

高齢者の多様な体感を考慮した空調制御のための 発話行動センシング

桐山 伸也^{†1} バルガス 晴夫^{†2} 新村 颯^{†2}

概要: 高齢者は加齢に伴い身体感覚特性が多様化する。高齢者一人ひとりに快適・健康な空調サービスを提供するために、高齢者の体感特性の個人差を考慮した空調制御方式の開発を進めている。体感情報の入力と各種センサによる客観情報を統合し、住空間に関する常識知に基づく推論に基づいてユーザの心的状況理解を行い、空調制御を行うシステムを構築している。これまでの検討で、同じ室温・機器環境でも、会話への参加度の違いにより体感が変化する可能性が示唆されている。発話に着目した行動センシングにより、話題への興味や「眠気」などの心的状態を推定できる可能性が示唆されたことを報告する。

キーワード: 高齢者の体感, 空調サービス, 心的状況理解, 発話行動分析

Speech Behavior Analysis Focused on Prosody for Understanding Bodily Feeling Situation of Elderly People

SHINYA KIRIYAMA^{†1} HARUO VARGAS^{†2} HAYATE NIIMURA^{†2}

Keywords: bodily feeling of elderly people, air conditioning service, mental state understanding, and speech behavior analysis

1. はじめに

日本の高齢者人口は急増し、4人に1人が高齢者と言う未曾有の超高齢社会に突入している[1]。高齢者の安心安全で健康な生活環境創出のため、日常を過ごす住空間のサービス高度化は重要課題であり、見守り[2]を始め高齢者の日常生活を支援する研究開発が盛んである。

高齢者は加齢に伴い各種の機能が衰え、身体・感覚特性が多様化する傾向がある。筆者らは高齢者一人ひとりの感覚特性に適応した住空間サービスの提供を狙い、感覚特性の一つである「体感」に着目した状況理解システムの検討を進めている。温度・風量・音量などの体感情報の入力と各種センサによる客観情報を統合し、住空間に関する常識知に基づく推論に基づいてユーザの心的状況理解を行い、空調制御を行うシステムを構築してきた[3]。住空間における人の体感は、その場所の気温・湿度はもとより、その日の天候、同居する他者との関係など、種々の要因で変化する。ユーザの体感が変化したとき、その人に何が起きていたか、どんな状況であったかを追究し、その要因を多面的に検証する行動分析環境を整備し、体感状況理解システムの評価改良を進めている[4]。

筆者らはこれまでに、住空間における体感変化を引き起こす要因の一つに、ユーザごとの会話への参加度の違いが関係している可能性を見出した[5]。ユーザの発話行動分析の深化が、体感状況理解の高度化に繋がると考え、住空間

における高齢者の発話行動から体感温度の変化を推定する方策を検討してきた。本稿では、会話の盛り上がりを中心とする発話行動特徴に着目し、住空間における複数の高齢者の発話行動と体感温度変化との関係を分析した結果について述べる。

2. 体感状況理解に基づく空調制御システム

2.1 体感に着目した状況理解

体感情報とは、人が今の環境や自分自身についてどのように感じているかという主観的な情報である。体感情報の先行研究には、客観的な評価が難しい薬の効果の測定やメンタルケアなどの分野で判断基準の策定や分類に関する研究がある[6][7]。人は全身に張り巡らされた感覚器を通して得た外界の情報を脳内で統合し、自分自身のおかれている環境や心身の状態を総合的に認知する。従って体感情報は、その人がその時点で抱えている問題・欲求・意図などを推測する重要な手掛かりとなりうる。

居住空間における体感情報とは、人が現在の環境の状況や身体の状態、機器の制御についてどのように感じているかという情報である。例えば室内の温度が暑いと感じたり、環境音がうるさいと感じたり、体調がすぐれないといった例が挙げられる。また体感の感じ方や表現方法は人や環境によって多様であり、同じ人が同じ環境にいても場面状況によって変動する。このような特性を持つ体感情報は、その場その時の心身の状態を推測し、空調機器を始めとする住空間家電機器のきめ細やかな制御方式を設計するための情報源として活用できる。

^{†1} 静岡大学学術院情報学領域
College of Informatics, Academic Institute, Shizuoka University

^{†2} 静岡大学大学院総合科学技術研究所
Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

2.2 空調制御のためのマルチモーダルセンシング基盤

マルチモーダルセンシングは複数のセンサを組み合わせることで統合的な信号処理を行うセンシング方式である。センサの小型化により、ウェアラブルなセンサを利用した研究や、スマートフォンなどの複数のセンサを1つの端末に収めたものを利用した状況推定に関する研究[8]なども多く行われている。このようなマルチモーダルセンシングでは客観的なセンサ情報による状況理解が中心となっており、ユーザの主観的な情報は用いられてこなかった。本研究で構築した体感状況理解のためのマルチモーダルセンシング環境を図1に示す。

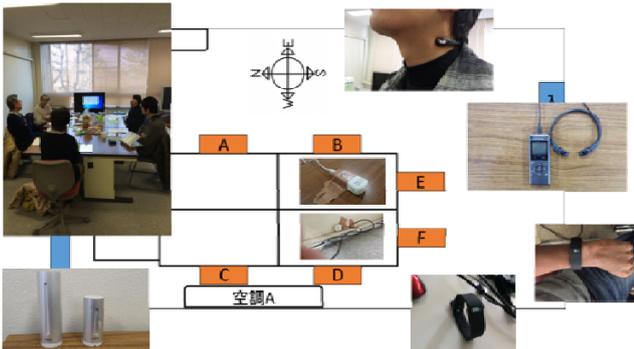


図1 住空間実験場のマルチモーダルセンシング環境

2.3 コモンセンス知識に基づく状況理解システム

体感情報を適切に取得するには、ユーザとシステムのインタラクションの設計が鍵である。居住空間においてユーザから効率良く情報を集めるデザインやユーザの状況に応じて息のあった情報提示を行うインタラクションシステム[9]、ユーザの空き時間を利用したスケジューリング手法[10]などが研究されている。筆者らは住空間におけるユーザと環境の状況の変化に柔軟に適応したインタラクションを実現するため、空調ライフログと住空間の常識知データベースを基盤とするインドアインタラクションシステム(図2)を開発した。

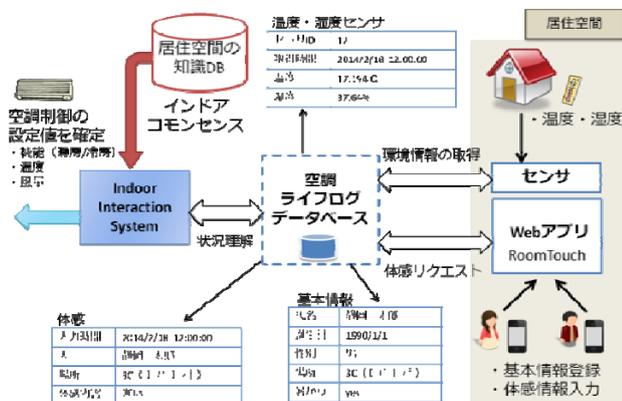


図2 空調ライフログに基づくインドアインタラクションシステム

インドアコモンセンスとはMITが行っている Open Mind Common Sense プロジェクト[11]の一部で構築された知識データベースである。このプロジェクトは Web を介して世界中のあらゆる知識・常識を収集を目指すものであり、インドアコモンセンスは、中でも室内における人・機器・環境に特化し、これらに関する知識を構造化し、収集したものである。

筆者らが開発した空調制御システムでは、以下の4つの知識構造の組合せによりコモンセンス知識に基づく空調制御のための状況理解機構を実現している。

- Help: 人が持つ目標, 要求を表現
- Desire: 物に対する目標, 要求を表現
- Cause: 現象についての因果関係を表現
- Response: 機器の目標とその時の動作を表現

これらの4つの知識構造を用いて状況理解を行う流れを図3に示す。「状況把握」フェーズでは人の情報と Cause を用いて部屋の環境を把握し、Help と Desire を用いてユーザの要求を把握する。「問題解決」フェーズでは状況把握で得た要求や部屋の環境と Cause を用いて要求に対する解決策を推論する。最後に「動作決定」フェーズで Response を用いて具体的な機器の制御を行う。

ユーザ, 環境, 機器の状況にきめ細かく適応できる状況理解モデルの構築は, help, desire, response の知識構造をそれぞれ拡張することで実現できる。

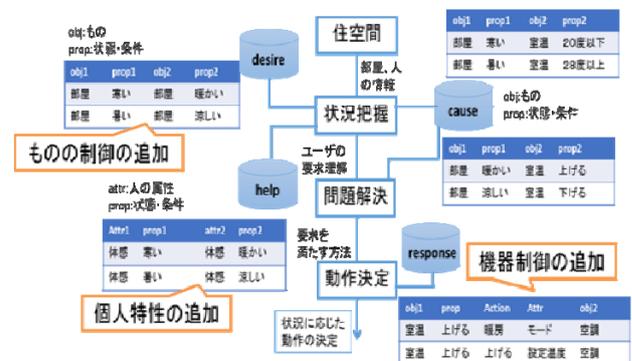


図3 インドアコモンセンスに基づく状況理解モデル

インドアインタラクションシステムは、スマートフォンやタブレット上で動作する Web アプリケーション「Room Touch」を介したユーザの自己申告による体感入力情報と、温度湿度を始めとする各種センサデバイスで取得したセンサデータを入力として、インドアコモンセンスによる状況理解システムを駆動し、状況に応じた機器制御情報を出力する。システム稼働時の入出力データは全て空調ライフログデータベースに蓄積され、システム評価改良のための分析に活用する。そのため、温度、騒音、風量についての体感情報に加え、ユーザの希望する空調制御、現在の心的状態の情報を収集できる機能も備えている。

図5のような「実温度が上昇しているのに体感温度が下降する」場面を事例ベースで分析したところ、会話が途絶えて場に沈黙が訪れ、文字通り「寒い」雰囲気になっている状況が複数観測され、会話の「盛り上がりの変化」が体感温度に影響を与えている可能性が示唆された[5]。この現象を詳細分析するため、(1) 各人の話題に対する関心の度合い、(2) 発話時間長と気分体調等の対応関係、の2点に着目した行動分析を行った。

4.1 話題に対する嗜好と発話の関係

図6の分析ツールを活用し2015年冬季の6日間の実験に対して話題ラベルを人手で付与した。VADによる発話区間ラベルと、発話ごとの平均基本周波数に基づく感情ラベルを用いて、話題ラベルとの関係を個人別に分析した結果を図7に示す。色付けした話題ラベルは興味が強いと各人が自己申告したことを表す。大まかではあるが、興味のある話題では発話時間長が長くなり、基本周波数が高めの発話が増える傾向にあることが示唆された。

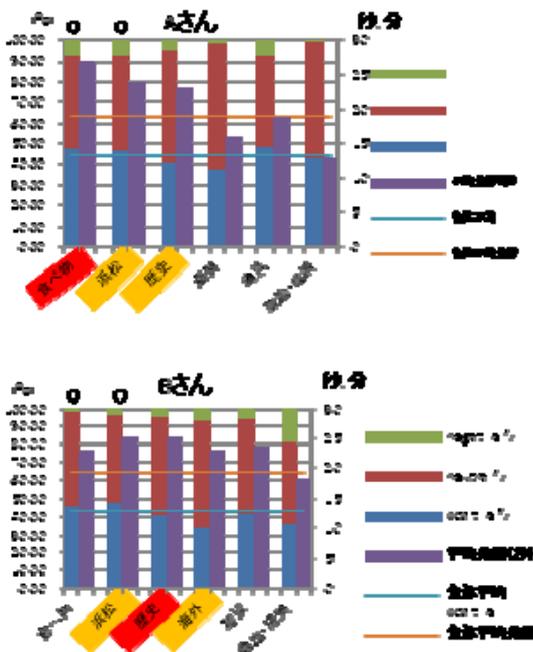


図7 発話分析に基づく話題に関する嗜好の違い

4.2 気分体調等の心的状態と発話時間長の関係

心的状態が「眠い」とそれ以外に変化する場面に着目し、行動分析ツールを用いて、場面検索と各場面の発話時間長との対応を調査した。図8に2名の被験者の典型的な場面例を示す。いずれの場面でも「眠い」という心的状態に変化する場面で発話が極端に少なくなっていることが確認でき、発話時間長の変化から「眠い」と感じている状況を推測できる可能性が示唆された。

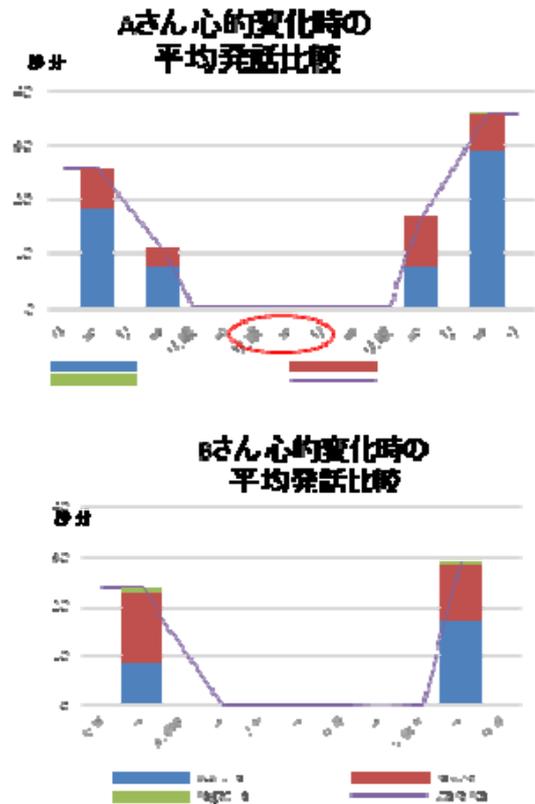


図8 心的状態と発話時間長の関係分析

5. おわりに

空調を中心とする住空間サービス高度化のため、高齢者が持つ多様な体感特性に関する知見を獲得することを狙い、会話の盛り上がりの変化に着目した発話行動分析を行った。発話の時間長と基本周波数の変動が、話題の関心の度合いや「眠気」などの心的状態を推定するのに役立つ可能性があることが示唆された。今後は場全体の盛り上がりと各人の体感特性の関係などを調査し、きめ細かい体感状況理解を実現する方策の検討を進める。

謝辞 実験にご協力いただいた被験者の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1 内閣府：平成28年版高齢社会白書、高齢化の現状と将来像：http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/zenbun/pdf/1s1s_1.pdf
- 2 永井明彦, クグレ・マウリシオ, 岩田彰：BLE 発信機とスマートフォンを用いた高齢者見守り機構の開発, 情報処理学会研究報告, ASD2016-ASD-4(1)
- 3 池谷謙吾, 小川慧, 神谷直輝, 柴田健一, 石川翔吾, 桐山伸也, 竹林洋一：インドアコモンセンスに基づく高齢者のマルチモーダル体感情報理解, 情報処理学会研究報告, SLP2013-SLP-95(16)
- 4 Shinya Kiriya, Hideharu Tanaka, A Personalizing Method Focused

-
- on Bodily Feeling for Indoor Commonsense Based Air Conditioning System, pp.537-538, 2016 IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), (2016)
- 5 川崎進也, バルガス晴夫, 柴田健一, 石川翔吾, 桐山伸也, 竹林洋一: 高齢者向け住空間状況理解システムのためのマルチモーダル体感分析, インタラクシオン 2015 (2015)
 - 6 A Bond, M Lader, ¥The use of analogue scales in rating subjective feelings," British Journal of Medical Psychology, 2011 - Wiley Online Library.
 - 7 RC Aitken, ¥Measurement of Feelings Using Visual Analogue Scales," Proceedings of the royal society of medicine, 1969 - cbi.nlm.nih.gov.
 - 8 鈴木雄介, ¥スマートフォンと光センサを利用したオフィスでの状況推定," 情報処理学会研究報告. GN, 2012-GN-83(7), 1-5, (2012).
 - 9 平山高嗣, 角康之, 河原達也, 松山隆司, 情報コンシェルジェ: Mind Probing に基づくマルチモーダルインタラクシオンシステム," 電子情報通信学会技術研究報告. HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎 111(190), pp.55-60, (2011).
 - 10 堤大輔, 倉本到, 渋谷雄, 辻野嘉宏, ¥空き時間とタスク間関係を利用したユーザのスケジューリング支援手法," 情報処理学会論文誌 48(12), 4064-4075, (2007).
 - 11 Open Mind Common Sense,
<http://media.mit.edu/research/groups/5994/open-mind-common-sense>