

## 室内位置情報からの社会的関係の分析

## Analysis about Social Relation from Indoor Position Information

竹内 啓顕†  
Takaaki Takeuchi平野 靖‡  
Yasushi Hirano梶田 将司‡  
Syoji Kajita間瀬 健二‡  
Kenji Mase

## 1. はじめに

人や物などの位置情報から、人間の行動パターンや社会性を認識・理解しようとする研究が盛んに行われている。従来、人間の社会的関係の分析手法としてはアンケートによる調査方法が広く用いられていたが、倫理面やプライバシーに関する問題から、簡便なアンケートによる分析手法[1]が研究されている。一方、近年ではRFIDタグなどのセンサを利用した人間の行動の分析が行われている。たとえば、タグリーダを持ったロボットの周囲に集まった人の記録から、人間関係の形成過程を分析する研究[2]がある。また、建物内での位置情報から、移動経路のパターン分類やグループ関係の推定を行った研究[3]があり、機械と人間との相互作用を促進するために、センシングによる社会的関係の分析研究が進められている。

そこで本研究では、超音波センサによって取得した位置情報から、室内で生活する人間の親密さなどの社会的関係の分析を行った。近接状態と相手に対する向きを検出し、実験期間内に起きたイベントの頻度を計算した。また、イベントの頻度と、アンケートによる被験者の主観的な親密度を比較し、センサ情報による社会的関係分析の妥当性について検討した。

## 2. 位置情報からのイベント検出について

## 2.1 イベント検出

位置情報からイベントを検出する基準について説明する。イベントの検出は、被験者の位置情報を利用し、時間的にも距離的にも二者が近くにいた場合、イベントが起こったとみなす。また、イベントは単位時間ごとに計り、イベント数は二者間にコミュニケーションがあった時間長に比例する。閾値について、時間は同時刻のサンプルである可能性のある2秒以内とし、距離はHallの社会距離[4]を参考に、個人的な用件が発生しうる個人距離(1200mm)以内とした。また、被験者の立位・座位の区別と、二者の位置的中心に対する体の向き(正面、側面、背面)によってイベントを6種類に分類した。以上のように分類した二者間のイベントをセンサデータから数え上げた。

## 2.2 イベント頻度

数え上げたイベントの数と取得したデータの時間から、被験者 a と b のイベント頻度  $F(a,b)$  を以下の式で定義した。

$$F(a,b) = \frac{\frac{E(a,b)}{T(a,b)}}{\frac{T(a)}{T(a,b)} \cdot \frac{T(b)}{T(a,b)}}$$

ただし、 $E(a,b)$  は被験者 a と被験者 b にイベントが起きた回数、 $T(a)$ 、 $T(b)$  はそれぞれ被験者 a、b のサンプル数、

†名古屋大学大学院情報科学研究科

‡名古屋大学情報連携基盤センター

$T(a,b)$  は両者共に同時刻(2秒差以内)のデータを取得できたサンプル数である。式の分母はイベントが偶然発生する割合であり、分子は実際にイベントが起きた割合である。被験者間のデータ取得時間の差の影響を考慮し、偶然イベントが起こる割合と実際の割合の比を頻度とした。

## 3. 実験

## 3.1 センサデータ収集

位置情報の収集のため、研究室のメンバーを被験者とし、両肩に超音波式位置センサタグ[5]を付けて生活してもらった。被験者の年齢は18歳から26歳までの学生9名(男性8名、女性1名)、実験期間は20日間である。センサデータはタグのID、ミリ秒まで記録された時刻、3次元の位置情報である。データはタグごとに順次行われ、各タグのサンプリング間隔は約2秒、位置情報の誤差は約80mmである。位置情報を収集した環境は、被験者の机が置かれた空間と共有の空間がつながっており、空間の面積はそれぞれ約5m×6mである。

前処理として、センシングに失敗しているデータを除去し、2秒以上10秒以下のデータ欠損区間を線形補間した。また、両肩のタグの時間差が2秒以内であるデータ組の中心を被験者の座標とした。前処理後のサンプル数は25602(約14時間13分)から66942(約37時間11分)、平均48367(約26時間52分)であった。ただし、以下の分析では総データ取得時間が1時間未満の男性2名を除外した。

## 3.2 アンケート

実験を開始する前に、被験者にアンケートを行った。アンケートでは、自分以外の被験者それぞれに対し、自分と相手がどの程度親しいと思うかを5件法(1:親しくない、2:どちらかといえば親しくない、3:どちらでもない、4:どちらかといえば親しい、5:親しい)から選択して回答してもらい、この結果を主観的な親密度とした。回答時、相手に対する好意などの感情は考慮せず、あくまで現在の研究室内での関係に基づいて回答するよう教示した。

## 4. 結果と考察

## 4.1 イベント検出結果

前述の条件で数えたイベントの数を表1に示す。被験者の姿勢(立位、座位)で2種類に分類した。また、二者の中心に対する方角と体が向いていた方角の差 $\theta$ で、対面( $0^\circ \leq |\theta| < 45^\circ$ )、側面( $45^\circ \leq |\theta| < 135^\circ$ )、背面( $135^\circ \leq |\theta| < 180^\circ$ )の3種類に分類した。

表1. 検出されたイベント数

	立位(stand)	座位(sit)	Total
対面(face)	6013	2472	8485
側面(side)	11731	17059	28790
背面(back)	5977	2382	8359
Total	23721	21913	45634

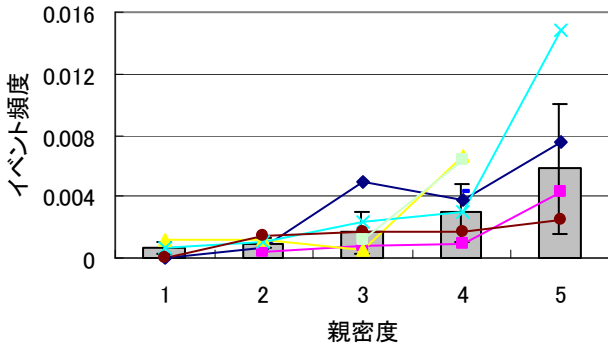


図1:親密度に対するイベント頻度の平均  
(折れ線は被験者ごとの平均、棒グラフは全体の平均)

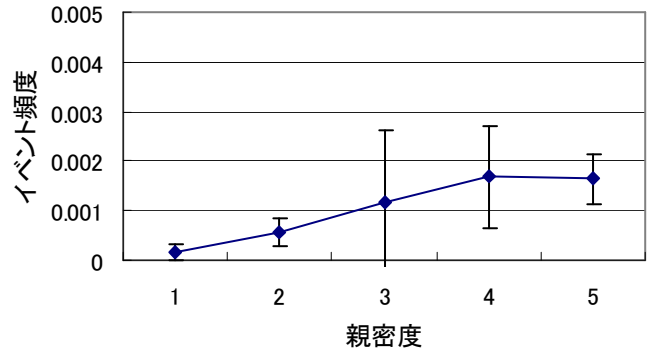


図2:親密度に対するイベント頻度の平均(standのみ)

## 4.2 イベント頻度とアンケート結果

各被験者間のイベント頻度とアンケート結果の親密度との比較を行った。7名の被験者間のイベント頻度を計算した7×7のマトリックスから、親密度に対するイベント頻度の平均を各被験者について求めた。各被験者の平均を折れ線で示し、全被験者の平均を棒グラフで示した結果を図1に示す。同様に、自分が立っている状態(他者は任意姿勢)のイベントのみを数えてイベント頻度を計算し、親密度に対する全被験者の平均をとった場合を図2に示し、同様に自分が座っている状態のイベントのみを数えた場合を図3に示す。

## 4.3 考察

図1, 2, 3に示した親密度と全被験者のイベント頻度平均の間の相関係数はそれぞれ0.93, 0.96, 0.81であり、アンケートによる主観的な親密度とセンサデータによるイベント頻度平均の間に強い正の相関があることが確認できた。

ただし、親密度とイベント頻度平均に直線的な比例関係があるように見えるが、図1, 3では分散は大きい。姿勢ごとに見ると、図2から親密度が低いと感じている相手に対するイベント(積極的に話しかけに行くような場合や、立ち話をするような場合)の頻度が少ないことがわかる。逆に図3からは、座っている状態のときに起こるイベント(自分の机に座っているときに話しかけられた場合や、互いに座って話し込んだ場合など)の頻度が高いことがわかる。したがって、座っている状態でのイベント頻度は、被験者の感じている親密度が高い場合に意味を持つ尺度であると考えられる。

イベント頻度からの親密度の推定に関して、図1から個人の親密度とイベント頻度の間に右肩上がりの傾向が読み取れるが、その傾きは個人差が大きいため、イベント頻度から親密度を直接求めることは不適切である。各被験者に対するイベント頻度の順序と主観的な親密度の順序の一致度を比較することで、イベント頻度からの親密度の推定を評価できるのではないかと考えられる。

今回の実験は、全ての被験者が研究室内の学生であり、全ての被験者が互いに自由にコミュニケーションをとることのできる環境で実験を行った。今回の結果に見られた傾向が異なる環境においても一般的に成立するかどうかは未検証である。被験者の中に特別な役割を持つ人がいる場合や、会議室や個人の部屋など特別な意味を持つ部屋を含む場合など、さまざまな環境での実験が必要であると考える。

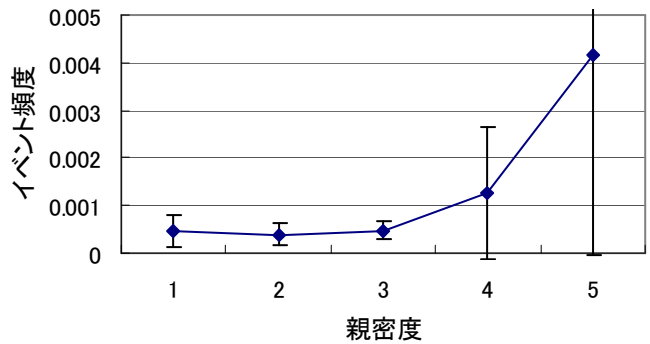


図3:親密度に対するイベント頻度の平均(sitのみ)

## 5. おわりに

室内位置情報を利用してイベントを検出し、被験者が感じている主観的な親密度と実際のコミュニケーションの間に正の相関があることを確認した。また、被験者が立っているか座っているかの姿勢状態別の比較を行い、人間の姿勢を考慮したイベントの認識が人間関係の理解に意味を持つことを示した。

今回の研究で示した結果は、実験期間中に蓄積されたデータから各時刻におけるスナップショットを分析したものであり、イベント間の時間的前後関係を考慮していない。しかし、状況に応じた人間関係を認識した情報提示を行うためには、時間経過による社会的関係の変化を理解する必要があるため、時系列の状況理解処理を行うことが求められる。したがって今後は、動的な社会的関係性の分析とイベントの意味理解を目標に、イベントの分類情報を付加したセンサデータの構造化と、それらのデータを時系列順に並べたイベント系列のパターン認識や意味付けを行う予定である。

## 参考文献

- [1] 藤本 学, ソシオプロフィール法:関係性の親密さから見る小集団の構造, 対人社会心理学研究, 4, pp.74-82 (2004).
- [2] 神田崇行ら, 対話型ロボットによる小学校での長期相互作用の試み, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.7, No.1, pp.27-38 (2005).
- [3] 神田崇行ら, RFID タグを用いた科学館来館者の移動軌跡の分析, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.5, pp.1727-1742 (2008).
- [4] 「空間のエコロジー:空間の認知とイメージ」, 加藤義孝著, 新曜社 (1986).
- [5] 超音波 3次元測位システム ZPS-3D, 古河機械金属株式会社, [http://www.furukawakk.jp/products/ZPS\\_2.html](http://www.furukawakk.jp/products/ZPS_2.html)