



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 064 066 A1** 2010.07.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 064 066.2**

(22) Anmeldetag: **19.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **01.07.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G06T 15/00** (2006.01)

(71) Anmelder:
EADS Deutschland GmbH, 85521 Ottobrunn, DE

(72) Erfinder:
Wegner, Matthias, 88048 Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

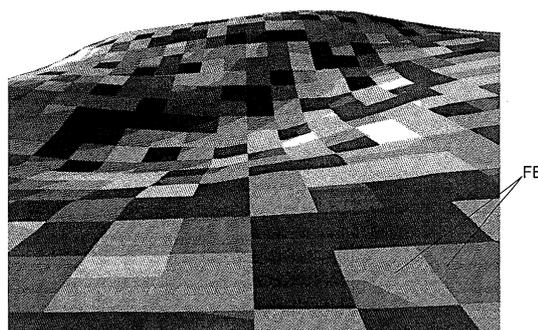
DE 10 2007 014015 A1
US 61 21 972 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Visualisierung einer dreidimensionalen Struktur auf einer Anzeigefläche**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Visualisierung einer dreidimensionalen Struktur auf einer Anzeigefläche, wobei die Oberfläche der dreidimensionalen Struktur in einzelne Flächenelemente (FE) zerlegt wird, die auf der Anzeigefläche in Zentralperspektive dargestellt werden. Die Flächenelemente (FE) werden mit mindestens drei unterschiedlichen Farben eingefärbt, wobei die Verteilung der einzelnen Farben auf die Flächenelemente (FE) der Strukturoberfläche zufällig gewählt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Visualisierung einer dreidimensionalen Struktur auf einer ebenen oder gekrümmten Anzeigefläche nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Mit der Verfügbarkeit von hochgenauen, digitalen Elevationsdatenbanken (DDTB = Detailed Digital Terrain Database) und von hochauflösenden RADAR- und LADAR-Systemen (z. B. HELLAS® von EADS Deutschland GmbH), kommen vermehrt sogenannte "Synthetic Vision"-Anzeigen in den Cockpits moderner Luftfahrzeuge zum Einsatz. Unter einer "Synthetic Vision"-Anzeige versteht man in erster Linie die synthetische, d. h. künstliche, Darstellung der umgebenen Geländestruktur mit all ihren signifikanten Erhebungen – dem sogenannten Bodenprofil (zumeist ergänzt durch weitere Symbolik). Eine solche synthetische "Außen-sicht" soll den Piloten während des Fluges, insbesondere bei unsichtigem Wetter, zusätzlich unterstützen und somit letztendlich die Flugsicherheit erhöhen (siehe z. B. DE 102004051625A1).

[0003] Das Hauptproblem bei einer "Synthetic Vision" Geländedarstellung liegt in dem Umstand begründet, dass eine dreidimensionale, geometrische Struktur (das Gelände) auf einer 2-dimensionalen Display-Ebene dargestellt werden muss. Dies geschieht über eine Zentralprojektion, also einer geometrischen Abbildung, welche dem menschlichen Sehen entspricht. Hierdurch besteht jedoch die Gefahr, dass – bei unvorteilhafter Lösung – die geometrische Tiefe des dargestellten Geländes nur unzureichend wiedergegeben wird oder sogar verloren geht.

[0004] Zur Visualisierung der Tiefe von dreidimensionalen Geländestrukturen auf einem Display werden schon seit längerer Zeit äquidistante Flucht- und Distanzlinien benutzt ([Fig. 1](#)). Diese Flucht- und Distanzlinien folgen der Geländestruktur und zerlegen das Terrain in zumeist gleichgroße Quadrate oder Rechtecke, welche in der perspektivischen Verkürzung den Eindruck der Tiefe vermitteln sollen (z. B. DE 102007014015 A1, DE 4314811 A1).

[0005] Das Konzept der Flucht- und Distanzlinien ist etabliert und wird fast durchgängig bei der Visualisierung von 3-dimensionalen Geländestrukturen verwendet. Es liefert im Allgemeinen einen recht guten Tiefeneindruck vom Gelände, hat jedoch seine Schwächen – insbesondere, wenn ausschließlich ein Gitternetz aus einfachen Linien zur Tiefenvisualisierung verwendet wird.

[0006] Oft wird die Geländeelevation in "Synthetic Vision Displays" z. B. in Abhängigkeit der momentanen Flughöhe des Luftfahrzeugs farblich kodiert (z. B. rot für sehr große Geländeerhebungen). Diese Art der Darstellung vermittelt dem Piloten einen guten Eindruck von der Höhe des umgebenden Geländes relativ zu seiner Flughöhe, der Tiefeneindruck ist jedoch meist weniger befriedigend bis schlecht, trotz der Verwendung von Flucht- und Distanzlinien.

[0007] Versuche, die Tiefe des Geländes in der Displayanzeige dadurch zu verbessern, indem man lediglich die Anzahl der Flucht- und Distanzlinien erhöht und/oder zusätzliche Diagonallinien einführt, zeigen nicht den gewünschten Gewinn an Tiefeninformation für den Betrachter. Ein feinmaschiges Netz aus Flucht- und Distanzlinien (und evtl. Diagonallinien) bildet zwar die Geometrie des Geländes besser ab, trägt jedoch nicht immer zur Verbesserung des Tiefeneindrucks für den Betrachter bei. Eine bekannte Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen ist die Verwendung von Punkten oder unterbrochenen Strichen für die Flucht- und Distanzlinien. Zumeist liefert eine solche Darstellung einen besseren Tiefeneindruck, trotz feinmaschiger Flucht- und Distanzlinien.

[0008] Die Möglichkeiten, allein auf Basis eines Gitternetzes von Flucht- und Distanzlinien einen guten Tiefeneindruck des abgebildeten Geländes zu erzielen, sind letztendlich jedoch begrenzt. Um diese Einschränkung zu umgehen, geht man weg von einfachen Linien hin zu regelmäßigen Flächenelementen (sogenannte Patches). Die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zeigen hierzu Beispiele für eine ebene Umgebung ([Fig. 2](#)) sowie für ein dreidimensionales Geländeprofil ([Fig. 3](#)). Das Gelände wird dabei in gleichgroße, alternierend eingefärbte Flächenelemente zerlegt, die in Zentralperspektive, d. h. aus der Sicht eines Beobachters, in einer zweidimensionalen Displayebene dargestellt werden. Es entsteht eine regelmäßige, schachbrettartige Texturierung des Geländes. Die Flächenelemente der Texturierung werden durch die ursprünglichen Flucht- und Distanzlinien begrenzt – wobei diese Linien zusätzlich zu den Flächenelementen erhalten bleiben können oder auch nicht (siehe [Fig. 2](#)).

[0009] Die Nachteile dieser schachbrettartigen Texturierung zur Lösung des "Tiefenproblems" sind zweierlei:
a) Es kommt im Allgemeinen im Fernbereich des Schachbrettmusters zu sog. visuellen Artefakten. Die Ur-

sache hierfür liegt darin begründet, dass – auf Grund der perspektivischen Verzerrung – ein immer kleiner werdendes Schachbrettmuster über einem äquidistanten Display-Pixelraster abgebildet wird. Dieser Effekt ist in der Signaltheorie und digitalen Bildverarbeitung wohl bekannt und wird durch das Shannon'sche Abtasttheorem mathematisch beschrieben.

b) Der entscheidende Nachteil eines Schachbrettmusters zur visuellen Vermittlung der Tiefe eines abgebildeten Geländes liegt in der Tatsache begründet, dass dynamische Ortsänderungen des Beobachters (z. B. beim Flug über das Gelände) bei annähernd gleicher Blickrichtung nur unzureichend oder gar nicht wahrzunehmen sind – falls die Display-Anzeige nicht permanent und hoch konzentriert durch den Piloten beobachtet wird. Mit anderen Worten: Es sieht alles immer relativ gleich aus – insbesondere, wenn man sich im diskreten Rasterabstand des Schachbrettmusters nach links/rechts oder nach vorn/hinten bewegt hat, ohne diese Bewegung bewusst und konzentriert jeweils zu verfolgen.

[0010] Auf Grund der komplexen Anforderungen an den Piloten während des Fluges ist es nicht möglich oder zumindest sehr unwahrscheinlich, dass der Pilot ein "Synthetic Vision"-Display permanent und hoch konzentriert beobachten kann. Bei den oben aufgeführten, bekannten Lösungsvorschlägen des "Tiefenproblems" kann es deshalb wegen den angegebenen Gründen zu visuellen Orientierungsproblemen kommen, welche ihrerseits wiederum in den möglicherweise kritischen Sekunden die Entscheidungsfähigkeit des Piloten und damit seine missionsbedingte Handlungsfreiheit negativ beeinflussen können. Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die beschriebenen Probleme im Zusammenhang mit der Visualisierung von Tiefe in einer Display-Darstellung zu lösen.

[0011] Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand des Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0012] Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt in der sicheren sowie leichten und schnellen Erfassung der Tiefe durch den Beobachter – insbesondere bei der Anwendung auf dreidimensionale Geländeprofile (z. B. aus digitalen Elevationsdatenbanken). Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine sehr viel größere "Natürlichkeit" in der Displayanzeige als alternative Vorschläge. Aus diesem Grund ist sie in der Lage, entsprechende Anzeigen in sogenannten "Synthetic Vision"-Displays, wie sie in modernen Luftfahrzeugen vermehrt zum Einsatz kommen, zu verbessern. Damit kann der Pilot besser unterstützt bzw. entlastet werden und dies hilft die Flugsicherheit – insbesondere bei kritischen Missionen oder Flugprofilen – zu erhöhen.

[0013] Die vorliegende Erfindung ermöglicht es dem Piloten, die Tiefe der Geländedarstellung auf einem Display auch dann stets klar und schnell zu erkennen und visuell zu erfassen, wenn der Pilot die Displayanzeige des Geländes nicht permanent und hochkonzentriert beobachten kann, weil zwischenzeitlich andere Dinge im Cockpit seine Aufmerksamkeit beanspruchen. Insofern liefert die vorliegende Erfindung nicht nur einen verbesserten Tiefeneindruck als die bekannten und etablierten Konzepte, sondern ist auch im Hinblick auf den operationellen Einsatz im Cockpit flexibler.

[0014] Die Erfindung wird anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf Fig. näher erläutert. Es zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) Flucht- und Distanzlinien zur Darstellung der Tiefe einer Ebene in einer zweidimensionalen Display-Darstellung (Stand der Technik);

[0016] [Fig. 2](#) Schachbrettmuster zur Visualisierung der Tiefe einer Ebene in einer zweidimensionalen Display-Darstellung (Stand der Technik);

[0017] [Fig. 3](#) ein weiteres Beispiel für die Schachbrettdarstellung eines Geländeprofils (Stand der Technik);

[0018] [Fig. 4](#) die Darstellung eines Geländeprofils gemäß der Erfindung.

[0019] Zur Vermittlung eines guten Tiefeneindrucks des abgebildeten dreidimensionalen Geländes auf einem Display erscheint eine durch Flächenelemente strukturierte, flächenhafte Darstellung der dreidimensionalen Struktur besser geeignet als eine entsprechende Darstellung, die aus Flucht- und Distanzlinien besteht. Bei einer flächenhaften Darstellung gehen die Flucht- und Distanzlinien nicht verloren, da sie die einzelnen Flächenelemente begrenzen. Die Flächenelemente werden i. d. R. den Tiefeneindruck des dargestellten Geländes besser unterstützen – insbesondere, wenn die Flucht- und Distanzlinien sehr eng beieinander liegen oder wenn zusätzliche Informationskodierungen (wie z. B. die Geländehöhe) in die Anzeige mit aufgenommen werden.

[0020] Gemäß der Erfindung werden die Flächenelemente mit n ($n \geq 3$) unterschiedlichen Farben (im Folgenden "Darstellungsfarben" genannt, dabei kann es sich auch um Grautöne handeln) eingefärbt, wobei die Verteilung der einzelnen Farben auf die Flächenelemente zufällig ist.

[0021] Dabei können die Flächenelemente zusätzlich von Flucht- und Distanzlinien begrenzt werden.

[0022] Die zufällige Verteilung der Darstellungsfarben auf die Flächenelemente kann insbesondere mit Hilfe eines rekursiven, arithmetischen Verfahrens zur Berechnung deterministischer Zufallszahlen (sog. Pseudozufallszahlen) bewerkstelligt werden – insofern ist die Verteilung der Darstellungsfarben auf die Flächenelemente nicht wirklich zufällig. Der Vorteil eines solchen Berechnungsverfahrens für Pseudozufallszahlen liegt in dem Umstand begründet, dass es leicht auf einem beliebigen Computer implementiert werden kann. Dies ermöglicht eine universelle Einsetzbarkeit der vorliegenden Erfindung in verschiedensten Systemen, in denen dreidimensionale Strukturen räumlich visualisiert werden sollen.

[0023] Ein rekursives, arithmetisches Verfahren zur Berechnung von Pseudozufallszahlen benutzt bei jedem Berechnungszyklus bereits bekannte Zufallszahlen als Startwerte zur Ermittlung einer neuen Pseudozufallszahl. Mit diesem Mechanismus wird in einem rekursiven Prozess eine Folge von Pseudozufallszahlen erzeugt. Diese Folge ist deterministisch, da bei Vorgabe von jeweils gleichen Startwerten stets die gleiche Folge von Pseudozufallszahlen erzeugt wird.

[0024] Ein für die Erfindung verwendbares Berechnungsverfahren zur Erzeugung von Pseudozufallszahlen besteht allgemein aus einem Quadrupel:

$$X(Z_m, S, f, g)$$

[0025] Hierbei bezeichnet die Menge Z_m den sog. Zustandsraum mit der Mächtigkeit m

$$Z_m := \{0, 1, \dots, m-1\} \text{ mit } m \in \mathbb{N}^+ \text{ und } m \gg 1,$$

die Menge S die Startwerte des Verfahrens $S := \{y_0, y_1, \dots, y_{k-1}\} \in Z_m^k$ mit $k \in \mathbb{N}^+$ und $k \geq 1$, die **Abb.** f ist die arithmetische Übertragungsfunktion nach Z_m

$$f: Z_m^k \rightarrow Z_m, (y_{n-k}, y_{n-k+1}, \dots, y_{n-1}) \mapsto f(y_{n-k}, y_{n-k+1}, \dots, y_{n-1}) =: y_n \text{ mit } n \geq k$$

wobei y_n den n -ten Zustandswert bezeichnet und die **Abb.** g die Normierungsfunktion auf das rechts offene Einheitsintervall ist

$$g: Z_m \rightarrow [0, 1), y_i \mapsto g(y_i) := \frac{y_i}{m} \quad \text{mit } i \leq n.$$

[0026] Eine mögliche konkrete Ausprägung dieser Berechnungsvorschrift kann z. B. folgendermaßen ausgestaltet werden:

[0027] Mit $k = 1$ reduziert sich die Menge der Startwerte auf genau ein Element:

$$S = \{y_0\} \subset Z_m$$

[0028] Für die arithmetische Übertragungsfunktion wählt man dann für $n \geq 2$ z. B.

$$f(y_{n-1}) = (ay_{n-1} + b) \bmod m = y_n \text{ mit } a, b \in \{1, \dots, m-1\}$$

(Vorschlag von D. H. Lehmer, 1949).

[0029] Das oben beschriebene Konzept zur rekursiven Berechnung von Pseudozufallszahlen ist jedoch allgemeingültig und kann somit leicht an gegebene Anforderungen für die Anwendung der Erfindung angepasst werden.

[0030] Zur Visualisierung der Tiefe mit Hilfe des Pseudozufalls werden zunächst n ($n \geq 3$) unterschiedliche Darstellungsfarben definiert. Das Ziel ist, die unterschiedlichen Darstellungsfarben per Pseudozufall den Flächenelementen, in welche die Texturierung der dreidimensionalen Struktur zerlegt ist, zuzuordnen. Einen vorteilhaften optischen Effekt erzielt man, wenn sich die gewählten unterschiedlichen Farben für die Flächenele-

mente nicht sehr stark voneinander unterscheiden (z. B. könnte man hierfür drei Grautöne wählen – hell, mittel, dunkel).

[0031] Hierzu werden in einem ersten Schritt die ausgewählten Darstellungsfarben der Flächenelemente über eine geeignete **Abb. f** den Pseudozufallszahlen aus dem rechts offenen Intervall $[0, 1)$ zugeordnet.

$$f : [0, 1) \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, n\} \subset \mathbb{N} \quad (1)$$

[0032] Unter Annahme der Gleichverteilung der Pseudozufallszahlen z_i über dem Intervall $[0, 1)$ könnte z. B. eine solche Zuordnung zur n -ten Darstellungsfarbe c_n durch die folgende Abbildung erfolgen:

$$z_i \mapsto f(z_i) := \lfloor z_i n + 1 \rfloor = c_n \text{ mit } n (n \geq 3).$$

[0033] Bei dem Operator $\lfloor \cdot \rfloor$ handelt es sich um die Gauß'sche Klammer.

[0034] Mit Hilfe einer solchen oder äquivalenten Berechnungsvorschrift wird jeder Pseudozufallszahl z_i genau eine Darstellungsfarbe c_n für die Flächenelemente zugeordnet.

[0035] Die Flucht- und Distanzlinien als reale oder virtuelle Begrenzungen der unterschiedlich gefärbten Flächenelemente bilden über dem darzustellenden Gelände ein äquidistantes Gitternetz. Mithin lässt sich jedes einzelne Flächenelement durch seinen Ort innerhalb dieser Gitternetzanordnung eindeutig beschreiben. Diese Eindeutigkeit in der Ortszuordnung der Flächenelemente bleibt im Übrigen erhalten, egal ob das äquidistante Gitternetz der Flucht- und Distanzlinien relativ zum Ort des Luftfahrzeugs oder absolut, geo-referenziert vorliegt. Völlig analog gilt diese Tatsache im Übrigen auch für nicht quadratische bzw. nicht rechteckige Gitternetzanordnungen, wie z. B. ein äquidistantes Gitternetz, das aus einer hexagonalen Wabenstruktur aufgebaut ist oder z. B. nur aus Dreiecken besteht. Die seitlichen Begrenzungen dieser Art von Flächenelementen bilden dann natürliche keine Flucht- und Distanzlinien mehr. Dieser Umstand ist für die vorliegende Erfindung jedoch ohne jeden Belang und alle hier gemachten Aussagen können völlig gleichwertig auch auf nicht-quadratische bzw. nicht-rechteckige, äquidistante Gitternetzanordnungen der Flächenelemente angewendet werden.

[0036] Bezeichnen $\varphi, \lambda \in \mathbb{R}$ die Ortskoordinaten eines Flächenelements. Sei weiterhin g eine geeignete Funktion, die jedem Ortskoordinatentupel einen "zufälligen" Wert aus dem Intervall $[0, 1)$ zuordnet, also:

$$g : \mathbb{R}^2 \rightarrow [0, 1) \quad (2)$$

[0037] Eine mögliche konkrete Ausprägung dieser Funktion könnte mit einer Pseudozufallszahl $z_i \in [0, 1)$ z. B. folgendermaßen gestaltet werden:

$$(\varphi, \lambda) \mapsto g_i(\varphi, \lambda) := \frac{z_i |\varphi - \lambda|}{|\varphi_{\max} - \lambda_{\max}|} \quad \text{mit } i \in \mathbb{N}$$

[0038] Mit Hilfe einer solchen oder äquivalenten Berechnungsvorschrift wird jedem Ortskoordinatentupel ein "zufälliger" Wert aus dem Intervall $[0, 1)$ zugeordnet.

[0039] Durch die oben eingeführten **Abb. (1)** und **(2)** kann nunmehr eine zusammengesetzte Abbildung definiert werden, welche jedem Ortskoordinatentupel eine "zufällig" ausgewählte Farbe aus der Menge der n ($n \geq 3$) vorgegebenen Darstellungsfarben für die Flächenelemente zuordnet:

$$f \circ g : \mathbb{R}^2 \rightarrow \{1, 2, 3, \dots, n\} \subset \mathbb{N}, (\varphi, \lambda \mapsto f(g(\varphi, \lambda))) \text{ mit } \varphi, \lambda \in \mathbb{R}$$

[0040] Die konkreten Realisierungen der **Abb. (1)** und **(2)** sollten für eine Implementierung in einem operativen System möglichst vorteilhaft ausgelegt werden und können sich von den hier angegebenen Beispielen unterscheiden. Das zugrundeliegende Konzept bleibt jedoch stets anwendbar, nämlich die "zufällige" Zuordnung einer Farbe aus der Menge der vorgegebenen Darstellungsfarben zu einem bestimmten Flächenelement des Gitternetzes der Texturierung.

[0041] Mit der "zufälligen" Zuordnung der Darstellungsfarben zu den einzelnen Flächenelementen der Texturierung wird die strenge und unnatürliche Homogenität bei der Visualisierung von Geländestrukturen aufgehoben, wie man sie im Stand der Technik (**Fig. 2, Fig. 3**) beobachten kann. Durch die "zufällige" Farbzusordnung ergibt sich ein sehr eigentümlicher optischer Effekt, welcher die Geländeoberfläche für den Betrachter sehr viel

"natürlicher" erscheinen lässt. Auf Grund der "zufälligen" Verteilung der n ($n \geq 3$) Darstellungsfarben auf die einzelnen Flächenelemente kommt es zu "zufälligen" optischen Cluster- und Musterbildungen, die – im Gegensatz zur Schachbrett-Darstellung – jeweils unterschiedlich geformt sind. Dies ermöglicht es dem Beobachter, sich deutlich leichter auf dem Gelände zu orientieren, weil er sich jeweils an gewissen, optisch auffälligen Farbclustern oder inhomogenen Mustern als Bezugspunkte orientieren kann. Auch und insbesondere die Tiefe des dargestellten Geländes tritt durch die optisch inhomogene Strukturierung auf Grund der "zufälligen" Verteilung der Darstellungsfarben deutlich vorteilhaft hervor. Darüber hinaus bewirkt die erfindungsgemäße "zufällige" Farbanordnung für die Flächenelemente einen sehr viel natürlicheren visuellen Gesamteindruck des dargestellten Geländes.

[0042] [Fig. 4](#) veranschaulicht das erfindungsgemäße Konzept zur Visualisierung der Tiefe von Geländestrukturen im Vergleich zur Schachbrett-Darstellung desselben Geländes gemäß [Fig. 3](#). Dargestellt ist ein dreidimensionales Geländeprofil, mit einer Texturierung, welche aus gleichgroßen, quadratischen Flächenelementen aufgebaut ist, wobei die Flächenelemente in der Perspektive eines Beobachters dargestellt sind. Die Darstellungsfarben sind zufällig auf die einzelnen Flächenelemente des Geländeprofiles verteilt.

[0043] Es ist darauf hinzuweisen, dass der aus quadratischen Flächenelementen bestehenden Oberflächenstruktur gemäß der [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) jeweils noch ein Schattenwurf (im Bereich des Steilhangs) überlagert ist, um die Tiefendarstellung noch weiter zu verbessern.

[0044] Anstatt der dargestellten quadratischen Flächenelemente können z. B. auch rechteckige, dreieckige oder hexagonale (Bienenwaben) Formen verwendet werden.

[0045] Bei der Anzeigefläche, auf der die dreidimensionale dargestellt wird, kann es sich um eine ebene oder auch in beliebiger Weise gekrümmte Fläche handeln.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102004051625 A1 [\[0002\]](#)
- DE 102007014015 A1 [\[0004\]](#)
- DE 4314811 A1 [\[0004\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Visualisierung einer dreidimensionalen Struktur auf einer Anzeigefläche, wobei die Oberfläche der dreidimensionalen Struktur in einzelne Flächenelemente (FE) zerlegt wird, die auf der Anzeigefläche in Zentralperspektive dargestellt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Flächenelemente (FE) mit mindestens drei unterschiedlichen Farben eingefärbt werden, wobei die Verteilung der einzelnen Farben auf die Flächenelemente (FE) der Strukturoberfläche zufällig gewählt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zufällige Verteilung der einzelnen Farben auf die Flächenelemente (FE) der Strukturoberfläche mittels Pseudozufallszahlen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pseudozufallszahlen gleichverteilt sind.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächenelemente (FE) quadratisch, rechteckig, dreieckig oder von der Form eines regelmäßigen Sechsecks sind.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächenelemente (FE) von Distanzlinien und Fluchtlinien begrenzt werden.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

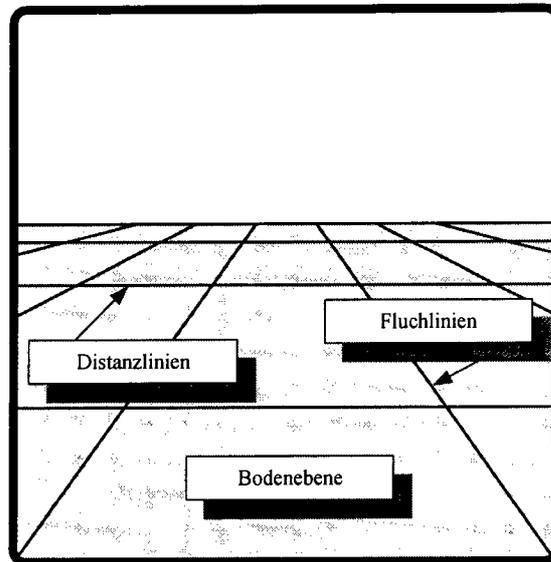


Fig. 2

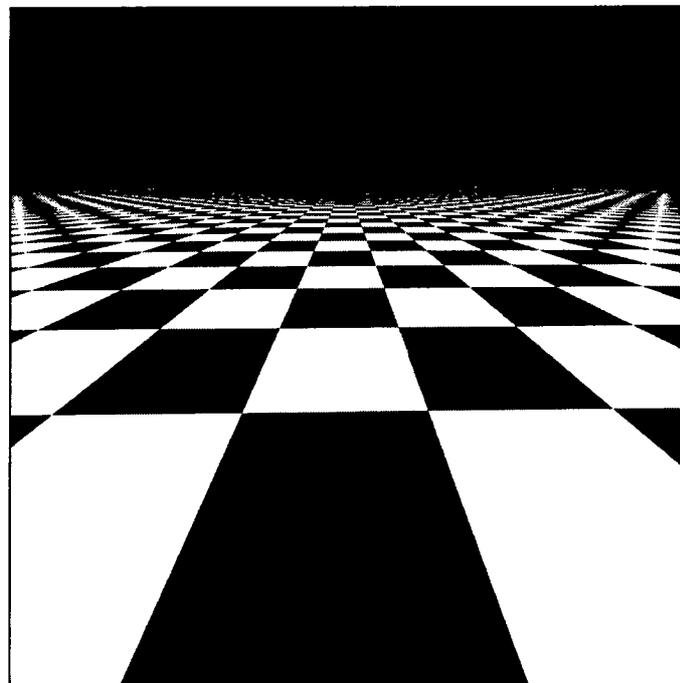


Fig. 3

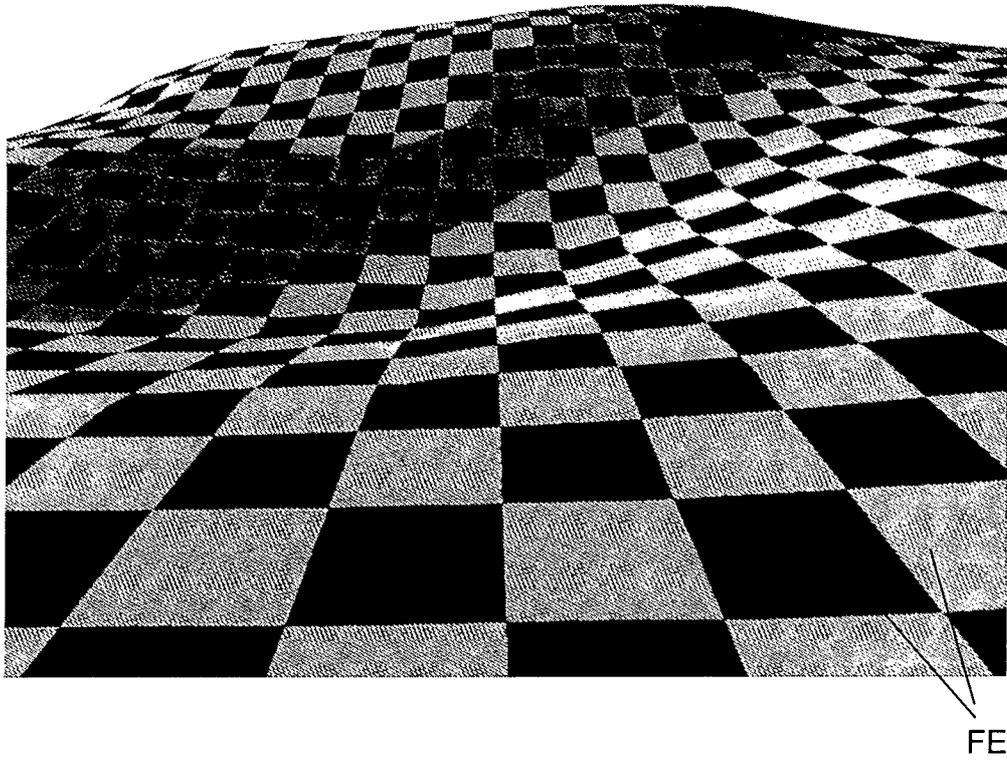


Fig. 4

