

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25820155

研究課題名(和文)核非線形相互部分空間法を用いた生体認証方式の高精度化と適用領域拡大に関する研究

研究課題名(英文)Improving the recognition accuracy and applicability of biometric authentication using Kernel Mutual Subspace Method

研究代表者

市野 将嗣 (ICHINO, MASATSUGU)

電気通信大学・情報理工学(系)研究科・助教

研究者番号：80548892

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：近年，行動的特徴に基づく生体認証が注目されている．行動的特徴は扱う対象がS字のような非線形な分布になることが多いため，核非線形相互部分空間法(KMS)が有望である．KMSの高精度化を目的に，3つの検討を行った．(1)KMSを用いることの有効性を実験的に確認し，有効性を考察．(2)KMSの類似度である正準角の特徴の有無や融合方法について唇動作個人認証で検討．(3)各個人の個性が強い部分を浮かび上がらせるために，多数の共通する情報である音韻性情報を抽出する．属性ごとの共通した特徴を抽出するために男女識別手法と個性抽出手法を検討．

研究成果の概要(英文)：The biometric authentication based on behavioral characteristic is recently focused. Kernel mutual subspace method(KMS) is effective algorithm for biometric authentication based on behavioral characteristic because the distribution of behavioral characteristic is often nonlinear such as S-shaped curve. We studied three themes to improve the recognition performance of KMS. (1) We evaluated the effectiveness of KMS experimentally and discuss the reasons of effectiveness. (2) We evaluated the whether the characteristic that is effective for recognition is present in canonical angles. Based on the evaluation, we also study the fusion method of canonical angles for speaker recognition using lip movement. (3) We study the method to extract the common information to highlight the personal characteristics of each person. We studied the gender recognition method for extraction common information.

研究分野：セキュリティ

キーワード：生体認証 核非線形相互部分空間法 行動的特徴

1. 研究開始当初の背景

近年、インターネットサービスの進展に伴い、ネットワーク等のセキュリティの確保が重要になってきている。中でも生体認証はユーザの正当性を確認する情報セキュリティ技術の中核であり、パスワードの記憶やカードの所有が不要なため、重要性が高まっている。

生体認証には指紋や静脈などの身体的特徴に基づいた認証と音声、筆跡、キーストロークなどの行動的特徴に基づいた認証の2種類がある。身体的特徴に基づいた認証は認証精度の限界に達している。それに対して行動的特徴は連続的なデータの入力を認証に組み込むことができ、また、例えば音声では携帯電話で話している最中でも本人認証を行うことができるなど人間が普段から行っている行動の中の情報を取得することで認証が可能なケースが多いため、近年、行動的特徴に基づく生体認証が注目されている。

行動的特徴は特徴空間上に扱う対象のデータをプロットした場合、S字のような非線形な分布になることが多い。音声を例に説明する。音声では音素が44種類(英語の場合)あり特徴空間上で取り得る状態の数が多いため、発話に伴う連続する音素の軌跡(例えば、「あ、い、う、え、お」)は非線形な分布になる。このとき、核非線形相互部分空間法(以下、KMS)を用いた認証が有望と考えられている。KMSはS字のような非線形な分布から軌跡の概形を抽出し、その後、まっすぐになるように変換する。入力データに対しても同じ処理を行い、入力データとの軌跡の概形同士のなす角度を類似度として識別する。つまり、KMSは連続する音素の軌跡から個人の特徴を抽出するので行動的特徴の連続性をうまく利用した手法であり、連続系の識別に適している。

ただし、音声は個人性情報とともに音韻性情報を持っているため、本人他人が入り組んだ分布になっている。このとき連続する音素の軌跡も入り組んだものとなり、KMSはマクロな個人性を抽出している。連続性を効果的に利用するためには個人ごとの軌跡の違いを際立たせることが効果的である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、初めに音声を用いた生体認証でKMSが有効であるかを評価し、KMSが有効となる理由を考察する。さらに携帯電話と情報家電との連携を視野に入れ、セキュリティを高めるために音声を用いた生体認証を組み入れることが考えられる。そこで携帯電話の音声符号化で利用されているCELPパラメータに対して、認証アルゴリズムにKMSを用いた際の評価も行う。次に、行動的特徴の生体情報から音韻性情報を差し引くことで、個人性の強いミクロな個人性情報

を浮かび上がらせる技術を確立することである。

また、KMSの類似度は、軌跡の概形の取り方により複数求めることができるが、それらの扱い方について十分には議論されていない。そこで複数の類似度を組み合わせる方法を検討し、認証精度の向上を目指す。

3. 研究の方法

初めに音声を用いた生体認証でKMSが有効であるかを評価する。音声を用いた生体認証において良く用いられているLPCケプストラムとメルケプストラムの特徴量に対してKMSを用いた実験を行い、従来手法としてよく用いられている混合ガウス分布モデルと比較する。そして、KMSが有効となる理由について考察する。

次いで、携帯電話の音声符号化で利用されているCELPパラメータに対して、認証アルゴリズムにKMSを用いて評価を行い、KMSを用いることの有効性を確認する。また、携帯電話は屋外でも利用するため、雑音耐性が強く求められる。そこで、音声データに雑音を付加した際の評価もを行い、雑音による影響を調べる。

KMSの類似度である正準角の特徴の有無や融合方法の検討について唇動作個人認証を対象に検討する。

さらに、各個人の個人性が強い部分を浮かび上がらせるために、多人数の共通する情報である音韻性情報を抽出する。まず、音声は性別など属性毎に共通の特徴があるためその情報をそろえて音声データを重ね合わせないと共通する音韻性情報を抽出することができない。そこで、音声や唇動作データから性別を識別する手法を確立する。

性別を識別する手法については、データに対して混合ガウス分布モデルを用いてサンプル点毎の男性らしさ女性らしさを表すスコアを求め、スコアの時間的な変化を見ることで性別を分離するのに有効なサンプルを調べる。そして、その知見に基づいてスコアの変化を用いた男女識別手法を検討する。

KMSは図1のS字のような非線形な分布から図1の様に軌跡の概形を抽出し、その後、図1のようにまっすぐになるように変換する。入力データに対しても同じ処理を行い、入力データとの軌跡の概形同士のなす角度を類似度として識別する。複数の類似度が求まるのでそれらを組み合わせたデータに対してカーネル判別分析を用いて認証する方法を検討する。

音韻性情報を示す部分を抽出するために、複数人の音声データを重ね合わせ、その分布に対してk-平均法を用いてクラスタ中心を求める。このクラスタ中心を音韻性クラスタ中心とし、多人数に共通する音韻性情報を示す部分となる。各個人のデータに対してもk-平均法を用いてクラスタ中心を求める。この

クラスタ中心は1人の個人データより求められているため、個人の分布を近似したものとなる。データの各フレームを特徴空間上にプロットしたサンプル点を考え、個人クラスタに近く音韻性クラスタから離れているサンプル点をその距離に基づき強調するような重みを計算し、KMSに適用する方法を確立する。

具体的には、複数人のデータを重ね合わせ、その分布に対してK-平均法を用いて音韻性クラスタを求める。各個人のデータに対してもk-平均法を用いて個人クラスタを求める。サンプル点毎に図2に示す距離と距離を計算し、個人の特徴が強く表れるところと弱いところを調べる。そして距離と距離の時間的な変化や頻度分布を考慮し、本人の特徴が強く表れるところを強調する重みづけ方法を検討する。そして、KMSはデータから連続する音素の軌跡を表す主成分を求める際に分布の各サンプル点にカーネル関数を被せることで密度推定を行うので、提案方式ではこの際にKMSの良さを生かしながら各サンプル点の重みを考慮してカーネル関数を被せることで個人の特徴を反映した主成分を求める方法を実現し、相互部分空間法と組み合わせる。

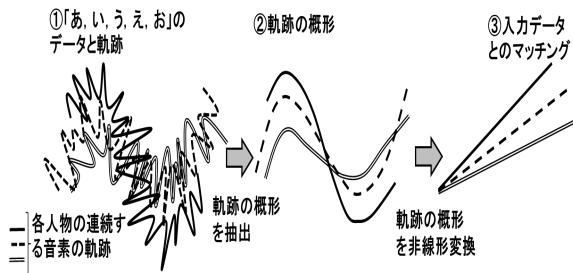


図1 KMS

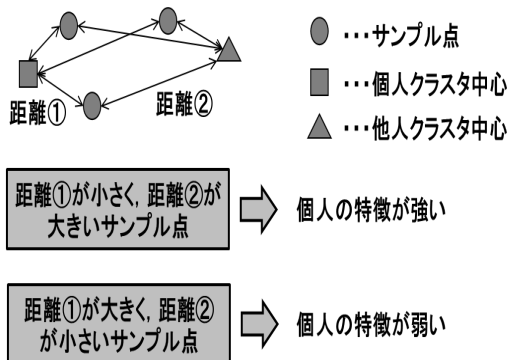


図2 個人性を浮かび上がらせる方法

4. 研究成果

(1) KMSの有効性評価と考察

音声を用いた生体認証において良く用い

られているLPCケプストラムとメルケプストラムの特徴量に対してKMSを用いた実験を行い、従来手法としてよく用いられている混合ガウス分布モデルと比較した。その結果、音声を用いた生体認証の代表的アルゴリズムである混合ガウス分布モデルに比べて高い識別性能が得られることを確認した。次に、その理由について考察した。音声データは複数フレームから構成されるが、従来手法では1フレームずつ認証している。提案手法では複数フレームをかたまりとして捉え、認証を行うので、より精度の良い認証が可能となった。

携帯電話の音声符号化で利用されているCELPパラメータに対して、認証アルゴリズムにKMSを用いて評価を行った。従来手法であるベクトル量子化の手法に比べて高い照合精度が得られることを確認した。さらに、携帯電話は屋外でも利用するため、雑音耐性が強く求められる。そこで、音声データに雑音を付加した際の評価も行った。発話音声に対して2種類の雑音をそれぞれS/N比を変えながら付加したデータで評価した。KMSが従来手法であるベクトル量子化に比べて雑音に強いことを確認した。

以上の結果より、LPCケプストラム、メルケプストラム、CELPパラメータそれぞれの場合において、KMSが音声を用いた生体認証の認識アルゴリズムとして有効であることが確認できた。

(2) KMSの類似度である正準角の特徴の有無や融合方法の検討

KMSの類似度である正準角の特徴の有無や融合方法の検討について唇動作個人認証を対象に検討した。

KMSにより複数の正準角が求まるのでそれらを組み合わせたデータに対してカーネル判別分析を用いて認証する方法を検討した。評価実験により、複数の正準角それぞれに個人を識別するのに有効な特徴が含まれていることを確認した。さらに従来から用いられている複数の正準角の平均値を用いて認証する手法に比べて、カーネル判別分析を用いることで高い認証精度が得られることを確認し、唇動作個人認証において有効であることを確認した。

(3) 個人性を浮かび上がらせる方法

各個人の個人性が強い部分を浮かび上がらせるために、多人数の共通する情報である音韻性情報を抽出する。そのため、属性ごとの共通した特徴を抽出するために男女識別手法と個人性抽出手法を検討した。

音声や唇動作データから性別を識別する手法を確立する。本研究では特に唇動作データから性別を識別する手法について検討し

た。

唇動作データを用いて性別を識別する手法については、データに対して混合ガウス分布モデルを用いてサンプル点毎の男性らしさ女性らしさを表すスコアを求め、スコアの時間的な変化(スコアの伸び方)を調べた。そして、その知見に基づいてスコアの変化を用いた性別識別手法を提案した。評価実験において、スコアの変化を認識アルゴリズムに組み込むことでさらに識別性能が向上することを確認した。

個人性抽出手法に関しては、複数人のデータを重ね合わせ、その分布に対してK-平均法を用いて音韻性クラスタを求めた。各個人のデータに対してもk-平均法を用いて個人クラスタを求めた。サンプル点毎に図2に示す距離と距離を計算し、個人の特徴が強く表れるところと弱いところを調べた。発話内容に従い唇動作も異なるので、距離と距離に違いが表れることを確認した。

さらに、KMSの良さを生かしながら各サンプル点の重みを考慮してカーネル関数を被せることで個人の特徴を反映した主成分を求める方法を実現し、KMSと組み合わせた手法の評価を行い、重みを考慮しない場合よりも精度が向上することを確認した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Masatsugu Ichino, Yasushi Yamazaki, Hiroshi Yoshiura, Speaker Verification method for operation system of consumer electronic devices, IEEE Transactions on Consumer Electronics, 査読有, Vol.61, Issue 1, pp. 96-102, 2015年2月.
DOI: 10.1109/TCE.2015.7064116

[学会発表](計2件)

Masatsugu Ichino, Lip-movement Based Speaker Recognition Using Fusion of Canonical Angles, In Proc. International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV2014), 査読有, pp.958-963, シンガポール, December 2014

Masatsugu Ichino, Yasushi Yamazaki, Soft Biometrics and Its Application to Security and Business, International Conference on Biometrics and Kansei Engineering (ICBAKE 2013), pp. 314-319, 査読無 基調講演, 東京, July 2013

6. 研究組織

(1)研究代表者

市野 将嗣 (ICHINO MASATSUGU)

電気通信大学・大学院情報理工学研究所・
助教

研究者番号：80548892