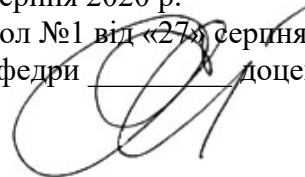


**Міністерство охорони здоров'я України
Українська медична стоматологічна академія**

Затверджено
на засіданні кафедри
медичної інформатики,
біологічної і медичної фізики
«27» серпня 2020 р.
протокол №1 від «27» серпня 2020 р.
Зав. кафедри _____ доцент Сілкова О.В.



**Методичні вказівки
для самостійної роботи студентів під час підготовки до
практичного (семінарського) заняття та на занятті**

Навчальна дисципліна	Медична інформатика
Модуль №1	Основи інформаційних технологій у системі охорони здоров'я. Обробка й аналіз медико-біологічних даних.
Тема заняття	Аналіз біосигналів. Методи обробки біосигналів. Візуалізація медико-біологічних даних. Обробка й аналіз медичних зображень.
Курс	2, 3
Факультет	Медичний № 1, №2, стоматологічний

1. Актуальність теми: 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.

2. Конкретні цілі: Ознайомитись з основними засобами візуалізації медико-біологічних даних, обробкою та аналізом медичних зображень. Оволодіти основними засобами отримання медичних зображень та сучасними тенденціями їх обробки. Оволодіти знаннями щодо медичного зображення органів, яке є головним джерелом інформації в постановці діагнозу. Вміти інтерпретувати медичне зображення при різноманітній обробці його за допомогою комп'ютеризованих технологій ЕОМ.

3. Базовий рівень підготовки:

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
1) основи інформатики	<ul style="list-style-type: none"> – знати теоретичні основи побудови графічних зображень; – знати технологію створення, зберігання, виведення графічних зображень; – застосовувати графічний редактор для створення і редагування зображень; – знати методи представлення графічних зображень; – знати формати графічних файлів.

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття.

Термін	Визначення
Радіологічний метод	візуальне сприйняття інформації, що не сприймається безпосередньо зором (за допомогою випромінювання)
Нерадіологічне зображення	зображення, що відзняті відеокамерою (ендоскопія) або сфотографовані (мікроскопічні зображення в гістології, патології, дерматологічні зображення тощо)
Матричні зображення	отримуються за допомогою комп'ютера
Піксель	елементарна одиниця матричного зображення
Обробка й аналіз зображень	покрокова процедура, що залежить від результатів попереднього етапу, а також знань і досвіду оператора
Рентгенологія	використовує іонізуюче випромінювання від джерела рентгенівських променів
Цифрова ангиографія	показує судини з використанням ін'єкції контрастної речовини, видаляючи із зображень за допомогою комп'ютерної програми небажані структури (кості й внутрішні органи)
Комп'ютерна томографія	використовує рентгенівські промені, але замість одного плоского зображення КТ-зображення отримується у результаті комп'ютерної обробки декількох зображень, відзнятих у різних напрямках
Ядерно-магнітний резонанс	комп'ютер відновлює зображення від отриманих радіосигналів, інтенсивність і тривалість яких залежить від біологічних характеристик тканини
Ультразвукове дослідження	використовує звукові (пружні) коливання високої частоти
Сцинтиграфія	в організм вводиться радіоактивна мітка, що має тропізм до певного виду тканини. Випромінювання, що випускається, фіксується за допомогою чутливої до радіації камери

4.2. Теоретичні питання до заняття.

1. Що таке медичне зображення?
2. Якими методами може бути отримане медичне зображення?
3. Що відносять до аналогових зображень?

4. Що відносять до цифрових зображень?
5. Перерахуйте методи отримання двовимірних медичних зображень.
6. Перерахуйте методи отримання тривимірних зображень.
7. Які основні принципи обробки зображень?

4.3. Практичні роботи, які виконують на занятті:

Тести

- 1) **Що використовується при радіологічних методах одержання медичного зображення?**
 - a) механічні хвилі;
 - b) випромінювання електромагнітної природи;
 - c) звукові хвилі;
 - d) інфразвук;
 - e) електричні імпульси.
- 2) **Якого характеру інформацію несуть у собі аналогові зображення?**
 - a) дискретного характеру;
 - b) у цифровій формі;
 - c) безперервного характеру;
 - d) у матричній формі;
 - e) у двійковому коді.
- 3) **При якому дослідженні можна одержати аналогові зображення?**
 - a) під час отримання звичайних рентгенограм;
 - b) під час отримання комп'ютерної томографії (КТ);
 - c) під час отримання цифрової рентгенографії;
 - d) під час отримання МР-Томографії;
 - e) під час отримання ЕОМ-Сцинтиграфії.
- 4) **Що перетворюють аналогово-цифрові перетворювачі?**
 - a) матричні зображення в аналогові;
 - b) електронний сигнал у механічний;
 - c) світловий сигнал в електричний;
 - d) аналогові зображення у матричні;
 - e) зображення, отримані нерадіологічними методами.
- 5) **Як називається елементарна одиниця пам'яті дисплейного процесора, яка організована у вигляді матриці, кожному елементу якої відповідає своя ділянка дисплея?**
 - a) біт;
 - b) рендерінг;
 - c) тріангуляція;
 - d) піксель;
 - e) зафарбування.

Практична робота:

Завдання 1

1. Запустити програму IRPreview за допомогою ярлика на робочому столі.
2. Ознайомитись з інтерфейсом і панеллю інструментів програми.
3. Переглянути різні зображення, що знаходяться у папці (C:\Візуалізація_МБД\Термограми).

Зробити та записати у зошиті діагностичний висновок по кожному зображенню.

4. Відкрити теплове зображення (C:\Візуалізація_МБД\Термограми\1.dtv), визначити температурні характеристики різних точок зображення. Для цього, використавши інструмент «Побудова термопрофілю» (Thermo Profile (G)), необхідно провести лінію на термограмі вздовж хребта. Визначити за допомогою просторового графіку, що з'явиться у окремому вікні, максимальну і мінімальну температуру та координати точок. **Записати у зошит отримані результати.**

Завдання 2

1. Запустити програму RadiAnt DICOM Viewer.
2. Ознайомитись з інтерфейсом і панеллю інструментів програми RadiAnt DICOM Viewer.
3. Переглянути та проаналізувати медичні зображення з папки (C:\Візуалізація_МБД\RadiAnt).

Завдання 3

1. Відкрити медичні зображення з папки (C:\Візуалізація_МБД\Завдання_4).
2. Переглянути файли. Результати візуального аналізу оформити у *зошиті у вигляді таблиці*:

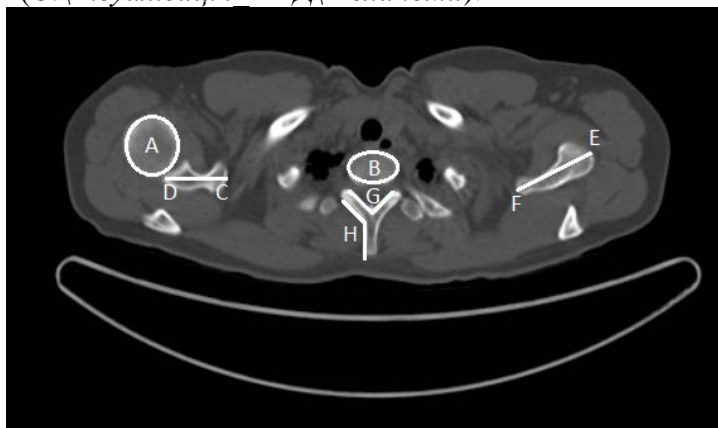
Ім'я файлу	Методика отримання зображення	Вид проекції	Досліджуваний орган	Об'єкти медичного зображення	
				статичні	динамічні

Завдання 4

1. У ході виконання завдання 5 необхідно робити знімки екрану після кожного пункту завдання (клавіша **PrintScreen**) і виконати вставку з буфера в створеному документі Word, назвавши документ «Прізвище».doc. Підписати кожен малюнок.
2. Завантажити файл у програму (C:\Візуалізація_МБД\Завдання_5).
3. Зменшити (збільшити) розміри зображення (окремої анатомічної структури зображення).
4. Змінити контрастність зображення.
5. Поділити екран на 6 частин та завантажити зображення у кожне створене вікно.
6. Виконати поворот зображення на 90°, (180°).
7. Вимкнути анотації.

Завдання 5

1. Відкрити файл (C:\Візуалізація_МБД\Меланоми).



2. Визначити за рисунком наступні параметри і заповнити таблицю:

№ п/п	Завдання	Результат вимірювання
1.	Відстань від точки D до C (мм)	
2.	Відстань від точки F до точки E (см)	
3.	Кут G	
4.	Кут H	
5.	Площа фігури A (мм ²)	
6.	Площа фігури B (см ²)	

Зміст теми:

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 цією 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, якій 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 променевій діагностиці площа дисплея може формуватися у вигляді наступних матриць: 32x32, 64x64, 128x128, 256x256, 512x512, 1024x1024, 1024x1280 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 64x64 пікселів у радіонуклідній діагностиці вимагає 4096 байт пам'яті, а зображення 128x128 пікселів – 16384 байт.

Більш досконалі системи радіонуклідної діагностики мають зображення 256x256 і навіть 512x512 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 (256x256 і 512x512) застосовують переважно для отримання статичних зображень, тобто у діагностиці осередкових змін в органах, тоді як грубі растри (64x64 і 128x128) використовують головним чином для динамічних досліджень.

Усі медичні зображення в променевій 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 апарата.

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 **ангіографія** показує судини, видаляючи 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 органа.

Усі радіологічні методики отримання зображення можуть бути подані у вигляді наступної схеми (рис. 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 опосередовано взаємодіє безпосередньо з об'єктом (пацієнтом). Його призначення – вловити 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 та ін.

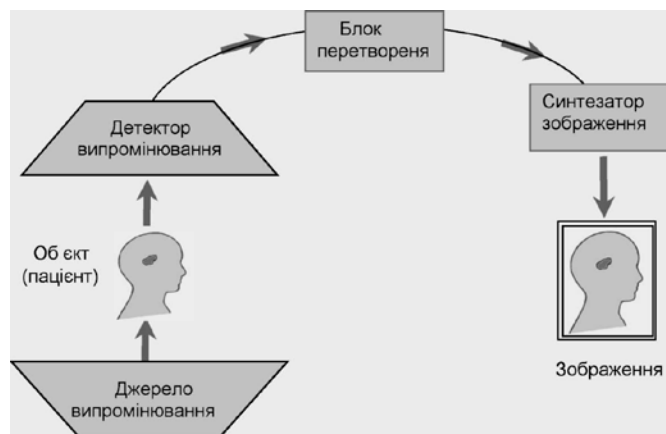


Рис. 1. Система утворення зображення.

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 вигляд.

Потім перетворені сигнали передаються в синтезатор зображення. Його призначення, як випливає вже із самої назви, – створити зображення досліджуваного об'єкта органа, частини тіла, всієї людини. Зрозуміло, при використанні різних методик зображення буде різним. Рентгенограми розкривають перед нами переважно макроморфологію органів і систем. Радіонуклідні скінтиграми 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 консультиватися 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 гистограми зображення створює подання кількості пікселів для кожного рівня сірого в зображенні.

Аналіз гистограми робить очевидним розподіл сірих рівнів у зображенні й допомагає судити про якість оцифровки. Якщо гистограма має нелінійний розподіл, то багато деталей будуть загублені. Операції по вирівнюванню гистограми 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 тривимірне 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, тривимірними. Реєстрація медичного зображення є винятково важливою для подальшого його аналізу. Прийняте наступне означення реєстрації для видозмін А і В того ж об'єму.

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

$\vec{x}_B = T(\vec{x}_A)$, де $\vec{x}_A = (x_A, y_A, z_A)$, $\vec{x}_B = (x_B, y_B, z_B)$ – точки в системах координат Ref_A та Ref_B відповідно, які відповідають тій же анатомічній точці.

Реєстрація поверхні може бути розділена на три стадії, як показано на рисунку 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 тривимірний 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 більшою кількістю даних. Можна навіть "сфотографувати" послідовність об'ємів в часі.

Порівняння двовимірної та тривимірної візуалізацій. Проекція томографічної візуалізації проста – двовимірне зображення відображається на двовимірний дисплей. Об'ємна візуалізація складніша: тривимірний об'єм повинен бути якимось 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 тривимірний 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 тривимірний вигляд без потреби сегментації та надзвичайна якість зображення. Недоліком може бути сповільненість. Адаже 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 променевої 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.2) заснований на пошаровій реєстрації великої кількості променів, що послані випромінювачем (1) через досліджуваний орган (3) у бік реєстратора випромінювання (2).

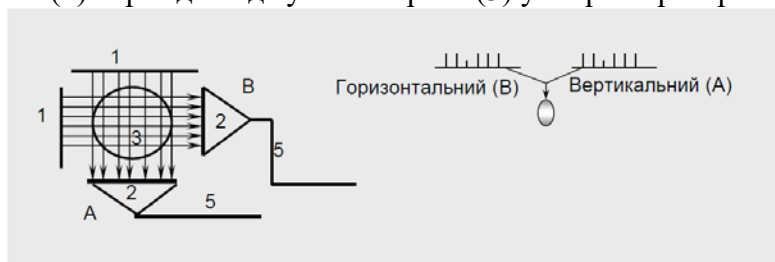


Рис. 2. Комп'ютерна томографія

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

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

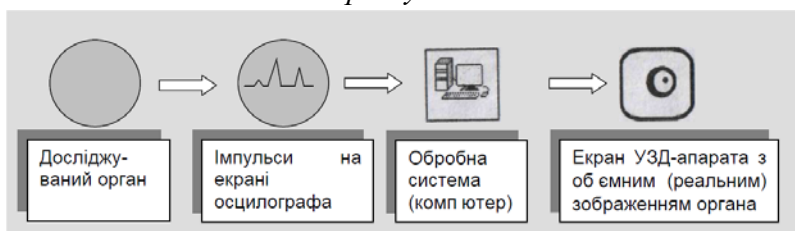
Припустимо, що всередині органа (3) є патологічний осередок (4). Тоді профілі поглинання променів, які пройшли через орган, будуть мати вигляд, поданий на схемі праворуч.

Низька інтенсивність відповідає розташуванню патологічного осередка. Наявність двох профілів дозволяє точно зазначити розташування осередка в структурі органа.

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. 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. 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 зі способом життя і типом харчування японців.

Обчислювальна система фіброскопії (рис.4) складається з типового фіброскопа (джгута оптичних волокон), крізь який можна розглянути, сфотографувати або зняти відео зі стану слизової оболонки шлунка.

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

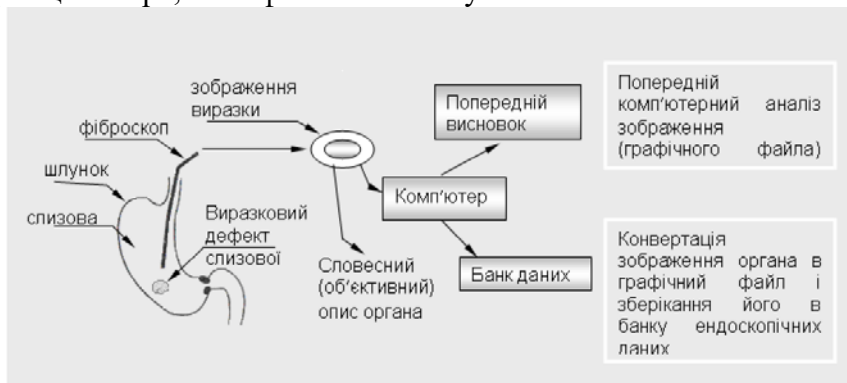


Рис. 4. Комп'ютерна фіброскопія

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.

Матеріали для самоконтролю:

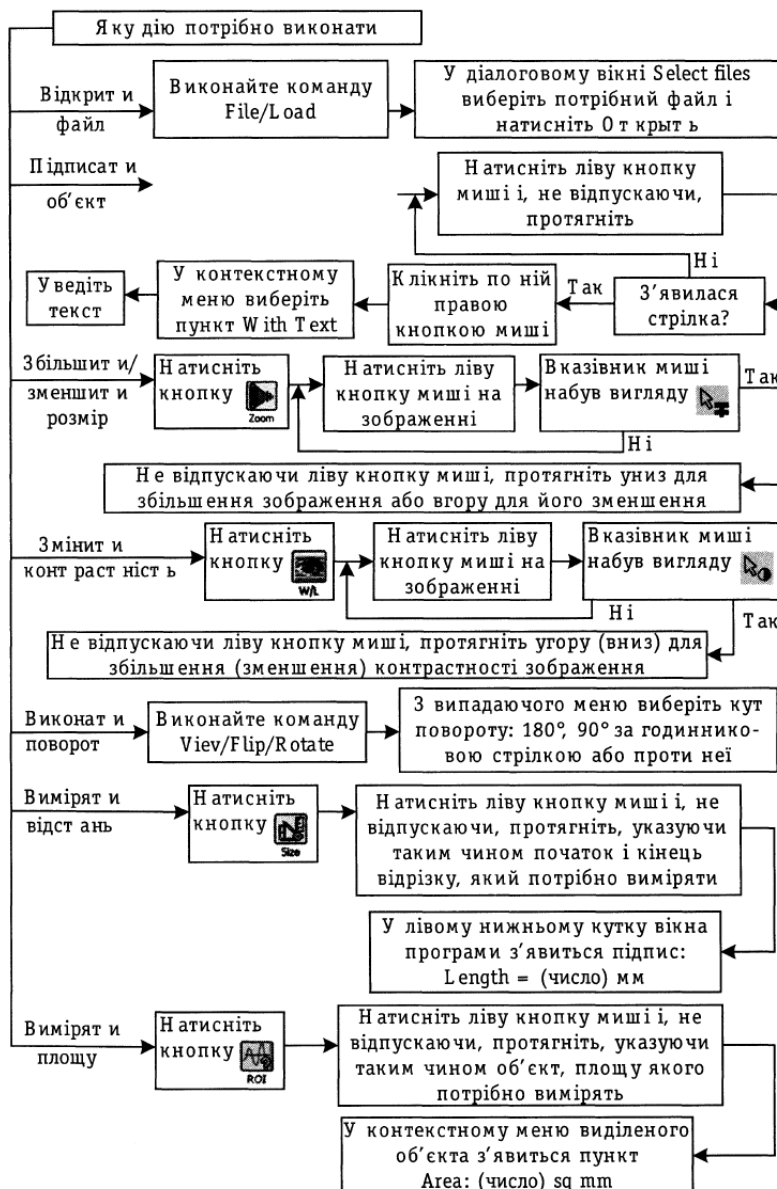
А. Тестові завдання для самоконтролю:

1. Зображення на рентгенівській плівці відносять до:
 - а)аналогових зображень
 - б)матричних зображень
 - в)радіологічних зображень
 - г)нерадіологічних зображень
2. Який тип зображень має дискретний характер: и матричні зображення;
 - а)аналогові зображення
 - б)радіологічні зображення
 - в)нерадіологічні зображення
3. Для перетворення матричних зображень на аналогові використовують:
 - а)аналогово-цифрові перетворювачі
 - б)цифрово-аналогові перетворювачі
 - в)пристрої оцифровування зображення
 - г)сканер і принтер
4. Розподільна здатність системи відображення залежить від:
 - а) кількості пікселів
 - б)типу зображення
 - в)методу отримання зображення
 - г)якості зображення
5. Зображення на екрані рентгенодіагностичного апарата існує:
 - а) у вигляді твердої копії

- b) на магнітних носіях
 c) у нефіксованому вигляді
6. При застосуванні якого методу медичне зображення отримуються у результаті комп'ютерної обробки декількох зображень, відзнятих у різних напрямках:
 a) комп'ютерній томографії
 b) рентгенографії
 c) ангіографії
 d) сцинтиграфії
7. При застосуванні якого методу в організм вводять радіоактивну мітку, що має тропізм до певного виду тканини:
 a) комп'ютерної томографії
 b) сцинтиграфії
 c) рентгенографії
 d) ангіографії
8. Метод оцінки теплового поля людини називається:
 a) термографією
 b) ультразвуком
 c) ангіографією
 d) сцинтиграфією

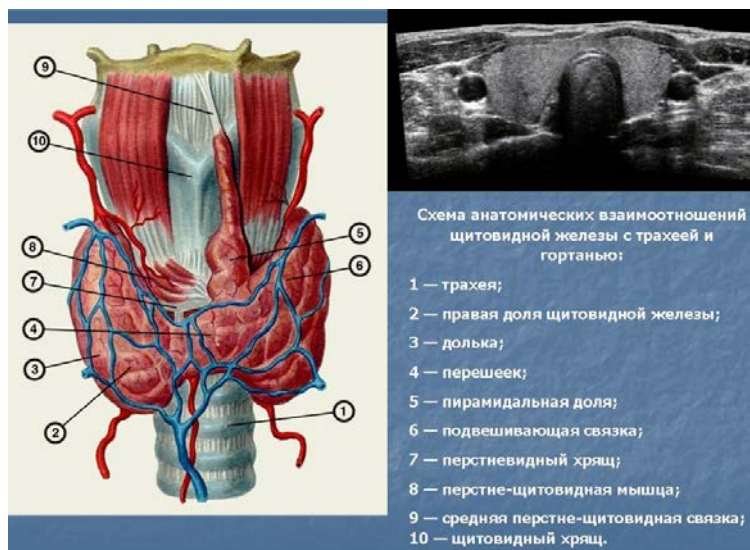
В. Завдання для самоконтролю:

Схема виконання основних команд DICOM Image Viewer Plus



С. Задачі для самоконтролю:

Відкрити УЗ-зображення щитовидної залози та анатомічне зображення (С:\Візуалізація_МБД\Завдання_1\Щитовидна залоза.jpg). Порівняти їх. Визначити розташування лівої частки, правої частки, перешийку, просвіту трахеї, загальної сонної артерії.



Література:

Основна:

1. Медична інформатика : навчальний посібник [для студентів вищих навч. закладів МОЗ України] / О.В. Сілкова, Н.В. Лобач ; МОЗ України, УМСА. – Вид. 2-ге, змін., випр. – Полтава : АСМІ, 2016. – 262 с.
2. Комп'ютерне моделювання у фармації: Навч. посіб. для мед. ВНЗ IV р.а. Рекомендовано МОЗ / Булах І.Є. та ін. – К., 2016. – 208 с.
3. Медична інформатика в модулях : практикум/ І.Є. Булах , Л. П. Войтенко, М. Р. Мруга та ін.; за ред. І.Є. Булах. – К. : Медицина, 2009. – 208 с.
4. Доказова медицина у спектрі наукової медичної інформації та галузевої інноваційної політики : монографія / Анатолій Родіонович Уваренко. – Житомир : Полісся, 2005. – 187 с. – Библиогр.: с.158–182
5. Основи медичної інформатики : [підручник для студентів вищих мед. навч. закладів I–III рівнів акредитації] / Лідія Олексіївна Момоток, Людмила Василівна Юшина, Олександра Вікторівна Рожнова. – К. : Медицина, 2008. – 231 с.

Додаткова:

1. Булах І.Є., Лях Ю.Є., Хаїмзон І.І. Медична інформатика. Навчальний посібник для студентів II курсу медичних спеціальностей у трьох частинах. Вінниця. Друкарня ВНМУ ім. М.І. Пирогова, 2006. – 104 с.
2. Медична інформатика : Методи системного аналізу: Навч. посібник для студ. ВМНЗ III–IV рівнів / Василь Петрович Марценюк ; Тернопільська держ. мед. акад. . Каф. мед. інформатики. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. – 176 с.
3. Медична інформатика : Інструментальні та експертні системи: навчальний посібник для студ. ВМНЗ III–IV рівнів / Василь Петрович Марценюк ; Тернопіл. держ. мед. акад., Каф. мед. інформатики. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2004. – 221 с
4. Гойко О.В. Практичне використання пакета STATISTICA для аналізу медико-біологічних даних : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О. В. Гойко. - Київ, 2004. - 76 с.
5. Гойко О.В. Сучасні технології обробки й аналізу медичних даних // Медична інформатика та інженерія. – 2009. - №4. – с. 39-44.
6. Експертні системи в медицині: навчальний посібник / Продеус А.М., Синєкоп Ю.С., Швець Є.Я., Кісельов Є.М., Баран М.М. – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2014. – 332 с.
7. О.В. Чалий, В.А Дяков, І.І Хаїмзон. Основи інформатики.:К. «Вища школа», 2004. – 141 с.

8. Основи інформатики. Microsoft Office 2013 (Word, PowerPoint на практиці) : навч. посіб. / М. М. Дрінь, Н. В. Романенко ; М–во освіти і науки України, Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – Чернівці : Чернів. нац. ун-т, 2014. – 75 с.
9. Уваренко А. Р. Доказова медицина у спектрі наукової медичної інформації та галузевої інноваційної політики / А. Р. Уваренко – Житомир : Полісся, 2005. – 187 с.
10. Інформаційні технології у фармації: підручник. / І.Є. Булах, Л. П. Войтенко, Л.О. Кухар, М. Р. Мруга, І.М. Шило; За ред. Булах І.Є. – К. : Медицина, 2008. – 224 с.
11. Лопоч С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистичні методи в медико–біологічних дослідженнях з використанням EXCEL. – К.: Моріон, 2001. – 408 с.
12. Інформаційні технології у психології та медицині: підручник / І.Є. Булах, І.І. Хаїмзон. – К.: ВСВ «Медицина», 2011. – 216 с.
13. Комп'ютерне моделювання у фармації: Навч. посіб. для мед. ВНЗ ІV р.а. Рекомендовано МОЗ / Булах І.Є. та ін. – К., 2016. – 208 с.
14. Мінцер О.П. Інформатика та охорона здоров'я / О.П. Мінцер // Медична інформатика та інженерія. – 2010. – № 2. – С.8–21
15. Інформаційні системи і технології: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ С.Г.Карпенко, В.В.Попов, Ю.А.Тарнавський, Г.А.Шпортюк. – К.: МАУП, 2004. – 192 с.
16. Інформатика в таблицях і схемах: ПК і його складові, операційна система Windows, інтернет, основні та допоміжні пристрої, системне та прикладне програмне забезпечення, моделювання та програмування / [Білоусова Л. І., Олефіренко Н. В.]. – Харків: Торсінг плюс, 2014. – 111 с.
17. Інформатика : практикум з інформ. технологій / Я. М. Глинський. – Тернопіль: Підруч. і посіб., 2014. – 302 с.
18. Інформатика та інформаційні технології : практикум для орг. роботи студентів на практик. та лаборатор. заняттях / Ю. Ю. Білак, В. О. Лавер, Ю. В. Андрашко, І. М. Лях; М–во освіти і науки України, ДВНЗ «Ужгор. нац. ун–т», Ф–т інформ. технологій, Каф. інформатики та фіз.–мат. дисциплін. – Ужгород: Аутдор–шарк, 2015.

Методичні вказівки підготували: О.В. Сілкова, Н.В. Лобач, М.С. Саєнко