

生体情報システム
第2回 ニューラルネットワーク入門
例題からの学習

伊達章

2007年4月20日

<http://www.cs.miyazaki-u.ac.jp/~date>

1

講義全体を通してのテーマ

- 人間を一つの機械とみたらどうなるか
- 機械は人間のすることをどの程度まねできるか。
 - ・ 実際の脳を解剖的、生理的に研究
 - ・ 脳のモデルをつくることによる研究
- 「脳はどのような風に動いているのか」、数理モデルを使ってその気分を味わう
- キーワード：情報表現と計算

2

本日の講義

- 神経回路網モデル入門
 - ・ ニューロンの数理モデル
 - ・ 例題からの学習（問題設定）
 - ・ ニューロンの学習
 - ・ 学習アルゴリズム
 - ・ 速さの異なる二つのダイナミックス
ニューロン活動と結合係数
- 上記の内容を課題2（締め切り5月11日）で使うデータを用いて説明

3

本日の講義 脳とコンピュータはどう違うか

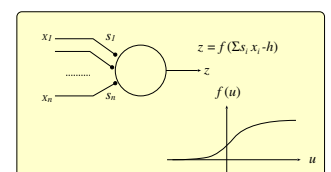


- 第3章 脳の動作と機能:反応選択性
- 第4章 ニューラルネットワーク
p.80 から p.99
- 第5章 ニューラルネットワークの数理
p.102 から p.119
- 第6章 脳の中の生成のプロセス
- 第8章 神経活動による情報のコーディング

4

ニューロンの数理モデル

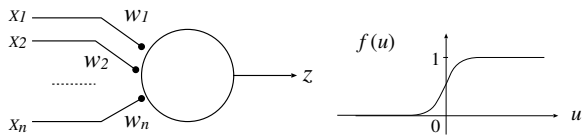
ニューロンとそのモデル



5

6

ニューロンのモデル



- 入力: $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$
- 結合係数: $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$
- 出力: $z = f(w \cdot x - h)$
- 出力関数: $f(x)$. 例: $f(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}}$

7

例題からの学習 (問題設定)

8

例題からの学習: 問題設定と設計思想

- 信号 x は「りんご」(クラス A) と「みかん」(クラス O)に分けられる
- 「りんご」に属する信号には1, 「みかん」に属する信号には0を出力させたい.
- AやOの本質は何であるかはわからない.
- AとOに属する信号の例を与える.
- 機械を学習により調節する.

9

例題からの学習: 例題数 20

例題	apples.dat	1	oranges.dat	0
1:	1.0627	1.1438	3.3572	2.8118
2:	0.4268	1.5955	2.6541	2.4290
3:	1.5946	0.9812	3.6270	1.2031
4:	1.1636	1.0873	2.2795	2.2856
5:	0.9066	1.3629	2.8001	2.3450
6:	0.7058	2.0916	3.4078	2.3560
7:	0.9318	1.0570	3.6451	2.3343
8:	1.5334	1.0296	3.5954	1.3988
9:	0.9522	0.5838	2.9901	1.9216
10:	1.1472	0.3319	2.1980	2.1287

10

例題からの学習: 例題数 20

```
plot [-1:5][-1:5] "apples.dat", "oranges.dat" with points 3
```

11

ニューロンの学習と学習アルゴリズム

12

学習の流れ

1. 初期設定：各結合係数に適当な乱数を割り当てる。
2. 例題 x^α を提示し (α は $1, \dots, 20$ のどれか), 出力 z を求める。
(x のダイナミクス)
3. z が望ましい出力 z^α とどのくらいズれているか誤差 E を計算する。
4. 誤差が少なくなるよう, 結合係数を修正する。これを学習と呼ぶ。
(w のダイナミクス)
5. 誤差がなくなるまで 2. から 4. を繰り返す。

13

教師あり学習, 学習の指針

1. データとその答えを丸暗記するのでは意味がない。
2. α 番目の例題 x^α に対する機械の出力する答えと, 望ましい答えの誤差

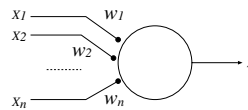
$$E^\alpha = \left[z^\alpha - f \left(\sum_{i=0}^2 w_i x_i^\alpha \right) \right]^2$$

3. $E = \sum_{\alpha=1}^{20} E^\alpha$ を小さくしたい。
4. $w := w + \Delta w$, $\Delta w_1 \propto -\frac{\partial E}{\partial w_1}$ と逐次修正すればいい。

14

あとは計算

学習アルゴリズム



1. $w := w + \Delta w$
2. $\Delta w_1 \propto -\frac{\partial E}{\partial w_1} = (z^\alpha - z)z(1-z)x_1^\alpha$

15

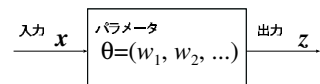
16

本日の講義

- 神経回路網モデル入門
 - ニューロンの数理モデル
 - 例題からの学習 (問題設定)
 - ニューロンの学習
 - 学習アルゴリズム
- 速さの異なる二つのダイナミクス
 - ニューロン活動と結合係数
- 上記の内容を課題2 (締め切り 5月22日) で使うデータを用いて説明

17

二つのダイナミクス



1. ニューロン活動 x のダイナミクス: $z = f(w \cdot x - h)$
2. 結合係数 w のダイナミクス: $w := w + \Delta w$

18

例題からの学習：例題数 40

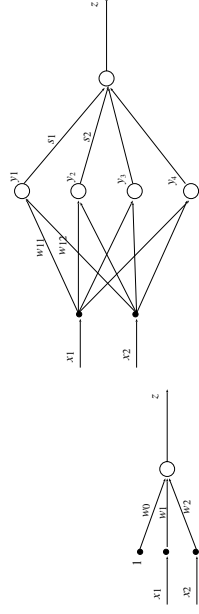
plot [-1:5][-1:5] "apples3.dat", "oranges3.dat" with points 3

学習に失敗する場合

19

20

ニューロンから神経回路網へ



21

本日の講義

- 神経回路網モデル入門
 - ・ ニューロンの数理モデル
 - ・ 例題からの学習（問題設定）
 - ・ ニューロンの学習
 - ・ 学習アルゴリズム
 - ・ 速さの異なる二つのダイナミックス
 - ニューロン活動と結合係数

- ・ 上記の内容を課題2（締め切り5月22日）で使うデータを用いて説明

22