

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4537017号
(P4537017)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int. Cl. F I
G07D 7/12 (2006.01) G O 7 D 7/12
G07D 5/00 (2006.01) G O 7 D 5/00

請求項の数 27 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-144247 (P2003-144247)	(73) 特許権者	506258187 エムイーアイ インコーポレーテッド
(22) 出願日	平成15年5月22日 (2003.5.22)		アメリカ合衆国、19380 ペンシルベ
(65) 公開番号	特開2003-346209 (P2003-346209A)		ニア、ウェスト チェスター、 ウィルソ
(43) 公開日	平成15年12月5日 (2003.12.5)		ン ドライブ 1301
審査請求日	平成18年5月22日 (2006.5.22)	(74) 代理人	100094112 弁理士 岡部 譲
(31) 優先権主張番号	02253587.6	(74) 代理人	100064447 弁理士 岡部 正夫
(32) 優先日	平成14年5月22日 (2002.5.22)	(74) 代理人	100085176 弁理士 加藤 伸晃
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100096943 弁理士 臼井 伸一
		(74) 代理人	100101498 弁理士 越智 隆夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 貨幣評価装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

貨幣テストを使用して貨幣項目を分類する方法であって、
 貨幣項目の可変の特徴を感知する工程と、
 感知した特徴の値を使用してデータ・ベクトル(X)を導出する工程と、
 変換されたベクトルの成分(Y₁、Y₂)の少なくとも第1の集合と第2の集合によ
 って表された変数が実質上独立しており、Xのマハラノビスの距離が成分(Y₁、Y₂)の
 マハラノビスの距離の合計と実質上等価であるようにデータ・ベクトルを変換する工程と

成分の前記第1の集合と第2の集合を使用して少なくとも2つの部分でマハラノビスの
 距離を計算する工程とを含む方法。

【請求項2】

貨幣テストを使用して貨幣項目を分類する方法において、
 貨幣項目の感知された特徴から導出したデータを使用してマハラノビスの距離の計算を
 実行する工程を含み、

マハラノビスの距離の計算が、成分Y₁とY₂を有するデータ・ベクトルXに関してX
 =(Y₁、Y₂)となり、Xのマハラノビスの距離がY₁のマハラノビスの距離とY₂の
 マハラノビスの距離の和と実質上等価になるように、実質上独立している少なくとも2つ
 の部分で実行される方法。

【請求項3】

前記部分の少なくとも1つが加重値によって加重される請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

貨幣テストを使用して貨幣項目を分類する方法であって、

変換されたベクトルの成分 (Y_1 、 Y_2) の少なくとも第1の集合と第2の集合によって表された変数が実質上独立しているように、該貨幣項目の検知された特徴から導出されるデータベクトル X を変換する工程と、

貨幣項目の該検知された特徴から導出されたデータを使用してマハラノビスの距離の計算を実行する工程を含み、該マハラノビス距離は、該成分 (Y_1 、 Y_2) のマハラノビス距離の合計と実質的に等価であり、

マハラノビスの距離の計算が少なくとも2つの部分で実行され、

少なくとも1つの部分が加重値によって加重される方法。

10

【請求項5】

加重値を変更する工程を含む請求項3又は4に記載の方法。

【請求項6】

加重値を単調に増加又は減少させる工程を含む請求項5に記載の方法。

【請求項7】

加重値を0と1の間で変更する工程を含む請求項5又は6に記載の方法。

【請求項8】

加重値が、貨幣項目がテストされる回数すなわちテストされる数、貨幣の目標金種区分全体又は特定の目標金種区分で、受け入れられる貨幣項目数および拒絶される貨幣項目数の1つ又は複数に従って変更される請求項5乃至7の何れか1項に記載の方法。

20

【請求項9】

センサ値を生成するために1つ又は複数のセンサを使用して貨幣項目を検知する工程と、

複数の成分を含むデータ・ベクトルを導出する工程と

を含む請求項1乃至8の何れか1項に記載の方法。

【請求項10】

前記部分の少なくとも1つが正規化データを含み、前記部分の少なくとも1つが絶対データに関する請求項1乃至9の何れか1項に記載の方法。

【請求項11】

前記部分の少なくとも1つが貨幣項目の第1の特徴に関し、前記部分の少なくとももう1つが貨幣項目のもう1つの特徴に関する請求項1乃至9の何れか1項に記載の方法。

30

【請求項12】

結果的に得られたマハラノビスの距離を固定の閾値又は可変の閾値と比較する工程を含む請求項1乃至11の何れか1項に記載の方法。

【請求項13】

閾値が、貨幣項目がテストされる回数すなわちテストされる数、貨幣の目標金種区分全体又は特定の目標金種区分で、受け入れられる貨幣項目数および拒絶される貨幣項目数の1つ又は複数に従って変更される請求項12に記載の方法。

【請求項14】

閾値の変動が加重値の変動に関係している請求項12又は13に記載の方法。

40

【請求項15】

閾値がホテリング・テストを使用して計算される請求項12乃至14の何れか1項に記載の方法。

【請求項16】

マハラノビスの計算の次元を増加させるか、又は減少させる工程を含む請求項1乃至15の何れか1項に記載の方法。

【請求項17】

貨幣項目を評価し、かつ/又は金種区分するための請求項1乃至16の何れか1項に記載の方法。

50

【請求項 18】

貨幣テストを操作する方法において、

請求項 1 乃至 17 の何れか 1 項に記載の方法を使用して分割したマハラノビスの距離を計算することによって測定された貨幣項目の特徴を使用して貨幣項目を分類するためにマハラノビスの距離を計算する工程を含み、

最初、分割したマハラノビスの距離が貨幣項目の特徴の第 1 の集合に対応するデータを使用して計算され、次に分割したマハラノビスの距離が貨幣項目の特徴の第 2 の集合に対応するデータを使用して計算される方法。

【請求項 19】

特徴の第 1 と第 2 の集合が一部重複する請求項 18 に記載の方法。

10

【請求項 20】

共通の特徴が貨幣テストに合わされる特徴である請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

1 つ又は複数の特徴を加えること、1 つ又は複数の特徴を除去すること、又は 1 つ又は複数の特徴を置き換えることによって、第 2 の集合が第 1 の集合から導出される請求項 18 乃至 20 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 22】

貨幣テストをプログラミングする方法において、請求項 1 乃至 21 の何れか 1 項に記載の方法を実行するためにデータを貨幣テストに記憶する工程を含む方法。

【請求項 23】

ホテリング・テストを使用して貨幣項目に対する受入閾値を導出する工程を含む請求項 22 に記載の方法。

20

【請求項 24】

請求項 1 乃至 21 の何れか 1 項に記載の方法を実行する手段を備える貨幣テスト。

【請求項 25】

貨幣項目の特徴を感知するための 1 つ又は複数のセンサと、データ処理手段と、データ記憶手段とを備える請求項 24 に記載の貨幣テスト。

【請求項 26】

紙幣テストを備える請求項 24 又は 25 に記載の貨幣テスト。

【請求項 27】

硬貨テストを備える請求項 24 乃至 26 の何れか 1 項に記載の貨幣テスト。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、貨幣評価装置および貨幣項目を分類する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

本明細書では、貨幣という用語を、硬貨、紙幣、およびバリューシートやクーポンなどの他の類似の有価アイテムの意味で使用する。特記しない限り、貨幣という用語は本物の貨幣項目と偽造の貨幣項目とを意味する。

40

【0003】

周知の貨幣評価装置は、貨幣項目を分類するために、すなわち貨幣項目が周知の目標金種区分の一例か偽造かを判定するために、センサを使用し、次いでその測定値を使用して、貨幣項目のある種の特徴を測定するように動作する。貨幣項目を分類する各種方法は、例えば貨幣項目の n 個の測定値から導出した n 次元ベクトルを n 次元空間の目標金種区分の有効例を規定する領域と比較する方法を含めて周知である。特定の貨幣分類方法の一例は、マハラノビスの距離を使用すること、およびそのマハラノビスの距離を、金種区分ごとに周知の母集団の周囲を囲む楕円を基本的に画定する閾値と比較するものである。

【0004】

マハラノビス距離の計算は、目標金種区分ごとの母分布の平均および共分散行列を、貨幣

50

項目の測定値から導出した n 次元ベクトルと共に使用するというものである。

測定値は、目標金種区分の標本と、1つまたは複数の標本評価装置を使用して研究所で収集される。目標金種区分には周知の偽造品を含めることができる。標本の貨幣項目が標本評価装置に挿入され、母分布を導出するためにその測定値が使用される。この分布が統計的にモデル化され、平均および共分散行列が導出される。

【0005】

製品評価装置は、上記で概説したように、計算された目標金種区分ごとに平均および共分散行列の値を使用してマハラノビスの距離を計算するようにプログラムされる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前述の従来技術の1つの問題は、特に n が大きい場合、マハラノビスの距離を計算するために必要となる処理量が大きくなる可能性があり、これは処理費用および処理時間と、分類に要する時間とを増大させるということである。

【0007】

もう1つの問題は、製品評価装置のセンサなどの構成要素が多岐にわたっており、したがって研究室で得られた結果と比較される測定値も多岐にわたるということである。各製品の多様性を斟酌するために調節を行うことが知られているが、これは時間を要し、費用の増大につながる可能性がある。製品間の変動を補正するための別の選択肢としては、最適な受入率を達成するために製品寿命の初期においては大きな受入閾値を有することがあるが、これには偽造品を受け入れる危険性を増大させるという代償が伴う。

【0008】

本発明の各種態様を首記の特許請求の範囲に記載する。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の一実施形態および各種変形形態を、添付の図面を参照して説明する。

【0010】

【発明の実施の形態】

本実施形態は紙幣評価装置である。概して、紙幣評価装置は、光源の一对の線形配列を有する光感知装置であって、各配列が紙幣に向けて発光するよう紙幣の移送路上に構成されている光感知装置と、紙幣によって反射された光を感知するために移送路上に構成された光検出器の1つの線形配列の形式による検出器とを含む。光源配列は数グループの光源を有しており、各グループは異なる波長の光を発生させる。紙幣に一連の異なる光の波長を照射するために光源のグループに連続して電圧が加えられる。スペクトルの異なる部分の光に対する紙幣の反応が検出器配列によって感知される。配列の各光感知装置は紙幣上の異なる領域からの光を受光するので、紙幣を評価するために、記憶されている基準データと比較するために紙幣の異なる感知部分のスペクトル反応を決定し、処理することができる。

【0011】

本実施形態の紙幣評価装置の基本的な構成要素は、基本的に WO 97 / 26626 に図示され、記載されているので、以下では簡単に説明することにする。

【0012】

図1を参照すると、評価装置内で、紙幣2が、矢印6の方向に所定の移送面に沿って通過する際に光感知モジュール4によって感知されている。

感知モジュール4は光源8、10の2つの線形配列と、プリント基盤14下面に直接装着された光感知装置の1つの線形配列12とを有する。光感知装置のそれぞれに対する制御装置32と第1段増幅器33はプリント基盤14上面に直接装着されている。

プリント基板14の上面および周囲には、金属などの剛性材料製の枠38が設けられている。枠38には、制御装置32が位置センサ、紙幣分類機構、外部制御装置などの紙幣評価装置の他の構成要素(図示せず)と通信するためのコネクタ40が設けられている。

【0013】

10

20

30

40

50

光感知モジュール 4 は、光源配列 8 および 10 が発生した光を一片の紙幣 2 に向けて、その紙幣上に伝達するための 2 つの単体光導波路 16 および 18 を有する。光導波路 16 および 18 は、成型されたプレキシガラス材製である。

各光導波路は、上部垂直部分と、その上部垂直部分に対してある角度のついた下部から構成される。光導波路 16、18 のある角度で曲がっている下部は、光導波路 16、18 によって内部で反射された光を、光導波路 16 と 18 の中央に配置された照射を受ける一片の紙幣 2 に向ける。

【0014】

レンズ 20 は、検出器配列 12 に対応して線形配列で光導波路の間に装着される。検出器配列 12 の検出器 1 つにつき 1 つのレンズ 20 が設けられている。各レンズ 20 は、検出器の有効領域よりも大きな紙幣の個別領域から収集された光を対応する検出器に伝える。レンズ 20 は光導波路 16 と 18 の間に配置された光支持体 22 によって所定の位置に固定される。

10

光導波路 16 および 18 の発光端部 24 および 26 とレンズ 20 とは、拡散して反射された光だけが検出器配列 12 に伝えられるように構成されている。

【0015】

光源配列 8 および 10 と、検出器配列 12 と、線形レンズ配列 20 とは、紙幣 2 の幅全体にわたってその反射特性を感知することができるように、一方の側面 28 から他方の側面に対して光導波路 16 および 18 の幅全体にわたって延在する。

【0016】

光検出器配列 12 は、光導波路 16 および 18 によって光が照射された一片の紙幣 2 に沿って配置されるその紙幣 2 の個別領域をそれぞれが感知するピン・ダイオード形式の個々の検出器が例えば 30 などの多数で構成する線形配列によって形成される。それぞれの隣接レンズ 20 によって拡散して反射された光が供給される隣接の検出器は、紙幣 2 の隣接する個別領域を検出する。

20

【0017】

光源配列 8 の 1 つがプリント基盤 14 上に装着されているように示す図 2 を参照する。他の光源配列 10 の構成もこれと同じである。

光源配列 8 は、非密閉型 LED 形式の多数の光源 9 から構成されている。光源配列 8 は光源 9 のいくつかの異なるグループから構成されており、各グループは異なるピーク波長で光を発生させる。このような構成の一例はスイ斯特許番号第 634411 号に記載されている。

30

【0018】

本実施形態では、上記のようなグループが 6 つある。これら 6 つのグループは、4 つの異なる赤外線波長で光を発生させる光源 4 グループと、2 つの異なる可視波長（赤および緑）で光を発生させる光源 2 グループとから構成される。使用される波長は、紙幣が印刷されているインクに対して非常に高い感度を得、したがって異なる紙幣のタイプ間および / または本物の紙幣と他の文書との間を高度に区別することを目的として選択される。

【0019】

各色グループの光源は線形光源配列 8 全体にわたって分散している。光源 9 は 6 つの光源の集合 11 で構成されており、すべての集合 11 は、光源配列 8 全長にわたって反復的な色の順番を形成するように数珠繋ぎに一系列に配列されている。

40

【0020】

光源配列 8 の各色グループは、電流発生器 13 に並列に接続された 2 列の 10 個の光源 9 から構成される。したがって電流発生器 13 は 1 つしか図示していないが、配列 8 全体に対してこのような電流発生器が 7 つ設けられている。色グループには、プリント基盤 13 上面に装着された制御装置 32 のローカル・シーケンサによって連続的に電圧が加えられる。光源配列の異なる色グループの連続的な照射に関しては、米国特許番号第 5,304,813 号および英国特許出願番号第 1470737 号にさらに詳細に記載されている。

【0021】

50

紙幣感知中、すべての6つの色グループに電圧が加えられ、検出器ごとの検出器照射期間中に連続的にすべての6つの色グループが検出される。

したがって、検出器12は、一連の個別の検出器照射期間中に紙幣2の幅全体にわたって配置された一連のピクセルの6つの所定の波長のそれぞれで拡散した反射特性を効率よく走査する。紙幣が搬送方向6に搬送される際、紙幣2の表面全体は6つの波長のそれぞれで複数片の紙幣2を反復的に走査することによって感知される。センサの出力は、以下でさらに詳細に説明するように制御装置32によって処理される。

【0022】

紙幣を表す、得られたデータは、以下でさらに詳細に説明するように制御装置32で処理される。使用される搬送機構への入り口に配置された光位置センサで感知中に紙幣の位置をモニタすることによって、評価に最適の反射特性を有する紙幣2の所定領域が特定される。

10

【0023】

次に、図1に示す光感知モジュールを含めて紙幣評価装置を示す図3を参照する。すでに図1に関して説明した構成要素は同じ参照番号で示すことにする。

図3は、国際特許出願番号第WO 96/10808号に記載の紙幣評価装置と同様の紙幣評価装置50を示す。この装置は、ニップ・ローラ52によって画定された入り口と、別のニップ・ローラ54、56、および58によって画定された搬送経路と、上ワイヤ・スクリーン60および下ワイヤ・スクリーン62と、一端にワイヤ・スクリーンが取り付けられた枠部材64によって画定された出口とを有する。枠部材66はワイヤ・スクリーン60および62の他端を支持している。

20

【0024】

上感知モジュール4は紙幣2の上面を読み取るために搬送経路の上に配置されており、下感知モジュール104は、紙幣2の下面を読み取るために、ニップ・ローラ56によって上記上感知モジュール4から水平に間隔を空けて紙幣2の搬送経路の下に配置されている。基準ドラム68および70は、感知装置4および104を校正することができる反射面を提供するように感知モジュール4および104にそれぞれ対抗して配置されている。ニップ・ローラ54、56、および58と基準ドラム68および70のそれぞれには、上ワイヤ・スクリーンおよび下ワイヤ・スクリーン60および62を収容する一定間隔をあけた溝が設けられている。

30

【0025】

エッジ検出モジュール72は装置50の搬送面下に配置された延長した光源(LEDと分散手段の配列から構成される)と、搬送面上に配置されたCCD配列(自己集束光ファイバ・レンズ配列を備える)と、関連付けられた処理装置とから構成されており、入り口ニップ・ローラ52と入り口ワイヤ支持体66の間に配置されている。

【0026】

動作の際、文書は搬送ローラ54によって感知モジュール4を通過させられる。文書が搬送されて感知モジュールを通過する際、それぞれの波長の光が光源9の各グループから連続して発光され、紙幣から反射された各波長の光は紙幣の個別領域に対応する各検出器によって感知される。

40

光源の各グループは、制御装置32によって制御されるそれぞれの電流発生器13によって駆動される。

波長ごとに、光源9のそれぞれのグループからの光は、光ミキサで混合された後、文書に向けて出力される。この方法で、拡散光は文書の幅全体にわたってより均一に拡散される。文書上のパターンに従って変更された、文書から反射された光は、検出器配列によって感知され、その出力信号は制御装置32で処理される。

【0027】

したがって、光感知装置の下の紙幣の各位置ごとに、また紙幣上のピクセルまたは測定点に対応する各センサごとに、発光された光の6つの波長に対応する6つの測定値の集合が導出される。

50

【 0 0 2 8 】

次に本発明の基礎をなす一般的な原理を説明し、次いで評価装置を設定する方法、さらに供給された紙幣を評価する方法を説明する。

【 0 0 2 9 】

紙幣の特定の領域が1つのゾーンとして事前に選択される。このゾーンは、紙幣の特定の線形領域すなわち1次元領域であっても、正方形または長方形などの2次元領域であっても、あるいは紙幣全体であってもよい。このゾーンは、所与の紙幣の周知のセキュリティ上の特徴に対応するように選択することができる。金種区分によって異なるゾーンを選択することができる。1つのゾーンは、波長の1つの集合に対して測定点の1つの集合によって画定される。

10

測定値は、上記の要領で例えば紙幣感知装置を使用して指定されたゾーンを含めて紙幣の少なくとも一部から取られ、その結果、センサに対応する測定点ごとに異なる波長に対する測定値が得られる。

【 0 0 3 0 】

1つのゾーンに対するローカル・データが収集され、このローカル・データが正規化される。正規化は、例えば紙幣全体に対応する1つのゾーンを含めて別のゾーンからのデータを使用することによって実施することができる。これを一種のデータの前処理とみなすことができる。

【 0 0 3 1 】

紙幣に関するデータは、1つまたは複数のゾーンに対するローカルな正規化データと、紙幣全体または正規化に使用されるゾーンに関するデータなどの絶対データを使用して導出される。

20

【 0 0 3 2 】

この実施例では、

$$x_{i k} \quad 1 < i < N, \quad 1 < k < K$$

で定義された測定値について、

Nを測定点の総数、Kを波長数として、

M個の点の数を有する所与のゾーンZの場合、波長kに関するローカルな正規化データは、

【 数 1 】

$$z_k = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M x_{jk} \quad 1 < k < K \quad (1)$$

30

ただし

【 数 2 】

$$g_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ik} \quad (2)$$

40

によって計算される。この結果、 g_k は絶対データを示す。

当該ゾーンに対するデータ・ベクトルXを形成するために、ローカルな正規化データと絶対データが結合される。

したがって、3つの波長で測定された1つのゾーンの場合、データのベクトルは $(z_1, z_2, z_3, g_1, g_2, g_3)^t$ である。

【 0 0 3 3 】

マハラノビスの距離は所与の金種区分に関する共分散行列と平均値とを使用する。序説で説明したように、例えば研究所で分析された標本データの集合の統計モデルからデザイン

50

された統計を使用して、供給された紙幣の距離が与えられる。

【0034】

より具体的には、 Σ と μ が標本データの共分散行列と平均ベクトルの場合、供給された紙幣に対応する所与の入力ベクトル $x = (x_1, \dots, x_n)$ のマハラノビス距離は、

$$\text{mahdist}(x) = (x - \mu)^t \Sigma^{-1} (x - \mu) \quad (3)$$

によって与えられる。上式で、 x^t はベクトル x の転置作用素を意味する。

上記公式を使用したマハラノビス距離の計算は、標本の絶対測定値に基づくデータの使用を必要とする。しかし前述のように、絶対測定値は評価装置によって異なる。本実施形態は、測定値に対する評価装置の影響を低減するために、供給された紙幣のデータを変換する。これは分布の特徴を使用して行われる。

10

【0035】

X がデータのベクトルである場合、

【数3】

$$X = \begin{pmatrix} X1 \\ X2 \end{pmatrix}$$

のように、 X はローカルな正規化データに対する $X1$ と、絶対データに対する $X2$ の2つの部分で表現することができる。 X の共分散行列は4つのブロック

【数4】

$$\begin{pmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{pmatrix}$$

20

で書くことができる。ここでは、 X の平均を

【数5】

$$\begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix}$$

30

で示すことにする。一般に $X1$ と $X2$ は独立しておらず、したがって X のマハラノビスの距離は $X1$ と $X2$ のマハラノビスの距離の合計とは等しくない。

【0036】

多項分布

【数6】

$$X = \begin{pmatrix} X1 \\ X2 \end{pmatrix}$$

40

に関して、以下のベクトルの成分は独立しているということは既に立証済みである。

【数7】

$$Y = \begin{pmatrix} X1 \\ X2 - \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} X1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y1 \\ Y2 \end{pmatrix} \quad (6)$$

これは、条件変数 $X2 / X1$ の法則が、

【数8】

$$E(X2/X1) = \mu_2 - \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} (X1 - \mu_1) \quad (4)$$

$$\text{cov}(X2/X1) = \Sigma_{22} - \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \quad (5)$$

に等しい平均値および共分散を有する多項分布を有すると述べる定理 [S a p o r t a 1 9 9 0] を使用することを必要とする。

【 0 0 3 7 】

Y の平均および共分散行列は、

【 数 9 】

$$\text{mean}(Y) = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 - \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \mu_1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\text{cov}(Y) = \begin{pmatrix} \Sigma_{11} & 0 \\ 0 & \Sigma_{22} - \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Sigma_{Y1} & 0 \\ 0 & \Sigma_{Y2} \end{pmatrix} \quad (8)$$

10

によって与えられる。

ここでもまた、

$\text{mahdist}(X) = \text{mahdist}(Y) = \text{mahdist}(Y1) + \text{mahdist}(Y2)$ を立証することができる。

20

したがって、この変換を使用することによって、中でも小さい行列の処理を必要とするマハラノビスの距離の計算を2つの部分に分割することができる。

Y の定義によれば、Y 1 はローカルな正規化データに基づいており、Y 2 は評価装置によって異なる絶対データに関係する。

【 0 0 3 8 】

評価装置で使用する際、製品寿命の初期に絶対値の貢献 ($\text{mahdist}(Y2)$) は小さい重み q ($q = 0.5$ の場合、 $0 < q < 1$) で加重され、 q はこの後、使用されている評価装置から導出された測定値を使用して絶対データを更新した後に増やされる。

$$\text{mahdist}(X) = \text{mahdist}(Y1) + q * \text{mahdist}(Y2)$$

(9)

30

【 0 0 3 9 】

動作の際、評価装置でマハラノビスの距離は閾値と比較される。この閾値は、事前定義して固定しておくか、または例えば q と連動して可変とすることもできる。1つの可能性として、所望の最終値に従って固定の閾値を選ぶことが挙げられる。

前述の原理は評価装置をプログラミングする際に使用される。

【 0 0 4 0 】

X に対する平均および共分散行列に関する値を導出するために、所定の1つまたは複数のゾーンを使用し、各目標金種区分に対する因数を正規化して、各金種区分の紙幣の標本が周知の統計手順に従って研究室の評価装置でテストされる。評価装置では、マハラノビスの距離は、上記方程式 (9) に従って計算される。すなわち、方程式 (6) に従って変換された X データを使用して Y の平均および共分散行列を使用することによって計算される。したがって、Y に対する平均および共分散行列と変換とは、X に関して測定された値から上記方程式を使用して計算され、これらの値は評価装置のメモリに記憶される。

40

【 0 0 4 1 】

本実施例では、前述の通り、所与の金種区分と6つの波長に対して4つのゾーンが使用されている。

したがって、X 1 は24の変数を有し、X 2 は6つの変数を有し、共分散行列はサイズ 30×30 であり、サイズ

【 数 1 0 】

$$\begin{pmatrix} 24 \times 24 & 24 \times 6 \\ 6 \times 24 & 6 \times 6 \end{pmatrix}$$

を有するブロック

【数 1 1】

$$\begin{pmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{pmatrix}$$

10

に分解することができる。

データ変換の場合、 6×24 のサイズを有する行列

【数 1 2】

$$\Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1}$$

が要求される。

【0 0 4 2】

Y 1 および Y 2 のマハラノビス距離の計算の場合、平均ベクトル

【数 1 3】

20

$$\text{mean}(Y) = \begin{pmatrix} \text{mean}(Y1) \\ \text{mean}(Y2) \end{pmatrix}$$

と、Y 1 および Y 2 の共分散行列の逆が要求され、Y 1 に関しては、この行列はサイズ 24×24 を有する

【数 1 4】

$$\Sigma_{Y_1}^{-1} = \Sigma_{11}^{-1}$$

であり、Y 2 に関してはサイズ 6×6 を有する

30

【数 1 5】

$$\Sigma_{Y_2}^{-1} = \left(\Sigma_{22} - \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \right)^{-1}$$

である。

このデータは、例えば工場で評価装置製品のメモリにロードされる。すなわち、サイズ 24×24 、 6×6 、および 6×24 の3つの行列と、サイズ 24 および 6 を有する平均値の2つのベクトルが記憶されている。q に対する予備値も記憶されている。

【0 0 4 3】

動作の際、紙幣は評価装置に供給され、その紙幣の測定値がセンサから取られて X を導出するために使用される。X ベクトルは方程式 (6) に従って変換され、マハラノビスの距離は方程式 (9) を使用して計算される。マハラノビスの距離の値は閾値 $m a h T$ と比較される。マハラノビスの距離の値が閾値以下の場合、その紙幣は本物の例として受け入れられる。この値が閾値を超える場合、その紙幣は偽造品として拒絶される。

40

【0 0 4 4】

この閾値は周知の技術を使用して研究室で決定され、工場または作業現場で評価装置にプログラミングされる。例えば閾値は経験的または実験的に計算することも、または統計モデルを使用したシミュレーションの結果に基づいて計算することもできる。閾値は、受け入れることを希望する本物の紙幣の所望のパーセンテージによって変化するものである。例えば閾値は、周知の紙幣の統計的分析に基づいて、本物の紙幣のあるパーセンテージ

50

、例えば99%が受け入れられるように設定することができる。

閾値は、例えばホテル分布に関するホテル・テストを使用して計算することができる。 $Y = Y_1 + q \times Y_2$ はホテル分布ではないが、ホテル閾値はYの分布を数値的に近似することによって近似することができる。

【0045】

本実施形態では、 X_1 および X_2 はローカルな正規化データと絶対データとして説明する。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。一般に、マハラノビス計算は、本質的に独立しているデータの部分集合に対するマハラノビス計算に分割される。データの部分集合は各データ・タイプに対応させることができる。本実施形態は、評価装置に依存するマハラノビス計算の一部を加重するために、分割したマハラノビスを利用する。データの集合または部分集合に基づく分割したマハラノビスの計算を使用する別の実施例について以下で説明する。

10

【0046】

貨幣評価装置がデータ・ベクトル X_1 を使用して動作するように設定されていると仮定する。紙幣の別のゾーンに関して X_2 などの他のデータ値を使用することが望ましくなるような場合がある。しかし、評価装置は最初は測定値 X_2 に合わせられてはいない。上記の原理を使用して、 $X = (X_1, X_2)$ のマハラノビスの距離を $mahdist(X) = mahdist(Y_1) + q * mahdist(Y_2)$ と表現することができる。ここで、 $Y_1 = X_1$ であり、 Y_2 は上記のように X_1 および X_2 の変換であり、 q は評価装置が新しいデータ、すなわち X_2 の値に合わせられる際に増やされる可能性がある。同様に、評価装置が最初にデータ・ベクトル $X = (X_1, X_2)$ 上で動作し、ある時点でそれがデータ・ベクトル $X' = (X_1, X_3)$ によって置き換えられることが望ましくなるような場合があると仮定する。 X' のマハラノビスの距離は、 $mahdist(X) = mahdist(Y_1) + q * mahdist(Y_2)$ で表現することができる。ここで、 $Y_1 = X_1$ であり、 Y_2 は X_3 に依存している。したがって、 Y_2 は q によって加重される。それは、 Y_2 が測定値 X_3 に依存しており、評価装置は最初は X_3 に合わせられていないからである。

20

【0047】

例えば、紙幣の新しい有用な特徴が登場する、すなわち後になって発見されるか、またはある特徴を別の周知の特徴で置き換える場合、上記の方法を使用することができる。

30

【0048】

一般に、評価装置に合わされる統計的に適合された不変の変数である基本的な特徴を維持しながら、1つの特徴から別の特徴に切り替えるためにこの方法を使用することができる。

これは、例えば場合によっては特徴の部分集合を使用し、その部分集合の少なくとも1つの特徴を元の完全な集合の別の特徴、または元の完全な集合にはない新しい特徴で置き換えて、特徴の1つの集合とそれらの分割したマハラノビスの距離を定義することとして一般的に表現することができる。同様に、特徴は、単純にマハラノビスの計算に対して加算または減算することもできる。どちらの場合でも、評価装置に合わされた特徴に基づくマハラノビスの計算の成分は維持されることが好ましい。

40

【0049】

上記実施形態は、紙幣の表面から反射した後に光が感知される反射システムである。本発明は、紙幣によって伝えられた後に光が感知される伝達システムなどの他の使用に適応することもできる。この感知システムは、光源と検出器の一次元線形配列に限定されるのではなく、紙幣の全体または一部に対応する光源と検出器の二次元配列のような他の感知システムを使用することもできる。

【0050】

本実施形態は紙幣の特定領域を使用して動作する。この領域は、位置センサまたはエッジ・センサを使用すること、またはピクセルを計数することなどの様々な方法で特定することができる。

50

【 0 0 5 1 】

本発明は紙幣評価装置に照らして説明したが、これは硬貨評価装置にも適用される。硬貨評価装置に使用されるセンサは、紙幣評価装置に使用されるセンサとは異なるが、硬貨から複数のローカルな測定値および全体的な測定値を導出するように構成することができ、その測定値は次いで上記要領で処理されることができる。

【 0 0 5 2 】

本明細書では、「光」という用語を可視光に限定せず、電磁スペクトルも対象としている。貨幣という用語は、例えば銀行券、紙幣、硬貨、バリューシートまたはクーポン、カードなどの本物または偽造品、ならびに貨幣処理装置で使用することができる商品券、代用硬貨、および銅貨などの他の区分を対象とする。

【 0 0 5 3 】

本実施形態では、重み係数 q は製品寿命を通して変化する。これは、評価装置が、有効な例として受け入れられる紙幣から導出される測定値に従って変更される場合には特に有用である。換言すれば、所与の目標金種区分に関して評価装置に記憶されているデータは上記のような分布を表しており、作業現場で測定される紙幣から導出される実際の値を使用して更新することができる。明らかに、特定の評価装置によって導出された実際の測定値は評価装置に依存しており、研究室で導出されたデータを更新するためにその測定値を使用することによって評価装置の変動を補正し、そのデータを特定の評価装置に合わせる。したがって、絶対データの信頼性はさらに高まり、また絶対データからマハラノビスの距離に対する貢献を加重する重み係数 q が増やされる可能性がある。同様に、重み係数は減らすことも可能である。重み係数 q は、例えば貨幣項目が受け入れられるか、かつ/または拒絶されるかなどの測定が行われる回数すなわちその数、または測定された貨幣項目からのデータ適用数に従って、または他の要因に従って変化しうるものである。 q が貨幣項目数に応じて変化する場合、この数は、本物であれ偽造であれ対象金種区分ごとのものとしても、または金種区分に関係なく全体の値とすることもできる。

【 0 0 5 4 】

評価または金種区分に使用される閾値は固定しても、または評価装置に記憶されているデータが測定される紙幣に従って更新される場合は、例えば経時的に、あるいは動作数または測定される紙幣数に従って変更してもよい。この閾値は X の元の分布に基づいて設定することができる。別法として、閾値は q の元の値を考慮して設定することができ、閾値は q によって使用中に変更することができる。閾値は、元の閾値を含めて作業現場で決定することもできる。

【 0 0 5 5 】

図 4 は、 q および関連付けられた閾値 $m a h T$ の調整を示すフローチャートである。工程 110 で、重み係数 q が初期値、例えば 0.5 に設定される。この例では、実施中の各金種区分の受け入れられる貨幣項目数が変数 m として計数される。評価装置のメモリは閾値 t を含む。特定金種区分の貨幣項目が受け入れられるたびに、 m は t と比較される（工程 130）。 $m = t$ の場合、受け入れられた紙幣の測定値を組み込むことによって評価装置が評価装置の測定値に僅かに合わされたことを反映して、受入閾値 $m a h T$ が調整され、 q が 0.01 だけ増やされる（工程 140）。 $m a h T$ は、特定評価装置により作業現場で測定された値を使用して受入閾値を更新する周知の技術に従って調整される。概略では、評価装置は、研究室で導出され、元の受入閾値を導出するために使用されるような母分布のモデルを記憶する。このモデルと閾値は次いで、作業現場で受け入れられる貨幣項目の実際の測定値を含めるために、元の母集団の閾値を変更することによって調整される。

次に q が 1 と比較される（工程 150）。 q が 1 よりも小さい場合、 m は 0 に設定され、受け入れられる貨幣項目の計数が再開する（工程 160）。 q は、1 と等しい場合はそれ以上に増加することはできず、したがって q および対応する受入閾値の調整は停止し、評価装置が合わされる。

閾値 t は可変であり、 q と $m a h T$ の適合速度に影響を与える。

10

20

30

40

50

【0056】

上記工程は各目標金種区分に対して平行して行うことも、または目標金種区分の一部だけに対して行うこともできる。異なる閾値 t を異なる金種区分に対して使用することができる。同様に、目標金種区分は、受け入れられる金種区分の周知の偽造例を含む可能性がある。この場合、 q と $m a h T$ は、周知の偽造例として拒絶される貨幣項目数を計数することなどの類似の方法で調整することができる。

【0057】

本実施形態では、マハラノビスの計算は2つの独立した部分に分割される。しかし、この計算もさらに多くの部分に分割することができる。例えばベクトル Y_1 または Y_2 の成分は、独立した部分に分割または再分割することができ、マハラノビスの計算は3つ以上の独立したマハラノビスの距離の合計として行うことができる。

10

【0058】

前述の実施形態では、所与の紙幣を評価するためにマハラノビスの距離が使用される。しかし、マハラノビスの距離は、紙幣が1つまたは複数の金種区分の有効例かどうかを実際に決定することなく、紙幣を金種区分するために、すなわち供給された紙幣が属している可能性のある1つまたは複数の対象金種区分はどれかを決定するためにマハラノビスの距離を使用することもできる。金種区分のテストの後に、例えばマハラノビスの距離または別の評価テストを使用することのできるさらに厳密な評価テストを行うことができる。

【0059】

前述の実施形態では、データ・ベクトルの成分の集合はローカル・データと絶対データであり、データ変換の結果としてその絶対データの貢献を加重することができる。別法として、元のデータ・ベクトルは、元のデータ・ベクトルを形成するように組み合わせられた紙幣の異なるゾーンからのデータなどのデータ成分の異なる集合から構成することができ、1つのゾーンからのデータの貢献は、おそらくは累進的に加重される。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による光感知装置の略図である。

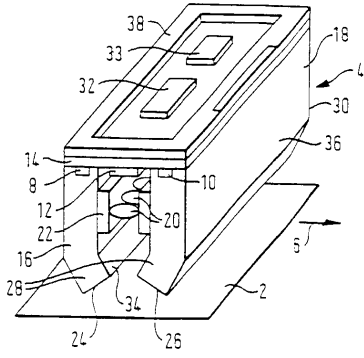
【図2】図1の構成で使用される光源配列のパワー・デリバリ構成を示す略図である。

【図3】紙幣評価装置の構成要素の側面図である。

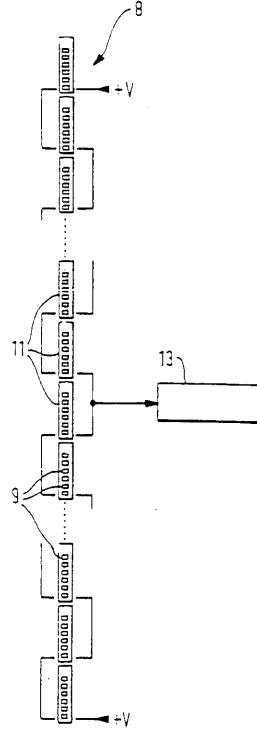
【図4】分割したマハラノビスの計算で重み係数 q を調整する方法を示すフローチャートである。

30

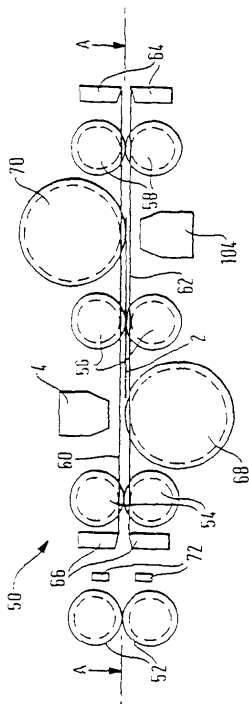
【図1】



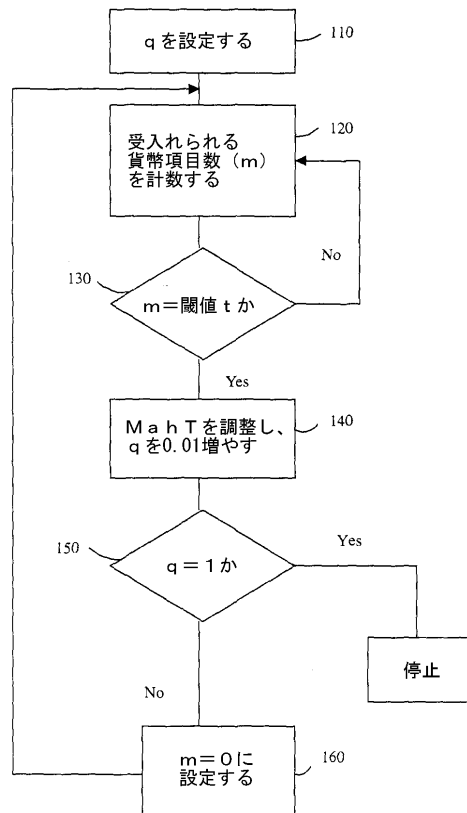
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100096688

弁理士 本宮 照久

(74)代理人 100104352

弁理士 朝日 伸光

(74)代理人 100128657

弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 アノーアー, ファティハ

アメリカ合衆国 . 1 9 3 4 1 ペンシルヴァニア, エクストン, リンデンウッド ドライヴ 2 6
5

(72)発明者 バウダット, ガストン

アメリカ合衆国 . 1 9 3 4 1 ペンシルヴァニア, エクストン, リンデンウッド ドライヴ 2 6
5

審査官 川口 真一

(56)参考文献 欧州特許出願公開第9 2 4 6 5 8 (E P , A 2)

特開平0 4 - 3 4 6 1 8 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G07D 5/00

G07D 7/12