

ニューラルネットワーク（基礎編）

前田利之（まえだ としゆき）

maechan@hannan-u.ac.jp

阪南大学 経営情報学部

(2024.12.18)

ナীবベイズ (実践の復習)

- 1 R を立ち上げ、パッケージを 2 つ (e1071 (naiveBayes ライブラリ) と spam データセット) インストールすることを含め、以下を実行する

```
install.packages("e1071") # naiveBayes
install.packages("kernlab") # spam データ
library(e1071) # "" で囲まない (!)
library(kernlab) # 同上
data(spam)
n <- 10*(1:(nrow(spam)/10))
train <- spam[-n,]
test <- spam[n,]
```

ナীবベイズ（実践の復習）

2 引き続き、以下を実行する

```
num <- 58
mdl <- naiveBayes(type~.,data=train)
pred <- predict(mdl,test[, -num])
t <- table(test[, num], pred)
a <- (t[1,1]+t[2,2]) /
      (t[1,1]+t[1,2]+t[2,1]+t[2,2])
rslt <- round(a,3)
cat(rslt)
```

ニューラルネットワークとは

- 人間の を模倣したもの
- 知識を学習して、それを活用できる仕組み
- 今をときめく

,

の原理

- 上を含めた、現在の

,

ブームの牽引役

ニューラルネットワークとは

- 人間の **脳の機構** を模倣したもの
- 知識を学習して、それを活用できる仕組み
- 今をときめく

の原理

- 上を含めた、現在の

ブームの牽引役

ニューラルネットワークとは

- 人間の **脳の機構** を模倣したもの
- 知識を学習して、それを活用できる仕組み
- 今をときめく

ディープラーニング (Deep Learning),

の原理

- 上を含めた、現在の

ブームの牽引役

ニューラルネットワークとは

- 人間の **脳の機構** を模倣したもの
- 知識を学習して、それを活用できる仕組み
- 今をときめく **ディープラーニング (Deep Learning)**, **深層学習** の原理
- 上を含めた、現在の
,
ブームの牽引役

ニューラルネットワークとは

- 人間の **脳の機構** を模倣したもの
- 知識を学習して、それを活用できる仕組み
- 今をときめく **ディープラーニング (Deep Learning)**, **深層学習** の原理
- 上を含めた、現在の **AI (Artificial Intelligence)**, ブームの牽引役

ニューラルネットワークとは

- 人間の **脳の機構** を模倣したもの
- 知識を学習して、それを活用できる仕組み
- 今をときめく **ディープラーニング (Deep Learning)**, **深層学習** の原理
- 上を含めた、現在の **AI (Artificial Intelligence)**, **人工知能** ブームの牽引役

ニューラルネットワークとは（続き）

- 人間の脳の中には という神経細胞がたくさんある（千億個のオーダー）
- 各 が と呼ばれる接合部位によって繋がっている
- は入力される電気信号の合計が、ある一定の量（閾値）を超えると し、シナプスによって次のニューロンに電気信号を出力する
- この動作の連続により、脳は信号の伝達を行っている

ニューラルネットワークとは（続き）

- 人間の脳の中には **ニューロン** という神経細胞がたくさんある（千億個のオーダー）
- 各 が と呼ばれる接合部位によって繋がっている
- は入力される電気信号の合計が、ある一定の量（閾値）を超えると し、シナプスによって次のニューロンに電気信号を出力する
- この動作の連続により、脳は信号の伝達を行っている

ニューラルネットワークとは（続き）

- 人間の脳の中には **ニューロン** という神経細胞がたくさんある（千億個のオーダー）
- 各 **ニューロン** が と呼ばれる接合部位によって繋がっている
- は入力される電気信号の合計が、ある一定の量（閾値）を超えると し、シナプスによって次のニューロンに電気信号を出力する
- この動作の連続により、脳は信号の伝達を行っている

ニューラルネットワークとは（続き）

- 人間の脳の中には **ニューロン** という神経細胞がたくさんある（千億個のオーダー）
- 各 **ニューロン** が **シナプス** と呼ばれる接合部位によって繋がっている
- は入力される電気信号の合計が、ある一定の量（閾値）を超えると し、シナプスによって次のニューロンに電気信号を出力する
- この動作の連続により、脳は信号の伝達を行っている

ニューラルネットワークとは（続き）

- 人間の脳の中には **ニューロン** という神経細胞がたくさんある（千億個のオーダー）
- 各 **ニューロン** が **シナプス** と呼ばれる接合部位によって繋がっている
- **ニューロン** は入力される電気信号の合計が、ある一定の量（閾値）を超えると し、シナプスによって次のニューロンに電気信号を出力する
- この動作の連続により、脳は信号の伝達を行っている

ニューラルネットワークとは（続き）

- 人間の脳の中には **ニューロン** という神経細胞がたくさんある（千億個のオーダー）
- 各 **ニューロン** が **シナプス** と呼ばれる接合部位によって繋がっている
- **ニューロン** は入力される電気信号の合計が、ある一定の量（閾値）を超えると **発火** し、シナプスによって次のニューロンに電気信号を出力する
- この動作の連続により、脳は信号の伝達を行っている

ニューラルネットワーク（続き）

ニューラルネット（詳細は後述）シミュレーション

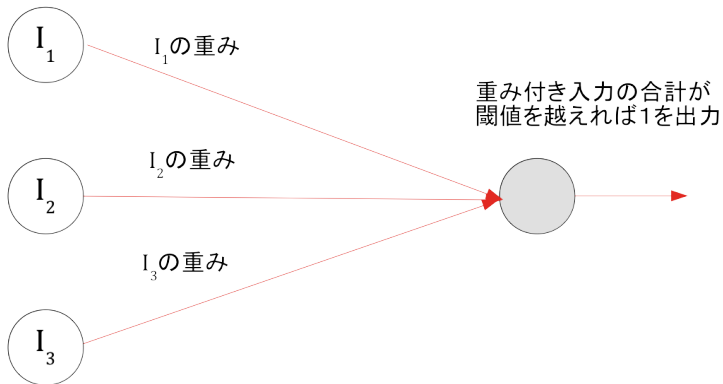
数字認識デモシステム

[user:semi, pass:hannannipamo]

単純シミュレーション

(人工) ニューロンとは

入力



ニューロンとは（続き）

$$y = f(u) = \begin{cases} 0 & (u < 0) \\ 1 & (u \geq 0) \end{cases}$$

$$u = \sum_{i=1}^n I_i w_i - \theta$$

($f(x)$ はシグモイド関数が一般的（詳細略）)

- I_i : 入力 (前の図では $i=1,2,3$)
- w_i : それぞれの入力に対する重み (結合荷重)
- θ : 閾値
- y : 出力

ニューロンとは（例）

- 出力は「夜に焼肉を食べに行く」で閾値は0.5
- I_1 は「ここ3日ほど肉を食べていない」で重みは0.5、
- I_2 は「朝ごはんを食べていない」で重みは0.3、
- I_3 は「最近疲れている」で重みは0.2、とする。

ニューロンとは（例の続き）

- もし I_1 が **1**（当たっている）なら、他が何であっても合計は0.5以上になるので出力は **1** となる（焼肉に行く）
- もし I_1 が 0（最近肉を食べた）なら、
 - I_2, I_3 のどちらかだけが1の場合は合計は0.4以下なので出力は0となる（焼肉以外のものを食べる）
 - I_2, I_3 のどちらも1の場合は合計は0.5になり出力は1となる
- もし閾値を0.2に下げれば、3条件のいずれかが成り立てば出力は1となる

ニューロンとは（例 2）

- 2 入力・1 出力の OR（論理和）
 - I_1, I_2 のどちらかが 1 ならば出力は 1
 - どちらも 0 のときのみ 0
- ...  で実現できる



ニューロンとは（例 2）

- 2 入力・1 出力の OR（論理和）
 - I_1, I_2 のどちらかが 1 ならば出力は 1
 - どちらも 0 のときのみ 0
- ... **重み 1, 閾値 0.5** で実現できる



ニューロンとは（例2）

- 2入力・1出力のOR（論理和）
 - I_1, I_2 のどちらかが1ならば出力は1
 - どちらも0のときのみ0
- ... **重み 1, 閾値 0.5** で実現できる

パターン	I_1	I_2	$I_1 + I_2 - 0.5$	出力
P1	0	0	-0.5	0
P2	0	1	0.5	1
P3	1	0	0.5	1
P4	1	1	1.5	1

ニューロンの学習

- 脳ではシナプスの伝達効率を変化させ、ほしい機能を持つようになっていくと考えられる＝ニューロンの を変化させる
- 変化量を手動で求めるのは大変
- ⇒ 自動的に求める＝
- w_i, θ を同じ扱いにするため、常に1となる入力を加えてその重みが θ であるとする（実装の都合？）

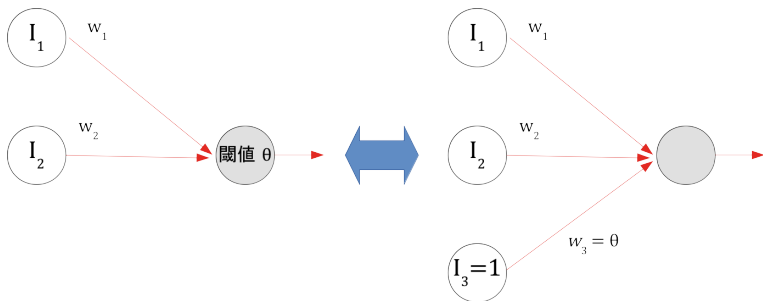
ニューロンの学習

- 脳ではシナプスの伝達効率を変化させ、ほしい機能を持つようになっていくと考えられる＝ニューロンの **重み w_i** を変化させる
- 変化量を手動で求めるのは大変
- $\Rightarrow$ 自動的に求める＝
- w_i, θ を同じ扱いにするため、常に1となる入力を加えてその重みが θ であるとする（実装の都合？）

ニューロンの学習

- 脳ではシナプスの伝達効率を変化させ、ほしい機能を持つようになっていくと考えられる＝ニューロンの **重み w_i** を変化させる
- 変化量を手動で求めるのは大変
- ⇒ 自動的に求める＝ **学習**
- w_i, θ を同じ扱いにするため、常に1となる入力を加えてその重みが θ であるとする（実装の都合？）

ニューロンの学習（続き）



ニューロンの学習（続き）

$$u = w_1 I_1 + w_2 I_2 + w_3 I_3 \quad (I_3 = 1)$$

$$y = \begin{cases} 1 & (u \geq 0) \\ 0 & (u < 0) \end{cases}$$

■ y と正解を比較して

- 1 を出力すべきときに 0 であれば重みを増やし
- 0 を出力すべきときに 1 であれば重みを減らす

ニューロンの学習（続き）

- 重みを時間 t の関数とみると以下の式で再計算できる（ ϵ は重みを調整するパラメータ, $\hat{y}$ は真値）

$$w_i(t+1) = w_i(t) - \epsilon(y - \hat{y})I_i$$

- このようにして線形分離可能問題 (SVM の回参照) であれば、有限回で正しく分離できるようになることが知られている

■ ⇒

ニューロンの学習（続き）

- 重みを時間 t の関数とみると以下の式で再計算できる（ ϵ は重みを調整するパラメータ, $\hat{y}$ は真値）

$$w_i(t+1) = w_i(t) - \epsilon(y - \hat{y})I_i$$

- このようにして線形分離可能問題（SVM の回参照）であれば、有限回で正しく分離できるようになることが知られている

- $\Rightarrow$ **Perceptron (パーセプトロン)**

ニューロンの学習（続き）

ニューロン（単純パーセプトロン）の学習シミュレーション

<http://puffin.hannan-u.ac.jp/lect/nsim/nrsim.html>

ニューロンの学習（実践）

1 TeraPad で以下を入力（次シートに続く）する

イニシャライズ

e <- 0.1 # 変化量（固定）

w <- c(0,0,0) # 重みの初期値

パターン（教師データ…

ここでは論理和（OR）を学習させる）

p <- matrix(c(0,0,1,1,0,1
 ,0,1,1,1,1,1,0,1,1,1),4,4) # 本当は1行

ニューロンの学習（実践）

2 引き続き、以下を入力（次シートに続く）する

```
for(i in 1:10) { # 最大10周
  cflag <- 0 # 変化があったか
  cat("<<", i, ">>\n")
  for (j in 1:4) {
    y <- ifelse((p[j,1]*w[1] + p[j,2]*w[2]
      + w[3])<0, 0, 1) # 本当は1行
    cat("正解", p[j,4], "//計算値", y, ": ")
  }
}
```

ニューロンの学習（実践）

- 3 引き続き、以下を入力し、“`l:/rdata/neuron.r`” (HTML リンクあり) で保存する

```
for (k in 1:3) {  
  wk <- w[k] - e*(y-p[j,4])*p[j,k]  
  cat(wk, ", " )  
  if (wk != w[k]) {  
    cflag <- 1  
    w[k] <- wk}}  
cat("\n") } # \ は半角 ¥  
if (cflag == 0) break  
} # 変化なければ終了
```

- 4 R を立ち上げ `source("l:/rdata/neuron.r")` で実行する

ニューロンの学習（実践）

5 以下のような出力になる（はず）

<< 1 >>

正解 0 //計算値 1 : 0 , 0 , -0.1 ,

正解 1 //計算値 0 : 0 , 0.1 , 0 ,

... (略)

<< 4 >>

正解 0 //計算値 0 : 0.1 , 0.1 , -0.1 ,

正解 1 //計算値 1 : 0.1 , 0.1 , -0.1 ,

正解 1 //計算値 1 : 0.1 , 0.1 , -0.1 ,

正解 1 //計算値 1 : 0.1 , 0.1 , -0.1 ,

6 上より重み0.1, 閾値0.1 でOR（論理和）が実現できることが分かる

ニューラルネットワークの種類

■ ニューラルネットワーク＝

ネットワーク

- (階層型ネットワーク)

- (階層型ネットワークの一種)

- その他、近年では

,

などが提案されている (詳細略)

ニューラルネットワークの種類

■ ニューラルネットワーク＝

ニューロンを繋げたネットワーク

- (階層型ネットワーク)

- (階層型ネットワークの一種)

- その他、近年では

,

などが提案されている (詳細略)

ニューラルネットワークの種類

■ ニューラルネットワーク＝

ニューロンを繋げたネットワーク

- フィードフォワード（階層型ネットワーク）

- （階層型ネットワークの一種）

- その他、近年では

,

などが提案されている（詳細略）

ニューラルネットワークの種類

■ ニューラルネットワーク＝

ニューロンを繋げたネットワーク

- フィードフォワード（階層型ネットワーク）
- パーセプトロン（階層型ネットワークの一種）
- その他、近年では

などが提案されている（詳細略）

ニューラルネットワークの種類

■ ニューラルネットワーク＝

ニューロンを繋げたネットワーク

- フィードフォワード（階層型ネットワーク）
- パーセプトロン（階層型ネットワークの一種）
- その他、近年では
CNN (畳み込みニューラルネット),

などが提案されている（詳細略）

ニューラルネットワークの種類

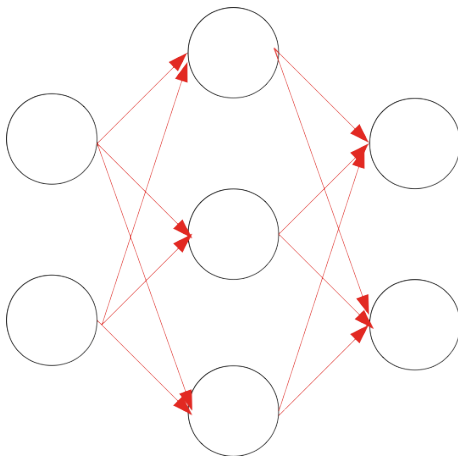
■ ニューラルネットワーク＝

ニューロンを繋げたネットワーク

- フィードフォワード（階層型ネットワーク）
- パーセプトロン（階層型ネットワークの一種）
- その他、近年では
CNN（畳み込みニューラルネット）、
RNN（リカレントニューラルネット）
などが提案されている（詳細略）

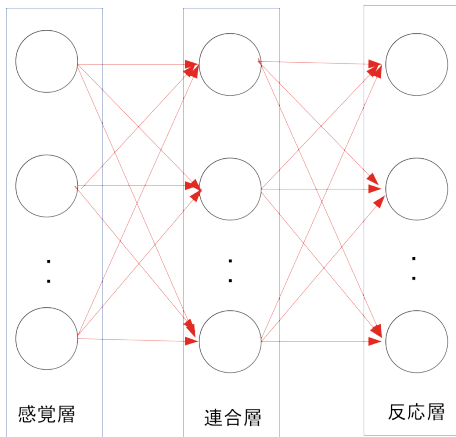
ニューラルネットワークの種類（続き）

フィードフォワード（階層型ネットワーク）



ニューラルネットワークの種類（続き）

3層パーセプトロン



ニューラルネットワークの種類（続き）

3層パーセプトロンシミュレーション（再掲）

<http://puffin.hannan-u.ac.jp/lect/nsim/nnsim.html>

おしまい

質問があれば、お気軽に！