Вінницький національний технічний університет
Кафедра біомедичної інженерії
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем

ОБРОБКА БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ ОБ'ЄКТІВ

(обов'язковий освітній компонент)
II (магістерський) рівень вищої освіти

Освітня програма **Інтелектуальні штучні імпланти та медичні апарати в біоінженерії**
Спеціальність **163 Біомедична інженерія**
Викладач: **Коваль Л. Г.**, к. т. н., доцент
Мови викладання: **українська**
Семестр – **1**
Кредитів ЄКТС – **5**
Лекцій – **27 год.**
Лабораторних – **27 год.**
Практичних – **9 год.**
Курсова робота – **45 год.**
Самостійна робота – **30 год.**
Вид контролю – **іспит**

Передумови для вивчення: програмні результати навчання, набуті на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти в межах дисципліни «Вимірювальні методи в медико-технічних системах» та інших базових технічних дисциплін бакалаврату.

Мета курсу полягає у навчанні студентів методам і алгоритмам комп'ютерної обробки зображень з метою покращення візуалізації, класифікації, виділення інформації, необхідної для наукової та професійної діяльності, основам комп'ютерної графіки, її застосування для наукових потреб. Окрему увагу надано потребам медичної діагностики на основі обробки інтроскопічних зображень.

Компетентності

1. Здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосовуванням методів математики, природничих та інженерних наук (ФК1).
2. Здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із

застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій (ФК3).

3. Здатність розробляти технічні завдання на створення, а також моделювати, оцінювати, проектувати та конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології (ФК5).
4. Здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем (ФК6).

Результати навчання

1. Аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій (ПРН2).
2. Розробляти та застосовувати штучні інетелектуальні імпланти, використовуючи інформаційні технології цифрової обробки біомедичних зображень та реконструкції об'єктів, 3D-друку, сучасні біоматеріали та засоби медичної електроніки (ПРН9).

Тематика курсу

Змістовний модуль 1. Базові методи роботи з зображеннями

Тема 1. Вступ. Місце зображень в медичній діагностиці (2 год)

Місце візуальної інформації серед усіх видів інформації про зовнішнє середовище, що одержує людина. Паралельність надходження інформації. Основні джерела одержання візуальної інформації в медицині, їх кількісні характеристики. Фотографія, рентгенівська фотографія, флюорографія, магніторезонансна і комп`ютерна томографія, УЗД, термографія. Місце кольорових і "сірих" зображень в медицині. Основні цілі цифрової обробки зображень. Поняття про точкову, локальну і нелокальну обробку зображення.

Тема 2. Комп'ютерне представлення зображення(2 год)

Піксель як елемент плоского дискретного зображення. Глибина пікселя. Воксель. Поняття про текстуру зображення. Текстурне і об'єктне зображення. Співвідношення векторної і растрової графіки. Приклади використання векторної графіки, ГІС, засади їх використання. Основні поняття растрової графіки. Яскравість, контрастність. Передача кольорів, RGB представлення. Передача градацій сірого. Індексоване зображення, палітра, її розмір

Тема 3. Побудова графічних файлів (2 год)

Основні принципи побудови форматів графічних файлів. Заголовок і тіло зображення. Структура форматів BMP, PCX, TIFF, GIF, Поняття про векторні формати. Багатофреймовий файл.

Тема 4. Виведення комп'ютерного зображення (2 год)

Відображення на моніторі. Типи моніторів, перспективи розвитку технологій відображення. Стереоскопія, 3D. Особливості формування зображень

в залежності від типу монітору і роздільної здатності розгортки. Потреба препарування для виведення на монітор, та її особливості. Особливості виведення динамічного зображення. Виведення на папір Проблема передачі градацій сірого. Дайзеринг. Співвідношення візуальної якості і роздільної здатності принтера, кількості градацій яскравості, типу матриці дайзерингу, способи растеризації для друку. Особливості для рідних принципів друку. Кольоровий друк використання CMY / CMYK представлення.

Тема 5. Геометричні перетворення зображень (2 год)

Поняття покращення візуалізації, її потреби. Препарування. Втратність обробки. Для чого використовуються точкові перетворення. Група афінних перетворень, їх значення для препарування зображень. Зміна масштабу відображення (ресемплінг). Алгоритмічні особливості дискретного випадку точкових перетворень. Кратна і некратна зміна масштабу, муар. Трансляція пікселя, білінійна та бікубічна інтерполяція. Корекція проективних спотворень.

Тема 6. Гістограмний підхід аналізу зображень (2 год)

Гістограма зображення, що дає гістограмний підхід. Гістограмні ознаки зображення в градаціях сірого – математичне очікування, дисперсія, асиметрія, коефіцієнт ексцесу, ентропія, їх використання для опису зображень. Математичні визначення яскравості і контрастності. Інші гістограмні ознаки. Алгоритмічні особливості гістограмного підходу.

Корекція гістограми. Завдяня передаточної функції як приклад точкової обробки. Сенс зміни яскравості і контрастності для покращення візуальної якості, особливо для підготовки до друку, гама-корекція. Наскрізна передаточна функція. Співвідношення позитива і негатива. Спеціальні методи корекції гістограми – еквалізація, соляризація. Особливості роботи з зображенням з підвищеною глибиною пікселя. Гістограма кольорового зображення. Кольорова корекція. Проблеми правильної кольоропередачі. Баланс білого. Застосування кольорового відображення для візуальної діагностики

Змістовний модуль 2 Ускладнені методи обробки зображень

Тема 7. Фільтрація зображень (3 год)

Розклад сигналів, засади його використання. Аналогія в описі просторових та часових сигналів. Просторовий спектр як двовимірний аналог частотного спектру часових сигналів. Просторова частота. Особливості дискретного випадку. Обмеженість кадру. Фільтрація просторових частот. Співвідношення фільтрації у домені зображення та домені просторових частот. Теорема про згортку. Співвідношення ідеального та реального зображення.

Тема 8. Виділення діагностичної інформації з зображень (2 год)

Загальні відомості про виділення діагностичної інформації з зображень. Об’єктні та текстурні зображення в медицині. Роль візуальної оцінки

інформації при медичному дослідженні, зокрема, за допомогою технічних засобів. Використання експертних систем. Сегментація Випадок сегментації багатошарових зображень. Тривимірний випадок. Приклади автоматизованої обробки зображень для діагностики. Задачі хромосомного і клітинного аналізу.

Тема 9. Синтез зображень (2 год)

2D-графіка. Переваги і недоліки растрової графіки перед векторною. Об'єктна побудова складних зображень. Сумісне застосування растрової і векторної графіки. Багатошарові плоскі зображення. Побудова геометричних примітивів. Контур. Задача визначення внутрішньої області. Покращення гладкості косих відрізків. Побудова перерізів. Задача суміщення зображень.

Тема 10. Розпізнавання образів (4 год)

Потреби у системах розпізнавання, експертні системи, комп'ютерний зір. Загальні методичні підходи до побудови систем розпізнавання образів. Семантичні методи в розпізнаванні образів. Особливості постановки та вирішення задач по розпізнаванню образів для медичних цілей. Використання нейронних мереж. Виділення ознак. Типи ознак.

Тема 11. Структура системи обробки зображень (4 год)

Потреби апаратного забезпечення, обумовленого специфічним математичним апаратом та задачами конкретної системи. Можливості разпаралелення задач та відповідні архітектурні особливості. Особливості побудови програмного забезпечення. Застосування універсального і спеціалізованого програмного забезпечення. Особливості підтримки баз даних, що мають у собі графічні об'єкти. Деякі практичні питання побудови програмного забезпечення для обробки зображень.

Теми практичних занять

1. Фізичні причини неідеальності зображення
2. DICOM Viewer. Представлення даних в стандарті DICOM 3.0. Користувальницькі елементи даних. Типи даних.
3. Введення зображення до комп'ютера
4. Адаптивна фільтрація
5. Побудова реалістичних зображень
6. Стиснення інформації

Теми лабораторних занять

1. Фотошоп, загашьний опис, робота з фреймграбером
2. DICOM Viewer. Особливості візуалізації медичних зображень.
3. Візуалізація медичних досліджень.
4. Робота з 3D сканером
5. Реконструкція та фільтрація об'єкту.
6. Побудова 3D зображення

7. Синтез імпланту на 3D принтері з побудованого зображення

Індивідуальні завдання

Робочим навчальним планом передбачено курсовий проект для студентів денної та заочної форми навчання. Крім того, за рішенням кафедри студенти готують доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ.

Згідно робочого навчального плану за індивідуальними завданнями студентами виконується курсова робота, яка присвячена вивченню методів обробки біомедичних зображень. Зміст курсової роботи полягає в розкритті певної теми, вивченні та узагальненні матеріалу літературних джерел, проведення класифікації методів обробки зображень, систем, розробці алгоритмів та функціональних схем, побудова програмних графічних фільтрів. Ілюстративна частина роботи включає структурні, функціональні, програмні засоби, приклади оброблених зображень за допомогою створених та застосованих фільтрів, узагальнюючі таблиці та графіки, що ілюструють роботу розроблених алгоритмів та програмного забезпечення. Теми курсових робіт обираються здобувачами освіти та затверджуються на засіданні кафедри.

На виконання курсової роботи відводиться 45 годин, 1,5 кредити ECTS.

Форми контролю:

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичного, лабораторного заняття, тестування, колоквіум, іспит.

Оцінювання результатів навчання

Модуль	Колоквіум	Практичні роботи	Лабораторні роботи	СРС	Активність	Іспит	Разом
I	13	9	9	5	1	25	100
II	14	9	9	5	1		
За семестр	27	18	18	10	2		

За виконання курсової роботи

Пояснювальна записка (оцінюються результати проектування та їх оформлення)	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
40	20	40	100

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	відмінно
82 – 89	B	добре
75 – 81	C	
64 – 74	D	задовільно
60 – 63	E	
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням

Політика курсу

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень, визначених у документах: «Кодекс етики ВНТУ», «Положення про академічну доброчесність студентів та науково-педагогічних працівників ВНТУ», «Положення про рейтингову систему оцінювання досягнень студентів у ВНТУ». Учасники освітнього процесу погоджуються, що за порушення цих положень несуть особисту відповідальність.

Базові інформаційні ресурси

1. Абакумов В. Г. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів : навчальний посібник / В. Г. Абакумов, С. М. Злепко, З. Ю. Готра та ін. — Вінниця : ВНТУ, 2011. — 352 с. — ISBN 978-966-641-445-1.
2. Медицинские приборы. Разработка и применение. – М. : Медицинская книга, 2004. – 720 с. – ISBN 5-86093-151-7.
3. Билибин К. И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : учебник для вузов / К. И. Билибин, А. И. Власов, Л. В. Журавлёва и др. Под общ. ред. В. А. Шахнова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 528 с. - ISBN 5-7038-1765-X.
4. Кореневский Н. А. Проектирование электронной медицинской аппаратуры для диагностики и лечебных воздействий : монография / Н. А. Кореневский, Е. П. Попечителев, С. А. Филист. – Курск : Курская городская типография, 1999. – 537 с.
5. Гліненко Л. К. Технологія інженерного проектування : Структурний синтез технічних та біотехнічних систем: Навчальний посібник / Л. К. Гліненко, . А. Смердов. – Львів : Вид-во нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2004. – 388 с.
6. Методи і засоби для тестування оператора поліграфа : монографія / [С. М. Злепко, С. В. Тимчик, Р. С. Белзецький, Л. Г. Коваль]. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 168 с. — ISBN 978-966-641-370-6.
7. Фрайден Дж. Современные справочники. Справочник / Дж. Фрайден. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.
8. Кожем'яко В. П. Біомедичні оптико-електронні інформаційні системи і апарати [Текст] : навчальний посібник. Ч. 3 : Лазерні біомедичні системи /

В. П. Кожем'яко, З. Ю. Готра, С. В. Павлов [та ін.] ; МОН України. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 143 с.

9. Bankman IN (ed). Handbook of Medical Image Processing and Analysis. 2nd ed. New York: Academic Press; 2008. ISBN: 0-123-73904-7

10. Jan J. Medical Image Processing, Reconstruction and Restoration: Concepts and Methods. Boca Raton: CRC Press; 2005. ISBN: 0-824-75849-8

11. Preim B, Bartz D. Visualization in Medicine. Theory, Algorithms, and Applications. Amserdam: Morgan Kaufmann; 2007. ISBN: 978-0-123-70596-9