

Проектування систем штучного інтелекту. Практична робота 4

Виконав студент групи **ШІДМ-51 Тertiшний** Владислав Юрійович

Тема:

Дослідження мережі Хопфілда.

Мета роботи:

Отримати практичні навички розв'язання задачі розпізнавання образів із застосуванням нейронної мережі Хопфілда у пакеті MATLAB.

Завдання

1. Вивчити функцію `newhop()` на прикладі з 4 нейронами.
 2. Створити мережу для розпізнавання трьох символів (**M**, **W**, **H**) із файлу `Alphabet.csv`.
 3. Подати спотворені символи на мережу Хопфілда з різним ступенем спотворення та зробити висновки щодо точності розпізнавання.
 4. Подати символ, що не увійшов до навчальної вибірки, та зробити висновки з результату розпізнавання.
-

Опис виконання завдання

1. Вивчення функції `newhop`

Створюємо мережу Хопфілда з чотирма нейронами. Визначаємо чотири точки рівноваги та відображаємо їх на графіку.

MATLAB-код:

```
% Цільові точки
T = [1 -1; -1 1; 1 1; -1 -1]';
plot(T(1,:), T(2,:), '*r');
axis([-1.1 1.1 -1.1 1.1]);
title('Точки рівноваги мережі Хопфілда');
xlabel('a(1)'), ylabel('a(2)');
```

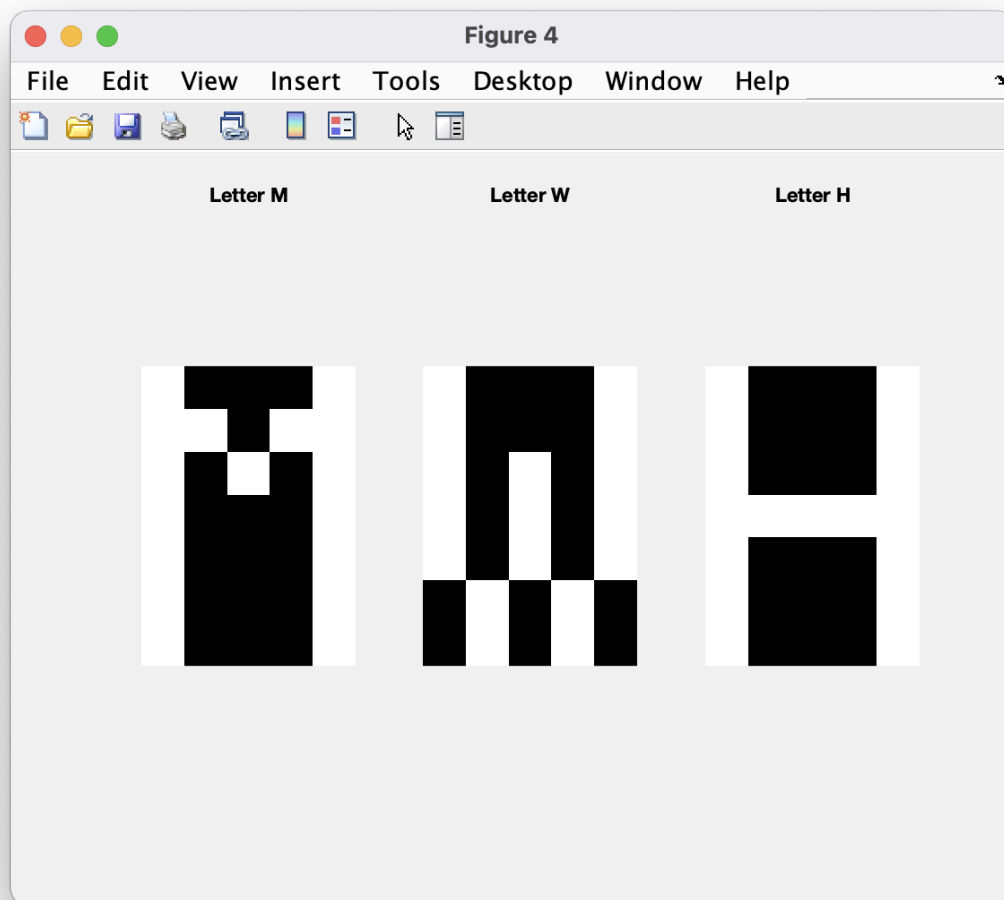
```
% Створення мережі Хопфілда  
net = newhop(T);
```

2. Створення мережі для розпізнавання символів

Завантажуємо файл `Alphabet.csv`, що містить коди символів латинського алфавіту, і вибираємо символи `M`, `W`, `H`.

MATLAB-код:

```
% Завантаження алфавіту  
alphabet = csvread('Alphabet.csv');  
  
% Вибір символів M, W, H  
L1 = alphabet(:, 1); % Символ M  
L2 = alphabet(:, 2); % Символ W  
L3 = alphabet(:, 3); % Символ H  
  
% Візуалізація символів  
figure;  
subplot(1,3,1); plotchar(L1);  
title('Letter M');  
subplot(1,3,2); plotchar(L2);  
title('Letter W');  
subplot(1,3,3); plotchar(L3);  
title('Letter H');  
  
% Створення мережі  
T = [L1, L2, L3];  
net = newhop(T);
```



3. Розпізнавання спотворених символів

Додаємо шум до символів і подаємо їх на вхід мережі. Перевіряємо точність розпізнавання.

MATLAB-код:

```
% Спотворення символів
noisyL1 = L1 + randn(35,1) * 0.4;
noisyL2 = L2 + randn(35,1) * 0.4;

% Розпізнавання
[Y1, ~, ~] = sim(net, 1, {}, noisyL1);
[Y2, ~, ~] = sim(net, 1, {}, noisyL2);

% Візуалізація результатів
```

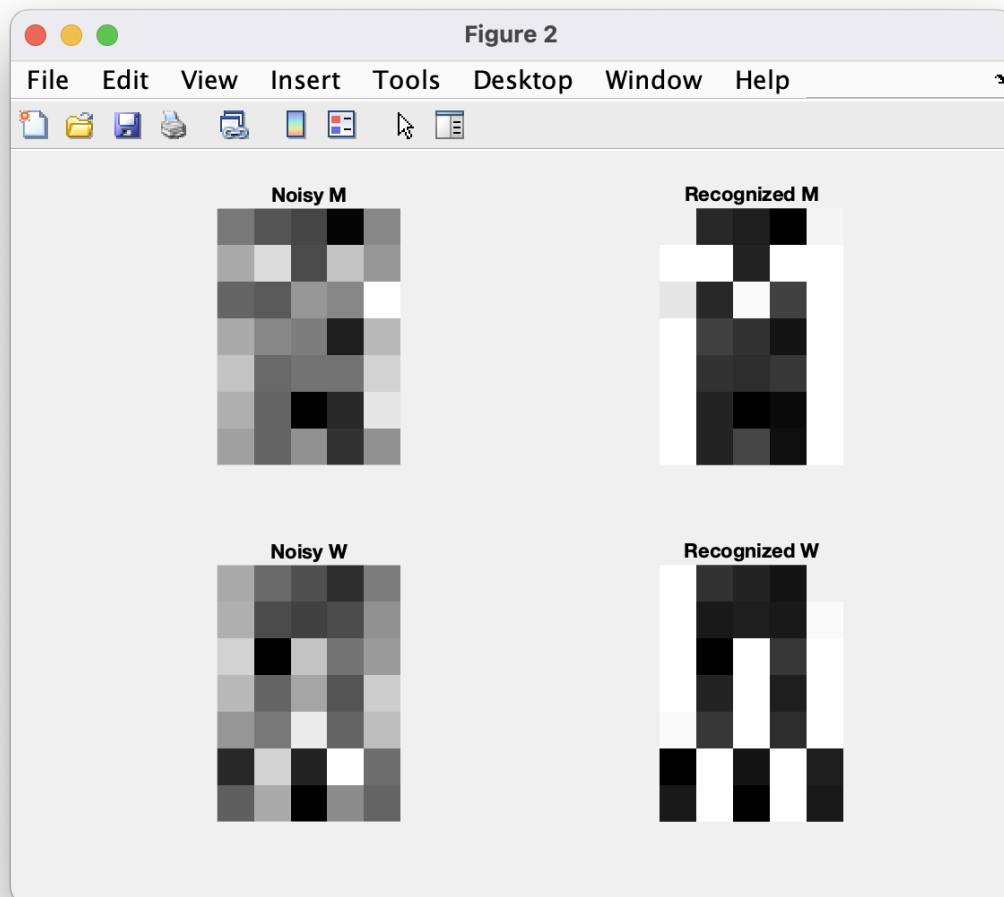
```

figure;
subplot(2,2,1); plotchar(noisyL1);
title('Noisy M');
subplot(2,2,2); plotchar(Y1);
title('Recognized M');
subplot(2,2,3); plotchar(noisyL2);
title('Noisy W');
subplot(2,2,4); plotchar(Y2);
title('Recognized W');

```

Результати:

Мережа успішно розпізнає спотворені символи із незначним рівнем шуму.



4. Розпізнавання нового символу

Подаємо на вхід символ, який не входив до навчальної вибірки, наприклад, символ **H** з додатковим шумом, і аналізуємо результат.

MATLAB-код:

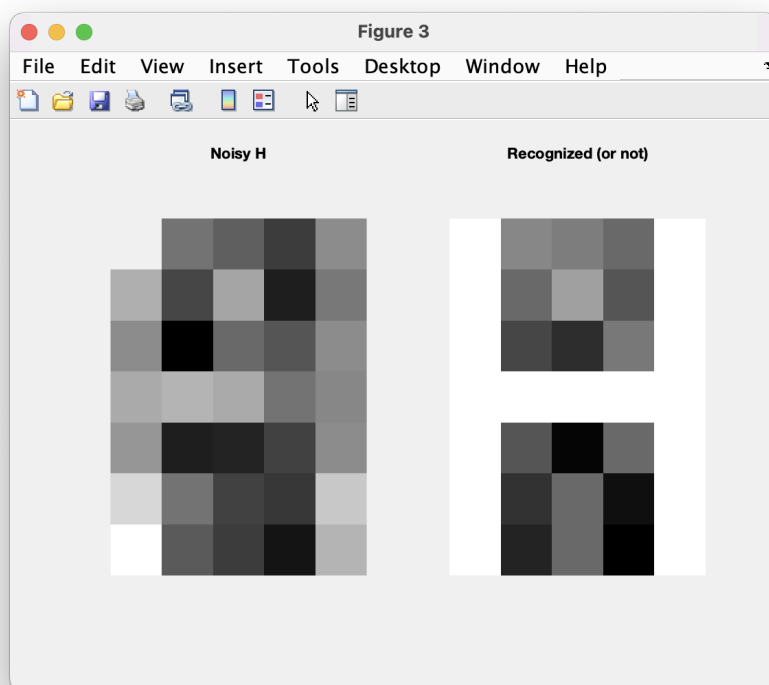
```
% Символ H з шумом
Lnew = alphabet(:, 3) + randn(35,1) * 0.8;

% Розпізнавання
[Ynew, ~, ~] = sim(net, 1, {}, Lnew);

% Візуалізація
figure;
subplot(1,2,1); plotchar(Lnew);
title('Noisy H');
subplot(1,2,2); plotchar(Ynew);
title('Recognized (or not)');
```

Результати:

Мережа може частково або некоректно розпізнати символи, які не входили до навчальної вибірки, залежно від рівня шуму.



Контрольні питання

1. **Які типи задач розв'язуються мережею Хопфілда?**
 - Розпізнавання образів.
 - Асоціативна пам'ять.
 - Оптимізація.
 2. **Умови стійкості мережі Хопфілда:**
 - Симетричність вагової матриці.
 - Наявність енергетичної функції, яка зменшується з кожною ітерацією.
 3. **Недоліки мережі Хопфілда:**
 - Обмежена кількість образів для запам'ятовування.
 - Нестабільність при великій кількості шумів.
 - Можливість хибних точок рівноваги.
 4. **Призначення енергетичної функції:**

Визначає стани з найменшою енергією, до яких прагне мережа.
 5. **Критерії завершення розпізнавання:**
 - Досягнення стану рівноваги.
 - Відсутність змін в активації нейронів.
-

Висновки

- Мережа Хопфілда ефективно розпізнає образи зі спотвореннями, якщо рівень шуму невисокий.
- Результати свідчать, що точність розпізнавання залежить від рівня шуму та кількості образів у навчальній вибірці.
- Мережа не здатна точно розпізнати символи, які не входили до навчальної вибірки, що є її обмеженням.