

# ICT リテラシー (情報技術論) B

-- 第 10 回 : 深層学習の基本 --

栗野 俊一

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く  
禁じます

2024/12/02 ICT リテラシー (情報技術論) B

# 伝言

---

## 私語は慎むように !!

### □ 席は自由です

- できるだけ前に詰めよう
- コロナ対策のために、ソーシャルディスタンスをたもとう

### □ 色々なお知らせについて

- 栗野の Web Page に注意する事

<http://edu-gw2.math.cst.nihon-u.ac.jp/~kurino>

- google で「kurino」で検索

# 前回 (第 09 回) の復習

---

ICT リテラシー (情報技術論) B

# 前回 (第 09 回) の復習

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます

# 前回 (第 09 回) の復習

---

## □ 前回 (第 09 回) の復習

### ○ 講義：ニューラルネットワーク

- ▶ 人間の脳：ニューロン(神経細胞)のネットワーク (シナプスによる信号制御)
- ▶ (コンピュータの)ニューロン：多数の入力の総和に、しきい値をこえたかどうかを判定
- ▶ パーセプトロン：単一ニューロンに重み付け (超平面による分割)
- ▶ ニューラルネットワーク：人間の脳のモデル化(重みで信号制御)

# 今週 (第 10 回) の概要

---

ICT リテラシー (情報技術論) B

## 今週 (第 10 回) の概要

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます

# 今週 (第 10 回) の予定

---

## □ 今週 (第 10 回) の予定

### ○ 講義：深層学習の基本 (Text p.93, 7.4 節)

- ▶ ニューラルネットワークにおける学習
- ▶ 深層学習 (バックプロパゲーション：誤差逆伝播法)
- ▶ 学習教師なし学習

# 今週 (第 10 回) の目標

---

## □ 今週 (第 10 回) の目標

- 深層学習がどのように行われるかを理解する

# 今週 (第 10 回)

---

## □ 前回 (第 09 回) の課題

- 振り返り課題-09

- 小テスト-09

## □ 今週 (第 10 回) の課題

- 振り返り課題-10

  - ▶ 提出期限は 1 週間

- 小テスト-10

# 深層学習の基本

---

ICT リテラシー (情報技術論) B

## 深層学習の基本

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます

# ニューラルネットワークにおける学習

---

## □ ニューラルネットワークの構成要素

○ ネットワークの構造 (モデル) : 隣りの層とは全結合/情報は一方向

▶ 幾つの層からなるか

▶ 個々の層のニューロンの個数は幾つか

▶ 個々の層のニューロンの活性化関数は何か

○ 重み

▶ 個々のニューロン間を結ぶリンクに付けられた重みは幾つか

## □ ニューラルネットワークにおける学習

○ 内部状態は、「重み」だけ (モデルは変化しない)

▶ 望みの形になる(学習データに適合する)ように、「重み」を変更すればよい

# ニューラルネットワークの教師あり学習

---

## □ ニューラルネットワークの教師あり学習

### ○ 学習データには、課題と正解ラベルがある

- ▶ 現在の状態で、課題を解き(予想し)、正解ラベルと比較
- ▶ より良い予想ができるように、重みを修正する

### ○ ニューロンの重みの修正

- ▶ 出力の誤差を小さくするように、重みを調整する

# 勾配降下法

---

## □ 勾配降下法：微分可能な関数 $y=f(x)$ の極小値を求める方法

○ 微分係数： $f'(a) = \lim (f(a+h)-f(a))/h = \lim (f(a+h)-f(a))/((a+h)-a)$

▷  $x$  を  $a$  から  $a+h$  に変化させた時の  $f$  の変化  $f(a+h)-f(a)$  は、近似的に  $f'(a)$  に比例する

▷  $f'(a)$  を利用して、 $y$  の誤差から  $x$  の誤差が計算できる(逆伝播)

○ 解の候補  $a$  を利用して、次の候補  $a'$  を  $a' = a - h f'(a)$  で改良 ( $h$  は学習率 /  $f'$  は  $f$  の微分)

○  $f'(x)$  が  $x$  に対する  $y$  の変化の割合

▷  $f'(x)$  が 0 になる方向に  $x$  を修正する

▷ 特に、 $f'(x) > 0$  なら減らし、 $f'(x) < 0$  なら増やす ( $f'(x) = 0$  は答え)

○ 欠点

▷ 最小値ではなく、極小値になる可能性がある(Local Minimum 問題)

▷ 学習率が大きいと発散し、小さいと収束が遅い

## □ 確率的勾配降下法

○ 学習率を調整して、発散せずに、収束を速くする工夫

# ニューロンの学習

---

## □ ニューロンの学習

○ ニューロンの振舞い (入力  $x_1, x_2, \dots, x_k$  / 重み  $w_1, w_2, \dots, w_k$  / 出力

▷  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) = F(\sum w_i x_i)$  [  $F$  は活性化関数 ]

▷  $y$  は、 $x_i$  の関数と定義されるが、 $w_i$  の関数と見なす事ができる

○ ニューロンへの勾配降下法の適用

▷  $y$  の誤差を減らすには、 $w_i$  をどう変化させれば良いか？

▷  $f$  を  $w_i$  で偏微分 ( $w_i$  以外は定数と考えると、 $f$  は  $w_i$  の一変数関数なので、それを  $w_i$  で微分)

○ 微分の連鎖律の利用

▷  $y' = f'(w_i) = F'(w_i) * (\sum w_i x_i)' = F'(w_i) * x_i$

▷ 更に  $F(x) = \text{ReLU}(x)$  ならば、 $F'(x) = 0 (x < 0)$  または  $1 (x \geq 0)$

# バックプロパゲーション ( 誤差逆伝播法 )

---

## □ 発想

○ ニューロンの学習 : ニューロンの出力の誤差が分れば、重みの誤差が解る

▶ ニューロンの出力の誤差が分れば、ニューロンの入力の誤差が解る

▶ (出力層の)誤差を(深い層から浅い層に..)逆伝播させればよい

○ 微分の連鎖律の利用

▶  $y' = f'(xi) = F'(xi) * (\sum wi xi)' = F'(xi) * wi$

## □ バックプロパゲーション ( 誤差逆伝播法 )

○ 出力層の誤差 ( ニューラルネットワークの予想と教師ラベルの差 ) を逆伝播させる

▶ 誤差の逆伝播と、重みの調整を並行して行う

# 教師なし Deep Learning

---

## □ Deep Learning の制約

- Deep Learning は、基本、教師あり

- ▶ バックプロパゲーションが、出力の誤差 ( 予想と正解ラベルの比較 ) を利用するから

## □ 教師なし Deep Learning

- 課題から、教師データに相当するものを作り出す (例 : k-means)

- ▶ 「最小化したい目標」があれば、誤差計算はできる

- ▶ 目標関数が微分可能なら、正解(最小値)が解らなくても、誤差[修正の方針]は(微分係数を用いて近似)計算できる

## □ オートエンコーダ (自己符号化器)

- 出力と同じ結果を正解とする : 途中の層が狭いならば、「次元圧縮」ができる

- ▶ 情報の生成にも利用可能

おしまい

---

## ICT リテラシー (情報技術論) B

おしまい

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます