



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Int. Cl.³: G 03 B 27/80



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

PATENTSCHRIFT A5

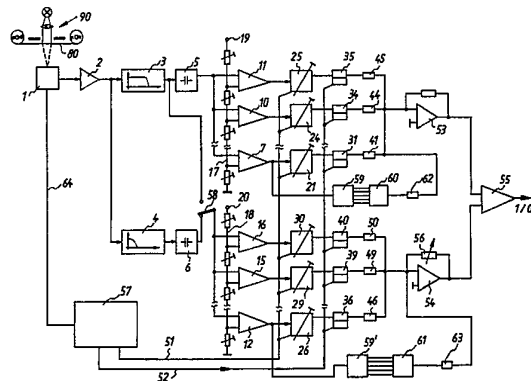
(11)

638 625

(21) Gesuchsnummer:	3063/81	(73) Inhaber:	Agfa-Gevaert Aktiengesellschaft, Leverkusen (DE)
(62) Teilgesuch von:	14472/77	(72) Erfinder:	Hubert Dedden, Langenfeld (DE) Jürgen Pfungst, Leverkusen (DE)
(22) Anmeldungsdatum:	25.11.1977	(74) Vertreter:	Agfa-Gevaert AG, Dübendorf
(30) Priorität(en):	03.12.1976 DE 2654943		
(24) Patent erteilt:	30.09.1983		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	30.09.1983		

(54) Verfahren zur Vorprüfung von Kopiervorlagen.

(57) Kopiervorlagen unterschiedlicher Bildschärfe sollen mittels einer lichtelektrischen Abtastung auf ihre Kopierfähigkeit geprüft werden. Zu diesem Zweck tastet ein Vidikon (1) die Bildvorlage (80) zeilenförmig ab, sodann wird die Differenz der Maximal- und der Minimaldichte gebildet sowie der maximale Dichtegradient $dD-dx$ gesucht. Der Quotient aus dem maximalen Dichtegradienten und dem grössten Dichteunterschied der Vorlage wird dann als erster Schärfequotient Q_K festgehalten. Ferner wird ein Quotient Q_V zwischen dem maximalen Dichtegradienten bei hoher Bandbreite und dem maximalen Dichtegradienten des von der gleichen Vorlage abgeleiteten und durch Wegnahme der oberen Ortsfrequenzbereiche unscharf gemachten Bildinhaltes gebildet. Schliesslich wird ein Quotient Q_H zwischen der Häufigkeit der Überschreitung eines festgelegten Schwellwertes durch den Dichtegradienten in der Vorlage und der Häufigkeit dieser Überschreitung durch den Dichtegradienten des von der gleichen Vorlage abgeleiteten und durch Wegnahme der oberen Ortsfrequenzbereiche unscharf gemachten Bildinhaltes gebildet. Diese drei Schärfequotienten Q_K , Q_V und Q_H werden sodann zur Klassierung in scharfe bzw. unscharfe Bildvorlagen miteinander multipliziert.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Vorprüfung von zu einem Vorlagenband zusammengefassten Kopiervorlagen unterschiedlicher Bildschärfe auf Kopierfähigkeit mittels einer lichtelektrischen Abtastung, dadurch gekennzeichnet, dass die in Prüfposition befindliche Kopiervorlage linienförmig abgetastet, jeweils der Quotient Q_K zwischen dem maximalen Dichtegradienten und dem Dichtumfang der Vorlage gebildet, ein Quotient Q_V zwischen dem maximalen Dichtegradienten bei hoher Bandbreite und dem maximalen Dichtegradienten des von der gleichen Vorlage abgeleiteten und durch Wegnahme der oberen Ortsfrequenzbereiche unscharf gemachten Bildinhaltes gebildet, der Quotient Q_H zwischen der Häufigkeit der Überschreitung eines festgelegten Schwellwertes durch den Dichtegradienten in der Vorlage und der Häufigkeit der Überschreitung durch den Dichtegradienten des von der gleichen Vorlage abgeleiteten und durch Wegnahme der oberen Ortsfrequenz unscharf gemachten Bildinhaltes gebildet wird und die verschiedenen Schärfquoten Q_K , Q_V und Q_H miteinander multipliziert werden und der Kopiervorgang dann ermöglicht wird, wenn das Multiplikationsergebnis oberhalb einer festgelegten Schwelle liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausreisserkorrektur nur Dichtegradienten von Bild-details zugelassen werden, die eine festgelegte Maximaldichte nicht überschreiten.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass höhere Ortsfrequenzen mittels eines vergrösserten Abtastpunktes eliminiert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Schärfprüfung nur ein Teilbereich der Vorlage herangezogen wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vorprüfung von zu einem Vorlagenband zusammengefassten Kopiervorlagen unterschiedlicher Bildschärfe auf Kopierfähigkeit mittels einer lichtelektrischen Abtastung.

Die Geräte zur automatischen Anfertigung von Kopien von Amateurfilmen weisen heute meist sehr komplizierte Einrichtungen zur automatischen Belichtungssteuerung auf. Mit diesen Einrichtungen kann auch das Kopieren von Negativen vermieden werden, welche völlig über- oder unterbelichtet und nicht mehr zu korrigieren sind. Mit der Entwicklung dieser Einrichtungen hat sich auch der Wunsch gebildet, unscharfe Negative, sei es verwackelte oder mit falscher Entfernungseinstellung aufgenommene Vorlagen, automatisch zu erkennen und von dem Kopiervorgang auszuschliessen. Derartige Kopien haben für den Amateur in der Regel keinen Wert, und eine Preisberechnung würde allgemein Verärgerung auslösen.

Es ist daher bereits vorgeschlagen worden (DT-OS 2244340), eine Kopiervorlage in der Grösse der Aufnahme-details fotoelektrisch auszumessen, die Wertedifferenz nebeneinanderliegender Bereiche mit Grenzwerten zu vergleichen und die Zahl bzw. Grösse der die Grenzwerte übersteigenden Differenzwerte aufzusummieren und als Mass für die Bildschärfe mit einem Sollwert zu vergleichen. Wird dieser Sollwert nicht erreicht, so muss der Kopiervorgang verhindert werden. Dieses Verfahren arbeitet jedoch noch nicht zuverlässig genug, um scharfe und unscharfe Bildinhalte bei niedrigem Bildkontrast oder geringem Detailreichtum zu unterscheiden.

Auch ist es bekannt, die Schärfmessung auf eine Dichte-Kontrastmessung in einem für die Schärfbeurteilung wesentlichen Ortsfrequenzbereich zurückzuführen («Bild und Ton» Heft 8/1970, S. 229-236). Auch dieses Verfahren ist jedoch

wegen der hohen Motiv- und Kontrastabhängigkeit der Ortsfrequenz- bzw. Dichtegradientenmessung mit starken Fehlern behaftet und für die automatische Bildschärfeerkennung nicht brauchbar.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das weitestgehend unabhängig von Bildkontrast und Bildmotiv sichere Schärfmessungen durchzuführen und damit eine Klassierung in scharfe bzw. unscharfe Bildvorlagen gestattet.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 beschriebene Erfindung gelöst.

Die Erfindung geht von folgenden Überlegungen aus: Die in einer Bildaufnahme auftretenden Konturschärfen der aufgenommenen Objekte sind stets kleiner oder gleich der durch die Kontrastübertragungseigenschaften der Fotoschicht begrenzten maximalen Kantenschärfe. Auf Bildaufnahmen, die nicht technischen oder wissenschaftlichen Zwecken dienen, befindet sich immer mindestens ein «Objekt» mit Umrandungen. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich auf einem scharfen Bild kein steiler, also scharfer, Dichteübergang befindet, ist äusserst gering. Wird bei der Untersuchung eines Bildes nirgendwo ein steiler Dichteübergang gefunden, dann ist dieses Bild als unscharf anzusehen, ohne dass der sonstige Bildinhalt, z.B. das Bildmotiv, berücksichtigt werden muss. Des weiteren hat jedes Bild an mindestens einem Bildflächenelement seine maximale Dichte und an mindestens einem anderen Bildflächenelement seine minimale Dichte. Die Differenz der beiden Dichten entspricht dem Dichtumfang des Bildes $D_{\max} - D_{\min}$. Nun kann die Dichtedifferenz zwischen zwei direkt benachbarten Bildflächenelementen niemals grösser werden als dieser Dichtumfang des Bildes, gemessen mit der gleichen Bildpunktfläche. D.h., dass dann die höchstmögliche Schärfe vorliegen muss, wenn der Quotient zwischen der im Bild an mindestens einer, aber beliebigen Stelle gefundenen maximalen Dichtedifferenz zweier benachbarter Bildpunkte und dem Dichtumfang gleich 1 wird. Dies gilt nur für gleiche Bildpunktgrösse. Wichtig ist dabei, dass beim Abtasten der Vorlage die Bildabtastpunktgrösse so klein und damit die Ortsfrequenzbandbreite so gross gewählt wird, dass die für die visuelle Schärfbeurteilung wichtigen Ortsfrequenzen erfasst werden. Statt der Dichtedifferenz kann auch der Dichtegradient gemessen werden.

Der Quotient aus dem maximalen Dichtegradienten dD/dx und dem maximalen Dichteunterschied der Vorlage wird dann als Schärfquotient Q_K bezeichnet, so dass sich folgende Formel ergibt: $Q_K = \text{Max}(dD/dx) / (\text{Max} D[x] - \text{Min} D[x])$.

Umfangreiche Messungen an verschiedenartigsten Vorlagen haben ergeben, dass der Schärfquotient weitgehend motivunabhängig und im linearen Teil der Gradationskurve der Fotoschicht auch kontrastunabhängig ist.

Dieser Schärfquotient wird also durch Vergleich mit einem vorgegebenen Schwellwert als erstes Kriterium für die Klassierung Scharf/Unscharf benutzt. Gemäss einer Ausgestaltung dieser Lösung kann durch geeignete Mittel das Signal für den Kontrastumfang der zu prüfenden Vorlagen auf gleichen, konstanten Pegel gebracht werden und dann der gemessene maximale Dichtegradient direkt als Schärfmass für den Vergleich verwendet werden:

$$Q_K = \underbrace{\frac{1}{\text{Max} D(x) - \text{Min} D(x)}}_{\text{const.}} \cdot \text{Max} \left(\frac{dD}{dx} \right);$$

Damit wird bereits eine sehr hohe Zuverlässigkeit für die Unterscheidung zwischen scharfen und unscharfen Vorlageinhalten erreicht, insbesondere auch, wenn der Vorlagenkontrast niedrig und/oder der Detailreichtum gering ist, das heisst, wenn nur wenige Objekte enthalten sind.

Eine zweite Überlegung beruht darauf, dass das Verhältnis

$$Q_V = \frac{\left(\frac{\text{Max } (dD/dx)}{\text{Max } D(x) - \text{Min } D(x)} \right) \text{hohe Bandbreite}}{\left(\frac{\text{Max } (dD/dx)}{\text{Max } D(x) - \text{Min } D(x)} \right) \text{niedrige Bandbreite}} = \frac{\text{Max } (dD/dx) \text{hohe Bandbreite}}{\text{Max } (dD/dx) \text{niedrige Bandbreite}}$$

Man geht davon aus, dass durch die Wegnahme der höheren Frequenzanteile im Vorlageninhalt und damit der feineren Details und der Konturenschärfe der Kontrastumfang nicht wesentlich verändert wird.

Ein weiteres Kriterium gründet sich auf folgende Überlegung: Ein scharfes Bild hat im allgemeinen einen höheren Detailreichtum als ein unscharfes Bild. Die Häufigkeit der Überschreitung eines Schwellwertes für den Dichtegradienten innerhalb eines Bildes kann nicht direkt als Schärfemass benutzt werden. Wenn jedoch die Bildvorlage sowohl mit hoher Frequenzbandbreite als auch mit niedriger Frequenzbandbreite abgetastet und die Häufigkeit H der Überschreitung eines festgelegten Schwellwertes S durch die Dichtegradienten verglichen wird, erhält man einen Schärfekoeffizienten Q_H , der als zusätzliches Kriterium für die Klassierung Scharf/Unschärf einsetzbar ist:

$$Q_H = \frac{H_S(dD/dx) \text{ hohe Bandbreite}}{H_S(dD/dx) \text{ niedrige Bandbreite}}$$

Erfindungsgemäss soll nun die statistische Klassierung durch multiplikative Kombination dieser Schärfekoeffizienten

$$Q_K \cdot Q_V \cdot Q_H$$

verbessert werden, wobei eine nahezu eindeutige Erkennung der unscharfen Bilder auch bei niedrigem Kontrast trotz durch Staubpartikel oder durch Reflexionen an spiegelnden Oberflächen gestörten Bildern erfolgt. Bei einer Vielzahl von gemessenen Probevorlagen ist beispielsweise nicht eine als scharf und kopierfähiges Negativ anzusehende Vorlage als «unscharf» klassifiziert worden; dagegen ist die Mehrzahl der unscharfen Vorlagen erkannt worden.

Das erfindungsgemässe Verfahren wird durch ein Ausführungsbeispiel anhand einer einzigen Figur erläutert. In dieser Figur ist ein Blockschaltbild einer Messvorrichtung wiedergegeben, mit welcher die einzelnen Schärfekoeffizienten bestimmbar sind.

In der Figur ist mit 1 eine Bildabtasteinrichtung, z.B. ein Vidikon wiedergegeben, die eine in Prüfposition befindliche Vorlage 80 abtastet. Die im wesentlichen aus Lichtquelle, Optik, Bildbühne und Transporteinrichtung für die Vorlage bestehende Messeinrichtung 90 ist nur skizzenhaft angedeutet. Die Bildkamera 1 liefert ihr Videosignal über einen Logarithmiervverstärker 2 an zwei parallel liegende Frequenzfilter 3 und 4. Das eine Frequenzfilter 3 führt zu einem ersten Differenzglied 5 und das die oberen Frequenzanteile unterdrückende Frequenzfilter 4 zu einem Differenzglied 6. Die Ausgänge der Differenzglieder 5 und 6 liegen an Diskriminatorketten, welche im wesentlichen aus Komparatoren 7 bis 11 bzw. 12 bis 16 bestehen. Die zweiten Eingänge dieser Kompa-

des maximalen Dichtegradienten der Vorlage zu dem maximalen Dichtegradienten des von der gleichen Vorlage abgeleiteten und durch Ausfilterung der für die Schärfe massgebenden höheren Ortsfrequenzbereiche unscharf gemachten Vorlageninhalts als Schärfekoeffizient Q_V für die Klassierung benutzt wird, und zwar nach der Formel:

ratoren sind mit einer Spannungsteilerkette 17 bzw. 18 verbunden. An die Komparatoren 7 bis 11 bzw. 12 bis 16 schliessen sich Vorwahlzähler 21 bis 25 bzw. 26 bis 30 an, welche wiederum mit Speicherelementen 31 bis 35 bzw. 36 bis 40 verbunden sind. Die Ausgänge dieser Speicherelemente liegen über Widerstände 41 bis 45 bzw. 46 bis 50 an einem Summiervverstärker 53 bzw. 54. Der Ausgang des Summiervverstärkers 53 liegt an dem einen Eingang eines Komparators 55, wogegen der Ausgang des Summiervverstärkers 54 an dem anderen Eingang des Komparators 55 liegt.

Ein Taktgeber 57 ist sowohl über eine Synchronisierleitung 64 mit dem Vidikon 1 als auch über Löschleitungen 51 und 52 mit den zweiten Eingängen der Vorwahlzähler 21 bis 30 bzw. der Speicherelemente 31 bis 40 verbunden. Parallel zum Summiervverstärker 54 ist ein Potentiometer 56 geschaltet, das zur Einstellung des Schwellwertes für den Vergleich der den maximalen Dichtegradienten entsprechenden Analogspannungen am Komparator 55 dient.

Die Wirkungsweise der bis hierhin beschriebenen Vorrichtung ist nun folgendermassen:

Die Bildkamera bzw. das Vidikon 1 tastet die zu klassierende Bildvorlage 80 oder einen Teil davon zeilenförmig ab und führt das dabei entstehende Videosignal über den Logarithmiervverstärker 2 den beiden Frequenzfiltern 3 und 4 zu. Das Tiefpassfilter 3 überträgt das gesamte Frequenzspektrum, wogegen das Tiefpassfilter 4 die für die Schärfbeurteilung wichtigen oberen Frequenzanteile unterdrückt. Die so gefilterten Videosignale werden jeweils in den Differenzgliedern 5 und 6 differenziert und die den Dichtegradienten des Bildinhaltes entsprechenden differenzierten Videosignale der jeweiligen Diskriminator-kette, nämlich den Komparatoren 7 bis 11 bzw. 12 bis 16 zugeführt. Mit Hilfe von an den justierbaren Spannungsteilern 17 und 18 anliegenden Referenzspannungen 19 bzw. 20 werden die differenzierten Videosignale in den Komparatoren 7 bis 11 bzw. 12 bis 16 derart diskriminiert, dass für jede Überschreitung der durch die Spannungsteiler 17 und 18 eingestellten Komparatorpegel ein Impuls in dem zugehörigen Vorwahlzähler 21 bis 25 bzw. 26 bis 30 gezählt wird. Die Vorwahl dieser Vorwahlzähler ist so eingestellt, dass je Abtastzeile des Vidikons 1 erst eine bestimmte Impulszahl überschritten werden muss, ehe das zugehörige Speicherelement 31 bis 35 bzw. 36 bis 40 gesetzt wird. Am Zeilenende werden über die Zeilenlöschleitung 51 die Vorwahlzähler 21 bis 25 bzw. 26 bis 30 wieder gelöscht. Beim Überlauf der Vorwahlzähler werden die Speicherelemente 31 bis 35 bzw. 36 bis 40 gesetzt. Die Bauelemente 7 bis 40 stellen somit einen Impulshöhen- und Impulshäufigkeitsanalysator dar, in dessen Speicher 31 bis 35 bzw. 36 bis 40 die beiden maximalen Dichtegradienten nach Abtastung aller Bildzeilen als binäres Speicher-Bit-Muster abgespeichert sind. Über die Widerstände 41 bis 45 bzw. 46 bis 50 werden die Speicher-Bit-Muster in den Summiervverstärkern 53 bzw. 54 in jeweils den maximalen Dichtegradienten entsprechende Analogspannungen umgewandelt und zum Vergleich dem Komparator 55 zugeführt. Die binäre

Ausgangsspannung dieses Komparators zeigt dann nach Abtasten des gesamten Bildes, ob der abgetastete Bildinhalt scharf oder unscharf ist. (1/0).

Nach dem Ablesen des Komparators 55 werden die Speicherelemente 31 bis 35 bzw. 36 bis 40 über die Löschleitung 52 wieder gelöscht, so dass anschliessend eine neue Vorlage ausgemessen werden kann. Der Synchronismus wird über den Taktgeber 57 hergestellt.

Wenn während einer Abtastung der Vorlage die Abfrage des Komparators 55 und die anschliessende Löschung der Speicher 31 bis 35 bzw. 36 bis 40 über die Löschleitung 52 mehrfach durchgeführt wird – angesteuert durch den Taktgeber 57 –, kann die Schärfbeurteilung auch für Teilbereiche der Vorlage erfolgen. Im Extremfall kann eine solche Abfrage nach jeder Bildzeile durchgeführt werden, so dass bei einer nachfolgenden statistischen Auswertung der Ausgangssignale des Komparators 55 die Sicherheit der Aussage «Scharf/Unscharf» noch erhöht werden kann, insbesondere bei der Verwendung eines Rechners.

Bei dem bis hierher beschriebenen Ausführungsbeispiel wurde der Schärfquotient Q_V als Kriterium für die Bildschärfe ermittelt. Durch ein Umschalten eines Schalters 58 kann das nicht differenzierte Videosignal aus dem Filter 3 mit voller Bandbreite an die Komparatorokette 12 bis 16 gelegt werden, so dass am Summierverstärker 54 eine dem maximalen

Dichteumfang des Bildinhaltes proportionale Analogspannung entsteht. Damit wird am Komparator 55 der Schärfquotient Q_K als Kriterium für die Bildschärfe ermittelt.

Um den Schärfquotienten Q_H als Nebenkriterium für die Schärfbeurteilung einzusetzen, kann z.B. der Ausgang des Komparators 7 und der Ausgang des Komparators 12 jeweils einen grösseren Zähler 59 bzw. 59' anstossen, deren Inhalte nach einer A/D-Konvertierung in den Konvertern 60 bzw. 61 über die Widerstände 62 bzw. 63 und die Summierverstärker 53 bzw. 54 an den Komparator 55 gelangen und damit am Schärfvergleich teilnehmen.

In einer Abwandlung der beschriebenen Vorrichtung lässt sich das Abtasten auch mittels anderer Einrichtungen durchführen, beispielsweise mit einem Digital-Scanner, einer Nipkowscheibe, einer CCD-Vorrichtung etc., wobei der Digital-Scanner die Vorlage vorzugsweise mit einer Punktgrösse von etwa $0,07 \times 0,07$ bis $0,1 \times 0,1 \text{ mm}^2$ abtastet.

Die Beschreibung des Ausführungsbeispiels richtet sich nur auf eine im wesentlichen zeilenförmige Abtastung. Selbstverständlich ist auch jede andere linienförmige – gleichgültig ob geradlinige oder krummlinige – Abtastung möglich. Beispielsweise könnte die Vorlage oder Bereiche davon in einer Spiral-, Wellen- oder Lissajous-Linienform o.dgl. abgetastet werden.

