

ICT リテラシー (情報技術論) B

-- 第 09 回：ニューラルネットワーク --

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

2025/11/24 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 08 回) の復習

ICT リテラシー (情報技術論) B

前回 (第 08 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 08 回) の復習

□ 前回 (第 08 回) の復習

○ 講義：教師なし学習の代表的な手法

- ▷ 教師なし学習：学習データの特徴を抽出する => 学習データ自身を正解 **Label** とみなす
- ▷ k平均法：学習データの集合を k 個のクラスタに分類する (集団の k 個数の中心[平均]で分類)
- ▷ 主成分分析：学習データの集合を、少ない個数の成分 (主成分) だけで説明する (主成分で学習データを説明)

今週 (第 09 回) の概要

ICT リテラシー (情報技術論) B

今週 (第 09 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 09 回) の予定

□ 今週 (第 09 回) の予定

○ 講義：ニューラルネットワーク (Text p.92, 7.4 節)

- ▷ ニューロンとは何か
- ▷ ニューラルネットワークとは何か
- ▷ ニューラルネットワークでできる事とは

今週 (第 09 回) の目標

□ 今週 (第 09 回) の目標

- 深層学習の基礎となるニューラルネットワークの概念について学ぶ

今週 (第 09 回)

□ 前回 (第 08 回) の課題

- 振り返り課題-08

- 小テスト-08

□ 今週 (第 09 回) の課題

- 振り返り課題-09

 - ▷ 提出期限は 1 週間

- 小テスト-09

ニューラルネットワーク

ICT リテラシー (情報技術論) B

ニューラルネットワーク

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 と人間の脳

- 動機(人工知能) : 「知能」を人工的に実現(模倣)したい
 - 働き(「知能」の振舞い)そのものでなく、それを実現する機構から模倣する
 - ▷ 動く仕組みが同じなら、機能も同じになるのでは？
 - 人間の知能は脳(神経細胞とそのネットワークからなる組織)で実現
 - ▷ 脳と同じ仕組み(ニューラルネットワーク)を真似れば、知能が真似れるのでは？

人間の脳の仕組み

□脳の仕組み

○大量の神経細胞(ニューロン)の相互ネットワーク

- ▶ 神経細胞は、他の神経細胞の出力を入力とし、途中にシナプスがある
- ▶ 感覚神経から入力された信号(興奮)は、脳で処理され、運動神経へ伝達される

○神経細胞(ニューロン)の構造と役割

- ▶ 樹状突起：他の神経細胞からの出力を受ける
- ▶ 細胞体：多数の入力から出力を出すかどうか決める(活性化)
- ▶ 軸索：出力を、電位の変化として、遠く離れた他の神経細胞へ伝える (信号の大きさは頻度で表現)
- ▶ 軸索末端：他の神経細胞の樹状突起と隣接(シナプスを挟む)して、信号を複製し、他に配る
- ▶ シナプス：電気信号ではなく、化学信号として伝達 (遅延や、制御がおきる [=> 重み])

□脳の可塑性：脳の機能(入力信号に対する出力)が変化(学習)可能となる仕組み

○神経細胞そのものは基本、全て同じ機能(足し算/掛け算の機能を持つ神経細胞があるわけではない)

○神経細胞間の接続 (神経細胞は基本増えない/赤ん坊の脳:神経細胞の大量死)

- ▶ ニューラルネットワーク の構造(モデル)

○シナプスの変化 (麻薬/鬱病/性格/記憶/...)

- ▶ ニューラルネットワーク の重み

視覚神経

□ 視覚神経の構造

- 網膜(光から電気)から入った信号を、大脳(視覚野)に伝える仕組み
 - ▶ 目と脳の中に「外側膝状体」という神経細胞の塊がある
 - ▶ 目(入力層) -> 外側膝状体(中間層) -> 脳(出力層)
- 視覚情報は、大脳(視覚野)に届いた時点で、ある程度処理済み (=> CNN)
 - ▶ 例：縦線や横線等の線素(点と点の繋がり)の認識
- 一つの層だけで信号処理済ませている
 - ▶ シナプスによる遅延があるので、層が増やせない(知覚に時間がかかりすぎる)

□ 三層構造 (入力層/中間層/出力層)

- 入力層: 信号を受取り、それを複製して、中間層のニューロンに配る
 - ▶ 例：「口」の形を縦横に分割し、点の集まりとして入力
- 中間層: 多数の入力信号を処理し、基本要素を認識する
 - ▶ 例：点の縦の繋がりや横の繋がりを見つける
- 出力層: 基本要素から必要な判断を行い、出力として出す
 - ▶ 例：二つの縦線とその両端を結ぶ二つの横線がある => 口
 - ▶ 例：二つの縦線と二つの横線が共に交わっている => 井

パーセプトロン

□ パーセプトロン：単純化されたニューロンのモデル

- 構成要素ニューロンは一個：n 入力 (1 出力) / 重み / しきい値
- 活性化関数(入力の内容に対して、何を出力するかどうかを決める)
 - ▷ 入力に重みを掛けた値の総和がしきい値をこえたかどうかを判定

□ パーセプトロンの例

- アイスクリームを買うかどうか
 - ▷ 入力: 気温, 湿度, 喉の乾き, 状況
- 論理演算
 - ▷ and, or, not

□ パーセプトロンの機能

- 入力 i_1, i_2, \dots, i_k / 重み w_1, w_2, \dots, w_k / しきい値 c
- $w_1 * i_1 + w_2 * i_2 + \dots + w_k * i_k > c$ で判断
 - ▷ k 次元の空間を二つに分割する
 - ▷ (超)平面で、二の領域に分離できない問題は解けない (xor)

単純パーセプトロン

□ 単純パーセプトロン

- パーセプトロンを二層(中間層/出力層[入力層は分配だけ])に並べる

- ▷ 出力は 0/1

□ 単純パーセプトロンの能力

- 線形分離 [(超)平面で囲まれた領域を判断] を実現

- ▷ 「(超)平面で、二の領域に分離」を繰り返す

- 例: $a < x < b$ を示すには、 $a < x$ と $x < b$ の両方を示せばよい

- ▷ 中間層(隠れ層)は、 $P = a < x$ と $Q = x < b$ を確認

- ▷ 出力層は、 P と Q の and を取る

多層パーセプトロン

□ 多層パーセプトロン

○ 多層(3 層以上) からなる

- ▶ ネットワーク接続は隣接する層の要素同士で、全結合
- ▶ 情報(信号)の伝達は浅い方(入力)から、深い方(出力)へ一方向

○ 活性化関数(入力の総和から出力を決める 1 変数関数)が非線形

- ▶ 注:活性化関数が線形の場合は、多層にしても意味がない (二層で同じ能力を持つ物が作れる)
- ▶ ReLU(ランプ関数)は、非線形 (で、 $x=0$ を除き、微分可能) である

○ 非線形分離を実現

- ▶ 学習(重み付け)が難しい

ニューラルネットワーク

□ ニューラルネットワーク とは：人間の脳のモデル化

○ ニューロンの機能は基本すべて同じ (活性化関数は共通)

- ▶ 非線形な微分可能な関数を用いる

○ ニューロンは複数の層をなす

- ▶ 信号は、(基本)入力から出力へ方向に進む(ループは作らない)

- ▶ 隣り同士の層のニューロンの間だけ接続し、それは基本、全結合

- ▶ ニューロンとニューロンの接続部分には「重み(重用性)」が付けられている

○ 例：パーセプトロン/単純パーセプトロン/多層パーセプトロン/CNN(全結合でない)/RNN(ループがある)

○ 原理的に微分可能な関数なら近似可能

□ ニューラルネットワーク の機能の実現

○ ニューラルネットワーク の特性は、その構造(層の数と層内のニューロンの個数)と重みから決る

- ▶ 構造:変化しない(重みを 0 にする事により、接続を切る事が可能)

- ▶ 重み:この値を「適切に変更する事(学習)」によって機能が実現される

□ ニューラルネットワーク の学習

○ (基本)教師有り学習

- ▶ 学習データを用いる事により、重みを調整する (バックプロパゲーション:誤差逆伝播法)

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