

Нейронна сітка Хопфілда реалізує суттєву властивість автоасоціативної пам'яті – відновлення по спотвореному (зашумленому) образу найближчого до нього еталонного. В цьому випадку вхідний вектор використовується як початковий стан сітки, і далі сітка еволюціонує відповідно до своєї динаміки. Причому будь-який приклад, що знаходиться в області тяжіння зразка, який зберігається, може бути використаний як вказівка для його поновлення. Вихідний (поновлюваний) зразок встановлюється, коли сітка досягає рівноваги.

Структура сітки Хопфілда наведена на рис.7. Вона складається з одного шару нейронів, кількість яких визначає кількість входів та виходів сітки. Вихід кожного нейрону з'єднаний із входами усіх інших нейронів. Подавання вхідних векторів здійснюється через окремі входи нейронів.

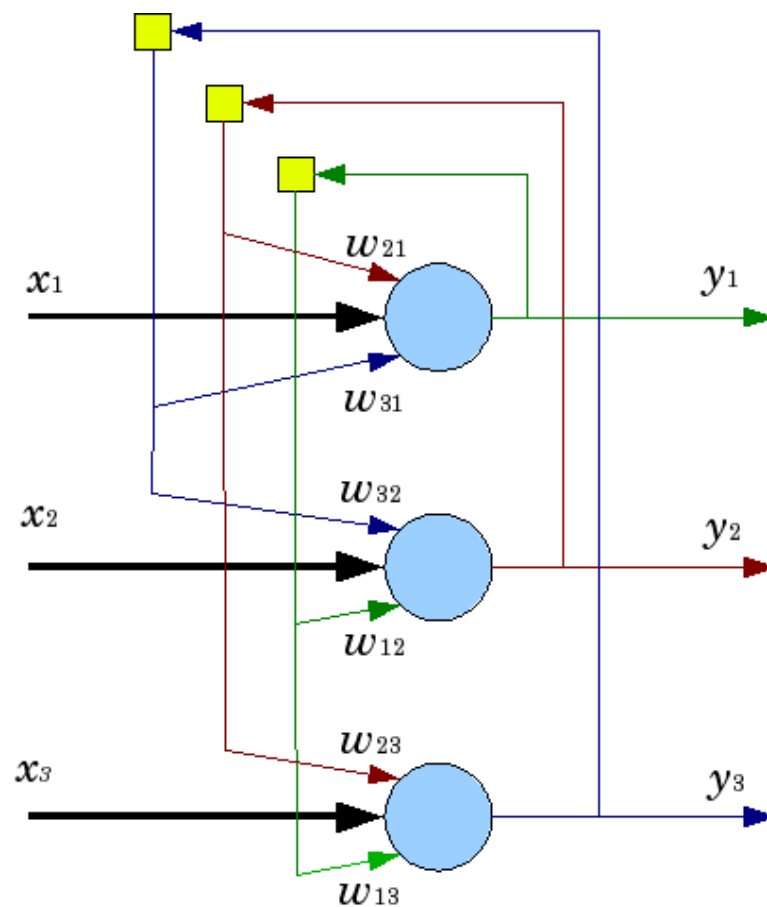


Рисунок 7. Структура сітки Хопфілда

Сітка Хопфілда відрізняється від інших типів нейронних сіток наступними суттєвими ознаками:

- Наявністю зворотніх зв'язків з виходів сіток на їх входи за принципом «з усіх на всі»;
- Розрахунок вагових коефіцієнтів нейронів виконується на основі вихідної інформації лише перед початком функціонування сітки, і все навчання сітки зводиться саме до цього розрахунку без урахування навчаючих ітерацій;
- При пред'явленні вхідного вектора сітка «збігається» до одного з запам'ятованих в ній еталонів, які являють собою множину рівноважних точок – локальних мінімумів функції енергії, що містить у собі всю структуру взаємозв'язків у сітці.

Проблема сталості сітки Хопфілда розв'язана теоремою Кохонена і Гроссберга, яка визначає достатню умову сталості сіток з оберненими зв'язками: сітка з оберненими зв'язками є сталою, якщо матриця її ваг симетрична ($w_{ij} = w_{ji}$) і має нулі на головній діагоналі ($w_{ii} = 0$).

Динамічна зміна станів сітки може виконуватися, принаймні, двома способами: синхронно та асинхронно. У першому випадку всі елементи модифікуються одночасно на кожному часовому кроці, у другому – у кожний момент часу вибирається та підлягає обробці один елемент. Цей елемент може вибиратись випадково.

Алгоритм навчання сітки Хопфілда

- 1) На вхід сітки для навчання подається множина образів $\bar{X} = (x_0, x_1, \dots, x_n)$, де x_i - це вхідний сигнал з i -го нейрону сітки, $i = \overline{0, n}$.
- 2) Обчислюється матриця вагових коефіцієнтів за формулою:

$$W = \sum_{i=0}^n \bar{X}_i^T \bar{X}_i \quad (2.1)$$

де \bar{X}_i - це вектор вхідних сигналів, мережі, W – матриця вагових коефіцієнтів.

Алгоритм розпізнавання

- 1) На вхід сітки для розпізнавання подається множина образів $\bar{Y} = (y_0, y_1, \dots, y_n)$, де y_i - це вхідний сигнал з i -го нейрону сітки, $i = \overline{0, n}$.
- 2) Обчислюється вектор \bar{Y}' , що подаватиметься в якості аргументу на активаційну функцію:

$$W\bar{Y} = \bar{Y}' \quad (2.2)$$

- 3) Обчислюється вектор \bar{Y}^* :

$$f(\bar{Y}') = \bar{Y}^* \quad (2.3)$$

Алгоритм продовжує своє виконання з пункту 2 доти, доки $\bar{Y}'^{(k-1)} \neq \bar{Y}'^{(k)}$, де верхній індекс k – номер ітерації процесу розпізнавання.