

# 人や環境のセンシングによる システム高度化技術

高度センサ応用による人・環境親和システム  
に関する協同研究委員会編

## 目 次

1. まえがき	3	3.2 日常生活場利用を目指した個人差を考慮 した脳波センシング技術	22
1.1 背景	3	3.3 表面筋電位信号と力信号の統合解析による 筋機能理解	28
1.2 委員会活動報告	3	4. センサ応用による運動制御	33
1.3 本報告書の構成	4	4.1 画像情報を用いた道具を有する タスク実現のための一制御手法	33
2. 人・環境のセンシング応用	5	4.2 ビジョン技術による モーションコントロール事例	39
2.1 高齢者異常検出のための センシング応用	5	5. あとがき	44
2.2 行動識別を活用した 園内見守りシステム	10		
2.3 サプリミナル・フィルタリングによる 機械操作熟達支援	13		
3. 生体信号の応用技術	19		
3.1 生体信号を用いたロボット挙動に対する 感性評価	19		

## 高度センサ応用による人・環境親和システム に関する協同研究委員会委員

委員長	小田 尚樹(千歳科学技術大学)	委員	鈴木 聡(東京電機大学)
幹事	関 弘和(千葉工業大学)		鈴木 達也(名古屋大学)
	五十嵐 洋(東京電機大学)		高橋 悟(香川大学)
幹事補佐	伊藤 伸一(徳島大学)		高崎 正也(埼玉大学)
委員	大石 潔(長岡技術科学大学)		滝本 裕則(岡山県立大学)
	大城 英裕(大分大学)		七夕 高也(かずさDNA研究所)
	大橋 剛介(静岡大学)		綱島 宣浩(ソニー)
	風間 久(東芝)		寺田 賢治(徳島大学)
	金子 健二(産業技術総合研究所)		滑川 徹(慶應義塾大学)
	金子 俊一(北海道大学)		西川 昌宏(神奈川大学)
	亀井 泉寿(安川電機)		濱上 知樹(横浜国立大学)
	川邊 武俊(九州大学)		早川 聡一郎(三重大学)
	行天 啓二(大分大学)		日高 浩一(東京電機大学)
	榎澤 信(旭硝子)		深井 寛修(明電舎)
	小谷 斉之(東海大学)		藤原 伸行(明電舎)
	ゴドレール イヴァン (ツイスト・ドライブ・テクノロジーズ)		前田 利之(阪南大学)
	佐藤 敬子(香川大学)		牧島 信吾(東洋電機製造)
	柴田 昌明(成蹊大学)		満倉 靖恵(慶應義塾大学)
	島田 明(芝浦工業大学)		宮村 浩子(日本原子力研究開発機構)
	清水 創太(芝浦工業大学)		村上 俊之(慶應義塾大学)
	下野 誠通(横浜国立大学)		元井 直樹(神戸大学)
			吉森 聖貴(日本文理大学)

## 1. まえがき

### 1.1 背景

センサデバイスの高機能化や高度なセンシング技術の発展は、身の回りの様々な電気電子機器・システムの多機能化やインテリジェント化に重要な役割を果たしている。センサ自体の小型化や高性能化、さらにコンピュータ高速化による信号処理の知的高度化等々、センシング技術は各種産業システムの機能性・信頼性向上に貢献をしている。それと同時に近年の運動制御技術の高度化は著しい発展を見せている。それは単に多様なセンサフィードバックの恩恵によって運動制御機能の高度化が実現されたのではなく、時々刻々と変化する環境変動に対応したロバストな運動制御と同時に、環境に応じたセンシング情報の知的処理技術や同定技術との高度な連携・融合がひとつの牽引力となっている。そのため、情報処理・制御システムの研究者と運動制御システムの研究者から構成される「計測・センサ応用によるシステムの多機能化協同研究委員会」(2002年)において、運動情報制御技術 (Information and Motion Control Technology : IMCT) なる新しい横断学問領域の調査・検討が開始され、その後も「センサの知能化によるシステムの高度化」, 「センサシンセシスによるシステムの多機能化」, 「高度センサ応用による人間中心システム」, 「高度センサ応用による人・環境親和システムに関する協同研究委員会」をテーマとして協同研究委員会による調査・検討が継続されてきている。これまでに、ビジョンセンサや生体センサなどの画像・信号処理技術、環境計測や各種認識技術、ロボットや福祉機器等の運動制御多機能化・高度化の関連技術の調査・検討が進められてきた。

昨今では、人との協働型ロボットや介護福祉機器などの人間支援、あるいは生活支援を目指した研究開発は非常に活発に進められている。少子高齢社会の進行が予測される中で、IMCTの更なる展開が要求される領域である。センサ情報処理と高度運動制御技術の連携による環境認識及び自律判断の高度化と相まって、人や環境と直接触れ合う状況や多様な周囲環境変化の中で当たり前動作することが求められる。すなわち、人とシステムや機器が協調するのみならず、同時にその置かれた環境情報や変動に対応できるよう高度なセンサ情報の応用及び運動制御の連携が要求される。たとえば、ロボットアームや移動ロボットでは、コンピュータビジョンなどによる環境認識結果に基づくリアルタイムな運動制御を達成しつつ、その上で人間支援のための機能的な振る舞いが最終的に要求される。また、電動車いすのような移動支援機器においても、操作する人との連携制御のみならず、その置かれた環境中の障害や対象物の移動に応じて、適切な人間支援機能を提供することが期待される。このことから分かりますとおり、当該学問領域およびその周辺に関して、さらに広く深い調査を要する状況にある。

以上のような状況に鑑み、本委員会は人及び多様な環境への親和性を有するシステム機能の新展開や機能性向上に寄与する高度センサ応用及び運動情報制御技術について調査と検討を行なうことを目的に、「高度センサ応用による人・環境親和システムに関する協同研究委員会」にて調査・検討がなされた。

### 1.2 委員会活動報告

本協同研究委員会は、平成23年6月に発足して以来、10回の委員会、2回の研究会、産業応用部門大会のシンポジウム1回、およびオーガナイズドセッション1件を開催し、最新技術および応用例についての網羅的な調査・研究を行ってきた。そのほか、関連する国際会議(AMC, ICM, IECON, ISIE)におけるオーガナイズドセッションの提案やIEEE/IESのTechnical Committee on Sensors and Actuatorsと連携したスペシャルセッションを企画・開催するなど、国際的な研究活動にも寄与した。

それらの活動を通して、委員会では主に以下の項目について調査を行った。

- (1) 人・環境認識のための多種多様なセンサ情報制御技術：人や環境との親和性向上に寄与するセンサ情報制御技術の調査、および技術発展が著しい画像センシングや運動制御との連携が期待される生体センシング技術やそれらに必要な信号情報制御技術の調査
- (2) 情報制御技術に基づいた運動制御システムの高度化・多機能化：上記のセンサ情報制御技術と運動制御システムの融合領域に関する調査、そして各種産業システム、ロボット、福祉機器など実システムへの応用技術の調査
- (3) 人及び多様な環境への親和性を有するシステム機能の新展開：人-システム-環境間の親和性向上のためのシステムの多機能化に関する新領域分野の動向調査

昨今では、人間支援・生活支援技術や生体機構制御に注目した協同研究委員会が増えてきている状況にある。他学会の動向を見ても、人間の振る舞いや特性を取り込んだ運動制御関連の研究領域は急速に拡大する傾向にある。一方で、コンピュータビジョンやその他センシング情報の信号情報処理、3次元環境認識、医用診断等の高度化が進行し、環境計測及び運動制御との関係にとどまらず、人の動作や表情、人物認証といった人間を計測対象に含む系の研究も数多く見受けられる。また、筋電や脳波信号等の生体センシングによって直接的に人間の状態を観測するための計測技術についても福祉ロボットやリハビリ支援、パワーアシスト機器への展開が期待されている。しかしながら、これら上記に述べた研究は広範な領域分野や学会に渡って展開されている状況にあり、相互連携による新たなシステム機能の創成や新展開を促進していくことが期待される。

このような動向に基づき、高度センサ応用という側面から人とシステムを関係付け、さらに周囲環境やその変動にリアルタイムに対応するための環境親和性に富んだシステ