

PCT

 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

 Internationales Büro

 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE

 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

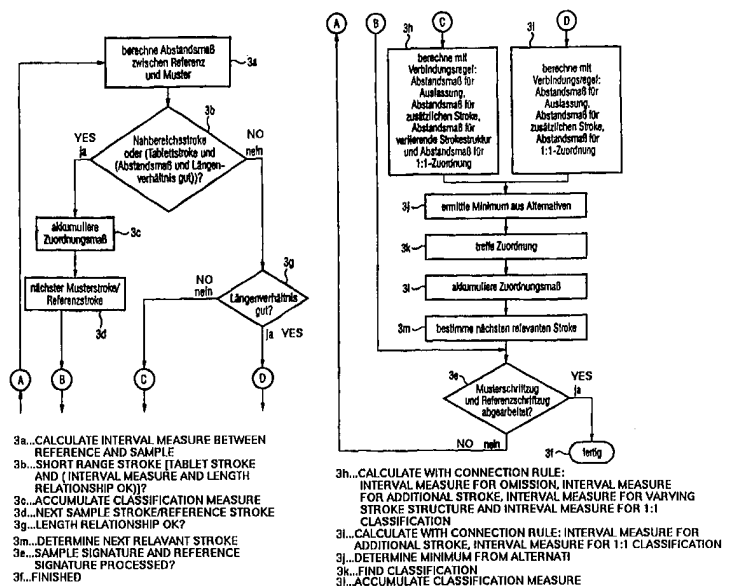
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G06K 9/00, 9/68	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/24051 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Juni 1998 (04.06.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/02767 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. November 1997 (26.11.97) (30) Prioritätsdaten: 196 49 692.6 29. November 1996 (29.11.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WIRTZ, Brigitte [DE/DE]; Erlkammerstrasse 3, D-83607 Holzkirchen (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, 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 THE VERIFICATION OF A SAMPLE SIGNATURE WITH A REFERENCE SIGNATURE OF ONE'S CHOICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERIFIKATION EINES MUSTERSCHRIFTZUGES MIT EINEM BELIEBIGEN REFERENZSCHRIFTZUG

(57) Abstract

The method enables the verification of a sample signature by means of a reference signature, whereby both signatures have a stroke structure consisting of at least one stroke. By this method, even unintentional rises and falls of the pen during signing in comparison with the reference signature can be correctly interpreted, in that strokes on the tablet surface of an electromagnetic tablet and strokes above the tablet surface are taken into account. Length relationships between sample strokes and reference strokes, and different interval measures in the case of the omission of a stroke, an additional stroke, in the case of varying stroke structure or a 1:1 correspondence, are calculated by means of a connection rule. Contraction rules in the connection rule allow to investigate whether or not a too long stringing together of strokes is being selected. The decision for a correspondence alternative is made by a minimum rule, which picks out the most probable correspondence.



(57) Zusammenfassung

Das Verfahren ermöglicht die Verifikation eines Musterschriftzugs anhand eines Referenzschriftzugs, wobei beide Schriftzüge jeweils eine aus mindestens einem Stroke bestehende Strokestruktur aufweisen. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können auch unbeabsichtigte Stiftanhebungen und Stiftsenkungen im Vergleich zum Referenzschriftzug während des Unterschreibens richtig ausgelegt werden, indem sowohl Strokes auf der Tabletoberfläche eines elektromagnetischen Tablett als auch Strokes über der Tabletoberfläche berücksichtigt werden. Es werden Längenverhältnisse zwischen Musterstrokes und Referenzstrokes und unterschiedliche Abstandsmaße jeweils für den Fall der Auslassung eines Strokes, für den Fall eines zusätzlichen Strokes, für den Fall variierender Strokestruktur und für den Fall der 1:1-Zuordnung anhand einer Verbindungsregel berechnet. Dabei untersuchen Verkürzungsregeln in der Verbindungsregel, ob nicht eine zu lange Aneinanderreihung von Strokes ausgewählt wird. Die Entscheidung für eine Zuordnungsalternative wird durch eine Minimumsregel getroffen, die die wahrscheinlichste Zuordnung herausucht.

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	Aserbaidsschan	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	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
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		

Beschreibung**Verfahren zur Verifikation eines Musterschriftzuges mit einem beliebigen Referenzschriftzug**

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verifikation eines Musterschriftzuges mit einem beliebigen Referenzschriftzug.

10

Identitäts- und Authentifikationsmethoden sind ein wichtiger Bereich auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik. Traditionelle Techniken wie Paßwort- oder Smart-Card-Verfahren beruhen darauf, daß der Teilnehmer nur ihm bekanntes Wissen besitzt. Im Gegensatz dazu benutzt die Biometrie physiologische oder verhaltenstypische Charakteristika des Teilnehmers zur

15

automatischen Identitätsverifikation oder zur Authentifikation des Benutzers. Physiologische Verfahren benutzen menschliche Charakteristika, die sich normalerweise nicht ändern. Biometrische Merkmale haben den Vorteil, daß sie prinzipiell nicht gestohlen und nur schwer kopiert werden können. Außerdem kann bei Paßwort- oder Chipkartensystemen zwar überprüft werden, ob die Karte oder der Schlüssel gültig ist, es wird jedoch nicht überprüft, ob der aktuelle Benutzer auch der rechtmäßige Besitzer des jeweiligen Legitimationsmittels ist.

25

Unterschriftsverifikation ist ein solches biometrisches Verfahren. Ein System zur Unterschriftsverifikation verarbeitet die geleistete Unterschrift - unabhängig vom Textinhalt - mit dem Ziel, die Identität des Schreibers entweder zu bestätigen oder zurückzuweisen.

30

In [1] ist ein Verfahren zur dynamischen Verifikation eines Schriftzuges anhand eines Referenzschriftzuges beschrieben. Zur Erfassung der Unterschrift wird ein handelsübliches elektromagnetisches Tablett benutzt, das als Daten aufnimmt, ob der Strich auf (Tablettstroke) oder über (Nahbereichsstroke) der Tablettoberfläche ausgeführt wird,

35

die Koordinaten (entlang der x- bzw. y-Achse), den Anpressdruck und eine diskrete Folge von Abtastzeitpunkten. Mit Strokestruktur wird die Abfolge von Tablettstrokes, also auf der Tablettoberfläche ausgeführte Stiftbewegungen, und
5 Nahbereichsstrokes, also im Nahbereich der Tablettoberfläche ausgeführte Stiftbewegungen, in einem Unterschriftssignal bezeichnet. Aus dem unter [1] bekannten Verfahren werden vom Unterschreiber unbewußt durchgeführte Veränderungen der Unterschrift, also Veränderungen der Strokestruktur, nicht
10 berücksichtigt.

Aus [3] ist ein Verfahren zur Ermittlung eines Referenzschriftzuges anhand einer Menge von schreiberidentischen Musterschriftzügen bekannt.

15

In [4] wird ein Verfahren und eine Anordnung zur Verbesserung einer Unterschriftsverifikation angegeben, um die Anzahl fälschlicherweise zurückgewiesener Unterschriften zu verringern.

20

In [5] wird ein Verfahren zur Unterschriftsverifikation in Echtzeit behandelt. Dazu werden Signale, die die Unterschrift elektronisch beschreiben, zusammengefaßt und ausgewertet, um eine stabile Verifikation und demzufolge eine geringe Rate
25 fehlerhafter Zurückweisungen zu gewährleisten.

Die Aufgabe des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, vom Unterschreiber unbewußt durchgeführte Stiftabhebungen von der und Stiftsenkungen auf die Oberfläche geeignet
30 auszuwerten.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

35 Das erfindungsgemäße Verfahren verifiziert einen Musterschriftzug anhand eines beliebigen Referenzschriftzugs, wobei sowohl der Musterschriftzug als auch der

Referenzschriftzug eine jeweils aus mindestens einem Stroke bestehende Strokestruktur aufweist. Der gesamte sowohl Musterschriftzug als auch Referenzschriftzug besteht aus einer Aneinanderreihung von Musterstrokes bzw.

- 5 Referenzstrokes. Es kann ein Abstandsmaß beispielsweise mittels dynamischer Programmierung [2] bestimmt werden zwischen dem Musterstroke und dem Referenzstroke. Ist der jeweilig betrachtete Musterstroke ein Nahbereichsstroke, so kann auf eine 1:1-Zuordnung geschlossen werden und direkt mit
10 dem nächsten Musterstroke fortgefahren werden. Ebenso kann direkt mit dem nächsten Musterstroke weitergemacht werden, wenn das errechnete Abstandsmaß in einem zulässigen Bereich liegt und folglich der jeweilige Musterstroke zu dem jeweiligen Referenzstroke als passend erachtet wird. Auch in
15 diesem Fall spricht man von einer 1:1-Zuordnung, weil genau ein Musterstroke einem Referenzstroke zugeordnet wird. Fällt die Entscheidung für eine 1:1-Zuordnung, so kann ein Zuordnungsmaß festgelegt werden, daß die Akkumulation aller Abstandsmaße vereint. Jede Entscheidung für eine Zuordnung
20 kann mit einem unterschiedlich ermittelten Abstandsmaß behaftet sein, das nach jeder Zuordnung zu dem Zuordnungsmaß addiert wird. Ist der gesamte Musterschriftzug mit all seinen Musterstrokes abgearbeitet, enthält das Zuordnungsmaß akkumuliert alle Abstandsmaße, die sich jeweils aus der
25 getroffenen Zuordnung ergeben. Es kann also aufgrund des Wertes des Zuordnungsmaßes entschieden werden, ob der Musterschriftzug anhand des Referenzschriftzugs authentifiziert wird.
- 30 Im anderen Fall überschreitet das Abstandsmaß eine vorgebbare Schwelle, es werden entsprechend einer Verbindungsregel unterschiedliche Abstandsmaße berechnet. Ab dem aktuell zuzuordnenden Musterstroke wird anhand der Verbindungsregel durch sukzessives Zusammenfassen von sowohl Musterstrokes als
35 auch Referenzstrokes nach einer $S[NS]^*$ -Regel, die besagt, daß durch sukzessives Anhängen von {Nahbereichsstroke, Tablettstroke}-Paaren an den jeweils kürzeren entweder

Musterstroke oder Referenzstroke solange fortgefahren wird, bis die Längen der aneinandergereihten Strokes genügend ähnlich sind, nach Alternativzuordnungen mindestens eines Musterstrokes zu mindestens einem Referenzstroke gesucht. Das

5 erfindungsgemäße Verfahren berücksichtigt unterschiedliche Abstandsmaße für den Fall einer Auslassung eines Strokes, für den Fall eines zusätzlichen Strokes, für den Fall

10 variierender Strokestrukturen und für den Fall einer 1:1-Zuordnung. Um zu verhindern, daß die Verbindungsregel aufgrund schlechter aber notwendiger Zuordnungen

Musterstrokes und/oder Referenzstrokes beliebig weit zusammenfaßt, obwohl die 1:1-Zuordnung die richtige gewesen wäre, können Verkürzungsregeln ergänzend eingeführt werden. Die Verkürzungsregeln sollen verhindern, daß beispielsweise

15 bei Fälschern mit üblicherweise schlechteren Zuordnungswerten für die einzelnen Musterstrokes aufgrund höherer Abstandsmaße für 1:1-Zuordnungen beliebig weit - im Extremfall die ganze Unterschrift zu einer Einheit - zusammengefaßt wird, und somit durch Aneinanderreihung von Musterstrokes das

20 Zuordnungsmaß "künstlich" verbessert wird. Die Verkürzungsregel kann somit verhindern, daß nur dann eine Kombination von Musterstrokes und/oder Referenzstrokes zugelassen wird, wenn diese jeweils "signifikant" besser ist als die 1:1-Zuordnung. Weiterhin kann allgemein eine

25 Aneinanderreihung von wenigen Musterstrokes und/oder Referenzstrokes einer längeren Aneinanderreihung vorgezogen werden.

Aus den unterschiedlichen Abstandsmaßen kann das geeignete

30 Abstandsmaß durch eine Minimumsregel festgestellt werden, indem das wahrscheinlichste Abstandsmaß ausgewählt wird. Das ermittelte Abstandsmaß kann zum Zuordnungsmaß addiert werden, und gemäß der getroffenen Zuordnung wird der nächste

Musterstroke für eine weitere Iteration des erfindungsgemäßen

35 Verfahrens, solange noch nicht sowohl der Musterschriftzug als auch der Referenzschriftzug abgearbeitet sind, bestimmt. Es ist zu beachten, daß, wenn die Minimumsregel auf

Auslassung eines Strokes oder auf einen zusätzlichen Stroke entscheidet, als nächster Musterstroke/Referenzstroke jeweils der nachfolgende Tablettstroke untersucht wird.

5 Es ist vorteilhaft, wenn ein Längenverhältnis zwischen Musterstroke und Referenzstroke derart ausgewertet wird, daß die Verbindungsregel bei geeignetem Längenverhältnis zwischen Musterstroke und Referenzstroke ein Abstandsmaß für eine variierende Strokestruktur berechnet.

10

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß die Verkürzungsregel derart angewandt wird, daß ein Bewegungsmaß, also ein Maß für die Dynamik während des Unterschreibens entscheidend für die Zuordnung ist, unabhängig von der Länge der Aneinanderreihung der Musterstrokes.

15

Generell kann bei der Verkürzungsregel die 1:1-Zuordnung getroffen werden, wenn diese ein ähnliches Zustandsmaß wie die anderen in der Verkürzungsregel erklärten Vereinbarungen aufweist.

20

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Minimumsregel unter den von der Verbindungsregel bestimmten Alternativzuordnungen die geeignete auswählt. So wird, wenn das Abstandsmaß für die Auslassung eines Strokes oder das Abstandsmaß für einen zusätzlichen Stroke nur unwesentlich kleiner als das Abstandsmaß der 1:1-Zuordnung oder das Abstandsmaß für variierende Strokestrukturen ist, die wahrscheinlichere Variante ausgewählt. Wenn das Abstandsmaß der 1:1-Zuordnung deutlich höher als das gesuchte Minimum ist, wird die 1:1-Zuordnung trotzdem ausgewählt, wenn das Abstandsmaß der nachfolgenden Zuordnungen von Musterstrokes nur genügend ähnlich zu dem minimalen Abstandsmaß ist. Weiterhin wird die 1:1-Zuordnung einer S[NS]*-Zuordnung mit kleinem Abstandsmaß vorgezogen, wenn Form und Bewegung als Kriterien im Vergleich von Musterstroke mit Referenzstroke genügen ähnlich sind.

30

35

Eine vorteilhafte Ausprägung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann die Klassifizierung einzelner Punkte in der Unterschrift mittels Handschrifterkennungsmethoden sein. So können explizit Punkte erkannt werden und deren Auftreten entweder
5 generell oder für bestimmte Schreiber an beliebigen Stellen der Unterschrift zugelassen werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, schreiberabhängige Unterschriftsmerkmale als personengebundene Regeln zu
10 erlauben. Dies kann nützlich sein, wenn ein Unterschreiber mehrere sehr verschiedene Merkmale alternierend in seiner Unterschrift benutzt.

Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich
15 aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels, welches in den Figuren dargestellt ist, weiter erläutert.

20 Es zeigen

Fig.1 ein Skizze mit verschiedenen Unterschriften, die allesamt authentisch sind und doch in ihrer Strokestruktur variieren,

Fig.2 eine Skizze, in der beispielhaft wechselnde
25 Strokestrukturen einer authentischen Unterschrift dargestellt sind, und

Fig.3 ein Blockdiagramm, das das erfindungsgemäße Verfahren darstellt.

30 Fig.1 stellt reale Unterschriftsproben dar und zeigt, wie die Strokestruktur von Originalunterschriften bei Erhalt des Gesamteindrucks der Unterschrift variieren kann.

Die Strokestrukturen in Referenz- und Musterunterschrift sind
35 nicht immer identisch. So hat sich gezeigt, daß ein beim Originalschreiber vorhandenes kleines Detail, z.B. ein i-Punkt, in der Fälschung fehlt, oder daß ein beim

Originalschreiber kontinuierlicher Linienzug (Stroke) beim Fälscher in mehrere Strokes zerfällt, wenn er zwischendurch den Stift vom Tablett abhebt und anschließend wieder aufsetzt. Eine ausnahmslose Bestrafung fehlender oder überzähliger Strokes ist unzureichend, da dies auch bei Originalschreibern vorkommt.

Die häufigsten Anomalien in Originalunterschriften sind variierende Strokestrukturen. Variierende Strokestrukturen können beispielsweise durch unbeabsichtigte Stiftanhebung (Accidental Penlift) verursacht werden. Die häufigere Ursache für variierende Strokestrukturen ist jedoch eine entsprechende Gewohnheit beim Schreiber.

In Fig.1 geben die durchgezogenen Linien Tablettstrokes die punktierten Linien Nahbereichsstrokes an. In (a) ist die Strokestruktur {Ri, i-Punkt, e, g, el, T, h, om, a, s}, in (b) {Ri, i-Punkt, eg, el, T, h, oma, s}, in (c) {Ri, i-Punkt, e, g, el, T, h, om, a, s} und in (d) {Ri, i-Punkt, eg, el, T, h, zusätzliches "a", om, a, s}. Die in Fig.1 gezeigten Beispielunterschriften unterscheiden sich hauptsächlich in der Strokestruktur, nicht jedoch in ihrem gesamten Erscheinungsbild, hier verdeutlicht durch die Positionsdaten. Weitere von der Dynamik abhängende Daten wie beispielsweise der Anpressdruck während der diskreten Abtastzeitpunkte, werden in Fig.1 nicht berücksichtigt. In zahlreichen Testdurchläufen hat sich gezeigt, daß der Unterschreiber gewisse Teile der Unterschrift wechselnd sowohl auf (Tablettstrokes) als auch über der Tablettoberfläche (Nahbereichsstrokes) führt, ohne sich dessen bewußt zu sein. Wäre z.B. die Unterschrift (a) die Referenz, (b) die Musterunterschrift, so würde je nach besserem Abstandsmaß "e" oder "g" aus der Referenz auf "eg" im Muster abgebildet und so folglich "e" oder "g" als im Muster fehlend deklariert. Obwohl es sich um den natürlichen Vorgang einer wechselnden Strokestruktur handelt, würde dies von einem Verfahren, das nur fehlende oder zusätzliche Strokes zuläßt - ohne explizite

Regeln für wechselnde Strokestrukturen - doppelt bestraft werden, einmal durch das schlechte Abstandsmaß der Zuordnung von "e" oder "g" aus der Referenz zu "eg" im Muster, und zum anderen durch die Bestrafung des im Muster als fehlend

5 detektierten "g" oder "e".

Weichen zu einem bestimmten Zeitpunkt bei der Zuordnung vom Referenzstroke zum Musterstroke die jeweiligen Strokelängen zu sehr voneinander ab, so kann durch sukzessives Anhängen
10 von [Nahbereichsstroke, Tablettstroke]-Paaren an dem jeweils kürzeren Stroke (S[NS]*-Regel) solange fortgefahren werden, bis sich die Längen der zusammengesetzten Strokes genügen ähnlich sind. Die Abstandsmaße können nicht allein zur Bestimmung der endgültigen Strokezuordnung herangezogen
15 werden, da unter Umständen gegen eine "reale" 1:1-Zuordnung mit schlechtem Abstandsmaß und für eine falsche Alternativzuordnung mit besserem Abstandsmaß entschieden wird. Die Konstanz der Längenverhältnisse liefert ein zweites Zuordnungskriterium, da mit Hilfe der Konstanz der
20 Längenverhältnisse die Menge der Alternativzuordnungen auf die Menge der von ihren Längenverhältnissen her passenden Strokekombinationen beschränkt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren begründet seine Entscheidung für eine Alternativzuordnung daher auf Zuordnungsergebnissen und
25 Längenverhältnissen und entscheidet aufgrund von Vergleichsmaßen und Heuristiken für die endgültige Alternativzuordnung.

Der prinzipielle Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens kann
30 wie folgt dargestellt werden: Es wird davon ausgegangen, daß im Normalfall die 1:1-Zuordnung (ein Musterstroke wird auf einen Referenzstroke abgebildet bzw. umgekehrt) die richtige ist, die entsprechenden Strokes nicht linear verglichen werden und die erhaltenen Abstandsmaße zu einem Zuordnungsmaß
35 akkumuliert werden. Nur wenn das Abstandsmaß zwischen und die Längenverhältnisse von Referenzstroke und Musterstroke zu sehr voneinander abweichen, werden Alternativzuordnungen

berechnet. Allgemein ist also die wahrscheinlichste Alternative das Vorliegen der 1:1-Zuordnung, die zweitwahrscheinlichste Alternative ist die variierende Strokestruktur und schließlich als drittwahrscheinlichste Alternative handelt es sich entweder um die Auslassung eines Strokes oder um einen zusätzlichen Stroke im Musterschriftzug. Die Abstandsmaße der Alternativzuordnungen werden mit Hilfe der Verbindungsregel berechnet. Ab dem aktuell zuzuordnenden Stroke sucht die Verbindungsregel durch sukzessives Zusammenfassen von Strokes nach der S[NS]*-Regel nach dem besten Abstandsmaß zwischen mindestens einem Musterstrokes und mindestens einem Referenzstroke. In der Verbindungsregel sorgen Verkürzungsregeln dafür, daß nicht aufgrund schlechter aber notwendiger Zuordnungen dort beliebig weit zusammengefaßt wird, wo die 1:1-Zuordnung die richtige gewesen wäre. Dies könnte beispielsweise bei Fälschern mit üblicherweise schlechteren Abstandsmaßen für die einzelnen Strokes dazu führen, daß aufgrund der schlechten Abstandsmaße für Einzelstrokezuordnungen beliebig weit - im Extremfall die ganze Unterschrift zu einer Einheit - zusammengefaßt wird und somit die gefälschte Unterschrift verifiziert wird. Die Verkürzungsregeln sollen also verhindern, daß durch Kombinationen von Strokes künstlich verbesserte Abstandsmaße erhalten werden. Dazu wird nur dann eine Zusammenfassung zugelassen, wenn diese "signifikant" besser ist als die 1:1-Zuordnung. Weiterhin werden kürzere Zusammenfassungen (weniger Strokes) bevorzugt. Da zusätzliche Strokes seltener vorkommen als Variationen in der Strokestruktur, werden in diesem Fall Strokezusammensetzungen bevorzugt.

Die endgültige Auswahl einer Alternativzuordnung trifft die Minimumsregel. Dies ist ausführlich in der Beschreibung zur Figur 3 erklärt.

Fig.2 verdeutlicht noch einmal den Sachverhalt wechselnder Strokestrukturen. In der Mitte ist ein Referenzschriftzug REF

gegeben, darüber und darunter jeweils ein Musterschriftzug MU1 und MU2 mit von dem Referenzschriftzug REF abweichenden Strokestrukturen. Die drei schwarzen Punkte im jeweiligen Schriftzug deuten den Nahbereichsstroke an. Die vertikalen gestrichelten Linien zeigen die Zuordnungen der jeweiligen Musterstrokes zu den Referenzstrokes auf Basis summierter Strokelängen.

Vergleicht man Musterschriftzug MU1 mit dem Referenzschriftzug REF, so findet für den ersten Tablettstoke "T" eine 1:1-Zuordnung von Musterstroke zu Referenzstroke statt. Der darauf folgende Nahbereichsstroke wird ebenfalls dem dazugehörigen Referenznahbereichsstroke zugeordnet. Um im Musterschriftzug MU1 "o", "m" dem im Referenzschriftzug REF vorkommenden Stroke "om" zuzuordnen, wird die Verbindungsregel derart angewandt, daß drei Musterstrokes einem Referenzstroke zugeordnet werden. Ein Vergleich der verbleibenden Musterstrokes ergibt wiederum eine 1:1-Zuordnung zu den jeweiligen Referenzstrokes.

Der Musterschriftzug MU2 kann für die ersten beiden Musterstrokes wieder 1:1 auf dem Referenzschriftzug REF abgebildet werden. Für die verbleibenden drei Strokes im Musterschriftzug MU2 versagt die 1:1-Zuordnung. Die Verbindungsregel wird schrittweise angewandt. Schließlich ergibt sich, daß nur die Aneinanderreihung der drei verbleibenden Musterstrokes mit der Aneinanderreihung der drei Referenzstrokes verglichen werden kann.

Fig.3 zeigt schließlich ein Blockdiagramm, das das erfindungsgemäße Verfahren darstellt. In dem erfindungsgemäßen Verfahren soll ein Musterschriftzug anhand eines beliebigen Referenzschriftzugs verifiziert werden. Sowohl der Musterschriftzug als auch der Referenzschriftzug basieren auf jeweils mindestens einem Stroke. Das Verfahren beginnt damit, daß der erste Musterstroke mit dem ersten Referenzstroke verglichen wird. Hierfür wird ein Abstandsmaß

D bestimmt zum Vergleich des Musterstrokes mit dem Referenzstroke (Schritt 3a). Die Berechnung des Abstandsmaßes D erfolgt beispielhaft mit Hilfe der dynamischen Programmierung [2]. Handelt es sich bei dem aktuellen
5 Musterstroke um einen Nahbereichsstroke (Entscheidung im Schritt 3b), so wird das errechnete Abstandsmaß zu einem Zuordnungsmaß, das zu Beginn der Verifikation auf 0 gesetzt wurde, addiert (Schritt 3c). Es werden der nächste Musterstroke und der nächste Referenzstroke betrachtet
10 (Schritt 3d) und nach Überprüfung, ob alle Strokes abgearbeitet wurden (Schritt 3e), zum Schritt 3a gesprungen.

Wird festgestellt, daß es sich nicht um einen Nahbereichsstroke handelt, sondern um einen Tablettstroke, so
15 wird untersucht, ob das Abstandsmaß zwischen Musterstroke und Referenzstroke in einem vorgebbaren Bereich liegen und der Unterschied der Strokelängen von Musterstroke und Referenzstroke genügend ähnlich sind (siehe Schritt 3b). Ist dies der Fall, so wird die 1:1-Zuordnung getroffen. Bei der
20 1:1-Zuordnung wird das Abstandsmaß D zum Zuordnungsmaß ZM addiert (Schritt 3c) und sowohl im Musterschriftzug als auch im Referenzschriftzug zum jeweils nächsten Stroke gesprungen (Schritt 3d). Sind sowohl im Musterschriftzug als auch im Referenzschriftzug alle Strokes abgearbeitet (Schritt 3e), so
25 terminiert das Verfahren (Schritt 3f). Gibt es noch unbearbeitete Strokes sowohl im Musterschriftzug als auch im Referenzschriftzug, so wird erneut an den Beginn des Verfahrens zu Schritt 3a gesprungen, wo das Abstandsmaß D berechnet wird zwischen den neu ausgewählten Strokes
30 berechnet wird.

Handelt es sich um einen Tablettstroke und ist entweder das Abstandsmaß D zwischen Musterstroke und Referenzstroke außerhalb eines vorgebbaren Bereichs und/oder ist das
35 Verhältnis der Strokelängen von Musterstroke zu Referenzstroke nicht innerhalb eines vorgebbaren Bereichs (Schritt 3b), so wird die Verbindungsregel angewandt. Die

Verbindungsregel sucht ab dem aktuell zuzuordnenden Strokes durch sukzessives Zusammenfassen von Strokes nach der S[NS]*-Regel nach Alternativzuordnungen von mindestens einem Referenzstroke zu mindestens einem Musterstroke.

5 Es wird festgestellt, ob das Längenverhältnis zwischen Musterstroke und Referenzstroke innerhalb einer vorgebbaren Grenze liegt (siehe Schritt 3g). Ist dies gewährleistet, so wird die Verbindungsregel derart angewandt, daß jeweils ein Abstandsmaß entsprechend den Alternativen für Auslassung
10 eines Strokes im Musterschriftzug, für einen zusätzlichen Stroke im Musterschriftzug und für eine 1:1-Zuordnung berechnet wird (Schritt 3i). Ist das erwähnte Längenverhältnis außerhalb der vorgebbaren Grenze, so wird zusätzlich zu den eben erwähnten Alternativen noch die
15 Alternative für variierende Strokestrukturen berücksichtigt und ein entsprechendes Abstandsmaß berechnet (Schritt 3h).

Innerhalb der Verbindungsregel sorgen Verkürzungsregeln dafür, daß nicht aufgrund schlechter aber notwendiger Zuordnungen beliebig lange Aneinanderreihungen von Strokes
20 zusammengefaßt werden, obwohl die 1:1-Zuordnung die richtige gewesen wäre. Sind bei einer Zuordnung die erhaltenden Abstandsmaße schlecht, das Verhältnis der Strokelängen von Musterstroke zu Referenzstroke jedoch passend, so muß überprüft werden, ob es sich um einen korrekten (aber
25 schlechten) oder aber um einen fehlenden (Auslassung) oder zusätzlichen Stroke handelt. Es müssen die Alternativzuordnungen für Auslassung oder Addition unter Anwendung der Verbindungsregel bestimmt werden. Passen die Längenverhältnisse von Referenzstroke zu Musterstroke nicht,
30 so kann es sich außer um ein "schlechtes korrektes" Abstandsmaß zusätzlich zur Auslassung eines Strokes oder Addition eines zusätzlichen Strokes vor allem um eine andere Strokestruktur handeln. Es müssen also drei Alternativen unter Anwendung der Verbindungsregel überprüft werden.

35

Unter Anwendung der Minimumsregel wird die geeignete Alternativzuordnung ausgewählt (Schritt 3j). Ergibt die

Minimumsregel, daß es sich um eine variierende Strokestruktur handelt, so wird im Schritt 3k eine entsprechende Zuordnung getroffen, das Abstandsmaß zum Zuordnungsmaß addiert (Schritt 3l) und zum nächsten relevante Stroke sowohl im

- 5 Referenzschriftzug als auch im Musterschriftzug unter Berücksichtigung der Zuordnung gesprungen (Schritt 3m).

Stellt sich mittels Minimumsregel heraus, daß es sich um eine 1:1-Zuordnung handelt, so wird das entsprechende Abstandsmaß D_0 zu dem Zuordnungsmaß ZM addiert und zu dem

- 10 jeweilig nächsten Stroke sowohl im Muster als auch im Referenzschriftzug gesprungen. Entscheidet die Minimumsregel auf einen zusätzlich vorhandenen Stroke, so wird das Abstandsmaß D_1 zu dem Zuordnungsmaß ZM addiert und sowohl im

- 15 jeweilig nächsten relevanten Stroke unter Berücksichtigung eines zusätzlichen Strokes gesprungen (zusätzlicher Tablettstroke bedeutet zusätzliches Paar Nahbereichsstroke und Tablettstroke). Im letzten Fall entscheidet die Minimumsregel auf Auslassung eines Strokes, das Abstandsmaß

- 20 D_2 wird zum Zuordnungsmaß ZM addiert und es wird sowohl im Muster- als auch im Referenzschriftzug zum jeweilig nächsten relevanten Stroke gesprungen (unter Berücksichtigung der Auslassung eines Strokes).

- 25 Schließlich wird verglichen, ob sowohl im Musterschriftzug als auch im Referenzschriftzug alle Strokes abgearbeitet sind (Schritt 3e). Ist dies der Fall, so terminiert das Verfahren (Schritt 3f). Sind noch nicht alle Strokes bearbeitet, so wird zum Beginn des Verfahrens an die Stelle zurückverzweigt,
- 30 wo das Abstandsmaß D berechnet wird (Schritt 3a).

Die im erfindungsgemäßen Verfahren vorkommende Verbindungsregel wird folgendermaßen definiert:

- (V1) Neue Testkombinationen für die Anwendung der
- 35 Verbindungsregel entstehen jeweils durch das Anhängen eines {Nahbereichsstroke, Tablettstroke}-Paares, an die bisher kürzere Strokereihung.

(V2) Es werden nur Strokereihungen als lokale Alternativzuordnungen berechnet, bei denen das Längenverhältnis zwischen Referenzreihe und Musterreihe unterhalb einer vorgebbaren Schwelle liegt (Einschränkung der iterativen Anwendung).

(V3) Die Evaluierung von Alternativkombinationen wird abgebrochen, wenn das Verhältnis der Längen von Referenzreihe und Musterreihe unterhalb einer vorgebbaren Schwelle liegt (Abbruch der iterativen Anwendung).

(V4) Die endgültig ausgewählte Alternativzuordnung für den jeweils nächsten Stroke im Musterschriftzug als auch im Referenzschriftzug wird durch Minimumsbildung und Anwendung von Verkürzungsregeln aus den tatsächlich berechneten Alternativzuordnungen gebildet.

In der Verbindungsregel werden folgende Verkürzungsregeln angewandt:

(K1) Ist die Alternative mit dem zweitbesten Abstandsmaß fast so gut, wie die mit dem niedrigsten Abstandsmaß, beinhaltet aber eine kürzere Aneinanderreihung von Strokes, so wird die kürzere bevorzugt.

(K2) Ist allerdings das Bewegungsmaß der besten Alternative um mehr als einen bestimmten Faktor kleiner als das der zweitbesten Alternative, so wird auf jeden Fall die beste Lösung gewählt, unabhängig von der Aneinanderreihungslänge der Strokes. Dies begründet sich damit, daß bei der Frage nach der richtigen Strokekombination die Größe des Bewegungsmaßes großen Aufschluß gibt.

(K3) Es wird die 1:1-Zuordnung bevorzugt, sofern sie ähnlich genug zur gemäß (K1) und (K2) bestimmten minimalen Alternative ist.

Schließlich ist noch die Minimumsregel im erfindungsgemäßen Verfahren definiert:

- (M1) Ist das Abstandsmaß einer unwahrscheinlicheren Strokekombination (also Auslassung oder zusätzliche Strokes) nur unwesentlich kleiner als das Abstandsmaß einer wahrscheinlicheren Strokekombination (1:1-Zuordnung oder S[NS]*-Zuordnung), so entscheidet man sich für die unterschriftsspezifisch wahrscheinlichere Variante.
- (M2) Sind die Abstandsmaße der 1:1-Zuordnung deutlich höher als das Minimum, so wird die 1:1-Zuordnung vorgezogen, wenn die Abstandsmaße der Nachfolgezuordnung, d.h. der auf die 1:1-Zuordnung folgende Tablettstoke-Zuordnung, genügend ähnlich zu denen der Variante mit minimalen Abstandsmaßen sind. Wenn die nachfolgenden Zuordnungen wieder passen, kann davon ausgegangen werden, daß die 1:1-Zuordnung zwar schlecht aber korrekt war.
- (M3) Soll die 1:1-Zuordnung mit kleinerem Abstandsmaß vorgezogen werden, obwohl die Abstandsmaße nicht genügend ähnlich sind, so wird für die Überprüfung der Ähnlichkeit der Nachfolgezuordnung ein strengeres Ähnlichkeitskriterium derart angewendet, daß Form und Bewegung einander genügend ähnlich sein müssen.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf dem Vergleich von Strokes als zugrundeliegende Schrifteinheiten. Der Vorteil bei der Verwendung von Strokes liegt darin, daß diese eine robuste Vorsegmentierung der Unterschrift darstellen und die Schriftsegmente, wie sie von einem Digitalisiertablett erhalten werden, direkt verwendet werden können, ohne daß eine weitere Datenvorbehandlung erforderlich ist. Das Verfahren ist ohne jede Einschränkung ebenso auf jede andere Art der Segmentierung von Schriftdaten anwendbar.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, Punkte wie z.B. i-Punkte mit Hilfe von Handschrifterkennungsmethoden explizit als solche zu erkennen und ihr Auftreten entweder generell oder für bestimmte Schreiber an beliebigen Stellen an der Unterschrift

zu erlauben. Diese "i-Punkt-Regel" ist dann eine ebenfalls zu testende Alternativzuordnung.

Weiterhin ist es vorteilhaft, schreiberabhängige

- 5 Unterschriftscharakteristika, als persönliche Regeln für den jeweiligen Benutzer in dem erfindungsgemäßen Verfahren zu integrieren. Ein Beispiel ist das Erkennen der Tatsache, daß ein i-Punkt an verschiedenen Stellen in der Strokereihenfolge gesetzt werden kann.

10

Im Folgenden sollen Abkürzungen und daraus folgende beispielhafte Wertangaben für Schwellen bezüglich der oben erwähnten Regeln dargestellt werden:

- 15 Es werden folgende Bezeichnungen verwendet:

Ref eine Referenzunterschrift,
Pat eine Musterunterschrift,
length_ref die Länge der Referenzunterschrift,

length_pat die Länge der Musterunterschrift,

- 20 num_ref_strokes die Anzahl der Strokes in Ref,

id_ref_stroke = [1 sa₂ sa₃ sa_n length_ref+1]
die Liste der Strokeanfänge in der Referenz,

num_pat_strokes die Anzahl der Strokes in Pat

- 25 id_pat_stroke = [1 sb₂ sb₃ sb_n length_pat+1]
die Liste der Strokeanfänge im Muster,

proportions = [lr₁ ... lr_n]
die Strokelängen in der Referenz,
wobei n = num_ref_strokes,

- 30 props = [lp₁ ... lp_m]
die Strokelängen im Muster, wobei
m = num_pat_strokes,

mp = [mp₁ mp_n]
die mittleren Strokelängen, wie aus der Referenzbildung erhalten,

beta = 3,5 ein Faktor, dessen Wert die
Vergleichsmaße im Vergleich zu den
Längenverhältnissen gewichtet
sp_test = beta * sp die Teststandardabweichung für
5 Strokellängen
dp die Funktion, die Signalelemente,
hier Unterschriftsteile, mittels
dynamischer Programmierung vergleicht
und zuordnet, und oBdA mindestens ein
10 Maß m_shape für Form, ein Maß
m_motion für Bewegung und die
Zuordnungsfunktion warp liefert.

Beispielhaft werden für Schwellen und Bedingungen folgenden
15 Maßzahlen definiert:

sim_shape = 0,6 Maßzahl für genügende Ähnlichkeit in
Bezug auf Form,
sim_motion = 0,7 Maßzahl für genügenden Ähnlichkeit in
Bezug auf Bewegung.

20 Sind mehrere Alternativzuordnungen mittels der Funktion dp
berechnet worden, und es bezeichne weiterhin
min_shape Formwert der Zuordnung mit minimalem
Formwert,
25 min_motion Bewegungswert der Zuordnung mit
minimaler Bewegung,
test_shape Formwert der zu testenden
Vergleichszuordnung,
test_motion Bewegungswert der zu testenden
30 Vergleichszuordnung,

dann entsprechen die folgenden Ähnlichkeitsbedingungen den in
der Beschreibung formulierten Verkürzungsregeln:

sim_con0 (min/test) = (min_shape/test_shape >= sim_shape v
35 test_motion < min_motion)
sim_con1 (min/test) = (min_shape/test_shape >= sim_shape)

```
sim_con2 (min/test) = (min_shape/test_shape >= sim_shape ^
                        min_motion/test_motion >= sim_motion)
```

Die Verbindungsregel als Bestandteil des erfindungsgemäßen
 5 Verfahrens sucht bei einer Zuordnung von einem Referenzstroke
 i auf einen Musterstroke j ab einem Aufsetzpunkt nach
 Alternativzuordnungen von mindestens einem Referenzstroke zu
 mindestens einem Musterstroke durch sukzessives
 Zusammenfassen von Strokes nach der S[NS]*-Regel.

10

Mit connect_strokes sei die Verbindungsregel bezeichnet, i
 und j benennen die Aufsetzpunkte für die Überprüfung von
 Alternativzuordnungen jeweils im Referenzschriftzug und im
 Musterschriftzug. Es existieren unterschiedliche Aufrufe der
 15 Verbindungsregel:

15

```
connect_strokes(i,j)    Test auf veränderte Strokestruktur im
                        aktuellen Zuordnungspunkt,
connect_strokes(i,j+2)  Test auf zusätzlichen Stroke an der
                        Stelle j im Muster (Addition),
20 connect_strokes(i+2,j) Test auf fehlenden Stroke an der
                        Stelle j im Muster (Auslassung).
```

20

Die Verschiedenheitsbedingung für (K2) ist:

```
dis_con0 (min/test) = test_shape < min_shape ^ mult*
25                      min_motion <= test_motion
```

25

Für die Verbindungsregel connect_strokes können beispielhaft
 folgende Schwellwerte und Parameter experimentell bestimmt
 werden:

30

```
mult = 4                Faktor für den Vergleich in der
                        Bewegung von Alternativzuordnungen
gamma = 0,12            Schwelle für Längenunterschiede,
                        zwischen Referenz und Muster, ab der
                        Alternativzuordnung akzeptiert
35                      werden,
delta = 0,46            Schwelle für Längenunterschiede
                        zwischen Referenz und Muster,
```

35

oberhalb derer keine
Alternativzuordnungen getestet
werden.

- 5 Der folgende Pseudocode gibt den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens wieder:

```

iref = 1; ipat = 1;
while(iref <= num_ref_strokes & ipat <= num_pat_strokes),
10 % Schleife über alle Muster- und Referenzstrokes
    [m_shape,m_motion,warp] = dp(Ref(id_ref_stroke(iref):id_ref_stroke(iref+1)-1,:),
        Pat(id_pat_stroke(ipat):id_pat_stroke(ipat+1)-1,:);
    if ((floor(iref/2))*2 == iref),
        % keine Entscheidung auf Nearstrokes, einfach weiter
15     index = 1;
    elseif ((m_shape < shape_test(iref)) & (abs(mp(iref) - props(ipat)) < sp_test(iref))),    % ok --->
        continue
    index = 1;
    else
20     if (abs(mp(iref) - props(ipat)) < sp_test(iref)),
        % Zuordnungsmaßewerte schlecht, aber Längen stimmen -->
        % es kann sich nur um Auslassung oder Addition handeln
        % Auslassung: bestes Zuordnungsmaße dr falls strokes i+2:nir und j:njr zusammengefaßt
        werden:
25     [nir,njr,dr,mor,warp] = connect_strokes(Ref,Pat,iref+2,ipat);
        % Addition: bestes Zuordnungsmaße dp falls strokes i:nip und j+2:njp zusammengefaßt
        werden:
        [nip,njp,dp,mop,warp] = connect_strokes(Ref,Pat,iref,ipat+2);

30     % Minimumsbildung und Verkürzungsregeln:
        [min_shape,index] = min([m_shape dr dp])
        [DSort,ISort] = sort([m_shape dr dp])
        MSort = [m_motion mor mop]
        MSort = MSort(ISort)
35
        if ( m_shape == min_shape | (min_shape/m_shape) >= 0.6 | m_motion <= MSort(1)),
            % Zusammenfassen bringt nix ... Zuordnungsmaße schlecht aber korrekt
            index = 1;
        else
40         [nif,njf,df,mof,warpf] = connect_strokes(Ref,Pat,iref+2,ipat+2);
            if (DSort(1)/df > 0.6),
                index = 1;
            else
                if (dr < dp),
45                 index = 2;
                else
                    index = 3;
                end
            end
50     end
    else
        % Längen passen nicht, also kann es sich sowohl um andere Strokestruktur, als auch
        % um Auslassung als auch um Addition handeln:

```

```

% Test auf andere Strokstruktur an der Stelle (iref, ipat):
[ni,nj,d,mo,warpd] = connect_strokes(Ref,Pat,iref,ipat);
% Test auf Auslassung von ((iref:iref+1) und (iref+1:iref+2)) im Muster,
% d.h. es muß danach mit S[NS]*<-->S[NS]+ Regeln wieder passen:
5 [nir,njr,dr,mor,warpr] = connect_strokes(Ref,Pat,iref+2,ipat);
% Test auf Addition von muster strokes ((ipat:ipat+1) und (ipat+1:ipat+2)),
% d.h. es muß danach mit S[NS]*<-->S[NS]+ Regeln wieder passen:
[nip,njp,dp,mop,warpp] = connect_strokes(Ref,Pat,iref,ipat+2);

10 % Minimumsbildung und Verkürzungsregeln:
[min_shape,index] = min([m_shape d dr dp])
[DSort,ISort] = sort([m_shape d dr dp])
MSort = [m_motion mo mor mop]
MSort = MSort(ISort)

15 % Verhindern, das durch ewiges Weiterlaufen andere Kombinationen
% ausgewählt werden, obwohl iref = ni und ipat = nj gepaßt hätten
if (index == 3 | index == 4),
% 1:1-Zuordnung oder m:n-Zuordnung sind wahrscheinlicher als Auslassung oder
20 Addition == >
% schauen ob m_shape oder d fast genau so gut
if ( ISort(2) == 2 & (DSort(1)/DSort(2) >= 0.6 | MSort(2) <= MSort(1))),
% also ist d/m:n-Zuordnung fast genauso gut wie dr oder dp,
% noch schauen ob das für m_shape/1:1-Zuordnung auch gilt:
25 index_1 = find(ISort == 1)
if ( DSort(1)/DSort(index_1) >= 0.6 | MSort(index_1) <= MSort(1)),
index = 1
d = DSort(index_1)
else
30 % 1:1-Zuordnung ist nicht genügend ähnlich zur minimalen Zuordnung,
% es müßte sich also um eigentlich m:n-Zuordnung handeln,
% mit Hilfe der Nachfolgezuordnung noch einmal überprüfen,
% ob es nicht doch nur ein korrektes, schlechtes Zuordnungsmaß ist:
[nif,njf,df,mof,warpf] = connect_strokes(Ref,Pat,iref+2,ipat+2);
35 if (DSort(1)/df > 0.6),
index = 1
else
index = 2
end
40 end
elseif ( ISort(2) == 1 & (DSort(1)/DSort(2) >= 0.6 | MSort(2) <= MSort(1))),
% 1:1-Zuordnung m_shape ist fast genauso gut wie Auslassung oder Addition
index = 1
else
45 % falls nicht, mit Hilfe der Nachfolgezuordnung noch einmal
überprüfen,
% ob es nicht doch nur ein korrektes, schlechtes Zuordnungsmaße ist:
[nif,njf,df,mof,warpf] = connect_strokes(Ref,Pat,iref+2,ipat+2);
50 if (DSort(1)/df > 0.6),
index = 1
end
end

elseif (index == 2)
55 % falls m:n-Zuordnung minimal, schauen ob 1:1-Zuordnung nicht fast
genauso gut

```

```

        if ( ISort(2) == 1 & (DSort(1)/DSort(2) >= 0.6 | MSort(2) <= MSort(1))),
        % 1:1-Zuordnung ist fast genauso gut wie m:n-Zuordnung
            index = 1
        else
5           [nif,njf,df,mof,warpf] = connect_strokes(Ref,Pat,iref+2,ipat+2);
            % mit Hilfe der Nachfolgezuordnung und strengerer
            % Ähnlichkeitsbedingung noch einmal überprüfen,
            % ob es nicht doch nur ein korrektes, schlechtes
            Zuordnungsmaße ist:
10           if (d/df > 0.6 & mo/mof > 0.7)
                index = 1
            end
        end
    else
15         % sowieso m_shape
        [m_shape,index] = min([m_shape d dr dp])
    end

    if (index == 1),
20         % Verwalte 1:1-Zuordnung : Indices, summierte Maße, Gesamtwarppfad
    elseif (index == 2),
        % Verwalte n:m-Zuordnung : Indices, summierte Maße, Gesamtwarppfad
    elseif (index == 3),
        % Verwalte Auslassung : Indices, summierte Maße, Gesamtwarppfad
25     else
        % (index == 4),
        % Verwalte Addition : Indices, summierte Maße, Gesamtwarppfad
    end

    Weiterhin ist die Verbindungsregel connect_strokes in
30    Pseudocodenotation wie folgt vereinbart:

    while ((i + ni) <= num_ref_strokes & (j + nj) <= num_pat_strokes),
        if ( abs(length_r - length_p)/max(length_r,length_p) < delta),
            % only compute dp if length ratio small enough:
35           [d,d_motion,warp] = dp(Ref(id_ref_stroke(i):id_ref_stroke(i+ni+1)-1,:),
                                   Pat(id_pat_stroke(j):id_pat_stroke(j+nj+1)-1,:));
            anz_dps = anz_dps + 1;
            if (wechsel == 0 & d > d_last), break;           % use last value
        else
40           % collect alternative values:
            % store warp, Zuordnungsmaße values and their stroke indices ni and nj
            d_last = d;
        end
    end
    end
45     % stop looking for alternatives if stroke lengths very similar:
    if( abs(length_r - length_p)/max(length_r,length_p) < gamma), break;
    % otherwise continue with next stroke combination:
    elseif (length_r < length_p),
        ni = ni + 2;
50     if ( (i + ni) <= num_ref_strokes)
        length_r = length_r + mp (i+1) + mp (i+2);
        if (length_r > length_p), wechsel = 1;
        else wechsel = 0; end;
    else break,end

```

```

else
    nj = nj + 2;
    if( (j + nj) <= num_pat_strokes)
        length_p = length_p + props(j+1) + props(j+2);
5         if (length_r < length_p), wechsel = 1;
        else wechsel = 0; end;
        else break , end;
    end;
    end; % while
10
[d,index] = min (formlist)
if (index > 1),
    %shortening rules for minimum selection:
        %sort Zuordnungsmaßeing values according to form values:
15         [DSort,ISort] = sort([formlist(1:index)]
        MSort = motionlist;
        MSort = MSort(ISort);
        %vergleiche zuordnungen mit bestem und zweitbestem formwert:
        if ( ISort(2) < ISort(1) & (DSort(1)/DSort(2) >= 0.6 | MSort(2) <= Msort(1)) &
20             4*MSort(1) > MSort(2)),
            % alternative stroke combination with second smallest form values is
            % almost as good as the one with smalles Zuordnungsmaße values and „shorter“
            % ---> take that! except if motion is too bad:
            index = ISort(2)
25         end
        %verleiche zuordnung mit bestem formwert mit 1. evaluierten = kuerzester alternative:
        index_1 = find(ISort == 1)
        % control 1:1Zuordnungsmaße:
        if ( DSort(1)/DSort(index_1) >= 0.6 | MSort(index_1) <= MSort(1)),
30             index = 1
        end
    end
end

% assign final values:
35 d = d(index), d_motion = motionlist(index), ni = ilist(index), nj = jlist(index),
warp = warp(index)

```

Im Rahmen dieses Dokumentes wurden folgende
Veröffentlichungen zitiert:

- 5 [1] Deutsche Patentschrift, Aktenzeichen: 195 11 472.8-53
- [2] G.Ruske: Automatische Spracherkennung, 2.Auflage,
 Oldenbourg Verlag, 1992, S.172-177, ISBN 3-48622794-7.
- 10 [3] DE 195 11 470 C1
- [4] EP 0 427 562 A1
- 15 [5] Peng Zhao et al.: "On-Line Signature Verification by
 Adaptively Weighted DP Matching", IEICE Trans. Inf. &
 Syst., Vol. E79-D, No.5, May 1996, Seiten 535-541.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verifikation eines Musterschriftzuges mit Hilfe eines Referenzschriftzugs,
5 bei dem sowohl der Musterschriftzug als auch der Referenzschriftzug eine jeweils aus mindestens einem Stroke bestehende Strokestruktur aufweist, mit folgenden Schritten:

- 10 a) Es wird ein Abstandsmaß (D) bestimmt durch Vergleich eines Strokes des Musterschriftzugs (Musterstrokes) mit einem Stroke des Referenzschriftzugs (Referenzstroke),
- 15 b) wenn festgestellt wird, daß es sich bei dem Musterstroke um einen Nahbereichsstroke handelt oder das ermittelte Abstandsmaß (D) für einen Tablettstroke oberhalb einer vorgebbaren Schwelle liegt, wird eine 1:1-Zuordnung getroffen, zum nächsten Musterstroke gesprungen und mit Schritt a) fortgefahren, so noch nicht das Ende des Musterschriftzugs erreicht wurde,
- 20 c) ist das Abstandsmaß (D) unterhalb der vorgebbaren Schwelle, so werden unterschiedliche Abstandsmaße jeweils für den Fall einer Auslassung eines Strokes des Musterschriftzugs (D_2), für den Fall eines zusätzlichen Strokes des Musterschriftzugs (D_1), für
- 25 den Fall variierender Strokestruktur von Musterschriftzug und/oder Referenzschriftzug (D_3) und für den Fall einer 1:1-Zuordnung von Musterstroke zu Referenzstroke (D_0) entsprechend einer Verbindungsregel berechnet, indem die Verbindungsregel
- 30 eine Zuordnung zwischen auf unterschiedliche Art zusammengefaßten Strokes sowohl beim Musterschriftzug als auch beim Referenzschriftzug (Strokegruppen) findet, indem ab dem/den aktuell zuzuordnenden Stroke/Strokes durch schrittweises Zusammenfassen von
- 35 Strokes (nach der S[NS]*-Regel) nach

Alternativzuordnungen mindestens eines Musterstrokes zu mindestens einem Referenzstroke gesucht wird,

- d) aus den unterschiedlichen Abstandsmaßen wird gemäß einer Minimumsregel eine endgültige Zuordnung getroffen, indem das wahrscheinlichste Abstandsmaß (D_0 oder D_1 oder D_2 oder D_3) ausgewählt wird,
- e) solange noch nicht der ganze Musterschriftzug mit dem ganzen Referenzschriftzug verglichen ist, wird mit Schritt a) fortgefahren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Entscheidung über die Verifikation des Musterschriftzuges durch den Vergleich eines Zuordnungsmaßes, das aus einer gewichteten Addition aller Abstandsmaße, die sich jeweils aus der getroffenen Zuordnung ergeben, folgt, mit einem vorgebbaren Schwellwert getroffen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem innerhalb der Verbindungsregel Verkürzungsregeln angewandt werden derart,
- a) daß, wenn die Alternative mit dem zweitbesten Abstandsmaß eine kürzere Aneinanderreihung von Strokes enthält, diese gegenüber einer Alternative mit dem besten Abstandsmaß vorgezogen wird,
- b) daß ein Bewegungsmaß, wenn es in einem vorgebbaren Bereich liegt, entscheidend für die Auswahl ist, unabhängig von der Länge der Aneinanderreihung von Musterstrokes.
- c) daß die 1:1-Zuordnung zutrifft, wenn diese in einem ähnlichen Bereich liegt, wie die anderen in der Verkürzungsregel erklärten Vereinbarungen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Verbindungsregel Aneinanderreihungen von Strokes berücksichtigt, bei denen ein Längenverhältnis zwischen Aneinanderreihung von Musterstrokes und

Aneinanderreihung von Referenzstrokes in einem vorgebbaren Bereich liegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

5 bei dem die Minimumsregel unter den von der Verbindungsregel bestimmten Alternativzuordnungen die auswählt,

10 a) die, wenn das Abstandsmaß für die Auslassung eines Strokes (D_2) oder das Abstandsmaß für einen zusätzlichen Stroke (D_1) nur unwesentlich kleiner als das Abstandsmaß der 1:1-Zuordnung (D_0) oder das Abstandsmaß für variierende Strokestrukturen (D_3) ist, die 1:1-Zuordnung (D_0) oder das Abstandsmaß für variierende Strokestrukturen auswählt (D_3),

15 b) die, wenn das Abstandsmaß der 1:1-Zuordnung (D_0) deutlich höher als das gesuchte Minimum ist, diese 1:1-Zuordnung trotzdem auswählt, wenn das Abstandsmaß der nächsten Aneinanderreihung von Musterstrokes in einem vorgebbaren Bereich ähnlich zu dem minimalen Abstandsmaß ist,

20 c) die eine 1:1-Zuordnung einer Zuordnung, die aus schrittweisem Zusammenfassen von mindestens einem Musterstroke und/oder mindestens einem Referenzstroke besteht ($S[NS]^*$ -Zuordnung), mit kleinerem Abstandsmaß vorzieht, wenn Form und Bewegung als Kriterien im Vergleich von Musterstroke mit Referenzstroke in einem vorgebbaren Bereich liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

30 bei dem einzelne Punkte in der Unterschrift über Handschrifterkennungsmethoden explizit als Punkte erkannt werden und deren Auftreten entweder generell oder für bestimmte Schreiber an beliebigen Stellen der Unterschrift zugelassen sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei dem schreiberabhängige Unterschriftsmerkmale als
personengebundene Regeln erlaubt sind.

FIG 1

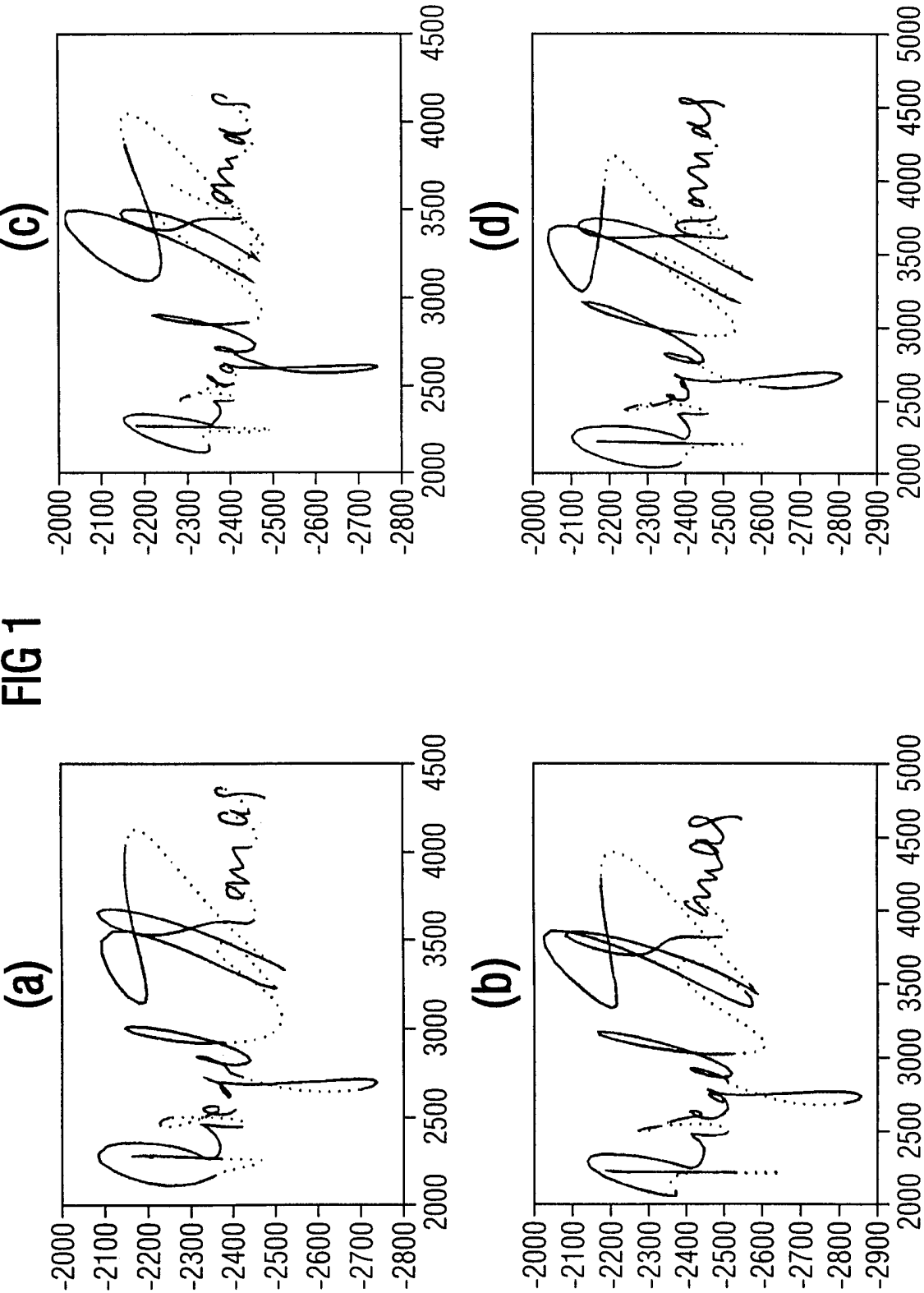
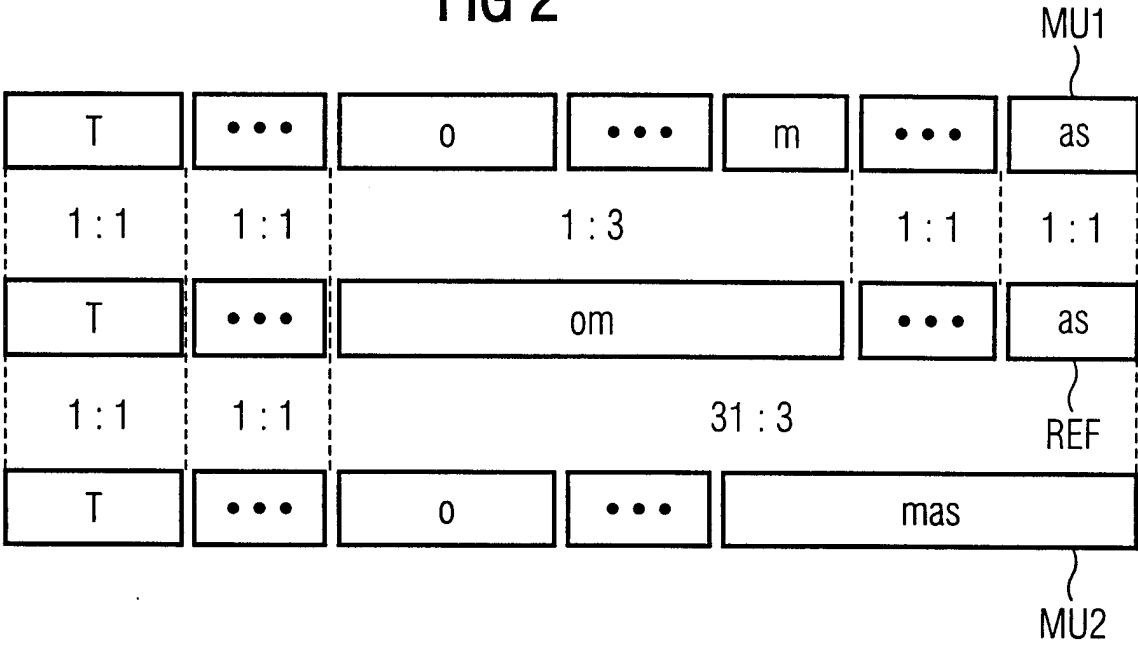
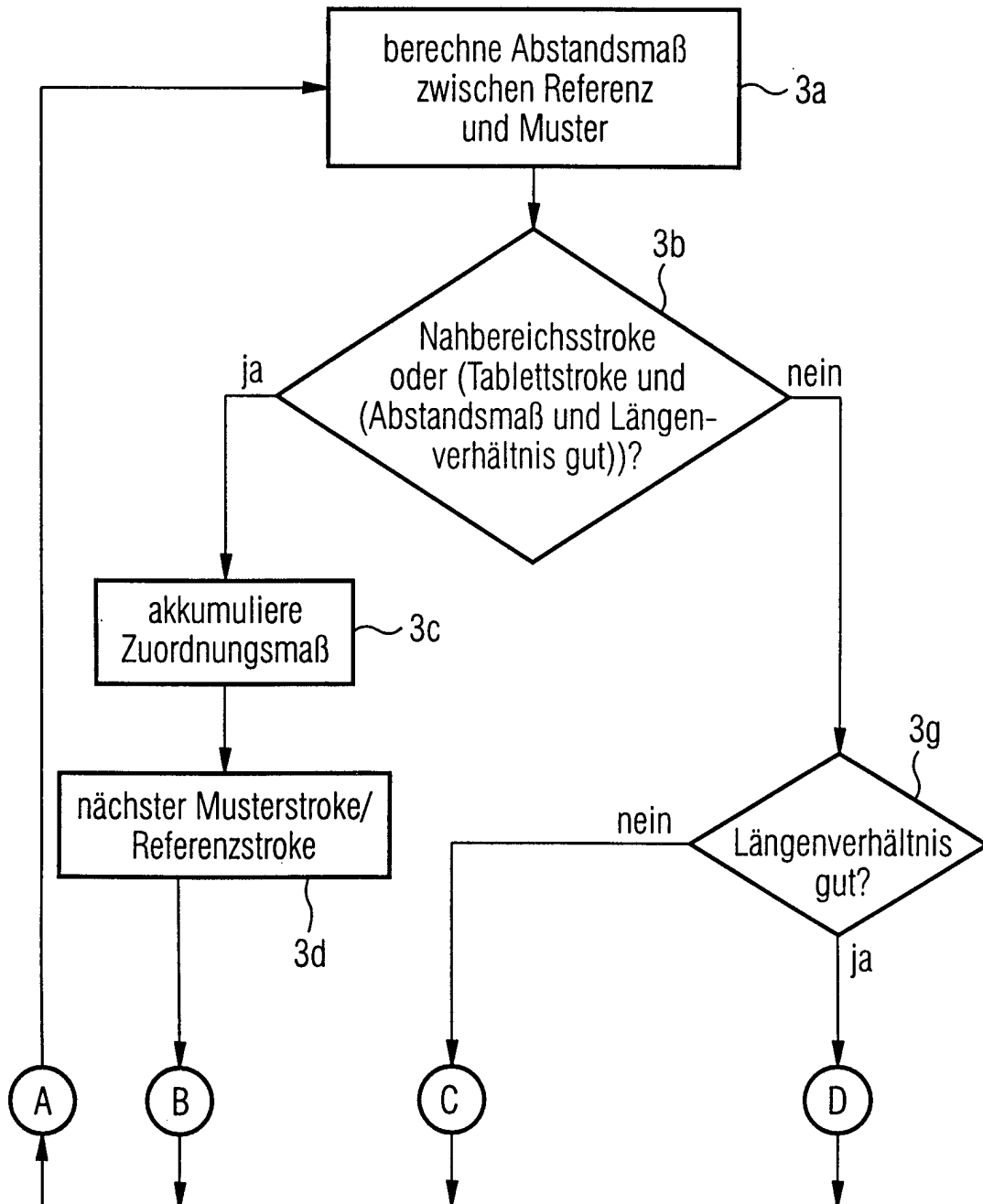


FIG 2



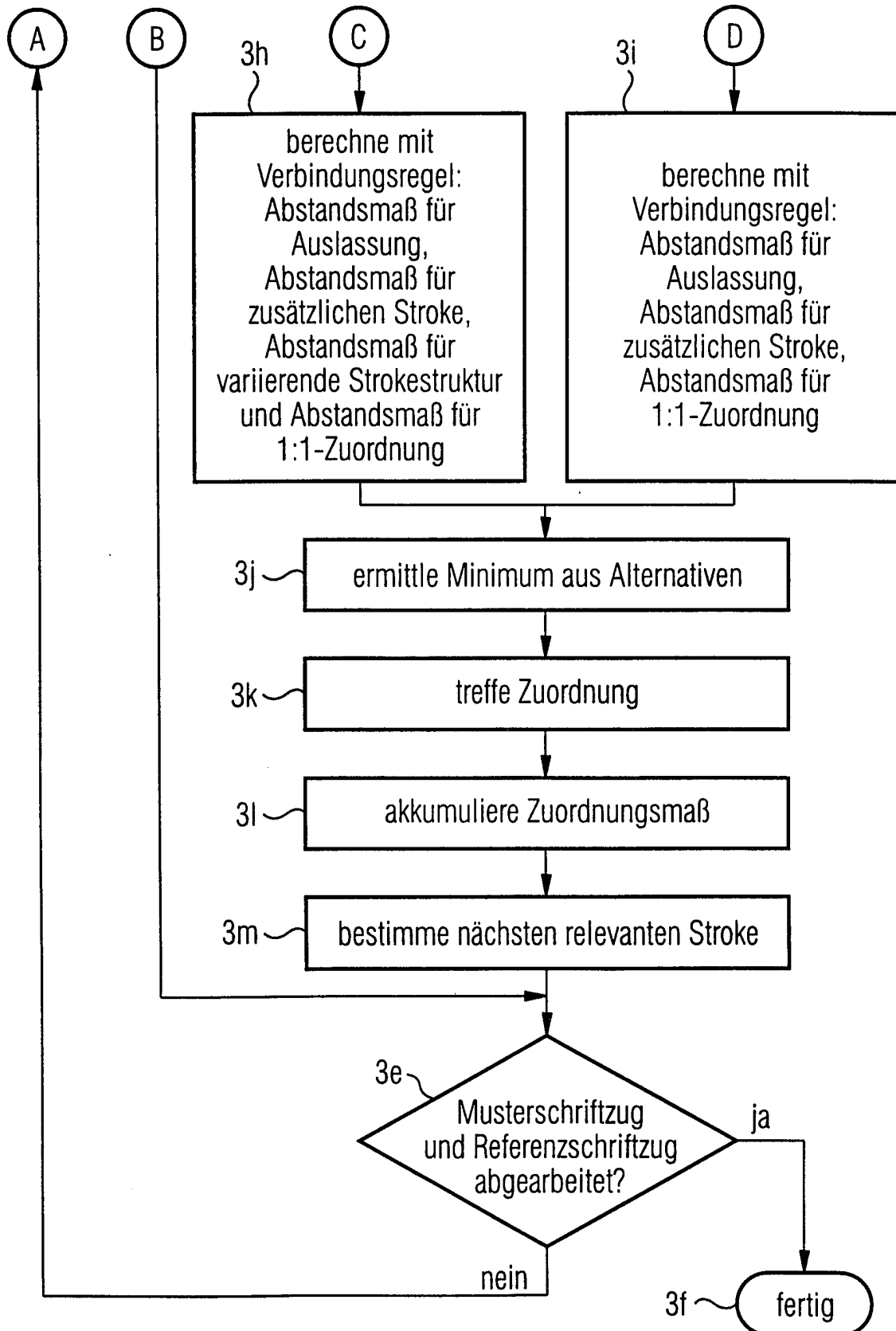
3/4

FIG 3A



4/4

FIG 3B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE 97/02767

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC ⁶ G 06 K 9/00, G 06 K 9/68 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 G 06 K 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 practicable, 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	WO 95/16974 A1 (QUINTET) 22 June 1995 (22.06.95) Claims 1-20, Fig. 1..	1-2		
A	WO 87/06744 A1 (ROTHERJELL) 05 November 1987 (05.11.87) Claim 1, Fig. 1-5.	1		
A	EP 0391044 A2 (CADIX INC) 10 October 1990 (10.10.90) Claims 1,2, Fig. 1-4.	1		
A	US 4561105 A (CRANE et al.) 24 December 1985 (24.12.85) Claims 1,37, Fig. 1-2A,2B.	1		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> * 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 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; border: none;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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 24 March 1998 (24.03.98)		Date of mailing of the international search report 29 April 1998 (29.04.98)		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/02767

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

G 06 K 9/00, G 06 K 9/68

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK 6

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

G 06 K

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	WO 95/16974 A1 (QUINTET) 22. Juni 1995 (22.06.95), Ansprüche 1-20, Fig. 1. --	1-2
A	WO 87/06744 A1 (ROTHFJELL) 05. November 1987 (05.11.87), Anspruch 1, Fig. 1-5. --	1
A	EP 0391044 A2 (CADIX INC) 10. Oktober 1990 (10.10.90), Anspruch 1,2, Fig. 1-4. --	1
A	US 4561105 A (CRANE et al.) 24. Dezember 1985 (24.12.85), Anspruch 1,37, Fig. 1-2A, 2B. ----	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 erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher 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

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24 März 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29.04.98

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

MIHATSEK e.h.

ANHANG

zum internationalen Recherchen-
bericht über die internationale
Patentanmeldung Nr.

ANNEX

to the International Search
Report to the International Patent
Application No.

ANNEXE

au rapport de recherche inter-
national relatif à la demande de brevet
international n°

PCT/DE 97/02767 SAE 180449

In diesem Anhang sind die Mitglieder
der Patentfamilien der im obenge-
nannten internationalen Recherchenbericht
angeführten Patentdokumente angegeben.
Diese Angaben dienen nur zur Unter-
richtung und erfolgen ohne Gewähr.

This Annex lists the patent family
members relating to the patent documents
cited in the above-mentioned inter-
national search report. The Office is
in no way liable for these particulars
which are given merely for the purpose
of information.

La présente annexe indique les
membres de la famille de brevets
relatifs aux documents de brevets cités
dans le rapport de recherche inter-
national visé ci-dessus. Les renseigne-
ments fournis sont donnés à titre indica-
tif et n'engagent pas la responsabilité
de l'Office.

In Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication
WO A1 9516974	22-06-95	AU A1 16747/95 CA AA 2179302 EP A1 737342 EP A4 737342 JP T2 9506730 US A 5680470	03-07-95 22-06-95 16-10-96 06-11-96 30-06-97 21-10-97
WO A1 8706744	05-11-87	AT E 59107 AU A1 73949/87 AU B2 585722 DE C0 3766687 DK A 6888/87 DK A0 6888/87 EP A1 264423 EP B1 264423 FI A 875714 FI A0 875714 JP T2 1302141 NO A 875433 NO A0 875433 SE A0 8601968 SE B 450604 SE C 450604 SU A3 1395354 US A 4856077	15-12-90 24-11-87 22-06-89 24-01-91 28-12-87 28-12-87 27-04-88 12-12-90 13-07-87 23-07-87 27-07-89 23-12-87 23-12-87 28-04-86 06-07-87 15-10-87 04-09-90 08-08-89
EP A2 391044	10-10-90	AT E 138751 DE C0 69027147 DE T2 69027147 EP A3 391044 EP B1 391044 JP A2 2263275 US A 5040222	15-06-96 04-07-96 28-11-96 03-08-92 29-05-96 26-10-90 13-08-91
US A 4561105	24-12-85	DE C0 3382506 EP A2 1142248 EP A3 1142248 EP B1 1142248 JP A2 59139484 JP A2 59161778 JP A2 6176197 JP A2 6176200 JP B4 6052538 JP B4 7092815 JP B4 7092816 KR B1 8902581 US A 4718102 EP A2 135615 EP A3 135615 KR B1 8902582	19-03-92 01-08-84 08-04-87 03-02-92 10-08-84 12-09-84 24-06-94 24-06-94 06-07-94 09-10-95 09-10-95 19-07-89 03-01-88 03-04-85 15-04-87 19-07-89