

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293399

(P2005-293399A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.CI.⁷

F 1

テーマコード(参考)

G06T 7/00

G06T 7/00

510B

2C005

B42D 15/10

B42D 15/10

521

5B035

G06K 17/00

G06K 17/00

V

5B043

G06K 19/10

G06K 19/00

S

5B058

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2004-109941 (P2004-109941)

(22) 出願日

平成16年4月2日(2004.4.2.)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100099254

弁理士 役 昌明

(74) 代理人 100100918

弁理士 大橋 公治

(74) 代理人 100105485

弁理士 平野 雅典

(74) 代理人 100108729

弁理士 林 紘樹

(72) 発明者 劉 偉傑

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 2C005 MA04 MB01 MB08 SA06 SA14

最終頁に続く

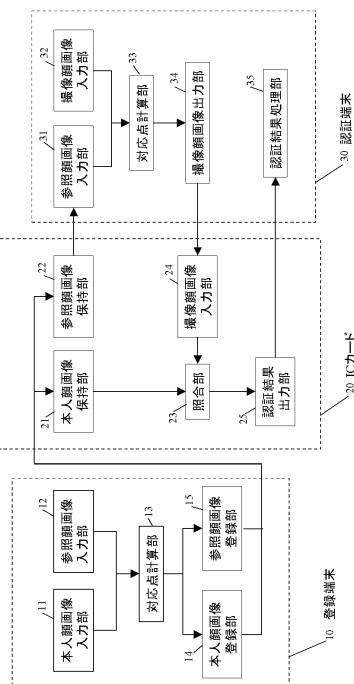
(54) 【発明の名称】個人認証方法と装置

(57) 【要約】

【課題】ICカード20内に保存された本人顔画像を外に出すことなく顔画像認証を行う方法を提供する。

【解決手段】登録端末10で、本人顔画像及び参照顔画像の一方に複数の特徴点を設定し、この特徴点に対応する特徴点を他方の顔画像上で求めて、ICカード20に、本人顔画像及び参照顔画像の特徴点を登録する。認証時に、認証端末30は、参照顔画像の特徴点をICカード20から読み出し、参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求めて、撮影顔画像の特徴点をICカード20に書き込む。ICカード20は、本人顔画像の特徴点と撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定する。この個人認証方法では、ICカード20に登録された本人顔画像データは、認証時にICカード20の外に出ないため本人顔画像に対するセキュリティやプライバシーが保護される。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

本人顔画像及び参照顔画像の一方に複数の特徴点を設定し、前記特徴点に対応する特徴点を他方の顔画像上で求めて、ICカードに、本人顔画像の特徴点を登録し、認証時に、前記参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求めて、撮影顔画像の特徴点を前記ICカードに書き込み、前記ICカード内で、本人顔画像の特徴点と撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定することを特徴とする個人認証方法。

【請求項 2】

本人顔画像及び参照顔画像の一方に複数の特徴点を設定し、前記特徴点に対応する特徴点を他方の顔画像上で求めて、ICカードに、本人顔画像の特徴点と参照顔画像の特徴点とを登録し、認証時に、前記ICカードから参照顔画像の特徴点を読み出し、前記参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求めて、撮影顔画像の特徴点を前記ICカードに書き込み、前記ICカード内で、本人顔画像の特徴点と撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定することを特徴とする個人認証方法。

10

【請求項 3】

前記参照顔画像として、複数の人の平均顔画像を用いることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の個人認証方法。

【請求項 4】

前記参照顔画像として、本人が属する集団の複数の人から生成した平均顔画像を用いることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の個人認証方法。

20

【請求項 5】

前記参照顔画像として、本人以外の任意の他人顔画像を用いることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の個人認証方法。

【請求項 6】

前記参照顔画像の特徴点を設定し、前記特徴点に対応する特徴点を本人顔画像の上で求めることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の個人認証方法。

30

【請求項 7】

前記本人顔画像の特徴点を設定し、前記特徴点に対応する特徴点を参照顔画像の上で求めることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の個人認証方法。

30

【請求項 8】

前記本人顔画像の特徴点として、本人認証に最適な点を設定することを特徴とする請求項7に記載の個人認証方法。

【請求項 9】

本人顔画像の特徴点のデータを保持する本人顔画像保持部と、
認証時に、特徴点が決められた撮影顔画像のデータを外部から取得する撮影顔画像入力部と、

前記本人顔画像保持部から読み出した本人顔画像の特徴点と、外部から取得した撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定する照合部とを備えることを特徴とするICカード。

40

【請求項 10】

参照顔画像の特徴点のデータを保持する参照顔画像保持部をさらに具備し、認証時に、前記参照顔画像の特徴点のデータが外部に読み出されることを特徴とする請求項9に記載のICカード。

【請求項 11】

参照顔画像の特徴点のデータを取得する参照顔画像入力部と、
撮影顔画像を取得する撮影顔画像入力部と、
前記参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を前記撮影顔画像の上で求める対応点計算部と、

50

得られた撮影顔画像の特徴点をICカードに書き込む撮影顔画像出力部と、前記ICカードから認証結果を取得して、認証結果に応じた処理を行う認証結果処理部と
を備えることを特徴とする認証装置。

【請求項12】

前記参照顔画像入力部が、前記ICカードから前記参照顔画像の特徴点のデータを取得することを特徴とする請求項11に記載の認証装置。

【請求項13】

前記参照顔画像入力部が、前記ICカードに本人顔画像のデータを登録した機器から前記参照顔画像の特徴点のデータを取得することを特徴とする請求項11に記載の認証装置
。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、顔画像を利用して個人認証を行う方法と、その方法に用いるICカード及び認証装置に関し、ICカードに登録された本人顔画像の保護を図るものである。

【背景技術】

【0002】

セキュリティシステム等では、本人認証の方法として、個人の認証に必要な情報が書き込まれたICカードから情報を読み取り、本人であることを確認する方法が行われている
。また、ICカードの所持者を確かめるため、撮影した所持者の顔画像とICカードに登録された顔画像とを照合する顔画像認証を利用するケースもある。

顔画像を照合する技術には幾つかの方法が知られており、例えば、下記特許文献1及び非特許文献1には、有効性が高いと評価されている弾性グラフマッチングと呼ばれた手法が記載されている。この手法では、照合用のモデル顔画像の特定点を局所特徴点として指定し、撮像顔画像から、この局所特徴点の対応点を探索して、局所特徴点の特徴量（濃淡など）の差分や局所特徴点間の距離の差分に基づいて、モデル顔画像と撮影顔画像との類似度を評価する。

【0003】

しかし、顔画像認証では、所持者の顔画像を撮影したときの照明や姿勢、表情などが顔画像の登録時とは違っており、多くの変動要素を有しているため、高精度の認証アルゴリズムによる計算量が非常に多くなり、現在のICカードの計算能力では対応できない。そのため、殆どの場合、ICカードは顔画像を携帯する媒体として利用され、認証の時には、ICカード内に保存された本人の登録データを外側に送出し、ICカードの外で顔画像認証が行われる。

【特許文献1】特表2002-511617号公報

【非特許文献1】「Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching」(IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.19, No.7, July 1997, pp.775-779)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、認証時に、ICカード内で保存された本人の登録データを外側に送出することは、セキュリティ上不安であり、また、個人プライバシーが侵される危険性がある。

本発明は、こうした従来の問題点を解決するものであり、ICカード内に保存された本人の登録データを外側に出すことなく顔画像認証を行う個人認証方法を提供し、また、その方法を実施するICカード及び認証装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の個人認証方法では、本人顔画像及び参照顔画像の一方に複数の特徴点を設定し

10

20

30

40

50

、この特徴点に対応する特徴点を他方の顔画像上で求めて、ICカードに、本人顔画像の特徴点を登録し、認証時に、参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求めて、撮影顔画像の特徴点をICカードに書き込み、ICカード内で、本人顔画像の特徴点と撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定する。

この個人認証方法では、ICカードに登録された本人顔画像データは、認証時にICカードの外に出力されない。そのため本人顔画像に対するセキュリティは守られ、プライバシーは保護される。また、認証時の処理の内、参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求める重たい処理は、ICカードの外で行われ、ICカード内では、特徴点が既に決まっている本人顔画像と撮影顔画像とを照合する軽い処理だけが行われる。そのため、ICカードの計算能力で十分対応できる。

10

【0006】

また、本発明の個人認証方法では、本人顔画像及び参照顔画像の一方に複数の特徴点を設定し、この特徴点に対応する特徴点を他方の顔画像上で求めて、ICカードに、本人顔画像の特徴点と参照顔画像の特徴点とを登録し、認証時に、ICカードから参照顔画像の特徴点を読み出し、参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求めて、撮影顔画像の特徴点をICカードに書き込み、ICカード内で、本人顔画像の特徴点と撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定する。

この個人認証方法では、本人顔画像と、本人顔画像を推定できない参照顔画像とがICカードに登録され、認証時には参照顔画像だけがICカードから読み出される。そのため本人顔画像に対するセキュリティは守られ、プライバシーは保護される。

20

【0007】

また、本発明の個人認証方法では、参照顔画像として、複数の人の平均顔画像や、本人が属する集団の複数の人から生成した平均顔画像、本人以外の任意の他人顔画像などを用いる。

また、参照顔画像の特徴点を設定し、この特徴点に対応する特徴点を本人顔画像の上で求め、あるいは、逆に、本人顔画像の特徴点を設定し、この特徴点に対応する特徴点を参照顔画像の上で求める。後者の場合、本人顔画像の特徴点として、本人認証に最適な点を設定することにより、認証精度を高めることができる。

また、本発明では、ICカードに、本人顔画像の特徴点のデータを保持する本人顔画像保持部と、認証時に、特徴点が決められた撮影顔画像のデータを外部から取得する撮影顔画像入力部と、本人顔画像保持部から読み出した本人顔画像の特徴点と外部から取得した撮影顔画像の特徴点とを照合して、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定する照合部とを設けている。

30

このICカードは、登録された本人顔画像を外部に出力すること無く、撮影顔画像と本人顔画像との一致を判定することができる。

【0008】

また、このICカードに、さらに、参照顔画像の特徴点のデータを保持する参照顔画像保持部を設け、認証時に、この参照顔画像の特徴点のデータが外部に読み出されるように構成している。

認証時には、このICカードから、本人顔画像を推定できない参照顔画像が認証装置に読み出されるが、本人顔画像は外部に出力されない。

40

【0009】

また、本発明では、認証装置に、参照顔画像の特徴点のデータを取得する参照顔画像入力部と、撮影顔画像を取得する撮影顔画像入力部と、参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を撮影顔画像の上で求める対応点計算部と、得られた撮影顔画像の特徴点をICカードに書き込む撮影顔画像出力部と、ICカードから認証結果を取得して、認証結果に応じた処理を行う認証結果処理部とを設けている。

この認証装置は、撮影顔画像上で参照顔画像の特徴点に対応する特徴点を求める、処理負担が極めて重い処理を担当し、特徴点が決まった本人顔画像及び撮影顔画像の照合処理（即ち、処理負担が軽い処理）をICカードに任せることとする。

50

この認証装置の参照顔画像入力部は、I Cカードに登録された参照顔画像の特徴点のデータをI Cカードから取得し、あるいは、I Cカードに本人顔画像のデータを登録した登録機器から参照顔画像の特徴点のデータを取得する。

【発明の効果】

【0010】

本発明の個人認証方法では、I Cカード内に保存された本人の登録データを外側に出さずに顔画像認証を行うことができ、セキュリティ上の不安や、個人プライバシー侵害の恐れを排除できる。

また、本発明のI Cカード及び認証装置は、この個人認証方法を実施することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態における顔画像認証方法では、I Cカードに本人顔画像と、本人顔画像を推定できない参照用の顔画像(参照顔画像)とを格納し、顔画像認証時には、参照顔画像を介して、本人顔画像と撮影顔画像とを照合する。

本発明の第1の実施形態では、この参照顔画像として、複数の人間の顔を平均化した平均顔を用いる場合について説明する。

図1は、この顔画像認証方法に用いるI Cカード20と、I Cカードの所有者の本人顔画像と参照顔画像とをI Cカード20に登録する登録端末10と、I Cカード20の利用者がI Cカード20の所有者と同一人物であるかを確認する認証端末30との構成を示している。

登録端末10は、一枚または複数枚の本人顔画像を取得する本人顔画像入力部11と、複数枚の参照顔画像を取得する参照顔画像入力部12と、本人顔画像入力部11及び参照顔画像入力部12より入力された顔画像から、I Cカード20に登録する本人顔画像及び参照顔画像、並びに、それらの局所特徴点及び局所特徴量を生成する対応点計算部13と、I Cカード20に本人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を登録する本人顔画像登録部14と、I Cカード20に参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を登録する参照顔画像登録部15とを備えている。

【0012】

また、I Cカード20は、本人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を登録データとして記憶する本人顔画像保持部21と、参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を登録データとして記憶する参照顔画像保持部22と、認証端末30から局所特徴点が決定された撮影顔画像を入力する撮像顔画像入力部24と、本人顔画像保持部21で保持された本人顔画像と認証端末30から入力した撮影顔画像との類似度を計算する照合部23と、照合部23の計算結果を基に、I Cカード20の利用者が本人か否かを判断して認証端末30に知らせる認証結果出力部25とを備えている。

また、認証端末30は、I Cカード20に登録された参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を入力する参照顔画像入力部31と、カメラなどの撮像装置からI Cカード20の利用者の撮像顔画像を入力する撮像顔画像入力部32と、参照顔画像の局所特徴点に対応する撮像顔画像上での局所特徴点を求める対応点計算部33と、局所特徴点が決定された撮像顔画像をI Cカード20に送信する撮像顔画像出力部34と、I Cカード20から認証結果を受けて、必要な処理、例えば、警報やコントロール信号の発信などを行う認証結果処理部35とを備えている。

【0013】

登録端末10によって行われる、I Cカード20への本人顔画像及び参照顔画像の登録処理は、認証端末30及びI Cカード20による認証処理より、時間的に先でなければならない。また、地理的には、通常、登録端末10と認証端末30とは異なる場所に設置される。

登録端末10の本人顔画像入力部11及び参照顔画像入力部12は、カメラによる撮像

20

30

40

50

、スキャナーによる顔写真の取り込み、あるいは、特定データベースからの取寄せなどにより、一枚または複数枚の本人顔画像または参照顔画像を取得する。

【0014】

図2(a)のフローチャートは、登録端末10の対応点計算部13で行われる処理の手順を示している。対応点計算部13は、参照顔画像入力部12から入力した複数の参照顔画像(顔画像セット)に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い(ステップ1)、顔画像セットの平均顔画像を生成する(ステップ2)。平均顔画像の生成方法に関しては、文献「平均顔を用いた顔印象分析」(永田ら、電子情報通信学会論文誌, Vol. J80-A, No.8, pp.1266-1272, 1997年8月)に記載された技術を利用することができる。

10

【0015】

次に、平均顔画像の特定領域に局所特徴点を選定する(ステップ3)。

局所特徴点は、図3(a)に示すように、顔画像の特定領域を規則的に分割する格子点を局所特徴点として選定してもよく、また、図3(b)に示すように、顔のランドマーク点、例えば、目、鼻、口などの特徴点を局所特徴点として選定してもよい。ここでは、顔画像の特定領域に設けた格子点を局所特徴点とする場合について説明する。

対応点計算部13は、また、本人顔画像入力部11から入力した本人顔画像に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い、本人顔画像を生成する(ステップ4)。

20

次に、図4に示すように、ステップ3で選定した平均顔画像の局所特徴点(図4(a))に対応する点を、本人顔画像の局所特徴点の初期値(図4(b))として設定し(ステップ5)、この局所特徴点を移動させながら、平均顔画像の局所特徴点に最も対応すると評価できる本人顔画像の局所特徴点の位置を求める(ステップ6)。

【0016】

この評価は、局所特徴点周辺のテクスチャー(濃淡値)の分布や、局所特徴点間の距離に着目して行う。具体的には、局所特徴点周辺のテクスチャーの性質を測定するため、例えば前記非特許文献1に記載されているように、各局所特徴点に対して、図5に示す8つの方向(d1~d8)の各方向について、空間周波数を異なる5つのスケールに設定した合計40のウェーブレットフィルタを用いてテクスチャーの特徴を抽出する。このウェーブレットフィルタには、人間の視覚系をモデル化した「Gaborフィルタ」等を使用する。

30

各ウェーブレットフィルタの出力は、複素数 $a_i + j b_i$ (i は i 番目のウェーブレットフィルタを示す) の形で得られる。この複素数 $a_i + j b_i$ より一つの実数 $d_i = (a_i^2 + b_i^2)^{1/2}$ を求め、40個のウェーブレットフィルタの出力から求めた実数 d_i により40次元の局所特徴ベクトル $W = [d_1, d_2, \dots, d_{40}]$ を生成する。この W は、局所特徴点の局所特徴量を表している。

30

平均顔画像の局所特徴点 r の局所特徴量 W_r と、局所特徴点 r に対応する本人顔画像の局所特徴点 t の局所特徴量 W_t との差分は、局所特徴ベクトル W_r と W_t との距離 $\|W_r - W_t\|$ として求めることができる。

【0017】

また、図4に示すように、平均顔画像の局所特徴点 r に繋がる局所特徴点を r_1, r_2, r_3, r_4 とし、本人顔画像の局所特徴点 t に繋がる局所特徴点を t_1, t_2, t_3, t_4 とするとき、局所特徴点 r と t との局所特徴点間距離の差分 $\|P_r - P_t\|$ は、次の(数1)により計算することができる。

40

$$\|P_r - P_t\| = \|((r - r_i - t + t_i) | \quad (\text{数1}) \\ (\text{は } i = 1 \text{ から } 4 \text{ まで加算})$$

この対応局所特徴点 r と t との差分を表す局所コスト $S(r, t)$ を(数2)で求める。

$$S(r, t) = \|W_r - W_t\| + \|P_r - P_t\| \quad (\text{数2}) \\ \text{但し、 } \alpha, \beta \text{ は適当な係数である。}$$

50

【0018】

そして、(数3)で示すコスト関数Cを評価式に用いて、位相構造を維持しながら、本人顔画像上で局所特徴点を移動し、コスト関数Cが最小になる局所特徴点を求める。

【数3】

$$C = \sum_{r \in R, t \in T} S(r, t)$$

10

但し、Rは参照顔画像とした平均顔画像の局所特徴点の集合、Tは本人顔画像の局所特徴点の集合、S(R, T)は、(数2)で示す、対応局所特徴点rとtにおける局所コストである。

図4では、こうした方法で最終的に求めた、平均顔画像の局所特徴点に対応する本人顔画像の局所特徴点を図4(c)に示している。

【0019】

本人顔画像入力部11から複数枚の本人顔画像が入力した場合は、本人顔画像の各々について、同様の方法で局所特徴点及び局所特徴量を求め、その平均値を求める(ステップ7)。

本人顔画像登録部14及び参照顔画像登録部15を通じて、本人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量、並びに、参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量をICカード20に書き込む(ステップ8)。

【0020】

図2(b)のフローチャートは、認証時に認証端末30及びICカード20で行われる処理の手順を示している。

認証端末30の対応点計算部33は、撮影顔画像入力部32から入力した撮像顔画像の姿勢、サイズ、輝度を周知の方法で正規化する(ステップ10)。ICカード20から、参照顔画像入力部31を通じて、平均顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を取得し(ステップ11)、図4に示すように、平均顔画像の局所特徴点(図4(a))に対応する点を、撮影顔画像の局所特徴点の初期値(図4(d))として設定し(ステップ12)、この局所特徴点を移動させながら、平均顔画像の局所特徴点に最も対応すると評価できる撮影顔画像の局所特徴点(図4(e))の位置を求める(ステップ13)。この場合、ステップ6と同様に、(数3)を評価式に用いて、撮影顔画像上で局所特徴点を移動しながら、評価式の値が最小になる撮影顔画像の局所特徴点及び局所特徴量を求める。

【0021】

認証端末30の対応点計算部33で算出された撮影顔画像の局所特徴点及び局所特徴量は、撮影顔画像出力部34を通じてICカード20に送られる。

ICカード20の照合部23は、本人顔画像保持部21で保持されている本人顔画像の局所特徴点及び局所特徴量を読み出し(ステップ14)、本人顔画像の局所特徴点と撮影顔画像の局所特徴点とを対応させる(ステップ15)。即ち、図4(c)の本人顔画像の局所特徴点と図4(e)の撮影顔画像の局所特徴点とを対応させる。これらの局所特徴点は、参照顔画像の局所特徴点(図4(a))を介して1対1で対応している。

【0022】

次に、(数3)において、Rを本人顔画像の局所特徴点の集合、Tを撮影顔画像の局所特徴点の集合としてコスト関数Cの値を計算し、本人顔画像と撮影顔画像との類似度を求める(ステップ16)。算出したコスト関数Cの値を予め定めた閾値と比較し、コスト関数Cの値が閾値以下であれば、撮影顔画像の人物を本人と判定し、閾値を超えていれば、撮影顔画像の人物を本人ではないと判定する(ステップ17)。この判定結果を、認証結果出力部25を通じて認証端末30に出力する(ステップ18)。

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

このように、この認証方法では、ICカード20に、本人顔画像と、本人顔画像を推定できない平均顔画像とが登録され、認証時には、平均顔画像のみがICカード20の外に出力される。そのため、本人顔画像に対するセキュリティは守られ、プライバシーは保護される。

また、認証時に行われる処理の内、撮影顔画像から対応局所特徴点を求める処理は、極めて計算量が多いが、局所特徴点が既に決まっている本人顔画像及び撮影顔画像の類似度を計算する処理の計算量は僅かである。例えば、PCを用いて、この対応局所特徴点を求める処理を行う場合、数十秒を要するが、類似度の計算は、 μ sのオーダーの時間で処理できる。この認証方法では、処理負担が重い対応局所特徴点を求める処理は認証端末30に任され、ICカード20が行うべき処理は、局所特徴点が既に決まっている本人顔画像及び撮影顔画像の類似度の計算だけであるため、ICカードの計算能力で十分対応できる。

また、参照顔画像として平均顔を利用することにより、各個人に対して安定的に局所特徴点と局所特徴量とを抽出することができ、安定的な認証精度が維持できる。

【 0 0 2 4 】

なお、ステップ16で本人顔画像と撮影顔画像との類似度を求める場合に、全ての局所特徴点ではなく、局所特徴点の一部を用いてコスト関数Cの計算を行うことも考えられる。

また、ここでは、弾性グラフマッチング法により顔認証を行う場合について説明したが、本発明の方法、即ち、ICカードに本人顔画像と参照顔画像とを登録し、認証時に参照顔画像をICカードから出力して、参照顔画像を介して本人顔画像と撮影顔画像とを照合する方法は、その他の顔照合アルゴリズムを用いて顔認証を行う場合にも適用できる。

【 0 0 2 5 】**(第2の実施形態)**

本発明の第2の実施形態では、参照顔画像として、人種または年齢等によってクラスタリングされた顔画像セットの平均値を利用する場合について説明する。

この顔画像認証方法では、参照顔画像の生成に用いる顔画像セットをクラスタリングし、本人顔画像の属するクラスターの平均顔画像を参照顔画像としてICカードに登録する。この登録は、第1の実施形態(図1)と同様の構成を有する登録端末10によって行われる。ICカード20及び認証端末30の構成、並びに認証時の動作(図2(b))は第1の実施形態と変わりがない。

【 0 0 2 6 】

図6のフローチャートは、登録端末10の対応点計算部13で行われる処理の手順を示している。

対応点計算部13は、参照顔画像入力部12から入力した複数の参照顔画像(顔画像セット)に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い(ステップ20)、次に、顔画像セットを所定の方法で、例えば、年齢別、人種別、男女別、職業別、顔特徴別などにクラスタリングし(ステップ21)、各クラスターの平均顔を計算する(ステップ22)。次に、各クラスターの平均顔画像の特定領域に局所特徴点を選定し、その点での局所特徴量を求める(ステップ23)。

また、本人顔画像入力部11から入力した本人顔画像に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行って本人顔画像を生成し(ステップ24)、その本人顔画像が分類されるクラスターを選定する(ステップ25)。次に、そのクラスターの平均顔を選択し(ステップ26)、その平均顔画像の局所特徴点に対応する点を、本人顔画像の局所特徴点の初期値として設定する(ステップ27)。

【 0 0 2 7 】

以後の処理は、第1の実施形態と同じであり、この局所特徴点を本人顔画像上で移動しながら、(数3)の値が最小になる本人顔画像の局所特徴点の位置と、その点での局所特徴量とを求める(ステップ28)。また、本人顔画像入力部11から複数枚の本人顔画像

10

20

30

40

50

が入力した場合は、本人顔画像の各々について、同様の方法で局所特徴点及び局所特徴量を求め、その平均値を求める（ステップ29）。そして、本人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量、並びに、参照顔画像としたクラスターの平均顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量をICカード20に書き込む（ステップ30）。

【0028】

このように、参照顔画像として、本人顔画像が属するクラスターの平均顔画像を用いる場合は、参照顔画像と本人顔画像との特徴が多くの点で共通しているため、より適切な局部特徴点を設定できる。その結果、認証精度の向上と安定とを図ることができる。

【0029】

（第3の実施形態）

本発明の第3の実施形態では、参照顔画像として、任意の他人顔画像を利用する場合について説明する。

この顔画像認証方法では、任意の他人の顔画像を参照顔画像としてICカードに登録する。この登録は、第1の実施形態（図1）と同様の構成を有する登録端末10によって行われる。ICカード20及び認証端末30の構成、並びに、認証時の動作（図2（b））は第1の実施形態と変わりがない。

【0030】

図7のフローチャートは、登録端末10の対応点計算部13で行われる処理の手順を示している。

対応点計算部13は、参照顔画像入力部12から入力した他人顔画像に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い（ステップ31）、この他人顔画像の特定領域に局所特徴点を選定し、その点の局所特徴量を求める（ステップ32）。

【0031】

以後の処理は、第1の実施形態と同様であり、本人顔画像入力部11から入力した本人顔画像に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行って本人顔画像を生成し（ステップ33）、他人顔画像の局所特徴点に対応する点を、本人顔画像の局所特徴点の初期値として設定する（ステップ34）。次いで、本人顔画像上で局所特徴点を移動しながら、（数3）の値が最小になる本人顔画像の局所特徴点の位置と、その点での局所特徴量とを求める（ステップ35）。また、本人顔画像入力部11から複数枚の本人顔画像が入力した場合は、本人顔画像の各々について、同様の方法で局所特徴点及び局所特徴量を求め、その平均値を求める（ステップ36）。そして、本人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量、並びに、参照顔画像である他人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量をICカード20に書き込む（ステップ37）。

【0032】

このように、参照顔画像として、任意の他人顔画像を用いる場合には、平均顔関連の計算を省略できる。そのため、登録に要する時間とリソースとを節約することができる。

【0033】

（第4の実施形態）

本発明の第4の実施形態では、本人顔画像の局部特徴点を決めてから、それに対応する参照顔画像の局部特徴点を求める場合について説明する。

第1～第3の実施形態では、局所特徴点の選定を、参照顔画像を用いて行い、本人顔画像上でそれに対応する局所特徴点を求めたが、この実施形態の顔画像認証方法では、逆に、本人顔画像を利用して局所特徴点を選定する。この方法を実施する登録端末、ICカード及び認証端末の構成は、第1の実施形態（図1）と同様であり、また、認証時の動作についても、第1の実施形態（図2（b））と変わりがない。ただ、登録端末10の動作が第1の実施形態と違っている。

【0034】

図8のフローチャートは、登録端末10の対応点計算部13で行われる処理の手順を示している。

対応点計算部13は、本人顔画像入力部11から入力した複数の本人顔画像のそれぞれ

10

20

30

40

50

に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い（ステップ41）、本人顔画像の平均顔を計算し（ステップ42）、この本人平均顔の特定領域に局所特徴点を選定し、その点の局所特徴量を求める（ステップ43）。

また、参照顔画像入力部12から入力した複数の参照顔画像（顔画像セット）に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い（ステップ44）、顔画像セットの平均顔を計算して（ステップ45）、本人平均顔の局所特徴点に対応する点を、この顔画像セットの平均顔における局所特徴点の初期値として設定する（ステップ46）。

【0035】

次いで、顔画像セット平均顔上で、局所特徴点を移動しながら、（数3）の値が最小になる顔画像セット平均顔の局所特徴点の位置と、その点での局所特徴量とを求める（ステップ47）。そして、本人平均顔とその局所特徴点及び局所特徴量、並びに、参照顔画像である顔画像セット平均顔とその局所特徴点及び局所特徴量をICカード20に書き込む（ステップ48）。

このように、本人顔画像の局部特徴点を先に決め、それに対応する参照顔画像の局部特徴点を求ることによって、本人特有の局部特徴点を選定することができ、認証精度の向上が実現できる。

【0036】

なお、本人平均顔の局所特徴量は、本人平均顔より局所特徴量を求めても良いし、あるいは、本人顔画像の各々から求めた局所特徴量の平均値を本人平均顔の局所特徴量としても良い。

また、ここでは、顔画像セットの平均顔を参照顔画像としているが、第2及び第3の実施形態のように、クラスタリングした顔画像の平均値や他人顔画像を参照顔画像としても良い。

【0037】

（第5の実施形態）

本発明の第5の実施形態では、第4の実施形態のように、本人顔画像の局部特徴点を先に決めるときに、認証効果が高い局所特徴点を選定する場合について説明する。

この顔画像認証方法では、本人の特徴が反映される点を本人顔画像の局所特徴点として選定する。この方法を実施する登録端末、ICカード及び認証端末の構成は、第1の実施形態（図1）と同様であり、また、認証時の動作についても、第1の実施形態（図2（b））と変わりがない。ただ、登録端末10の動作が第1の実施形態と違っている。

【0038】

図9のフローチャートは、登録端末10の対応点計算部13で行われる処理の手順を示している。

対応点計算部13は、参照顔画像入力部12から入力した複数の参照顔画像（顔画像セット）に対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い（ステップ51）、顔画像セットの平均顔を計算する（ステップ52）。また、本人顔画像入力部11から入力した複数の本人顔画像のそれぞれに対して、周知の方法で姿勢、サイズ、輝度等を正規化する前処理を行い（ステップ53）、本人顔画像の平均顔を計算し（ステップ54）、この本人平均顔において本人の特徴が良く反映される局所特徴点を選定し、その点の局所特徴量を求める（ステップ55）。

【0039】

この局所特徴点は、顔画像セットに対して、本人平均顔の識別率を高めることができる特徴点として求められ、例えば、顔画像セット平均顔上で（数3）のコスト関数Cの値が最小になるように対応局所特徴点を設定したときのコスト関数Cの最小値が最も大きくなる点として求めることができる。また、この局所特徴点の選定に際しては、例えば、文献「未知の画像に対する識別率を用いた顔検出のための特徴点の順序づけ」（電子情報通信学会論文誌，Vol.J84-D-II，No.8，pp.1781-1789，Aug 2001）に記載された技術を利用することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

図10(a)は、本人平均顔において本人の特徴が良く反映される局所特徴点を例示している。

次に、この本人平均顔の局所特徴点に対応する点を、図10(b)に示すように、顔画像セット平均顔における局所特徴点の初期値として設定し(ステップ56)、顔画像セット平均顔上で局所特徴点を移動しながら、(数3)で表されるコスト関数Cの値が最小になる顔画像セット平均顔の局所特徴点の位置と、その点での局所特徴量とを求める(ステップ57)。図10(c)には、最終的に求められた顔画像セット平均顔での対応局所特徴点の位置を示している。そして、本人平均顔とその局所特徴点及び局所特徴量、並びに、参照顔画像である顔画像セット平均顔とその局所特徴点及び局所特徴量をICカード20に書き込む(ステップ58)。

【 0 0 4 1 】

このように、本人の特徴を反映した局所特徴点を選定することにより、認証精度を高めることができる。

なお、ここでは、顔画像セットの平均顔を参照顔画像としているが、第2及び第3の実施形態のように、クラスタリングした顔画像の平均値や他人顔画像を参照顔画像としても良い。

【 0 0 4 2 】**(第6の実施形態)**

本発明の第6の実施形態では、ICカードで参照顔画像を保持せずに認証処理を行う方法について説明する。

この認証処理は、図11に示す登録端末10、ICカード20及び認証端末30によって行われる。登録端末10は、図1と同様に、本人顔画像入力部11、参照顔画像入力部12、対応点計算部13及び本人顔画像登録部14を具備し、参照顔画像登録部に代わるものとして、参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を保持し、それらのデータを認証端末30に転送する参照顔画像保持部16を備えている。

【 0 0 4 3 】

また、ICカード20は、図1と同様に、本人顔画像保持部21、撮像顔画像入力部24、照合部23及び認証結果出力部25を具備し、参照顔画像保持部は有していない。

また、認証端末30は、登録端末10から参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を取得する参照顔画像入力部31を具備し、その他に、図1と同様に、撮像顔画像入力部32、対応点計算部33、撮像顔画像出力部34及び認証結果処理部35を備えている。

【 0 0 4 4 】

登録端末10の対応点計算部13で行われる処理の手順は、図2(a)、あるいは、図6、図7、図8、図9に示すものと変わりがない。ただ、登録データの出力先は変わっている、本人顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量はICカード20に送られ、参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量は認証端末30に送られる。

また、認証時の処理手順は、図2(b)に示すものと変わりがない。ただ、参照顔画像の取得先が、ICカード20ではなく、登録端末10である点が変わっている。

【 0 0 4 5 】

登録端末10が、例えばICカード20を添付したパスポートを発行する区役所等に設置され、この登録端末10にネットワークで接続する認証端末30が、例えば空港に設置されている場合では、各空港の認証端末30は、パスポート所持者の顔を撮影したときに、登録端末10から参照顔画像とその局所特徴点及び局所特徴量を取得して、撮影顔画像の対応局所特徴点を算出し、撮影顔画像の局所特徴点及び局所特徴量をパスポートのICカード20に送る。

ICカード20は、保持している本人顔画像の局所特徴点及び局所特徴量と、認証端末30から送られた撮影顔画像の局所特徴点及び局所特徴量とを用いて、本人顔画像と撮影顔画像との類似度を求め、撮影された人物が本人か否かの判定結果を認証端末30に出力する。

【0046】

このように、この顔画像認証方法では、登録端末で保持された参照顔画像のデータを各所の認証端末が共同で利用することができる。また、ICカードは、参照顔画像データを保持する必要がないため、メモリ負担が軽減される。

なお、各実施形態におけるICカードは、カード形状のものでも、チップ状のものでも良く、また、カード単体で使用するものでも、携帯端末に装着して使用するものでも、あるいは、携帯端末に部品として組み込まれるものであっても良い。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明の個人認証方法は、ICカードの利用者の本人確認に用いることができ、例えば、建物等への入退出管理に使用するICカードや、ICカード機能が付された銀行カードやパスポート、定期券、携帯端末に搭載してチケットや電子マネーの情報が蓄積されるICカードなど、各種形態のICカードが使用される全ての分野において利用することができる。また、本発明のICカード及び認証機器は、それらのICカード及び本人確認用機器として使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の第1の実施形態における登録端末、ICカード及び認証端末の構成を示すブロック図

【図2】本発明の第1の実施形態における顔画像認証方法での登録手順(a)及び認証手順(b)を示すフロー図

【図3】顔画像の局所特徴点を示す図

【図4】本発明の第1の実施形態において、参照顔画像を介して本人顔画像及び撮影顔画像の対応局所特徴点を設定する手順を説明する図

【図5】顔画像のテクスチャーを解析する8方向を示す図

【図6】本発明の第2の実施形態における顔画像認証方法での登録手順を示すフロー図

【図7】本発明の第3の実施形態における顔画像認証方法での登録手順を示すフロー図

【図8】本発明の第4の実施形態における顔画像認証方法での登録手順を示すフロー図

【図9】本発明の第5の実施形態における顔画像認証方法での登録手順を示すフロー図

【図10】本発明の第5の実施形態において、本人顔画像の局所特徴点に対応する参照顔画像の対応局所特徴点を設定する手順を説明する図

【図11】本発明の第6の実施形態における登録端末、ICカード及び認証端末の構成を示すブロック図

【符号の説明】

【0049】

10 登録端末

11 本人顔画像入力部

12 参照顔画像入力部

13 対応点計算部

14 本人顔画像登録部

15 参照顔画像登録部

16 参照顔画像保持部

20 ICカード

21 本人顔画像保持部

22 参照顔画像保持部

23 照合部

24 撮像顔画像入力部

25 認証結果出力部

30 認証端末

31 参照顔画像入力部

10

20

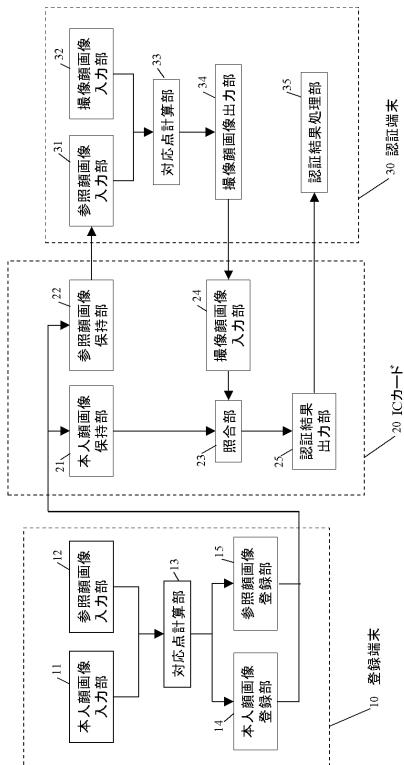
30

40

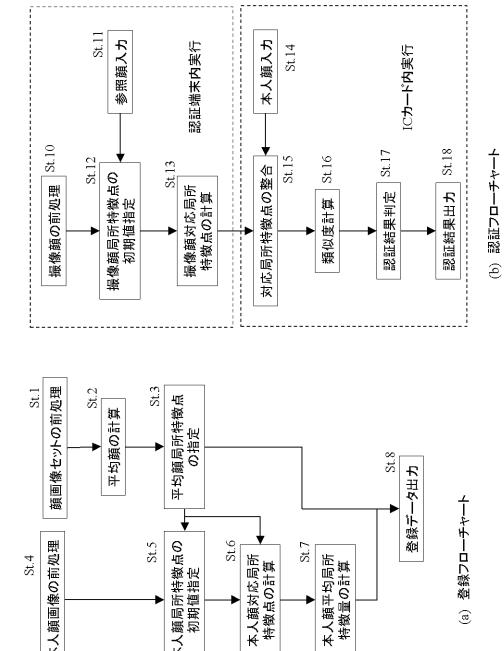
50

3 2 撮像顔画像入力部
3 3 対応点計算部
3 4 撮像顔画像出力部
3 5 認証結果処理部

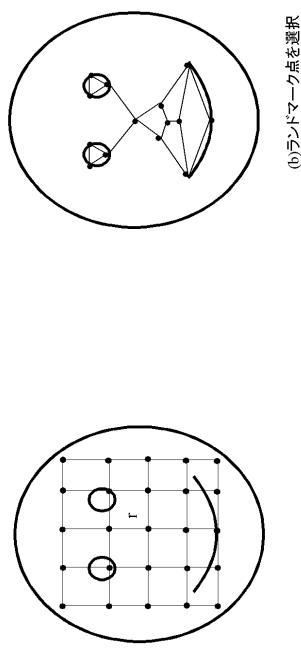
【 図 1 】



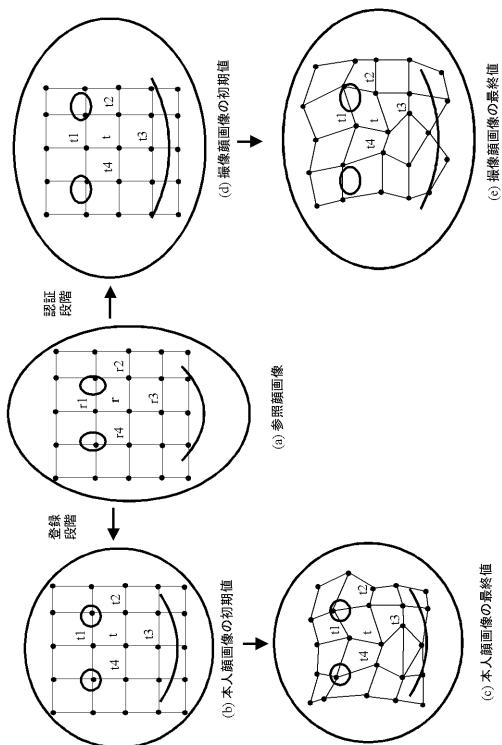
【 四 2 】



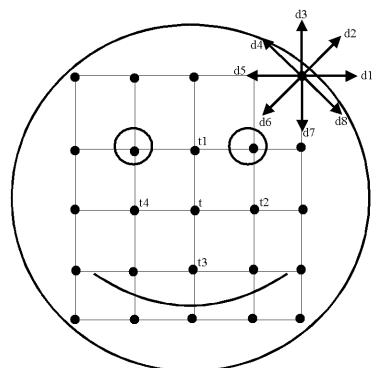
【図3】



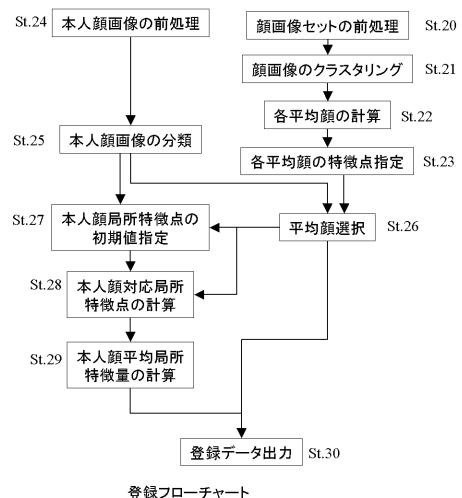
【図4】



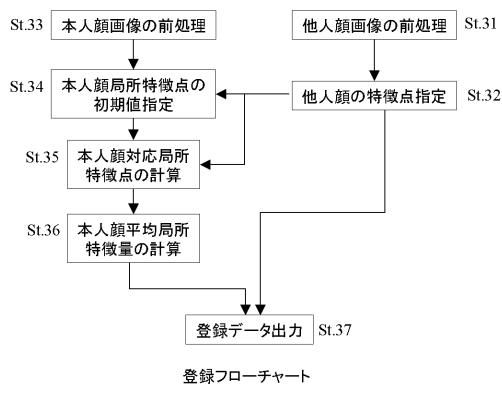
【図5】



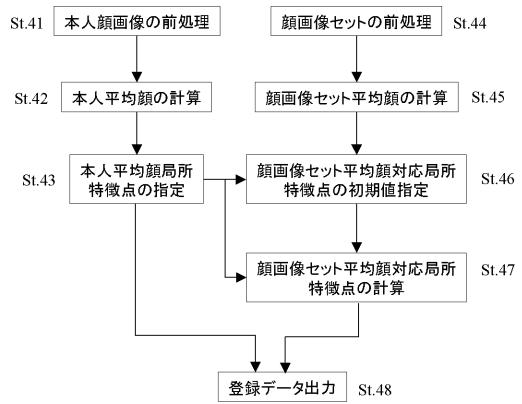
【図6】



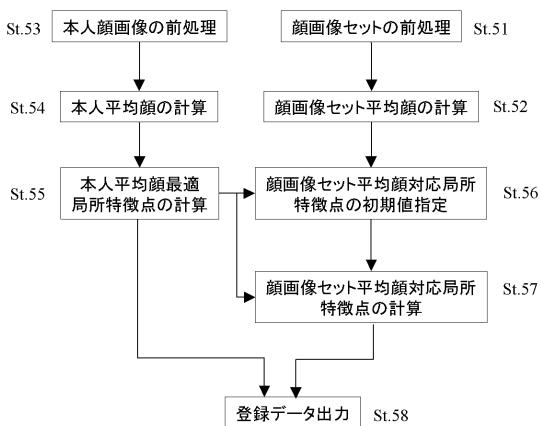
【図7】



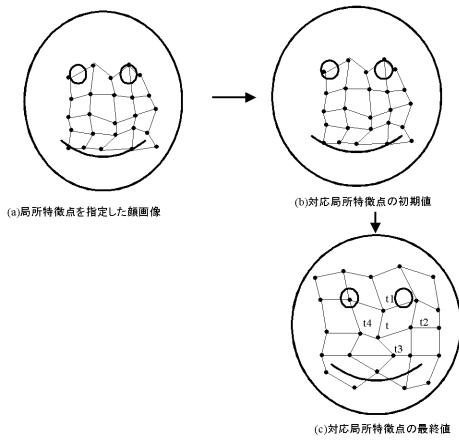
【図8】



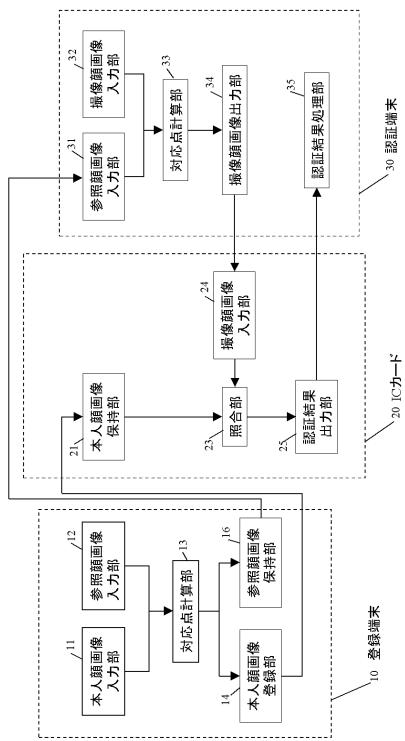
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B035 AA14 BB09 BC01
5B043 AA09 BA04 DA05 EA05 FA04 FA07 GA02
5B058 CA27 KA38