

## 空中におけるリズムを用いた個人認証に関する研究 Study on individual authentication using rhythm in the air

森口 博子<sup>†</sup> 福元 伸也<sup>†</sup> 鹿嶋 雅之<sup>†</sup> 佐藤 公則<sup>†</sup> 渡邊 睦<sup>†</sup>

Hiroko Moriguchi Shinya Fukumoto Masayuki Kashima Kiminori Sato Mutsumi Watanabe

### 1. はじめに

本人確認の方法は、知識認証、所有物認証、生体認証の三つに大別される[1]。知識認証では、パスワードのような知識が漏れてしまった場合、誰でも本人であると判定されてしまう可能性がある。また、所有物認証ではカードキーなど情報が埋め込まれた物の紛失や盗難が起こった場合、物を手に入れた他人が本人であると判定されてしまう。

生体認証には、指紋認証のような身体的特徴を用いたものと、署名のような行動的特徴を用いたものがある。身体的特徴を用いた認証は、一生変わらない特徴を使用しているため、本人には変更不可能である。そのため、一度漏洩や偽造があると安全性が回復できないという問題点がある。

そこで本研究では、変更可能である行動的特徴を用いた簡便な個人認証の方法であるリズム認証に注目した。従来のリズム認証システムは、スクリーンタップを用いたもの[2][3]、パーソナルコンピュータの入力機器を用いたもの[4][5]などがある。これらはいずれも接触型の認証であり、不特定多数が利用する場所では使用に抵抗感がある可能性、また音が漏れることから認証時の様子を見られていなくてもリズムが特定されてしまう可能性があった。

提案システムでは、空中で指を上下に振ってリズムを取ることで認証を行う。指の動きを赤外線センサで取得するため、物に触れる必要がなく、抵抗感なく使用できる。また、接触型のリズム認証に比べて音が発生しづらいため、認証するところを見られていないときにリズムを特定される可能性は格段に低くなる。

## 2. 空中におけるリズム認証システム

### 2.1 システムの概要

本システムでは、指の動きを取得するために、赤外線距離センサである Leapmotion を使用した。ユーザーはセンサの上で人差し指を Leapmotion の y 軸方向 (Leapmotion を置いた面に対して上下方向) に振ってリズムを入力する。赤外線距離センサを使用する利点として、照明環境に影響されずに認証を行うことができる点、機器に接触せずに認証を行うことができる点が挙げられる。

### 2.2 システムの処理手順

提案するシステムは取得フェイズ、登録フェイズ、認証フェイズの3つからなる。

#### 2.2.1 取得フェイズ

赤外線距離センサによって人差し指の速さ情報を取得し、ノイズを取るために単純移動平均を行って平滑化する。

#### 2.2.2 登録フェイズ

人差し指を振ってリズムを入力する。リズムを 3 回入力し、比較することによって登録できるか否かを判定する。まず、リズムの入力によって得られた速さを微分し、極大値と極小値を算出する。次に、極大値の中で直後の極小値との差が閾値より小さいものを除き、残ったものを山とする。そして、山から山の間隔の個数を調べる。山から山の間隔の個数が一致していなければ登録せず、ユーザーに再入力を要求する。一致していた場合はそれぞれの間隔のフレーム数のずれを調べる。フレーム数のずれは前から順番に比較し、ずれが閾値以内であれば登録する。図 1 に比較を行う山から山までの間隔の対応を示す。図 1 の横軸はフレーム数 (時間) を示し、縦軸は速度の大きさを示す。また、上段は登録時の、下段は認証時のリズム波形である。

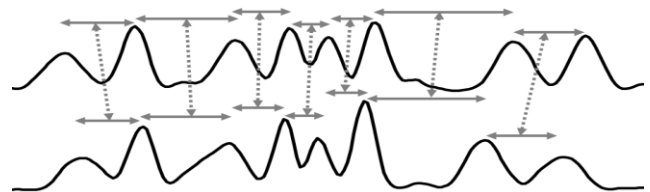


図 1 山と山の間隔のフレーム数の比較部分

#### 2.2.3 認証フェイズ

認証時に入力したリズムと、登録時に入力したリズムと比較する。山から次の山までの間隔の個数とフレーム数を比較して個数が一致、フレーム数のずれが閾値以内であれば本人と判定し、間隔の個数が不一致あるいはリズムのずれが大きい場合は他人と判定する。

登録時と認証時のリズム波形の比較を、認証成功時の波形の例を図 2 に、認証失敗時の波形の例を図 3 に示す。図 2、図 3 とともに、上段の波形は登録されたリズム波形であり、下段の波形は認証時に入力したリズム波形である。グラフの縦軸は速さ、横軸はフレーム数を示す。矢印で図示している部分が、山から次の山までの間隔である。図 2 では山から次の山までの間隔の個数が一致しており、山から次の山までの間隔のずれが閾値以内であるため認証成功となる。図 3 では山から次の山までの間隔の個数が、登録波形 (上段) では 6 個であるのに対し、認証波形 (下段) では 7 個で不一致であるため、認証失敗となる。

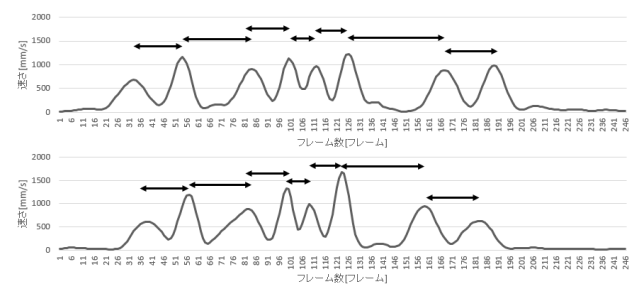


図 2 認証成功時の波形の例

<sup>†</sup> 鹿児島大学大学院理工学研究科, Graduate School of Science and Technology, Kagoshima University.

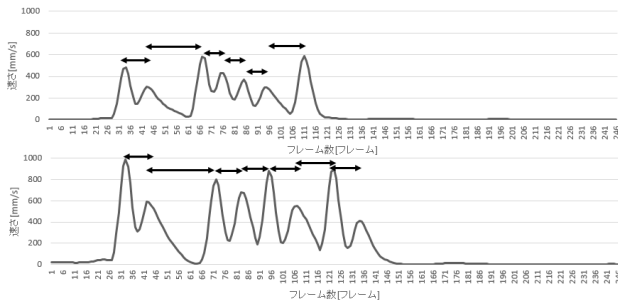


図3 認証失敗時の波形の例

### 3. 評価実験と結果

空中におけるリズムを用いた個人認証システムの評価を実験協力者 10 名で行った。表 1 に評価実験の結果を示す。本人認証実験では、事前にリズム入力に慣れるための練習を行った。リズムの入力時間は約 4 秒間であり、その時間内に実験協力者は自由にリズムを入力する。3 回指を振って登録を行った後、登録したその場での本人認証と、1 週間前に登録したリズムと同じリズムを入力してもらう本人認証を行った。

また、他人が認証している時の動画を見せた後、動画を真似てリズムを入力してもらうなりすまし認証実験を行った。動画は繰り返し見せた場合(実験 1)と、1 回だけ見せた場合(実験 2)の 2 通り行った。実際に実験協力者に見せた動画は、指を振っている動作がはっきりと見えるように、右手の親指側から人差し指の側面が見えるように撮影した。試行は本人認証実験、なりすまし認証実験ともに 3 回ずつ行った。

表 2 には認証に失敗した原因の割合を示す。認証に失敗した原因の割合は、山と山の間隔の個数によって失敗した回数と山と山の間隔のフレーム数のずれによって失敗した回数のそれぞれを、認証失敗回数で割って求めた。

表 1 認証実験の結果

評価実験	認証成功人数 [人]	認証成功回数 [回]
本人認証実験(当日)	10/10	23/30
本人認証実験(翌週)	7/10	17/30
なりすまし認証実験 1	4/10	6/30
なりすまし認証実験 2	0/10	0/30

表 2 認証失敗の原因

評価実験	間隔の個数[%]	間隔のずれ[%]
本人認証実験(当日)	85.7	14.3
本人認証実験(翌週)	92.3	7.7
なりすまし認証実験 1	41.7	58.3
なりすまし認証実験 2	70.0	30.0

### 4. 考察

本人認証実験では、登録直後であっても 3 回中 1,2 回認証に失敗した人がおり、登録 1 週間後には 3 人の人が 3 回の試行のうちに認証できない結果となった。また、表 2 のとおり、本人認証実験の失敗の原因の多くは山から山の間隔の個数によるものであり、認証に使用する山を適切に選択できていないことが、本人認証精度の低下につながったと考えられる。この原因としては、振り下ろした後の無意識な振り上げなどの意図していない振り動作と、意図的な振り動作の両方が認証に使われていたこと、極大値から山を選ぶ際の閾値が適切ではなかったことが挙げられる。

また、なりすまし認証実験では、1 度だけ動画を視聴した場合は誰も認証に成功することができなかったが、複数回動画を視聴した場合のなりすまし認証では 4 人を受け入れる結果となった。よって、1 度見ただけではなりすましことは難しいが、複数回視聴した場合はなりすましされる可能性があると考えられる。

### 5. おわりに

従来の接触型のリズム認証システムでは、使用に抵抗感がある可能性や、音が発生することによって認証動作を見ずにリズムを特定されてしまう可能性がある。そこで、本研究では空中で指を振ってリズムを取ることににより認証を行う、機器に接触しないリズム認証システムを構築した。

システムの評価のため、実験を 4 つ行った。当日の本人認証実験では 10 人中 10 人を本人と判定し、本人拒否率は 0% であった。なりすまし認証実験では、繰り返し動画を見せた後になりすましを行った場合は、10 人中 6 人を他人と判定した。1 回のみ動画を見せた後に行った場合は 10 人中 10 人を他人と判定し、他人受入率は 0% であった。

評価実験の結果により、当日の本人認証では 3 回のうち 1 回は全員本人と判定できたが、試行回数においては本人と判定されていないものもある。また、複数回認証しているところを見られない限り、本システムは他人を排除できると考えられるが、認証しているところを複数回見られたときには脆弱性がある。今後の課題として、振り動作の検出方法を改善し、山を適切に選択できるようにしたのちに、時間間隔の比較方法を検討しなおす必要があると考えられる。

### 参考文献

- [1] 辻尾寿彦, 松西英恭, “情報システムの認証技術について”, 電気設備学会誌, Vol. 30, No. 10, pp.827-830(2010).
- [2] 喜多義弘, 上里麗葉, 朴美娘, 岡崎直宣, “自己組織化マップを用いたスマートフォンにおけるリズム認証手法-楽曲の主旋律を用いたリズム特徴量抽出-”, 第 75 回全国大会講演論文集, Vol. 2013, No.1, pp.567-568 (2013).
- [3] 野口敦弘, 高橋雅隆, 納富一宏, 斉藤恵一, “ボタンレスで行うリズム認証手法の提案”, 第 74 回全国大会講演論文集”, 第 75 回全国大会講演論文集, Vol. 2012, No. 1, pp.641-642(2012).
- [4] Pei-Cheng Cheng, Ting-Yi Chang, Cheng-Jung Tsai, Jian-Wei Li, Chih-Sheng Wu, “A Novel and Simple Statistical Fusion Method for User Authentication through Keystroke Features”, Journal of Convergence Information Technology, Vol.6, No.2, pp.347-356 (2011).
- [5] Ting-Yi Chang, Chun-Cheng Peng, Cheng-Jung Tsai, Yen-Lin Chen, Pei-Cheng Cheng, “Personalized Rhythm Click Based Authentication System Improvement using a Statistical Classifier”, 2012 2nd International Conference on Information Communication and Management, Vol.55, pp.39-43 (2012).