



Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
УНК «Институт прикладного системного анализа»
Кафедра «Системного проектирования»

Аналіз сигналів комплексних натільних біомедичних систем

Автор: Ткаченко Катерина Петрівна

Керівник: Сергеев-Горчинський Олексій Олександрович

Прикладна область

- ▶ Прикладом багатомірних даних є біомедичні сигнали, які надходять від різноманітних біомедичних датчиків мобільних діагностичних пристроїв (МДП).
- ▶ МДП призначені для реєстрації, аналізу та візуалізації параметрів здоров'я пацієнтів.
- ▶ Аналіз потрібен для діагностування лікарем здоров'я пацієнта та призначення необхідних лікувальних та профілактичних заходів при наявності відхилень від норми.

Типи медичних датчиків та їх призначення

Тип датчика	Розташування	Реєстрована активність
Гіроскоп	Талія, груди, спина	Кутове прискорення
Акселерометр	Талія, груди, ноги, щиколотки	Лінійне прискорення
Магнітометр	Талія, груди, ноги	Зміни орієнтації тіла у просторі
ЕМГ датчик	Рука, нога	М'язова активність під час руху тіла
ЕЕГ датчик	Голова, за вухом	Сигнали мозкової активності
ЕКГ датчик	Груди, сторона грудної клітини	Активність серця
ФПГ датчик	Палець, мочки вуха	Вимірювання потоку крові

Прикладна задача

- ▶ У якості прикладної задачі було розглянуто аналіз багатомірних даних електроенцефалограми (ЕЕГ) та електрокардіограми (ЕКГ) зареєстрованих у хворих на епілепсію пацієнтів.
- ▶ Дана хвороба була обрана за приклад, оскільки є достатньо тяжкою та суттєво ускладнює життя пацієнтів, а інколи призводить і до летальних випадків.
- ▶ Амбулаторно встановлено, що епілептичний напад супроводжується епізодами миготливої аритмії.
- ▶ ЕЕГ реєструє сумарну біоелектричну активність головного мозку.
- ▶ ЕКГ реєструє коливання різниці потенціалів, які виникають у серці під час його збудження.

Сучасне обладнання

Easy ECG Pocket

- ▶ Автоматична розмітка та інтерпретація ЕКГ. Висновок по усередненому кардіоциклу з маркерами інтервалів і таблицями параметрів. Можливість ручного коректування маркерів з автоматичним перерахунком параметрів.
- ▶ Імпорт/експорт записів ЕКГ у форматі DICOM, EDF і оригінальному форматі.
- ▶ Мережеве підключення до комп'ютера електрокардіографа комп'ютерної станції для "розшифрування" ЕКГ.
- ▶ управління візуалізацією сигналу (відображення 12 або 6 відведень за вибором), зміна розгортки по вертикалі і горизонталі, цифрова фільтрація сигналу.



Сучасне обладнання

Neurotravel EEG

- ▶ Тривалий моніторинг EEG (з відеозаписом і без).
- ▶ Реєстрація викликаних зорових та слухових потенціалів.
- ▶ SMART переносний рекордер для тривалого EEG моніторингу (16-32 канали).
- ▶ 8-канальний компактний додаток з можливістю бездротового запису для щоденних клінічних досліджень.



Джерела даних

SMC БД (SMC Dataset - Stellate, Montreal, Canada) – база даних Монреальського Неврологічного інституту при госпіталі.

- Частота дискретизації 200 Гц. Тип сенсора: 24-32-канальний, біполярні електроди. Частота фільтра – 0,5-70 Гц. Матеріал: 28 пацієнтів/126 нападів/652 години реєстрації.

ФБД (Freiburg Dataset) – Фрейбурзька база даних (Німеччина).

- Частота дискретизації 256 Гц. Тип сенсора: 6-канальний, біполярні електроди. Матеріал: 57 пацієнтів/91 напад/1400 годин реєстрації.

CHB БД (CHB Dataset - Children's Hospital (Boston, USA) Dataset) – Дитячий Госпіталь Бостона (Бостон, США).

- Частота дискретизації 256 Гц. Тип сенсора: 8-канальний, біполярні електроди. Матеріал: 23 пацієнти/163 напади/844 години реєстрації .

Методи багатомірного аналізу

Метод сингулярного розкладу

- виявлення найінформативнішого вектора, його сингулярний розклад
- усунення залишкового шуму, сингулярний розклад другого порядку

Метод багатомірного кореляційного аналізу

- кореляційна матриця з коефіцієнтами кореляції
- розрахунок напряму, сили та значимості кореляційного попарного зв'язку змінних
- розрахунок вибіркового коефіцієнта множинної кореляції

Метод регресивного аналізу

- ітераційний регресивний аналіз
- дисперсійний аналіз
- нелінійний регресивний аналіз

Аналіз багатомірних однотипних даних

Алгоритм Ку

- алгоритм реалізовано на базі методу k -найближчих сусідів, визначає напад по k сусіднім екземплярам

Алгоритм Меєра

- алгоритм реалізовано на базі методу опорних векторів, шукає роздільну гіперплощину з максимальною відстанню між характеристиками

Алгоритм Шеба

- алгоритм реалізовано на базі методу опорних векторів з попередньою обробкою вхідних даних

Аналіз багатомірних різнотипних даних

Алгоритм Куїнта

- аналізує енергетичні рівні коефіцієнтів вейвлет-перетворень

Алгоритм Зіджльмана

- аналізує енергії сигналів у часовій області

Алгоритм Керема

- аналізує проміжки часу між складовими ЕЕГ та ЕКГ (R-R інтервали)

Алгоритм Баррі

- аналізує 6 властивостей ЕЕГ та 6 властивостей ЕКГ

Алгоритм Нацехі

- аналізує результати декомпозиції сигналів за функціями Габора

Запропоновано алгоритм аналізу багатомірних різнотипних даних

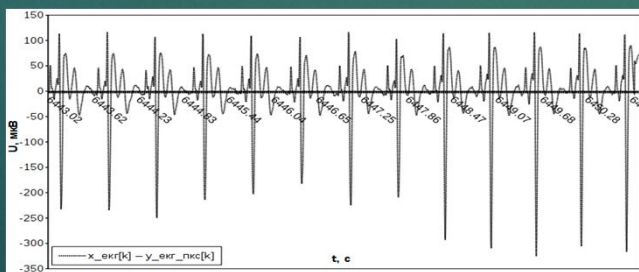
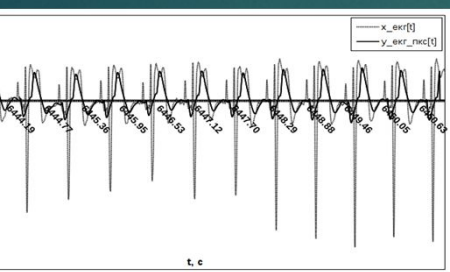
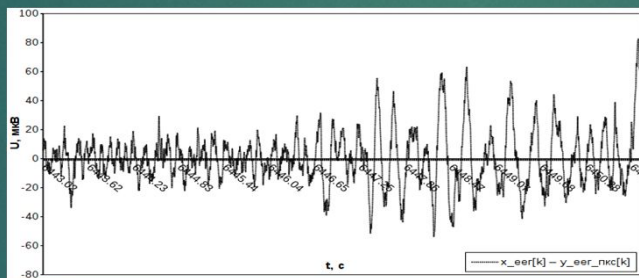
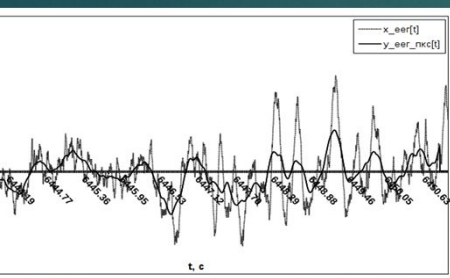
Дискретні сигнали ЕЕГ та ЕКГ

Набір оптимальних фільтрів

Формування навчальних сигналів

Розрахунок значень ознак

КБС класифікація



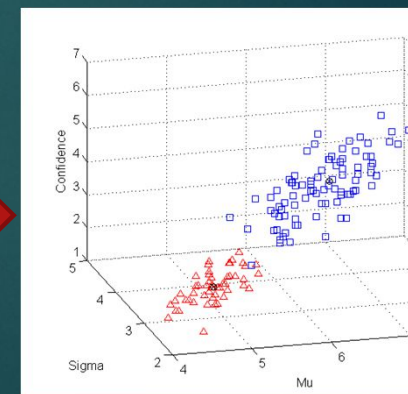
$$\mu_{1_EEG} \quad \dots \quad \mu_{N_EEG}$$

$$\sigma_{1_EEG} \quad \dots \quad \sigma_{N_EEG}$$

$$\mu_{1_ЕКГ} \quad \dots \quad \mu_{N_ЕКГ}$$

$$\sigma_{1_ЕКГ} \quad \dots \quad \sigma_{N_ЕКГ}$$

1...N – номер інтервалу значень



Висновки

- ▶ Приведено загальні теоретичні відомості про сенсори, їх призначення та шляхи отримання сигналів.
- ▶ Розглянуто сучасне обладнання та джерела експериментальних даних.
- ▶ Розглянуто методи багатомірного аналізу.
- ▶ Алгоритми аналізу багатомірних однотипних даних.
- ▶ Алгоритми аналізу багатомірних різнотипних даних.
- ▶ Запропоновано алгоритм аналізу багатомірних різнотипних даних.

Дякую за увагу!

