

機関番号：17102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700200

研究課題名（和文） 協調動作空間における動作の時空間共起性に着目した
早期認識に関する研究研究課題名（英文） Early Recognition of Co-occurrence Gesture Patterns
in Cooperative Working Space

研究代表者

島田 敬士（SHIMADA ATSUSHI）

九州大学・大学院システム情報科学研究所・助教

研究者番号：80452811

研究成果の概要（和文）：

複数の人物が存在する協調空間において観測される人物の動作が完了する前の段階で認識を行う早期認識法を確立するために、協調空間を個人の領域に分割する「協調空間分割」、個人に対する動作の早期認識手法の確立を目指す「個別早期認識」、他人の動作内容を併用して早期認識を行う「協調早期認識」について開発した。

研究成果の概要（英文）：

We developed a novel method to output recognition result at the beginning part of a gesture pattern in cooperative working space. Our approach can automatically find a unique pattern of posture in each gesture pattern. We used such unique information to determine an output result. Actually, we developed two kinds of methods; focused on individual gesture pattern and focused on co-occurrence gesture pattern.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：

科研費の分科・細目：

キーワード：

1. 研究開始当初の背景

近年のマンマシンインタラクション技術の発達は任天堂Wiiを初め目覚ましいものがある。ユーザは特別なデバイスを装着することで、直感的な操作でマシンに対してユーザの意図を入力できるという特徴がある。次世代のマンマシンインタラクションには、このような特別なデバイスを必要とせず、人間の動作を直接入力として利用するインタフェースの実現が求められている。さらに、これまでのように機械と人間が1対1でインタラク

ションを行うのではなく、VR環境などにおける1対多あるいは多対多のインタラクションへの発展も期待されている。インタラクションの多様化が進むに連れて、ユーザからシステム側に入力される情報（意図）も単純なボタン入力のようにユーザの意図が瞬時に分かるものではなく、動作のような時空間で多様に変化するものが入力になり、その意図を瞬時に解釈することは難しくなっている。従って、マンマシンインタラクションを円滑に行うには、システム側の応答速度を

できるだけ短くする仕組みが必要になる。

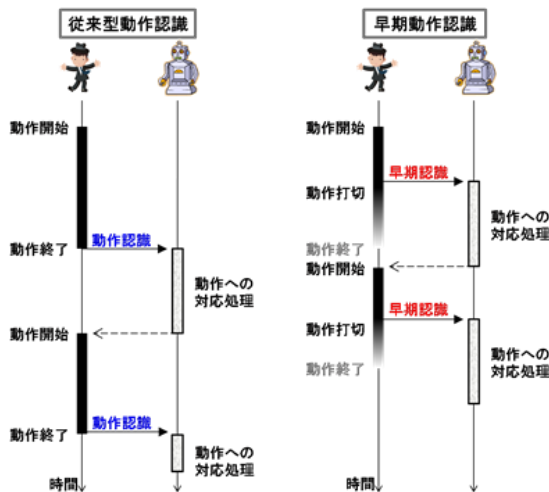


図 1 従来型認識と早期認識の違い

2. 研究の目的

本研究では「複数の人物が存在する協調空間において、動作の早期認識を行う」ための手法を確立することを目指す。

従来の動作認識手法の特徴は、入力する動作がすべて完了した時点で認識処理を施し結果を出力するものである。これに対して、早期認識は、動作が完了する前に認識結果を確定する。従来型の動作認識とは異なり、残りの動作は不要となるためインタラクションの効率化に有効である（図 1 にその様子を示す）。

図 1 では、個人がマンマシンインタラクションを行う場合の従来型動作認識と早期認識の違いを表しているが、本研究では複数の人物が同時に作業を行う空間を認識対象とする。その際に、複数の人物の動作を個別に認識するのではなく、動作の共起性を利用した早期認識を確立することを目的とする。協調空間では、人物間の動作には『人物 A がある動作をした場合、人物 B はこの動作をする』というような何らかの相関がある場合が

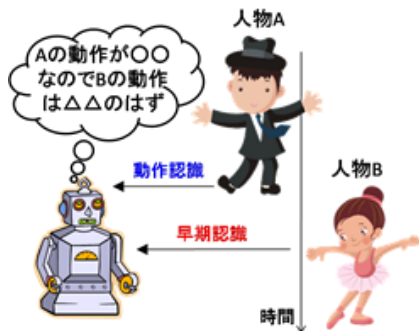


図 2 強調空間における早期認識

多い。この性質は、早期認識にも応用可能であると考えられる。つまり、先に動作を行った人物の認識結果を受けて、別の人物がどのような動作をするのかを推測することが可能であり、その推測がひとつの動作に確定できれば早期認識が達成できる（図 2）。

3. 研究の方法

本研究では、協調空間を個人の領域に分割する「協調空間分割」、個人に対する動作の早期認識手法の確立を目指す「個別早期認識」、他人の動作内容を併用して早期認識を行う「協調早期認識」について取り組む。

(1) 協調空間分割

動作認識の前処理として、人物の姿勢特徴を抽出する必要がある。これまでの協調空間での人体姿勢計測法では、一人の姿勢情報に加えて二人が同時に空間に存在する場合の姿勢情報も予め事例として登録するものである。そのため、計測対象となる人数が増えるとその事例の組は爆発的に増加するという問題がある。これに対して人物毎に対象を分割できれば、各人物に対する姿勢計測は、一人を対象とした姿勢計測技術を利用できる。本研究ではこのような観点から、初期の段階で協調空間を人物毎に空間分割する手法を開発する。

具体的には、多視点の 2 次元画像から検出した複数人物領域のシルエットから視体積交差法により複数人物の 3 次元形状を復元する。その後、3 次元形状内の手足、頭部位置情報を利用して、各個人の領域分割する。空間分割後は、分割情報を 2 次元画像に投影して 2 次元画像での分割結果を得る。その後は、過去の研究成果である個人の身体姿勢推定手法を適用する。

(2) 個別早期認識

早期認識が可能となるのは、観測時点での姿勢が唯一の動作パターンからのみ利用される場合である。言い換えれば、複数の動作から参照される姿勢である場合は、その時点では早期認識は不可能である。先行研究の手法は、動作の標準パターンを個別に保持し、動作間の共通姿勢部分を予め把握しておくことで、早期認識の可否を判断している。この手法では、認識すべき動作の数が増えたときに、それらの動作間の共通部分を把握するという作業が非常に時間のかかるものになる。そこで本研究では、各動作を個別パターンとして保持するのではなく、共通部分を効率的に発見しつつ動作間の類似特徴と動作間の相違特徴を学習する手法を開発する。

(3) 協調早期認識

人物 A の動作認識結果を受けて人物 B の動作の早期認識を行うことを協調早期認識と呼ぶことにする。個別早期認識ではある姿勢が複数の動作から参照されなければ早期認

識可能と判断するのに対して、協調早期認識では人物Aの動作後に観測されるであろう人物Bの動作を一つに絞り込むことができる場合に早期認識可能と判断することができる。このような判断を可能とするためには、人物間の動作の共起性のある瞬間の時刻にのみ着目するのではなく、時間軸方向に拡張した時空間共起性を発見し学習する必要があり、本研究では時空間共起性の学習法を実現する。

4. 研究成果

(1) 協調空間分割

照明変動に頑健な背景差分法を開発し、人物シルエットを抽出した。二人の人物が存在する環境で、複数のカメラ画像から得られた画像から人物のシルエットを抽出し、そのシルエット画像から3次元形状を復元し、3次元空間中での人物領域分割手法を開発した。3次元形状を構成するボクセルがどちらの人物に所属するかをエネルギー最小化問題を解くことにより人物領域の分割を行った。実験により、人物同士が接触している状況でも、人物領域を分割できることが確認できた。



図 3 領域分割結果

(2) 個別早期認識

自己組織化マップを利用して、人物動作の構造学習を行う手法を開発した。動作を構成する姿勢系列の特徴を姿勢単位に分割して、動作クラス間で類似する姿勢特徴とクラス特有の姿勢特徴を自動的に判別できるように従来の自己組織化マップの機能を改良した。その結果、複数の動作クラスから共通して利用される姿勢特徴とクラス固有に利用



図 4 実験で利用した動作 10 種類

される姿勢特徴を区別して学習することが可能になった。

図 4 に示す 10 種類の動作クラスについて自己組織化マップによる固有動作学習結果を利用した個別早期認識の性能評価を行った。図 5 にある動作 (Kick(L)) を入力した場合のシステムの応答を示す。横軸は動作が開始されてからの経過時間、縦軸は各動作に対する尤度である。グラフ途中までは、各動作に対する尤度間に大きな違いは見受けられないが、7フレーム目を過ぎた辺りから入力動作である Kick(L) に対する尤度が飛躍的に高くなっている。

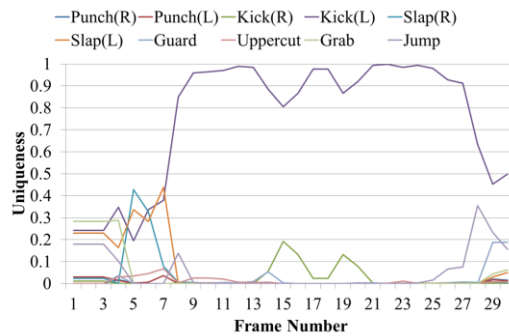


図 5 Kick(L)に対するシステム応答

表 1 認識率と認識結果出力までの時間

動作クラス	認識率[%]	認識時間[%]
Punch(R)	97.1	24.3
Punch(L)	94.3	15.7
Kick(R)	92.9	13.8
Kick(L)	95.0	16.4
Slap(R)	97.9	10.9
Slap(L)	87.9	15.9
Guard	95.7	22.5
Uppercut	95.0	24.9
Grab	97.9	26.6
Jump	97.1	9.93
平均	95.1	17.7

性能評価に利用した全データに対する認識率と認識結果が確定されるまでの時間 (%) を表 1 に示す。全体として高い認識率が得られ、認識時間は全動作の 4 分の 1 程度が完了した時点では出力された。これらの結果から、個別早期認識についての有効性が確認できた。

(3) 協調早期認識

二人の人物が同時に行った動作を構成する姿勢系列の特徴から、共起している姿勢の候補を抽出する手法を開発した。自己組織化マップにより表現した動作の構造学習結果

を利用して、各人物の動作を自己組織化マップのノードの活性化パターンとして表現させた。活性化パターンを二人の人物の学習サンプルから獲得し、正準相関分析により相関の高い姿勢を抽出することで共起姿勢を抽出した。共起姿勢が二人の人物から同時に観測された際に、認識結果を確定することで早期認識を行わせる実験を行ったところ、共起性の条件が満たされる場合は、個別早期認識よりも早い段階で認識結果を確定できることが確認できた。

図6に認識結果を示す。赤色の点は協調早期認識による結果、青色の点は個別早期認識

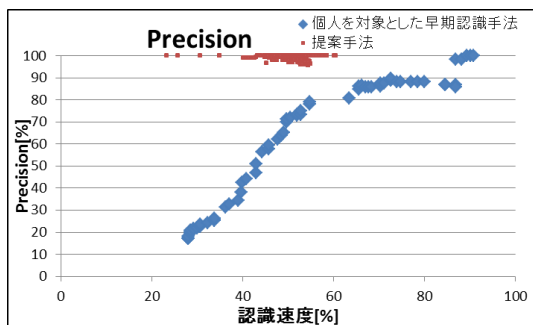


図6 早期認識の性能比較.

赤：協調早期認識，青：個別早期認識

の結果である。共起姿勢が観測される条件下では、個別早期認識に比べて高い認識性能が得られていることがわかる。

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)

Atsushi Shimada, Madoka Kanouchi, Daisaku Arita, Rin-ichiro Taniguchi : Robust human posture analysis using incremental learning and recall based on degree of confidence of feature points, International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics (IJICC), Vol. 2, No. 2, pp. 76-81, 2009.

[学会発表] (計10件)

(1) Manabu Kawashima, Atsushi Shimada, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi : Adaptive template method for early recognition of gestures, CD-ROM Proceedings of 17th Japan-Korea Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, 2011.

(2) Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi : Improvement of Early Recognition of Gesture Patterns based on Self-Organizing Map, CD-ROM Proc. of the

11th International Symposium on Artificial Life and Robotics, 2011.

(3) Yanli Ji, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi : Human Action Recognition by SOM considering the Probability of Spatio-temporal Features, Proceedings of the 17th international conference on Neural information processing, pp. 391-398, 2010.

(4) Atsushi Shimada, Manabu Kawashima, Rin-ichiro Taniguchi : Early Recognition based on Co-occurrence of Gesture Patterns, Proceedings of the 17th international conference on Neural information processing, pp. 431-438, 2010.

(5) Yanli Ji, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi : A Compact 3D Descriptor in ROI for Human Action Recognition, IEEE TENCON 2010, 2010.

(6) Manabu Kawashima, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi : Early Recognition of Gesture Patterns Using Self-Organizing Map, CD-ROM Proc. of the 5th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics, 2009.

(7) Hiroaki Egashira, Atsushi Shimada, Daisaku Arita, Rin-ichiro Taniguchi : Vision-Based Motion Capture of Interacting Multiple People, the 15th International Conference on Image Analysis and Processing, pp. 451-460, 2009.

(8) Manabu Kawashima, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi : Early recognition of gesture patterns using sparse code of self-organizing map, 7th International Workshop On Self-Organizing Maps, pp. 116-123, 2009.

(9) 川島 学, 島田 敬士, 谷口 倫一郎 : 追加学習に基づく動作の早期認識の高精度化, 日本神経回路学会 JNNS2009 第19回全国大会, pp. 36-37, 2009.

(10) 川島 学, 島田 敬士, 谷口 倫一郎 : 自己組織化写像を利用した動作の早期認識, 画像の認識・理解シンポジウム 2009, pp. 1819-1826, 2009.

[その他]

ホームページ等

<http://limu.ait.kyushu-u.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島田 敬士 (SHIMADA ATSUSHI)

九州大学・大学院システム情報科学研究
院・助教

研究者番号 : 80452811