

実世界情報システムプロジェクト ～ロボット研究グループ～

稲葉雅幸, 稲邑哲也, 加賀美聡
佐藤知正, 森 武俊, 森下 広, 野口博史
下山 勲, 松本 潔, 星野一憲
情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻

概要

人と新しいインタラクションを行う知的環境の構築を目指す実世界情報システムプロジェクトにおいて、ロボット研究グループは人を物理的に支援する役割を担う存在として、人と等身大のインタラクションが可能なヒューマノイド、人に付き従い必要な情報を提示できるウェアラブル・ユービキタス支援デバイス、人をさりげなく見守り支援するルーム環境型ロボットなどの新しいロボットに焦点を当てた研究を行う。複数の人が居る環境で行動支援を行うことを目標イメージ環境として、本年度はセンサフロアと連携する照明ロボット、物の受け渡しや片付けのためのヒューマノイドの認識行動、触覚や近接センサなどのナノマイクロ融合デバイス技術を統合環境としてまとめてゆく方向性を示すことを行った。

1 はじめに

2 ロボット研究グループにおける支援行動環境の展開

ロボット研究グループでは、ロボティクスの新しいステージとして、人の自然な行動を阻害することなく、人を見守り人を支えるための自然な対応が可能なロボティクスの研究を行っており、高信頼性等身大ヒューマノイド、ウェアラブル・ユービキタス支援デバイス、ルーム環境型行動支援ロ

ボットなどを通して、複数の人が集まる場を例にとって、人への対応のあり方とそれぞれのロボットがどのように人を支援するかに関する研究を行っている。

本年度は、高信頼ヒューマノイドにおいては、音響理解に基づく行動決定、ロボットの自己位置同定、指差し動作認識、インタラクティブな行動指示機能の実現、視聴力覚を利用する物体判別、感覚運動の相互想起モデルによる模倣機能などの実現を行い、日常生活環境での支援行動システムへの統合を行った。ウェアラブル・ユービキタス支援デバイスにおいては、力覚デバイスとしてロボットハンドへ装着するためのフレキシブル触覚センサ、視覚デバイスとして反射型ズームングカメラ、液体プリズムを用いたパンチルトカメラ、さらにセンサデバイスとして気柱共鳴を用いた超音波センサを提案し、その基本機能を確認した。ルーム環境型行動支援ロボットとしては、人の素足での歩行の情報をセンシングフロア（スイッチセンサを密に配置した床）で収集し、この時系列情報に基づいて個人を同定したり、個人を同定しながらその人の歩行追跡を実現するアルゴリズムを構築した。

3 センシングフロアによる個人識別

部屋は本来的に人間中心の場であり人間中心技術が求められる場である。人は3次元の空間である部屋においては基本的には2次元的にしか利用

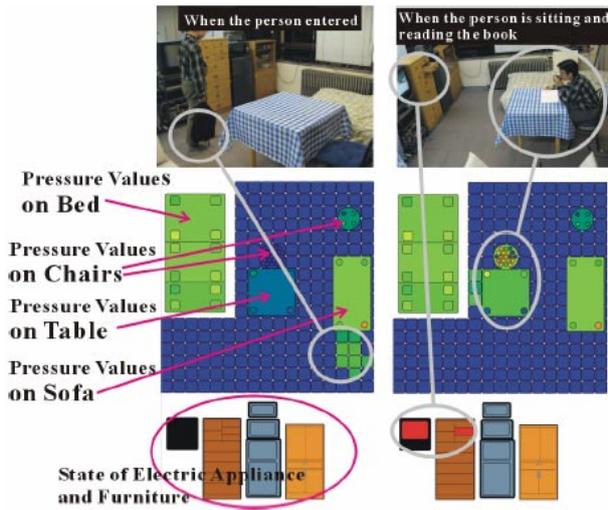


図 1: センシングフロアにおける物体認識と人認識

しておらずその間にシステムの作りこみを行うことで、人に対してサービスを全方位から与えることができる場である。そういった人がいる部屋においては、人とシステムの空間共有を行い、人と他のロボットの同時計測や、人とロボットに対する同時インタラクションを行うことによって、人をさりげなく見守り、必要な時に物理的支援を与えることができる新しい支援環境を構成することができるようになる。

図 3のように、部屋一面の床の圧力を計測し、床の上の家具と人の認識が可能となっている。本年度は、センシングフロアデータを他のセンサ情報と統一的に処理できるようにするためのソフトウェアシステムを RDF(Resource Description Framework) と OWL(Web Ontology Language) を用いて実現し、人の素足での歩行の情報を、センシングフロア（スイッチセンサを密に配置した床）で収集し、この時系列情報に基づいて個人を同定したり、個人を同定しながらその人の歩行追跡を実現するアルゴリズムを構築した。

性能評価実験においては、左足の歩行データと右足の歩行データを分けて個人識別実験を行い、その結果、左右どちらの足についても、FAR(他人受入率) が 5 %程度、FRR(本人拒否率) が 10 %程度という精度で個人識別を行えることが示さ

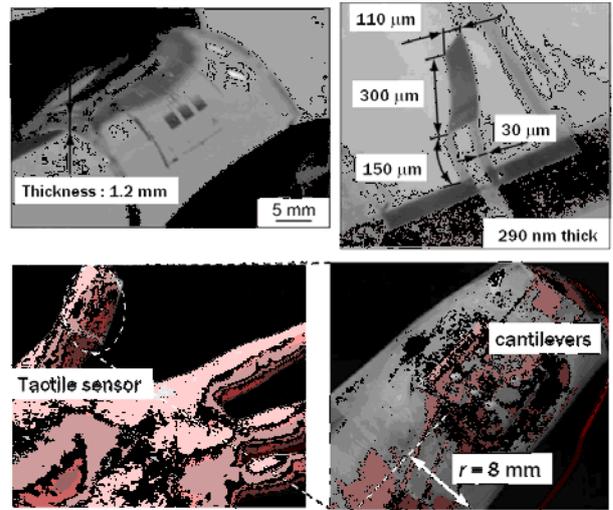


図 2: フレキシブル触覚センサ

れた。また、この個人識別システムを人物追跡アルゴリズムに組み込むことにより、追跡精度を向上させる得ることがわかった。

4 MEMS 技術を利用するセンサデバイス

MEMS 微細加工技術により、ロボット、生活支援デバイスに不可欠となるセンサの構成法を大きく変えることができる。ロボットハンドでの物体把持能力を向上させるためには、把持力の圧力分布だけでなく、せん断力分布も計測する必要がある。また、指の表面に合わせて柔軟に変形する構造が必要である。図 2は、ロボットの指先にも接着可能なエレメントとして実現されたフレキシブル触覚センサとそれを指に巻きつけた状態を示している。薄型のシート状で、圧力、せん断力を計測できるフレキシブルなセンサであり、カンチレバー形の検出部が、ゴム状の弾性体に埋め込まれた構造となっている。

せん断力の方向の検出精度が 4° 、方向を変えた時のせん断力検出誤差が 10 %以内であり、せん断力の検出における十分な直線性、および力の分離性能を有し、指に巻き付けた状態でも使用可能で、十分な力の検出性能を持つことが確認した。

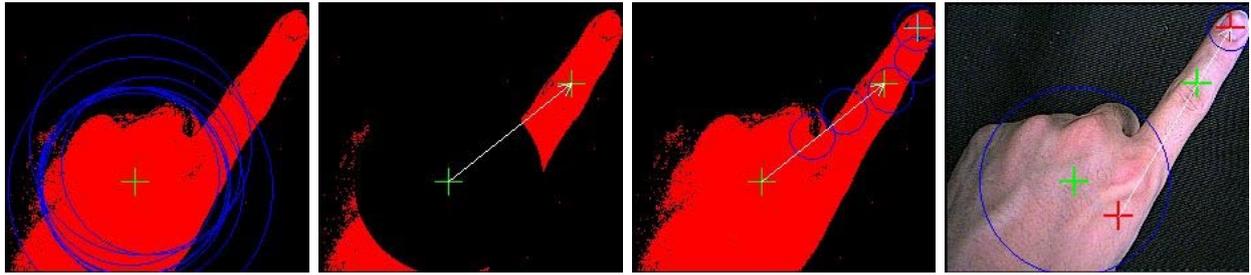


図 3: 指先位置の検出

5 人からの指差し動作の認識

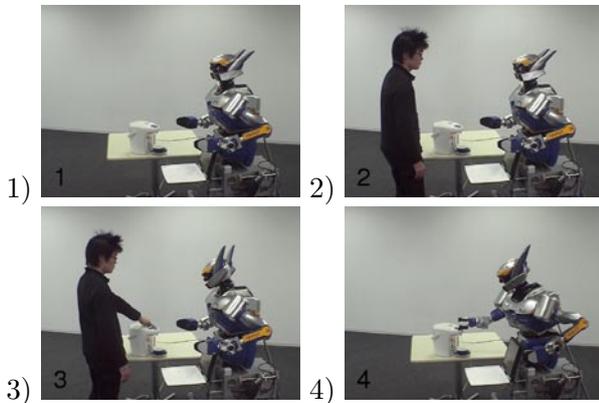


図 4: 指さし動作による操作指示

人間を物理的に支援するための人からの依頼行動を理解するためには、人の発見と指示動作の理解機能は不可欠である。図3は、人間の手、指差し方向、指先の位置の発見の画像処理状況を示している。手の平部とそこから指先の方向と指先を推定するために、それぞれの特徴領域を検出する処理モジュールの相互作用によって実現し、手が動いていても検出が可能な方法を実現している。

図4は、人がポットの押しボタンを指で教え、そのボタンの位置をロボットが認識して、そのボタンを押せるようになる行動実験を示している。図5は、その実験時におけるロボットからの視野画像と人の手として検出された手の領域を示している。ロボットは、自己の身体モデル、環境中のポットやテーブルの位置認識が済んだ状態で、人を発見し、人の手先の認識からポットへの働きかけで

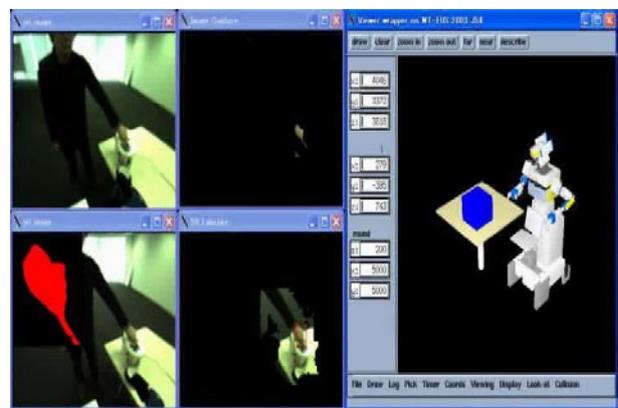


図 5: 対象の指差し指示認識

あることを認識し、文脈情報を用いて指差しの意味を切り替えて理解する仕組みを実現している。

6 手提げ袋の手渡し



図 6: 手提げ袋の手渡し行動シナリオ

ヒューマンロボットグループにおいて、ヒュー

マノイドの物理支援行動として、人からの物の手渡し動作を重要課題として位置づけている。その中で、図6のように、手提げ袋など、柔軟な対象物であっても、把持すべき場所を視覚で認識し、ロボットがそれを把持する行動基本機能は重要となる。図7は、ヒューマノイドに対して人が手提げ紙袋を提示し、ロボットの視覚処理画像と、ロボットが手を伸ばしている動作生成の様子を示している。手提げを受け取るために、紐の形状を視覚で探索し、両眼立体視により紐の把持位置を決定し、手を伸ばして把持している。ヒューマノイド行動の実現は、身体モデルと対象物の把持姿勢から全身姿勢・動作生成プランナによってなされる。注視対象に対して、発見された注視対象に対して、自己身体衝突回避、関節可動範囲把持姿勢で不自然な姿勢を除く動作生成機能を実現している。

7 おわりに

人との新しいインタラクション環境をテーマとした実世界情報システムプロジェクトにおいて、ロボット研究グループが焦点を当てている行動支援環境のイメージに対する平成17年度の研究成果について述べた。今後プロジェクト最終年度に向けて、人が求めているものを推察するための判断、認識機能によって、個々のロボットの反応行動の実現研究、ナノマイクロ融合技術から得られる高機能化されるロボットの実現技術の研究、物体操作機能の高度化のための実現研究を進めつつ、最終シナリオ実現環境を構築する。

参考文献

佐藤知正/編著 東京大学 21 世紀 COE 実世界情報プロジェクト/監修「人と共存するコンピュータ・ロボット学 実世界情報システム」, オーム社, 2004.

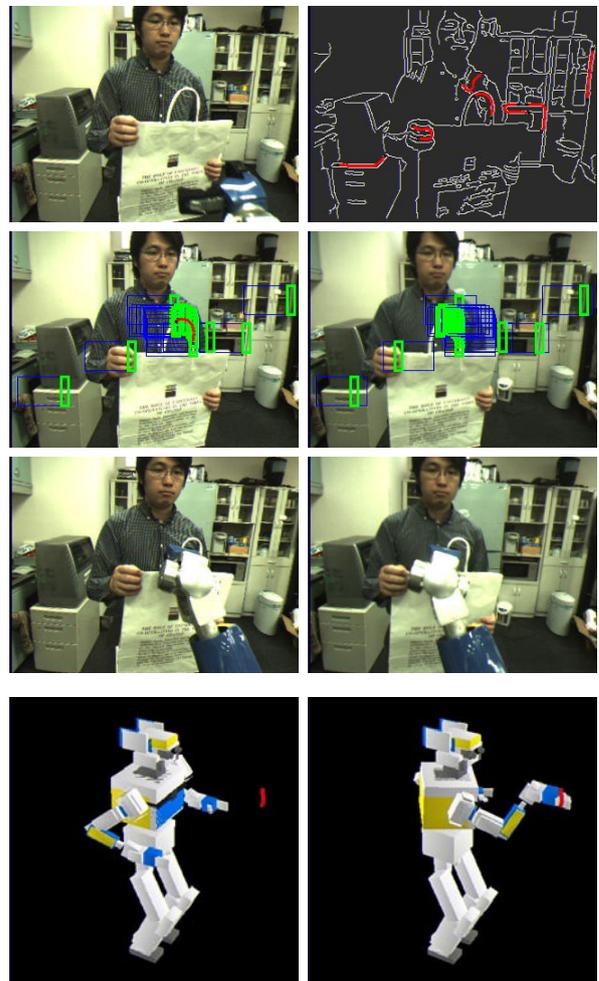


図 7: 手提げ袋の手渡し行動