様　式　C－１９、F－１９、Z－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２８ 年　 ６ 月 １６ 日現在

機関番号：２２６０４
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2013～2015
課題番号：２５８７０５９０

研究課題名（和文）高齢者コミュニティ支援に向けた情動と行動に基づくユーザモデルの獲得

研究課題名（英文）Obtaining user model based on action and mind for supporting a elderly community

研究代表者
下川原　英理（Shimokawara, Eri）

首都大学東京・システムデザイン研究科・助教

研究者番号：００４５３０３５

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,300,000円

研究成果の概要（和文）：身体機能の維持だけではなく，心身の健康を維持していくためには，他者との交流が一つの重要な点としてあげられる．しかし，退職や引越しなどの生活環境の変化などを起因にコミュニティを変えざるを得ない状況が起こりうる．そこで，本研究では，ユーザの好き嫌い，得意不得意，興味関心などを利用した人と人とのつながりを支援するシステムに着目した．対話ロボットを利用し会話から個人の特徴を抽出し，それに基づいてマッチングを行う氏システムを構築した．システムを利用して発見された人同士に実際に対話してもらったところ，話しやすい相手だった等，良い評価を得ることができた．

研究成果の概要（英文）：Communication is important to keep a good physical and mentally condition. However, we have to move another community or create a community because of a retirement or a move. It is difficult to find a suitable community or create a new community. Therefore, I focused on likes and dislikes, interests of each user for finding a good relationship. Firstly, I developed a chat robot to collect a users’ interests. Secondly my proposed method analyzed the answer of each user, and quantify then as a personal attribute. Thirdly, the system calculate the matching each users by using the personal attribute. A best matched participants meet and chat by using telepresence robot, so they enjoyed the conversation.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：ヒューマンコンピュータインタラクション

１．研究開始当初の背景

高齢者支援は介護から介護予防へと視点が移り，身体機能の維持だけではなく，いかに心身の活性を維持するかが着目されている．心身の活性のために重要なポイントは多岐にわたるが，「社会への貢献」や「他者との交流」などがあげられる．しかし，退職や身内の死亡，引越しなど，ライフイベントの変化により家族構成や住居地など生活環境が変化し，それに伴い所属コミュニティを変えざるを得ない状況が発生する．このような状況において，いかにして他者との交流を生み出すか，コミュニティへ参加を促すかが重要である．

現状では，行政施設や文化施設で開催されるイベント，町内会等の地域イベントなどに，自身から積極的に関わっていく必要がある．自身が「社会への貢献」や「他者との交流」に積極的であれば良いが，参加のきっかけが掴めずにいるケースも少なくない．趣味や経験を活かし，イベントやコミュニティ参加を促す，人と人とをつなぐシステムが必要であると考えた．しかし，単純な趣味や経験に沿ってイベントを検索するだけでは，参加を促すには十分とは言えない．なぜならば，イベントへの満足度はイベントのコンテツだけではなく，他参加者との関わりなど心的な要因も含まれている．そこで，本研究では，行動と情動を組み合わせたマインドログの収集と，それに基づくユーザモデルの構築により，高齢者コミュニティの形成支援を目指す.

２．研究の目的

これまでもユーザの性別，年代，購入履歴といった情報は，企業側が販売の促進や製品開発のために利用されてきた．現在では，他のユーザの購入履歴や傾向などから，ユーザに合った情報を提供することによって，ユーザ購買欲を促進しユーザ自身の満足度の向上にも貢献している．つまり日常生活のログが，ユーザ個人が自身に合った情報を得る一つの要素となりつつある．しかし，ログは行動が主体であり，そのイベントに対してどのような印象を持ったのかという点が欠如している．ユーザに対し情報を推薦する場合，来店頻度や購入履歴だけでは好んで行っている行動か否か判断できず，ユーザの「好み」にあった情報を提供することは難しい.

そこで，本研究ではロボットが人と対話することで，ユーザの好みや得意不得意に関する情報を収集し，この情報を利用することで，ユーザの情動にあった情報を提供することが可能になる．さらに，このログに基づいて，共通のイベントを楽しいと感じたユーザ群から傾向や共通性を発見することが期待でき，ユーザモデルとして獲得することができる．ユーザモデルを構築することによって，モデルの遍歴からあるユーザが次に望むイベントや経験を推測し，情報を提供することが期待できる．これまでの研究成果からも，行動パターンからユーザモデルを構築することが可能であることは示されている．このユーザモデルに情動を付加することによって，さらに高度な情報提供が期待できる．さらに，抽出された個人特性に基づいて，興味や関心が共通する人同士，さらには助け合いの関係（共助関係）の発見が期待される．この共起・共助の関係に基づいて，コミュニティへの参加や形成支援につなげる.

３．研究の方法

一般的に共通点を持つ人同士は，サークル活動やSNSなど結びつきが生まれやすい．現在Amazonのレコメンドシステム[7]に代表される，同じ共通点を持つ人を結びつけるマッチングシステムは多くある．また五味ら[8]は人の特徴や能力から共起・共助の関係を見出す研究を行っている．しかし，共助の関係を結びつけるシステムはあまり見られない．よって，共助がなかなか生まれにくい．共助の関係を発見するには，能力に関する特徴と趣味・嗜好を知る必要がある．そこでロボットが発話しユーザと対話をすることでユーザの内面的な情報を引き出し，この特徴を共助のマッチングに利用する.

そのため本研究では，ロボットとの対話によるユーザからの内面的な特徴の獲得を目的とし，実験を行う．さらにコミュニティにおける共起，共助に向けたマッチング機構の開発を行う．人とロボットとの対話を解析することで，人の好みや得意分野を獲得する．本稿では情報の関係を容易に記述できる RDF を用いて人の属性のデータベース化を行う．そのデータベースを用いて共起や共助の関係を発見し，コミュニティ活性のきっかけを作ることを目指す.

人とロボットの対話結果について，人の発話を音声認識によってテキストデータにし，さらに形態素解析器MeCabで解析を行う．形態素を単語に分割し，名詞を抜粋しリストを作成する．ここで，ユーザの趣味・嗜好・能力について辞書との比較による数値変換で評価を行う．用意した辞書は，positive, negative，others の 3 種類で単語の分類を行うものである．数値変換は positive=1, negative=-1，others=0 とした．数値変換後，ユーザごとにPVリスト(Preference, Value)として出力する．Preferenceは趣味・嗜好に関する単語，Value はその単語に対する数値評価を表している．例として，「テニス，好き」という属性が獲得できた場合，「テニス，1」という出力となる.

全ユーザの PV リストを入力し，そのうちある1人を選択する．選択された1人以外のユーザの各 PV リストを使い，共起の度合いについて計算を行なう．計算の手法にはピアソン相関を使用した．計算結果は，ユーザごとに共起度が高い順番に他ユーザが出力される． 次に共助マッチングの流れについて図4に示す．双方向の支援を行なう共助関係

構築について，趣味嗜好・能力に加えて，ユーザが不得意と回答した項目について「できるようになりたい・してみたい」といった興味の度合いに関する項目が必要と考えた．これにより，興味はあるが不得意な項目についてユーザ同士で相互に支援を行なうことが可能となる．この興味の度合いについて，本システムでは Interesting table （以下，I-Table とする）とした．

はじめに共起マッチングの結果を参照する．共起マッチングの結果の中であるユーザを選択し，そのユーザから見て共起度が離れているユーザ，つまり共起度のランクが全体の半分以下となっているユーザを参照する．後述する 4 章の実験では被験者は 7 人であるため，本稿では結果に表示された 6 人のうち，4～6 番目のユーザを参照している．次に，I-Table のうちその 3 人のユーザのデータを参照する．初めに選択したユーザが「得意」であり，かつ他方のユーザが「不得意であるが興味の度合いが強い」とした項目，さらにその逆の関係にある項目を持つようなユーザを探し，推薦する．

４．研究成果

本提案の共起・共助マッチングシステムの有効性を示すために，まず個人属性獲得実験を行なった．個人属性獲得実験は，アンケート形式と，ロボットとの対話形式による 2 種類の実験を行なった．また，自動獲得実験から発見した共起・共助関係が実際の人間関係構築に影響を与えるか確認するためにテレプレゼンスロボットを用いた対話によるマッチング結果の試行実験を行なった．対話による自動獲得実験から得られたマッチング結果より，共起・共助関係にあると思われる被験者のペア 2 組を対象とした．在宅の独居高齢者がマッチングされた相手と日常生活の中で対話を行うという想定で，テレプレゼンスロボットを利用した．

（1）アンケートによる個人属性の獲得

ロボット対話による個人属性獲得と比較するために，まずアンケート形式による個人属性の調査を，20 代学生 7 名（男性 4 名，女性 3 名）に行なった．アンケートの内容は，好き嫌い・得意不得意について各 30 項目，全 60 問を用意し，5 段階評価で回答をしてもらった．その回答結果に基づき，本システムを使用し，被験者同士でマッチングを行なった．アンケートの回答結果について，趣味嗜好に関する個人属性の例を表 1，得意不得意に関する個人属性の例を表 2 に示す．また，被験者ごとの Interesting table の例を表 3 に示す．

これらを利用して行なった共起マッチングの結果を表 4 に示す．回答結果より，「運動が好き・車の運転が苦手」といったユーザの個人属性を獲得することができた．マッチングの結果より，ユーザの中で共起関係を発見することができた．また，共助関係構築の可能性を見出すことができた．

表 1　個人属性(趣味嗜好)に関するアンケート回答の例

	英語	掃除	車の運転
被験者　ID#1	5	5	5
被験者　ID#2	4	4	4
被験者　ID#3	4	1	3
被験者　ID#4	3	2	3
被験者　ID#5	1	1	1
被験者　ID#6	3	3	4
被験者　ID#7	1	3	3

表 2　個人属性(得意不得意)に関するアンケート回答の例

	英語	裁縫	車の運転
被験者　ID#1	5	1	5
被験者　ID#2	4	1	4
被験者　ID#3	3	2	3
被験者　ID#4	2	3	3
被験者　ID#5	1	5	1
被験者　ID#6	3	2	3
被験者　ID#7	1	2	3

表 3　各被験者の Interesting table の例

	英語	裁縫	車の運転
被験者　ID#1	5	4	4
被験者　ID#2	4	1	4
被験者　ID#3	4	2	3
被験者　ID#4	3	4	5
被験者　ID#5	5	5	4
被験者　ID#6	5	5	5
被験者　ID#7	1	3	3

表 4 共起マッチング結果

	ID#1	ID#2	ID#3	ID#4	ID#5	ID#6
ID#2	0.22					
ID#3	0.14	-0.07				

ID#4	0.30	0.16	0.30			
ID#5	0.15	-0.13	0.21	0.40		
ID#6	0.05	-0.13	0.23	0.21	0.32	
ID#7	0.34	0.54	-0.06	0.45	0.30	-0.11

（2）ロボットとの対話による属性獲得

ロボットとの対話による属性の自動獲得実験では，ロボットから質問を投げかけ，20代学生７名（男性４名，女性３名）に回答をしてもらう．被験者はアンケート形式による獲得実験の被験者と全員同一で，質問は前回の実験と同様の質問文,全60問を使用した．ロボットとの対話により自動で個人属性を獲得することの有用性を検討するため，本システムにより解析した．表５に共起マッチング結果を示す．

ここで，例えば，被験者１を基準に共起・共助関係にある他被験者を探す．まず共起関係にある被験者は表５より，共起度が高い順番に被験者６と被験者２である．被験者２に着目すると，アンケートから数値が似ている項目として，表１で示した３つの項目が見つかった．被験者 1 にとって全体の共起度は,表５からわかるように被験者２と比べ被験者6 のほうが高い．しかし，項目で見ると表 1にあるように被験者１と被験者２のペアがより共起関係の可能性があると考えられる．

また，被験者１と共起度が高くない被験者は順に被験者 5, 被験者 7, 被験者４である．ここで表２と表３より，被験者１が得意とする英語に対して不得意だが興味がある，さらに被験者１が不得意だが興味があるとした裁縫を得意とした被験者５がより共助関係の可能性があると考えられる．表 1～表 3 中のオレンジは共起関係に関する数値，緑は共助関係に関する数値を示している．どちらのペアも，アンケート形式の場合と対話形式の場合でマッチング結果の数値が非常に近いため，少なくともこの２組に関しては正しい結果を得られたと考えられる．

（３） テレプレゼンスロボットを利用した共起・共助マッチングの試行実験

さらに，共起・共助関係にあるユーザ同士でテレプレゼンスロボットによる対話の共同実験を行なった．テレプレゼンスロボットによる対話のシステム構成を図１に示す．ロボットとの対話実験におけるマッチングにより結び付けられたペアとそうでないペアでの対話中の傾向がどのようなものとなっているかを調べた．共起関係にあるペアは,20 代男子学生 2 名，共助関係にあるペアは20 代学生２名(男性１名，女性１名)である．共起関係にあるとした被験者のペアについて，どちらも「英語・掃除・車の運転が好き」という共通点を持ち，実験の時点で互いにその共通点について知っている状態で対話を行った．また，共助関係にあるとした被験者

表 5　共助マッチング結果

	ID#1	ID#2	ID#3	ID#4	ID#5	ID#6
ID#2	0.24					
ID#3	0.22	0.14				
ID#4	-0.11	0.20	0.37			
ID#5	0.14	0.00	0.35	0.00		
ID#6	0.96	0.16	0.22	-0.16	0.07	
ID#7	0.00	0.02	0.13	0.20	0.25	0.00

のペアについて，「英語が得意・裁縫は苦手だが興味の度合いが高い」，「裁縫が得意・英語は苦手だが興味の度合いが高い」といった得意・不得意の項目を持っている．こちらのペアについても，その情報を互いに知っている状態で対話を行った．実験結果として，被験者は，話しやすい等，比較的良い評価をしていた．また，一般の被験者ペアと比較して，前実験により発見した共起・共助関係の被験者ペアではングにより発見した共起・共助関係にある２組のペアについて，心拍の同期が見られ，引き込み現象が生じていることが確認できた．これにより，構築した共起・共助マッチングシステムは実際の人間関係構築支援に有効であると考えられる．

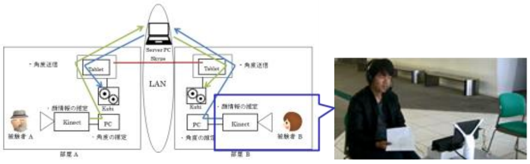

図１　テレプレゼンスロボットによる対話システム

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計　２　件）

① 下川原英理，篠田遥子，李海妍，高谷智哉，和田一義，山口亨，　“高齢者と音声対話ロボットの雑談履歴の解析”， 日本ロボット学会誌，Vol.34, No.5 （掲載予定）（査読有）

② Eri Sato-Shimokawara, Yoshinobu Akimono, Yasunari Fujimot, Toru Yamaguchi, “Intelligent Table Robot to Assist People with Gait Disturbance by User-Motion Recognition with Sensor Network”, Global Perspectives on Artificial Intelligence, Vol.2, No.2, 2013 （査読有）

〔学会発表〕（計　16　件）

① 岩崎 真也，藤本 泰成，下川原 英理，山口 亨，″対話者の頭部情報に同期した卓上型テレプレゼンスロボットの開発とコミュニケーションの効果″，第16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（SI2015），講演番号 2C2-3，2015 年 12 月 14 日－2015 年 12 月 16 日，名古屋国際会議場（愛知県・名古屋市）

② 生田 千紗，下川原 英理，山口 亨，″対話ロボットのための話題獲得に向けたキーワード検出に関する音声データ解析″，第 16 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（SI2015），講演番号 2C2-5，2015 年 12 月 14 日－2015 年 12 月 16 日，名古屋国際会議場（愛知県・名古屋市）

③ Reona Gomi, Aoi Suzuki, Eri Sato-Shimokawara, and Toru Yamaguchi, ″Analysis of Dialogue for acquiring Personal Characteristics toward Co-occurrence Matching″, 2015 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI 2015), pp.206-212, 2015 年 11 月 20 日－2015 年 11 月 22 日，台南（台湾）

④ Aoi Suzuki, Reona Gomi, Eri Sato-Shimokawara, and Toru Yamaguchi, ″Effectiveness of dialog contents for obtaining personal attribute″, 2015 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI 2015), pp.200-205, 2015 年 11 月 20 日－2015 年 11 月 22 日，台南（台湾）

⑤ Eri sato-Shimokawara, Aoi Suzuki, Reona Gomi, and Toru Yamaguchi, ″Obtaining User's Preference and Ability from Human-robot Conversation towards Mutual Assistance″, The 41th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON), pp.3557-3560, 2015 年 11 月 9 日－2015 年 11 月 12 日，パシフィコ横浜（神奈川県・横浜市）

⑥ Eri sato-Shimokawara, Shun Nomura, Yoko Shinoda, Haeyeon Lee, Tomoya Takatani, Kazuyoshi Wada, and Toru Yamaguchi, ″A cloud based chat robot using dialogue histories for elderly people″, The 24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (IEEE RO-MAN 2015), pp.206-210, 2015 年 8 月 31 日－2015 年 9 月 4 日，Kobe International Conference Center,（兵庫県・神戸市）

⑦ Yihsin Ho, Eri sato-Shimokawara, Kazuyoshi Wada, Toru Yamaguchi, Norio Tagawa, ″Developing a Life Rhythm related Human Support System″, The 2015 IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE 2015), pp.958-963, 2015 年 6 月 3 日－2015 年 6 月 5 日，Armacao dos Buzios（Brazil）

⑧ Reona Gomi, Tetsuya Kaneko, Aoi Suzuki, Eri Sato-Shimokawara, and Toru Yamaguchi, ″An Analysis of Human-Robot Conversation for acquiring Personal Characteristics toward Mutual Assistance Matching″, 2015 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'15), pp.21-24, 2015 年 2 月 27 日－2015 年 3 月 2 日，Kuala Lumpur（Malaysia）

⑨ 貝塚 由理子，下川原 英理，山口 亨，″身体動作センシングによるインタラクティブな運動支援システム″，第 15 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（SI2014），講演番号 2G3-3，2014 年 12 月 15 日－2014 年 12 月 17 日，東京ビッグサイト（東京都・江東区）

⑩ 鈴木 葵，五味 玲央奈，金子 哲也，下川原(佐藤）英理，山口 亨，″コミュニティにおける共起・共助に向けたマッチング機構の開発″，第 15 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（SI2014），講演番号 2G3-4，2014 年 12 月 15 日－2014 年 12 月 17 日，東京ビッグサイト（東京都・江東区）

⑪ Tetsuya Kaneko, Reona Gomi, Eri Sato-Shimokawara, and Toru Yamaguchi, ″Acquisition of the Human Characteristics through dialogue with a Robot at Home″, 25th 2014 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science (MHS 2014), pp.209-212, 2014 年 11 月 9 日－2014 年 11 月 12 日，名古屋大学（愛知県・名古屋市）

⑫ Eri sato-Shimokawara, Yihsin Ho, Toru Yamaguchi, Norio Tagawa, ″Exercise Support Robotic System by Using Motion Detection″, The 2014 Multidisciplinary International Social Networks Conference, pp.254-267, 2014 年 9 月 13 日－2014 年 9 月 14 日，高雄（台湾）

⑬ 五味 怜央奈，金子 哲也，下川原 英理，山口 亨，″家庭内におけるロボットとの対話による人の特徴の獲得″，第 32 回日本ロボット学会学術講演会，講演番号 3C1-03，2014 年 9 月 4 日－2014 年 9 月 6 日，九州産業大学（福岡県・福岡市）

⑭ 【Invited】 Eri Sato-Shimokawara, Yasufumi Takama, Toru Yamaguchi, ″Introduction to Fusion of Social Data and Social Robot″, The First International Joint Symposium on ICT & Robot Informatics, 2014 年 3 月 2 日－2014 年 3 月 25 日，南投（台湾）

⑮ Shun Nomura, Eri Sato-Shimokawara,

Toru Yamaguchi, "Communication support system based personal keywords using microblog", 2014 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing NCSP'14, pp.773-776 2014年2月28日－2014年3月3日, ハワイ（アメリカ）

⑯ Yue Cheng, Eri sato-Shimokawara, Yasunari Fujimoto, Toru Yamaguchi, "Exercise Support System Based on User's Behavior by Using a Robot", The 3rd International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 2013年10月18日－2013年10月21日,上海(中国)

６．研究組織

研究代表者

下川原　英理（SHIMOKAWARA　Eri）

首都大学東京・システムデザイン研究科・助教

研究者番号：00453035