

# 事前パラメーター調整・ 繰り返し計算不要な パターン認識器構築法

日本大学 理工学部 応用情報工学科  
教授 保谷 哲也

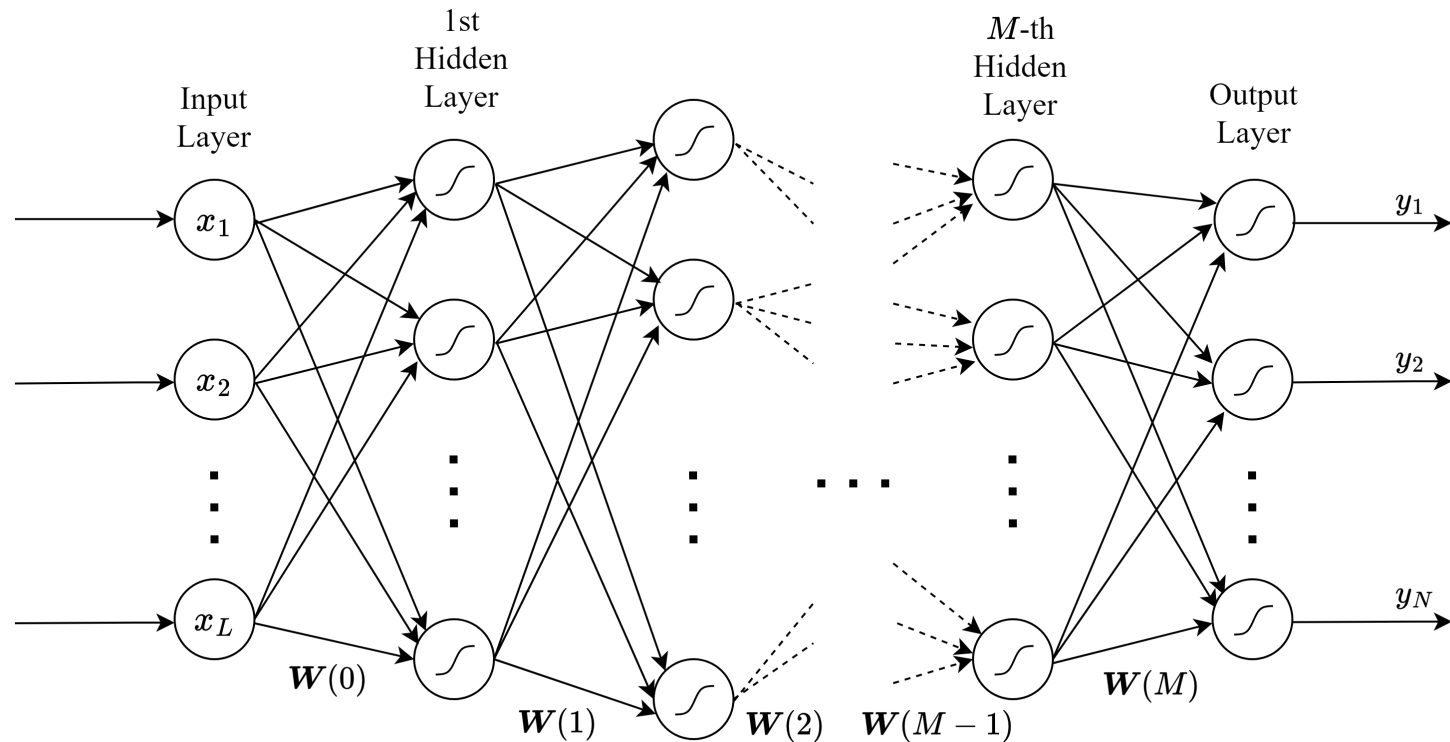
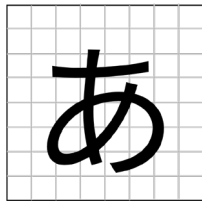
2024年12月24日

# 本技術の背景

- 近年、人工知能の飛躍的な発展により、現代社会の様々な局面において多大な変革をもたらし、我々の生活様式まで変えつつある
- 人工知能における**中核の一つ**が**パターン認識技術**である
- ChatGPT (OpenAI社) に代表される対話システムなど、今日の爆発的な人工知能のブームを支える柱となっているのが**深層学習ネットワークモデル**である
- しかしながら、**深層学習ネットワークモデルは万能というわけではなく**、それ自体、様々な固有の問題が内在する
- 本技術は、**深層学習ネットワークモデルとは異なる人工ニューラルネットワークモデル**をベースとした**新しいパターン認識器の構築法**である

# 従来の深層学習ネットワークモデル (例: ひらがなの文字画像パターン認識を行う場合)

入力:



出力:

「あ」

「い」

⋮

入力:  $x_1 \sim x_L$  (入力画像の各ピクセル値)

出力:  $y_1 \sim y_N$  例)もし  $y_1$  が最大値となれば、入力画像は「あ」と識別

# 深層学習法とその問題点

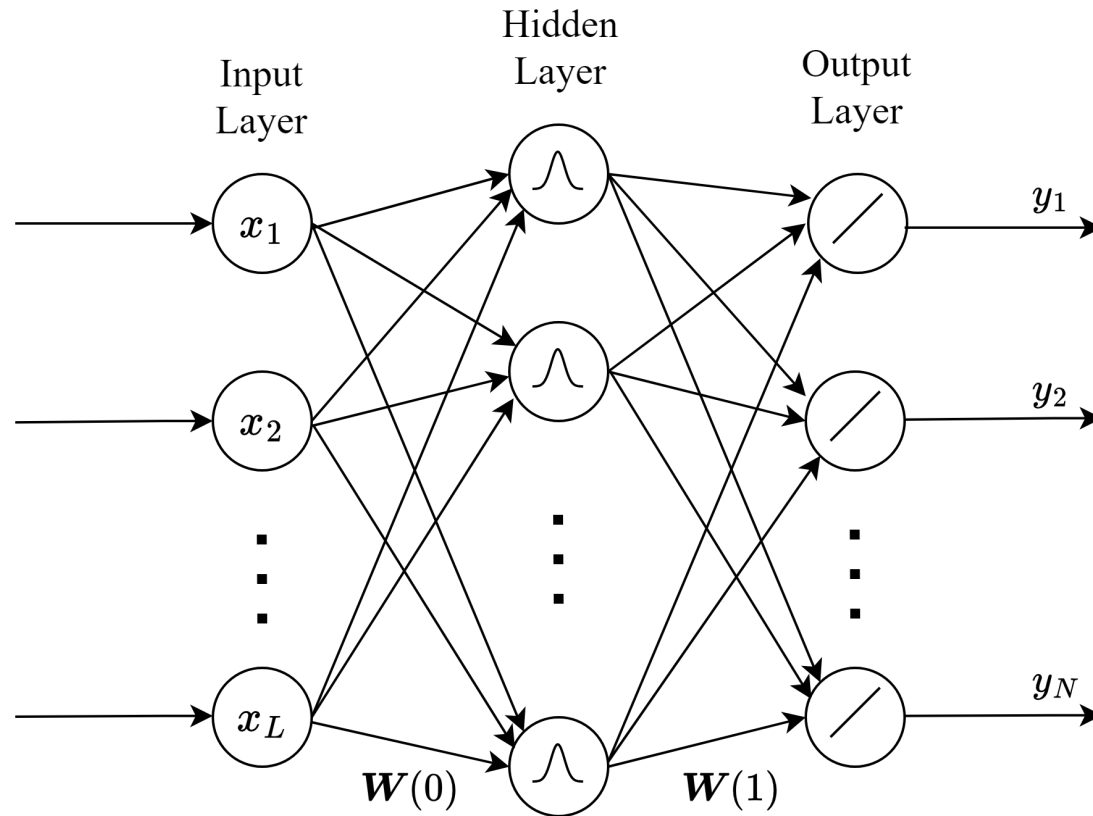
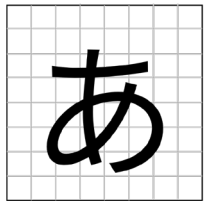
従来の深層学習ネットワークモデルではそもそも…

- ・ ネットワークパラメーター ( $W(0) \sim W(M)$ ) の調整 (学習) に**繰り返し計算**が必要
- ・ 学習を行う前に設定すべき多数のパラメーター (乱数の使用、アルゴリズム特有の複数の設定値や中間層の層数・ユニット数などのハイパーパラメーター)
- ・ 必ずしも常に学習が成功するわけではない (学習時における数学的不安定さ・**ハルシネーション問題**)
- ・ 学習済みネットワークの中身が不明 (**ブラックボックス問題**)

等、様々な問題があり、実際にはこれらをスーパーコンピュータ等を駆使して**試行錯誤を重ね、いわゆる「カブく」により問題解決を図っている**

# 本技術で用いられる 確率的ニューラルネットワークモデル

入力:



出力:

「あ」

「い」

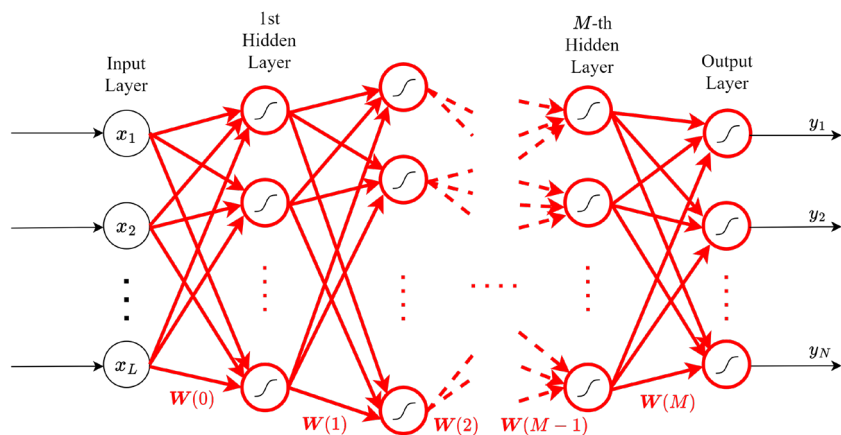
⋮

中間層は1つのみ

# 深層学習ネットワーク vs 確率的ニューラルネットワーク

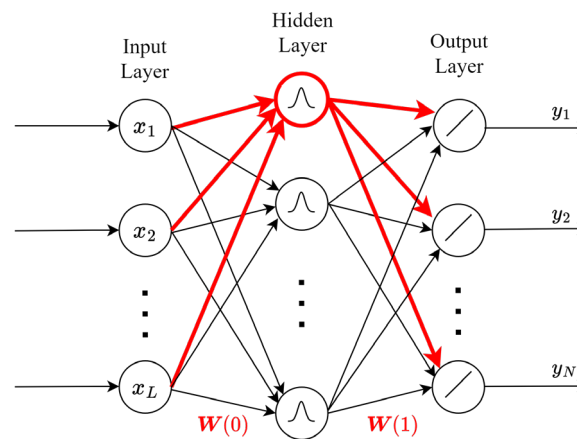
パターン認識器を構築する際には、下図中**赤い部分**のネットワークパラメータの調整(学習)が各々のモデルにおいて必要となる:

深層学習ネットワークモデル



一つの入力パターンにつき、**全ユニットにかかるネットワークパラメータ** ( $W(0) \sim W(M)$ ) の調整が必要 (分散データ表現形式)

確率的ニューラルネットワークモデル



一つの入力パターンにつき、**一部のネットワークパラメータ** ( $W(0), W(1)$ の一部) の調整のみ必要 (局所データ表現形式)

# 基本的なパターン認識・検証実験結果

DataSet (クラス数)	Original PNN (中間層ユニット数)	本技術適用モデル (中間層ユニット数)	DNN (10回試行平均) (中間2層ユニット数)
abalone (3)	54.02% (3133)	52.78% (1114)	54.46% (18)
ionosphere (2)	88.08% (200)	86.75% (86)	75.76% (48)
isolet (26)	88.71% (6238)	87.94% (1327)	95.05% (858)
letter-recog. (26)	95.93% (16000)	92.45% (2043)	72.93% (56)
MNIST (10)	96.70% (60000)	94.90% (3684)	98.02% (1058)
optdigits (10)	98.16% (3828)	95.05% (188)	94.85% (98)
pendigits (10)	95.31% (7494)	95.05% (263)	90.35% (34)
sat (6)	83.00% (4435)	80.30% (403)	84.51% (56)
segmentation (7)	86.29% (210)	82.81% (49)	33.07% (34)

# 追加学習とアンラーニング

## 追加学習:

例)「あ」~「お」を識別するような認識器を構築



「か」~「こ」も識別できるように**追加学習**する

## アンラーニング(学習解除):

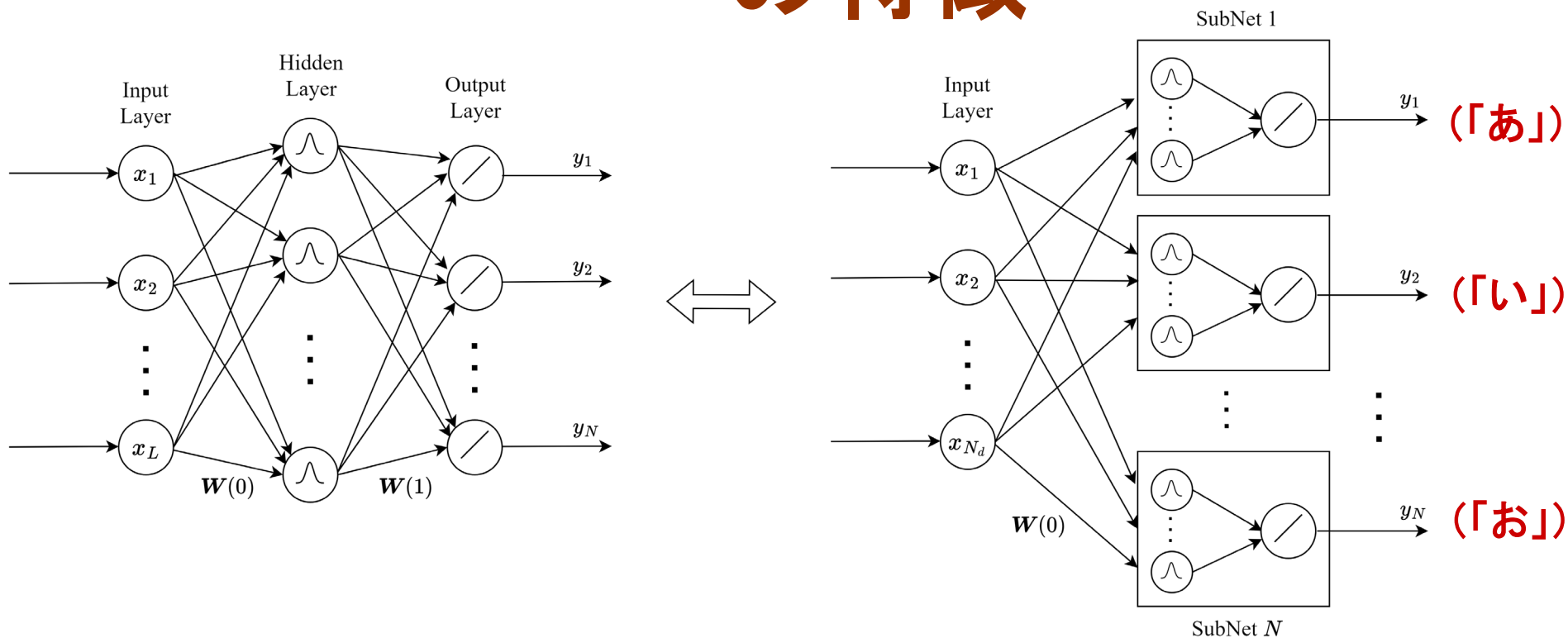
例)「あ」~「こ」を識別するような認識器を構築



(「え」、「き」...等)学習済みのひらがなの幾つかのみを**認識器から削除**



# 確率的ニューラルネットワークモデル の特徴



深層学習ネットワークモデルと異なり、確率的ニューラルネットワークモデルでは構造上クラス(ひらがな)ごとに中間層ユニットをまとめることができる ⇒ 追加学習やアンラーニングが容易

# 新技術と深層学習法の比較・まとめ

- 従来の深層学習に基づく手法では追加学習やアンラーニングが（破局的忘却性のため）困難であるが、本技術ではそれらも**容易に行える**（検証実験において確認済み）
- 本技術では、前述の**深層学習法における様々な問題点を解決する**べく異なるホワイトボックスな人工ニューラルネットワークモデル（確率的ニューラルネットワーク）をベースにした**新しいパターン認識器構築法を提案**
- 本技術を適用することにより**繰り返し学習および事前ハイパーパラメータの設定が一切不要**、かつ、比較的コンパクトなパターン認識器が構築可能となるため、**大幅なコスト削減**が期待される

# 想定される用途

- 本技術は汎用であり、パターン認識問題としてさえ定式化すれば、あらゆる用途に適用可能である
- また、追加学習およびアンラーニングが容易に行えるため、従来の深層学習をベースにした手法などと比較してより柔軟なパターン認識器構築が可能であるため、その意味でも様々な用途が想定される
- さらに、基本的なパターン認識タスクのみならず、本技術を基盤としたより高度な知的情報処理用途への適用も可能と思われる

# 実用化に向けた課題

- ・ プロトタイプ・プログラムおよびラボレベルで扱えるような小規模データベースを用いた検証実験では本技術の有効性を確認。しかしながら、大規模データベースを用いた場合については未検証
- ・ 画像パターン認識については本技術単体ではなく、各々の目的に応じた効果的な特徴抽出アルゴリズムとの組み合わせが必要
- ・ 実用化に向けては、本技術を通常のパターン認識問題に適用した際、その精度が現在のデファクトスタンダードな深層学習法（例：Adam手法や畳み込みニューラルネットワーク手法）を用いた場合と常に同等もしくはそれ以上となるような技術を確立する必要もあり

# 企業への期待・貢献・PRポイント

- ・ 本技術では学習データさえ与えてしまえば（ほぼ）全自動にてパターン認識器が構築できる。さらに、汎用かつ低コストであるため、現在主流の深層学習法に取って代わる可能性をも秘めている
- ・ 個々の事例に即した本技術の導入先の提案（および適宜それに関するライセンス契約 or 共同研究）
- ・ 本技術の導入に際し、大規模データベース（例：大規模言語モデル(LLM)用途)を用いた追加実験
- ・ 本格的な導入に際する技術指導等

## 本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : 学習制御装置および推論装置
- ・ 出願番号 : 特願2024-112336
- ・ 出願人 : 学校法人日本大学
- ・ 発明者 : 保谷 哲也、森田 峻平

# 産学連携の経歴

- ・ 2024年8月 本件について日本大学—不動産関連企業A社間の相互秘密保持契約締結・共同研究検討開始

# お問い合わせ先

日本大学産官学連携知財センター

T E L      03-5275-8139

F A X      03-5275-8328

E-mail     [nubic@nihon-u.ac.jp](mailto:nubic@nihon-u.ac.jp)