

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G06K 9/46, A61B 5/117	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/52149 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. November 1998 (19.11.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/02612 (22) Internationales Anmeldedatum: 4. Mai 1998 (04.05.98) (30) Prioritätsdaten: A 812/97 13. Mai 1997 (13.05.97) AT (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT ÖSTERREICH [AT/AT]; Siemensstrasse 88-92, A-1210 Wien (AT). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HASELSTEINER, Ernst [AT/AT]; Körösisstrasse 166, A-8010 Graz (AT). HESCHGL, Kurt [AT/AT]; Mariatrosterstrasse 10/67, A-8043 Graz (AT). HRIBERNIG, Gerd [AT/AT]; Anton-Schwarz-Gasse 10, A-8046 Graz (AT). KLAMBAUER, Wilhelm [AT/AT]; Tannenstrasse 34, A-8790 Eisenerz (AT). KORP, Michael [AT/AT]; Nadischweg 31, A-8044 Graz (AT). MARIUS, Wolfgang [AT/AT]; Am Rehgrund 18/1, A-8043 Graz (AT). RAUNEGGER, Arno [AT/AT]; Berlinerring 45, A-8046 Graz (AT). UNGER, Erwin [AT/AT]; Schrottenbachgasse 20, A-8042 Graz (AT). WINDISCH, Claudia [AT/AT]; Köppling 92, A-8565 St. Johann (AT).	(74) Anwalt: PEHAM, Alois; Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE). (81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: METHOD FOR IDENTIFYING FINGERPRINTS

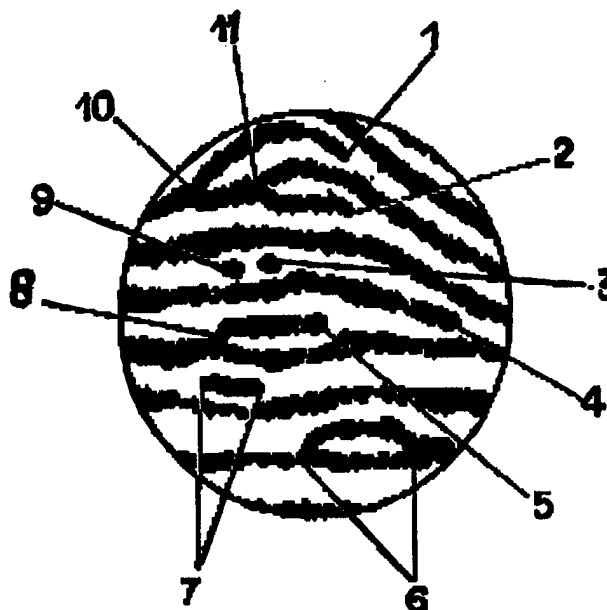
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR IDENTIFIZIERUNG VON FINGERABDRÜCKEN

(57) Abstract

The invention relates to a method for identifying fingerprints. According to said method, the image information relating to a fingerprint to be identified is transformed into a black-and-white picture, on the basis of which picture line segments are generated by thinning. From said line segments, probable finger lines and the details contained therein are determined. The position of said details is standardized by means of the method of moments, the details are classified according to type and quality by means of a neuronal network and the information about the fingerprint obtained in this manner is compared with stored reference samples, after which a statement is made as to whether there is congruence with any stored samples.

(57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zur Identifizierung von Fingerabdrücken angegeben, bei dem die Bildinformation über einen zu identifizierenden Fingerabdruck in ein Schwarzweissbild umgewandelt wird, bei dem aus dem Schwarzweissbild durch Ausdünnung Liniensegmente erzeugt werden und aus den Liniensegmenten wahrscheinliche Fingerlinien und die in diesen enthaltenen Minutien bestimmt werden, die Lage der Minutien wird mittels Momentenmethode normiert, die Minutien werden mittels neuronalem Netz hinsichtlich ihres Typs und ihrer Qualität klassifiziert, und die so erhaltene Information über den Fingerabdruck mit gespeicherten Referenzmustern verglichen und eine Aussage über die Übereinstimmung mit gespeicherten Mustern getroffen.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5 Verfahren zur Identifizierung von Fingerabdrücken

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Identifizierung von Fingerabdrücken.

- 10 Die maschinelle Identifizierung von Personen gewinnt zusehens an Bedeutung. Einsatzmöglichkeiten sind dabei unter anderem Zutrittskontrollen, Geldausgabeautomaten und Kommunikationsgeräte aller Art.
- 15 Für die Identifikation geeignete personenbezogene Merkmale sind beispielsweise das Muster der Blutbahnen der Netzhaut, die Struktur der Iris, die Länge und Form der Finger, das Gesicht, die Stimme oder aber Fingerabdrücke. Die Möglichkeiten, Personen aufgrund dieser Merkmale zu
- 20 identifizieren, sind beispielsweise in IEEE Spectrum, Februar 1994, " It had to be you" beschrieben. Die wahrscheinlich am besten erforschten und damit zuverlässigsten Merkmale sind dabei die Fingerabdrücke. Diese sind auch in für den Benutzer komfortabler Weise zu
- 25 ermitteln, während z.B. das Muster der Netzhaut nur durch eine für den zu Identifizierenden unangenehme Prozedur erfaßt werden kann und daher nur in jenen Fällen angewendet werden wird, in denen dieser Effekt keine Rolle spielt oder ggf. sogar erwünscht ist.
- 30 Wie durch sorgfältige Reihenuntersuchungen und Statistiken nachgewiesen wurde, sind die Fingerabdrücke jedes einzelnen individuell geprägt. Selbst in Fällen von eineiigen Zwillingen sind die Fingerabdrücke nicht identisch, obwohl
- 35 sie sich ähnlich sehen. Gebildet wird das Muster der Fingerabdrücke durch die sogenannten Papillarlinien oder Ridges, die durch Verzahnung zweier Hautschichten entstehen.
- 40 Dabei sind für den Identifikationsvorgang vor allem die sogenannten Minutien, das sind Endpunkte, Verzweigungen,

- 2 -

5 Inseln oder andere singuläre Stellen interessant. Der zu identifizierende Fingerabdruck wird daher daraufhin untersucht, welche Minutien er aufweist, die ermittelten Minutien werden einem Typus zugeordnet und ihre Lage zueinander wird bestimmt.

10

Die so erhaltenen Minutien beschreiben den Fingerabdruck vollständig. Sie dienen als Grundlage für den Vergleich des zu identifizierenden Fingerabdruckes mit gespeicherten Referenzmustern.

15

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem Selektion und Typisierung der Minutien, sowie der Vergleich mit gespeicherten Mustern automatisch durchgeführt werden kann.

20

Dies geschieht erfindungsgemäß mit einem Verfahren zur Identifizierung von Fingerabdrücken mit folgenden Verfahrensschritten:

- die Bildinformation über einen zu identifizierenden
- 25 Fingerabdruck wird in ein Schwarzweißbild umgewandelt,
- aus dem Schwarzweißbild werden durch Ausdünnung Liniensegmente erzeugt,
- aus den Liniensegmenten werden wahrscheinliche Fingerlinien und die in diesen enthaltenen Minutien
- 30 bestimmt,
- die Lage der Minutien wird mittels Momentenmethode normiert,
- die Minutien werden mittels neuronalem Netz hinsichtlich ihres Typs und ihrer Qualität klassifiziert,
- 35 - die so erhaltene Information über den Fingerabdruck wird mit gespeicherten Referenzmustern verglichen und eine Aussage über die Übereinstimmung mit gespeicherten Mustern getroffen.

- 3 -

- 5 Das Verfahren zeichnet sich insbesondere durch die damit erzielbare hohe Erkennungssicherheit bei nur geringem Rechenaufwand aus.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den
10 Unteransprüchen enthalten.

Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen beispielhaft:

- Fig.1 die schematische Darstellung eines binarisierten
15 Bildes eines Fingerabdruckes,
Fig.2 die als Grundlage für den iterativen Wachstumsprozeß dienende tabellarische Darstellung eines Bildausschnittes,
Fig.3 eine Darstellung zur Veranschaulichung der Filterung des Bildes,
20 Fig. 4 eine Darstellung zum anisotropen Wachstumsprozeß,
Fig.5 das mittels Sensor erhaltene Bild eines Fingerabdruckes,
Fig. 6 das Orientierungsfeld zum Bild nach Figur 5,
Fig. 7 das Bild nach Fig. 5 nach dem Verfahrensschritt der
25 Equalisierung,
Fig. 8 das gefilterte Bild des Fingerabdruckes nach Fig.5,
Fig. 9 das vollständig binarisierte Bild.

In der Darstellung nach Fig. 1 entsprechen die dunklen
30 Linien den Fingerlinien oder Papillarlinien welche mit ihrem Verlauf den Fingerabdruck bestimmen.

Zur automatischen Klassifizierung eines Fingerabdruckes wird jedoch nicht das gesamte Muster herangezogen, da bei
35 diesem durch Aufnahmetechnik, Aufnahmedruck und Alterung der betroffenen Person Verzerrungen auftreten können.
Grundlage des Erkennungsvorganges sind vielmehr Art und Anzahl der in diesem Abdruck enthaltenen Minutien wie z.B. der Fingerlinienenden 1,2,4,5, der Punkte 3,9, der Inseln
40 6, der kurzen Linien 7 und der Gabeln 8, 10, 11.

- 4 -

- 5 Typus, Lage und Orientierung dieser Minutien sind hingegen gegenüber den genannten Verzerrungen relativ unempfindlich und eignen sich daher für einen automatisierten Erkennungsvorgang.
- 10 Bei diesem wird nach dem beschriebenen Ausführungsbeispiel das digitalisierte, d.h. als Grauwertinformation zu einzelnen Bildpunkten vorliegende Bild des Fingerabdruckes in einem ersten Bearbeitungsschritt gefiltert, um so den Bildkontrast zu erhöhen, die Linien hervorzuheben und
- 15 störendes Rauschen zu verringern. Die dafür eingesetzten Verfahren sind eine Histogrammequalisierung und eine Mittelwertbildung, die an jedem Punkt des Bildes die lokale Orientierung der Fingerlinien ausnutzt.
- 20 Durch die Histogrammequalisierung nach einem aus der Literatur bekannten Verfahren (Jain A.K., "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall 1989, Englewood Cliffs, NJ 07632, ISBN 0-13-3361-65-9) werden Bildkontraste erhöht und damit unterschiedliche Eigenschaften der
- 25 optischen Sensoren ausgeglichen.

Kurz zusammengefaßt, besteht dieses Verfahren darin, daß die Häufigkeitsverteilung der Grauwerte des Bildes in einem Histogramm erfaßt wird und aufgrund dieser Verteilung den

30 Bildpunkten neue Grauwerte zugewiesen werden. Dabei werden die Helligkeitsunterschiede zwischen den am häufigsten auftretenden Grauwerten erhöht und die Helligkeitsunterschiede zwischen selten auftretenden Grauwerten verringert. Das Ergebnis dieser Verarbeitung bei

35 dem Fingerabdruck nach Bild 5 ist aus Bild 7 ersichtlich.

Ein weiterer Verarbeitungsschritt besteht in der Ermittlung eines, den Fingerabdruck beschreibenden Orientierungsfeldes, wie es in Fig. 6 dargestellt ist.

- 5 -

- 5 Dieses Orientierungsfeld wird nach einem in der Literatur bekannten Verfahren (G. H. Granlund. In search of a general picture processing operator., "Computer Graphics and Image Processing, 8:155-173, 1978.) erhalten. Es kann als vektorwertige Funktion in zwei Variablen interpretiert
10 werden, bei der jedem Punkt des Fingerprints ein Vektor zugeordnet wird, der parallel zur Orientierung der lokalen Fingerlinien verläuft.

- Zur eigentlichen Filterung des equalisierten Bildes auf der
15 Grundlage des Orientierungsfeldes sind in der Literatur bereits verschiedene Ansätze vorgeschlagen worden. So besteht die Möglichkeit, die Periodizität der Ridges auszunutzen. Dieser Ansatz (A. Jain, H.Lin, B.Ruud, "On-Line Fingerprint Verification", IEEE Transactions on
20 Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.19, No 4. Apr.1997, pp. 302-314) verwendet Gabor-Filter mit endlicher Bandbreite, und der vorab berechneten Orientierung.

- Rechentechnisch weniger aufwendig, aber dennoch sehr
25 effektiv ist die erfindungsgemäße richtungsspezifische Mittelwertbildung. Diese weist in Bezug auf die Unterdrückung der Schweißporen und kurzen Ridgeunterbrechungen sowie die Kantenglättung der Ridges besonders günstige Eigenschaften auf. Die Kantenglättung
30 der Ridges oder Papillarlinien ist besonders dann wichtig, wenn die Ridgezwischenräume sehr klein werden (in der Gegend von 2-3 Bildpunkte).

- Die Mittelwertbildung wird anhand von Fig.3 näher
35 erläutert. Durch den Punkt P, dessen gefilterter Grauwert ermittelt werden soll, wird eine Gerade G gelegt, deren Richtung der Vorzugsrichtung V des Orientierungsfeldes in diesem Punkt entspricht. Die zu dieser Geraden G nächstliegenden benachbarten Bildpunkte (z.B 10 Punkte)
40 werden ermittelt und aus deren Grauwerten der Mittelwert

- 6 -

- 5 berechnet, der den neuen gefilterten Grauwert des zu berechnenden Punktes P darstellt.

Die Ermittlung der nächstliegenden Punkte erfolgt in einfacher Weise dadurch, daß auf der Linie in äquidistanten
10 Abständen Sollpunkte S definiert werden und die zu diesen Punkten nächstliegenden realen Bildpunkte festgelegt werden.

Bei Punkten P, in deren Nähe das Orientierungsfeld eine
15 vergleichsweise große Krümmung aufweist, kann es dabei auch zweckmäßig sein, die Gerade G durch eine Kurve zu ersetzen.

In einem weiteren Schritt wird das gefilterte Bild binarisiert, d.h. jedem Bildpunkt wird der Wert Schwarz
20 oder weiß zugeordnet.

Bei herkömmlichen Binarisierungsverfahren werden dazu entweder lokale oder ein globaler, d.h. für das gesamte Bild gültiger Grauwert-Schwellwert gebildet und in
25 Abhängigkeit von diesem den einzelnen Bildpunkten die Farbe Weiß oder Schwarz zugeordnet. Diese bekannten Verfahren sind - bei Bildung eines lokalen Schwellwertes - äußerst rechenaufwendig, bzw. führt die Anwendung von globalen Schwellwerten erfahrungsgemäß zu Bildverfälschungen, welche
30 die Erkennungsrate verschlechtern.

Demgegenüber werden nach der vorliegenden Erfindung signifikante Bildpunkte binarisiert und danach mittels iterativem Wachstumsprozeß die Werte der übrigen Bildpunkte
35 festgelegt.

Die Binarisierung der signifikanten Bildpunkte erfolgt dabei in der Weise, daß das Bild in Bereiche unterteilt wird, wobei sich Bildgrößen von 512 X 512 Punkte und
40 Bereichsgrößen von 3 X 3 oder 4 X 4 Punkte als vorteilhaft herausgestellt haben. Dazu wird zu jedem Bereich eine

- 7 -

- 5 Bereichsumgebung festgelegt. Für jeden Bereich und die dazu definierte Umgebung werden darauf die jeweils hellsten und dunkelsten (Kleinster Grauwert und größter Grauwert) Bildpunkte ermittelt und miteinander verglichen.
- 10 Wenn nun der hellste Punkt eines Bereiches einen Grauwert aufweist, der innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches um den Grauwert des hellsten Punktes der zugehörigen Umgebung liegt, dann wird diesem Punkt des Bereiches die Farbe Weiß zugeordnet. Liegt der Grauwert
- 15 außerhalb des Toleranzfensters, dann erfolgt keine Zuordnung. Auf dieselbe Weise wird der jeweils dunkelste Punkt eines Bereiches mit dem dunkelsten Punkt der Umgebung verglichen, ggfs. wird ihm die Farbe Schwarz zugewiesen.
- 20 Wenn die Grauwerte der beiden Extremwerte eines Bereiches innerhalb des Toleranzfensters eines Extremwertes z.b. des hellsten Wertes der Umgebung liegen, wird ihnen dieselbe Farbe, in diesem Beispiel Weiß zugewiesen. In dem Fall, daß ein Bereich und seine Umgebung nur sehr geringe
- 25 Grauwertunterschiede aufweisen, erfolgt keine Zuweisung von Weiß oder Schwarz.

Nach diesem Verfahren sind typisch weniger als 25% der Bildpunkte hinsichtlich ihrer Farbe festgelegt.

30

Die Farbe der restlichen Bildpunkte wird ausgehend von den obgenannten Punkten mit Hilfe eines iterativen Wachstumsprozesses ermittelt der anhand von Fig. 2 näher erläutert wird.

35

Die Fig. 2 zeigt einen Bildausschnitt mit 25 Bildpunkten, von denen 2 bezüglich ihrer Farbe festgelegt sind. Es sind dies die Punkte mit den Koordinaten B2 und E5.

- 40 Diese Punkte und ihre Umgebung werden nun entsprechend ihrer Farbe mit Werten versehen. Bildpunkt B2 hat die Farbe

- 8 -

5 Weiß, er erhält als Wert -3, die ihn direkt umgebenden
Bildpunkte erhalten den Wert -2, die weitere Umgebung den
Wert -1. Der schwarze Bildpunkt E5 und seine Umgebung
erhalten entsprechende positive Werte. Bei Bildpunkten, die
zur Umgebung sowohl des weißen Punktes B2 wie auch des
10 schwarzen Punktes E5 gehören, werden die vergebenen Werte
summiert. So ergibt sich z.B. für den Bildpunkt C3
 $-2 + 1 = -1$. Danach wird jedem Bildpunkt S mit einem
positiven Wert die Farbe Schwarz und allen Bildpunkten mit
einem negativen Wert die Farbe Weiß zugeordnet.

15
Ausgehend von diesen Punkten werden nun nach dem
beschriebenen Verfahren in einem iterativen Prozeß zu den
verbliebenen noch nicht zugeordneten Bildpunkten Farben
festgelegt. Die Zahl der Iterationsschritte ist ein freier
20 Parameter des Verfahrens. Erfahrungsgemäß führen jedoch 1-3
Schritte zu einem Bild mit der gewünschten Glättung und
einem vertretbaren Anteil von verbleibenden, hinsichtlich
ihrer Farbe unbestimmten Punkten.

25 Bei einem alternativen Binarisierungsverfahren wird unter
Nutzung der Information des Orientierungsfeldes die Farbe
einzelner Bildpunkte dadurch festgelegt, daß senkrecht zur
Richtung der lokalen Ausrichtung der Fingerlinien ein
Helligkeits-Mittelwert gebildet wird und in Abhängigkeit
30 vom Verhältnis dieses Helligkeits-Mittelwertes zum Grauwert
des Bildpunktes, dieser als Weiß, Schwarz oder unbestimmt
klassifiziert wird. Dabei wird um den Mittelwert ein
Toleranzfenster definiert. Liegt der Grauwert innerhalb
dieses Toleranzfensters, dann erfolgt keine Farbzueweisung,
35 liegt der Grauwert außerhalb des Toleranzfensters dann wird
der Punkt mit Weiß oder Schwarz bestimmt.

Die solcherart festgelegten Punkte dienen als Grundlage
eines zellulären Wachstumsprozesses, der allerdings im
40 Gegensatz zu dem bereits beschriebenen Wachstumsprozeß
anisotrop ausgestaltet ist. Dies bedeutet, daß ein

- 9 -

5 Farbpunkt P in die mittels Orientierungsfeld bestimmte
Vorzugsrichtung stärker ausstrahlt, als in die
Querrichtung. Schematisch ist dies in Fig. 4 dargestellt.

Die anhand der Fig. 2 beschriebene Berechnungsmethode wird
10 dazu insofern abgeändert, als die in Vorzugsrichtung
liegende Umgebung eines hinsichtlich seiner Farbe bereits
festgelegten Punktes mit höheren Werten beaufschlagt wird,
als die Umgebung quer zur Vorzugsrichtung. Mit dem
anisotropen Wachstumsprozeß erfolgt eine weitere
15 Unterdrückung von Schweißporen und Abbildungsfehlern.

Aus dem schließlich erhaltenen Binärbild werden durch
Ausdünnung - Linienextraktion - nach einem aus der
Literatur bekannten Verfahren (z.B. R.W.Zhou et.al
20 Patt.Rec.Lett. 16(1995)1267-1275) Liniensegmente generiert,
die sich durch für die weitere Bearbeitung optimale
Eigenschaften auszeichnen. Binarisierung und
Linienextraktion werden sowohl für die positiven wie auch
für die invertierten Bilddaten vorgenommen, da durch die
25 Untersuchung der invertierten Bilddaten die in den
Fingerlinienzwischenräumen enthaltene, unabhängige
Information für die Liniensynthese genutzt werden kann.

Das Ergebnis der Linienextraktion sind zwei Sätze von
30 Liniendaten, wovon der eine die Fingerlinien und der andere
die Fingerlinienzwischenräume beschreibt. Aufgrund von
Bildaufnahmetechnik, Störungen und Besonderheiten der
Binarisierung enthalten diese Liniendaten plausible und
artifizielle d.h. durch die obgenannten Verfahrensschritte
35 entstandene Liniensegmente, die unterschieden und zu
Fingerlinien synthetisiert werden müssen.

Bei der Bestimmung der wahrscheinlichen Fingerlinien aus
den Liniensegmenten werden folgende Regeln angewendet:
40 - lange Fingerlinien sind vertrauenswürdiger als kurze,

- 10 -

- 5 - die Vertrauenswürdigkeit einer Fingerlinie wird durch die Anwesenheit paralleler Fingerlinien in einem typischen Abstand oder durch die Anwesenheit von Fingerlinientälern mit halbem Abstand vergrößert,
- kurze Fingerlinien, die rechtwinkelig zu langen
- 10 Fingerlinien stehen, verlieren an Glaubwürdigkeit,
- Fingerlinien, deren Enden aufeinander zielen, werden miteinander verbunden.

Ergebnis dieser Bestimmung ist eine Liste von Merkmalen

15 (Minutien) und zu jedem Merkmal die Angabe von Typ, Lage, Linienbreite, Orientierung und Qualitätsmaß, welches aus der Anzahl der bei der Bestimmung angewendeten Regeln ermittelt wird.

20 Dieses Ergebnis wird nach der vorliegenden Erfindung wird es jedoch mittels neuronalem Netz überprüft und ggf. korrigiert, d.h. die vermuteten Minutien werden durch das neuronale Netz bestätigt oder verworfen und damit die Erkennungssicherheit erhöht.

25 Dazu wird zu jedem vermuteten Merkmal (Minutie) ein entsprechender Bildausschnitt neuerlich binarisiert, wobei ein herkömmliches Binarisierungsverfahren mit Schwellwert angewendet wird. Dabei wird der Bildausschnitt in einen

30 inneren und einen äußeren Teilausschnitt unterteilt. Für jeden der Teilausschnitte und den gesamten Bildausschnitt wird ein Grauwertdurchschnitt berechnet. Der Schwellwert wird dann in Abhängigkeit vom Verhältnis der Grauwertdurchschnittswerte zueinander festgelegt.

35 Grauwerten, die über dem Schwellwert liegen, wird die Farbe Schwarz zugeordnet, die übrigen Punkte werden als Weiß beurteilt.

Das so erhaltene Binärbild wird als zweidimensionale

40 Dichteverteilstfunktion $f(x,y)$ betrachtet. Zur Normierung,

- 11 -

- 5 d.h. zur Drehung in eine vorgegebene Lage werden mittels Momentenmethode aus dem Bildinhalt gemäß

$$m_{pq} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m i^p j^q f(i,j)$$

- Momente erster und zweiter Ordnung ermittelt mit
 10 n, m ... als Anzahl der Bildpunkte über die Breite und Höhe
 des Bildes,
 ij als Koordinaten eines Bildpunktes, und
 $f(ij)$...als Dichteverteilungsfunktion,
 weiterhin werden die X,Y-Koordinaten eines Referenzpunktes
 $x = m_{10} / m_{00}$
 15 $y = m_{01} / m_{00}$
 bestimmt und mit Hilfe des Referenzpunktes zentrale Momente
 (μ) gemäß,

$$\mu_{11} = m_{11} - y * m_{01}$$

$$\mu_{20} = m_{20} - x * m_{10}$$

$$20 \quad \mu_{02} = m_{02} - y * m_{01}$$

berechnet und daraus ein Winkel σ nach

$$\sigma = 0.5 * \arctan \frac{2 * \mu_{11}}{\mu_{20} - \mu_{02}}$$

ermittelt, um den das Objekt in die Normallage gedreht wird

- 25 Um eine schnelle Berechnung der zweidimensionalen Momente
 zu ermöglichen werden diese nach der sogenannten
 Deltamethode von M.F. Zakaria ermittelt. Bei dieser Methode
 werden Segmente gleichartiger Pixelfolgen pro Zeile in der
 Berechnung als Einheit betrachtet. Für die Berechnung der
 30 Lage des Bildes wird dann nur das größte Segment
 herangezogen.

- Nachdem solcherart die Lage des Merkmales bestimmt ist,
 wird der Bildausschnitt so gedreht, daß sich das enthaltene
 35 Merkmal in einer zur Hauptmomentenachse definierten Lage
 befindet.

Danach wird der Bildausschnitt mittels neuronalem Netz
 klassifiziert. Dazu wird der Wert der einzelnen Bildpunkte

5 - typisch etwa 176 -, an die Eingänge eines "Feedforward
Neural Network" ("Parallel Distributed Processing", D.
Rumelhart u.a., MIT Press 1986) angelegt, wobei für die
formale Beschreibung die Bildpunkte zu einem Eingangsvektor
I zusammengefaßt werden. Daraus wird mittels neuronalem
10 Netz ein Ausgangsvektor O über eine Zwischenschicht
errechnet, wobei der Ausgangsvektor 5 im
Ausführungsbeispiel 5 Elemente umfaßt, welche die 5
Grundtypen der Merkmale eines Fingerabdruckes umfassen. Es
sind dies: "weiße Gabel rechts, weiße Gabel links, Ridge
15 (Linie, schwarze Gabel rechts, schwarze Gabel links".

"Weiße Gabel rechts bzw. links" beschreiben eine Gabelung
der Fingerlinienzwischenräume mit Grobangabe der
Orientierung. "Schwarze Gabel rechts bzw. links"
20 entsprechen einer Gabelung der Fingerlinie.

Ridge (Linie) beschreibt kein Merkmal, sondern führt
aufgrund der damit erhöhten Unterscheidungsmöglichkeiten
zwischen einfachen (uninteressanten) Linien und Minutien zu
25 einer erhöhten Erkennungsqualität des Netzes.

Die Topologie desselben, d.h. die Anzahl der Neuronen
ergibt sich eingangsseitig durch die Anzahl i der Pixel des
Musters (z.B. 176), ausgangs-seitig durch die Zahl der
30 unterschiedenen Merkmalstypen (k=5) und für die
Zwischenschicht j gilt:

$$j = \frac{i+k}{2}$$

Bevor dieses Neuronale Netz zur Klassifikation eingesetzt
35 werden kann, muß es trainiert werden. Dazu wird der "Error-
backpropagation-Algorithmus" ("Parallel Distributed
Processing", D. Rumelhart u.a., MIT Press 1986) verwendet.

Dabei werden Muster mit vorgegebener Klassifizierung dem
40 Neuronalen Netz vorgelegt, welches iterativ den
Zusammenhang zwischen Muster und Klassifizierung lernt.

5

Das so trainierte Neuronale Netz bildet zu jedem angelegten Bildausschnitt einen Ausgangsvektor der die Werte der 5 Ausgangsneuronen umfaßt. Das Verhältnis dieser Werte definiert den Typ und die Qualität des vorgelegten Musters.

10

Wenn dabei der Wert eines Ausgangsneurons sehr hoch im Vergleich zu den anderen Werten ist, dann liegt ein Ergebnis mit sehr hoher Qualität vor, das entsprechende Merkmal wurde also eindeutig dem Grundtyp zugeordnet, der durch dieses Ausgangsneuron bestimmt ist. Wenn allerdings alle Ausgangsneuronen in etwa den selben Wert aufweisen, dann konnte das neuronale Netz das angelegte Bild keinem Merkmalstyp zuordnen.

15

20

Das Ergebnis des Erkennungsvorganges ist weitgehend unabhängig von der Position des Merkmales im betrachteten Bildausschnitt. Diese an sich vorteilhafte Eigenschaft des neuronalen Netzes führt allerdings dazu, daß die Position eines Merkmales nicht ohne weiteres bestimmt werden kann, da das neuronale Netz bei sich überlappenden Bildausschnitten, die zwar dasselbe Merkmal aber an unterschiedlichen Stellen enthalten, zu einem nahezu gleichen Ergebnis kommt.

25

30

Zur Ermittlung der exakten Position eines Merkmales werden daher die Ergebnisse zur Beurteilung sich überlappender Bildausschnitte miteinander verglichen und als Ort des Merkmales das Zentrum des Bildausschnittes gewählt, bei dessen Beurteilung das neuronale Netz ein Maximum ergibt.

35

Die Ermittlung dieses Maximums kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß um den betrachteten Bildausschnitt die Ergebnisse des neuronalen Netzes zu umgebenden, überlappenden Bildausschnitten gezählt werden. Ist die Summe der Ergebnisse der Umgebung ein Maximum im Vergleich zu den Summen der Umgebung der Nachbarbildausschnitte, so

40

- 14 -

- 5 wird das Zentrum dieses Bildausschnittes als eindeutige Position des Merkmals festgelegt.

Alternativ dazu kann auch die Qualität der Ergebnisse benachbarter, sich überlappender Bildausschnitte zur
10 Ermittlung der exakten Position von Merkmalen herangezogen werden.

Diese Qualitätsergebnisse werden als Skalarfeld betrachtet und ein globales Maximum bestimmt. Der Ort des Maximums
15 wird als Position des Merkmals festgehalten.

Die Ergebnisse des neuronalen Netzes, das sind die bestätigten Minutien werden mit Merkmalslisten bekannter Fingerabdrücke, den sogenannten Kandidaten verglichen.

20 Dazu wird zu jeder Minutie des zu identifizierenden Fingerabdruckes festgestellt, ob sich gleichartige Minutien des Kandidaten in einem vorgegebenen räumlichen Toleranzbereich befinden. Sind derartige Minutien
25 vorhanden, dann wird ein Abstandsvektor zwischen der Minutie des zu identifizierenden Fingerabdruckes und der Kandidatenminutie gebildet.

Die Gesamtheit dieser Verbindungsvektoren und ihr
30 Verhältnis zur Zahl der vorhandenen Minutien beschreibt die Ähnlichkeit der beiden Fingerabdrücke.

So gelten beispielsweise zwei Fingerabdrücke als ähnlich bzw. als mit hoher Wahrscheinlichkeit übereinstimmend, wenn
35 für zumindest 75% der Minutien Verbindungsvektoren existieren und wenn dieselben zu mindestens 80% innerhalb gewisser Toleranzen dieselbe Länge und dieselbe Orientierung aufweisen.

40 Sind hingegen nur für einen geringen Teil der Minutien Verbindungsvektoren ermittelt worden, weil innerhalb der

- 15 -

- 5 jeweils vorgegebenen Toleranzbereiche keine gleichartigen
Minutien des Kandidaten gefunden wurden, dann liegt keine
Übereinstimmung vor. Diese Nichtübereinstimmung ist auch
dann gegeben, wenn zwar Verbindungsvektoren gefunden
werden, diese aber in ihrer Mehrzahl unterschiedliche
10 Längen oder Orientierungen aufweisen.

Je nach Anwendungsfall wird eine Liste der am besten
übereinstimmenden Kandidaten (beispielsweise im
kriminaltechnischen Bereich) oder aber - wenn vorhanden -
15 eine einzelne Übereinstimmung (z.B. bei
Zutrittskontrollsystemen) ausgegeben.
Als übereinstimmender Fingerabdruck wird dann der Kandidat
festgelegt, der das beste Verhältnis von gleichartigen
Vektoren zu Minutien aufweist. Dies allerdings nur dann,
20 wenn sich dieser Kandidat in seinem Ergebnis deutlich von
den weiteren Kandidaten unterscheidet.

5 Patentansprüche

1) Verfahren zur Identifizierung von Fingerabdrücken mit folgenden Verfahrensschritten:

- 10 - die Bildinformation über einen zu identifizierenden Fingerabdruck wird durch Anwendung eines zellulären Wachstumsprozesses auf ausgewählte Merkmale des Bildes in ein Schwarzweißbild umgewandelt,
- aus dem Schwarzweißbild werden durch Ausdünnung Liniensegmente erzeugt,
- 15 - aus den Liniensegmenten werden wahrscheinliche Fingerlinien und die in diesen enthaltenen Minutien bestimmt,
- die Lage der Minutien wird mittels Momentenmethode normiert,
- 20 - die Minutien werden mittels neuronalem Netz hinsichtlich ihres Typs und ihrer Qualität klassifiziert,
- die so erhaltene Information über den Fingerabdruck wird mit gespeicherten Referenzmustern verglichen und eine Aussage über die Übereinstimmung mit gespeicherten
- 25 Mustern getroffen.

2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Umwandlung der Bildinformation über einen zu identifizierenden

- 30 Fingerabdruck in ein Schwarzweißbild
- das gefilterte Bild in vergleichbar große Bereiche aufgeteilt wird und zu jedem Bereich eine Umgebung festgelegt wird,
- daß für jeden Bereich und die dazu bestimmte Umgebung
- 35 jeweils die Bildpunkte mit dem größten und dem kleinsten Grauwert ermittelt werden,
- daß dann, wenn diese extremen Grauwerte eines Bereiches annähernd mit den extremen Grauwerten der Umgebung übereinstimmen, dieselben als weißer oder schwarzer
- 40 Bildpunkt festgelegt werden

- 5 - daß ausgehend von den solcherart ermittelten weißen und schwarzen Bildpunkten die weiteren weißen und schwarzen Bildpunkte mittels zellulärem Wachstumsverfahren in einem iterativen Prozeß ermittelt werden.
- 10 3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor Anwendung eines zellulären Wachstumsprozesses die Bildinformation durch richtungsspezifische Mittelwertbildung auf der Basis der über ein Orientierungsfeld ermittelten lokalen Ausrichtung
- 15 der Fingerlinien gefiltert wird.
- 4) Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das zelluläre Wachstumsverfahren anisotrop ausgestaltet ist und daß die über ein
- 20 Orientierungsfeld ermittelte lokale Ausrichtung der Fingerlinien zur Bestimmung einer bevorzugten Wachstumsrichtung eines Punktes herangezogen wird.
- 5) Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Grundlage für das zelluläre
- 25 Wachstumsverfahren die Farbe einzelner Bildpunkte in der Weise festgelegt wird,
- daß in Richtung der lokalen Ausrichtung der Fingerlinien ein Helligkeits-Mittelwert gebildet wird,
- 30 - daß in Abhängigkeit vom Verhältnis des Helligkeits-Mittelwertes zum Grauwert des Bildpunktes, dieser als Weiß, Schwarz oder unbestimmt klassifiziert wird.
- 6) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Normierung der Lage der
- 35 vermuteten Minutien mittels Momentenmethode ein dieser umfassender kreisförmiger Bildausschnitt des Ursprungsbildes in ein Schwarzweißbild umgewandelt wird und zu dem Bildinhalt gemäß

40

$$m_{pq} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m i^p j^q f(i, j)$$

- 18 -

5 Momente erster und zweiter Ordnung ermittelt werden mit
 n, m ... als Anzahl der Bildpunkte über die Breite und Höhe
 des Bildes,

ij als Koordinaten eines Bildpunktes, und

$f(ij)$...als Dichteverteilungsfunktion,

10 daß weiterhin die X,Y-Koordinaten eines Referenzpunktes

$$x = m_{10} / m_{00}$$

$$y = m_{01} / m_{00}$$

bestimmt werden und mit Hilfe des Referenzpunktes zentrale
 Momente (μ) gemäß,

15
$$\mu_{11} = m_{11} - y * m_{01}$$

$$\mu_{20} = m_{20} - x * m_{10}$$

$$\mu_{02} = m_{02} - y * m_{01}$$

berechnet werden und daraus ein Winkel σ nach

$$\sigma = 0.5 * \arctan \frac{2 * \mu_{11}}{\mu_{20} - \mu_{02}}$$

20 ermittelt wird, um den das Objekt in die Normallage gedreht
 wird.

7) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch
 gekennzeichnet, daß bei der Bestimmung der

25 wahrscheinlichen Fingerlinien aus den Liniensegmenten
 folgende Regeln angewendet werden:

- lange Fingerlinien sind vertrauenswürdiger als kurze,
- die Vertrauenswürdigkeit einer Fingerlinie wird durch die
 Anwesenheit paralleler Fingerlinien in einem typischen
 Abstand oder durch die Anwesenheit von Fingerlinientälern
 mit halbem Abstand vergrößert,
- kurze Fingerlinien, die rechtwinkelig zu langen
 Fingerlinien stehen, verlieren an Glaubwürdigkeit,
- Fingerlinien, deren Enden aufeinander zielen, werden
 35 miteinander verbunden.

8) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch
 gekennzeichnet, daß zur Klassifizierung der Minutien
 ein "Feedforward Neural Network" verwendet wird und daß

40 neben der Ausgangsinformation des Netzes zur obgenannten

- 19 -

- 5 Klassifizierung hinsichtlich ihres Typs und ihrer Qualität auch Information über den Erregungszustand von inneren Netzknoten berücksichtigt wird.

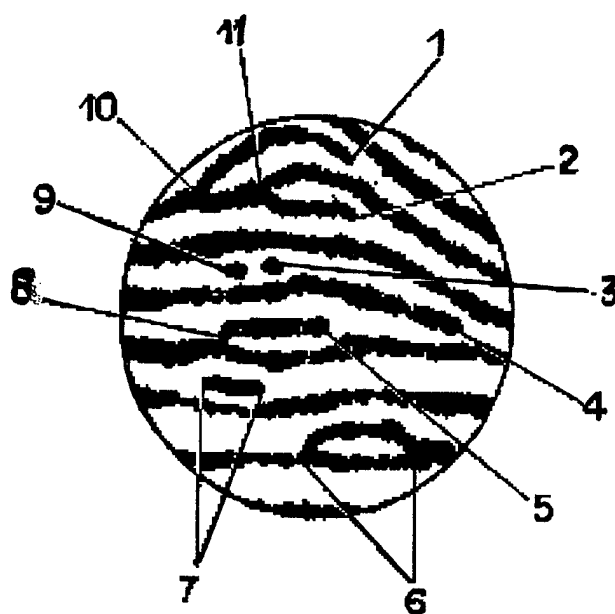


Fig. 1

	A	B	C	D	E
1					
2		W			
3					
4					
5					S

A	B	C	D	E
-2	-2	-2	-1	
-2	-3	-2	-1	
-2	-2	-1	0	1
-1	-1	0	1	2
		1	2	3

A	B	C	D	E
W	W	W	W	
W	W	W	W	
W	W	W		S
W	W		S	S
		S	S	S

Fig. 2

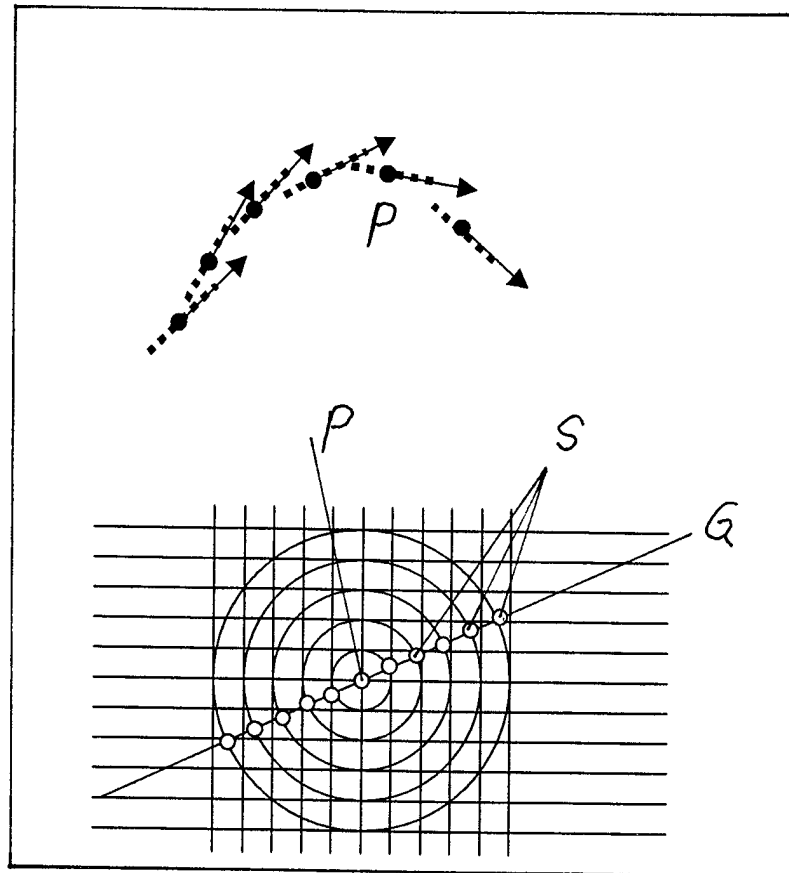


Fig. 3

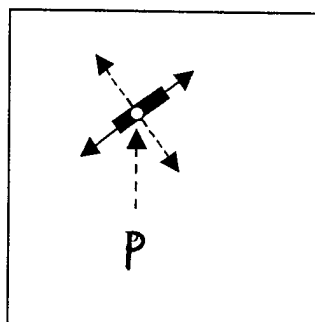


Fig. 4



Fig. 5

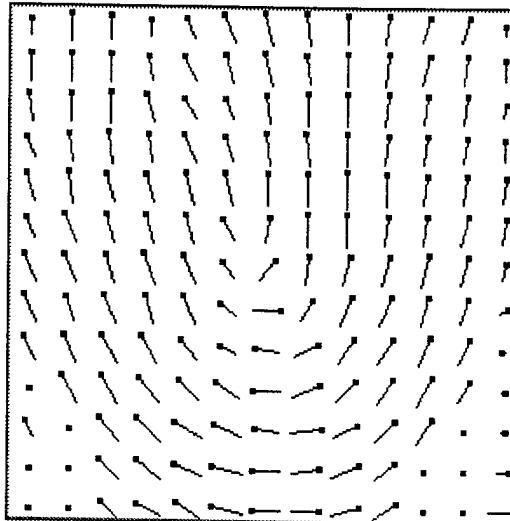


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/EP 98/02612

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G06K9/46 A61B5/117

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	MAIO D ET AL: "DIRECT GRAY-SCALE MINUTIAE DETECTION IN FINGERPRINTS" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, vol. 19, no. 1, January 1997, pages 27-40, XP000682681 see chapter 2	1
A	ASAI K ET AL: "FINGERPRINT IDENTIFICATION SYSTEM" USA-JAPAN COMPUTER CONFERENCE PROCEEDINGS, TOKYO, AUGUST 26 - 28, 1975, no. CONF. 2, 26 August 1975, pages 30-35, XP002039013 AMERICAN FEDERATION OF INFORMATION PROCESSING SOCIETIES see the whole document --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 1998

Date of mailing of the international search report

22/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sonius, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 98/02612

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 572 597 A (CHANG CHUNG-FU ET AL) 5 November 1996 see column 15, line 33 - line 46 ---	1
A	LEUNG W F ET AL: "Fingerprint recognition using neural network" NEURAL NETWORKS FOR SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS OF THE 1991 IEEE WORKSHOP (CAT. NO.91TH0385-5), PRINCETON, NJ, USA, 30 SEPT.-1 OCT. 1991, pages 226-235, XP000619891 ISBN 0-7803-0118-8, 1991, New York, NY, USA, IEEE, USA see chapters 2, 3 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

National Application No

PCT/EP 98/02612

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5572597 A	05-11-1996	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02612

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G06K9/46 A61B5/117

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 G06K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	MAIO D ET AL: "DIRECT GRAY-SCALE MINUTIAE DETECTION IN FINGERPRINTS" IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, Bd. 19, Nr. 1, Januar 1997, Seiten 27-40, XP000682681 see chapter 2 ---	1
A	ASAI K ET AL: "FINGERPRINT IDENTIFICATION SYSTEM" USA-JAPAN COMPUTER CONFERENCE PROCEEDINGS, TOKYO, AUGUST 26 - 28, 1975, Nr. CONF. 2, 26. August 1975, Seiten 30-35, XP002039013 AMERICAN FEDERATION OF INFORMATION PROCESSING SOCIETIES siehe das ganze Dokument --- -/--	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. September 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sonius, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02612

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 572 597 A (CHANG CHUNG-FU ET AL) 5. November 1996 siehe Spalte 15, Zeile 33 - Zeile 46 ---	1
A	LEUNG W F ET AL: "Fingerprint recognition using neural network" NEURAL NETWORKS FOR SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS OF THE 1991 IEEE WORKSHOP (CAT. NO.91TH0385-5), PRINCETON, NJ, USA, 30 SEPT.-1 OCT. 1991, Seiten 226-235, XP000619891 ISBN 0-7803-0118-8, 1991, New York, NY, USA, IEEE, USA see chapters 2, 3 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

1. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/02612

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5572597 A	05-11-1996	KEINE	