Самоорганизующаяся карта Кохонена

Козырев С. А.

СП6ГУ



27 апреля 2020 г.

История

- ▶ Эту нейронную сеть предложил финский профессор Теуво Кохонен в 1980-х годах.
- ▶ Она основана на биологических моделях нейронных систем 1970-х годов.

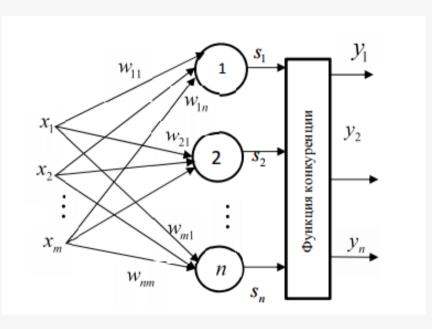
Нейронные сети Кохонена

- ▶ Более широкий класс нейронных сетей, основным элементом которых является слой Кохонена.
- ► Слой Кохонена состоит из адаптивных линейных сумматоров («линейных формальных нейронов»).

$$y_j = w_{j0} + \sum_{i=1}^m w_{ji} x_i,$$

где:

- $ightharpoonup w_{ji}$ весовой коэффициент i-го входа j-го нейрона;
- ▶ i номер входа;
- ▶ j номер нейрона;
- w_{i0} пороговый коэффициент.
- ► Как правило, выходные сигналы слоя Кохонена обрабатываются по правилу «победитель забирает всё»: наибольший сигнал превращается в единичный, остальные обращаются в ноль.



Геометрическая интерпретация

- Каждому нейрону соответствует вектор размерности m из пространства входных данных.
- ▶ Для вектора х нейрон, который ближе всего по евклидову расстоянию, выдаст 1, остальные 0.

$$\rho_j(x)^2 = \|x - W_j\|^2 = \|W_j\|^2 - 2\sum_{i=1}^m w_{ji}x_i + \|x\|^2$$
$$j_{\text{max}} = \arg\max_j \left\{ \sum_{i=1}^m w_{ji}x_i - \frac{1}{2}\|W_j\|^2 \right\}$$

 $ho_j(x)$ - расстояние до j-го нейрона.

Самоорганизующаяся карта Koxoнeнa (Self-organizing map — SOM)

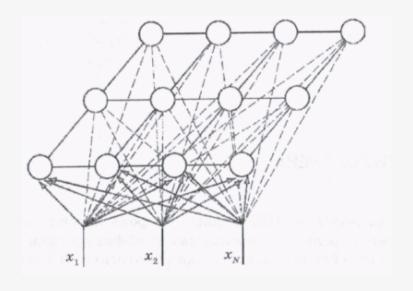
Нейронная сеть с обучением без учителя, выполняющая задачу визуализации и кластеризации.

Структура

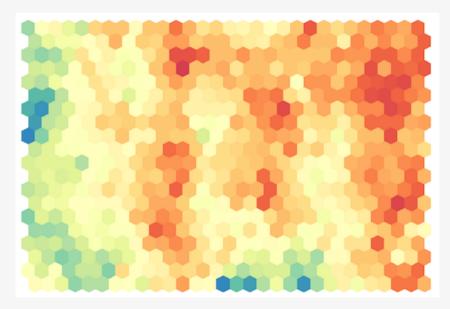
Каждый нейрон состоит из двух векторов:

- ▶ вектор в пространстве входных данных (веса нейрона);
- ▶ вектор положения на карте(как правило, размерности 2).

Нейроны образуют сетку



Каждая ячейка - нейрон



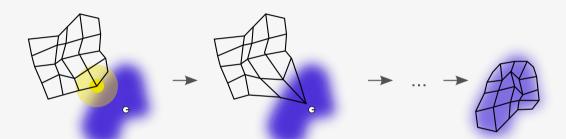
Обучение

- 1. инициализируем веса нейронов
- 2. берём случайный вектор D(t) из множества входных данных
- 3. изменяем веса нейронов по формуле:

$$W_v(s+1) = W_v(s) + \theta(u, v, s) \cdot \alpha(s) \cdot (D(t) - W_v(s)),$$

4. повторяем с шага 2, пока s < k

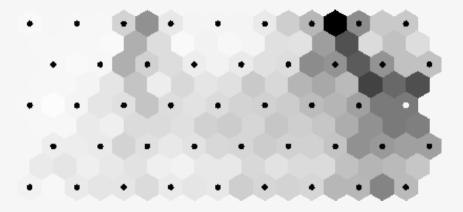
Веса нейронов приближаются к входным данным



U-matrix

- ▶ Унифицированная матрица расстояний(unified distance matrix, U-matrix) один из способов представления получившейся карты;
- ▶ Каждый нейрон раскрашиваем в зависимости от удалённости от него соседей.

Пример U-matrix



Другие виды представлений

- ► Карта входов нейронов Для каждого входа рисуется своя карта, раскрашенная в соответствии со значением конкретного веса нейрона.
- ► Карта выходов нейронов На карту выходов нейронов проецируется взаимное расположение исследуемых входных данных.
- Специальные карты
 Это карта кластеров и карты, характеризующие их.

Clusters	Unified Distance Matrix	Party	BankruptcyAbusePreventi	BorderProtectionAntiterrori
0.00 1.00	1.32 48.90	0.00 1.00	0.00 1.00	0.00 1.00
BroadcastDecencyEnforce	ClassActionFairnessAct	ContinuityinRepresentation	PersonalResponsibilityinF	PrivatePropertyRightsProt
			0.00 1.00	0.07 1.00
ProtectionofLawfulComme	RealIDAct	SchoolReadinessAct	SecureAccesstoJusticeand	StemCellResearchEnhanc
			0.05 1.00	0.00 1.00
TaxReliefExtensionReconc	ThreatenedandEndangere	UnitedStatesTradeRights E	UnitedStates BahrainFreeT	USAPATRIOTandTerroris
***************************************		••••	•••••••••	

Применение в искусстве



Применение в искусстве

