Hopfield Neural Network

→ Tüm nöronlar birbirine bağlanıyor

- Fully Connected
- One layer   ⊕
- Recurrent

↳ Tek katman
↳ Tekrarlı

"basic associative memory"   sorunlarını çözer

↳ basit ilişkisel işlemler

→ Hata fonksiyonu (?)

- "Energy function" minimum olana kadar durum değiştirir (öğrenir)
- Minimum noktası "attractor" olarak adlandırılır.
- "Pattern" verileri "attractor" olarak saklanır.

→ cazibe merkezi :D

Pattern Saklama

Pattern ∈ {-1, 1}

$$w_{ij} = (1 - \delta_{ij}) \sum_{m=1}^{P} s_i^m s_j^m$$

Pattern ∈ {0, 1}

$$w_{ij} = (1 - \delta_{ij}) \sum_{m=1}^{P} (2s_i^m - 1)(2s_j^m - 1)$$

❗ Özetle {-1, 1} olacak şekilde ayarlanır. $(2 \cdot 0 - 1) = -1$
$(2 \cdot 1 - 1) = 1$ ❗

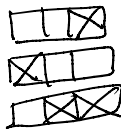## Depolama "Storage"

↳ Başlangıçta W=0 yapılır
↳ $W = W + s^m (s^m)^T$
↳ Tüm pattern'ler için uygulanır
↳ Pattern verileri saklandığında $w_{ij} = 0$ yapılır

"Pattern Saklama"

Geri Çağırma "Recalling"

x_1 ○ w_{12} ○ w_{21}
x_2 ○ ○
x_3 ○ w_{31} ○

$$x(n+1) = \text{sgn}\left[\sum_{i=1}^{N} w_{ij} \cdot x(n) \right]$$

↳ "activation" func

↳ $x(n+1) = x(n)$ olana kadar devam et
↳ $y = x_{fixed}$ "Stable state"
↳ $w_{nim} = w_{min}$ ve $w_{nn} = 0$ için "stable" olur

Simetrik Matriks

Sign function

$$v_j = \sum_{i=1}^{N} w_{ij} x_i(n)$$

$v_j > 0 \Rightarrow x = 1$
$v_j = 0 \Rightarrow x = x$
$v_j < 0 \Rightarrow x = -1$

Örnek

c₁ c₂ c₃
-1, -1, 1
1, -1, -1
-1, 1, 1

$w_{11} = 0$ → aynı ise 0
$w_{12} = c_1 \cdot c_2$
$w_{13} = c_1 \cdot c_3$

$c_1 \cdot c_2 = \begin{cases} -1 \cdot -1 = 1 \\ 1 \cdot -1 = -1 \\ -1 \cdot 1 = -1 \end{cases}$ ⊕ → -1