

# 計測・センサ応用による 多機能システムに関する高度化技術

計測・センサ応用による多機能システムの  
産業応用に関する調査専門委員会編

## 目 次

1. まえがき	3	3.3 カメラ画像を用いた歩行時におけるゴム 駆動長下肢装具の出力推定	28
1.1 概要	3	3.4 ラインセンサカメラにおける正則化カメラ キャリブレーション	32
1.2 委員会活動報告	3	3.5 深度カメラの観測データによる移動予測を 利用した障害物回避法の提案	36
1.3 本報告の概要	3	4. 計測・センサ技術によるシステム応用	40
2. 計測・センサ技術による人間センシング	4	4.1 植物科学, 農学研究における遺伝解析研究 と情報技術を活用した計測技術の開発	40
2.1 ヒューマンセンシングによる面倒感情の 検出および爪半月領域の検出	4	4.2 柔軟機構有する移動ロボットによる 運搬タスクの一実現法	44
2.2 色覚異常者のためのデジタルカラー フィルタ	8	4.3 チームワーク要因のセンシングとその 応用	47
2.3 生体センシングの医療診断への適用 ～認知症患者の気持ち変動取得	12	4.4 視線計測機能付き VR ヘッドセットを 用いた人間支援技術	51
2.4 運動/技能アセスメントのための人間 モニタリング	15	4.5 移動ロボットにおける障害物回避と 所望軌道追従を考慮した軌道計画	55
3. 視覚センサ技術によるシステム応用	19	5. あとがき	61
3.1 デジタル地図を活用した遠方低輝度信号 状態認識	19		
3.2 ビジュアルサーボによる二足歩行ロボットの 視線制御	24		

# 計測・センサ応用による多機能システムの 産業応用に関する調査専門委員会

委員長 元井 直樹(神戸大学)  
幹事 伊藤 伸一(徳島大学)  
七夕 高也(かずさDNA研究所)  
幹事補佐 鶴田 祐紀(東洋電機製造)  
委員 青木 広宙(千歳科学技術大学)  
伊藤 正英(愛知県立大学)  
五十嵐 洋(東京電機大学)  
大内 茂人(早稲田大学)  
大城 英裕(大分大学)  
小田 尚樹(千歳科学技術大学)  
金子 健二(産業技術総合研究所)  
河村 希典(秋田大学)  
糊澤 信(A G C)  
倉元 昭季(東京工業大学)  
小谷 斉之(明治大学)  
佐藤 敬子(香川大学)  
佐藤 惇哉(岐阜大学)  
柴田 昌明(成蹊大学)  
島田 明(芝浦工業大学)  
清水 創太(芝浦工業大学)  
下野 誠通(横浜国立大学)  
鈴木 聡(東京電機大学)  
鈴木 達也(名古屋大学)

委員 高橋 悟(香川大学)  
武村 史朗(沖縄工業高等専門学校)  
田崎 勇一(神戸大学)  
寺田 賢治(徳島大学)  
戸田 健(日本大学)  
滑川 徹(慶應義塾大学)  
野崎 貴裕(慶應義塾大学)  
早川 聡一郎(三重大学)  
日高 浩一(東京電機大学)  
深井 寛修(明電舎)  
堀 貴雅(明電舎)  
前田 利之(阪南大学)  
満倉 靖恵(慶應義塾大学)  
宮村 浩子(日本原子力研究開発機構)  
村上 俊之(慶應義塾大学)  
吉森 聖貴(日本文理大学)  
米陀 佳祐(金沢大学)  
オブザーバ 大石 潔(長岡技術科学大学)  
途中退任 金子 俊一(北海道大学)  
執筆協力者 根本 匠(横浜国立大学)  
石井 慎一郎(国際医療福祉大学)  
熊本 水頼(  
小林 聖人(神戸大学)

## 1. まえがき

### 1.1 概要

産業において、センサ計測技術は不可欠なものであり、その高精度化、高速化、低コスト化に関する様々な研究が進められてきた。一方、ネットワークで接続された多数のセンサ群により、情報収集・ビッグデータ解析を目指す M2M/IoT 技術の発展も目覚ましい。また、高度センシング技術・通信技術の融合による新基盤技術に基づく産業応用についても注目されている。近年では、筋電や脳波信号等の人間センシングや 3 次元環境認識などのセンシング技術の高度化が著しく、人間機械システムや福祉ロボット、リハビリ支援への展開が期待されている。さらに、ネットワーク技術とセンシング技術によるサイバー空間とフィジカル空間を融合させたシステムによる産業応用や家庭内支援システムの構築が期待されつつある。このようにセンシング技術自体の高度化・多様化と、センシング技術とネットワーク等の他の技術との融合システムの構築が並行して行われており、新たな産業基盤技術や家庭内での人支援技術の創生が期待されている。

### 1.2 委員会活動報告

「計測・センサ応用による多機能システムの産業応用に関する調査専門委員会」では、前述の技術や手法に関する動向調査を活動目的として、センシング関連研究者に加え、モーションコントロールや環境計測、人間システムなどの応用研究分野の研究者、産業界の一線で活躍するエンジニアによって、2018 年 8 月に発足し、2020 年 7 月に解散した。本委員会は活動期間中に 7 回の委員会を開催した他、2 回の研究会、多数の国際会議でのスペシャルセッションの企画等、その調査活動を通して計測・センサ応用により創生される多機能システムの産業応用についての横断的な議論を行ってきた。

### 1.3 本報告の概要

本委員会では、計測・センサ応用により創生される多機能システムについての横断的な議論を行ってきた。本報告ではこれらの調査活動を以下の 3 つに分けて報告する。

#### 1.3.1 計測・センサ技術による人間センシング

筋電や脳波信号等の人間センシングや 3 次元環境認識などのセンシング技術の高度化が著しく、人間機械システムや福祉ロボット、リハビリ支援への展開が期待されている。そこで、人間センシングや人間モニタリングに関する技術の調査を行った。特に人の挙動をその環境を考慮するためのセンシング技術応用について報告する。

- (1) ヒューマンセンシングによる面倒感情の検出および爪半月領域の検出 (伊藤 (伸))
- (2) 色覚異常者のためのデジタルカラーフィルタ (佐藤 (敬))
- (3) 生体センシングの医療診断への適用～認知症患者の気

持ち変動取得 (満倉)

- (4) 運動/技能アセスメントのための人間モニタリング (鈴木)

#### 1.3.2 視覚センサ技術によるシステム応用

計測・センサ技術のなかでも広く実用化されている視覚センシング技術に着目し、視覚センシング技術とその応用システムについて報告する。

- (1) デジタル地図を活用した遠方低輝度信号状態認識 (倉元)
- (2) ビジュアルサーボによる二足歩行ロボットの視線制御 (小田)
- (3) カメラ画像を用いた歩行時におけるゴム駆動長下肢装置の出力推定 (根本, 石井, 熊本, 下野)
- (4) ラインセンサカメラにおける正則化カメラキャリブレーション (深井)
- (5) 深度カメラの観測データによる移動予測を利用した障害物回避法の提案 (日高)

#### 1.3.3 計測・センサ技術によるシステム応用

高度な計測・センサ技術のシステムへの応用により、多種多様な融合システムの構築が進んでいる。そこで高度な計測・センサ技術とそのシステムへの応用例に着目し、報告する。

- (1) 植物科学、農学研究における遺伝解析研究と情報技術を活用した計測技術の開発 (七夕)
- (2) 柔軟機構有する移動ロボットによる運搬タスクの一実現法 (村上)
- (3) チームワーク要因のセンシングとその応用 (五十嵐)
- (4) 視線計測機能付き VR ヘッドセットを用いた人間支援技術 (清水)
- (5) 移動ロボットにおける障害物回避と所望軌道追従を考慮した軌道計画 (小林, 元井)