

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 25 日現在

機関番号：32641

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22700206

研究課題名（和文）

空間知能化のための空間内の事象の観測と記述に基づく人の活動内容の分類

研究課題名（英文）

Observation of Human Activity in Intelligent Space

研究代表者

新妻 実保子 (NIITSUMA MIHOKO)

中央大学・理工学部・助教

研究者番号：10548118

研究成果の概要（和文）：

（1）角度比較による時系列データの分類

位置座標に依存しない時系列データの分類について検討した。初期姿勢が類似度計算に影響を与えないよう、初期姿勢補正を考慮した類似度計算手法を提案し、人の歩行経路の分類、及び手の動作の分類に適用し、位置の近さではなく形状の類似度に基づく分類を行い、その有用性を示した。

（2）地図による活動内容の記述とその分類

環境地図、及び活動履歴を階層に分けて、選択的にデータを更新・利用できる仕組みを提案した。人、物の移動履歴として、移動度合いを移動頻度、及び移動速度に基づいて算出し、グリッド地図として表現する手法を提案した。

（3）持続的な観測のための観測システムの実装

RTミドルウェアによるシステムのコンポーネント化を行い、ロボティクス技術の埋め込まれた住宅実証環境へ統合・実装した。活動モデルの構築と活動内容の推定を行うためのプラットフォームを整えることができた。

研究成果の概要（英文）：

（1）An approach to extract human walking paths independently from the orientation of the paths in a global coordinate system is proposed. More specifically, we propose a similarity measurement based on AMSS (Angular Metrics for Shape Similarity), and then classify human walking paths using a hierarchical clustering method. Experimental results show that the proposed approach achieves rotation invariant extraction of human walking paths.

（2）A method to build a map including mobile objects' movement in living environments is proposed. To describe movement history of humans and objects, we detect moving objects from scan data using a laser range finder. The method does not need any background information. Weighting values of each cell on a grid map are calculated based on direction and velocity of movements.

（3）The observation system and iSpace are implemented based on Open Robot Technology Middleware (RT-Middleware) to integrate them with a robotics devices embedded environment. This can be used for a platform to build users' activity models and estimate human activity.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1700000	510000	2210000
2011年度	1300000	390000	1690000
年度			
年度			
年度			
総計	3000000	900000	3900000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：情報学

キーワード：知覚情報処理・知能ロボティクス

1. 研究開始当初の背景

空間内を観測し、観測結果に基づき、人やロボットに対してそれらの活動を支援するような働きかけを行う**空間の知能化**に関する研究が世界的に行われている。知能化された空間に共通する機能は、空間や人を観測し、観測結果に応じて情報提示やロボットの制御を行うという機能である。図1に示すように、空間には人、物、及び働きかけを行う機器類（ロボット・メカトロニクス機器や情報提示デバイスなど）が存在しており、空間に生じる事象は、人、物、機器類、それぞれの空間での振る舞い、及びそれらの相互作用の結果として位置づけられる。空間に分散配置された様々なセンサを用いて空間内で発生する事象を観測し、それらの莫大なデータを計算機が利用可能な形式で記述・蓄積することが、実際の状況に合わせて人にとって有用な情報提示やロボットの制御を行うために必要不可欠となる。

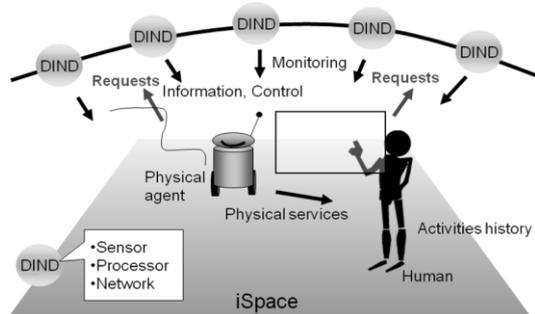


図1 空間知能化

2. 研究の目的

本研究課題は、空間の観測に基づきロボットなどのアクチュエータを用いて、人やロボットの活動を支援しようとする空間の知能化の実現に不可欠である、空間内の事象の観測と記述について検討するものである。具体的には、記述対象である空間内の事象を空間における人の活動と位置づけ、以下の3点に

ついて研究をすすめる。

(1) 観測データから事象を切り出し、記述する項目、及び内容を検討し、その有用性を評価する。

(2) 人の活動内容に対応するよう抽出データの関連性を見出し、分類し、活動モデルを生成する。

(3) 活動モデルの逐次的な更新と、モデルに基づく人の活動内容の推定手法を提案し、評価する。

3. 研究の方法

空間内の事象として人、物、及びそれらの空間での振る舞いに着目し、人と物の観測を通して人の活動を「いつ (when), どこで (where), 誰が (who), なにを (what), どのように (how)」という 4W1H 形式で記述する。

人と物を観測するシ観測システムは3軸加速度センサを搭載した小型無線ネットワークデバイス（以降センサノードと呼ぶ。図2参照）(s1), モーションセンサ (s2), 3次元位置計測システム (s3), 処理サーバ (c1), データベース (c2) の5つの部分から構成される。それぞれの部分はネットワーク化されており、処理サーバは (s1)~(s3) のセンサからデータを収集し、4W1H データを獲得した後、(c2) のデータベースへ 4W1H データを蓄積する。



図2 センサノード

4. 研究成果

(1) 角度比較による時系列データの分類

申請者の先行研究では、空間内の人、物の振る舞いを記述するために、それぞれの位置を計測し、動作の分類を行っていた。しかし、人や物の振る舞い（移動、動作）は異なる場所でも同様な振る舞いが見られることがあった。したがって、位置だけでなく、動作、移動経路の形状に基づく分類が必要であると考え、位置座標に依存しない時系列データの分類について検討した。

AMSS (Angular Metrics for Shape Similarity) を用いて時系列データ間の類似度を算出した。さらに、初期姿勢が類似度計算に影響を与えないよう、初期姿勢補正を考慮した類似度計算手法 (Rotation-invariant AMSS) を提案した。人の歩行経路の分類、及び手の動作の分類に適用し、位置の近さではなく形状の類似度に基づく分類を行い、その有用性を示した。分類は階層的クラスタリングにより行った。

人の歩行経路を超音波式三次元位置計測装置 (古河機械金属 (株) 製) により計測し、歩行系経路の分類に適用した。図3に観測した歩行経路、図4及び図5にその分類結果を示す。経路の位置における近さではなく、経路形状の類似性に基づいて分類されていることが確認できる。図5のクラスタ1とクラスタ3の分類結果は同じ形状に見えるが、移動方向が異なる経路である。したがって、提案手法により動作の形状、及び動作の向きを考慮した分類が可能である。

図6にもものを使用した際のものの使用動作に本手法を適用し、経路の冷蔵庫のドア、ペン、及びコップを用いた動作をそれぞれ分類した。結果として、冷蔵庫のドアの動きは開く動作と閉じる動作の2つが抽出され、コップは冷蔵庫へ向かう動作と冷蔵庫から机へ戻る動作が抽出された。ペンに関しては、一種類の動作が抽出された。

これらの動作をHow情報としてものと場所の情報と関連付けて、人の動作履歴としてデータベースに記述した。

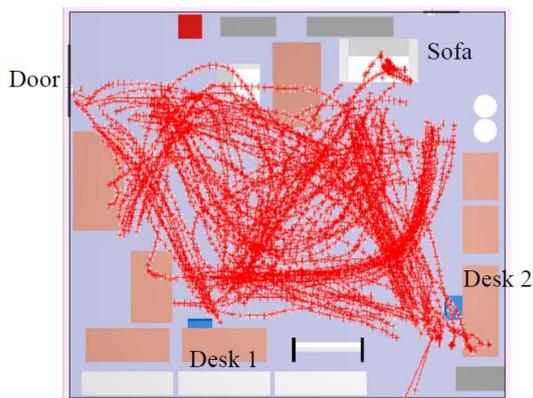


図3 観測された人の移動経路 (分類前)

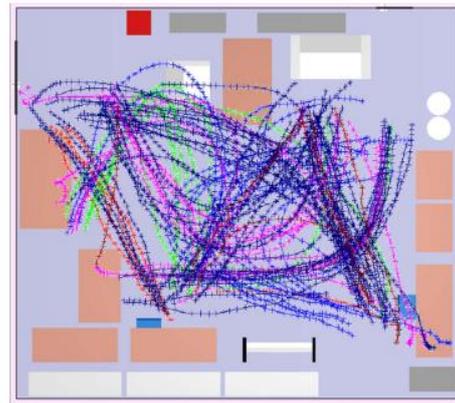


図4 観測された人の移動経路 (分類後)

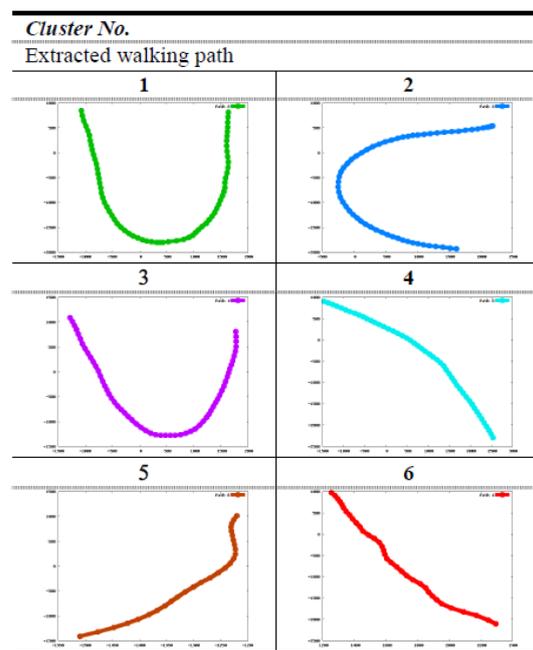


図5 分類された歩行経路

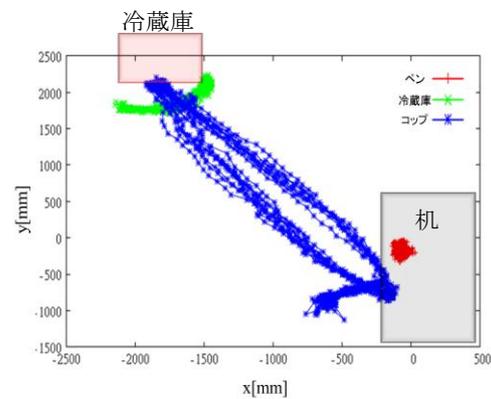


図6 人とももの利用軌跡

(3) 持続的な観測・支援のための空間知能化フレームワークの提案

持続的に観測データを蓄積し、活動モデルを逐次的に更新していくためには、保守・運用性の高いシステム統合が求められる。また、生活支援に利用できるロボティクスシステムが利用可能な環境に置いて活動観測を行えるよう、RTミドルウェアによるシステムのコンポーネント化を行い、ロボティクス技術の埋め込まれた住宅実証環境へ統合・実装した。活動モデルの構築と活動内容の推定を行うためのプラットフォームを整えた。4W1Hデータは階層地図(図7)に基づき観測情報記述フレームワークとして統合されている。

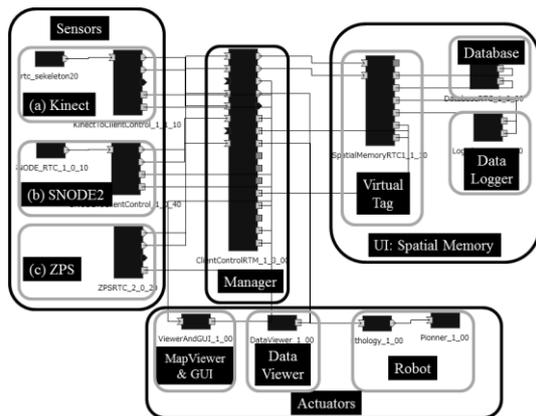


図 11 空間知能化のシステム構成

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① Mihoko Niitsuma, Hiromu Kobayashi, Ayumu Shiraishi, "Enhancement of Spatial Memory for Applying to Sequential Activity", Journal of Applied Sciences, No. 9, pp. 121- 137, 2012. 査読有

[学会発表] (計 2 件)

① 廣井翔, 越智照通, 和田康介, 新妻実保子, "可動物体を反映した環境地図とその経路 計画への応用", 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 2N1-1, 2011.09.08. 芝浦工大豊洲キャンパス.

② Hiromu Kobayashi, Hideki Hashimoto and Mihoko Niitsuma, "An Approach for Extraction of Human Walking Path in Intelligent Space", 2011 4th International Conference on Human System Interactions, 2011. 5. 20. 東工大日吉キャンパス.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新妻 実保子 (NIITSUMA MIHOKO)
中央大学・理工学部・助教
研究者番号: 10548118