



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 36 695 T2 2007.03.01**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 725 364 B1**

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

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 36 695.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 101 448.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **01.02.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.08.1996**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.11.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.03.2007**

(30) Unionspriorität:

1614395 02.02.1995 JP

7337195 30.03.1995 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:

**Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., Kadoma,
Osaka, JP**

(72) Erfinder:

**Munetsugu, Toshihiko, Neyagawa-shi, Osaka
572-0080, JP; Nakagawa, Masamichi, Hirakata-shi,
Osaka 573-01, JP; Kado, Yoshiyasu, Ikoma-shi,
Nara, 630-0141, JP; Maehara, Fumio,
Moriguchi-shi, Osaka 570, JP**

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Bildverarbeitungsvorrichtung**

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 Erfindung betrifft eine Bildbearbeitungsvorrichtung, die in Computergrafiken die Frisur eines Menschen darstellt und diese in Echtzeit automatisch gegen eine andere Frisur austauscht, ohne dass das Ergebnis eigenartig aussieht.

[0002] Bei der Bildbearbeitung im Zusammenhang mit der in einem Bild einer bestimmten Person erfolgenden Zuweisung einer anderen Frisur wurde bislang, um das haarfreie Bild der Person als Vorbearbeitung der Bildbearbeitung zu erzeugen, das haarfreie Bild dadurch erstellt, dass ein Bild des Gesichtes aufgenommen wurde, das nicht mit Haar bedeckt ist, da dieses zusammengesteckt ist, oder dadurch, dass der Haarbereich des Bildes der Person händisch entfernt worden ist.

[0003] Bei der Zuweisung anderer Haare für das haarfreie Bild wurde Haar in das haarfreie Bild mittels händischer Arbeit einkopiert.

[0004] Bei einem derartigen herkömmlichen Verfahren kann jedoch in dem Fall, dass das Bild bei zusammengestecktem Haar aufgenommen ist, das Haar nicht vollständig entfernt, sondern teilweise übrig sein, weshalb das Originalhaar in dem durch Bildbearbeitung mittels Zuweisung anderer Haare gewonnenen Bild noch zu sehen ist.

[0005] Die händische Arbeit des Haarentfernens ist zudem zeitaufwendig.

[0006] Zudem sah das Bild, das mittels herkömmlicher Bildbearbeitung des Einkopierens anderer Haare in das haarfreie Bild gewonnen worden ist, reichlich eigenartig aus.

[0007] Die Druckschrift EP-A1-0 556 476 beschreibt, wie eine Person in einem Bild erfasst wird, indem Gesichtszüge dieser Person charakterisiert werden. Die ausgewählten Gesichtszüge sind erstens ein schwarzer Haarabschnitt und zweitens die oben vorhandene Bogenform des schwarzen Haarabschnittes. Darüber hinaus wird, wenn ein derartiger Abschnitt in einem Bild erfasst wird, die horizontale Breite des Haarabschnittes berechnet.

[0008] Der Beitrag „IBM-PC Based Hair Styling System“ von Tang et al., veröffentlicht bei 9th Annual Conference and Exposition in Anaheim, California, 1988, beschreibt ein PC-basiertes System zum Darstellen verschiedener Frisuren an einem Kunden. Ein Bediener kann ein Bild des Kunden mit einer neuen Frisur dadurch erzeugen, dass er aus einer Datenbank ausgewählte Frisuren auf das Bild des Kunden legt und diese anpasst.

[0009] Die Druckschrift US 4,872,056 beschreibt ein herkömmliches Frisursystem. Ein Bediener muss eine neue Frisur auf dem Bild einer Person platzieren und anformen. Die Pixel der neuen Frisur werden in zweiten Gruppen von Pixeln unterteilt, nämlich Pixel hinsichtlich „Echthaar“ und Pixel hinsichtlich „Füllhaar“. Abhängig von der Bestimmung, ob ein Bildpixel zum Gesicht einer Person gehört, werden die Pixel jeder Gruppe bei der Kombination des Bildes der Person mit der neuen Frisur anders behandelt. Pixel hinsichtlich Echthaar werden stets über das Bild der Person gelegt. Pixel hinsichtlich Füllhaar werden für den Fall darüber gelegt, dass das entsprechende Pixel des Bildes der Person nicht zum Gesicht der Person gehört.

[0010] Der Beitrag „3D Shape Reconstruction of Human Face from a 2D Facial Image and Provision for Change of Expression“, veröffentlicht von Komatsu in „Systems & Computers in Japan“, Band 22, Nr. 7, 1991, beschreibt ein Verfahren zum Erzeugen einer dreidimensionalen Form eines Gesichtes aus einem einzigen zweidimensionalen Bild. Es wird ein gekrümmtes Oberflächenmodell eingesetzt, um verschiedene Gesichtsausdrücke zu variieren.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Bildbearbeitungsvorrichtung zum Umwandeln bestimmter Bildabschnitte bereitzustellen.

[0012] Dies wird durch die technische Lehre gemäß Ansprüchen 1 und 13 erreicht.

[0013] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft insbesondere eine Bildbearbeitungsvorrichtung mit einem Bereichsauswählteil zum Auswählen eines Bereiches eines bestimmten Abschnittes in einem Bild der Vorderseite einer Person auf Basis jedes Pixelwertes in dem gesamten Bild der Vorderseite oder einem Teil desselben und eines Oberflächenmodells, das strukturelle Information bezüglich einer Oberfläche der Person in dem Bild der Vorderseite zeigt, sowie einem Bereichsänderungsteil zum Ändern jedes Pixelwertes in dem gesamten Be-

reich des bestimmten Abschnittes oder einem Teil desselben auf Basis der strukturellen Informationen in dem Oberflächenmodell und wenigstens eines Pixelwertes in dem Bild der Vorderseite.

[0014] Hierbei kann das Bild der Vorderseite ein Bild der Vorderseite eines Gesichtes sein, das das Bild der Vorderseite des Gesichtes einer Person darstellt, das Oberflächenmodell kann ein Oberflächenmodell des Gesichtes sein, das strukturelle Information bezüglich einer Oberfläche des Gesichtes der Person in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes darstellt, der Bereichsauswählteil kann ein Haarbereichsauswählteil zum Auswählen eines Haarbereiches der Person in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes in einem Entfernungsbereich sein, und der Bereichsänderungsteil kann ein Entfernungsbereichsänderungsteil zum Ändern jedes Pixelwertes in dem gesamten Entfernungsbereich oder einem Teil desselben auf Basis der strukturellen Informationen in dem Modell der Oberfläche des Gesichtes und einer Farbinformation sein, die aus wenigstens einem Pixelwert in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes ermittelt ist.

[0015] Der Haarbereichsauswählteil kann das Haar der Person und den durch das Haar geworfenen Schatten in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes als Entfernungsbereich auswählen.

[0016] Der Haarbereichsauswählteil kann darüber hinaus jeden Pixelwert in dem Entfernungsbereich auf andere Werte als die Pixelwerte in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes entsprechend der Innenseite der Kopfkontur in dem Modell der Oberfläche des Gesichtes ändern.

[0017] Werden Pixelwerte in einem Teil des Entfernungsbereiches geändert, so kann der Entfernungsbereichsänderungsteil darüber hinaus die Pixelwerte in dem verbleibenden Teil des Entfernungsbereiches auf andere Werte als die Pixelwerte in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes entsprechend der Innenseite der Kopfkontur in dem Modell der Oberfläche des Gesichtes ändern.

[0018] Der Kopfbereichsauswählteil kann das Haar und den durch das Haar geworfenen Schatten in dem Entfernungsbereich auf Basis der Kopfkontur, der Augen und der Augenbrauen in dem Modell der Oberfläche des Gesichtes ändern.

[0019] Der Haarbereichsauswählteil kann das Haar und den durch das Haar geworfenen Schatten in dem Entfernungsbereich auf Basis der Helligkeit jedes Pixels in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes ändern.

[0020] Der Haarbereichsauswählteil kann das Haar und den durch das Haar geworfenen Schatten in dem Entfernungsbereich auf Basis der Helligkeit und Sättigung jedes Pixels in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes auswählen.

[0021] Die Bildbearbeitungsvorrichtung kann darüber hinaus einen Fluktuationserzeugungsteil zum Addieren einer bestimmten Fluktuationskomponente zu jedem Pixelwert in dem Entfernungsbereich auf Basis der Farbinformation wenigstens eines Pixels in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes umfassen, wobei wenigstens ein Pixel in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes nicht in dem Entfernungsbereich enthalten ist.

[0022] Die Bildbearbeitungsvorrichtung kann darüber hinaus einen Gesichtsoberflächenmodellerzeugungsteil zum Erzeugen des Modells der Oberfläche des Gesichtes auf Basis des Bildes der Vorderseite des Gesichtes umfassen.

[0023] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Bildbearbeitungsvorrichtung mit einem Bildregulierteil, der auf Basis eines Oberflächenmodells, das strukturelle Information bezüglich einer Oberfläche einer Person in einem Bild der Vorderseite der Person zeigt, und eines Informationsmodells, das strukturelle Information bezüglich einer Oberfläche einer anderen Person in einem Bezugsbild, das ein Bild der Vorderseite der anderen Person ist, zeigt, eine bestimmte Umwandlung an einer Attributinformation und dem Bezugsbild derart vornimmt, dass ein bestimmter Abschnitt der anderen Person an das Bild der Vorderseite angepasst werden kann, wobei die Attributinformation Information ist, die von dem entsprechenden Attribut jedes Pixels in dem Bezugsbild für jedes Pixel gehalten ist, und einem Synthesebearbeitungsteil zum Zuweisen des Bildes der Vorderseite für einen bestimmten Abschnitt in dem Bezugsbild, in dem die bestimmte Umwandlung vorgenommen worden ist, entsprechend der Attributinformation, in der die bestimmte Umwandlung vorgenommen worden ist.

[0024] Das Bild der Vorderseite der Person kann zudem ein Bild der Vorderseite des Gesichtes sein, das das Bild der Vorderseite des Gesichtes einer Person darstellt, das Oberflächenmodell kann ein Modell der Oberfläche des Gesichtes sein, das strukturelle Informationen bezüglich einer Oberfläche des Gesichtes der Person darstellt, das Bezugsbild kann das Bild eines Kopfes sein, das ein Bild der Vorderseite eines Gesichtes einer

anderen Person mit Haaren darstellt, das Informationsmodell kann ein Modell der Gesichtsinformation sein, das strukturelle Informationen bezüglich der Oberfläche eines Gesichtes einer anderen Person in dem Bild des Kopfes zeigt, der bestimmte Abschnitt kann ein Abschnitt des Kopfes umfassend das Haar oder das Haar und den Schatten des Haares sein, die Attributinformation kann eine Haarinformation sein, die von dem entsprechenden Attribut jedes Pixels in dem Bild des Kopfes für das Pixel vorgehalten ist, der Bildregulierteil kann ein Kopfbildregulierteil zum Vornehmen einer bestimmten Umwandlung an der Haarinformation und dem Bild des Kopfes sein, und der Synthesebearbeitungsteil kann ein Kopfsynthesebearbeitungsteil zum Zuweisen des Bildes der Vorderseite des Gesichtes für den Kopfabschnitt in dem Bild des Kopfes sein, in dem die bestimmte Umwandlung vorgenommen worden ist, und zwar entsprechend der Haarinformation, in der die bestimmte Umwandlung angewendet worden ist.

[0025] Der Kopfbildregulierteil kann die bestimmte Umwandlung an dem Bild des Kopfes und der Haarinformation dadurch vornehmen, dass die Information der Kopfkontur und der gesamten Augen, der gesamten Nase, des gesamten Mundes und der gesamten Augenbrauen oder jeweils von Teilen hiervon in dem Modell der Oberfläche des Gesichtes angewendet wird und die Information der Kopfkontur und der gesamten Augen, der gesamten Nase, des gesamten Mundes und der gesamten Augenbrauen oder jeweils von Teilen hiervon in dem Modell der Gesichtsinformation angewendet wird.

[0026] Der Kopfsynthesebearbeitungsteil kann einen Erzeugungsteil zum Erzeugen von Pixelwerten des Kopfabschnittes umfassen, die dem Bild der Vorderseite des Gesichtes zugewiesen werden sollen, und zwar entsprechend dem Attribut jedes Pixels der Haarinformation, durch Verwenden des Pixelwertes des Bildes des Kopfes entsprechend dem Pixel des Attributes oder durch Verwenden des Pixelwertes des Bildes des Kopfes und des Pixelwertes des Bildes der Vorderseite des Gesichtes entsprechend dem Pixel des Attributes, sowie einen Abbildungsbearbeitungsteil zum Zuweisen des Bildes der Vorderseite des Gesichtes für jeden Pixelwert des Kopfabschnittes gemäß Erzeugung durch den Erzeugungsteil.

[0027] Die Bildbearbeitungsvorrichtung kann darüber hinaus einen Synthesebildberichtigungsteil zum Berichtigen des Bildes der Vorderseite des Gesichtes umfassen, in dem der Kopfabschnitt durch den Abbildungsbearbeitungsteil zugewiesen worden ist.

[0028] Umfassen kann der Erzeugungsteil einen Farbtonsyntheseteil zum entsprechend einem Attribut erfolgenden Erzeugen eines Farbtones unter Verwendung des Pixelwertes des Bildes des Kopfes entsprechend dem Pixel des Attributes oder unter Verwendung des Pixelwertes des Bildes des Kopfes und des Pixelwertes des Bildes der Vorderseite des Gesichtes entsprechend dem Pixel des Attributes, einen Helligkeitssyntheseteil zum entsprechend einem Attribut erfolgenden Erzeugen einer Helligkeit unter Verwendung des Pixelwertes des Bildes des Kopfes entsprechend dem Pixel des Attributes oder unter Verwendung des Pixelwertes des Bildes des Kopfes und des Pixelwertes des Bildes der Vorderseite des Gesichtes entsprechend dem Pixel des Attributes und/oder einen Sättigungssyntheseteil zum entsprechend einem Attribut erfolgenden Erzeugen einer Sättigung unter Verwendung des Pixelwertes des Bildes des Kopfes entsprechend dem Pixel des Attributes oder unter Verwendung des Pixelwertes des Bildes des Kopfes und des Pixelwertes des Bildes der Vorderseite des Gesichtes entsprechend dem Pixel des Attributes.

[0029] Die Bildbearbeitungsvorrichtung kann darüber hinaus einen Gesichtsoberflächenmodellerzeugungsteil zum Erzeugen eines Modells der Oberfläche eines Gesichtes auf Basis des Bildes der Vorderseite des Gesichtes umfassen.

[0030] Zudem kann die Bildbearbeitungsvorrichtung einen Bildanzeigeteil zum Anzeigen mehrerer Bilder der Vorderseiten von Gesichtern umfassen, die dem Kopfabschnitt durch den Kopfsynthesebearbeitungsteil zugewiesen worden sind.

[0031] Diese und weitere Aufgaben, Vorteile, Merkmale und Einsatzweisen der Erfindung erschließen sich aus dem Fortgang der Beschreibung, die in Zusammenschau mit der nachfolgenden Zeichnung zu betrachten ist, die sich wie folgt zusammensetzt.

[0032] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung bei einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0033] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Gesichtsaufnahmevorrichtung zum Aufnehmen eines Bildes **13** der Vorderseite eines Gesichtes zeigt.

- [0034] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel für das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes zeigt, das von der Gesichtsbildaufnahmevorrichtung von [Fig. 2](#) aufgenommen worden ist.
- [0035] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm eines Drahtgeflechtsmodells, das ein Beispiel für ein Modell **14** der Oberfläche eines Gesichtes zeigt.
- [0036] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion der Bildwertänderung durch einen Entfernungsbereichsänderungsteil **12**.
- [0037] [Fig. 6\(a\)](#) ist ein charakteristisches Diagramm für f gemäß Beziehung 7.
- [0038] [Fig. 6\(b\)](#) ist ein charakteristisches Diagramm für f gemäß Beziehung 8.
- [0039] [Fig. 7](#) ist ein strukturelles Diagramm eines zum Glätten verwendeten Filters.
- [0040] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das ein Verfahren zum Bearbeiten eines Haarbereichsauswählteiles **11** bei einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt.
- [0041] [Fig. 9](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion eines Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** bei einem dritten Ausführungsbeispiel.
- [0042] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung bei einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- [0043] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung bei einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- [0044] [Fig. 12](#) ist ein Entsprechungendiagramm einer Kopfinformation und einer Haarinformation bei dem sechsten Ausführungsbeispiel.
- [0045] [Fig. 13](#) ist ein strukturelles Diagramm eines Kopfbildreguliertertes **111**.
- [0046] [Fig. 14](#) ist ein erläuterndes Diagramm der Funktion eines Größenreguliermittels bei dem sechsten Ausführungsbeispiel.
- [0047] [Fig. 15](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion eines Positionsreguliermittels **132**.
- [0048] [Fig. 16](#) ist ein strukturelles Diagramm eines Kopfsynthesebearbeitungsteiles **112**.
- [0049] [Fig. 17](#) ist ein erläuterndes Diagramm von Farbtönen.
- [0050] [Fig. 18](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung bei einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- [0051] [Fig. 19](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung bei einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung.
- [0052] [Fig. 20](#) ist ein Entsprechungendiagramm für die Kopfinformation und die Haarinformation bei dem achten Ausführungsbeispiel.
- [0053] [Fig. 21](#) ist ein strukturelles Diagramm eines Kopfbildreguliertertes **191**.
- [0054] [Fig. 22](#) ist ein erläuterndes Diagramm der Funktion eines Größenreguliermittels bei dem achten Ausführungsbeispiel.
- [0055] [Fig. 23](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion eines Positionsreguliermittels bei dem achten Ausführungsbeispiel.
- [0056] [Fig. 24](#) ist ein strukturelles Diagramm eines Kopfsynthesebearbeitungsteiles **192**.

[0057] [Fig. 25](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung bei einem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0058] [Fig. 26](#) ist ein Blockdiagramm eines zehnten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0059] [Fig. 27](#) ist ein erläuterndes Diagramm der Funktion eines Größenregulierungsmittels bei der Synthetisierung des Haares.

[0060] [Fig. 28](#) ist ein erläuterndes Diagramm der Funktion eines Positionsregulierungsmittels bei der Synthetisierung des Haares.

Ausführungsbeispiel 1

[0061] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. In [Fig. 1](#) umfasst die Bildbearbeitungsvorrichtung dieses Ausführungsbeispiels einen Haarbereichsauswählteil **11** und einen Entfernungsbereichsänderungsteil **12**. Der Haarbereichsauswählteil **11** bestimmt unter Verwendung eines Bildes **13** ([Fig. 3](#)) der Vorderseite eines Gesichtes, das ein Bild der Vorderseite vom Hals aufwärts ist, und eines Modells **14** ([Fig. 4](#)) der Oberfläche eines Gesichtes, das strukturelle Informationen von Teilen oberhalb des Gesichtes entsprechend dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes zeigt, den Haarbereich in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes und den durch das Haar geworfenen Schatten (in [Fig. 3](#) nicht gezeigt) als Entfernungsbereich **15** und gibt den Entfernungsbereich **15** aus. Bei dem Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes von [Fig. 4](#) sind die Ohren weggelassen.

[0062] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** ändert Pixelwerte des gesamten Entfernungsbereiches **15** oder eines Teiles desselben in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes unter Berücksichtigung der Information des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes und auf Basis der Pixelwerte des Gesichtes in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes und erzeugt ein haarfreies Bild **16**. Werden Pixel eines Teiles des Entfernungsbereiches geändert, so ändert der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** Pixelwerte des verbleibenden Teiles des Entfernungsbereiches **15** unter Verwendung anderer Werte als der Pixelwerte des Gesichtes in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes.

[0063] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel für eine Gesichtsbilddaufnahmeverrichtung zum Aufnehmen des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes zeigt. Das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes ist ein digitales Bild, das von der Gesichtsbilddaufnahmeverrichtung aufgenommen worden ist. In [Fig. 2](#) bezeichnen Bezugszeichen **21** eine Videokamera zum Aufnehmen des Bildes, Bezugszeichen **22** einen A/D-Wandler zur Umwandlung des Bildes der Videokamera **21** in digitale Daten, Bezugszeichen **23** eine Vorrichtung zum Fixieren der Videokamera **21** und Bezugszeichen **24** das Aussehen des Objektes, das von der Videokamera **21** aufgenommen worden ist.

[0064] Die Videokamera **21** wird horizontal von der Vorrichtung **23** fixiert. Der A/D-Wandler **22** wandelt das von der Videokamera **21** aufgenommene analoge Bild in ein digitales Bild um und erzeugt das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes. Das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes liegt in einer Größe von 256 mal 256 Pixeln vor, wobei es sich um ein Farbbild mit einer Breite von 8 Bit jeweils bezüglich R, G und B pro Pixel handelt. Die Hintergrundfarbe des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes ist monochromatisch.

[0065] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, das ein Beispiel für ein Bild **13** der Vorderseite eines Gesichtes zeigt, das von der Gesichtsbilddaufnahmeverrichtung gemäß [Fig. 2](#) aufgenommen worden ist. Das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes gemäß [Fig. 3](#) entspricht dem gesamten Gesicht vom Hals aufwärts bei einer Ansicht von vorne. Das Gesicht ist ausdruckslos, weist keine Brille und keinen Bart auf, und die Mittellinie des Kopfes steht nahezu senkrecht. Das Haar bedeckt nicht die gesamte Stirn. Die x-y-Koordinaten sind in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes enthalten.

[0066] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm eines Drahtgeflechtsmodells, das ein Beispiel für ein Modell **14** der Vorderseite des Gesichtes zeigt. Die Kennpunkte (Vertices) des Drahtgeflechtes umfassen diejenigen Punkte, die man unter Berücksichtigung der dreidimensionalen Struktur des Gesichtes erhält und die sich an Merkmalspunkten befinden, die die Gesichtskontur, die Augen, die Nase, den Mund und die Augenbrauen darstellen, sowie zwischen den Merkmalspunkten. Die Merkmalspunkte in [Fig. 4](#) betreffen die eingekreisten Kennpunkte.

[0067] Jeder Kennpunkt weist Daten bezüglich einer x-Koordinate und einer y-Koordinate in dem Bild auf. Jeder Kennpunkt ist eigens nummeriert, und die Position des Kennpunktes in dem Bild wird durch die Nummer

identifiziert. Das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes setzt sich aus den Kennpunkten und deren Verknüpfungsinformation zusammen.

[0068] Das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes wird erzeugt, indem das Gesicht in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes gemäß [Fig. 3](#) erkannt wird. Dies bedeutet, dass es dadurch erzeugt wird, dass das Gesicht in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes erkannt wird und die Kennpunkte eines bereitstehenden Standarddrahtgeflechtsmodells entsprechend dem erkannten Gesicht verschoben werden.

[0069] Daher ist das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes mit Blick auf die Form des Geflechtes in Abhängigkeit von der jeweiligen einzelnen Person jeweils anders, mit Blick auf die Topologie jedoch gleich. Bei dem Vorgang der Erzeugung des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes kann der Stand der Technik, der unter anderem in den offengelegten japanischen Patenten mit den Nummern 5/197793, 4-199474 und anderen offenbart ist, eingesetzt werden.

[0070] Die Funktion dieses Ausführungsbeispiels wird nachstehend beschrieben.

[0071] Der Haarbereichsauswählteil **11** empfängt das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes und das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes und stellt den Haarbereich in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes und den von dem Haar geworfenen Schatten als Entfernungsbereich **15** bereit.

[0072] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** empfängt das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes, das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes und den Entfernungsbereich **15**. Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** ändert die Pixelwerte des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes innerhalb der äußeren Umfangskontur (nachstehend Kopfkontur genannt) des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes und innerhalb des Entfernungsbereiches **15**. Zur Änderung der Pixelwerte wird wenigstens ein Pixel, das sich in der Nähe des äußeren Umfangs des Entfernungsbereiches **15** befindet, verwendet.

[0073] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** nimmt eine bestimmte Umwandlung an wenigstens einem Pixelwert, der sich in der Nähe des äußeren Umfangs des Entfernungsbereiches **15** befindet, in Abhängigkeit von der Position des Pixels vor, wobei jedes Pixel einer Änderung des Pixelwertes unterzogen wird, und wandelt den Pixelwert an der Position in den durch die Umwandlung erzeugten Wert um.

[0074] Ist der gesamte Bereich der Pixel, in dem eine Umwandlung der Pixelwerte stattfand, Teil des Entfernungsbereiches **15**, so ändert der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** den verbleibenden Teil des Entfernungsbereiches **15** auf andere Werte als die Pixelwerte innerhalb der Kopfkontur des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes. Im Ergebnis wird ein haarfreies Bild **16** erzeugt.

[0075] Bei diesem Ausführungsbeispiel stellt der Haarbereichsauswählteil **11** den Entfernungsbereich **15** bereit, kann jedoch auch die Pixelwerte in dem Entfernungsbereich **15** auf bestimmte Werte ändern und den Entfernungsbereich **15** bereitstellen. In diesem Fall ändert der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** unter Berücksichtigung der Information des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes den gesamten Entfernungsbereich **15** oder einen Teil desselben und erzeugt das haarfreie Bild **16** auf Basis wenigstens eines Pixelwertes in der Nähe des äußeren Umfangs des Entfernungsbereiches **15** in der Kopfkontur in dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes.

[0076] Die Funktion des Haarbereichsauswählteiles **11** und des Entfernungsbereichsauswählteiles **12** dieses Ausführungsbeispiels wird nachstehend insbesondere beschrieben. Der Haarbereichsauswählteil **11** ist dafür ausgelegt, den Bereich des Haares und des Haarschattens in Abhängigkeit von der Helligkeit jedes Pixels gemäß Ermittlung aus der Farbinformation abzuschätzen. Der Haarbereichsauswählteil **11** und der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** nehmen beide eine Umwandlung in Farbton, Helligkeit und Sättigung, jedoch nicht in RGB-Farbinformation vor und setzen Information ein, die auf ganzzahlige Werte zwischen 0 und 255 normiert ist.

[0077] Zunächst wird die spezifische Funktion des Haarbereichsauswählteiles **11** beschrieben. Die Haut und das Haar können auch anhand des Farbtone getrennt werden. In dem von der Videokamera **21** aufgenommenen und von dem A/D-Wandler **22** durch Umwandlung erzeugten Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes können gegebenenfalls aufgrund der Tatsache, dass sich ein Rauschen in den Farbton mischt, die Haut und das Haar nicht richtig separiert werden. Anhand des Farbtone können jedoch der Haarschatten und die Haut schlecht getrennt werden. In dem Entfernungsbereichsänderungsteil **12** ist für den Fall, dass der Haarschatten zurückbleibt, wenn die Pixelwerte des Entfernungsbereiches **15** geändert werden, die Farbe nach der Ände-

rung dunkel, und es können sich die gewünschten Ergebnisse nicht einstellen.

[0078] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird daher unter Verwendung der Helligkeit anstelle des Farbtones der Bereich des Haares und des Schattens des Haares als Entfernungsbereich **15** bestimmt. Dies bedeutet, dass davon ausgegangen wird, dass der Abschnitt mit geringerer Helligkeit Haar oder der Schatten des Haares ist.

[0079] Zunächst werden bei jedem Pixel des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes entsprechend der Innenseite der Kopfkontur des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes der Durchschnitt L_a und das Maximum L_m der Helligkeit des Pixels, wovon die Helligkeit L Beziehung 1 erfüllt, bestimmt. Die Bedingung von Beziehung 1 soll die Wirkungen auf den augenscheinlich dunklen Abschnitt beseitigen, wobei θ_{10} der Schwellenwert ist. So gilt beispielsweise $\theta_{10} = 65$.

$$L < \theta_{10} \quad (\text{B. 1})$$

[0080] Unter Verwendung von L_a und L_m wird die Schwelle θ_{11} aus Beziehung 2 bestimmt.

$$\theta_{11} = \min(\alpha \cdot L_a, \beta \cdot L_m) \quad (\text{B. 2})$$

[0081] In Beziehung 2 sind α und β bestimmte reelle Zahlen. So kann beispielsweise gelten: $\alpha = 1,3$ und $\beta = 0,8$. Die Funktion $\min(a, b)$ ist eine Funktion, die entweder „a“ oder „b“ ergibt, je nachdem, welcher der beiden Werte nicht größer ist. Unter Verwendung von θ_{11} gemäß Bestimmung mittels Beziehung 2 als Schwelle werden der Abschnitt des Haares oder der Schatten des Haares angenommen. Dies bedeutet, dass bei der Kopfkontur die Menge der Pixel, deren Helligkeit L Beziehung 3 erfüllt, als Entfernungsbereich **15** angenommen wird.

$$L < \theta_{11} \quad (\text{B. 3})$$

[0082] Schließlich sind die Augenbrauen, das Auge, die Nase und der Mund diejenigen Bereiche, die nicht entfernt werden müssen. Für den Fall, dass sie in dem Entfernungsbereich **15** enthalten sind, werden sie aus dem Entfernungsbereich **15** ausgeschlossen.

[0083] Die genaue Funktion des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** wird nachstehend beschrieben. Die Bearbeitung der Pixelwertänderung des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** wird sequenziell von oben nach unten entsprechend jeder horizontalen Abtastlinie in dem Bereich innerhalb der Kopfkontur vorgenommen. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass das Liniensegment derjenigen Sektion, die den Bereich innerhalb der Kopfkontur bezüglich der Linie $y = y_0$ schneidet, gleich $F = [x_s, x_e]$ ist, die Pixelwertänderung an diesem Liniensegment F vorgenommen wird. Nach Bearbeitung des Liniensegmentes F wird die Pixelwertänderung an dem Liniensegment $F_1 = [x_{s1}, x_{e1}]$ derjenigen Sektion vorgenommen, die den Bereich innerhalb der Kopfkontur bezüglich der Linie $y = y_0 - 1$ schneidet.

[0084] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion der Pixelwertänderung des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12**. In [Fig. 5](#) sind die Augen, die Nase und der Mund in einem Bereich **51** enthalten, der von gepunkteten Linien an der Unterseite eingeschlossen ist. Enthält der Entfernungsbereich **15** die Pixel in diesem Bereich **51**, so schließt der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** die Pixel in diesem Bereich **51** aus dem Entfernungsbereich **15** aus.

[0085] Sind Pixel, die in einem Liniensegment **53** angeordnet sind, das eine Menge der Mittelpunkte in horizontaler Richtung in einem Bereich **52** darstellt, der durch gepunktete Linien an der Oberseite eingeschlossen ist, in dem Entfernungsbereich **15** enthalten, so entfernt der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** die einzelnen Pixel aus dem Entfernungsbereich **15** unter der Annahme, dass der Farbton jedes Pixels gleich dem Farbton eines geeigneten Pixels zwischen den Augen ist, die Helligkeit gleich L_a ist und die Sättigung gleich dem Durchschnitt S_a der Sättigung des Pixels ist, wovon die Helligkeit L in der Kopfkontur Beziehung 1 erfüllt.

[0086] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** bestimmt eine Menge kontinuierlicher Pixel, die in dem Entfernungsbereich **15** enthalten sind, von den Pixeln des Liniensegmentes F bei $y = y_0$, und die Pixelwerte werden sequenziell von der Unterseite der x -Koordinate in jeder Menge geändert. Man geht davon aus, dass die x -Koordinaten der beiden Endpunkte einer Menge gleich x_0 beziehungsweise x_1 sind.

[0087] In diesem Beispiel benötigt man für den Fall, dass $x_0 = x_s$ und $x_1 = x_e$ gelten, einen Änderungsvorgang

für einen bestimmten Pixelwert. Dies bedeutet, dass die Änderung eines Pixelwertes des gesamten Liniensegmentes F benötigt wird und dass Pixelwerte in dem Liniensegment F bei der Änderung der Pixelwerte überhaupt keine Verwendung finden können.

[0088] Damit ist es nur der Bereich oberhalb der Augenbrauen, wo $x_0 = x_s$ und $x_1 = x_e$ gelten, wobei in diesem Fall die Pixelwerte für die Änderung aus dem Liniensegment $F' = [x_s', x_e']$ derjenigen Sektion ermittelt werden, die den Bereich innerhalb der Kopfkontur bei $y = y_0 + 1$ schneidet. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass die Mittelpunkte von F, F' gleich x_c, x_c' und die x-Koordinate eines beliebigen Punktes P auf dem Liniensegment F gleich x ist, der Punkt $P'(X', y_0 + 1)$ auf dem Liniensegment F' durch Beziehung 4 bestimmt ist.

$$X' = \left\{ \begin{array}{l} x_c' - \frac{(x_c - X)(x_c' - x_s')}{x_c - x_s} \quad [X < x_c] \\ x_c' \quad [X = x_c] \\ x_c' + \frac{(X - x_c)(x_e' - x_c')}{x_e - x_c} \quad [X > x_c] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 4})$$

[0089] Die Farbe eines Pixels an diesem Punkt P' ist die Farbe des Pixels des Punktes P. Ist der Punkt P' jedoch ein Punkt innerhalb des Augenbrauenbereiches, so wird der Pixelwert dieses Punktes P nicht geändert, sondern bleibt bestehen, wobei diese Änderung an dem gesamten Liniensegment F bearbeitet und mittels Linearinterpolation interpoliert wird.

[0090] Nachstehend wird die Bearbeitung für den Fall $x_0 \neq x_s$ oder $x_1 \neq x_e$ erläutert. In diesem Fall nimmt der Entfernungsbereichsänderungsteil 12 eine Mehrzahl von Farbtönen auf, die bei der Änderung der Pixelwerte aus einem Teil des Kopfkonturbereiches verwendet werden, und verwendet diese sequenziell. Werden beispielsweise 5 mal 5 Blöcke zwischen den Augenbrauen herausgenommen, so werden diese sequenziell durch eine Abbildung bearbeitet. Es wird davon ausgegangen, dass die dem Pixel des Punktes (x_0, y_0) zugewiesene Helligkeit gleich L_0 und die Sättigung gleich S_0 ist. Es wird zudem davon ausgegangen, dass die dem Pixel des Punktes (x_1, y_0) zugewiesene Helligkeit gleich L_1 und die Sättigung gleich S_1 ist. Die Helligkeit L und die Sättigung S , die auf das Pixel des Punktes $P(X, y_0)$ in der Menge abgebildet werden sollen, sind durch Beziehung 5 bestimmt.

$$\begin{aligned} L &= L_0 \cdot f(x_0, x_1, X) + L_1 \cdot (1 - f(x_0, x_1, X)) \\ S &= S_0 \cdot f(x_0, x_1, X) + S_1 \cdot (1 - f(x_0, x_1, X)) \end{aligned} \quad (\text{B. 5})$$

[0091] In Beziehung 5 bezeichnet f eine Funktion mit dem Wert von $0 \leq f \leq 1$.

[0092] Bei diesem Ausführungsbeispiel wurden bei der Unterteilung in die drei Fälle $x_0 \neq x_s$ und $x_1 \neq x_e$, $x_0 = x_s$ und $x_1 = x_e$ die Größen L_0, S_0, L_1, S_1 und f folgendermaßen bestimmt.

[0093] Für den Fall $x_0 \neq x_s$ oder $x_1 \neq x_e$ geht man davon aus, dass L_0 und S_0 Werte des Pixels des Punktes $(x_0 - 1, y_0)$ und L_1 und S_1 Werte des Pixels des Punktes $(x_1 + 1, y_0)$ sind. Die Pixelwerte zwischen dem Pixel des Punktes $(x_0 - 1, y_0)$ und dem Pixel des Punktes $(x_1 + 1, y_0)$ werden unter Verwendung der Pixel an diesen beiden Punkten geändert. Dies bedeutet, dass die Interpolation eine Linearinterpolation ist. Damit ist f gemäß Beziehung 6 bestimmt.

$$f(x_0, x_1, X) = \frac{X - x_0}{x_1 - x_0} \quad (\text{B. 6})$$

[0094] Für den Fall $x_0 = x_s$ sind L_0 und S_0 Werte des Pixels eines Punktes an der Kopfkonturlinie bei $y = y_0 + 1$. Ist diese jedoch in dem Entfernungsbereich 15 enthalten, so werden die Durchschnittswerte der Helligkeit und Sättigung der Haut in der Nähe der Kopfkonturlinie verwendet. Die Werte des Pixels des Punktes $(x_1 + 1, y_0)$ sind L_1 und S_1 . Für f wird der aus Beziehung 7 berechnete Wert verwendet.

$$f(x_0, x_1, X) = \left\{ \begin{array}{l} 1 - \sqrt{\frac{t}{\theta x}} \quad [t < \theta x] \\ 0 \quad [t \geq \theta x] \end{array} \right\}, \quad [t = \frac{X - x_s}{x_e - x_s}] \quad (\text{B. 7})$$

[0095] Das charakteristische Diagramm für f ist in [Fig. 6\(a\)](#) gezeigt. In Beziehung 7 ist θx eine bestimmte

reelle Zahl, so gilt beispielsweise $\theta x = 0,4$.

[0096] Für den Fall $x_1 = x_e$ sind L_1 und S_1 Werte des Pixels eines Punktes auf der Kopfkonturlinie bei $y = y_0 + 1$. Ist diese jedoch in dem Entfernungsbereich **15** enthalten, so werden die Durchschnittswerte der Helligkeit und Sättigung der Haut in der Nähe der Kopfkonturlinie verwendet. Die Werte des Pixels des Punktes $(x_0 - 1, y_0)$ sind L_0 und S_0 . Für f wird der aus Beziehung 8 berechnete Wert verwendet.

$$f(x_0, x_1, X) = \left\{ \begin{array}{ll} \sqrt{\frac{t}{\theta x}} & [t < \theta x] \\ 1 & [t \geq \theta x] \end{array} \right\}, [t = \frac{x_e - X}{x_e - x_s}] \quad (\text{B. 8})$$

[0097] Das charakteristische Diagramm für f ist in [Fig. 6\(b\)](#) gezeigt. Dabei ist θx derselbe Wert wie in Beziehung 7.

[0098] Schließlich werden die Helligkeit und die Sättigung des Pixelwertänderungsbereiches und der Umgebung hiervon geglättet. Als Beispiel für die Glättung wird der 3×3 -Filter von [Fig. 7](#) verwendet. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass die Helligkeit und Sättigung des Pixels des Punktes $P(x, y)$ gleich $L(x, y)$ beziehungsweise $S(x, y)$ sind, die Helligkeit $L'(x, y)$ und die Sättigung $S'(x, y)$ des Punktes P nach der Glättung durch Beziehung 9 gegeben sind.

$$L'(x, y) = \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 a_{ij} \cdot L(x+i, y+j) \quad (\text{B. 9})$$

$$S'(x, y) = \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 a_{ij} \cdot S(x+i, y+j)$$

$$a_{00} = 0,5, a_{ij} = 0,0625 \text{ (} i=j \neq 0 \text{ und } -1 \leq i, j \leq 1 \text{)}$$

[0099] Bei Verwendung eines 32-Bit-Personalcomputers mit einem Medial Processing Board mit DSP dauerte die vorstehend beschriebene Bearbeitung drei Sekunden.

[0100] Dieses Ausführungsbeispiel soll das von der Videokamera **21** aufgenommene und von dem A/D-Wandler **22** in eine Größe von 256 mal 256 Pixel umgewandelte digitale Bild bearbeiten. Die gleichen Effekte erhält man bei digitalen Bildern anderer Größe oder bei Digitalbildern, die von einem Scanner oder dergleichen aufgenommen sind. Die Zusammensetzung des Modells **14** der Gesichtsinformation ist nicht auf die in [Fig. 4](#) gezeigte Zusammensetzung beschränkt. Ähnliche Effekte ergeben sich, solange nur die Augen, die Nase, der Mund, die Augenbrauen und die Kopfkontur klar sind.

Ausführungsbeispiel 2

[0101] Nachstehend wird eine Bildbearbeitungsvorrichtung eines zweiten Ausführungsbeispieles der Erfindung beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel lediglich durch die Funktion des Haarbereichsauswählteiles **11**. Dieser Abschnitt wird nachstehend beschrieben.

[0102] [Fig. 8](#) ist ein Flussdiagramm, das das Verfahren des Bearbeitens des Haarbereichsauswählteiles **11** bei diesem Ausführungsbeispiel darstellt. Die Funktion bei jedem Schritt in diesem Flussdiagramm wird nachstehend beschrieben.

[0103] Schritt **81**: Der Haarbereichsauswählteil **11** geht davon aus, dass die Helligkeit eines beliebigen Punktes des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes gleich L , die Schwelle gleich θ_{10} und die Menge der Beziehung 1 erfüllenden Pixel gleich dem Entfernungsbereich **15** ist. Es gilt zum Beispiel $\theta_{10} = 65$.

[0104] Schritt **82**: Der Haarbereichsauswählteil **11** bestimmt den Durchschnitt L_a und das Maximum L_m der Helligkeit des Pixels, wovon der Farbton H die Bedingung von Beziehung 10 erfüllt, unter den Pixeln innerhalb der Kopfkontur oberhalb der Position der Augenbrauen gemäß Ermittlung aus dem Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes und die nicht in dem Entfernungsbereich **15** enthalten sind.

$$\theta_{h0} \leq H \leq \theta_{h1} \quad (\text{B. 10})$$

[0105] Die Bedingungen von Beziehung 10 sollen die Wirkungen derjenigen Pixel beseitigen, die nicht zur Haut gehören, sowie derjenigen Pixel, die Rauschen enthalten, wobei θ_{h0} und θ_{h1} Schwellen sind. Es gilt beispielsweise $\theta_{h0} = 1$ und $\theta_{h1} = 30$.

[0106] Schritt **83**: Der Haarbereichsauswählteil **11** bestimmt die Schwelle θ_{11} der Helligkeit in Beziehung 2. Hierbei sind α und β reelle Zahlen. So gilt beispielsweise $\alpha = 1,15$ und $\beta = 0,8$.

[0107] Schritt **84**: Der Haarbereichsauswählteil **11** enthält die Pixel innerhalb der Kopfkontur oberhalb der Augenposition gemäß Ermittlung aus dem Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes, wovon die Helligkeit L Beziehung 3 erfüllt, in dem Entfernungsbereich **15**.

[0108] Schritt **85**: Der Haarbereichsauswählteil **11** teilt die Pixel innerhalb der Kopfkontur, die nicht in dem Entfernungsbereich **15** enthalten sind, in Bereiche durch vier verbundene Punkte ein und behält diejenigen Bereiche, bei denen die Anzahl der konstituierenden Elemente kleiner als θ_n ist, in dem Entfernungsbereich **15** als isolierten Punkt bei. Hierbei bezeichnet θ_n die Schwelle. So gilt beispielsweise $\theta_n = 10$.

[0109] Schritt **86**: Der Haarbereichsauswählteil **11** schließt schließlich diejenigen Pixel, die in den Bereichen der Augen, der Nase, des Mundes und der Augenbrauen enthalten sind und nicht zu entfernende Bereiche darstellen, aus dem Entfernungsbereich **15** aus.

Ausführungsbeispiel 3

[0110] Nachstehend wird eine Bildbearbeitungsvorrichtung eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung beschrieben. Die Zusammensetzung dieses Ausführungsbeispiels, des Bildes **13** der Vorderseite des Gesichtes und des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes sind die gleichen wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich dieses Ausführungsbeispiel mit Blick auf die Funktion des Haarbereichsauswählteiles **11** und des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12**. Dieser Abschnitt wird nachstehend beschrieben.

[0111] Zunächst wird die Funktion des Haarbereichsauswählteiles **11** beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass unter Verwendung der Helligkeit und Sättigung der Bereich des Haares und des Schattens des Haares gleich dem Entfernungsbereich **15** ist. Dies bedeutet, dass davon ausgegangen wird, dass derjenige Abschnitt, dessen Helligkeit gering ist, oder derjenige Abschnitt, der eine etwas größere Helligkeit, jedoch eine geringe Sättigung aufweist, gleich dem Haar oder dem Schatten des Haares ist.

[0112] Zunächst bestimmt der Haarbereichsauswählteil **11** den Durchschnitt L_a und das Maximum L_m der Helligkeit und den Durchschnitt S_a sowie das Maximum S_m der Sättigung der Pixel in einem Bereich unterhalb der Augen in der Kopfkontur gemäß Ermittlung aus dem Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes, wovon die Helligkeit L Beziehung 11 und der Farbton H Beziehung 12 erfüllen.

$$L < \theta_{10} \tag{B. 11}$$

$$\theta_{h0} \leq H \leq \theta_{h1} \tag{B. 12}$$

[0113] Die Bedingungen in Beziehung 11 stellen darauf ab, die Wirkungen des augenscheinlich dunklen Abschnittes zu beseitigen, wobei θ_{10} die Schwelle ist. Die Bedingungen von Beziehung 12 stellen darauf ab, die Wirkungen derjenigen Pixel zu beseitigen, die nicht zur Haut gehören, sowie derjenigen Pixel, die mit Rauschen gemischt sind, wobei θ_{h0} und θ_{h1} Schwellen sind. So gilt beispielsweise $\theta_{10} = 65$, $\theta_{h0} = 1$ und $\theta_{h1} = 30$. Der Durchschnitt und das Maximum in dem Bereich unterhalb der Augen werden deshalb genommen, weil es möglich ist, diese auch dann noch zu bearbeiten, wenn die Stirn kaum mit Haar bedeckt ist.

[0114] Der Haarbereichsauswählteil **11** bestimmt θ_{11} und θ_s aus Beziehung 13 unter Verwendung von L_a , L_m und S_a .

$$\begin{aligned} \theta_{11} &= \min(\alpha \cdot L_a, \beta \cdot L_m) \\ \theta_s &= \gamma \cdot S_a \end{aligned} \tag{B. 13}$$

[0115] In Beziehung 13 sind α , β und γ reelle Zahlen. Es gilt beispielsweise $\alpha = 1,15$, $\beta = 0,8$ und $\gamma = 0,8$. Zudem bezeichnet $\min(a, b)$ diejenige Funktion, die entweder „a“ oder „b“ ausgibt, je nachdem, welcher der beiden Werte nicht größer ist.

[0116] Der Haarbereichsauswählteil **11** bestimmt unter Verwendung von θ_{11} und θ_s gemäß Ermittlung in Beziehung 13 den Bereich des Haares und des Schattens des Haares als Entfernungsbereich **15**.

[0117] Der Haarbereichsauswählteil **11** bestimmt zunächst in demjenigen Abschnitt, der nicht den Augen und den Augenbrauen entspricht, die Menge der Pixel, wovon die Helligkeit L und die Sättigung S die Beziehungen 14 oder 15 erfüllen, als Entfernungsbereich **15**.

$$L < \theta_{11} \quad (\text{B. 14})$$

$$L < a \cdot \theta_{11} \text{ and } S < \theta_s \quad (\text{B. 15})$$

[0118] In Beziehung 15 ist a eine bestimmte reelle Zahl. So ist beispielsweise $a = 1,1$.

[0119] Anschließend nimmt der Haarbereichsauswählabschnitt **11** in dem Abschnitt zwischen den Augen und den Augenbrauen die Menge der Beziehung 16 erfüllenden Pixel in den Entfernungsbereich **15** auf.

$$L < b \cdot \theta_{11} \text{ and } S < \theta_s \quad (\text{B. 16})$$

[0120] In Beziehung 16 ist b eine bestimmte reelle Zahl. So gilt beispielsweise $b = 0,85$. Dies basiert auf der Überlegung, dass die zwischenliegenden Teile der Augen und Augenbrauen ein wenig dunkler als die Stirn und dergleichen sind.

[0121] Darüber hinaus teilt der Haarbereichsauswählabschnitt **11** diejenigen Pixel in der Kopfkontur, die nicht in dem Entfernungsbereich enthalten sind, in Bereiche durch vier verbundenen Teile ein. Der Bereich, von dem die Anzahl der konstituierenden Pixel kleiner als θ_n ist, wird in den Entfernungsbereich **15** als isolierter Punkt aufgenommen. Hierbei bezeichnet θ_n eine Schwelle. So gilt beispielsweise $\theta_n = 10$.

[0122] Schließlich schließt aufgrund der Tatsache, dass die Augen, die Nase, der Mund und die Augenbrauen nicht zu entfernende Bereiche darstellen, der Haarbereichsauswählteil **11** die Pixel in diesen Bereichen, wenn sie in dem Entfernungsbereich **15** enthalten sind, aus dem Entfernungsbereich **15** aus.

[0123] Nachstehend wird die Funktion des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** beschrieben.

[0124] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** arbeitet derart, dass er die Pixel in jeder horizontalen Abtastlinie sequenziell von unten nach oben an den Pixeln in der Kopfkontur ändert. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass das Liniensegment derjenigen Sektion, die den Bereich in der Kopfkontur bezüglich der Linie $y = y_0$ schneidet gleich $F = [x_s, x_e]$ ist, eine Änderung der Pixelwerte an diesem Liniensegment F vorgenommen wird. Nach Bearbeitung des Liniensegmentes F werden die Pixel in dem Liniensegment $F_1 = [x_{s1}, x_{e1}]$ derjenigen Sektion bearbeitet, die den Gesichtsbereich bezüglich der Linie $y = y_0 - 1$ schneidet.

[0125] [Fig. 9](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** in diesem Ausführungsbeispiel. Gemäß [Fig. 9](#) schließt der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** die Pixel in einem Bereich **91** aus dem Entfernungsbereich **15** aus, der durch gepunktete Linien, enthaltend die Augen, die Nase und den Mund, dargestellt ist, wenn die Pixel in dem Entfernungsbereich **15** enthalten sind.

[0126] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** nimmt eine spezielle Vorbearbeitung vor einer Änderung der Pixelwerte vor, wenn die Besetzungsrate des Entfernungsbereiches **15** größer als θ_r in dem Bereich oberhalb der Augen in der Kopfkontur ist, und zwar unter der Annahme, dass die Stirn nahezu vollständig mit Haar bedeckt ist. Hierbei stellt θ_r die Schwelle dar. So gilt beispielsweise $\theta_r = 0,9$.

[0127] In [Fig. 9](#) ist der Bereich **92** ein Bereich, der eine horizontale Abtastlinie umfasst, die die Augenbrauen innerhalb der Kopfkontur enthält, sowie angrenzende horizontale Abtastlinien oberhalb und unterhalb davon. Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** überprüft während der Vorbearbeitung, ob der Mittelpunkt in dem Entfernungsbereich **15** enthalten ist, und zwar an den Mittelpunkten sämtlicher Liniensegmente F in dem Bereich **92**. Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** ändert für den Fall, dass der Mittelpunkt in dem Entfernungsbereich **15** enthalten ist, den Farbton des Pixels an dem Mittelpunkt auf einen Wert des Farbtones des Pixels an einem geeigneten Punkt zwischen den Augen, und es werden die Helligkeit auf L_a und die Sättigung auf S_a geändert und aus dem Entfernungsbereich **15** ausgeschlossen.

[0128] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** bestimmt die Menge der kontinuierlichen Pixel, die in dem

Entfernungsbereich **15** enthalten sind, an dem Liniensegment F bei $y = y_0$, und es werden in jeder Menge der Pixel die Pixelwerte sequenziell von dem kleineren Wert der x-Koordinate her geändert.

[0129] Man gehe davon aus, dass die x-Koordinaten beider Enden einer Menge eines bestimmten Pixels gleich x_0 beziehungsweise x_1 sind.

[0130] Für den Fall $x_0 = x_s$ und $x_1 = x_e$ wird eine spezielle Bearbeitung benötigt. Es betrifft dies den Fall der Änderung der Pixelwerte des Liniensegmentes F, wobei die Pixelwerte in dem Liniensegment F überhaupt keine Verwendung finden können. Es geht dies lediglich in dem Bereich oberhalb der Augen, wo $x_0 = x_s$ und $x_1 = x_e$ gelten, weshalb der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** die Pixelwerte in dem Liniensegment $F' = [x_s', x_e']$ in derjenigen Sektion einsetzt, die die Kopfkontur bei $y = y_0 + 1$ schneidet, und zwar bei einer Änderung der Pixelwerte in dem Liniensegment F.

[0131] Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass die Mittelpunkte von F, F' gleich x_c und x_c' sind und die x-Koordinate eines beliebigen Punktes P an dem Liniensegment F gleich X ist, der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** den Punkt P'(X', $y_0 + 1$) des Liniensegmentes F über Beziehung 17 bestimmt.

$$X' = \left. \begin{array}{l} \left[x_c' - \frac{(x_c - X)(x_c' - x_s')}{x_c - x_s} \quad [X < x_c] \right. \\ \left. x_c' \quad [X = x_c] \right. \\ \left. x_c' + \frac{(X - x_c)(x_e' - x_c')}{x_e - x_c} \quad [X > x_c] \right] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 17})$$

[0132] Der Entfernungsbereichsänderungsteil **12** nimmt an, dass die Farbe des Pixels dieses Punktes P' gleich der Farbe des Pixels des Punktes P ist. Ist der Punkt P' jedoch ein Punkt in dem Augenbereich oder dem Augenbrauenbereich, so wird der Punkt P nicht verändert, sondern belassen. Nach Vornahme einer Änderung in dem gesamten Liniensegment F wird der verbleibende Abschnitt in dem Pixelwert mittels Linearinterpolation geändert.

[0133] Als Nächstes wird die Bearbeitung für den Fall $x_0 \neq x_s$ oder $x_1 \neq x_e$ beschrieben. Als Farbton, der bei der Änderung der Pixelwerte verwendet wird, wird eine Mehrzahl von Pixeln aus einem Teil der Kopfkontur herausgegriffen und sequenziell verwendet. Werden beispielsweise 5 mal 5 Pixelblöcke zwischen den Augenbrauen herausgegriffen, so werden diese sequenziell abgebildet. Unter der Annahme, dass die Helligkeit eines bestimmten Pixels nach der Änderung gleich L und die Sättigung gleich S ist, ergibt sich S gemäß Beziehung 18.

$$S = Lx \frac{S_a}{L_a} \quad (\text{B. 18})$$

[0134] Es geht darum, die Sättigung aus dem Verhältnis von Helligkeit und Sättigung der nicht mit Haar bedeckten Haut zu bestimmen, was bei der Beseitigung der Wirkung des Schattens effektiv ist.

[0135] Nachstehend wird ein Verfahren zum Bestimmen der Helligkeit L jedes Pixels nach der Änderung beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die dem Pixel des Punktes (x_0, y_0) zugewiesene Helligkeit gleich L_0 und die dem Pixel des Punktes (x_1, y_0) zugewiesene Helligkeit gleich L_1 ist. Die dem Pixel des Punktes (X, y_0) in dieser Pixelmenge zugewiesene Helligkeit L wird aus Beziehung 19 bestimmt.

$$L = L_0 \cdot f(x_0, x_1, X) + L_1 \cdot (1 - f(x_0, x_1, X)) \quad (\text{B. 19})$$

[0136] In Beziehung 19 ist f eine Funktion mit einem Wert gemäß $0 \leq f \leq 1$. Hierbei wird L unter der Annahme berechnet, dass L_0, L_1 und f dieselben wie beim ersten Ausführungsbeispiel sind.

[0137] Abschließend wird ein Glätten der Helligkeit und der Sättigung jedes Pixels in dem Bereich des geänderten Pixels und der Umgebung hiervon auf dieselbe Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel durchgeführt.

Ausführungsbeispiel 4

[0138] Eine Bildbearbeitungsvorrichtung entsprechend einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird

nachstehend beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Fluktuationserzeugungsteil in dem Entfernungsbereichsänderungsteil **12** vorgesehen, wobei nur die Funktion des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** im Vergleich zum dritten Ausführungsbeispiel anders ist.

[0139] Die Funktion des Entfernungsbereichsänderungsteiles **12** wird nachstehend beschrieben.

[0140] Der Fluktuationserzeugungsteil dient dem Zweck, den Farbton, die Helligkeit und die Sättigung mit Fluktuationen zu versehen, und zwar mittels zufällig auftretender numerischer Werte oder numerischer Werte, die durch die Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Abbildungspixelposition erzeugt sind. Die Verteilung des Farbtones, der Helligkeit und der Sättigung der menschlichen Haut ist nicht ebenmäßig, sondern ein wenig unregelmäßig. Durch Hinzufügen von Fluktuationen unter Verwendung zufälliger numerischer Werte kann daher ein stärker realistisches Ergebnis erreicht werden. Darüber hinaus können unter Verwendung numerischer Werte, die bei der Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Position auftreten, Falten und Punkte erzeugt werden.

[0141] Die Funktion des Fluktuationserzeugungsteiles wird nachstehend beschrieben. Eine Funktion R soll ganzzahlige Werte in einem bestimmten Bereich zufällig erzeugen. Oft wird eine Funktion eingesetzt, die ganze Zahlen von -5 oder mehr und +5 oder weniger unregelmäßig erzeugt. Die Aufgabe der Funktion $F(x, y)$ besteht darin, numerische Werte mittels Wahrscheinlichkeit zu erzeugen, und zwar aus der Position in der Kopfkontur des Pixels $P(x, y)$, das abgebildet werden soll. Der Bereich und die Wahrscheinlichkeit der numerischen Werte gemäß Erzeugung durch die Funktion F sind einzig durch die bereitgestellten Falten und Punkte bestimmt. Zunächst werden der Farbton H, die Helligkeit L und die Sättigung S des Pixels gemäß Abbildung in dem Pixel P auf genau die gleiche Weise wie beim dritten Ausführungsbeispiel bestimmt. Hierbei werden unter Verwendung der Funktionen R und F die Größen L' und S' gemäß Beziehung 20 bestimmt.

$$L' = L + R + F(x, y)$$

$$S' = S + R + F(x, y)$$

(B. 20)

[0142] Der Fluktuationsänderungsteil ändert den Entfernungsbereich **15** durch Abbilden in das Pixel P unter Verwendung von L' und S'.

[0143] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Funktion R zum Erzeugen zufälliger numerischer Werte verwendet. Wird jedoch eine statistische Verteilung von Farbton, Helligkeit und Sättigung der Haut ermittelt, so können numerische Werte entsprechend erzeugt werden, und die Fluktuationen können gegeben sein.

Ausführungsbeispiel 5

[0144] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung entsprechend einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass ein Gesichtsoberflächenmodellerzeugungsteil **101** eingesetzt wird. Der Gesichtsoberflächenmodellerzeugungsteil **101** erzeugt ein Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes, das strukturelle Information des Gesichtes des Bildes **13** der Oberfläche des Gesichtes darstellt, und zwar unter Verwendung des Bildes **13** der Oberfläche des Gesichtes. Die Erzeugung des Modells **14** der Oberfläche des Gesichtes durch den Gesichtsoberflächenmodellerzeugungsteil **101** entspricht dem herkömmlichen Verfahren, wie es beispielsweise in den offengelegten japanischen Patenten mit den Nummern 5-197793 und 4-199474 beschrieben ist.

Ausführungsbeispiel 6

[0145] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm einer Bildbearbeitungsvorrichtung entsprechend einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In [Fig. 11](#) nimmt ein Kopfbildregulierteil **111** eine bestimmte Umwandlung an einem Bild **115** des Kopfes und einem Bild **117** des Haares vor, das ein Attribut jedes Pixels entsprechend dem Bild **115** des Kopfes ist, sodass die Frisur des Bildes **115** des Kopfes an das Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes auf Basis des Modells **114** der Oberfläche des Gesichtes und des Modells **116** der Gesichtsinformation angepasst werden kann. Das Modell **114** der Oberfläche des Gesichtes drückt die strukturelle Information des Gesichtes des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes aus. Das Modell **116** der Gesichtsinformation drückt die strukturelle Informationen des Gesichtes des Bildes **115** des Kopfes aus.

[0146] Ein Kopfsynthesebearbeitungsteil **112** weist die Frisur des Bildes **118** des Kopfes gemäß Umwandlung durch den Kopfbildregulierteil **111** dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes zu, und zwar entsprechend der Information **117** gemäß Umwandlung durch den Kopfbildregulierteil **111**. Ein Bild **118** des Kopfes stellt ein Bild

115 des Kopfes dar, das von dem Kopfbildregulierteil **111** umgewandelt worden ist. Ein Modell **119** der Gesichtsinformation ist das Modell **116** der Gesichtsinformation gemäß Umwandlung durch den Kopfbildregulierteil **111**. Die Haarinformation **1110** ist die Haarinformation **117** gemäß Umwandlung durch den Kopfbildregulierteil **111**. Ein Kopfsynthesebild **1111** zeigt das Bild mit der Frisur des Bildes **118** des Kopfes gemäß Zuweisung an das Bild **113** der Vorderseite des Kopfes.

[0147] Das Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes und das Modell **114** der Oberfläche des Gesichtes sind die gleichen wie beim ersten Ausführungsbeispiel. Das Bild **115** des Kopfes ist ein digitales Bild, das von der Vorderseite eines Gesichtes genommen ist und eine Größe von 256 mal 256 Pixeln aufweist. Es ist zudem ein Farbbild mit einer Breite von 8 Bit jeweils für R, G, B pro Pixel. Das Gesicht des Bildes **115** des Kopfes sieht nach vorne, wobei die Mittellinie des Gesichtes nahezu senkrecht steht. Das Modell **116** der Gesichtsinformationen ähnelt mit Blick auf die Zusammensetzung dem Modell **114** der Oberfläche des Gesichtes. Die Haarinformation **117** dient dem Zweck, ein Attribut zur Spezifizierung des Zuweisungsverfahrens zu geben, wenn das Bild **115** des Kopfes dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes zugewiesen wird. Die Haarinformation **117** liegt in derselben Größe wie das Bild **115** des Kopfes vor und stellt ein zweidimensionales Feld mit einer Bitbreite von 8 Bit pro Pixel dar, wobei das zugehörige Attribut in jedem Element der Haarinformation **117** (siehe [Fig. 12](#)) gespeichert ist. Wie in [Fig. 12](#) gezeigt ist, entspricht ein Pixel dieses Feldes einem Pixel des Bildes **115** des Kopfes. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass das Feld der Haarinformation **117** gleich $A(x, y)$ ist, $A(x_0, y_0)$ das Attribut des Pixels des Punktes (x_0, y_0) des Bildes **115** des Kopfes ist. Die bei diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Attribute und ihre Bedeutungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Attribut	Bedeutung
1	vorderes Haar, Haarlinie, Schatten des Haares
2	Haar, das nicht 1 ist
3	alle anderen

[0148] In Tabelle 1 und [Fig. 12](#) bezeichnen Bezugszeichen **121** einen Bereich des Attributes 1, Bezugszeichen **122** einen Bereich des Attributes 2 und Bezugszeichen **123** einen Bereich des Attributes 3. Die Funktion des Ausführungsbeispieles wird nachstehend beschrieben.

[0149] Der Kopfbildregulierteil **111** reguliert das Bild **115** des Kopfes derart, dass die Frisur des Bildes **115** des Kopfes an das Gesicht des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes, das abgebildet werden soll, angepasst werden kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden als Beispiel für die Regulierung des Bildes **115** des Kopfes jeweils die Größe und die Position der horizontalen und vertikalen Richtung in der Kopfkontur in dem Bild **115** des Kopfes auf die Größe und die Position der horizontalen und vertikalen Richtung in der Kopfkontur in dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes angepasst.

[0150] [Fig. 13](#) ist ein Strukturdiagramm des Kopfbildregulierteiltes **111**. Ein Größenreguliermittel **131** wandelt das Bild **115** des Kopfes, das Modell **116** der Gesichtsinformation und die Haarinformation **117** derart um, dass die Größe des Gesichtes des Bildes **115** des Kopfes mit der Größe des Gesichtes des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes zusammenfällt. Ein Bild **133** des Kopfes stellt das Bild **115** des Kopfes gemäß Umwandlung durch das Größenreguliermittel **131** dar. Ein Modell **134** der Gesichtsinformation ist das Modell **116** der Gesichtsinformation gemäß Umwandlung durch das Größenreguliermittel **131**. Die Haarinformation **135** ist die Haarinformation **117** gemäß Umwandlung durch das Größenreguliermittel **131**.

[0151] Das Positionsreguliermittel **132** nimmt eine Umwandlung des Bildes **133** des Kopfes, des Modells **134** der Gesichtsinformation und der Haarinformation **135** derart vor, dass die Position der Kopfkontur in dem Bild **133** des Kopfes mit der Position der Kopfkontur in dem Bild **113** der Vorderseite des Kopfes zusammenfallen kann.

[0152] Das Bearbeiten mittels des Größenreguliermittels **131** wird nachstehend beschrieben. Das Größenreguliermittel **131** bestimmt die Größen dv und dh der Kopfkontur gemäß [Fig. 14](#) aus dem Modell **114** der Oberfläche des Gesichtes. Insbesondere ist dv die Maximalhöhe in Vertikalrichtung (Richtung der y-Achse) der Kopfkontur, während dh die Länge des Liniensegmentes derjenigen Sektion ist, die die Kopfkontur in der horizontalen Linie schneidet, die durch den Mittelpunkt der Augen und die Nasenspitze läuft. Die Länge des Liniensegmentes ist die Größe der horizontalen Richtung (Richtung der x-Achse) der Kopfkontur.

[0153] Auf ähnliche Weise bestimmt das Größenreguliermittel **131** die vertikale Größe dv' und die horizontale

Größe dh' der Kopfkontur in dem Bild **115** des Kopfes.

[0154] Das Größenregulierungsmittel **131** reguliert diese Größen durch Skalieren mit einem unabhängigen Skalierungsfaktor in horizontaler Richtung und vertikaler Richtung. Unter der Annahme, dass die horizontale Skalierung gleich Sh und die vertikale Skalierung gleich Sv sind, sind Sh und Sv durch Beziehung 21 gegeben.

$$sh = \frac{dh}{dh'}, \quad sv = \frac{dv}{dv'} \quad (\text{B. 21})$$

[0155] Das Größenregulierungsmittel **131** skaliert die Bilder **115** des Kopfes mit Sh in Richtung der x-Achse und mit Sv in Richtung der y-Achse entsprechend Sh und Sv gemäß Berechnung in Beziehung 21 und ermittelt so das Bild **133** des Kopfes.

[0156] Die Haarinformation **117** wird in Haarinformation **135** mittels derselben Bearbeitung wie bei der Größenregulierung des Bildes **115** des Kopfes umgewandelt.

[0157] Der Algorithmus des nächsten Nachbarn ist unter den herkömmlichen Verfahren als Verfahren bekannt, das zum Skalieren eingesetzt werden kann. Es reguliert das Größenregulierungsmittel **131** zudem die Größe durch Multiplizieren der x-Koordinate mit Sh und der y-Koordinate mit Sv , da das Modell **116** der Gesichtsinformation eine x-Koordinate und eine y-Koordinate in jedem Merkmalspunkt aufweist. Dies bedeutet, dass ein willkürlicher Kennpunkt (Vertex) $P(x, y)$ des Modells **116** der Gesichtsinformation in einen Kennpunkt $P'(x', y')$ des Modells **134** der Gesichtsinformation mittels der nachfolgenden Beziehung 22 umgewandelt wird.

$$x' = x \cdot Sh, \quad y' = y \cdot Sv \quad (\text{B. 22})$$

[0158] Nachstehend wird die Funktion des Positionsregulierungsmittels **132** erläutert. Die Positionsregulierung ist eine Versetzung um einen unabhängigen Versetzungsbetrag jeweils in horizontaler Richtung und in vertikaler Richtung. Es werde davon ausgegangen, dass die Versetzung in der horizontalen Richtung gleich Δh und die Versetzung in vertikaler Richtung gleich Δv ist. Die Werte für Δh und Δv werden folgendermaßen bestimmt.

[0159] [Fig. 15](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion des Positionsregulierungsmittels **132**. Das Gesicht in [Fig. 15](#) ist das Gesicht des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes. Der Punkt P_n beschreibt einen Mittelpunkt des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur an der Position der Nasenspitze in horizontaler Richtung schneidet. Der Punkt P_e zeigt den Mittelpunkt des Liniensegmentes in der höchsten Position des Augenbereiches des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur in horizontaler Richtung schneidet. Der Punkt P_m zeigt den Mittelpunkt desjenigen Liniensegmentes, das den Punkt P_n und den Punkt P_e verbindet.

[0160] Auf ähnliche Weise bestimmt das Positionsregulierungsmittel **132** den Mittelpunkt P_n' , den Mittelpunkt P_e' und den Mittelpunkt P_m' auch für das Bild **133** des Kopfes. Der Punkt P_n' ist der Mittelpunkt des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur in der Position der Nasenspitze in horizontaler Richtung schneidet. Der Punkt P_e' ist der Mittelpunkt des Liniensegmentes in der höchsten Position des Augenbereiches des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur in horizontaler Richtung scheidet. Der Punkt P_m' ist der Mittelpunkt desjenigen Liniensegmentes, das den Punkt P_n' und den Punkt P_e' verbindet.

[0161] Unter der Annahme, dass die Mittelpunkte gleich $P_m(x_f, y_f)$ und $P_m'(x_h, y_h)$ sind, ergeben sich die Größen Δh und Δv aus Beziehung 23.

$$\Delta h = x_f - x_h, \quad \Delta v = y_f - y_h \quad (\text{B. 23})$$

[0162] Ein beliebiger Punkt $P(x, y)$ in dem Bild **133** des Kopfes wird mittels Beziehung 24 in einen Punkt $P'(x, y)$ umgewandelt, und das Bild **118** des Kopfes wird erzeugt.

$$X = x + \Delta h, \quad Y = y + \Delta v \quad (\text{B. 24})$$

[0163] Auf ähnliche Weise wird ein beliebiges Element $A(x, y)$ der Haarinformation **135** in $A'(x, y)$ umgewandelt, und es wird die Haarinformation **110** erzeugt. Ein beliebiger Kennpunkt $P_f(x, y)$ in dem Modell **134** der Gesichtsinformation wird in $P_f(X, Y)$ umgewandelt, und es wird ein Modell **119** der Gesichtsinformation erzeugt.

[0164] Eine Bearbeitung an dem Modell **116** der Gesichtsinformation und dem Modell **134** der Gesichtsinformation kann bezüglich aller Kennpunkte in dem Modell **116** der Gesichtsinformation vorgenommen werden,

kann jedoch auch nur an denjenigen Kennpunkten vorgenommen werden, die in der nachfolgenden Bearbeitung verwendet werden, so beispielsweise als Merkmalspunkte.

[0165] Die Funktion des Kopfsynthesebearbeitungsteiles **112** wird nachstehend beschrieben. Der Kopfsynthesebearbeitungsteil **112** funktioniert auf die gleiche Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel, wandelt unter Nichtverwendung der Farbinformationen bezüglich R, G, B den Pixelwert in Farbton, Helligkeit und Sättigung um und verwendet diese durch Normieren auf ganzzahlige Zahlen zwischen 0 und 255.

[0166] [Fig. 16](#) ist ein strukturelles Diagramm des Kopfsynthesebearbeitungsteiles **112**. In [Fig. 16](#) bezeichnen Bezugszeichen **161** einen Syntheseinformationserzeugungsteil; Bezugszeichen **162** einen Farbtonsyntheseteil zum Erzeugen eines Farbtones unter Verwendung der Farbtones des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes und des Farbtones des Bildes **118** des Kopfes; Bezugszeichen **163** einen Helligkeitssyntheseteil zum Erzeugen einer Helligkeit unter Verwendung der Helligkeit des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes und der Helligkeit des Bildes **118** des Kopfes entsprechend dem Attribut der Haarinformation **167**; Bezugszeichen **164** einen Sättigungssyntheseteil zum Erzeugen einer Sättigung unter Verwendung der Sättigung des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes und der Sättigung des Bildes **118** des Kopfes entsprechend dem Attribut der Haarinformation **167**; Bezugszeichen **165** einen Abbildungsbearbeitungsteil zum Empfangen des in dem Farbtonsyntheseteil **162** erzeugten Farbtones, der in dem Helligkeitssyntheseteil **163** erzeugten Helligkeit und der in dem Sättigungssyntheseteil **164** erzeugten Sättigung, Bestimmen der Farbe aus diesen, Abbilden in dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes und Erzeugen eines Kopfsynthesebildes **1111**; Bezugszeichen **166** diejenige Syntheseinformation, die durch den Syntheseinformationserzeugungsteil **161** erzeugt worden ist; und Bezugszeichen **167** diejenige Haarinformation, die von dem Syntheseinformationserzeugungsteil **161** berichtet worden ist.

[0167] Der Syntheseinformationserzeugungsteil **161** erzeugt die Syntheseinformation **166**, die bei der Vornahme der Bearbeitung des Farbtonsyntheseteiles **162**, des Helligkeitssyntheseteiles **163** und des Sättigungssyntheseteiles **164** verwendet werden soll, aus der Farbinformation des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes und dem Bild **118** des Kopfes. Gleichzeitig untersucht der Syntheseinformationserzeugungsteil **161** die Farbinformation der Pixel des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes am Abbildungszielort, berichtigt die Haarinformation **1110** und gibt die Haarinformation **167** aus. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird als Beispiel für die Syntheseinformation **166** der Durchschnitt der Helligkeit verwendet. Die Berichtigung der Haarinformation **1110** ist beispielsweise dem Zweck gewidmet, die Abbildung an dem Pixel mit geringer Helligkeit des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes in die Abbildung des Attributes 2 zu ändern.

[0168] Zunächst wird die Funktion des Syntheseinformationserzeugungsteiles **161** beschrieben. Der Syntheseinformationserzeugungsteil **161** bestimmt den Durchschnitt Lha der Helligkeit mit dem Attribut 3 gemäß Vorgabe durch die Haarinformation **1110** der Pixel in dem Bereich oberhalb der Augenbrauen in der Kopfkontur des Bildes **118** des Kopfes. Der Syntheseinformationserzeugungsteil **161** sucht zudem diejenigen Pixel, deren Helligkeit L des Punktes P(x, y) in dem Abschnitt oberhalb der Augenbrauen in der Kopfkontur in dem Bild **113** der Vorderseite des Kopfes Beziehung 25 erfüllt.

$$L < \theta 1$$

(B. 25)

[0169] In Beziehung 25 ist $\theta 1$ die Schwelle. So gilt beispielsweise $\theta 1 = 95$. Dieses Pixel ist ein dunkles Pixel, und die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass es sich hierbei um ein Haar handelt. Entsprechend stellt, damit die Beziehung 25 erfüllenden Pixel in dem Kopfsynthesebild **1111** nicht übrigbleiben, der Syntheseinformationserzeugungsteil **161** A(x, y) der Haarinformation mit dem Attribut 2 bereit und erzeugt die Haarinformation **167**. Darüber hinaus bestimmt der Syntheseinformationserzeugungsteil **161** zudem den Durchschnitt Lfa der Helligkeit der Pixel, die Beziehung 25 nicht erfüllen.

[0170] Es wird die Bearbeitung in dem Farbtonsyntheseteil **162**, dem Helligkeitssyntheseteil **163** und dem Sättigungssyntheseteil **164** durch das Attribut des Pixels der Haarinformation **167** bestimmt. Das Pixel des Attributes 3 ist kein Haar und wird daher auch nicht abgebildet. Das Pixel des Attributes 1 ist ein Pixel in dem Abschnitt des vorderen Haares, der Haarlinie und des Schattens durch das vordere Haar, und der synthetisierte Wert dieses Pixelwertes und der Pixelwert am Abbildungszielort in dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes wird abgebildet. Das Pixel des Attributes 2 das Pixelelement, das direkt in dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes abgebildet wird.

[0171] Die Funktion des Farbtonsyntheseteiles **162** wird nachstehend beschrieben. Unter der Annahme, dass der Farbton eines beliebigen Pixels Ph(x, y) des Bildes **118** des Kopfes gleich Hh, das Attribut des Pixels Ph

gemäß Ermittlung aus der Haarinformation **167** gleich $A(x, y)$ und der Farbton des Pixels $P_f(x, y)$ in dem Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes zum Abbilden des Pixels P_h gleich H_f ist, erzeugt der Farbtionsyntheseteil **162** die Größe H entsprechend Beziehung 26 unter Verwendung von H_f und H_h entsprechend $A(x, y)$.

$$H = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{H_h + H_f}{2} & [A(x, y) = 1] \\ H_h & [A(x, y) = 2] \\ H_f & [A(x, y) = 3] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 26})$$

[0172] Der Farbtionsyntheseteil **162** nimmt den Mittelwert von H_f und H_h für den Fall des Attributes 1. Wird demgegenüber der Farbton durch den Winkel, wie in [Fig. 17](#) gezeigt ist, ausgedrückt, so werden H_f und H_h entsprechend Beziehung 27 berichtigt und verwendet.

$$H' = \left\{ \begin{array}{ll} H - 255 & [H > 128] \\ H & [H \leq 128] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 27})$$

[0173] Zudem wird H in Beziehung 28 berichtigt und verwendet.

$$H' = \left\{ \begin{array}{ll} H + 255 & [H < 0] \\ H & [H \geq 0] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 28})$$

[0174] Nachstehend wird die Funktion des Helligkeitssyntheseteiles **163** beschrieben. Man geht davon aus, dass die Helligkeit des Pixels $P_h(x, y)$ gleich L_h und die Helligkeit von $P_f(x, y)$ gleich L_f ist. Der Helligkeitssyntheseteil **163** synthetisiert L aus L_h und L_f mittels Beziehung 29 unter Verwendung der Durchschnitte L_{fa} und L_{ha} der Helligkeit gemäß Ermittlung aus der Syntheseinformation **166**.

$$L = \left\{ \begin{array}{ll} L_{fa} + L_h - L_{ha} & [A(x, y) = 1] \\ L_h & [A(x, y) = 2] \\ L_f & [A(x, y) = 3] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 29})$$

[0175] Der Helligkeitssyntheseteil **163** synthetisiert unter Verwendung der Differenz aus dem Durchschnitt für den Fall des Attributes 1.

[0176] Die Funktion des Sättigungssyntheseteiles **164** wird nachstehend beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Sättigung des vorgenannten Pixels $P_h(x, y)$ gleich S_h und die Sättigung von $P_f(x, y)$ gleich S_f ist. Entsprechend Beziehung 30 werden S_f und S_h zu S synthetisiert.

$$S = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{S_h + S_f}{2} & [A(x, y) = 1] \\ S_h & [A(x, y) = 2] \\ S_f & [A(x, y) = 3] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 30})$$

[0177] Der Abbildungsbearbeitungsteil **165** wandelt die synthetisierten Größen H , L und S in RGB-Farben um und bildet die Farben in dem Pixel P_f des Bildes **113** der Vorderseite des Gesichtes ab.

[0178] Bei einem 32-Bit-Personalcomputer mit einem Media Processing Board mit DSP betrug die Arbeitszeit für diese Bearbeitung ungefähr 5 Sekunden.

[0179] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind sowohl das Bild **113** der Vorderseite des Gesichtes wie auch das Bild **115** des Kopfes digitale Bilder in einer Größe von 256 mal 256. Es können auch andere Größen möglich sein.

[0180] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Modell der Gesichtsinformation mit Blick auf die Zusammensetzung gleich dem Modell der Oberfläche des Gesichtes. Die Zusammensetzung kann jedoch auch, soweit

die Augen, die Nase, die Augenbrauen und die Kopfkontur ermittelt werden, anders sein.

[0181] Bei dem Ausführungsbeispiel wird in der Synthese bei der Abbildung dieselbe Funktion für den Farbton und die Sättigung verwendet. Es können jedoch auch unabhängige Funktionen verwendet werden.

[0182] Als Syntheseinformation können zudem die Durchschnittswerte von Farbton und Helligkeit des Bildes der Vorderseite des Gesichtes hinzugefügt werden, und die Durchschnittswerte können in dem Ergebnis der Synthese für den Fall des Attributes 1 mit dem Farbtionsyntheseteil und dem Sättigungssyntheseteil verwendet werden.

Ausführungsbeispiel 7

[0183] Unter Bezugnahme auf [Fig. 18](#) wird eine Bildbearbeitungsvorrichtung entsprechend einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. In [Fig. 18](#) bezeichnen Bezugszeichen **181** einen Synthesebildberichtigungsteil zum Berichtigen mittels Interpolation, wenn eine Lücke zwischen dem Gesichtsbereich und dem Haarbereich in dem Abbildungsergebnisbereich auftritt, und Bezugszeichen **152** ein Kopfsynthesebild, das die Ausgabe der Bildbearbeitungsvorrichtung darstellt. Die Bearbeitung des Haarbereichsauswählteiles **11** und des Entfernungsbereichsauswählteiles **12** ist die gleiche wie beim ersten Ausführungsbeispiel, beim zweiten Ausführungsbeispiel, beim dritten Ausführungsbeispiel oder beim vierten Ausführungsbeispiel. Die Bearbeitung des Kopfbildreguliertiles **111** ist dieselbe wie im sechsten Ausführungsbeispiel.

[0184] Die Funktion des Kopfsynthesebearbeitungsteiles **112** kann sich teilweise von der Bearbeitung bei dem Syntheseinformationserzeugungsteil beim sechsten Ausführungsbeispiel unterscheiden. Dieser Punkt wird nachstehend noch beschrieben. In der Bildbearbeitungsvorrichtung des Ausführungsbeispiels wird in dem Kopfsynthesebearbeitungsteil **112** das Bild **118** des Kopfes in dem haarfreien Bild **16** abgebildet. Das haarfreie Bild **16** ist ein Bild, in dem das Haar und der Schatten des Haares entfernt sind, weshalb die Haarinformation **110** nicht berichtet ist. Damit ist in diesem Ausführungsbeispiel die Bearbeitung in dem Syntheseinformationserzeugungsteil **161** nicht vorgenommen. Durch Eingabe des Entfernungsbereiches **115** wird die Schwellenbearbeitung in Beziehung 25 nicht vorgenommen, und der Durchschnitt Lfa der Helligkeit des Pixels, der nicht in dem Entfernungsbereich **15** enthalten ist, wird bestimmt.

[0185] Der Synthesebildberichtigungsteil **181** untersucht das Abbildungsergebnisbild in jeder horizontalen Abtastlinie und nimmt eine Interpolation vor, wenn eine Lücke zwischen dem Gesichtsbereich und dem Haarbereich vorhanden ist. Eine Interpolation wird jedoch nicht vorgenommen, wenn sich das Pixel des Bildes **118** des Kopfes, das an dem Endpunkt des Haarbereiches abgebildet worden ist, nicht angrenzend an einen Punkt in der Gesichtskontur in dem Bild **118** des Kopfes oder einem Punkt in der Kontur befindet. Die Kontur des Gesichtes in dem Bereich **118** des Kopfes erhält man aus dem Gesichtsinformationsmodell **119**. Die Interpolationsbearbeitung wird in der Farbe des Pixels des letzten Gesichtsbereiches vorgenommen, wenn die Interpolationsposition oberhalb der mittleren Position der Nase und des Mundes befindlich ist, sowie in der Farbe des Pixels des letzten Haarbereiches, wenn diese unterhalb befindlich ist. Ist eine Lücke zu dem Haarbereich in dem oberen Teil der Stirn gegeben, so wird dieser Bereich in der Farbe der Haut der Stirn interpoliert. Nach der Interpolation der Lücke werden der Ansatz des Haares oder der Schattenbereich und der Gesichtsbereich geglättet. Das Verfahren des Glättens ist das gleiche wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel und den anderen Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist.

Ausführungsbeispiel 8

[0186] Ein achttes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend beschrieben. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird aus dem eingegebenen Bild der Vorderseite des Gesichtes der Bereich des Haares und der Schatten des Haares mittels der Bildbearbeitungsvorrichtung entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel, dem zweiten Ausführungsbeispiel, dem dritten Ausführungsbeispiel und dem vierten Ausführungsbeispiel entfernt, und es wird das vorbereitete Haar in dem haarfreien Bild, in dem der Entfernungsbereich geändert worden ist, synthetisiert. Der Kopfbildregulierteil wird durch sämtliche oder Teile der Positionen der Augen, der Nase, des Mundes und der Augenbrauen gemäß Ermittlung aus dem Modell der Oberfläche des Gesichtes und dem Modell der Gesichtsinformation ermittelt, sowie des Abstandes von der Kopfkontur und der Position und Größe der Kopfkontur, und der Kopfsynthesebearbeitungsteil umfasst einen Syntheseinformationserzeugungsteil zum Erzeugen der Information, die bei der Synthese des haarfreien Bildes und des Bildes des Kopfes verwendet wird, einen Textursyntheseteil zum Synthetisieren der Textur in einem Verfahren gemäß Spezifizierung durch das Attribut des Pixels gemäß Ermittlung aus der Haarinformation, einen Abbildungsbearbeitungs-

teil zum Abbilden des Pixelwertes gemäß Synthetisierung in dem Textursyntheseteil in das haarfreie Bild und einen Synthesebildberichtigungsteil zur Berichtigung des Abbildungsergebnisbildes. Darüber hinaus setzt sich der Textursyntheseteil aus einem Farbtonsyntheseteil, einem Helligkeitssyntheseteil und einem Sättigungssyntheseteil zusammen.

[0187] **Fig. 19** ist ein Blockdiagramm der Bildbearbeitungsvorrichtung dieses Ausführungsbeispiels. In **Fig. 19** bezeichnen Bezugszeichen **191** einen Kopfinformationsregulierteil, Bezugszeichen **192** einen Kopfsynthesebearbeitungsteil, Bezugszeichen **193** ein Bild des Kopfes, Bezugszeichen **194** ein Modell der Gesichtsinformation, das die strukturelle Informationen des Gesichtes des Bildes **193** des Kopfes ausdrückt, Bezugszeichen **195** die Haarinformation, die das Attribut jedes Pixels der Kopfinformation **193** ausdrückt, Bezugszeichen **196** das Bild des Kopfes nach Umwandlung des Bildes **193** des Kopfes mittels des Kopfbildregulierteil **191**, Bezugszeichen **197** das Modell der Gesichtsinformation nach Umwandlung des Modells **194** der Gesichtsinformation mittels des Kopfbildregulierteil **191**, Bezugszeichen **198** die Haarinformation nach Umwandlung der Haarinformation **195** mittels des Kopfbildregulierteil **191** und Bezugszeichen **199** das Kopfsynthesebild nach Synthese der Frisur des Bildes **196** des Kopfes in dem haarfreien Bild **16**.

[0188] Das eingegebene Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes ist ein farbiges digitales Bild mit einer Breite von 8 Bit jeweils für R, G, B pro Pixel in einer Größe von 256 mal 256 Pixel, wobei dieses Bild mittels der Gesichtsbildaufnahmevorrichtung von **Fig. 2** aufgenommen worden ist, die dieselbe wie beim ersten Ausführungsbeispiel und den anderen Ausführungsbeispielen ist. Das Gesicht blickt nach vorne, und die Mittellinie des Kopfes steht nahezu senkrecht. Das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes entspricht ebenfalls demjenigen des ersten Ausführungsbeispiels und der anderen Ausführungsbeispiele. Das Bild **193** des Kopfes ist ein digitales Bild, das von einem nach vorne blickenden Gesicht aufgenommen worden ist. Es ist ein Farbbild mit einer Breite von 8 Bit jeweils für R, G, B in einem Pixel mit einer Größe von 256 mal 256 Pixel. Das Gesicht in dem Bild **193** des Kopfes blickt ebenfalls nach vorne, wobei die Mittellinie des Kopfes nahezu senkrecht steht. Das Modell **194** der Gesichtsinformation entspricht der Zusammensetzung nach dem Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes.

[0189] Die Haarinformation **195** dient dem Spezifizieren des Attributes zum Bestimmen der Methode der Synthese, damit das synthetisierte Bild natürlicher aussieht, wenn die Pixel des Bildes **193** des Kopfes mit dem haarfreien Bild **16** synthetisiert werden. Die Haarinformation **195** ist der Größe nach dieselbe wie die Haarinformation **193**, und es handelt sich um ein zweidimensionales Feld mit einer Bitbreite von 8 Bit pro Element. Wie in **Fig. 20** gezeigt ist, entspricht ein Element dieses Feldes einem Pixel des Bildes **193** des Kopfes. Dies bedeutet, dass unter der Annahme, dass das Feld der Haarinformation **195** gleich $A(x, y)$ ist, $A(x_0, y_0)$ das Attribut des Pixels des Punktes (x_0, y_0) des Bildes **193** des Kopfes ist.

[0190] Die bei diesem Ausführungsbeispiel verwendeten Attribute und deren Bedeutungen sind in Tabelle 2 gezeigt.

Attribut	Bedeutung
1	vorderes Haar, Haarlinie
2	Haar, das nicht 1 ist
3	Schatten des Haares
4	alle anderen

[0191] Tabelle 2 ist derart ausgestaltet, dass das synthetisierte Bild wirklichkeitsnäher aussieht, wenn eine Schattierung mit dem Haar oder einem überlappenden feinen vorderen Haar auf natürliche Weise vorgenommen wird.

[0192] In Tabelle 2 und in **Fig. 20** bezeichnen Bezugszeichen **201** einen Bereich des Attributes 1, Bezugszeichen **202** einen Bereich des Attributes 2, Bezugszeichen **203** einen Bereich des Attributes 3, und Bezugszeichen **204** einen Bereich des Attributes 4.

[0193] Der Kopfbildregulierteil **191** reguliert das Bild **193** des Kopfes, sodass die Frisur des Bildes **193** des Kopfes an das Gesicht des haarfreien Bildes **16**, das abgebildet werden soll, angepasst werden kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel fallen jeweils als Beispiel für die Regulierung des Kopfes und des Bildes **193** des

Kopfes die Größe und die Position in den horizontalen und vertikalen Richtungen der Kopfkontur in dem Bild **193** des Kopfes mit der Größe und der Position in den horizontalen und vertikalen Richtungen der Kopfkontur in dem haarfreien Bild **16** zusammen.

[0194] Die Funktion des Kopfbildreguliertertes **116**, der derartige Regulierungen vornimmt, wird nachstehend unter Bezugnahme auf [Fig. 21](#) beschrieben. In [Fig. 21](#) bezeichnen Bezugszeichen **211** ein Größenreguliermittel zum Umwandeln des Bildes **193** des Kopfes, des Modells **194** der Gesichtsinformation und der Haarinformation **195** derart, dass die Größe des Gesichtes des Bildes **193** des Kopfes mit der Größe des Gesichtes des haarfreien Bildes **16** zusammenfällt, Bezugszeichen **213** ein Bild des Kopfes gemäß Umwandlung durch das Größenreguliermittel **211**, Bezugszeichen **214** ein Modell der Gesichtsinformation gemäß Umwandlung durch das Größenreguliermittel **211**, Bezugszeichen **215** Haarinformation gemäß Umwandlung durch das Größenreguliermittel **211** und Bezugszeichen **212** ein Positionsreguliermittel zum Umwandeln des Bildes **213** des Kopfes, des Modells **214** der Gesichtsinformation und der Haarinformation **215** derart, dass die Position des Gesichtes des Bildes **213** des Kopfes in dem Bild **213** des Kopfes mit der Position des Gesichtes des haarfreien Bildes **16** in dem haarfreien Bild **16** zusammenfallen kann.

[0195] Die Funktion des Größenreguliermittels **211** wird nachstehend beschrieben. Zunächst ermittelt man aus dem Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes die Größen dv_1 , dv_2 , dh der Kopfkontur, wie in [Fig. 22](#) gezeigt ist. Insbesondere ist dv_1 der Abstand in vertikaler Richtung (Richtung der x-Achse) desjenigen Liniensegmentes, das die Kopfkontur horizontal an der Position der Nasenspitze und dem höchsten Punkt der Kopfkontur schneidet, dv_2 ist der Abstand in vertikaler Richtung desjenigen Liniensegmentes, das die Kopfkontur horizontal an der Position der Nasenspitze und dem niedrigsten Punkt der Kopfkontur schneidet, und dh ist die Länge des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur bezüglich der horizontalen Linie, die durch den Punkt der Nasenspitze läuft, was der Größe der Kopfkontur in horizontaler Richtung (Richtung der x-Achse) entspricht, schneidet.

[0196] Auf ähnliche Weise ermittelt man aus dem Modell **194** der Gesichtsinformation die Größen dv_1' , dv_2' der Kopfkontur des Gesichtes des Bildes **193** des Kopfes in vertikaler Richtung, und es wird die Größe dh' in horizontaler Richtung ermittelt. Was die Größenregulierung angeht, so werden das Bild **193** des Kopfes und die Haarinformation jeweils mit unabhängigen Skalierungsfaktoren in horizontaler Richtung und vertikaler Richtung skaliert. Darüber hinaus wird eine Skalierung in vertikaler Richtung mit unabhängigen Skalierungsfaktoren oberhalb und unterhalb der Position der Nasenspitze vorgenommen. Unter der Annahme, dass die horizontale Skala gleich Sh und die vertikale Skala gleich Sv_1 , Sv_2 oberhalb und unterhalb der Position der Nasenspitze sind, werden die Skalierungsfaktoren gemäß Beziehung 31 berechnet.

$$sh = \frac{dh}{dh'}, \quad sv_1 = \frac{dv_1}{dv_1'}, \quad sv_2 = \frac{dv_2}{dv_2'} \quad (\text{B. 31})$$

[0197] Das Größenreguliermittel **211** skaliert das Bild **193** des Kopfes bezüglich Sh in Richtung der x-Achse, skaliert mittels Sv_1 und Sv_2 in Richtung der y-Achse und erzeugt dadurch ein Bild **213** des Kopfes. Mittels derselben Bearbeitung wie bei der Größenregulierung des Bildes **193** des Kopfes wird die Haarinformation **195** in Haarinformation **215** umgewandelt. Es kann irgendein Verfahren (beispielsweise der Algorithmus des nächsten Nachbarn) unter den herkömmlichen Verfahren für die Skalierung verwendet werden.

[0198] Aufgrund der Tatsache, dass das Modell **194** der Gesichtsinformation eine x-Koordinate und eine y-Koordinate entsprechend dem jeweiligen Merkmalspunkt aufweist, erfolgt eine Umwandlung in das Modell **214** der Gesichtsinformation mittels Beziehung 32.

$$x' = x \cdot sh,$$

$$y' = \begin{cases} y \cdot sv_1 & [y \leq y_n] \\ (y - y_n) \cdot sv_2 + y_n \cdot sv_1 & [y > y_n] \end{cases} \quad (\text{B. 32})$$

[0199] Hierbei geht man davon aus, dass die y-Koordinate der Position der Nasenspitze gleich y_n ist.

[0200] Die Funktion des Positionsreguliermittels **212** wird nachstehend beschrieben. Die Positionsregulierung stellt eine Versetzung um einen unabhängigen Versetzungsbetrag einzeln in horizontaler Richtung und vertikaler Richtung dar. Man geht davon aus, dass die Versetzung in horizontaler Richtung gleich Δh und die Versetzung in vertikaler Richtung gleich Δv ist. Die Werte von Δh und Δv werden folgendermaßen bestimmt.

[0201] [Fig. 23](#) ist ein Diagramm zur Erläuterung der Funktion des Positionsregulierungsmittels **212**. Das Gesicht gemäß [Fig. 23](#) ist das Gesicht des haarfreien Bildes **16**. Der Punkt P_n bezeichnet den Mittelpunkt des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur an der Position der Nasenspitze in horizontaler Richtung schneidet, der Punkt P_e bezeichnet den Mittelpunkt des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur an dem höchsten Punkt des Augenbereiches in horizontaler Richtung schneidet, und der Punkt P_m bezeichnet den Mittelpunkt desjenigen Liniensegmentes, das die Punkte P_n und P_e verbindet. Das Positionsregulierungsmittel **212** bestimmt ähnlich auf dem Bild **213** des Kopfes den Mittelpunkt P_n' des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur an der Position der Nasenspitze in horizontaler Richtung schneidet, den Mittelpunkt P_e' des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur in der höchsten Position des Augenbereiches in horizontaler Richtung schneidet, und den Mittelpunkt P_m' des Liniensegmentes, das den Punkt P_n' und den P_e' verbindet.

[0202] Nunmehr werden unter der Annahme, dass die Mittelpunkte $P_m(x_f, y_f)$ beziehungsweise $P_m'(x_h, y_h)$ sind, die Werte von Δh und Δv gemäß Beziehung 33 berechnet.

$$\Delta h = x_f - x_h, \Delta v = y_f - y_h \quad (\text{B. 33})$$

[0203] Ein beliebiger Punkt $P(x, y)$ in dem Bild **23** des Kopfes wird in den Punkt $P'(X, Y)$ gemäß Beziehung 34 abgebildet, und es wird ein Bild **196** des Kopfes erzeugt.

$$X = x + \Delta h, Y = y + \Delta v \quad (\text{B. 34})$$

[0204] Auf gleiche Weise wird ein beliebiges Element $A(x, y)$ der Haarinformation **214** in $A'(X, Y)$ umgewandelt, und es wird Haarinformation **198** erzeugt. Ein beliebiger Kennpunkt $P_f(x, y)$ des Modells **214** der Gesichtsinformation wird ebenfalls in $P_f(X, Y)$ umgewandelt, und es wird ein Modell **196** der Gesichtsinformation erzeugt.

[0205] Das Bearbeiten an dem Modell **194** der Gesichtsinformation und dem Modell **214** der Gesichtsinformation erfolgt bezüglich aller Kennpunkte in dem Modell **194** der Gesichtsinformation, kann jedoch auch nur an Kennpunkten erfolgen, die in der nachfolgenden Bearbeitung verwendet werden, so beispielsweise an Merkmalspunkten.

[0206] Die Funktion des Kopfsynthesebearbeitungsteiles **192** wird nachstehend beschrieben. Die Bearbeitung in dem Kopfsynthesebearbeitungsteil **192** erfolgt auf gleiche Weise wie beim ersten Ausführungsbeispiel und den anderen Ausführungsbeispielen, anstatt der Verwendung der Farbinformationen R, G, B erfolgt eine Umwandlung des Pixelwertes in Farbton, Helligkeit und Sättigung, und es erfolgt zudem eine Normierung auf ganzzahlige Werte zwischen 0 und 255.

[0207] [Fig. 24](#) ist ein strukturelles Diagramm des Kopfsynthesebearbeitungsteiles **192**. In [Fig. 24](#) bezeichnen Bezugszeichen **241** einen Syntheseinformationserzeugungsteil; Bezugszeichen **242** einen Farbtone synthese teil zum Erzeugen eines Farbtone unter Verwendung des Farbtone des haarfreien Bildes **116** und des Farbtone des Bildes **196** des Kopfes in Entsprechung zu dem Attribut der Haarinformation **198**; Bezugszeichen **243** einen Helligkeitserzeugungsteil zum Erzeugen einer Helligkeit unter Verwendung der Helligkeit des haarfreien Bildes **16** und der Helligkeit des Bildes **196** des Kopfes in Entsprechung zu dem Attribut der Haarinformation **198**; Bezugszeichen **244** einen Sättigungssyntheseteil zum Erzeugen einer Sättigung unter Verwendung der Sättigung des haarfreien Bildes **16** und der Sättigung des Bildes **196** des Kopfes in Entsprechung zu dem Attribut der Haarinformation **198**; Bezugszeichen **245** einen Abbildungsbearbeitungsteil zum Empfangen des Farbtone gemäß Erzeugung durch den Farbtone synthese teil **242**, der Helligkeit gemäß Erzeugung durch den Helligkeitssyntheseteil **243** und der Sättigung gemäß Erzeugung durch den Sättigungssyntheseteil **244**, mit einer Umwandlung in RGB-Farben und einer Abbildung in das haarfreie Bild **16**, wodurch ein Kopfsynthese bild **199** erzeugt wird; Bezugszeichen **246** eine Syntheseinformation gemäß Erzeugung durch den Synthese informationserzeugungsteil **243**; Bezugszeichen **247** einen Synthese bildberichtigungsteil zum Berichtigen mittels Interpolation, wenn eine Lücke zwischen dem Gesichtsbereich und dem Kopfbereich in dem Abbildungsergebnis bild vorhanden ist. Der Synthese informationserzeugungsteil **241** erzeugt die Synthese information **246**, die in der Synthesebearbeitung in dem Farbtone synthese teil **242**, dem Helligkeitssyntheseteil **243** und dem Sättigungssyntheseteil **244** verwendet wird, aus der Haarinformation des haarfreien Bildes **16** und des Bildes **196** des Kopfes und gibt dies aus. Bei diesem Ausführungsbeispiel werden als Beispiel für die Synthese information **246** die Durchschnittswerte von Helligkeit und Sättigung verwendet.

[0208] Zunächst wird die Funktion des Syntheseinformationserzeugungsteiles **241** beschrieben. Der Synthe-

seiner Informationserzeugungsteil **241** bestimmt den Durchschnitt L_h der Helligkeit und den Durchschnitt S_h der Sättigung mit dem Attribut 3 oder 4 gemäß Vorgabe durch die Haarinformation **198** aus den Pixeln in dem Bereich unterhalb der Augen in der Kopfkontur in dem Bild **196** des Kopfes. Zudem ermittelt der Syntheseinformationserzeugungsteil **241** den Durchschnitt L_a der Helligkeit und den Durchschnitt S_a der Sättigung bei dem dritten Ausführungsbeispiel als Syntheseinformation **246**.

[0209] Nach erfolgter Bearbeitung in dem Farbtionsyntheseteil **242**, dem Helligkeitssyntheseteil **243** und dem Sättigungssyntheseteil **244** erfolgt eine Bestimmung bezüglich des Attributes der Haarinformation **198**. Aufgrund der Tatsache, dass das Pixel des Attributes 4 kein Haar ist, erfolgt keine Abbildung. Das Pixel des Attributes 1 ist ein Pixel des vorderen Haares und der Haarlinie, und der synthetisierte Wert dieses Pixelwertes und der Pixelwert am Abbildungszielort des haarfreien Bildes **16** wird abgebildet. Das Pixel des Attributes 2 ist der Pixelwert, der direkt auf den haarfreien Bereich **16** abgebildet wird. Das Pixel des Attributes 3 ist der Schatten des Haares, weshalb er dadurch bearbeitet wird, dass die Helligkeit und die Sättigung des Pixels am Abbildungszielort geringfügig gesenkt werden.

[0210] Der Betrieb des Farbtionsyntheseteiles **242** wird nachstehend beschrieben. Unter der Annahme, dass der Farbton eines beliebigen Punktes $Ph(x, y)$ des Bildes **196** des Kopfes gleich H_h , das Attribut des Pixels Ph gemäß Ermittlung aus der Haarinformation **198** gleich $A(x, y)$ und der Farbton des Pixels $Pf(x, y)$ des haarfreien Bildes **16**, in dem das Pixel Ph abgebildet ist, gleich H_f ist, erzeugt der Farbtionsyntheseteil **242** die Größe H aus Beziehung 35 unter Verwendung von H_f und H_h entsprechend $A(x, y)$.

$$H = \left. \begin{array}{ll} H_h & [A(x, y) = 1 \wedge \text{mod}((x+y), 2) = 0] \\ H_f & [A(x, y) = 1 \wedge \text{mod}((x+y), 2) = 1] \\ H_h & [A(x, y) = 2] \\ H_f & [A(x, y) = 3, 4] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 35})$$

[0211] Die Funktion $\text{mod}(a, b)$ in Beziehung 35 dient dem Zweck, den Rest der Teilung der ganzen Zahl „a“ durch die ganze Zahl „b“ anzugeben. Für den Fall des Attributes 1 ist der Farbton des synthetisierten Bildes abwechselnd der Farbton des Bildes **196** des Kopfes und des haarfreien Bildes **16**.

[0212] Die Funktion des Helligkeitssyntheseteiles **243** wird nachstehend beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Helligkeit des Pixels $Ph(x, y)$ gleich L_h und die Helligkeit von $Pf(x, y)$ gleich L_f ist. Der Helligkeitssyntheseteil **243** synthetisiert L aus L_h und L_f entsprechend Beziehung 36 unter Verwendung der Durchschnittswerte L_a , L_h der Helligkeit gemäß Ermittlung aus der Syntheseinformation **246**.

$$L = \left. \begin{array}{ll} \min(L_f, (L_a + L_h - L_h a)) & [A(x, y) = 1] \\ L_h & [A(x, y) = 2] \\ \min(L_f, (L_f - \sigma \cdot (L_h a - L_h))) & [A(x, y) = 3] \\ L_f & [A(x, y) = 4] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 36})$$

[0213] Der Helligkeitssyntheseteil **243** synthetisiert unter Verwendung der Differenz der Durchschnittswerte in dem Fall des Attributes 1. Der Helligkeitssyntheseteil **243** senkt die Helligkeit der Haut für den Fall des Attributes 3. Hierbei ist σ eine bestimmte reelle Zahl, beispielsweise L_a/L_h . Die Funktion $\min(a, b)$ dient dem Zweck, entweder die reelle Zahl „a“ oder „b“ auszugeben, je nachdem, welche der beiden nicht größer ist.

[0214] Die Funktion des Sättigungssyntheseteiles **244** wird nachstehend beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die Sättigung des Pixels $Ph(x, y)$ gleich S_h und die Sättigung von $Pf(x, y)$ gleich S_f ist. Der Sättigungssyntheseteil **244** synthetisiert S aus S_f und S_h entsprechend Beziehung 47 unter Verwendung der Durchschnittswerte S_a , S_h der Sättigung gemäß Ermittlung aus der Syntheseinformation **246**.

[0215] Gemäß Beziehung 37 sind a, b, c und d reelle Zahlen, die $a + b = 1$ und $c + d = 1$ erfüllen, so beispielsweise $a = 0,3, b = 0,7, c = 0,4, d = 0,6$.

$$S = \left\{ \begin{array}{ll} a \cdot Sf + b \cdot Sh & [A(x, y) = 1] \\ Sh & [A(x, y) = 2] \\ c \cdot Sf + d \cdot Sh & [A(x, y) = 3] \\ Sf & [A(x, y) = 4] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 37})$$

[0216] Der Abbildungsbearbeitungsteil **245** wandelt die synthetisierten Größen H, L und S in RGB-Farben um und bildet die Farben in die Pixel Pf in dem haarfreien Bild **16** ab.

[0217] Der Synthesebildberichtigungsteil **247** untersucht das Abbildungsergebnisbild in jeder horizontalen Abtastlinie und nimmt eine Interpolation vor, wenn eine Lücke zwischen dem Haarbereich und dem Gesichtsbereich auftritt, der den Haarbereich nicht enthält. Es wird demgegenüber keine Interpolation vorgenommen, wenn sich das Pixel des Bereiches **196** des Kopfes, das an dem Endpunkt des Haarbereiches abgebildet worden ist, nicht angrenzend an den Punkt der Kopfkontur des Bildes **196** des Kopfes oder den Punkt in der Kopfkontur befindet.

[0218] Die Kopfkontur des Bildes **196** des Kopfes erhält man aus dem Modell **197** der Gesichtsinformation. Die Interpolationsbearbeitung wird in der Farbe des Pixels in dem nächsten Gesichtsbereich vorgenommen, wenn die Interpositionsposition oberhalb der Mittelposition der Nase und des Mundes befindlich ist, oder in der Farbe des Pixels in dem nächsten Haarbereich, wenn es darunter befindlich ist. Besteht eine Lücke gegen den Haarbereich in dem oberen Teil der Stirn, so wird dieser Bereich in der Farbe der Haut der Stirn interpoliert. Nach Interpolieren der Lücke werden der Ansatz des Kopfes und der Schattenbereich sowie der Gesichtsbereich geglättet. Das Glättungsverfahren ist dasselbe wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel und den anderen Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist.

[0219] Mittels eines 32-Bit-Personalcomputersystems mit Media Processing Board mit DSP konnte die entsprechende Bearbeitung in einer Zeit von ungefähr 8 Sekunden vorgenommen werden.

[0220] Bei diesem Ausführungsbeispiel waren sowohl das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes wie auch das Bild **193** des Kopfes digitale Bilder in einer Größe von 256 mal 256. Die Größe kann jedoch auch eine andere sein.

[0221] Ebenfalls bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Modell der Gesichtsinformation der Zusammensetzung nach das gleiche wie das Modell der Oberfläche des Gesichtes. Die Zusammensetzung kann jedoch, so lange die Augen, die Nase, die Augenbrauen und die Kopfkontur ermittelt werden, auch anders sein.

[0222] Als Syntheseinformation kann darüber hinaus der Durchschnittswert des Farbtones und des Bildes der Vorderseite des Gesichtes addiert werden, und der Durchschnittswert kann in dem Ergebnis der Synthese für den Fall des Attributes 1 in dem Farbtonsyntheseteil verwendet werden.

[0223] Bei diesem Ausführungsbeispiel synthetisierte der Helligkeitssyntheseteil **243** unter Verwendung der Differenz der Durchschnittswerte für den Fall des Attributes 1. Die Synthese des Attributes 1 und des Attributes 3 kann jedoch auch durch Bestimmen der Helligkeitswerte durch das Verhältnis der Durchschnittswerte und Abbilden vorgenommen werden. Dies bedeutet, dass anstelle von Beziehung 36 die nachfolgende Beziehung 38 zum Einsatz kommt.

$$L = \left\{ \begin{array}{ll} \min(Lf, Lh \times \frac{Lfa}{Lha}) & [A(x, y) = 1] \\ Lh & [A(x, y) = 2] \\ \min(Lf, Lh \times \frac{Lfa}{Lha}) & [A(x, y) = 3] \\ Lf & [A(x, y) = 4] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 38})$$

Ausführungsbeispiel 9

[0224] In [Fig. 25](#) wird eine Bildbearbeitungsvorrichtung entsprechend einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben. Dieses Ausführungsbeispiel ähnelt dem siebten oder achten Ausführungsbeispiel.

rungsbeispiel, mit der Ausnahme, dass das Modell **14** der Oberfläche des Gesichtes gemäß Erzeugung durch den Gesichtsoberflächenmodellerzeugungsteil **101** dem Haarbereichsauswählteil **11**, dem Entfernungsbereichsänderungsteil **12**, dem Kopfbildregulierteil **191** und dem Kopfbildsyntheseteil **192** zugeführt wird.

Ausführungsbeispiel 10

[0225] [Fig. 26](#) ist ein Blockdiagramm eines zehnten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Das Ausführungsbeispiel betrifft eine Gesichtsbildanzeigevorrichtung, die aus der Bildbearbeitungsvorrichtung des achten Ausführungsbeispiels und einer Bildanzeigevorrichtung besteht. In [Fig. 26](#) bezeichnen Bezugszeichen **261** eine Kopfbilddatenbank, Bezugszeichen **262** eine Kopfbildauswählvorrichtung und Bezugszeichen **263** eine Bildanzeigevorrichtung. Die Kopfbilddatenbank **261** enthält eine Anzahl zu synthetisierender Kopfbilder, Modelle der Gesichtsinformation sowie Haarinformation, die Kopfbildauswählvorrichtung **262** wählt ein bestimmtes Kopfbild, ein Modell der Gesichtsinformation und die Haarinformation aus der Kopfbilddatenbank **261** aus und gibt dies aus. Die Bildanzeigevorrichtung **263** zeigt gleichzeitig das Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes, das haarfreie Bild **16**, das Haarsynthesebild **199** und mehrere Kopfbilder gemäß Ermittlung aus der Kopfbilddatenbank **262** an. Da das Modell **14** der Vorderseite des Gesichtes und das Modell **194** der Gesichtsinformation der Zusammensetzung nach ähnlich sind, kann das Kopfbild auch dem Bild **13** der Vorderseite des Gesichtes zugeführt werden.

[0226] Mittels der Gesichtsbildanzeigevorrichtung dieses Ausführungsbeispiels können mehrere Gesichtsbilder gleichzeitig angezeigt werden, und die Frisuren können ausgetauscht und angezeigt werden. Entsprechend kann die Figur eines Objektes gegen die Frisur eines anderen Objektes ausgetauscht und angezeigt werden. Alternativ können mehrere Bilder des Kopfes angezeigt werden, und die Frisuren können ausgetauscht werden. Mittels einer derartigen Gesichtsbildanzeigevorrichtung ist es einfacher, ein Bild durch Auswählen der Frisur einer bestimmten Person zu zeichnen, als nur aus den Bildern der Frisuren beim Ersetzen der Frisuren auszuwählen.

[0227] Die vorgenannten Ausführungsbeispiele betreffen die Synthese der Frisur. Dasselbe Verfahren kann jedoch auch bei der Synthese von Gesichtsbildern angewandt werden, so beispielsweise mit Bezug auf Bart, Ohren, Hals, Schmuckstücke oder Kleidung. Derartige Fälle werden nachstehend beschrieben.

[0228] Zunächst wird die Bearbeitung bei der Synthese eines Bartes beschrieben. In diesem Fall geht man davon aus, dass das Attribut 1 oder das Attribut 2 in der Haarinformation der Bereich des Bartes in dem Bild des Kopfes ist. In [Fig. 27](#) bezeichnen d_m die Breite des Mundes in horizontaler Richtung und d_n den Abstand zwischen der geraden Linie in horizontaler Richtung, die durch die höchste Position des Mundbereiches läuft, und der geraden Linie in horizontaler Richtung, die durch die Nasenspitze läuft. Dieser Abstand ist der Abstand des Mundes und der Nase. Die Größe wird derart reguliert, dass d_m und d_n in dem Bild des Kopfes mit d_m und d_n in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes zusammenfallen. Dies bedeutet, dass der Skalierfaktor S_h in horizontaler Richtung gemäß Beziehung 39 mit Blick auf die Breite d_m des Mundes in horizontaler Richtung in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes und die Breite d_m' des Mundes in horizontaler Richtung des Bildes des Kopfes bestimmt wird.

$$S_h = \frac{d_m}{d_m'}, \quad S_v = \frac{d_n}{d_n'} \quad (\text{B. 39})$$

[0229] Der Skalierfaktor S_v in vertikaler Richtung wird in Beziehung 39 in Bezug auf den Abstand d_n von Mund und Nase in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes bestimmt, und der Abstand d_n' des Mundes und der Nase in dem Bild des Kopfes. Unter Verwendung von S_h und S_v wird das Bild des Kopfes mit dem Skalierfaktor S_h in horizontaler Richtung und dem Skalierfaktor S_v in vertikaler Richtung skaliert, und es wird die Größe reguliert.

[0230] Die Regulierung der Position bei der Synthese des Bartes wird nachstehend beschrieben. In [Fig. 28](#) bezeichnet P_n den Mittelpunkt des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur bezüglich der geraden Linie in horizontaler Richtung bei Passieren der Nasenspitze schneidet. Darüber hinaus bezeichnet P_m den Mittelpunkt des Liniensegmentes derjenigen Sektion, die die Kopfkontur bezüglich der geraden Linie in horizontaler Richtung schneidet, die durch den höchsten Punkt des Mundbereiches läuft. Darüber hinaus ist P_c der Mittelpunkt des Liniensegmentes, das P_n und P_m verbindet, was den Bezugspunkt der Positionsregulierung darstellt. Zum Zwecke der Positionsregulierung wird das Bild des Kopfes parallel derart versetzt, dass der Bezugspunkt P_c in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes und der Bezugspunkt P_c' in dem Bild des Kopfes auf dem Bildschirm in derselben Position befindlich sind. Unter der Annahme, dass die Bezugspositionen $P_c(x_f, y_f)$ beziehungsweise $P_c'(x_h, y_h)$ sind, ermittelt man den horizontalen Bewegungsabstand Δh und den

vertikalen Bewegungsabstand Δv aus Beziehung 23. Die Position wird reguliert, indem X und Y gemäß Ermittlung durch Einsetzen von Δh und Δv in Beziehung 24 als Position des Bildes des Kopfes gesetzt werden. In dem Kopfsynthesebearbeitungsteil wird dasselbe Verfahren wie bei der Synthese der Frisur ausgeführt.

[0231] Nachstehend wird die Bearbeitung bei der Synthese von Ohren beschrieben. Zunächst wird über die Attribute gemäß Tabelle 2 hinausgehend ein Attribut 5 im Zusammenhang mit den Ohren hinzugefügt. Mit Blick auf die Haarinformation wird der Ohrbereich in dem Bild des Kopfes in Attribut 5 gesetzt. Die Größenregulierung und die Positionsregulierung erfolgen auf dieselbe Weise wie für den Fall der Synthese einer Frisur. Der Kopfsynthesebearbeitungsteil nimmt die Bearbeitung durch Ersetzen von Beziehung 35 für den Fall der Frisursynthese durch Beziehung 40, von Beziehung 36 durch Beziehung 41 und von Beziehung 37 durch Beziehung 42 vor.

$$H = \left. \begin{array}{l} Hh \quad [A(x, y) = 1 \wedge \text{mod}((x+y), 2) = 0] \\ Hf \quad [A(x, y) = 1 \wedge \text{mod}((x+y), 2) = 1] \\ Hh \quad [A(x, y) = 2] \\ Hf \quad [A(x, y) = 3, 4] \\ HO \quad [A(x, y) = 5] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 40})$$

$$L = \left. \begin{array}{l} \min(Lf, (La+Lh-Lha)) \quad [A(x, y) = 1] \\ Lh \quad [A(x, y) = 2] \\ \min(Lf, (Lf, (Lf-\sigma \cdot (Lha-Lh))) \quad [A(x, y) = 3] \\ Lf \quad [A(x, y) = 4] \\ La+Lh-Lha \quad [A(x, y) = 5] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 41})$$

$$S = \left. \begin{array}{l} a \cdot Sf + b \cdot Sh \quad [A(x, y) = 1] \\ Sh \quad [A(x, y) = 2] \\ c \cdot Sf + d \cdot Sh \quad [A(x, y) = 3] \\ Sf \quad [A(x, y) = 4] \\ Sh \quad [A(x, y) = 5] \end{array} \right\} \quad (\text{B. 42})$$

[0232] Hierbei ist HO in Beziehung 40 der Farbton des Pixels in einer geeigneten Position in dem Gesichtsbereich. In diesem Fall werden die Pixel zwischen den Augenbrauen verwendet.

[0233] Nachstehend wird die Bearbeitung für die Synthese von Schmuckstücken erläutert. In diesem Fall ist jedes Attribut für den Bereich des Schmuckstückes in dem Bild des Kopfes derart gegeben, dass die Haarinformation konstruiert ist. Durch Skalieren des Bildes des Kopfes entsprechend Beziehung 43 unter Verwendung des Skalierungsfaktors Sh von Beziehung 21 wird die Größe reguliert.

$$x' = x \cdot Sh, \quad y' = y \cdot Sh \quad (\text{B. 43})$$

[0234] Als Skalierungsfaktor werden neben Sh , Sv von Beziehung 21 auch $Sv1$ oder $Sv2$ von Beziehung 31 verwendet.

[0235] Der Kopfsynthesebearbeitungsteil funktioniert auf dieselbe Weise wie bei der Synthese der Frisur.

[0236] Nachstehend wird die Synthese des Halses und von Kleidungsstücken beschrieben. Die Kleidungsstücke werden hierbei als an dem Hals angebracht bearbeitet. In diesem Fall ist das Attribut 5 in der Haarinformation der Bereich der freiliegenden Haut des Halses in dem Bild des Kopfes. Das Attribut 2 bezeichnet den

Bereich des Abschnittes der Kleidungsstücke. Die Größenregulierung und die Positionsregulierung sind dieselben wie beim Verfahren zur Synthese der Frisur. Der Kopfsynthesebearbeitungsteil arbeitet auf dieselbe Weise wie bei der Synthese der Ohren.

[0237] Entsprechend kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein synthetisiertes Frisurbild automatisch erzeugt werden, ohne dass dies eigenartig aussieht.

[0238] Entsprechend der vorliegenden Erfindung kann darüber hinaus unter Verwendung eines 32-Bit-Personalcomputers mit einem Media Processing Board mit DSP die Zeitspanne zwischen der Aufnahme des Bildes und der Beendigung der Frisursynthese bei etwa zehn Sekunden liegen.

Patentansprüche

1. Bildbearbeitungsvorrichtung, die umfasst:
einen Bereich-Auswählteil (**11**) zum Auswählen eines Bereiches eines bestimmten Abschnitts in einem Bild der Vorderseite einer Person, und
einen Bereich-Änderungsteil (**12**) zum Ändern des Pixel-Wertes in dem gesamten Teil oder einem Bereich des bestimmten Abschnitts oder einem Teil desselben,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Bereich-Auswählteil (**11**) einen Bereich auf Basis jedes Pixel-Wertes in dem gesamten Bild der Vorderseite oder einem Teil desselben auswählt und ein Oberflächenmodell strukturelle Informationen bezüglich einer Oberfläche der Person in dem Bild der Vorderseite zeigt, und
der Bereich-Änderungsteil (**12**) die Pixel-Werte auf Basis der strukturellen Informationen in dem Oberflächenmodell und wenigstens eines Pixel-Wertes in dem Bild der Vorderseite ändert.
2. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
das Bild der Vorderseite ein Bild der Vorderseite des Gesichtes ist, das ein Bild der Vorderseite eines Gesichtes der Person ist,
das Oberflächenmodell ein Oberflächenmodell des Gesichtes ist, das strukturelle Informationen bezüglich einer Oberfläche des Gesichtes der Person in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes zeigt,
der Bereich-Auswählteil (**11**) ein Haarbereich-Auswählteil (**11**) zum Auswählen eines Haarbereiches der Person in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes in einem Entfernungsbereich ist, und
der Bereich-Änderungsteil (**12**) ein Entfernungsbereich-Änderungsteil (**12**) zum Ändern jedes Pixel-Wertes in dem gesamten Entfernungsbereich oder einem Teil desselben auf Basis der strukturellen Informationen in dem Oberflächenmodell des Gesichtes und von Farbinformationen ist, die aus wenigstens einem Pixel-Wert in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes gewonnen werden.
3. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Haarbereich-Auswählteil (**11**) das Haar der Person und den Farbton anhand des Haars in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes als den Entfernungsbereich auswählt.
4. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Haarbereich-Auswählteil (**11**) des Weiteren jeden Pixel-Bereich in dem Entfernungsbereich auf andere Werte als die Pixel-Werte in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes entsprechend der Innenseite der Kopfkontur in dem Oberflächenmodell des Gesichtes ändert.
5. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei, wenn Pixel-Werte in einem Teil des Entfernungsbereiches geändert werden, der Entfernungsbereich-Änderungsteil (**12**) des Weiteren die Pixel-Werte in einem verbleibenden Teil des Entfernungsbereiches auf andere Werte als die Pixel-Werte in dem Bild der Vorderfläche des Gesichtes entsprechend der Innenseite der Kopfkontur in dem Oberflächenmodell des Gesichtes ändert.
6. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Haarbereich-Auswählteil (**11**) das Haar und den Farbton des Haars in dem Entfernungsbereich auf Basis der Kopfkontur, der Augen und der Augenbrauen in dem Oberflächenmodell des Gesichtes auswählt.
7. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Haarbereich-Auswählteil (**11**) das Haar und den Farbton des Haars in dem Entfernungsbereich auf Basis der Helligkeit jedes Pixels in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes auswählt.

8. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Haarbereich-Auswählteil (**11**) das Haar und den Farbton des Haars in dem Entfernungsbereich auf Basis der Helligkeit und der Sättigung jedes Pixels in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes auswählt.

9. Bildbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, die des Weiteren einen Fluktuations-Erzeugungsteil zum Addieren einer spezifischen Fluktuations-Komponente zu jedem Pixel-Wert in dem Entfernungsbereich auf Basis von Farbinformationen wenigstens eines Pixels in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes umfasst, wobei wenigstens ein Pixel in dem Bild der Vorderseite des Gesichtes nicht in dem Entfernungsbereich enthalten ist.

10. Bildbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, die des Weiteren einen Gesichts-Oberflächenmodell-Erzeugungsteil (**101**) zum Erzeugen des Oberflächenmodells des Gesichtes auf Basis des Bildes der Vorderseite des Gesichtes umfasst.

11. Bildbearbeitungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die des Weiteren umfasst:
einen Bildregulierteil (**191**), der auf Basis des Oberflächenmodells und eines Informationsmodells, das strukturelle Informationen bezüglich einer Oberfläche einer anderen Person in einem Bezugsbild zeigt, das ein Bild der Vorderseite der anderen Person ist, eine bestimmte Umwandlung von Attributinformationen und des Bezugsbildes so durchführt, dass ein bestimmter Abschnitt der anderen Person an das Bild der Vorderseite angepasst werden kann, wobei die Attributinformationen Informationen sind, die in einem entsprechenden Attribut jedes Pixels in dem Bezugsbild zu dem Pixel enthalten sind, und
einen Syntheseverarbeitungsteil (**192**), der das Bild der Vorderseite für einen bestimmten Abschnitt in dem Bezugsbild, in dem die bestimmte Umwandlung durchgeführt wird, entsprechend den Attributinformationen zuordnet, in denen die bestimmte Umwandlung durchgeführt wird.

12. Bildbearbeitungsvorrichtung nach Anspruch 11, die des Weiteren einen Bildanzeigeteil (**263**) zum Anzeigen mehrerer Bilder der Vorderseite eines Gesichtes umfasst, die dem Kopfabschnitt durch den Kopf-Syntheseverarbeitungsteil (**192**) zugeordnet werden.

13. Verfahren zum Bearbeiten von Bilddaten, das die folgenden Schritte umfasst:
Auswählen eines Bereiches eines bestimmten Abschnitts in einem Bild einer Vorderseite einer Person, und
Ändern jedes Pixel-Wertes in dem gesamten Bereich des bestimmten Abschnitts oder einem Teil desselben, dadurch gekennzeichnet, dass
der Auswählschritt einen Bereich auf Basis jedes Pixel-Wertes in dem gesamten Bild der Vorderseite oder einem Teil derselben und ein Oberflächenmodell auswählt, das strukturelle Informationen bezüglich einer Oberfläche der Person in dem Bild der Vorderseite zeigt, und
der Änderungsschritt einen Pixel-Wert auf Basis der strukturellen Informationen in dem Oberflächenmodell und wenigstens eines Pixel-Wertes in dem Bild der Vorderseite ändert.

Es folgen 21 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

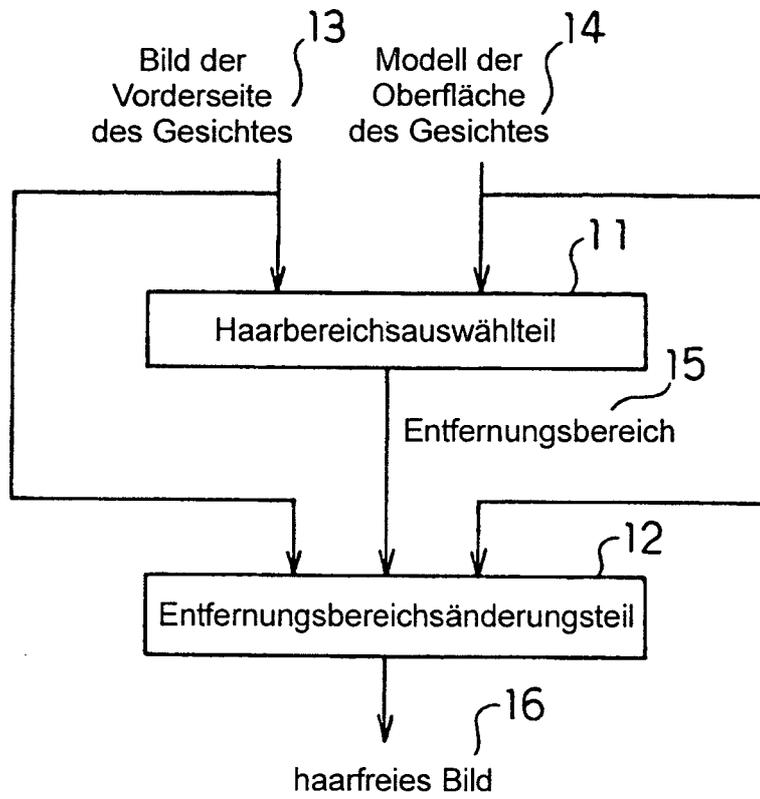


Fig. 1

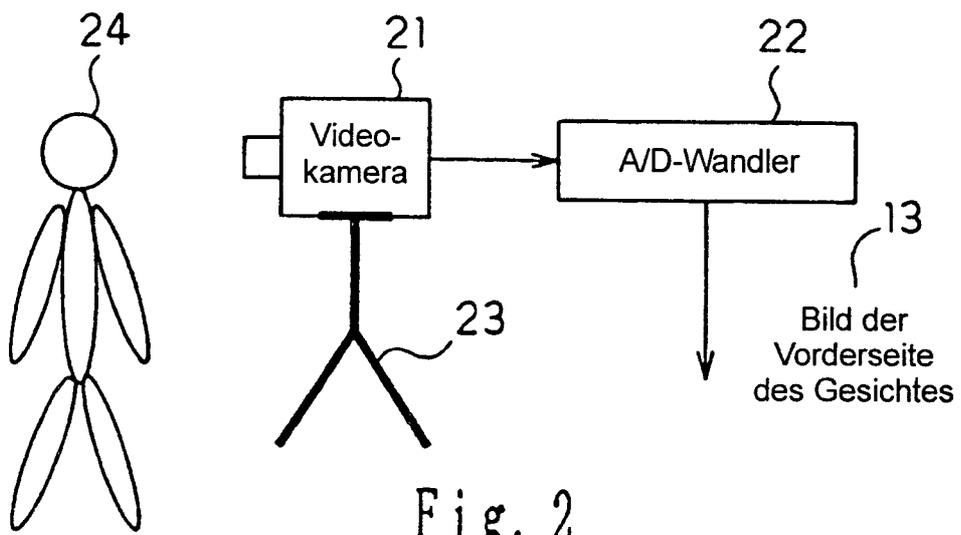


Fig. 2

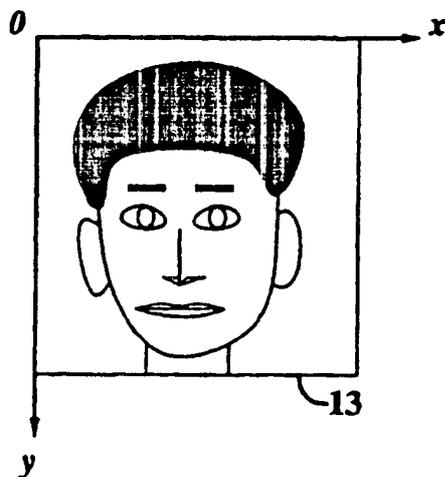


Fig. 3

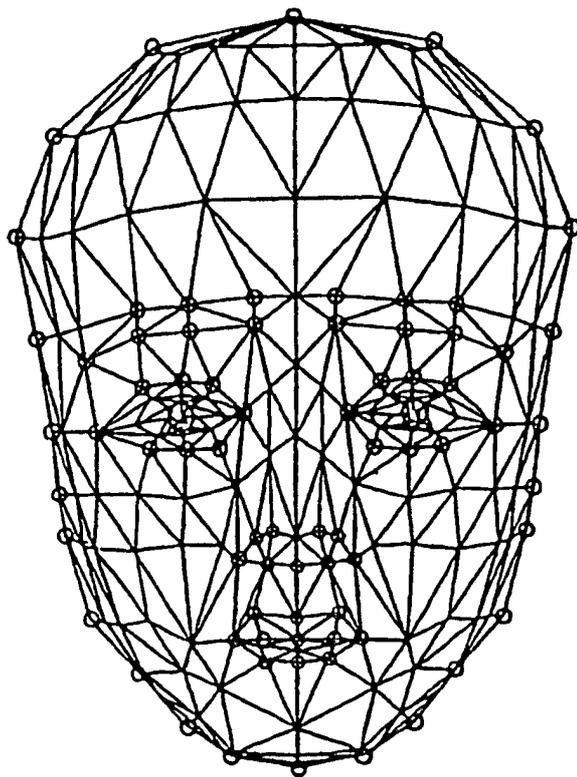


Fig. 4

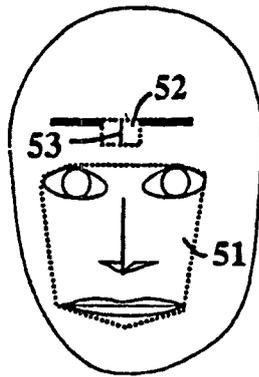


Fig. 5

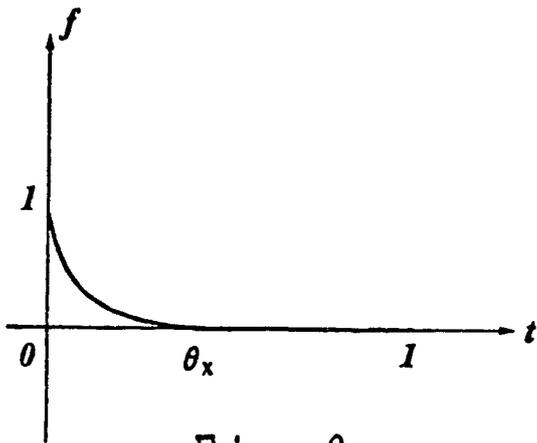


Fig. 6 (a)

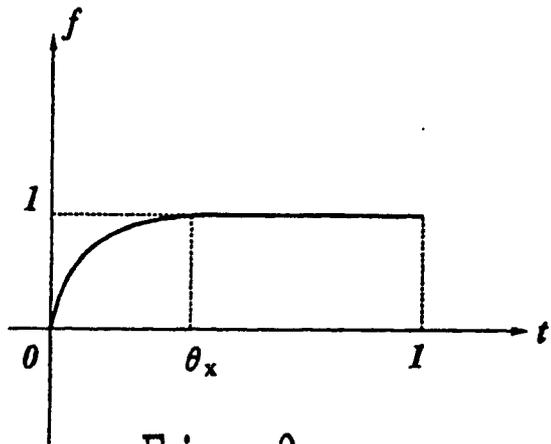


Fig. 6 (b)

0.0625	0.0625	0.0625
0.0625	0.5	0.0625
0.0625	0.0625	0.0625

Fig. 7

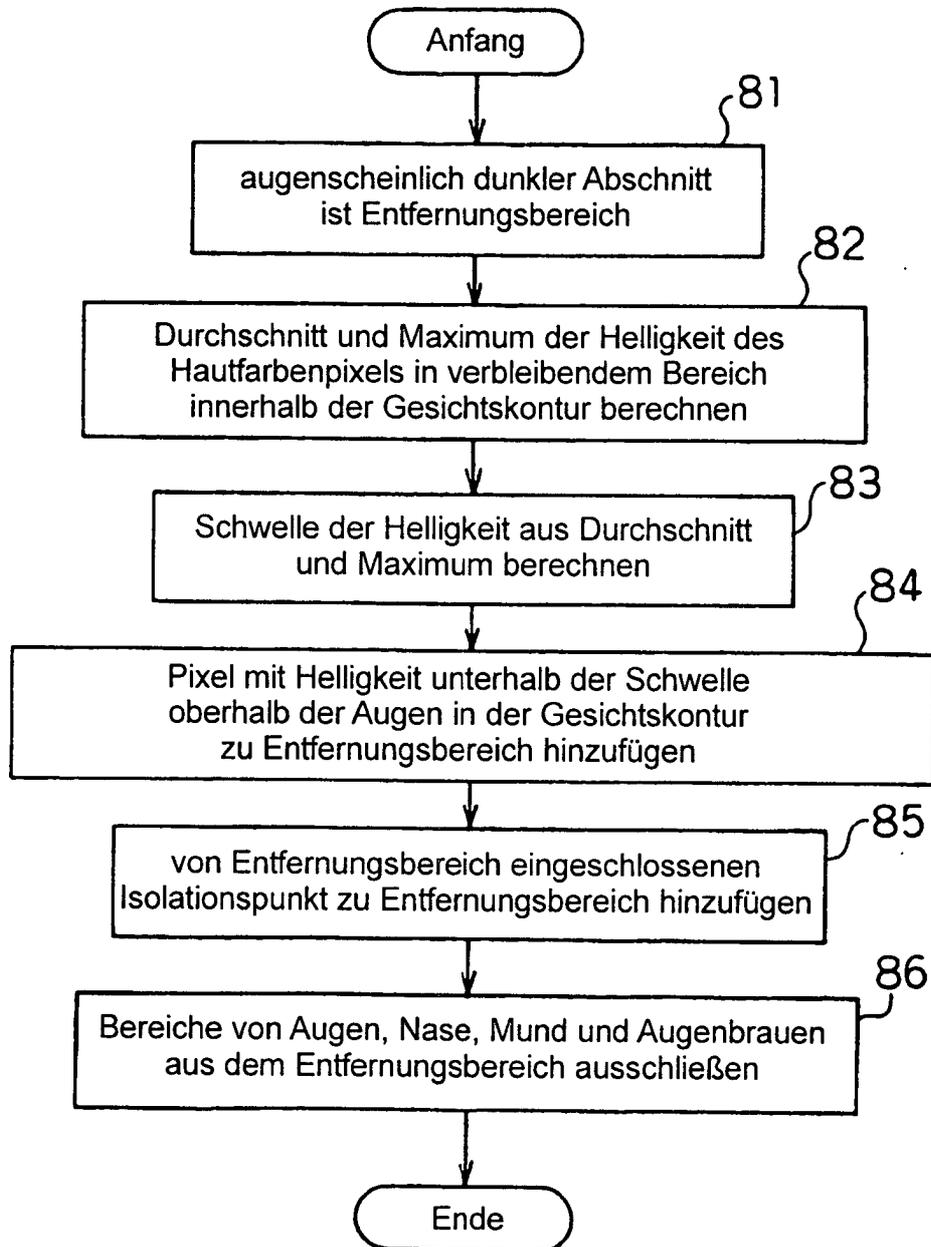


Fig. 8

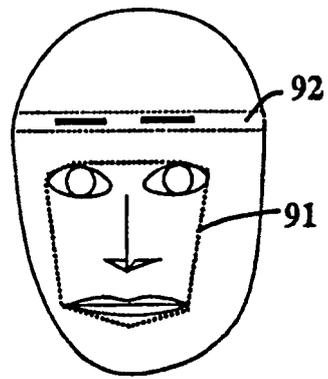


Fig. 9

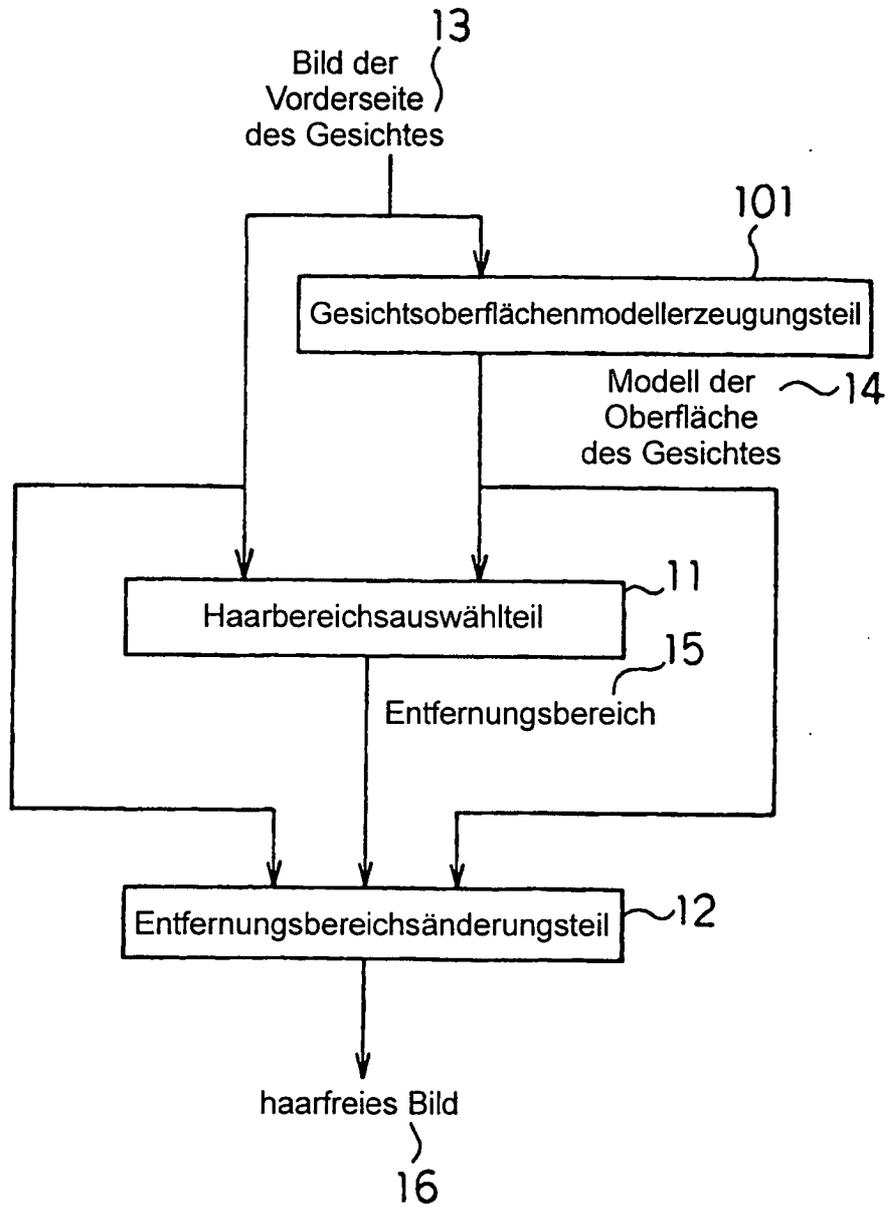


Fig. 10

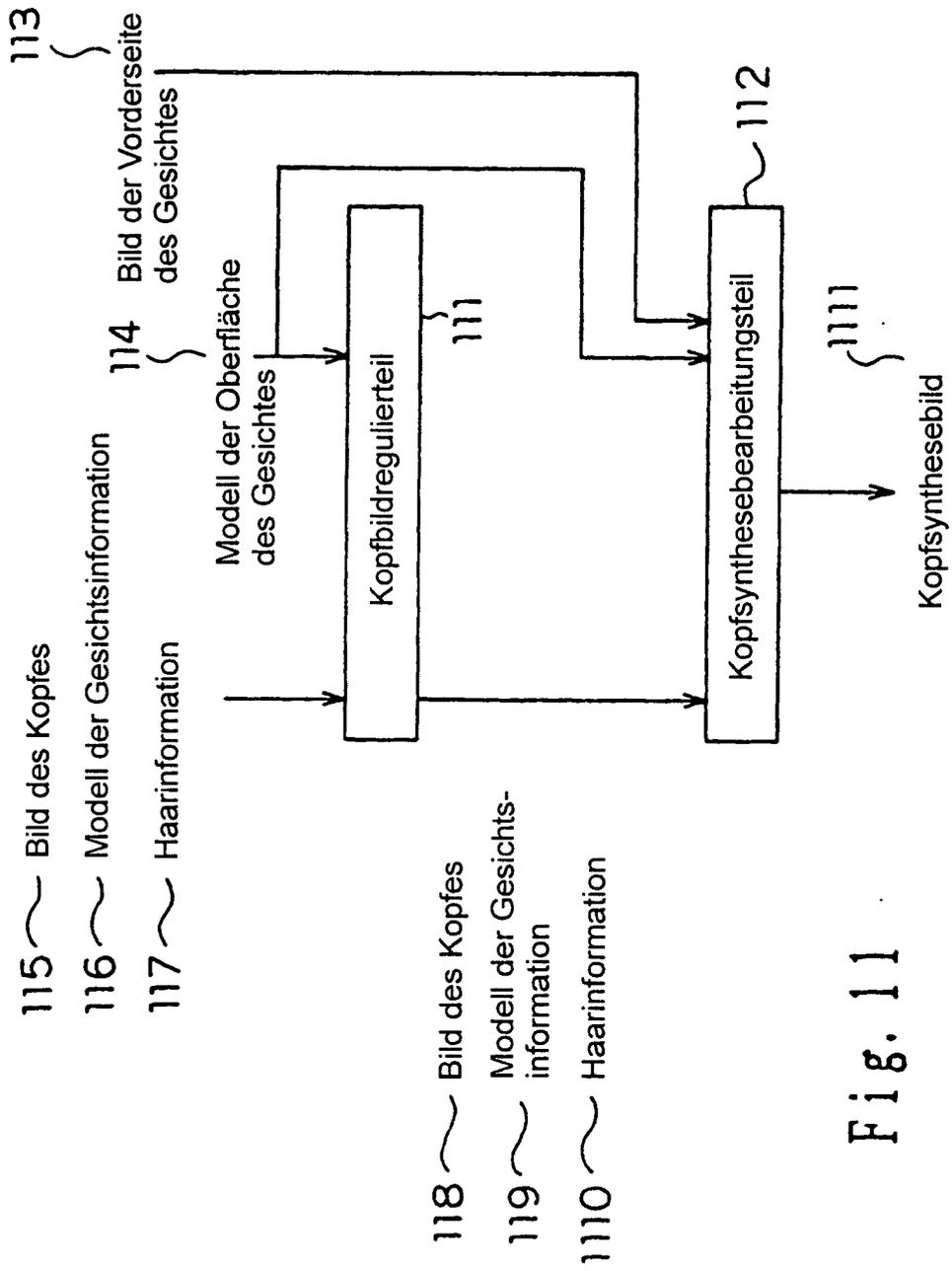


Fig. 11

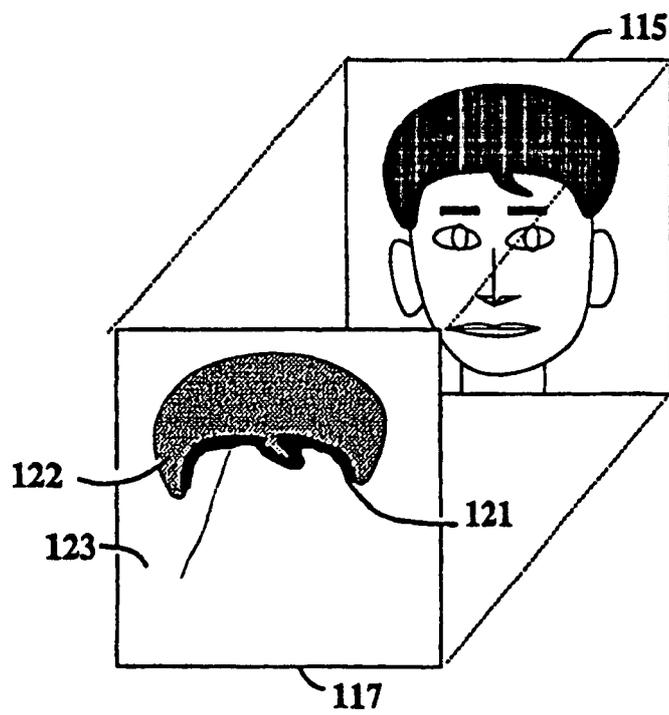


Fig. 12

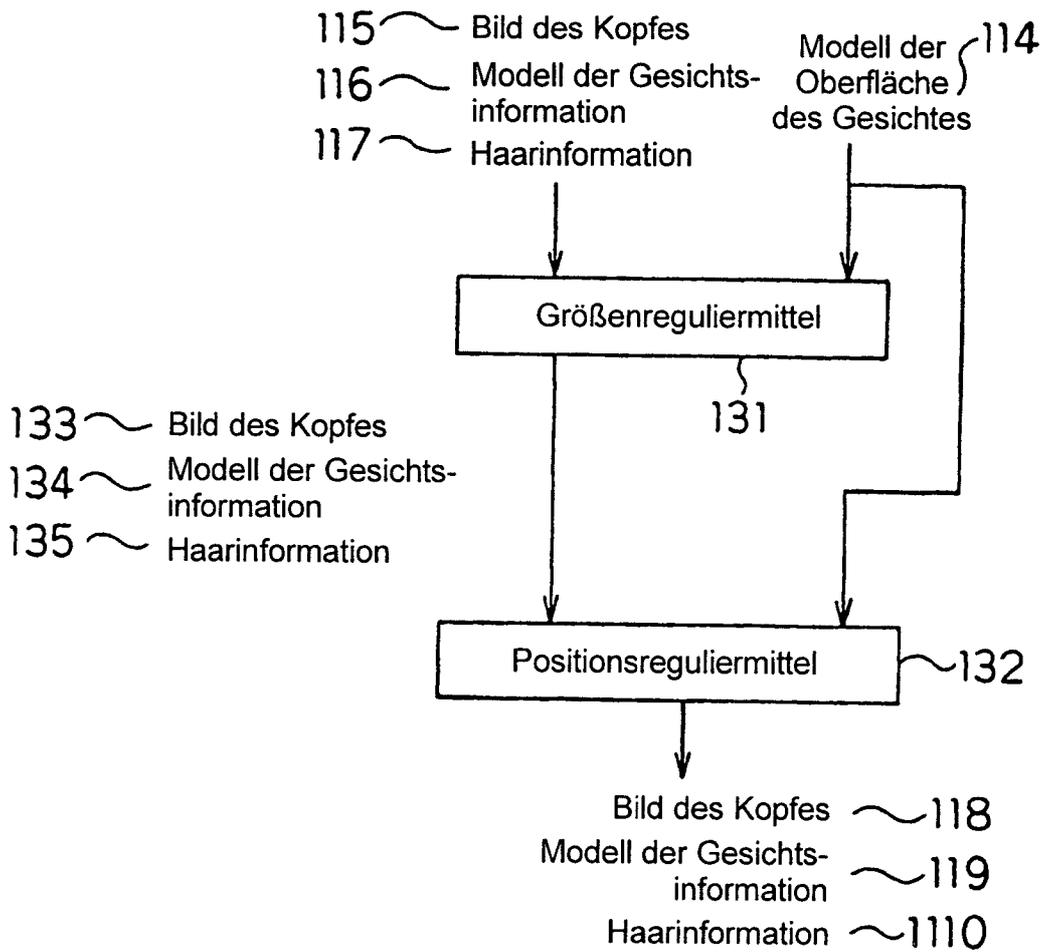


Fig. 13

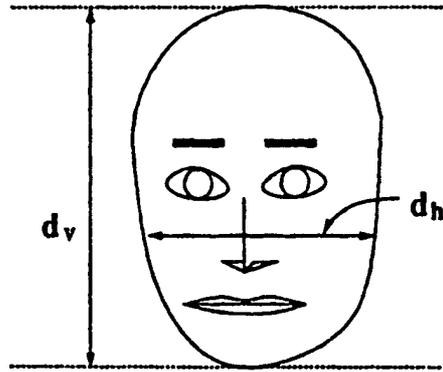


Fig. 14

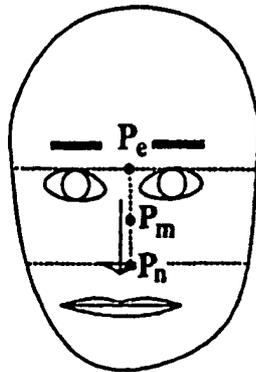


Fig. 15

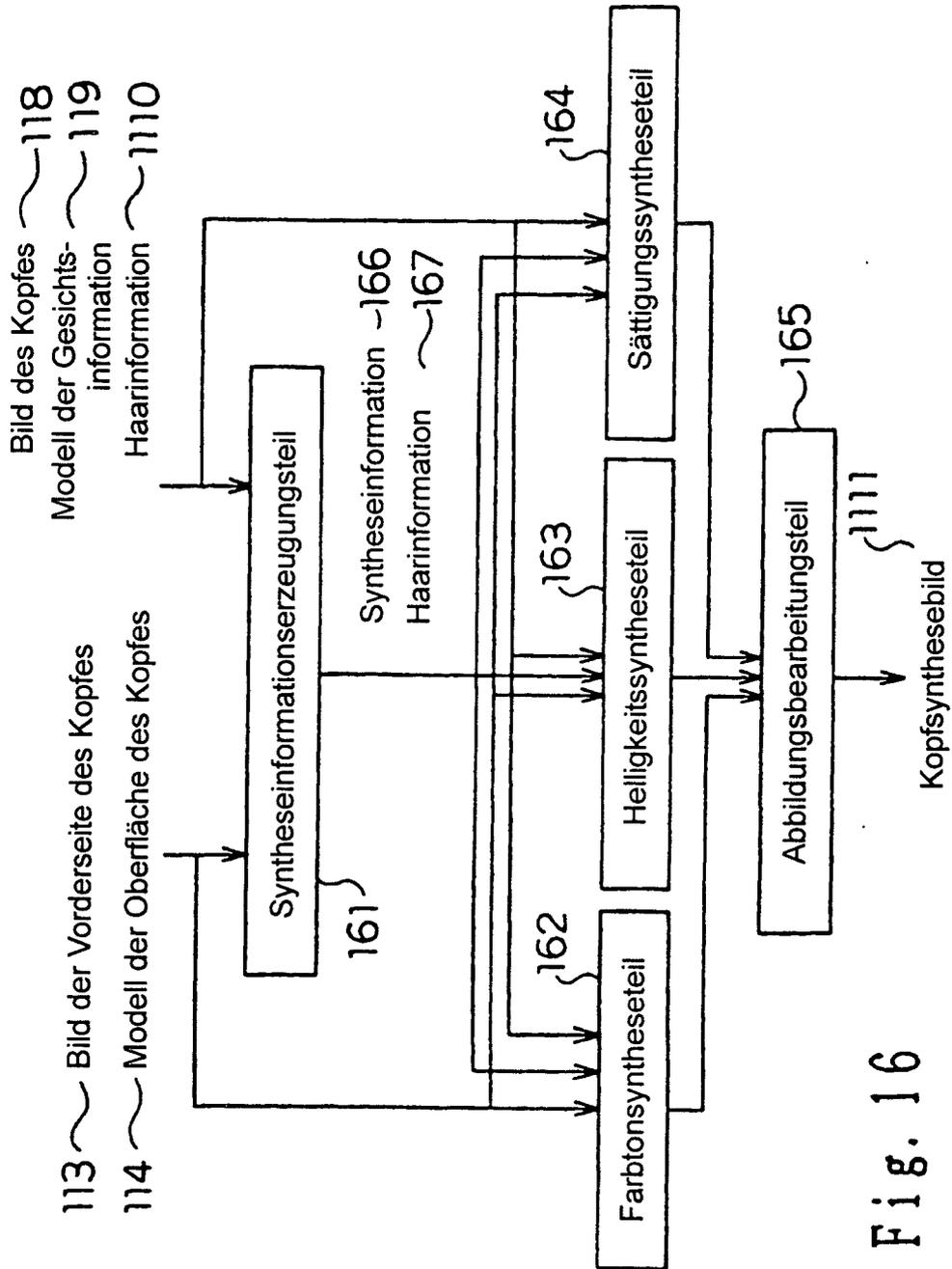


Fig. 16

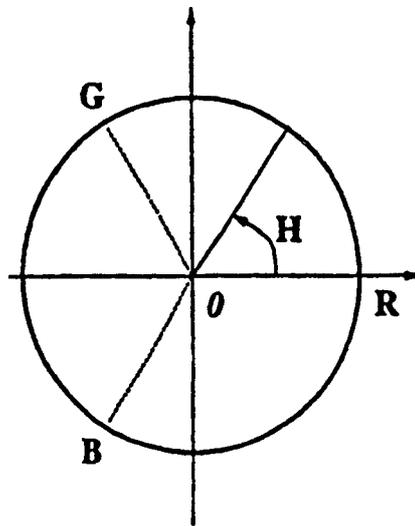


Fig. 17

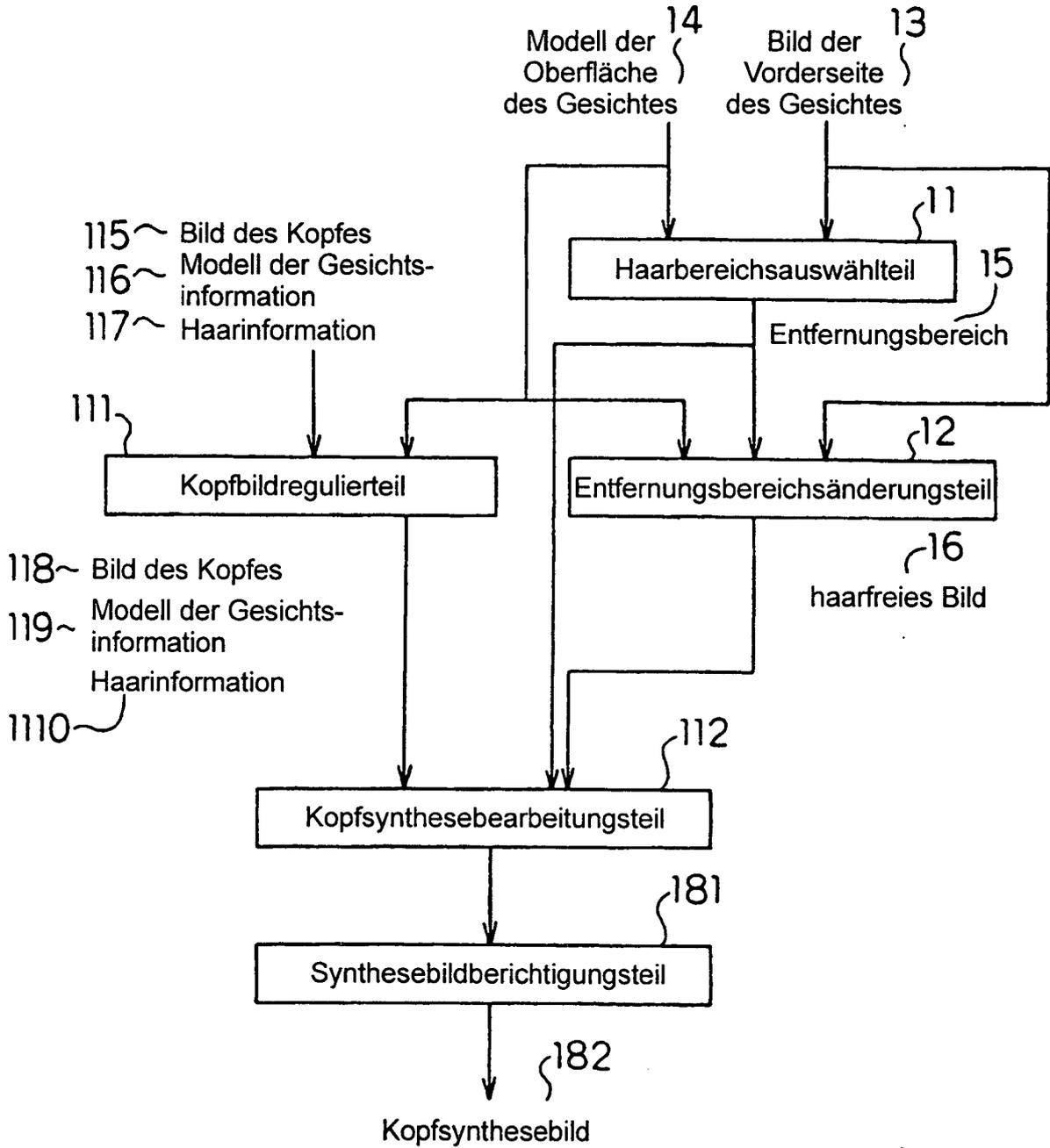


Fig. 18

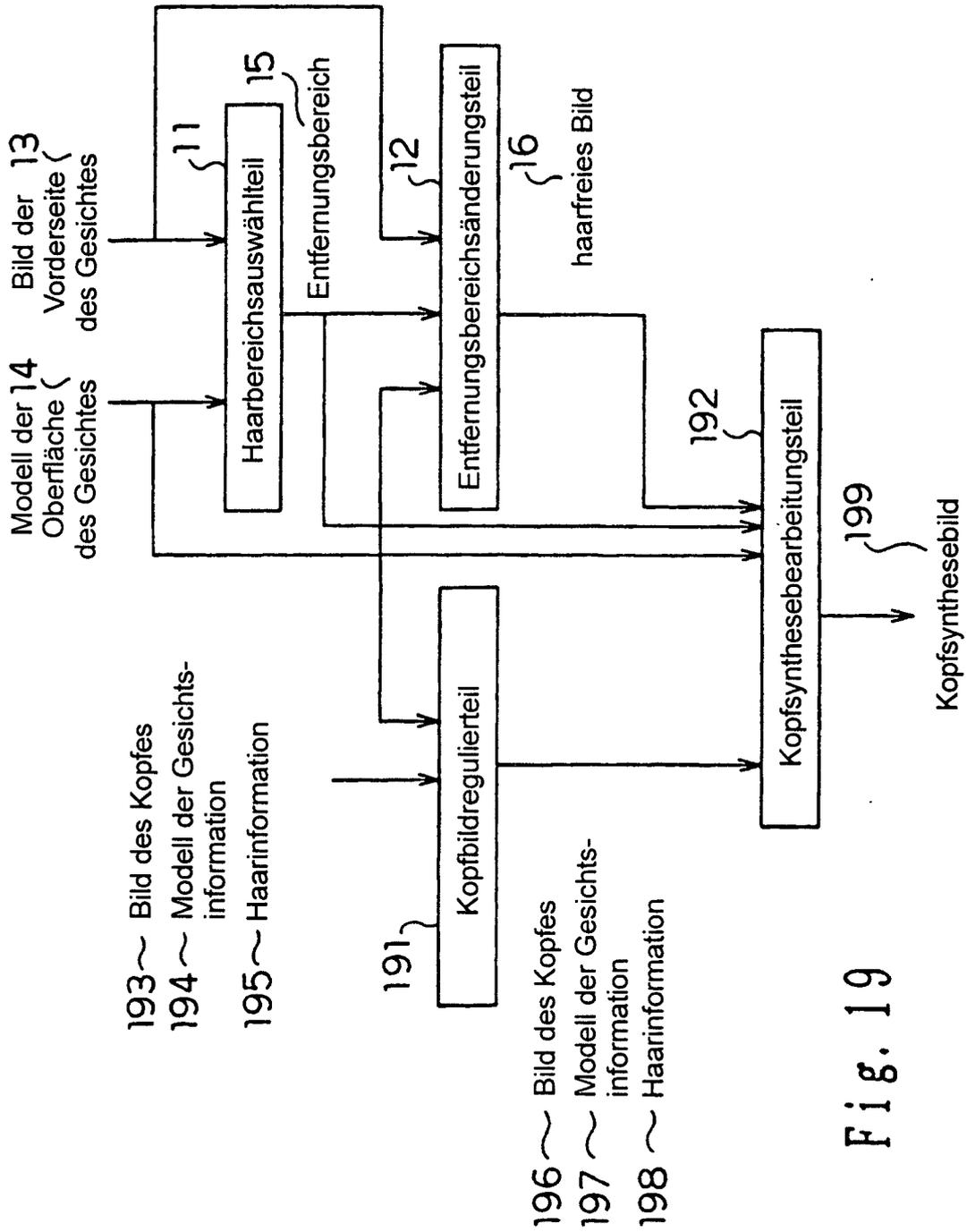


Fig. 19

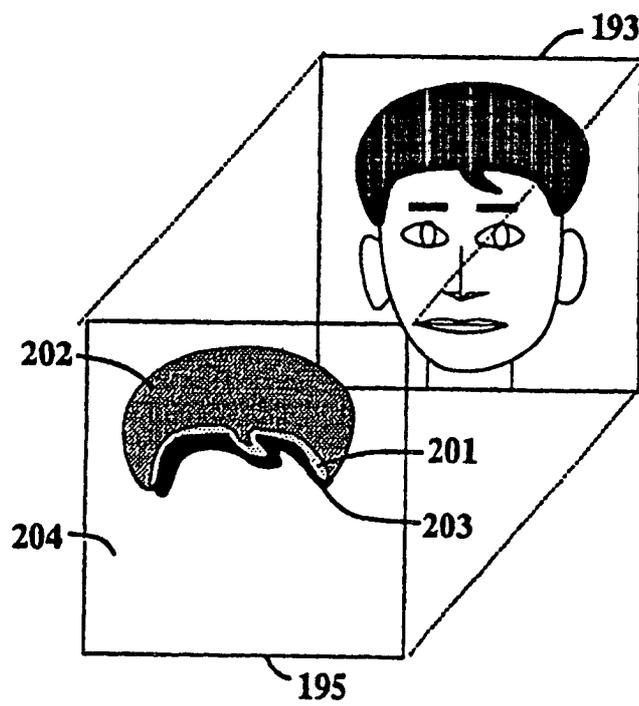


Fig. 20

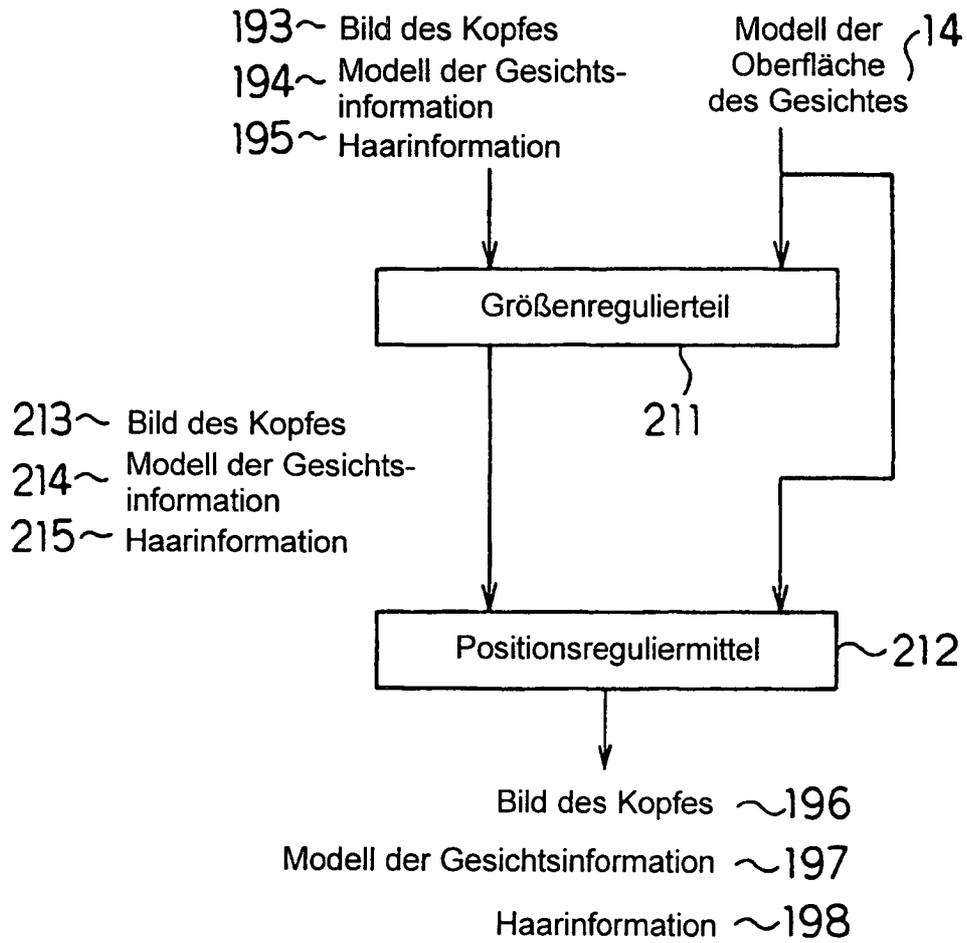


Fig. 21

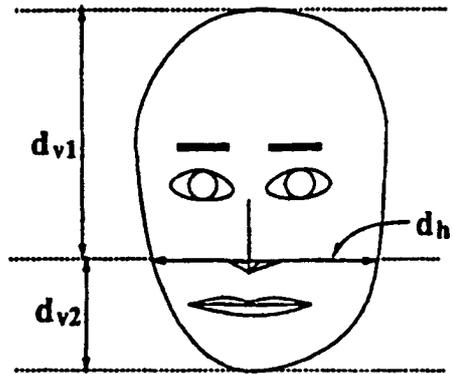


Fig. 22

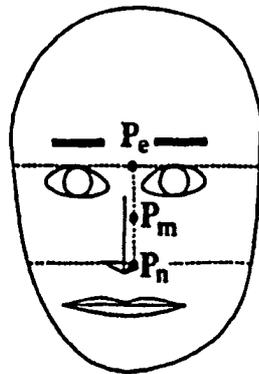


Fig. 23

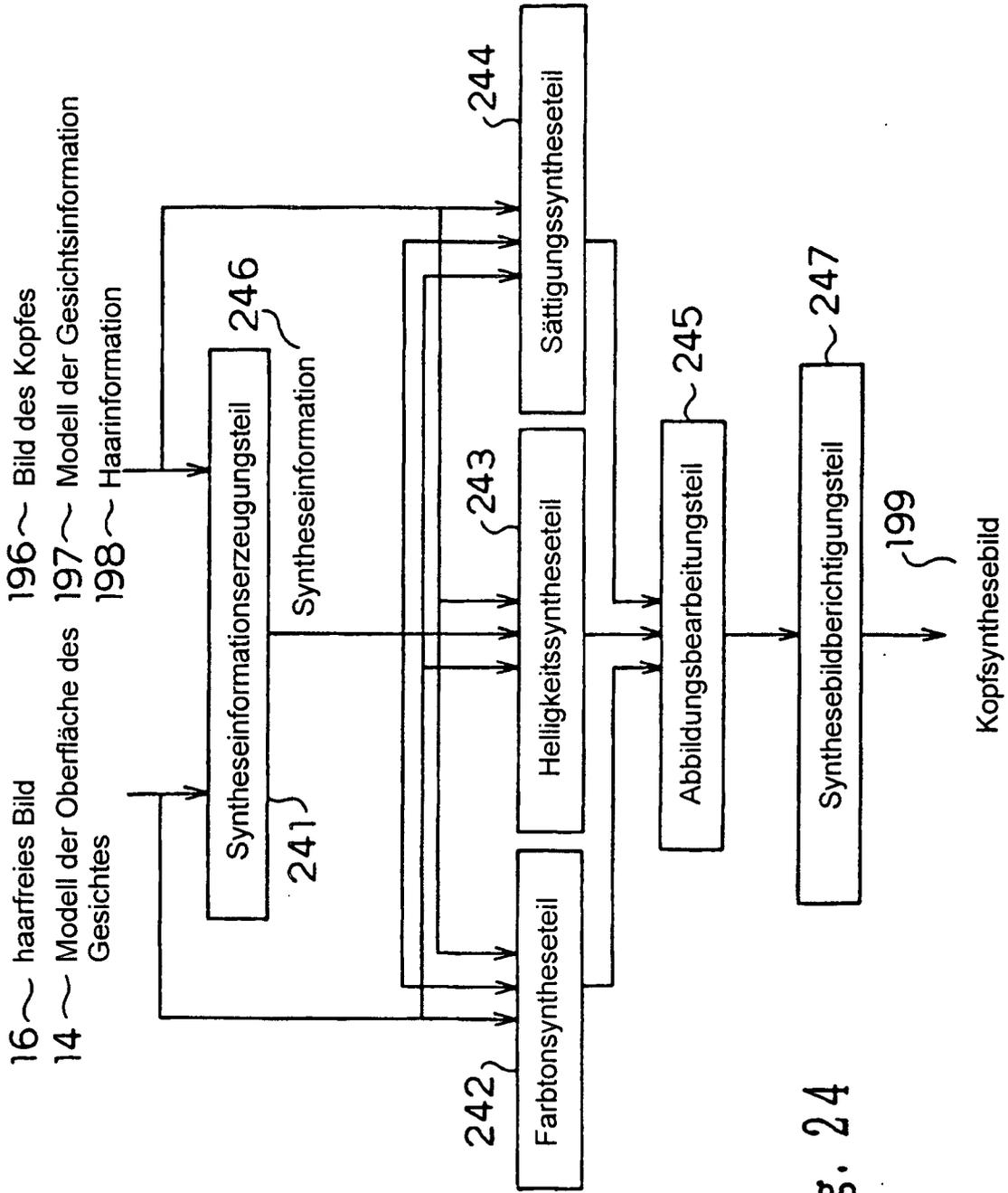


Fig. 24

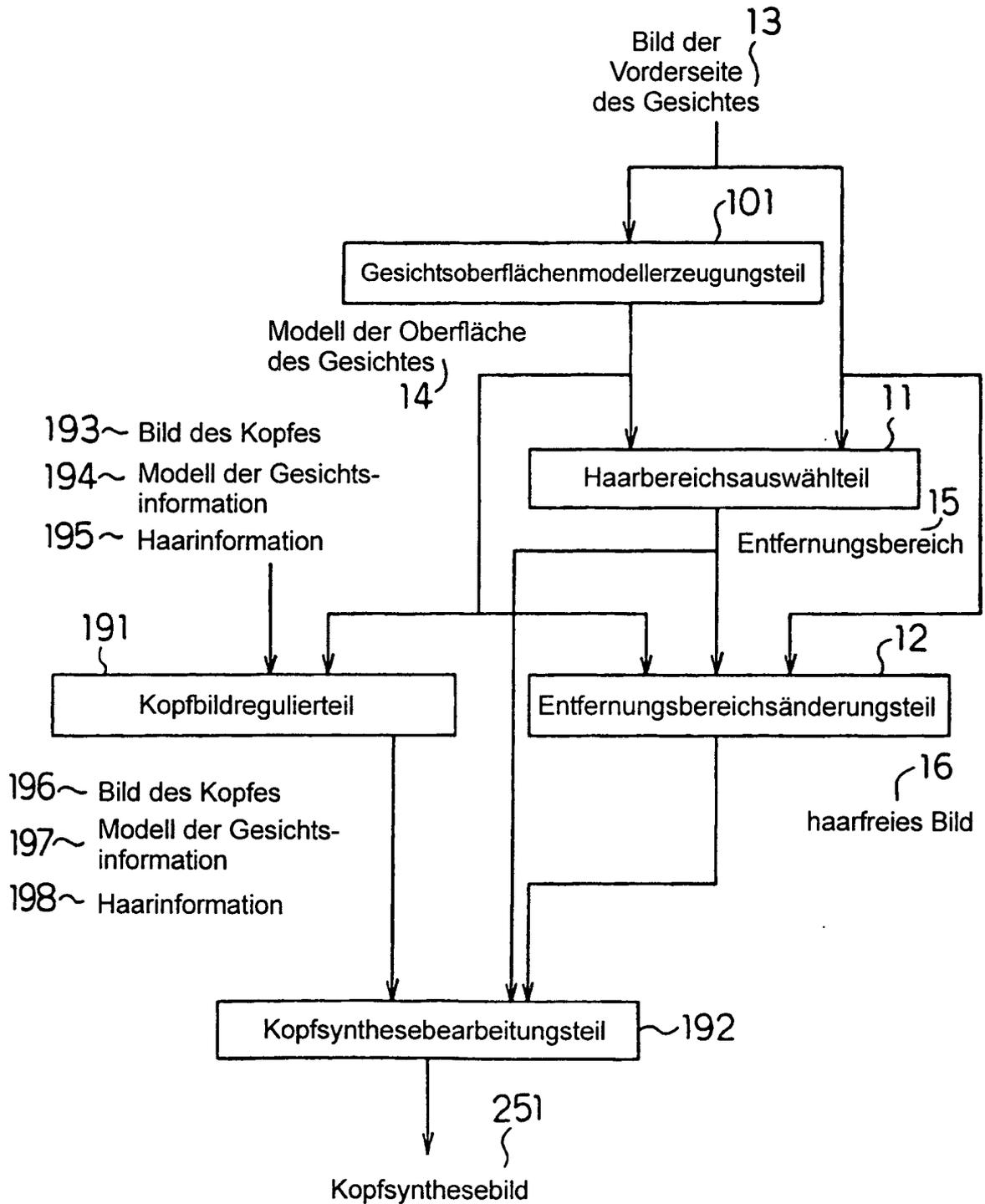


Fig. 25

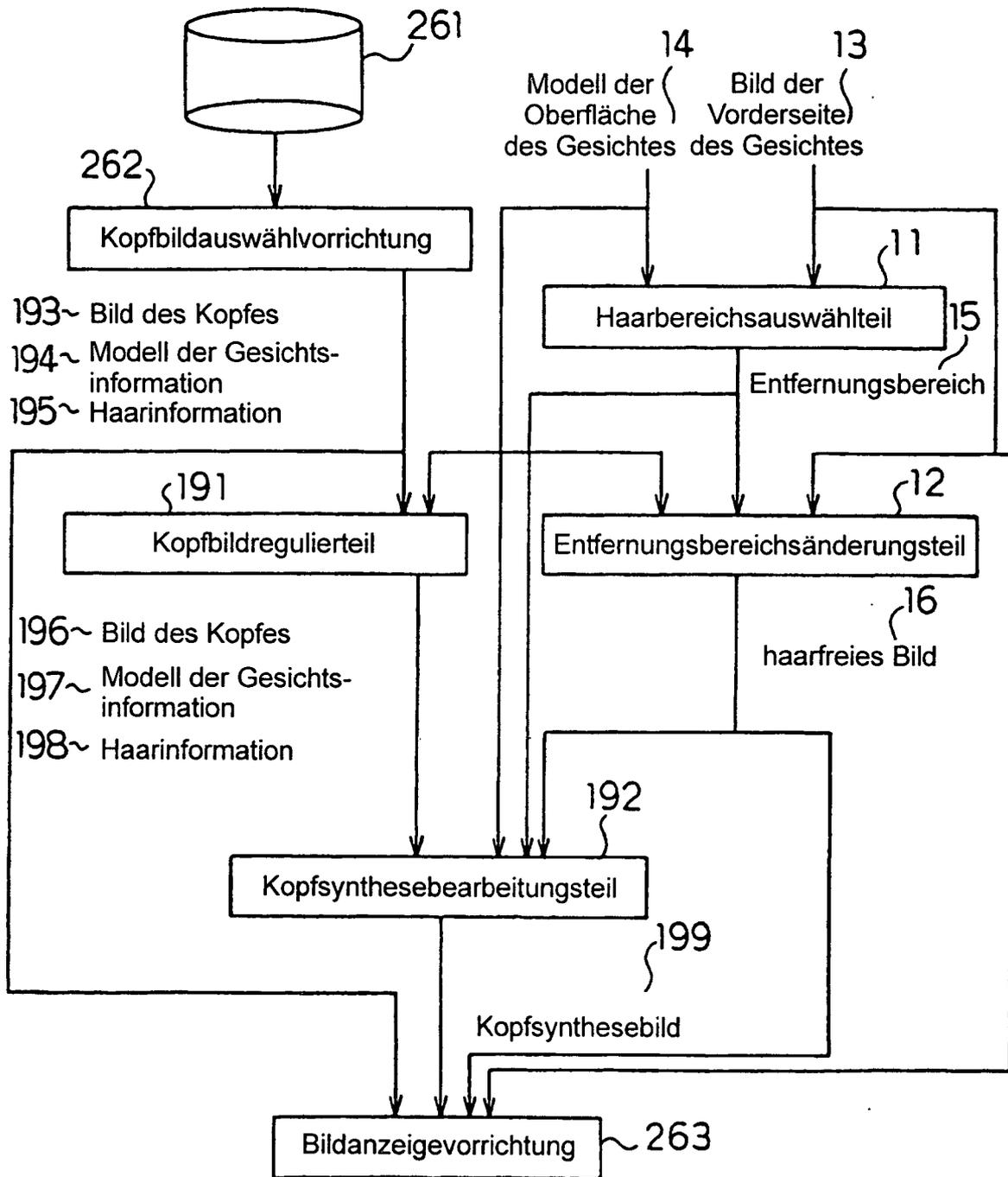


Fig. 26

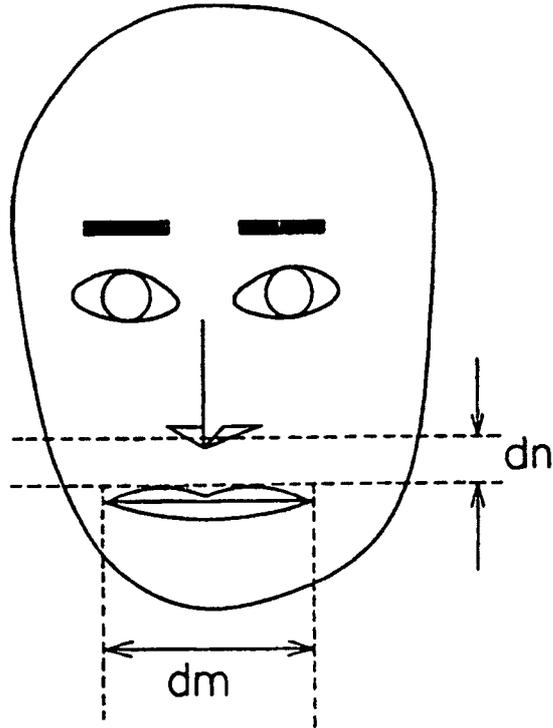


Fig. 27

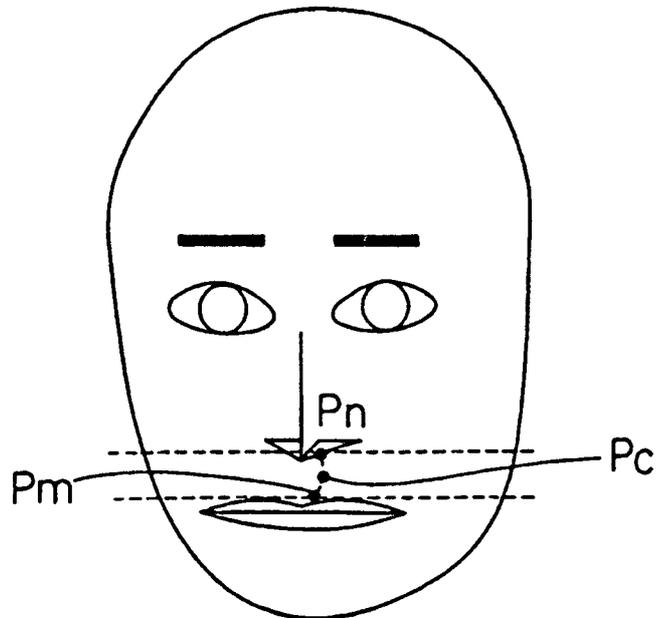


Fig. 28