

平成21年6月1日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19700175

研究課題名（和文）ユビキタスパートナー構築のための特性情報空間の開発
— 人の高速挙動認識への展開研究課題名（英文）Development of a characteristic information space for creating
ubiquitous partners --- Expansion to a high-speed human behavior
recognition system

研究代表者

タン ジュークイ（TAN JOO KOUI）

九州工業大学・工学研究院・助教

研究者番号：40363395

研究成果の概要：

観察方向に依存しない高速な人の挙動認識法を開発するために、支援が必要と考えられる動作を多視点から撮影した。得られた映像の時系列画像を JK 法により圧縮し、モーションデータを作成した。これらのデータを用いて主成分分析を行い、有効な固有ベクトルを選び、特性情報空間に記録した。さらに特性情報空間を多数の小超立方体（ビン）に分割し、ビンに B-tree で構造化することにより、高速に未知挙動の認識を行う方法を開発した。これにより、人物が支援必要対象であるか否かを判定し、自発的に支援するユビキタスパートナーの実現が可能となる。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,500,000	0	1,500,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	330,000	2,930,000

研究分野：画像解析学

科研費の分科・細目：情報学・知能情報処理・知能ロボティクス

キーワード：コンピュータビジョン、動作認識、データベース、高速認識、特性情報空間

1. 研究開始当初の背景

人のつながりが希薄化している現代社会では、常に人々を観察し必要に応じて手を差し伸べる、人間のパートナーとしての知能機械ネットワーク（ユビキタスパートナー）の開発を促進する必要がある。これは、知能ロボットやビジョンセンサ等が情報を交換しながら人々の生活を補助・支援するネットワークである。これを実現するには、人の挙動（動作や行動）が何を意味するのかを映像（画像）で認識・理解しなければならない。

人の挙動は3次元の動きであり、どのような方向（多視点）から観察しても同じ動作として認識されねばならない。人が具合が悪くなって路上にかがみこんだとき、知能ロボットはそれをどの方向から見ても、人がかがみこんだと認識する必要がある。しかしながら従来の人動作認識法は、その動作が最もよく観察できる単一方向（正面、真横等）からの認識法であり、上述の機能は満たせない。

2. 研究の目的

本研究では、安全・利便の面で人の日常生活を自発的に支援するユビキタスパートナー（いつでもどこでも存在する助け手）としての知能機械ネットワークの実現を最終目標に置いて、観察方向に依存しない高速な人の挙動認識法の開発を行うことを目的とする。そのために次の2点の開発を行う。

- (1) 記憶容量の少ない新しい人動作表現法の開発
- (2) 挙動の高速認識法の開発

また、

- (3) 本認識システムによる一般環境化における実験を行い、性能を評価する。

3. 研究の方法

- (1) 記憶容量の少ない新しい人動作表現法の開発

人物挙動のビデオ映像は画像フレームの系列で与えられる。これらのフレームを時間方向に圧縮することによって、1 挙動を 1 画像で表す方法を開発する。画像フレームの有効な圧縮法に関して、本研究は手法 1 : 「JK 法」及び手法 2 : 「方向性を持つモーションヒストリーイメージ法」を提案した。

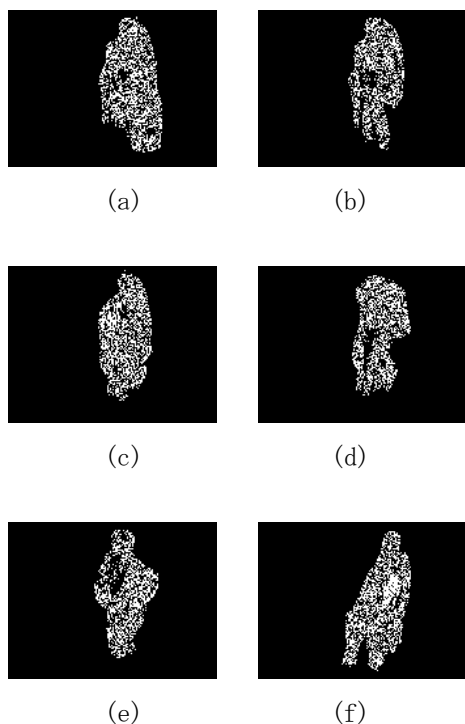


図1 「JK 法」による挙動圧縮画像の一部。(a)重い荷物を持ち上げる, (b)物を拾い上げる, (c)おなかを抱え込む, (d)頭を抱え込む, (e)歩行, 転倒(f).

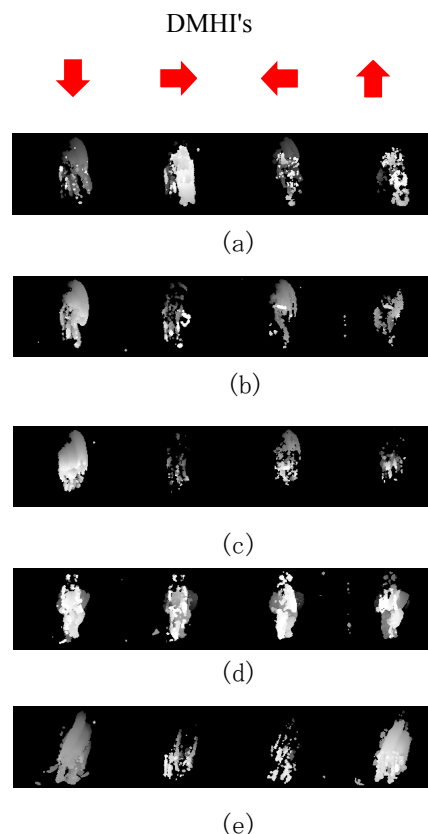


図2 「方向性を持つモーションヒストリーイメージ法」による挙動圧縮画像の一部。(a)重い荷物を持ち上げる, (b)物を拾い上げる, (c)おなかを抱え込む, (d)歩行, (e)転倒。(矢印 ↓ → ← ↑ は、挙動の動きの方向：下方向, 右方向, 左方向, 上方向を示す.)

手法の有効性を検証するために、支援が必要と考えられる挙動（具合の悪い人：かがみこむ人, 転倒した人, 重い荷物を運ぶ人など）, また、支援が不必要と考えられる挙動（歩行・走る人, 物を拾いあげる人等）のビデオ映像を4方向-8方向（多視点）から撮影し, 手法1と手法2を用いてモーションデータを作成する。手法1:「JK法」と手法2:「方向性を持つモーションヒストリーイメージ法」の挙動圧縮画像をそれぞれ図1, 図2に示す。

- (2) 動作の高速認識法の開発

(1)により得られたモーションデータを主成分分析にかけ、これらの挙動画像を表現する少数の固有ベクトルを選び、それで空間を張り、その中に各挙動画像を写像すれば、1 挙動は空間内の1点として表現される。従って、多視点から観察される挙動は、空間では視点情報を含む挙動数分の点列で表現される。各視点（多視点）から得られた様々な挙動を一つの空間にまとめて記録し、これを

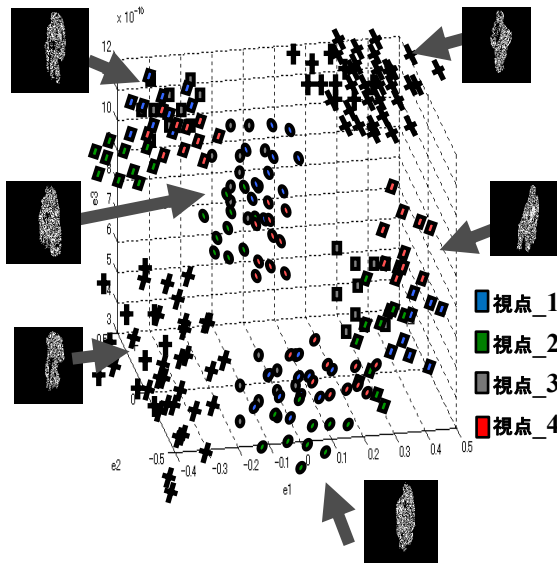


図3 特性情報空間に投影した挙動の例.

特性情報空間と呼ぶ。本挙動認識システムでは、この特性情報空間が挙動認識のためのデータベースとなる。

この特性情報空間を用いて未知方向から観測された人の未知動作の認識（方向及び動作の認識）を行う。

図3は、11名の協力者による6挙動を4方向（4視点）から撮影し、固有空間に投影した例である。

しかしながら、撮影映像（記憶すべき挙動）が増えるに従って大きな空間となり、未知挙動の認識処理時間が増大して実用的でなくなる。そこで本研究は、空間の各直交軸を等分割し、空間を多数の小超立方体（ビン）に分割する。これをB-treeで構造化する。ビンに含まれる挙動候補は少数であるから、それらの候補と未知挙動を表す点との距離を計算すれば、未知挙動の解が高速に求められる。

4. 研究成果

時系列画像 103,141 枚を「JK法」により 1,929 枚に圧縮し、モーションデータベースを作成した。また、観察方向に依存しない高速な人の挙動認識システムの有効性を、実験により検証した。

その結果、約 95%の挙動認識率、また、挙動及び観察視点（観察方向）の認識においては、約 83%の認識率を得た。認識処理時間に関しては、1 画像あたり約 2.5ms という良好な結果を得た。支援が必要となる対象（おなかを抱え込む人や転倒した人）の認識結果を、図4及び図5に示す。

本研究は論文誌や国際会議・国際シンポジウム等（5. 主な発表論文等を参照）で研究成果を発表した。



図4 挙動認識実験の一部。（中央画像上の赤枠内：おなかを抱え込む人を認識した。）

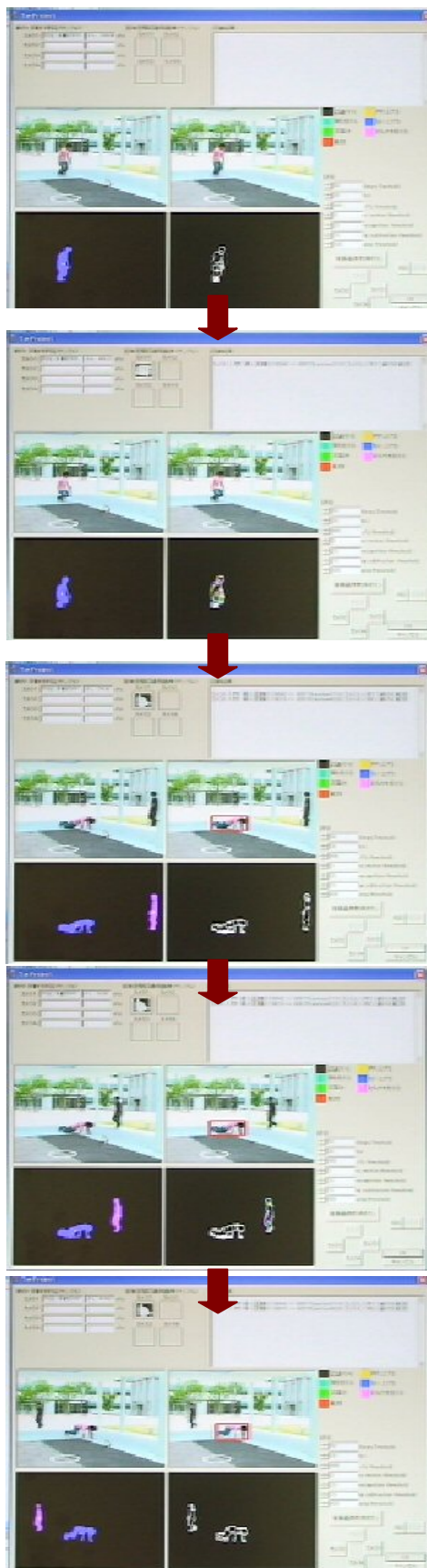


図5 挙動認識実験の一部。(中央画像上の赤枠内：転倒した人を認識した。)

本研究の成果を用いれば、日常生活の場で直ちにサポートを必要とする挙動、例えば街中において、急病で路上にうずくまる人、転倒した人、重い荷物を持って歩く人などを認識し手を差し伸べるロボットが現実のものとなる。その結果ロボット、更にはそのネットワークによる人々の介護ならびに諸活動支援体制がより充実し、QOL(Quality of Life)の高い社会が実現する。

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12件)

- ① Eftakhar, A., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Human motion recognition employing large motion-database structure, *International Journal of Advanced Computer Engineering* (2009). 査読有。(掲載決定)
- ② Ahad, M.A.R., Ogata, T., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Complex motion separation and recognition using directional motion Templates, *International Journal of Imaging Systems and Technology* (2009). 査読有。(掲載決定)
- ③ Mori, K., Tan, J.K., Ishikawa, S., A human-machine interface for manipulating a virtual 3-D object using natural hand gestures, *International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences* (2009). 査読有。(掲載決定)
- ④ 守啓祐, 曾根俊昌, タン ジュークイ, 金亨燮, 石川聖二, 仮想透視カメラ群を用いた立体の全周形状一括復元, *バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌* (2009). 査読有。(掲載決定)
- ⑤ 上村浩文, タンジュークイ, 金亨燮, 石川聖二, カメラ動き補償のための複数特徴点追跡, *バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌* (2009). 査読有。(掲載決定)
- ⑥ Hashimoto, S., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Media-art employing virtual shadows with shape recognition, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* (2009). 査読有。(掲載決定)
- ⑦ Fukumoto, M., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Human motion representation and recognition by directional motion history images, *Journal of Artificial Life and Robotics, Springer, Vol.13, 326-330* (2008).

査読有.

- ⑧ Tan, J.K., Ishikawa, S., Kouno, K., Ohbuchi, H., Kim, H.S., Motion capture employing an uncalibrated camera, *Journal of Artificial Life and Robotics, Springer*, Vol.13, 311-314 (2008). 査読有.
- ⑨ 上村 浩文, タン ジュークイ, 金 亨燮, 石川 聖二, 可変照明下における逐次更新型色ヒストグラムを用いた適応の色抽出とそれを用いた人物の追跡, *バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌*, Vol.10, 47-56 (2008), 査読有.
- ⑩ Ahad, M.A.R., Ogata, T., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa Seiji, A complex motion recognition technique employing directional motion templates, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol.4, 1943-1954 (2008). 査読有.
- ⑪ 大場統, タン ジュークイ, 金 亨燮, 石川聖二, MRRF法を用いた複雑背景下における人物の姿勢認識, *バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌*, 第10巻, 1号, 51-57 (2008). 査読有.
- ⑫ タン ジュークイ, 石川聖二, 河野憲亮, 金 亨燮, 四宮孝史, モーションデータベースを用いた人の動作の高速認識, *モーションデータベースを用いた人の動作の高速認識*, *画像電子学会誌*, 第36巻, 5号, 738-746 (2007). 査読有.

[学会発表] (計10件)

- ① Eftakhar, A., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Performance analysis on an efficient human motion database with various motion representations, *Proceedings of 11th International Conference on Computer and Information Technology*, 207-212 (2008). 査読有.
- ② Miyoshi, M., Tan, J.K., Ishikawa, S., Extracting moving objects from a video by sequential background detection employing a local correlation map, *Proceedings of IEEE International Conference Systems, Man and Cybernetics2008*, 3365-3369 (2008). 査読有.
- ③ Ahad, M.A.R., Ogata, T., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Template-based human motion recognition for complex activities, *Proceedings of IEEE International Conference Systems, Man and Cybernetics2008*, 673-678 (2008). 査読有.
- ④ Ahad, M. A. R., Ogata, T., Tan, J.K., Kim, H. S., Ishikawa, S., Motion recognition approach to solve overwriting in complex actions,

Proceedings of 8th Int. Conf. Automatic Face and Gesture Recognition (IEEE FG2008), CD-ROM-6 pages (2008). 査読有.

- ⑤ Eftakhar, A., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., An efficient approach to human motion recognition employing large motion-database structure, *Proceedings of SICE Annual Conference 2008*, 2239-2243 (2008). 査読有.
- ⑥ Ahad, M.A.R., Ogata, T., Tan, J.K., Kim, H.S., Ishikawa, S., Complex motion separation and recognition using directional motion templates, *Proceedings of International Workshop on Combinatorial Image Processing*, 73-82 (2008). 査読有.
- ⑦ Tan Joo Kooi, Ishikawa Seiji, High Accuracy and Real Time Recognition of a Human Activity System, *Proceedings of IEEE IECON 2007*, 2377-2382 (2007). 査読有.
- ⑧ Oba Osamu, Tan Joo Kooi, Kim Hyoungeop, Ishikawa Seiji, Recognizing human postures in a complex background employing MRRF method, *Proceedings of International Conference on Control, Automation and Systems 2007 (ICCAS 2007)*, 1159-1162 (2007). 査読有.
- ⑨ Nishina Yuji, Tan Joo Kooi, Kim Hyoungeop, Ishikawa Seiji, Development of an autonomous robot for face tracking, *Proceedings of International Conference on Control, Automation and Systems 2007 (ICCAS 2007)*, 1178-1181 (2007). 査読有.
- ⑩ Md Atiqur Rahman Ahad, Ogata Takehito, Tan Joo Kooi, Kim Hyoungeop, Ishikawa Seiji, A smart automated complex motion recognition technique, *Proceedings of ACCV Workshop*, 142-149 (2007). 査読有.

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: 動体の動作認識方法

発明者: 石川聖二, タン・ジュークイ

権利者: 石川聖二, タン・ジュークイ

種類: 特願

番号: 2008-014124

出願年月日: 2008年1月24日

国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ等

http://lab.cnt1.kyutech.ac.jp/~ishilab/research/index_e.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

タン ジュークイ (TAN JOO KOOI)
九州工業大学・工学研究院・助教

研究者番号：40363395

(2) 研究協力者

三好 誠 (MIYOSHI MAKOTO)
九州工業大学・工学研究科・博士前期課程 1
年

松田 淳平 (MATSUDA JUNPEI)
九州工業大学・工学研究科・博士前期課程 2
年

上村 浩文 (UEMURA HIROFUMI)
九州工業大学・工学研究科・博士後期課程 3
年