

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 508 977 A1 2011-05-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 1704/2009**(22) Anmeldetag: **28.10.2009**(43) Veröffentlicht am: **15.05.2011**(51) Int. Cl.: **G07D 7/20** (2006.01),**H04N 1/00** (2006.01),**G07D 7/06** (2006.01),**G07D 7/12** (2006.01)

(72) Erfinder:

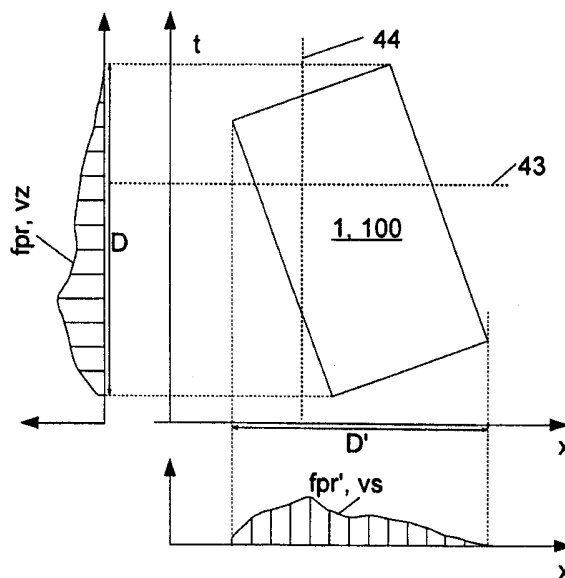
MAYER KONRAD
WIEN (AT)
PENZ HARALD
WIEN (AT)
HEISS DOROTHEA
WIEN (AT)

(73) Patentinhaber:

AIT AUSTRIAN INSTITUTE OF
TECHNOLOGY GMBH
A-1220 WIEN (AT)

(54) BANKNOTENERKENNUNG MIT PROJEKTIONSPROFIL

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Ausrichtung eines aufgenommenen Druckwerks (100), das durch den Aufnahmebereich eines Zeilensensors (21) bewegt wird, wobei ein Referenz-Digitalbild (1) vorgegeben wird, das als Vorlage für den Druck des aufgenommenen Druckwerks herangezogen worden ist, wobei das Referenz-Digitalbild (1) schrittweise um vorgegebene Winkel ($\emptyset$) relativ zu seiner Ausgangslage gedreht wird und nach jeder der Drehungen des Referenz-Digitalbilds (1) jeweils ein Vektor (v_s , v_z) aller Zeilensummen des so verdrehten Referenz-Digitalbilds (1') ermittelt werden, wobei eine erste Projektion als Summe der Intensitätswerte (I) aller Pixel jedes einzelnen Zeilenbilds ermittelt und als Funktionswert einer ersten Projektionsfunktion (f_{PR}) eingetragen wird, und wobei die erste Projektionsfunktion (f_{PR}) mit den aufgenommenen Vektoren (v_z) der ermittelten Zeilensummen korreliert und ein erstes Vergleichsmaß (M) für deren Übereinstimmung ermittelt wird, wobei diejenigen der Winkel ($\emptyset$) ausgewählt werden, für die das erste Vergleichsmaß (M) die größte Übereinstimmung zeigen und einer dieser Winkel (Ψ) und/oder ein gewichtetes Mittel dieser beiden Winkel ($\emptyset$) als Verdrehungswinkel angesehen wird.



AT 508 977 A1 2011-05-15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Ausrichtung eines aufgenommenen Druckwerks (100), das durch den Aufnahmebereich eines Zeilensensors (21) bewegt wird, wobei ein Referenz-Digitalbild (1) vorgegeben wird, das als Vorlage für den Druck des aufgenommenen Druckwerks herangezogen worden ist, wobei das Referenz-Digitalbild (1) schrittweise um vorgegebene Winkel ($\emptyset$) relativ zu seiner Ausgangslage gedreht wird und nach jeder der Drehungen des Referenz-Digitalbilds (1) jeweils ein Vektor (v_s , v_z) aller Zeilensummen des so verdrehten Referenz-Digitalbilds (1') ermittelt werden, wobei eine erste Projektion als Summe der Intensitätswerte (I) aller Pixel jedes einzelnen Zeilenbilds ermittelt und als Funktionswert einer ersten Projektionsfunktion (f_{PR}) eingetragen wird, und wobei die erste Projektionsfunktion (f_{PR}) mit den aufgenommenen Vektoren (v_z) der ermittelten Zeilensummen korreliert und ein erstes Vergleichsmaß (M) für deren Übereinstimmung ermittelt wird, wobei diejenigen der Winkel ($\emptyset$) ausgewählt werden, für die das erste Vergleichsmaß (M) die größte Übereinstimmung zeigen und einer dieser Winkel (Ψ) und/oder ein gewichtetes Mittel dieser beiden Winkel ($\emptyset$) als Verdrehungswinkel angesehen wird (Fig. 3).

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Ausrichtung eines aufgenommenen Druckwerks, das durch den Aufnahmebereich eines Zeilensensors bewegt wird.

Derartige Verfahren werden im Bereich der Prüfung von Druckwerken, insbesondere von Geldscheinen, gewerblich eingesetzt und ermöglichen die Überprüfung dieser Druckwerke, insbesondere auf Echtheit und Druckfehler.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, dass sowohl beim Einlesen von neu gedruckten Geldscheinen oder anderen Druckwerken als auch bei der Überprüfung derselben, diese Druckwerke mit hoher Geschwindigkeit mittels Transportbändern an einer Aufnahmeeinheit vorbeibewegt werden und dabei die Ausrichtung der einzelnen Druckwerke in Bezug auf die Aufnahmeeinheit nicht immer exakt gleich ist. Dies ist durch das mechanische Transportverfahren bedingt, bei dem die Druckwerke eine leichte Verdrehung gegenüber der Haupt-Fortbewegungsrichtung erfahren. Probleme treten bei einem nachfolgenden Schritt auf, in dem eine Überprüfung der Druckwerke anhand eines vorgegebenen Referenzdruckwerks erfolgen soll. Bei einer Verdrehung treten verfahrensbedingt Fehler auf, die zu einer Invalidierung eines an sich fehlerfreien, jedoch verdreht liegenden Druckwerks führen. Ein möglicher Ausweg besteht darin, dass vorab die Verdrehung des Geldscheins um eine Achse normal zur Sichtebeine der Kamera bestimmt wird und diese Verdrehung anschließend für die Auswertung rückgerechnet wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Ausrichtung des Druckwerks auf einfache Art und Weise zu ermitteln. Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden durch die Unteransprüche erzielt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Ausrichtung eines aufgenommenen Druckwerks, das durch den Aufnahmebereich eines Zeilensensors bewegt wird, und der Zeilensensor für vorgegebene, insbesondere periodisch aufeinanderfolgende, Zeitpunkte digitale Zeilenbilder, umfassend eine Vielzahl von den einzelnen Pixeln zugeordneten Intensitätswerten, liefert. Dabei wird ein Referenz-Digitalbild vorgegeben, das als Vorlage für den Druck des aufgenommenen Druckwerks herangezogen worden ist oder von einer Vorlage erstellt ist. Weiters wird das Referenz-Digitalbild schrittweise um vorgegebene Winkel relativ zu seiner Ausgangslage gedreht. Nach jeder der Drehungen des Referenz-Digitalbilds werden jeweils ein Vektor aller Zeilensummen und/oder Spaltensummen des so verdrehten Referenz-Digitalbilds ermittelt und gemeinsam mit dem jeweiligen Winkel zum vorgegebenen Referenz-Digitalbild abgespeichert. Die Summe der Intensitätswerte aller Pixel jedes einzelnen Zeilenbilds wird ermittelt und als Funktionswert einer ersten Projektionsfunktion eingetragen und/oder es wird mit den Summen der



Intensitätswerte für jedes einzelne Pixel über eine vorgegebene Zeitspanne eine zweite Projektionsfunktion gebildet.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die erste Projektionsfunktion mit den Vektoren der ermittelten Zeilensummen korreliert und ein erstes Vergleichsmaß für deren Übereinstimmung ermittelt wird und/oder dass die zweite Projektionsfunktion mit den Vektoren der ermittelten Spaltensummen korreliert und ein zweites Vergleichsmaß für deren Übereinstimmung ermittelt wird. Es ist vorgesehen, dass derjenige Winkel ausgewählt werden, für den das erste Vergleichsmaß bzw. das zweite Vergleichsmaß die größte Übereinstimmung zeigen und einer dieser Winkel als Verdrehungswinkel des aufgenommenen Druckwerks gegenüber dem Zeilensensor angesehen wird.

Alternativ kann auch das gewichtete Mittel der beiden Winkel, für den das erste Vergleichsmaß bzw. das zweite Vergleichsmaß die größte Übereinstimmung zeigt, als Verdrehungswinkel des aufgenommenen Druckwerks gegenüber dem Zeilensensor angesehen werden.

Dies ermöglicht eine genauere Ermittlung des Verdrehungswinkels.

Erfindungsgemäß besteht der Vorteil, dass der Verdrehungswinkel des Druckwerks anhand einer sehr geringen Anzahl von Zeilenaufnahmen ermittelt werden kann. Die Genauigkeit der Winkelbestimmung ist unmittelbar von der Auflösung des Zeilensensors sowie der Anzahl der aufgenommenen Vektoren für die einzelnen Verdrehungswinkel bestimmt. Dieses Verfahren kann an eine beliebige Anzahl von Druckwerken angepasst werden, deren geometrische Form durch das Verfahren nicht eingeschränkt ist. Für jedes der Referenz-Druckwerke können auf einfache Art Vektoren ermittelt werden, sodass eine Anpassung des Verfahrens an beinahe beliebige Druckwerke möglich ist.

Ein besonderer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass nach dem Einlesen jedes neuen Zeilenbilds die Zeilensumme ermittelt wird und am Ende der ersten Projektionsfunktion als Funktionswert angehängt wird und das aufgenommene Zeilenbild pixelweise zur zweiten Projektionsfunktion addiert wird.

Weiters sieht ein bevorzugter Aspekt der Erfindung vor, dass die zweite Projektionsfunktion vor der Aufnahme der Bilder sowie nach einer vorgegebenen Zeitspanne auf null gesetzt wird.

Eine besondere Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass eine Anzahl von aufgenommenen Zeilenbildern abgespeichert wird und Zeilenbilder, deren Aufnahme eine vorgegebene Zeitspanne zurückliegt, nicht mehr zur Summenbildung für die Ermittlung der zweiten Projektionsfunktion herangezogen werden.



Bevorzugterweise kann vorgesehen werden, dass nach jeder Aufnahme eines Zeilenbilds bzw. nach einer vorgegebenen Zeitspanne das erste Vergleichsmaß und das zweite Vergleichsmaß neu bestimmt werden und basierend auf diesen Vergleichsmaßen der Verdrehungswinkel neu ermittelt wird.

Durch diese bevorzugten Weiterbildungen der Erfindung werden alternative einfache adaptive Verfahren beschrieben, die nach jedem Zeitschritt einen verbesserten Verdrehungswinkel ermitteln.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass dadurch schon früh mit der Prüfung des transformierten Objekts begonnen werden kann. Das ist wichtig, wenn die Entscheidung, ob das Objekt fehlerhaft ist oder nicht, bis zu einem bestimmten Zeitpunkt getroffen sein muss, beispielsweise wenn das Objekt die entsprechende Weiche erreicht. Ein weiterer Vorteil der frühzeitigen Transformation von Teilen des Objekts liegt darin, dass nur Teile des Objekts zwischengespeichert werden müssen und nicht die Bilddaten des gesamten Objekts.

Ferner kann vorgesehen werden, dass bei der Ermittlung des ersten und/oder zweiten Vergleichsmaßes die erste und/oder die zweite Projektionsfunktion und der Vektor der Zeilen- und/oder der Spaltensummen elementweise gegeneinander verschoben werden und das größte ermittelte Vergleichsmaß für die weiteren Berechnungen herangezogen wird, wobei gegebenenfalls die Verschiebung des Druckwerks normal zu bzw. in seiner Transportrichtung gegenüber dem Zeilensensor derjenigen Verschiebung gleichgesetzt wird, bei der das größte Vergleichsmaß für die Übereinstimmung erzielt wird.

Dies ermöglicht eine verbesserte Anpassung an Druckwerke, die eine Verschiebung bzw. Fehlausrichtung normal zur bzw. in Transportrichtung aufweisen. Weiters kann auch diese Verschiebung bzw. Fehlausrichtung getrennt ermittelt und weiterverarbeitet werden. Diese kann bei einer nachfolgenden Transformation des Druckwerks berücksichtigt werden.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass vor der Aufnahme eines Druckwerks im Aufnahmebereich des Zeilensensors ein Hintergrund-Zeilenbild aufgenommen wird, und bei der Bestimmung der Zeilenbilder lediglich jene einzelnen Pixeln zugeordnete Intensitätswerte herangezogen werden, die eine Abbildung des aufgenommenen Druckwerks darstellen.

Dies ermöglicht eine einfache Unterscheidung des Druckwerks vom Hintergrund.

Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die beiden randnächsten Pixel des Zeilenbilds ermittelt werden, dessen Intensitätswerte sich vom Hintergrund um ein vorgegebenes Vergleichsmaß unterscheiden und lediglich Intensitätswerte von Pixeln, die sich zwischen diesen beiden ermittelten Pixeln befinden, für die Bildung der Projektionsfunktionen herangezogen werden.



Dies ermöglicht eine besonders schnelle Verfahrensführung und eine besonders genaue Projektionsfunktion, die durch den Hintergrund nicht gestört wird.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass Bereiche auf dem Referenz-Digitalbild vorgegeben werden, die nicht für die Bildung der Vektoren der Spalten- und Zeilensummen herangezogen werden sollen. Diese Bereiche bleiben bei der Bildung der Vektoren der Spalten- und Zeilensummen unberücksichtigt. Nach Aufzeichnung einer Anzahl von Zeilen wird, insbesondere erfindungsgemäß, ein vorläufiger Verdrehungswinkel sowie eine auf diesem basierende Transformation bestimmt, welche die Bildpunkte eines aus den Zeilenbildern zusammengesetzten Flächenbilds auf das Referenz-Digitalbild abbildet. Die Intensitätswerte der Pixel derjenigen Bereiche der Zeilenbilder, die gemäß der bestimmten Transformation auf die Bereiche auf dem Referenz-Digitalbild abgebildet werden, die bei der Bildung der Vektoren der Spalten- und Zeilensummen unberücksichtigt bleiben, bleiben auch für die Berechnung der Projektionsfunktionen unberücksichtigt.

Hierdurch wird erreicht, dass Bereiche des Druckwerks, die Abweichungen aufweisen dürfen, wie z.B. Seriennummern, bzw. deren Aufnahme von externen Faktoren abhängig ist, wie z.B. holographische Drucke, für die Bestimmung der Projektionsfunktion außer Betracht bleiben und somit eine besonders genaue Bestimmung der Projektionsfunktion möglich ist. Es wird somit verhindert, dass die Projektionsfunktionen durch diese Bereiche stark variierender Helligkeit beeinflusst werden.

Ferner sieht ein weitergehender Aspekt der Erfindung vor, dass zur Bestimmung des Verdrehungswinkels die Vergleichsmaße für die Übereinstimmung zwischen einer Projektionsfunktion und einem Vektor für eine Anzahl von Verdrehungswinkeln gebildet werden, dass im Bereich des Maximums des Vergleichsmaßes eine Anzahl von Paaren mit jeweils einem Verdrehungswinkel und einem zugehörigen Vergleichsmaß gebildet werden, dass mit diesen Paaren eine, vorteilhafterweise polynomische, Ausgleichsfunktion, insbesondere von zweitem Grad, gebildet wird, deren Maximum ermittelt wird und der diesem Maximum zugeordnete Verdrehungswinkel als Verdrehungswinkel des Druckwerks angesehen wird.

Dies ermöglicht eine besonders genaue Bestimmung des Verdrehungswinkels des Druckwerks mit erhöhter Auflösung.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels in den Figuren 1 bis 6 nicht einschränkend erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen zu überprüfenden Geldschein, der gegenüber seiner Bewegungsrichtung verdreht ausgerichtet ist.



Fig. 1a und 1b zeigen den Helligkeitsverlauf auf dem Geldschein entlang der Schnittlinie A-A bzw. B-B.

Fig. 2 zeigt schematisch einen Geldschein im Aufnahmebereich eines Zeilensensors.

Fig. 3 zeigt schematisch einen Geldschein und die von ihm ermittelten Projektionsfunktionen.

Fig. 4 zeigt schematisch einen Geldschein und diejenigen Bereiche, die nicht zur Bildung der Projektionen herangezogen werden sollen.

Fig. 5 zeigt schematisch ein vorteilhaftes Vorgehen bei der Ermittlung des Maximums des Vergleichsmaßes, aufgetragen über den Verdrehungswinkel.

Fig. 6 zeigt eine Anzahl von Referenzbildern mit unterschiedlichem Verdrehungswinkel.

Vor der Aufnahme der einzelnen Druckwerke, insbesondere Geldscheine 100, wird ein Referenzbild 1 vorgegeben. Dieses kann entweder in Form einer digitalen Vorlage oder in Form eines digitalen Abbilds einer gedruckten Vorlage vorliegen. Anschließend wird das Referenzbild 1 gegenüber seiner Ausgangslage in Schritten, wie in Fig. 6 gezeigt, von beispielsweise jeweils 1° , gedreht und damit eine Anzahl von weiteren Referenzbildern 1' erstellt, die gegenüber dem Referenzbild 1 in Schritten verdreht sind. Beispielsweise können 31 weitere Referenzbilder 1' vorliegen, die gegenüber dem Referenzbild 1 eine Verdrehung von -15° , -14° , ... 0° , ... $+15^\circ$ aufweisen. Das weitere Referenzbild 1' mit dem Verdrehungswinkel von 0° ist mit dem Referenzbild 1 ident.

Für alle weiteren Referenzbilder 1' wird für jede Bildzeile die Summe der Intensitätswerte der einzelnen Pixel gebildet und anschließend ein Vektor v_z gebildet, der die einzelnen Summen umfasst. Die Reihung der Summen im Vektor v_z entspricht dabei der Lage der Reihen im Digitalbild. Analog wird ein weiterer Vektor v_s der spaltenweise gebildeten Summen ermittelt. Gemeinsam werden der Vektor v_z und der weitere Vektor v_s und der zugehörige Verdrehungswinkel $\emptyset$ abgespeichert. Grundsätzlich wird das Verfahren nur mit einem einzigen aus dem Bild abgeleiteten Kanal beschrieben, wobei jedem Pixel ein skalarer Wert zugewiesen ist. Dies kann beispielsweise ein Farbkanal eines Bildes sein oder aber auch ein davon abgeleiteter Wert, beispielsweise ein Mittelwert aus mehreren Farbkanälen oder auch ein durch Glättung oder ähnliche Filterung z.B. eines aufgenommenen Farbkanals erzielter Bildkanal. Natürlich ist eine Ausdehnung des Verfahrens durch Verwendung einer Vielzahl von Kanälen ohne Weiteres möglich. Die einzelnen jeweils einem Pixel zugeordneten Werte eines Kanals werden als Intensitätswerte I bzw. Kanalintensitätswerte bezeichnet.

Fig. 1 zeigt einen Geldschein 100, der in einer vorgegebenen Richtung R bewegt wird. Die Richtung R ist in der Fig. 1 als Pfeil dargestellt. Der Geldschein 100 bewegt sich in dieser Richtung R an einem normal zur Richtung R stehenden und parallel zur Ebene des



Geldscheins 100 liegenden Zeilensensor 2 vorbei. Die Position des Zeilensensors 2 mit einer Anzahl von Sensorpixeln 21 gegenüber dem Geldschein ist in Fig. 2 schematisch dargestellt.

Der Geldschein 100 weist z.B. aufgrund einer ungenauen Fördereinrichtung, die den Geldschein 100 in Richtung R führt, eine Verdrehung um einen Verdrehungswinkel $\varnothing$ gegenüber seiner vorgegebenen Fortbewegungsrichtung R auf. Die Auswirkung dieser Verdrehung soll in dem im Folgenden dargestellten Verfahren wirksam ermittelt und gegebenenfalls kompensiert werden. Während der Geldschein 100 sich in seiner Fortbewegungsrichtung R bewegt, wird er durch den Aufnahmebereich 22 des Zeilensensors 2 geführt, wobei die einzelnen Pixel 21 des Zeilensensors 2 fortlaufend für vorgegebene Zeitintervalle Intensitätswerte I ermitteln und entsprechende Signale an ihre Ausgänge abgeben. Durch die laufende Aufzeichnung einzelner Zeilen sowie die Relativbewegung des Geldscheins 100 gegenüber dem Zeilensensor 2 wird der gesamte Geldschein 100 abgetastet. Diese Intensitätswerte der einzelnen Pixel 21 der Zeilen liegen dann zumindest für einen vorgegebenen Zeitraum in digitaler Form vor. Dabei kann im Zeilensensor bereits eine Vorverarbeitung erfolgen und beispielsweise eine Glättung oder Filterung vorgenommen werden. Am Ausgang des Zeilensensors liegt ein Bildkanal mit einer Anzahl von je einem Pixel zugeordneter Kanalintensitätswerte I an.

Um die Aufnahme des Geldscheins 100 vom Hintergrund 101 der Aufnahme wirksam unterscheiden zu können, wird der Hintergrund 101 vorab aufgenommen bzw. der Intensitätswert I des betrachteten Kanals auf eine vorgegebene Art festgelegt. Bei Abweichungen der aufgenommenen Intensitätswerte I von der Intensität des Hintergrundes 101 wird angenommen, dass ein Geldschein 100 in den Aufnahmebereich 21 des Zeilensensors 2 getreten ist. Zur ersten Positionsbestimmung des Geldscheins 100 gegenüber dem Aufnahmebereich 22 des Zeilensensors 2 wird, wie in Fig. 1a, 1b gezeigt, von beiden Rändern her das randnächste Pixel x_1 , x_2 des Zeilensensors 2 bestimmt, dessen aufgenommener Wert eine vorgegebene Abweichung vom Hintergrund aufweist.

Prinzipiell ist es bei einem sehr homogenen Hintergrund 101 möglich, das randnächste Pixel x_1 , x_2 bzw. den randnächsten Punkt zu bestimmen, an dem eine Kante, d.h. ein signifikanter Sprung der Intensität, bestimmt wird, ohne den Verlauf der Hintergrundzeile abzuziehen.

Analog kann der erste und letzte Zeitpunkt für jedes Pixel x_1 , x_2 ermittelt werden, zu dem der Intensitätswert des jeweiligen Pixels einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt bzw. unterschreitet.

Es werden zur Bestimmung des Verdrehungswinkels $\varnothing_{\max}$ vorteilhafterweise nur jene Intensitätswerte herangezogen, die sich innerhalb der beiden randnächsten Pixel x_1 , x_2 befinden, deren aufgenommener Wert eine vorgegebene Abweichung vom Hintergrund 101 aufweist. Analog werden auch nur jene Intensitätswerte I für ein Pixel herangezogen, die



zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem letzten Zeitpunkt liegen, zu dem der Intensitätswert des jeweiligen Pixels einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt bzw. unterschreitet.

Eine weitere Vorgehensweise, mit der der Einfluss des Hintergrunds 101 auf die Aufnahme reduziert werden kann, ist weiter unten beschrieben, da hierfür eine zumindest grobe Schätzung der Lage des eingezogenen Druckwerks 100 erforderlich ist.

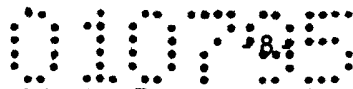
Gelangt der Geldschein 100 in den Aufnahmebereich, wird der Geldschein 100, nur von einem Teilbereich des Zeilensensors 2 aufgezeichnet. Dies ist beispielsweise im Schnitt A-A oder B-B der Fig. 1 dargestellt. Eine Darstellung der aufgenommenen Intensitätswerte über die gesamte Breite des Zeilenbilds 22 ist in den Fig. 1a und 1b gegeben. Man erkennt in der Fig. 1a den Intensitätsverlauf über das Zeilenbild und man sieht den Bereich, etwa in der Mitte des Zeilenbilds, auf den der Geldschein 1 abgebildet ist. Dieser Bereich ist von den beiden Randpixeln x_1 und x_2 begrenzt. Diese Randpixel x_1 , x_2 können aufgefunden werden, indem von den beiden Rändern ausgehend jedes Pixel durchlaufen wird und die Abweichung des jeweiligen Pixelwerts vom Intensitätswert des Hintergrunds bestimmt wird. Über die so ermittelten Randpixel x_1 , x_2 kann auch die Verschiebung des Geldscheins normal zu seiner Fortbewegungsrichtung R ermittelt werden.

Im Folgenden wird beschrieben, wie die erste Projektionsfunktion f_{PR} bzw. die zweite Projektionsfunktion f'_{PR} eines Druckwerks 100 bestimmt wird. Dieser Vorgang ist prinzipiell vom Vorgang der Bestimmung des Verdrehungswinkels $\varnothing$ unabhängig.

Um den Anfang der Aufnahme abschätzen zu können, kann es vorteilhaft sein, das Druckwerk mittels einer Lichtschranke zu detektieren und somit das Aufnahmeverfahren in Gang zu setzen.

Liegen ermittelte Randpixel x_1 , x_2 vor, wird für jede in periodischen Abständen erfolgende weitere Aufnahme des Zeilensensors 2 das folgende Vorgehen angewendet. Die einzelnen im Folgenden beschriebenen Verfahrensschritte werden für eine vorgegebene Anzahl von Wiederholungen durchgeführt.

Fig. 3 zeigt einen Geldschein 100 und eine von ihm ermittelte erste Projektionsfunktion f_{PR} . Zunächst werden die Intensitätswerte I aller zum selben Zeitpunkt aufgenommenen Pixel addiert. Die so ermittelte Summe, die in weiterer Folge auch als erste Projektion bezeichnet wird, der jeweiligen Intensitätswerte, die am Ausgang der Pixel 21 des Zeilensensors 2 anliegen, wird anschließend abgespeichert, wobei die erste Projektion mit dem jeweiligen Zeitpunkt ihrer Aufnahme gemeinsam abgespeichert wird. Wird die Aufnahme in periodischen Abständen durchgeführt, kann die Aufnahme der Zeitpunkte entfallen, da aufgrund der periodischen Aufnahme jedem aufgenommenen Intensitätswert eindeutig basierend auf der Aufnahmereihenfolge ein Zeitpunkt zugeordnet werden kann.



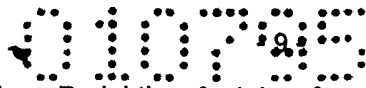
Die Liste der gespeicherten Paare von Zeitpunkten und ersten Projektionen kann als Funktion interpretiert werden, wobei die Zeitpunkte die jeweiligen Abszissenwerte und die Projektionen die jeweiligen Ordinatenwerte darstellen. Die Zeitpunkte müssen nicht notwendigerweise abgespeichert vorliegen. Bei gleichen Zeitabständen zwischen der Aufnahme der Zeilenbilder kann der Zeitpunkt implizit aus der Abspeicherung erschlossen werden. Die so ermittelte Funktion wird als erste Projektionsfunktion f_{PR} bezeichnet. Die Linie 43 zeigt beispielhaft die Lage derjenigen Gegenstandspunkte, die zur Bestimmung eines Funktionswerts der ersten Projektionsfunktion f_{PR} herangezogen werden.

Alternativ oder zusätzlich kann die Bildung einer zweiten Projektionsfunktion in Transportrichtung R erfolgen. Hierbei ist vorgesehen, dass über den gesamten Durchlauf des Geldscheins 1 durch den Aufnahmebereich 21 des Zeilensensors 2 für jedes einzelne Pixel 21 die Summe aller Intensitätswerte ermittelt wird. Anschließend wird eine zweite Projektionsfunktion f_{PR}' mit den jeweiligen Summen als Ordinatenwerte und der Pixeladresse bzw. Pixelkennung als Abszissenwert gebildet. Die Linie 44 zeigt beispielhaft die Lage derjenigen Gegenstandspunkte, die zur Bestimmung eines Funktionswerts für die zweite Projektionsfunktion f_{PR}' herangezogen werden. Die Verwendung und Auswertung der zweiten Projektionsfunktionen f_{PR}' kann analog zu der der ersten Projektionsfunktion f_{PR} erfolgen.

Dieses Vorgehen kann derart abgewandelt werden, dass Projektionen neu aufgenommener Zeilenbilder an die bisherige erste Projektionsfunktion angehängt werden und eine verlängerte erste Projektionsfunktion f_{PR} erhalten wird und/oder neu aufgenommene Zeilenbilder pixelweise zur zweiten Projektionsfunktion f_{PR}' addiert werden.

Weiters kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen werden, dass die zweite Projektionsfunktion f_{PR}' nach Vorliegen einer vorgegebenen Anzahl von Zeilenbildern gelöscht wird bzw. die Einträge der zweiten Projektionsfunktion auf null gesetzt werden.

Eine weitere Alternative zur Bestimmung der zweiten Projektionsfunktion f_{PR}' liegt darin, dass zu ihrer Bestimmung lediglich eine Anzahl der aktuellsten Zeilenbilder herangezogen wird. So werden beispielsweise die letzten 20 Zeilenbilder in einem FIFO-Speicher abgelegt, wobei das jeweils älteste Zeilenbild aus dem Speicher herausfällt bzw. gelöscht wird. Der Inhalt des jeweils jüngsten Zeilenbilds wird zur zweiten Projektionsfunktion f_{PR}' addiert, der Inhalt des jeweils ältesten Zeilenbilds wird von der zweiten Projektionsfunktion f_{PR}' abgezogen.



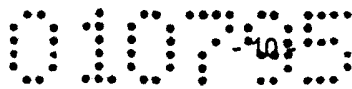
Der Vergleich einer Projektionsfunktion f_{PR} , f_{PR}' mit einem Vektor v_s , v_z kann auf vielfältige Weise erfolgen, üblicherweise durch ein Korrelationsverfahren (Kreuzkorrelation, normalisierte Kreuzkorrelation, Skalarprodukt), wobei in diesem Fall große Werte eine hohe Übereinstimmung bedeuten. Alternativ kann auch eine Vektornorm der Differenz von Projektionsfunktion und Vektor als Maß herangezogen werden, wobei hier bei Vorliegen eines kleinen Maßes eine große Übereinstimmung herrscht und entsprechend der Winkel mit dem kleinsten Norm als bestkorrelierend bzw. am besten übereinstimmend angesehen wird. In beiden Fällen können die Projektionsfunktionen gegenüber dem Vektor elementweise verschoben werden, um den oben diskutierten Versatz zu ermitteln.

Die Ermittlung des Vergleichsmaßes zwischen den Projektionsfunktionen f_{PR} , f_{PR}' und den Vektoren wird für sämtliche Verdrehungswinkel durchgeführt. Wird ein Vergleichsmaß für die Übereinstimmung mit der ersten Projektionsfunktion f_{PR} verwendet, ist im Folgenden vom ersten Vergleichsmaß M die Rede, wird ein Vergleichsmaß für die Übereinstimmung mit der zweiten Projektionsfunktion f_{PR}' verwendet, ist im Folgenden vom zweiten Vergleichsmaß M' die Rede. Grundsätzlich sind die im Folgenden beschriebenen Vorgehensweisen für das erste und das zweite Vergleichsmaß M , M' identisch.

Die einfachste Methode zur Bestimmung des Verdrehungswinkels $\emptyset$ liegt darin, für die vorliegenden Vektoren v_s , v_z der Zeilensummen und/oder der Spaltensummen das größte erste und/oder zweite Vergleichsmaß M , M' zu ermitteln und den jeweiligen Verdrehungswinkel $\emptyset_{max}$, für den das Vergleichsmaß M , M' mit der größten Übereinstimmung bestimmt worden ist, als Verdrehungswinkel $\emptyset_{max}$ des Druckwerks anzusehen.

Eine alternative Variante ist in Fig. 5 dargestellt: Eine Projektionsfunktion f_{PR} , f_{PR}' wird mit einer Anzahl von Vektoren verglichen und derjenige Vektor bzw. dessen zugeordneter Verdrehungswinkel $\emptyset_{max}$ bestimmt, bei dem das Vergleichsmaß M , M' für die Übereinstimmung maximal ist. Kann ein Maximum nicht eindeutig gefunden werden oder ist eine genauere Bestimmung des Verdrehungswinkels $\emptyset_{max}$ erforderlich, wird für eine Anzahl von Paaren von Verdrehungswinkel $\emptyset$ und Vergleichsmaß M , M' eine Ausgleichsfunktion gebildet. Vorteilhafterweise kann eine Ausgleichsfunktion im Raum der Polynomfunktionen, insbesondere im Raum der Polynomfunktionen bis zur zweiten Ordnung, etwa der Form $M = a\emptyset^2 + b\emptyset + c$ gesucht werden. Wenn die Winkel $\emptyset$, für die ein Korrelationsmaß M bestimmt wurden, äquidistant, also im Abstand von jeweils einer Winkелеinheit, z.B. 1° , sind, und ohne Beschränkung der Allgemeinheit das größte gefundene Korrelationsmaß mit M_0 bezeichnet und der zugehörige Winkel als $\emptyset_0$ wird, so werden die beiden Nachbarwinkel mit $\emptyset_{-1}$ und $\emptyset_1$ bezeichnet und die zugehörigen Korrelationsmaße mit M_{-1} und M_1 . Die Abweichung von $\emptyset_{max}$ zu $\emptyset_0$ in obiger Winkелеinheit berechnet sich dann folgender-

$$\text{maßen: } \phi_{max} - \phi_0 = \frac{M_1 - M_{-1}}{2(M_0 - M_1 - M_{-1})}$$



Dabei ist vorteilhaft, dass stets ein eindeutiges Maximum $\varnothing_{\max}$ aufgefunden werden kann und die Berechnung desselben numerisch einfach und stabil ist.

Eine vorteilhafte Verfahrensführung ergibt sich dadurch, dass das erste und das zweite Vergleichsmaß M , M' nach einer Anzahl von Zeitschritten während des Verfahrens laufend neu ermittelt werden. Dadurch kann eine grobe Schätzung des Verdrehungswinkels $\varnothing_{\max}$, die nach der Aufnahme einer kleinen Anzahl von Daten vorliegt, nach der Ermittlung einer größeren Datenmenge laufend verfeinert und ergänzt werden.

Die Verschiebung des aufgezeichneten Druckwerks bzw. Geldscheins 100 kann durch Korrelation ermittelt werden. Bei der Bestimmung des ersten bzw. zweiten Vergleichsmaßes M bzw. M' wird dabei die erste und/oder zweite Projektionsfunktion f_{PR} bzw. f_{PR}' gegenüber dem Vektor v_z bzw. v_s der ermittelten Zeilen- bzw. Spaltensummen verschoben, bis ein Maximum aufgefunden wird. Es empfiehlt sich dabei, einen Vektor v_z , v_s von Zeilen- bzw. Spaltensummen zu bestimmen, der mehr Elemente als die Projektionsfunktionen f_{PR} , f_{PR}' aufweist, und die Projektionsfunktionen mit einer vorgegebenen Verschiebung gegenüber den Vektoren v_z , v_s der Zeilen- bzw. Spaltensummen zu korrelieren, um so die Stelle mit der besten Übereinstimmung zu finden. Es wird dadurch zusätzlich die Translation (Versatz) ermittelt, denn die Stelle, an der die Korrelation maximal ist, ergibt die Translation relativ zu einer auf dem Transportband und zur Kamera festgelegten Ursprungsposition bzw. Ausgangsposition.

Insbesondere bei kleinen Winkelunterschieden werden sich die v_s , v_z Vektoren der Zeilen- bzw. Spaltensummen nur wenig voneinander unterscheiden. Es ist daher wichtig, dass die Projektionsfunktionen f_{PR} , f_{PR}' nicht gestört sind. Wenn das Druckwerk 100 Teile enthält, die starken Variationen unterworfen sind, beispielsweise die Seriennummer, bzw. deren Helligkeit stark variieren kann, beispielsweise bei Kinegrammen oder anderen glänzenden Teilen bzw. transparenten Teilen, dann sollen diese Teile des Druckwerks 100 bzw. von dessen Aufnahme nicht in die Projektionsfunktionen f_{PR} , f_{PR}' Eingang finden, also ausmaskiert werden. Die Form der Maske 31, 32, 33, beispielhaft dargestellt in Fig. 4, kann prinzipiell beliebig sein und ist an den jeweils zu untersuchenden Geldschein 1 angepasst.

Um einen Teil des Druckwerks 100 ausmaskieren zu können, muss die Verdrehung und Translation des Druckwerks 100 zumindest näherungsweise bekannt sein. Sobald es zumindest eine Schätzung der Verdrehung und Translation gibt, kann die zugehörige Transformation berechnet werden, um die Maske in dem zu prüfenden Druckwerk 100 korrekt positionieren zu können.

Die Projektionen für die Projektionsfunktionen werden dann unter Vernachlässigung der Beiträge der maskierten Teile gebildet.

010795

1

Dies ist jedoch erst möglich, sobald ein Teil des Druckwerks 100 aufgenommen wurde und durch die teilweise verfügbaren Projektionsfunktionen eine erste Schätzung der Verdrehung und Translation vorliegt. So wird nach der Aufnahme weniger Zeichenbilder ein vorläufiger Verdrehungswinkel $\varnothing_v$ nach den bereits beschriebenen Verfahren ermittelt. Die Masken sind also nicht in dem Teil des Geldscheins ~~10~~ angeordnet, der zuerst aufgenommen wird. Da die Translation allerdings relativ einfach zu finden ist und in einer ersten Näherung von einer Verdrehung von 0° ausgegangen werden kann, ist diese Einschränkung nicht sehr schwerwiegend, denn sie betrifft zumeist nur wenige Zeilen der Aufnahme des Druckwerks 100.

Die Bereiche auf dem Referenzbild werden mittels dieser Transformation auf das aus den einzelnen Zeilenbildern zusammengesetzte Flächenbild abgebildet, wobei die Intensitätswerte der Punkte des durch die Transformation erzielten Abbilds dieser Bereiche nicht für die Bildung der Projektionsfunktionen herangezogen werden.

Weiters besteht ein Problem darin, den Hintergrund 101 bei der Bestimmung der Projektionsfunktionen f_{PR} , f_{PR}' korrekt zur Laufzeit auszumaskieren, da die Unterdrückung des Hintergrunds 101 bei den ersten hellen Pixeln mit dem Aufsummieren vorgenommen werden sollte, zu einem Zeitpunkt, zu dem noch keine Winkelschätzung bzw. Schätzung der Translation vorliegen. Im folgenden wird gezeigt, dass der Einfluss des Hintergrunds 101 aber auch noch zu einem späteren Zeitpunkt rechnerisch eliminiert werden kann.

Die Hintergrundpixel werden bei der ersten Aufnahme zwangsläufig mit aufsummiert und bei Vorliegen einer ersten Näherung des Verdrehungswinkels wieder eliminiert. Dies ist einfach möglich, da vor bzw. nach der Aufnahme des Druckwerks 100 eine oder einige Hintergrundzeilen aufgenommen werden können und die Hintergrundzeile bis auf kleine Schwankungen immer gleich bleibt, da die Zeilenkamera und der Hintergrund unbewegt sind und die Zeilenkamera demnach immer genau dieselbe Hintergrundzeile aufnimmt. Der Helligkeitswert des Hintergrunds für jedes Pixel der Zeile ist somit bekannt. Je nach dem zumindest näherungsweise bekannten Verdrehungswinkel $\varnothing_{max}$ und der ebenfalls bestimmten Verschiebung kann vorher anhand der Vorlage berechnet werden, welche Pixel zum Hintergrund gehören. Zur Ermittlung einer genaueren Zeilensumme, wird für jede Zeile die Summe der Intensitätswerte der Hintergrundpixel von der vorläufigen Zeilensumme abgezogen. Zur Ermittlung einer genaueren Spaltensumme, wird für jedes Pixel der Intensitätswert des Hintergrund-Spaltenpixels mit dem Wert, wie viele Pixel in dieser Spalte zum Hintergrund gehören, multipliziert und von der vorläufigen Spaltensumme abgezogen. Für die Vektoren v_s , v_z von Spalten- bzw. Zeilensummen wird natürlich der analoge Vorgang durchgeführt, d.h. die vorlagenspezifischen Hintergrundwerte werden abgezogen, um die zugehörigen Vektoren v_s , v_z für die Zeilensummen zu erhalten.

1. Verfahren zur Bestimmung der Ausrichtung eines aufgenommenen Druckwerks (100), das durch den Aufnahmebereich eines Zeilensensors (21) bewegt wird, und der Zeilensensor für vorgegebene, insbesondere periodisch aufeinanderfolgende, Zeitpunkte digitale Zeilenbilder, umfassend eine Vielzahl von den einzelnen Pixeln zugeordneten Intensitätswerten, liefert,
 - a) wobei ein Referenz-Digitalbild (1) vorgegeben wird, das als Vorlage für den Druck des aufgenommenen Druckwerks herangezogen worden ist oder von einer Vorlage erstellt ist,
 - b) wobei das Referenz-Digitalbild (1) schrittweise um vorgegebene Winkel ($\emptyset$) relativ zu seiner Ausgangslage gedreht wird und nach jeder der Drehungen des Referenz-Digitalbilds (1) jeweils ein Vektor (v_s , v_z) aller Zeilensummen und/oder Spaltensummen des so verdrehten Referenz-Digitalbilds (1') ermittelt werden und gemeinsam mit dem jeweiligen Winkel ($\emptyset$) zum vorgegebenen Referenz-Digitalbild (1) abgespeichert werden,
 - c) wobei eine erste Projektion als Summe der Intensitätswerte (I) aller Pixel jedes einzelnen Zeilenbilds ermittelt und als Funktionswert einer ersten Projektionsfunktion (f_{PR}) eingetragen wird, und/oder eine zweite Projektion als Summe der Intensitätswerte (I) für jedes einzelne Pixel über eine vorgegebene Zeitspanne ermittelt und als Funktionswert einer zweiten Projektionsfunktion (f_{PR}') eingetragen wird, und
 - d) wobei die erste Projektionsfunktion (f_{PR}) mit den aufgenommenen Vektoren (v_z) der ermittelten Zeilensummen korreliert und ein erstes Vergleichsmaß (M) für deren Übereinstimmung ermittelt wird und/oder dass die zweite Projektionsfunktion (f_{PR}') mit den aufgenommenen Vektoren (v_s) der ermittelten Spaltensummen korreliert und ein zweites Vergleichsmaß (M') für deren Übereinstimmung ermittelt wird,
 - e) wobei diejenigen der Winkel ($\emptyset$) ausgewählt werden, für die das erste Vergleichsmaß (M) bzw. das zweite Vergleichsmaß (M') die größte Übereinstimmung zeigen und einer dieser Winkel (Ψ) und/oder ein gewichtetes Mittel dieser beiden Winkel ($\emptyset$) als Verdrehungswinkel ($\emptyset_{max}$) des aufgenommenen Druckwerks gegenüber dem Zeilensensor angesehen wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Einlesen jedes neuen Zeilenbilds die Zeilensumme der aufgenommenen Intensitätswerte ermittelt wird und am Ende der ersten Projektionsfunktion (f_{PR}) als Funktionswert angehängt wird und das aufgenommene Zeilenbild pixelweise zur zweiten Projektionsfunktion (f_{PR}') addiert wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Projektionsfunktion (f_{PR}') vor der Aufnahme der Zeilenbilder, insbesondere eines Druckwerks, und/oder nach einer vorgegebenen Zeitspanne auf null gesetzt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach jeder Aufnahme eines Zeilenbilds das erste Vergleichsmaß (M) und das zweite Vergleichsmaß (M') neu bestimmt werden und basierend auf diesen Vergleichsmaßen (M , M') der Verdrehungswinkel ($\varnothing_{\max}$) neu ermittelt wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von aufgenommenen Zeilenbildern abgespeichert wird und Zeilenbilder, deren Aufnahme eine vorgegebene Zeitspanne zurückliegt, nicht mehr zur Summenbildung für die Ermittlung der zweiten Projektionsfunktion ($f_{PR'}$) herangezogen werden.

6. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) bei der Ermittlung des ersten und/oder zweiten Vergleichsmaßes (M , M') die erste und/oder die zweite Projektionsfunktion (f_{PR} , $f_{PR'}$) und der Vektor der Zeilen- und/oder der Spaltensummen (v_z , v_s) elementweise gegeneinander verschoben werden
- b) und das größte ermittelte Vergleichsmaß (M , M') für die weiteren Berechnungen herangezogen wird, wobei gegebenenfalls
- c) die Verschiebung des Druckwerks (100) in bzw. normal zu seiner Transportrichtung gegenüber dem Zeilensensor (21) derjenigen Verschiebung gleichgesetzt wird, bei der das größte Vergleichsmaß (M , M') für die Übereinstimmung erzielt wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) vor der Aufnahme eines Druckwerks im Aufnahmebereich des Zeilensensors ein Hintergrund-Zeilenbild aufgenommen wird, und
- b) bei der Bestimmung der Zeilenbilder lediglich jene einzelnen Pixeln zugeordneten Intensitätswerte herangezogen werden, die eine Abbildung des aufgenommenen Druckwerks (100) darstellen.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden randnächsten Pixel (x_1 , x_2) des Zeilenbilds ermittelt werden, deren Intensitätswerte sich vom Hintergrund um ein vorgegebenes Vergleichsmaß unterscheiden und lediglich Intensitätswerte von Pixeln, die sich zwischen diesen beiden ermittelten Pixeln befinden, für die Bildung der Projektionsfunktionen (f_{PR} , $f_{PR'}$) herangezogen werden.

9. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) Bereiche auf dem Referenz-Digitalbild (1) vorgegeben werden, die nicht für die Bildung der Vektoren (v_z , v_s) der Spalten- und Zeilensummen herangezogen werden sollen,
- b) diese Bereiche bei der Bildung der Vektoren (v_s , v_z) der Spalten- und Zeilensummen unberücksichtigt bleiben,

c) nach Aufzeichnung einer Anzahl von Zeilen, ein vorläufiger Verdrehungswinkel ($\varnothing_v$) sowie eine auf diesem basierende Transformation bestimmt wird, welche die Bildpunkte eines aus den Zeilenbildern zusammengesetzten Flächenbilds auf das Referenz-Digitalbild (1) abbildet, d) die Intensitätswerte (I) der Pixel derjenigen Bereiche der Zeilenbilder (BZ), die gemäß der bestimmten Transformation auf die Bereiche auf dem Referenz-Digitalbild (1) abgebildet werden, die bei der Bildung der Vektoren (v_s , v_z) der Spalten- und Zeilensummen unberücksichtigt bleiben, auch für die Berechnung der Projektionsfunktionen (f_{PR} , f_{PR}') unberücksichtigt bleiben.

10. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass a) zur Bestimmung des Verdrehungswinkels ($\varnothing_{max}$) die Vergleichsmaße (M, M') für die Übereinstimmung zwischen einer Projektionsfunktion (f_{PR} , f_{PR}') und einem Vektor (v_s , v_z) für eine Anzahl von Winkeln gebildet werden, b) dass im Bereich des Maximums des Vergleichsmaßes eine Anzahl von Paaren mit jeweils einem Winkel ($\varnothing$) und einem zugehörigen Vergleichsmaß (M, M') gebildet werden, c) dass mit diesen Paaren eine, vorteilhafterweise polynomische, Ausgleichsfunktion, insbesondere von zweitem Grad, gebildet wird, deren Maximum (M_{max} , M'_{max}) ermittelt wird und d) der einem dieser Maxima zugeordneten Verdrehungswinkel ($\varnothing_{max}$, $\varnothing'_{max}$) bzw. ein gewichtetes Mittel von $\varnothing_{max}$ und $\varnothing'_{max}$ als tatsächlicher Verdrehungswinkel des Druckwerks (100) angesehen wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass a) vorab die Intensität des Hintergrunds (101) ermittelt wird, b) dass nach Vorliegen einer ersten Schätzung des Winkels ($\varnothing_{max}$) die Anzahl der den Hintergrund (101) aufnehmenden Pixel pro Zeile bzw. pro Spalte für jede erste bzw. zweite Projektion ermittelt wird und c) dass der vom Hintergrund (101) hervorgerufene Anteil an jeder ersten und zweiten Projektion basierend auf der geschätzten Winkellage des Druckwerks (100) sowie dem vorab aufgezeichneten Hintergrund (100) ermittelt und von der jeweiligen ersten und zweiten Projektion abgezogen werden.

12. Datenträger auf dem ein Programm zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 abgespeichert ist.

13. Datenträger mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgeführt wird.

14. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln eingerichtet zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird,
15. Computerprogramm nach Anspruch 14, gespeichert auf einem Datenträger.
16. Computerprogrammprodukt mit Programmcode zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

Wien, 28. Oktober 2009

010793

1

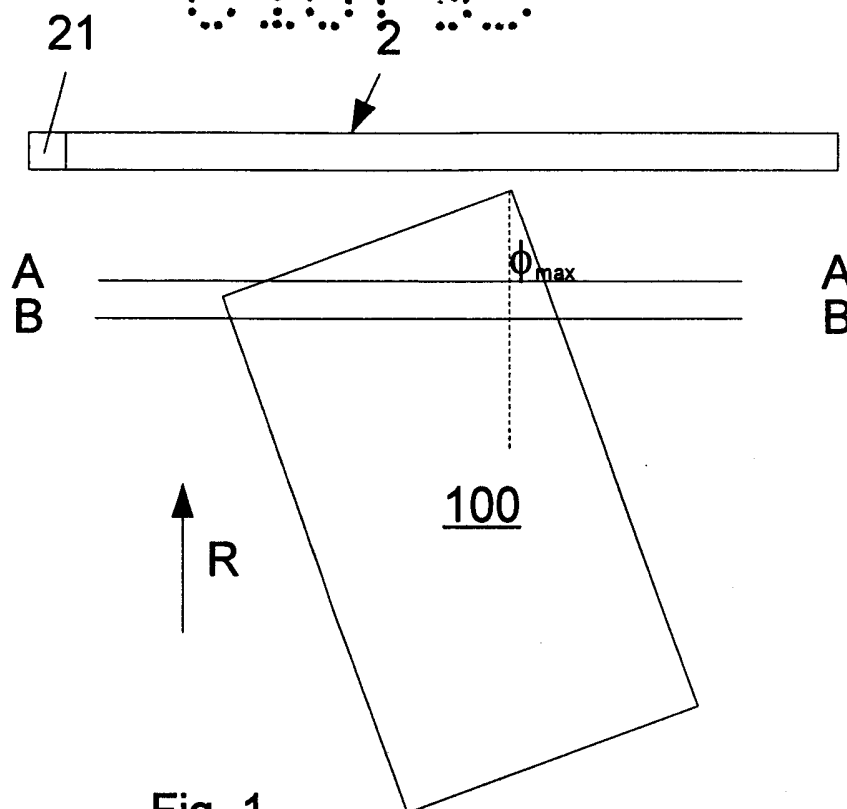


Fig. 1

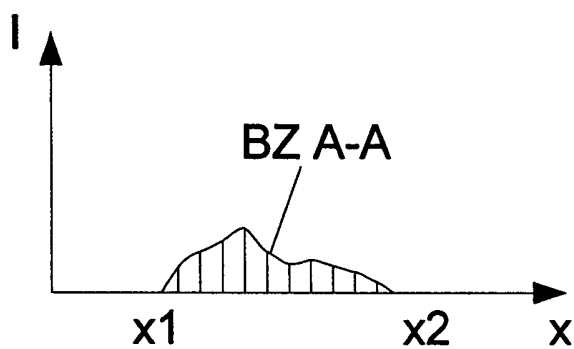


Fig. 1a

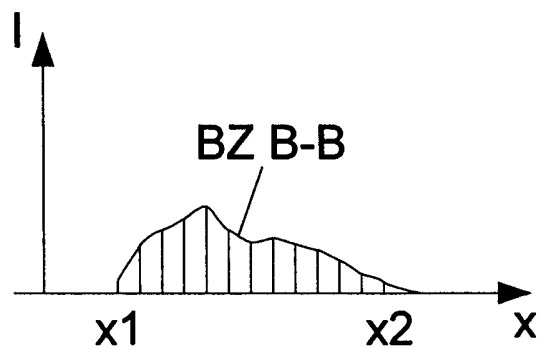


Fig. 1b

010795

1

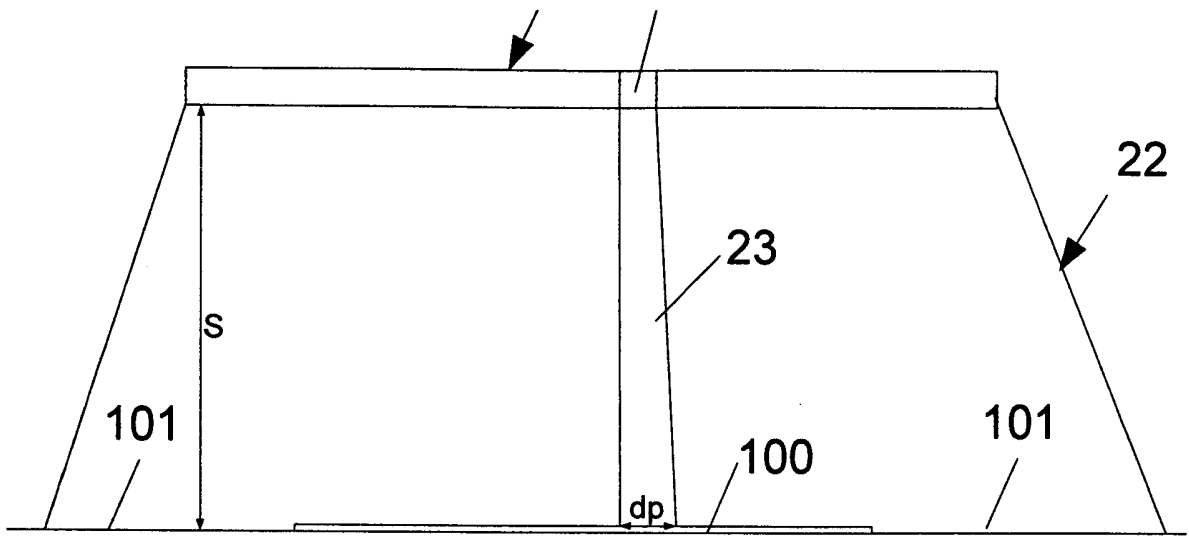


Fig. 2

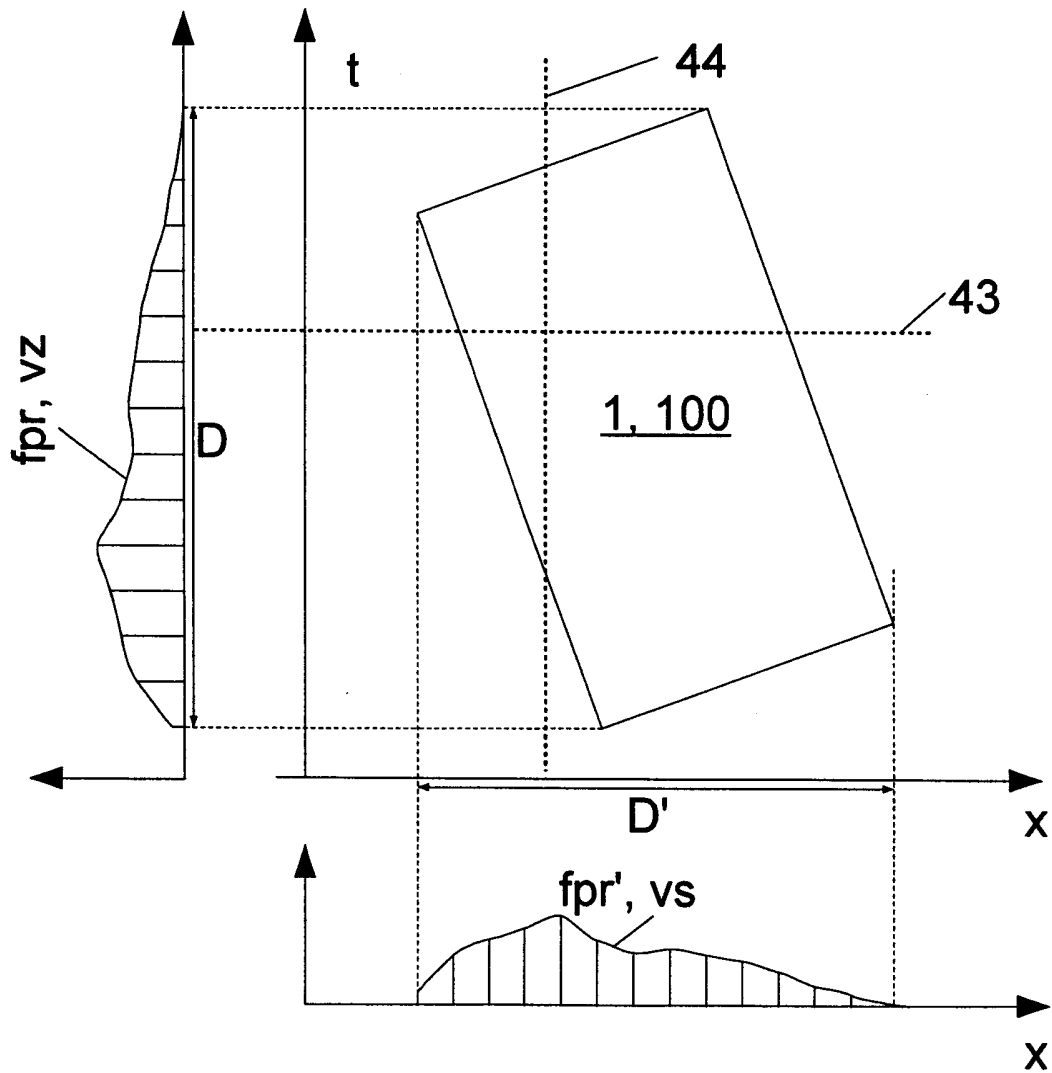


Fig. 3

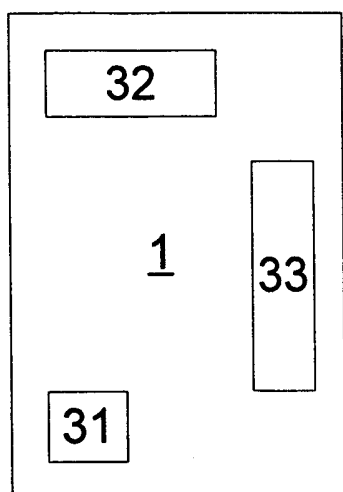


Fig. 4

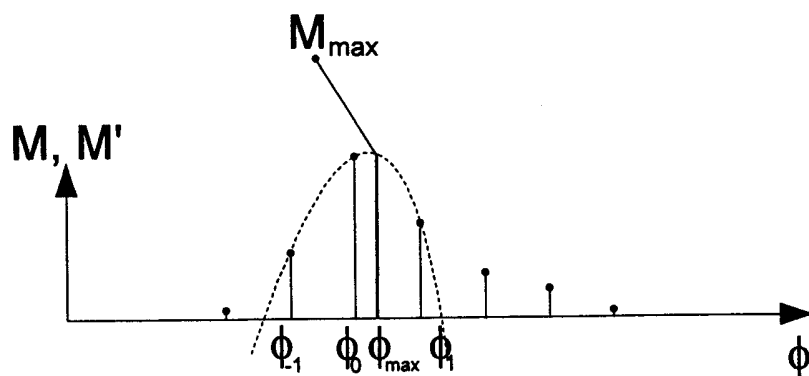


Fig. 5

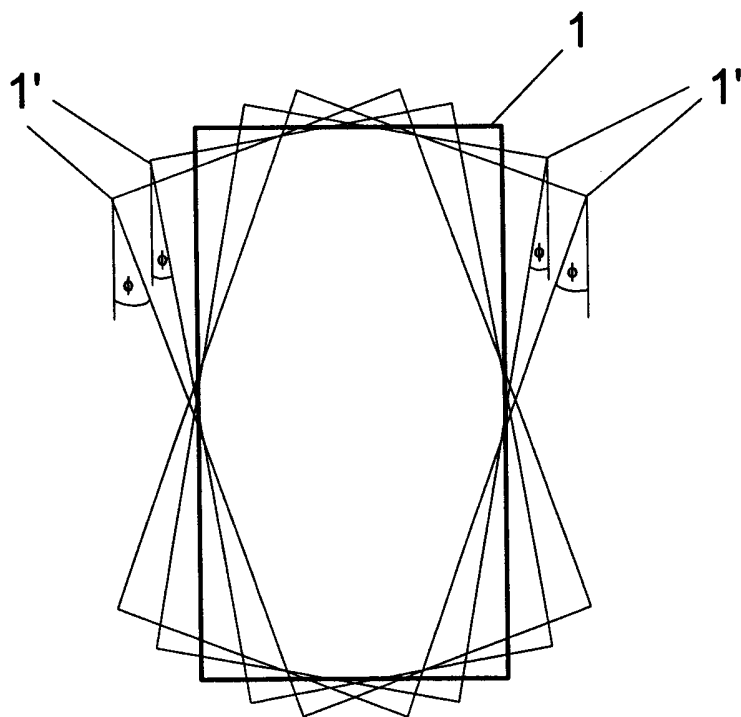
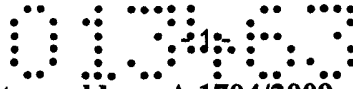


Fig. 6



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung der Ausrichtung eines aufgenommenen Druckwerks (100), das durch den Aufnahmebereich eines Zeilensensors (21) bewegt wird, und der Zeilensensor für vorgegebene, insbesondere periodisch aufeinanderfolgende, Zeitpunkte digitale Zeilenbilder, umfassend eine Vielzahl von den einzelnen Pixeln zugeordneten Intensitätswerten, liefert,
- a) wobei ein Referenz-Digitalbild (1) vorgegeben wird, das als Vorlage für den Druck des aufgenommenen Druckwerks herangezogen worden ist oder von einer Vorlage erstellt ist,
 - b) wobei das Referenz-Digitalbild (1) schrittweise um vorgegebene Winkel ($\emptyset$) relativ zu seiner Ausgangslage gedreht wird und nach jeder der Drehungen des Referenz-Digitalbilds (1) jeweils ein Vektor (v_s , v_z) aller Zeilensummen und/oder Spaltensummen des so verdrehten Referenz-Digitalbilds (1') ermittelt werden und gemeinsam mit dem jeweiligen Winkel ($\emptyset$) zum vorgegebenen Referenz-Digitalbild (1) abgespeichert werden,
 - c) wobei eine erste Projektion als Summe der Intensitätswerte (I) aller Pixel jedes einzelnen Zeilenbilds ermittelt und als Funktionswert einer ersten Projektionsfunktion (f_{PR}) eingetragen wird, und/oder eine zweite Projektion als Summe der Intensitätswerte (I) für jedes einzelne Pixel über eine vorgegebene Zeitspanne ermittelt und als Funktionswert einer zweiten Projektionsfunktion ($f_{PR'}$) eingetragen wird, und
 - d) wobei die erste Projektionsfunktion (f_{PR}) mit den aufgenommenen Vektoren (v_z) der ermittelten Zeilensummen korreliert und ein erstes Vergleichsmaß (M) für deren Übereinstimmung ermittelt wird und/oder dass die zweite Projektionsfunktion ($f_{PR'}$) mit den aufgenommenen Vektoren (v_s) der ermittelten Spaltensummen korreliert und ein zweites Vergleichsmaß (M') für deren Übereinstimmung ermittelt wird,
 - e) wobei diejenigen der Winkel ($\emptyset$) ausgewählt werden, für die das erste Vergleichsmaß (M) bzw. das zweite Vergleichsmaß (M') die größte Übereinstimmung zeigen und einer dieser Winkel ($\emptyset$) und/oder ein gewichtetes Mittel dieser beiden Winkel ($\emptyset$) als Verdrehungswinkel ($\emptyset_{max}$) des aufgenommenen Druckwerks gegenüber dem Zeilensensor angesehen wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Einlesen jedes neuen Zeilenbilds die Zeilensumme der aufgenommenen Intensitätswerte ermittelt wird und am Ende der ersten Projektionsfunktion (f_{PR}) als Funktionswert angehängt wird und das aufgenommene Zeilenbild pixelweise zur zweiten Projektionsfunktion ($f_{PR'}$) addiert wird.

NACHGEREICHT



3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Projektionsfunktion (f_{PR}') vor der Aufnahme der Zeilenbilder, insbesondere eines Druckwerks, und/oder nach einer vorgegebenen Zeitspanne auf null gesetzt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach jeder Aufnahme eines Zeilenbilds das erste Vergleichsmaß (M) und das zweite Vergleichsmaß (M') neu bestimmt werden und basierend auf diesen Vergleichsmaßen (M , M') der Verdrehungswinkel ($\varnothing_{max}$) neu ermittelt wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Anzahl von aufgenommenen Zeilenbildern abgespeichert wird und Zeilenbilder, deren Aufnahme eine vorgegebene Zeitspanne zurückliegt, nicht mehr zur Summenbildung für die Ermittlung der zweiten Projektionsfunktion (f_{PR}') herangezogen werden.

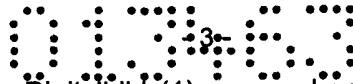
6. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
a) bei der Ermittlung des ersten und/oder zweiten Vergleichsmaßes (M , M') die erste und/oder die zweite Projektionsfunktion (f_{PR} , f_{PR}') und der Vektor der Zeilen- und/oder der Spaltensummen (v_z , v_s) elementweise gegeneinander verschoben werden
b) und das größte ermittelte Vergleichsmaß (M , M') für die weiteren Berechnungen herangezogen wird, wobei gegebenenfalls
c) die Verschiebung des Druckwerks (100) in bzw. normal zu seiner Transportrichtung gegenüber dem Zeilensensor (2) derjenigen Verschiebung gleichgesetzt wird, bei der das größte Vergleichsmaß (M , M') für die Übereinstimmung erzielt wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
a) vor der Aufnahme eines Druckwerks im Aufnahmebereich des Zeilensensors ein Hintergrund-Zeilenbild aufgenommen wird, und
b) bei der Bestimmung der Zeilenbilder lediglich jene einzelnen Pixeln zugeordneten Intensitätswerte herangezogen werden, die eine Abbildung des aufgenommenen Druckwerks (100) darstellen.

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden randnächsten Pixel (x_1 , x_2) des Zeilenbilds ermittelt werden, deren Intensitätswerte sich vom Hintergrund um ein vorgegebenes Vergleichsmaß unterscheiden und lediglich Intensitätswerte von Pixeln, die sich zwischen diesen beiden ermittelten Pixeln befinden, für die Bildung der Projektionsfunktionen (f_{PR} , f_{PR}') herangezogen werden.

9. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

NACHGEREICHT



- a) Bereiche auf dem Referenz-Digitalbild (1) vorgegeben werden, die nicht für die Bildung der Vektoren (v_z , v_s) der Spalten- und Zeilensummen herangezogen werden sollen,
- b) diese Bereiche bei der Bildung der Vektoren (v_s , v_z) der Spalten- und Zeilensummen unberücksichtigt bleiben,
- c) nach Aufzeichnung einer Anzahl von Zeilen, ein vorläufiger Verdrehungswinkel ($\emptyset_v$) sowie eine auf diesem basierende Transformation bestimmt wird, welche die Bildpunkte eines aus den Zeilenbildern zusammengesetzten Flächenbilds auf das Referenz-Digitalbild (1) abbildet,
- d) die Intensitätswerte (I) der Pixel derjenigen Bereiche der Zeilenbilder (BZ), die gemäß der bestimmten Transformation auf die Bereiche auf dem Referenz-Digitalbild (1) abgebildet werden, die bei der Bildung der Vektoren (v_s , v_z) der Spalten- und Zeilensummen unberücksichtigt bleiben, auch für die Berechnung der Projektionsfunktionen (f_{PR} , f_{PR}') unberücksichtigt bleiben.

10. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) zur Bestimmung des Verdrehungswinkels ($\emptyset_{max}$) die Vergleichsmaße (M , M') für die Übereinstimmung zwischen einer Projektionsfunktion (f_{PR} , f_{PR}') und einem Vektor (v_s , v_z) für eine Anzahl von Winkeln gebildet werden,
 - b) dass im Bereich des Maximums des Vergleichsmaßes eine Anzahl von Paaren mit jeweils einem Winkel ($\emptyset$) und einem zugehörigen Vergleichsmaß (M , M') gebildet werden,
 - c) dass mit diesen Paaren eine, vorteilhafterweise polynomische, Ausgleichsfunktion, insbesondere von zweitem Grad, gebildet wird, deren Maximum (M_{max} , M'_{max}) ermittelt wird und
 - d) der einem dieser Maxima zugeordneten Verdrehungswinkel ($\emptyset_{max}$, $\emptyset'_{max}$) bzw. ein gewichtetes Mittel von $\emptyset_{max}$ und $\emptyset'_{max}$ als tatsächlicher Verdrehungswinkel des Druckwerks (100) angesehen wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- a) vorab die Intensität des Hintergrunds (101) ermittelt wird,
 - b) dass nach Vorliegen einer ersten Schätzung des Winkels ($\emptyset_{max}$) die Anzahl der den Hintergrund (101) aufnehmenden Pixel pro Zeile bzw. pro Spalte für jede erste bzw. zweite Projektion ermittelt wird und
 - c) dass der vom Hintergrund (101) hervorgerufene Anteil an jeder ersten und zweiten Projektion basierend auf der geschätzten Winkellage des Druckwerks (100) sowie dem vorab aufgezeichneten Hintergrund (100) ermittelt und von der jeweiligen ersten und zweiten Projektion abgezogen werden.

12. Datenträger auf dem ein Programm zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 abgespeichert ist.

NACHGEREICHT

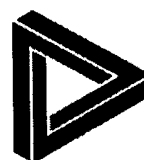
0134-63

13. Datenträger mit elektronisch auslesbaren Steuersignalen, die so mit einem programmierbaren Computersystem zusammenwirken können, dass ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausgeführt wird.

14. Computerprogrammprodukt mit Programmcode zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

Wien, 17. Dezember 2010

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : G07D 7/20 (2006.01); H04N 1/00 (2006.01); G07D 7/06 (2006.01); G07D 7/12 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: G07D 7/20B , H04N 1/00G , G07D 7/06 , G07D 7/12		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G07D , H04N , G06T , G06K		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC , WPI , cl txtn		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 28. Oktober 2009 eingereichten Ansprüchen 1 - 16 erstellt.		
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	US 2005 133 339 A1 (MUKAI MASANORI) 23. Juni 2005 (23.06.2005) <i>Fig. 2, 23, 24, 25, [0050], [0058], [0059], [0118], [0131], [0134], Anspruch 1</i> --	1 - 16
A	US 2009 268 258 A1 (YOSHIZAWA FUMIO) 29. Jänner 2009 (29.01.2009) <i>Fig. 2, [0035], [0037], Anspruch 1</i> --	1 - 16
A	EP 0 067 898 A1 (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 29. Dezember 1982 (29.12.1982) <i>Fig. 1, Seite 2 Zeile 6 - Seite 6 Zeile 8, Seite 15 Zeile 26 - Seite 17 Zeile 16</i> --	1 - 16
A	EP 0 802 510 A2 (GLORY KOGYO KK) 22. Oktober 1997 (22.10.1997) <i>Fig. 1, 7, 10A, Seite 3 Zeilen 21 - 51, Seite 5 Anspruch 1</i> --	1 - 16
A	GB 2 309 298 A (MARS INC) 23. Juli 1997 (23.07.1997) <i>Fig. 2, Seite 12 Zeile 20 - Seite 13 Zeile 6, Anspruch 1</i> ----	1 - 16
Datum der Beendigung der Recherche: 22. September 2010		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt
		Prüfer(in): Dipl.-Ing. STEINZ-KRISMANIC
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmel- gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmel- gegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		