目　次

第1章　情報数学 **1**
1.1　集　合 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.1.1　集合の定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.1.2　集合演算とその性質 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5
1.2　論　理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
1.2.1　命　題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
1.2.2　論理演算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12
1.3　写像と関係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
1.3.1　写　像 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
1.3.2　関　係 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16
1.4　帰 納 法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
1.4.1　数学的帰納法による証明 ・・・・・・・・・・・・・・・ 19
1.4.2　再帰的定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
1.5　グラフ理論の初歩 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
1.5.1　グ ラ フ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
1.5.2　基本的な定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
1.5.3　グラフと行列 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
1.5.4　特別なグラフ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32

第2章　統　計 **33**
2.1　記述統計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
2.1.1　尺度水準 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
2.1.2　データの記述 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
2.1.3　グラフによる表現 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41
2.2　確　率 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44

数理情報学入門―基礎知識からレポート作成まで―
須藤 秀紹・高岡 旭・半田 久志・福本 誠・渡邉 真也著
https://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320124707

2.2.1 事象と確率 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44
2.2.2 期待値・分散 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
2.2.3 代表的な確率分布 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
2.3 推 定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50
2.3.1 標本分布 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 50
2.3.2 点 推 定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 52
2.3.3 区間推定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 54
2.4 検 定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 56
2.4.1 基本的な考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 56
2.4.2 対応のない2群の平均の差の検定 ・・・・・・・・・ 60
2.4.3 比率の差の検定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 63
参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 63

第3章 アルゴリズム 65
3.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65
3.2 アルゴリズムとは ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66
3.2.1 アルゴリズムに求められる3要件 ・・・・・・・・・ 67
3.2.2 アルゴリズムとプログラムの関係 ・・・・・・・・・ 68
3.2.3 アルゴリズムによる処理手順 ・・・・・・・・・・・ 69
3.2.4 アルゴリズムにおける計算量 ・・・・・・・・・・・ 71
3.2.5 計算量別にみた代表的なアルゴリズムにおける O 記法の代表的な例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 75
3.3 データ構造 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76
3.3.1 配 列 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76
3.3.2 多次元配列 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 77
3.3.3 リ ス ト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 77
3.3.4 配列とリストの違い ・・・・・・・・・・・・・・・ 79
3.3.5 リスト構造の種類 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 80
3.3.6 スタックとキュー ・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
3.3.7 スタック ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
3.3.8 キ ュ ー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82

数理情報学入門—基礎知識からレポート作成まで—
須藤 秀紹·高岡 旭·半田 久志·福本 誠·渡邉 真也著
https://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320124707

3.4 探 索 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83
3.4.1 線形探索 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 84
3.4.2 2分探索 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 86
3.4.3 ハッシュ法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 88
3.5 再帰的アルゴリズム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
3.5.1 再帰の仕組み ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
3.5.2 ユークリッド互除法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 94
3.5.3 再帰の危険性 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
3.6 ソートアルゴリズム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
3.6.1 挿入ソート ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 97
3.6.2 クイックソート ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 98
3.6.3 ソートの安定性について ・・・・・・・・・・・・・・ 102
参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 105

第4章 オートマトン 107
4.1 オートマトンの概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 107
4.1.1 基本的な考え方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 107
4.1.2 モデルの抽象化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 109
4.2 形式言語 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
4.2.1 基本要素と演算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 110
4.2.2 正規表現 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 111
4.3 有限オートマトン ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 112
4.3.1 決定性有限オートマトン ・・・・・・・・・・・・・・ 112
4.3.2 状態推移図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 115
4.3.3 非決定性有限オートマトン ・・・・・・・・・・・・・ 115
4.3.4 空動作をもつ NFA ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 117
4.3.5 (ε-) NFA は DFA を超えない ・・・・・・・・・・・ 118
4.3.6 有限オートマトンの最小化 ・・・・・・・・・・・・・ 121
4.4 プッシュダウンオートマトン ・・・・・・・・・・・・・・・ 123
4.4.1 有限オートマトンの限界 ・・・・・・・・・・・・・・ 123
4.4.2 プッシュダウンオートマトン ・・・・・・・・・・・・ 123

数理情報学入門―基礎知識からレポート作成まで―
須藤 秀紹・高岡 旭・半田 久志・福本 誠・渡邉 真也著
https://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320124707

4.4.3 決定性プッシュダウンオートマトン (DPDA) ・・ 124
4.4.4 DPDA の動作 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 125
4.4.5 DPDA の状態推移図 ・・・・・・・・・・・・・・・ 126
4.4.6 非決定性プッシュダウンオートマトン (NPDA) ・ 128
4.4.7 L(DPDA) ⊂ L(NPDA) ・・・・・・・・・・・・・ 130
4.4.8 PDA の限界 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 131
4.5 チューリング機械 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 132
4.5.1 チューリング機械の概要 ・・・・・・・・・・・・・ 132
4.5.2 TM の記述と動作 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 134
4.5.3 PDA ⊂ TM ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 136
4.5.4 非決定性チューリング機械 ・・・・・・・・・・・・ 137
4.5.5 $\boldsymbol{L}$(TM) = $\boldsymbol{L}$(NTM) ・・・・・・・・・・・・・・・ 140
4.6 形式文法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141
4.6.1 形式文法とは ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 141
4.6.2 正規文法（3 型文法） ・・・・・・・・・・・・・・・ 143
4.6.3 文脈自由文法（2 型文法） ・・・・・・・・・・・・ 145
4.6.4 句構造文法（0 型文法） ・・・・・・・・・・・・・ 149
4.6.5 ま と め ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 149
参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 150

第 5 章 実験デザイン 151
5.1 はじめに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 151
5.1.1 実験デザインとは ・・・・・・・・・・・・・・・・ 151
5.1.2 なぜ実験を行うのか ・・・・・・・・・・・・・・・ 152
5.1.3 なぜ実験デザインが必要なのか ・・・・・・・・・・ 153
5.2 実験の準備 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 155
5.2.1 計測後を見通した実験デザイン ・・・・・・・・・・ 155
5.2.2 何を見通しておかなければならないのか ・・・・・ 155
5.3 実験と仮説 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 158
5.3.1 先行研究の調査方法 ・・・・・・・・・・・・・・・ 158
5.3.2 仮説とは ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 159

数理情報学入門―基礎知識からレポート作成まで―
須藤 秀紹・高岡 旭・半田 久志・福本 誠・渡邉 真也著
https://www.kyoritsu-pub.co.jp/bookdetail/9784320124707

5.3.3　仮説を検証する実験 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 159
5.4　実験条件と統制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 160
5.4.1　対照条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 160
5.4.2　統　制 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 161
5.4.3　何を計測するか ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 163
5.4.4　被験者に対する心構え ・・・・・・・・・・・・・・ 165
5.4.5　順序効果の防止 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 166
5.5　実験デザインから見た検定 ・・・・・・・・・・・・・・・・ 167
5.5.1　実験と検定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 167
5.5.2　検定の種類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 168
5.5.3　ノンパラメトリック検定 ・・・・・・・・・・・・・ 171
5.5.4　パラメトリック検定 ・・・・・・・・・・・・・・・ 176
5.5.5　多重比較 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 176
5.5.6　検定をあらかじめ選択しておくことの重要性 ・・・ 178
5.6　研究活動における倫理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 179
5.6.1　捏　造 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 180
5.6.2　捏造の防止と不正のトライアングル ・・・・・・・ 180
5.6.3　研究の倫理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 182
5.7　実験結果に基づく報告，原稿のまとめ方 ・・・・・・・・・ 183
5.7.1　実験結果をもとに報告書を書こう ・・・・・・・・・ 183
5.7.2　原稿執筆の進め方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 186
5.8　全体的な演習問題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 187
参考文献 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 189

索　引　191