

連想記憶による関係の同定

参考文献:

中森 義輝著、感性データ解析

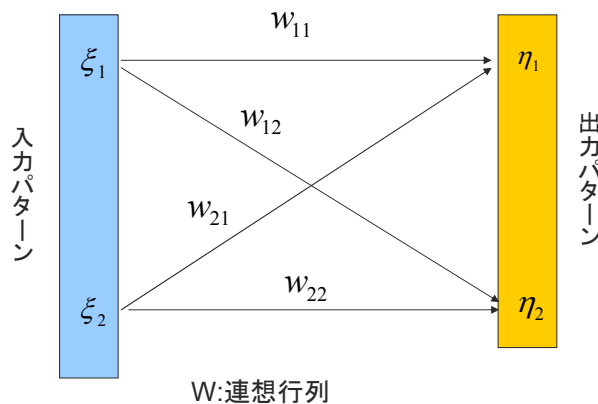
連想記憶による関係の同定

- 「爽やか」で「ゆったりした」キッチンがほしい、というように、いくつかの感性表現による希望が表明されたとき、対応するデザイン要素の組み合わせを提示するために、連想記憶モデルを検討する。

【 相関型連想記憶(1) 】

- 連想記憶とは、パターンの対の一方が入力として与えられると、他方のパターンが出力されるものである。

【 相関型連想記憶(2) 】



【 相関型連想記憶(3) 】

入出力データベクトル

$$\xi_i = (\xi_{i1}, \xi_{i2}, \dots, \xi_{ip})^t, \quad i = 1, 2, \dots, I \text{ (データの番号)}$$

$$\eta_i = (\eta_{i1}, \eta_{i2}, \dots, \eta_{iq})^t, \quad i = 1, 2, \dots, I$$

が与えられたとき、 R^p から R^q への線形写像 W を以下のようにして構築する。

$$W(0) = 0$$

$$W(i) = W(i-1) + c\eta_i\xi_i^t, \quad i = 1, 2, \dots, I$$

ただし、 c は正の定数。これをヘブ学習という。学習後の写像

$$W = c \sum_{i=1}^I \eta_i \xi_i^t \text{ を連想行列と呼ぶ。}$$

【 相関型連想記憶(4) 】

ξ_1, \dots, ξ_I がお互いに直交する場合、出力が正しく出力される。

$$W\xi_i = \left(c \sum_{i=1}^I \eta_i \xi_i^t\right) \xi_i = (c \|\xi_i\|^2) \eta_i = k\eta_i$$

1つの連想行列で記憶できるペアの数は入力ノードの数の15%と言われている。

相関型連想記憶に対する参考文献

- 松岡清利著「ニューロコンピューティング基礎と応用」1章、pp. 6-22, 朝蒼書店 1992.
- 坂和・田中:「ニューロコンピューティング入門」7章、pp. 139-154, 森北出版、1997.

双方向連想記憶

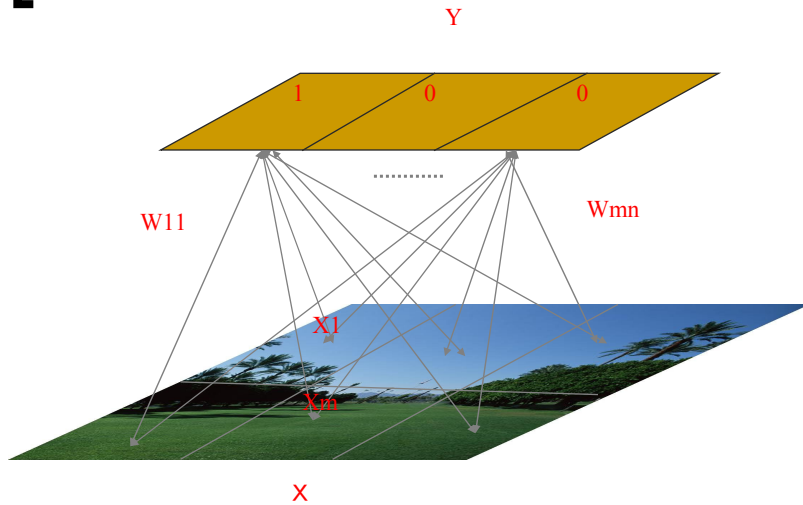
- 双方向連想記憶は、2つのレイヤ間に双方向の信号経路が存在し、ノイズを含む入力を与えても、連想行列を用いた反響動作に伴う状態推移で最終的に入出力ペアが連想される。
- 双方向連想記憶の反響動作は次のように行われる。

$$\eta(k) = \varphi(W\zeta(k))$$

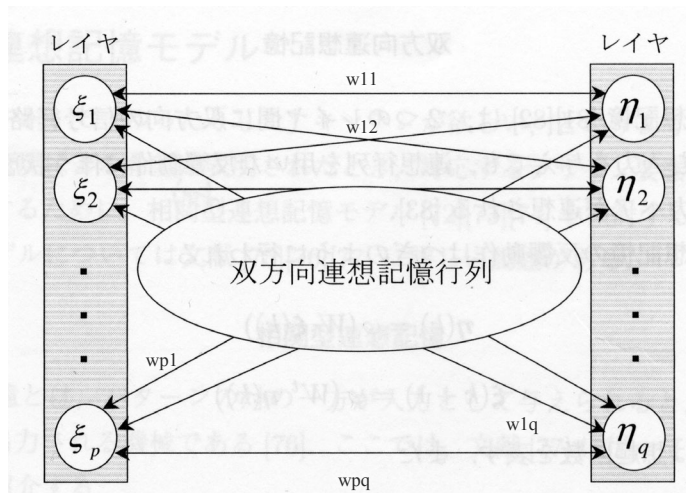
$$\zeta(k+1) = \varphi(W^t\eta(k))$$

ここで、 k は想起回数を表す。 W は連想記憶行列であり、ノード間のつながりの強さを示す。

双方向連想記憶の例



双方向連想記憶の仕組み



【入出力パターン】

$$\zeta(k) = (\zeta_1(k), \zeta_2(k), \dots, \zeta_p(k))^T$$

$$\eta(k) = (\eta_1(k), \eta_2(k), \dots, \eta_p(k))^T$$

はステップ k における各ノードの活性値ベクトルであり、要素は $\{0,1\}$ の値を取る。 φ は各ノードが持つ関数であり、通常はシグモイド型関数を用いられる。

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

【連想記憶行列】

記憶したいパターンのペア (ζ_i, η_i) 、 $i=1,2,\dots,I$

$$\zeta_i = (\zeta_{i1}, \zeta_{i2}, \dots, \zeta_{ip})^T$$

$$\eta_i = (\eta_{i1}, \eta_{i2}, \dots, \eta_{iq})^T$$

が与えられるとき、連想行列が次式で求める。

$$W = \sum_{i=1}^I \beta_i \eta_i \zeta_i^T$$

1つの連想行列で記憶できるペアの数はノードの数の15%

[想起process]

$$\text{input } \xi_j = \sum_{i=1}^m \eta_i w_{ij}$$

$$\xi_j = \frac{1}{1 + \exp(-\text{input } \xi_j)}$$

$$\text{input } \eta_i = \sum_{j=1}^n \xi_j w_{ij}$$

$$\eta_i = \frac{1}{1 + \exp(-\text{input } \eta_i)}$$

[収束]

- Energy function

$$E = -\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \xi_i w_{ij} \eta_j$$

- これは続々減少し、変わらないことになると、システムが安定になる。
- その時のシステム状態は記憶されたパターンに対応する。

【 双方向連想記憶に対する参考文献 】

- B.Kosko: Bidirectional associative memories. IEEE Trans. On Syst. , Man and Cybern., Vol. SMC-18, No. 1, pp. 49-60, 1988.
- 山口： ファジィ・ニューラルネットシステム。国際ファジィ工学研究所編「ファジィ技術の先端的応用」8章、pp. 333-418, 日刊工業新聞社、1993.

【 感性とデザインの連想モデル(1) 】

- 双方向連想記憶は、対となるデータ間の関係をニューラルネットワークのレイヤとノードを用いて記憶する。
- レイヤとはいくつかのノードの集まったものである。
- 一方のレイヤの各ノードは、他のレイヤのすべてのノードと双方向につながっており、ノード間のつながりの強さを結合強度という。

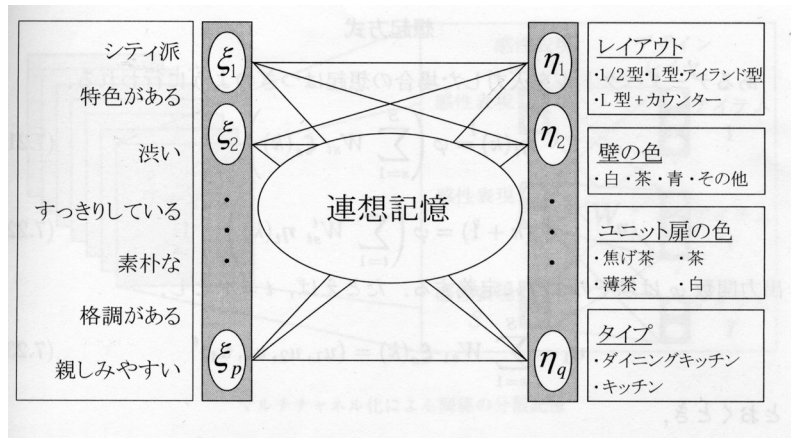
感性とデザインの連想モデル(2)

- 双方向連想記憶には、入力されたデータが連想行列の記憶しているデータと少々のズレがあっても、これを用いた反響動作に伴う状態推移で最終的に反応する出力データが想起されるという特徴がある。
- この特徴を生かして、入力された感性評価が記憶しているデータと少々異なってても、対応するデザイン要素の組み合わせが想起されることが期待される。

感性とデザインの連想モデル(3)

- 感性評価データはアンケート結果の代表感性表現の評価データを用いる。
- キッチンシステムを例として、7つの代表となる感性表現が選定されている。
- これにより個人差が少なくかつ局所的な空間を代表するものが選ばれるようになっているため、デザイン要素と感性表現との対応関係モデルの構築が容易になる。

感性とデザインの連想モデル(4)



感性評価データ

- 代表感性表現

$S_1 =$ シティ派 $S_2 =$ 特色がある $S_3 =$ 洗い
 $S_4 =$ すっきりしている $S_5 =$ 素朴な $S_6 =$ 格調がある
 $S_7 =$ 親しみやすい

- オリジナルデータ

$$x_{mnk} \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$$

商品サンプル $m = 1, 2, \dots, M$ (= 40)

感性表現 $n = 1, 2, \dots, N$ (= 33)

評定者 $k = 1, 2, \dots, K$ (= 30)

- 使用データの並べ替え

$$x_{mS_1k}, x_{mS_2k}, \dots, x_{mS_7k} \quad m = 1, 2, \dots, M, \quad k = 1, 2, \dots, K$$

↓

$$x_{1S_1}, x_{2S_1}, \dots, x_{IS_1} \quad I = MK = 40 \times 30 = 1200$$

$$x_{1S_7}, x_{2S_7}, \dots, x_{IS_7} \quad I = MK = 40 \times 30 = 1200$$

- 符号化 $i = 1, 2, \dots, I, \quad s = S_1, S_2, \dots, S_7$

$$\xi_{is} = \begin{cases} (1, -1)^t, & x_{is} > 0 \\ (-1, -1)^t, & x_{is} = 0 \\ (-1, 1)^t, & x_{is} < 0 \end{cases}$$

- 感性表現データベクトル

$$\xi_i = (\xi_{iS_1}^t, \dots, \xi_{iS_7}^t)^t = (\xi_{i1}, \xi_{i2}, \dots, \xi_{ip})^t \quad (7.15)$$

$$p = 2 \times 7 = 14 \quad (7.16)$$

デザインデータ

- デザインアイテム

$$\begin{aligned} T_1 &= \text{レイアウト} & T_2 &= \text{壁の色} \\ T_3 &= \text{ユニット扉の色} & T_4 &= \text{部屋のタイプ} \end{aligned}$$

- 符号化 $i = 1, 2, \dots, I$ ($MK = 1200$) (M 個を K 回カウント)

$$\eta_{iT_1} = \begin{cases} (1, -1, -1, -1)^t & \text{レイアウトが1または2型} \\ (-1, 1, -1, -1)^t & \text{レイアウトがL型} \\ (-1, -1, 1, -1)^t & \text{レイアウトがアイランド型} \\ (-1, -1, -1, 1)^t & \text{レイアウトがL型+カウンター} \end{cases}$$

$$\eta_{iT_2} = \begin{cases} (1, -1, -1, -1)^t & \text{壁の色が白} \\ (-1, 1, -1, -1)^t & \text{壁の色が茶} \\ (-1, -1, 1, -1)^t & \text{壁の色が青} \\ (-1, -1, -1, 1)^t & \text{壁の色がその他} \end{cases}$$

$$\eta_{iT_3} = \begin{cases} (1, -1, -1, -1)^t & \text{ユニット扉の色が焦げ茶} \\ (-1, 1, -1, -1)^t & \text{ユニット扉の色が茶} \\ (-1, -1, 1, -1)^t & \text{ユニット扉の色が薄茶} \\ (-1, -1, -1, 1)^t & \text{ユニット扉の色が白} \end{cases}$$

$$y_{iT_4} = \begin{cases} (1, -1)^t & \text{部屋のタイプがダイニングキッチン} \\ (-1, 1)^t & \text{部屋のタイプがキッチン} \end{cases}$$

- デザインデータベクトル

$$\eta_i = (\eta_{iT_1}^t, \dots, \eta_{iT_q}^t)^t = (\eta_{i1}, \eta_{i2}, \dots, \eta_{iq})^t \quad (7.17)$$

$$q = 4 + 4 + 4 + 2 = 14 \quad (7.18)$$

連想記憶行列

$$W = \sum_{i=1}^I \beta_i \eta_i \xi_i^t$$

- 通常の連想記憶と異なり、デザイン要素はアイテムごとで1つのカテゴリーが想起され

【想起方式】

$$\eta(k) = \varphi(W\xi(k))$$

$$\xi(k+1) = \varphi(W^t \eta(k))$$

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}, \quad \varphi(x) \in (0,1)$$

- 連想正答率は10%程度
- 効率よく記憶するために、一つの方法はマルチチャネル連想記憶

【感性とデザインの連想モデルに対する参考文献】

- Y.Nakamori and M.Nantani: Fuzzy data processing n product rating. Proc. of 4th European congress on intelligent techniques and soft computing, pp. 1323-1326, Aachen, Germany, September 2-5, 1996.