

高齢者の体感状況理解のための韻律に着目した発話行動分析

新村 颯^{†1} 桐山 伸也^{†1}

概要: 高齢者が持つ多様な体感特性に適応した住空間空調サービス実現に向けて、発話行動から体感温度の変化を推定する仕組みを開発している。韻律的特徴に着目して発話感情ラベルを付与する方策を複数検討し、発話感情ラベルと体感温度変化の関係を分析した。実温度変化がないにもかかわらず体感温度が変化している場を対象に感情ラベルが体感温度の変化を説明できるか検証したところ、設計した発話感情ラベルは、「体感温度の単純な上昇/下降の変化」を説明する能力は高くないが、「快から不快（不快から快）への体感温度変化」を説明する手掛かりになる可能性が示唆された。

キーワード: 感情ラベル, 韻律的特徴, 体感変化, 空調サービス

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

HAYATE NIIMURA^{†1} SHINYA KIRIYAMA^{†1}

Keywords: emotion labels, prosodic features, bodily feeling changes, and air conditioning services

1. はじめに

高齢化社会の急速な進行に伴い、高齢者が日常を過ごす住空間サービスの需要が増しており、高齢者の日常生活を支援する研究も盛んに行われている[1][2].

高齢者は加齢に伴う身体機能の衰えにより、感覚特性が多様化する傾向がある。我々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、温度・風量・音量などの体感情報の入力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]. 住空間におけるユーザの体感は、その空間の気温・湿度、その日の天候、他のユーザとの関係など、様々な要因で変化する。ユーザの体感に変化したとき、その人に何が起きていたか、どんな状況であったかを分析し、その要因を明らかにする「体感状況理解」が、高齢者のための住空間サービスを構築する上で重要である。

筆者らはこれまでに、住空間における体感変化にユーザ間の会話への参加度が関係している可能性を見出した[4]. 体感状況理解の手掛かりの一つがユーザの発話行動にあると考え、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の検討を進めてきた。本稿では、韻律的特徴に着目して発話を分類し、特徴的な体感変化場面における被験者の発話行動と体感変化との関係を分析した結果について述べる。

2. 住空間状況理解システム

2.1 体感情報の活用

従来の住空間における状況理解システムは、その環境がどのような状態であるかを示す客観情報が主に用いられてきたが、ユーザ自身がどのように感じているかを知るための主観情報を積極的に活用したものは少ない。我々は主観情報の一つである体感に着目した状況理解の検討を進めてきた。

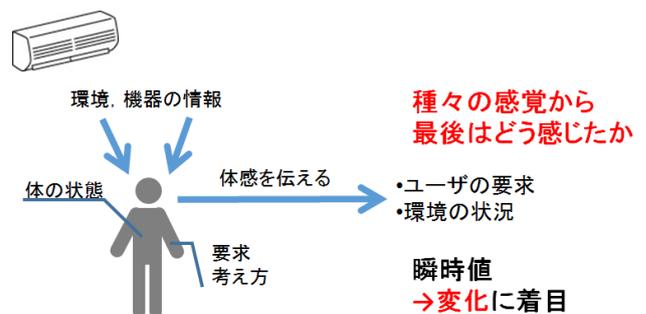


図 1 体感の概要

体感とは図 1 に示すように、ユーザが自分と自分の周囲の状態を情報処理し、そのとき感じている問題、要求、意図など様々な情報を含んで導き出される主観情報である。体感自分や周囲の状況とともに刻々と変化する。よって、体感に変化する前後でユーザに何が起きていたかを知るとは、状況理解システムの発展に大きく寄与すると考えられる。

^{†1} 静岡大学大学院総合科学技術研究科
Graduate School of Integrated Science and Technology, Shizuoka University

2.2 マルチモーダルセンシングに基づく空調制御

体感情報とその他の客観情報を組み合わせたマルチモーダルセンシングにより、ユーザの主観に基づく空調制御システムを構築してきた。システムの概要を図 2 に示す。

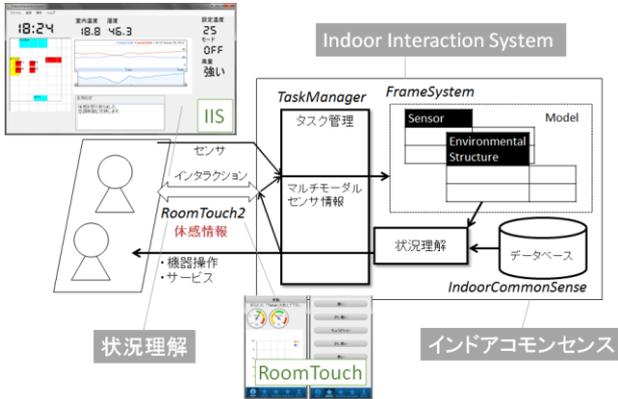


図 2 住空間体感状況理解システム

住空間の温度や湿度、騒音レベルといった環境情報と、そこにいる人の体感情報をライフログとしてデータベースに蓄積し、それをインドアコモンセンスによって状況理解することで、適切な空調制御を導き出す。

2.3 インドアコモンセンスを活用した状況理解

インドアコモンセンスとは、MIT のメディアラボによる“Open Mind Common Sense”プロジェクト[5]の一環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 を介して世界中から様々な知識・常識を収集しており、インドアコモンセンスは、その中でも室内における人・機器・環境に関する知識を構造化し、収集したものである。インドアコモンセンスに基づく状況理解の流れを図 3 に示す。

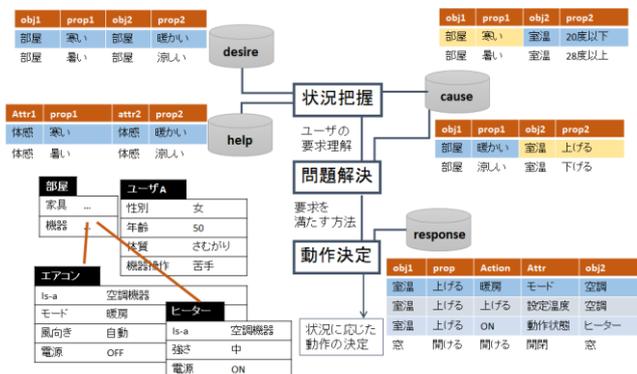


図 3 インドアコモンセンスに基づく状況理解

3. 住空間における高齢者を対象とした体感評

値実験

3.1 実験の概要

住空間における高齢者の体感がどのように変化するかを調査するため、屋内生活環境をシミュレートした住空間実験場において体感評価実験を実施した。被験者は博物館ボランティアをしている 60~70 代の高齢者 6 名（男性 4 名、女性 2 名）である。被験者はそれぞれが知り合いで趣味が共通しているため、実験中は趣味の話や世間話、昔話などの話題で和やかに会話している場面が多い。

2015 年 1 月・2015 年 7 月~8 月・2016 年 1 月~2 月の 3 期に渡りそれぞれ 6 日間ずつ、合計 18 日間実験を実施した。1 回の実験は約 4 時間で、昼食の時間を挟んで行った。

3.2 実験で取得するデータ

実験時に取得したデータを表 1 に示す。

表 1 取得したデータ一覧

| 分類 | 取得データ | 内容 | データ取得センサ | |
|---------|-------|----------------------|--------------------------------|--------------------|
| パーソナル情報 | 主観情報 | 体感温度 | 被験者が今感じている体感温度 (ちょうどよいかそうでないか) | RoomTouch (Webアプリ) |
| | | 風向き | 風のわずらわしさ | |
| | | 音 | その場を煩く感じないか | |
| | | 気分 | 今の気持ち (リラックス、空腹...) | |
| 環境情報 | 客観情報 | 発話音声 | 被験者自身の発話音声 | 咽喉マイク |
| | | 心拍数 | 被験者自身の心拍数 | リストバンド型心拍計 |
| | | 気温 | 部屋と被験者の手元・足元 | 気温センサ |
| | | 騒音レベル CO2濃度 映像 | 実験空間全体について | 屋内環境測定モジュール カメラ |

主観情報として取得する被験者の体感情報の中で特に重要なのは、被験者が今感じている体感温度である。「とても暑い・暑い・少し暑い・ちょうどよい・少し寒い・寒い・とても寒い」の 7 段階から選択する。その他にエアコンの風量、エアコンの音量、その時点での気分という情報を取得する。これらはすべてタブレット端末から Web アプリケーションによって取得する。入力インタフェースを図 4 に示す。

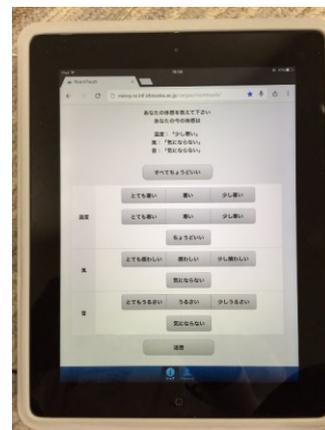


図 4 体感入力インタフェース

客観情報として取得するデータは、住空間の環境情報と被験者自身のパーソナル情報に分けられる。環境情報としては、住空間実験場の気温・湿度、被験者の座っている席の手元及び足元の気温等を取得する。パーソナル情報としては、被験者の5分ごとの心拍数、そして被験者の発話音声を取得する。

3.3 発話音声の取得

発話行動分析を行うため、咽喉マイクによって被験者の発話音声を取得する。咽喉マイクを図5に示す。



図5 咽喉マイク

咽喉マイクは通常の集音マイクとは異なり、装着者の咽喉の振動を直接取得する。そのため環境雑音の影響を受けにくく、個々の被験者の発話のみを収録することができる。

3.4 実験の手順

実験の手順は以下の手順で行う。

- 被験者全員がセンサを装着し、実験開始時に現在の体感を入力する
- 入力された体感情報に基づき、状況理解システムで導き出された空調設定を実験管理者のリモコン操作によりエアコンに反映する
- 実験開始以降、被験者は体感が変化したと感じたら体感情報を入力する。被験者ごと任意のタイミングで入力できるが、一定時間入力がないとシステムが入力を促す
- 体感入力に基づき、一定時間ごとに状況理解システムが空調設定を導き出すので、それに基づき実験者がエアコンを操作する

4. 発話感情ラベルによる体感変化分析

4.1 発話感情ラベルの導入

これまでの分析で、実験中積極的に会話に参加し、気持ちが盛り上がっていると思われる場面では、体感温度が高くなりやすい被験者がいることが分かった[6]。しかし、従来の検討では、被験者の気持ちの盛り上がりを客観的に示

す指標がなく、分析者の主観を中心に判断していた。

そこで、ユーザの心的状態が活発になっているかを表す簡易な指標として、発話感情ラベルを導入する。これは被験者の実験時間中の発話一つひとつに対し、“positive”、“neutral”、“negative”の3パターンのラベルを付与するものである。

3パターンに分類する韻律的特徴として、今回は発話時間長と基本周波数(F0)に着目した。発話時間長のみによるラベリング(A)、F0のみによるラベリング(B)、発話時間長とF0の組み合わせによるラベリング(C)の3種類の感情ラベルを用意した。ラベリングのルールは、実際の音声データの聴取から最も妥当と考えられるものを適用した。ラベリングルールを表2に示す。

表2 ラベリングルール

| ラベル | 韻律情報 | | |
|-----|----------|-----------|-----------------|
| | 発話長 | F0 | |
| A | positive | 10秒以上 | - |
| | neutral | 10秒未満1秒以上 | - |
| | negative | 1秒未満 | - |
| B | positive | - | 平均値の110%以上 |
| | neutral | - | 平均値の75%以上110%未満 |
| | negative | - | 平均値の75%未満 |
| C | positive | 10秒以上 | 平均値の110%以上 |
| | neutral | - | 平均値の75%以上110%未満 |
| | negative | - | 平均値の75%未満 |

4.2 分析対象場面

通常、住空間実験における被験者の体感温度は、実験空間の実温度変化に伴って変化する。しかし、実温度が上昇しているにも関わらず体感温度が変化しない場面や、実温度が変化していないにも関わらず体感温度が上昇している場面など、実温度変化とは関連しない体感温度変化が起きることがある。これらの特徴的な体感変化があったときの被験者や住空間の状態を分析することは、見守り支援など住空間サービスの高度化につながる。

過去の研究[4]において、高齢者の見守り支援場面を想定して「実温度が変化しているにも関わらず体感温度が変化しない」場面を分析した結果、被験者の発話行動が体感に影響し、発話感情ラベルにより体感変化を説明可能な場面があることがわかった。

本研究では発話行動と体感変化の関係を詳細に分析するにあたり、実温度の変化が体感温度の変化に及ぼす影響を取り除くため、「実温度が変化していないにも関わらず体感温度が変化する」場面を対象に分析を行う。具体的には、体感温度に変化があったとき実温度変化が0.5℃以内であった場面を合計172場面(内夏季実験91場面、冬季実験81場面)抽出した。夏季実験及び冬季実験における体感変化の内訳を表3及び表4に示す。

表 3 夏季実験体感変化内訳

| 体感変化 | 場面数 |
|-------------------|-----|
| ちょうどよい → 暑い, 少し暑い | 22 |
| 暑い, 少し暑い → ちょうどよい | 49 |
| ちょうどよい → 寒い, 少し寒い | 10 |
| 寒い, 少し寒い → ちょうどよい | 10 |

表 4 冬季実験体感変化内訳

| 体感変化 | 場面数 |
|-------------------|-----|
| ちょうどよい → 暑い, 少し暑い | 13 |
| 暑い, 少し暑い → ちょうどよい | 13 |
| ちょうどよい → 寒い, 少し寒い | 27 |
| 寒い, 少し寒い → ちょうどよい | 28 |

夏季実験では「ちょうどよい」より高い範囲での変化が多く、冬季実験には「ちょうどよい」より低い範囲での変化が多いことがわかる。

4.3 仮説に基づく分析

過去の研究[6]では、実験中会話の主役となっているときに体感温度が上がり、相手の話を聞いている場面では体感温度が下がる被験者がいたことから、会話への関心・参加の度合いが体感の違いに影響する可能性が示唆された。そこで、事前に次の仮説を立てた。

『仮説 1 (体感温度変化と感情ラベルの関係) : 実温度変化がないのに体感温度が上昇 (下降) しているときは、活発さが上昇 (下降) しているため、被験者の発話感情ラベルは、その日の平均と比較して“positive”の割合が多く (少なく)、“negative”の割合が少なく (多く) なっている』

172 場面それぞれの感情ラベルの割合を当該実験日全体の感情ラベルの割合と比較することにより、これらの仮説に合致するかどうかを検証した。“positive”と“negative”の両方とも仮説どおりの割合となっている場合は「◎ : 完全一致」、どちらか片方が仮説どおりの割合となっている場合は「○ : 部分一致」、両方とも仮説どおりの割合となっていない場合は「× : 不一致」とした。検証結果を表 5 に示す。

表 5 「体感温度変化と感情ラベルの関係」の検証結果

| ラベリングパターン | ◎ | ○ | × |
|-----------|------|------|-----|
| | 完全一致 | 部分一致 | 不一致 |
| A(発話長) | 66 | 20 | 88 |
| B(F0) | 45 | 19 | 108 |
| C(併用) | 54 | 16 | 102 |

ラベリングパターン別に見ると、発話時間長のみでラベリングした場合の割合がもっとも仮説を支持する結果とな

った。しかし全体的に不一致の場面数が多く、事前の仮説を強く支持する結果とはならなかった。

4.4 体感温度変化の種類別の分析

前節の分析結果から、体感温度の単なる上昇・下降については、発話感情ラベルの割合によって捉えることが難しいとわかった。

そこで、体感変化は「ちょうどよい」に近づく変化と「ちょうどよい」から遠ざかる変化があることに着目し、次の新たな仮説を立てた。

『仮説 2 (快不快変化と感情ラベルの関係) : 被験者の体感が「ちょうどよい」に近づく (から遠ざかる) ときは、発話感情ラベル中に“positive”の割合が増加 (減少) し、“negative”の割合が減少 (増加) する』

前節の検証結果を元に、上記の仮説に合致するかどうかを検証した。結果を表 6 に示す。

表 6 「快不快変化と感情ラベルの関係」の検証結果

| ラベリングパターン | ○ | × |
|-----------|----|-----|
| | 一致 | 不一致 |
| A(発話長) | 99 | 73 |
| B(F0) | 90 | 82 |
| C(併用) | 95 | 77 |

仮説 1 より仮説 2 の方が一致する場面数が増えることがわかった。

4.5 考察

発話感情ラベルが「体感温度変化」よりも「快不快変化」の観点から体感特性の変化を説明する手掛かりを与える可能性が示唆された。

発話時間長のみ(A)・F0のみ(B)・それらの併用(C)という発話感情ラベリングの 3 パターンの違いに関しては、それぞれの仮説について、A>C>B の順に仮説をより強く支持する傾向を示した。A については簡単のため一定の値でラベリングしたのに対し、B については被験者ごとの平均値を用いたため、このような結果となった可能性がある。今後、より個人特性に対応したラベリング手法を検討する必要があると考える。

5. おわりに

本稿では高齢者が持つ多様な体感特性に関する知見獲得を狙い、高齢者の韻律情報に着目した発話行動分析を行った。実温度変化がないにもかかわらず体感温度が変化している場面を対象に分析したところ、設計した発話感情ラベ

ルは「体感温度変化」を説明する能力は高くないが、「不快変化」を説明する手掛かりになる可能性が示唆された。今後は発話感情ラベルに基づいて高齢者の個人特性を説明する方策の検討を進める。

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-016/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-

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。

- 95(16)
- 4 新村颯，バルガス晴夫，川崎進也，柴田健一，石川翔吾，桐山伸也：高齢者向け住空間サービスのための発話感情ラベルを活用した体感状況理解，インタラクシオン 2016 (2016)
- 5 Open Mind Common Sense,
<http://media.mit.edu/research/groups/5994/open-mind-common-sense>
- 6 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)