

## 心拍センシングに基づくマルチモーダル体感状況理解

青木 渉† 桐山 伸也‡

静岡大学† 静岡大学‡

## 1. 個人に適応した住空間サービスに向けて

筆者らは「全ての人が安心安全で快適に暮らせるコミュニケーション環境の創造」をテーマにしている。しかし住空間における「暮らす人」、「環境」、「部屋」などの組合せはどれ一つ他と同じものではなく、全ての人に対して同じ方式でのサービスでは希望を満たすことは難しい。そのため個人の特性や状況に合わせたサービスが必要となる。筆者らは、この個人の特性を知るために主観的なデータである心的状態を利用することが個人の特性把握に繋がると考えた。

しかし心的状態には様々な種類があり、思考の深さも異なり、種類によっては検出が難しい。本稿では、心的状態の中でも外界からの影響を受けやすく、住空間において観測のし易い体感情報に着目し、心拍数の変化によって体感情報の変化を推測するモデル構築の検討について述べる。

## 2. マルチモーダル体感状況分析

体感の情報の分析には、主観的なデータである体感情報と客観的なデータである複数のセンシングデバイスを組み合わせたマルチモーダル分析を行う。ここであげるマルチモーダルは、複数のデータ間を繋ぎ合わせるだけでなく、一つのデータに対して様々な観点から捉えるなどの深さ方向の意味も含み、より深い体感状況の理解を行うことを目指している。

本稿で扱う体感情報及び各センシングデータはこれまで行われてきた住空間実験を元としている[1]。この住空間実験では、4~6人の高齢者または学生を対象に行なっており、普段過ごす間隔で一つの部屋で4時間過ごしてもらい、その時の体感温度や気分の変化、空調のリクエストをRoom TouchというWebアプリケーションでリクエストしてもらう。入力された情報はデータベースに蓄え、状況理解を行う統合システムで

ある Indoor Interaction System によって、空調制御の推論が行われる。この実験では、客観的なデータを取得するため、センシングデバイスを利用し、表1のようなデータを取得する。

表1: 実験での取得データ

センシングデバイス	取得データ
Room Touch	体感温度, 風量, 騒音, 気分
Fitbit Charge HR	心拍数
咽喉マイク	発話量
Web カメラ	実験映像
温度湿度センサー	手元足元の温度

マルチモーダルな体感分析を行う上での基軸として本稿では体感温度と心拍数に着目する。体感温度は取得される体感情報の一つで、「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段階で表現される。心拍数は客観的なデータであり、個人の変化量の違いが観測しやすく、睡眠支援など日々の生活を支援する様々なシステムに利用されている[2][3]。これらのデータをマルチモーダルな分析を行う上での基軸となると考える。

## 3. 心拍センシングに基づいた体感状況分析ツール

体感温度及び心拍数の分析には、開発したマルチモーダル体感状況分析ツールを使用する。このツールでは、体感や心拍数を可視化し、値の検索を行うことができる。またデータをリスト形式で示し、指定データ時の実験風景を動画から確認できる。実際のツール画面を以下の図1に示す。



図1: 体感状況分析ツール

「Multimodal bodily feeling situation understanding based on heart rate sensing」

† 「Wataru Aoki Shizuoka University」

‡ 「Shinya Kiriyama Shizuoka University」

開発した分析ツールでは、体感温度と心拍数の関連を調べるためのパターン分析機能を搭載した。パターン分析では、体感温度と心拍数の変化を幾つかの型に分類し、型の組み合わせに、体感温度に心拍数が影響を及ぼしているかの分析機能を実装した。型判定は以下の手順で行う。

- 体感温度を二点間で抽出する
- その時間に対応した心拍数を取得する
- 二つのデータを「上昇・平坦・下降・V字・八字・乱れ型・例外」といった型に分類する（体感温度は暑くなっていくことを上昇扱い）
- 型が同じ場合はマッチ扱いとする
- これをその日の全てのデータに適用する

#### 4. 分析結果

夏季に被験者 6 人に対して行った 6 日間の住空間実験で取得した心拍数（1 分刻みで 92 時間分）と体感情報（総計 402 場面）に対して開発したパターン分析を行い、以下の表 2 に結果を示す。なお例外は、部屋からの外出による心拍数の急激な増加した場面となる。

表 2：パターン分析の結果

被験者	一致	不一致	例外	場面数
A	22	40	6	72
B	23	26	12	62
C	11	19	15	47
D	23	24	17	66
E	44	46	9	99
F	8	16	6	33
全体	131	171	65	379

#### 5. 考察

例外を場面数から除けば全体の約 4 割が心拍数と体感温度の変化が一致していることを示せた。また一致しない部分では、何が原因かを分析し、以下の図 2 のような事例を見つけた。なおグラフのポイントが丸いグラフが体感温度、横棒のグラフが心拍数を表す。

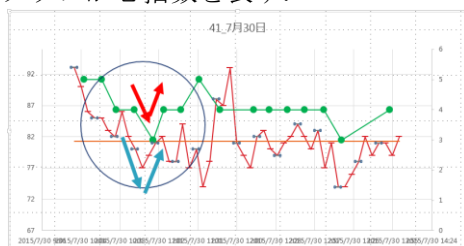


図 2：体感温度と心拍数の変化

この場面では、心拍数が体感温度より少し早く同じ変化をしている。ここで体感温度の変化が心拍数より遅い場面があるのではと考え、ツール上で心拍数の時間を少しずらした上でパターン分析を行えるようにし、ずらした上で変

化が一致する場面、ずらした上で変化が一致しなくなる場面を抽出し、何が原因で体感温度が遅れているのかを分析した。

心拍数の時間をずらしたパターン分析によって抽出された体感温度と変化が一致する場面を実験映像で確認した結果、実験中の会話による影響が大きいのではないかと考える。本稿で扱う体感情報は被験者の意志によって入力してもらう主観的なデータであり、強制的に促してはいない。そのため会話などに夢中になり、体感情報の入力は会話が終わったあとの場合も考えられる。

また時間をずらしたパターン分析によって、ずらさない場合のパターン分析時に一致していた場面が一致しなくなる場合があり、その場面も同じく実験映像で確認した結果、多くの場面で積極的な会話は発生していなかった。このことから会話に夢中にならないことで体感情報の入力の遅れは発生していなく、そのため時間をずらすと一致しなくなるのではと考える。

#### 6. まとめ

本稿では、多種多様な人の個人特性の理解を狙い、心拍数を基軸としたマルチモーダル体感状況分析を行った。その結果、心拍数と体感温度の変化には、連動して変化が見られる場面があることを示唆した。また体感入力の入力タイミングには、主体的な発話が関与していることも示唆し、住空間における個人や場面の特性分析の理解の手がかりを示すことができた。今後は、心拍数と体感温度に加えて、考察で関係が示唆された発話情報にも着目し分析を進める。

#### 謝辞

実験に協力していただいた被験者の皆様に感謝の意を示します。

#### 参考文献

[1] 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

[2] Gang Li, Wan-Young Chung: Detection of Driver Drowsiness Using Wavelet Analysis of Heart Rate Variability and a Support Vector Machine Classifier, Sensors 2013, 13(12), 16494-16511, 2013

[3] Keiki Takadama, Yuusuke Tajima, Tomohiro Harada, Atsushi Ishihara, Morito Morishima: Towards Ambient Intelligence System for Good Sleep By Sound Adjusted to Heartbeat and Respiration, 2015 AAAI Spring Symposium, 2015