(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 30 433 T2** 2005.11.10

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 854 638 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 30 433.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 300 324.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **16.01.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.07.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **08.06.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 1/62**

(30) Unionspriorität:
786010 **21.01.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Xerox Corp., Rochester, N.Y., US

(72) Erfinder:
Harrington, Steven J., Webster, US

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur kontinuierlichen inkrementalen Farbkalibrierung an der Ausgabeseite von Farbkopierern**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur kontinuierlichen inkrementalen Farbkalibrierung für Farbdokument-Ausgabeendgeräte und beschreibt ein Verfahren zur Aufrechterhaltung der Farbkalibrierung auf einem Drucker, der einen Farbsensor besitzt und eine Farbnachschlagetabelle für die Farbkorrektur verwendet. Die Idee besteht in dem Drucken, Messen und Anpassen der Farbe für nur einen oder möglicherweise ein paar Einträge in der Farbtabelle zu einem Zeitpunkt. Diese Teilkalibrierung ist ein fortlaufender Prozess, welcher schließlich die gesamten Tabelleneinträge abdeckt.

[0002] US-A-5 416 613 offenbart ein Verfahren zum Kalibrieren der Antwort eines Farbdruckers unter Verwendung einer Vielzahl von Farbmessfeldern, wovon einige auf einer Vielzahl von räumlich getrennten Stellen auf dem Testbild wiederholt werden. US-A-4 500 919 offenbart ein Farbumwandlungssystem zum Umwandeln von Information aus RGB in CMYK. US-A-4 275 413 offenbart eine Vierflächen-Interpolation zwischen ersten und zweiten Farbräumen. US-A-2 790 844 offenbart die Erwünschtheit einer Definition eines Bildes in einem ersten Standardfarbraum vor der Umwandlung der Bildkoordinaten in ein zweites Drucker-basierendes Koordinatensystem.

[0003] Die Erzeugung von Farbdokumenten kann man sich als einen Prozeß mit zwei Schritten vorstellen: Zuerst das Erzeugen des Bildes mittels einer Abtastung eines Originaldokumentes mit einem Farbbildeingabegerät oder einem Scanner oder alternativ das Erzeugen eines Farbbildes auf einer Arbeitsstation, die mittels eines Farbbilderzeugungsprogramms betrieben wird; und zweitens das Drucken dieses Bildes mit einem Farbdrucker gemäß dem von den Scanner- oder Drucker erzeugten bilddefinierten Farben. Farbkorrigierte Scanner arbeiten üblicherweise mit in einem Farbraum von Normfarbwerten, das heißt RGB (Rot-Grün-Blau), definierten Farben. Üblicherweise sind diese Werte eine lineare Transformation der Standard XYZ-Koordinaten des CIE-Farbraums, oder eine korrekte Transformation dieser Werte. Im Falle von computererzeugten Bildern werden von dem Benutzer an der Benutzerschnittstelle seiner Arbeitsstation definierte Farben unmittelbar in Farbraumwerte umgewandelt und aus dem System, wie in den Dokumentfarben definiert geleitet.

[0004] Drucker besitzen einen Ausgang, welcher als in einem als CMYK (Cyan, Magenta, Gelb, "Key" oder Schwarz) bezeichneten Farbraum befindlich definiert werden kann, welcher eindeutig für den Drucker aufgrund seiner Fähigkeiten und Farbmittel definiert ist. Drucker arbeiten durch das Hinzufügen mehrerer Schichten von Farbe oder Farbmitteln in Schichten oder Rasterpunkten auf eine Seite. Die Kennlinie des Druckers tendiert dazu, nicht-linear zu sein. Somit muss, da ein Drucker Information in einem ersten Farbraum empfängt, welcher unabhängig von jedem Gerät definierte Werte aufweist, er diese Information umwandeln, um sie in einem zweiten Farbraum zu drucken.

[0005] Die Erwünschtheit eines Betriebs in einem Normfarbwertraum mit anschließender Umwandlung in einen Druckerfarbmittel-Farbraum ist wie in US-A-4 500 919, US-A-2 790 844 und US-A-4 275 413 beschrieben allgemein bekannt. Es gibt viele Umwandlungsverfahren zwischen Farbräumen, wovon alle mit der Messung der Druckerantwort auf bestimmte Eingabewerte beginnen. Üblicherweise wird ein Drucker mit einem Satz von Farbeingabewerten betrieben, die Werte werden in einem normalen Betrieb auf dem Drucker gedruckt und Messungen an diesen Farben durchgeführt, um zu ermitteln, was die tatsächlich gedruckte Farbe als Antwort auf die Farbspezifikation war. Wie es vorstehend erwähnt wurde, haben die meisten Drucker nicht-lineare Antwortkennlnien.

[0006] Die Kalibrierung eines Druckers beinhaltet den Prozess der Herausfindung, welcher Satz von Signalen an einen Drucker gesendet werden muss, um eine gewünschte Farbe zu erhalten. Die gewünschte Farbe wird in einer bestimmten Geräte-unabhängigen Terminologie (das heißt in irgendeinem allgemein definierten Standard) beschrieben und die Signale an den Drucker stellen eine Geräte-abhängige Terminologie dar. Eine vollständige Kalibrierung transformiert die Geräte-unabhängige Farbbeschreibung in eine Geräte-abhängige Beschreibung so, dass die sich ergebende Kombination von Materialien (das heißt Farbe, Toner, Farbstoff usw.) auf dem Papier die gewünschte Farbe erzeugt, (d.h., die Farbe, welche zu Beginn in einer Geräte-unabhängigen Weise beschrieben war).

[0007] In US-A-4 500 919 und US-A-4 275 413 wurde die aus der Messfeldmessung abgeleitete Information in Nachschlagetabellen abgelegt, in einem Speicher, möglicherweise in einem ROM-Speicher oder RAM-Speicher gespeichert, in welchem die Nachschlagetabelle einen Eingabefarbraum zu einem Ausgabefarbraum in Beziehung bringt. Die Nachschlagetabelle ist üblicherweise eine dreidimensionale Tabelle, da der Farbraum dreidimensional ist. Mit einem Scanner oder Computer kann der RGB Raum als dreidimensional mit Schwarz an dem Ursprung eines dreidimensionalen Koordinatensystems (0, 0, 0) und Weiss bei dem Maximum eines dreidimensionalen Koordinatensystems, welches bei einem 8-Bit System bei (255, 255, 255) angeordnet wäre, definiert werden. Jede von den von dem Ursprungspunkt ausgehenden drei Achsen definiert daher Rot, Grün und Blau. Ein ähnliches Gebilde kann für den Drucker mit Zyan, Magenta und Gelb reprä-

sentierenden Achsen erstellt werden. Schwarz ist üblicherweise ein getrennter Toner, welcher getrennt hinzugefügt wird. In dem vorgeschlagenen 8-Bit System gibt es jedoch über 16 Millionen (256^3) mögliche Farben. Dieses sind natürlich zu viele Werte für eine 1:1 Abbildung von RGB auf CMYK. Demzufolge werden, wie es US-A-4 275 413 vorgeschlagen wird, nur eine relativ kleine Anzahl von Proben bei dem Drucker, möglicherweise in der Größenordnung von 1000 oder sogar noch weniger) erstellt. Daher bestehen die Nachschlagetabellen aus einem Satz von Werten, welche man als die Schnittpunkte von Ecken eines Satzes von rechtwinkligen Würfeln bezeichnen könnte, die übereinander montiert sind. In jedes rechtwinklige Volumen fallende Farben können aus den gemessenen Werten mittels vieler Verfahren, einschließlich tri-linearer Interpolation, vierflächiger Interpolation, polynomischer Interpolation, linearer Interpolation oder irgend eines anderen Interpolationsverfahrens, abhängig von der Genauigkeit des gewünschten Ergebnisses interpoliert werden.

[0008] Ein allgemeiner Lösungsansatz zum Erzielen einer Kalibrierung eines Drucksystems besteht in dem Erzeugen eines Satzes von Farbmessfeldern, die in einem Farbraum verteilt sind; dem Drucken der Messfelder (im Ausgabefarbraum) in einem gewünschten Ausgabemedium, wie zum Beispiel einem Papierblatt und dem Messen der Farbe der Messfelder, typischerweise mit einem hochgenauen Densitometer, Spektrophotometer oder dergleichen, um zu ermitteln, was bezüglich eines Eingabefarbraums gedruckt wurde. Diese Daten können dann in einer Nachschlagetabelle geladen werden. Es dürfte sich jedoch unzweifelhaft verstehen, dass aufgrund der riesigen Anzahl von Messungen, die für die Durchführung einer derartigen Kalibrierung erforderlich ist, jede kontinuierliche, automatische Aktualisierung als impraktikabel betrachtet und im allgemeinen nicht durchgeführt wird.

[0009] Kalibrierungsverfahren für Farbdrucker unter Verwendung von Nachschlagetabellen und Interpolationsverfahren sind auch in US-A-5 508 826; US-A-5 471 324; US-A-5 491 568; US-A-5 539 522; US-A-5 528 386; US-A-5 416 613 und US-A-5 483 360 offenbart.

[0010] EP-A-074191 und EP-A-0398502 offenbaren Farbkalibrierungssysteme, in welchen eine Vielzahl unterschiedlicher Farbkalibrierungsmessfelder auf einem Drucksubstrat erzeugt wird, wobei die Farbmessfelder so gewählt sind, dass sie eine Aktualisierung der Kalibrierungswerte in einer optimalen Weise ermöglichen.

[0011] EP-A-0747853 offenbart ein Farbkalibrierungssystem, in welchem Farbkalibrierungsmessfelder vom Benutzer an speziellen Messstellen des Druckerfarbumfangs ausgewählt werden können, um die Farbkalibrierungswerte in diesem speziellen Bereich gespeicherter Farbkalibrierungswerte zu verfeinern.

[0012] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem zur Aktualisierung von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker bereitgestellt, welcher während normaler Druckvorgänge auf Geräte-unabhängige elektronische Drucksignale reagiert, um normale Farbbilder mit wählbaren Kombinationen einer Vielzahl von Druckerfarbmitteln auf Drucksubstrate zu drucken, wobei ein Gerätespeicher den Farbdrucker steuert, indem er zuvor eine Nachschlagetabelle mit gespeicherter Information speichert, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zum Drucken von Druckerfarbmitteln in Beziehung setzt, um die ursprünglichen Farbkalibrierungswerte für den Farbdrucker zu erzeugen; welches umfasst:
einen Speicher zum Speichern elektronischer Farbkalibrierungssignale, welche zum Drucken von Farbkalibrierungsmessfeldern mit dem Farbdrucker geeignet sind,
ein Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem zum automatischen Drucken mehrerer unterschiedlicher Farbkalibrierungsmessfelder auf ausgewählten Drucksubstraten mit den Druckerfarbmitteln aus den in dem Speicher gespeicherten elektronischen Farbkalibrierungssignalen;
eine Druckersteuerung, die den Farbdrucker und das Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem steuert, um die Farbkalibrierungsmessfelder auf ausgewählten Substraten während normaler Druckvorgänge zu drucken;
einen dem Farbdrucker zugeordneten Farbsensor zum Messen der Farbe eines auf einem Drucksubstrat durch den Farbdrucker gedruckten Farbkalibrierungsmessfeldes; und
einen Wandler zum anschließenden Umwandeln der Farbe des von dem Farbsensor gemessenen auf das Drucksubstrat gedruckten Farbkalibrierungsmessfeldes in einen Farbkalibrierungs-Aktualisierungswert für einen kleinen Abschnitt der großen Menge an gespeicherter Information in der Nachschlagetabelle, wobei das Farbkalibrierungssystem dadurch gekennzeichnet ist, dass das Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem automatisch unterschiedliche Farbkalibrierungsmessfelder während normaler Druckoperationen druckt, um inkremental die gespeicherte Information in der Nachschlagetabelle zu aktualisieren, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken von Druckerfarbmitteln während der normalen Druckvorgänge in Beziehung setzt.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker bereitgestellt, wobei der Farbdrucker während normaler Druckvorgänge auf Geräte-unabhängige elektronische Drucksignale reagiert, um eine Ausga-

be normaler Farbbilder mit auswählbaren Kombinationen einer Vielzahl von Druckerfarbmitteln auf Drucksubstraten zu drucken, wobei der Farbdrucker gesteuert wird, indem zu Beginn eine Nachschlagetabelle mit gespeicherter Information gespeichert wird, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken der Druckerfarbmittel in Beziehung setzt, um die Anfangsfarbkalibrierungswerte für den Farbdrucker zu erzeugen, welches umfasst:
automatisches Drucken mit den Druckerfarbmitteln einer eingeschränkten Anzahl von gewünschten Druckerausgabefarben entsprechenden Farbkalibrierungsmessfeldern auf einer eingeschränkten Anzahl von den Drucksubstraten während der normalen Druckvorgänge;
Messen von Farbkoordinaten der auf die Drucksubstrate gedruckten Farbkalibrierungsmessfelder mit einem dem Farbdrucker direkt zugeordneten Farbsensor; und
Umwandeln der Farbkoordinaten eines auf einem Drucksubstrat gedruckten Kalibrierungsmessfeldes gemäß Messung durch den Farbsensor in einen Farbkalibrierungs-Aktualisierungswert für die Nachschlagetabelle;
wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass
es automatisch inkremental während der normalen Druckvorgänge das Drucken einer beschränkten Anzahl von zusätzlichen unterschiedlichen Farbkalibrierungsmessfeldern auf einer eingeschränkten Anzahl von den Drucksubstraten wiederholt und automatisch die Messungs- und Umwandlungsschritte daraus wiederholt, um inkremental nur einen kleinen Anteil zu einem Zeitpunkt von der gespeicherten Information in der Nachschlagetabelle zu aktualisieren, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken der Druckerfarbmittel in Beziehung setzt.

[0014] Für ein besseres Verständnis der vorliegenden Erfindung wird nun nur im Rahmen eines Beispiels Bezug auf die beigefügten Zeichnungen genommen, in welchen:

[0015] Fig. 1 eine Blockdarstellung eines Drucksystems mit Farbtransformation ist, um Geräte-unabhängige Bildbeschreibungen in Geräte-abhängige Bildbeschreibungen umzuwandeln; und

[0016] Fig. 2 eine vereinfachte Darstellung eines Kalibrierungstestziels gemäß der vorliegenden Erfindung ist.

[0017] Gemäß den Zeichnungen ist ein Basissystem zum Ausführen der vorliegenden Erfindung in Fig. 1 dargestellt. Im allgemeinen stellt eine Bilderquelle, in diesem Falle als eine Computerarbeitsstation oder Dokumenterzeugungsvorrichtung **10** dargestellt, ein in farbmetrisch Termen, typischerweise digitaler Natur R_C, G_C, B_C, definiertes Bild bereit. Üblicherweise kann diese Beschreibung ein Teil einer Seitenbeschreibungssprachen-(PDL – Page Description Langrage)-Datei sein, welche das Dokument in Geräte-unabhängigen Termen beschreibt. Die farbmetrischen Terme können sich auf einen CIE-Farbraum (beispielsweise L*a*b*), farbmetrischen RGB-, Luminanz/Chrominanz-Raum (LC1C2) usw. beziehen. Eine durch den Block **20** dargestellte Farbraumtransformation, wie z. B. die in US-A-4,275,413 beschriebene wird zum Umwandeln der Geräte-unabhängigen Daten in Geräte-abhängige Daten verwendet. Das Ausgangssignal der Farbraumtransformation **20** ist das in Termen des Geräte-abhängigen Raums oder Farbmittelwerte C_X, M_X, Y_X, K_X definierte Bild. Üblicherweise ist die Farbraumtransformation **20** eine Nachschlagetabelle, welche als Adressen oder Indizes das Bild beschreibende Gerät-unabhängige Signale aufnimmt und als ein Antwortausgangssignal ein Geräte-abhängiges Signal erzeugt.

[0018] In einem 8-Bit pro Pixel/Auszug-Beispielsystem wären über 16 Millionen Zuordnungen erforderlich. Demzufolge ist mit der Nachschlagetabelle eine Interpolationsanordnung, wie sie beispielsweise in US-A-4 275 413 oder in EP-A-0 647 061 beschrieben ist, verbunden, welche interpolierte Ausgabefarben als eine interpolierte Funktion der am nächsten liegenden zugeordneten Ausgabefarben erzeugt. Nach dem Erhalt Geräte-abhängiger Farbmittelsignale C_X, M_X, Y_X wird einer Unterfarbenentfernung und Schwarzhinzufügung (K+) durchgeführt, oder alternativ kann K_X auch durch Tabellennachschlagen gefunden werden. Anschließend an die Schwarzhinzufügung werden bei der Linearisierung und Graubalancierung **40** die Farbwerte linearisiert, so dass linear zunehmende Werte von Farbmitteln eine linear zunehmende farbmetrische Antwort erzeugen. Der Linearisierungsprozess wird mittels eines Satzes von Nachschlagetabellen implementiert, welche die Antworten eines Satzes von Messfeldern speichern, die als ein Satz von Eingabewerten erzeugt wurden, wobei eine Kurvenanpassungsroutine verwendet wird, um den Satz möglicher Eingabeantworten charakterisierten Ausgabeantworten zuzuordnen. Anstelle der Linearisierung der Farbwerte in der Weise, dass linear zunehmende Werte von Farbmitteln eine linear zunehmende farbmetrische Antwort erzeugen, können die Farbwerte grau-balanciert werden, so dass gleiche Anteile von Farbe eine neutrale Grauantwort bei dem Druck erzeugen. Der Graubalanceprozess ist ebenfalls über ein Satz von Nachschlagetabellen implementiert, welche die Antworten eines Satzes von Messfeldern speichern, die bei einem Satz von Eingabewerten erzeugt wurden, wenn eine Kurvenanpassungsroutine verwendet wird, um den Satz möglicher Eingabeantworten charakterisierten Ausgabeantworten zuzuordnen. Es ist auch möglich, die Linearisierung mit der dreidimensionalen Farbtransfor-

mation zu kombinieren, so dass nur ein einmaliges Tabellennachschlagen und eine Interpolation erforderlich sind, wobei dieses aber zu größeren Fehlern in der Interpolation führen kann. Unabhängig davon, welches System verwendet wird, werden die neuen Werte C_P, M_P, Y_P, K_P dann dazu verwendet, den Drucker **50** zu steuern. In einem möglichen Beispiel repräsentieren die Farbmittelwerte die relativen Anteile von Zyan-, Magenta-, Gelb- und Schwarztonern, die über einen gegebenen Bereich in einem elektrophotografischen Drucker, wie zum Beispiel dem Xerox 4700 Digitalfarbdrucker abzuscheiden sind. Das gedruckte Ausgangsbild kann als in Termen von R_P, G_P, B_P definiert bezeichnet werden, welche hoffentlich eine Beziehung R_C, G_C, B_C in der Weise haben, dass das gedruckte Bild eine Farbe besitzt, die dem Originalbild farbmetrisch ähnlich ist, obwohl die Ähnlichkeit letztlich von dem Farbumfang der Druckvorrichtung abhängig ist.

[0019] Es ist zweifellos erkennbar, dass es viele Verfahren zum Erzeugen einer Transformation aus Geräte-unabhängigen Daten zu Geräte-abhängigen Daten gibt, wobei US-A-4 275 413 ein Verfahren beschreibt, welches selbst variiert werden kann. Sobald eine Umwandlungstabelle erstellt ist, kann ein als tri-lineare oder kubische Interpolation bezeichnetes Interpolationsverfahren ebenfalls verwendet werden, um Ausgangswerte aus einem eingeschränkten Satz von Eingangswerten zu berechnen. Die in der Nachschlagetabelle gespeicherten Werte können empirisch wie in US-A-4 275 413 abgeleitet oder berechnet oder auf der Basis empirischer Information wie in Po-Chieh Hung, "Tetrahedral Division Technique Applied to Colorimetric Calibration for Imaging Media", Annual Meeting IS&T, NJ. May. 1982, pp. 419 – 422; Po-Chieh Hung, "Colorimetric Calibration for Scanners and Media", SPIE, Vol. 1448, Camera and Input Scanner System, (1991); and Sigfredo I. Nun et al., "Printing CIELAB Images on a CMYK Printer Using Tri-Linear Interpolation W, SPIE Proceedings, Vol. 1670, 1992, pp. 316-324 extrapoliert werden,

[0020] Wie es vorstehend beschrieben wurde, erhalten moderne Farbdrucker Farbspezifikationen oft in einem Geräte-unabhängigen Format. Der Drucker muss dann diese Farbspezifikationen in Anteile zu verwendender Farbmittel umwandeln, um die gewünschte Farbe zu erzeugen. Da Drucker typischerweise in ihrem Verhalten nicht-linear sind, findet man oft eine Farbnachschlagetabelle und Interpolation vor, welche verwendet werden, um die Farbmittelanteile für einen gewünschten Farbwert zu finden. Die Nachschlagetabelle gibt Farbmittelanteile für ein Gitter von Farbspezifikationen. Für zwischen die Gitterpunkte fallende Farben wird die Interpolation angewendet. Die Nachschlagetabellen verwenden typischerweise 8 × 8 × 8 (512 Gitterpunkte) oder 16 × 16 × 16 (4096 Gitterpunkte). Der Prozess der Ermittlung korrekter Tabelleneinträge für den Drucker ist als Farbkalibrierung bekannt. Es ist typischerweise ein ziemlich komplizierter Prozess, welcher das Drucken und Messen von Hunderten oder Tausenden von Farbmessfeldern und die Interpolation der gemessenen Werte zum Ermitteln der Farbtabelleneinträge erfordert. Da der Prozess kompliziert und ist normalerweise einen menschlichen Eingriff erfordert, wird die Farbkalibrierung nur selten durchgeführt. Das Druckerverhalten kann sich über der Zeit verändern und Farbtabellenwerte können unzutreffend werden, was signifikante Farbfehler bewirken kann, bevor der Benutzer willens ist, den Aufwand einer Neukalibrierung auf sich zu nehmen.

[0021] Es wäre wünschenswert, wenn sich der Drucker kontinuierlich ohne menschlichen Eingriff selbst neu kalibrieren würdet. Auf diese Weise könnte er konstant jede Drift in dem Maschinenverhalten kompensieren und immer korrekte Farben erzeugen.

[0022] Es ist möglich, einen Farbsensor, wie zum Beispiel ein Densitometer oder Spektrophotometer innerhalb des Druckers unterzubringen und den Wert eines Farbmessfeldes zu messen, wenn es sich an dem Sensor vorbei bewegt. Der Sensor kann die Farbe von Messfeldern messen, welche an geeigneten Stellen auf einem Stück Papier, wie zum Beispiel den in Fig. 2 dargestellten angeordnet sind. Es ist auch möglich, die auf einer fotorezeptiven Trommel oder Band innerhalb des Gerätes angeordnete Farbe zu messen, wenn die Farbe vor der Übertragung auf Papier ausgebildet werden kann. Derartige Sensoren können jedoch nur ein paar Farbmuster auf einer Seite messen, nicht die Hunderte oder Tausende, welche für eine vollständige Kalibrierung erforderlich sind. Deswegen hat man das Gefühl, dass die automatische Kalibrierung nicht durchführbar ist, selbst wenn ein derartiger Sensor in dem Drucker enthalten ist.

[0023] Diese Erfindung macht eine automatische Aktualisierung der Farbnachschlagetabelle möglich, indem sie einen kontinuierlichen Strom von Teilkalibrierungen verwendet. Man benötigt immer noch eine vollständige Anfangskalibrierung, um die Anfangswerte für die Farbtabelle bereitzustellen, aber danach passt der Drucker die Tabelle an und hält sie auf Stand, was Drifterscheinungen und Änderungen in der Maschine kompensiert. Die Idee besteht darin, dass jede Teilkalibrierung nur einige wenige von den Tabelleneinträgen überprüfen und anpassen muss. Möglicherweise wird nur ein einziger Tabelleneintrag bei jedem Zyklus überprüft. Die nächste Teilkalibrierung passt einen weiteren Eintrag in der Tabelle an. Der Prozess der Teilkalibrierungen setzt sich fort, so dass schließlich jeder Tabelleneintrag überprüft wird, wobei an diesem Punkt die Ablauffolge der Einstellungen wiederholt werden kann.

[0024] Um einen Eintrag in der Tabelle anzupassen,

führen wir folgendes durch: Es werde angenommen, dass der fragliche Eintrag den Index (i, j, n) hat, und das dieser der idealen Farbe R(i, j, n), G (i, j, n), B(i, j, n) entspricht. Wir drucken ein Farbmessfeld unter Verwendung der in der Tabelle für diesen Eintrag spezifizierten Farbmittelanteile C[i][j][n], M[i][j][n], Y[i][j][n], K[i][j][n]. Dieses Messfeld wird dann mit dem Sensor gemessen, um die tatsächlich erzeugte Farbe R', P', B' zu erhalten.

[0025] Die Beziehung zwischen den Farbtabellenindex und dem gewünschten Farbwert ist natürlich bekannt, und die partiellen Ableitungen ∂i/∂R, ∂i/∂G, ∂i/∂B, ∂j/∂R, ∂j/∂G, ∂j/∂B; ∂n/∂R, ∂n/∂G, ∂n/∂B können ermittelt werden. Typischerweise stehen die Beziehungen zu den Farbwerten über einen einfachen Maßstab in Beziehung.

[0026] Wir berechnen die Differenz zwischen dem gewünschten Farbwert und dem tatsächlichen erzeugten Farbwert.

$$dR = R(i, j, n) - R'$$

$$dG = G(i, j, n) - G'$$

$$dB = B(i, j, n) - B'$$

[0027] Diese und die partiellen Ableitungen können verwendet werden, um eine angenäherte Anpassung in dem Index zu ermitteln, der zum Korrigieren der Nachschlagetabelle erforderlich ist.

$$di = (\partial i/\partial R)dR + (\partial i/\partial G)dG + (\partial i/\partial B)dB$$

$$dj = (\partial j/\partial R)dR + (\partial j/\partial G)dG + (\partial j/\partial B)dB$$

$$dn = (\partial n/\partial R)dR + (\partial n/\partial G)dG + (\partial n/\partial B)dB$$

[0028] Diese Indexanpassung kann in eine Farbmittelanpassung unter der Voraussetzung umgewandelt werden, dass wir das Verhalten des Farbmittels in Bezug auf den Index kennen. Diese partiellen Ableitungen können durch Überprüfen von benachbarten Werten in der Farbtabelle angenähert werden.

$$\partial C/\partial i = (C(i + 1, j, n) - (C(i - 1, j, n))/2$$

$$\partial C/\partial j = (C(i, j + 1, n) - (C(i, j - 1, n))/2$$

$$\partial C/\partial n = (C(i, j, n + 1) - (C(i, j, n - 1))/2$$

[0029] Ein ähnlicher Ausdruck ergibt ∂M/∂i, ∂M/∂j, ∂M/∂n, ∂Y/∂i, ∂Y/∂j, ∂Y/∂n, ∂K/∂i, ∂K/∂j, ∂K/∂n

[0030] Die Anpassung des Farbmittels ist dann

$$dC = (\partial C/\partial i)di + (dC/aj)dj + (\partial C/\partial n)dn$$

$$dM = (\partial M/\partial i)di + (\partial M/\partial j)dj + (\partial M/\partial n)dn$$

$$dY = (\partial Y/\partial i)di + (\partial Y/\partial j)dj + (\partial Y/\partial n)dn$$

[0031] Und wenn der K-Wert direkt aus der Nachschlagetabelle entnommen wird, dann ist

$$dK = (\partial K/\partial i)di + (\partial K/\partial j)dj + (\partial K/\partial n)dn$$

[0032] Die Werte dC, dM, dY und dK sollten zu ihren entsprechenden Komponenten in dem Farbtabelleneintrag C[i][j][n], M[i][j][n], Y[i][j][n], K[i][j][n] hinzuaddiert werden, um die aktualisierten Eintragswerte zu erhalten.

[0033] Man beachte, dass man diejenigen Einträge für Farben aktualisieren muss, welch innerhalb des Farbtonumfangs des Druckers liegen. Für Gitterpunkte auf oder in der Nähe der Farbtongrenze müssen die partiellen Ableitungen etwas anders angenähert werden. Wir können nicht die Differenz benachbarter Gitterpunktwerte auf jeder Seite des Begrenzungspunktes nehmen, wenn einer dieser Nachbarpunkte ausserhalb des Tonumfangs liegt. Statt dessen können wir den momentan Punkt und einen Nachbarpunkt nehmen der innerhalb des Farbtonumfangs liegt.

$$\partial C/\partial i = C(i, j, n) - (C(i - 1, j, n)$$

[0034] Man beachte, dass, obwohl wir eine lineare Interpolation der zum Annähern der Ableitung verwendeten Gitterpunkte dargestellt haben, alternative Interpolationen (zum Beispiel höherer Ordnung) verwendet werden können.

[0035] Man könnte auch vorziehen, den Farbindex mit etwas geringerer Größe als (di, dj, dm) anzupassen. Dies könnte eine bessere Stabilität im Konvergieren auf die gewünschte Korrekturtabelle bieten.

[0036] Das zum Anpassen der Farbe eines Tabelleneintrags verwendete Testmessfeld könnte auf der Unterbrechungsseite zwischen Druckaufträgen gedruckt werden; oder wenn lange Durchläufe die Regel sind, könnte man die Testfelder periodisch auf einer Seite drucken, die verworfen wird. Es wäre auch möglich mehrere Testfelder auf der Unterbrechungsseite oder Testseite (entlang des Streifens der Seite, der an dem Sensor vorbeiläuft) zu drucken. Dieses würde es ermöglichen, mehrere Tabellenwerte mit jedem derartigen Druckvorgang anzupassen.

Patentansprüche

1. Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem zur Aktualisierung von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker, welcher während normaler Druckvorgänge auf Geräte-unabhängige elektronische Drucksignale reagiert, um normale Farbbilder mit wählbaren Kombinationen einer Vielzahl von Druckerfarbmitteln auf Drucksubstrate zu drucken, wobei ein Ge-

rätespeicher den Farbdrucker steuert, indem er zuvor eine Nachschlagetabelle mit gespeicherter Information speichert, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zum Drucken von Druckerfarbmitteln in Beziehung setzt, um die ursprünglichen Farbkalibrierungswerte für den Farbdrucker zu erzeugen; welches umfasst:
einen Speicher zum Speichern elektronischer Farbkalibrierungssignale, welche zum Drucken von Farbkalibrierungsmessfeldern mit dem Farbdrucker geeignet sind,
ein Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem zum automatischen Drucken mehrerer unterschiedlicher Farbkalibrierungsmessfelder auf ausgewählten Drucksubstraten mit den Druckerfarbmitteln aus den in dem Speicher gespeicherten elektronischen Farbkalibrierungssignalen;
eine Druckersteuerung, die den Farbdrucker und das Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem steuert, um die Farbkalibrierungsmessfelder auf ausgewählten Substraten während normaler Druckvorgänge zu drucken;
einen dem Farbdrucker zugeordneten Farbsensor zum Messen der Farbe eines auf einem Drucksubstrat durch den Farbdrucker gedruckten Farbkalibrierungsmessfeldes; und
einen Wandler zum anschließenden Umwandeln der Farbe des von dem Farbsensor gemessenen auf das Drucksubstrat gedruckten Farbkalibrierungsmessfeldes in einen Farbkalibrierungs-Aktualisierungswert für einen kleinen Abschnitt der großen Menge an gespeicherter Information in der Nachschlagetabelle,
wobei das Farbkalibrierungssystem **dadurch gekennzeichnet** ist, dass das Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem automatisch unterschiedliche Farbkalibrierungsmessfelder während normaler Druckoperationen druckt, um inkremental die gespeicherte Information in der Nachschlagetabelle zu aktualisieren, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken von Druckerfarbmitteln während der normalen Druckvorgänge in Beziehung setzt.

2. Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem nach Anspruch 1, wobei das Farbkalibrierungsbild-Erzeugungssystem automatisch periodisch eine ausreichende Vielzahl unterschiedlicher Farbkalibrierungsmessfelder während normaler Druckvorgänge druckt, um allmählich inkremental die Nachschlagetabelle in dem Gerätespeicher der gespeicherten Information zu aktualisieren, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken von Druckerfarbmitteln während der normalen Druckvorgänge in Beziehung setzt.

3. Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Farbsensor direkt dem Farbdrucker zum Messen der Farbe des Farbkalibrierungsmessfeldes zugeordnet ist, dass auf dem Drucksubstrat in Geräte-unabhängiger Farbmetrik gedruckt ist.

4. Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Farbsensor innerhalb des Druckers zum Messen der Farbe des Farbkalibrierungsmessfeldes montiert ist, sobald sich die Drucksubstrate an dem Farbsensor vorbeibewegen.

5. Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die mit dem Farbkalibrierungsmessfeldern bedruckten Drucksubstrate auf einer Unterbrechungsseite zwischen Druckaufträgen der normalen Druckvorgänge gedruckt werden.

6. Farbdrucker-Farbkalibrierungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei während langer Druckaufträge von den normalen Druckvorgängen wenigstens eines von den Drucksubstraten mit den Farbkalibrierungsmessfeldern periodisch auf wegwerfbaren Drucksubstraten bedruckt wird.

7. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker, wobei der Farbdrucker während normaler Druckvorgänge auf Geräte-unabhängige elektronische Drucksignale reagiert, um eine Ausgabe normaler Farbbilder mit wählbaren Kombinationen einer Vielzahl von Druckerfarbmitteln auf Drucksubstraten zu drucken, wobei der Farbdrucker gesteuert wird, indem zu Beginn eine Nachschlagetabelle mit gespeicherter Information gespeichert wird, welche die Geräte-unabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken der Druckerfarbmittel in Beziehung setzt, um die Anfangsfarbkalibrierungswerte für den Farbdrucker zu erzeugen, welches umfasst:
automatisches Drucken mit den Druckerfarbmitteln einer eingeschränkten Anzahl von gewünschten Druckerausgabefarben entsprechenden Farbkalibrierungsmessfeldern auf einer eingeschränkten Anzahl von den Drucksubstraten während der normalen Druckvorgänge;
Messen von Farbkoordinaten der auf die Drucksubstrate gedruckten Farbkalibrierungsmessfelder mit einem dem Farbdrucker direkt zugeordneten Farbsensor; und
Umwandeln der Farbkoordinaten eines auf einem Drucksubstrat gedruckten Kalibrierungsmessfeldes gemäß Messung durch den Farbsensor in einen Farbkalibrierungs-Aktualisierungswert für die Nachschlagetabelle;
wobei das Verfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass
es automatisch inkremental während der normalen Druckvorgänge das Drucken einer beschränkten Anzahl von zusätzlichen unterschiedlichen Farbkalibrierungsmessfeldern auf einer eingeschränkten Anzahl von den Drucksubstraten wiederholt und automatisch die Messungs- und Umwandlungsschritte daraus

wiederholt, um inkremental nur einen kleinen Anteil zu einem Zeitpunkt von der gespeicherten Information in der Nachschlagetabelle zu aktualisieren, welche die Geräteunabhängigen elektronischen Drucksignale zu dem Drucken der Druckerfarbmittel in Beziehung setzt.

8. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach Anspruch 7, wobei der automatische Wiederholungsschritt ein systematisches Abtastsystem ist, und nur eines oder ein wenige von den Drucksubstraten zu einem Zeitpunkt zwischen den Druckvorgängen der normalen Farbbilder bedruckt werden.

9. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach Anspruch 7 oder 8, wobei mehrere variierende Farben der Farbkalibrierungsmessfelder auf jedes von den ausgewählten Drucksubstraten gedruckt werden.

10. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach Anspruch 7, wobei der automatische Wiederholungsschritt ein systematisches Abtastsystem ist, und nur eines oder ein wenige von den Drucksubstraten zu einem Zeitpunkt zwischen den Druckvorgängen der normalen Farbbilder bedruckt werden, und wobei mehrere variierende Farbkalibrierungsmessfelder auf jedes von den ausgewählten Drucksubstraten gedruckt werden, und die Differenz zwischen den gemessenen Farbkoordinaten von jedem Farbkalibrierungsmessfeld und gewünschten Farbkoordinaten ermittelt wird, um so langsam die gesamten Farbkalibrierungswerte für den Farbdrucker über eine erhebliche Zeitdauer während der normalen Druckvorgänge zu aktualisieren.

11. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei der Farbsensor direkt dem Farbdrucker zugeordnet ist, um die Farbe des auf das Drucksubstrat gedruckten Farbkalibrierungsmessfeldes zu messen, und dieses Farbkalibrierungsmessfeld in Geräte-unabhängiger Farbmetrik misst.

12. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach einem der Ansprüche 7 bis 11, wobei eine kontinuierliche inkrementale Aktualisierung im wesentlichen aller Farbkalibrierungswerte automatisch während der normalen Druckvorgänge erzeugt wird.

13. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach einem der Ansprüche 7 bis 12, wobei der Farbsensor in dem Farbdrucker montiert ist, um die Farben auf den Farbkalibrierungsmessfeldern zu messen, sobald die Drucksubstrate an dem Farbsensor vorbeigeführt werden.

14. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach einem der Ansprüche 7 bis 13, wobei während einem langen Druckdurchlauf von den normalen Druckvorgängen wenigstens eines von den mit den Farbkalibrierungsmessfeldern bedruckten Drucksubstraten periodisch auf einem wegwerfbaren Drucksubstrat bedruckt wird.

15. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach einem der Ansprüche 7 bis 14, wobei der Farbdrucker ein xerografischer Drucker ist.

16. Verfahren zum Aktualisieren von Farbkalibrierungswerten für einen Farbdrucker nach einem der Ansprüche 7 bis 15, wobei die Farbkalibrierungsmessfelder auf den Drucksubstraten gedruckt werden, welche Unterbrechungsseiten zwischen Druckaufgaben normaler Druckvorgänge sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

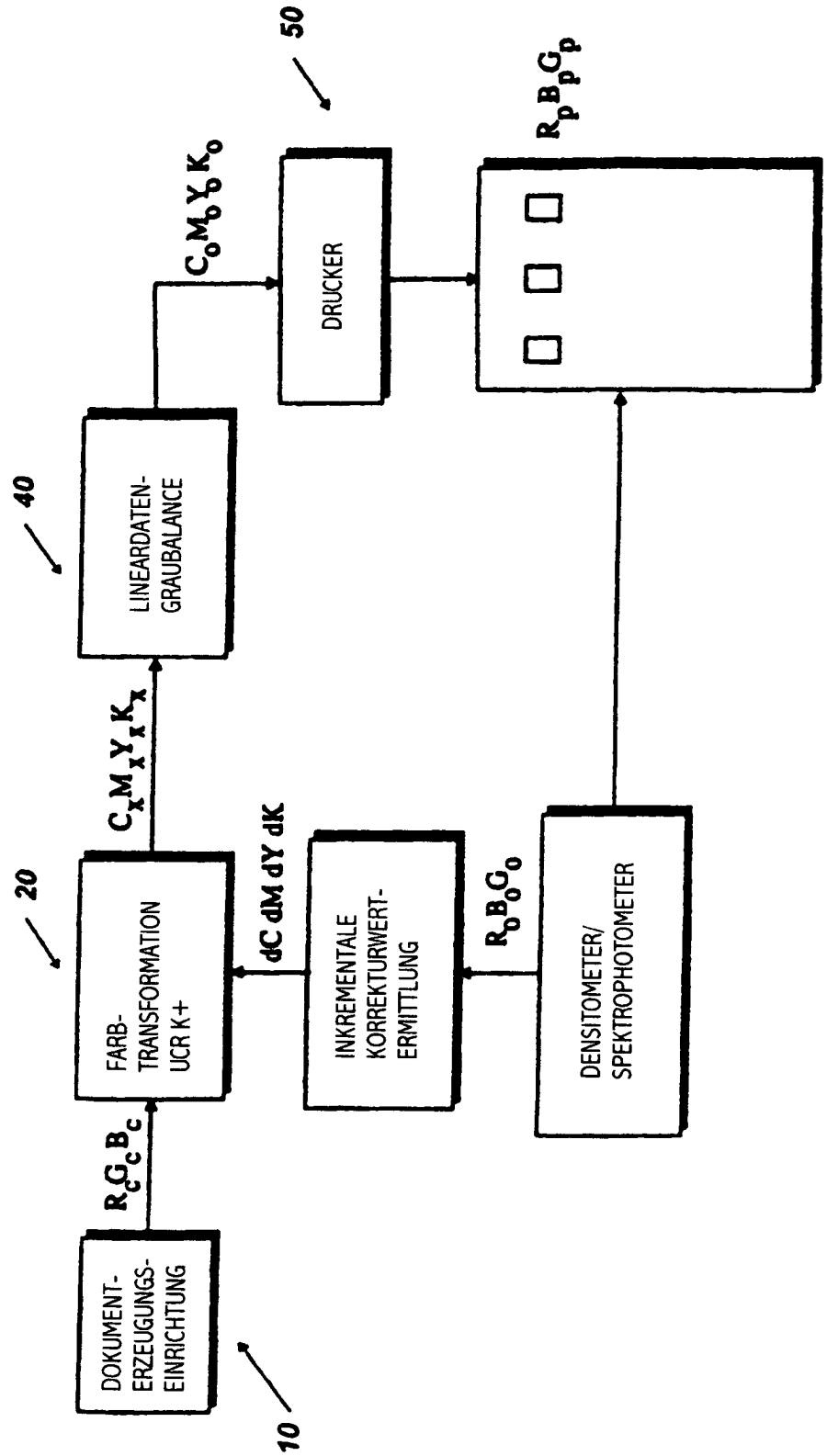

FIG.1

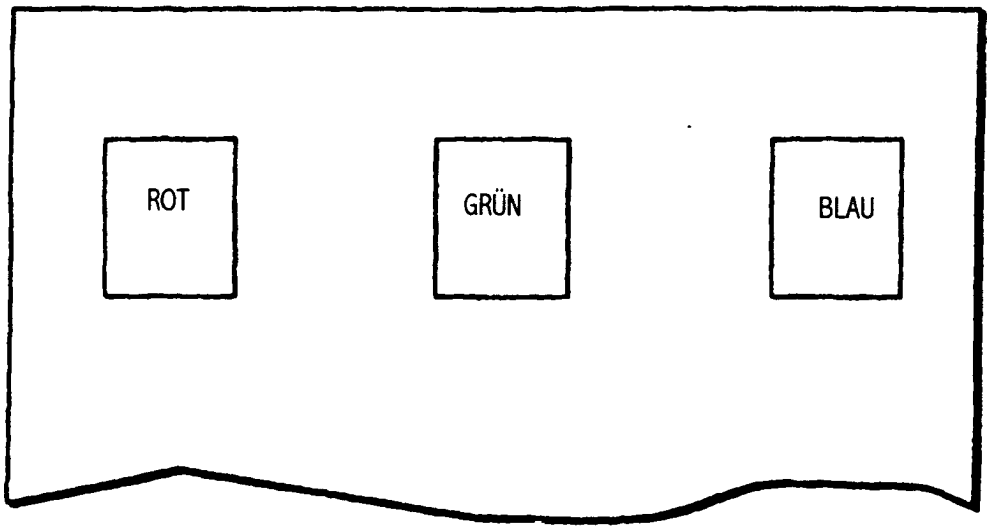

FIG.2