■ 目 次

■ シリーズの刊行にあたって …… iii
■ まえがき …… v

Chapter 1
第1章 はじめに …… 1
1.1 研究の歴史 …… 1
1.1.1 多層ニューラルネットへの期待と失望 …… 1
1.1.2 多層ネットワークの事前学習 …… 3
1.1.3 特徴量の学習 …… 4
1.1.4 深層学習の隆盛 …… 4
1.2 本書の構成 …… 6

Chapter 2
第2章 順伝播型ネットワーク …… 7
2.1 ユニットの出力 …… 7
2.2 活性化関数 …… 10
2.3 多層ネットワーク …… 12
2.4 出力層の設計と誤差関数 …… 14
2.4.1 学習の枠組み …… 14
2.4.2 回帰 …… 15
2.4.3 二値分類 …… 16
2.4.4 多クラス分類 …… 18

Chapter 3
第3章 確率的勾配降下法 …… 23
3.1 勾配降下法 …… 23
3.2 確率的勾配降下法 …… 25
3.3 「ミニバッチ」の利用 …… 26
3.4 汎化性能と過適合 …… 27
3.5 過適合の緩和 …… 29
3.5.1 正則化 …… 29
3.5.2 重みの制約 …… 29
3.5.3 ドロップアウト …… 30
3.6 学習のトリック …… 33
3.6.1 データの正規化 …… 33
3.6.2 データ拡張 …… 35
3.6.3 複数ネットの平均 …… 35
3.6.4 学習係数の決め方 …… 36
3.6.5 モメンタム …… 37

3.6.6 重みの初期化 38
3.6.7 サンプルの順序 39

第4章 誤差逆伝播法 41

4.1 勾配計算の難しさ 41
4.2 2層ネットワークでの計算 43
4.3 多層ネットワークへの一般化 45
4.4 勾配降下法の完全アルゴリズム 49
4.4.1 出力層でのデルタ 49
4.4.2 順伝播と逆伝播の行列計算 50
4.4.3 勾配の差分近似計算 52
4.5 勾配消失問題 53

第5章 自己符号化器 55

5.1 概要 55
5.2 ネットワークの設計 57
5.2.1 出力層の活性化関数と誤差関数 57
5.2.2 重み共有 57
5.3 自己符号化器の働き 58
5.3.1 データを表す特徴の学習 58
5.3.2 主成分分析との関係 60
5.4 スパース正則化 62
5.4.1 データの過完備な表現 62
5.4.2 最適化 64
5.4.3 スパース正則化の効果 66
5.5 データの白色化 67
5.6 ディープネットの事前学習 72
5.7 その他の自己符号化器 74
5.7.1 多層自己符号化器 74
5.7.2 デノイジング自己符号化器 75

第6章 畳込みニューラルネット 79

6.1 単純型細胞と複雑型細胞 79
6.2 全体の構造 82
6.3 畳込み 83
6.3.1 定義 83
6.3.2 畳込みの働き 84
6.3.3 パディング 85
6.3.4 ストライド 86
6.4 畳込み層 87

6.5 プーリング層 89
6.6 正規化層 92
6.6.1 局所コントラスト正規化 92
6.6.2 単一チャネル画像の正規化 93
6.6.3 多チャネル画像の正規化 95
6.7 勾配の計算 95
6.8 実例：物体カテゴリ認識 97

Chapter 7

第7章 再帰型ニューラルネット 111

7.1 系列データの分類 111
7.2 RNNの構造 114
7.3 順伝播計算 116
7.4 逆伝播計算 117
7.5 長・短期記憶（LSTM） 120
7.5.1 RNNの勾配消失問題 120
7.5.2 LSTMの概要 121
7.5.3 順伝播計算 122
7.5.4 逆伝播計算 123
7.6 入出力間で系列長が異なる場合 125
7.6.1 隠れマルコフモデル 125
7.6.2 コネクショニスト時系列分類法 126

Chapter 8

第8章 ボルツマンマシン 131

8.1 データの生成モデル 131
8.2 ボルツマンマシン 132
8.2.1 確率的構造 132
8.2.2 学習 134
8.3 ギブスサンプリング 136
8.4 隠れ変数を持つボルツマンマシン 137
8.4.1 確率的構造 137
8.4.2 学習 139
8.5 制約ボルツマンマシン（RBM） 140
8.5.1 確率的構造 140
8.5.2 条件付き分布 141
8.5.3 RBMと自己符号化器 142
8.6 RBMの学習 143
8.6.1 ギブスサンプリングを用いた勾配の計算 143
8.6.2 コントラスティブダイバージェンス（CD） 144
8.6.3 CDの実装 145
8.6.4 持続的CD 147
8.7 その他のユニット 148
8.7.1 ガウシアンユニット 148

8.7.2 ReLU 149
8.8 ディープビリーフネットワーク 151
8.9 ディープボルツマンマシン 153
8.10 性能比較 156

参考文献 157

索 引 164