

利用者の歩行動作と位置情報を用いた自動個人認証

Automatic Personal Authentication using User's Walking Motion and Distance

鬼木 明日香 † 木村 真乃介 ‡ 島田 秀輝 † 佐藤 健哉 ‡
Asuka Oniki Shinnosuke Kimura Hideki Shimada Kenya Sato

1 はじめに

我々は、インターネットでの登録サイト閲覧、自宅や社内の入室、ATM でのお金の引き出しなど、様々な場面で個人認証を行っている。これらには、複数の複雑な文字列パスワードの暗記と入力作業、あるいはカードや鍵を取り出して挿入する作業が必要なため、不便に感じることも多い。さらにセキュリティに関する課題が大きく、単純なパスワードの使い回しや、端末やカードの盗難による情報漏えいは頻繁に起こっている。

近年、指紋や顔などの身体的特徴を使用した認証も登場したが、機械導入のコストが高いなどの問題がある上、模造品を作成が可能であることが報告されている。本研究では既存認証システム問題点を解消し、ユーザの動作負担が少ない上に不正アクセス不可能なシステムの実現を目指す。

2 提案システム

2.1 概要

ユーザがスマートフォンを所持して認証場所に歩いて向かうだけで、到着前に認証を完了し、到着時に自動的にログインや開錠処理を行うシステムを提案する。

歩行による加速度の変化を利用したスマートフォンの持ち主の認証と、Bluetooth Low Energy(BLE) による距離に応じたアプリケーションの自動処理を利用することで実現する。

2.2 歩行認証

歩行動作は、体格・スピード・リズム・癖などによって、個人の特徴が大きく表れるため、個人識別への利用が検討されている。加速度センサを用いて歩行時の振動による個人識別を行っている研究も存在する [1]。

本研究ではスマートフォン内蔵の加速度センサから、3 軸方向の加速度を 0.1 秒ごとに N 個取得して、

$$x_i, y_i, z_i \quad (i = 1, \dots, N)$$

とし、

以下の項目を歩行の特徴量として抽出する。

- 平均 (3 軸方向)

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

- 標準偏差 (3 軸方向)

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

- 合成ベクトル平均

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2}$$

- 最大値の平均

$$\begin{cases} x_i > \bar{x}, x_i > x_{i-1}, x_i > x_{i+1} \\ x_i = \max\{x_{i-5}, x_{i-4}, \dots, x_{i+5}\} \end{cases} \text{ を満たす } x_i \text{ の平均値 .}$$

- 最小値の平均

$$\begin{cases} x_i < \bar{x}, x_i < x_{i-1}, x_i < x_{i+1} \\ x_i = \min\{x_{i-5}, x_{i-4}, \dots, x_{i+5}\} \end{cases} \text{ を満たす } x_i \text{ の平均値 .}$$

上記の項目ごとに、事前に登録した特徴量データとの絶対誤差を算出し、各誤差を重み係数を掛けて足し合わせることで全体誤差を算出する。全体誤差が設定した閾値よりも低ければ、正規ユーザと判定する。

2.3 システムの構成と条件

使用機器の構成と条件を以下に示す。また、アプリケーションの構成を図 1 に示す。

- 認証対象 (自動ドア・ATM・パソコンなど)
サーバとの通信環境を持ち、通信情報をもとに動作が可能なものを対象とする。近くにビーコンと呼ばれる、周囲約 20 メートル範囲に常時電波を発信する装置を設置する。
- スマートフォン
加速度センサを搭載しており、端末を一意に識別可能とする端末 ID が割り振られている。BLE 対応の機種を用いることで、専用アプリケーションによる、指定したビーコンの電波範囲内への入出りや電波強度の変化に応じたプログラムの自動処理を行う [2]。機種によっては、画面を消灯した状態でも、電波による自動動作が可能である。常時 Bluetooth 機能を ON にしているものとする。
- サーバ
ユーザのスマートフォンの端末 ID と歩行の特徴量の組み合わせを登録している。データベース操作や、センサ情報から歩行特徴量を計算して登録データと照合する機能を持つ。

2.4 認証の手順

システムの動作手順を図 2 に示す。

- (1) アプリケーションは指定されたビーコンの電波範囲に入ると、端末 ID を付加したリクエストを送信し、サーバとの通信を開始する。
- (2) サーバはスマートフォンから加速度値を取得して特徴量を計算し、予め登録しておいた特徴量と比較することで、スマートフォンの持ち主を確認し、認証結果をデータベースに登録する。

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

- (3) アプリケーションはビーコンの電波強度が強くなったことをサーバに通知する。
- (4) サーバは認証結果を確認して認証対象に解錠処理を要求する。

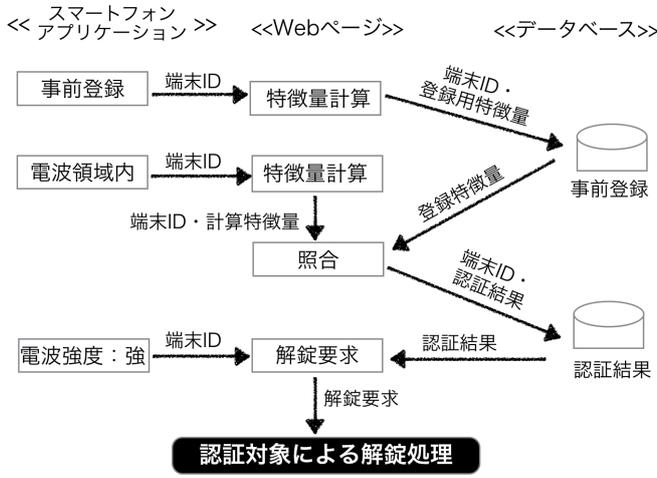


図1 アプリケーションの構成

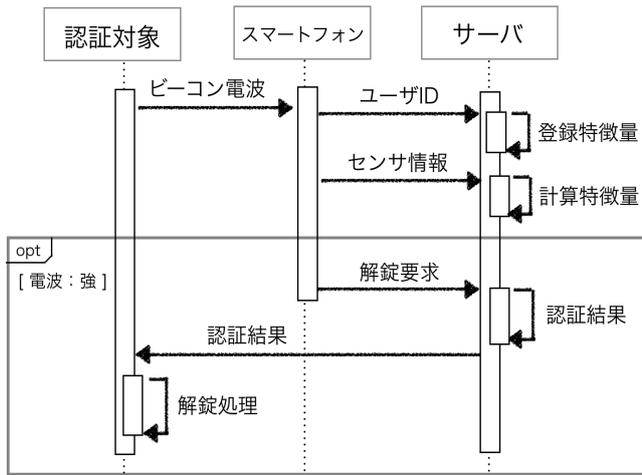


図2 システムの動作手順

3 評価

5種類の登録データと、登録者本人、他者4名の加速度データを用いて識別精度を評価する。被験者のスマートフォンの持ち方を統一し、重み係数を全て1として実験した。登録データと本人データの全体誤差が許容誤差の閾値より大きくなる確率(本人拒否率)と、登録データと他者データの全体誤差が許容誤差の閾値より小さくなる確率(他人受入率)を算出した。

閾値をよとの本人拒否率と他人受入率を図3に示す。

4 考察

持ち方を指定した場合、適切な閾値を設定することによって、特徴量が個人識別に有用である可能性を示すこ

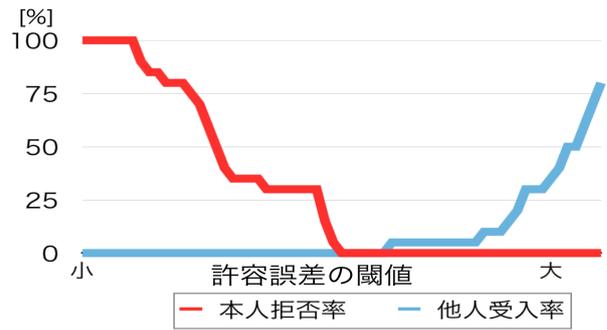


図3 本人拒否率と他人受入率

とができた。

また提案システムによって、以下の既存システムの問題点を解消できると考察する。

- ユーザの認証時の動作負担
スマートフォンを所持するだけで特別な動作をする必要がない。
- 導入コスト
スマートフォンにアプリケーションをインストールし、既存の認証対象に安価なビーコンを設置するのみで良い。
- 不正アクセス
三次元空間の動的な情報を認証に利用するため、動作の模倣や模造品の作成が困難である。その上、認証場所へ到着する前に自動的に加速度値の取得を開始するため、認証を行っていること自体を周囲に知られることがない。
データベースの情報が漏えいした場合でも、登録特徴量を直接使用して認証はできず、指定されたスマートフォンによるセンサ入力を行うことでのみ認証される。

5 まとめ

スマートフォンを持ち歩くという日常的な行為を認証に活用することで、ユーザの動作負担を解消するとともに、容易な導入、セキュリティの向上を考えた。

今後、様々な状況を想定した、多くのサンプルデータを用いての評価実験を行う必要がある。スマートフォンをポケットやカバンに入れた状態での個人識別の実現を目指す。

参考文献

- [1] Jennifer R.Kwapisz, Gary M.Weiss, and Samuel A.Moore: "Cell Phone-Based Biometric Identification", IEEE Biometrics, pp.1-7, 2010.
- [2] iOS:iBeaconについて, http://support.apple.com/kb/HT6048?viewlocate=ja_JP, (2014/6/29)