

## 第1章

## AI/IoT システムの概念と実用例

001

<b>1.1 AI/IoT システムとは何だろう</b>	<b>002</b>
1.1.1 IoTとは何か	002
1.1.2 AIとは何か	004
1.1.3 AI/IoTシステムとは何か	005
<b>1.2 AI/IoT システムの実用例</b>	<b>006</b>
1.2.1 スマート家電	006
1.2.2 スマートハウス	008
1.2.2.1 スマートハウスの事例	009
1.2.2.2 スマートホーム	010
1.2.2.3 タスク・アンビエント	012
1.2.2.4 AI住宅・IoT住宅	013
1.2.3 スマート店舗	014
1.2.3.1 無人コンビニ	014
1.2.3.2 スマートデリバティブサービス —テイクアウト—	015
1.2.4 スマートロジスティクス	017
1.2.5 スマート医療	019
1.2.6 スマート農業	021
1.2.6.1 少子高齢化への対応と農作業の省力化・労力の軽減	022
1.2.6.2 効率の良い生産性の向上と市場の拡大	024
1.2.6.3 跡継ぎや農業継承者の人材の不足への対応	026
1.2.7 スマート工場	027
1.2.7.1 インダストリー 4.0	028
1.2.7.2 CPS	029
1.2.7.3 スマート工場化への流れ	030
1.2.8 スマートシティ	032
1.2.8.1 スマートシティとは	032
1.2.8.2 スーパーシティ構想	034
<b>1.3 AI/IoT システムの概念</b>	<b>038</b>
第1章のまとめ	039
<b>コラム</b> Column	
Uber Eats と出前館	016
ウェアラブルとは	021
自動運転6つのレベル	036

## 第2章

## コンピュータシステムの全体像

041

<b>2.1 システムとは何か</b>	<b>042</b>
<b>2.2 コンピュータシステムとは</b>	<b>048</b>
<b>2.3 AI/IoT システムのコンピュータシステムとの位置づけ</b>	<b>049</b>
<b>2.4 コンピュータシステムの変遷</b>	<b>052</b>
<b>2.5 クラウドコンピューティング</b>	<b>054</b>
2.5.1 クラウドとは何か	054
2.5.2 なぜクラウドなのか 歴史的背景を探る	056
2.5.3 近未来を支える XaaS	057
2.5.4 クラウドを促進する仮想化	059
2.5.4.1 メモリの仮想化	060
2.5.4.2 サーバの仮想化	062
2.5.4.3 サーバの仮想化の効果	066
<b>2.6 ビッグデータ</b>	<b>067</b>
2.6.1 ビッグデータの概念	067
2.6.2 ビッグデータの特徴	067
2.6.3 ビッグデータの内容	068
<b>2.7 エッジコンピューティング</b>	<b>070</b>
2.7.1 エッジコンピューティングとは	070
2.7.2 エッジコンピューティングとIoTの関係	071

<b>2.8 OS</b>	<b>072</b>
2.8.1 汎用システムと組み込みシステムのOSの違い	072
2.8.2 OSの役割	074
2.8.2.1 ハードウェアの抽象化とは	074
2.8.2.2 多重処理が可能	075
2.8.2.3 資源の管理	077
2.8.2.4 ソフトウェア開発の生産性向上	078
<b>2.9 組み込みシステム</b>	<b>080</b>
2.9.1 組み込みシステムとは何か	080
2.9.2 組み込みシステムの特徴	081
2.9.3 組み込みシステムの内部構造	082
2.9.4 ハードウェアの機能	083
2.9.5 組み込みソフトウェアの機能	086
2.9.6 組み込みOSの種類	087
<b>2.10 リアルタイムシステム</b>	<b>088</b>
2.10.1 リアルタイムシステムとは	088
2.10.2 リアルタイムシステムの種類	089
2.10.3 リアルタイムOS	091
<b>2.11 ミドルウェア</b>	<b>094</b>
2.11.1 汎用システムと組み込みシステムの違い	094
2.11.2 ファイルシステム	095
2.11.3 データ圧縮伸長対応ミドルウェア	097
2.11.4 音声処理・画像処理対応ミドルウェア	100
第2章のまとめ	103
<b>コラム</b> Column	
持ち家と賃貸	055
キャッシュ	061
スケールアップとスケールアウト	065

## 第3章

## IoTの全体像

105

<b>3.1 IoTに関わるネットワークの全体像</b>	<b>106</b>
3.1.1 インターネットとは何か	106
3.1.2 ネットワークの種類	108
3.1.3 ネットワーク接続網	110
3.1.4 ネットワークの物理的構成	112
<b>3.2 コンピュータネットワーク</b>	<b>115</b>
3.2.1 WAN, LAN	115
3.2.2 OSI参照モデルとTCP/IPプロトコルスタック	116
3.2.2.1 OSI参照モデル	116
3.2.2.2 TCP/IPプロトコルスタックの全体像	117
3.2.3 Ethernet	121
3.2.4 IPプロトコルスタック	125
3.2.5 TCP	129
3.2.6 UDP	133
3.2.7 HTTP, MQTT	134
3.2.8 ネットワーク機器	136
3.2.9 ネットワークの仮想化	137
<b>3.3 モバイルネットワーク</b>	<b>140</b>
3.3.1 モバイルネットワークの変遷	140
3.3.2 LTE, WiMAX	144
3.3.3 Wi-Fi, 無線LAN	144
3.3.4 CSMA/CA	145
<b>3.4 IoTエリアネットワーク1 (近距離ネットワーク・PAN)</b>	<b>146</b>
3.4.1 IoTエリアネットワークとは	146
3.4.2 IoTゲートウェイ	147
3.4.3 PAN	149
3.4.3.1 PLC	149
3.4.3.2 Bluetooth	149
3.4.3.3 ZigBee	152

3.4.3.4	デザリング	154
3.4.4	BAN	154
<b>3.5</b>	<b>IoT エリアネットワーク 2 (広域ネットワーク・LPWA)</b>	<b>156</b>
3.5.1	LPWA の通信エリア	156
3.5.2	LPWA の種類	157
3.5.3	セルラー系 LPWA	158
3.5.4	非セルラー系 LPWA	158
<b>3.6</b>	<b>IoT デバイス</b>	<b>160</b>
3.6.1	IoT デバイスとは	160
3.6.2	組み込みシステムとの相違	161
3.6.3	センサ	162
3.6.3.1	センサとは	162
3.6.3.2	温度センサ	162
3.6.3.3	湿度センサ	164
3.6.3.4	圧力センサ	164
3.6.3.5	加速度センサ	165
3.6.3.6	ジャイロセンサ	166
3.6.3.7	光センサ	166
3.6.3.8	画像センサ	167
3.6.4	アクチュエータ	168
3.6.5	MEMS	169
第3章のまとめ		172
電波とは何か?		114
モノはどうやって送られるのか?		116
変調方式		143
ネットワークボロジ		153



## 第4章 AI の全体像 175

<b>4.1</b>	<b>AI の概念を把握する</b>	<b>176</b>
4.1.1	学習と推論	176
4.1.2	AI が注目される背景	177
4.1.3	弱い AI と強い AI, 特化型 AI と汎用型 AI	178
4.1.4	AI の応用	178
4.1.5	機械学習と深層学習の概念	179
4.1.6	機械学習の概要	181
4.1.7	深層学習の概要	183
<b>4.2</b>	<b>機械学習</b>	<b>185</b>
4.2.1	教師あり学習	185
4.2.1.1	単回帰分析	185
4.2.1.2	重回帰分析	187
4.2.1.3	ロジスティック回帰	188
4.2.1.4	決定木	189
4.2.1.5	アンサンブル学習	191
4.2.1.6	ランダムフォレスト	194
4.2.1.7	サポートベクターマシン	195
4.2.2	教師なし学習	196
4.2.2.1	主成分分析	196
4.2.2.2	クラスター分析	197
4.2.3	強化学習	200
<b>4.3</b>	<b>深層学習 (ディープラーニング)</b>	<b>203</b>
4.3.1	ニューラルネットワーク	203
4.3.2	活性化関数	205
4.3.3	損失関数	209
4.3.4	CNN	211
4.3.5	RNN	213
4.3.6	DQN	215
第4章のまとめ		217

注目されている AI 将棋, AI 囲碁 .....	184
過学習とは? .....	190
AI による効果 .....	216

## 第5章

## AI/IoT システムの全体像

219

<b>5.1 SoC の全体像</b>	<b>220</b>
5.1.1 SoC とは何か .....	220
5.1.2 SoC の特性 .....	221
5.1.3 FPGA, SiP, SoC FPGA .....	226
5.1.4 マルチコア・メニーコア .....	229
5.1.4.1 マルチコアの必要性 .....	229
5.1.4.2 マルチコアの分類 .....	231
5.1.4.3 マルチコア対応 OS .....	232
5.1.4.4 メニーコア .....	232
5.1.4.5 GPU .....	232
5.1.4.6 NPU .....	233
5.1.5 SoC の実際 .....	234
5.1.6 SoC のまとめ .....	236
<b>5.2 プラットフォームの全体像</b>	<b>237</b>
5.2.1 プラットフォームとは何か .....	237
5.2.2 ハードウェアプラットフォーム .....	239
5.2.3 ソフトウェアプラットフォーム .....	242
5.2.4 IoT プラットフォーム .....	246
5.2.5 IoT プラットフォームの事例 .....	250
5.2.6 IoT プラットフォームによる社会的変化 .....	253
<b>5.3 AI のコンピュータシステムにおける位置づけ</b>	<b>254</b>
5.3.1 クラウド AI .....	254
5.3.2 エッジ AI .....	256
5.3.3 組み込み AI .....	259
<b>5.4 AI と IoT の融合の実際</b>	<b>260</b>
5.4.1 車の自動運転 .....	260
5.4.2 ロボット .....	263
第 5 章のまとめ .....	268

ロボット三原則 .....	267
---------------	-----

## 第6章

## IoT システムのセキュリティ

271

<b>6.1 ディペンダビリティ概要</b>	<b>272</b>
6.1.1 ディペンダビリティとは .....	272
6.1.2 信頼性, 安全性, セキュリティの関係 .....	273
6.1.3 ディペンダビリティを総合的に見る .....	278
<b>6.2 IoT セキュリティの検証</b>	<b>279</b>
6.2.1 情報セキュリティの 3 要素 .....	280
6.2.2 情報セキュリティの分類 .....	282
6.2.3 サイバーセキュリティ .....	283
<b>6.3 脆弱性の検証</b>	<b>283</b>
6.3.1 脅威と脆弱性 .....	284
6.3.2 脆弱性によるリスクの実際 .....	285
<b>6.4 IoT セキュリティ技術</b>	<b>290</b>
6.4.1 ファイアウォール .....	290
6.4.2 IDS, IPS .....	291
6.4.3 認証技術 .....	292

6.4.4	暗号化技術	294
6.4.5	耐タンパ性	298
<b>6.5</b>	<b>IoTセキュリティ対策</b>	<b>299</b>
6.5.1	セキュリティ事故への対応	299
6.5.2	開発プロセスにおけるセキュリティの確保	300
6.5.3	セキュリティ確保に向けた管理方法	302
<b>6.6</b>	<b>ゼロトラストセキュリティ</b>	<b>303</b>
<b>6.7</b>	<b>セキュリティの法的制度および活動組織</b>	<b>304</b>
6.7.1	法的制度	304
6.7.2	セキュリティに関する組織	308
第6章のまとめ		309
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">           コラム Column         </div>		
	DEOS とは	278
	キャッシュレス化とリスクを考える	298

## 第7章

## AI/IoTシステムの活用による社会の変異と将来への展望

311

<b>7.1</b>	<b>AI/IoTシステムによる社会の変異</b>	<b>312</b>
7.1.1	デジタルとは何か	312
7.1.2	デジタルコンバージェンス	313
7.1.3	デジタルトランスフォーメーション	316
7.1.4	デジタルボルテックス	319
7.1.5	2025年の崖	320
<b>7.2</b>	<b>DXを支える技術の展望</b>	<b>321</b>
7.2.1	AI/IoTシステムの技術の注目点	321
7.2.2	近未来に実現可能な技術の展望	323
7.2.2.1	6G	323
7.2.2.2	AIネットワーク化	324
7.2.2.3	AGI	325
7.2.2.4	オープンIoT	327
7.2.3	自律分散システム	328
7.2.4	ブロックチェーン	329
7.2.5	Web3.0	332
<b>7.3</b>	<b>AI/IoTシステム化による社会システムの将来展望</b>	<b>332</b>
7.3.1	モノのサービス化	333
7.3.2	スマート化	335
7.3.3	ソーシャル化	337
7.3.4	Society5.0の展望	338
7.3.5	組織はどう変わっていくのか	339
<b>7.4</b>	<b>AI/IoTシステムの倫理的考察</b>	<b>341</b>
第7章のまとめ		343

コラム  
Column

ビザンチン将軍問題	331
アナログ人間の話	340