

明 細 書

発明の名称：

指紋認証システム、指紋認証プログラムおよび指紋認証方法

技術分野

[0001] 本発明は、指紋認証システム、指紋認証プログラムおよび指紋認証方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、指紋認証システムについて、種々の研究開発が行われている。現在において、「パターン（画像）マッチング方式」「特徴点（マニューシャ：Minutia）方式」「特徴点とリレーション方式」および「周波数解析方式」等が用いられている。

[0003] 例えば、「パターンマッチング方式」は、指紋の特定のエリアを限定し、そのエリアにおける隆線模様を重ね合わせながら照合していく手法である。

また、「特徴点方式」は、指紋画像を採取した際の隆線の途切れた端点または、隆線が枝分かれしている分岐点の20か所から30か所の情報を抽出登録させて照合を行う手法である。

[0004] また、「特徴点とリレーション方式」は、特徴点およびリレーション情報の両者が同一とならない限り同一指紋と見なさない手法である。

さらに、「周波数解析方式」は、指紋紋様パターンをスライスした断面を波形として、波形スペクトル系列を特徴情報として利用し、最大相関を求めて照合を行う手法である。

[0005] その他、例えば、特許文献1（特開2011-86130号公報）には、多数の利用者が利用する指紋認証システムにおける認証処理の高速化について開示されている。特許文献1記載の指紋認証システムにおける認証処理の高速化は、複数の指紋センサを有する指紋認証システムであって、指紋データが入力された場合、当該指紋データが入力された指紋センサに応じて、当該指紋データが属するグループを特定するグループ特定手段と、指紋データ

の登録の場合、入力された指紋データを、前記グループ特定手段により特定されたグループと関連付けて記憶装置に登録する登録手段と、指紋データの認証の場合、入力された指紋データと、前記記憶装置に登録された指紋データのうち当該入力された指紋データと同一のグループに関連付けられた指紋データとを照合する照合手段とを備えるものである。

[0006] また、特許文献2（特開2009-164680号公報）には、無線通信端末を予め登録された特定の複数の端末使用者しか使用することができない高度なセキュリティ機能を有する無線通信端末および端末使用者識別方法について開示されている。

[0007] 特許文献2記載の無線通信端末および端末使用者識別方法は、P T Tスイッチを備えた無線通信端末において、前記P T Tスイッチに設けた指紋読取部と、複数の端末使用者の指紋データとその指紋データを登録した端末使用者毎に設定された少なくとも使用ID番号を含むID番号情報を登録できる記憶部と、前記指紋読取部で読み取った指紋データと前記記憶部の登録指紋データとを照合する指紋認証部と、前記指紋認証部の照合結果に基づき前記無線通信端末を動作させる手段と、前記指紋認証部の照合結果に基づき前記記憶部から1つのID番号情報を取得する手段と、を備えたものである。

[0008] さらに、特許文献3（特開2006-277415号公報）には、身体的特徴の異なる利用者に適合する指紋認証システムの登録装置について開示されている。特許文献3記載の登録装置は、登録対象の生体情報を入力する入力部と、生体情報から所定の特徴抽出方法にしたがって第1の特徴データを抽出する事前抽出部と、前記第1の特徴データを利用して前記生体情報を複数のグループのいずれかに分類するための分類データを決定する分類部と、前記複数のグループにそれぞれ対応した特徴抽出方法で前記生体情報から第2の特徴データを抽出する特徴抽出部と、第1の特徴データ、第2の特徴データ、分類データを関連付けて参照生体情報として登録する登録部と、を備えるものである。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開 2 0 1 1 － 8 6 1 3 0 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 9 － 1 6 4 6 8 0 号公報

特許文献3：特開 2 0 0 6 － 2 7 7 4 1 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、特許文献 1 乃至 3 の技術は、所定人数に対する指紋照合を行うことが可能であるものの、登録された指紋データの母数が多くなると、処理時間がかかるという問題がある。そのため、特許文献 1 の技術のグループ情報、または特許文献 2 の技術の I D 番号のような情報をユーザが入力しなければならないという問題がある。しかし、特許文献 1 または特許文献 2 の技術において、当該グループ情報または I D 番号を失念した場合、指紋認証が機能しないという問題が生じる。

[0011] 本発明の目的は、高速処理を実現できる指紋認証システム、指紋認証プログラムおよび指紋認証方法を提供することである。既存の特許文献のよる技術は、特定のアルゴリズム下において母集団の処理時間が短くなるアプローチに対して、本発明は母集団から、その母集団下における細分化される因子及びそれらを識別するアルゴリズムを発見し、検索項を変化させることで母集団に左右されることなく処理時間を一定にすることである。

本発明の他の目的は、母数に左右されることなく、高速処理できる指紋認証システム、指紋認証プログラムおよび指紋認証方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] (1)

一局面に従う指紋認証システムは、複数の階層を有する索引と、索引に応じて指紋データを登録する登録部を含み、登録部は、索引に応じて複数の指紋データグループを作成し、複数の指紋データグループの個々のいずれか一

つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、索引の階層を変化させ、個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を所定数以下にするものである。

[0013] この場合、索引（インデックス）は、複数の階層により形成される。例えば、第1段階における索引が三種類あり、第2段階における索引が三種類ある場合、登録部の各グループに登録される指紋データの個数を、平均的に11.1%にすることができる。

すなわち、第1段階における索引により、100%を、それぞれ約33.3%ずつにグループ分けして登録でき、第2段階における索引により、約11.1%ずつにグループ分けすることができる。その結果、登録部における指紋データを有効にグループ分けすることができる。

[0014] また、指紋データのグループの個々を所定数以下の指紋データ数になるよう索引を変化させて形成する。その結果、登録されたすべての指紋データを照合等に使用する場合と比較し、一部の登録されたグループにおける指紋データのみを用いるので、アクセススピードを速めて処理の負荷を低減することができる。

[0015] (2)

第2の発明にかかる指紋認証システムは、一局面に従う指紋認証システムにおいて、登録部は、索引の階層を変化させる場合、上位の索引および下位の索引との相関性が低くなるよう、索引順を再構築してもよい。

[0016] この場合、索引の階層を変化させる場合、上位の索引と下位の索引との相関性が、低くなるように、索引順を再構築する。すなわち、上位の索引と下位の索引とにおいて、区分が円滑にされていないと判定した場合、例えば、上位の索引と下位の索引とにおいて、50%以上が一のグループに含まれている場合には、上位の索引と下位の索引との順を入れ替える、または、下位の索引と他の索引とを入れ替え、上位の索引と、他の索引との順にする、または、上位の索引と他の索引とを入れ替え、他の索引と、下位の索引との順にする、ように再構築してもよい。その結果、個々のグループの指紋データ

数を減らすことができる。

[0017] (3)

第3の発明にかかる指紋認証システムは、一局面に従うまたは第2の指紋認証システムにおいて、登録部は、索引の階層を変化させる場合、索引の条件の閾値を変化させてもよい。

[0018] この場合、登録部は、索引の階層を変化させる場合、索引の条件の閾値を変化させてもよい。すなわち、個々のグループのうち1のグループの個数が多い場合、索引の閾値を変化させることで、一のグループの個数を減少させることができる。

[0019] (4)

第4の発明にかかる指紋認証システムは、一局面、第2、または第3に従う指紋認証システムにおいて、登録部は、索引の階層を変化させる場合、索引の階層を増加させて上階層の索引の条件を均等に区分した条件を索引として作成してもよい。

[0020] この場合、増加させた階層において、上階層の索引の条件を均等に区分した条件を索引として作成するので、確実に指紋データ数を複数のグループに区分することができる。その結果、個々のグループの指紋データ数を減らすことができる。

[0021] (5)

第5の発明にかかる指紋認証システムは、一局面に従う指紋認証システムにおいて、登録部は、索引の階層を増加させる場合、当該指紋データグループの偏差に基づいて指紋データを均等に区分できる条件を索引として作成する。

[0022] この場合、増加される階層は、指紋データグループの偏差に基づいて指紋データを均等に区分できる条件を索引として作成するので、確実に指紋データ数を複数のグループに均等に区分することができる。その結果、個々のグループの指紋データ数を減らすことができ、かつ、余分な階層を作成することを防止することができる。

[0023] (6)

第6の発明に係る指紋認証システムは、一局面から第5の発明にかかる指紋認証システムにおいて、索引は、指紋データの特質または特徴に基づいてもよい。

[0024] この場合、索引は、指紋データの特質または特徴に基づくものであるので、指紋データの特質または特徴ごとにグループ化することができる。

[0025] (7)

第7の発明に係る指紋認証システムは、一局面から第6の発明に係る指紋認証システムにおいて、索引は、指紋データの紋様のパターンを含んでもよい。

[0026] 指紋認証データは、指紋の紋様のパターン、すなわち、少なくともLOOP、WHORLまたはARCHの3種類に大きく区分することができるので、この場合、索引として有効に利用することができる。

[0027] (8)

第8の発明に係る指紋認証システムは、一局面から第7の発明に係る指紋認証システムにおいて、索引は、指紋データの少なくとも短線、棒線、毛線および島形線のうちいずれかに対する、少なくとも数、線の間隔、線の角度のいずれかを含んでもよい。

[0028] 指紋データは、短線、棒線、毛線および島形線のうちいずれかに対する、数、線の間隔、線の角度によって大きく区分することができるので、この場合、索引として有効に利用することができる。

[0029] (9)

第9の発明に係る指紋認証システムは、一局面から第8の発明に係る指紋認証システムにおいて、索引は、指紋データの少なくとも分岐点、終止点、点、開始点および接合点のいずれかを含んでもよい。

[0030] 指紋データは、少なくとも分岐点、終止点、点、開始点および接合点のいずれかによって区分することができるので、この場合、索引として有効に利用することができる。

[0031] (10)

他の局面に従う指紋認証システムは、複数の階層を有する索引と、索引に応じて指紋データを登録する登録部と、索引に応じて指紋データを照合する照合部と、を含み、登録部は、索引に応じて複数の指紋データグループを作成し、複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、索引の階層を変化させ、個々の一つに登録される指紋データ数を所定数以下にするものである。また、索引の階層化する順番は、その時点におけるデータグループにおいて効率のよい組み合わせを機械学習により算出する。そのため、例えば、Coreが中央に位置している指紋であれば、最初のグループ分けでFingerCodeを用いることや、分岐点が多い指紋であれば、分岐点の角度を最初のグループ分けで用いる等のデータグループによって階層化の優先順位も随時変更を行う。

[0032] この場合、索引（インデックス）は、複数の階層により形成される。例えば、第1段階における索引が三種類あり、第2段階における索引が三種類ある場合、登録部の各グループに登録される指紋データの個数を、平均的に11.1%にすることができる。

さらに、照合部において、照合すべき指紋データが、複数の階層により11.1%の登録された指紋データの個数と照合することにより、短時間で指紋データの照合を行うことができる。

特に、第n段階（n：正の整数）の索引を形成することにより、指紋データの母数が数億個または数千万個ある場合においても、索引によりグループ分けされた数千個の指紋データと照合するだけで照合処理を行うことができるので、照合速度を短くすることができる。

[0033] (11)

第11の発明にかかる指紋認証システムは、他の局面に従う指紋認証システムにおいて、照合部は、複数の階層の最終段における指紋データの照合を、少なくとも周波数解析方式、ハイブリッド方式、マニューシャ方式、およびパターンマッチング方式のいずれかにより照合してもよい。

[0034] この場合、照合部は、複数の階層の最終段における指紋データの照合のみ、負荷がかかる周波数解析方式、ハイブリッド方式、マニューシャ方式、およびパターンマッチング方式のいずれかを用いて照合するため、照合スピードを向上させつつ、処理の負荷を最小限にすることができる。

[0035] (12)

さらに他の局面に係る指紋認証プログラムは、複数の階層を形成する索引処理と、索引処理に応じて指紋データを登録する登録処理を含み、登録処理は、索引処理に応じて複数の指紋データグループを作成し、複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、索引処理の階層を変化させ、個々の一つに登録される指紋データ数を所定数以下にするものである。

[0036] この場合、索引（インデックス）処理は、複数の階層により形成される。例えば、第1段階における索引が三種類あり、第2段階における索引が三種類ある場合、登録処理で各グループに登録される指紋データの個数を、平均的に11.1%にすることができる。

すなわち、第1段階における索引処理により、100%を、それぞれ約33.3%ずつにグループ分けして登録でき、第2段階における索引により、約11.1%ずつにグループ分けすることができる。その結果、登録処理における指紋データを有効にグループ分けすることができる。

[0037] また、指紋データのグループの個々を所定数以下の指紋データ数になるよう索引を変化させて形成する。その結果、登録されたすべての指紋データを照合等に使用する場合と比較し、一部の登録されたグループにおける指紋データのみを用いるので、アクセススピードを速めて処理の負荷を低減することができる。

[0038] (13)

さらに他の局面に係る指紋認証プログラムは、複数の階層を形成する索引処理と、索引処理に応じて指紋データを登録する登録処理と、索引処理に応じて指紋データを照合する照合処理と、を含み、登録処理は、索引処理に

じて複数の指紋データグループを作成し、複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、索引の階層を増加し、個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を所定数以下にするものである。

[0039] この場合、索引（インデックス）処理は、複数の階層により形成される。例えば、第1段階における索引が三種類あり、第2段階における索引が三種類ある場合、登録処理で各グループに登録される指紋データの個数を、平均的に11.1%にすることができる。

すなわち、第1段階における索引処理により、100%を、それぞれ約33.3%ずつにグループ分けして登録でき、第2段階における索引により、約11.1%ずつにグループ分けすることができる。その結果、登録処理における指紋データを有効にグループ分けすることができる。

[0040] また、指紋データのグループの個々を所定数以下の指紋データ数になるよう索引を変化させて形成する。その結果、登録されたすべての指紋データを照合等に使用する場合と比較し、一部の登録されたグループにおける指紋データのみを照合処理において用いるので、アクセススピードを速めて処理の負荷を低減することができる。

特に、第n段階（n：正の整数）の索引を形成することにより、指紋データの母数が数億個または数千万個ある場合においても、索引によりグループ分けされた数千個の登録された指紋データと照合するだけで照合処理を行うことができるので、照合速度を短くすることができる。

[0041] (14)

さらに他の局面に従う指紋認証方法は、複数の階層を形成する索引工程と、索引工程に応じて指紋データを登録する登録工程を含み、登録工程は、索引工程に応じて複数の指紋データグループを作成し、複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、索引の階層を変化させ、個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を所定数以下にするものである。

[0042] この場合、索引（インデックス）工程は、複数の階層を形成する。例えば、第１段階における索引が三種類あり、第２段階における索引が三種類ある場合、登録工程で各グループに登録される指紋データの個数を、平均的に１１．１％にすることができる。

すなわち、第１段階における索引により、１００％を、それぞれ約３３．３％ずつにグループ分けして登録でき、第２段階における索引により、約１１．１％ずつにグループ分けすることができる。その結果、登録工程における指紋データを有効にグループ分けすることができる。

[0043] また、指紋データのグループの個々を所定数以下の指紋データ数になるよう索引を変化させて形成する。その結果、登録されたすべての指紋データを照合等に使用する場合と比較し、一部の登録されたグループにおける指紋データのみを用いるので、アクセススピードを速めて処理の負荷を低減することができる。

[0044] （１５）

さらに他の局面に従う指紋認証方法は、複数の階層を形成する索引工程と、索引工程に応じて指紋データを登録する登録工程と、索引工程に応じて指紋データを照合する照合工程と、を含み、登録工程は、索引に応じて複数の指紋データグループを作成し、複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、索引の階層を変化させ、個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を所定数以下にするものである。

[0045] この場合、索引（インデックス）工程は、複数の階層を形成する。例えば、第１段階における索引が三種類あり、第２段階における索引が三種類ある場合、登録工程で各グループに登録される指紋データの個数を、平均的に１１．１％にすることができる。

すなわち、第１段階における索引により、１００％を、それぞれ約３３．３％ずつにグループ分けして登録でき、第２段階における索引により、約１１．１％ずつにグループ分けすることができる。その結果、登録工程におけ

る指紋データを有効にグループ分けすることができる。

[0046] また、指紋データのグループの個々を所定数以下の指紋データ数になるよう索引を変化させて形成する。その結果、登録されたすべての指紋データを照合等に使用する場合と比較し、一部の登録されたグループにおける指紋データのみを照合工程において用いるので、アクセススピードを速めて処理の負荷を低減することができる。

特に、第 n 段階（ n ：正の整数）の索引を形成することにより、指紋データの母数が数億個または数千万個ある場合においても、索引によりグループ分けされた数千個の登録された指紋データと照合するだけで照合処理を行うことができるので、照合速度を短くすることができる。

図面の簡単な説明

[0047] [図1]本実施の形態に係る指紋照合システムの概略構成の一例を示す模式図である。

[図2]指紋登録装置の一例を示す模式図である。

[図3]本実施の形態における指紋登録処理の動作を示すフローチャートである。

[図4]指紋データにおける L O O P、W H O R L、A R C H を説明するための模式図である。

[図5]指紋データにおける特質または特徴の一例を説明するための模式図である。

[図6]本実施の形態における指紋照合処理の動作を示すフローチャートである。

[図7]指紋照合処理における照合の一例を示す模式図である。

[図8]登録部 4 0 0 の各グループのいずれか 1 つに個々に登録された指紋データ T F D の個数が 1 万個を超過した場合の処理を説明するための模式図である。

[図9]図 8 の処理の一例を示す模式図である。

[図10]図 8 および図 9 の処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]図10の処理の他の例を示すフローチャートである。

[図12]階層追加処理の一例を示す模式図である。

[図13]階層追加処理の一例を示すフローチャートである。

符号の説明

- [0048] 100 指紋認証システム
331、～、33P 第n索引判定装置
400 登録部
600 照合装置
FD、TFD 指紋データ

発明を実施するための形態

- [0049] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

- [0050] <実施の形態>

(指紋照合システム100)

図1は、指紋照合システム100の概略構成の一例を示す模式図である。

- [0051] 図1に示すように、指紋照合システム100は、指紋データ取得装置200、第1～第n索引判定装置300、登録部400、選定データ取得装置500、照合装置600、および判定結果表示部700を含む。

- [0052] (指紋登録処理)

最初に、指紋登録処理について説明を行う。

指紋登録処理においては、指紋登録装置900を用いる。指紋登録装置900は、指紋データ取得装置200、第1～第n索引判定装置300および登録部400を含む。

まず、指紋データ取得装置200により指紋データFDが取得される。指紋データ取得装置200は、取得した指紋データFDを第1～第n索引判定装置300に与える。

[0053] 第1～第n索引判定装置300は、後述する複数の段階を有する索引に応じて指紋データFDの判定を行う。第1～第n索引判定装置300は、索引の情報（以下、索引データと呼ぶ）と指紋データFDとを結び付けて登録部400に与える。登録部400は、指紋データFDを指紋データTFDとして、索引データに応じたグループへ登録を行う。当該グループについては、後述する。

[0054] （指紋照合処理）

次いで、指紋照合処理について説明を行う。指紋照合処理においては、指紋照合システム100を用いる。

したがって、指紋照合処理においては、指紋データ取得装置200、第1～第n索引判定装置300、登録部400、選定データ取得装置500、照合装置600、および判定結果表示部700を用いる。

指紋照合処理の場合、指紋データ取得装置200により指紋データFDが取得される。指紋データ取得装置200は、取得した指紋データFDを第1～第n索引判定装置300に与える。

[0055] 第1～第n索引判定装置300は、後述する複数の段階を有する索引データに応じて指紋データFDの判定を行う。第1～第n索引判定装置300は、指紋データFDから当該索引データを列挙し、判定する。第1～第n索引判定装置300は、選定データ取得装置500に当該索引データを与える。

選定データ取得装置500は、当該索引データに応じて登録部400内の当該索引データに該当する登録された指紋データTFDを抽出する。

[0056] 選定データ取得装置500は、登録部400から抽出した指紋データTFDと、指紋データ取得装置200からの指紋データFDとを、照合装置600に与える。

照合装置600は、登録部400から抽出した指紋データTFDと、指紋データ取得装置200からの指紋データFDとのパターンマッチングを行ない、判定結果を判定結果表示部700に与える。

判定結果表示部700は、内蔵された表示部（図示せず）に判定結果を表

示する。

なお、上記においては、判定結果表示部 700 に内蔵された表示部を例示したが、これに限定されず、判定結果を信号出力する信号出力部を有してもよい。

[0057] (指紋登録装置の一例)

次に、図 2 は、指紋登録装置の一例を示す模式図である。図 2 に示すように、第 1 ～第 n 索引判定装置 300 は、 $n+1$ 個の段数を有する索引判定装置からなる (n は、任意の正の整数)。

例えば、第 1 索引判定装置 310 は、指紋データ取得装置 200 から指紋データ FD を受け取り、3 種類に判定し、区分して送信する。

具体的に、第 1 索引判定装置 310 は、指紋データ FD の特徴または特質から $LOOP$ 、 $WHORL$ または $ARCH$ の 3 種類に大きく区分することができる。当該区分の詳細については、後述する。

[0058] 図 2 に示すように、第 1 索引判定装置 310 の下部に、第 2 索引判定装置 320、第 2 索引判定装置 321、および第 2 索引判定装置 322 が設けられる。

さらに、第 2 索引判定装置 320 の下部には、第 n 索引判定装置 331、および第 n 索引判定装置 332 が設けられる。

同様に、第 2 索引判定装置 321 の下部には、第 n 索引判定装置が複数設けられ (図示省略)、第 2 索引判定装置 332 の下部には、第 n 索引判定装置 33 P (P は、任意の正の整数) が設けられる。

このように、第 1 ～第 n 索引判定装置 300 においては、複数の索引判定装置が複数の段階 ($n+1$ の段) で設けられている。

[0059] 続いて、図 1 に示すように、第 1 ～第 n 索引判定装置 300 には、登録部 400 が設けられている。図 2 に示すように、登録部 400 は、第 1 グループ 401 から第 $m+2$ グループ 40 $m+2$ (m は、任意の正の整数) までの複数のグループを有する。

[0060] 第 n 索引判定装置 331 の下部に、登録部 400 の第 1 グループ 401、

第2グループ402、第3グループ403が設けられる。

同様に、第n索引判定装置332の下部に、登録部400の第4グループ404、第5グループ405、第6グループ406が設けられる。

同様に、第n索引判定装置33Pの下部に、登録部400の第mグループ40m、第m+1グループ40m+1、第m+2グループ40m+2が設けられる。

[0061] (指紋登録処理の動作を示すフローチャート)

図3は、本実施の形態における指紋登録処理の動作を示すフローチャートである。また、図4は、指紋データにおけるLOOP、WHORL、ARCHを説明するための模式図であり、図5は、指紋データにおける特質または特徴の一例を説明するための模式図である。

[0062] 図3に示すように、指紋登録処理においては、指紋データ取得装置200により指紋データFDを取得する(ステップS1)。

次いで、指紋データ取得装置200により取得された指紋データFDを第1索引判定装置310に送信し、第1索引判定結果が、LOOPに該当するか、WHORLに該当するか、ARCHに該当するか、を判定する(ステップS2)。

[0063] また、図4に示すように、指紋データFDのLOOPは、指紋の模様がループ状になっており、指紋データFDのWHORLは、指紋の模様が円状になっており、指紋データFDのARCHは、指紋の模様が弓状になっている。

第1索引判定装置310は、ステップS2の処理において、指紋データFDがいずれに該当するかを判定する。

[0064] ここで、例えばステップS2の処理において指紋データがLOOPに該当すると判定した場合、第2索引判定装置320は、指紋データFDにおける特質または特徴について、さらに2A条件、2B条件、2C条件に該当するか判定する(ステップS3)。

[0065] ここで、図5に示すように、指紋データFDは、表皮断面において凸部が

隆線として表れ、凹部が隆線溝として表れる。図5に示すように、指紋データFDは、毛線C1、終止点C2、分岐点C3、短線C4、棒線C5、点C6、開始点C7、接合点C8、島形線C9等の特徴または特質を有する。

ここで、毛線C1は、隆線の太さが半分以下のものを意味し、短線C4は5mm未満の隆線を意味し、棒線C5は5mm以上の隆線を意味し、点C6は太さと長さが同じ隆線を意味する。

[0066] 第2索引判定装置320は、ステップのS3の処理において、2A条件として棒線が30本未満であること、2B条件として棒線が30本以上70本未満であること、2C条件として棒線が70本以上であること、等と設定し、指紋データFDがいずれに該当するか判定する。

[0067] 続いて、ステップS3の処理において指紋データFDが2A条件に該当すると判定した場合、第n索引判定装置331は、指紋データFDが所定の条件に該当するか否かを判定する（ステップSn）。

[0068] 第n索引判定装置331は、3A条件に該当する場合には、第1グループ401に指紋データFDを指紋データTFDとして登録し、3B条件に該当する場合には、第2グループ402に指紋データFDを指紋データTFDとして登録し、3C条件に該当する場合には、第3グループ403に指紋データFDを指紋データTFDとして登録する（ステップSn+1）。

[0069] このように、指紋登録装置900は、指紋データFDを最終的に第1グループから第m+2グループに区分して指紋データTFDとして登録を行う。その結果、第1グループから第m+2グループの個々に登録された指紋データTFDの数を減らすことができる。例えば、数億個の指紋データFDを、数十段の索引データを用いることで、1グループの登録された指紋データTFDの個数を、数千個以下にすることができる。

[0070] （指紋照合処理の動作を示すフローチャート）

図6は、本実施の形態における指紋照合処理の動作を示すフローチャートであり、図7は、指紋照合処理における照合の一例を示す模式図である。

[0071] まず、図6に示すように、指紋照合処理においては、指紋データ取得装置

200により指紋データFDを取得する（ステップS1）。

次いで、指紋データ取得装置200により取得された指紋データFDを第1索引判定装置310に送信し、第1索引判定結果が、LOOPに該当するか、WHORLに該当するか、ARCHに該当するか（図4参照）、を判定する（ステップS2）。

[0072] ここで、例えばステップS2の処理において指紋データFDがLOOPに該当すると判定した場合、第2索引判定装置320は、指紋データFDにおける特質または特徴について、さらに2A条件、2B条件、2C条件に該当するか（図5参照）を判定する（ステップS3）。

[0073] 続いて、ステップS3の処理において指紋データFDが2A条件に該当すると判定した場合、第n索引判定装置331は、指紋データFDが所定の条件に該当するか否かを判定する（ステップSn）。

[0074] 第n索引判定装置331は、指紋データFDが3A条件に該当すると判定した場合、選定データ取得装置500に指紋データFDと、LOOP、2A条件、3A条件の索引データとを受け渡す。すなわち、索引データとは、LOOP、2A条件、3A条件である。

そして、選定データ取得装置500は、索引データに応じて、登録部400の第1グループ401から第m+2グループ40m+2までのいずれか1つの該当するグループに登録されたすべての指紋データTFDを取得する（ステップSn+1）。

[0075] 続いて、選定データ取得装置500は、登録された所定のすべてのグループの指紋データTFDと、照合対象の指紋データFDとを、照合装置600に受け渡す。

図7に示すように、照合装置600は、登録された所定のグループの指紋データTFDと、照合対象の指紋データFDとをパターンマッチング照合させる（ステップS21）。

[0076] なお、本実施の形態においては、説明上、登録されたすべての指紋データTFDを受け渡すこととしたが、これに限定されず、受け渡すことなく、当

該グループに登録された指紋データTFDに対して照合装置600が照合を行いにしてもよい。

[0077] 次いで、照合装置600は、ステップS21の処理において、所定のグループの登録された全指紋データTFDと、照合対象の指紋データFDとが、一致しないと判定した場合、判定結果表示部700に不一致表示を表示させる（ステップS23）。

一方、照合装置600は、ステップS21の処理において、所定のグループの登録された全指紋データTFDの中から、照合対象の指紋データFDと一致すると判定した場合、判定結果表示部700に一致表示を表示させる（ステップS22）。

[0078] このように、照合装置600は、索引データに応じてグループ毎に区分して登録された所定数の指紋データTFDを用いてパターンマッチング処理を行うため、処理スピードが長時間かかることを防止することができる。すなわち、数十、数百、数千件の登録された指紋データTFDと照合すべき指紋データFDとは、数秒で照合を行うことが可能である。

[0079] 仮に、索引データに応じてグループ毎に区分して登録しない場合、数億または数千万件の登録された指紋データTFDと照合すべき指紋データFDとを照合するため、数万秒かかる、すなわち、照合時間として3時間ほどかかるため、個人認証、カード等の代用として利用することができない。

[0080] なお、上記の実施の形態においては、判定結果表示部700を用いることとしたが、これに限定されず、判定結果を信号出力として出力させる等、任意の手法を用いてもよい。

[0081] （索引判定の自動形成）

続いて、上記の実施の形態にかかる指紋照合システム100の自動形成の例について詳細に説明を行う。本実施の形態においては、1のグループに、数億万件または数千万件の指紋データTFDが登録された場合、照合処理を行う場合に、時間がかかるため多大な問題となる。

[0082] 本実施の形態にかかる指紋照合システム100においては、第1～第n索

引判定装置300および登録部400の自動形成を行う。以下、第1～第n索引判定装置300および登録部400の自動形成について説明を行う。

[0083] 上記の実施の形態において指紋照合システム100は、第1～第n索引判定装置300（nは、任意の正の整数）および第1グループから第m+2グループ40m+2（mは、任意の正の整数）であることとしているが、以下に開示する例によりn数およびm数を決定してもよい。

[0084] 図8および図9は、登録部400の各グループのいずれか1つに個々に登録された指紋データTFDの個数が1万個を超過した場合の処理を説明するための模式図であり、図10は、図8および図9の処理の一例を示すフローチャートである。

[0085] まず、図8（a）に示すように、指紋照合システム100の登録部400では、各登録グループの第1グループには2千個、第2グループには2万個、第3グループには500個、第4グループには千個、第5グループには1万五千個、第6グループには500個に分類されている。

[0086] この場合、本実施の形態における指紋照合システム100の登録部400は、図10に示すように、第1グループから第m+2グループのいずれかが、1万個を超過するか否かを判定する（ステップS51）。

第1グループから第m+2グループのいずれかが1万個を超過している場合、相関性を判定し、索引の順番を入れ替える（ステップS52）。

したがって、上記の例示において、LOOP、WHORL、ARCHでの分類を行い、図3および図4のパターンは、一例であり、機械学習の結果により、索引の順番はこれに限定されず、入れ替わる可能性もある。

なお、機械学習を行う前の基本となるパターンについては、効率性、独立性、速度が高くなる組み合わせの索引および索引の順番を決定する。例えば、三角形（triple t）、周辺のテクスチャ情報（FingerCode）等を優先させることが多い。

[0087] （索引の相関性）

図8（a）に示すように、第1グループ、第2グループ、および第3グル

ープのうち第2グループにおいて登録される指紋データ数が2万個になっている。したがって、ステップS51の処理において、Yesとなり、相関性を判定し、索引の順番を入れ替える。図8の例においては、第 n 索引判定結果 S_{n+1} を、第 n 索引判定結果 $S_{n+\alpha}$ に入れ替えている。

その結果、図8(b)に示すように、第2グループにおいて登録される指紋データ数が8500個まで低減させることができる。

[0088] また、第1グループに登録される指紋データ数は8500個、第3グループに登録される指紋データ数は6500個であり、全て1万個以下であるため、図10の処理は終了される。

[0089] 図9(a), (b)を用いて索引の相関性について説明を行う。図9(a)に示すように、第 n 索引判定結果 S_n および第 n 索引判定結果 S_{n+1} を用いた場合、3000個、20000個、500個の3つに区分される。

一方、図9(b)に示すように、第 n 索引判定結果 S_n および第 n 索引判定結果 $S_{n+\alpha}$ を用いた場合、8500個、8500個、6500個の3つに区分される。

したがって、第 n 索引判定結果 S_n および第 n 索引判定結果 S_{n+1} は、相関性が高いため、指紋データ数を均等に区分することができないという問題がある。一方、第 n 索引判定結果 S_n および第 n 索引判定結果 $S_{n+\alpha}$ は、相関性が低いため、指紋データ数をほぼ均等に区分することができるというメリットが生じる。

登録部400は、当該処理を繰り返し行い、データ数が均等になるまで、索引の順序を入れ替える。

[0090] 次に、図11は、図10の処理の他の例を示すフローチャートである。

図11に示すように、登録部400は、各グループに登録される指紋データ数が、1万個を超過していない場合であっても、隣接する各グループに登録される指紋データ数の差が50%以上か否か判定する(ステップS61)。

隣接するグループに登録される指紋データ数の差が50%以上の場合、相関性を判定し、索引の順番を入れ替える(ステップS62)。

その結果、隣接するグループに登録される指紋データ数の差を少なくし、各グループに登録される指紋データ数を均一にすることができる。

[0091] (階層追加処理)

続いて、図 1 2 は、階層追加処理の一例を示す模式図であり、図 1 3 は、階層追加処理の一例を示すフローチャートである。

[0092] 階層追加処理においては、図 8 から図 1 1 の処理を実施した後でも、各グループのいずれか 1 つのグループに、登録された指紋データ数が 1 万個を超えた場合に実施される。

なお、図 8 から図 1 1 の処理を実施する前に、階層追加処理を行ってもよい。

[0093] 図 1 3 に示すように、指紋照合システム 1 0 0 は、登録部 4 0 0 の各グループのいずれか 1 つに個々に登録された指紋データ T F D の個数が 1 万個を超過するか否かを判定する (ステップ S 7 1)。図 1 3 に示すように、指紋照合システム 1 0 0 において各グループのうちいずれかのグループが 1 万個を超過した場合、第 1 ~ 第 n 索引判定装置の n 数を増加させる (ステップ S 7 2)。

[0094] すなわち、指紋照合システム 1 0 0 の第 1 ~ 第 n 階層まで形成される第 1 ~ 第 n 索引判定装置を、第 1 ~ 第 n + 1 階層まで形成される第 1 ~ 第 n + 1 索引判定装置へと移行させる。

その結果、第 1 グループから第 $m+2$ グループ 4 0 $m+2$ L (L は、任意の正の整数) まで増加させることができる。その後、登録部 4 0 0 の各グループのいずれか 1 つに個々に登録された指紋データ T F D の個数が 1 万個を超過するか否かを再判定する (ステップ S 7 1)。

[0095] その結果、第 1 グループから第 $m+2$ L グループ 4 0 $m+2$ L (L は、任意の正の整数) まで各グループを細分化することができる。

したがって、第 1 グループから第 $m+2$ L グループ 4 0 $m+2$ L の個々に登録された指紋データ T F D の個数を 1 万個以下にすることができるので、照合装置 6 0 0 が照合を行う際に、短時間で実施することができる。

[0096] なお、上記の例においては、第1グループから第 $m+2$ Lグループ40 $m+2$ Lの個々に登録された指紋データTFDの個数を1万個以下としたが、これに限定されず、2千個以下、3千個以下、4千個以下、5千個以下、6千個以下、7千個以下、8千個以下、9千個以下等、任意の数で自動的に第1～第 n 索引判定装置を、第1～第 $n+1$ 索引判定装置へと索引判定装置を増加させてもよい。

[0097] また、上記の例においては、指紋データTFDの個数によって第1～第 n 索引判定装置を増加させることとしているが、これに限定されず、照合装置600における照合時間が5秒を超過した場合に、第1～第 n 索引判定装置を増加させてもよい。

なお、上記の例においては、5秒を超過した場合について説明したが、これに限定されず、1秒を超過、2秒を超過、3秒を超過、4秒を超過、7秒を超過、8秒を超過、9秒を超過、10秒を超過した場合等、任意の時間で自動的に第1～第 n 索引判定装置を、第1～第 $n+1$ 索引判定装置へと索引判定装置を増加させてもよい。

[0098] 続いて、第1～第 n 索引判定装置を第1～第 $n+1$ 索引判定装置に増加させる詳細について説明を行う。

例えば、第 n 索引判定装置の索引判定条件が、指紋データTFDにおけるマニューシャの毛線C1および棒線C5との間隔が、0.5mm以上かを判定していたと仮定する。

この場合、第 $n+1$ 索引判定条件が、第 n 索引判定条件の結果YESの下位に設けられたと仮定した場合、指紋データTFDにおけるマニューシャの毛線C1および棒線C5との間隔が、0.7mm以上かを判定する索引判定を自動的に追加する。

[0099] また、第 $n+1$ 索引判定条件が、第 n 索引判定条件の結果NOの下位に設けられたと仮定した場合、指紋データTFDにおけるマニューシャの毛線C1および棒線C5との間隔が、0.3mm以上かを判定する索引判定を自動的に追加する。

その結果、0.5 mm以上と0.5 mm未満との2つのグループに登録される指紋データTFDを、0.3 mm未満、0.3 mm以上0.5 mm未満、0.5 mm以上0.7 mm未満、0.7 mm以上と4つのグループに分けることができる。

[0100] なお、上記の実施の形態においては、2つのグループを4つに分けることとしているが、これに限定されず、第 $n+1$ 索引判定条件を指紋データTFDの多い部分にのみ実施する、すなわち、上記の例において、2つのグループを3つのグループに分ける場合であってもよい。

[0101] (索引条件の例)

続いて、上記の実施の形態における、索引データの条件の一例として用いられる内容について説明する。

[0102] 例えば、登録部400は、指紋データTFD、いわゆる指紋画像から高精度の認証用の特徴量を抽出し、索引条件を設定する。具体的に、指紋データTFDから、マニューシャの位置、種類、ベクトル等の特徴量を抽出する。

[0103] 次いで、指紋データTFDからインデックス化可能な特徴量を抽出する。ここで、抽出されたインデックス化可能な特徴量は、索引データの条件として用いられる。

[0104] インデックス化可能な特徴量は、具体的に、マニューシャから構成される三角形の形状、特異点の数、種類、位置関係、ポアンカレインデックス、周辺のテクスチャ情報 (FingerCode)、Lake、Independent Ridge、Island、Spur、Crossover の数および、または形状、指紋全体のオリエンテーションイメージの周波数解析、指紋全体のオリエンテーションイメージの形状、指紋をスライスしたときの断面のRidgeの数と、Ridgeを波形として周波数解析した結果、マニューシャ、特異点から構成される線と当該線でスライスした時の断面のRidgeの数、Ridgeを波形として周波数解析した結果、しわ (crease) の存在、形状、指紋の形状情報があげられる。

[0105] なお、上記におけるインデックス化が可能な特徴量とは、2つの指紋の特徴量の近さを計算する場合、位置合わせなどの正規化処理を必要とせずに、

特徴量をそのまま比較できる際に、可能となるように調整する。

すなわち、ある程度の閾値を設定し、当該閾値の幅を広い状態から狭い状態へ変化させてもよい。

[0106] 例えば、上記における特徴量を用いて、1の指紋データFDに対して、登録された指紋データTDFの高速認証を実現する。上記で説明したように、登録された指紋データTDFは、索引（特徴量）が結び付けられている。そのため、1の指紋データの特徴量を抽出し、登録された指紋データTDFの周辺の候補抽出を行う。

なお、特徴量それぞれで候補数をどれほど取得すべきかは、特徴量それぞれの値の分布、または照合精度を用いることが望ましい。

[0107] また、指紋照合システム100は、上記の多数の特徴量をどう組み合わせるかを、機械学習により判定し、フィードバックにより精度が高くなるよう処理する。当該特徴量の組み合わせの場合、独立、従属特徴量を考慮するため、主成分分析、独立成分分析を用いる。当該処理を機械学習により判定を行うことで従来達成出来ていない短時間での大規模データ下における有意な特徴量の組み合わせパターンを判定することが可能となる。

なお、多くの候補数がないと索引判定ができない指紋データFDと、少ない候補数でも索引判定できる指紋データFD等を特定するために、指紋データFDの識別モデルを用いてもよい。

[0108] 指紋照合システム100は、指紋データFDと特徴量との組み合わせを作成し、生成モデルを用いて、索引分類そのものを学習する。すなわち、フィードバック処理を含めて認証精度を高めてもよい。

また、与えられた指紋データFDの候補に対して、マニユーシャの位置、種類、またはベクトルを用いた1対1の高精度認証を行ってもよい。

[0109] さらに、指紋照合システム100の構成要素、指紋登録装置900の構成要素の個々が同じ場所に配設される必要はなく、インターネット、クラウド等を介してそれぞれ接続されてもよい。

[0110] また、索引データの条件の一例として以下の情報を用いる。例えば、特徴

点 (minutiae) 同士を結んだ三角形 (triple t) の情報について、例えば、分岐点にて、3つの線の角度を、いくつかパターンに分類したものの組み合わせ、分岐点の3つの線を用いて作る図形の各種情報、三角形の3つの角度を大きい順に並べた時に時計回りになっているのか反時計回りになっているのかまたは3つの角度の大きさ、3辺の長さ、各特徴点 (minutiae) においてそこを通る2辺の方向がorientation fieldの方向に比べてどの程度ずれているのか、三角形の面積、それぞれの辺で交わる隆線の数、それぞれの辺で交わる隆線の頻度を周波数として解析したもの、三角形 (triple t) を回転させたもの、等、上記の任意の索引条件を組み合わせてもよい。

[0111] 次いで、索引データの条件の一例として以下の情報を用いる。例えば、特徴点 (minutiae) 同士を結んだ四角形 (Quadruple t) の情報について、分岐点にて3つの線の角度を10個のパターンに分類したものの組み合わせ、分岐点の3つの線を用いて作る図形の各種情報、4つの角度を大きい順に並べた時のパターン、2つの対角線の交点の位置と角度、4隅の角度、4辺の長さ、各特徴点 (minutiae) においてそこを通る2辺と対角線の方向がorientation fieldの方向に比べてどの程度ずれているのか、四角形の面積、四角形 (Quadruple t) を回転させたもの、等、上記の任意の索引条件を組み合わせてもよい。

[0112] 続いて、索引データの条件の一例として以下の情報を用いる。しわ (Crease) の情報について、太さ、長さ、交わる隆線の数、交わる隆線の頻度を周波数として解析したもの、等、上記の任意の索引条件を組み合わせてもよい。

[0113] 次いで、索引データの条件の一例として以下の情報を用いる。Singular Pointと、それを用いたものの情報、Singular Pointの数と種類 (core、delta) 等、core、deltaの距離、core、deltaを引いた線分が交わる隆線の数、core、deltaを引いた直線が交わる隆線の頻度を周波数として解析したもの、Fin

gerCode:Singular Point 周りを例えば、 8×8 の区域に分割しその中での方向または隆線の密度、等、上記の任意の索引条件を組み合わせてもよい。なお、任意の数 $\times$ 任意の数の区域に分割し、その中での方向または隆線の密度を索引条件としてもよい。

[0114] 最後に、索引データの条件の一例として以下の情報を用いる。指紋全体の情報において、Tripletの数と情報、TripletをOn orderでde launay分解したものの数と情報、quadplatの数と情報、minutiaeの数と種類(端点または分岐点)、汗腺の数、SIFT特徴量をハッシュ化したもの、隆線を2次元フーリエ変換したもの、Orientation Fieldのテンプレート、等、上記の任意の索引条件を組み合わせてもよい。

[0115] なお、本実施の形態においては、照合装置600においてパターンマッチング処理を例示したが、これに限定されず、マニューシャ法、周波数解析法、ハイブリッド指紋認証方法等を用いてもよい。

[0116] 以上のように、本発明に係る指紋認証システム100においては、索引データ(インデックス)が、複数の階層($n+1$)により形成される。その結果、登録部400における指紋データFDを指紋データTFDとして有効にグループ分けして登録することができる。

さらに、照合装置600において、照合すべき指紋データが、複数の階層($n+1$)により区分され、当該索引データに応じて、予め登録部400に登録された指紋データTFDと照合されることにより、短時間で指紋データFDの照合を行うことができる。

特に、第 $n+1$ 段階(n :正の整数)の索引を形成することにより、指紋データTFDの母数が数億個または数千万個ある場合においても、索引データによりグループ分けされた数千個の指紋データTFDと照合するだけで照合処理を行うことができるので、照合速度を短くすることができる。

[0117] また、索引データが、指紋データFDの特質または特徴に基づくものであるので、指紋データFDの特質または特徴ごとにグループ化することができる。

る。特に、登録されたすべての指紋データTFDを照合等に使用する場合と比較し、アクセススピードを速めて処理の負荷を低減することができる。

また、索引データは、LOOP、WHORLまたはARCH、短線、棒線、毛線および島形線のうちいずれかに対する、数、線の間隔、線の角度によって、大きく区分して索引データとして有効に利用することができる。

さらに、分岐点、終止点、点、開始点および接合点のいずれかに区分することができるので、この場合、索引データとして有効に利用することができる。

[0118] 本発明においては、索引データが、「索引」に相当し、指紋データFD、指紋データTFDが「指紋データ」に相当し、登録部400が「登録部」に相当し、指紋認証システム100が「指紋認証システム」に相当し、照合装置600が「照合部」に相当し、第1グループ、第2グループ、～、第m+2グループが、「指紋データグループ」に相当し、第n索引判定装置331、～、33Pが「複数の階層の最終段」に相当し、フローチャートが、「指紋認証プログラムまたは指紋認証方法」に相当する。

[0119] 本発明の好ましい一実施の形態は上記の通りであるが、本発明はそれだけに制限されない。本発明の精神と範囲から逸脱することのない様々な実施形態が他になされることは理解されよう。さらに、本実施形態において、本発明の構成による作用および効果を述べているが、これら作用および効果は、一例であり、本発明を限定するものではない。

請求の範囲

- [請求項1] 複数の階層を有する索引と、
前記索引に応じて指紋データを登録する登録部を含み、
前記登録部は、前記索引に応じて複数の指紋データグループを作成し、前記複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、前記索引の階層を変化させ、前記個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を前記所定数以下にする、指紋認証システム。
- [請求項2] 前記登録部は、前記索引の階層を変化させる場合、上位の索引および下位の索引との相関性が低くなるよう、索引順を再構築する、請求項1記載の指紋認証システム。
- [請求項3] 前記登録部は、前記索引の階層を変化させる場合、前記索引の条件の閾値を変化させる、請求項1または2記載の指紋認証システム。
- [請求項4] 前記登録部は、前記索引の階層を変化させる場合、前記索引の階層を増加させて上階層の索引の条件を均等に区分した条件を索引として作成する、請求項1から3のいずれか1項に記載の指紋認証システム。
- [請求項5] 前記登録部は、前記索引の階層を変化させる場合、前記索引の階層を増加させて当該指紋データグループの偏差に基づいて指紋データ数を均等に区分できる条件を索引として作成する、請求項1から4のいずれか1項に記載の指紋認証システム。
- [請求項6] 前記索引は、前記指紋データの特質または特徴に基づく、請求項1から5のいずれか1項に記載の指紋認証システム。
- [請求項7] 前記索引は、指紋データの紋様のパターンを含む、請求項1から6のいずれか1項に記載の指紋認証システム。
- [請求項8] 前記索引は、指紋データの少なくとも短線、棒線、毛線および島形線のうちいずれかに対する、少なくとも数、線の間隔、線の角度のいずれかを含む、請求項1から7のいずれか1項に記載の指紋認証システム。

テム。

[請求項9] 前記索引は、指紋データの少なくとも分岐点、終止点、点、開始点および接合点のいずれかを含む、請求項1から8のいずれか1項に記載の指紋認証システム。

[請求項10] 複数の階層を有する索引と、
前記索引に応じて指紋データを登録する登録部と、
前記索引に応じて指紋データを照合する照合部と、を含み、
前記登録部は、前記索引に応じて複数の指紋データグループを作成し、前記複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、前記索引の階層を変化させ、前記個々の一つに登録される指紋データ数を前記所定数以下にする、指紋認証システム。

[請求項11] 前記照合部は、前記複数の階層の最終段における指紋データの照合を、少なくとも周波数解析方式、ハイブリッド方式、マニューシャ方式、およびパターンマッチング方式のいずれかにより照合する、請求項10に記載の指紋認証システム。

[請求項12] 複数の階層を形成する索引処理と、
前記索引処理に応じて指紋データを登録する登録処理を含み、
前記登録処理は、前記索引処理に応じて複数の指紋データグループを作成し、前記複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、前記索引処理の階層を変化させ、前記個々の一つに登録される指紋データ数を前記所定数以下にする、指紋認証プログラム。

[請求項13] 複数の階層を形成する索引処理と、
前記索引処理に応じて指紋データを登録する登録処理と、
前記索引処理に応じて指紋データを照合する照合処理と、を含み、
前記登録処理は、前記索引処理に応じて複数の指紋データグループを作成し、前記複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登

録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、前記索引処理の階層を増加し、前記個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を前記所定数以下にする、指紋認証プログラム。

[請求項14]

複数の階層を形成する索引工程と、

前記索引工程に応じて指紋データを登録する登録工程を含み、

前記登録工程は、前記索引工程に応じて複数の指紋データグループを作成し、前記複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、前記索引工程の階層を変化させ、前記個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を前記所定数以下にする、指紋認証方法。

[請求項15]

複数の階層を形成する索引工程と、

前記索引工程に応じて指紋データを登録する登録工程と、

前記索引工程に応じて指紋データを照合する照合工程と、を含み、前記登録工程は、前記索引工程に応じて複数の指紋データグループを作成し、前記複数の指紋データグループの個々のいずれか一つに登録される指紋データ数が所定数を超過した場合に、前記索引の階層を変化させ、前記個々のいずれか一つに登録される指紋データ数を前記所定数以下にする、指紋認証方法。