

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДВОШАРОВОЇ ІМПУЛЬСНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

дипломна робота

Виконав студент гр. 1КНсп-14 Скоренький М.І.
Науковий керівник: к.т.н., доц., Колесницький О.К.

Об'єкт – процес моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі.

Предмет – програмні засоби для комп'ютерного моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі.

Мета – збільшення швидкодії, точності та ступеню деталізації відображення процесу функціонування двошарової імпульсної нейронної мережі.

Для досягнення мети потрібно розв'язати такі задачі

- 1) розробити структуру використовуваної нейронної мережі;
- 2) розробити алгоритм функціонування системи комп'ютерного моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі;
- 3) виконати програмну реалізацію системи комп'ютерного моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі;
- 4) провести тестування системи комп'ютерного моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі та проаналізувати отримані результати;
- 5) обчислити витрати на розробку системи комп'ютерного моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМАТИКИ

Задача комп'ютерного моделювання імпульсних нейронних мереж є актуальною, тому що, з одного боку, дозволить будувати системи штучного інтелекту, подібні мозку, а з іншого – дозволить вивчати принципи побудови мозку людини

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДВОШАРОВОЇ ІМПУЛЬСНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогу та нової розробки

№	Показники	Одиниця виміру	Аналог NEURON	Система, що розробляється	Співвідношення параметрів нової системи до аналогу
1	Затрати часу на навчання системи	хв.	4,3	1,75	0.407
2	Затрати часу на розпізнавання	сек.	0,8	0,6	0,75
3	Зручність інтерфейсу	–	не зручний	зручний	–
4	Точність навчання	%	88	94	1,1

Нова розробка є кращою ніж та, що обрана за аналог. Нова система є більш зручною у використанні, у неї вищі показники швидкості роботи та точності навчання.

Аналіз предметної області

Класичні нейронні мережі мають ряд недоліків:

- Обчислення входу нейрона вважаються моментальними, тобто такими, що не мають затримки; отже з його використанням не можливо моделювати динамічні системи, для яких суттєвим є внутрішній стан.
- Відсутні ефекти синхронізації, коли деякі множини нейронів обробляють ситуацію синхронно, відповідно до хвиль збудження і гальмування.
- Мережа обробляє статичні сигнали (числові вектори), тому для дослідження динамічних сигналів, їх слід додатково перетворити в статичний набір числових параметрів. Такий підхід вимагає додаткових витрат часу: на очікування закінчення передачі сигналу (чи окремої визначеної його частини) та на відповідне перетворення.

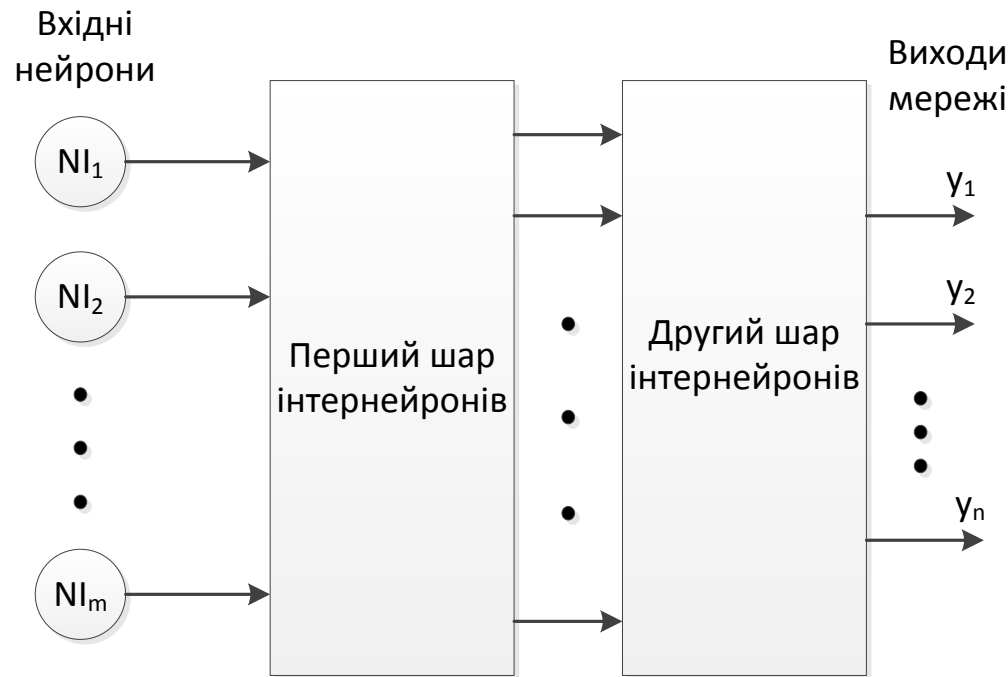
Переваги імпульсних нейронних мереж перед класичними

- **Швидкість**. Мережі імпульсних нейронів можуть передавати та отримувати значні об'єми інформації за відносний час кількох імпульсів. Це приводить до можливості дуже швидких та ефективних застосувань.
- **Робота в режимі реального часу**. Імпульсні нейронні мережі розробляються з метою використання поточної інформації, тому можуть бути інтегровані в «реальне» динамічне середовище.
- **Продуктивність**. Імпульсні нейронні мережі здатні обчислити будь-яку функцію, що може обчислити мережа другого покоління, і часто можуть зробити це з використанням меншої кількості нейронів.
- **Біологічна відповідність**. Оскільки імпульсні нейронні мережі більше притримуються того, що наразі відомо про біологічні нейронні мережі, вони можуть більше виграти від швидко зростаючої бази знань, отриманих із сфери психофізіології.

Математична модель імпульсної нейронної мережі

<p>Мережа описується скінченим направленим графом $\langle V, E \rangle$, де V – множина нейронів, а E – множина синапсів, $E = E_E \cup E_I$, де E_E – множина збуджувальних синапсів, а E_I – множина гальмівних. Множина нейронів V включає підмножини $V_{in} \subseteq V$ вхідних нейронів, $V_{mid} \subseteq V$ інтернейронів та $V_{out} \subseteq V$ вихідних нейронів. Потенціал мембрани $P_v(t): \mathbf{R}^+ \rightarrow \mathbf{R}$ нейрона v визначається:</p>	$P_v(t) = 0 + \sum_{u: \langle u, v \rangle \in E} \sum_{s \in F_u: s < 1} w_{u,v} \cdot \varepsilon_{u,v}(l-s),$ або: $P_v(t) = 0 + \sum_{u: \langle u, v \rangle \in E_E} \sum_{s \in F_u: s < 1} w_{E,u,v} \cdot \varepsilon_{u,v}(l-s) + \sum_{u: \langle u, v \rangle \in E_I} \sum_{s \in F_u: s < 1} w_{I,u,v} \cdot \varepsilon_{u,v}(l-s),$ де $w_{E,u,v} \cup w_{I,u,v} = w_{u,v}$, а доданок «0» забезпечує визначеність $P_v(t)$, навіть якщо $F_u = \emptyset$ для усіх $\langle u, v \rangle \in E$.
<p>Вихід мережі подається у вигляді ряду імпульсів F_v для нейронів $v \in V_{out}$. Матриця W_E синаптичних ваг w_{Eij} позначає силу збуджувального синапсу від інтернейрона l до вихідного j, а матриця W_I синаптичних ваг w_{Iij} позначає силу гальмівного синапсу від інтернейрона l до вихідного j. Тоді вихідна частота імпульсів позначається як:</p>	$\tau_r \frac{df_j}{dt} = -f + F(W_{Ej}u - W_{Ij}u)$ або $\tau_r \frac{df_j}{dt} = -f + F\left(\sum_{l=1}^N W_{Ejl}u_l - \sum_{l=1}^N W_{Ijl}u_l\right),$ де F – деяка функція насичення.
<p>Крок зміни ваги синапсу між інтернейроном та вихідним нейроном при кожному проходженні через нього імпульсу визначається співвідношенням:</p>	$\Delta w_{lj} = \frac{w_{\max}}{f_L T_0}.$
<p>Таким чином, за час навчання мережі на класифікацію i-ї послідовності, величини ваг кожного із збуджувальних синаптичних зв'язків j-го нейрона (який відповідає за цю послідовність) зміняться на величину:</p>	$\Delta w_{Tlj} = \frac{w_{\max}}{f_L T_0} P^d,$ де P^d – кількість імпульсів, що пройде синапсом за час навчання.
<p>Значення кроку зміни синаптичної ваги буде обчислюватися за формулою:</p>	$\Delta w_{lj} = S \frac{w_{\max}}{f_L T_0} = \frac{r-1}{r} \cdot \frac{w_{\max}}{f_L T_0}.$

Структура модельованої імпульсної нейронної мережі



Перший шар складається з LIF нейронів

Другий - з сигмоїдальних нейронів.

Окремі шари пов'язані внутрішньо і один з одним.

На нейронну мережу буде подаватись вхідний сигнал, що залежатиме від двох нейронів імпульсного типу та одного нейрону аналогового типу 6

Вибір середовища моделювання

Відомі програмні засоби

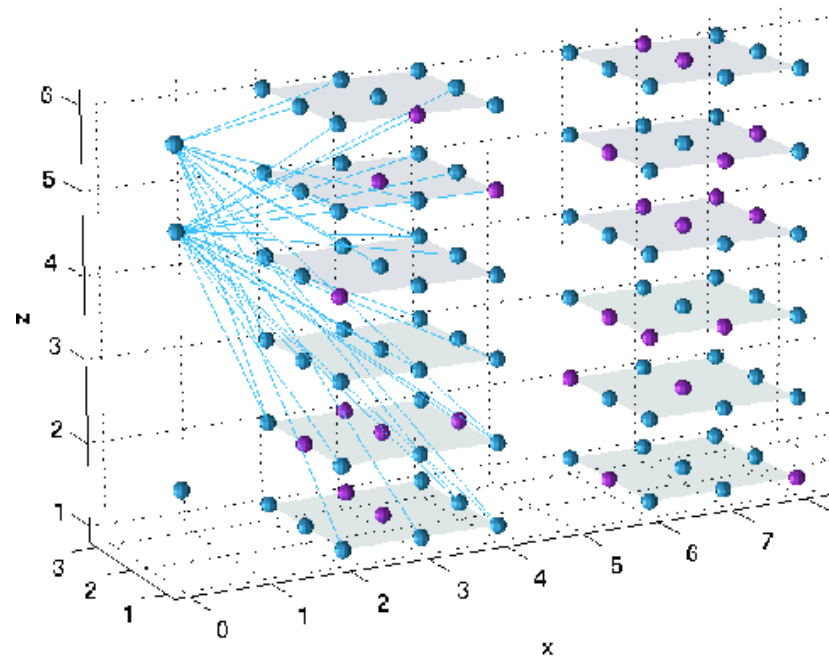
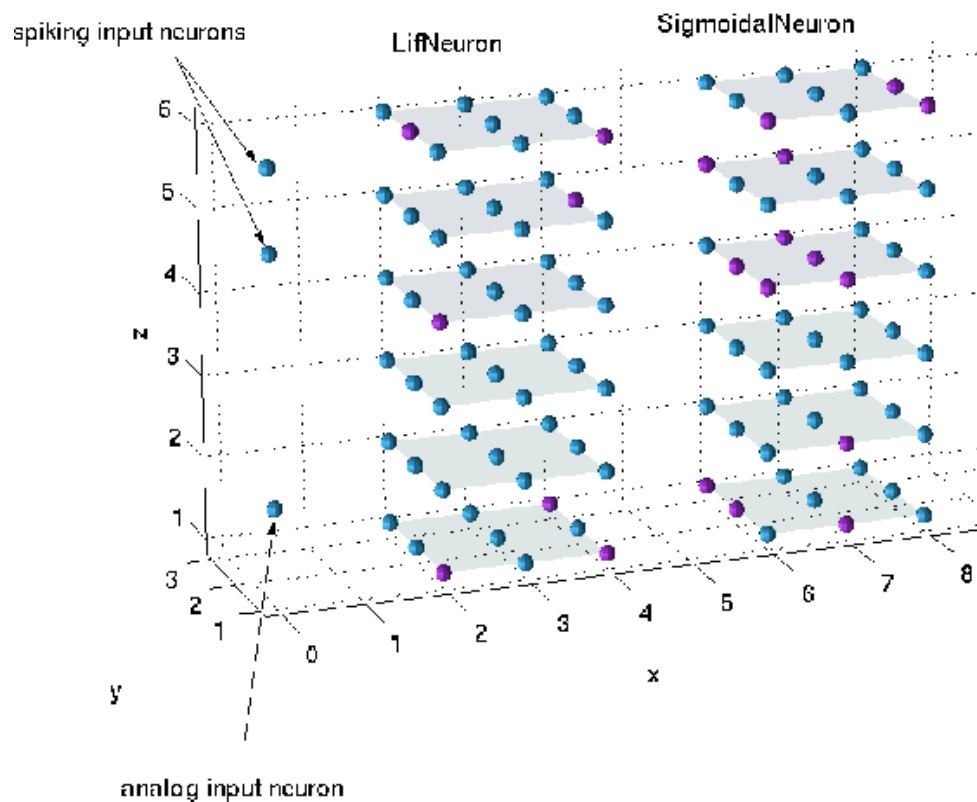
для моделювання імпульсних нейронних мереж

- SpikeNET - пакет моделювання нейронних мереж, написаний з використанням мови програмування C++.
- NEURON – середовище для моделювання і використання біологічно обґрунтованих моделей нейронів та нейронних мереж.
- GENESIS – загальна система нейронного моделювання (the General Neural Simulation System).
- NEST (NEural Simulation Tool) - засіб моделювання біологічно реалістичних структурно великих нейронних мереж.

мають спільний недолік - відсутність зручного графічного інтерфейсу, який дозволяв би спостерігати процес розпізнавання динамічних сигналів у нейронній мережі в розвитку

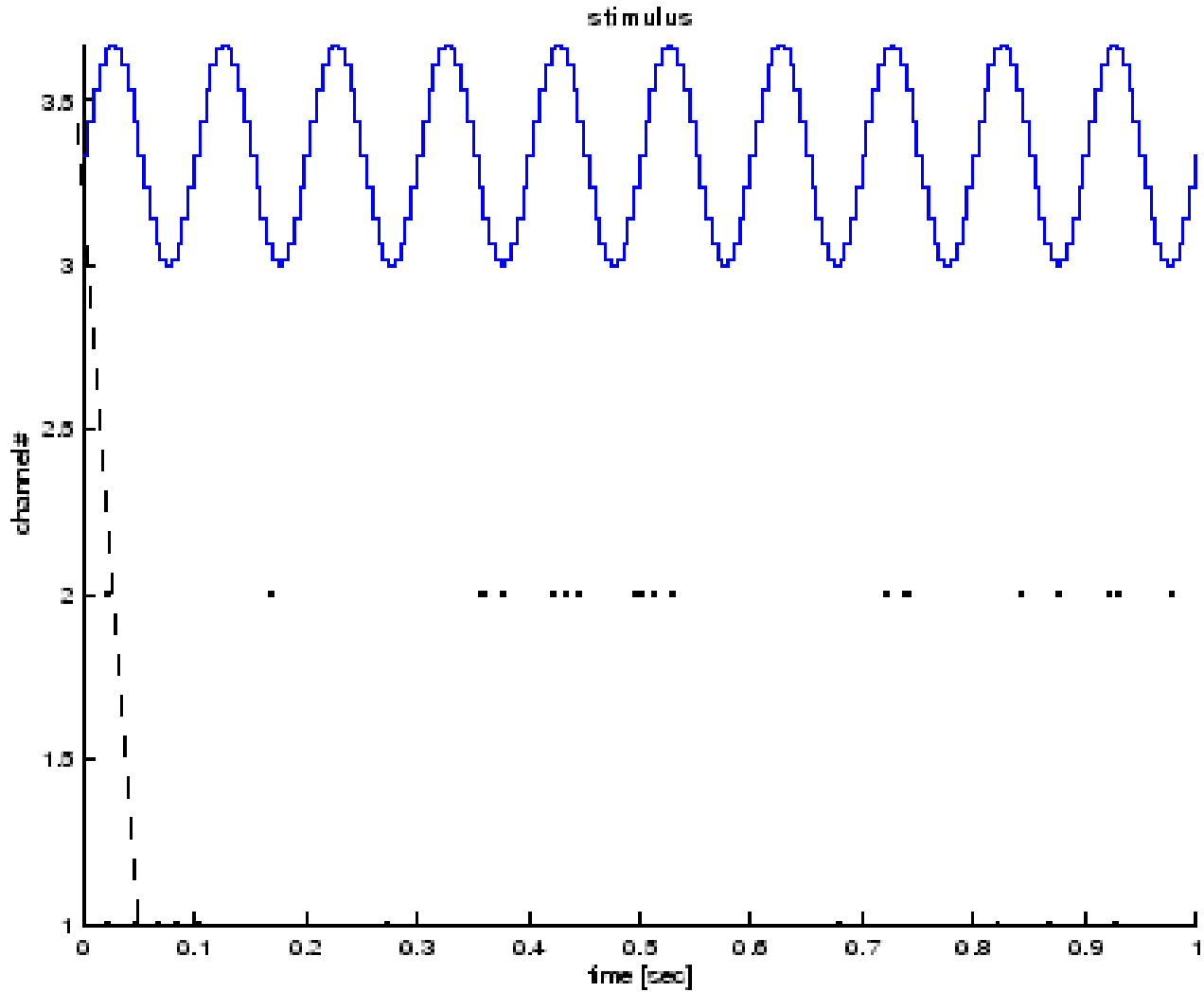
Загальний вид модельованої імпульсної нейронної мережі

Як середовище моделювання було обрано прикладну програму MATLAB, а також модуль CSIM, який дозволяє моделювати роботу імпульсних нейронних елементів та мереж

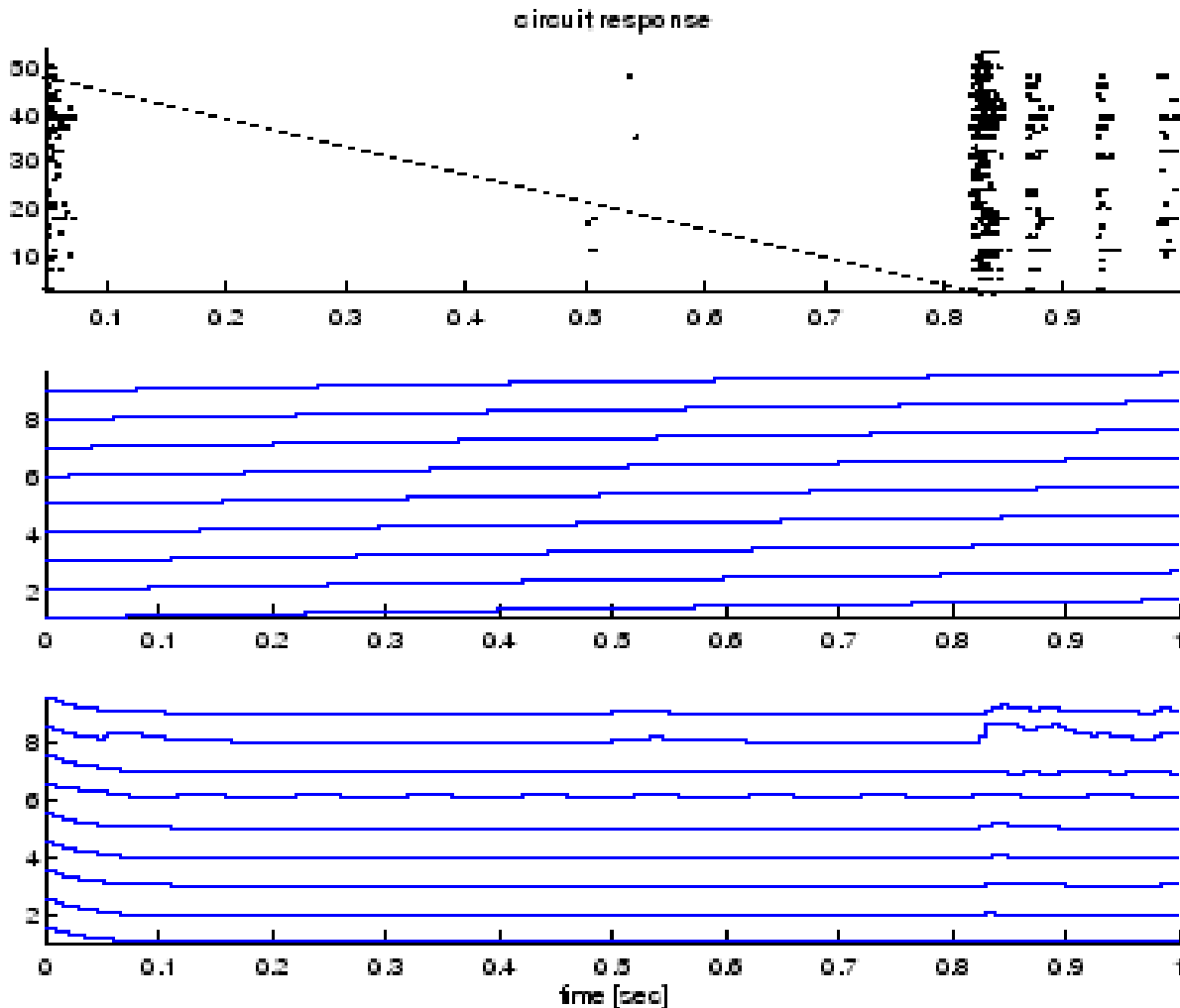


Перший шар має 54 LIF нейрони, другий шар - 54 сигмоїдальних нейрони.
Вхідні нейрони - 2 імпульсного типу та 1 аналогового типу

Вид комбінованого вхідного сигналу модельованої імпульсної нейронної мережі

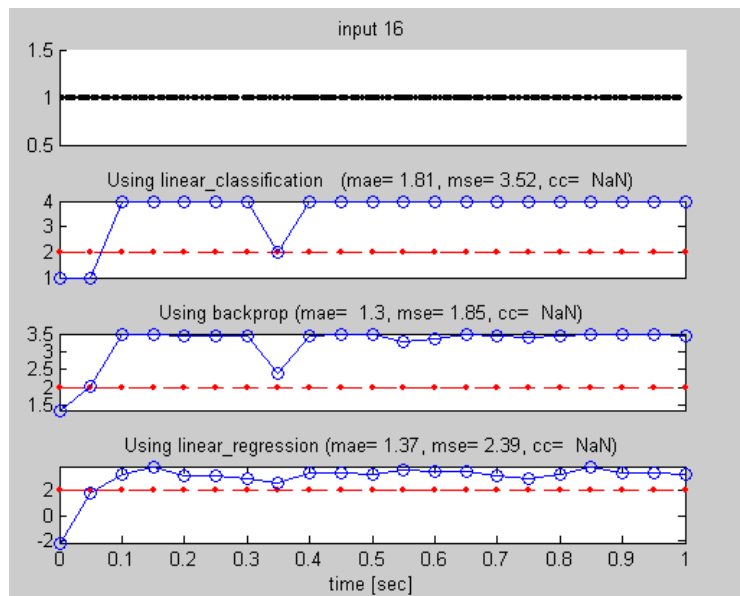
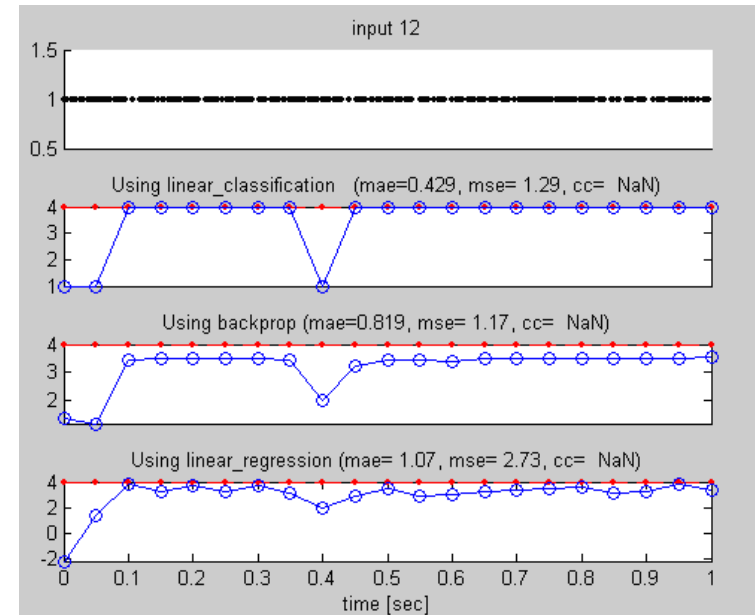
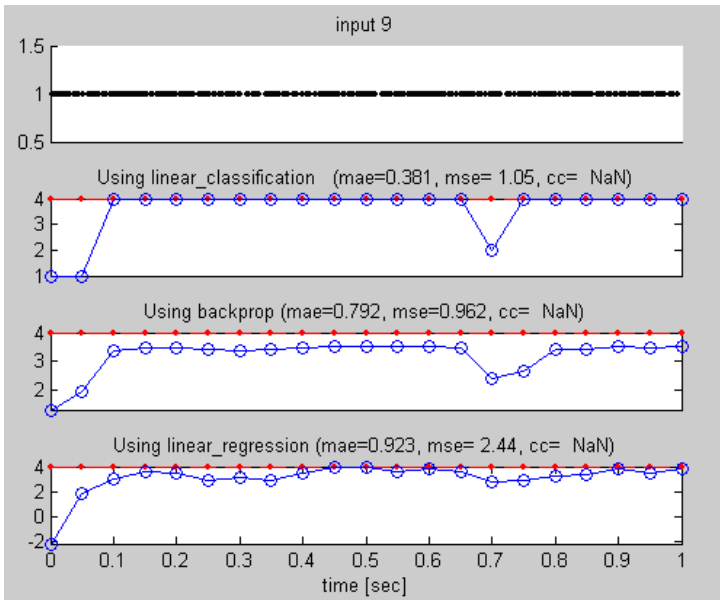


Графіки роботи нейронів мережі



Перший графік вказує на імпульси отримані від першого шару нейронів, а наступні графіки вказують на зміну потенціалу мембрани на нейронах першого та другого шарів мережі. Отже, отримані в результаті моделювання графіки можна використовувати для детального вивчення процесів функціонування імпульсних нейронних мереж

Результати розпізнавання тестових сигналів



Весь період тривалості вхідного сигналу (1 с) розбивається на 20 частин (по 50 мс), на кожному з яких формується результат розпізнавання вхідного сигналу (віднесення його до одного з 4 класів). 11

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Було доведено, що створення програмного продукту є економічно доцільним для споживача, оскільки він не потребує великих експлуатаційних витрат – 855,45 грн/рік, загальні витрати на розробку становлять 26958 грн. Річний економічний ефект для споживача від впровадження нової розробки за рахунок експлуатаційних витрат становить 198,05 грн/рік та придбати програмний продукт можна на 712,91 грн. дешевше. Термін окупності складає 1,03 роки.

Висновок

В роботі за допомогою програмних засобів була змодельована двошарова імпульсна нейронна мережа із 54 нейронів у кожному шарі. Було проведено порівняння параметрів комп'ютерного моделювання двошарової імпульсної нейронної мережі у розробленій системі та у системі NEURON (яку взято за аналог). Розроблена система має кращі показники швидкодії (затрати часу на навчання 1,75 хв. проти 4,3 хв. у аналога) та точності навчання (якість навчання 94% проти 88% у аналога). Крім цього, розроблена система дозволяє виводити на екран вхідні сигнали, вихідні сигнали кожного із нейронів мережі та відображувати у вигляді графіку хід процесу розпізнавання сигналів, тобто має збільшені можливості по деталізації відображення процесу функціонування нейронної мережі.

Таким чином, мета роботи досягнута, а саме – розроблена система має кращу швидкодію, точність та збільшений ступінь деталізації відображення процесу функціонування нейронної мережі.

Дякую за увагу.