

支援システムにおける技術動向

すべての人々が安心快適に使用できる支援技術の実現化
調査専門委員会編

(発行日 2022年12月9日)

目		次	
1. はじめに	03	3.4 手段/理論と成果	18
		3.5 まとめ	24
2. 福祉・リハビリ支援	05	4. 機械学習・ロボット技術	26
2.1 起立支援装置に関する研究	05	4.1 人間支援におけるロボット技術	26
2.2 車椅子走行支援装置に関する研究	10	4.2 人間支援における機械学習の応用	29
3. 人間モニタリングとその応用	17	4.3 まとめ	30
3.1 背景：行動識別と運動評価	17	5. おわりに	31
3.2 子ども運動の AI 評価研究	17		
3.3 研究の方法	17		

すべての人々が安心快適に使用できる支援技術の実現化 調査専門委員会委員

委員長	横田 祥(東洋大学)	委員	鈴木健嗣(筑波大学大学院)
幹事	中後大輔(関西学院大学)		鈴木 聡(電通国際情報サービス)
委員	安藤昌也(千葉工業大学)		関 弘和(千葉工業大学)
	五十嵐洋(東京電機大学)		中 莖 隆(九州工業大学)
	石井千春(法政大学)		永瀬純也(龍谷大学)
	今津篤志(大阪市立大学大学院)		中村明生(東京電機大学)
	大貫秀明(NRIセキュアテクノロジーズ(株))		新妻美保子(中央大学)
	大山恭弘(東京工科大学)		橋本洋志(東京都立産業技術大学院大学)
	尾崎正弘(中部大学)		牧野浩二(山梨大学)
	何 宜欣(拓殖大学)		増田昌彦(日本経営士会)
	楠田憲治(誠愛リハビリテーション病院)		三橋 郁(職業能力開発総合大学校)
	小林裕之(大阪工業大学)		村松 聡(東海大学)
	佐々木智典(東京都立産業技術研究センター)		山口 亨(東京都立大学)
	澤田秀之(早稲田大学)		若林勝司(交通システム電機(株))

1. はじめに

本委員会とその前身委員会は、現在までに「人間支援」を柱として数多くの調査研究を実施してきた¹。研究対象の人間活動は、人間の周辺の人工物との相互作用のみならず、社会環境、自然環境、文化、コミュニティ環境など人を取り巻く様々な環境によって多様に変化する。そのため、支援のための方法論を、一意に確立することは難しく、支援対象となる人や活動を、要素ごとに細分化することや類型化すること等により支援技術の要求仕様を定め、技術を開発することが求められる。このような支援技術開発を繰り返すと、支援対象の分野（例えば、リハビリや介護支援、移動支援等のような支援対象）で、共通する支援技術の開発フローや基盤となる技術や手法が見出される傾向がみられる。その代表例といえる技術が、ロボット技術や情報技術である。現在までの支援技術や支援システムは、これらの技術がなければ、実現不可能である。もちろん、これらの技術のみで支援技術が完成されるものではなく、冒頭で述べたとおり、人を取り巻く広い意味での環境との相互作用の考慮が必要不可欠である。相互作用を考慮に入れるためには、まずは、人の観察や環境の計測、さらにはその解釈が求められる。そして、その解釈に基づき、システムを設計、評価する。

本委員会は、3年間にわたり、委員会11回、研究会4回を開催し、毎年、査読付国際会議²において、年平均4件のSpecial Sessionを、国内会議³でシンポジウムやオーガナイズドセッションを企画し、研究成果を公表してきた。本報告書は、これらの研究活動で得られた技術や応用例、並びに基盤技術を紹介する。本委員会の研究調査研究対象は人を中心としたシステム設計と評価であるが故に、本委員会で扱ったトピックは幅広い。その中においても、次の3つの点がコアなトピックであると考えられる。

(1) 福祉・リハビリ支援の方策

周知のとおり、少子高齢化による介護職の不足や、健康寿命延伸のための健康増進方法の策定は、わが国のみならず

先進各国が抱える大きな課題である。福祉支援、リハビリ支援に共通する支援内容は、人の身体動作支援である。身体動作支援の開発フローは、まず、支援対象となるユーザの身体動作の特徴を明らかにする。次に、望まれる身体動作と現在の身体動作の差を定量表現する。そして、定量表現された差を可能な限り小さくするように支援の方策（ここではシステム設計）を行う、というものである。

このフローで課題となることの1つは、個人差の問題である。例えば、起立状態から着席するという着座動作においても、人の骨格や体格、筋肉のつき方、既往症などの要因によって個人差が生じ、異なる身体動作をとる（言葉では「着座」と一意に表せるが、身体動作は一意に定まらない）。したがって、異なる身体動作の中から、個人によらず共通となる身体動作を抽出し、それを足掛かりに、システム設計の議論を進めることになる。

このほかに課題となるのが、個人に適合した支援量の決定である。身体動作を支援する場面において、アクチュエータ等を用いて身体の外から力を加え、身体動作を補助することが一般的である。この場面において、補助する量がユーザにとって必要以上であると、過支援となり、ユーザの身体能力の減衰や運動意欲の低下を招く原因となる。一方で、補助する量が必要以下である支援不足となり、ユーザのQOL低下を招く要因となる。これらのことから、支援システムの設計において、支援の量をユーザの能力とユーザが生活する環境に合わせ、どのように設定するかという課題を解決する必要がある。

(2) 人間モニタリング技術の実装

人々が快適に支援技術を楽しむための支援システムの設計法は、支援を受ける人の属性や身体特性、心理特性を定量表現可能な指標で表し、それに基づき、要求仕様を策定してその仕様を満たすようなシステムを考案する。その後、実証実験等を行い、システムを評価するというものである。したがって、この設計法は、大きく3つのパートに分割することができる。最初は、人間の行動・特性理解、2つ目は要求仕様を満たすためのシステム設計、3つ目は、実証実験に基

¹ 前進となる共同技術委員会は次である。

- 人と調和する支援技術の実現化協同研究委員会（2015年05月～2017年4月）
- 人間の豊かな活動支援技術の実現化協同研究委員会（2012年11月～2014年10月）
- 高品質人間活動支援技術協同研究委員会（2010年10月～2012年9月）
- 高品質生活を達成する科学技術に関する協同研究委員会（2008年10月～2010年9月）
- 高齢者の豊かな活動支援技術の実現化 協同研究委員会（2006年7月～2008年5月）

² Special Session を企画した国際会議：

- International Conference on Human System Interactions (HSI) 2018年、2019年、2020年、2021年
- Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics

Society (IECON) 2018年、2019年、2020年

- IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN) 2019年
- IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE) 2019年、2020年
- IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII) 2019年、2020年、2021年、
- IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT) 2021年

³ シンポジウム、オーガナイズドセッションを企画した国内会議：

- 2019年産業応用部門大会
- 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI) 2018年、2019年、2020年