



BUNDESPATENTGERICHT

17 W (pat) 76/10

(Aktenzeichen)

Verkündet am
6. Mai 2014

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend die Patentanmeldung 10 2008 050 049.6-53

...

hat der 17. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 6. Mai 2014 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dipl.-Phys. Dr. Morawek, der Richterin Eder, der Richterin Dipl.-Phys. Dr. Thum-Rung und des Richters Dipl.-Phys. Dr. Forkel

beschlossen:

Auf die Beschwerde der Anmelderin wird der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse G06T des Deutschen Patent- und Markenamts vom 6. Mai 2010 aufgehoben und das Patent mit folgenden Unterlagen erteilt:

Patentansprüche 1 bis 6 und
Beschreibung Seiten 1, 1a, 2, 2a, 3 bis 16,
jeweils überreicht in der mündlichen Verhandlung,
5 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 5B vom Anmeldetag.

Gründe:

I.

Die vorliegende Patentanmeldung ist am 1. Oktober 2008 beim Deutschen Patent- und Markenamt unter der Bezeichnung

„Verfahren zur Bestimmung einer die Objektgrenze eines Objekts in einem digitalen 3D-Datensatz annähernden 3D-Oberfläche“

eingereicht worden.

Die Prüfungsstelle für Klasse G06T hat am 6. Mai 2010 die Anmeldung zurückgewiesen, da der Gegenstand des Patentanspruchs 1 nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhe.

Gegen diesen Beschluss wendet sich die Beschwerde der Anmelderin.

Die Beschwerdeführerin beantragt,

den angegriffenen Beschluss aufzuheben und das nachgesuchte Patent mit folgenden Unterlagen zu erteilen:

Patentansprüche 1 bis 6 und
Beschreibung Seiten 1, 1a, 2, 2a, 3 bis 16, jeweils überreicht in
der mündlichen Verhandlung,
5 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 5B vom Anmeldetag.

Im Prüfungsverfahren vor dem Deutschen Patent- und Markenamt ist folgende Druckschrift genannt worden:

D1: W.E.Lorensen, H.E.Cline: „Marching Cubes: A High Resolution 3D Surface Construction Algorithm“, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, Vol. 21, Issue 4, July 1987, pp. 163 bis 169.

Der Senat hat zusätzlich die Druckschriften

D2: DE 199 29 779 A1

D3: L. Wang, J. Bai, K. Ying: "Adaptive approximation of the boundary surface of a neuron in confocal Microscopy volumetric images", in: Medical & Biological Engineering & Computing 2003, Volume 41, Seiten 601-607

in das Verfahren eingeführt.

Zu den Einzelheiten wird auf die Akte verwiesen.

II.

Die Beschwerde ist frist- und formgerecht eingereicht und auch sonst zulässig. Sie hat auch Erfolg, da ein Patent nach dem nunmehr geltenden Antrag erteilt werden kann.

1. Gegenstand der Patentanmeldung ist ein Verfahren zur Bestimmung einer die Objektgrenze eines Objekts in einem digitalen 3D-Datensatz annähernden 3D-Oberfläche.

Gemäß der Beschreibungseinleitung auf S. 1 Abs. 2 der ursprünglich eingereichten Unterlagen ist es auf vielen Gebieten der zerstörungsfreien nichtinvasiven Mess- und Prüftechnik, z. B. auch der medizinischen Bildgebung im Rahmen einer Diagnostik heute üblich, von zu untersuchenden Objekten, z. B. einem Patienten einen digitalen dreidimensionalen Bilddatensatz, d. h. einen vollständig mit Voxeln ausgefüllten dreidimensionalen Voxelblock zu erzeugen.

Um Objektgrenzen (etwa Oberflächen von Knochen) in einem derartigen Voxelblock darstellen zu können, müssten die Oberflächenpunkte innerhalb eines Volumenblocks ermittelt werden (Segmentierung, S. 1 Abs. 3), etwa durch Bestimmung zusammengehöriger Volumenelemente oder durch Bestimmung von Randpunkten, z. B. durch Anwendung eines Gradientenoperators in Verbindung mit einem Schwellwert (S. 2 Abs. 1 und 2). Mit Hilfe der segmentierten Oberflächenpunkte könne dann eine Oberflächendarstellung gebildet werden, etwa als Netz aus Polygonen (Dreiecken, Vierecken usw.), welche sich an die segmentierten Oberflächenvoxel anschmiegen (S. 2 le. Abs. bis S. 3 Abs. 2).

Bekanntere Segmentierungsverfahren orientierten sich an einzelnen 3D-Schichten oder an 3D-Voxelblöcken, etwa in einer hierarchischen Strukturierung des Volumens (S. 4 Abs. 1 bis 3).

Bei vielen bekannten Methoden würden die Objekte oder Oberflächen bzw. die hierzu gehörigen Voxel anhand von Schwellwerten ermittelt. Dies sei problematisch, da oft der Signalpegel innerhalb eines Objektes nicht konstant sei; z. B. änderten sich die Voxelwerte bei der Magnetresonanztomographie mit zunehmendem Abstand von der Empfangsspule. Des Weiteren seien sämtliche Schwellwertverfahren anfällig für Störungen bzw. Rauschen in den Volumendaten, die insbesondere bei medizinischen Datensätzen z. B. aufgrund des Röntgenrauschens oder allgemein des Signalrauschens häufig aufträten; dies führe zu Lücken in den ermittelten Oberflächen (S. 4 le. Abs. bis S. 5 Abs. 1).

Durch die Lehre der Anmeldung soll die Aufgabe gelöst werden, ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung von 3D-Oberflächen anzugeben, welche die Objektgrenzen von Objekten in einem digitalen 3D-Datensatz annähern (S. 5 Abs. 2 der ursprünglichen und der geltenden Unterlagen).

Der geltende Patentanspruch 1 lautet:

- „1. Verfahren zur Bestimmung einer die Objektgrenze (6) eines Objekts (4) in einem digitalen 3D-Datensatz (2) annähernden 3D-Oberfläche (14), mit folgenden Schritten:
 - a) der 3D-Datensatz (2) wird in zusammenhängende 3D-Teilbereiche (10) von mindestens zwei Voxeln (8) in jeder der drei Raumrichtungen zerlegt,
 - b) in jedem 3D-Teilbereich (10) wird unter Verwendung aller Voxel (8) des Teilbereiches (10) ein 3D-Gradient (g^{\rightarrow}) als Wahrscheinlichkeitsmaß (21) für das Vorhandensein der Objektgrenze (6) in diesem 3D-Teilbereich (10) sowie eine potentielle Lage (26) und Orientierung (24) der Objektgrenze (6) berechnet, wobei im 3D-Bereich (10) in jeder der drei

Raumrichtungen (x, y, z) für jede Voxelebene (20a-c) quer zur jeweiligen Raumrichtung (x, y, z) ein Mittelwert $(M_{x, y, z})$ der Werte der Voxel (8) gebildet wird und der 3D-Gradient (g^{\rightarrow}) aus den Mittelwerten $(M_{x, y, z})$ gebildet wird, und die Orientierung (24) der Objektgrenze (6) als Richtung des 3D-Gradienten (g^{\rightarrow}) ermittelt wird,

c) in jedem 3D-Teilbereich (10) wird anhand des Wahrscheinlichkeitsmaßes (21) und eines Kantenkriteriums (22) entschieden, ob die Objektgrenze (6) im 3D-Teilbereich (10) verläuft, wobei das Kantenkriterium (22) auf den 3D-Gradienten (g^{\rightarrow}) angewendet wird,

d) aus einem Satz von für den 3D-Teilbereich (10) gegebenen Flächenstücken (F_{1-9}) wird dasjenige ausgewählt, dessen Lage (26) und Orientierung (24) der ermittelten Lage (26) und Orientierung (24) der Objektgrenze (6) am nächsten kommt,

e) die 3D-Oberfläche (14) wird als Vereinigungsmenge der ausgewählten Flächenstücke (F_{1-9}) gebildet.“

Die auf den Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüche 2 bis 6 lauten (mit markierter Korrektur eines offensichtlichen Schreibfehlers in Unteranspruch 3):

- „2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem in Schritt c) als Kantenkriterium (22) der Betrag des 3D-Gradienten $(|g^{\rightarrow}|)$ anhand eines Schwellwertes (S_1) geprüft wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem in Schritt a) sich benachbarte 3D-Bereiche (10) in jeder der drei Raumrichtungen (x,y,z) um jeweils mindestens eine Voxelebene (20a-c) überlagern.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach Schritt e) nicht aneinander schließende Flächenstücke ($F_{i,j}$) benachbarter 3D-Bereiche (10) durch Interpolation aneinander angepasst werden.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach Schritt e) eine Lücke (18) in der 3D-Oberfläche (14) durch ein zusätzlich eingesetztes und interpoliertes Flächenstück (F_k) geschlossen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem nach Schritt e) eine Lücke in der 3D-Oberfläche (14) durch Austausch von Flächenstücken ($F_{i,j}$) gemäß einer Tabelle zulässiger Nachbarschaften von Flächenstücken (F_i) mit anderen Flächenstücken (F_j) aus der Menge der zulässigen Nachbarn geschlossen wird.“

Dem Verfahren des Anspruchs 1 liegt folgende Lehre zugrunde:

Der Volumendatensatz wird in zusammenhängende, mindestens 2x2x2 Voxel umfassende 3D-Teilbereiche (Würfel 10 in Fig. 1) eingeteilt – Merkmal a). Innerhalb jedes Teilbereiches wird durch eine spezielle Mittelwertbildung unter Verwendung aller Voxel des Teilbereichs ein Gradient (Fig. 3a) als Maß für die Wahrscheinlichkeit bestimmt, dass in diesem Teilbereich eine Objektgrenze (Teil einer Objektoberfläche) vorhanden ist; hierbei gibt die Richtung des 3D-Gradienten die potentielle Orientierung der Objektgrenze an, und die potentielle Lage der

Objektgrenze ergibt sich aus der Lage des 3D-Teilbereichs (S. 14 Z. 18 bis 22) – Merkmal b). Anhand eines auf den 3D-Gradienten angewendeten Kantenkriteriums wird entschieden, ob sich im Teilbereich tatsächlich eine Objektgrenze befindet; eine Objektgrenze ist z. B. dann vorhanden, wenn der Betrag des Gradienten größer ist als ein Schwellwert – Merkmal c). Wurde eine Objektgrenze festgestellt, so wird aus einem Satz von vorgegebenen Flächenstücken mit unterschiedlichen Lagen im Teilbereich (schraffierte Bereiche in Fig. 4) dasjenige ausgewählt, dessen Lage und Orientierung der potentiellen Lage und Orientierung der Objektgrenze am nächsten kommt – Merkmal d). Schließlich werden alle derart ausgewählten Flächenstücke vereinigt und daraus die Objektoberfläche (in Netzform) gebildet – Merkmal e). Hierbei können einzelne Flächenelemente geändert oder hinzugefügt werden (Fig. 5A, 5B).

Als Fachmann für eine solche Lehre sieht der Senat hier einen Informatiker oder Physiker mit Erfahrung in der dreidimensionalen Bildverarbeitung, insbesondere der Segmentierung von (z.B. medizinischen) Volumendaten an.

2. Die nunmehr geltenden Unterlagen liegen im Rahmen der ursprünglichen Offenbarung.

Anspruch 1 ist gestützt auf die ursprünglichen Ansprüche 1, 2 und 4 sowie S. 6 Z. 4 bis 35, S. 8 le. Abs. bis S. 9 Abs. 1 und Fig. 4 mit Beschreibung.

Die geltenden Unteransprüche 2 bis 6 gehen hervor aus den ursprünglichen Unteransprüchen 3 und 9 bis 12.

Die ebenfalls zulässigen Änderungen in der Beschreibung betreffen teilweise die Darlegung des Standes der Technik, teilweise ergeben sie sich aus den geänderten Ansprüchen.

3. Das Verfahren gemäß dem Anspruch 1 ist neu gegenüber dem belegten Stand der Technik und beruht auch auf erfinderischer Tätigkeit.

Die Druckschrift D1 zeigt in Kap. 4 das „Marching Cubes“ - Verfahren zur Ermittlung von Oberflächen in einem Volumendatensatz. Der Volumendatensatz wird in gleich große Würfel eingeteilt, die nacheinander abgearbeitet werden. In jedem Würfel werden diejenigen Eckpunkte markiert, deren Voxelwerte oberhalb eines Schwellwerts liegen. Enthält dann ein Würfel sowohl markierte als auch unmarkierte Eckpunkte, so befindet sich im Würfel mindestens eine Objektgrenze. Je nach Lage der markierten und der unmarkierten Eckpunkte und der demnach von der Objektgrenze geschnittenen Würfelkanten wird dem Würfel eine von vierzehn möglichen Anordnungen zugeordnet, in denen jeweils die Objektgrenzen als Flächenstücke (Dreiecke) unterschiedlicher Lage und Orientierung im Würfel verlaufen (Fig. 3 auf S. 165). Nach dieser Zuordnung wird die genaue Lage des Oberflächenschnittpunkts auf jeder geschnittenen Würfelkante durch Interpolation bestimmt (S. 165 li. Sp. 6. Abs., S. 166 li. Sp. oben Punkt 5). Mit Hilfe der ermittelten Flächenstücke (Dreiecke) wird die gesamte Oberfläche dargestellt, wobei zur Schattierung Gradienten an den einzelnen Ecken der Dreiecke berechnet werden (S. 165 li. Sp. vorle. Abs. „The final step ...“; S. 166 li. Sp. oben Punkt 6 und 7). Wird die Auflösung einer Schicht des Volumens durch Mittelung über vier Pixel zu einem reduziert, so reduziert sich die Anzahl der Dreiecke, die Effizienz der Oberflächenkonstruktion wird verbessert und das Bild wird geglättet (S. 166 re. Sp. Abs. 1).

In D2 wird eine Segmentierung eines (Ultraschall-) Volumendatensatzes durchgeführt über eine Einteilung des Datensatzes in Würfel (Voxel) und Selektieren der einem Segmentierkriterium entsprechenden Voxel (Zusammenfassung). Gemäß Sp. 2 Z. 34 bis 49 kann zur Segmentierung ein auf die Grauwerte der Voxel wirkender Schwellwert herangezogen werden; darüber hinaus wäre es auch möglich, als Segmentierkriterium den Grauwertgradienten in Selektierichtung (Richtung, in der eine Volumenstruktur gesucht wird, vgl. Sp. 1 Z. 65 bis Sp. 2 Z. 15) heranzu-

ziehen, um beispielsweise den Übergang von einer „festeren“ Struktur zu einer nicht so festen Struktur feststellen zu können. Entsprechend den gefundenen Übergängen werden die der gesuchten Struktur vorgelagerten Teile in der Darstellung „ausradiert“ (Fig. 4).

D3 betrifft die adaptive Annäherung der Oberfläche eines Neurons in Volumebildern, die mithilfe konfokaler Mikroskopie erhalten wurden. Zur Bestimmung der Oberfläche werden die Volumendaten $f(x, y, z)$ zunächst in aneinander angrenzende Würfel („cubes“) von $2 \times 2 \times 2$ Voxeln eingeteilt (Fig. 3, S. 606 li. Sp. Abs. 2). In jedem Würfel werden die Würfelkanten daraufhin untersucht, ob sie von der Oberfläche geschnitten werden, unter Anderem anhand der Gradientenwerte an den Würfelcken; werden mindestens drei Kanten geschnitten, so handelt es sich um einen „edge cube“, d. h. einen von der Oberfläche geschnittenen Würfel (S. 604 Kap. 3.1, insbesondere Kriterium (ii)). Sodann werden die Lage und die Grauwerte der Schnittpunkte der Oberfläche auf den Würfelkanten interpoliert. Im folgenden Schritt (S. 604 Kap. 3.2) werden jeweils mehrere benachbarte Würfel zu Subbildern („sub-images“) zusammengefasst, welche Oberflächenschnittpunkte enthalten können. Mit Hilfe der Grauwerte der Oberflächenschnittpunkte in den geschnittenen Subbildern wird eine die gesuchte Oberfläche enthaltende dreidimensionale Funktion in stückweise konstanter Form $k(x, y, z)$ angenähert (vgl. Fig. 4 für den zweidimensionalen Fall). Die gesuchte Oberfläche wird als Schnitt dieser Funktion mit den Volumendaten $f(x, y, z)$ über einen „Marching Cubes“ – Algorithmus (vgl. D1) bestimmt (S. 604 Kap. 3.3).

In den Druckschriften D1 und D3, welche die Bestimmung von zusammengesetzten Oberflächen in Volumendaten über die Betrachtung von Teilbereichen (Würfeln) zum Inhalt haben, werden somit in jedem Teilbereich über Grauwerte (D1) oder Gradientenwerte (D3) an den einzelnen Ecken (in Verbindung mit Schwellwerten) Schnittpunkte der Oberfläche mit den einzelnen Kanten bzw. diese Kanten schneidende (evtl. mehrere) Flächenstücke ermittelt.

Keiner dieser Druckschriften ist jedoch die Lehre zu entnehmen, pro Teilbereich einen einzigen, in spezieller Weise gemittelten Gradienten auszuwerten, insbesondere aus dessen Richtung ein einziges Flächenstück der gesuchten Oberfläche zu bestimmen (Merkmal b). Dies gilt auch für die in D1 S. 166 re. Sp. Abs. 1 angesprochene Glättung durch Mittelung über je vier Pixel in einer Volumenschicht, welche lediglich zu einer insgesamt geringeren Anzahl von Pixeln bzw. Voxeln, damit von Teilbereichen und von Flächenstücken führt, jedoch am prinzipiellen Algorithmus mit Betrachtung der einzelnen Ecken und Kanten in jedem Teilbereich nichts ändert. Auch D2 liefert keinen Anhaltspunkt auf die spezielle anmeldungsgemäße Oberflächenbestimmung.

Ohne Hinweis und Anregung im Stand der Technik war diese auch für den Fachmann nicht von sich aus naheliegend.

Es ist anzuerkennen, dass das beanspruchte Segmentierungsverfahren eine deutliche Vereinfachung gegenüber dem nachgewiesenen Stand der Technik darstellt und durch Glättung von in den Volumendaten vorhandenen Störungen bzw. Rauschen zu einer Reduzierung von Fehlern führen kann.

Das Verfahren gemäß Anspruch 1 ist damit neu und beruht auch auf erfindерischer Tätigkeit.

4. Der Anspruch 1 ist gewährbar.

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 6 beinhalten zweckmäßige Ausgestaltungen des Verfahrens nach Patentanspruch 1 und sind ebenfalls gewährbar.

Auch die übrigen Voraussetzungen für eine Patenterteilung sind erfüllt.

5. Gegen diesen Beschluss steht den am Beschwerdeverfahren Beteiligten das Rechtsmittel der Rechtsbeschwerde zu. Da der Senat die Rechtsbeschwerde nicht zugelassen hat, ist sie nur statthaft, wenn gerügt wird, dass

1. das beschließende Gericht nicht vorschriftsmäßig besetzt war,
2. bei dem Beschluss ein Richter mitgewirkt hat, der von der Ausübung des Richteramtes kraft Gesetzes ausgeschlossen oder wegen Besorgnis der Befangenheit mit Erfolg abgelehnt war,
3. einem Beteiligten das rechtliche Gehör versagt war,
4. ein Beteiligter im Verfahren nicht nach Vorschrift des Gesetzes vertreten war, sofern er nicht der Führung des Verfahrens ausdrücklich oder stillschweigend zugestimmt hat,
5. der Beschluss aufgrund einer mündlichen Verhandlung ergangen ist, bei der die Vorschriften über die Öffentlichkeit des Verfahrens verletzt worden sind, oder
6. der Beschluss nicht mit Gründen versehen ist.

Die Rechtsbeschwerde ist innerhalb eines Monats nach Zustellung des Beschlusses beim Bundesgerichtshof, Herrenstr. 45 a, 76133 Karlsruhe, durch einen beim Bundesgerichtshof zugelassenen Rechtsanwalt als Bevollmächtigten schriftlich einzulegen.

Dr. Morawek

Eder

Dr. Thum-Rung

Dr. Forkel

Me