогу системи і користувача використовується певна частина обчислювальної системи - інтерфейс користувача. Його призначення - введення даних, керування роботою програми й взаємодія програми і користувача.

Розрізняють два основних типи інтерфейсів користувача:

- засновані на символі;
- графічні інтерфейси.

У заснованих на символі інтерфейсах, для спілкування з користувачем використовується лише клавіатура. Такі інтерфейси, зазвичай, характерні для традиційного стилю програмування, у якому програма визначає попередній і наступний крок користувача. Користувач дає відповіді на питання прописані в програмі. Ці питання можуть бути запитаними на введення даних або їх вибір з обмеженого списку варіантів.

Графічні інтерфейси (їх ще називають "віконні інтерфейси") швидко витіснили засновані на символі інтерфейс користувача. Основним елементом графічного інтерфейсу є вікно. Вікно - це область на екрані комп'ютера, яка має назву (заголовок вікна) та містить

текстові поля, картини, кнопки, перемикачі, тощо.

Користувач може відкрити декілька вікон одночасно. При цьому лише одне з них є активним (підсвічується) – з ним користувач працює в даний час.

Обробка даних. Процес обробки даних передбачає їх аналіз та перетворення таким чином, що необхідна інформація може бути подана користувачеві.

Подання даних. Правильне подання інформації користувачеві є істотним для розуміння правильності висновків. Важливим є той факт, що користувачі можуть конкретизувати вид подання інформації (напр., як список або в графічній формі). Сучасна комп'ютерна технологія не обмежена лише показом даних у таблицях і графах. Дані можуть подаватися і в мультимедійному форматі.

Системи управління базами даних в медицині

Основні ідеї концепції баз даних.

Визначимо основні ідеї, що лежать в основі концепції бази даних:

Ізолювати будь-яку прикладну програму від впливу змін в інших програмах через спільні дані шляхом розмежування логічних записів, що використовуються прикладними програмами, від записів, що фізично запам'ятовуються на магнітних носіях.

Усунути надмірне дублювання даних.

Централізувати управління даними.

Отже, суть концепції баз даних полягає в інтегрованому збереженні й диференційованому використанні прикладними програмами всієї інформації про об'єкти предметної області, що представляють певний інтерес для організації. За таких умов, з одного боку, формати подання даних описуються на логічному (зрозумілому) для кожної програми рівні, але, з іншого боку, усі інші дані, що зберігаються у базі даних і не мають ніякого відношення до певної прикладної програми, є для неї "прозорими" (їхню присутність програма не відчуває).

Таким чином, всі дані розміщуються в єдиному сховищі. Користувачі автоматизованих інформаційних систем (АІС) мають можливість звертатися до будь-яких даних, що їх цікавлять. Ті самі дані можуть бути в різних комбінаціях і по-різному представлені відповідно до потреб користувачів (прикладних програм). Це забезпечується за рахунок системи управління базами даних (СУБД). Серед більшості означень бази даних, що наводяться в літературі, не вказуються всі її суттєві ознаки. Також базу даних часто просто ототожнюють із сукупністю файлів, що містять необхідний набір даних.

Щоб сукупність файлів утворювала базу даних, файли повинні бути взаємопов'язаними; інтегрованими (за умови мінімальної надмірності); незалежними (від програм, у яких вони використовуються, від процесів, у яких вони підтримуються); мати єдину централізовану програму управління, що забезпечує логічну незалежність програм від даних, які зберігаються у файлах.

Базою даних (БД) називається поіменована сукупність даних, з тією мінімальною надмірністю, що необхідна для взаємопов'язаності даних, яка адекватно відображає стан об'єктів та їхні відношення у предметній області, що розглядається. Це сукупність взаємопов'язаних даних за наявності такої мінімальної надмірності, що допускає їхнє використання оптимальним способом для одного або кількох додатків; дані запам'ятовуються таким чином, щоб вони були незалежними від програм, що використовують ці дані, а також для пошуку даних у базі даних застосовується єдиний керуваний спосіб. Дані структуруються таким чином, щоб була забезпечена можливість подальшого нарощування додатків.

СУБД називається сукупність мовних і програмних засобів, призначених для створення, управління і сумісного використання БД багатьма користувачами.

Основні вимоги до баз даних та систем управління базами даних:

- Можливість представлення адекватних реальній предметній області структур даних

(побудова адекватної інформаційної моделі предметної області).

- Простота та малі витрати ресурсів на розвиток системи (швидка і дешева модифікація старих та розробка нових програмних додатків у рамках автоматизованої інформаційної системи).
- Простота й оперативність доступу до даних, можливість пошуку інформації різними методами.
- Можливість одночасного ефективного обслуговування великої кількості користувачів.
- Можливість використання у розподілених обчислювальних мережах комп'ютерів.
- Забезпечення режиму розмежованого доступу до даних і програм, виключення можливості їхнього несанкціонованого застосування.
- Забезпечення подання даних користувачам у зручному вигляді для їхнього подальшого застосування.
- Забезпечення необхідної продуктивності розв'язування задач при обмежених витратах ресурсів комп'ютерів.
- Забезпечення захисту інформації у БД від збоїв і відмов у роботі технічних засобів та помилок користувачів.

Основними перевагами щодо застосування БД та СУБД під час реалізації на їхній основі автоматизованих пошуково-інформаційних систем є:

Скорочення зайвої надмірності даних, що зберігаються. Дані, що використовуються кількома програмами, інтегруються і зберігаються в одному місці. Надмірність даних є, але вона мінімальна та необхідна тільки для забезпечення взаємозв'язку різних даних певної предметної області.

Усувнення суперечливості даних, що може виникати, якщо ті самі дані, що використовуються різними програмами, подаються декілька разів і якщо у разі необхідності їхньої зміни не всі копії відновлені.

Дані, що зберігаються, використовуються спільно. Це надає можливість розробляти нові програмні додатки над вже існуючою базою даних із мінімальними затратами.

Забезпечення більш простого, швидкого і дешевого розвитку автоматизованих систем за рахунок забезпечення логічної взаємної незалежності програм і даних у БД.

Спрощення підтримки цілісності даних (адекватності й узгодженості).

Забезпечення можливості швидкого надання даних на нестандартні (заздалегідь непередбачені) запити користувачів без додаткової розробки прикладних програм.

Створення можливості комплексної автоматизації параметрів АІС, що можливо завдяки централізованому управлінню базою даних, за якого можна так структурувати і розміщувати дані, щоб для найважливіших (пріоритетних) програмних додатків забезпечити найшвидший доступ.

У разі централізованого управління базою даних спрощується стандартизація та уніфікація представлення даних у АІС.

Основними недоліками, з якими можуть зустрітися користувачі та розробники програмного забезпечення під час застосування БД та СУБД, є:

- додаткові витрати апаратних ресурсів (наприклад пам'яті) під час розміщення та роботи СУБД;
- додаткові витрати на встановлення й підтримку СУБД у робочому стані;
- необхідність кваліфікованого персоналу для централізованого управління базою даних (адміністрації БД), а отже додаткові витрати.

Таким чином, використання БД та СУБД щодо створення великих потужних АІС, що включають велику кількість взаємопов'язаних програмних додатків, безперечно, дає суттєві переваги порівняно з варіантами створення таких самих АІС на основі файлової системи.

Однак, для окремих програмних додатків, або програм, що виконують специфічні

функції та мало пов'язані з обробкою великих обсягів даних, використання потужних СУБД може виявитися малоефективним, тому що вимагає додаткових затрат часу і коштів.

Сучасні СУБД можуть підтримувати:

- різні типи подання даних й операції над ними (в тому числі фактографічних, документальних, картинно-графічних даних);
- природне і ефективне подання в БД різних відношень між об'єктами (наприклад, візуалізація даних, що характеризуються параметрами простору та часу);
- перевірку даних на несуперечність;
- дедуктивний вивід (дедуктивні БД);
- управління розподіленими БД та інтеграцію неоднорідних БД;
- централізацію й інтеграцію даних в мережах ПК.

Що стосується системи охорони здоров'я, то проблема вибору оптимальних способів зберігання та обробки великих обсягів медичної інформації вже давно є однією з актуальних проблем організації системи охорони здоров'я в Україні. У структурі будь-якого лікувального закладу існують центри, куди надходить інформація, яку слід зберігати та обробляти.

Мета будь-якої інформаційної системи - обробка даних про об'єкти реального світу. У широкому розумінні база даних - це сукупність відомостей про конкретні об'єкти реального світу в якій-небудь предметній області.

Під предметною областю (ПрО) прийнято розуміти частину реального світу, що підлягає вивченню для організації керування, наприклад, підприємство, ВНЗ тощо.

Створюючи базу даних, користувач прагне упорядкувати інформацію про різні ознаки об'єктів і швидко одержати вибірку даних з довільним сполученням ознак. Зробити це можливо тільки якщо дані структуровані. Структурування - це введення угод про способи подання даних. Неструктурованими називають дані, записані, наприклад, у текстовому файлі.

Наведемо приклад неструктурованих даних, що містять відомості про студентів (номер особистої справи, прізвище, ім'я, по батькові та рік народження):

Особиста справа № 16493 Сергєєв Петро Михайлович, дата народження 1 січня 1976 р.; о/с № 16593, Петрова Ганна Володимирівна, дата народження 15 березня 1975 р.; № особистої справи 16693, дата народження 14.04.76, Анохін Андрій Борисович

Легко переконатися, що складно організувати пошук необхідних даних, які зберігаються в неструктурованому вигляді, а упорядкувати подібну інформацію практично не можливо.

Щоб автоматизувати пошук і систематизувати ці дані, необхідно виробити певні угоди про способи подання даних, наприклад дату народження потрібно записувати однакою для кожного студента, вона повинна мати однакою довжину і визначене місце серед іншої інформації. Ці ж зауваження справедливі і для інших даних (номер особистої справи, прізвище, ім'я, по батькові). Тоді, наведений вище приклад можна представити у вигляді таблиці:

Таблиця 3.1.

| № особової справи | Прізвище | Ім'я | По батькові | Дата народження |
|-------------------|----------|--------|---------------|-----------------|
| 16493 | Нікулін | Петро | Михайлович | 01.01.76 |
| 16593 | Петренко | Ганна | Володимирівна | 15.03.75 |
| 16693 | Анохін | Андрій | Борисович | 14.04.76 |

Отже, база даних (БД) – це іменована сукупність структурованих даних, що відносяться до визначеної предметної області.

Класифікація баз даних

За технологією обробки даних бази даних класифікують на:

Централізовану базу даних, що зберігається в пам'яті однієї обчислювальної системи, якщо ця обчислювальна система є компонентом мережі комп'ютерів і можливий розподілений доступ до такої бази. Такий спосіб використання баз даних часто застосовують у локальних мережах ПК.

Розподілену базу даних, що складається з декількох, можливо пересічних або навіть дублюючих один одного частин, які зберігаються в пам'яті різних комп'ютерів обчислювальної мережі. Робота з такою базою здійснюється за допомогою системи керування розподіленою базою даних (СУРБД).

Життєвий цикл довільного програмного продукту, в тому числі і СУБД, складається в загальному випадку із таких стадій: проектування, реалізація, експлуатація. Найважливішим фактором у життєвому циклі додатку, що працює з базою даних, є стадія проектування. Від того, наскільки ретельно продумана структура бази даних, наскільки чітко означені зв'язки між її елементами залежить продуктивність системи.

Централізація обробки інформації дозволила усунути такі недоліки традиційних комп'ютерних систем, як незв'язаність, непогодженість і надмірність даних. По мірі росту баз даних і особливо при їхньому використанні в територіально-розділених організаціях з'являються інші проблеми. Так, для централізованої СУБД, що знаходиться у вузлі телекомунікаційної мережі, за допомогою якої різні підрозділи організації одержують доступ до даних, з ростом обсягу інформації та кількості транзакцій виникають наступні труднощі: великий потік обмінів даними; низька надійність; низька загальна продуктивність і великі витрати на розробку.

Хоча в централізованій базі даних легше забезпечити безпеку, цілісність і несуперечність інформації при відновленнях, перераховані проблеми створюють визначені труднощі. Як можливе вирішення цих проблем передбачається децентралізація даних. При децентралізації досягається більш високий ступінь одночасності обробки внаслідок розподілу навантаження; поліпшене використання даних на місцях при виконанні вилучених (дистанційних) запитів; менші витрати; простота керування.

Відповідно до способу доступу до даних бази даних класифікують на бази даних з локальним доступом і бази даних з вилученим доступом (типу мережа).

Системи централізованих баз даних з мережним доступом припускають різні архітектури подібних систем: файл-сервер; клієнт-сервер.

Файл-сервер. Архітектура таких систем БД із мережним доступом припускає виділення однієї з машин мережі в якості центральної (сервер-файлів). На такій машині зберігається спільно використовувана централізована БД. Всі інші машини мережі виконують функції робочих станцій, за допомогою яких підтримується доступ системи користувачів до централізованої бази даних. Файли бази даних відповідно до запитів користувачів передаються на робочі станції, де в основному і виробляється обробка. При великій інтенсивності доступу до тих самих даних продуктивність інформаційної системи падає. Користувачі можуть створювати також на робочих станціях локальні БД, що використовуються ними монополярно.

Клієнт-сервер. У цій концепції мається на увазі, що крім збереження централізованої бази даних центральна машина (сервер бази даних) повинна забезпечувати виконання основного обсягу обробки даних. Запит на дані, що видаються клієнтом (робочою станцією), породжує пошук і витяг даних на сервері. Витягнуті дані (але не файли) транспортуються по мережі від сервера до клієнта. Специфікою архітектури клієнт-сервер є використання мови запитів SQL.

Добре спроектована БД:

- Задовольняє всім вимогам споживачів до вмісту та до продуктивності БД;
- Гарантує несуперечливість та цілісність даних.

– Забезпечує природне, легке для сприйняття структурування інформації.
При проектуванні таблиць потрібно означити їх атрибути та деякі правила, що обмежують можливість введення споживачем неправильних значень.

Основні кроки проектування БД:

- Визначити інформаційні потреби БД;
- Проаналізувати об'єкти, що потрібно змоделювати в БД.
- Визначити атрибути, які ідентифікують кожен об'єкт.
- Визначити правила, які будуть підтримувати цілісність даних.
- Встановити зв'язки між об'єктами, провести нормалізацію таблиць.
- Вирішити питання щодо надійності даних та їхнього збереження.

Основні типи моделей даних

Ядром будь-якої бази даних є модель даних. Модель даних являє собою безліч структур даних, обмежену цілісності й операцій маніпулювання даними. За допомогою моделі даних можуть бути представлені об'єкти предметної області, взаємозв'язку між ними. Модель даних - це сукупність структур даних і операцій їхньої обробки. Сучасна СУБД ґрунтується на використанні ієрархічної моделі даних, моделі даних типу мережа, реляційної моделі, комбінації цих моделей або на деякій їхній підмножині.

Розглянемо три основних типи моделей даних: ієрархічну, типу мережа і реляційну.

Ієрархічна модель даних. Ієрархічна структура представляє сукупність елементів, зв'язаних між собою за визначеними правилами. Об'єкти, зв'язані ієрархічними відносинами, утворюють орієнтований граф (перевернене дерево), приклад якого надається на рис.3.1. До основних понять ієрархічної структури відносяться: рівень, елемент (вузол), зв'язок. Ієрархічну модель організовує дані у вигляді деревоподібної структури і є реалізацією логічних зв'язків за типом "ціле-частина". Приклад ієрархічної моделі – довільна адміністративна структура.

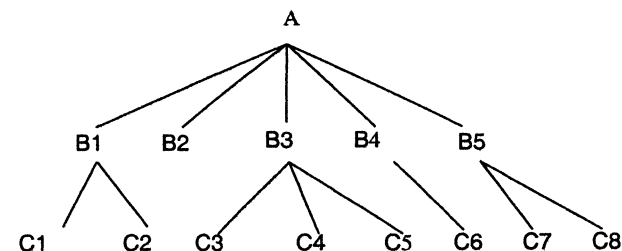


Рис. 3.1. Приклад ієрархічної моделі

Вузол – це сукупність атрибутів даних, що описують деякий об'єкт. На схемі ієрархічного дерева вузли мають вигляд вершин графа. Кожен вузол на більш низькому рівні зв'язаний тільки з одним вузлом, що знаходиться на більш високому рівні. Ієрархічне дерево має тільки одну вершину (корінь дерева), яка не підлегла ніякій іншій вершині і знаходиться на самому верхньому (першому) рівні. Залежні (підлеглі) вузли знаходяться на другому, третьому й інших рівнях. Кількість дерев у базі даних визначається числом кореневих записів.

До кожного запису бази даних існує тільки один (ієрархічний) шлях від кореневого

запису Наприклад, як видно з малюнка, для запису С4 шлях проходити через записи А і В3
Приклад, наведений у наступній таблиці, ілюструє використання ієрархічної моделі бази даних.

А – це Інститут (спеціальність, назва інституту, директор); наприклад, 071900, Економічної інформатики, Іванов І.В.

В_і: Група (номер, староста); наприклад:

| В1 | В2 | В3 |
|---------------------|-----------------|------------------|
| 111 Петровська І.Т. | 112 Зайцев Р.В. | 113 Нікулін К.Л. |

С_і: Студент (номер залікової книжки, прізвище, ім'я, по батькові); наприклад:

| С1 | С2 | С3 |
|----------|---------------|-----------|
| 98795 | 97695 | 98495 |
| Поліщук | Черняхівський | Марчук |
| Андрій | Юлія | Костянтин |
| Петрович | Миколаївна | Іванович |

Для розглянутого прикладу правомірна ієрархічна структура, тому що кожен студент вчиться у визначеній (тільки одній) групі, що відноситься до визначеного (тільки одного) інституту.

Модель даних типу *мережа*. У структурі типу мережа при тих же самих основних поняттях (рівень, вузол, зв'язок) кожен елемент може бути зв'язаний з будь-яким іншим елементом. На рис.3.2 наведена структура типу мережа бази даних у вигляді графа.

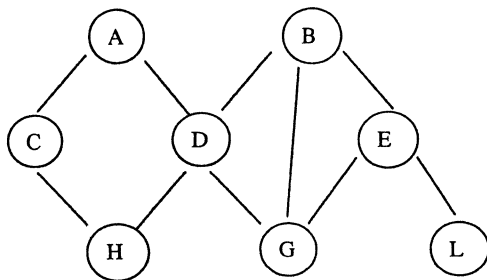


Рис. 3.2. Структура типу мережа

Прикладом складної структури типу мережа може служити структура бази даних, що містить відомості про студентів, що беруть участь у науково-дослідних роботах (НДРС). Можлива участь одного студента в декількох НДРС, а також участь декількох студентів у розробці однієї НДРС. Графічне зображення описано у прикладі структури типу мережа, що складається тільки з двох типів записів, показано на рисунку 3.3. Єдине відношення являє собою складний зв'язок між записами в обох напрямках. Приклад структури даних типу мережа: Робота (шифр, керівник, область знань), Студент (номер залікової книжки, прізвище, група)

Реляційна модель даних. Поняття реляційний (англ. relation - відношення) зв'язано з розробками відомого американського фахівця в області систем баз даних Е.Ф. Кодда. Ці моделі характеризуються простотою структури даних, зручною для користувача формою подання у вигляді таблиць і можливістю використання апарату алгебри відносин і

реляційного обчислення для обробки даних.

На мові математики відношення визначається таким чином. Нехай задано n множин D_1, D_2, \dots, D_n . Тоді R є відношення над цими множинами, якщо R є множиною впорядкованих наборів вигляду $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$, де d_1 - елемент з D_1 , d_2 - елемент з D_2 , ..., d_n - елемент з D_n . При цьому набори вигляду $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$ називаються кортежами, а множини D_1, D_2, \dots, D_n - доменами. Кожен кортеж складається з елементів, що вибираються із своїх доменів. Ці елементи називаються атрибутами, а їхні значення - значеннями атрибутів.

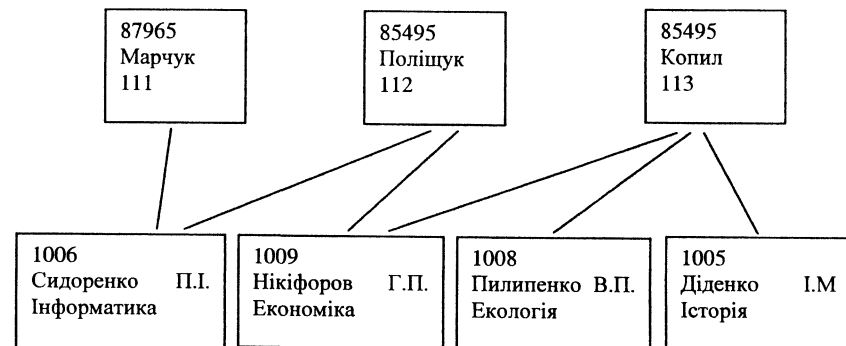


Рис. 3.3. Складна структура типу мережа

Отже, реляційна модель орієнтована на організацію даних у вигляді двовимірних таблиць, кожна з яких має наступні властивості:

- кожен елемент таблиці - це один елемент даних;
- усі стовпці в таблиці - однорідні, тобто всі елементи в стовпці мають однаковий тип (символьний, числовий тощо);
- кожен стовпець має унікальне ім'я;
- однакові рядки в таблиці відсутні.

У вигляді таблиці можна представити інформацію про студентів, що навчаються у ВНЗ. Наприклад:

| № особистої справи | Прізвище, ім'я, по-батькові | Дата народження | Курс | Група |
|--------------------|------------------------------|-----------------|------|-------|
| 16493 | Нікулін Петро Михайлович | 01.01.76 | 2 | 11 |
| 16593 | Петренко Ганна Володимирівна | 15.03.75 | 2 | 12 |
| 16693 | Анохін Андрій Борисович | 14.04.76 | 2 | 11 |

Такі таблиці мають рядки, які відповідають записам (або кортежам), а стовпці - атрибутам відношень (доменам, полям).

Наступні терміни є еквівалентними:

- відношення, таблиця, файл (для локальних БД);
- кортеж, рядок, запис;
- атрибут, стовпчик, поле.

Реляційна БД є сукупністю відношень, що містять усю необхідну інформацію та об'єднані різними зв'язками

БД вважається нормалізованою, якщо виконуються наступні умови:

- кожна таблиця має головний ключ;
- всі поля кожної таблиці залежать тільки від головного ключа;
- в таблицях відсутні групи повторних значень.

Для успішної роботи з багато таблицьними БД, як правило, треба встановити між ними зв'язки. При цьому користуються термінами “базова таблиця” і “підлегла таблиця”. Організація зв'язку між елементами різних таблиць можлива, якщо одна таблиця містить первинний ключ іншої. Це поле тоді має назву зовнішній ключ.

Зв'язок між таблицями утворюється завдяки парі полів, одне з яких знаходиться в базовій таблиці, а друге – в підлеглої. Ці поля можуть мати значення, що повторюються. Коли значення в зв'язаному полі запису базової таблиці і в полі підлеглої співпадають, то ці записи називаються зв'язаними.

Якщо зв'язане поле підлеглої таблиці містить тільки унікальне значення, то створюється зв'язок “один-до-одного”. Якщо це поле може містити значення, що повторюються, то створюється зв'язок – “один-до-багатьох”.

Деякі СУБД можуть зв'язувати дві таблиці тільки якщо вони мають спільні поля (поля з однаковою назвою і типом).

Розрізняють такі види взаємозв'язків між відношеннями:

Зв'язок “один-до-одного” допускає зв'язок між двома об'єктами, представленими у вигляді таблиць, наприклад, “ПАЦІЄНТ” і “СТАН ОРГАНІЗМУ ПАЦІЄНТА” (кожному пацієнту відповідає конкретний стан організму); “ПОСАДА” і “ОКЛАД”.

Він є найпростішим видом зв'язку даних, коли первинний ключ таблиці є водночас зовнішнім ключем, що посилається на первинний ключ іншої таблиці.

Зв'язок “один-до-багатьох” допускає зв'язок з одним об'єктом кількох інших, наприклад, “ПАЦІЄНТ” і “ЛІКАР” (кожному лікарю відповідає кілька пацієнтів); “СТУДЕНТ” і “ВИКЛАДАЧ”; “ГРУПА” і “ВИКЛАДАЧ” (в кожній групі викладає певний викладач, а викладач може проводити заняття в різних групах).

Цей зв'язок реалізується вже описаною парою “зовнішній ключ - первинний ключ”. Саме цей зв'язок описує механізм класифікаторів, коли існує довідкова таблиця що містить назви, імена і деякі коди (первинним ключем є код), в інформаційній таблиці визначається зовнішній ключ, що посилається на первинний ключ класифікатора.

Зв'язок “багато-до-багатьох” в явному вигляді в реляційних БД не підтримується, однак є способи непрямої реалізації такого зв'язку. Він допускає зв'язок кількох об'єктів з кількома іншими, наприклад, “ПАЦІЄНТ” і “ЛІКУВАЛЬНИЙ ЗАКЛАД” (пацієнти можуть обслуговуватися в різних лікувальних закладах) або зв'язок ПАЦІЄНТИ ХІМІОПРЕПАРАТИ (один пацієнт може використовувати під час лікування різні хімічні препарати, водночас як кожен хіміопрепарат може вживатися різними пацієнтами); “ВИКЛАДАЧ” і “ПРЕДМЕТ” (одну навчальну дисципліну можуть викладати різні викладачі, а один викладач може викладати різні предмети).

Для організації останнього типу взаємозв'язку можна використовувати два зв'язки “один-до-багатьох” через додаткову проміжну таблицю (рядки якої складаються із зовнішніх ключів, що посилаються на первинні ключі обох таблиць).

Таблиця 3.2. “ПАЦІЄНТИ”

| № особистої справи пацієнта | Прізвище | Ім'я | По-батькові | Дата народження | Курс | Група |
|-----------------------------|----------|--------|---------------|-----------------|------|-------|
| 16493 | Нікулін | Петро | Михайлович | 01.01.76 | 2 | 11 |
| 16593 | Петренко | Ганна | Володимирівна | 15.03.75 | 2 | 12 |
| 16693 | Анохін | Андрій | Борисович | 14.04.76 | 2 | 11 |

Таблиця 3.3. “ХІМІОПРЕПАРАТИ”

| № хім.препарата | Назва | Хімічна формула |
|-----------------|-------|-----------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |

Таблиця 3.4. “ХІМІОПРЕПАРАТИ-ПАЦІЄНТИ”

| № особистої справи | № хім.препарата |
|--------------------|-----------------|
| 16493 | 1 |
| 16493 | 2 |
| 16593 | 1 |
| 16593 | 3 |

Атрибут (або набір атрибутів), що може бути використаний для однозначної ідентифікації конкретного кортежу, називається первинним ключем. Якщо з первинного ключа виключити довільний атрибут, решти їх буде недостатньо для однозначної ідентифікації окремих кортежів. Для прискорення доступу за первинним ключем у всіх СУБД є механізм індексування. Індекс – це інвертований деревоподібний список, що вказує на дійсне місцезнаходження запису для кожного первинного ключа.

Можливе індексування відношення з використанням атрибутів, відмінних від первинного ключа. Даний тип індексу називається вторинним і застосовується з метою зменшення часу доступу під час пошуку даних у відношенні, а також для сортування.

Для підтримки цілісності даних у багатьох СУБД є механізм зовнішніх ключів, коли деякому атрибуту (або групі атрибутів) одного відношення призначають посилання на первинний ключ іншого, тим самим закріплюється зв'язки підлеглість між ними. При цьому відношення, на первинний ключ якого посилається зовнішній ключ іншого, називається головним (master-relation), а відношення, від якого виходить посилання, називають другорядним (detail-relation).

Поле, кожне значення якого однозначно визначає відповідний запис, називається простим ключем (ключовим полем). Якщо записи однозначно визначаються значеннями декількох полів, то така таблиця бази даних має складений ключ. У прикладі, показаному в таблиці вище, простим ключовим полем таблиці є атрибут “№ особистої справи”.

Щоб зв'язати дві таблиці, необхідно або ключ-атрибут першої таблиці ввести до складу ключа-атрибут другої таблиці (можливий збіг ключів); або ввести в структуру першої таблиці зовнішній ключ - ключ другої таблиці.

Нижче показано приклад реляційної моделі, побудованої на основі об'єктів: СТУДЕНТ, СЕСІЯ, СТИПЕНДІЯ (дивись відповідні таблиці):

СТУДЕНТ (Код_студента; Код_Сесії; Прізвище, ім'я, по батькові; Стать; Дата народження; Факультет, Курс, Потік, Група);

СЕСІЯ (Код_Сесії, Оцінка 1, Оцінка 2, Оцінка 3, Оцінка 4, Результат);

СТИПЕНДІЯ (Результат, Відсоток).

Таблиці СТУДЕНТ і СЕСІЯ мають співпадаючі ключі “Код_Сесії”, що дає можливість легко організувати зв'язок між ними. Таблиця СЕСІЯ має первинний ключ “Код_Сесії” і містить зовнішній ключ “Результат”, що забезпечує її зв'язок з таблицею СТИПЕНДІЯ.

Табл. СТУДЕНТ

| |
|-----------------------------|
| Код_студента |
| Код_Сесії |
| Прізвище, ім'я, по батькові |

⇒

Табл. СЕСІЯ

| |
|-----------|
| Код_Сесії |
| Оцінка 1 |

| |
|------------------|
| Стать |
| Дата народження. |
| Факультет |
| Курс |
| Потік |
| Група |

| |
|--------------------------|
| Оцінка 2 |
| Оцінка 3 |
| Оцінка 4 |
| Результат (середній бал) |

⇒

| |
|-----------------|
| Табл. СТИПЕНДІЯ |
| Результат |
| Відсоток |

Класифікація сучасних систем керування базами даних

На початку 70-х рр. XIX століття було розроблено новий вид програмного забезпечення - системи керування базами даних (Data Base Management System - DBMS), що дозволило структурувати, систематизувати й організувати дані для їхнього комп'ютерного збереження й обробки.

Система керування базами даних (СУБД) - це комплекс програмних і мовних засобів, необхідних для створення баз даних, підтримки їх в актуальному стані та організації пошуку в них необхідної інформації.

У наш час неможливо представити інформаційну підтримку сучасної медичної установи без застосування професійних СУБД. Однак існуючий сьогодні рівень можливостей програмних продуктів даного напрямку був досягнутий не відразу. Еволюція СУБД пройшла шлях від систем, що спиралися на ієрархічну модель і модель даних типу мережа, до систем так званого третього покоління, для яких характерні ідеї об'єктно-орієнтованого підходу:

СУБД першого покоління мали ряд істотних недоліків: відсутність стандарту зовнішніх інтерфейсів і можливість переносити прикладні програми. Однак ці СУБД виявилися досить довговічними: розроблене на їхній основі програмне забезпечення використовується і сьогодні, а великі комп'ютери (mainframe) містять величезні масиви актуальної інформації.

Розробка Е.Коддом реляційної теорії підштовхнула до створення наступного класу СУБД. Особливостями другого покоління є застосування реляційної моделі даних і розвинута мова запитів SQL. Простота і гнучкість моделі даних дозволили їй стати домінуючою й зайняти лідируючі позиції на відповідному секторі ринку.

Серед негативних моментів в реляційній моделі можна відзначити: неможливість подання і маніпулювання даними складної структури (тексти, просторові дані). Це змушує вести роботи по вдосконалюванню систем другого покоління або по створенню нової моделі даних.

Для СУБД третього покоління характерне використання пропозицій, що стосуються керування об'єктами і правилами, керування розподіленими даними, використання мов програмування четвертого покоління (4GL), технологій тиражування даних та інших досягнень в області обробки даних. Сьогодні СУБД цього покоління застосовуються в діловій сфері досить активно не тільки як незакінчені технічні рішення, але й як готові продукти, що дають можливість розроблювачам активно використовувати могутні засоби керування даними.

У наш час створено велику кількість СУБД, що мають приблизно однакові можливості: усі вони дозволяють створювати БД задаючи їхню структуру, вводити дані, переглядати створені файли, редагувати їх, обновляючи запис, видаляючи непотрібні дані та додаючи нові; організувати систему паролів для захисту від несанкціонованого доступу до даних бази. Створені БД можна упорядковувати за значенням визначеного ключового реквізиту або декількох реквізитів, виконувати пошук інформації в базі, формувати звіти заданої форми за її даними; вносити зміни у структуру вже створеного файлу бази даних. Часто у зв'язку з зовнішніми умовами, що змінюються, потрібно збільшити розрядність якого-небудь атрибуту об'єкту або додати новий. Функція зміни структури бази даних

розв'язує цю проблему автоматично, перезаписуючи файл на нове місце на диску із зміненою структурою. При цьому файлові із зміненою структурою привласнюється теж ім'я, а стара копія файлу зберігається на диску з тим же ім'ям, але з розширенням. Найбільш відомою серед СУБД є система dBASE, крім неї існують FoxBase, FoxPro, Paradox, Rbase, Clipper, Oracle інші.

Мовні засоби систем керування базами даних

Мовні засоби використовуються для виконання двох основних функцій:

- для опису подання бази даних на керованих рівнях архітектури системи;
- для ініціювання виконання операції маніпулювання даними.

Перша з цих функцій забезпечується мовою опису даних (МОД - Shema Definision Language), яку часто називають мовою визначення даних. Опис даних засобами МОД називають схемою бази даних. Він включає опис логічної структури даних і обмежень цілісності, що накладаються на неї, у рамках тих правил, що регламентовані моделлю даних використовуваної СУБД. Крім зазначених функцій, МОД деяких СУБД забезпечує можливість завдання обмеження доступу до даних або повноважень користувачів.

Мова маніпулювання даними (ММД - Shema Manipulation Language) дозволяє запитувати передбачені в системі операції над даними з бази даних, тобто містить набір операторів маніпулювання даними, що дозволяє заносити дані, видаляти, модифікувати або вибирати їх.

В даний час існують численні приклади мов СУБД, що поєднують можливості опису даних і маніпулювання даними в єдиних синтаксичних рамках. Більш того, у сучасних СУБД звичайно підтримується єдина інтегрована мова, що містить усі необхідні засоби для роботи з базою даних (починаючи від її створення) і базовий інтерфейс користувача, що забезпечує роботу з базами даних. Найбільш популярним і стандартним для реляційних СУБД є мова SQL (Structured Query Language), розроблена фірмою IBM і реалізована в реляційній СУБД System R, а згодом і в комерційній системі DB2.

Самі по собі дані в комп'ютерній формі не цікавлять користувача, якщо відсутні засоби доступу до них. Доступ до даних здійснюється у вигляді запитів, що формуються стандартною мовою запитів. Сьогодні для більшості СУБД такою мовою є SQL.

Прообраз мови виник у 1970 р. у лабораторії Санта-Тереза фірми IBM у рамках науково-дослідного проекту System R. Сьогодні - це фактично стандарт інтерфейсу із сучасними СУБД. Популярність SQL настільки велика, що розроблювачі нереляційних СУБД (наприклад, ADABAS), додають до своєї системи SQL-інтерфейс.

Мова SQL має офіційний стандарт - ANSI/ISO. Більшість розроблювачів дотримуються цього стандарту, однак часто розширюють його для реалізації нових можливостей обробки даних. SQL не є мовою програмування в традиційному розумінні, адже на ній пишуть не програми, а запити до баз даних. Тому ця мова декларативна, тобто з її допомогою можна сформулювати, що необхідно одержати, однак не можна вказати, як це варто зробити. Зокрема, на відміну від процедурних мов програмування (Сі, Паскаль), у мові SQL відсутні такі оператори, як if/then/else. Запит у мові SQL складається з одного або декількох операторів, розділених крапкою з комою. Найбільш важливі визначені в стандарті ANSI/ISO SQL. Кожна послідовність операторів мови SQL реалізує визначену дію над БД.

Повторюємо, що SQL - це мова запитів, тому на ній неможливо написати досить складні прикладні програми, що працюють з базою даних. Для цієї мети в сучасних СУБД використовують мову четвертого покоління (FGL - Forth Generation Language), що володіє основними можливостями процедурних мов третього покоління (Сі, Паскаль), можливість вмонтувати текст програми оператора SQL і володіє засобами керування інтерфейсом користувача (формами, меню, звітами тощо). Сьогодні FGL - це один із стандартів розробки програм-додатків, що працюють із БД.

Перший стандарт цієї мови з'явився в 1989 р. - SQL-89 - і підтримувався практично всіма комерційними реляційними СУБД. Він мав досить загальний характер і допускав

широке глумачення. Достойнствами SQL-89 можна вважати стандартизацію синтаксису і семантики операторів вибірки і маніпулювання даними, а також фіксацію засобів обмеження цілісності бази даних. Однак у ньому були відсутні такі важливі розділи, як маніпулювання схемою БД і динамічний SQL.

Неповнота стандарту SQL-89 привела до появи в 1992 р. наступної версії мови SQL. SQL-92 вирішує практично всі необхідні проблеми: маніпулювання схемою бази даних, керування транзакціями і сесіями, динамічний SQL. У стандарті існують три рівні: базовий, проміжний і повний. Тільки останнім часом СУБД провідних виробників забезпечує сумісність з повним варіантом мови. Поява нових вимог користувачів до СУБД привели до того, що в даний час ведуться роботи з розробки SQL-3. Ця версія мови, мабуть, буде мати у своєму складі механізм тригерів, визначення довільного типу даних, серйозні об'єкти розширення. Моги ж найбільші розробники СУБД затагують розробку цього стандарту, удосконалюючи і розширюючи власні версії мови SQL.

Майбутнє СУБД

В середині 80-их років ХХ століття для підтримки додатків систем автоматизованого проектування (САПР) почали розробляти об'єктно-орієнтовані СУБД (ООСУБД). Складні структури даних САПР дуже зручно оформити у вигляді об'єктів, а технічні креслення простіше зберігати в БД, ніж у файлах. Це дозволяє обійтися без декомпозиції графічних структур на елементи та запис їх у файли після внесенні змін у креслення.

Якщо типові реляційні БД мають зв'язки в глибину двох рівнів, то ієрархічна інформація креслень САПР звичайно включає до десяти рівнів, що потребує достатньо складних операцій для "збирання" результату. Об'єктні БД добре відповідали подібним задачам, і еволюція багатьох СУБД розпочалася саме із ринку САПР.

Об'єктно-орієнтовані БД почали використовувати для забезпечення управління базами даних і додатками, побудованими в відповідності із концепцією об'єктно-орієнтованого програмування. Об'єктно-орієнтована технологія дозволяє пакувати дані та код для їх обробки разом (в об'єктах). Таким чином практично знімаються обмеження на типи даних, що дає змогу працювати із даними будь-якого рівня абстракції.

Використання об'єктної моделі краще застосовувати для баз даних з великою кількістю складних зв'язків. В ООСУБД кожна визначена користувачем структура – це об'єкт, що одержує управління безпосередньо базою даних.

Якщо дані складаються із коротких полів фіксованої довжини (прізвище, адреса тощо), то найкращим рішенням щодо організації даних буде використання реляційної бази даних. Якщо ж дані (об'єкти) містять складну структуру (типу "матрьошка"); розмір, що динамічно змінюється; довільні структури, що визначаються користувачем (наприклад, мультимедіа), подання їх в табличній формі буде важким.

Багато аналітиків вважає, що майбутнє за гібридними об'єктно-реляційними СУБД.

Практична частина

Створити таблиці баз даних у режимі Конструктора (таблиці 1, 2, 3).

Кожному імені поля присвоїти відповідний тип даних, установити потрібний формат і розмір поля.

Визначити ключові поля.

Заповнити таблиці інформацією.

Дані табл. 1 відсортувати за спаданням/зростанням.

Створити таблицю 2.1 засобами MS Excel. Транспортувати в MS Access табл.2 поле

Аналіз крові.

Створити міжтабличний зв'язок (Меню Сервіс / Схема даних).

Створити ФОРМИ у режимі "Мастер форм" для таблиць 1, 2, 3.

Створити ЗАПИТ у режимі "Конструктора", що містить інформацію про:

пацієнтів (прізвище і діагноз), що знаходяться на обліку в дільничних терапевтів

Марченко Т.П., Бойчук В.І.;

пацієнтів (прізвище, рік народження), у яких діагноз "Пневмонія" або "Анемія".

пацієнтів пенсійного віку – 1943 і раніше років народження - (прізвище, рік), що знаходяться на обліку в поліклініці.

Табл. 1. Відомості про пацієнтів, що знаходяться на обліку в поліклініці

| № | ПІБ | Рік народ. | Адреса | Місце роботи | № дільн. |
|---|----------------|------------|--------------------------------|--------------|----------|
| | Іванов Ю.К. | 1966 | Київ, Михайлівська 4, кв 35 | Завод ЗБК | 1 |
| | Атошко Л.М. | 1937 | Київ, Іжакевича 12, кв. 77 | "Оболонь" | 2 |
| | Федоренко І.П. | 1985 | Київ, Констянтинівська 2, кв.5 | НМУ | 4 |
| | Бортник Ю.О. | 1977 | Київ, Полупанова 5, кв.6 | НПУ | 3 |
| | Ющенко В.Г. | 1943 | Київ, Іжакевича 12, кв.88 | "Оболонь" | 2 |
| | Демченко М.О. | 1966 | Київ, Полупанова 15, кв. 23 | Завод ЗБК | 1 |
| | Філоненко Ю.О. | 1937 | Васильків, Дементьєва 12, кв.9 | "Оболонь" | 1 |

Табл. 2. Результати досліджень

| № | Діагноз | Аналіз крові | Рентген | ЕКГ | Боткіна |
|---|----------------|--------------|---------|---------|---------|
| 1 | Пневмонія | ЕТ | РВ | MS Word | ^ |
| 2 | Туберкульоз | ЕТ | РВ | MS Word | |
| 3 | Пневмонія | ЕТ | РВ | MS Word | ^ |
| 4 | Гастрит | ЕТ | РВ | MS Word | |
| 5 | Виразка шлунка | ЕТ | РВ | MS Word | ^ |
| 6 | Пневмонія | ЕТ | РВ | MS Word | |
| 7 | Анемія | ЕТ | РВ | MS Word | |

ЕТ (електронна таблиця) – лист MS EXCEL;

РВ – малюнок, створений в середовищі PaintBrush;

MS Word – малюнок, створений в середовищі MS Word.

Табл. 2.1 Аналіз крові

| | |
|------------|--|
| Лейкоцити | |
| Тромбоцити | |
| ШОЕ | |
| Гемоглобін | |

Табл. 3. Дільничний терапевт

| № дільн. | ПІБ терапевта | № каб. |
|----------|---------------|--------|
| 1 | Марченко Т П | 401 |
| 2 | Бойчук В И | 402 |
| 3 | Пономар И К | 403 |
| 4 | Фіщук С Т | 404 |

Питання для самостійної роботи

1. Типи даних та їх характеристика.
2. Класифікація баз даних.
3. Типи моделей даних: ієрархічна модель.
4. Типи моделей даних: модель типу мережа.
5. Типи моделей даних: реляційна модель даних.

Рекомендована література

Основні джерела.

- 1) Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bemmel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>
- 2) Руденко В.Д., Макарчук О.М., Патланжоглу М.О. Практичний курс з інформатики / За ред. В.М. Мадзігона. - К.: Фенікс, 1997. - 304 с.

- 3) Фигурнов В.З. IBM PC для пользователя. Краткий курс. - М.:ИНФРАМ, 1998.
- 4) Тимошок Т.В. Microsoft Access 2003. Краткое руководство.: - М.: Издательский дом "Вильямс", 2005. - 320 с.

Додаткові джерела.

CD – диски.

Access 2000 (для начинающих).

СУБД и INTERNET

Создание баз данных.

Web – сайты

www.ncbi.nlm.nih.gov (Національна бібліотека медицини США)

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ №2. Медичні дані. Методологія обробки та аналізу інформації.

4. КОДУВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДАНИХ

Конкретні цілі заняття:

Класифікувати види біомедичної інформації;

Складати список і описувати методи, якими неопрацьовані дані можуть оброблятися до важливої інформації;

Розуміти принципи кодування біомедичної інформації.

Базовий рівень підготовки – шкільний та вузівський курс біології.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Багато даних в охороні здоров'я, наприклад, діагнози, історії хвороб, дані медичного огляду, або результати флюорографії, представлені текстом. Це призводить до нескінченного списку можливих висновків. Однак, статистичні перегляди і системи прийняття рішень можуть обробити тільки скінчену кількість таких класів. Правила призначення висновків повинні бути визначені об'єктивними критеріями. Призначення такого висновку для певного класу завжди передбачає зменшення (тобто, втрату інформації) даних, але це – не обов'язково недолік.

Необхідний рівень деталізації і структура системи класифікації залежить від мети, для якої система класифікації розроблена. Класифікація діагнозів для оздоровчої статистики, можливо, потребує категорій, крім класифікацій, і для планування догляду за пацієнтами в лікарні. З іншого боку, має бути можливим представлення всіх допустимих медичних висновків, без зменшення даних.

Ми будемо користуватися стандартною термінологією, яку використовують в Організації Міжнародних Стандартів (International Standards Organization (ISO)), в Міжнародній електротехнічній комісії у технічному звіті TR9789 (Інформаційна Технологія; керуючі принципи для організації і представлення даних, для обміну даними. Кодування методів і принципів). Це означає, що три основні елементи використовуються в так званому семантичному трикутнику: (1) об'єкт, (2) поняття, і (3) термін.

Поняття – це одиниця сформованої думки для загального використання властивостей ряду об'єктів (напр., органів).

Термін – це позначення лінгвістичним виразом поняття чи об'єкта певною мовою.

У традиційній історії хвороби, доступні дані є в письмовій формі тільки, здебільшого як вільний текст, але іноді також як числові дані (наприклад лабораторні результати аналізів). Історія хвороби, насамперед, використовується безпосередньо для догляду за пацієнтом, для постановки діагнозу, лікування і прогнозування. Відновлення історії хвороби іншим лікарем перешкоджає встановленню реальних фактів, тому що багато медичних термінів можуть бути неточно вказаними або навіть неоднозначно трактуватися. Тому багато даних стає доступними в комп'ютерних записах (computer-based patient records – CPRs), стає можливим використання цих даних для інших цілей, крім традиційно можливої архівації і повідомлення. Переваги застосування комп'ютерів для збереження медичних даних подані в таблиці 4.1. Системи для прийняття рішень, можуть підтримати в прийнятті рішень, основаних на даних CPR. Наприклад, при приписуванні ліків, можна запустити систему підтримки прийняття рішень, яка перевіряє протипоказання або взаємодію з іншими ліками. Така система зможе діяти належним чином, лише у випадку, якщо всі хвороби і симптоми хворого записані стандартизовано і послідовно.

Таблиця 4.1 Переваги застосування комп'ютерів

| Галузь застосування | Певаги |
|---|---|
| Прикладні галузі | Кодування медичних даних |
| Охорона здоров'я | Скорочення даних |
| Перевірка якості: | Стандартна термінологія |
| Загальноприйнятий запис результатів | Дає можливість коротких статистичних оглядів і досліджень |
| Порівняння даних отриманих від інших підрозділів чи осередків | Підтримка управління і планування |
| Управління протоколом | Зв'язок із системами для підтримки прийняття рішень |
| Збільшується розуміння | |
| Медичні дослідження, у тому числі епідеміологія | |
| Планування і управління | |

Історія класифікації і кодування

Не існує стандартного підходу до кодування і класифікації. Існує велика кількість варіантів Міжнародної Класифікації в системі Охорони здоров'я¹ (ICPC) з різними модифікаціями і доповненнями, щоб відповідати потребам різних країн. Відповідальним за цю систему Класифікації є Світова організація сімейних лікарів² (WONCA).

Найбільш широкого використання в системі охорони здоров'я знайшла система класифікації ICD і класифікації, що отримані від неї. Першою спробою реєстрації були Письмові звіти Лондона про смертність у 1629. Перше видання Міжнародного Списку Причин Смертності, (причини тоді повідомляли), було представлено Жаком Бертілоном на зустрічі в Міжнародному статистичному інституті (ISI – International Statistical Institute) в 1893 у Чикаго, і було офіційно прийнято в 1900. Цей список регулярно переглядався під спостереженням ISI, до п'ятого видання включно в 1938. До того ж, список кодів насамперед використовувався для статистики смертності. Компанії страхування здоров'я, лікарні, заклади медичного обслуговування, армія, та інші організації відчули необхідність розширення списку кодами для реєстрації хвороб. Міжнародна оздоровча конференція, що проходила в місті Нью-Йорк в 1946, доручила Тимчасовій Комісії світової організації охорони здоров'я здійснити необхідну попередню роботу, для розширення Міжнародного списку причин смертності Міжнародним списком причин хвороб.

Що таке класифікація?

Термін класифікація має два різних значення: *по-перше* – це процес проектування системи класифікації, *по-друге* – це сам процес кодування (опису об'єкта з використанням кодів або умов, що є показниками понять) у межах певної системи класифікації.

Тут ми будемо використовувати цей термін лише у першому значенні. Тобто, *класифікація* – це впорядкована у межах певної області система понять з явними або

невними принципами впорядкування. Класифікація базується на попередніх знаннях і формує ключ до розширення (поглиблення) знань.

Мета класифікації полягає в тому, щоб підтримувати створення статистики охорони здоров'я або полегчувати дослідження. Прикладом може слугувати класифікація відхилень електрокардіограми або діагнозів у певному класі хвороб.

При класифікації поняття впорядковуються за родовими зв'язками. Родові зв'язки – це зв'язки типу "А з роду В". Наприклад, пневмонія є хворобою легень, де пневмонія є більш вузьким поняттям, а хвороба легень – більш широким. Класифікація дозволяє впорядкувати поняття в межах визначеної області. Прикладами областей є множина діагнозів, медичні процедури тощо. У цьому відношенні Міжнародна Класифікація Хвороб, 9-е видання (ICD-9 – International Classification of Diseases, 9th edition) – це класифікація діагнозів. Вона дозволяє порівнювати отримані результати, зібрані в різних областях.

Наприклад, якщо ми хочемо визначити кількість ліжок, необхідних різним віковим категоріям в лікарні, ми могли б використати наступні вікові класи.

Таблиця 4.2.

| | |
|--------------------|-------------|
| Малюта | Вік 0 – 3 |
| Діти | Вік 4 – 12 |
| Підлітки | Вік 13 – 18 |
| Дорослі | Вік 19 – 64 |
| Люди літнього віку | Вік 65 - > |

У цьому гіпотетичному прикладі, визначення класів – це відносно проста задача і вимоги для класифікації легко виконати (див. таблицю 4.3). Класифікація зроблена відповідно до єдиного критерію – віку, тобто, вік використовується як *критерій диференціації*.

Таблиця 4.3. Вимоги для класифікації і додаткові вимоги для комп'ютерних систем кодування

| Вимоги для класифікації | Додаткові вимоги для комп'ютерних систем кодування |
|---|--|
| Сформованість області Непересічність класів (взаємне виключення) Відповідність поставленій меті Однорідний порядок (один принцип на рівень) Зрозумілі критерії для визначення границь класу Однозначні і повні керуючі принципи для застосування Відповідний рівень деталізації | Врахайте використання синонімів Врахайте використання лексичних варіацій (різновидів) Нечутливий до орфографічних помилок Надійність Послідовність дій (нечутливість до термінів та строків) Надійність |

У класифікаціях, що використовують більш ніж один принцип упорядкування, ситуація ускладнюється. У класифікації хвороб ми маємо справу з різними аспектами, серед яких: анатомічне розташування, етіологія, морфологія, дисфункція тощо. Кожен з цих аспектів може використовуватися для впорядкування. Таке впорядкування шляхом класифікації за певною ознакою називається віссю. Багатоосові класифікації використовують декілька критеріїв впорядкування одночасно. У Міжнародній Класифікації в системі Охорони здоров'я, наприклад, діагнози класифіковані уздовж двох осей, одна – для систем організму (літера) а інша для компонентів (див. Таблицю 4.4). ICPC насамперед розроблена для цілей епідеміології. Тому класи були обрані таким чином, щоб для цілей охорони здоров'я, кожен клас містив би достатню кількість випадків. От чому всі тропічні хвороби групують разом. Ця класифікація, може бути корисною, наприклад в Європі або

¹ Міжнародна Класифікація в системі Охорони здоров'я - International Classification for Primary Care (ICPC) – система, що належить,

² Світової організації сімейних лікарів - the World Organization of Family Doctors (WONCA)

Північній Америці, але це певним чином непрактично для лікарів, що працюють у тропічних областях, наприклад в Африці, Центральній і Південній Америці, Індії, Індонезії.

Таблиця 4.4.

| Перша вісь: системи організму | | Друга вісь: компоненти | |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Код | Система організму | Код | Компонент |
| A | Загальна і невизначена | 1 - 29 | Симптоми і скарги |
| B | Кров | 30 - 49 | Діагностичне обстеження і попередження |
| D | Травлення | 50 - 59 | Обробка і лікування |
| F | Зір | 61 - 61 | Результати тестів |
| H | Слух | 62 | Адміністративний |
| K | Кровообіг | 63 - 69 | Інші |
| L | Скелетно - м'язова | 70 - 99 | Діагнози |
| N | Неврологічна | | |
| P | Психологічна | | |
| R | Дихальна | | |
| S | Шкіра | | |
| T | Ендокринологія та метаболістика | | |
| U | Урологія | | |
| W | Вагітність і планування сім'ї | | |
| X | Жіноча статеві система | | |
| Y | Чоловіча статеві система | | |
| Z | Соціальні проблеми | | |

Двоосьова ICPC.

Однею з проблем, що постає при загальноприйнятій реєстрації в галузі охорони здоров'я, є відсутність загальної термінології. Тезаурус – це список умов, використовуваних для визначеної прикладної області чи сфери. Приклади – це список діагностичних умов або список умов для лабораторних досліджень. Тезаурус завжди призначений для того, щоб бути повним для своєї області. Для практичного використання також розроблені тезауруси, що містять список синонімів переважно для кожного терміну. Таким чином, тезаурус стимулює використання стандартизованої термінології. Обмежений набір важливих термінів, що використовуються в межах організації для конкретної мети, називається керуючим словником.

У номенклатурі (специфікації), коди призначені для медичних понять, а медичні поняття можуть бути об'єднані відповідно до визначених правил у більш складні поняття. Це призводить до великої кількості можливих комбінацій коду.

Різниця між системою класифікації і номенклатурою полягає в тому, що в класифікації коди вбудовані, тоді як в останньому, користувач вільний в об'єднанні кодів для залучення всіх аспектів. Виправлення записів хворих, чії дані визначені кодами класифікації з великої бази даних, відносно легке; відновлення записів хворих, збережених з використанням номенклатури, складніше через вищий ступінь свободи, що веде до дуже складних кодів. Номенклатура (специфікація), однак, корисна при створенні стандартизованих звітів.

У 1933 році Нью-Йоркська медична академія розпочала роботу над базою даних медичних термінів. Стандарт класифікував номенклатуру хвороб. Американська Медична Асоціація продовжувала цю роботу в 1961, і в 1965 Систематична номенклатура системи

кодування патологій (SNOP Systematic Nomenclature of Pathology) публікувалася американським Коледжем Патологів. SNOP сформував основу для розробки Систематизованої Номенклатури людської і ветеринарної медицини (SNOMED Systematized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine).

Види кодів

Кодування – це процес віднесення індивідуального об'єкта до певного класу, або до набору класів у випадку багатоосьової класифікації. У більшості класифікацій, класи позначені кодами. Кодування, фактично, – це інтерпретація різних властивостей об'єкта. Коди можуть бути позначені числами, літерами, або і тим і іншим. Нижче наведені різні види кодів.

Числові коди можуть надаватися послідовно. Це означає, що кожен новий клас отримує наступне невикористане число. Перевага в тому, що можуть бути легко додані нові класи.

Числові коди можуть надаватися й випадковим чином, щоб уникати наявності будь-якої конкретної інформації, прихованої у кодї.

Мнемонічний код формується з одного або кількох символів класу. Це допомагає користувачам запам'ятовувати коди. Однак, для класифікації з багатьма класами це може привести або до довгих кодів, або до кодів, не схожих з рубриками класу. Таким чином, мнемонічні коди в цілому використовуються для обмежених списків класів. Наприклад, лікарняні відділення часто позначаються мнемонічними кодами.

Ієрархічні коди формуються, розширюючи існуючий код на один або більшу кількість додаткових символів для кожного додаткового рівня деталізації. Ієрархічний код несе інформацію щодо рівня деталізації спорідненого класу і щодо ієрархічних зв'язків з його родовим (батьківським) класом. Такий спосіб кодування подібний до структури ієрархічних баз даних, з більш загальним класом (батьками) на вищому рівні, і більш дрібними класами (дітьми) на нижчих рівнях. Це означає, що дані можуть бути відновлені, використовуючи ієрархічні коди на деякому рівні, навіть, коли на більш низьких рівнях зроблені істотні продовження або модифікації.

Коди зіставлення – це складені коди, що складаються із частин (сегментів). Кожен сегмент характеризує пов'язаний з ним клас. У ICPC, наприклад, діагностичний код сформований із використанням коду, що складається з однієї літери алфавіту (мнемонічний код для трактування) і двозначним числом. Наприклад, усі коди із символом "D" пов'язані з процесом травлення, а всі коди, що починаються з "N", описують порушення нервової системи.

Інший приклад – це класифікація медичних процедур, яка використовує упорядковані принципи: дія, устаткування (обладнання), мета (ціль) і анатомічне положення. Комбінація 100 анатомічних положень з 20-ма різними діями, 10-ма різними інструментами і 5-ма різними цілями приводить до системи класифікації з потужністю у 100.000 класів і кодів. Єдиний спосіб справитися з цим сплеском полягає у використанні комбінаційного коду. Використовуючи комбінаційний шестизначний цифровий код, що складається з чотирьох частин (сегментів), які описують: дії (дві цифри), обладнання (дві цифри), мету (одна цифра) і анатомічний положення (одна цифра) відповідно; служби кодування мають розрізняти тільки 135 кодів, з яких можуть генеруватися 100.000 комбінацій.

У кодах доповнення значення 2 використовуються в якості представлення елемента даних або класу. Точно так само, як у комбінаційному кодї, можуть кодуватися кілька характеристик. У даному випадку, тільки одне число замість сегмента використовується як код для кожної характеристики. Це легко ілюструється, якщо ми кодуємо присутність або відсутність факторів ризику, як наприклад:

$2^0 = 1$ для курців/0 для некурящих,

$2^1 = 2$ для людей з надлишковою масою тіла/0 без надлишкової маси,

$2^2 = 4$ для збільшеного холестерину/0 без збільшеного холестерину.

Класифікація і кодування.

Проблеми класифікації потрібно відрізняти від кодування проблем: проблеми класифікації стосуються впорядкування понять у деякому відношенні які логічно побудовані, і зручні для застосування потенційними споживачами класифікації.

Проблеми кодування стосуються технічної підтримки, що повинна бути забезпечена для того, щоб дати можливість кодувальникам призначити певне значення потрібному класу і присвоїти вірний код ефективним і надійним шляхом.

Проблемою співставлення, комбінації кодів, і важливості розширених кодів є те, що не всі згенеровані комбінації можливі і осмислені. Комбінаційні коди також дають неоднозначні результати. Комбінація коду для гортані, коду для видалення, і коду для придання трубчастій форми неоднозначна. Незрозуміло що видалено – трубку чи гортань, тому що код не містить семантичної інформації про зв'язок елементів. У престандарті для класифікації хірургічних процедур *Comité Européen de Normalisation* (CEN), цю проблему неоднозначності намагаються усунути використанням як семантичних так і синтаксичних категорій.

При розробці класифікації хвороб, етіології, розташування і механізму патофізіології, важливими є принципи класифікації. Однак, ми не завжди можемо застосовувати кожен принцип класифікації до усіх хвороб. Використовуючи етіологію як принцип класифікації, ми можемо класифікувати "вірусну пневмонію" як вірусну хворобу, але ми не можемо з таким же ступенем упевненості віднести до якого-небудь класу "пневмонію". Таким чином, пневмонія буде класифікована як легенева хвороба, використовуючи анатомічний принцип класифікації.

Більшість класифікацій поєднує кілька принципів на одному рівні. Перекриття класів хвороби порушує правило взаємного виключення. Клас "легенева хвороба" перетинається з класом "вірусна хвороба". Коли хвороба вже відкласифікована де-небудь в іншому місці, правило виключення вимагає щоб хвороба вважалася віднесеною лише до одного класу. Однак, це викликає проблеми під час статистичного аналізу. Якщо ми хочемо обчислити число випадків вірусної хвороби, ми не можемо просто включати членів класу "вірусні хвороби", тому що "вірусна пневмонія" – це також вірусна хвороба, але вона відкласифікована до класу "легеневих хвороб". Додавання ж двох класів буде включати й випадки невірусних легеневих хвороб.

Динамічна природа класифікації пояснює постійну потребу обслуговування класифікацій, як наприклад ICD і SNOMED (Systematized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine). Шлях класифікації синдрому набутого імунного дефіциту (СНІД) як вірусної хвороби був розчищений для класифікації СНІДУ як імунно-дефіцитної хвороби. Питання чи був СНІД вірусною хворобою супроводжувався обговоренням багато чого. У наш час, широко приймається гіпотеза, що СНІД викликаний зараженням вірусом імунodefіциту людини (ВІЛ).

Перегляд великих медичних класифікацій діагнозів і процедур потрібний для кодування історії хворого для медико-економічних цілей. Основна проблема перегляду полягає в тому, що мова, використовувана в класифікації, скоріше відмінна від клінічної мови історії хвороби. Незважаючи на те, хто кодує історію хворого, є труднощі в невідповідності термінів між умовами в класифікації і повному обмеженні хворого. Цей розрив може бути ліквідований, з використанням відповідних комп'ютерних програм.

Міжнародні Системи Класифікації.

ICD

ICD (International Classification of Diseases) – це первинна система кодування для узагальненого запису про хворого. Перше видання було опубліковано в 1900, і виправлялось та перевидавалось з десятирічними проміжками. Сама остання версія - це ICD-10, що публікувалася в 1992 році. Існуючі порядки для реєстрацій, однак, усе ще ґрунтуються на

Використовуючи коди від 1 до 7, ми можемо скласти всі три фактори ризику, згадані вище. Курець, що важить більше норми, але без збільшеного рівня холестерину, кодується як 3, а некурящий, що важить більше норми і має збільшений рівень холестерину кодується як 6.

Таксономія – це теоретичне вивчення класифікації, у тому числі її основних принципів, процедур, і правил. **Таксономія** термін, відомий з роботи Ліннаеуса з класифікації біологічних організмів. Цей термін також використовується, щоб позначити кінцевий продукт таксономічного процесу і тому часто синонімічний із класифікацією. Ми будемо використовувати термін таксономія для першого визначення: наука класифікації. Термін класифікація використовується для кінцевого продукту процесу.

Таксономія займається науковими основами класифікації взагалі. Всі об'єкти групи в сукупності мають деякі особливості, тобто, вони потрапляють у межі групи. Усі ссавці формують одну групу, до якої належать люди, коті й кити.

Група може підрозділятися на підставі іншої характеристики або ознаки (аспекту). Лев, тигр і кіт, усі належать до групи (сімейства) котятих. У системі класифікації хвороб, наприклад ICD-9, класифікація і розподілення здійснюється шляхом групування хвороб по системах організму або за етіологією.

Різні "глави" (головні категорії) хвороби або етіологічні категорії ICD-9 розподілені на групи, групи поділяються на тризначні класи, і так далі.

Нозологія визначається як наука класифікації хвороб. Тому нозологічні дослідження зазвичай включають у вивчення симптомів, синдромів, порушень і ушкоджень, а також самої хвороби. Тому було б більш зручним, визначити нозологію як науку класифікації діагностичних умов, тобто, систематику діагностичних умов.

Збільшення інформаційних потреб галузі охорони здоров'я висвітлює багато нозологічних проблем. Здається, що розширення діагностичного словника протягом минулого століття не відповідає розробкам точної мови позначень для опису відносин між діагностичними умовами. Хоча мови позначень, як наприклад *хвороба, порушення і синдром* широко використовуються, є певна невизначеність щодо їх використання. Тобто при описі нозологічних зв'язків додаткові розширення не можуть однозначно описати хворобу, порушення чи синдром.

На відміну від нозології, **нозографія** – це наука про опис хвороб. Різниця між визначенням і описом хвороби: визначення хвороби дає тільки істотні характеристики хвороби, тоді як опис включає випадкові характеристики, тобто характеристики, що емпірично співвідносяться із сутністю хвороби, як наприклад так звані критерії класифікації ревматичного артриту американською асоціацією ревматизму (ARA – American Rheumatism Association) (див. табл. 4.5). У цьому визначенні відсутні істотні характеристики; усі характеристики випадкові. Цей вид визначення, у якому використовується набір випадкових характеристик, називається багатокатегорійним. Ймовірно, істотну характеристику ревматичного артриту медична наука ще не знайшла.

Таблиця 4.5. Критерії ARA для Класифікації Ревматичного Артриту, 1987.

| | |
|----|---|
| 1. | Ранковий твёрдий |
| 2. | Артрит трьох або більше об'єднаних областей |
| 3. | Артрит ручних з'єднань |
| 4. | Симетричний артрит |
| 5. | Ревматичні вузли |
| 6. | Ревматичний фактор сироватки |
| 7. | Типові радіографічні зміни |

Примітка: Як мінімум чотири із семи критеріїв повинні виконуватися.

ICD-9 або його модифікації, ICD-9-CM, що містить більш детальні коди. ICD складається з основної класифікації тризначних кодів, що є мінімальною вимогою для повідомлення статистики смертності WHO. Необов'язкова четверта цифра забезпечує додатковий рівень деталізації. На всіх рівнях, числа 0 до 7 використовуються для подальшої деталізації, тоді як число 8 резервується для всіх інших випадків, а число 9 резервується для невизначеного кодування.

Базисний ICD має використовуватися для кодування діагностичних умов, але ICD-9, як і ICD-10 також містять набір розширень для інших класів медичних умов. Наприклад, ICD-9, зазвичай містить список кодів, які з причин зіставлення або інших факторів пов'язаних з оздоровчим статусом, починаються з літери "V". Список кодів, що починаються з літери "E", використовуються для кодування зовнішніх причини смерті. Номенклатура морфології новоутворень кодується списком "M".

Коди хвороб як в ICD-9, так і в ICD-10 групуються в глави. Наприклад, у ICD-9, інфекційні і паразитичні хвороби кодуються тризначними кодами 001 – 139, і в ICD-10 коди перенумеровуються і розширюються як коди, що починаються з літер A або B. Для туберкульозу в ICD-9 використовуються тризначні коди 010 – 018, а в ICD-10 – коди від A16 до A19. Чотиризначні, та необов'язкові п'ятизначні рівні надають можливість шифраторові забезпечувати більшу деталізацію. Таблиця 4.6 надає приклади деяких кодів у системі ICD-9.

Національний Центр США для Статистики Охорони здоров'я, публікував набір клінічних модифікацій до ICD-9, відомому як ICD-9-CM. Це цілком сумісно з ICD-9, але вона містить додатковий рівень деталізації, де це потрібно (див. Табл. 5).

Таблиця 4.6. Приклад чотирицифрового коду в ICD-9 і рівні п'ятизначного коду як розширена ICD-9-CM

| Код | Хвороба |
|---------|--|
| 001 139 | Інфекційні і паразитичні хвороби |
| 001 009 | Інфекційні хвороби травного тракту |
| 003 | Інші зараження сальмонелою |
| 003.0 | Гастроентерит сальмонельозний |
| 003.1 | Сальмонела септицемічна |
| 003.2 | Локалізовані зараження сальмонелою |
| 003.20 | Локалізоване невизначене зараження сальмонелою |
| 003.21 | Менінгіт Сальмонельозний |
| 003.22 | Пневмонія Сальмонельозна |
| 003.23 | Артрит Сальмонельозний |
| 003.24 | Сальмонела, запалення кісткового мозку |
| 003.29 | Інші локалізовані зараження сальмонелою |
| 003.8 | Інші зазначені зараження сальмонелою |
| 003.9 | Невизначені зараження сальмонелою |

ICPC

Світова Організація Національних Коледжів, Академій і Академічних Асоціацій Лікарів (World Organization of National Colleges, Academies and Academic Associations of General Physicians) не приймала ICD-9, а користувалася власною класифікацією. Ступінь деталізації цієї системи є меншою, ніж в ICD-9. Вона використовується не лише для кодування діагнозів, але також містить коди причин для обґрунтування (reasons for encounter, RfE), коди процедур лікування та лабораторних досліджень. У самих перших інформаційних системах охорони здоров'я, до результатів лабораторних досліджень безпосередньо входять закодовані цифрові значення, тому немає ніякої потреби для ручного

кодування, і модуль призначення ліків автоматично запам'ятовує загальний код для ліків і інших призначень.

Порівняємо ICPC з більш ранніми класифікаціями WONCA, як наприклад ICHPPC-2-DEFINED (Міжнародна Класифікація Проблем Охорони Здоров'я в лікуванні) і IC-Process-PC.

ICPC – це двоосьова система (див. Таблицю 4.4). Перша вісь, орієнтована в напрямку систем організму, кодується літерою, а друга вісь, компонент, кодується двома цифрами. Складена вісь містить сім груп коду. У цій системі діагноз пневмонія кодується R81 (R для дихального шляху і 81 для діагностичного компоненту). Коди, що можуть бути застосовані більш ніж до однієї системи, описані тільки як двозначний компонент. Наприклад, код процедури 42 (електричне обстеження) може використовуватися для реєстрації електрокардіограми, використовуючи код K42. Ці коди вимагають комбінації з літерою системи.

ICPC структуровані відповідно до SOAP принципу (S для суб'єктивної інформації, напр., скарги; O - для об'єктивної інформації, напр., аналізів і лабораторних досліджень; A для оцінки, напр., діагнозу; і P для планування, напр., діагностичних досліджень, догляду, лікування, і т.п.). Необов'язково четверта цифра використовується для деяких випадків, коли додатковий рівень деталізації потрібен щоб конкретизувати синоніми, які є сумішню принципів кодування. ICPC може використовуватися в RfE методі (тобто, для кодування причини для обґрунтування або скарг), методи діагностики або методи обробки, де кодується подальші дії, як наприклад лабораторні дослідження чи лікування.

ICPC може використовуватися, щоб організувати реєстрацію випадку хвороби через якийсь час, від його початку до його припинення. Випадок хвороби, можливо, зустрічається декілька разів. Кожен випадок потрібно кодувати окремо. Комісія, що розробила ICPC також створила ICD-9 і ICD-10.

DSM

Система кодування (DSM), розроблена американською Психіатричною Асоціацією, слугує цілям діагностування і статистичної обробки розумових порушень. Перше видання (DSM-I) публікувалося в 1952. При розробці DSM-II було прийнято рішення взяти за основу недавню розроблений ICD-8. Обидві системи набрали сили в 1968. DSM-IV узгоджено з розробкою ICD-10.

Глава що стосується психічних розладів ICD-9-CM була сумісна з DSM-III-R, його виправленим третім виданням. Четверте видання, DSM-IV, сумісно з главою психічних розладів у ICD-10. Класифікація може використовуватися психіатрами. Однак, етіологія або процеси патофізіології відомі лише для деяких психічних розладів. Підхід, прийнятий у DSM-III, DSM-III-R, і DSM-IV не розглядає основи етіології або патофізіології за винятком порушень, для яких етіологія або патологія встановлена. Таким чином, DSM - це багатоосьова система класифікації. Подібно ICPC, DSM також використовує також визначення порушень, у тому числі критерії для призначення діагнозу.

Порушення в системах DSM класифіковані уздовж п'яти осей:

- клінічні синдроми,
- порушення особистості і спеціальні порушення, пов'язані з ростом,
- важливі фізичні умови,
- наявність психологічних стресів,
- повне психологічне функціонування.

SNOMED

SNOMED дозволяє кодування декількох аспектів хвороби. SNOMED публікувався в 1975 і був перевиданий у 1979. Його поточна версія називається SNOMED (Systematized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine) - Міжнародна Систематизована

Номенклатура Людської і Ветеринарної Медицини. SNOMED це також багатоосьова система. Код SNOMED II складався з 7 частин, а Міжнародного SNOMED - з 11 частин або модулів. Кожний з цих модулів формує повну ієрархічну систему класифікації (див. Таблицю 4.7).

Діагноз у SNOMED, складається з топографічного коду, коду морфології, коду системи організму, і коду функції. Коли існує чітка підстава для комбінації цих чотирьох модулів, шуканий діагностичний код вважається визначеним. Наприклад, код хвороби D-13510 (Пневмонія Пневмококова) рівноцінний до комбінації:

T-28000 (топологічний код для Легень),

M-40000 (морфологічний код для Запалень) і

L-25116 (для Стрептококової пневмонії) уздовж осі організму.

Таблиця 4.7. Розділи Міжнародної класифікації SNOMED.

| Вісь | Визначення | Опис |
|------|---------------------------------|--|
| T | Топографія | Анатомічні умови |
| M | Морфологія | Зміни, знайдені в осередках, тканині й органах |
| L | Життя організмів | Бактерії і віруси |
| C | Хімічний | Ліки |
| F | Функція | Знаки і симптоми |
| J | Заняття | Умови, що описують заняття |
| D | Діагноз | Діагностичні умови |
| P | Процедура | Адміністративні, діагностичні і терапевтичні процедури |
| A | Фізичні представники, сили, дії | Пристрої і дії, пов'язані з хворобою |
| S | Суспільний контекст | Суспільні умови і важливі взаємини в медицині |
| G | Загальний | Синтаксичні поєднання і визначники |

Туберкульоз (D-14800), наприклад, міг би також кодуватися як Легеня (T-28000) + Гранульома (M-44000) + Туберкульоз *Mycobacterium* (L-21801) + Лихоманка (F-03003). Однак, це може вводити в оману, тому що туберкульоз стосується не тільки легень.

SNOMED також може об'єднувати медичні поняття, використовуючи так називані комбіновані, або розміщені поряд коди для формування більш складних понять. У Міжнародному SNOMED, майже всі діагностичні умови ICD-9-CM зареєстровані в модулі хвороби/симптоми (D-коди). Правила для об'єднання умов SNOMED для формування комплексних понять ще не розроблено. Будь-які два терміни SNOMED можуть бути об'єднаними. Це означає, що існують різноманітні шляхи для вираження коду того чи іншого поняття. Ця свобода поєднання кодів приводить до неточних кодів, перевірка яких комп'ютером на коректність майже неможлива.

Системи класифікації в Україні

В даний момент в Україні використовується цілий ряд місцевих класифікацій (у тому числі класифікацію хвороб, лікувань, т.д.). Поняття Національної Програми інформатизації системи охорони здоров'я в Україні за 2006-2010 (проект) стимулює створення Уніфікованої системи кодування і класифікації медичних даних. Така Уніфікована система в більшій мірі має бути основана на пристосованій "Міжнародній Класифікації Хвороб-10", має бути введена система комп'ютерного кодування. Принципи обліку для статистичних даних, що є в даний момент, повинні бути мінімізовані; мають нові форми повідомлення; передача електронного документа була б зроблена.

Висновки

Є багато класифікацій, що перекриваються. Вони використовуються не лише для

кодування діагнозів але і для класифікації медичних подій. Хоча самі діагностичні системи кодування повинні бути сумісними з родиною ICD, остання безпосередньо представляє тільки обмежене представлення і не в змозі задовольняти потреби всіх споживачів. Інша проблема полягає в тому, що всі системи кодування вимагають чітких критеріїв, але стандартизована медична термінологія усе ще має значні недоліки.

Системи, як наприклад SNOMED мають більш виразну потужність, чим старіші системи, як наприклад ICD-9-CM. При порівнянні схем кодування щодо їх можливостей, SNOMED виграє у порівнянні з ICD-9-CM. З іншого боку, використання кодованих даних у базі даних ускладнює статистичні звіти і використання в експертних системах.

Широке прийняття спільної системи кодування є важливим для розробки систем прийняття рішень.

Практична частина

Завдання 1.

Користуючись класифікацією ушкоджень в системі S.A.T. (див. Додаток1) розкодувати наведені нижче травми:

S2-A3-T1-I

S1-A2-T3-II a

S3-A2-T2-I b

Завдання 2.

Використовуючи ту ж саму класифікацію, закодувати подану інформацію:

– при ДТП людина отримала перелом руки, при подальшому обстеженні виявилось, що присутній невеликий розрив печінки, забите місце легень.

– При падінні з висоти 3-поверхового будинку, жінка отримала такі пошкодження: двобічний перелом ребер, стегнової кістки, великі розриви печінки і розриви селезінки, систолічний тиск 55 мм.рт.ст.

Завдання 3.

Користуючись МКБ-О розкодувати і закодувати інформацію.

Наприклад:

1) злоякісне новоутворення легень, наприклад рак, кодується C34.9, M-8010/3

(C34.9 – топографічний код для легень; код характеру пухлини є частиною морфологічного коду, позначається буквою M і змінюється у відповідності з природою пухлини).

2) доброякісне новоутворення легень, наприклад аденома, позначається, C34.9 M-8140/0. При цьому топографічний код C34.9 залишається для обох випадків однаковим.

Завдання:

1) C 22.0 M-8010/2

2) C 44.5 M-8562/3

Завдання 4. (див. Додаток 2)

4.1. У фрагменті одного ланцюга молекули ДНК нуклеотиди розміщені у такій послідовності:

ТТГ АГЦ АЦГ ГТА ААТ ЦГА.

Побудуйте схему дволанцюгової ДНК.

Розв'язання.

Згідно з принципом компліментарності запишемо схему дволанцюгової ДНК:

ТТГ АГЦ АЦГ ГТА ААТ ЦГА

ААЦ ТЦГ ТГЦ ЦАТ ТТА ГЦТ

4.2. Один із ланцюгів фрагмента ДНК має таку послідовність нуклеотидів: АГТ АЦЦ ГАТ ЦЦТ ЦГА ТТТ АЦГ. Визначте послідовність нуклеотидів і-РНК, закодованої в даному фрагменті ДНК.

4.3. Кодуючи зона ділянки і-РНК має таку послідовність нуклеотидів:

АУГ УЦА АГГ ЦУА АГЦ УУУ ГЦЦ ААУ УАА.

Напишіть первинну структуру поліпептиду, закодованого в даному фрагменті і-РНК.

4.4. Ділянка одного із ланцюгів ДНК має таку нуклеотидну послідовність:

ТАЦ АГА ТГА АГТ ЦГЦ.

Визначте послідовність нуклеотидів у другому ланцюзі.

4.5 (використовуючи таблицю з додатку).

Визначте структуру ділянки ДНК, яка кодує поліпептидний ланцюг А інсуліну, що

містить 21 амінокислотний залишок у такій послідовності:

Глі – Іле – Вал – Глу – Глу – Цис – Цис – Ала – Сер – Вал – Цис – Сер – Лей – Тир – Глн – Лей – Глу – Асп – Тир – Цис – Асп.

4.6 (використовуючи таблицю з додатку).

Дано такий фрагмент молекули ДНК:

перший ланцюг – АЦЦ ГАТ ТАТ ЦЦА АЦЦ ТГЦ

другий ланцюг – ТТГ ЦТА АТА ГТТ ТГГ АЦГ відповідно.

Визначте послідовність амінокислот, закодованих в обох полінуклеотидних ланцюгах даного ферменту ДНК.

Додаток 1

КЛАСИФІКАЦІЯ УШКОДЖЕНЬ (СИСТЕМА S.A.T.)

| | | |
|---|--|---|
| S – Skeletus (кістяк) Опорно-руховий апарат | S – 1 | Простий перелом стегнової кістки (чи еквівалентний перелом). |
| | S – 2 | 2 переломи стегнової кістки (чи еквівалентні їм переломи). |
| | S – 3 | Більше 2 переломів стегнової кістки, перелом тазу по обидва боки. |
| A – Abdomen. Живіт | A – 1 | Невеликі розриви печінки, усі форми розриву селезінки. |
| | A – 2 | Великі розриви печінки + розрив селезінки (чи рівнозначні). |
| | A – 3 | Великі розриви печінки + розрив селезінки, і/чи перфорація кишечника із забрудненням черевної порожнини. |
| T – Thorax Грудна клітка | T – 1 | Однібічний перелом стегон, гемоторакс, Пневмоторакс. Забитого місця легень немає. |
| | T – 2 | Двобічний перелом ребер, і/чи забите місце легень або серця. |
| | T – 3 | Необхідне проведення більше двох ургентних торакотомій. |
| Додаткові параметри | I | Відсутні симптоми шоку. |
| | II | Систолічний артеріальний тиск менше 80 мм.рт.ст. (під час надходження в лікарню чи першої ургентної операції) |
| | o | Відсутня черепно – мозкова травма |
| | a | Бал шкали Глазго більше 6 під час першого огляду. |
| b | Бал шкали Глазго менше 6 під час першого огляду. | |

Додаток 2

Генетичний код

В живих організмах утворюється багато різноманітних білків. Інформація про структуру кожного з них зберігається у клітинах.

Єдину для всіх живих організмів систему збереження спадкової інформації названо генетичним кодом. Це певна послідовність нуклеотидів у молекулах нуклеїнових кислот, яка визначає порядок введення амінокислотних залишків у поліпептидний ланцюг під час його синтезу. Вчені виявили, що кожна амінокислота в поліпептидному ланцюзі кодується певною послідовністю з трьох нуклеотидів, так званім триплетом. Чотири різні нуклеотиди ДНК або РНК можуть утворювати 64 комбінації ($4^3=64$), тобто 64 різні триплети.

Існує лише 20 основних амінокислот. Тому одна амінокислота може кодуватися кількома різними триплетами. Це має важливе біологічне значення, оскільки підвищує

надійність генетичного коду, тобто випадкова заміна залишку однієї нітратної основи в певному триплеті на інший не завжди супроводжуватиметься змінами у первинній структурі білка.

| Перша основа | Друга основа | | | | Третя основа |
|--------------|--------------|-----|-----|-----|------------------|
| | У | Ц | А | Г | |
| У | ФЕН | СЕР | ТИР | ЦИС | У Ц А Г |
| | ФБН | СЕР | ТИР | ЦИС | |
| | ЛЕЙ | СЕР | – | – | |
| | ЛЕЙ | СЕР | – | ТРИ | |
| Ц | ЛЕЙ | ПРО | ГІС | АРГ | У Ц А Г |
| | ЛЕЙ | ПРО | ГІС | АРГ | |
| | ЛЕЙ | ПРО | ГЛН | АРГ | |
| | ЛЕЙ | ПРО | ГЛН | АРГ | |
| А | ЛІЕ | ТРЕ | АСН | СЕР | У Ц А Г |
| | ЛІЕ | ТРЕ | АСН | СЕР | |
| | ЛІЕ | ТРЕ | ЛІЗ | АРГ | |
| | МЕТ | ТРЕ | ЛІЗ | АРГ | |
| Г | ВАЛ | АЛА | АСП | ГЛІ | У Ц А Г |
| | ВАЛ | АЛА | АСП | ГЛІ | |
| | ВАЛ | АЛА | ГЛУ | ГЛІ | |
| | ВАЛ | АЛА | ГЛУ | ГЛІ | |

Встановлено, що 18 із 20 амінокислот кодуються кількома триплетами (від двох до шести) і тільки дві з них (триптофан і метіонін) – одним.

Ще однією властивістю генетичного коду є те, що кожний триплет кодує лише одну певну амінокислоту. Генетичний код є універсальним, тобто єдиним для всіх організмів: від бактерій до людини.

Ген – це певна послідовність нуклеотидів у молекулі нуклеїнової кислоти. З'ясовано, що між генами існують ділянки, які не несуть спадкової інформації, а лише відокремлюють одні гени від інших. Вони виконують функції своєрідних “розділових знаків”. У генетичному коді є також три триплети (УАА, УАГ, УГА), кожний з яких дає сигнал про припинення синтезу поліпептидного ланцюга, а триплет АУГ визначає початок цього процесу.

За допомогою таблиці — можна визначити, яку саме амінокислоту кодує певний триплет. Перший нуклеотиди у триплеті беруть із лівого вертикального стовпчика, другий – із верхнього горизонтального і третій – з правого вертикального. В місці перетину ліній знаходиться інформація про амінокислоту, яку слід визначити. В таблиці наведено триплети і-РНК, а не ДНК.

У молекулах ДНК і РНК містяться залишки таких нітратних основ: аденіну (А), гуаніну (Г), цитозину (Ц). Крім того, до складу ДНК входить залишок тиміну (Т), а РНК – урацилу (У). Отже до складу молекул ДНК і РНК входять по чотири типи нуклеотидів, які відрізняються за типом нітратної основи. Розшифрування структури ДНК має свою передісторію. Досліджуючи склад ДНК, виявили певні закономірності кількісного вмісту залишків нітратних основ у молекулі:

- кількість аденінових залишків у будь-якій молекулі ДНК дорівнює числу тимінових ($A=T$), а гуанінових – числу цитозинових ($G=C$).
- сума аденінових і гуанінових залишків дорівнює сумі тимінових і цитозинових ($A+G=T+C$).

Встановлено, що залишок аденіну (А) завжди сполучається із залишком тиміну (Т), а гуаніну (Г) – із залишком цитозину (Ц). Чітка відповідність нуклеотидів у двох ланцюгах ДНК має назву *комплементарність*. Молекули РНК мають подібну будову до ДНК, але

складаються лише з одного ланцюга. РНК – це нуклеїнові кислоти, до складу нуклеотидів яких входять залишки нітратних основ аденіну (А), гуаніну (Г), цитозину (Ц) та урацилу (У). Як і в РНК, залишок гуаніну (Г) – із залишком цитозину (Ц), а залишок аденіну (А) – із залишком урацилу (У).

Питання для самостійної роботи

1. Історія класифікації та кодування.
2. Класифікація: типи, класифікація, визначення, цілі, принципи.
3. Коди: кодування, числові та мнемонічні коди, ієрархічні та комбінаційні коди, коди зіставлення.
4. Класифікаційні системи. Проблеми класифікації та кодування

Рекомендована література

Основні джерела

1. Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bommel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>
2. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. МКБ–10. Десятый пересмотр.: – Женева, Всемирная организация здравоохранения, 1995.-634.
3. Невідкладні стани: Навчальний посібник / За ред. Проф.. П.Г.Кондратенка.–Донецьк, Новий світ,2001.–490.

5. ВІЗУАЛІЗАЦІЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДАНИХ. ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Конкретні цілі заняття:

Інтерпретувати: методики отримання медичних зображень засоби отримання медичних зображень.

Аналізувати: зразки медичних зображень,об'єкти медичних зображень, сучасні тенденції обробки зображень.

Демонструвати: вміння обробки та візуального аналізу медичних зображень.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності». Володіти навичками роботи з програмним забезпеченням комп'ютера: вміти завантажувати графічний редактор, працювати з графічними файлами, змінювати параметри графічних об'єктів у середовищі графічного редактора.

Поняття медичного зображення.

Робота з графічною інформацією традиційно є одним з найважливіших напрямів застосування комп'ютера в медицині, який розглядається у спеціальному підрозділі медичної інформатики, що отримав назву аналіз медичних зображень.

Медичне зображення є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішні структури й функції людського тіла. Воно може бути отримане радіологічними або нерадіологічними методами.

Призначення радіологічних методів – зробити доступним для візуального сприйняття інформацію, що не сприймається безпосередньо зором. Така інформація (зображення органів або частин органів) отримується за допомогою випромінювання. Це випромінювання має, як правило, електромагнітну природу. Медичні зображення органів (medical imaging) отримані засобами радіологічної діагностики є головним джерелом інформації в галузі охорони здоров'я. Всі ці методи для отримання зображень використовують обчислювальні процедури.

Нерадіологічними методами отримують зображення, що відзняті відеокамерою (ендоскопія) або сфотографовані (мікроскопічні зображення в гістології, патології, дерматологічні зображення тощо). Ці типи зображень також можуть бути переведені в цифрову форму й згодом оброблені.

Надалі будемо розглядати переважно медичні зображення, отримані радіологічними методами. Саме тому під поняттям „медичне зображення” розумітимемо доступну зоровому сприйняттю картину просторового розподілу будь-якого виду випромінювання, трансформованого у видиму частину оптичного діапазону.

Після утворення зображення воно має бути інтерпретовано. Засіб інтерпретації та показу може бути носієм вихідного зображення, наприклад, відеофільм, з якого було сформовано зображення, або інший носій – фотографія чи монітор комп'ютера.

Медичне зображення як об'єкт медичної інформатики.

Усе різноманіття медичних зображень, незалежно від способів їхнього отримання, може бути віднесено до однієї з двох основних груп: аналогове і матричне зображення.

До аналогових зображень відносяться ті, які несуть у собі інформацію безперервного характеру. Це зображення на звичайних рентгенограмах, сцинтиграмах, термограмах. Аналогові сигнали – це безперервні сигнали, у них присутнє багато зайвої інформації.

До матричних зображень відносяться такі, які отримуються за допомогою комп'ютера. Вони мають у своїй основі матрицю, що міститься в пам'яті ПК. Матричними

зображеннями є образи, що отримані при комп'ютерній томографії, цифровій рентгенографії, МР-томографії, ЕОМ-сцинтиграфії з комп'ютерною обробкою інформації, ультразвуковому скануванні. Таким чином, матричні зображення на відміну від аналогових мають дискретний характер. Оскільки в основі матричних зображень лежить комп'ютеризована технологія, вони стають доступними для різноманітної обробки на ЕОМ.

Необхідно відзначити, що аналогові зображення можуть бути перетворені в матричні і, навпаки, матричні в аналогові. З цієї метою застосовують спеціальні пристрої: аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі.

Матричне зображення формується шляхом сканування електронним променем по рядках. Тим самим створюється можливість для сприйняття зображення в реальному часі. Для цього застосовується спеціальний дисплейний процесор, який через систему зв'язку (інтерфейс) підключений до основної ЕОМ. Пам'ять дисплейного процесора організована у вигляді матриці, кожному з елементів якої відповідає своя визначена ділянка дисплея. Подібна елементарна одиниця матричного зображення, який відповідає занумерована ділянка пам'яті, отримала назву «піксель» (від англійського pixel-picture element – елемент картини). Таким чином, уся площа екрану дисплея являє собою матрицю – сукупність пікселів. У променевої діагностиці площа дисплея може формуватися у вигляді наступних матриць: 32×32 , 64×64 , 128×128 , 256×256 , 512×512 , 1024×1024 , 1024×1280 пікселів. Чим на більше число пікселів розбивається площа дисплея, тим вище розподільна здатність системи відображення.

Кожен піксель зображення записується в пам'яті дисплейного процесора різним числом біт – від 2 до 16. Чим більшою кількістю біт інформації представлений кожен піксель зображення, тим краще зображення за своїми зоровими властивостями і тим більше інформації воно містить про досліджуваний об'єкт. Так, 6-бітний піксель (байтова система запису пікселю), що найчастіше використовується в ультразвуковій діагностиці, містить $2^6 = 64$ відтінків сірого кольору (від чорного до білого). У радіонуклідній діагностиці використовується переважно 8-бітний піксель, у ньому $2^8 = 256$ градацій, тобто рівнів сірого. Неважко підрахувати, що матричне зображення 64×64 пікселів у радіонуклідній діагностиці вимагає 4096 байт пам'яті, а зображення 128×128 пікселів – 16384 байт.

Більш досконалі системи радіонуклідної діагностики мають зображення 256×256 і навіть 512×512 пікселів. Для формування таких зображень потрібно при 8-бітному пікселі близько 64 і 256 кілобайт пам'яті комп'ютера, відповідно. Збільшення обсягу задіяної пам'яті неминуче приводить до зниження швидкості обміну інформацією, що супроводжується збільшенням часу, необхідного для побудови кожного кадру зображення. Тому деталізовані растри (256×256 і 512×512) застосовують переважно для отримання статичних зображень, тобто у діагностиці осередкових змін в органах, тоді як грубі растри (64×64 і 128×128) використовують головним чином для динамічних досліджень.

Усі медичні зображення в променевої діагностиці можуть існувати у вигляді твердих копій – рентгенограм, відбитків на папері, фотопапері; на магнітних носіях – стрічках, дисках; або у нефіксованому вигляді – на екрані дисплея або рентгенодіагностичного апарату.

Об'єкти медичного зображення можна поділяти на тверді фрагменти (кістки) та фрагменти, що можуть бути деформовані (структури м'якої тканини); або на статичні фрагменти (череп) та динамічні (серце, рухомі з'єднання).

Методи отримання медичних зображень

Для отримання одно або двовимірних медичних зображень можна використовувати:

- електромагнітне випромінювання;
- ультразвук.

Методами отримання двовимірних медичних зображень є:

- цифрова радіологія;

- комп'ютерна томографія;
- ядерний магнітний резонанс;
- 2D-ультразвук.

Методами й джерелами тривимірних зображень є:

- послідовність радіологічних зображень або томографічне зображення динамічного об'єкта;
- об'ємне томографічне зображення частини нерухомого об'єкта.

Коротко опишемо зазначені методики.

Рентгенологія (звичайна радіологія) використовує іонізуюче випромінювання від джерела рентгенівських променів. Це найпоширеніший метод у відділеннях радіології. Зображення реєструється на плівці, чутливої до рентгенівських променів, і може бути згодом із цих плівок переведено в цифрову форму. Можна отримати й безпосередньо цифрове зображення, минаючи стадію рентгенографічної плівки – в нових апаратах, які замість плівок використовують спеціальні матриці.

Цифрова ангиографія показує судини, видалюючи із зображень небажані структури (кості й внутрішні органи). Дослідження проводять у два етапи. Спочатку отримують зображення до ін'єкції контрастної речовини і переводять їх у цифрову форму. Потім вони використовуються для створення маски, що буде видалена із зображень, отриманих після ін'єкції.

Комп'ютерна томографія (КТ) також використовує рентгенівські промені, але замість одного плоского зображення КТ-зображення отримується у результаті комп'ютерної обробки декількох зображень, відзнятих у різних напрямках.

При ядерно-магнітному резонансі (ЯМР) комп'ютер відновлює зображення від отриманих радіосигналів, інтенсивність і тривалість яких залежить від біологічних характеристик тканини. Не використовуючи іонізуючу радіацію, ЯМР надає зображення, від яких залежить від обміну речовин і характеристик тканин. Ультразвукове дослідження (УЗД) використовує звукові (пружні) коливання високої частоти. Зонд випускає ультразвукові імпульси й одержує відбиті, які за допомогою п'єзоелектричних кристалів перетворюються в електричні сигнали. Сигнали, які отримані від декількох паралельних каналів, переводяться в цифрову форму й обробляються, у результаті чого утворюється зображення.

Під час сцинтиграфії в організм вводиться радіоактивна мітка, що має тропізм до певного виду тканини. Випромінювання, що випускається, фіксується за допомогою чутливої до радіації камери. Відновлене зображення використовується для оцінювання функції органу.

Усі радіологічні методики отримання зображення можуть бути подані у вигляді наступної схеми (рисунок 5.1).

Перший блок у цій схемі – джерело випромінювання. Джерело випромінювання може знаходитися поза пацієнтом (наприклад, при рентгенологічному й ультразвуковому дослідженні) або може бути введеним в організм (наприклад, при радіонуклідних дослідженнях).

Наступний блок – детектор випромінювання. Він опосередковано взаємодіє безпосередньо з об'єктом (пацієнтом). Його призначення – ловити електромагнітне випромінювання або пружні коливання і перетворити їх у діагностичну інформацію. У залежності від виду випромінювання детектором можуть бути флюоресцентний екран, фото- або рентгенівська плівка, й ін.

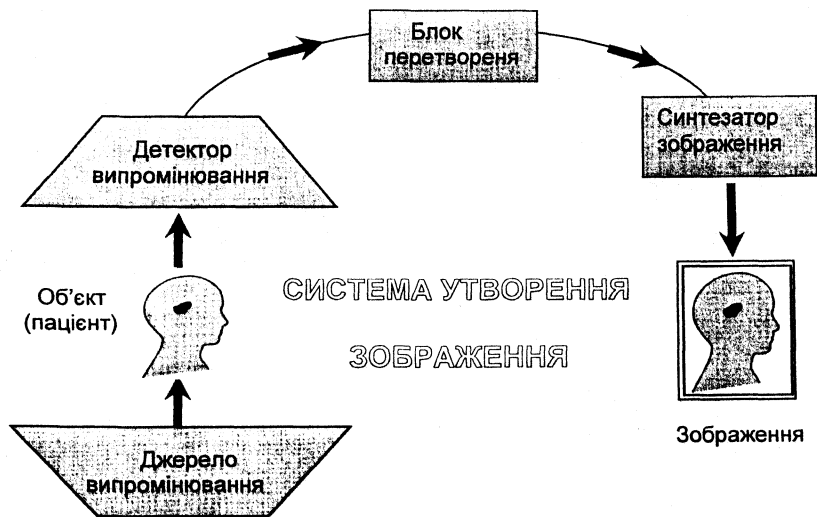


Рис. 5.1. Система утворення зображення.

У деяких системах інформаційні сигнали з детектора надходять у блок перетворення і передачі сигналу. Призначення цього блоку - підвищити інформаційну ємність сигналу, забрати перешкоди («шум»), перетворити його в зручний для подальшої передачі вид.

Потім перетворені сигнали передаються в синтезатор зображення. Його призначення, як випливає вже із самої назви, - створити зображення досліджуваного об'єкта - органу, частини тіла, всієї людини. Зрозуміло, при використанні різних методик зображення буде різним. Рентгенограми розкривають перед нами переважно макроморфологію органів і систем. Радіонуклідні сантиграми відображають у першу чергу функціональну анатомію людини. Ультразвукове дослідження дозволяє судити про будову і функцію органів шляхом аналізу їхньої акустичної структури. Термографія – метод оцінки теплового поля людини.

Променеві дослідження планує і виконує лікар-діагност. Це лікар, що отримав спеціальну підготовку в деякій області променевої діагностики або оволодів всіма її розділами. Його діяльність складається з прийому візуальної інформації, її обробки, інтерпретації результатів та ухвалення діагностичного рішення

Обробка медичних зображень.

У наш час на зміну аналоговим приходять цифрові медичні зображення. Переведення в цифрову форму (із самого початку їхнього отримання або згодом) полегшує обробку зображень, зберігання й передачу медичних візуальних даних. Ці можливості значно розширилися з появою АРМ із великим об'ємом пам'яті для зберігання даних і достатньою обчислювальною потужністю.

Інформаційні технології можуть допомогти на всіх етапах отримання й обробки медичних зображень. Комп'ютери безпосередньо приймають участь у створенні деяких типів зображень, які не можуть бути отримані іншим способом: комп'ютерна томографія, позитронна емісійна томографія (ПЕТ), ядерний магнітний резонанс.

Цифрова обробка зображення може використовуватися з метою:

- поліпшення якості зображення, компенсації дефектів системи, що реєструє, і

зменшення шуму;

- розрахунку клінічно важливих кількісних параметрів (відстані, площі, об'єму, тощо);
- полегшення інтерпретації (розпізнавання структури, обчислення дози для променевої терапії);
- встановлення зворотного зв'язку (автоматизовані хірургічні втручання).

Стиснення зображень зменшує об'єм пам'яті для зберігання даних і час для їх передачі.

Зберігання переведених у цифрову форму зображень на твердих магнітних дисках або CD спрощують організацію архівів і доступ до них.

Передача переведених у цифрову форму зображень між лікувальними установами дозволяє декільком експертам швидко консультуватися для прийняття діагностичних або терапевтичних рішень і поліпшує контроль за лікуванням пацієнта (телерадіологія, телепатологія).

Основні принципи обробки зображень.

Обробка й аналіз зображень – це покрокова процедура, що залежить від результатів попереднього етапу, а також знань і досвіду оператора.

Фаза попередньої обробки поліпшує якість зображення, а фаза сегментації виділяє елементи, його складові, що в остаточному підсумку поліпшує якість і точність діагностики.

Попередня обробка.

Фаза попередньої обробки усуває відхилення, пов'язані із системою генерації зображення, і зменшує шуми. Методи, що використовуються, обробляють за допомогою спеціальних програм цифрові дані й у такий спосіб поліпшують видимість деяких анатомічних структур.

Зміна контрастності зображення.

Розрахунок гістограми зображення створює подання кількості пікселів для кожного рівня сірого в зображенні.

Аналіз гістограми робить очевидним розподіл сірих рівнів у зображенні й допомагає судити про якість оцифровки. Якщо гістограма має нелінійний розподіл, то багато деталей будуть загублені. Операції по вирівнюванню гістограми поліпшують контрастність й, відповідно, відображення деталей.

Сегментація.

Ця фаза обробки зображення ізолює окремі елементи зображення (органи, клітини й т.д.). Метод заснований на ідентифікації однакових пікселів з допустимим рівнем похибки. Порівнянням двох різних за часом сегментованих зображень виявляють динаміку.

Розрахунок параметрів.

Розрахунок лінійних й об'ємних параметрів анатомічних утворень.

Інтерпретація зображень.

Автоматична комп'ютерна інтерпретація поки ще залишається проблемою. Для її якісного виконання потрібна база знань з порівняльної та патологічної анатомії. Отримані структури й параметри повинні бути порівняні з відомими структурами й класифіковані. Повинні використовуватися й інші методи отримання клінічних і біологічних даних для автоматичної діагностики, що ще недосяжно в наш час.

Проблеми обробки та аналізу зображень.

Зображення з точки зору пам'яті комп'ютера можна трактувати просто як масив чисел, на зразок неструктурованого медичного запису (скажімо, про пацієнта). Медичні зображення вирізняються тим, що вони несуть великий вміст інформації, даних (як і будь-яке три вимірне зображення).

При цьому без виділення певних типів структур (якими для медичних зображень є, наприклад, різні органи, ділянки органів) дані можуть бути відображені, але подальша їх обробка неможлива. Оцінюючи зображення, можна виділити ще більше абстрактної інформації, що є корисною для діагностики та терапії. Оцінювання зображення може здійснюватися як завдяки візуалізації, так і за допомогою кількісних аналітичних методів.

Аналіз медичних зображень розв'язує дві головні проблеми:

- реєстрація зображень;
- візуалізація зображень.

Проблема реєстрації зображень. Однією з найскладніших задач, яка ще чекає остаточного розв'язання в аналізі медичних зображень, є реєстрація зображень, які є, як правило, три вимірними. Реєстрація медичного зображення є винятково важливою для подальшого його аналізу. Прийняте наступне означення реєстрації для видозмін A і B того ж об'єму.

Реєстрація для двох видозмін A і B – це оцінка відображення між системами координат Ref_A та Ref_B , пов'язаних з кожною видозміною:

$$\vec{x}_B = T(\vec{x}_A), \text{ де } \vec{x}_A = (x_A, y_A, z_A), \quad \vec{x}_B = (x_B, y_B, z_B) - \text{ точки в системах координат } Ref_A$$

та Ref_B відповідно, які відповідають тій же анатомічній точці.

Реєстрація поверхні може бути розділена на три етапи, як показано на рисунку 5.2: вибір перетворення, представлення поверхні та критерій подібності, узгодження та глобальна оптимізація.

Перший етап використовує припущення, зроблені стосовно природи взаємозв'язків між двома видозмінами. *Другий* етап визначає, який тип інформації ми отримуємо з тривимірних поверхонь, які характеризують їх локальну та глобальну поверхні і, як ми організуємо цю інформацію для представлення поверхні, що призведе до покращення ефективності на останньому етапі. *Останній* етап дає відповідь на запитання, як ми досліджуємо цю інформацію, щоб оцінити перетворення, яке максимізує міру подібності глобальної поверхні цих двох поверхонь.

Проблема візуалізації зображень.

Сьогодні використовуються дво- та тривимірні проекції зображень.

При рентгенологічному чи флюорографічному дослідженні промені проходять через внутрішні структури тіла. Тобто, на вході ми маємо три вимірний об'єкт а на виході отримуємо лише єдине двовимірне зображення. Таке зображення несе багато корисної інформації, але отримати її складно. Багато структур залишаються незрозумілими (наприклад, ребра, що затемнюють легені), а істинні тривимірні структури не проявляються.

Двовимірні томографічні зображення.

При ультразвуковому дослідженні або комп'ютерній томографії робиться об'ємний переріз. Тобто на вході системи ми маємо двовимірний об'ємний переріз, а на виході маємо також двовимірне зображення. Хоча помітно усі структури, все ж можна втратити цікаві частини об'єму в цілому. І знову ж тривимірна структура об'єкту – невідома.

Тривимірне об'ємне зображення.

Використовуючи УЗД або КТ та ряд томографічних перерізів ми маємо змогу отримати об'ємне зображення. Отже, на вході такої системи маємо тривимірне зображення, на виході – тривимірний об'єм. При цьому об'єм розглядається повністю, а отже, ніщо не

втрачається і не заважає. Однак тут маємо справу із набагато більною кількістю даних. Можна навіть "сфотографувати" послідовність об'ємів в часі.

Порівняння двовимірної та тривимірної візуалізації. Проекція томографічної візуалізації проста – двовимірне зображення відображається на двовимірний дисплей. Об'ємна візуалізація складніша: тривимірний об'єм повинен бути якимсь чином відображений на двовимірному пристрої (монітор комп'ютера).

Способи двовимірної візуалізації.

Режим фільму передбачає перегляд осьових площин, як це робиться в анімації. Режим багато-площинного переформатування передбачає перегляд осьових та довільних похилих площин.

Способи дійсної тривимірної візуалізації.

При виборі способу тривимірної візуалізації повинні враховуватися такі обставини. Наші очі та мозок добре адаптовані до інтерпретації тривимірних, а не двовимірних картин. Методи візуалізації повинні візуалізувати елементи усього об'єму. Інтуїтивна візуалізація повинна відображати інформацію в природній формі. Зараз використовуються такі способи тривимірної візуалізації.

Проекція максимальної інтенсивності знаходить значення максимальної інтенсивності вздовж променя, що проходить через об'єм. Перевагою такого методу є те, що тривимірна структура може бути легко візуалізована при поворотах точки зору. Недоліками є:

- багато інформації втрачається (наприклад, коли всі значення – максимальні);
- деталі відносно рівних поверхонь втрачаються.

Відображення затіненої поверхні передбачає визначення затіненої поверхні на основі об'ємних даних з наступним її відображенням. Перевагою є те, що він дає реальний три вимірний вигляд з хорошою візуалізацією морфології поверхні. Недоліками є:

- багато даних втрачається (наприклад, все поза поверхнею);
- метод вимагає визначення поверхні (це є складним завданням сегментації).

Об'ємна інтерпретація (volume rendering). Таблиця непрозорості робить деякі інтенсивності прозорими (наприклад, повітря), деякі — непрозорими (наприклад, тканина). Перевагами є реальний три вимірний вигляд без потреби сегментації та надзвичайна якість зображення. Недоліком може бути сповільненість. Адже більшість спеціалізованого графічного апаратного забезпечення сконструйовано і оптимізовано для відображення поверхонь, а не об'ємного виконання.

Застосування тривимірної візуалізації.

Віртуальна колоноскопія. При цьому дані тривимірних зображень отримуються спіральним КТ; віртуальна камера "переміщується" вздовж кишечника; віртуальні ендоскопічні зображення візуалізуються. Перевагами над справжньою колоноскопією є:

- усунення ризику перфорації, комфортність для пацієнта;
- навігація, обмежене поле зору.

Віртуальна колоноскопія включає автоматичну навігацію, віртуальний розтин та картографічну проекцію. Автоматична навігація розроблена з метою "переміщення" віртуальної камери, уникаючи зіткнень із стінками і стабілізуючи камеру. Віртуальний розтин (autopsy) спочатку математично випрямляє і розкручує кишечник, а потім візуалізує об'єм. Тобто, можна візуалізувати об'єм, як єдине статичне зображення. Картографічна проекція — це циліндрична проекція з рівними відстанями.

Структурна квантифікація. Для прийняття вірних діагностичних та терапевтичних рішень важливими є багато характеристик поверхонь (як функцій від розмірів). Сюди належать: площа поперечного перерізу, середній діаметр, довжина, кривизна. Структурна

квантифікація застосовується в оцінці судинної, респіраторної та інших функцій.

Сучасні тенденції обробки зображень

Сучасні тенденції в обробці медичних зображень включають двовимірну й тривимірну обробку за допомогою комп'ютера.

Іншим напрямом дій є створення баз даних медичних зображень. Однією з таких баз є "visible human project" (www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html). Мета цього проекту – забезпечити набори даних для використання при вивченні анатомії, проведенні досліджень, для використання в освітніх та діагностичних проектах.

Конструкція цифрових анатомічних атласів й інших наборів візуальних довідкових даних вимагає удосконалення променевих методик дослідження.

Обробка двовимірних та тривимірних медичних зображень.

Обробка двовимірних медичних зображень

Розглянемо найбільш типові приклади використання обчислювальних систем: комп'ютерну томографію, ультразвукову діагностику і комп'ютерну фіброскопію.

Томографічний метод знаходить усе більш широке застосування в медичній практиці в зв'язку з тим, що в останні десятиліття з'являються все нові й нові методи реєстрації стану внутрішніх тканин організму. Напевно, методи ядерного магнітного резонансу (ЯМР-томографія), електричного парамагнітного резонансу (ЕПР-спектроскопія) поступово будуть усе більше витискати метод томографії, заснований на реєстрації ступеня поглинання тканин рентгенівськими променями.

Однак, галузі медицини, пов'язані з остеологічними проблемами, ще довго будуть використовувати рентгенівське випромінювання як один з основних діагностичних підходів.

Принцип томографії (рис. 5.2) заснований на пошаровій реєстрації великої кількості променів, що послані випромінювачем (1) через досліджуваний орган (3) у бік реєстратора випромінювання (2).

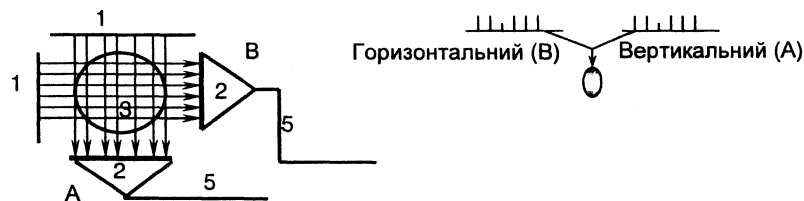


Рис. 5.2. Комп'ютерна томографія

На рисунку умовно розділено дві пари випромінювач-реєстратор, розташовані в горизонтальній (А) і вертикальній (В) площинах.

При проходженні через тканину досліджуваного органу, промені нерівномірно поглинаються в усіх його ділянках.

Припустимо, що всередині органу (3) є патологічний осередок (4). Тоді профілі поглинання променів, які пройшли через орган, будуть мати вигляд, поданий на схемі праворуч.

Низька інтенсивність відповідає розташуванню патологічного осередку. Наявність двох профілів дозволяє точно зазначити розташування осередку в структурі органу.

Етап опрацювання і графічного синтезу здійснюється за допомогою обчислювальних

систем, бо в цьому випадку опрацьовуються величезні масиви цифрової інформації.

Принцип роботи установок для ультразвукової діагностики (рис. 5.3) багато в чому аналогічний до описаного вище. З тією різницею, що йдеться, по-перше, про механічні коливання ультразвукового діапазону, а по-друге, цей сигнал не проходить крізь орган, а відбивається від нього.

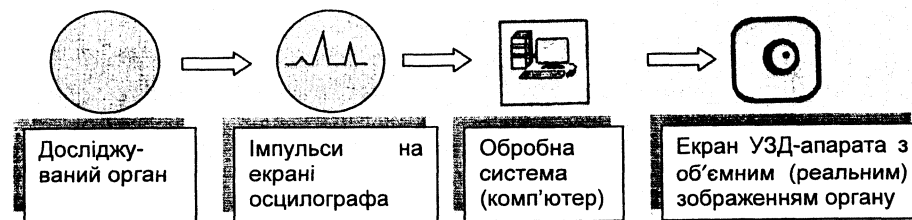


Рис. 5.3. Ультразвукова діагностика

Обробка тривимірних медичних зображень

Метод фіброскопічного дослідження застосовується для аналізу стану порожнистих органів (в основному, частин системи травлення). Найбільшого поширення комп'ютерна фіброскопія набула в Японії – країні, ендемічної за раком шлунка, що пов'язано із способом життя і типом харчування японців.

Обчислювальна система фіброскопії (рис. 5.4) складається з типового фіброскопа (джгута оптичних волокон), крізь який можна розглянути, сфотографувати або зняти відео з стану слизової оболонки шлунка.

У класичному підході зображення якогось дефекту, наприклад, зображення виразки слизової трансформуються в словесний висновок, що, природно, може мати суб'єктивний характер, тобто залежить від кваліфікації лікаря, його фізичного стану та ін.

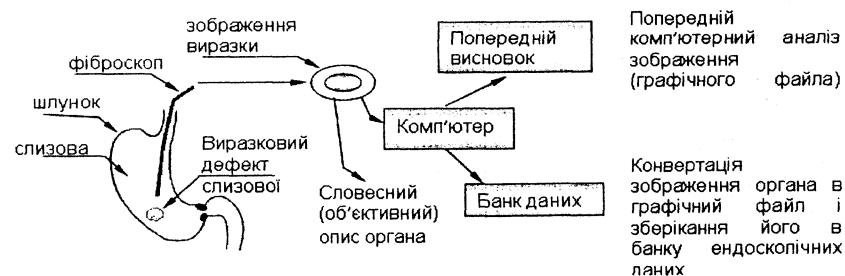


Рис. 5.4. Комп'ютерна фіброскопія

Застосування комп'ютера для опрацювання графіки принципово не може цілком вирішити проблему ультразвукової діагностики, тобто постановки остаточного діагнозу.

Проте комп'ютер незамінний при обстеженні великих контингентів хворих, зокрема, при проведенні профілактичних оглядів.

Комп'ютерна діагностична система дозволяє зробити попередній висновок, тобто відібрати з загальної великої кількості обстежених пацієнтів тих, для яких далі необхідне більш ретельне обстеження висококваліфікованим лікарем-діагностом.

Такий підхід дає істотну економію часу і звільняє від рутинної роботи спеціалістів високої кваліфікації.

Практична частина

I. Перегляд та візуальний аналіз медичних зображень.

Завдання 1. Переглянути та проаналізувати медичні зображення з папки Медичні зображення (Мои документи/ Мои рисунки/Медичні зображення).

Порядок виконання завдання.

Завантажити програму для перегляду медичних зображень **DICOM Viewer**.

Переглянути файли папки *Медичні зображення*.

Проаналізувати наявні медичні зображення. Результати візуального аналізу оформити у вигляді таблиці.

| № п/п | Методика отримання зображення | Вид про-екції | Досліджува-ний орган | Об'єкти медичного зображення | | Візуальні ознаки паталогії |
|-------|-------------------------------|---------------|----------------------|------------------------------|-----------|----------------------------|
| | | | | статичні | динамічні | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

Для візуального аналізу студент обирає самостійно 5 зображень. Результати роботи подати текстовим файлом „Візуальний аналіз”.

II. Обробка медичних зображень.

Завдання 2. Інтерпретація медичного зображення.

Порядок виконання завдання.

Відкрити файл **Рентген легких1.dcm**.

Використовуючи схему рентгенограми органів грудної клітки, подану на рис. 1, визначити та підписати анатомічні структури медичного зображення.

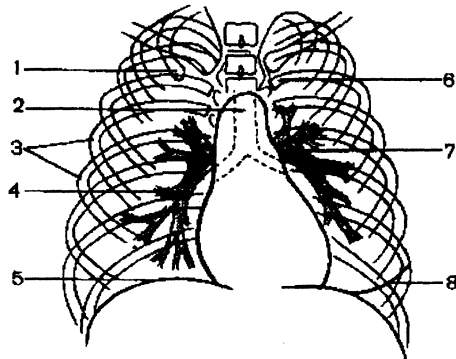



Рис. 5. Схема рентгенограми органів грудної клітки

1 – передний кінець ребра; 2 – трахея і головні бронхи; 3 – тіло ребра;
4 – правая нижнедолевая артерия; 5 – діафрагма; 6 – задний кінець ребра;
7 – корень левого легкого; 8 – контур левой грудной железы.

Результати роботи зберегти у папці *Мои документи* під іменем *Завдання 1* з розширенням *dcm*.

Для підпису анатомічних структур скористатися піктограмою  Annot

Завдання 3. Зміна розмірів медичного зображення. Перетворення зображення.

Порядок виконання завдання

Відкрити файл **Рентген легких2.dcm**.

Зменшити (збільшити) розмір медичного зображення, використовуючи лупу та меню View/Image Zoom/Pan.

Змінити контрастність медичного зображення, використовуючи меню View/Window/Level.

Виконати поворот медичного зображення

Результати роботи зберегти у папці *Мои документи* під іменем *Завдання 2* з розширенням *jpg*.

Завдання 4. Розрахунок параметрів.

Порядок виконання завдання

Відкрити файл **Комп томограмма грудей.dcm**.

Визначити:

- відстань від *непарной вены* до *пищевода* в мм;
- відстань від *верхней полой вены* до *непарной вены* в пікселях;
- відстань від *трахеи* до *пищевода* в см;
- кут між *трахеей, непарной веной* і *пищеводом*;
- кут між *трахеей, верхней полой веной* і *непарной веной*;
- площу перерізу *непарной вены* в мм²;
- площу перерізу *верхней полой вены* в см².

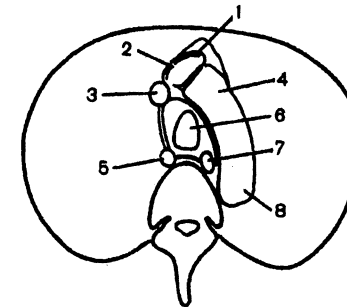


Рис. 6. Схема комп'ютерної томограми грудей.

1 – медиастинальный жир; 2 – восходящая аорта; 3 – верхняя полая вена;
4 – дуга аорты; 5 – непарная вена; 6 – трахея; 7 – пищевод; 8 – нисходящая аорта.

Результати роботи подати текстовим файлом „Візуальний аналіз”.

Завдання 5. Відкрити файл **Задание5.dcm**. Створити файл, який містив би лише зображення товстої кишки. Результати роботи зберегти у папці *Мои документи* під іменем *Завдання 5* з розширенням *dcm*.

Питання для самостійної роботи

1. Поняття медичного зображення.
2. Засоби отримання медичних зображень.

3. Обробка медичних зображень.
4. Дво- та тривимірні зображення.

Рекомендована література

Основні джерела

Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004.- с.411-414.

Додаткові джерела.

1. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии).: – М. „Медицина”, 1993. – с. 30-49.
2. Марценюк В.П., Семенець А.В. Медична інформатика. Інструментальні та експертні системи.: - Тернопіль Укрмедкнига, 2004. – с.106-118.
3. Чирський М.В., Горлов О.О. Медична інформатика. Навчальний посібник для студентів медичних ВНЗ (видання друге перероблене і доповнене).: – Сімферополь, 2001.- с.146-152

Web – сайти

www. xnview. com (XnView–аналог ACDSee)
 www. phtodex. com (сайт корпорації Photodex, виробника програм для перегляду медичних зображень)
 www. ifganview. Com (безкоштовна програма для перегляду медичних зображень)
 www. encomate. com. tw/ dicom/ (Стандарт ACR-NEMA «Цифровые Изображения и Связь в Медицине»)

6. МЕТОДИ БІОСТАТИСТИКИ

Конкретні цілі заняття:

Інтерпретувати типи даних і шкали вимірювання, етапи статистичного аналізу даних, види розподілів, етапи перевірки гіпотез.

Застосовувати критерії перевірки гіпотез, основи теорії кореляційного та регресійного аналізу.

Демонструвати навички використання статистичних методів обробки медико-біологічних даних.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності». Володіти навичками роботи з програмним забезпеченням комп'ютера: вміти завантажувати табличний процесор, вводити дані та формули до таблиць, виконувати елементарні операції над табличними даними.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Опис даних: якісні, порядкові та кількісні дані.

Шкали вимірювання

Обробити статистичними методами можна лише те, що піддається вимірюванню. У зв'язку з цим необхідно розглянути існуючі шкали вимірювання. Вимірювання – присвоєння чисел предметам або подіям, що базується на деякій системі правил. Необхідно, щоб для величин, які представляють собою результати вимірювання, виконувалися наступні умови:

Тотожності:

Або $A=B$ або $A \neq B$

Якщо $A=B$, то $B=A$

Транзитивності:

Якщо $A=B$ і $B=C$, то $A=C$

Рангового порядку:

Якщо $A>B$, то $B<A$

Якщо $A>B$ і $B>C$, то $A>C$

Адитивності:

Якщо $A=B$ і $C>0$, то $A+C>B$

$A+B=B+A$

Якщо $A=B$ і $C=D$, то $A+C=B+D$

$(A+B)+C=A+(B+C)$

В залежності від можливих виконань цих умов, а також операцій над вимірними значеннями («дорівнює», «не дорівнює», «більше», «менше», «додавання», «віднімання», «множення» і «ділення») існують наступні шкали вимірювання:

- шкала класифікації (номінальна);
- шкала порядку;
- шкала інтервалів;
- шкала відношень.

Ці чотири шкали вимірювання належать до трьох типів даних: якісних, порядкових і кількісних.

Якісні дані. Шкала класифікації (номінальна)

Ніякі операції порівняння якісних даних, крім «дорівнює» і «не дорівнює», не

можливі. Якісні дані описуються номінальними категоріями (наприклад, стать, колір волосся, група крові тощо). **Номінальні змінні** – спостереження, класифіковані в одну із цілого ряду взаємовиключаючих категорій. Наприклад, людина може мати лише одну із чотирьох груп крові (I, II, III, IV).

Порядкові дані. Шкала порядку.

Можливе порівняння об'єктів за величиною – «більше» або «менше». Інші операції неможливі. Порядкові дані представляють коливання (наприклад, стадії хвороби, соціальний статус, розвиток дитини тощо). Відповідні спостереження можуть бути представлені впорядкованими категоріями такими, як «добре», «середнє» та «погано».

Порядкові дані є суб'єктивними у вимірюванні. Це зумовлено розміщенням даних про індивідуума в одній із категорій. Наприклад, хвороба людини може бути описана категоріями як легка, середня або тяжка форма хвороби. Існує певні труднощі у визначенні попадання ознаки, що вивчається, в ту чи іншу категорію. Наприклад, порівнюючи стан хворого, ми можемо визначити тяжкий стан і віддиференціювати його від середнього, в той час коли різниця між легким і середнім станом менш очевидна. Знайти середнє значення порядкових даних неможливо, наприклад, знайти середній рівень хвороби.

Кількісні дані. Шкала інтервалів і шкала відношень

В шкалі інтервалів можливе не тільки порівняння за величиною, але й визначення «на скільки більше» (тобто можливі операції «додавання» і «віднімання»). Що ж стосується шкали відношень, то тут можливе з'ясування питання «у скільки разів» (тобто виконуються всі операції: «порівняння», «додавання», «віднімання», «множення» і «ділення»)

Кількісними даними представляють результати обчислення або вимірювання

- дискретні дані (категоричні дані) представляють результати обчислень дослідження (наприклад, кількість кліток крові, кількість хворих тощо);
- неперервні дані представляють результати вимірів дослідження (наприклад, дані біопотенціалів мозку, електрокардіограми, спостереження за концентрацією глюкози сироватки тощо).

В процесі розвитку науки і засобів вимірювання можливий перехід від однієї шкали вимірювання до іншої, більш вдосконаленої. Адаже перші термометри, наприклад, вимірювали температуру в шкалі порядку («помірно», «тепло», «гаряче» і т.д.).

Іноді також говорять про дискретні та неперервні шкали вимірювання. В загальному випадку до дискретних відносяться шкала класифікації та шкала порядку. В цих шкалах немає проміжних значень, їх часто називають не кількісними.

Шкала вимірювання, звичайно, накладає обмеження на статистичні характеристики, котрі можуть бути обчислені для випадкових змінних, виміряних в конкретній шкалі, і на методи обробки, котрі коректно можна застосовувати до них.

Таблиця б.1. Можливі операції в різних шкалах вимірювання

| Назва шкали | Вид шкали | Можливі операції |
|--------------|------------|------------------|
| Класифікації | Дискретна | = ≠ |
| Порядку | Дискретна | = ≠ > < |
| Інтервальна | Неперервна | = ≠ > < + - |
| Відношення | Неперервна | = ≠ > < + - / × |

В залежності від виду шкал вимірювання змінних для дослідження зв'язків між ними використовують різні статистичні методи: регресійний і кореляційний аналіз, аналіз часових рядів, дисперсійний і коваріаційний аналіз, аналіз рангових кореляцій і таблиць спряженості, дискримінантний і кластерний аналіз тощо.

Статистичний аналіз даних.

Закони розподілу випадкових величин

Випадковою називається величина, котра в результаті експерименту, який може бути повторений при незмінних умовах велику кількість разів, може прийняти значення x_1, x_2, \dots, x_n . Дискретною випадковою називається величина, котра може приймати скінчену кількість значень (наприклад, кількість дітей, що народилися за добу в м.Києві). Неперервною випадковою називається величина, котра може приймати будь-які числові значення в даному інтервалі значень (наприклад, маса тіла і вага новонароджених).

Закон розподілу випадкових величин – функціональна залежність між значеннями випадкових величин та ймовірностями з якими вони приймають ці значення. Закон розподілу може бути заданий у вигляді таблиці, формули або графіка.

Функція розподілу – це функція $F(x)$, котра задає ймовірність того, що випадкова величина X приймає у випробуванні прийме значення менше x :

$$F(x) = P(X < x).$$

Її називають інтегральною функцією.

Функція розподілу неперервної випадкової величини $F(x)$ є неспадною неперервною функцією. Для дискретних випадкових величин функція розподілу є розривною ступеневою функцією.

Щільність розподілу для неперервної випадкової величини – це похідна від функції розподілу:

$$f(x) = F'(x)$$

Параметри розподілу: математичне сподівання, дисперсія.

Математичне сподівання для неперервної випадкової величини:

$$MX = \int_{-\infty}^{+\infty} xf(x)dx.$$

Математичне сподівання для дискретної випадкової величини:

$$MX = \sum_{i=1}^n x_i p(x_i).$$

Дисперсія для неперервної випадкової величини:

$$DX = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - MX)^2 f(x)dx.$$

Дисперсія для дискретної випадкової величини:

$$DX = \sum_{i=1}^n (x_i - MX)^2 p(x_i).$$

Розглянемо закони розподілу, котрі найчастіше застосовуються при аналізі медико-біологічних даних.

Закони розподілу дискретних випадкових величин

Біноміальний розподіл (розподіл Бернуллі)

Дискретна випадкова величина x , яка може приймати тільки цілі невід'ємні значення з ймовірностями

$P_n(X = m) = C_n^m p^m q^n$, $t=0,1,\dots,n$, де p – ймовірність появи події в кожному випробуванні, m – кількість сприятливих подій, n – загальна кількість випробувань, $q=1-p$,

$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$, називається розподіленою за біноміальним законом з

математичним сподіванням mp , та дисперсією – mpq .

Закон Бернуллі використовується тоді, коли необхідно знайти ймовірність появи

випадкової події, яка реалізується рівно m раз у серії з n випробувань.

Біноміальному закону розподілу підпорядковуються випадкові події такі, як число викликів швидкої допомоги за певний проміжок часу, черги до лікаря в поліклініці, епідемії тощо.

Приклад 1

Нехай X – число рецесивів серед n нащадків отриманих при схрещуванні двох гібридів $gG \times gG$. За теорією Менделя ймовірність того, що нащадок двох гібридів буде рецесивом дорівнює 0,25, в рамках теорії Менделя X є біноміальною випадковою змінною з ймовірністю:

$$P_n(X = m) = C_n^m (0,75)^{n-m} \times 0,25^m,$$

Тобто підставляючи певні значення m отримаємо ймовірність рецесивів серед n нащадків.

Розподіл Пуассона

Дискретна випадкова величина X , яка може приймати тільки цілі невід’ємні значення з ймовірностями

$$P_n(X = m) = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}, m = 0, 1, \dots, \lambda > 0,$$
 називається розподіленою за законом

Пуассона з математичним сподіванням λ і дисперсією λ , де $\lambda = np$.

Розглядаються малоймовірні події, які відбуваються у довгій серії незалежних випробувань декілька разів.

Розподіл Пуассона, як граничний біноміальний використовується при вирішенні задач надійності медичного обладнання та апаратури, розповсюдження епідемії, викликів до хворого дільничних лікарів та в інших задачах масового обслуговування.

Приклад 2

Вакцина формує імунітет від деякого захворювання з ймовірністю 0,999. Провакциновано 4000 мешканців міста. Яка ймовірність того, що двоє з них не набули імунітету.

$$- \lambda = np = 4000 \times 0,001 = 4$$

$$- P(x = 2) = \frac{4^2}{2!} e^{-4} = 0,147.$$

Закони розподілу неперервних випадкових величин

Нормальний закон розподілу (Гаусса)

В біології та медицині найчастіше розглядають випадкові величини, які мають нормальний закон розподілу, наприклад, частота дихання, частота серцевих скорочень, динаміка росту популяції тощо.

Для нормального закону розподілу щільність розподілу задається рівнянням:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}},$$

де m – математичне сподівання, а σ – середнє квадратичне відхилення (σ^2 – дисперсія).

Стандартним нормальним розподілом називають розподіл з нульовим математичним сподіванням і одиничною дисперсією, щільність розподілу якого має наступний вигляд:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}.$$

Щільність ймовірності стандартного нормального розподілу має вигляд,

представлений на рис. 6.1, функція його розподілу представлена на рис. 6.2.

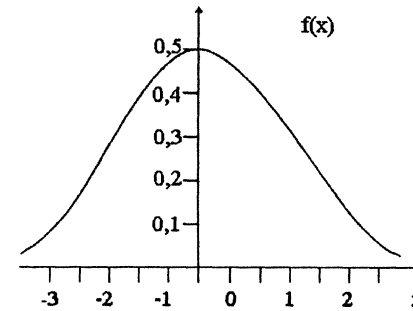


Рис. 6.1. Щільність ймовірності стандартної нормальної випадкової величини

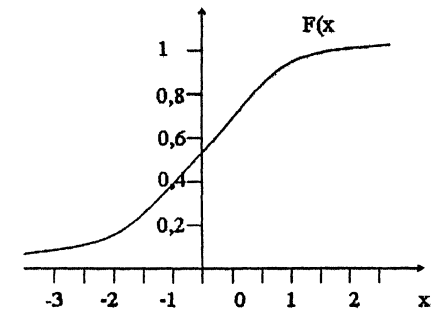


Рис. 6.2. Функція розподілу стандартної нормальної випадкової величини

Дисперсія σ^2 характеризує квадрат розсіювання випадкової величини. Для того щоб отримати характеристику розсіювання, яка має таку ж саму розмірність що й випадкова величини використовують стандартне відхилення $\sigma = \sqrt{DX}$

Зміна математичного сподівання не змінює форму кривої, а лише переміщує її по осі X . При зміні дисперсії форма кривої змінюється рис. 6.3.

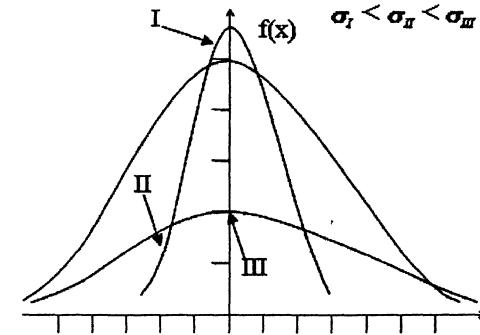


Рис. 6.3 Зміна форми щільності ймовірності в залежності від дисперсії

З рисунка видно, що чим більше значення дисперсії, тобто чим більший ступінь розсіювання випадкових величин, тим більш пологою і розтягнутою стає крива і навпаки.

Площа під графіком функції щільності (рис. 6.4.) дорівнює 1 – це ймовірність достовірної події.

Основна кількість отриманих результатів групується навколо найбільш ймовірного значення. В практичних застосування важливим є правило “трьох сігм”:

$$P\{|X - m| \geq 3\sigma\} = 0,0027$$

Тобто ймовірність того, що нормально розподілена випадкова величина відрізняється від свого математичного сподівання більше ніж на три сігма приблизно дорівнює 0,0027, така подія є практично неможливою.

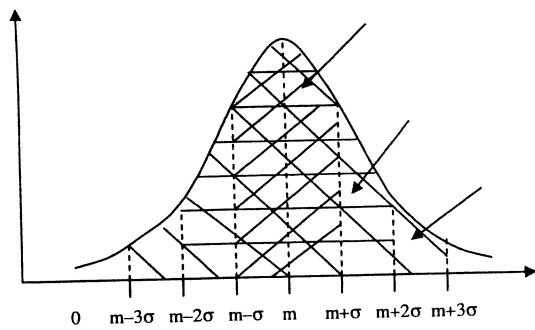


Рис. 6.4 Графік щільності нормально розподіленої випадкової величини з математичним очікуванням m та дисперсією σ^2

Розподіл χ^2

Нехай незалежні випадкові величини x_1, x_2, \dots, x_n розподілені за нормальним законом з $m=0$ та $\sigma^2=1$.

Закон розподілу випадкової величини $\chi^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2$, називається "хі-квадрат" розподілом з n ступенями вільності (кількість незалежних координат).
Із збільшенням ступенів вільності розподіл χ^2 наближається до нормального.

Розподіл Ст'юдента (Госсета)

Нехай x, y незалежні випадкові величини, причому x розподілено за нормальним законом з параметрами $(0;1)$, y – за законом χ^2 з n ступенями вільності. Тоді, розподіл випадкової величини $t = \frac{x}{\sqrt{y}}$ називається законом Ст'юдента з n ступенями вільності або t -розподілом.

При збільшенні числа ступенів вільності розподіл Ст'юдента наближається до нормального.

Значення коефіцієнтів Ст'юдента для відповідної довірчої ймовірності та кількості ступеней вільності затабульовані.

В математичній статистиці при визначенні оцінок ймовірностей попадання випадкової величини в довірчий інтервал – інтервал, який із заданою ймовірністю p покриває параметр випадкової нормально розподіленої величини, використовують t -розподіл Ст'юдента:

$$P\left(\left|\frac{\bar{x} - m}{\sigma/\sqrt{n}}\right| < t_\alpha\right) = \alpha$$

Математичне сподівання розподілу Ст'юдента дорівнює 0, а дисперсія – $\frac{n}{n-2}$.

Щільність ймовірності і функція розподілу Ст'юдента представлені на рис. 6.5. і 6.6.

відповідно.

Число ступенів вільності – це кількість незалежних координат.

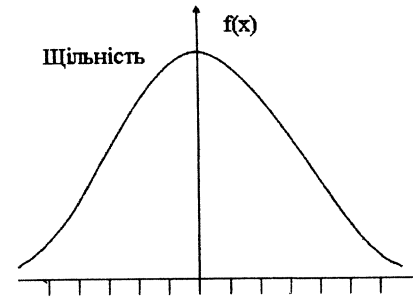


Рис. 6.5 Щільність ймовірності розподілу Ст'юдента

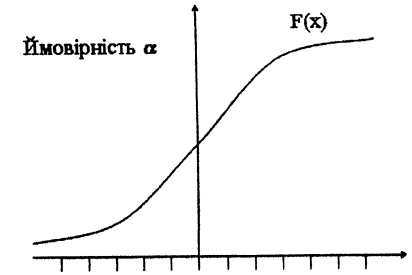


Рис. 6.6 Функція розподілу випадкової величини Ст'юдента із ступенем вільності 1

Емпіричні закони розподілу випадкових величин

В більшості випадків при розв'язанні реальних задач закони розподілу невідомі, тому їх необхідно оцінювати по вибірці.

Набір значень (x_1, x_2, \dots, x_n) випадкової величини X , котрі отримані в результаті n дослідів, називається вибіркою об'єму n . За частотою ознак, котрі попали у вибірку ми можемо оцінити долю ознаки в усій партії, тобто в генеральній сукупності. Вибірка називається репрезентативною, якщо вона представляє всі частини генеральної сукупності.

Зазвичай на практиці ми отримуємо емпіричний розподіл випадкової величини. Результати вимірювання можна представити у вигляді діаграми, яка показує, як часто були отримані ті чи інші значення. Такий емпіричний графік розподілу називається гістограмою (рис. 6.7).

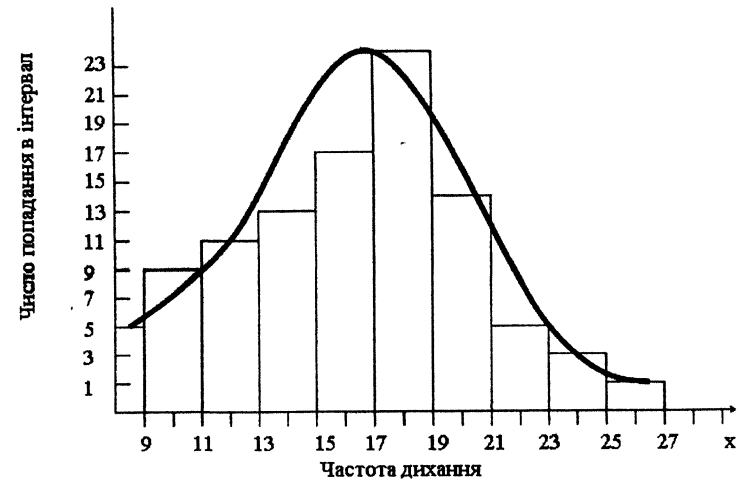


Рис. 6.7 Частота дихання

Для побудови гістограми весь діапазон отриманих значень розбивають на малі інтервали і підраховують ймовірність попадання випадкової величини в даний інтервал, тобто вісь ординат – це вісь ймовірностей попадання випадкової величини в даний інтервал, а вісь абсцис – це вісь результатів спостережень, котрі розбиті на напівзамкнені інтервали. Отримаємо фігуру, що складається з прямокутників, кількість яких дорівнює числу інтервалів на які розбиті результати спостережень.

Приклади таких спостережень: частота серцевих скорочень, частота дихання у групи осіб (рис. 6.7); розподіл числа імпульсів, що поступають від звукового генератора за певний проміжок часу тощо.

Сучасна технологія аналізу даних

В основі обробки й аналізу даних лежать відомі математичні методи.

Завдяки використанню інформаційних технологій, у наш час етап обробки даних став найменш трудомістким. На перше місце відносно трудомісткості вийшли такі етапи, як освоєння статистичних пакетів, етап підготовки даних до аналізу, етап попереднього аналізу даних й етап інтерпретації результатів. Усе в цілому привело до змін у технології обробки й аналізу даних.

При цьому для виконання методів обробки медико-біологічних даних від користувача потрібно лише застосування статистичних методів обробки даних та використання відповідних пакетів прикладних програм. Лікаряю, як правило, не потрібно поглиблюватись у складні математичні теорії, а треба розуміти, для чого й яким чином вони використовуються.

На практиці для лікаря обробка й аналіз даних зводяться до вирішення наступних задач: одержання уяви про основні статистичні методи; засвоєння пакету прикладних програм; аналізу та інтерпретація результатів досліджень.

Сам аналіз даних з використанням статистичного пакету (робота із пакетом, сама технологія аналізу даних) включає в себе такі етапи: планування дослідження; підготовка даних до аналізу; попередній аналіз даних; вибір методу аналізу та його реалізація; інтерпретація результатів; подання результатів.

Планування дослідження.

На початкових етапах дослідження немає чіткості щодо методів обробки результатів. Тому треба передбачити можливість використання різних способів обробки й приблизного порівняння одержаних результатів з метою визначення, як обробляти наявні дані.

Наведена нижче таблиця допоможе краще зорієнтуватися в методах обробки й аналізу даних.

Таблиця 6.2. Основні математичні методи обробки й аналізу даних, що використовуються під час типових медичних досліджень

| Джерело інформації, задача дослідження | Методи обробки й аналізу |
|--|--|
| Анкети, запитання, тести. Дослідження стану здоров'я, клінічні обстеження, медичні записи, реєстрації, історії хвороби. Виявлення взаємозв'язків. Опис випадків захворювань, співставлення із даними минулих років, вивчення ускладнень. Дослідження ефективності різних процедур, вивчення зв'язків між процедурами та їх наслідками. | Класифікація даних. Створення таблиць та звітів. Кореляційний аналіз. Факторний аналіз. Регресійний аналіз. Дисперсійний аналіз. Методи перевірки гіпотез. |
| Скрінінгові дослідження | Дискримінантний аналіз, кластерний аналіз. |

| | методи розпізнання образів. |
|---|---|
| Медико-статистичні дані. Дослідження захворюваності, динаміка захворюваності, виявлення періодичності. | Методи аналізу випадкових процесів, спектральний аналіз, математичне моделювання. Методи розпізнання образів. Теорія масового обслуговування. Параметричний та непараметричний статистичний аналіз. |
| Лабораторні експерименти та досліди на тваринах. | Статистичні методи планування експериментів. Регресійний аналіз, дисперсійний аналіз, багатомірний статистичний аналіз, методи математичного моделювання. |
| Клінічні дослідження. Порівняльні лікувальні дослідження, аналіз виживаності і спадковості із урахуванням належності пацієнта до певної групи, вивчення дозування препаратів. Розробка методів діагностики. | Дисперсійний аналіз, регресійний аналіз, дискримінантний аналіз, методи перевірки гіпотез. Математичне моделювання процесів. Дискримінантний аналіз, кластерний аналіз, методи розпізнання образів. |
| Клінічні лабораторні дані. Збирання, зберігання та передача клінічної інформації, аналіз якості і надійності лабораторних досліджень, догляд за пацієнтом. | Статистичний аналіз. Дисперсійний аналіз. Регресійний аналіз. Послідовний аналіз Вальда. |

Підготовка даних до аналізу

Метою цього етапу є приведення даних до вигляду, що дозволить провести наступну їх обробку, й попереднє формування уявлення про тип (структуру) даних, що аналізуються.

Звичайно під час проведення медичного дослідження намагаються врахувати максимальну кількість характеристик, які істотні при аналізі питання, що досліджується. Дослідження, як правило, складається із декількох серій спостережень, під час яких в однакових умовах реєструються параметри окремих об'єктів (наприклад, хворих на певне захворювання). Маючи справу із серією спостережень, треба намагатись подати їх в простій формі, що дозволила б безпосередньо або шляхом наступних обчислень зробити з них висновки.

Всі дані доцільно звести до єдиної таблиці, в якій по рядках розташовані різні об'єкти спостереження (наприклад, хворі), а по стовпчиках параметри (наприклад, температура, частота серцевих скорочень, артеріальний тиск тощо). В цій таблиці об'єкти можуть бути об'єднані в декілька груп у відповідності до загальних ознак (за віком, статтю тощо).

Ми розглядаємо лише репрезентативні вибірки.

Відмітимо, що введені одного разу дані можуть бути оброблені за допомогою різних методів.

Важливим етапом у підготовці даних до аналізу є візуалізація, або перегляд даних. Щоб з'ясувати, які методи аналізу треба використати до даних і наскільки Вас задовольняють одержані результати після виконання статистичних процедур, треба мати можливість наочно уявити собі ці дані й результати. Адже вивчення таблиць менш зручна процедура, аніж подання даних у вигляді графіків та діаграм. Графічні образи в медичних наукових розробках допомагають спостерігати за тенденціями змін, виявляти складні взаємодіючі фактори й спрощує співставлення даних.

Таким чином, використання графіків полегшує попередній аналіз інформації, тому доцільно будувати різні графіки для кращого розуміння одержаного експериментального матеріалу, що дозволяє одержати загальне уявлення про особливості та закономірності

даних, що обробляються. Результати використання статистичних процедур, як правило, подаються в наочному графічному вигляді.

Попередній аналіз даних

Метою цього етапу є формування уявлення про тип (структуру) даних, що аналізуються, та попередній вибір методів аналізу. Цей етап включає: уточнення структури даних й розбиття їх на групи; розрахунок основних статистичних характеристик; виявлення розходжень між групами даних; визначення взаємозв'язків між параметрами; визначення емпіричних законів розподілу, яким підпорядковані дані.

Вибір і реалізація методу аналізу

В сучасних прикладних пакетах дані достатньо просто обробляються за допомогою різних процедур, з тим щоб потім можна було обрати метод, що дає найкращий результат.

Використання певного статистичного методу визначається загальною метою дослідження. Наприклад, якщо необхідно оцінити ступінь впливу відомих факторів на величину, що вимірюється, використовують дисперсійний та/або регресійний аналізи. Якщо із великої кількості факторів впливу треба виявити декілька провідних – використовують регресійний та факторний аналізи. Для оцінки особливостей явища, що змінюється з часом, використовують кореляційний та спектральний аналізи. Щоб розбити сукупність об'єктів, що вивчаються, на групи "схожих" випадків, використовують кластерний аналіз, дискримінаційний аналіз.

Інтерпретація результатів аналізу

У медиків-дослідників часто виникають труднощі в інтерпретації результатів медико-біологічних даних. Тому на цьому етапі треба використовувати методи математичної статистики, котрі пропонуються досліднику в пакеті прикладних програм.

Подання результатів

Рівень опису самого аналізу, його результатів, наочність мають бути коректними та зрозумілими для практичних медичних працівників.

Оцінка параметрів розподілу та перевірка гіпотез

Загальні поняття

Статистичні гіпотези – це припущення, котрі відносяться до виду розподілу випадкової величини або окремих його параметрів.

Задача випробування статистичних гіпотез виникає тоді, коли обставини вимушують нас робити вибір між двома способами дії.

Для оцінювання параметрів по емпіричним законам формулюється нульова гіпотеза (H_0) про "відсутність розбіжностей". Нульова гіпотеза є прикладом статистичного висновку: якщо нульову гіпотезу відкинути, то висновок полягає в тому, що у сукупності, котра розглядається є розбіжності, тобто приймається альтернативна гіпотеза H_1 .

Ймовірність з якою може бути відхилена нульова гіпотеза, коли вона є вірною, називається рівнем значущості (для медико-біологічних досліджень достатнім є рівень значущості $\alpha = 0,05$). Рівень значущості задається заздалегідь.

Ймовірність прийняття правильності рішення (гіпотеза H_0 є вірною) називається довірчою ймовірністю (для медико-біологічних досліджень $p = 0,95$).

Перевірка гіпотез як правило зводиться до перевірки статистичних характеристик, що оцінюють параметри законів розподілу.

Для перевірки гіпотез використовують статистичний критерій K – це вирішуюче правило, яке забезпечує прийняття вірності гіпотези і відхилення хибної з великою ймовірністю.

Сукупність значень, при яких основна гіпотеза не приймається називається критичною областю. Точки, що відділяють критичну область від області прийняття рішень називаються критичними.

Для визначення критичної області задається рівень значущості α . Для кожного з критеріїв є таблиці, за якими знаходять значення критичних точок.

Задача найкращого вибору критичної області розв'язується звичайно так, щоб критерій переважи мав найбільшу чутливість, тобто щоб ми мали найбільшу ймовірність попадання нашого критерію в критичну область, коли вірна альтернативна гіпотеза. Ця ймовірність носить назву міцності критерію.

В силу того, що гіпотези не можуть бути доведені, а можуть бути перевірені при прийнятті гіпотези можливі помилки.

Розглянемо приклад.

Процес виробництва ліків є складним. Будь-яке відхилення (навіть незначне) від технології спричиняє появу високотоксичної побічної домішки. Токсичність цієї домішки може бути настільки великою, що навіть така її кількість яка не може бути визначена при хімічному аналізі є небезпечною для пацієнта. Тому перед тим як випускати у продаж партію ліків її досліджують на токсичність біологічними методами: невеликі дози препарату вводяться певній кількості тварин і результати реєструються. Кількість тварин, що загинули є випадковою величиною. Як правило ін'єктується декілька груп тварин.

Дослідження препарату може призвести до однієї з двох можливих дій:

- випустити партію ліків у продаж;
 - повернути партію постачальнику для переробки або знищення.
- Вибір між двома діями може привести до здійснення помилок двох видів:
- визнати препарат безпечним для пацієнтів, коли насправді препарат небезпечний. Ця помилка може коштувати життя пацієнта.
 - визнати препарат небезпечним для пацієнтів, коли насправді він є безпечним. Наслідки цієї помилки можуть бути виражені і додаткових фінансових затратах.

Таким чином наслідки помилок є різними за своїми значеннями, тому при випробуванні гіпотез є важливим уникати однієї із можливих помилок, яка є більш важлива ніж інша.

- Отже, при перевірці гіпотез можливі помилки двох видів:
 H_0 відкидається, коли вона правильна – помилка I-го роду.
 H_0 приймається, коли правильна H_1 – помилка II-го роду.

В табл. 6.3 показані можливі ситуації при перевірці гіпотез.

Таблиця 6.3. Ймовірність помилок при різних варіантах ситуацій, що виникають при перевірці гіпотез

| | Фактична ситуація | |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Дії перевіряючого | H_0 правильна | H_0 неправильна |
| Відкинути гіпотезу H_0 | α | $1-\alpha$ |
| Прийняти гіпотезу H_0 | $1-\alpha$ | α |

Понижуючи рівень значущості ми зменшуємо ймовірність помилки першого роду, але при цьому збільшується ймовірність помилки другого роду

Значимо, що чим більша міцність критерію, тим менша ймовірність помилки другого роду.

Етапи перевірки гіпотез

Визначення статистичної моделі, що буде використовуватися.

Тут висуюають деякий набір передумов відносно закону розподілу випадкової величини і її параметрів. Наприклад, закон розподілу нормальний, величини незалежні і т.д. Формулювання H_0 і H_1 .

Вибирають критерій, котрий підходить до висуненої статистичної моделі.

Вибирають рівень значущості α в залежності від надійності висновків, що вимагаються.

Визначення критичної області для перевірки H_0 .

Якщо значення критерію попадає в цю область, то H_0 відкидається. При умові, що H_0 правильна, ймовірність попадання в критичну область дорівнює α . Вигляд цієї області (одностороння або двостороння) залежить від прийнятої H_0 .

Розрахунок значення вибраного статистичного критерію для існуючих даних.

Порівняння розрахованого значення критерію з критичним, а потім вирішують прийняти чи відкинути H_0 .

Критерії перевірки гіпотез

Однією з задач математичної статистики є встановлення узгодженості послідовності спостережень випадкових величин або подій з гіпотезами щодо розподілу випадкової величини (або ймовірності події).

Гіпотези, що перевіряються формулюються або на основі теоретичних міркувань, або в процесі статистичного дослідження.

Перевірка гіпотез, як правило, зводить до оцінювання параметрів закону розподілу. Твердження, які формулюються стосуються значень параметрів законів розподілу. З таких тверджень формулюються наслідки. Наслідки мають характер ймовірнісних тверджень щодо поведінки статистичних характеристик. Перевірка полягає у обчисленні цих характеристик за даними спостережень. Такі характеристики називаються критеріями перевірки (К).

Для критеріїв перевірки заздалегідь фіксують рівень значущості α , вважаючи що в кожному експерименті подія з ймовірністю менше α практично не можлива.

Чим менше рівень значущості, тим менше ймовірність відхилити гіпотезу коли вона є вірною (тобто здійснити помилку I-го роду).

По значенню α знайдемо таке число α щоб

$$P(K > \alpha) = \alpha.$$

Нехай \bar{K} – значення критерію, що розрахований по вибірці:

- якщо $\bar{K} > x_\alpha$ – то гіпотеза відхиляється;
- якщо $\bar{K} < x_\alpha$ – то гіпотеза приймається.

Стійкість критеріїв

Будь-які гіпотези перевіряють, висуюаючи спочатку комплекс деяких передумов про закон розподілу випадкової величини. Невиконання передумов робить висновки із відповідних перевірок не відповідними істині. Тобто, ймовірність неправильних висновків зростає. Ступінь зменшення надійності висновків у різних критеріїв відрізняється. Стійкими називаються такі критерії, для яких малі відхилення від прийнятих передумов (статистичної моделі) незначно впливають на надійність висновків, зроблених за ними.

У зв'язку з цим при розв'язанні реальної задачі необхідно підібрати критерії, що підходять для умов саме цієї задачі. Оскільки, існує велика кількість різних критеріїв (особливо непараметричних), це може викликати певні труднощі у спеціалістів, для яких статистичні методи є всього лиш інструментом, яким вони користуються рідко. Тому розглянемо певну послідовність дій, притримуючись якої можна зробити правильний вибір.

Таблиця 6.4. Вибір методу для розв'язання задачі про порівняння параметрів розподілу вибірки

| Формулювання задачі в прикладній постановці | Формулювання задачі в статистичній постановці | Додаткові умови | | Метод, що застосовується |
|---|---|----------------------------|---|---|
| Порівняння показників контрольної та експериментальної вибірок | Перевірка гіпотези про рівність середніх (центрів розподілу) в двох незалежних вибірках | Норм-ий закон розподілу | Дисперсії вибірок рівні | t-критерій (Ст'юдента) при рівних дисперсіях |
| | | | Дисперсії вибірок не рівні | t-критерій (Ст'юдента) при нерівних дисперсіях |
| | | | Без припущення про дисперсії (але при однаковому розмірі вибірок) | t-критерій (Ст'юдента) без припущення про дисперсії |
| Порівняння показників вибірки до і після експерименту | Перевірка гіпотези про рівність середніх в двох залежних вибірках | Нормальний закон розподілу | | t-критерій (Ст'юдента) для зв'язних вибірок |
| Чи можна вважати, що середнє значення показника дорівнює певному номінальному значенню? | Перевірка гіпотези про рівність середньої константи | Нормальний закон розподілу | | t-критерій (Ст'юдента) |
| Порівняння розсіювання показників двох вибірок | Перевірка гіпотези про рівність дисперсій (про належність дисперсій до однієї генеральної сукупності) | Нормальний закон розподілу | | F-критерій Фішера |
| Чи можна вважати, що в декількох вибірках має місце одне і теж значення показника? | Перевірка гіпотези про рівність середніх (про належність середніх до однієї генеральної сукупності) | Нормальний закон розподілу | | Дисперсійний аналіз |

Послідовність операцій при виборі критерію

1. Постановка задачі.
2. Визначення класу критеріїв, що використовуються.
3. Визначення додаткових умов вибору критерію (багато критеріїв вимагають додаткових умов, без яких їх використання некоректне).
4. Вибір конкретного критерію (в багатьох ситуаціях існує декілька рівнозначних

критеріїв, придатних для перевірки гіпотези).

Розглянемо детальніше вище зазначені операції.

Постановка задачі

Порівняння показників контрольної та експериментальної вибірок.

У нас є дві незалежні вибірки, середні значення деяких параметрів ми порівнюємо. Наприклад, дві групи хворих, лікування яких здійснювалося різними методами.

Порівняння показників вибірки до і після експерименту.

В даному випадку ми маємо справу з так званими зв'язними вибірками. Наприклад, значення певного показника в одній і тій же групі хворих до і після лікування.

Чи можна вважати, що середнє значення показника дорівнює певному номінальному значенню?

Для певного показника (наприклад, артеріальний тиск, частота пульсу) може існувати певне значення, котре вважається нормою. Необхідно перевірити, чи можна вважати, що середнє значення показника в цій групі дорівнює нормі. Після перевірки цієї гіпотези для середнього довірчий інтервал обов'язково потрібно побудувати і прослідкувати щоб для вибірки виконувалися необхідні умови.

Порівняння розсіювання показників двох вибірок.

В деяких біологічних експериментах важливим є не середнє значення показника, а його розсіювання. Наприклад, необхідно вибрати препарат (метод лікування), для якого розсіювання контрольованої ознаки після застосування буде мінімальним.

Чи можна вважати, що в декількох вибірках має місце одне і теж значення показника?

Задача аналогічна попередній, але порівнюються не два типи впливу, а три і більше.

Чи можна вважати, що в декількох вибірках має місце одне і теж значення розсіювання показника?

Наприклад, ми застосовуємо для лікування різних груп хворих декілька препаратів.

Чи можемо ми сказати, що результати лікування статистично не відрізняються?

Визначення додаткових умов вибору критерію

Найпоширенішими додатковими умовами для вибору критерію є наступні умови:

– Рівні чи не рівні розміри вибірок?

– Рівні чи не рівні дисперсії вибірок, що порівнюються?

– Чи однакові закони розподілу вибірок, що порівнюються?

Остання умова є вимогою будь-якого критерію, але ніколи реально не перевіряється.

Вона повинна бути забезпечена правильним формування вибірок. Перша умова перевіряється простим порівнянням, а для перевірки другої користуються відповідними критеріями, що вибираються аналогічно.

Вибір конкретного критерію

Якщо існує декілька варіантів, критерій вибирається виходячи з наявних програмних засобів або можливості перевірки посилань для його використання.

Вимоги до вибірок

При проведенні досліджень (особливо клінічних) необхідно забезпечити наступні вимоги вибірки.

Однорідність. При виборі впливу сукупності факторів, що вивчаються, ознаки, котрі нас цікавлять, не повинні суперечити одна одній. Наприклад, при дослідженні впливу кави на організм людини, в виборі досліджуваних не повинно бути людей, яких кава збуджує, і тих, яких від нього хилить на сон. В ряді випадків причини неоднорідності можуть бути невідомі і тому перед аналізом даних бажана перевірка вибірки методами кластерного

аналізу.

При виборі не повинно факторів, котрі сильно впливають на параметр, крім тих, які ми вивчаємо. Якщо ми припускаємо, що фази Місяця впливають на ефективність дії препарату, то фазу Місяця необхідно враховувати як фактор або збирати вибірки, в яких фаза Місяця однакова.

Репрезентативність (структурна відповідність). Вибірка, що вивчається, має бути репрезентативна генеральній сукупності. Це означає, що коли ми формуємо вибірку з сукупності, вона повинна відповідати наступним вимогам:

– Вид статистичного розподілу вибірку повинен відповідати розподілу генеральної сукупності.

– Величина вибірки повинна бути достатньою для відображення структури генеральної сукупності.

У зв'язку з цим вибірка із хворих, які проходили курс лікування в одній клініці або покупці однієї аптеки не є репрезентативними за своєю структурою. Опитування, проведене по телефону, відображає думку лише власника телефону, а не всього населення, структура захворювання в різних областях різна. Висновки маркетингового дослідження не розповсюджуються на невеликі міста.

У тому випадку коли порівнюємо певні параметри двох вибірок, необхідно забезпечити рівність розподілу частот факторів, котрі мають вплив (стать, вік, серйозність захворювання і т.д.) у порівнюваних вибірках.

Співпадання умов спостережень. Умови спостереження для окремих елементів вибірки або двох вибірок, що порівнюються, повинні співпадати. Найкращий спосіб це забезпечити – подвійний сліпий метод, при якому ні пацієнт, ні середній медичний персонал не знає, які ліки або плацебо видається конкретному хворому. Це дозволяє позбутися від ефекту навіювання (вплив якого можливий на 30–50% пацієнтів) і ефекту упередженості.

Критерій χ^2 (критерій Пірсона)

Нехай в експерименті спостерігається одна з g подій: A_1, A_2, \dots, A_g ; p_1, p_2, \dots, p_g – гіпотетичні ймовірності цих подій. Проведено n спостережень при цьому подія A_k спостерігалася t_k разів, $k=1, \dots, g$.

Складемо вираз:

$$\chi_n^2 = \sum_{i=1}^g \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}.$$

Граничний розподіл χ_n^2 є χ^2 розподілом з $g-1$ ступенями вільності, де 1 – число незалежних параметрів розподілу (для нормального закону $l=2$).

Сформулюємо критерій χ^2 :

– якщо $\chi_n^2 < \chi^2$ – приймається нульова гіпотеза H_0 ,

– якщо $\chi_n^2 > \chi^2$ – відхиляється нульова гіпотеза і приймається альтернативна гіпотеза H_1 .

Приклад 3

Було проведено дослідження захворюваності на бронхіт робітників цеху залежно від звички до паління. Результати дослідження подано у таблиці:

| Рівні ознак | Наявність бронхіту (y_1) | Відсутність бронхіту (y_2) | y_1+y_2 |
|------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| Не палить (x_1) | 5 | 20 | 25 |
| Кинув палити (x_2) | 10 | 40 | 50 |
| Палить (x_3) | 15 | 10 | 25 |

| | | | |
|---------------|----|----|-----|
| $x_1+x_2+x_3$ | 30 | 70 | 100 |
|---------------|----|----|-----|

Формулою нульову гіпотезу H_0 – залежності немає.

Обираємо рівень значущості $\alpha=0,05$.

За таблицею знаходимо відповідне значення критерію χ^2 -квадрат: $\chi^2=5,991$.

Обчислимо значення критерію χ_n^2 : $\chi_n^2=15,950$.

Оскільки $\chi_n^2 > \chi^2$, нульову гіпотезу H_0 відхиляємо і приймаємо альтернативну гіпотезу H_1 : залежність є.

t-критерій Ст'юдента

В медико-біологічних дослідженнях часто виникає задача оцінювання параметрів розподілу за малими вибірками. Для оцінювання параметрів розподілу таких вибірок використовують розподіл Ст'юдента.

Розв'язок рівняння:

$$P(|t| > x) = \alpha$$

для випадкової величини t розподіленої за законом Ст'юдента з n ступенями вільності затабульовано. Тому порівнюють значення розрахованого коефіцієнта t_α з табличним.

Сформулюємо критерій Ст'юдента:

- якщо $t_\alpha < t$ – приймається нульова гіпотеза H_0 ,
- якщо $t_\alpha \geq t$ – відхиляється нульова гіпотеза і приймається альтернативна гіпотеза H_1 .

Приклад 4

Проведено дослідження залежності концентрації нейрוליнової кислоти в еритроцитах при хворобі крові. Результати дослідження подано у таблиці:

| Концентрація нейрוליнової кислоти | |
|-----------------------------------|------------------|
| Група здорових (x) | Група хворих (y) |
| 21 | 16 |
| 24 | 18 |
| 18 | 19 |
| 19 | 19 |
| 25 | 22 |
| 17 | 18 |
| 18 | 19 |
| 22 | |

Формулюємо нульову гіпотезу – чи існує залежність концентрації нейрוליнової кислоти в еритроцитах у хворих і здорових групах пацієнтів.

Розрахуємо:

$$\text{число ступенів вільності: } \nu = (n_x + n_y - 2) \cdot \left(0,5 + \frac{S_x^2 \cdot S_y^2}{S_x^2 + S_y^2}\right) = 11,$$

$$\text{де } n_x = 8, n_y = 7, S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}, \bar{x} = 20,5, \bar{y} = 18,7;$$

коефіцієнт Ст'юдента за вибірками:

$$t_\alpha = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{\frac{S_x^2}{n_x} + \frac{S_y^2}{n_y}}} = -1,44.$$

За таблицею значень коефіцієнта Ст'юдента знаходимо відповідне значення коефіцієнта t : $t=2,20$.

Оскільки $|t_\alpha| < t$, робимо висновок: приймається гіпотеза H_0 , тобто істотної залежності концентрації нейрוליнової кислоти в еритроцитах крові у групах пацієнтів немає.

Кореляція

В ряді випадків результатом спостережень може бути значення не однієї випадкової величини, а двох (у загальному випадку декількох випадкових величин) такий розподіл називається двомірним (у загальному випадку – багатомірним), наприклад, зв'язок між віком дитини та її вагою. Кожне спостереження зображається точкою на площині координати якої є значеннями випадкових величин, що спостерігаються.

Результати спостережень можна записати у вигляді таблиці. Такі таблиці називаються кореляційними таблицями. Використовуючи кореляційні таблиці можна підрахувати коефіцієнт кореляції між двома випадковими величинами:

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{x_i - \bar{x}}{S_x} \cdot \frac{y_i - \bar{y}}{S_y},$$

де $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ – випадкові величини, що спостерігаються сумісно, \bar{x} – середнє значення по вибірці $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, S_x^2 – вибіркова дисперсія по вибірці $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, \bar{y} – середнє значення по вибірці $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, S_y^2 – вибіркова дисперсія по вибірці $\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$.

Коефіцієнт кореляції є число, знак та величини якого характеризує напрям і силу подібного взаємозв'язку. Значення коефіцієнта кореляції може змінюватися від -1 до +1 (включаючи 0,0). Знак коефіцієнта кореляції вказує на напрям – прямий чи зворотній взаємозв'язок між двома змінними. Абсолютне значення коефіцієнта кореляції характеризує силу та щільність взаємозв'язку, що розглядається.

Зміст концепції кореляції можна з'ясувати за допомогою так званої діаграми розсіювання. При побудові цього графіка по всім координат відкладаються значення відповідних корелюючих характеристик.

Можна вважати, що експериментальні дані попадають в геометричну фігуру, котра має форму еліпса: чим менше мала вісь еліпса при одній і тій самій великій вісі, тим більше значення коефіцієнта кореляції; якщо еліпс перетворюється на коло – це означає, що стохастичний зв'язок між змінними відсутній (коефіцієнт кореляції дорівнює нулю). Якщо мала вісь еліпса прямує до нуля, має місце повна позитивна або негативна стохастична залежність.

Схематичне представлення величини та значення коефіцієнту кореляції в залежності від ширини еліпсу та його орієнтації на площині зображено на наступних рисунку 6.8.

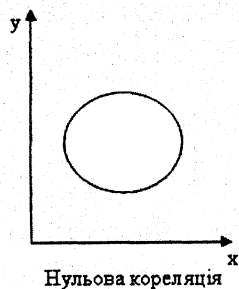
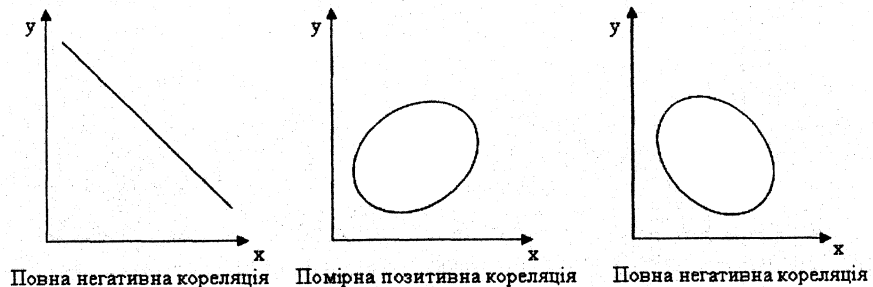


Рис. 6.8.

Приклад 5
Розрахувати коефіцієнт кореляції між середніми значеннями коефіцієнта розумового розвитку (IQ) батьків та їх дітей.

| Батьки | | Діти | | Добуток Z-оцінок |
|---------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|------------------|
| Середні значення IQ | $z_x = \frac{x - \bar{x}}{S_x}$ | Коефіцієнт IQ | $z_y = \frac{y - \bar{y}}{S_y}$ | |
| 125 | +1,63 | 110 | +0,65 | 1,06 |
| 120 | +1,30 | 105 | +0,33 | 0,43 |
| 110 | +0,65 | 95 | -0,33 | -0,21 |

| | | | | |
|-----------------|-------|-----------------|-------|--------------------------------|
| 105 | +0,33 | 125 | +1,63 | 0,54 |
| 105 | +0,33 | 120 | +1,30 | 0,43 |
| 95 | -0,33 | 105 | +0,33 | -0,11 |
| 95 | -0,33 | 75 | -1,63 | 0,54 |
| 90 | -0,65 | 95 | -0,33 | 0,21 |
| 80 | -1,30 | 90 | -0,65 | 0,85 |
| 75 | -1,63 | 80 | -1,3 | 2,12 |
| $\bar{x} = 100$ | 0,00 | $\bar{y} = 100$ | 0,00 | $r = 0,59$ |
| $S_x = 15,33$ | 1,00 | $S_y = 15,33$ | 1,00 | $r = \frac{1}{n} \sum S_x S_y$ |

Висновок: по значенню $r = 0,59 > 0$, можна зробити висновок про помірну позитивну залежність коефіцієнта IQ батьків та їхніх дітей.

Регресія

Знаючи коефіцієнт кореляції ми можемо по величині однієї з корелюючих між собою змінних предсказати відповідне значення другої змінної.

Рівняння для Y по X має вигляд:

$$Z_y = r Z_x,$$

$$\text{де } Z_x = \frac{x_i - \bar{x}}{S_x}, \quad Z_y = \frac{y_i - \bar{y}}{S_y}, \quad S_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (x_i - \bar{x})^2}, \quad S_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} \text{ і називається}$$

рівнянням регресії (термін регресія понад 100 років тому був введений англійським статистиком Ф.Гамільтоном при вивченні спадкових ознак). Зміст поняття регресія (повернення до середнього значення) виражає характер зв'язку між ростом батьків та їхніх дітей – тенденції до середнього росту.

Якщо кореляція лінійна, то рівняння регресії можна записати наступним чином:

$$y - b = r \frac{S_2}{S_1} (x - a), \quad x - a = \frac{1}{r} \cdot \frac{S_1}{S_2} (y - b),$$

$$\text{де } r \frac{S_2}{S_1} = \text{tg} \alpha, \quad \frac{1}{r} \cdot \frac{S_1}{S_2} = \text{tg} \beta \text{ – кутові коефіцієнти регресії (рис.6.9)}$$

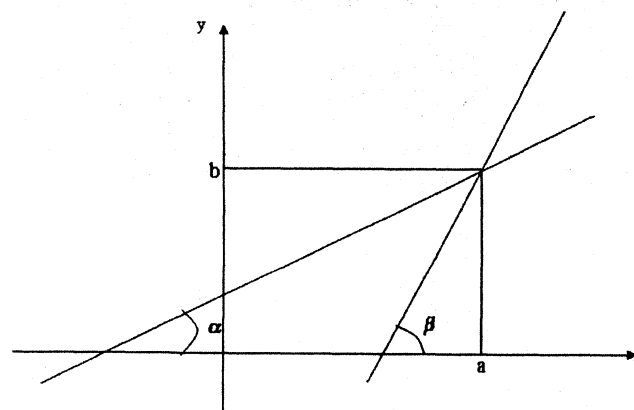


Рис. 6.9.

Приклад 6

Отримати прогноз значень коефіцієнта IQ у дітей по середнім значенням коефіцієнта IQ у батьків (коефіцієнти IQ у батьків і дітей є нормально розподіленими незалежними випадковими величинами).

| Середні значення IQ для обох батьків | | Прогноз Z_y | Прогноз коефіцієнта IQ у дітей |
|--------------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------------------------|
| Коефіцієнт IQ | $Z_x = \frac{x - \bar{x}}{S_x}$ | | |
| 125 | +1,63 | +0,96 | 114,72 |
| 120 | +1,30 | +0,77 | 111,80 |
| 110 | +0,65 | +0,38 | 105,83 |
| 105 | +0,33 | +0,20 | 103,07 |
| 105 | +0,33 | +0,20 | 103,07 |
| 95 | -0,33 | -0,20 | 96,93 |
| 95 | -0,33 | -0,20 | 96,93 |
| 90 | -0,65 | -0,38 | 94,17 |
| 80 | -1,30 | -0,77 | 88,20 |
| 75 | -1,63 | -0,96 | 85,28 |
| $\bar{x} = 100$ | 0,00 | 0,00 | 100 |
| $S_x^2 = 235$ | 1,00 | 0,35 | 81,75 |
| $S_x = 15,33$ | 1,00 | $S_y = 0,59$ | 9,04 |

Результати прогнозу (стовпчик 4) ілюструє явище, яке носить назву "регресія до середнього".

У стовпчику три стандартне відхилення $S_y = 0,59$, тобто воно дорівнює величині коефіцієнта кореляції між прогнозуючими значеннями Z-оцінок: $S_y = r$.

Дисперсія $S_y^2 = 0,35$, тобто $S_y^2 = r^2$. Вона має особливий зміст: характеризує частину дисперсії значень Y, яку можна пояснити наявністю кореляції між X і Y.

Практична частина

Виконати наступні завдання в середовищі MS Excel.

Завдання 1.

Було проведено дослідження дії магнітних полів низької частоти на новоутворення пухлини карциноми Герена на четвертий день захворювання. Результати досліджень подані в таблиці:

Результати дослідження.

| Номер вибірки | |
|---------------|-------|
| 1 | 2 |
| 0,027 | 0,075 |
| 0,036 | 0,4 |
| 0,1 | 0,08 |
| 0,12 | 0,105 |
| 0,32 | 0,075 |
| 0,45 | 0,12 |
| 0,049 | 0,06 |
| 0,105 | 0,075 |

В першому стовпчику подані результати інтактної групи, а в другому стовпчику –

розмір новоутворення пухлини на яку діяли магнітні поля низької частоти.

Перевірити ефективність впливу магнітних полів на новоутворення пухлини карциноми Герена (гіпотезу рівності дисперсій при рівних об'ємах вибірок).

Розв'язування:

Обчислити дисперсії вибірок.

Зробити висновок, яким критерієм користуватися.

Команда Сервіс/Анализ даних/Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями.

В діалоговому вікні вказати Інтервал переменной 1, тобто ввести посилання на перший діапазон даних, що аналізуються, і, містить перший стовпчик даних.

Вказати Інтервал переменной 2.

Вказати Выходной диапазон, тобто ввести посилання на комірки, в яких будуть виведені результати.

Результати аналізу.

У вихідний діапазон будуть виведені: середнє, дисперсія, та число дослідів для кожної змінної, різниця середніх, df (число ступенів вільності), $P(T \leq t)$ одностороннє, t критичнє одностороннє, $P(T \leq t)$ двостороннє, t критичнє двостороннє.

Інтерпретація результатів.

Якщо ймовірність події, що аналізуються ($P(T \leq t)$ двостороннє) менше рівня значущості ($\alpha = 0,05$), вважають, що відмінності між вибірками не випадкові, тобто відмінності існують. За результатами аналізу можна зробити такий висновок:

Завдання 2.

На лабораторних щурах проводили дослідження на ембріотоксичність. Результати досліджень подані в таблиці.

Результати дослідження

| Група 1 | Група 2 |
|---------|---------|
| 1,85 | 2,27 |
| 1,87 | 2,09 |
| 1,87 | 2,09 |
| 2,3 | 2,41 |
| 2,52 | 2,31 |
| 1,89 | 2,17 |
| 2,37 | 2 |
| 1,7 | 2,1 |
| 1,7 | 2,02 |
| 1,94 | |

В першому стовпчику подана маса плоду тварин інтактної групи, в другому – маса плоду тварин, яким в порожнину шлунку вводили 0,6% масляного розчину α -токоферолу ацетату з 1 по 10 день вагітності у розрахунку 15мг/кг.

Перевірити доцільність введення масляного розчину α -токоферолу ацетату з 1 по 10 день вагітності (гіпотезу рівності середніх при різних об'ємах вибірки).

Розв'язування:

Обчислити дисперсії вибірок.

Зробити висновок щодо застосування критеріїв.

Скористатися Сервіс/Анализ даних/Двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями.

Самостійно ввести всі дані та зробити висновки.

Завдання 3.

В таблиці наведені результати спостережень частоти серцевих скорочень і частоти дихання у групі хворих з певною патологією:

| | |
|-----|----|
| ЧСС | ЧД |
| 120 | 20 |
| 84 | 15 |
| 105 | 18 |
| 92 | 16 |
| 113 | 19 |
| 90 | 16 |
| 80 | 15 |
| 72 | 12 |
| 98 | 18 |
| 102 | 20 |
| 95 | 17 |

Необхідно визначити, чи існує взаємозв'язок між частотою серцевих скорочень та частотою дихання при досліджуваній патології.

Розв'язування:

Ввести дані до таблиці.

Обчислити значення коефіцієнта кореляції між вибірками.

В комірку вставляємо функцію *KORPEL*, що викликається наступним чином *Мастер функций/Статистические*.

В поле *Массив 1* вводимо дані першої вибірки, в поле *Массив 2* – другої.

Визначити ступінь залежності між частотою дихання і частотою серцевих скорочень.

Якщо значення коефіцієнта кореляції r :

| | |
|--------------------|---|
| $ r < 0,4$ | лінійний взаємозв'язок виявити не вдалося |
| $0,6 < r < 0,8$ | існує лінійний взаємозв'язок |
| $0,8 < r < 0,95$ | висока ступінь лінійного взаємозв'язку |
| $ r > 0,95$ | існує практично лінійний зв'язок |

Завдання 4.

Визначити, чи існує взаємозв'язок між народжуваністю та смертністю (кількість на 1000 осіб) в м.Одеса, зробити висновки щодо ступеню стохастичного зв'язку. Результати досліджень подані в таблиці:

| Роки | Народжуваність | Смертність |
|------|----------------|------------|
| 1990 | 7,2 | 11,8 |
| 1991 | 7,6 | 10,9 |
| 1992 | 8,1 | 13,1 |
| 1993 | 8,5 | 12,4 |
| 1994 | 9,1 | 15,2 |
| 1995 | 9,3 | 12,5 |
| 1996 | 7,4 | 13,5 |
| 1997 | 6,6 | 17,4 |
| 1998 | 7,1 | 17,2 |
| 1999 | 7,0 | 15,9 |
| 2000 | 6,6 | 14,2 |

Завдання 5.

При дослідженні кишкової геморагії виразкової етіології (Y , мл) та двома факторами: в'язкістю крові (X_1 , умовні одиниці) та гематокритною величиною (X_2 , відсотки) отримані наступні результати:

| Y | X_1 | X_2 |
|------|-------|-------|
| 2200 | 3,2 | 22 |

| | | |
|------|-----|----|
| 1600 | 3,5 | 25 |
| 700 | 4,3 | 30 |
| 400 | 4,0 | 40 |
| 1100 | 3,8 | 30 |
| 800 | 3,6 | 39 |
| 700 | 4,2 | 30 |
| 1100 | 3,3 | 39 |
| 1100 | 4,1 | 26 |
| 1800 | 3,4 | 23 |

Необхідно розглянути можливості оцінки дефіциту циркулюючої крові на основі вимірювання двох факторів в'язкості крові та гематокритної величини.

Розв'язування:

Ввести дані до таблиці.

Скористатися Сервіс/Анализ данных/Регрессия.

Самостійно ввести всі дані та зробити висновки.

Завдання 6.

В таблиці подані показники смертності від раку легень та ішемічної хвороби серця (на 100000 людей в рік).

| Хвороба | Курці | Ті, хто не палить |
|------------------------|--------|-------------------|
| Рак легень | 48,33 | 4,49 |
| Ішемічна хвороба серця | 394,67 | 109,54 |

Чи існує зв'язок між палінням та смертністю від вказаних захворювань?

Розв'язування:

Ввести дані до таблиці.

В стовпчики C,D (рядках 3–4) ввести з таблиці вихідні дані.

Знайти загальну кількість хворих по всім вибіркам.

В комірка C5, D5 відповідно загальна кількість хворих курців та тих, хто не палить;

E3, E4 відповідно загальна кількість хворих за хворобами; E5 – загальна кількість хворих взагалі.

Обчислити розрахункове значення *хи-квадрат*:

$$=(E5*(C3*D4-D3*C4)*(C3*D4-D3*C4))/(E3*E4*C5*D5).$$

Обчислити критичне значення *хи-квадрат*:

$$=ХИОБР(0,05;1), \text{ де } 0,05 - \text{ймовірність, а } 1 - \text{ступінь вільності.}$$

Порівняти розрахункове та критичне значення *хи-квадрату*.

Зробити висновки.

Якщо розрахункове значення більше критичного – залежність існує, якщо менше – залежності не має.

Завдання 7.

Доросле населення міста поділяється за ознакою статі (A_1 – чоловіки, A_2 – жінки) та захворюваністю на рак (B_1 – хворий, B_2 – здоровий). Зробити статистичні висновки залежності захворюваності на рак від статі. Дані наведено в таблиці:

| Ознаки | B_1 | B_2 |
|--------|-------|-------|
| A_1 | 220 | 45380 |
| A_2 | 179 | 46912 |

Питання для самостійної роботи

1. Опис даних: якісні дані.
2. Опис даних: порядкові дані.

3. Опис даних: кількісні дані.
4. Види шкал.

Рекомендована література

Основні джерела.

Handbook of Medical Informatics. Editors: J.H. van Bemmel, M.A. Musen. – <http://www.mieur.nl/mihandbook>; <http://www.mihandbook.stanford.edu>

Нейман Ю. Вводный курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: Наука, 1980. – 448с.

Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистика в науке и бизнесе. – К.: МОРИОН, 2002. – 640с.

Гихман Й.И., Скороход А.В., Ядренко М.Й. Курс теории вероятностей и математической статистики. – К.: Вища школа, 1979. – 407с.

Кимбл Г. Как правильно пользоваться статистикой. – М.: «Финансы и статистика», 1982. – 294с.

Додаткові джерела.

Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512с.

Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум. – СПб: Питер, 2001. – 480с

Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: Наука, 1975. – 512с.

7. АНАЛІЗ БІОСИГНАЛІВ. МЕТОДИ ОБРОБКИ БІОСИГНАЛІВ

Конкретні цілі заняття:

Розрізнити типи біосигналів.

Інтерпретувати принципи аналізу біосигналів.

Тракувати стадії обробки і прикладного застосування аналізу біосигналів.

Базовий рівень підготовки

Елективний курс «Європейський стандарт комп'ютерної грамотності». Володіти навичками роботи з програмним забезпеченням комп'ютера: вміти завантажувати систему управління табличними даними, заповнювати табличні дані, створювати діаграми табличних даних, редагувати табличні дані, виконувати основні операції з їх об'єктами.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ

Аналіз біосигналів

Всі види життя, від клітин до організмів, подають сигнали біологічного походження. Такі сигнали можуть бути електричними (наприклад, деполяризація нервової клітини або мускула серця), механічний (наприклад, звук, що генерується клапаном серця), або хімічний (наприклад, PCO_2 в крові). Біологічні сигнали можуть представляти інтерес для встановлення діагнозу, для моніторингу пацієнта, і біомедичного дослідження.

Живі організми генерують великий потік сигналів, часто прихованих у фоні інших сигналів і компонентів шуму. Головна мета обробки біосигналів – відфільтрувати сигнали що нас цікавлять від фону і зменшити надмірний потік даних до декількох, але доречних параметрів. Такі параметри повинні бути істотні для медичного рішення, наприклад, вирішити медичну проблему або збільшити інтуїцію яка лежить в основі біологічного процесу. В цьому відношенні ми звертаємося до того, що було сказано про використання даних, щоб отримати інформацію і здобути знання (рис. 1.1). Мета вивчення біосигналу – це простежити походження інформації від даних (сигналів).

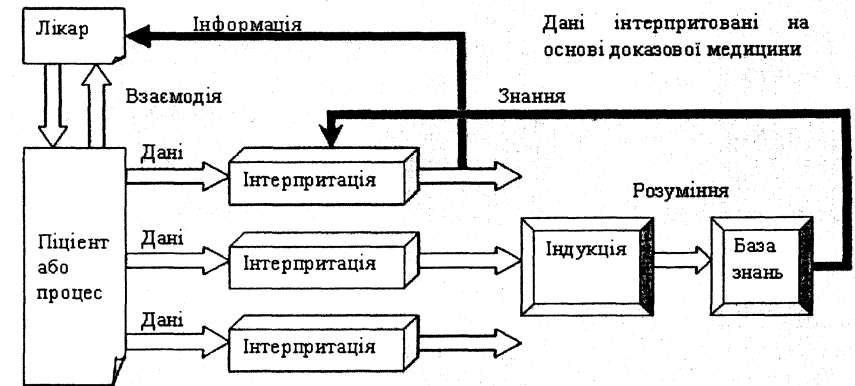


Рис. 7.1. Дані про пацієнта отримуються лікарем. Шляхом інтерпретації з цих спостережуваних даних отримується інформація, яка повертається назад до лікаря. У той же час шляхом індуктивних міркувань з цієї інформації одержуються нові знання які

додаються до основних медичних знань. Ці знання використовуються для інтерпретації інших даних та для прийняття рішень.

Етапи аналізу сигналів

Паралельно до етапів, зображених на рис.7.2, обробка біосигналів звичайно складається як мінімум з чотирьох стадій (див рис.7.3):

- вимірювання або спостереження, це є виявлення сигналів,
- перетворення і зменшення сигналів
- обчислення сигнальних параметрів, які діагностично істотні
- інтерпретація або класифікація сигналів.

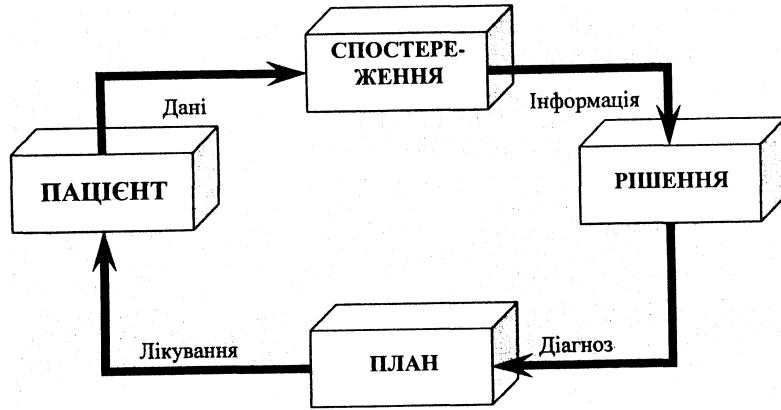


Рис. 7.2. Загальна схема лікувально – діагностичного процесу. Цикл може бути пройдений тільки один раз, наприклад, протягом консультації, або багато раз, наприклад, коли пацієнта обстежують на спеціальному обладнанні.

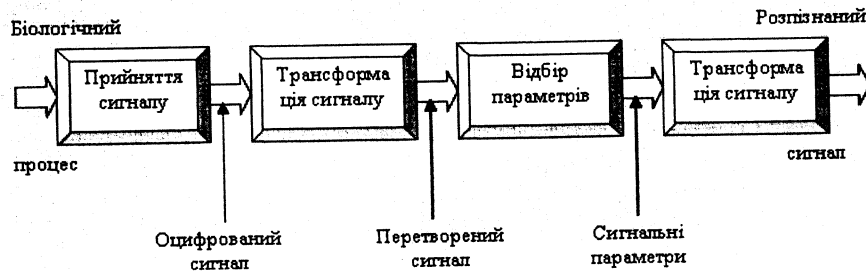


Рис. 7.3. Чотири стадії обробки біосигналу. Перші дві стадії мають справу з синтаксисом сигналу; останні дві стадії – з семантичними сигнальними властивостями.

Реєстрація, трансформація та класифікація сигналів

В першій стадії, реєстрації сигналів, ми використовуємо перетворювачі, щоб отримати електричні сигнали, які можуть оброблятися комп'ютерами. На стадії реєстрації

сигналів, хімічні або механічні сигнали перетворюються в електричні сигнали, і сигнали, які вже є електричними – вибрані електродами. В цій першій стадії дуже важливо, підтримувати сигнал для того щоб ентропія була як можливо низькою для отримання сигналу з низькою патологією, а саме, з високим відношенням сигнал-шум. Сигнали перетворені на електричні форми, перетворюються на цифрові (перетворюють в цифрову форму) таким чином, що вони можуть оброблятися комп'ютерами.

В другій стадії, ми хочемо перетворити сигнали таким чином, щоб ми змогли отримати семантичні параметри в третій стадії. Другий крок називається попередня обробка. Сигнали містять набагато більше даних, ніж фактично потрібні, щоб отримати параметри, які мають семантичну інформацію. Це називається надлишком. Наприклад, щоб діагностувати лівий блок в'язки, що відгалужується, від електрокардіограми (ЕКГ), лікарю достатньо мати тільки один з трьох комплексів ЕКГ, замість багатьох комплексів, які звичайно потрібні. Проте, щоб діагностувати певні види серцевих аритмій, потрібно декілька годин записувати ЕКГ. Іноді надмірність даних використовується, щоб виключити компоненти шуму, наприклад, за допомогою фільтрації. Іншими словами: протягом попередньої обробки або стадії перетворення, ми хочемо:

- зменшити патологію
- зменшити кількість даних таким чином, щоб ми змогли обчислити діагностично найістотніші параметри.

Третя стадія дає семантично доречні параметри (також викликані особливості), які можуть бути використані для визначення діагнозу. Такі сигнальні особливості повинні мати дискримінаційну потужність, наприклад, щоб з'ясувати, чи пацієнт має хворобу А або хворобу В, або чи є тенденція в процесі хвороби. Особливості отримують іноді швидше комплексні методи обробки сигналу. Ці методи мають багато спільного з методами, які використовуються в обробці зображення. Отримані сигнальні параметри людиною або за допомогою комп'ютера допомагають при вирішенні стадії інтерпретації.

Біосигнали і нестационарні сигнали. Особливості біосигналів

Біосигнали отримуються в результаті біологічних процесів, які спостерігаються в медицині. Такі процеси надзвичайно складні і динамічні. Біосигнали звичайно є (але не завжди) функцією від часу. Наприклад, вони можуть виражатися як $S(t)$, де S – сигнал, а t – час. Деякі сигнали можуть описуватися декількома параметрами. Синусоїдальний сигнал $S(t)$, наприклад, можна записати як $S(t) = A \cdot \sin(t + \varphi)$. Трьох параметрів (амплітуда A , частота t , і фаза φ) достатньо, щоб повністю описати $S(t)$. Коли ми знаємо параметри, форма сигналу повністю визначена. Проте, коли сигнал спотворений шумами $n(t)$ (його вид – $m(t) = S(t) + n(t)$) може бути передбачений, у кращому випадку, тільки статистично.

На відміну від сигналів які задаються математично, як наприклад синусоїда, біосигнали рідко описуються тільки декількома параметрами. Найчастіше вони відрізняються великою мінливістю. Характер біологічних процесів, що є джерелами сигналів, безперервно змінюється. Їх поведінку важко точно передбачити, бо параметри, що описують такі сигнали не є постійними. Наприклад, для хворого якого обстежують, параметри, що описують серцебиття і циркуляцію крові, легені і функцію дихання, формулу крові і гормональну систему можуть неперервно варіюватись. Таким чином, сигнали, отримані від таких процесів, відображають динамічний і нестационарний характер таких процесів.

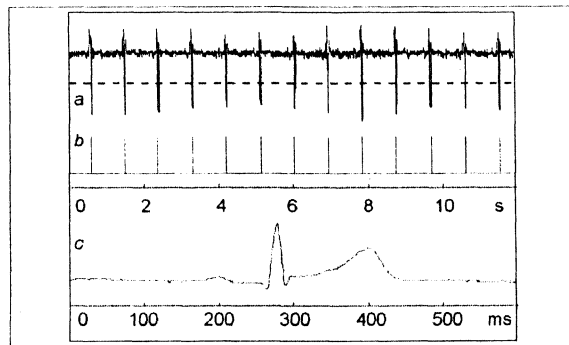
Типи сигналів.

Детерміновані біосигнали

Біологічні процеси, що повторюються, як наприклад серцебиття або дихання, генерують сигнали, які також повторюються. Такі сигнали часто мають форму приблизно

детермінованих хвиль. Детерміновані сигнали можуть бути *періодичними, квазіперіодичними, неперіодичними*, або просто *швидкоплинними*. У живих організмах немає чистих періодичних сигналів (такі сигнали визначаються тільки математично, як наприклад синусоїда). Таким чином, квазіперіодичні або навіть неперіодичні сигнали використовуються частіше, щоб описати біологічний сигнал, що повторюється. Прикладом неперіодичного сигналу є сигнал, який може поступати від мерехтливих очей. Деполяризована комірка, стимульована деяким сигналом, також генерує електричний сигнал (хвиля деполяризації і реполяризації), який називається перехідним сигналом.

Окремою групою детермінованих сигналів є точкові процеси, які можуть описуватися як серія імпульсів. Точкові процеси можуть бути представлені як двійковий сигнал, який більшість часу є «0», і, коли деяка подія відбувається – приймає значення «1» (рис.4). Чисто точкові процеси не генеруються біологічними системами, хоча імпульси ритмоводів в SA і вузлах серця AV могли б вважатися точковими процесами. В точкових процесах не представляє інтерес не форма сигналу, а мить, коли деяка подія відбувалася, як



наприклад початок деполяризації в шлуночках, пов'язаний з активацією QRS комплексу в ЕКГ (рис4(a)), або момент мерехтіння ока.

Рис. 7.4. Точковий (b) процес, відфільтрований від сигналів ЕКГ (a).

Відфільтрований сигнал ЕКГ може відновлюватися з точкового процесу у формі хвилі тільки одного комплексу P-QRS-T.

Стохастична форма хвилі

Існує, також, група сигналів які називаються стохастичними, або статистичними сигналами. Вони генеруються, наприклад, групами клітин, які деполяризуються приблизно випадково, як наприклад клітини мускула або нервові клітини в корі (генерація електроенцефалограми (ЕЕГ)). Форма хвилі таких сигналів є недетермінованою і може описуватися тільки статистично. Залежно від виду біологічного процесу, ці стохастичні сигнали є стаціонарними або нестаціонарними. У разі стаціонарних, властивості сигналу не змінюються з часом, наприклад, коли пацієнт знаходиться в стабільному стані.

Представляє інтерес різниця між стаціонарними і нестаціонарними сигналами. Якщо біологічний процес знаходиться в динаміці, ми можемо очікувати, що сигнали, які генеруються, також нестаціонарні. Прикладом є ЕЕГ від хворого під час епілептичного припадку. Параметри, що можуть бути отримані з нестаціонарних сигналів (наприклад, від пацієнтів, що знаходяться у палатах інтенсивного догляду) можуть бути представлені як функція часу, що має назву аналізом тенденції.

Аналого-цифрове перетворення

Всі біосигнали є аналоговими сигналами. Таким чином, перед тим, як вони зможуть оброблятися комп'ютерами, вони повинні бути перетворені в цифрову форму. Це робиться шляхом аналого-цифрового перетворення. Якщо все зроблено коректно, то інформація не втрачається, і оригінальний аналоговий сигнал можна потім відновити з цифрового шляхом цифро-аналогового перетворення.

При обробці біосигналів необхідно відповісти на два питання:

– Як часто повинна виконуватись обробка?

– Як точно доведеться визначати амплітуду?

Для правильної обробки важливо, щоб інформація не втрачалася і не спотворювалася. Дуже низька частота вимірювань може викликати втрату інформації (див рис.5); дуже висока частота вимірювань є надмірною і не дає додаткової інформації, але вимагає більшої комп'ютерної пам'яті.

Для деяких біосигналів амплітуда повинна вимірюватися з роздільною здатністю до 1% ; для інших достатня роздільна здатність 10% . Наприклад:

для ЕКГ, амплітуди Q-хвиль повинні вимірюватися з роздільною здатністю 20 % або менше (точніше), тому що присутність Q-хвиль може вказати на інфаркт;

для ЕЕГ, амплітуда безпосередньо не представляє інтересу, а важливі зміни середніх значень амплітуди з часом, які можуть виявити патологію.

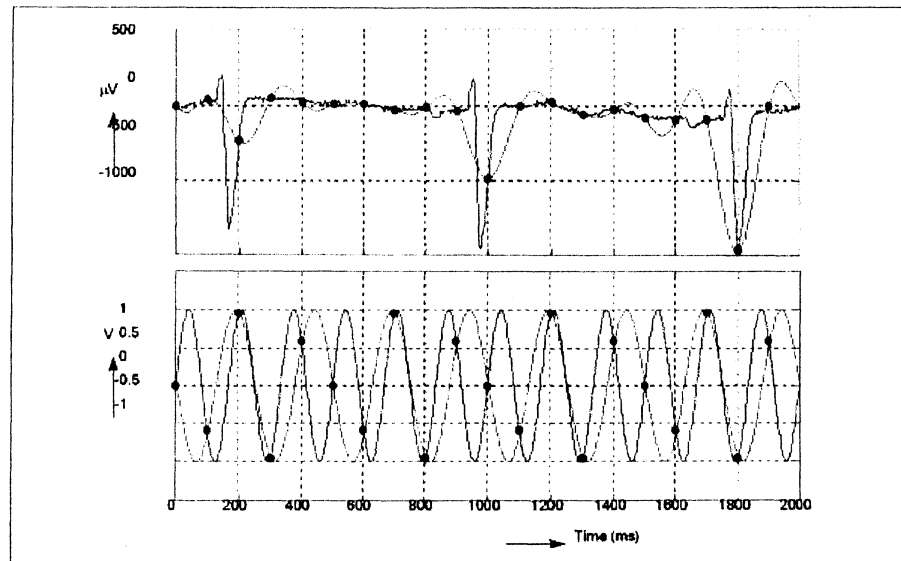


Рис. 7.5. Вплив частоти дискретизації, що є надто низькою для того, що б побачити істинну форму хвиль двох сигналів. Сигнал ЕКГ представлено на верхньому рисунку, а синусоїдальний сигнал представлено на нижньому рисунку.

Оригінальний сигнал вказаний чорною лінією, сигнал, що оброблений з надто низькою частотою дискретизації, позначений червоною лінією. Для синусоїди – точки обробки, які отримані для надто низької частотою дискретизації, вказані червоним кольором. Як видно, для обох сигналів має місце певне спотворення форми.

Якщо сигнали не обробляються з достатньо високою частотою дискретизації і якщо амплітуди не виміряні достатньо точно, сигнали будуть спотворені і буде неможливо отримати необхідні параметри. Рисунок 7.5 показує результати обробки з надто низькою частотою дискретизації.

З вище сказаного можна зробити висновки.

1. Дискретизація аналогових змінних, як наприклад біосигналів, можлива без втрати інформації.

2. Частота дискретизації визначається частотним спектром сигналу і повинна бути щонайменше в два рази більшою від частоти найбільш високочастотної гармоніки сигналу.

3. Ступінь дискретизації визначається необхідною точністю визначення параметрів, які повинні бути отримані при обробці сигналу.

Приклади застосування аналізу біосигналів

Методи для обробки і інтерпретації біосигналів весь час еволюціонують, переважно завдяки інформаційним технологіям які постійно змінюються. Обробка біосигналів і їх інтерпретація набули широкого застосування. Наведемо декілька прикладів:

Функціональний аналіз, який робиться в діагностичних комплексах для аналізу EMG або ЕЕГ, або для ЕКГ, фонокардіограма, спірограма, і так далі.

Скринінгові дослідження. Той же вид обробки сигналу, що використовується для функціонального аналізу, зустрічається також при застосуванні біологічних сигналів у скринінгових дослідженнях.

On-line аналіз, який має місце в ситуаціях в яких за пацієнтом спостерігають у палатах інтенсивного догляду. Інший приклад *on-line аналізу* – це контроль за протезуванням ще непошкоджених нервів або кінцівками мускула.

Фундаментальні дослідження. Для більш глибокого дослідження, як наприклад у фізіології, обробка сигналу може використовуватися, щоб проаналізувати нейронал або деполяризацію клітини.

При розгляді біологічних процесів зустрічаються чотири різні ситуації в яких ми стикаємося з аналізом сигналів (рис 7.6). Рисунок 7.6 показує як зростає розуміння сутності. Розглянемо чотири випадки аналізу сигналів.

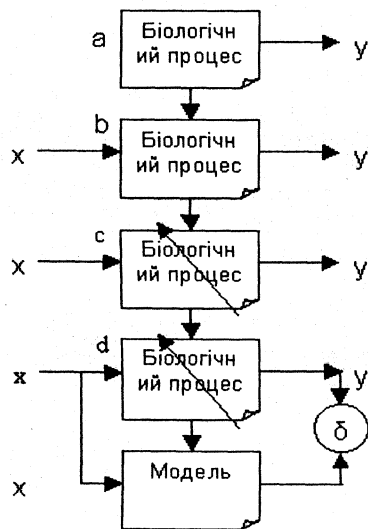


Рис. 7.6. Чотири різні ситуації в обробці біосигналу: тільки вихідний сигнал (а), викликані сигнали (b), випробування під час стимуляції (c), і моделювання процесу (d).

Тільки вихідний сигнал. Найзагальнішою є ситуація, коли ми маємо справу з біологічним процесом, що видає тільки вихідні сигнали (рис 7.6 а). Ми не знаємо нічого або тільки мінімум про процес, що є джерелом сигналу. Підхід, який використовується в аналізі таких сигналів, переважно емпіричний. Характерний приклад цієї ситуації – аналіз ЕЕГ.

Викликаний сигнал. Деякі з вхідних умов процесу, що досліджується, можуть бути вже відомими, або ми можемо навіть припустити вигляд вхідного сигналу або подразника (рис 7.6 b). В ідеалі, ми навіть зможемо зазирнути у суть цього біологічного процесу. Приклади цієї ситуації – стимульовані відгуки під час дослідження ЕЕГ або механічного чи електричного стимулювання клітин, нервів чи м'язів.

Випробування під час стимуляції. Наступна ситуація передбачає перевірку перебігу біологічного процесу під дією деякого вимушеного втручання або за, як мінімум, відомими умовами (рис. 7.6 c). Іноді це може поєднуватися з дією відомого вхідного стимулюючого сигналу.

До цієї групи належать багато *випробування під час стимуляції*, як наприклад випробування при фізичному навантаженні, коли ми вимірюємо параметри ЕЕГ ST-T або параметри сигналу спірограми, аналіз ЕЕГ під час анестезії, або "atrial racing" під час катетеризації.

Моделювання. У випадках, коли доступне достатнє знання про процес, ми повинні бути здатні розробити модель біологічного процесу (рис 7.6 d), наприклад, моделювання циркуляції або серцевої деполяризації. Такі моделі використовуються під час досліджень, навчання або для оцінки параметрів сигналу. Стрілка вказує на наявність зворотного зв'язку.

Моніторинг. Багато даних поступає через перетворювачі від хворого до медсестер або лікарів як для аналізу так і для контролю. Цій потік повинен бути зменшений та задокументований. Для цих цілей використовується комп'ютер.

Сигнали надають дані для підтримки реєстрації медичних рішень і аналізу тенденцій. Реєстрації рішень засноване на об'єктивних і кількісних вимірюваннях, а не на суб'єктивних спостереженнях. Біосигнали є прикладами об'єктивних вимірювань, які можуть використовуватися як вхідні для втручання під час моніторингу. Збільшення об'єктивності може привести до зниження людських помилок.

Практична частина

За допомогою програми «Аналіз біосигналів» визначити оптимальну частоту та квантування спірограми та електрокардіограми.

В наведеній таблиці приведено вимірювання пульсу людини(р) в різні проміжки часу(t).

| Показник | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| t (с) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| р (уд.за хв.) | 130 | 127 | 110 | 106 | 95 | 90 | 85 | 70 | 65 | 62 |

Завдання:

Побудувати об'ємну діаграму зміни пульсу.

Знайти різницю між показниками зміни пульсу($x_2 - x_1$).

Побудувати графік різниці показників.

Знайти середнє значення різниці показників.

Спрогнозувати пульс після 110с. від першого вимірювання за допомогою середнього значення показника різниці.

Питання для самостійної роботи

1. Які сигнали подають клітини та організми?
2. Яка головна мета обробки біосигналів?
3. Яка мета вивчення біосигналів?
4. Із скількох стадій звичайно складається обробка біосигналів?
5. Яка із стадій не є обробкою біосигналів?
6. Що треба зробити протягом попередньої обробки або стадії перетворення сигналів?
7. Які сигнали не можуть бути детермінованими?
8. Чи є в житті організмів чисті періодичні сигнали?

9. Який характер мають форми хвиль статистичних сигналів?
10. В яку форму мають перетворюватись біосигнали перед тим, як вони зможуть оброблятися комп'ютерами?

Рекомендована література

Основні джерела

1. Герасевич В.А. Компьютер для врача. Самоучитель. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Лопоч С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях з використанням EXCEL. – К.: Моріон, 2001. – 408 с.
3. Фигурнов В.В. IBM PC для пользователей. - М.: Финансы и статистика, 2001.

Додаткові джерела

CD – диски

1. Access 2000 (для начинающих).
2. EXCEL и INTERNET

Web – сайти

www.ncbi.nlm.nih.gov (Національна бібліотека медицини США)

Підписано до друку 10.12.2006 р. Замовл. № 1300.
Формат 60x90 1/16 Ум. друк. арк. 2,9 Друк офсетний.
Тираж 400 примірників.

Вінниця. Друкарня ВНМУ ім. М.І.Пирогова, Пирогова, 56.

61
Б-90

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНИЙ МЕТОДИЧНИЙ КАБІНЕТ З ВИЩОЇ
МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ

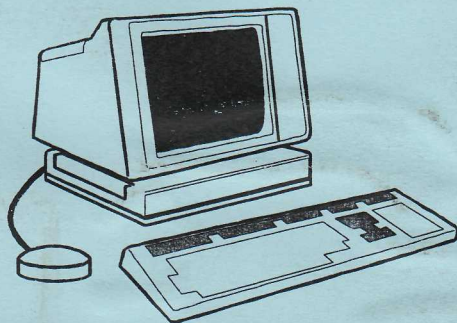
І.Є. БУЛАХ, Ю.Є. ЛЯХ, І.І. ХАЇМЗОН

МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА

*Навчальний посібник для студентів II курсу
медичних спеціальностей*

у трьох частинах

ЧАСТИНА I



2006