



BUNDESPATENTGERICHT

17 W (pat) 29/11

(Aktenzeichen)

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend die Patentanmeldung 10 2009 024 906.0-53

...

hat der 17. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts in der Sitzung vom 8. Dezember 2014 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Morawek, der Richterin Eder, der Richterin Dipl.-Phys. Dr. Thum-Rung sowie des Richters Dipl.-Phys. Dr. Forkel

beschlossen:

Auf die Beschwerde der Anmelderin wird der Beschluss der Prüfungsstelle für Klasse G 06 T des Deutschen Patent- und Markenamts vom 7. Juli 2011 aufgehoben und das Patent mit folgenden Unterlagen gemäß Hauptantrag erteilt:

Patentansprüchen 1 bis 30 vom 28. Oktober 2014, eingegangen am selben Tag,

Beschreibung Seiten 3, 3a vom 28. Oktober 2014,

Beschreibung Seite 14 vom 11. November 2014,

Beschreibung Seiten 1, 2, 4 bis 13, 15 bis 31 und

7 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 8 vom Anmeldetag.

Gründe

I.

Die vorliegende Patentanmeldung ist am 15. Juni 2009 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht worden. Sie trägt die Bezeichnung

„Verfahren zur Bestimmung der Kontur einer Struktur“.

Die Prüfungsstelle für Klasse G06T hat am 7. Juli 2011 die Anmeldung zurückgewiesen, da die Gegenstände der Patentansprüche 1 des Hauptantrags, des Hilfsantrags 1 und des Hilfsantrags 2 nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhen.

Gegen den Beschluss wendet sich die am 9. August 2011 eingegangene Beschwerde der Anmelderin.

Die Beschwerdeführerin beantragt sinngemäß,

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

gemäß Hauptantrag mit

Patentansprüchen 1 bis 30 vom 28. Oktober 2014, eingegangen am selben Tag,

Beschreibung Seiten 3, 3a vom 28. Oktober 2014,

Beschreibung Seite 14 vom 11. November 2014,

Beschreibung Seiten 1, 2, 4 bis 13, 15 bis 31 und

7 Blatt Zeichnungen mit Figuren 1 bis 8, wie ursprünglich eingereicht;

gemäß Hilfsantrag 1 mit

Patentansprüchen 1 bis 31 vom 4. August 2011, eingegangen am 9. August 2011,

im Übrigen wie Hauptantrag;

gemäß Hilfsantrag 2 mit

Patentansprüchen 1 bis 31 vom 4. August 2011, eingegangen am 9. August 2011,

im Übrigen wie Hauptantrag.

Im Prüfungsverfahren vor dem Deutschen Patent- und Markenamt sind folgende Druckschriften genannt worden:

D1: Wimmer, Andreas; Hornegger, Joachim; Soza, Grzegorz: "Implicit Active Shape Model Employing Boundary Classifier", 19th International Conference on Pattern Recognition (ICPR 2008), IEEE 2008; S. 1 bis 4

D2: B. van Ginneken, A. F. Frangi, J. J. Staal, B. M. ter Haar Romeny, M. A. Viergever: "Active shape model segmentation with optimal features"; IEEE Transactions on Medical imaging, Vol.21(8), August 2002, Seiten 924 bis 933

D3: US 2005/0 147 303 A1

D4: Zhuowen Tu: "Probabilistic Boosting-Tree: Learning Discriminative Models for Classification, Recognition, and Clustering"; Tenth IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV 2005), 17-21 Oct. 2005; Vol. 2, Seiten 1589 bis 1596

D5: D. Cremers, S.J. Osher, S. Soatto: "Kernel Density Estimation and Intrinsic Alignment for Knowledge-driven Segmentation: Teaching Level Sets to Walk"; Springer Berlin/ Heidelberg, 2004; Pattern Recognition, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3175/2004, Seiten 34 bis 44

D6: J. Mikulka, E. Gescheidtova, K. Bartusek: "Segmentation of NMR Slices and 3D Modeling of Temporomandibular Joint"; PIERS Proceedings, Beijing, China, March 23-27, 2009, Seiten 160 bis 164.

Vom Senat wurde zusätzlichen die Druckschrift

D7: C.D. Manning et al: An Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press, Online Edition, Draft, April 1, 2009; Titel, Inhaltsverzeichnis und Seiten 297 bis 299; im Internet abrufbar unter: <http://nlp.stanford.edu/IR-book/pdf/irbookprint.pdf>

in das Verfahren eingeführt.

Der geltende, mit einer möglichen Gliederung versehene Patentanspruch 1 gemäß Hauptantrag betrifft ein

„1. Verfahren zum Bestimmen einer Kontur einer Struktur, wobei die Struktur in medizinischen Bilddaten abgebildet ist und wobei das Bestimmen der Kontur durch Segmentieren der Struktur in den Bilddaten mit einer Aktive-Konturen-Methode erfolgt, die zur Beschreibung der Kontur eine Niveaumengenfunktion (Φ) verwendet,

mit den folgenden Schritten:

a) automatisches Bestimmen einer Kontur, die durch die Niveaumengenfunktion (Φ) beschrieben wird, als eine erste Näherung eines Randes der zu segmentierenden Struktur auf Basis der Bilddaten,

b) automatisches Durchführen mindestens eines Anpassungsschritts, bei welchem die Kontur zum Anpassen der Kontur an den Rand der zu segmentierenden Struktur verändert wird,

c) wobei die Veränderung unter Verwendung einer Regionsklassifizierungsfunktion erfolgt, die unter Verwendung einer Abfolge von Klassifikatoren (ξ), welche jeweils vorbestimmte Merkmale auswerten, schätzt, ob ein Bereich der Bilddaten Teil der zu segmentierenden Struktur ist oder nicht,

d) wobei die Abfolge von Klassifikatoren (ξ) eine lineare Kette von binären Klassifikatoren (ξ) oder eine Baumstruktur von binären Klassifikatoren (ξ) ist,

e) wobei das Anpassen der Kontur an den Rand der zu segmentierenden Struktur in den Bilddaten unter Berücksichtigung des Ergebnisses (χ) der Regionsklassifizierungsfunktion für verschiedene Bereiche der Bilddaten erfolgt.“

Der nebengeordnete Anspruch 29 des Hauptantrags ist gerichtet auf eine

„29. Magnetresonanzanlage zur Bestimmung einer Kontur einer Struktur, umfassend:

- eine Aufnahmeeinheit (30), die zur Aufnahme medizinischer Bilddaten, die die Struktur abbilden, ausgestaltet ist, und
- eine Rechneinheit (18), die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-28 ausgestaltet ist.“

Der nebengeordnete Anspruch 30 gemäß Hauptantrag lautet:

„30. Elektronisch lesbare Datenträger mit darauf gespeicherten elektronisch lesbaren Steuerinformationen, welche derart ausgestaltet sind, dass sie bei Verwendung des Datenträgers in einem Rechnersystem das Verfahren nach einem der Ansprüche 1-28 durchführen.“

Zu den übrigen Patentansprüchen des Hauptantrags, den Patentansprüchen der Hilfsanträge 1 und 2 sowie zu den weiteren 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 Hauptantrag erteilt werden kann.

1. Gegenstand der Patentanmeldung ist ein Verfahren zum Bestimmen einer Kontur einer Struktur, wobei die Struktur in medizinischen Bilddaten abgebildet ist, sowie eine Magnetresonanzanlage hierfür. Insbesondere erfolgt das Bestimmen

der Kontur durch Segmentieren der Struktur in den Bilddaten mit einer Aktive-Konturen-Methode.

Der Patentanmeldung soll die Aufgabe zu Grunde liegen, ein verbessertes Verfahren zur Bestimmung der Kontur einer Struktur mittels einer Segmentierung der Struktur in medizinischen Bilddaten bereitzustellen (Abs. [0007] der Offenlegungsschrift).

Verschiedene in der Anmeldung und in den entgegengehaltenen Druckschriften gebrauchte Begriffe bedürfen einer Erläuterung:

Eine Regionsklassifizierungsfunktion (Merkmal c); Anmeldeunterlagen S. 4 Z. 21 ff.; Fig. 4) schätzt, ob ein Bildpunkt bzw. Bildbereich zu einer zu segmentierenden Region bzw. Struktur gehört, d. h. ob er innerhalb der Region bzw. Struktur liegt.

Dagegen schätzt eine Randklassifizierungsfunktion (Anmeldeunterlagen S. 7 le. Abs. bis S. 8 Abs. 1; Fig. 3), ob ein Bildpunkt Teil des Randes einer zu segmentierenden Struktur ist, der die Struktur von ihrer Umgebung trennt.

Eine Niveaumengenfunktion (engl. „level set function“) ist eine Funktion, deren Nullniveau eine bestimmte Kontur bildet. Geht man von einer vorgegebenen Konturlinie aus, so kann man eine zugehörige Niveaumengenfunktion z. B. dadurch definieren, dass jedem Punkt der Abstand des Punktes zur Konturlinie als Funktionswert zugeordnet wird (einschließlich des Vorzeichens; vgl. etwa D6 S. 161 Abs. 2). Die Menge mit dem Funktionswert Null bildet dann die Konturlinie; Punkte mit positivem Funktionswert liegen innerhalb, Punkte mit negativem Funktionswert außerhalb der Konturlinie.

In einem Aktive-Konturen-Modell („active contour model“) wird die aus Linienstücken zusammengesetzte Kontur eines Objekts schrittweise an vorgegebene Bilddaten angepasst. Es kann vorteilhaft sein, nicht die Konturlinie selbst, sondern eine zugehörige Niveaumengenfunktion schrittweise anzupassen. Aus

dieser kann dann jeweils die Konturlinie als Nullniveaumenge berechnet werden. Vgl. etwa D5 Kap. 2 „Level Set Segmentation“.

Die Segmentierung mit aktiven Formmodellen („active shape models“) ist in D2 Kap. II beschrieben:

Ein Formmodell (engl. „shape model“) eines Objekts ist ein Modell, das mit Hilfe von Lerndaten des Objekts berechnet wurde, und das mögliche Formen des Objekts beschreibt, basierend auf einer Menge ausgewählter Punkte („landmarks“), deren Koordinaten in bestimmten Grenzen variieren können (wobei z. B. eine Gauß'sche Verteilung zugrunde gelegt wird). Vgl. D2 Kap. II. A. „Shape Model“.

Das „Appearance model“ beschreibt das typische Aussehen eines gesuchten Objekts, z. B. eines „landmark“-Punkts und seiner Umgebung. Ein solches Modell beschreibt und verknüpft verschiedene (Intensitäts- bzw. Grauwert-) Merkmale des Objekts, z. B. Merkmale eines Pixelprofils durch einen „landmark“-Punkt; solche Merkmale können z. B. statistische Merkmale der Grauwertdifferenzen zwischen benachbarten Pixeln sein. Neue Profile können dann mit solchen Modellen verglichen werden. Vgl. D2 Kap. II.B. „Gray-Level Appearance Model“.

Im aktiven Formmodell wird von einer mittleren Form ausgegangen und die Form iterativ an die vorliegenden Daten angepasst. Hierbei wird jeder „landmark“-Punkt schrittweise senkrecht zur Kontur verschoben (innerhalb gewisser Grenzen), bis zur besten Übereinstimmung mit dem zugehörigen Profilmodell. Nach dem Verschieben aller „landmarks“ wird das Formmodell an die verschobenen Punkte angepasst. Dieser Prozess wird mehrmals wiederholt, auch für verschiedene Auflösungsstufen. Vgl. D2 Kap. II.D. „Optimization Algorithm“.

Binäre Klassifikatoren können zur Entscheidung herangezogen werden, ob ein Bereich von Daten (hier: ein Pixel oder Voxel) zu einer bestimmten Klasse (zu segmentierende Struktur) gehört oder nicht. Sie haben zwei verschiedene Arten von Antworten, eine positive (+1) und eine negative (-1); vgl. Offenlegungsschrift Abs. [0065]. Fig. 5 zeigt eine lineare Kette binärer Klassifikatoren; diese liefert nur

dann ein positives Ergebnis (d. h. der Bereich wird als zur Struktur gehörig klassifiziert), wenn die Antwort jedes einzelnen Klassifikators positiv ist.

Ein *kNN (k-nearest-neighbor bzw. k-nächste-Nachbarn) - Klassifikator* ordnet ein Objekt (hier: ein Pixel oder Voxel) anhand seiner (in einem Merkmalsvektor enthaltenen) Merkmale einer von mehreren vorgegeben Klassen zu: Zunächst werden in einer Lernphase einzelnen Instanzen der vorgegebenen Klassen Merkmalsvektoren zugeordnet. Im Merkmalsraum, der die Merkmalsvektoren mit zugeordneten Klassen aus der Lernphase enthält, werden dann für ein neues Objekt die nächsten Nachbarn des neuen Merkmalsvektors bestimmt. Dem Objekt wird diejenige Klasse zugeordnet, die unter diesen nächsten Nachbarn am häufigsten vorkommt. Die Zuordnung muss nicht unbedingt binär sein; das Ergebnis kann auch eine Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Klassenzugehörigkeit sein. Vgl. D7, insbesondere S. 298 Mitte.

Als Fachmann sieht der Senat hier einen Physiker oder Mathematiker mit Spezialgebiet Bildverarbeitung und mehrjähriger Erfahrung in der Segmentierung insbesondere medizinischer Bilddaten an.

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

Der Anspruch 1 gemäß Hauptantrag geht hervor aus den ursprünglichen Ansprüchen 1 und 9. Die Unteransprüche 2 bis 10 und 12 bis 28 des Hauptantrags entsprechen (teilweise nach Umnummerierung und Änderung der Rückbezüge) den ursprünglichen Unteransprüchen 2 bis 8, 10, 11, 13 bis 19 und 21 bis 30. Unteranspruch 11 des Hauptantrags geht zurück auf den ursprünglich nebengeordneten Anspruch 12 sowie die Beschreibung zu Fig. 3 i. V. m. Fig. 2. Die nebengeordneten Ansprüche 29 und 30 des Hauptantrags entsprechen den ursprünglichen Ansprüchen 31 und 33.

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 auf erfinderischer Tätigkeit.

3.1. Aus dem druckschriftlich belegten Stand der Technik war vor dem Anmeldetag der vorliegenden Patentanmeldung folgendes bekannt:

Die Druckschrift D1 beschreibt ein Segmentierungsverfahren, das z. B. zum Segmentieren der Kontur einer Leber anwendbar ist (Abstract). Das Segmentieren erfolgt unter Verwendung eines impliziten aktiven Formmodells mit einer Aktive-Konturen-Methode, die zur Beschreibung der Kontur eine Niveaumengenfunktion verwendet (Kap. 3.1 „Implicit active shape model“, insbesondere S. 2 re. Sp. Abs. 2 „level set function ... which evolves as active contour“). Im Rahmen eines Iterationsverfahrens wird die Niveaumengenfunktion und damit die Kontur schrittweise verändert und diese dadurch an den Rand der zu segmentierenden Struktur angepasst, vgl. Kap. 3.2 „Boundary classification based image term“, insbes. S. 3 li. Sp. le. Abs. „active contour evolution“.

In D1 Kap. 3.2 sind auf S. 2 re. Sp. vorle. Abs. Appearance Modelle erwähnt, die üblicherweise im Zusammenhang mit *expliziten* aktiven Formmodellen (ASMs) verwendet werden. Hierbei werden in einer Lernphase an ausgewählten Punkten („landmark“) Intensitätsprofile entlang einer Richtung senkrecht zur Oberfläche abgetastet. Wird eine (Gauß'sche) Normalverteilung angenommen, so erhält man das Appearance Modell (mit Profilmertkmalen für die „landmarks“) durch Mittelwert- und Kovarianz-Berechnung. Dieses Prinzip wurde auf beliebige Verteilungen ausgeweitet, wobei Randprofile und Nicht-Rand-Profile abgetastet werden und ein Nächster-Nachbar-Klassifikator eingesetzt wird; hierzu wird auf D2 hingewiesen (Referenz [11] in D1). Bei der Segmentierung wird dann jeder „landmark“-Punkt in der Normaleinrichtung zum wahrscheinlichsten Konturpunkt hin verschoben.

Gemäß Kap. 3.2 Abs. 2 (S. 2 re. Sp. le. Abs. bis S. 3 li. Sp. Abs. 1) integriert das Verfahren der D1 einen solchen Bildterm in *implizite* Aktive-Form-Modelle. Hierbei wird in der Niveaumengenfunktion um die aktuelle Nullniveaumenge (d. h. die im aktuellen Iterationsschritt vorliegende Kontur) herum ein schmales Band definiert. Für alle Punkte innerhalb dieses Bandes werden Intensitätsprofile in der Gradientenrichtung (d.h. senkrecht zur Konturlinie) abgetastet, und für jeden Punkt wird über das Appearance Modell die Wahrscheinlichkeit geschätzt, dass der Punkt Teil der Kontur ist. Über weitere Schritte werden aus Kandidaten für Konturpunkte mit hohen Wahrscheinlichkeiten die wahrscheinlichsten ausgewählt.

D2 betrifft die Segmentierung anhand eines aktiven Formmodells mit optimalen Merkmalen. In Kap. II werden bekannte aktive Formmodelle beschrieben (siehe oben). Die bisher zur Klassifizierung verwendeten Profilm Merkmale basieren auf normalverteilten Profilen. In D2 wird demgegenüber ein nichtlinearer Klassifikator verwendet, der auch auf nicht-Gauß'sche Verteilungen anwendbar ist (S. 927 re. Sp. dritte. Abs.). Anstelle der üblichen, auf der ersten Ableitung (Grauwertdifferenzen) beruhenden Profilm Merkmale wird ein neues Appearance-Modell verwendet, in welchem zur Charakterisierung eines Punkts u. a. Momente des Histogramms seiner Umgebung sowie Ableitungen höherer Ordnung verwendet werden, für unterschiedliche Auflösungen (S. 928 Kap. A „Image features“). In Lerndatensätzen wird aus derartigen Merkmalen für jeden „landmark“-Punkt sowie die Punkte seiner Umgebung eine optimale Merkmalsmenge bestimmt, die angibt, ob der jeweilige Punkt innerhalb oder außerhalb des Objekts liegt. Soll das Modell auf vorgegebene Bilddaten angewendet werden, so wird an jeder Position entlang des durch einen ausgewählten Punkt („landmark“) verlaufenden Profils g eine optimale Merkmalsmenge berechnet und hieraus in einem kNN (k nearest neighbour) – Klassifikator die Wahrscheinlichkeit abgeschätzt, dass das Pixel innerhalb des Objekts liegt. Hieraus wird ein Funktionswert $f(g)$ berechnet, der dann minimal ist, wenn alle Pixel auf der einen Seite des „landmarks“ innerhalb und alle Pixel auf der anderen Seite des „landmarks“ außerhalb des Objekts klassifiziert sind (D2 Kap. B.

„Training and Classification“, insbesondere S. 928 re. Sp. le. Abs. mit Gl. (9)). Eine solche Berechnung wird für verschiedene Verschiebungen des „landmarks“ durchgeführt, und das „landmark“ (das einem Konturpunkt in D1 entspricht) wird an die beste neue Position (d. h. die Position mit dem minimalen Funktionswert) verschoben (D2 S. 929 li. Sp. Kap. C „Summary...“ Abschnitt „Segmentation“ Schritt 3)).

D3 beschreibt ein Verfahren zur Segmentierung anatomischer Strukturen in Bildern, wobei die lokale „appearance“ (Erscheinung) und „shape“ (Form) verwendet werden. In Abs. [0007] sind lokale Variationen der appearance unter der Annahme Gauß'scher und Nicht-Gauß'scher Verteilungen erwähnt. Sehr erfolgreiche Objekterkennungsverfahren basieren oft auf einer „Booster“ Abfolge einfacher Merkmale; hierbei werden geeignete einfache Klassifikatoren zu einem starken Klassifikator kombiniert. In D3 wird der Auswahlprozess (boosting) für die einfachen Klassifikatoren beschrieben (Fig. 8, Abs. [0050] ff.). Hierbei werden anhand von Lerndaten schwache Klassifikatoren oder Merkmale ausgewählt, etwa indem der Wert eines Klassifikators bzw. Merkmals mit einem Schwellwert verglichen wird; der Klassifikator wird nur dann ausgewählt, wenn die Schwellwertoperation zum gewünschten Ergebnis führt. Durch eine gewichtete Summe der Werte für die ausgewählten Klassifikatoren, die über dem Schwellwert lagen, ergibt sich ein starker Klassifikator, der zur Objekterkennung verwendbar ist. In einer Variation des Verfahrens („boosted cascade“) werden über eine Kette von Klassifikatoren mit Schwellwerten (binär) Fenster bzw. Regionen als Lernmenge ausgewählt (Fig. 8, Abs. [0051]). Die (im Zurückweisungsbeschluss zur boosted binären Regionsklassifikation herangezogenen) Patentansprüche 2 und 3 (i. V. m. 1) mit den dort angegebenen Werten von Null und Eins beziehen sich dagegen auf eine Maske, die Bereiche im Bild abdeckt, welche die gesuchten Strukturen verdecken (Fig. 5, Maske in Fig. 6; Abs. [0045], [0046]), und die in einem Zwischenschritt bei der Berechnung der Merkmale bzw. Klassifikatoren eingesetzt wird. Diese binäre Maske stellt jedoch selbst keinen (binären) Klassifikator dar.

D4 beschreibt ein Lernverfahren für unterscheidungsfähige Modelle zur Klassifikation, das auf einem „probabilistic boosting tree“ PBT beruht. Dies ist für eine Klassifikation mit zwei Klassen in Kap. 3.1. beschrieben. Das anhand von Lerndatensätzen ermittelte Modell hat die Form eines Entscheidungsbaumes, wobei jeder Knoten einem starken Klassifikator entspricht (Fig. 5).

D5 beschreibt ein Verfahren, das aus Lerndaten ermittelte Formvorgaben in die Level-Set-Segmentierung einbezieht (Abstract). Weitere Hinweise auf die Lehre der vorliegenden Patentanmeldung sind D5 nicht zu entnehmen.

D6 beschreibt ein Level-Set-Segmentierungsverfahren, wobei ein Bild auf Basis der Intensität seiner Regionen segmentiert wird (Abstract). Ein typisches Beispiel einer level-set-Funktion ist durch die vorzeichenbehaftete Distanzfunktion zur Randkurve gegeben (S. 161 Mitte). Die Berechnung erfolgt iterativ (S. 162 oberes Drittel „... iterative process implementation“).

D7 beschreibt die k-nearest-neighbor-Klassifikation. Der kNN-Klassifikator liefert eine binäre (ja/nein) - Zuordnung zu einer Klasse oder gemäß S. 298 Mitte eine (zwischen Null und Eins liegende) Wahrscheinlichkeit für eine Klassenzugehörigkeit.

3.2. Das Verfahren des Anspruchs 1 gemäß Hauptantrag ist gegenüber diesem Stand der Technik neu. Diese Druckschriften konnten das Verfahren für den Fachmann auch nicht nahelegen.

Als nächstkommenden Stand der Technik sieht der Senat die Druckschrift D1 in Verbindung mit der dort zitierten Druckschrift D2 an.

Wie oben ausgeführt, zeigt D1 ein Segmentierungsverfahren in medizinischen Bilddaten über aktive Konturen, wobei eine iterative Anpassung einer Kontur über die zugeordnete Niveaumengenfunktion vorgenommen wird (wobei selbstver-

ständig zunächst eine Anfangskontur in erster Näherung bestimmt werden muss) – *Titelmerkmal und Anspruchsmerkmale a), b)*. Gemäß D1 Kap. 3.2 zweiter Absatz integriert das Verfahren der D1 in solche implizite Aktive-Form-Modelle die in Kap. 3.2 erster Absatz erwähnten Appearance-Modelle. Unter Zuhilfenahme der Ergebnisse des Appearance-Modells wird die Kontur an den Rand der zu segmentierenden Struktur angepasst (D1 Kap. 3.2) – *im Wesentlichen Anspruchsmerkmal e)*. Zu den in D1 integrierbaren Appearance-Modellen zählt das aus D2 bekannte Appearance-Modell, in welchem bei der Bestimmung der Position eines „landmarks“ (entspricht der Randklassifizierung in der Nomenklatur der vorliegenden Anmeldung) in einem Zwischenschritt für jeden Bildpunkt in der Nachbarschaft eines potentiell lokalisierten „landmarks“ die Wahrscheinlichkeit geschätzt wird, dass dieser Bildpunkt zur Struktur gehört (Regionsklassifizierung).

Im Einzelnen ist D1 und D2 hierzu Folgendes zu entnehmen:

Der drittletzte Satz in Kap. 3.2 Abs. 1 der D1 „This principle has been extended to arbitrary distributions by sampling both boundary and non-boundary profiles and employing a nearest neighbor classifier [11]“ betrifft die Lernphase (“training phase”) der Klassifikation. Gemäß der zur Erläuterung heranzuziehenden D2 (Ref. [11] in D1), S. 298 re. Sp. Abs. 3 bis 5 werden in einer Lernphase in Lerndatensätzen für verschiedene Bildpunkte in der Umgebung eines landmarks Merkmalsvektoren berechnet und diesen eine Größe zugeordnet, die angibt, ob sich der Punkt außerhalb (0) oder innerhalb (1) des Objekts befindet; diese Daten werden in einer Validierungsmenge (für die ebenfalls Merkmalsvektoren berechnet werden) zur Zuordnung der Größe über einen kNN-Klassifikator verwendet. Nach einer Reduzierung der Merkmalsanzahl auf die wesentlichen Merkmale ergibt sich eine optimale Merkmalsmenge. Diese wird zur Segmentierung von Bilddaten eingesetzt. Gemäß D2 S. 928 re. Sp. 1e. Abs. liefert bei dieser Segmentierung von Bilddaten ein kNN-Klassifikator eine Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich ein auf einem betrachteten Profil befindlicher Bildpunkt innerhalb des zu segmentierenden Objekts befindet. Anhand der Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Bildpunkte

des Profils wird eine Funktion $f(g)$ berechnet (Gl. (9)), die zur Bestimmung der optimalen Position des landmarks bzw. Konturpunkts auf dem Profil minimiert wird (vgl. auch D1 Kap. 3.2 Abs. 1 vorletzter Satz: „During segmentation, each landmark point is moved in its normal direction towards the *most probable* boundary point.“ sowie S. 3 li. Sp. Abs. 1 „The probability of each point being part of the boundary is estimated through the appearance model ... Only the boundary point with the highest probability is kept along each path“).

Die Segmentierung in D1 mit D2 basiert somit auf Wahrscheinlichkeitsüberlegungen.

Vgl. auch Fig. 3 der vorliegenden Anmeldung (insbesondere Schritt 305 bis 307), die im Wesentlichen dem Verfahren der D1 i. V. m. D2 entspricht.

Weder D1 noch D2 lehren, in einem Kontur-Anpassungsschritt eine Abfolge von binären Klassifikatoren (Kette oder Baumstruktur) einzusetzen, um zu schätzen, ob ein Bereich bzw. Bildpunkt der Bilddaten Teil des zu segmentierenden Objekts ist oder nicht (vgl. Anspruchsmerkmal d) i. V. m. c)). In D1 und D2 ist auch kein Hinweis erkennbar, der den Fachmann dazu hätte veranlassen können, eine derartige Abfolge von binären Klassifikatoren (Kette oder Baumstruktur) zur Regionsklassifizierung vorzusehen (etwa anstelle des kNN-Klassifikators).

Die im Zurückweisungsbeschluss hierzu mit Hinweis auf boosted, binäre Regionsklassifizierung herangezogene Druckschrift D3 hat nichts mit Niveaumengensegmentierung zu tun und konnte eine derartige Lehre ebenfalls nicht nahelegen.

Auch in den übrigen Druckschriften ist kein Hinweis auf eine solche Lehre erkennbar.

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

4. Der Patentanspruch 1 gemäß Hauptantrag ist gewährbar.

Entsprechendes gilt für die nebengeordneten Patentansprüche 29 und 30 des Hauptantrags.

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 28 des Hauptantrags sind ebenfalls gewährbar.

Auch die übrigen Voraussetzungen für eine Patenterteilung gemäß Hauptantrag sind erfüllt.

Damit erübrigt es sich, auf die Hilfsanträge 1 und 2 einzugehen.

Rechtsmittelbelehrung

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

- das beschließende Gericht nicht vorschriftsmäßig besetzt war,
- 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,
- einem Beteiligten das rechtliche Gehör versagt war,
- ein Beteiligter im Verfahren nicht nach Vorschrift des Gesetzes vertreten war, sofern er nicht der Führung des Verfahrens ausdrücklich oder stillschweigend zugestimmt hat,
- der Beschluss aufgrund einer mündlichen Verhandlung ergangen ist, bei der die Vorschriften über die Öffentlichkeit des Verfahrens verletzt worden sind, oder
- 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

Pr