

「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」
平成22年度採択研究代表者

| |
|----------------|
| H23 年度 実績報告 |
|----------------|

神田崇行

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・知能ロボティクス研究所・上級研究員

ロボットによる街角の情報環境の構築

§1. 研究実施体制

(1) 研究代表者グループ

- ① 研究代表者: 神田崇行(株式会社国際電気通信基礎技術研究所・知能ロボティクス研究所・
上級研究員)
- ② 研究項目
 - ・街角環境理解技術の研究(研究項目1)
 - ・街角環境調和型のインタラクション技術の研究(研究項目2)

§ 2. 研究実施内容

(文中に番号がある場合は(3-1)に対応する)

本研究では、街角でのロボットの利用のための課題となっている、ロボットと街角環境との調和の実現を目指し、「街角環境理解技術の実現(研究項目1)」と「街角環境調和型のインタラクション技術の実現(研究項目2)」の2つの研究を進める。それぞれの研究項目について、本年度の実施内容を以下に示す。

(1) 街角環境理解技術の実現(研究項目1)

この研究項目では、街角での人々の広域での移動行動を計測、蓄積することにより、人々の集まりや流れといった街角の状況や場所の使われ方を把握する街角環境理解技術の実現を目指す。平成23年度は、以下の研究を進めた。

・広域での人の位置計測

平成22年度に作成した3次元計測センサプロトタイプに基づいて人位置計測に必要な条件を検討したところ、解像度が人の身体上で10cm、速度が10Hzの条件が必要であることが分かった。そのために、試作した3次元計測センサの構成部品を固定する板を重量が大きなものを使用し、反射鏡も長さ20cm以上の大きなものを使用する必要があることが判明した。ゆえに、この改良を行うと、サイズと重量が大きくなり、設置場所が天井の梁に限定されてしまうため、当初計画通りに3次元計測センサのプロトタイプを量産して多数を設置することは困難である。その代わりに、平成23年度に市販が開始された軽量な3次元計測センサが利用できることが分かった。同センサは計測距離が短い点が問題であるものの、センサをより低い天井に密に設置することにより利用可能である。

また、3次元計測センサを用いた人追跡アルゴリズムの研究を進めた。実験室内の天井に設置した3次元計測センサを用い、人の位置および身体の向きを推定するシステムを実現し、人の密度がある程度高い条件下でも安定して動作することを確認した。平成24年度以降に街角で利用するための位置計測技術の準備が整った。

人位置と身体の向きの 推定結果

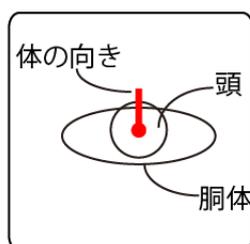


図1 3次元計測センサを用いた人の位置および体の方向の推定.

・街角の状況認識・環境理解

提案時の計画では、街角の状況認識・環境理解は、認識技術を作り、その結果を解析するというアプローチを予定していた。一方、研究の進捗にともなって歩行者行動のモデル化を進める中で、個々のエージェント(歩行者)の行動原理をモデル化し、シンプルな行動原理で動くエージェントの局所行動(microscopic behavior)の結果が複雑な大局行動(macrosopic behavior)を作り出す、という創発的な視点に立つ方が有望であるとの見通しを持つようになった。

この観点から、計画通り、グループや集まりといった行動を説明できるように歩行者モデルの拡張の検討を進めるにいたった。歩行者モデルにおいて、従来研究では環境からの影響に関するモデル化はあまり行われていない。そこで、昨年度に取得したシンプルな形状の通路領域での移動行動に関するデータセットの統計的な解析を進め、モデル化を行い、流れを作り出す歩行者モデルのプロトタイプを構築するに至った。この結果は、来年度に開催される歩行者モデルに関する国際会議にて報告する予定である。また、グループでの歩行行動についてもモデル化を進めている。従来の social force を拡張し、グループ間での引力を考慮したプロトタイプを構築するに至った。このモデルについては、今後、実環境で取得した大規模なデータセットを用いてキャリブレーションと検証作業を進める予定である。

(2) 街角環境調和型のインタラクション技術の実現(研究項目2)

この研究項目では、街角の状況や場所の使われ方に関する常識(研究項目1の街角環境理解の結果)を踏まえてロボットが適切なインタラクションを行うことで、街角環境と調和して移動したり、人々に話しかけることを可能にする技術を実現することを目指している。平成 23 年度は、以下の研究に取り組んだ。

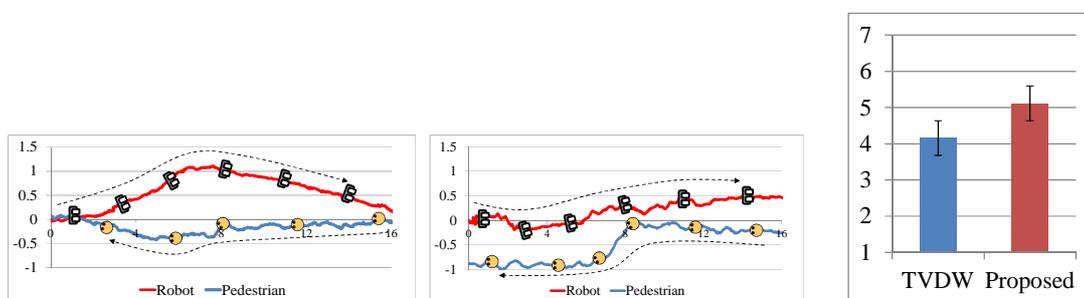
・ロボットのインタラクション技術

ロボットのインタラクション技術のうちで、周囲の歩行者と調和した移動の研究を進めた。街角で、人々は互いに邪魔になることなく移動している。いわゆる歩き方の社会常識があり、人々はこれを踏まえた行動をしている。この研究項目では、このような人々の歩行時のインタラクションを観測し、近傍の人との距離の取り方や回避の間合いといった移動行動、移動方向を分かりやすく示す視線行動をモデル化し、ロボット上に実装することにより、邪魔にならない移動を実現することを目指している。

昨年度に、街角程度の混雑度合いでの人の行動を再現する歩行者行動モデルを実現した(F. Zanlungo, T. Ikeda and T. Kanda, "Social force model with explicit collision prediction", *Europhysics Letters (EPL)*, Vol. 93, No. 6, 2011)。このモデルをロボットの移動に利用することで、ロボットによる自然な移動行動の実現を目指す研究を進めた。歩行者行動モデルを用いることでロボットは人同士が避けあう場合と同様に距離を取って回避することができるが(図 2-a)、既存手法はぶつからないための回避しか行わず、歩行者の方が大きく回避しがちである(図 2-b)。これらの手法の印象比較を行う実験を実施した。25 人の被験者による比較実験の結果、歩行者行動

モデルを用いたロボットは、既存の手法を用いた場合よりも、邪魔にならず総合的に高い評価を得たことが示された(図 2-c).

また、話しかけやすい移動の仕方についても研究に取り組んだ¹⁾. 具体的には、警備員の経験を持つ人々の歩行行動を分析し、どのような振る舞いが話しかけやすい移動の実現に有用であるかを分析した. その結果、話しかけやすい移動を実現するために、歩行者に対して平行に移動すること、歩行者の付近で移動速度を低下させること、および歩行者に対して視線を向けること、の3つが重要であることが明らかになった. これらの分析からモデル化された振る舞いをロボットに実装することで、話しかけられやすい移動を実現した(図 3-a). さらに、39 人の被験者による比較実験を行い、視線の有無と移動軌跡の変化の有無による影響を検証した結果、モデル化した振る舞いを用いることで、ロボットは総合的に高い評価を得ることができた(図 3-b).



(a) 歩行者行動モデルによる移動軌跡 (b) 既存手法による移動軌跡 (c) 総合評価

図 2 自然な移動行動の実現



(a) 実験中におけるロボットの様子 (b) 総合評価

図 3 話しかけやすい行動の実現に関する比較実験の結果と、ロボットの様子

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

●論文詳細情報

1. Kotaro Hayashi, Masahiro Shiomi, Takayuki Kanda, Norihiro Hagita, Friendly Patrolling: A Model of Natural Encounters, The 2011 Robotics: Science and Systems Conference (RSS 2011), 2011. (<http://www.roboticsproceedings.org/rss07/p18.html>, DOIコードなし)
2. Kotaro Hayashi, Masahiro Shiomi, Takayuki Kanda, Norihiro Hagita, Are Robots Appropriate for Troublesome and Communicative Tasks in a City Environment?, IEEE Transactions on Autonomous Mental Development, 2012. (accepted) (DOI: 10.1109/TAMD.2011.2178846)

(3-2) 知財出願

- ① 平成 23 年度特許出願件数(国内 1件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 11件)