

スマートフォン依存患者の利用傾向変化に関する自動説明

杉山 孔亮* 桐山 知彦† 尾崎 理沙‡
 早稲田大学* 株式会社 KDDI 総合研究所† 株式会社 KDDI 総合研究所‡
 目黒 巧巳§ 多屋 優人¶ 本庄 勝||
 KDDI 株式会社§ 株式会社 KDDI 総合研究所¶ 株式会社 KDDI 総合研究所||
 小林 七彩** 治徳 大介†† 内田 真人‡‡
 東京科学大学** 東京科学大学†† 早稲田大学‡‡

1 はじめに

スマートフォン（以下、スマホ）依存患者の治療では、スマホ利用傾向の変化を客観的かつ継続的に把握することが不可欠である。従来の研究では、スマホのログデータをもとに1週間単位の多変量時系列データを構築し、多変量オンライン変化点検知（OCPD）手法を適用することで、利用傾向の変化点を検出し、各特徴量が変化点に与える寄与度を推定する方法が提案されている [1]。しかし、既存手法では検知遅延が考慮されておらず、変化内容の自動判定には限界がある。本論文では、この課題に対処するためにルールベースの変化パターンマッチング手法を提案する。本手法はスマホ利用傾向の変化点をより正確に検出し、その変化内容を自動かつ解釈可能な形で説明することを目的とする。さらに、実際の患者データを用いたケーススタディを通じて、本手法の有効性を検証し、治療支援への適用可能性を示す。

表1 変化パターンマッチングルール

変化パターン	a_{far}	a_{mid}	a_{near}
増加傾向 → 停滞	> 0	> 0	≈ 0
減少傾向 → 停滞	< 0	< 0	≈ 0
停滞 → 増加傾向	≈ 0	> 0	> 0
停滞 → 減少傾向	≈ 0	< 0	< 0
増加傾向 → 減少傾向	> 0	$\leq a_{\text{far}}$	< 0
減少傾向 → 増加傾向	< 0	$\geq a_{\text{far}}$	> 0
停滞 → 増加 → 停滞	≈ 0	> 0	≈ 0
停滞 → 減少 → 停滞	≈ 0	< 0	≈ 0

2 提案手法

多変量 OCPD における真の変化点は、複数の特徴量群において明確な変化が同時に生じた時点と考えられる。この発想に基づき、本手法では各特徴量の変化点および変化パターンを推定し、それらを統合して真の変化点を特定する。具体的には、多変量 OCPD が検出した時点 t_d を基準に、二段階の推定プロセスを適用する。

一段階目では、各特徴量の変化点と変化パターンを推定する。まず、最大遅延時点数を B とし、候補変化点集合を $\mathcal{C} = \{t_d - B, \dots, t_d - 2\}$ と定義する。そして、各候補変化点 $t \in \mathcal{C}$ に対して、 $[t, t_d]$, $[t_p, t]$, $[t_p, t_d]$ の3つの区間の特徴量系列を線形回帰モデルを用いてモデル化する。ただし、 t_p には、十分離れた時点として

Automated Explanation of Usage Trend Changes in Smartphone Addiction Patients

* Kosuke Sugiyama, Waseda University

† Tomohiko Kiriya, KDDI Research, Inc.

‡ Risa Ozaki, KDDI Research, Inc.

§ Takumi Meguro, KDDI CORPORATION

¶ Masato Taya, KDDI Research, Inc.

|| Masaru Honjo, KDDI Research, Inc.

** Nanase Kobayashi, Institute of Science Tokyo

†† Daisuke Jitoku, Institute of Science Tokyo

‡‡ Masato Uchida, Waseda University

$t_d - t_p > 2(t_d - t)$ を満たした前の変化点を設定する．その後、これらの偏回帰係数をそれぞれ a_{near} , a_{far} , a_{mid} と表し、表 1 に示すルールと照合することで変化パターンマッチングを行う．最後に、マッチした変化パターンに対する確信度 s_{ij} を、 $(a_{\text{near}}, a_{\text{far}}, a_{\text{mid}})$ 空間上の k -近傍点と同じパターンであった割合で定量化し、最も確信度が高い候補変化点と変化パターンを推定結果とする．ただし、 i は特徴量のインデックス、 j は遅延時点数を表す．確信度 s_{ij} はパターンマッチの不確実性を表すため、推定結果の信頼性の向上に寄与すると考えられる．

二段階目では、一段階目の各特徴量の結果を統合して、多変量 OCPD における真の変化点を推定する．一段階目で計算した s_{ij} と、 i 番目の特徴量の多変量 OCPD への変化寄与度 c_i を用いて、時点 $t_d - j$ が真の変化点である確信度を $\sum_i c_i s_{ij}$ として定量化する．この定量化により、推定変化点に対する不確実性も表現することができる．ただし、 c_i は i 番目の特徴量が多変量 OCPD の結果に影響した度合いを表し、杉山らの手法を用いて推定する [1]．

3 ケーススタディ

東京科学大学のネット依存外来に通院する患者のログデータを用い、我々の手法の有用性を確認する．ログデータは、患者の同意を得た上で、KDDI 総合研究所が開発した U-Logger というアプリを用いて収集した．

患者 A の第 t_d 週で多変量 OCPD 手法が変化点を検知した場合に、提案手法を適用した結果を図 1 に示す．ただし、多変量時系列データ、OCPD、変化寄与度の算出は既存研究 [1] に基づいて設定した．図中の変化パターン、マッチング確信度 ($= \max_j s_{ij}$)、推定変化点 (赤い三角)、変化点確信度が、本手法により自動的に付与できる追加情報である．図 1 より、変化寄与度が非負の特徴量に対し、変化点と変化パターンを良く捉えられていることがわかる．さ

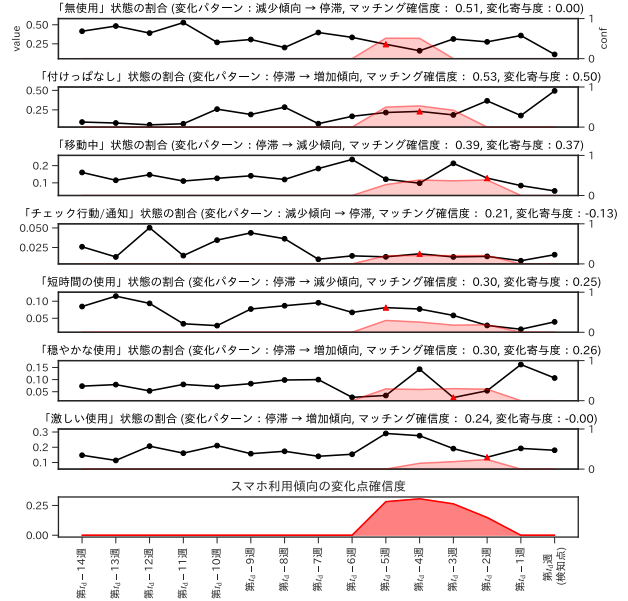


図 1 患者 A に対するケーススタディ ($B = 5$)

らに、我々の算出したマッチング確信度は、変動が大きいスマホ利用傾向データに対して、適切に不確実性を表現できていると考えられる．この可視化結果より、目視では困難だった多変量時系列データで表現される患者のスマホ利用傾向変化の具体的な内容を、容易に把握できるようになったと考えられる．

4 まとめ

本研究では、パターンマッチングに基づいてスマホ利用傾向変化内容を自動的に判定し、スマホ利用傾向変化の真の変化点を推定する手法を提案した．提案手法は、医師や患者自身が、患者の直近のスマホ利用傾向を容易に把握するために有用であり、診療における重要な参考情報となることが期待される．

参考文献

- [1] 杉山, 目黒, 多屋, 本庄, 小林, 治徳, and 内田. スマートフォン依存患者の利用傾向の変化点検知と変化要因推定. 情報科学技術フォーラム講演論文集 (FIT), 23(第 2 分冊):105–110, 2024.