

リストバンド型センサで取得したライフログを用いた長時間エピソード に対する運動状態の順序尺度を考慮した否定イベントの検討

Examination of negative terms for long-duration episodes considering ordinal scale of motion status using lifelog of wristband wearable device

野瀬 祥吾[†] 新谷 隆彦[†] 大森 匡[†] 藤田 秀之[†]
Shogo Nose Takahiko Shintani Tadashi Ohmori Hideyuki Fujita

1. 背景と目的

近年、センサデバイスなどの普及により、人の長期間の生活に関するデータであるライフログを収集することが容易になった。我々は、ライフログとしてどのような運動状態であったかを表した運動状態データを収集している。収集した運動状態データから、長い時間を費やして行われるような日常的な行動（日常行動）に相当する長時間エピソードの抽出技術と、2つの期間の生活比較技術の研究を行っている [1]。従来研究では、運動状態データに現れた運動状態のみから長時間エピソードを抽出してきた。しかし、人の生活では行わなかったことを考慮することが重要な場合がある。本研究では、長時間エピソードに行われなかったことを示す運動状態を導入した長時間否定エピソードを検討する。

2. 本研究でのライフログデータ

本研究では、運動状態データをライフログとして利用する。三軸加速度センサを搭載した(株)日立システムズのリストバンド型ライフレコーダ UW-302BLE を使用した。デバイスを手首に常時装着することによってユーザがいつからいつまでどのような運動状態であったかを表す運動状態データを収集した。運動状態は、“静止”、“安静”、“デスクワーク”、“軽作業”、“作業”、“運動”、“歩行”、“ジョギング”、“非装着”、“データなし”の10種類がある。

運動状態 $m \in M_p$ と開始日時 t_s 、終了日時 t_e の組 (m, t_s, t_e) が運動状態データである。 M_p は運動状態の種類集合とし、肯定イベントと呼ぶ。運動状態データを開始日時の順に並べたデータをシーケンスデータと呼ぶ。

3. 長時間エピソード

エピソードは、運動状態を出現する順序に並べたリストである。長さ k のエピソードは $m_1-m_2-\dots-m_k$ と表し、 i 番目の運動状態 m_i より後に $i+1$ 番目の運動状態 m_{i+1} が出現することを意味する。また、連続する運動状態は同じ運動状態でもよいとする。エピソードを構成する運動状態がシーケンスデータに同一の順序で現れたとき、エピソードがシーケンスデータに出現したとする。長さ k のエピソードがシーケンスデータに出現した区間をオカレンスと呼び、先頭の運動状態データの開始日時 t_{s_1} と末尾の運動状態データの終了日時 t_{e_k} の組 (t_{s_1}, t_{e_k}) で表す。オカレンスの長さを

継続時間と呼び、 t_{s_1} と t_{e_k} の差分で求める。冗長なオカレンスを除外するため、継続時間の最大値を示す最大オカレンス継続時間、エピソード内の隣り合う運動状態の時間間隔の最大値を示す最大ギャップ時間を制約条件として設けている。また人は同じ行動を同時に行うことはできないため、オカレンスは極小非重複オカレンスのみとする。極小オカレンスは、オカレンスの開始日時から終了日時までの間に同一エピソードの他のオカレンスが存在しないことを指す。2つのオカレンスの区間が重複しないとき、これら2つのオカレンスは非重複である。極小かつ非重複であるオカレンスを極小非重複オカレンスと呼ぶ。エピソードは頻度と総継続時間の評価値を持つ。極小非重複オカレンスの数が頻度、継続時間の和が総継続時間である。長時間エピソードマイニングは、シーケンスデータからユーザが指定した総継続時間の最小値を満たすエピソードである長時間エピソードを全て抽出することである。

4. 長時間否定エピソード

本研究では、行わなかったことを示す運動状態を含む長時間エピソードを考える。行わなかったことを示す運動状態は肯定イベントの否定であるため $\neg m$ と表し、否定イベントと呼ぶ。ここで、 $m \in M_p$ は運動状態、否定イベントの集合を M_n とする。否定イベントを1つ以上含んだエピソードを長時間否定エピソードと呼ぶ。例えば、“軽作業 \rightarrow 安静 \rightarrow デスクワーク”は長時間否定エピソードであり、“軽作業”が行われ、その後“安静”が行われずに“デスクワーク”が行われることを意味する。冗長な長時間否定エピソードを回避するため、従来の否定シーケンシャルパターン [2] と同様に制約条件を設けた。先頭と末尾は肯定イベントであること、否定イベントが連続しないこと、否定イベントの前後は異なる運動状態の肯定イベントであることを長時間否定エピソードの制約条件とした。

長時間否定エピソードがシーケンスデータに出現するとき、その区間には長時間否定エピソードの全ての肯定イベントが同一の順序で出現しており、各否定イベントの運動状態がその前後の肯定イベントの間に現れない。つまり、長時間否定エピソード α のオカレンスは、 $mpe(\alpha)$ のオカレンスであるが、どの $neg(\alpha)$ のオカレンスでもない場合である。ここで、 α は n 個の否定イベントを含む長時間否定エピソード、 α から全否定イベントを除去した長時間エピソードを $mpe(\alpha)$ 、 α から $n-1$ 個の否定イベントを除去した長時間否定エピソードを $neg(\alpha)$ である。

長時間否定エピソードも頻度と継続時間を評価値として持つ。長時間否定エピソードの極小非重複オカレ

[†]電気通信大学大学院情報理工学研究所 Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

表 1: エピソードのオカレンスと行動メモの対応

| 行動メモ | “L デスクワーク -L デスクワーク” | | “L デスクワーク -S 軽作業-L デスクワーク” | | “L デスクワーク -S 軽作業以上-L デスクワーク” | |
|-------|-------------------------|---------|-------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
| | 頻度 | 継続時間の和 | 頻度 | 継続時間の和 | 頻度 | 継続時間の和 |
| 自宅で寛ぐ | 23 | 3646 分 | 2 | 192 分 | 2 | 192 分 |
| PC 作業 | 106 | 21712 分 | 102 | 20687 分 | 100 | 20579 分 |
| 電車移動 | 33 | 4566 分 | 25 | 3080 分 | 0 | 0 |

ンスの数が頻度, 継続時間の総和が総継続時間である。

5. 運動状態の順序尺度

長時間否定エピソードは行わなかったことを示す運動状態を含む長時間エピソードである。例えば, “デスクワーク→軽作業-安静” は, “デスクワーク” が行われ, その後に“軽作業”が行われずに, “安静”が行われることを意味している。この長時間否定エピソードは“軽作業”のみが行われなかったことになり, “軽作業”以外の運動状態が行われなかったことは考えていない。そのため, “デスクワーク”と“安静”の間に“作業”が行われた区間もオカレンスとなる。この長時間否定エピソードが“作業”のような“軽作業”よりも激しい運動状態が行われなかったことも考えたい場合, 4 節の長時間否定エピソードでは表すことができない。

本研究では, 運動状態が順序尺度であることに着目した。運動状態は腕の動きの大きさによって, 最も穏やかな運動状態である“静止”から最も激しい動きを伴う運動状態である“運動”までを“静止”, “安静”, “デスクワーク”, “軽作業”, “歩行”, “作業”, “ジョギング”, “運動”の順序に並べることができる。

運動状態の順序尺度を考慮した長時間否定エピソードとして, 行わなかった運動状態の範囲を否定として含めることとした。本研究では, 運動状態 m 以上の激しい運動状態を行わなかったことを“ $\neg m$ 以上”, 運動状態 m より穏やかな運動状態を行わなかったことを“ $\neg m$ 以下”とすることとした。例えば, “デスクワーク→軽作業以上-安静”の長時間否定エピソードでは, “デスクワーク”が行われた後に, “軽作業”から“運動”までの運動状態のいずれも行われずに“安静”が行われたことを意味する。

6. 評価実験

報告者の運動状態データを用いて長時間否定エピソードを取り出し, 手作業で何をしていたかを記録した行動メモとの関連を調べた。実験には, 報告者が収集した 351 日間の運動状態データを使用した。運動状態のうち, 出現数の多かった“静止”, “安静”, “デスクワーク”, “軽作業”, “歩行”を継続時間によって 2 つに等頻度分割し, 継続時間の短い運動状態に S, 継続時間の長い運動状態に L を付加した。評価値は, 最大オカレンス継続時間 10 時間, 最大ギャップ 1 時間, 総継続時間の最小値を週 10 時間 (全期間のうち 29229 分) とした。

抽出された長時間否定エピソードのうち, “L デスクワーク→S 軽作業-L デスクワーク”とその運動状態の順序尺度を考慮した長時間否定エピソード“L デスク

ワーク→S 軽作業以上-L デスクワーク”について考察する。これらエピソードと否定イベントを除いた長時間エピソード“L デスクワーク-L デスクワーク”のオカレンスのうち, 行動メモから行動内容の対応がとれたオカレンスの結果を表 1 に示す。以降, “デスクワーク”を“デ”, “軽作業”を“軽”と表記する。

表 1 から“L デ-L デ”は「自宅で寛ぐ」, 「PC 作業」, 「電車移動」に対応していたことが分かる。一方, “L デ→S 軽-L デ”は「PC 作業」と「電車移動」に対応している。「自宅で寛ぐ」では, 家の中で座位作業を続けた後に, 家事などを短時間だけ行い, そして座位作業を続けていたことが多かった。“L デ”の間に“S 軽”を行わなかったオカレンスが除外されたため, “L デ→S 軽-L デ”では「自宅で寛ぐ」が対応していなかった。“L デ→S 軽以上-L デ”は「PC 作業」に対応しており, 「電車移動」には対応しなかった。「電車移動」では, 途中に乗り換えが行われていた。そのため, 2 つの“L デ”で構成され, その間に歩行などの“S 軽”よりも激しい運動状態が行われていたと考えられる。“L デ→S 軽以上-L デ”は, 2 つのデスクワークの間に“S 軽”以上の激しい運動状態が行われなかったことを意味するため, 「電車移動」は対応しない。“L デ→S 軽以上-L デ”の「PC 作業」は打合せや発表前の資料作成などを行っていたとき, 「自宅で寛ぐ」の 2 件も資料執筆などを行っていたときであった。これらは集中して座位作業を続けていたときであると考えられる。このように, 運動状態の順序尺度を考慮した長時間否定エピソードによって大きく異なる日常行動を区別できることが分かった。

7. おわりに

本研究では, 行われなかった運動状態を否定イベントとして長時間エピソードに導入し, さらに, 運動状態の順序尺度のみ考慮した長時間否定エピソードを検討した。実データを用いた実験により, 順序尺度を考慮した長時間否定エピソードが日常行動に相当するエピソードとなる見込みを得た。

謝辞

本研究は JST, CREST の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] T.Shintani, T.Ohmori, H.Fujita, “Method for Comparing Long-term Daily Life using Long-duration Episode”, DARL-AP, 2019.
- [2] S.C.Hsueh, M.Y.Lin, C.L.Chen, “Mining Negative Sequential Patterns for E-Commerce Recommendations”, IEEE APSCC, pp.1213-1218, 2008.