

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ
РОЗПІЗНАВАННЯ
ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ НА
ОСНОВІ ІМПУЛЬСНОЇ НЕЙРОННОЇ
МЕРЕЖІ**

Виконав магістрант гр. 2КН-16м Білоус Р. С.
Керівник: к.т.н., доц. Колодний В.В.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності та швидкодії розпізнавання гідроакустичних сигналів за рахунок застосування імпульсних нейронних мереж.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- провести аналіз проблеми розпізнавання гідроакустичних сигналів;
- розглянути існуючі методи вирішення задачі розпізнавання гідроакустичних сигналів та обрати й обґрунтувати вибір методу, який задовольняє мету даної магістерської кваліфікаційної роботи;
- розробити структуру імпульсної нейронної мережі для задачі розпізнавання гідроакустичних сигналів;
- розробити структуру інформаційної системи розпізнавання гідроакустичних сигналів;
- сформулювати стадії інформаційної технології, розробити алгоритм роботи програмного засобу;
- виконати програмну реалізацію запропонованої інформаційної технології;
- провести тестування програмного продукту та виконати аналіз отриманих результатів.

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – процес розпізнавання гідроакустичних сигналів в інтелектуальних комп'ютерних системах з використанням інформаційних технологій.

Предмет дослідження – інформаційна технологія та програмні засоби розпізнавання гідроакустичних сигналів на основі імпульсних нейронних мереж та достовірність і швидкодія розпізнавання при їх використанні.

Методи дослідження

У роботі використані наступні методи наукових досліджень:

- системного аналізу для аналізу структури інформаційної системи,
- теорія штучних нейронних мереж для реалізації інформаційної технології розпізнавання гідроакустичних сигналів,
- математичної статистики для розробки процесу розпізнавання гідроакустичних сигналів та обрахунків результатів експериментів із програмним засобом,
- об'єктно-орієнтованого програмування для програмної реалізації.

НАУКОВА НОВИЗНА ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

-- набула подальшого розвитку інформаційна технологія розпізнавання гідроакустичних сигналів, яка відрізняється використанням імпульсної штучної нейронної мережі, що дозволило підвищити достовірність та швидкодію розпізнавання гідроакустичних сигналів;

-- удосконалено метод розпізнавання гідроакустичних сигналів на основі інейронної мережі, який відрізняється відсутністю попереднього перетворення гідроакустичних сигналів у набір спектральних характеристик, що дозволило зменшити втрати корисної інформації і тим самим підвищити достовірність розпізнавання.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ОДЕРЖАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

- Розроблено алгоритм розпізнавання гідроакустичних сигналів на основі імпульсної нейронної мережі.
- Розроблено алгоритм функціонування імпульсної нейронної мережі для підвищення швидкодії розпізнавання гідроакустичних сигналів.
- Розроблено програмний засіб для розпізнавання гідроакустичних сигналів на основі імпульсної нейронної мережі.

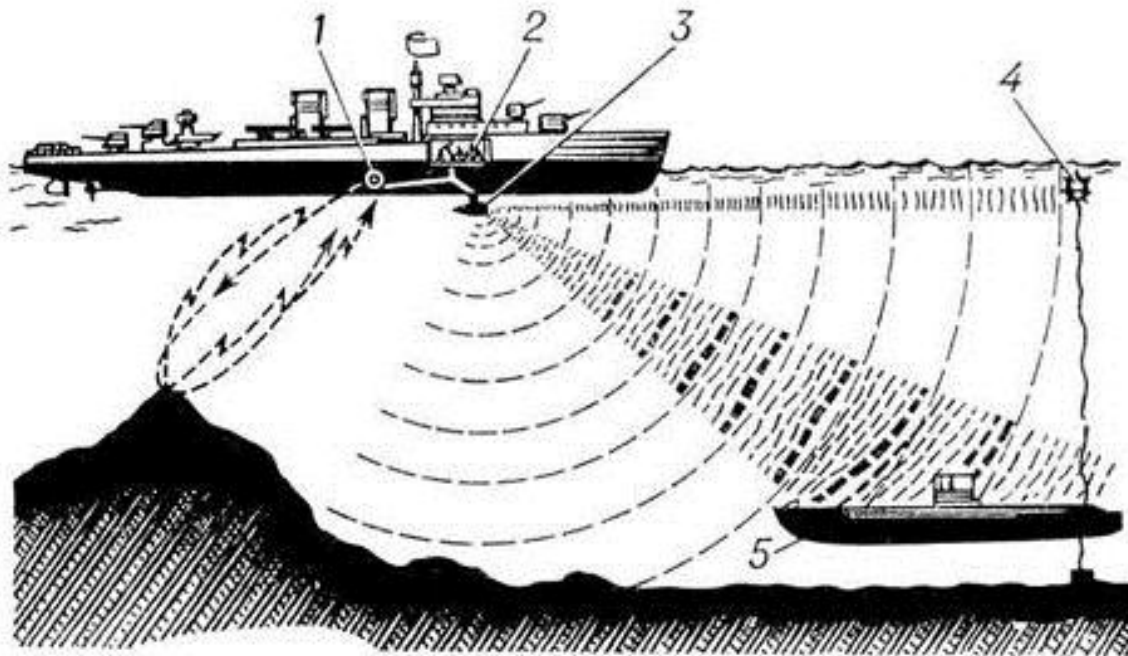
Розроблені алгоритми можуть бути впроваджені в початковий процес як лекція на тему «Нейромеревий метод розпізнавання гідроакустичних сигналів» дисципліни «Нейромереві методи обчислювального інтелекту».

АКТУАЛЬНІСТЬ

Задача розпізнавання гідроакустичних сигналів є актуальною, тому що її розв'язання вельми необхідне як у військовій сфері (для визначення типу судна противника та виявлення торпедних атак), так і у цивільній сфері (для безпечності судноплавства у складних погодних умовах, для виявлення косяків риби та ін.).

Постановка задачі розпізнавання гідроакустичних сигналів: потрібно по сигналу, що приймається гідрофоном, визначити тип його джерела (здійснити класифікацію):

- виявлення та визначення типу надводних та підводних суден,
- визначення торпед ,
- виявлення мін;
- виявлення підводних перешкод і мілин,
- і т.і.



УЗАГАЛЬНЕНА СТРУКТУРНА СХЕМА СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ



КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ



Недоліки існуючих нейромережевих методів розпізнавання гідроакустичних сигналів

Існуючі методи і засоби розпізнавання гідроакустичних сигналів на основі традиційних нейромереж мають такі **недоліки** :

- – нейромережеві методи на основі традиційних парадигм (багат шаровий перцептрон, мережа Хопфілда, ART-мережа і ін.) мають недостатню швидкодію через необхідність після сприйняття гідроакустичного сигналу додаткового часу на виділення з нього вектора ознак і часу обробки цих ознак нейронною мережею;
- – всі відомі методи розпізнавання гідроакустичних сигналів використовують попереднє перетворення гідроакустичних сигналів у вектор спектральних ознак, при якому втрачається частина корисної інформації, а тому знижується достовірність розпізнавання .

Для **подолання вказаних недоліків** у роботі було поставлене завдання розробки інформаційної технології для розпізнавання гідроакустичних сигналів, яка характеризувалася б підвищеною достовірністю та швидкодією.

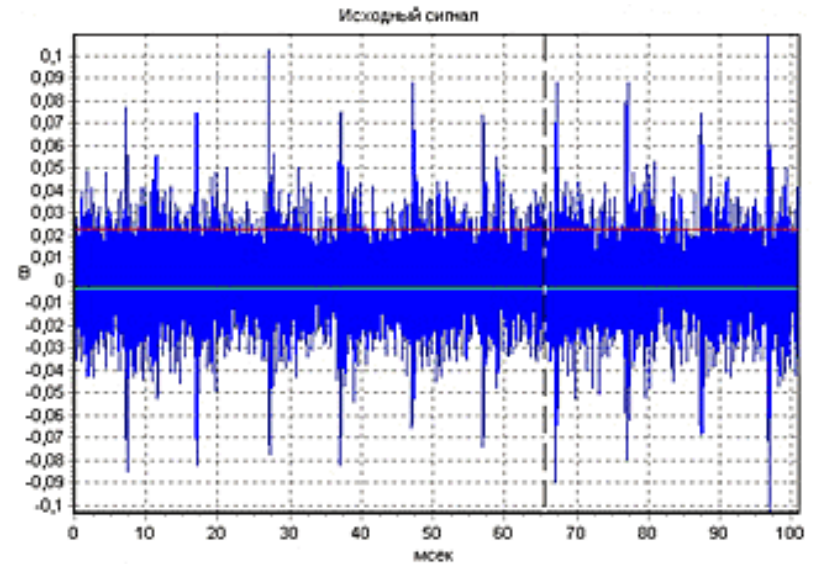
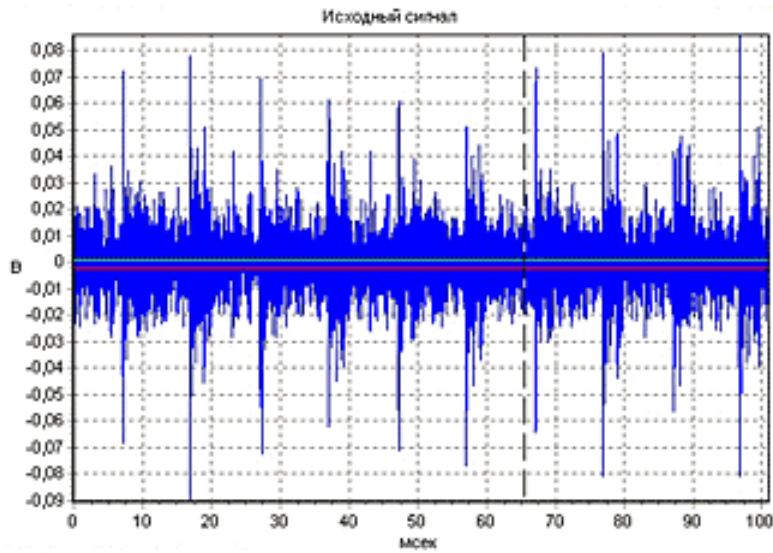
ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

Було запропоновано виправити недоліки відомих методів шляхом застосування імпульсних нейронних мереж, які дозволять набагато швидше розпізнавати гідроакустичні сигнали завдяки своїй нейроморфності (схожість з мережами біологічних нейронів) та таким властивостям:

- 1) розпізнавання динамічних образів без попередніх перетворень у вектор ознак;
- 2) розпізнавання з передбаченням (будь-який динамічний процес може бути розпізнаний навіть раніше, ніж він завершиться);
- 3) простота процедури навчання (навчаються не всі нейрони мережі, а лише вихідні зчитувальні нейрони);
- 4) підвищена продуктивність обробки інформації і завадостійкість завдяки частотно-імпульсному представленню інформації.

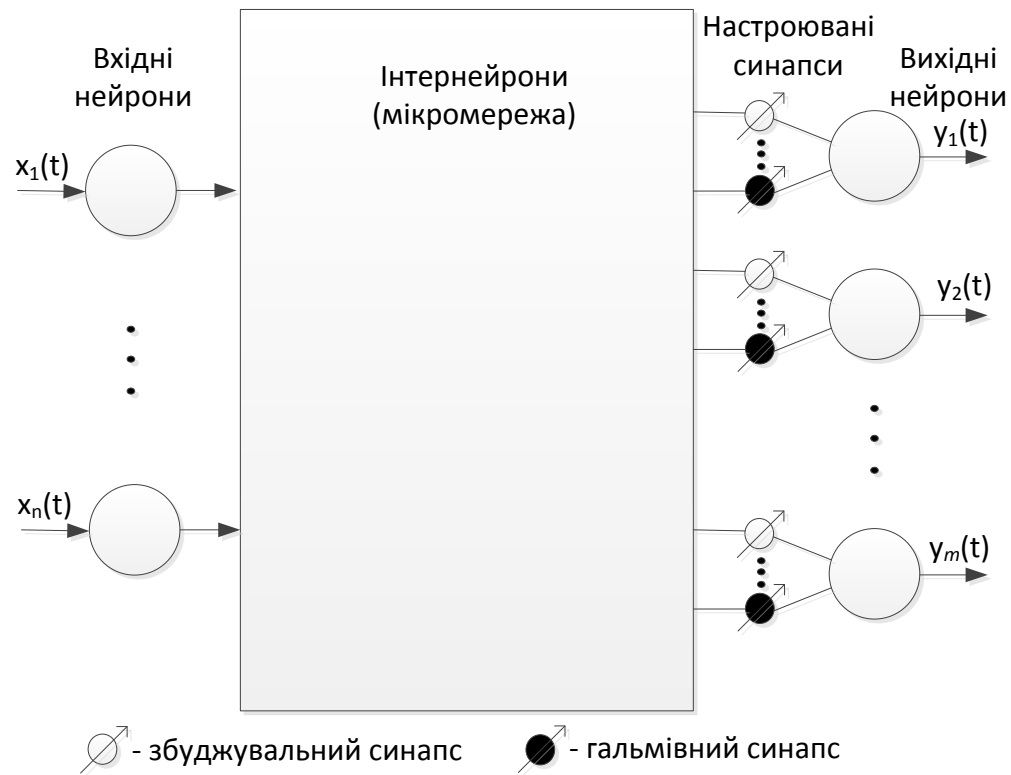
Імпульсні НМ (pulsed neural network).

Приклади гідроакустичних сигналів



Гідроакустичні сигнали є аналоговими функціями від часу.

Структура імпульсної нейронної мережі



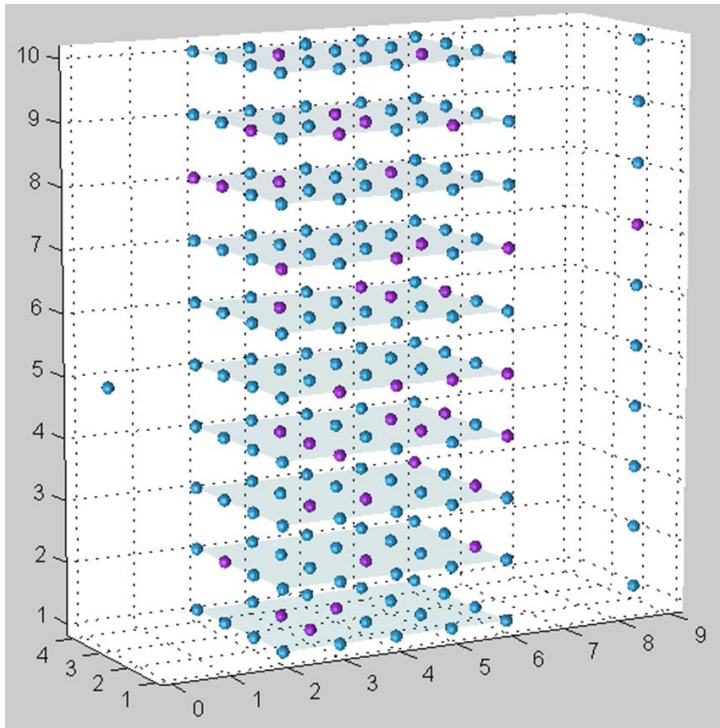
Структура інформаційної технології розпізнавання гідроакустичних сигналів на основі імпульсної нейронної мережі



Загальний алгоритм розпізнавання гідроакустичних сигналів

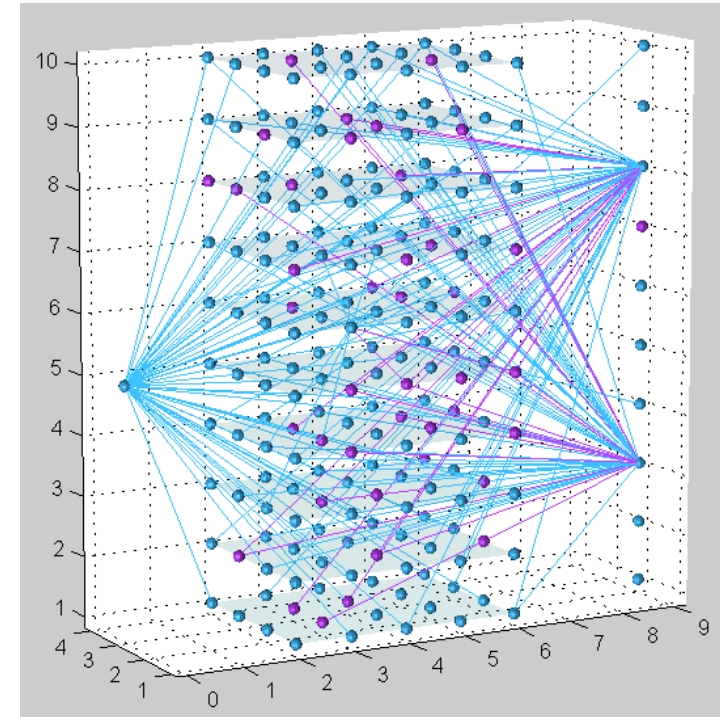


ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ГІДРОАКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ



Вхідний нейрон Інтернейрони Вихідні нейрони

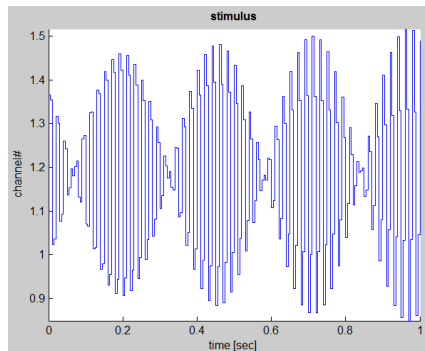
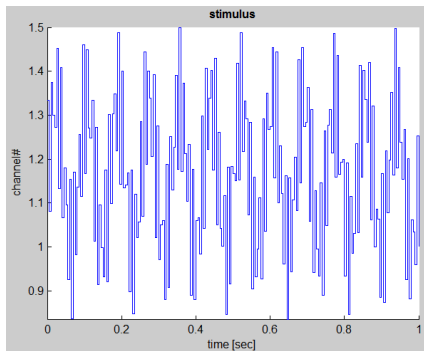
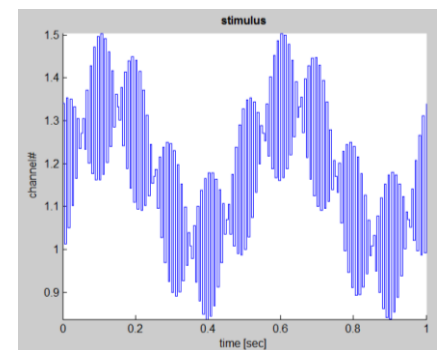
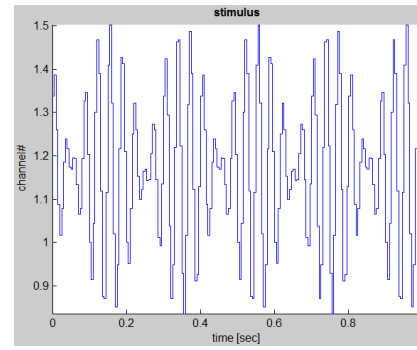
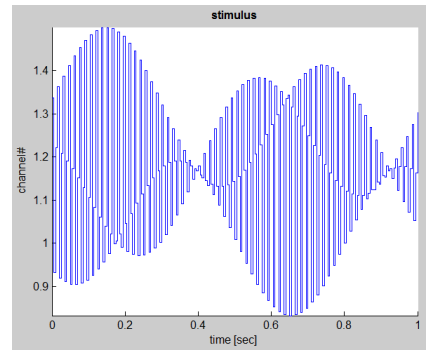
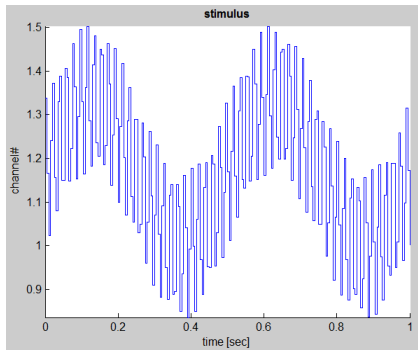
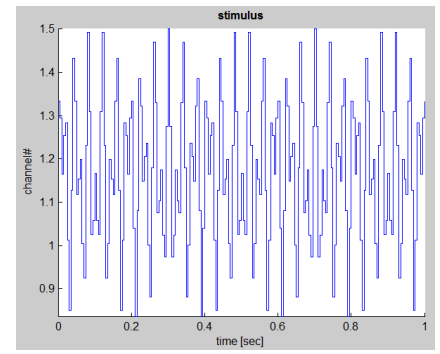
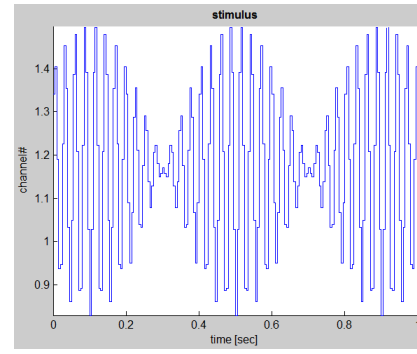
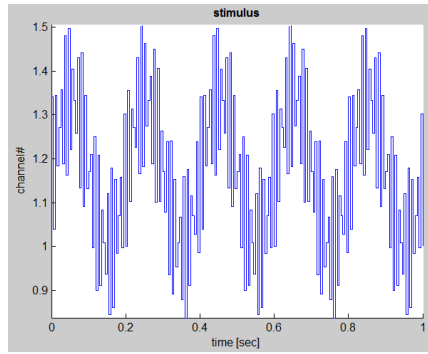
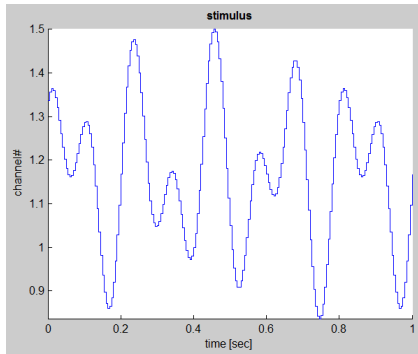
Середовище моделювання - CSIM:
A Neural **C**ircuit **S**IMulator
(Version 1.1)
Є додатком до системи Матлаб, має внутрішню мову програмування



Структура програмно реалізованої імпульсної нейронної мережі: вхідних нейронів – 1, інтернейронів – 200 (масив 5x4x10), вихідних нейронів – 10 (по кількості гідроакустичних сигналів, що розпізнаються)

Програмно реалізована імпульсна нейронна мережа на етапі формування зв'язків нейронів (показані зв'язки лише деяких нейронів)

Формування еталонних, навчальних та тестових сигналів

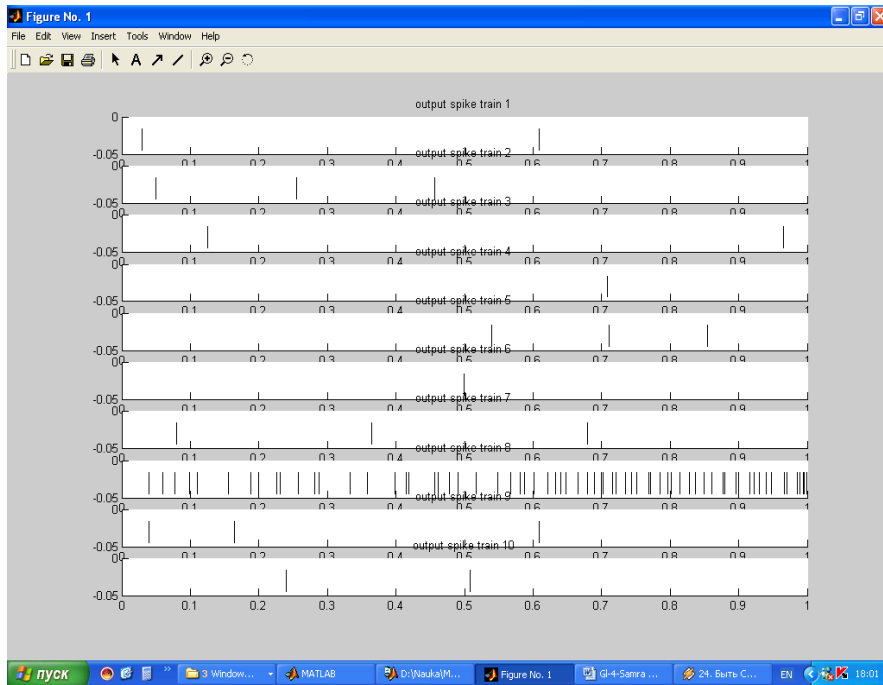


для кожного з 10 еталонних гідроакустичних сигналів формується набір у кількості 200 подібних сигналів. Цей набір формується шляхом зсуву і масштабування як в часі, так і по амплітуді еталонних сигналів. Причому, величини зсувів і масштабувань вибираються випадковим чином із заданого діапазону. Якщо передбачити, що еталонний сигнал задається аналітично – $I = f(t)$, то зсув і масштабування можна подати формулою

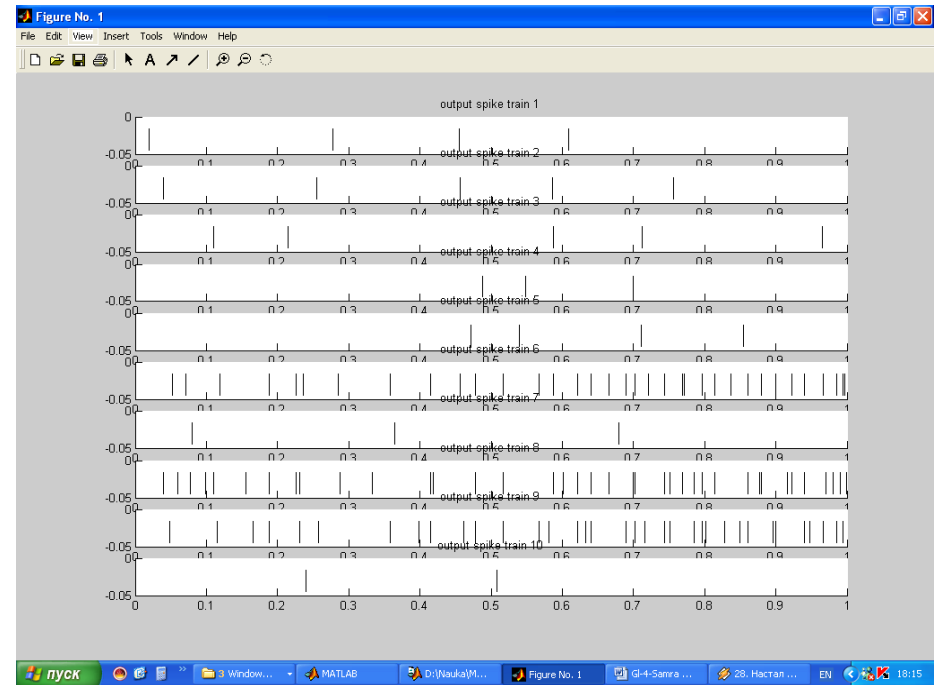
$$I = k \cdot f(p \cdot t + b) + a,$$

де t – час (аргумент функції); k – коефіцієнт масштабування по амплітуді; p – коефіцієнт масштабування за часом; a – коефіцієнт зсуву по амплітуді; b – коефіцієнт зсуву за часом.

Результати тестування програми



Приклад сигналів вихідних нейронів при
вірному розпізнаванні гідроакустичного
сигналу № 8



Приклад сигналів вихідних нейронів при
невірному розпізнаванні гідроакустичного
сигналу № 8

Кількість наборів гідроакустичних сигналів до розпізнавання – 10
Навчальна вибірка – 1500 (по 150 для кожного гідроакустичного сигналу)
Тестова вибірка – 500 (по 50 для кожного гідроакустичного сигналу)

Достовірність розпізнавання сигналів із тестової вибірки

	розкид коефіцієнтів у (3.1)	Достовірність розпізнавання по номерах еталонів, %										Середня достовірність, %
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Аналог (програма SIGVIEW)	5 %	84	90	86	92	84	92	86	88	90	88	88
Розроблена програма		92	96	94	98	90	96	92	90	96	94	
Аналог (програма SIGVIEW)	10 %	82	80	82	78	80	82	86	88	80	84	82,2
Розроблена програма		90	88	90	84	86	88	90	92	86	90	

Із табл. видно, що при 5% розкиді розроблена програма має на 5,8% кращу достовірність розпізнавання, а при 10% розкиді - на 6,2% кращу достовірність розпізнавання. Тобто, можна стверджувати, що розроблена програма має в середньому на 6% кращу достовірність розпізнавання гідроакустичних сигналів ніж програма-аналог. Це свідчить про те, що перша частина мети магістерської кваліфікаційної роботи – підвищення достовірності розпізнавання – досягнута.

ДОВЕДЕННЯ МЕТИ

у частині підвищення швидкодії

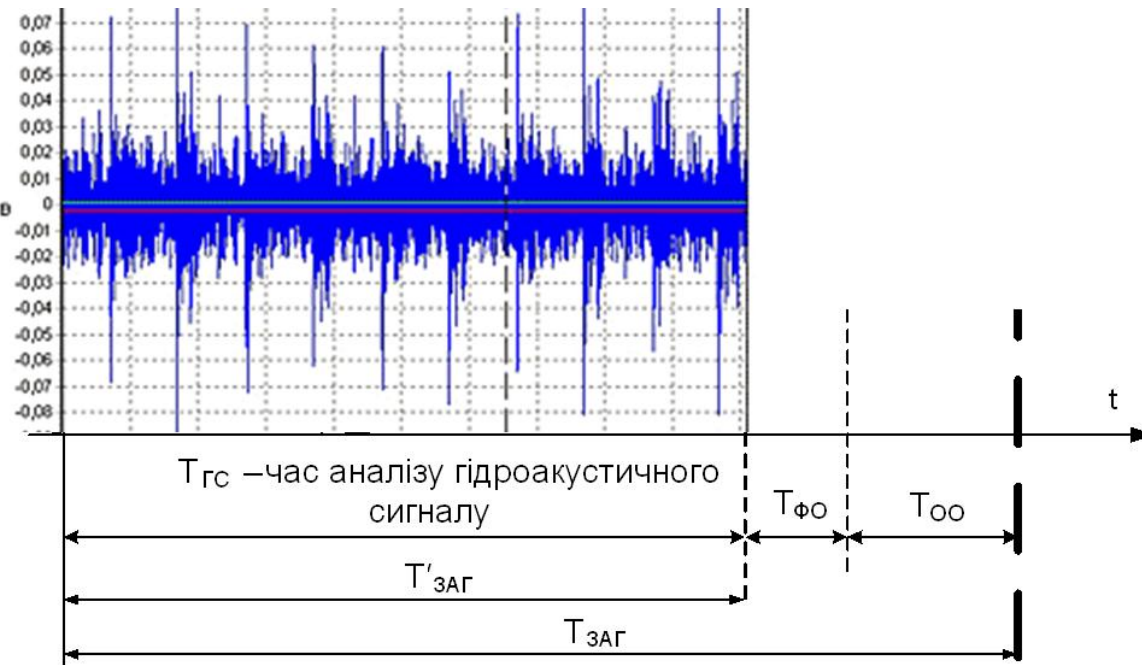
- 1) Для традиційних нейромережових систем (на основі персептронів, мереж Хопфілда та ін.) загальний час розпізнавання знаходиться за формулою:

$$T_{ЗАГ} = T_{ГС} + T_{\Phi O} + T_{OO}$$

де $T_{\Phi O}$ – час формування ознак для розпізнавання
 T_{OO} – час обробки ознак нейронною мережею

- 2) Для нейромережових систем на основі імпульсних нейронних мереж загальний час розпізнавання:

$$T'_{ЗАГ} \leq T_{ГС}$$



**Час розпізнавання
нейромережових систем на основі
імпульсних нейронних мереж в k
раз менше, ніж традиційних НМ:**

$$k \geq \frac{T_{ЗАГ}}{T'_{ЗАГ}} = 1 + \frac{T_{\Phi O} + T_{OO}}{T_{ГС}}$$

При $T_{ГС}=1\text{с}$, а
 $(T_{\Phi O} + T_{OO})=0,1 \div 0,5\text{с}$
 $k \geq 1,1 \div 1,5$ (виграш 10-50%)

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було здійснено економічне обґрунтування доцільності розробки інформаційної технології лінгвістичної індексації картин на основі нейронної мережі.

Встановлено, що дана програма є кращою за аналог:

- відносний показник якості складає 1,253,
- конкурентоспроможності – 1,566.

Необхідна сума інвестицій – 36460,2 грн.

Абсолютна ефективність вкладених інвестицій - 554951,2 грн ,.

Термін окупності інвестицій - менше року (8 місяців), що свідчить про економічну доцільність та ефективність фінансування розробки інформаційної технології лінгвістичної індексації картин на основі нейронної мережі

Аппробація результатів роботи

Результати роботи пройшли апробацію на :

- IV міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та взаємодії» м. Київ, 8-10 листопада 2017 року, та опубліковані у збірнику даної конференції.

Публікації

За матеріалами роботи опубліковано тези доповіді на конференції

ВИСНОВОК

В результаті виконання роботи було розроблено інформаційну технологію розпізнавання гідроакустичних сигналів на базі імпульсної нейронної мережі. Програмну реалізацію інформаційної технології здійснено на внутрішній мові програмування системи MatLab. Розроблена програма має підвищену в середньому на 6% достовірність розпізнавання гідроакустичних сигналів порівняно із аналогічними програмами, а також підвищену швидкодію. Отже, мета роботи досягнута.

Дякую за увагу!