

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

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研究を行ってき

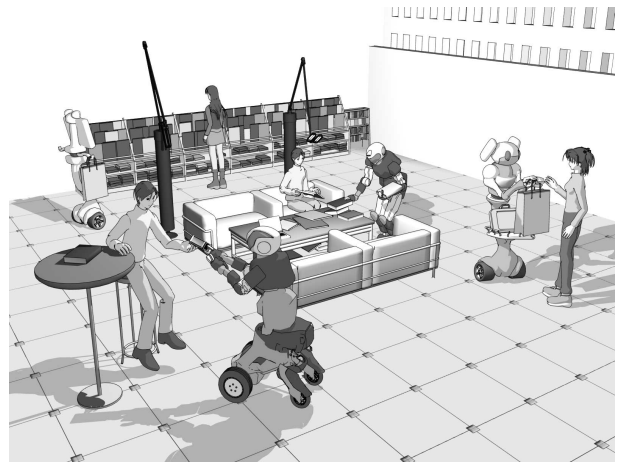


図 1: ヒューマンロボット研究における支援行動

いる．

本年度は，本グループ内の個々の成果がどのような形で本グループが目指している行動支援環境イメージと結びつくかを描きながら，全体の統合に向けた準備を進めた年となった．本稿では，その支援環境例での行動イメージに描かれた支援様式と現在開発を行っているロボット・デバイスとの関係を示しながら，本年度の研究成果のまとめと今後の計画について示してゆく．

2 ロボット研究グループにおける支援行動

ヒューマンロボット研究における支援行動環境は、複数の人がそれぞれに自由にロボット環境から支援を受けていることを考え、図1のような環境イメージを持ち、その中にあるそれぞれの人とロボットのインタラクションにおいてどのような認識と動作と判断が必要になるかを明らかにしてゆくことがテーマとなる。図では、ロボットが人に対して様々な支援を行っている。携帯情報端末を手渡しているロボット、本を読んでいる人に適当な照明を与える照明ロボット、テーブル上の本を片付けているロボット、人の帰りがけに預かっていた荷物を手渡すロボットなどが示されている。以下では、そのイメージ環境の中で現在研究を行っている個々の技術やテーマについて述べる。

3 センサーフロアと照明ロボット

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次元にしか利用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2のように、部屋一面の床の圧力を計測できたとすれば、人の位置に応じて行為の予想をすることが可能となる。図1にあるように、床に敷き詰めることが可能な薄型のセンサーマットを導入することで、人の移動情報や椅子や机への接触状況を判断することが可能となる。たとえば、人の場所に応じて照明の位置・姿勢・明度を自動的に調節できるようにするシステムの構築に利用することができる。本年度は、照明ロボットにおける

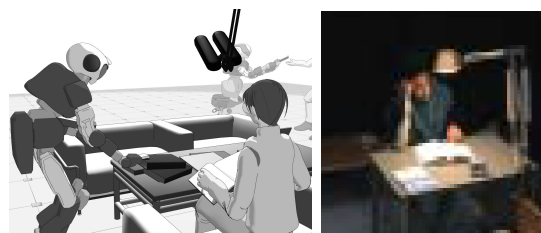
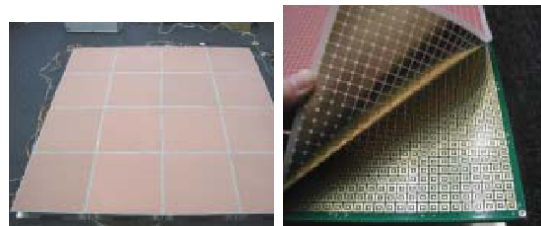
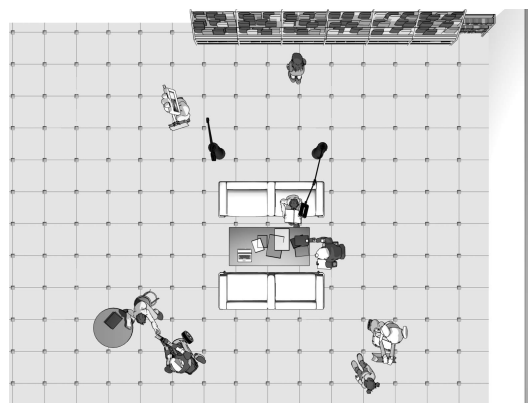


図2: センサーフロアと照明ロボットの連携

人の場所に応じた制御を行う実験環境を構築し、実験を行った。

4 物の受け渡し方としぐさの獲得

人が物を手渡す際にはいろいろな姿勢が可能である。図1の中には、図3のように小型の情報端末を手渡している。小型の物体の場合には片手で物を手渡すこともできるが、人は丁寧に物を手渡す際に両腕で手渡す動作を行うこともある。ヒューマノイドのように人の形をしている場合には、人の自然な動作と同様の仕草を期待される場合も多いと考えられる。人の場合には相手への接し方を社会的な経験から獲得している。ロボットにとっても自然な姿勢がどうであるかを獲得するために、人の姿勢を見習うための仕組みが必要である。人

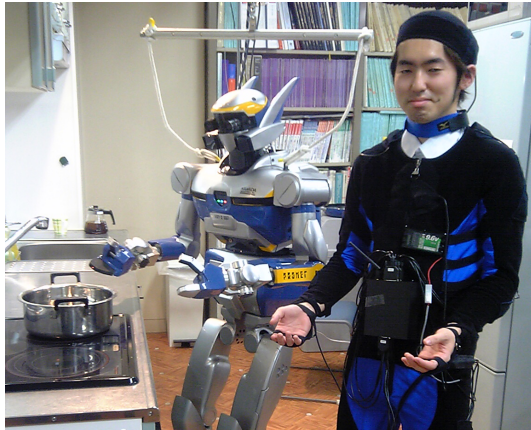
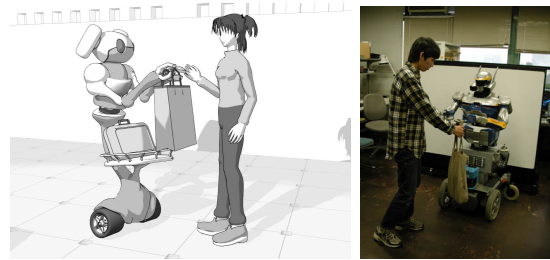
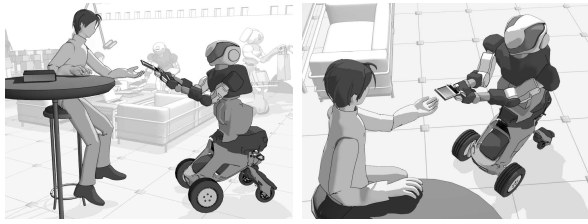


図 3: 物の手渡し行為

図 4: 荷物の受渡しとロボット視野

の姿勢を見習うにはロボットの視覚認識機能を用いる方法のほか、人の関節リンクに装着した姿勢センサの集合から得ることが可能である。小型の姿勢センサはMEMS技術により実現が可能となってきた。

手荷物をロボットが受け渡す動作においては、人が受け取り易いように人の動作に併せて手渡す動作が必要がある。図4のように、持ち手のあるバッグの場合に人がその持ち手を受け易い持ち方を選べる能力が重要になる。相手が荷物を受け取ることができている状況かどうかを視覚で認識する能力も不可欠な行動となる。本年度は、ウェアラブルモーションキャプチャシステムを導入することによって、どのような場所にあってもさまざまな姿勢をオンライン入力し、ヒューマノイドの操縦に利用できる環境を実現した。

5 物体認識と物体操作行動

テーブル上の本を片付ける動作などのように、操作対象物を発見し操作できるようにすることはロボットにとっての基本動作である。対象物をど

のように発見するか、発見した対象への操作手順をどうするか、ロボットのハンドをどのように誘導してゆくか、ということを決める能力がロボットに必要となる。一般に対象物とその配置は多様であり、対象物の周辺も含めた認識と操作計画を生成できる必要がある。図5には、テーブル上の物体を片付けようとしている場面での、両眼立体視システムで観察した場合に得られる距離画像と入力画像である。対象物を発見するにはテーブルの場所、対象物の切り出し、対象物の周辺の物体の位置関係、対象物の周辺の物体を考慮したロボット動作の軌道計画を行う必要がある。

視覚により得られる情報には不確実な部分や精度の限界がある。ハンドにより対象へ触れた後から動作を対象に馴染ませながら操作するという機能が不可欠となる。ハンドが対象に触れたこと、対象の把持、持ち上げなどの動作に対して対象がどのようになったかを知覚することは不可欠な能力となる。

とくに、図6のように、把持した物体を他の物体との位置関係を誘導しなければならない行為においては、ハンドの動きだけでなく把持対象物と

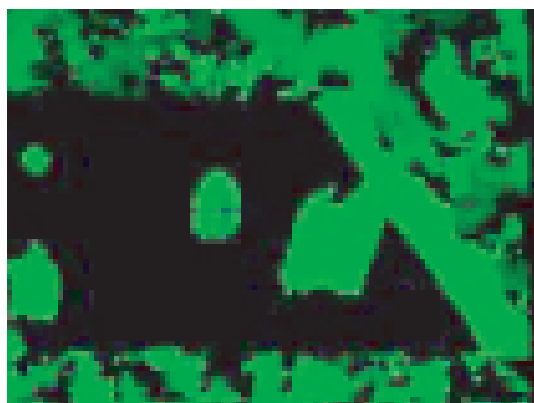
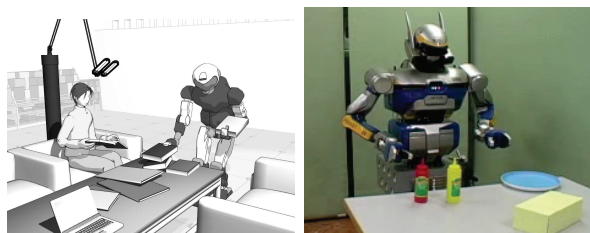


図 5: 片付け行動

他の物体との位置関係へ注意を向ける知覚機能が不可欠となる。

物の把持を基本とする場合に、ハンドの構造と感覚機能は重要である。MEMS 技術などによる近接センサや触覚、力感覚センサなどの多数の小型化したセンサを多数搭載可能な技術が不可欠である。そのための技術として、本年度は、マイクロ・ナノ融合技術を用いて触覚センシングシートを実現した。シートとして実現可能なものであり、圧力分布の計測だけでなく、せん断力の分布も計測することが可能なシートを実現する技術となっている。

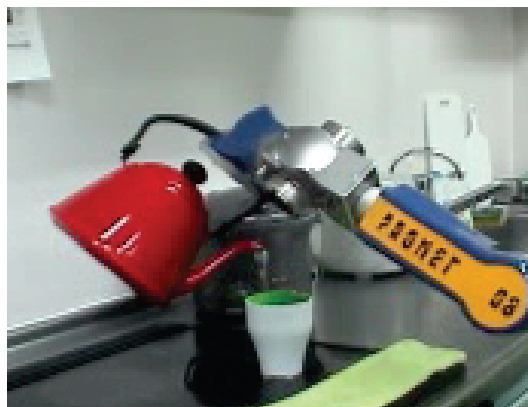


図 6: 物体操作

6 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これまで開発しているロボットの現状について示した。今後は、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、人への物の受け渡し、後片付けなどの物体操作機能の高度化のための実現研究を進めてゆくことになる。

参考文献

稲葉他，人の傍にあるロボティクス，実世界情報システムプロジェクト・ロボットグループ，21世紀COE情報科学技術戦略コア，平成15年度報告書，2003。