

高齢者向け住空間状況理解システム高度化のための マルチモーダル体感分析

川崎 進也^{†1} バルガス 晴夫^{†1} 柴田 健一^{†2} 石川 翔吾^{†3}
桐山 伸也^{†3} 竹林 洋一^{†3}

本稿では、多様な高齢者に適応した住空間サービス提供のため、高齢者の体感特性をマルチモーダル分析した結果について述べる。高齢者は、暑さと寒さに対する感覚が鈍くなり、その傾向が個人ごとに異なる。高齢者が安心して健康に過ごせる住空間を実現するには、人によって異なる体感を理解し、個々に適応したサービスを提供する必要がある。我々はすでに体感情報に基づいて空調制御を行う住空間状況理解システムを構築している。住空間に関する万人共通の知識を収集したインドアコモンセンスに基づいて状況に応じた機器制御が可能であるが、一人ひとりの高齢者に適応したサービス提供のためには多様な個人特性に関する知識の蓄積・活用が必要である。この観点から、高齢者の多様な体感特性を理解するのに役立つ状況要因を調査するため、実環境における体感入力実験を実施した。体感の個人性の違いに着目した分析により、温度に関する体感の変化に敏感か鈍感かが被験者によって異なる可能性が示された。また、体感入力時の状況を詳細分析したところ、同時刻に同じ環境にいても暑さ寒さの体感が異なる場合があり、会話への関心・参加の度合いが体感の違いに影響することが示唆された。多様な体感特性を持つ高齢者に適応した空調制御の実現に向け、個人特性の違いを考慮した状況理解システムの高度化につながる知見を獲得した。

Multimodal Bodily Feeling Analysis for Enhancing Situation Understanding System for Elderly People in Living Space

SHINYA KAWASAKI^{†1} HARUO VARGAS^{†1} KENICHI SHIBATA^{†2}
SHOGO ISHIKAWA^{†3} SHINYA KIRIYAMA^{†3} YOICHI TAKEBAYASHI^{†3}

In order to provide suitable services for elderly people in living space, we have conducted multimodal situational analyses focusing on bodily feeling. Perception and sensory organs of the body of the elderly are diverse. The situation understanding based on subjective information provides beneficial effects on producing adaptive service considering the characteristics of each elderly people. We have developed a system which provides adaptive air conditioning service for elderly people based on Indoor Commonsense built by accumulating common knowledge about living space. The knowledge of personal features of bodily feeling is necessary to improve the system. The analysis results indicated the possibility of the difference of bodily feeling about the changes of temperature among subjects. The analysis on the scenes of the gaps between felt and actual temperature suggested that the changes of degree to participate in communicative activities correlated with the variations of bodily feeling. The multimodal bodily feeling analysis produced valuable findings to enhance situation understanding system considering the variety of personal characteristics.

1. はじめに

近年、高齢化はますます進み日本は超高齢社会に突入し、高齢者が一般的な住空間で家族と共に過ごす時間が増加することが予想される。高齢者は、暑さと寒さに対する感覚が鈍くなり、身体の反応も弱くなっている。また高齢者の熱中症の発生状況として、若年層と比べて屋内で起こる割合が多い[1]。高齢者が安心して健康に過ごせる住空間を実現するには、人によって異なる感じ方を理解し、個々に適応したサービスを提供する必要がある。

我々はこれまでに、体感入力に基づいた状況理解システムを開発している[2]。人・機器・環境に関する万人共通の知識(コモンセンス)に基づいて状況に応じた機器制御が可能であるが、一人ひとりの高齢者に適応したサービス提供のためには、高齢者の多様な個人特性に関する知識の蓄

積・活用が必要である。そこで本論文では高齢者の多様な体感特性を理解するのに役立つ状況要因を調査するため、我々の構築した体感情報を含むマルチモーダル環境センシング基盤を活用し、体感入力時の状況を詳しく分析した結果について述べる。

2. マルチモーダル状況理解による空調制御

2.1 体感情報を用いたマルチモーダル環境センシング

マルチモーダル環境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。我々が検討しているマルチモーダル状況理解システムでは、ユーザの主観的な情報である体感情報をセンサの1つとして状況理解を行う。

住空間における体感情報には、ユーザが現在の環境の状況やからだの状態、機器の制御についての感じ方といった情報が含まれる。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。体感情報はユーザや環境によって感じ方や表現の方法は様々であり、同じユーザ、同じ環境でも様々

^{†1} 静岡大学 情報学部

Faculty of Informatics, Shizuoka University

^{†2} 静岡大学 創造科学技術大学院

Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

^{†3} 静岡大学大学院 情報学研究科

Graduate School of Informatics, Shizuoka University

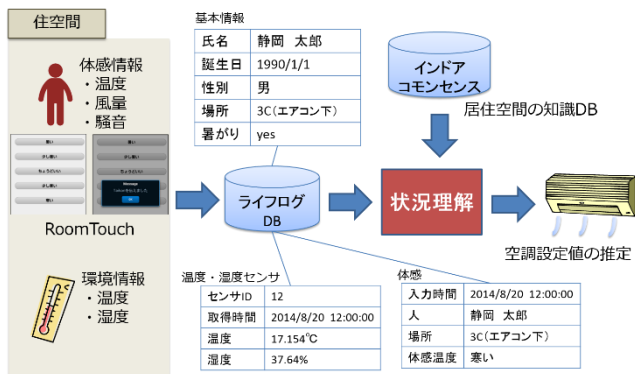


図 1：マルチモーダル環境センシングに基づく空調制御

であるといえる。しかしその反面，体感情報にはユーザや環境のその時の状態が含まれているといえる。体感情報と他のセンサ情報を組み合わせたマルチモーダル環境センシングによって，ユーザの主観を考慮した状況理解を行う。

2.2 マルチモーダル環境センシングに基づく空調制御

我々がこれまでに構築した空調制御システムを図 1 に示す。住空間に属する人の体感情報と温度・湿度等の環境情報をライフログとして DB に蓄積する。体感情報は体感入力インタフェース「RoomTouch」を用いて入力する。その後，ライフログとインドアコモンセンスから状況理解を行い，その状況に適した空調設定値を推定する。

2.3 インドコモンセンスを用いた状況理解

2.2 節で述べたインドアコモンセンスとは MIT が 10 年以上前に始めた Open Mind Common Sense[3]というプロジェクトの一環である。Web サイトを通して世界中から基本的な知識を収集している。インドコモンセンスとはその中でも部屋の中に限定して集約された知識 DB である。

インドアコモンセンスにおける 4 つの知識構造(Response, Help, Cause, Desire)を用いて実際に我々の環境に適した構造を既に構築している[2]。4 つの知識構造を用いて実際に状況理解を行う例を図 2 に示す。状況把握，問題解決，動作決定という 3 過程を経て状況理解を行う。まず状況把握として住空間からの体感・環境情報の入力に対して，Cause を用いてその時の人・部屋の状況を理解する。求められた現在の状況に対してどのような要求が考えられるか Help, Desire を用いて抽出する。その後問題解決としてもう一度 Cause を用いて，要求を満たす方法を求める。最後に動作決定として Response を用いて，機器の具体的な動作を決定する。

3. 高齢者を対象とした体感入力実験

3.1 実験の目的

多様な体感特性を持つ高齢者の状況理解につながる知見を得るために，2.2 節で述べた空調制御システムを用いて実環境の空調制御において体感情報に基づく状況理解の実

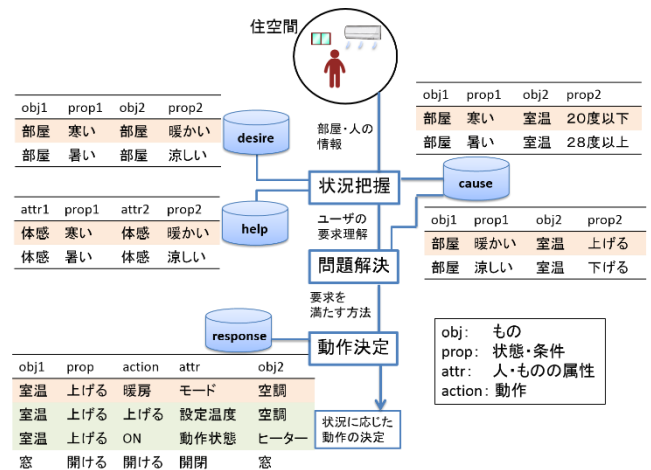


図 2：インドアコモンセンスに基づく状況理解

験を行い，特に被験者の体感入力時の状況に着目して分析する。

3.2 センシング内容

● 体感情報

RoomTouch を用いて，下記のいずれかの体感情報を入力する。

- 温度：暑い/少し暑い/ちょうどいい/少し寒い/寒い
- 騒音：うるさい/気にならない
- 風量：煩わしい/気にならない

● 温度・湿度

机ごとに机上と足元の温度・湿度を測定する。測定間隔は 30 秒である。

3.3 実験方法

実験手順は以下のとおりである。

- ① 被験者全員が実験開始直前に現在の体感情報を入力する。
- ② 入力された体感情報に基づいて，システムで導き出された空調の設定を実験者がリモコン操作し，実験を開始する
- ③ 実験開始以降は，被験者個人の任意のタイミングで体感情報を入力する。
- ④ 体感情報の入力によってシステムで導き出される空調の設定が更新されるので，それに基づいて実験者がリモコン操作する。

⑤ 以降，実験が終了するまで③，④の繰り返しである。空調制御システムは開発中であり，出力される空調設定が状況に適合しない場合は実験実施者が手で補正を行う。実験は 1 回あたり 2 時間で 4 日間実施した。室内と室外と同じ温度に調整した状態から開始し，空調機を稼働させて 2 時間後までの体感入力データを収集した。参加した被験者 6 人全員が顔見知りであるが，実験日によって参加人数は異なる。実験時間中，体感入力以外の行動についての制限はなく，会話や読書など自由である。

表 1: 体感項目別の入力数

	1日目	2日目	3日目	4日目	合計
温度	46	36	54	75	211
風量	21	22	27	41	111
騒音	24	19	27	34	104

表 2: 被験者別の体感温度遷移数 (入力数)

実験日	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E	被験者F
1日目	8(25)	3(7)	7(8)	3(6)		
2日目	7(15)	2(8)			5(5)	3(8)
3日目	10(20)	4(7)	8(9)	2(6)	4(5)	2(7)
4日目	7(45)	3(7)	3(4)	5(5)	6(6)	4(8)
合計	32(105)	12(29)	18(21)	10(17)	15(16)	9(23)
平均	8(26)	3(7)	6(7)	3(6)	5(5)	3(8)

3.4 実験結果

4日間の実験を経て、得られた体感入力数について表 1 に示す。体感温度の入力数が最も多く合計 211 得られた。風量と騒音についてもある程度の入力は得られたが、被験者によって変わらず、すべて「気にならない」の入力であった。体感温度の変化は、被験者または実験日によって異なる傾向が見られた。そこで体感温度の入力の中でも実際に温度が変化した箇所に着目して分析した。被験者ごとの体感温度遷移と入力数について表 2 に示す。

3.5 体感温度入力時に着目した分析

表 2 から特に被験者 A と B で体感温度遷移数に差があり、被験者 A は体感温度変化に敏感、被験者 B は鈍感であると可能性がある。しかし、被験者 A は体感温度入力数が多く、そのため遷移数も多くなったと考えられる。そこで被験者 A と B で体感温度入力数の差が最も少ない 2 日目の状況を入力時の机上に設置した温度センサの情報と会話状況についてマルチモーダルに分析した。その結果の一部を表 3 と表 4 に示す。

表 3 表 4 から被験者 A と被験者 B では同じ環境にいても暑さ寒さの体感が異なることがわかる。被験者 A は他の被験者の会話に参加しているときに体感温度が上がり、会話を聞いているときに体感温度が下がっている。被験者 B は会話の主役の場面が多いので、テンションが上がっており、体感温度が高めの可能性がある。被験者 A と B について、周囲の温度より会話状況が体感温度に影響していると考えられる。

表 3: 62 歳男性被験者 A の体感温度入力時の状況分析結果

経過時刻	体感温度	温度(°C)	状況
0:31:23	ちょうどいい	29.7	被験者Bとの会話
0:40:35	少し寒い	29.3	会話を聞いている
1:03:49	ちょうどいい	28.6	会話に参加し始める
1:36:51	少し寒い	28.2	会話を聞いている

表 4: 67 歳男性被験者 B の体感温度入力時の状況分析結果

経過時刻	体感温度	温度(°C)	状況
0:18:41	少し暑い	30.0	会話に参加し始める
0:42:42	少し暑い	29.0	会話の主役
1:21:18	少し暑い	28.3	会話の主役

4. おわりに

本稿では、空調制御システムを用いて高齢者の体感入力時の状況理解についての実験を行い、体感の違いに影響する人の要因に着目して分析した。分析結果から被験者によって体感温度の変化に敏感か鈍感かの違いがある可能性が示された。体感の傾向が大きく異なる 2 名に着目し、体感入力時の状況を詳細分析したところ、同じ環境にいても暑さ寒さの体感が異なることがわかり、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。多様な体感特性を持つ高齢者に適応したきめ細かい空調制御実現に向け、高齢者の個人特性を考慮した住空間状況理解システムの高度化につながる知見を獲得した。

参考文献

- 1) 入来 正躬(2003), 『体温生理学テキスト』, 文光堂
- 2) 池谷謙吾, 小川慧 他, “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), 1-6 (2013-01-25)
- 3) Push Singh, Thomas Lin, Erik T. Mueller, Grace Lim, Travell Perkins, and Wan Li Zhu (2002). **Open Mind Common Sense: Knowledge acquisition from the general public.** *Proceedings of the First International Conference on Ontologies, Databases, and Applications of Semantics for Large Scale Information Systems*. Lecture Notes in Computer Science. Heidelberg: Springer-Verlag.