

AIの現状と応用



2019-12-14

(一社) 次世代センサ協議会 理事

前田 賢一

人工知能小史（黎明期）



- 人工知能の概念
 - London 数学会で, A. Turing による提案 (1947)
- 「人工知能」という名前
 - Dartmouth 会議で, J. McCarthy による提案 (1956)
- ニューロンモデル
 - W. McCulloch & W. Pitts, "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity" (1943)
- 学習モデル
 - D. Hebb, "The Organization of Behavior" (1949)
- パーセプトロン
 - F. Rosenblatt, "The Perceptron: A Probabilistic Model for Information Storage and Organization in the Brain" (1958)

人工知能小史（発達期）



- AI 言語
 - J. McCarthy, LISP (1958)
 - A. Colmerauer, Prolog (1972)
- エキスパートシステム
 - E. Shortliffe, et al, MYCIN (1974)
- コネクショニズム・バックプロパゲーション
 - D. Rumelhart, et al, "Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition" (1986)
 - B. Widrow, "Adaptive Switching Circuits" (1960)
 - S. Amari, "Theory of adaptive pattern classifiers" (1967)

人工知能小史（深層学習）



- 多層ネットワーク・CNN
 - K. Fukushima, "A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position" (1980)
- 深層学習（ディープラーニング）
 - R. Dechter, "Learning while searching in constraint-satisfaction problems" (1986)
 - I. Aizenberg, et al, "Multi-Valued and Universal Binary Neurons: Theory, Learning and Applications" (2000)
 - Y. LeCun, et al, "Backpropagation Applied to Handwritten Zip Code Recognition" (1989)
 - G. Hinton, et al, "A Fast Learning Algorithm for Deep Belief Nets" (2006)

人工知能小史 (3回のAIブーム)

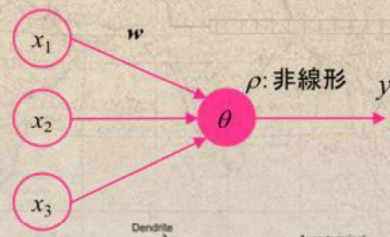


- 第一世代 (黎明期)
 - プログラムによる実現 (プログラマが動作をプログラムとして記述)
- 第二世代 (論理, 記号の時代)
 - データとして論理式を記述 (半分プログラム, 半分データ)
- 第三世代 (パターン, ニューラルネットの時代)
 - データとして数値の組を供給 (プログラムはほぼ固定, データは大量)

ニューラルネットワーク



- ニューロン (神経細胞) の入出力モデル

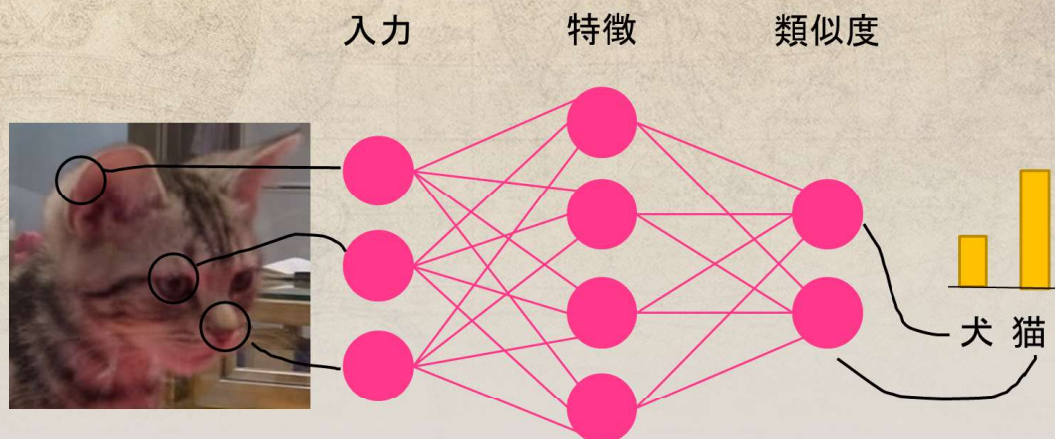


$$y = \rho \left(\sum_i w_i x_i - \theta \right)$$
$$\mathbf{w} = \mathbf{T}(w_1 \ \dots \ w_n)$$

階層型ニューラルネットワークの仕事



- 特徴抽出と類似度計算（ある種の相関を計算）



深層学習の構成要素

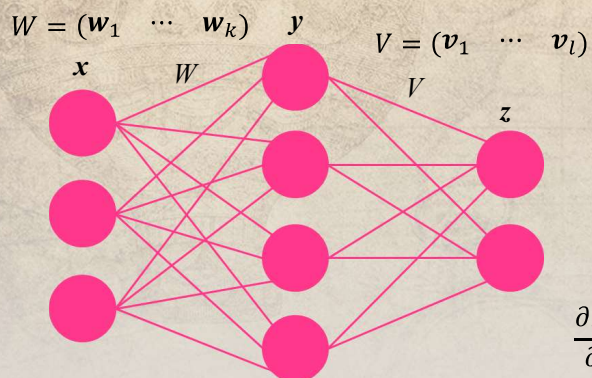


- バックプロパゲーション（Backpropagation）による学習
 - 誤差逆伝搬法
 - Rumelhart, et al (1986)
 - 確率的勾配降下法（Stochastic Gradient Descent）
 - Widrow-Hoff (1960), Amari (1967)
- 多層ネットワークによる特徴抽出
 - CNN（Convolutional Neural Network）
 - ネオコグニトロン（Neocognitron）
 - Fukushima (1980)

確率的勾配降下法・バックプロパゲーション



- Amari (1967)



$$\mathbf{v}^{[n+1]} = \mathbf{v}^{[n]} - \gamma \frac{\partial E^{[n]}}{\partial \mathbf{v}}$$

$$\mathbf{w}^{[n+1]} = \mathbf{w}^{[n]} - \eta \frac{\partial E^{[n]}}{\partial \mathbf{w}}$$

$$\frac{\partial E^{[n]}}{\partial \mathbf{v}_i} = (z_i^{[n]} - t_i^{[n]}) \mathbf{y}$$

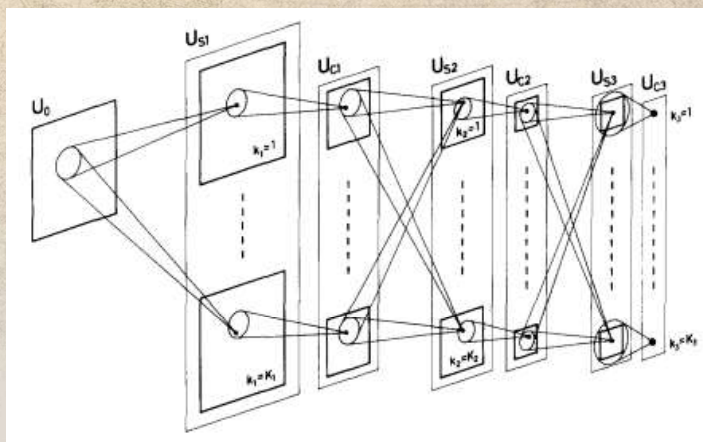
$$\frac{\partial E^{[n]}}{\partial w_j} = (z_i^{[n]} - t_i^{[n]}) \rho'(\mathbf{w}_j, \mathbf{x}) (\mathbf{v}_i, \mathbf{x}) \quad \mathbf{x} \text{ にほぼ比例}$$

ρ が線形なら定数

ネオコグニトロン



- Fukushima (1980)



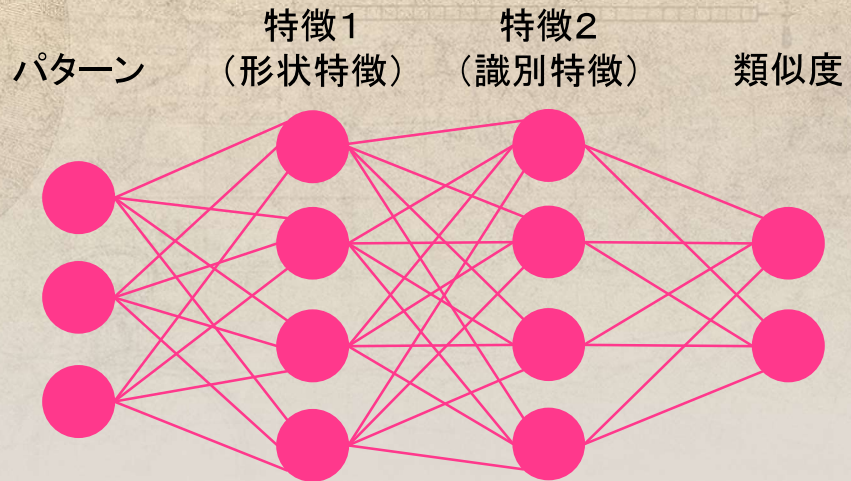
特徴抽出 (Convolution)
とまとめ (Subsampling)
の多段構成

多層ネットワークと特徴抽出



- 4層の場合

- 多層の最少版
- 100層以上もある
- 3層で万能のはずだが, , ,



AIの応用



- 文字認識, 画像認識
- 画像合成
- 音声認識
- 音声合成
- 言語処理
- 現象分析
- OCR, 自動運転
- CG, 絵画
- 読み上げ入力
- 話しかけ, 歌唱
- 翻訳, 要約
- 人事評価, 市場評価

AIの応用（自動運転）



- 何故自動運転が必要なのか？
 - 高齢ドライバー
 - 突然の病気
 - 歩行者の飛び出し
 - 夜道
 - 雨天
 - 慣れていない道

自動運転（画像認識のメリット）

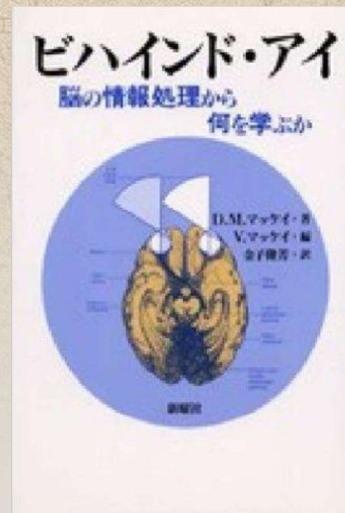


- レーダーの特性
（マイクロ波, ミリ波, レーザー）
 - 反射を見ている
 - 例：金網にも反応
- 視覚の特性
 - 人間と同じものが見える
 - 例：白線（車線）が見える

視覚の実現（センサーと脳）



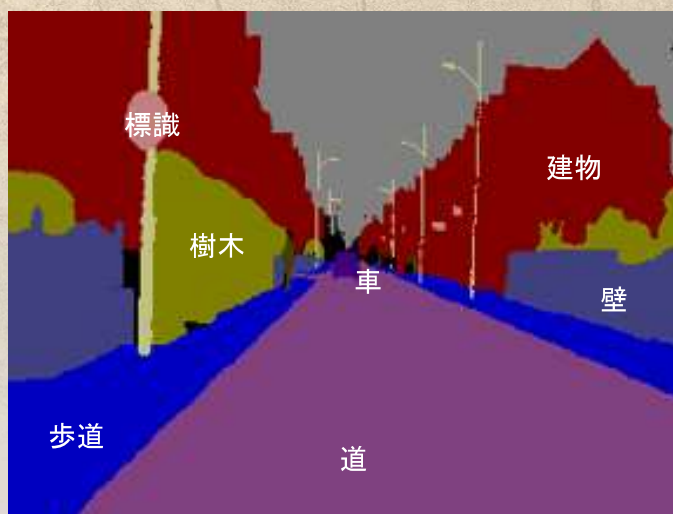
- センサーはカメラ
 - 目に相当するもの
 - 単なる光電変換
- 後の処理が重要
 - 脳に相当するもの
 - AI



深層学習の応用（道路環境の画像認識）



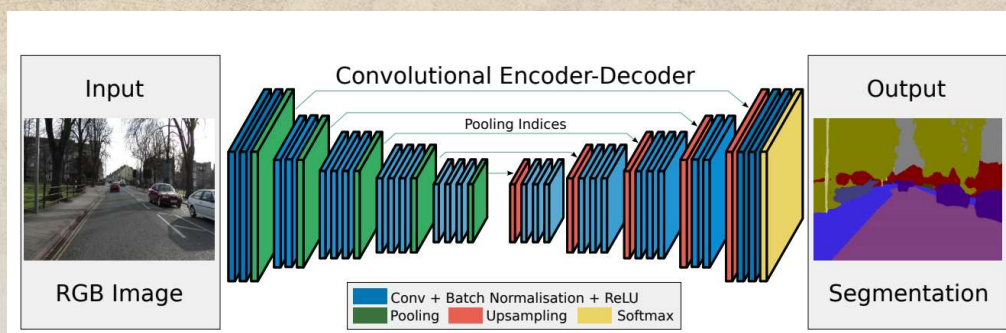
- SegNet
 - Kendall, Badrinarayanan, Cipolla (2015), Cambridge University



SEGNETの仕組み



- 超多層のニューラルネットワーク
 - 情報を圧縮（認識）してから，元の画像まで戻す Encoder-Decoder



<http://mi.eng.cam.ac.uk/projects/segnet/>

AIの医療応用



1. 画像診断
 - 画像認識の応用
 - X線，超音波，CT，MRI，etc.
 - 人が見つけにくいがんの発見
2. 診断と治療の示唆
 - E. Shortliffe, et al, MYCIN（1974）：再出
 - 治療用医薬品などの示唆
 - 抗がん剤の選択
 - 多数の例から最適なものを選択

倫理問題



- 自動運転で人を傷つけたらどうなるか？
- 医療で誤診や治療ミスがあったらどうなるか？
- 究極の選択（トロリー問題）

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trolley_problem.png

まとめ



- 人工知能の歴史
 - 過去から現在まで3回のAIブーム
 - 現在は深層学習の時代
- 深層学習の概要
 - バックプロパゲーションによる学習
 - 多層ネットワークによる特徴抽出
- 応用
 - 自動運転
 - SegNetによる道路認識の例
 - 医用応用