

【技術分類】 7 - 1 - 3 マルチモーダル / 判定技術 / メジャメントレベル

【 F I 】 G06T7/00 510@A

【技術名称】 7 - 1 - 3 - 1 線形識別

【技術内容】

メジャメントレベルの融合判定では、個々の生体情報の照合結果 x_i は、生体情報の類似度(あるいは距離)を示す多値のスコアで与えられ、 $X_n(x_1 \cdots x_n)$ を n 次元の特徴空間上の点(特徴ベクトル)と見なして予め定めておいた特徴空間上の境界面(識別関数)に従って、本人か他人かを判定する。この識別関数は、予備実験として本人同士と他人同士の照合を複数回行い、取得された特徴ベクトルを訓練データとして学習する。

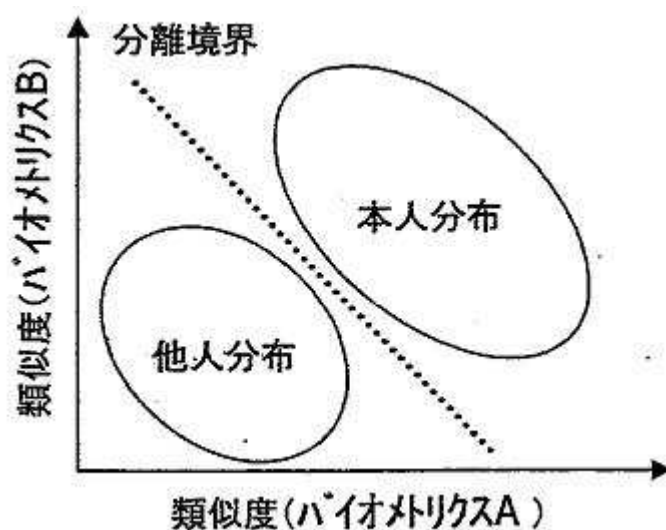
線形識別手法は、フィッシャーの方法により、本人と他人の訓練データを最も良く分離する $n-1$ 次元平面を計算し識別関数とする方法で、これは本人と他人の照合結果が特徴空間上で多次元正規分布に従うと仮定した場合のベイズ決定に相当する。

特徴としては、計算量(識別関数、判定)が少なく実装が容易という利点があるが、反面、真の分布が正規分布モデルから大きく外れている場合や複雑な分布に対しては精度が低い。

マルチモーダル生体認証の適用としては Ross らによる研究がある。

【図】

図 1 フィッシャーの線形識別



出典:「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」,「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,
2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、22頁 図2 フィッシャーの線形識別

【出典 / 参考資料】

「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」,「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,
2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、
社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、19—26頁

「Information Fusion in Biometrics」, Proc.AVBPA'01、2001年、A.Ross 著、354—359頁

【技術分類】 7 - 1 - 3 マルチモーダル / 判定技術 / メジャメントレベル

【 F I 】 G06T7/00 510@A

【技術名称】 7 - 1 - 3 - 2 ロジスティック回帰

【技術内容】

ロジスティック回帰手法は、本人と他人の照合結果($x_1, \dots, x_n$)が次の分布関数モデル

$$f(X_n) \cdot \exp\left(\sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i + c_0\right)$$

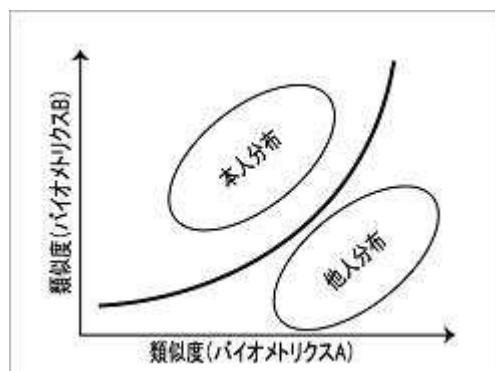
に従うと仮定し、ベイズ決定を用いる方法で、パラメータ c_i はフィッシャーのスコアリングアルゴリズムによって学習する。この方法は、各変数 x_i の分布関数への寄与度がどのくらいかを定量的に説明できる。このため、医療分野などでは各因子（リスク因子）の寄与度から予防の方策を立てることができることから広く利用されている。

特徴としては、線形識別と同様、計算量（識別関数、判定）が少なく実装が容易という利点があるが、反面、真の分布が上記モデルから大きく外れている場合には精度が低い。

この方式をマルチモーダル生体認証へ適用した Verlinde らによると、線形識別や後述する k-NN、多重パーセプトロンなどと比較して最も高い精度を達成したと報告している。

【図】

図 1 ロジスティック回帰



出典：本標準技術集のために作成

【参考資料】

「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」、「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」、

2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、
社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、19—26 頁

「Comparing decision fusion paradigms using k-NN based classifiers, decision trees and logistic regression in a multi-modal identity verification application」、Proc.AVBPA'99、1999 年、
P. Verlinde、G.Cholet 著、188—193 頁

【技術分類】 7 - 1 - 3 マルチモーダル / 判定技術 / メジャメントレベル

【 F I 】 G06T7/00 510@A

【技術名称】 7 - 1 - 3 - 3 k-NN

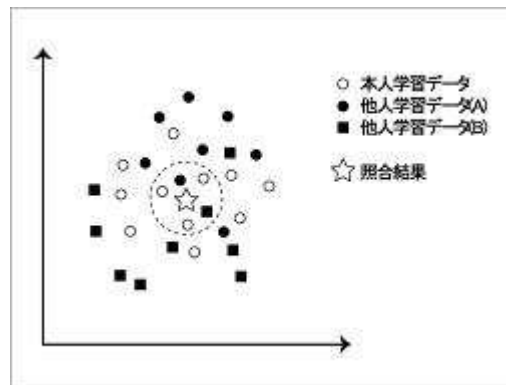
【技術内容】

k-NN(Nearest Neighbor)手法は、学習データを全て記憶して作成した特徴空間において、認証時に得た照合結果に対する最近傍の学習データをk(奇数)個見つけ、このうちの半数以上が本人の学習データならば本人と判定する。

特徴としては、分布モデルに関する仮定を必要とせず、任意の分布に対して高精度を実現できるという利点があるが、反面、学習データ数に比例して判定の計算量や記憶量が増大する。

【図】

図 1 k-NN



出典：本標準技術集のために作成

【参考資料】

「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」, 「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,

2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、
社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、19—26 頁

【技術分類】 7 - 1 - 3 マルチモーダル / 判定技術 / メジャメントレベル

【 F I 】 G06T7/00 510@A

【技術名称】 7 - 1 - 3 - 4 多重パーセプトロン(ニューラルネットワーク)

【技術内容】

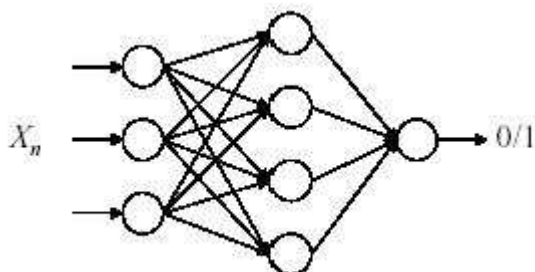
多重パーセプトロン手法は、図1に示すような階層的ネットワーク構造を持つ計算モデルで、第一階層の入力を個々の生体情報の照合結果、最終階層の出力を2値(本人か他人)とし、ノード間のパラメータ(結合荷重)を適切に設定することで融合判定の計算を行う方式である。図1の○はノード(素子)と呼ばれ、入力値の線形結合から単純な関数(ヘビサイド関数やシグモイド関数など)を用いて計算された出力値は、次の階層の各ノードに対する入力値となる。また、パラメータは、予備実験として本人同士と他人同士の照合を複数回行い、照合結果を第一階層に入力して、誤差逆伝播法により学習する。

特徴としては、学習に必要な計算量は大であるが、中間のノード数を増やすことで複雑な分布に対しても高い判定精度の実現が可能である。反面、ノード数が多すぎると未学習のデータに対する識別能力(汎化能力)が低下し、判定精度が劣化する。また、運用面で柔軟性に欠しく、例えば組み合わせる生体情報(照合サブシステム)を変更する場合には再学習が必須であり、ユーザごとに異なる生体情報の選択や照合サブシステムの追加変更が難しい。また、セキュリティレベルに応じた精度制御が困難である。

最適なノード数の決定方法は確立しておらず、ノード数の数については経験的に決められることが多い。

【図】

図 1 多重パーセプトロン



出典:「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」,「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,
2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、22頁 図3 多重パーセプトロン

【出典 / 参考資料】

「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」,「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,

2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、
社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、19—26頁

【技術分類】 7 - 1 - 3 マルチモーダル / 判定技術 / メジャメントレベル

【 F I 】 G06T7/00 510@A

【技術名称】 7 - 1 - 3 - 5 SVM

【技術内容】

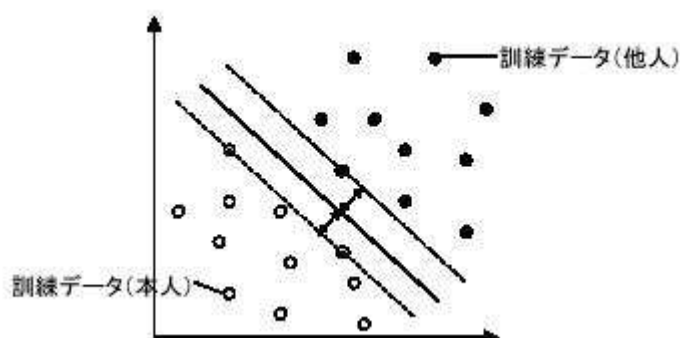
SVM(Support Vector Machine)手法は、マージン(距離)最大化という基準で汎化能力を高めた識別手法で、図1に示すように、線形識別関数(分離平面)を、最も近い訓練データとの距離が最大になるよう学習することで、訓練データへの適合と汎化性能を同時に向上させる。

更に、SVMの拡張として、特徴空間を高次元の空間へ非線形変換し、その空間上でマージン最大化基準により線形識別関数を学習する手法(カーネルトリック)により、非線形識別関数を構築することができる。この拡張されたSVMは、近年、最も有力なパターン認識手法の一つとして活発に研究されていて、Ben-Yacoubらはマルチモーダル生体認証で精度が向上したと報告している。ただし、非線形変換(カーネル関数)のモデル選択やパラメータの決定方法は未だ確立しておらず、経験的に決めている場合が多い。

特徴としては、前述した多重パーセプトロンと同様、識別関数の決定に関し自由度が大きく高精度で認証できる可能性があるが、反面、柔軟な運用が困難である。

【図】

図 1 SVM による識別関数の学習



出典:「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」,「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,

2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、23頁 図4 SVM による識別関数の学習

【出典 / 参考資料】

「マルチモーダル生体認証技術の現状と逐次確率比検定によるアプローチ」,「ユビキタスネットワーク社会におけるバイオメトリクスセキュリティ研究会 第1回研究発表会予稿集」,

2003年7月22日、高橋健太、三村昌弘、磯部義明、瀬戸洋一著、社団法人 電子情報通信学会 情報セキュリティ研究専門委員会発行、19—26頁

「Multi-Modal Data Fusion for Person Authentication using SVM」, Proc.AVBPA'99、1999年、S.Ben-Yacoub 著