

コンテキストを持つ環境センサ： ヒューマン・ロボットインタラクション支援システム COSPI の提案

Environmental Sensors with Context:
Proposal of a Communication Supporting System COSPI for Human-Robot Interaction

石井 健太郎*¹ 今井 倫太*²
Kentaro Ishii Michita Imai

*¹慶應義塾大学大学院 理工学研究科
Graduate School of Science and Technology, Keio University

*²慶應義塾大学 理工学部 科学技術振興機構 さきがけプログラム
Faculty of Science and Technology, Keio University PRESTO, JST

This paper proposes a communication supporting system named COSPI for human-robot interaction. In order to realize a smooth interaction between a person and a robot, the robot needs to recognize objects around the robot including the person. However, because of limited space and poor resolution, it is difficult to get enough data from sensors on the robot. To compensate for information around the robot, COSPI provides data from sensors around the robot. In addition, while the robot communicate with a person, it is desirable to concentrate on the communicating person. This is because it takes much computation time to recognize environment from all sensor data. For this reason, COSPI varies providing data by its internal state. In this paper, we explain how COSPI's state is determined and what kind of data COSPI provides.

1. はじめに

人間とロボットが円滑なコミュニケーションを行うためには、人間を含む周辺環境をロボットが認識する必要がある。コミュニケーションを行うロボットには周辺環境を認識するためのセンサが搭載されており、センサデータを基にしてロボットは次の行動を決定する。

しかし、センサから得られる情報は周辺環境を認識するには少ない。また、得られる情報の範囲もロボットに非常に近接した範囲に限られてしまう。このため、ロボットに搭載しているセンサではコミュニケーションに必要な情報を十分に得ることが困難である。

そこで、ロボットの活動する周辺環境にあらかじめ配置されたセンサを用いて人間の行動を認識する研究が行われている。インテリジェントスペース [森岡 04] は、センシング能力、データ処理能力、ネットワーク機能が一体となったデバイス DIND を分散配置した知能化空間である。人間の 3 次元位置を追跡し、人間に追従するためのデータをロボットに提供している。分散視覚システム [十河 99] は、環境に埋め込まれ相互にネットワーク接続された多数の視覚センサによって構成されている。視覚センサにはあらかじめ移動の軌跡を直接教示しておき、各視覚センサの局所的な画像情報に基づきロボットを誘導する。

これらのシステムではあらかじめロボットに与えられているタスクは限定されており、各センサはロボットのタスクを遂行するために必要なデータをロボットに送信している。本研究では環境内に複数の人間が存在し、ロボットはその中の数人とコミュニケーションを行うことを想定している。しかし従来のシステムでは、すべてのセンサから得られる情報がロボットへ送信されるため、ロボットが認識するために多くの計算時間を必

要とし、素早い反応を妨げることになる。このため、従来のシステムをコミュニケーションロボットにそのまま適用することは難しい。

本研究では、コンテキストによってセンサが注目する認識内容をロボットの必要に応じて変化させるシステム COSPI を開発する。コンテキストは、ロボットのコミュニケーション状態を、ロボットの行動履歴、センサデータ履歴、ロボットの内部状態の 3 要素により決まる。本研究で開発するシステムでは、コミュニケーション中であるかどうかによってセンサが認識する内容を変化させ、現在行っているコミュニケーションに注意を集中させることによって、素早い反応をすることが可能である。

2. 環境センサ

本研究では、ロボットが行動する周辺環境にセンサを配置している。本論文では、これらのセンサを環境センサと呼ぶ。本論文では環境センサは 3 台のカメラであり、各環境センサは 5 メートル四方の空間に分散配置されている (図 1, 図 2)。

環境センサは背景差分を利用して、環境内の人間やロボットを認識する。環境センサは同時にフレーム間差分を計算しており、環境内での動作を認識することができる。

本研究では、環境センサを取りまとめるシステム COSPI に次章で述べるコンテキストを持たせている。コンテキストはロボットの行動の流れの中で、コミュニケーションを行っているかどうかを表すものである。コミュニケーションの流れの中で、ロボットが必要とする周辺環境は異なる。例えば、ロボットがある人間とコミュニケーション中であれば、その人間の動作の認識が必要である。しかし、ロボットが特定の人間とコミュニケーションを行っていない場合には、環境内にいるすべての人間に注目し、その動作を認識することが重要である。本研究で導入するコンテキストを考慮することによって、環境センサが注目すべき認識内容をロボットの必要に応じて変化させることができる。環境センサが状況に応じて適切な情報をロボットに

連絡先: 石井 健太郎, 慶應義塾大学大学院 理工学研究科, 223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, 045-560-1070, 045-560-1064, kenta@ayu.ics.keio.ac.jp

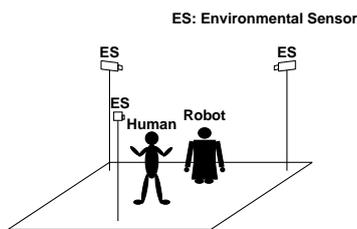


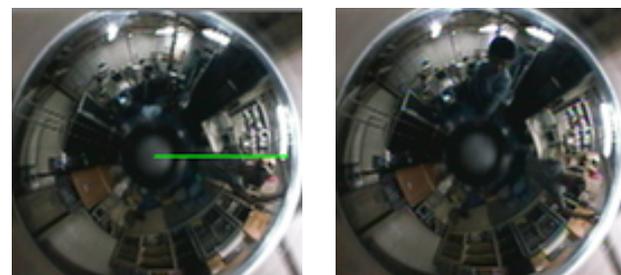
図 1: 環境センサの配置



図 2: 環境センサの画像



図 3: コンテキストによるセンサデータの制限 (左: Stopped, 右: Communicating)



送信することができれば、ロボットが認識するための計算時間を抑えることができ、素早い反応を行うことができる。

3. コンテキスト

本研究では、ロボットの行動履歴、センサデータ履歴、ロボットの内部状態によって決まる仮想的な状態をコンテキストと定義する。COSPI はロボットが実行中の行動とロボットの内部状態を受信する。COSPI が持つコンテキストには以下に示す 4 つのものがある。

- ロボットはいない (Not Appeared)
- ロボットは停止している (Stopped)
- ロボットはコミュニケーション相手を探索中 (Searching)
- ロボットは人間とコミュニケーション中 (Communicating)

環境センサがロボットを認識できない場合はコンテキストは Not Appeared となる。

ロボットを認識している場合は以下のいずれかのコンテキストとなる。ロボットが行動を起こしていないときには Stopped コンテキストとなる。ロボットが行動中であるかどうかはロボットの内部状態で定義されており、それを基に COSPI はコンテキストを決定する。

環境内に人間が存在し、コミュニケーションに関わる行動を連続してロボットが行った場合には Communicating コンテキストに変化する。環境内に人間を認識できなくなった場合やコミュニケーションには関わりのない行動が続いた場合にはコンテキストは Searching となる。

4. ロボットの行動設計

COSPI はコンテキストによって、環境センサが認識する動作を変化させる。以下ではコンテキストの違いによって認識対象が異なる例を示す。

コンテキストによる認識対象の変化

ロボットの後方に人間がいて、手を振っている状況を考える。環境センサの画像内には手を振っている人間をとらえることができる (図 3 上)。

Stopped および Searching コンテキストでは、手を振っている人間が次のコミュニケーション相手となり得るため、手を振っている人間の動作を認識すべきである。しかし、Communicating コンテキストの場合は、手を振っている人間の動作を環境センサが認識すると、コミュニケーション相手から別の人間にロボットの注意が向き、円滑なコミュニケーションを妨げる。このため COSPI では、コンテキストが Communicating の場合には、ロボットが向いていない方向の認識を制限する。

図 3 の下の図はロボットに搭載されている全方位センサの画像である。Stopped コンテキストにおいてはセンサデータ (画面右) を受け取っている。ロボットが向いている方向のセンサデータはロボットの認識を助ける情報となり得るため、Communicating コンテキストにおいても認識する。

5. まとめ

本論文では、コンテキストを持つ環境センサをロボットの行動範囲に配置することにより、ロボットの周辺環境認識を支援するシステム COSPI を開発した。COSPI は環境センサの認識対象を、コンテキストにより変化させる。

しかし現段階では、環境センサによる認識は十分とは言えない。環境内の人間の位置推定には背景差分を用いたが、服の色によっては認識されないことがある。また、対象物体が障害物の影になってしまうこともある。今後、環境センサの種類・数を増やしていく必要がある。現在、温度センサ、超音波距離センサの導入を進めている。また、本論文で提案した設計方針に従い、コンテキストを細分化し環境センサの認識機構を増やしていく必要がある。

参考文献

- [森岡 04] 森岡 一幸, 李 周浩, 橋本 秀紀: 知能化空間における移動ロボットの人間追従制御, 日本ロボット学会誌, vol.22, no.1, pp.103-111, (2004)
- [十河 99] 十河 卓司, 木元 克美, 石黒 浩, 石田 亨: 分散視覚システムによる移動ロボットの誘導, 日本ロボット学会誌, vol.17, no.7, pp.95-102, (1999)