

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”
ННК “ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ”
КАФЕДРА ММСА

Дипломна робота на тему:

**“Інформаційні технології аналізу психофізичного стану
людини та варіабельності серцевого ритму”**

ВИКОНАЛА:

СТУДЕНТКА ГРУПИ КА-23
ПТУХА Ю.А.

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

К.Т.Н., ДОЦЕНТ
ТИМОШЕНКО Ю.О.

Київ - 2016

- ❖ **Мета роботи** - застосування інформаційних технологій та алгоритмів штучного інтелекту для аналізу психофізичного стану людини та варіабельності серцевого ритму.
- ❖ **Об'єкт дослідження** – психофізичний стан людини та варіабельність серцевого ритму.
- ❖ **Предмет дослідження** – інформаційна технологія аналізу психофізичного стану людини та варіабельності серцевого ритму.

Три мети для удосконалення системи за Д.Паттерсоном

технологія, яка
відповідає
здатності людини

Взаємодія
з людством

Надійність

Безпека

технологія, від якої
світ дійсно може
залежати та якій
зможе довіритись

технології, які
допоможуть зробити
наше суспільство
безпечним та не
нанесуть шкоди
приватному життю



Актуальність напрямку дослідження

1

Людино-машинний інтерфейс роботів

2

Аналіз психофізичного стану операторів
сфери критичного застосування

3

Аспект продуктивності персоналу

4

Вплив реклами та медіа-компаній
на емоції споживача

Аналіз досліджень в напрямку

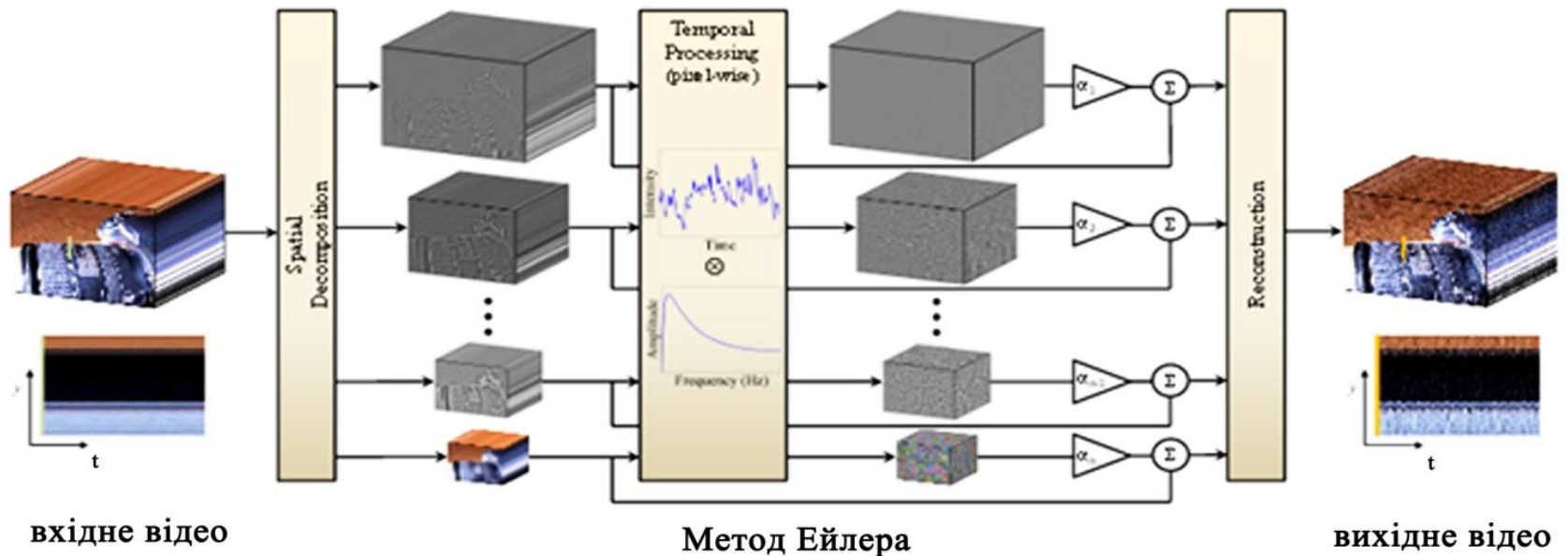
- В багатьох провідних лікарнях США тестують або планують пілотні проекти, в рамках яких застосовуються новий додаток "Health" і допоміжна програма Apple HealthKit для дистанційного спостереження за пацієнтами.
- Дослідники Мічиганського Університету розробили програму, яка використовує аналіз стану язика людини, щоб визначити необхідність її лікування.
- Компанія Microsoft обновила проект Project Oxford - тепер користувачі на демо-версії можуть завантажити свої фото та отримати аналіз емоцій, які на них відображені.
- Визначення емоційних реакцій за фізіологічними показниками - пристрій від NeuroSky, що надягається на голову і містить один датчик мозкової активності.
- Визначення емоційних реакцій по міміці на фотографії - сервіс FaceReader та проект Project Oxford від компанії Microsoft.
- Визначення емоційних реакцій по пантомімі - система від дослідників Computer Vision Research в Сіднеї.
- Визначення емоційних реакцій по голосу - програма Emotive Alert від Affective Computing Research Group.

Постановка задачі

- 1 Провести огляд математичних методів виявлення ВСР по відеосигналу
- 2 Розробити програмний продукт для виявлення RR-інтервалів по відеосигналу
- 3 Проаналізувати вплив вхідних параметрів на результат роботи програми
- 4 Визначити способи аналізу ВСР по отриманим результатам

Метод Ейлера для виявлення та підсилення відео-сигналу

Загальна структура методу Ейлера:



1. розкладається відеопослідовність
2. будується піраміда Гауса для кожної просторової смуги
3. застосовується один і той же часовий фільтр для всіх діапазонів
4. відфільтровані просторові смуги посилюються, додаються назад до вихідного сигналу і складаються для генерування вихідного відео.

Просторова фільтрація зображень за допомогою Гаусівських пірамід

Початкове зображення $f_{N-1}(x, y)$



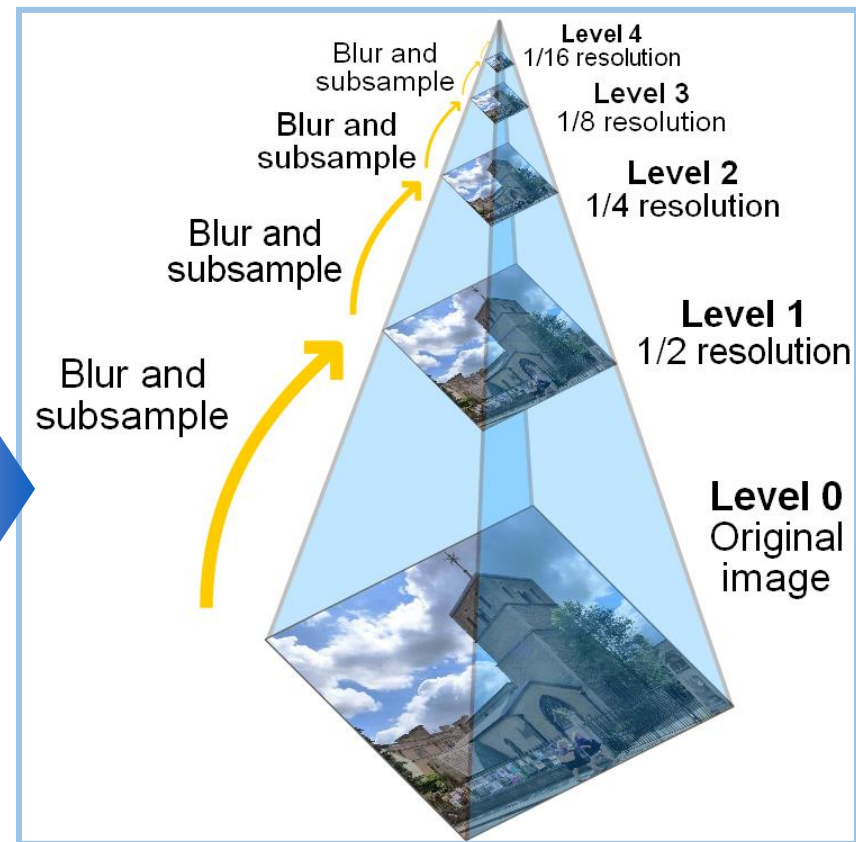
Високочастотна фільтрація з ядром $h(u, v)$

$$g(x, y) = \iint f_{N-1}(x - u, y - v)h(u, v) dudv$$



Зменшення розмірів в 2 рази $f_{N-1}(x, y) = g(2x, 2y)$

$$h(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{u^2+v^2}{2\sigma^2}}$$



Часова фільтрація за допомогою перетворення Фур'є

1 Пряме перетворення Фур'є

$$y(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-\omega t} dt$$

Аналіз спектру сигналу по образу Фур'є та вибір типу фільтра та його параметрів

2

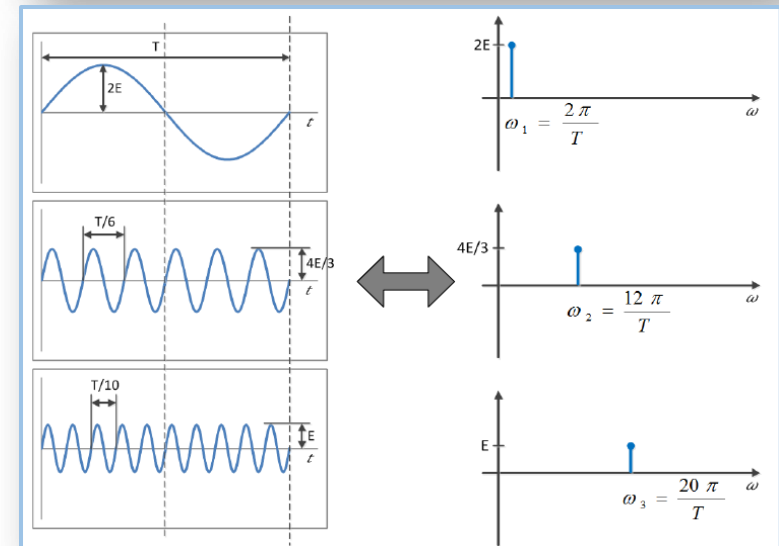
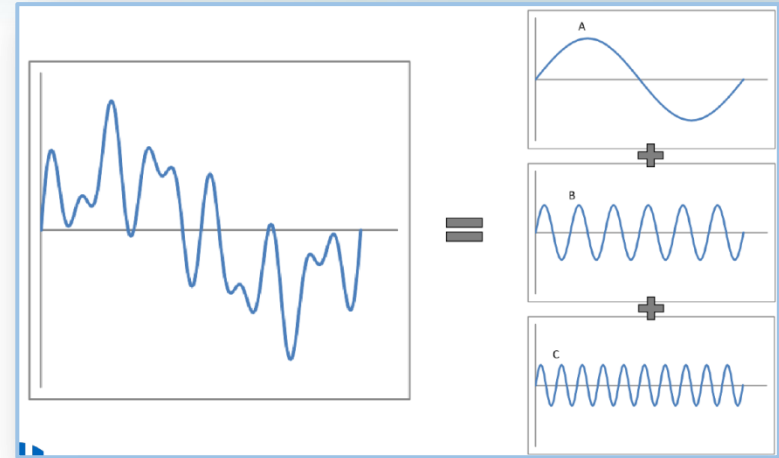
3

Генерація фільтра та його застосування до образу Фур'є

4

Зворотне перетворення Фур'є для отримання відфільтрованого сигналу.

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} y(\omega) \cdot e^{\omega t} dt$$



Відновлення посиленого відеосигналу за допомогою оберненої Гаусівської піраміди



Вихідний сигнал після обробки
методом Ейлера:



Огляд методик аналізу варіабельності серцевого ритму(ВСР)

Аналіз ВСР включає три етапи:

1. Вимірювання тривалості RR-інтервалів і уявлення динамічних рядів кардіоінтервалів у вигляді кардіоінтервалограмми;
2. Аналіз динамічних рядів кардіоінтервалів;
3. Оцінку результатів аналізу ВСР.

Огляд методик аналізу ВСР

Візуальні та кількісні методики аналізу ВСР:

1

Статистичні методи - застосовуються для кількісної оцінки ВРС в досліджуваний проміжок часу. Кардіоінтервалограми - сукупність послідовних часових проміжків - інтервалів RR. Статистичні характеристики динамічного ряду кардіоінтервалів включають: SDNN, RMSSD, PNN50, CV.

2

Геометричні методи (варіаційна пульсометрія) - сутність полягає у вивченні закону розподілу кардіоінтервалів як випадкових величин.

3

Автокореляційний аналіз - обчислення і побудова автокореляційної функції динамічного ряду кардіоінтервалів направлено на вивчення внутрішньої структури цього ряду як випадкового процесу

Огляд методик аналізу ВСР

Візуальні та кількісні методики аналізу ВСР:

4

Кореляційна ритмографія – скатерографія - суть методу полягає в графічному відображенні послідовних пар кардіоінтервалів (попереднього і наступного) в двомірній координатній площині. При цьому по осі абсцис відкладається величина $R-R_n$, а по осі ординат - величина $R-R_{n+1}$

5

Спектральні методи аналізу ВСР - аналіз спектральної щільності потужності коливань дає інформацію про розподіл потужності в залежності від частоти коливань. Застосування спектрального аналізу дозволяє кількісно оцінити різні частотні складові коливань ритму серця.

6

Інші методи аналізу ВСР (цифрова фільтрація, методи нелінійної динаміки і т.д.)

Стрес-індекс

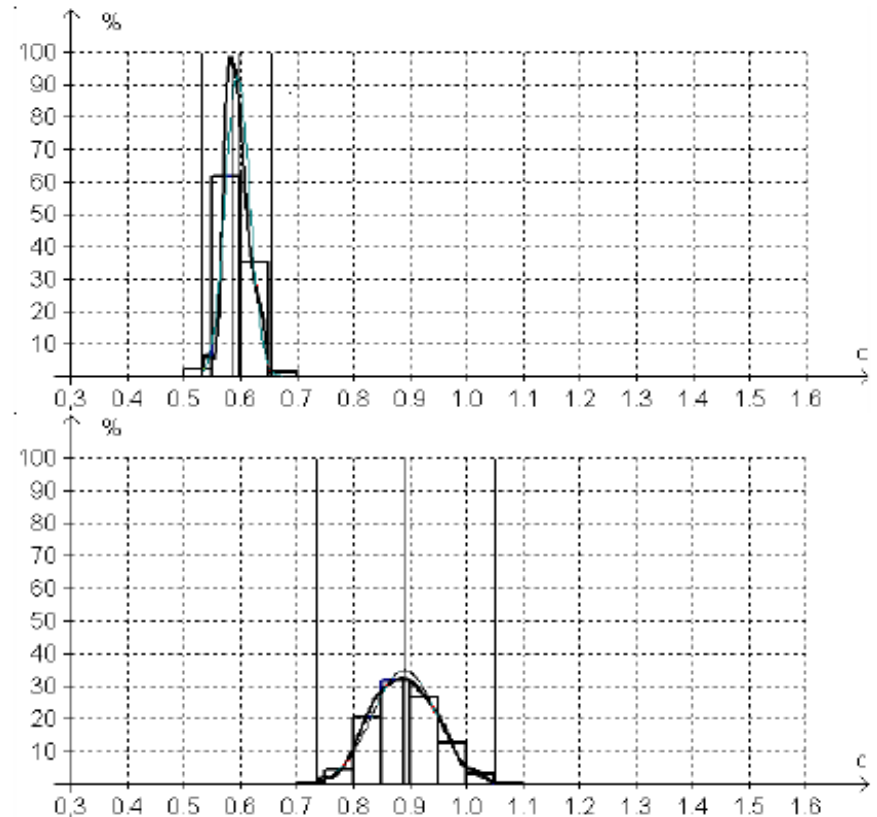
- 1 Будується гістограма з кроком 0,05 с(від 0,3 до 1,7с).
Маємо 28 діапазонів значень функції
- 2 Будується друга гістограма, кількість діапазонів визначається за правилом Штюргеса: $N_{class} = Int[1 + 1.44 \ln(N)]$
- 3 Оцінюється варіаційний розмах за емпіричною формулою: $\Delta x \approx 0,025 + 5,83y$
- 4 У кожному класі допоміжної гістограми підраховується кількість дискретних значень , які потрапили в нього
- 5 Ординати точок допоміжної гістограми множаться на нормувальний коефіцієнт: $h = \frac{1}{N} \frac{50(мс)}{(\Delta x / N_{class})}$

Стрес-індекс

Стрес-індекс (індекс напруги регуляторних систем - SI) обчислюється:

$$SI = \frac{A_{\text{то}} \cdot 100\%}{2 \cdot M_o(c) \cdot M_{xDMn}(c)}$$

Приклади варіаційних пульсограм (зверху – тахікардія, знизу – нормокардія)



Результати роботи програми

Аналіз впливу глибини (висоти) піраміди на якість зображення

глибина 2



глибина 8



Результати роботи програми

Аналіз параметру альфа

альфа 10



альфа 100



Результати роботи програми

Приклад роботи при параметрах альфа 200, глибина 6



Висновки

- ❖ Проведено огляд математичних методів виявлення ВСП по відео-сигналу
- ❖ Визначено способи аналізу ВСП по отриманим результатам
- ❖ Показано і проаналізовано як за допомогою метода Ейлера можна отримувати пульс та серцебиття з відео, витягувати RR-інтервали
- ❖ Визначено необхідні умови та параметри для отримання необхідних результатів
- ❖ Розроблено програмний продукт для візуального представлення результатів виявлення RR-інтервалів по відео-сигналу

The image features a blue abstract background with a white curved line. The text "ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!" is centered in a dark blue, serif font with a reflection effect below it.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!