

## 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 25 年 3 月 31 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22500177

研究課題名（和文）心身の活性化のための空間知ロボットシステム

研究課題名（英文）KUKANCHI Robot System for Activation of Mental and Physical Function

研究代表者

山口 亨（教授）（YAMAGUCHI TORU）

首都大学東京・システムデザイン研究科・教授

研究者番号：40251079

研究成果の概要（和文）：

国家プロジェクト「21世紀ロボットチャレンジ」などの進展で、高齢者の生活支援に役立つ知能ロボットが期待されている。一方で、個々の利用者・体調・状況に応じた生活支援の内容が適切に行われなければ、利用者の身体的機能低下を促すことや無理な運動量を要求するシステムになりかねない。そこで、心身活性化の機能メディア実現のための空間知ロボットシステムの研究に取り組んだ。心身を活性化させる認知プロセスもつ知的な機能空間研究を、a) 認知に関するオントロジー、b) 日常ログ収集、c) 人センシングの高度化の各研究を発展させた。具体的には、非拘束なセンシング技術（ZigBee 加速度センサネットワーク、カメラセンサデバイス）を活用して日常動作を推定する研究を推進し、「いつ、どこで、誰が、どういう状態にあるか」を推論する技術を示した。日常動作の内容は、「歩行」、「走行」、「臥位」、そして「立位」など動作状態のほか、日常生活動作の活動指標 ADL（Activity of Daily Living）から「洗顔」や「歯磨き」など 12 動作、そして「転倒」という危険動作である。これら推定された日常動作をログ（日常動作ログ）としてデータベースへ記録し、蓄積した日常動作ログからや「ヒューマンモデル」を構築した。さらに、ヒューマンモデルを活用し、見守りロボットの支援サービス、スマートフォンを用いた日常ログ可視化サービス、そして知的車椅子ロボットの歩行支援など自立動作支援サービスへ展開した。

研究成果の概要（英文）：

This research deals with developing Kukanchi-robot system to realize functional media for activating users' mind and body. In response to an aging society, intelligent robot is expected to apply for supporting elderly or handicapped people. However, traditional support system or robot were not considering differences of each users' health condition or environment. These systems are in danger of decaying user's bodily or cognitive function. Therefore we studied intelligent functional space which is developed based on cognitive process to activate human mind and body. The research of intelligent functional space design is divided 3 groups: a) Ontology for cognitive process, b) Collection of life log, c) Enhancement of sensing technic.

Firstly, we developed and enhanced the system which estimates activity of daily life by using non-binding sensor (ZigBee acceleration sensor and camera devices). The system recognize "When", "Where", "Who", "What does he/she doing", and estimate conditions ("walking", "running", "standing", "lying"), 12 activities which is selected

from Activity of Daily Living (ADL) (“Face washing”, “Tooth Brushing”), and dangerous motion (“falling down”).

Secondly, these estimated activities stored in the database as life logs. The system constructed user-models from the database.

Finally, we developed applications, elderly user support robot system, visualization service of life log by smartphone, and standing up support by intelligent while chair robot, by using the user model.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 22 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
平成 23 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
平成 24 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：知能ロボット、見守りロボット、自力活用、動作認識、人センシング、活性化誘導機能

### 1. 研究開始当初の背景

従来の生活支援ロボットの研究は、利用者へのサービスが中心であった（文献 3）。心身活性化のための「拡張身体性」の原理解明を進める新たな研究としては、「空間知」の研究の提唱を、SICE 計測自動制御学会 SI 部門（SI2007,2008,2009 予講集各 30 件以上）のほか、関連国際会議におけるオーガナイズドセッション KUKANCHI など、本研究申請者が、取りまとめの主要メンバーとして進めてきている。「空間知」スペシャルセッション収集論文数の規模の多さに見られるように、必要性が高く、関連研究分野の広いといえる。このため新領域の申請を昨年度まで実施しているが、申請は実現していない。今回は、個人研究の規模に合わせた部分的研究申請である。申請者は、図 1 に示すインテリジェントルームを、国家 PJ「21 世紀ロボットチャレンジ」（NEDO の基盤技術および知能化技術）に参加し、RT（ロボットテクノロジー）ミドルウェアを用いインフラに関する研究開発を実施している。これらの基礎的・長期的な「空間知」インフラ研究では、利用者の意図を汲んだ支援を可能とするが、本提案の心身の活性化に至っていない。昨年度まで研究を実施した基盤研究 C は、人の意図理解に応じて、空間が人へサービスするネットワークロボットを実証している。これら前述の研究の進展として、特に人を活性化するサービスの必要性を痛感している。このため、この心身活性化誘導ロボット研究の申請に至

っている。

### 2. 研究の目的

目的の要旨：国家 PJ「21 世紀ロボットチャレンジ」などの進展で、生活支援の知能ロボットが、少子高齢化社会の中で、われわれの生活をサポートする時代となっている。しかしながら、真の支援を考えた場合、「人に楽をさせる」だけでよいのであろうか？人に楽をさせた結果、機能低下を早めるのでは真の支援とならない。人の心身を活性化させる認知プロセスもつ知的な機能空間（機能メディア）が求められる。本研究は、この心身活性化の機能メディア実現のための空間知ロボットシステムの研究である。

### 3. 研究の方法

心身を活性化させる認知プロセスもつ知的な機能空間研究を、a) 認知に関するオントロジー、b) 日常ログ収集、c) 人センシングの高度化の各研究を発展させ、①見守りロボット、②日常ログ可視化スマートフォン、③知的車椅子ロボットの機能群として具現化。

a) 認知に関するオントロジー研究：利用者の能力に応じ、心身の活性化を積極的に誘導する機能

①日常の見守りロボットの②日常ログを用いた積極的な活性化誘導機能の具現化

②日常の車椅子ロボットによる自力活用の自由意思走行・歩行補助・起立支援

b) 日常ログ研究：変動する身体状態把握のため、日常動作をDB（データベース）化  
 ③スマートフォン上へ収集ログをAR（拡張現実感）・VR（バーチャルリアリティ）を用いて情報可視化を実施、異常予兆の発見的手法（マイニング）へ結びつける。

c) システム基盤研究：人センシングの高度化 (1) から (3)

(1) 日常の見守りロボットの自発性による人の状況のアクティブセンシング (図3)

(2) 人の動作認識の高度化 (図4)：3D 動画処理フィルタによる高精度動作認識 (図5)：動作認識のDB化 (歩行・転倒検知など) (図6上)

(3) 人の脈波からの「ストレス把握」手法の確立 (図6下)

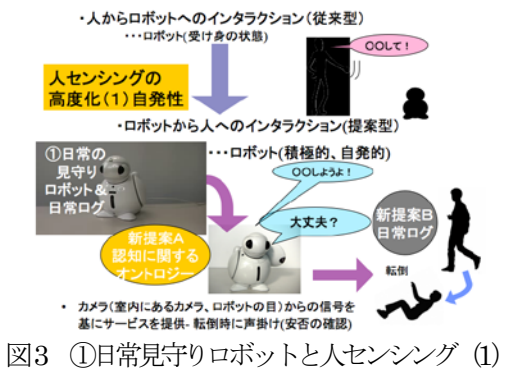


図3 ①日常見守りロボットと人センシング (1)



図4 日常ログ収集と人センシング高度化 (2)

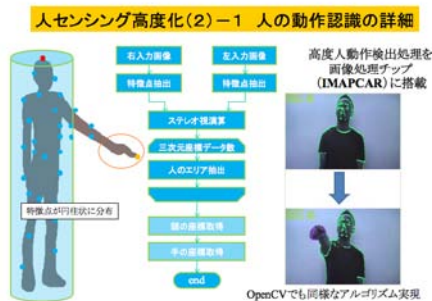
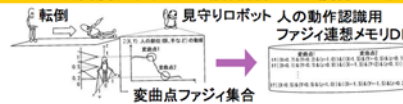


図5 人センシング高度化(2)-1 動作認識

人センシング高度化(2)-2 動作認識DBの獲得と生成



人センシング高度化(3) ストレス把握

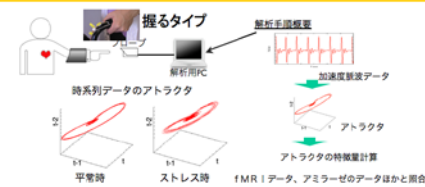


図6 人センシング高度化(2)-2 と(3)

4. 研究成果

心身を活性化させる認知プロセスもつ知的な機能空間研究を、a) 認知に関するオントロジー、b) 日常ログ収集、c) 人センシングの高度化の各研究を進展させた。具体的には、非拘束なセンシング技術 (ZigBee 加速度センサネットワーク、カメラセンサデバイス) を活用して日常動作を推定する研究を推進し、「いつ、どこで、誰が、どのような状態にあるか」を推論する技術を示した。日常動作の内容は、「歩行」、「走行」、「臥位」、そして「立位」など動作状態のほか、日常生活動作の活動指標 ADL (Activity of Daily Living) から「洗顔」や「歯磨き」など 12 動作、そして「転倒」という危険動作である。これら推定された日常動作をログ (日常動作ログ) としてデータベースへ記録し、蓄積した日常動作ログからや「ヒューマンモデル」を構築した。さらに、ヒューマンモデルを活用し、見守りロボットの支援サービス、スマートフォンを用いた日常ログ可視化サービス、そして知的車椅子ロボットの歩行支援など自立動作支援サービスへ展開した。

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 2 件)

[1] Hiroataka Aoki, Yasunari Fujimoto, Satoshi Suzuki, Eri Sato-Shimokawara, and Toru Yamaguchi, Physiological Responses on Greeting with Robot under Difference of Culture, Automatic Control of Physiological State and Function, Vol. 1, March 2012

[2] 山口 亨, 川岸 賢弘, 生活支援知的モビリティロボットの開発, 機械の研究, 第 65 巻 第 1 号, January 2013

[学会発表] (計 19 件)

[1] Eri sato-Shimokawara, Kazumasa Murakami, Yihsin Ho, Shin Ishiguro and Toru Yamaguchi, Clustering action data

based on amount of exercise for use = model based healthcare support, The 2012 IEEE World Congress on Computational intelligence (IEEE WCCI 2012), Brisbane Convention & Exhibition Centre, Brisbane, Australia, pp791-803 (June 10 - 15, 2012).

[2] Shin Ishiguro, Yoshihiro Kawagishi, Ho Yihsin, Eri sato-Shimokawara and Toru Yamaguchi, Motion Recognition Using 3D Accelerometer Sensor Network for Mobility Assistant Robot, The 2012 IEEE World Congress on Computational intelligence (IEEE WCCI 2012), Brisbane Convention & Exhibition Centre, Brisbane, Australia, pp951-958 (June 10 - 15, 2012).

[3] Yihsin Ho, Eri sato-Shimokawara and Toru Yamaguchi, Data Mining o Life for Developing a User model-based Service Application, 2012 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE 2012), Grand Hyatt Seoul, Seoul, Korea, pp895-898 (August 20 - 24, 2012).

[4] Yihsin Ho, Kouhei Tanaka, Shin Ishiguro, Eri sato-Shimokawara, and Toru Yamaguchi, Applying User Model as the Basis for Daily Exercise Support Application, 2012 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI 2012), National Cheng-Kung University, Tainan, Taiwan, pp250-254 (November 16 - 18, 2012).

[5] Yihsin Ho, Jiguo Zhen, Eri sato-Shimokawara and Toru Yamaguchi, A elderly people assistant system applying user model with robots and Smartphone, 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2012), Kobe Convention Center, Kobe, Japan, pp410-415 (November 20 - 24, 2012).

[6] Nobuhide Tsunemi, Toru Yamaguchi, Yasunari Fujimoto, Eri sato-Shimokawara and Osamu Nitta, Communication System Using Smart Devices for Speech-Impaired Children, 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2012), Kobe Convention Center, Kobe, Japan, pp1950-1953 (November 20 - 24, 2012).

[7] Kouhei Tanaka, Yasunari Fujimoto, Eri sato-Shimokawara and Toru Yamaguchi, User Recognition Using kinect and 3D Accelerometer Sensor for Navigation Robot, 13th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS2012), Kobe Convention Center, Kobe, Japan, pp2370-2373 (November 20 - 24, 2012).

[8] Jiguo Zhen, Hiroataka Aoki, Eri sato-Shimokawara and Toru Yamaguchi, Sino-Japanese Culture Differences in Interaction Robot System, The Fifth Symposium on System Integration (SII2012), Kyushu University, Fukuoka, Japan, pp295-300 (December 16 - 18, 2012).

[9] 川岸 賢弘, 田中 航平, 下川原 英理, 山口 亨, スマートロボットとモビリティロボットを用いるユーザーモデルに応じた支援システム, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012, CD-ROM (2012/5/27-29).

[10] 金子 哲也, 直井 優, 藤本 泰成, 下川原 英理, 山口 亨, 無線センサネットワークを用いた人の動作認識とエリア認識を融合した行動推定, 日本ロボット学会第 30 回記念学術講演会 (RSJ2012), CD-ROM 講演番号 2H2-3 (2012/9/17-20)

[11] 田中 航平, 藤本 泰成, 山口 亨, 下川原 英理, カメラセンサと ZigBee センサネットワークを用いた案内ロボット用の人物検知システム, 日本ロボット学会第 30 回記念学術講演会 (RSJ2012), CD-ROM 講演番号 2H2-4 (2012/9/17-20)

[12] 川岸 賢弘, 大沼 賢一, 藤本 泰成, 山口 亨, 3次元加速度センサを用いた歩行に関するユーザーモデル構築とユーザーモデルに応じた支援システム, 日本ロボット学会第 30 回記念学術講演会 (RSJ2012), CD-ROM 講演番号 2H3-3 (2012/9/17-20)

[13] 野村 駿, 青木 広貴, 李 海妍, 下川原 英理, 山口 亨, スマートフォン上のバーチャルロボットを用いたコミュニケーションツール, 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2012), CD-ROM pp. 0064-0067 (2012/12/18-20)

[14] 山口 亨, 下川原 英理, 空間知におけるユーザモデルと機能デザインのヒューマントロニクスアプローチ, 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2012), CD-ROM pp. 1392-1397 (2012/12/18-20)

[15] 何 宜欣, 水留 卓也, 下川原 英理, 山口 亨, スマート QOL を目指した行動ログからのユーザモデル獲得, 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2012), CD-ROM pp. 1852-1855 (2012/12/18-20)

[16] 大沼 賢一, 川岸 賢弘, 山口 亨, 3次元加速度データを用いた歩行と自動車運転時のユーザモデル構築, 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2012), CD-ROM pp. 2285-2289 (2012/12/18-20)

[17] 藤原 悠, 金子 哲也, 藤本 泰成, 山口 亨, 加速度データを用いた日常生活動作の推定, 第 13 回計測自動制御学会システムイ

シテグレション部門講演会 (SI2012),  
CD-ROM pp. 2290-2294(2012/12/18-20)

[18] 川岸 賢弘, 田中 航平, 山口 亨, ユーザモデル獲得ためのカーロボティクスシミュレータ, 自動車技術会学術講演会 2012 年春季大会, (2012/5/23-25).

[19] 水留 卓也, 村上 和雅, 山口 亨, ユーザモデルを利用した家庭内電力運用システム, 自動車技術会学術講演会 2012 年春季大会, (2012/5/23-25).

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山口 亨 (YAMAGUCHI TORU)

首都大学東京システムデザイン研究科・教授

研究者番号: 40251079

### (2) 連携研究者

新田 收 (NITTA OSAMU)

首都大学東京人間健康科学研究科・教授

研究者番号: 80279778

### (3) 連携研究者

山下 利之 (YAMASHITA TOSHIYUKI)

首都大学東京人文科学研究科・教授

研究者番号: 90191288