



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 168 294 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2002 Patentblatt 2002/01

(51) Int Cl.7: **G09G 5/10**

(21) Anmeldenummer: **01115455.6**

(22) Anmeldetag: **27.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Lauer, Hans-Ulrich, Dr.**
71665 Vaihingen (DE)
• **Hartmann, Peter**
76229 Karlsruhe (DE)

(30) Priorität: **29.06.2000 DE 10030787**
31.07.2000 DE 10037661

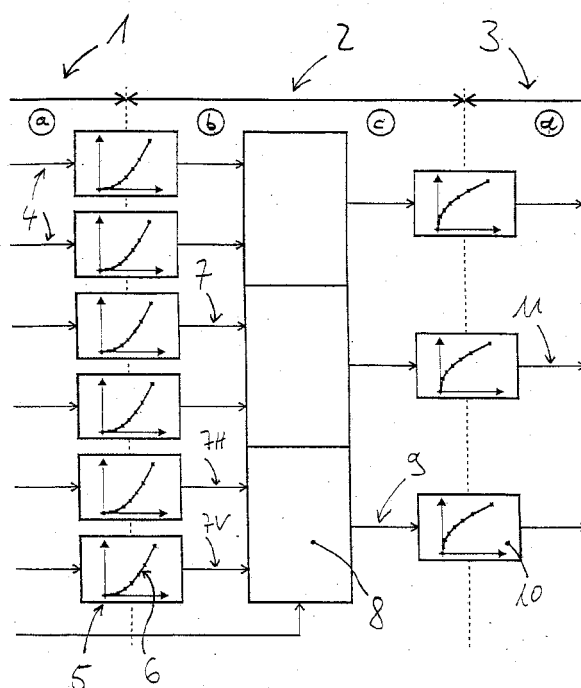
(74) Vertreter:
COHAUSZ HANNIG DAWIDOWICZ & PARTNER
Schumannstrasse 97-99
40237 Düsseldorf (DE)

(71) Anmelder: **Borg Instruments AG**
75196 Remchingen (DE)

(54) **Gamma korrigiertes Alpha-Blending**

(57) Verfahren zur graphischen Aufbereitung von auf einem Bildschirm dargestellter Information, wobei der Bildschirm aus einer Vielzahl einzelner Bildelemente (Pixel) aufgebaut ist, die jeweils durch ein am Bildelement anliegendes elektrisches Signal (Videosignal), insbesondere durch eine Spannung, zur Lichtemission angeregt werden, wobei die Leuchtdichte der Lichtemission einem bestimmten Informationswert, insbesondere einer Farbe und/oder einer Helligkeit, entspricht und wo-

bei in einem Bildelement zwei Informationswerte zu einem Gesamtwert überlagerbar sind und die Überlagerung der Informationswerte einer Überlagerung, der den Informationswerten zugeordneten elektrischen Signale, insbesondere einer Addition der elektrischen Signale nach dem Prinzip des "Alpha-Blending", entspricht, wobei bei der Überlagerung eine Korrektur vorgenommen wird, bei der die nichtlineare Abhängigkeit zwischen der Stärke des elektrischen Signales und der optischen Leuchtdichte berücksichtigt wird.



EP 1 168 294 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur graphischen Aufbereitung von auf einem Bildschirm dargestellter Information, wobei der matrix-organisierte Bildschirm aus einer Vielzahl einzelner Bildelemente (Pixel) aufgebaut ist, deren Lichtemission jeweils durch ein am Bildelement anliegendes elektrisches Signal (Videosignal), insbesondere durch eine Spannung, kontrolliert wird, wobei die Leuchtdichte der Lichtemission einem bestimmten Informationswert, insbesondere einer Farbe und/oder einer Helligkeit, entspricht und wobei in einem Bildelement zwei Informationswerte (Layer) zu einem Gesamtwert überlagerbar sind und die Überlagerung der Informationswerte einer Überlagerung der den Informationswerten zugeordneten elektrischen Signale, insbesondere einer Addition der elektrischen Signale nach dem Prinzip des "Alpha-Blending", entspricht.

[0002] Derartige Überlagerungen zweier graphischer Bildebenen (Layer) auf einem Bildschirm treten dort auf, wo eine Graphik auf einem aktiven, eine eigene Helligkeit aufweisenden Hintergrund dargestellt werden soll. Zur Überlagerung solcher Layer ist die Operation des sogenannten "Alpha-Blending" bekannt, nach der die resultierende Farbe F eines Bildpunktes (Pixels) nach dem Formalismus

$$F = \alpha F_{\text{Hintergrund}} + (1 - \alpha) F_{\text{Vordergrund}}$$

berechnet wird, wobei α Werte zwischen 0 und 1 annehmen kann.

[0003] Eine spezielle Anwendung, in der ebenfalls Alpha-Blending eingesetzt wird, ist die Operation das sogenannten "Anti-Aliasing", mit dem die Darstellung schräger Konturen auf matrix-organisierten Bildschirmen optimiert wird. Das Anti-Aliasing führt zu einer Korrektur der bei solchen Darstellungen zwangsläufig auftretenden Treppeneffekte, indem eine optische Verschmierung der durch Pixel definierten Kontur durch Mittelung der Leuchtstärke einander benachbarter Pixel erreicht wird. Das Alpha-Blending spielt dabei insofern eine Rolle, als schräg zum Raster des Bildschirms verlaufende Konturen, beispielsweise Linien, über Pixel verlaufen, die teils der Hintergrundfarbe und teils der Vordergrundfarbe zugeordnet werden müssen. Die Farb- oder Helligkeitsinformation dieser Pixel wird dann aus der Interpolation von Vordergrundfarbe und Hintergrundfarbe, entsprechend der geometrischen Überdeckung, gewonnen. Zur Interpolation werden bislang die binär vorliegenden Videodaten der Vordergrundfarbe und der Hintergrundfarbe benutzt, wobei die drei Primärfarben Rot, Grün, Blau getrennt berechnet werden.

[0004] Bei dieser Art der Interpolation wird jedoch vernachlässigt, daß zwischen dem Videosignal und der mit dem Videosignal erzeugten Leuchtdichte kein linearer Zusammenhang besteht, sondern daß die Leuchtdichte für Kathodenstrahlröhren und gamma-korrigierte LCD-Bildschirme der Beziehung

$$I = (k \cdot u + h)^y$$

folgt, wobei I die normierte Leuchtdichte, k ein Kontrastfaktor mit Nennwert $k = 1$, u ein normiertes Videosignal zwischen 0 und 1, h die normierte Grundhelligkeit mit Nennwert $h = 0$ und y ein Exponent insbesondere im Wertebereich zwischen 2.2 und 2.8 ist. Wegen dieser nichtlinearen Abhängigkeit kommt es gerade bei der Überlagerung durch Alpha-Blending zu störenden Artefakten wie beispielsweise dem Perlschnureffekt, der u.a. bewirkt, daß auf einer sich auf dem Bildschirm bewegend Linienkontur hintereinander angeordnete Stellen unterschiedlicher Helligkeit entlanglaufen. Diese Artefakte beeinträchtigen den optischen Eindruck des Betrachteten enorm und sind gerade im Falle von Informationsanzeigen, bei denen der Zeiger eines analogen Instrumentes auf einem Bildschirm simuliert werden, besonders störend. Solange Bildschirmanzeigen von derart schlechter Qualität sind, können sie den Einsatz herkömmlicher Analoginstrumente nicht ersetzen.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zu schaffen, das derartige Artefakte mit einfachen Mitteln korrigiert und so zu einer Steigerung der optischen Qualität von Bildschirmanzeigen führt. Gleichzeitig ist es Aufgabe der Erfindung, ein Anzeigeelement zu schaffen, das dieses Verfahren umsetzt.

[0006] Diese Aufgaben werden durch das Verfahren nach Anspruch 1 und die Vorrichtung nach Anspruch 8 gelöst.

[0007] Erfindungswesentlicher Grundgedanke ist, daß bei der Überlagerung zweier oder mehrerer Layer der nicht-lineare Zusammenhang zwischen der Stärke des Videosignales und der optischen Leuchtdichte berücksichtigt wird. Dabei wird die Überlagerung im optischen Bereich, also im vom Auge wahrgenommenen Luminanzbereich, und nicht - wie bislang - im elektrischen Bereich durchgeführt. Das bedeutet, daß die den elektrischen Videosignalen zugeordnete optische Wirkung überlagert wird. Dabei ist je nach Bildschirmtyp eine von zwei Vorgehensweisen zu bevorzugen. In einem Fall wird das Signal vom elektrischen Wertebereich, der beispielsweise durch ein 8-bit Wort dargestellt ist, unter Berücksichtigung des nichtlinearen Zusammenhanges $I = (k \cdot u + h)^y$ in den optischen Wertebereich transformiert, dort die Überlagerung durchgeführt und das Resultat der Überlagerung vermittels der inversen Gleichung in den elektrischen Wertebereich zurück transformiert, wobei mit dem das Videosignal repräsentierenden elektrischen Wert der

Bildpunkt angesteuert wird. Falls sich das Verhalten des Bildschirms nicht mit ausreichender Genauigkeit durch den funktionellen Zusammenhang beschreiben läßt, wird die Transformation anhand gemessener Werte durchgeführt, die das tatsächliche Verhalten des Bildschirms charakterisieren. Für die Rücktransformation werden gegebenenfalls interpolierte inverse Werte benutzt.

[0008] Der Vorteil der Erfindung liegt vor allem darin, daß bei der Überlagerung die optische Wirkung berücksichtigt wird, was im Betrachter ein stärkeres Gefühl der Harmonie erweckt. Mit der Erfindung läßt sich ein Blending zweier Bildebenen natürlich wirkend und damit wirklichkeitsnah vornehmen. Dabei kann die Korrektur mit einfachen, meist ehemals vorhandenen Mitteln und damit kostengünstig realisiert werden. Besonders beeindruckend zeigen sich die Vorteile der Korrektur im Falle des Anti-Aliasing, da die dort unternommene Mittelung über die Farbwerte benachbarter Pixel nunmehr zu einer optischen, auf den Betrachter abgestimmten Verschmierung führt, während die bekannte elektrische Verschmierung als solche zu erkennen war und zu den genannten Artefakten führte. Die optische Verschmierung wirkt harmonischer und mindert so die Artefakte deutlich.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich daher besonders vorteilhaft im Falle von auf einem Bildschirm bewegten Liniengraphiken anwenden. Beispielsweise können mit der Erfindung analoge Zeigerinstrumente, wie sie beispielsweise als Drehzahlmesser oder Tachometer in Fahrzeugen zum Einsatz kommen, graphisch simulieren. So kann sich die durch einen Pfeil auf einem Display dargestellte Tachonadel um ihren Drehpunkt bewegen, ohne daß es an ihren durch Linien dargestellten Kanten zu störenden Perlschnureffekten kommt.

[0010] Um den nichtlinearen Zusammenhang zwischen den elektrischen Werten und den optischen Werten zu berücksichtigen, bieten sich zwei Vorgehensweisen an. So ist es möglich, den Zusammenhang einerseits als Funktion oder andererseits als Wertetabelle vorzugeben. Im Falle der Funktion, die der oben dargestellten entspricht, muß bei jeder Überlagerung Rechenleistung aufgewendet werden. Bei der Leistungsfähigkeit heutiger Prozessoren spielt diese zusätzliche Anforderung keine bedeutsame Rolle und ist entsprechend schnelle durchzuführen. Um die Geschwindigkeit der Korrektur zu steigern, ist es vorteilhaft, den Zusammenhang in einer Wertetabelle niederzulegen, aus der sich der Prozessor unter Vorgabe des elektrischen Wertes den optischen Wert entnimmt.

[0011] Statt von einem theoretischen oder lediglich angenährten Zusammenhang zwischen elektrischen und optischen Werten auszugehen ist es mitunter - wie oben erwähnt - vorteilhaft, den Zusammenhang, der sich in dem Exponenten y ausdrückt, für den speziellen Bildschirm genau auszumessen, um eine realitätsnahe und damit optimale Transformation gewährleisten zu können. Die realen Meßwerte werden dann in einer Datei (Look-Up-Table) zusammengestellt, die bei der Transformation ausgelesen wird. Dabei ist es ausreichend, den Zusammenhang für einen Typ oder eine Baureihe des Bildschirms auszumessen, da davon auszugehen ist, daß sich der Exponenten individuell von Monitor zu Monitor nur wenig ändert. Um den rechnerischen und damit apparativen Aufwand zu mindern und damit die Erfindung auch für den Einsatz in Massenartikeln wie in Fahrzeuginstrumenten attraktiv zu machen, kann es vorteilhaft sein, die Transformation durch eine Näherungsfunktion vorzunehmen und damit die individuell möglichen, aber geringen Unterschiede zwischen verschiedenen Arten von Bildschirmen zu akzeptieren.

[0012] Eine besondere Ausführungsform der Erfindung wird im folgenden anhand des in der Figur dargestellten Blockschaltbildes näher beschrieben:

[0013] Die Figur zeigt das Blockschaltbild zur gamma-korrigierten Mischung zweier graphischer Layer. Dabei werden die eingehenden Daten von einem elektrischen Wertebereich 1 in einen optischen Wertebereich 2 und von dort zurück in einen elektrischen Wertebereich 3 transformiert. In diesem Falle sind die eingehenden Daten sechs Videodaten 4, wobei jede der drei Primärfarben als Vordergrund- und Hintergrundfarbe vorhanden ist. Die ursprünglich eingehenden Daten sind in den nachfolgenden Gleichungen mit a indiziert. Sie durchlaufen ein Transformatormodul 5 mit fest programmierter Tabelle (Look-up-table), in welcher der Zusammenhang zwischen den elektrischen Videodaten und ihrer optischen Wirkung niedergelegt ist. Bei einer Farbtiefe von N bit pro Farbe hat jede Look-up-table die gleiche Kennlinie 6. Die rechnerische Transformation geschieht nach dem folgenden Zusammenhang:

$$u_b(u_a) = \text{next_integer} \{ (2^N - 1) \cdot [u_a / (2^N - 1)]^y \},$$

wobei $u_a = 0, 1, \dots, 2^N - 1$ und $u_b = 0, 1, \dots, 2^N - 1$ ist, während $y = 2.2$ in diesem Ausführungsbeispiel ist. Wie betont, kann die Transformation auch unter Zugrundelegung gemessener Werte geschehen. Nach der Transformation durch das Transformatormodul 5 sind die Daten 7 mit b indiziert und werden einem weiteren Rechenmodul 8 zugeführt. Dieses Modul 8 führt das Alpha-Blending - im speziellen Fall das Anti-Aliasing - mit den in den optischen Wertebereich 2 transformierten Werten der Hintergrundfarbe 7H und der Vordergrundfarbe 7V in bekannter Art durch. Die Daten 9 sind nun mit c indiziert. Das zur Berechnung verwendete Funktional hat die allgemeine Form $U_c = f(u_{bV}, u_{bH}, \alpha)$.

[0014] Die so berechneten Videodaten werden nun mittels eines Rücktransformators 10 vom optischen Wertebereich 2 zurücktransformiert in den elektrischen Bereich 3. Die Rücktransformation zu mit d indizierten Werten 11 geschieht in diesem Ausführungsbeispiel mittels einer zur Transformation inversen Korrektur-Kennlinie:

$$u_d(u_c) = \text{next_integer} \{ (2^N - 1) \cdot [u_c / (2^N - 1)]^{1/y} \}.$$

wobei $u_c = 0, 1, \dots, 2^N - 1$, $u_d = 0, 1, \dots, 2^N - 1$ und $1/y = 0.45$ ist. Die ist. Die Rücktransformation kann gegebenenfalls anhand der invertierten gemessenen Werte vorgenommen werden. Nach der Rücktransformation stehen die benötigten Videodaten zur Verfügung, die nun erfindungsgemäß korrigiert sind.

[0015] Die Transformatoren sind dabei entweder im Random Access Memory (RAM) des für die Umsetzung der Erfindung eingesetzten Computers als ladbare Datei realisiert oder sie sind in einem Read Only Memory (ROM) festgelegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur graphischen Aufbereitung von auf einem matrixorganisiertem Bildschirm dargestellter Information, wobei der Bildschirm aus einer Vielzahl einzelner Bildelemente (Pixel) aufgebaut ist, deren Lichtemission jeweils durch ein am Bildelement anliegendes elektrisches Signal (Videosignal), insbesondere durch eine Spannung, kontrolliert wird, wobei die Leuchtdichte der Lichtemission einem bestimmten Informationswert, insbesondere einer Farbe und/oder einer Helligkeit, entspricht und wobei in einem Bildelement zwei Informationswerte zu einem Gesamtwert überlagerbar sind und die Überlagerung der Informationswerte einer Überlagerung der den Informationswerten zugeordneten elektrischen Signale, insbesondere einer Addition der elektrischen Signale nach dem Prinzip des "Alpha-Blending", entspricht,

dadurch gekennzeichnet, daß bei der Überlagerung eine Korrektur vorgenommen wird, bei der die nichtlineare Abhängigkeit zwischen der Stärke des elektrischen Signales und der optischen Leuchtdichte des Bildelementes berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß zur Korrektur die Größe des Signales vom elektrischen Wertebereich in einen optischen Wertebereich unter Berücksichtigung des nichtlinearen Zusammenhanges transformiert wird, daß die Überlagerung zum Gesamtwert im optischen Wertebereich vorgenommen wird und daß der Gesamtwert vom optischen zurück in den elektrischen Wertebereich transformiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß der Zusammenhang zwischen den elektrischen Werten und den optischen Werten als Funktion oder als Wertetabelle vorgegeben ist.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß der Zusammenhang zwischen den elektrischen Werten und der optischen Leuchtdichte für den speziellen Typ des Bildschirms ausgemessen ist.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß der Zusammenhang als normierte Leuchtdichte vorgegeben ist, die nach der Formel

$$I = (k \cdot u + h)^y$$

berechnet wird, wobei I die normierte Leuchtdichte, k ein Kontrastfaktor, u ein normiertes Videosignal, h die normierte Grundhelligkeit und y ein Exponent, insbesondere im Wertebereich zwischen 2.2 und 2.8, ist.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß in einem ersten Schritt jedes Videosignal u_a eines Bildelementes in den optischen Bereich transformiert wird in u_b nach der Beziehung

$$u_b(u_a) = \text{next_integer} \{ (2^N - 1) \cdot [u_a / (2^N - 1)]^y \},$$

daß anschließend zwei transformierte Videosignale u_a und u_b mittels Alpha-Blending überlagert werden zu u_c und

daß das überlagerte Signal rücktransformiert wird nach der Beziehung

$$u_d(u_c) = \text{next_integer} \{ (2^N - 1) \cdot [u_c / (2^N - 1)]^{1/y} \}.$$

wobei die $u = 0, 1, \dots, 2^N - 1$ sind.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Transformation durch eine Nährungsfunktion angenähert wird.
8. Anzeigevorrichtung zur optischen Wiedergabe von graphischer Information unter Einsatz des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 bei der graphischen Aufbereitung von Information, die einer Anti-Aliasing-Korrektur unterzogen wird.

