

# GPS データの位置及び時間情報を用いた個人認証方式の検討

A Study of Personal Authentication Method Using Location and Time Information of GPS Data

山本 一成

Kazunari Yamamoto

岡山大学 阿部研究室

Abe Laboratory, Okayama University

概要 本研究では、GPS データから得られたユーザーの位置情報及び時間情報を利用した個人認証システムの構築を目指す。本報告では、ユーザーの GPS データを基に得られた滞在地とその滞在時刻を集計して分析し、地点毎の滞在時間帯の傾向が見られるのかどうかを調べることで、位置情報に加えて時間のデータを利用した認証方式の有効性についての検討を行った。

## 1 はじめに

現在実用化されている認証方式として、パスワード認証や指紋認証、顔認証などが挙げられる。この中でも指紋認証と顔認証は生体認証と呼ばれ、これらは個人で異なる身体的特徴を認証に利用している。またこのような固有の特徴は身体的なものに限らず、日々の行動には人ごとの傾向、すなわち特徴があると考えられる。そして近年、日常の行動記録を個人の認証に利用する方法が提案されている [1]。日常的に記録されるデータを基に認証を行うことは、パスワード認証や指紋認証などの能動的な操作を必要とする認証方式と比べて、利用者の負担が少なく、高い利便性を実現している。一方で、日々の生活に大きく関連する情報を利用することから、認証精度はパスワードや生体認証と比べるとあまり高くない、単一の情報のみを使った認証方式では安全性が不十分である可能性がある。このような場合には、情報を複数個組み合わせた多要素認証を用いることで、認証精度を改善することができる。そこで、筆者は GPS データに基づく位置情報と時間情報の二つの情報を用いた認証方式を検討する。

既存研究として、遠山らによって GPS データから生活圏を抽出して認証に利用する方式 [2] が提案されている。提案方式では、前の月一か月間の GPS データから抽出した生活圏データを登録し、直前一週間の GPS データから抽出した生活圏データを比較し評価することでしきい値による認証を行っている。生活圏は訪問頻度の高い滞在地とそれらを繋ぐ移動経路からなるデータ [3] で、ユーザ毎の行動特性を反映している。しかし生活圏データは抽出の過程で位置情報に紐づく時間情報を捨てており、元の時間情報は反映されない。さらに生活圏データは直前一週間のデータを基に認証を行うため、端末所有者が別の人に代わってもすぐには誤認証を防ぐことができない。

そこで本研究では生活圏データと併せて、位置データ毎の滞在時刻の傾向を表すデータを認証に利用した認証方式を検討する。具体的には、まず生活圏データの内の各地点に、数時間程度の長さを持つ滞在時間帯情報を加えた新たな生活圏データを作成する。そして認証の際は生活圏データに加えて認証を行う地点と時刻の情報を入力として与えることで、生活圏データの評価及び認証地点と時刻の評価の両方を用いた多要素認証を行う。認証地点と時刻は、生活圏データ内の地点と滞在時間帯を参照して評価する。この認証方式では、従来の認証方式に併せて時間情報を考慮した多要素認証による認証精度の向上を期待する。

本報告では、遠山らが生活圏を抽出する過程で使用するデータから、ユーザ毎の一か月間の滞在地データとその滞在時刻を集計し、どの程度分布にばらつきがあるのかを分析した。

## 2 使用データ

本実験では、岡山大学阿部研究室所属の学生 15 名の 2019 から 2022 年の GPS データを利用した。

まず、遠山らが行ったように GPS データを基に GeoHex [4] で量子化した STOP-MOVE 系列状態データを得る。GeoHex とは地球上を正六角形で隙間なく埋め尽くして作られた、独自の座標表現である。STOP-MOVE 系列状態データは、ある時間帯のユーザの状態（滞在中か移動中か）と場所を GeoHex で記録している。

次に、その中から滞在地、すなわち STOP 状態に限定し、ユーザがいた場所とその日時を集計した。そして集計したデータのうち、ある一か月間を選び、その月に滞在した場所と時刻のデータを集めて整理した。最終的な分析に用いるデータとして、一か月間の各滞在地に滞在した時刻のリストを使用した。

## 3 場所と時刻の分析

前節で整理したデータの内、3 人のユーザから 3 つずつ場所を選んだデータを箱ひげ図でプロットしたものを図 1 - 図 3 に示す。図は縦軸が時刻であり、0 時から次の日の 0 時までの範囲にデータが分布している。下の英数字の文字列は GeoHex の座標である。

図からは四分位数の位置を読み取ることで簡単なデータの分布を見ることができる。するとどの滞在地でも一定の範囲の時刻に多くデータが分布しており、大なり小なり滞在時間帯の傾向があることを確認できる。例えば

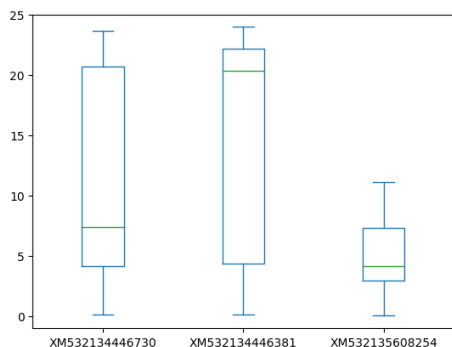


図 1: ユーザ A のデータ分布

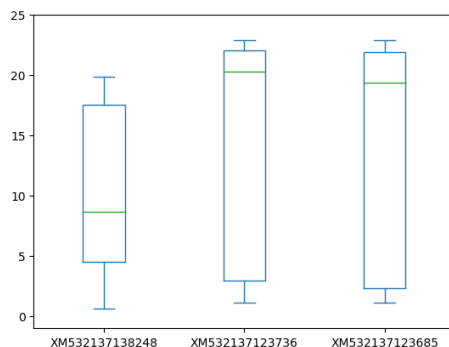


図 2: ユーザ B のデータ分布

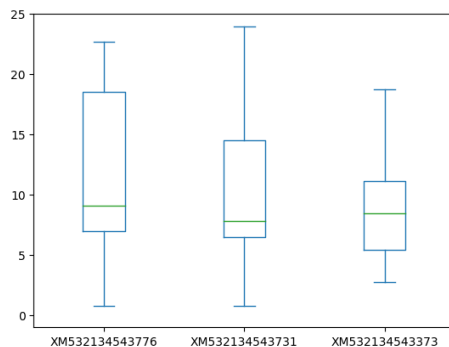


図 3: ユーザ C のデータ分布

ユーザ A の真ん中のデータは、20時から24時までの間に全体の半分程度のデータが分布している。逆に5時から20時までの15時間の間には約25%のデータしか分布していない。ユーザ A, C の右側のデータのように、データが分布していない時間帯が広いデータでは、さらに分布が集中しており、滞在時間帯が偏っている。

しかし、滞在地の中には滞在時刻のばらつきが大きい地点もあり、一概に全ての場所に時間帯の傾向を見出せるとは言えない結果となった。またデータの中には滞在した回数が極端に少ない地点もあり、時間帯の傾向を得るために十分なデータ量がない場合の対策は今後の課題となる。

その他、今回の図では本来循環する時間を箱ひげ図にプロットしているため、例えば同じようなばらつきのデータでも、0時付近にデータが分布した場合と12時付近に分布した場合で図の概形が変わり、ばらつきの差の判断が難しくなることがある。そのためより良いプロット方法は模索する必要がある。

また今回はユーザ毎に独立した分析を行ったため、場所と時間帯の傾向が必ずしもユーザの行動特性由来のものであるとは言い切れない。大学や職場など、ユーザに寄らず特定の時間帯に人が集まる場所もあるため、時間帯の傾向にユーザ毎の行動特性が現れることを確認するには、ユーザ間でのデータ分析も併せて行う必要がある。

今回の結果から、ユーザ自体の滞在時間帯の傾向とユーザ間での滞在時間帯の差の両方を考慮したデータの用法を検討する。例えば認証の際の認証地点と時刻の評価では、ユーザ全員のデータを基に認証地点によってしきい値を変えることを考える。具体的には、ユーザ全体で同様の滞在時間帯を持つ地点からの認証では、しきい値を厳しく設けることで誤認証を防ぐといった考慮が必要であるか等、今後検証する必要がある。

#### 4 まとめ

本報告では、GPS データから得られた位置情報とそれに紐づく時間情報を集計し、滞在地と滞在時間帯の傾向の分析について述べた。また、生活圏と共に認証地点

と認証時刻を利用する認証方式を検討した。滞在地とそこに滞在する時間帯にはある程度の傾向が生まれることがわかったが、その傾向がユーザ固有のものかどうか、また全ての地点に時間情報を加えることが可能なのかは検証の余地がある。ユーザ間での傾向差を考慮することも認証精度の違いに影響を及ぼすと考えられる。

時間情報を加えることで認証の際の評価が厳しくなり、本人の認証が難しくなる可能性もある。時間情報を扱うことの有効性には、さらなる検証と詳細な検討が必要である。

#### 参考文献

- [1] 松岡 勝也, “多要素認証におけるニューラルネットワークに基づくスコアレベルフュージョン手法,” Jan. 2021.
- [2] 遠山 大督, “GPS データを滞在地や生活圏として有効的に用いた個人認証方式の研究” Feb. 2024.
- [3] 松尾雄二, 原直, 阿部匡伸, “滞在地と経路に着目した生活圏抽出法,” 電子情報通信学会技術研究報告, vol.114, 500, LOIS2014-74, pp.77-82, Mar. 2015.
- [4] “GeoHex” <https://sites.google.com/site/geohexdocs/>.