



(10) **DE 10 2013 208 587 A1** 2013.12.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 208 587.7**

(22) Anmeldetag: **09.05.2013**

(43) Offenlegungstag: **05.12.2013**

(51) Int Cl.: **G06T 7/40 (2013.01)**

A61B 5/02 (2013.01)

A61B 5/00 (2013.01)

(30) Unionspriorität:

13/483,992 30.05.2012 US

(71) Anmelder:

Xerox Corp., Norwalk, Conn., US

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80802, München, DE**

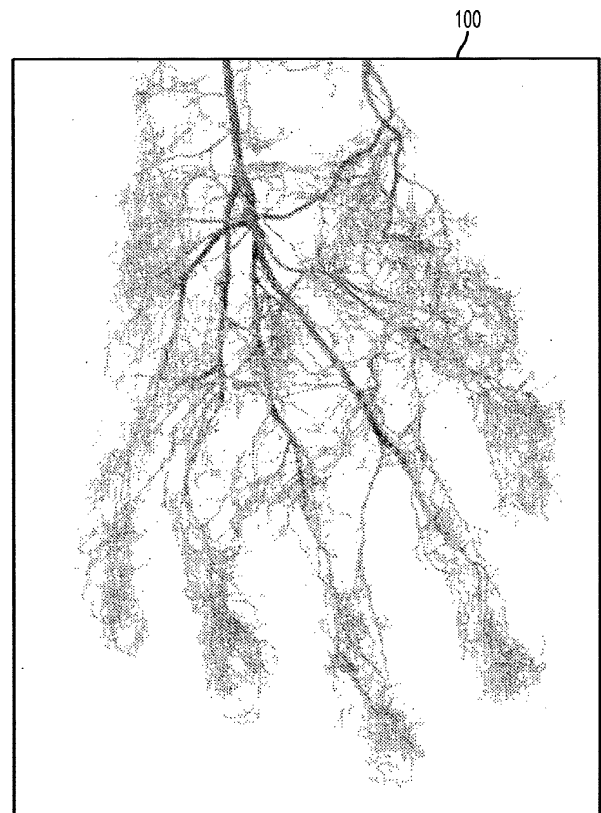
(72) Erfinder:

**Mestha, Lalit Keshav, Fairport, N.Y., US; Xu,
Beilei, Penfield, N.Y., US; Bernal, Edgar A.,
Webster, N.Y., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **VERARBEITUNG EINES VIDEOS ZUR GEFÄSSMUSTERERKENNUNG UND
HERZFUNKTIONSANALYSE**

(57) Zusammenfassung: Offenbart wird ein kontaktloses System und ein Verfahren zum Bestimmen von Herzfunktionsparametern aus einem Gefäßmuster, das aus RGB- und IR-Videosignalen identifiziert wird, die gleichzeitig von einem Bereich bloßer Haut eines interessierenden Probanden aufgenommen werden. Bei einer Ausführungsform wird ein Video eines Bereichs bloßer Haut unter Verwendung einer Videokamera, die Farbwerte für Pixel auf sichtbaren Kanälen aufnimmt, und einer IR-Kamera, die Pixelintensitätswerte in interessierenden Wellenlängenbereichen misst, aufgenommen. Die Pixelintensitätswerte werden verarbeitet, um eine vaskuläre Binärmasken zu erzeugen, die Pixelpositionen angibt, die den Gefäßgängen entsprechen. Die IR-Bilder werden mit den entsprechenden Daten aus den sichtbaren Kanälen der Kamera derart in Übereinstimmung gebracht, dass Pixel, die dem Gefäßmuster entsprechen, in jedem Einzelbild des Videos von sichtbaren Farbdaten isoliert werden können. Nach ihrer Verarbeitung werden die Pixel, die mit den isolierten Gefäßmustern verknüpft sind, analysiert, um gewünschte Herzfunktionsparameter zu bestimmen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Systeme und Verfahren, die Videobilder eines Bereichs bloßer Haut, wie etwa einen Arm, eine Brust, einen Hals usw., eines interessierenden Probanden aufnehmen; die das Video analysieren, um ein Gefäßmuster in diesem Bereich zu identifizieren; und dann die Pixel verarbeiten, die mit dem identifizierten Gefäßmuster verknüpft sind, um diverse Herzfunktionen für den Probanden zu bestimmen.

[0002] Die Überwachung von kardialen Ereignissen ist bei der frühzeitigen Erkennung gegebenenfalls lebensbedrohlicher Krankheiten von klinischer Bedeutung. Die aktuellen Technologien verwenden Kontaktsensoren, welche die Person andauernd tragen muss. Diese Bedingung kann beim Patienten zu Unbehagen, Abhängigkeit und Verlust der Menschenwürde führen und kann ferner aus verschiedenen Gründen fehlschlagen, wozu die Verweigerung des Tragens der Überwachungsvorrichtung gehört. Ältere Patienten und Patienten, die an Herzkrankheiten leiden, können noch eher unter den negativen Auswirkungen der andauernden Überwachung leiden. Es besteht ein steigender Bedarf an unauffälligen, kontaktlosen, bildgebungs-basierten Verfahren zur Überwachung der Herzfunktion.

[0003] Was auf diesem Gebiet benötigt wird, ist dementsprechend ein System und ein Verfahren zum Bestimmen der Herzfunktion aus Videobildern, die von einem Bereich bloßer Haut eines interessierenden Probanden aufgenommen werden.

[0004] Offenbart werden ein kontaktloses System und ein Verfahren zum Bestimmen von Herzfunktionsparametern aus einem Gefäßmuster, das aus RGB- und/oder IR-Videosignalen identifiziert wird, die gleichzeitig von einem Bereich bloßer Haut eines interessierenden Probanden aufgenommen werden. Bei einer Ausführungsform wird ein Video von einem Bereich bloßer Haut unter Verwendung einer Videokamera aufgenommen, die Farbwerte für Pixel auf sichtbaren Kanälen aufnimmt, die im Allgemeinen den sichtbaren Primärfarben entsprechen (typischerweise RGB), und unter Verwendung einer Infrarot-(IR)Kamera, die Pixelintensitätswerte in einem oder mehreren interessierenden Wellenlängenbereichen misst. Die Pixelintensitätswerte, die von dem IR-Kanal erfasst werden, werden verarbeitet, um eine vaskuläre Binärmaske zu erzeugen, welche die Position der Pixel angibt, die dem Gefäßgang des Probanden entsprechen. Die IR-Einzelbilder werden dann mit den entsprechenden Daten, die durch die sichtbaren Kanäle der Kamera erzielt werden, in Übereinstimmung gebracht, so dass Pixel, die dem Gefäßmuster des Probanden entsprechen, in jedem Einzelbild der Videosequenz sichtbarer Farbdaten isoliert werden können. Der Prozess kann Bild für Bild

für alle Einzelbilder aus dem IR-Kanal oder für ausgewählte Einzelbilder zu einem vordefinierten Zeitintervall oder ausgelöst durch ein Ereignis, wie etwa eine erkannte Bewegung des interessierenden Objekts, entweder in dem sichtbaren Kanal oder in dem IR-Kanal ausgeführt werden. Für eine nicht fortlaufende Gefäßgangerkennung, kann man das erkannte Gefäßmuster durch das Einzelbild verbreiten, bis eine neue Aktualisierung empfangen wird. Nach der Verarbeitung werden Pixel verarbeitet, die mit den isolierten Gefäßmustern verknüpft sind, Bild für Bild oder mit ausgewählten Einzelbildern analysiert, so dass die Informationen über die Herzfunktion, die von diesen Pixeln übermittelt werden, verarbeitet werden können, um gewünschte Herzfunktionsparameter zu bestimmen. Bei einer Umsetzung der vorliegenden Lehren können Gefäßmuster in einem Bereich bloßer Haut schnell entdeckt und isoliert werden, und Herzfunktionsparameter können in Echtzeit bestimmt (oder rechnerunabhängig verarbeitet werden), ohne den ruhenden Herzpatienten zu stören. Das System und die Verfahren, die hier offenbart werden, stellen ein effektives Hilfsmittel zur Untersuchung von Arterien- und Venenmustern und zur Herzfunktionsanalyse bereit.

[0005] Ausführliche Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen

[0006] Es zeigen:

[0007] [Fig. 1](#) ein Bild eines Gefäßmusters unter einem Bereich bloßer Haut einer menschlichen Hand.

[0008] [Fig. 2](#) ein IR-Bild, wobei ein Gefäßmuster des Rückens einer menschlichen Hand unter NIR-Beleuchtung gesehen wird.

[0009] [Fig. 3A–B](#) ein Bild einer menschlichen Hand (3A) und ein Bild, das aktivierte Pixel enthält, die mit dem Gefäßmuster des Probanden verknüpft sind (3B).

[0010] [Fig. 4](#) ein beispielhaftes Videosystem, das eine Beleuchtungsquelle, eine 3-Kanal-RGB-Kamera und eine einzige NIR-Kamera zum Aufnehmen eines RGB- und IR-Videos **404** des Armes eines Probanden umfasst.

[0011] [Fig. 5](#) ein Ablaufschema, das eine Ausführungsform des vorliegenden Verfahrens zum Analysieren eines Videos eines interessierenden Probanden abbildet, um einen Herzfunktionsparameter in einer kontaktlosen, entfernt aufgestellten Sensorumgebung zu bestimmen.

[0012] [Fig. 6](#) vergleicht den Energieinhalt in den Signalen mit Bezug auf eine Herzschlagfrequenz aus den Pixeln, die ohne Gefäßmusterisolierung erzielt werden ([Fig. 6A](#)), und dann unter Verwendung nur

von Pixeln, die als mit den Blutgefäßen des identifizierten Gefäßmusters verknüpft identifiziert wurden ([Fig. 6B](#)).

[0013] [Fig. 7](#) ein Ausführungsbeispiel eines Videoverarbeitungssystems, wobei die RGB- und IR-Kameras des Videosystems aus [Fig. 4](#) Einzelbilder ihrer jeweiligen gleichzeitig erfassten Videos eines Bereichs bloßer Haut einer vernetzten Computerarbeitsstation mitteilen, wobei diverse Aspekte der Verfahren, die mit Bezug auf das Ablaufschema aus [Fig. 5](#) beschrieben wurden, ausgeführt werden.

[0014] [Fig. 8](#) ein Blockdiagramm eines beispielhaften Videoanalysesystems zum Umsetzen diverser Aspekte des vorliegenden Verfahrens, wie sie mit Bezug auf das Ablaufschema aus [Fig. 5](#) und die Arbeitsstation aus [Fig. 7](#) beschrieben werden. Der Begriff „Video“, wie er hier verwendet wird, bezieht sich auf ein zeitvariables Videosignal, wie es in der Technik bekannt ist, das eine zeitliche Sequenz von Einzelbildern eines interessierenden Probanden umfasst. Ein derartiges Video kann auch zusätzliche Komponenten enthalten, wie beispielsweise ein Audiosignal und ein Zeitreferenzsignal. Die Menge der Videodaten kann für längere Videosequenzen groß werden. Für Systeme, die über eingeschränkte Ressourcen verfügen, kann das aufgenommene Video eine zweidimensionale Aufstellung von Einzelbildern umfassen, die auf einen niedriger dimensionalen Teilraum projiziert werden, um die Dimensionalität der Daten zu reduzieren und eine unabhängige Komponentenanalyse (ICA) an den projizierten Daten auszuführen, wobei die unabhängigen Komponenten in den Signalen identifiziert werden. Es versteht sich, dass dieser Vorgang nicht umkehrbar ist.

[0015] Der Begriff „interessierender Proband“ bezieht sich auf einen beliebigen Probanden, der ein Netz aus subkutanen Blutgefäßen unter dem Hautgewebe aufweist. Die hier verwendeten Begriffe, wie etwa „Person“ oder „Patient“, sind nicht als den Umfang der beiliegenden Ansprüche nur auf menschliche Versuchspersonen einschränkend anzusehen. Zu den Versuchstiere können Säugetiere, Vögel, Reptilien, Fische und sogar Insekten gehören.

[0016] Der Begriff „Bereich bloßer Haut“ bezeichnet eine freie Fläche der Haut des Probanden. Solche Bereiche können in den Einzelbildern eines Videos identifiziert werden, beispielsweise unter Verwendung von Verfahren zur Objektidentifizierung, Pixelklassifizierung, Materialanalyse, Strukturidentifizierung und Mustererkennung.

[0017] Der Begriff „Gefäßmuster“ bezieht sich auf ein subkutanes Netz von Gefäßen (Venen, Arterien, Kapillaren, Arteriolen usw.), die Blut durch den Körper des Probanden transportieren. [Fig. 1](#) zeigt ein Bild

100 eines Gefäßmusters unter einem Bereich bloßer Haut einer menschlichen Hand.

[0018] Eine „vaskuläre Binärmaske“ ist ein Binärbild, das die Position von Pixels angibt, die dem Gefäßmuster des Probanden entsprechen, und zwar mit Pixelwerten von 1 und 0. Wenn bei einer Ausführungsform die Pixelpositionen dem Gefäßmuster entsprechen, dann wird ihnen ein Wert von 1 zugewiesen, und es wird ein Wert von 0 zugewiesen, wenn sie ihm nicht entsprechen. Andere Ausführungsformen können andere Werte für die Binärmaske verwenden. Das Gefäßmuster eines Probanden enthält Blutgefäße, die Hämoglobin transportieren. Hämoglobin weist im Vergleich zu anderen Geweben eine hohe Absorptionsrate im Nahinfrarot-(NIR)Bereich auf. Bei IR-Beleuchtung kann das Gefäßmuster des Probanden aus einer Menge IR-Bilder auf Grund von Unterschieden bei den Absorptionsraten erkannt und abgebildet werden. [Fig. 2](#) zeigt ein IR-Bild **200**, in dem man ein Gefäßmuster des Rückens einer menschlichen Hand unter NIR-Beleuchtung sieht. [Fig. 3A–B](#) zeigen ein Bild **301** einer menschlichen Hand und ein entsprechendes Bild **302** der Hand in Bild **301**, das aktivierte Pixel enthält, die mit dem Gefäßmuster des Probanden verknüpft sind.

[0019] Der Begriff „Herzfunktionsparameter“ bezieht sich auf einen Parameter, der mit der Herzfunktion des Probanden zusammenhängt. Die Parameter umfassen den Arterienpuls, die Herzfrequenz, die Pulslaufzeit, die Herzleistung, den Blutdruck, den Gefäßdurchmesser, die Blutdicke, die Gefäßobstruktion und die periphere Neuropathie. Wenn als Ausgabe ein Herzfunktionsparameter bereitgestellt wird, kann er viele verschiedene Formen annehmen, einschließlich beispielsweise als Kurve, Schaubild, Diagramm, Grafik, Text, numerischer oder binärer Wert, hörbarer Ton und dergleichen, und kann ferner Modifikationen umfassen, die an dem Quellvideosignal als Ergebnis der Verarbeitung vorgenommen wurden. Die Herzfunktionsparameter können auf viele verschiedene Arten mitgeteilt werden, einschließlich beispielsweise per E-Mail, als Voicemail, in Textnachrichten, in Ausdrucken, auf einer grafischen Anzeige, auf einer Web-Seite, auf welcher der Benutzer die Ergebnisse herunterladen kann, oder in einem Dokument, in dem der Benutzer die Ergebnisse sehen, bearbeiten, verändern und mit Notizen versehen kann. Die Tatsache, dass das Ergebnis dem Benutzer mitgeteilt wird, ist dazu gedacht, die Tatsache zu umfassen, dass die Ergebnisse einem Dritten mitgeteilt werden, und dass die Ergebnisse in einer Speichervorrichtung oder einer entfernt aufgestellten Vorrichtung über ein lokales oder ein Großraumnetzwerk gespeichert werden. Mit dem Erzielen der Herzfunktionsparameter eines Probanden und/oder mit dem Bereitstellen dieser Ergebnisse für einen Benutzer oder einen Dritten kann eine Gebühr verbunden sein.

[0020] Der „Arterienpuls“ ist eine Druckwelle, die dadurch geschaffen wird, dass sich das Herz des Probanden zusammenzieht und Blut durch das Gefäßnetz drückt. Ein Arterienpuls umfasst im Allgemeinen eine Vorwärtswelle, die bei der Kontraktion erzeugt wird, und eine reflektierte Welle, die von der Peripherie zurückkehrt. Der Druck dieser Welle auf die Wände der Blutgefäße des Probanden, während das Herz schlägt, korreliert mit dem Blutdruck des Probanden.

[0021] Der Begriff „Pulsfrequenz“ bezeichnet die Frequenz der Pulsdruckwelle, die im Allgemeinen in Schlägen pro Minute (bpm) angegeben wird. Die Herzpulsfrequenz eines erwachsenen Menschen liegt bei etwa 72 bpm. Jede Spezies hat ihren eigenen normalen Pulsfrequenzbereich.

[0022] Der Begriff „Herzleistung“ bezieht sich auf das Blutvolumen, das der Herzmuskel pumpen kann und wird im Allgemeinen in L/min ausgedrückt. Bei einem erwachsenen Menschen liegt die Herzleistung bei ungefähr 5 L/min. Die Herzleistung wird gegeben durch: $CO = SV \cdot HR$, wobei SV das Herzschlagvolumen ist und HR die Herzrate in bpm ist. Das Herzschlagvolumen kann durch eine Herzklappenstörung und die geometrische Form der Herzkammer beeinflusst werden.

[0023] Der Begriff „Pulslaufzeit“ bezieht sich auf die Zeit, welche die Pulsdruckwelle benötigt, um sich von einer proximalen Position (stromaufwärts) bis zu einer distalen Position (stromabwärts) im Gefäßnetz des Probanden zu bewegen. Die Pulslaufzeit (PTT) ist eine Funktion der Wellenschnelligkeit, die wiederum eine Funktion von Blutdruck, Gefäßdurchmesser und Blutdicke ist. Die lokalisierte PTT wird als indirektes Kennzeichen diverser Krankheitsbilder verwendet, wie beispielsweise für eine Gefäßobstruktion zwischen zwei Punkten und für eine periphere Neuropathie.

[0024] Ein „Videosystem“ ist eine Vorrichtung zum Aufnehmen eines Videos von einem interessierenden Probanden. Wie es hier verwendet wird, umfasst ein Videosystem mindestens eine Videovorrichtung zum Aufnehmen von Bildern im sichtbaren Spektrum, die im Allgemeinen den sichtbaren Primärfarben (typischerweise RGB) entsprechen, und mindestens eine IR-Videokamera zum Aufnehmen von IR-Bildern in einem Bereich von: den Nahinfrarot-(NIR), den Kurzwelleninfrarot-(SWIR), den Mittelwelleninfrarot-(MWIR) und den Langwelleninfrarot-(LWIR) Wellenlängenbereichen. Die IR-Videokamera kann ferner eine multispektrale oder hyperspektrale Videokamera umfassen. Solche Kameras können einen Prozessor umfassen, um maschinenlesbare Programmanweisungen auszuführen, und können eine Speichervorrichtung umfassen, wie etwa einen Speicher, und können ferner eine Vielzahl von Ausgaben umfassen, um Daten kanalweise auszugeben. Das Videosys-

tem kann eine hybride Kamera sein, die in der Lage ist, in einem herkömmlichen Videomodus mit hohen Einzelbildraten und hoher räumlicher Auflösung und in einem Spektralmodus mit niedrigen Einzelbildraten und hoher spektraler Auflösung zu funktionieren. Videosysteme, die Farbkameras und spektrale Sensoren umfassen, sind bei vielen verschiedenen Herstellern auf diversen Handelswegen erhältlich. [Fig. 4](#) zeigt ein beispielhaftes Videosystem **400**, das eine Beleuchtungsquelle **401**, eine 3-Kanal-RGB-Kamera **402** und eine einzige NIR-Kamera **403** zum Aufnehmen eines RGB- und IR-Videos **404** des Arms eines Probanden **405** umfasst. Die Beleuchtungsquelle **401** kann konfiguriert sein, um Licht auf den Arm des Probanden zu projizieren; alternativ kann die Beleuchtungsquelle **401** Umgebungslicht sein. Das Videosystem aus [Fig. 4](#) kann ein Kamerasystem umfassen, bei dem die RGB-Kamera und die IR-Kamera in eine einzige Farbmisch-Videoaufnahmevorrichtung integriert wurden. Dagegen werden individuelle Videokameras für jeden der gewünschten sichtbaren Kanäle verwendet, d.h. R, G und B, und für jeden der gewünschten interessierenden IR-Wellenlängenbereiche. Ein derartiges Videosystem kann ferner ein Videoanalysemodul umfassen, wie es hier mit Bezug auf [Fig. 8](#) beschrieben wird.

[0025] Bei einer Ausführungsform ist ein „Videoanalysemodul“ eine Hardware-Vorrichtung mit mindestens einem Prozessor, der maschinenlesbare Programmanweisungen ausführt, um Videobilder zu analysieren, um ein Gefäßmuster aus den Einzelbildern bildweise zu isolieren, und um Herzfunktionsparameter aus Pixeln zu bestimmen, die den Blutgefäßen in diesem Muster entsprechen. Ein derartiges Modul kann insgesamt oder teilweise eine Software-Anwendung umfassen, die alleine oder zusammen mit einer oder mehreren Hardware-Ressourcen funktioniert. Derartige Software-Anwendungen können von Prozessoren auf verschiedenen Hardware-Plattformen ausgeführt werden oder können in einer virtuellen Umgebung emuliert werden. Aspekte des Videoanalysemoduls können handelsübliche Software nutzen. Bei diversen Ausführungsformen umfasst das Analysieren der Gefäßmuster, um Herzfunktionsparameter zu bestimmen, eine unabhängige Komponentenanalyse.

[0026] Die „unabhängige Komponentenanalyse“ (ICA) ist ein Aufgliederungsverfahren zum Aufdecken unabhängiger Quellsignalkomponenten aus einer Menge von Beobachtungen, die aus linearen Mischungen der darunterliegenden Quellen bestehen, die als „unabhängige Komponenten“ der beobachteten Daten bezeichnet werden. Die ICA deckt diese unabhängigen Komponenten (ICs) in dem Quellsignal auf, indem sie nach statistisch unabhängigen Faktoren in den Daten sucht (im Gegensatz zu unkorrelierten Faktoren). Die Reihenfolge der sich ergebenden aufgedeckten unabhängigen Komponen-

ten ist willkürlich. Im Allgemeinen weist die ICA eine inhärente Unbestimmtheit auf, die ohne zusätzliche Auflagen nicht weiter reduziert werden kann. Gemäß den diversen vorliegenden Ausführungsformen kann man die unabhängigen Komponenten, die über eine ICA erzielt werden, wiederum verwenden, um Herz-funktionsparameter zu bestimmen.

[0027] Eine „entfernt aufgestellte Sensorumgebung“ bezieht sich auf ein kontaktloses, unauffälliges und nicht invasives Mittel zum Erheben von Daten bei einem Probanden, d.h. die Sensorvorrichtung berührt den Probanden, der abgetastet wird, nicht körperlich. Die Sensorvorrichtung kann sich in einem beliebigen Abstand von dem Probanden entfernt befinden, beispielsweise so nahe wie weniger als ein Zoll bis so weit wie einige Meilen bei der Telemedizin. Die vorliegenden Lehren finden ihre bestimmungsgemäßen Anwendungen bei einer derartigen, entfernt aufgestellten Sensorumgebung, so dass der ruhende Herzpatient nicht gestört wird.

[0028] Es wird nun auf das Ablaufschema aus [Fig. 5](#) Bezug genommen, das ein Ausführungsbeispiel des vorliegenden Verfahrens zum Analysieren eines Video eines interessierenden Probanden erläutert, um Herz-funktionsparameter in einer entfernt aufgestellten Sensorumgebung zu bestimmen. Die Ablaufverarbeitung beginnt mit Schritt **500** und geht sofort mit Schritt **502** weiter.

[0029] In Schritt **502** wird ein Video von einem Bereich bloßer Haut eines interessierenden Probanden, der auf seine Herzfunktion überwacht wird, empfangen. Das Video wurde unter Verwendung eines Videosystems aufgenommen, das mindestens eine Videokamera umfasst, die Daten ausgibt, die Farbwerte umfassen, die durch mindestens einen sichtbaren Kanal für Pixel gesammelt werden, und mindestens eine Infrarotvideokamera umfasst, die Daten ausgibt, die Intensitätswerte umfassen, die über mindestens einen Infrarotkanal für Pixel gesammelt werden. Ein beispielhaftes Videosystem, das ein Video gleichzeitig sowohl in sichtbaren als auch in Infrarot-Wellenlängenbereichen aufnimmt, wird in [Fig. 4](#) gezeigt. Zur Erkennung von Gefäßgängen kann das Infrarotvideo vorbereitet werden, um eine uneinheitliche Beleuchtung auszugleichen, die auf eine Krümmung einer Oberfläche des Bereichs bloßer Haut zurückzuführen ist. Das Video kann verarbeitet werden, um durch Bewegung hervorgerufene Unschärfe, Abbildungsunschärfe oder eine langsame Leuchtmittelvariation auszugleichen. Es kann eine Glättung ausgeführt werden, um die Hautstruktur von der Oberfläche des Bereichs bloßer Haut zu entfernen. Selbstverständlich kann die Glättung beispielsweise unter Verwendung einer gaußschen Glättung erfolgen. Das Video kann verarbeitet werden, um Kontrast und Helligkeit zu verbessern. Man kann auch eine unabhängige Komponentenauswahl verwenden, um einen ge-

wissen Inhalt des Videos zu verstärken, wie beispielsweise einen Bereich, der größere Blutgefäße enthält.

[0030] In Schritt **504** werden die Pixelintensitätswerte, die von dem oder den IR-Kanälen gemessen werden, einzelbildweise verarbeitet, um eine vaskuläre Binärmasken zu erzeugen, welche die Position von Pixeln angibt, die dem Gefäßgang des Probanden in dem Bereich bloßer Haut entsprechen. Alternativ erfolgt eine derartige Verarbeitung basierend auf einem bestimmten Einzelbild oder wird durch ein Ereignis ausgelöst, wie etwa durch eine erkannte Bewegung des Probanden. Wie mit Bezug auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) besprochen, kann das Gefäßmuster des Probanden in einer Menge von IR-Bildern auf Grund der Unterschiede bei den Absorptionsraten von Hämoglobin erkannt werden. Das erkannte Gefäßmuster wird in jedem der verarbeiteten IR-Einzelbilder abgebildet.

[0031] In Schritt **506** wird das IR-Einzelbild dann mit den Pixeldaten der sichtbaren Kanäle in Übereinstimmung gebracht, so dass die Blutgefäße des Gefäßmusters des Probanden in jedem Einzelbild des Videos für alle Datenerfassungskanäle isoliert werden können (d.h. 3 Kanäle mit RGB-Daten und 1 Kanal mit IR-Daten). Das in Übereinstimmung bringen des IR-Einzelbildes mit den sichtbaren Kanaldaten umfasst das Entnehmen von Merkmalen aus den entsprechenden IR- und sichtbaren Einzelbildern, das Bestimmen einer Übereinstimmung zwischen den beiden Merkmalsmengen und das Ändern eines Einzelbildes (beispielsweise durch Ausführen einer Translation, Rotation oder anderen geometrischen Transformationen, wie etwa affinen oder projektiven Transformationen), so dass die Merkmalspositionen zwischen den IR- und sichtbaren Einzelbildern übereinstimmen. Verfahren zum Entnehmen von Merkmalen und zum Bestimmen einer Merkmalsübereinstimmung sind wohlbekannt. Sobald das Paar von IR- und sichtbaren Einzelbildern oder eine Menge ausgewählter Paare von IR- und sichtbaren Einzelbildern in Übereinstimmung gebracht wurde, können die Pixel in den sichtbaren Kanälen, die Blutgefäßen des Gefäßmusters entsprechen, zur Verarbeitung isoliert (und bevorzugt entnommen) werden.

[0032] In Schritt **508** werden die isolierten Pixel, die mit Blutgefäßen des Gefäßmusters verknüpft sind, dann einzelbildweise oder auf einem bestimmten Einzelbild basierend analysiert, um einen gewünschten Herz-funktionsparameter für den Probanden in dem Video zu bestimmen. Anschließend ist bei dieser bestimmten Ausführungsform die Verarbeitung beendet. Dies kann auch an ausgewählten Einzelbildern in einem vordefinierten Zeitintervall erfolgen oder durch ein Ereignis ausgelöst werden, wie etwa eine Objektbewegung in der Szene. Das erkannte Gefäßmuster verbreitet sich in den dazwischenliegenden Einzelbildern.

[0033] Nehmen wir beispielsweise an, dass es sich bei dem gewünschten Herzfunktionsparameter um die Pulslaufzeit handelt. Somit müssen die proximalen und distalen Bereiche eines Blutgefäßes in dem isolierten Gefäßmuster über Einzelbilder identifiziert und verarbeitet werden, um ein Zeitreihensignal für jeden Kanal zu erzielen. Der Durchschnitt aller Pixelwerte in jedem der proximalen und distalen Bereiche innerhalb jedes Einzelbildes wird berechnet, um einen Kanaldurchschnitt auf Einzelbildbasis zu erzielen. Ein globaler Kanaldurchschnitt kann dann für jeden Kanal berechnet werden, indem die Kanaldurchschnitte über mehrere Einzelbilder addiert werden und durch die Gesamtanzahl der Einzelbilder dividiert werden. Der Kanaldurchschnitt wird dann von dem globalen Kanaldurchschnitt subtrahiert, und das Ergebnis wird durch eine globale Standardabweichung des Kanals dividiert, um ein Zeitreihensignal mit Mittelwert null und Varianz eins für jeden der proximalen und distalen Bereiche zu erzielen. Die Zeitreihensignale enthalten Frequenzkomponenten. Die Zeitreihensignale, die für jeden der proximalen und distalen Bereiche erzielt werden, werden bevorzugt unter Verwendung von Werten normiert, die aus einer Vorkenntnis der kardialen Vorgeschichte des Probanden erzielt werden. Sobald sie für jedes Einzelbild normiert wurden, werden die Zeitreihensignale einer Filterung unterzogen, um unerwünschte Frequenzen zu unterdrücken, beispielsweise unter Verwendung einer schnellen Fourier-Transformierten (FFT). Die sich ergebenden verarbeiteten und gefilterten Zeitreihensignale für jeden der proximalen und distalen Bereiche enthalten die Gesamtsumme der volumetrischen Druckänderungen innerhalb eines jeden dieser Bereiche. Es kann eine weitere Verarbeitung erfolgen, um beispielsweise unter Verwendung einer unabhängigen Komponentenanalyse plethysmografische Signale zu entnehmen. Die Arterienpulse umfassen eine vorherrschende Komponente dieser Signale, aus der beispielsweise Arterienpuls und Pulsfrequenz wiedergewonnen werden können.

[0034] Das vorliegende Verfahren besteht darin, eine Pixelposition zu bestimmen, die mit den Blutgefäßen eines Gefäßmusters eines Bereichs einer bloßen Hautfläche verknüpft ist. Herzratenschätzungen werden aus Pixelwerten bestimmt, die mit und ohne Identifizierung des Gefäßmusters erzielt werden. Die tatsächliche Herzrate wurde mit 77 bis 81 bpm (Mittelwert = 79 bpm) unter Verwendung eines Fingeroximeters aufgezeichnet. Die Schaubilder aus **Fig. 6** vergleichen Herzratenschätzungen, die aus Pixeln bestimmt werden, die ohne Isolierung des Gefäßmusters (**Fig. 6A**) (d.h. aus Bild **301** in **Fig. 3**) erzielt werden, und dann unter Verwendung nur der Pixel, die als mit den Blutgefäßen des Gefäßmusters verknüpft identifiziert wurden (**Fig. 6B**) (d.h. aus Bild **302** in **Fig. 3**). Offensichtlich ist die Signalstärke deutlich verbessert und es werden weitere Verbesserungen mit weitergehender Entwicklung bei den Vorrichtun-

gen, die vollständige NIR-Daten bereitstellen, erwartet.

[0035] Es wird nun auf **Fig. 7** Bezug genommen, die eine beispielhafte Ausführungsform eines Videoverarbeitungssystems **700** abbildet, wobei die RGB-Kamera **402** und die IR-Kamera **403** des Videosystems aus **Fig. 4** einer vernetzten Arbeitsstation **704** jeweils eine Vielzahl von RGB-Einzelbildern **702** und eine Vielzahl von IR-Einzelbildern **702** (insgesamt bei **701**) mitteilen, wobei diverse Aspekte des Verfahrens, die mit Bezug auf das Ablaufschema aus **Fig. 5** beschrieben werden, ausgeführt werden.

[0036] Die Arbeitsstation **704** empfängt die Videosignale, die das IR-Video und das RGB-Video umfassen (wobei die Einzelbilder jedes Videos von 1 bis N geordnet sind, wobei N die Summe der Einzelbilder ist), die zur Erläuterung aufgenommen wurden, um eine eindeutige Entsprechung zwischen Einzelbildern jeweils des IR- und des RGB-Videos zu zeigen, die gleichzeitig aufgenommen wurden. Wenn die Videos nicht gleichzeitig aufgenommen werden, können die Videos vorbereitet werden, um eine Ausrichtung dazwischen zu bewirken, so dass eine eindeutige Übereinstimmung zwischen den jeweiligen Einzelbildern des IR-Videosignals und des RGB-Videosignals besteht. Die Arbeitsstation **300** kann einen Desktop-Computer, einen Laptop-Computer, einen Server, einen Großrechner oder dergleichen umfassen, wie es in der Technik üblich ist, und wird gezeigt, wie sie ein Computergehäuse **706** aufweist, das diverse Komponenten aufnimmt, wie beispielsweise eine Hauptplatine (nicht gezeigt), die mit einer Zentraleinheit (CPU) konfiguriert ist, diverse Kommunikationsanschlüsse und einen Speicher. Andere nicht gezeigte Komponenten, die ebenfalls in dem Computergehäuse **706** vorliegen, sind eine Speichervorrichtung und eine Kommunikationsverbindung, wie etwa eine Netzwerkkarte, um es diversen Komponenten der Arbeitsstation **704** zu ermöglichen, mit einer oder mehreren entfernt aufgestellten Vorrichtungen über das Netzwerk **705** in Verbindung zu stehen. Die Arbeitsstation aus **Fig. 7** wird auch gezeigt, wie sie eine Anzeigevorrichtung **707** aufweist, wie etwa eine CRT-, LCD-, Berührungsbildschirm-Vorrichtung und dergleichen, zusammen mit einer alphanumerischen Tastatur **708** und einer Maus (nicht gezeigt), um je nach Bedarf Benutzereingaben auszuführen. Das computerlesbare Medium **709** enthält maschinenlesbare Programmanweisungen, um diverse Aspekte der Funktionalität und Merkmale des vorliegenden Verfahrens wie hier beschrieben umzusetzen, und um diverse Aspekte der vorliegenden Lehren zu übertragen. Die Arbeitsstation **704** steht auch mit einer externen USB-Speichervorrichtung **710** in Verbindung, wobei mathematische Formeln, Variablen, numerische Werte und dergleichen, wie sie zur Berechnung der diversen gewünschten Herzfunktionsparameter benötigt werden, zusammen mit eventu-

ellen Rechenergebnissen gespeichert werden. Die empfangenen Videos können auch in der Vorrichtung **710** zum Speichern und Verarbeiten gespeichert werden.

[0037] Das Computersystem **704** ist in der Lage, eine Server-Software auszuführen (oder eine Server-Hardware unterzubringen), um installierte Anwendungen zu hosten, und kann ferner eine Vielzahl von Dienst-Proxy-Servern erstellen und/oder ausführen, um diverse Aspekte der vorliegenden Lehren auszuführen. Beispielsweise würde ein Proxy-Dienst eine Zeiteinstellungskomponente der RGB- und IR-Kameras aus [Fig. 4](#) derart steuern, dass die dadurch erfassten Videos gleichzeitig aufgenommen werden. Ein anderer Proxy-Dienst würde beispielsweise eine Kommunikation der erfassten Einzelbilder auf die Arbeitsstation zur Verarbeitung über das Netzwerk **705** ausführen, während noch ein anderer Proxy-Dienst eine beliebige Vorbereitung an den empfangenen Videos ausführt, je nach Bedarf oder wie es anderweitig erwünscht ist. Die Arbeitsstation kann als Server für Prozesse dienen, die sich auf einem oder mehreren Controllern befinden, der bzw. die vorrichtungsspezifische Steueranweisungen für eine der Kamerateilvorrichtungen bereitstellt bzw. bereitstellen. Spezielle Programmanweisungen, die auf die Arbeitsstation **704** geladen werden, bewirken, dass ihr zentraler Prozessor eines von den Bestimmungen, Vergleichen, Berechnungen und dergleichen ausführt, die mit Bezug auf die vorliegenden Ablaufschemata besprochen werden, und/oder sie stellen einem Benutzer oder Bediener über das Display **707** oder die Benutzerschnittstelle **708** auswählbare Menüoptionen bereit, und stellen ferner Anweisungen und/oder Empfehlungen bereit, die wiederum einem der Module mitgeteilt werden, wie es mit Bezug auf das Funktionsblockdiagramm des Videoanalysesystems in [Fig. 8](#) gezeigt und beschrieben wird. Die Informationen, die für eine derartige Benutzerauswahl benötigt werden, können aus der Speichervorrichtung **710** abgerufen und/oder darin gespeichert werden. Ein Benutzer der Arbeitsstation aus [Fig. 7](#) kann die grafische Benutzeroberfläche verwenden, um Pixel und/oder mögliche Teilbildabschnitte eines oder mehrerer Videoeinzelnbilder zum Verarbeiten oder Wiederverarbeiten zu identifizieren oder anderweitig auszuwählen. Die Menüoptionen, die von einem Benutzer ausgewählt werden, und beliebige andere Auswahlen, wie etwa Bereiche bloßer Haut, Videoeinzelnbilder, mögliche Bildteilabschnitte, proximale und distale Bereiche und dergleichen, können der Arbeitsstation mitgeteilt werden. Einige oder alle der empfangenen Videos **701** können je nach Bedarf von einem Bediener der Arbeitsstation **704** wiedergegeben und auf dem Display **707** betrachtet werden, um die Analyse zu ermöglichen, die auszuführen ist, um die gewünschten Herzfunktionsparameter zu erzielen. Eine derartige Ermöglichung kann darin bestehen, dass der Bediener ein oder mehrere Einzelbilder

des Videos zur Analyse und Verarbeitung auswählt. Der Bediener kann ferner bestimmte Videoeinzelnbilder oder Teile der empfangenen Videosignale zu bestimmten Modulen und/oder Prozessoren des Videoanalysesystems aus [Fig. 8](#) leiten. Das oder die erzeugten Ergebnisse der Videoanalyse können vom Benutzer überprüft werden. Der Bediener kann die Ergebnisse je nach Bedarf ändern und die geänderten Ergebnisse zur weiteren Verarbeitung oder Wiederverarbeitung zurück an die gleichen oder an verschiedene Module umleiten. Es versteht sich, dass die Arbeitsstation über ein Betriebssystem und andere spezialisierte Software verfügt, die konfiguriert ist, um diverse numerische Werte, Text, Bildlaufleisten, Aktionsmenüs mit benutzerauswählbaren Optionen und dergleichen zum Eingeben, Auswählen oder Ändern von Informationen, die auf der Anzeigevorrichtung **707** angezeigt werden, anzuzeigen. Beim Betrachten der Berechnungsergebnisse kann der Benutzer verschiedene interessierende Bereiche auswählen und diese anderen Module zur Verarbeitung oder Wiederverarbeitung bereitstellen. Bei anderen Ausführungsformen werden die erzeugten Ergebnisse der Herzfunktionsparameter direkt über das Netzwerk **705** einem Server bereitgestellt und einem Benutzer/Bediener, wie etwa einem Arzt, einer Krankenschwester, einem Techniker, einem Herzspezialisten, um nur einige Möglichkeiten zu nennen, mitgeteilt. Ein Ausführungsbeispiel der diversen Module und Verarbeitungseinheiten, welche die vorliegenden Lehren ausführen, wird mit Bezug auf das Funktionsblockdiagramm aus [Fig. 8](#) gezeigt und besprochen. Es wird nun Bezug genommen auf [Fig. 8](#), die ein Blockdiagramm eines beispielhaften Videoanalysesystems **800** abbildet, das eine Reihe von Verarbeitungseinheiten und Modulen umfasst, um diverse Aspekte des vorliegenden Verfahrens umzusetzen, wie es mit Bezug auf das Ablaufschema aus [Fig. 5](#) und die Arbeitsstation aus [Fig. 7](#) beschrieben wird.

[0038] In [Fig. 8](#) werden die aufgenommenen RGB- und IR-Videos **701** dem System **800** mitgeteilt, welches das oder die Videos einem Videoempfangsmodul **802** bereitstellt, das Einzelbilder oder Videosignale zur Verarbeitung in eine Warteschlange stellt. Ein derartiger Zwischenspeicher kann beispielsweise auch Informationen über interessierende Bereiche, Flächen bloßer Haut, ausgewählte Videoeinzelnbilder oder Teile davon zur Verarbeitung, zu bestimmende gewünschte Herzfunktionsparameter, Zeit-/Datumsinformationen, die kardiale Vorgeschichte des Patienten, eine Benutzereingabe, Schwellenwerte, Parameter, mathematische Formeln und dergleichen empfangen, je nachdem wie sie benötigt werden oder anderweitig von einem der Module und einer der Verarbeitungseinheiten des Videoanalysesystems **800** angefordert werden. Eine Vorrichtung zum Ausgleich uneinheitlicher Beleuchtung **803** ruft ein oder mehrere Einzelbilder des Videos aus dem Zwischenspeicher des Videoempfangsmoduls **802** ab und berei-

tet die Bilder vor, um eine uneinheitliche Beleuchtung auf Grund einer Krümmung einer Oberfläche des Bereichs bloßer Haut auszugleichen. Das Ausgleichsmodul **803** kann auch konfiguriert sein, um durch Bewegung hervorgerufene Unschärfe, Abbildungsunschärfe oder eine langsame Leuchtmittelvariation auszugleichen. Der Strukturunterdrückungsprozessor **804** führt einen Glättungsalgorithmus an einigen oder allen Videobildern aus, um die Struktur der Haut von der Oberfläche des Bereichs bloßer Haut zu entfernen. Der Strukturunterdrückungsprozessor **804** kann das Video glätten, das direkt aus dem Zwischenspeicher des Videoempfangsmoduls **802** abgerufen wird, und die vorbereiteten Videos direkt dem Ausgleichmodul **803** bereitstellen oder alternativ das ausgeglichene Video von dem Ausgleichmodul **803** empfangen. Derartige Ausführungsformen sind weitgehend von den gewünschten Herzfunktionsparametern, die durch eine Analyse des Videos erzielt werden sollen, und von der bevorzugten Systemkonfiguration des Benutzers abhängig. Bei dieser bestimmten Ausführungsform ruft ein Kontrastverstärker **805** das verarbeitete Video ab und verstärkt seinen Kontrast. Systeme und Verfahren, welche die Helligkeit wirksam erhöhen oder verringern und den Kontrast eines Videos oder eines Einzelbildes eines Videos verstärken können, sind wohlbekannt. Der Prozessor **806** zur Auswahl unabhängiger Komponenten wird für Ausführungsformen verwendet, bei denen der Benutzer beabsichtigt, einen gewissen Inhalt des Videos hervorzuheben, wie beispielsweise einen Bereich, der größere Blutgefäße und dergleichen enthält. Der Rauschausgleichsprozessor **807** wird für Ausführungsformen bereitgestellt, bei denen der Benutzer festgestellt hat, dass sich kameraabhängiges Rauschen oder Umgebungsfaktoren negativ auf das Videosignal auswirken und dass ein Ausgleich erwünscht ist. Das nachträglich ausgeglichene Video enthält umgebungsmäßig ausgeglichene Videosignale für jedes verarbeitete Einzelbild. Der Pixelintensitätsprozessor **808** empfängt die Pixelintensitätswerte, die von den IR-Kanälen des Videosystems gemessen werden, und verarbeitet die Intensitätswerte, um eine vaskuläre Binärmaske zu erzeugen, welche die Position von Pixeln angibt, die dem Gefäßgang des Probanden innerhalb des Bereichs bloßer Haut entsprechen, und zwar für jedes der Einzelbilder des verarbeiteten IR-Videos. Ein Benutzer kann eine gewünschte Sequenz von IR-Einzelbildern zur Berechnung der vaskulären Binärmaske auswählen. Das Pixelübereinstimmungsmodul **810** empfängt das IR-Bild und fährt damit fort, die Pixel des IR-Videos mit den Pixeln der Bilder, die durch die sichtbaren Kanäle aufgenommen wurden, derart in Übereinstimmung zu bringen, dass das Gefäßmuster des Probanden in dem identifizierten Bereich bloßer Haut in jedem derselben entsprechenden Einzelbilder des RGB-Videos isoliert werden kann. Bei einer Ausführungsform bedingt das in Übereinstimmung bringen des IR-Bildes mit Daten,

die durch die sichtbaren Kanäle ausgegeben werden, das Abstimmen entsprechender Merkmale in jedem der Kanäle, die verwendet werden, um das Videosignal zu erfassen. Die in Übereinstimmung gebrachten Pixel, die dem identifizierten Gefäßmuster in jedem der verarbeiteten Einzelbilder entsprechen, werden in der Speichervorrichtung **710** gespeichert, und werden bei dieser Ausführungsform der Anzeigevorrichtung **707** der Arbeitsstation von **Fig. 7** zur Kontrolle durch den Benutzer mitgeteilt. Nach der Betrachtung dieser Ergebnisse kann der Benutzer verschiedene Bereiche auswählen, verschiedene Einzelbildermengen auswählen, Eingaben bereitstellen, Parameter und dergleichen anpassen und kann diese Eingaben wieder diversen Modulen des Systems **800** zur Verarbeitung oder Wiederverarbeitung bereitstellen. Der Generator von Herzfunktionsparametern **811** ruft das verarbeitete Bild aus der Speichervorrichtung **710** ab und fährt damit fort, die Pixel zu verarbeiten, die mit Blutgefäßen des Gefäßnetzes verknüpft sind, so dass einer oder mehrere gewünschte Herzfunktionsparameter für den Probanden bestimmt werden kann bzw. können. Diese Ergebnisse werden ebenfalls auf dem Display **707** angezeigt. Die Ergebnisse können der visuellen Anzeigevorrichtung in Echtzeit mitgeteilt werden oder rechnerunabhängig verarbeitet werden. Bei dieser Ausführungsform empfängt das Benachrichtigungsmodul **812** die bestimmten Herzfunktionsparameter, und wenn die berechneten Parameter nicht innerhalb des Schwellenwertes liegen, der beispielsweise durch den Herzspezialisten des Probanden festgelegt wird, dann wird ein Benachrichtigungssignal gesendet, beispielsweise unter Verwendung des Übertragungselements **813**, das viele verschiedene Kommunikationselemente annehmen kann, je nach dem Modell des Systems, bei dem die vorliegenden Lehren bestimmungsgemäß verwendet werden. Die Benachrichtigung kann ferner das Auslösen eines hörbaren Tons umfassen, der eine Angabe für den Benutzer oder Spezialisten bereitstellt, dass der oder die bestimmten Herzfunktionsparameter Beachtung erfordert bzw. erfordern. Eine derartige Benachrichtigung kann eine aufgezeichnete Audionachricht oder beispielsweise ein Klingelton sein, oder ein Schallalarm kann aktiviert werden, oder eine Warnleuchte kann eingeschaltet werden, die eine Angabe, wie beispielsweise ein blinkendes farbiges Licht, bereitstellt. Die mitgeteilte Benachrichtigung kann ein Text, eine Audio- und/oder Videonachricht sein. Diese Ausführungsformen sind dazu gedacht, im Umfang der beiliegenden Ansprüche enthalten zu sein.

[0039] Es versteht sich, dass diverse Module des Blockdiagramms aus **Fig. 8** ein System bezeichnen, das Software und/oder Hardware umfassen kann, die ausgelegt ist bzw. sind, um eine oder mehrere spezifische Funktionen auszuführen. Eine Vielzahl von Modulen kann insgesamt eine einzige Funktion ausführen. Ein Modul kann spezialisierte Prozessoren zum

Lesen maschinenausführbarer Programmanweisungen zum Ausführen ihrer beabsichtigten Funktion aufweisen. Ein Modul kann eine einzige Hardware umfassen, wie etwa eine ASIC, eine elektronische Schaltung oder einen Spezialcomputer. Die Funktionalität einer Vielzahl von Modulen kann entweder von einem einzigen Spezialcomputer oder von einer Vielzahl von Spezialcomputern, die parallel funktionieren, ausgeführt werden. Die Verbindungen zwischen den Modulen umfassen sowohl physische als auch logische Verbindungen. Die Module können ferner ein oder mehrere Software-/Hardware-Module umfassen, die ferner ein Betriebssystem, Treiber, Geräte-Controller und andere Vorrichtungen umfassen können, von denen einige oder alle über ein Netzwerk verbunden sein können. Das Videoanalysesystem **800** kann mit einem Server über ein Netzwerk, wie etwa ein LAN, ein WAN oder dergleichen, verbunden sein.

[0040] Jedes der Merkmale oder jede der Funktionen der zuvor beschriebenen Ausführungsformen kann insgesamt oder teilweise einen Spezialcomputer umfassen, der einen Prozessor umfasst, der in der Lage ist, maschinenlesbare Programmanweisungen auszuführen, um einen oder mehrere Aspekte der vorliegenden Lehren auszuführen. Ein derartiger Spezialcomputer kann beispielsweise einen Mikroprozessor, einen Mikro-Controller, einen Gerätetreiber, eine elektronische Schaltung oder eine ASIC umfassen, der oder die ausgelegt ist, um einige oder alle der vorliegenden Verfahren auszuführen. Alle oder Teile der Diagramme des vorliegenden Systems und des Verfahrens, wie sie hier erläutert werden, können teilweise oder zusammen mit maschinenausführbaren Anweisungen in Verbindung mit diversen Komponenten eines derartigen Systems umgesetzt werden. Die genaue Beschaffenheit der Umsetzung ist von der Bildverarbeitungsumgebung abhängig, in der das vorliegende Verfahren eingesetzt wird. Ein derartiges System kann insgesamt oder teilweise in einer von einer Reihe von Computervorrichtungen, einschließlich solcher in einer vernetzten Umgebung, integriert sein. Alle oder Teile des Ablaufschemas aus [Fig. 5](#) und des Blockdiagramms aus [Fig. 8](#) können teilweise oder insgesamt zusammen mit maschinenausführbaren Anweisungen in Verbindung mit diversen Komponenten eines derartigen Systems als Hardware umgesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines Herzfunktionsparameters aus einem Video eines interessierenden Probanden, das in einer kontaktlosen, entfernt aufgestellten Sensorumgebung aufgenommen wird, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
Empfangen eines Videos eines Bereichs bloßer Haut eines interessierenden Probanden, der im Hinblick auf eine Herzfunktion überwacht wird, wobei das Vi-

deo unter Verwendung eines Videosystems aufgenommen wurde, das mindestens eine Videokamera umfasst, die Daten ausgibt, die Farbwerte umfassen, die durch mindestens einen sichtbaren Kanal für Pixel erhoben werden, und mindestens eine Infrarot-(IR)Videokamera umfasst, die Daten ausgibt, die Intensitätswerte umfassen, die durch mindestens einen Infrarotkanal für Pixel erhoben werden;

Verarbeiten der Infrarot-Pixelintensitätswerte, um eine vaskuläre Binärmaske zu erzeugen, welche die Position von Pixeln angibt, die dem Gefäßgang des Probanden in dem Bereich bloßer Haut entsprechen; in Übereinstimmung bringen der IR-Pixeln mit Pixeln von den sichtbaren Kanälen, so dass Pixel, die mit dem Gefäßmuster des Probanden verknüpft sind, in dem Video isoliert werden können; und Analysieren der Pixel, die mit dem isolierten Gefäßmuster verknüpft sind, um mindestens einen Herzfunktionsparameter für den Probanden zu bestimmen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ferner umfassend das Identifizieren des Bereichs bloßer Haut unter Verwendung von: Objektidentifizierung, Pixelklassifizierung, Materialanalyse, Strukturidentifizierung und Mustererkennung.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Herzfunktionsparameter eines umfasst von: Arterienpuls, Pulsfrequenz, Pulslaufzeit, Herzleistung, Blutdruck, Gefäßdurchmesser, Blutdicke, Gefäßobstruktion und periphere Neuropathie.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Infrarotkanal beliebige Wellenlängenbereiche umfasst von: Nahinfrarot (NIR), Kurzwelleninfrarot (SWIR), Mittelwelleninfrarot (MWIR) und Langwelleninfrarot (LWIR).

5. System zum Bestimmen eines Herzfunktionsparameters aus einem Video eines interessierenden Probanden, das in einer kontaktlosen, entfernt aufgestellten Sensorumgebung aufgenommen wird, wobei das System Folgendes umfasst:

ein Videosystem, das mindestens eine Videokamera umfasst, die Daten ausgibt, die Farbwerte umfassen, die durch mindestens einen sichtbaren Kanal für Pixel erhoben werden, und mindestens eine Infrarot-(IR)Videokamera umfasst, die Daten ausgibt, die Intensitätswerte umfassen, die durch mindestens einen Infrarotkanal für Pixel erhoben werden; und einen Prozessor in Verbindung mit dem Videokamerasystem und einem Speicher, wobei der Prozessor maschinenlesbare Anweisungen ausführt, um folgende Schritte auszuführen:

Empfangen eines Videos eines Bereichs bloßer Haut eines interessierenden Probanden, der im Hinblick auf eine Herzfunktion überwacht wird, wobei das Video unter Verwendung des Videosystems aufgenommen wurde;

Verarbeiten von Infrarot-Pixelintensitätswerten, um eine vaskuläre Binärmaske zu erzeugen, welche die Position von Pixeln angibt, die dem Gefäßgang des Probanden innerhalb des Bereichs bloßer Haut entsprechen;

in Übereinstimmung bringen der vaskulären Binärmaske mit Pixeln der sichtbaren Kanäle, so dass Pixel, die mit dem Gefäßmuster des Probanden verknüpft sind, in dem Video isoliert werden können; und Analysieren von Pixeln, die mit dem isolierten Gefäßmuster verknüpft sind, um mindestens einen Herzfunktionsparameter für den Probanden zu bestimmen.

6. System nach Anspruch 5, ferner umfassend das Identifizieren des Bereichs bloßer Haut unter Verwendung von einem von: Objektidentifizierung, Pixelklassifizierung, Materialanalyse, Strukturidentifizierung und Mustererkennung.

7. System nach Anspruch 5, wobei der Herzfunktionsparameter eines umfasst von:

Arterienpuls, Pulsfrequenz, Pulslaufzeit, Herzleistung, Blutdruck, Gefäßdurchmesser, Blutdichte, Gefäßobstruktion und periphere Neuropathie.

8. System nach Anspruch 5, wobei der Infrarotkanal beliebige Wellenlängenbereiche umfasst von: Nahinfrarot (NIR), Kurzwelleninfrarot (SWIR), Mittelwelleninfrarot (MWIR) und Langwelleninfrarot (LWIR).

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

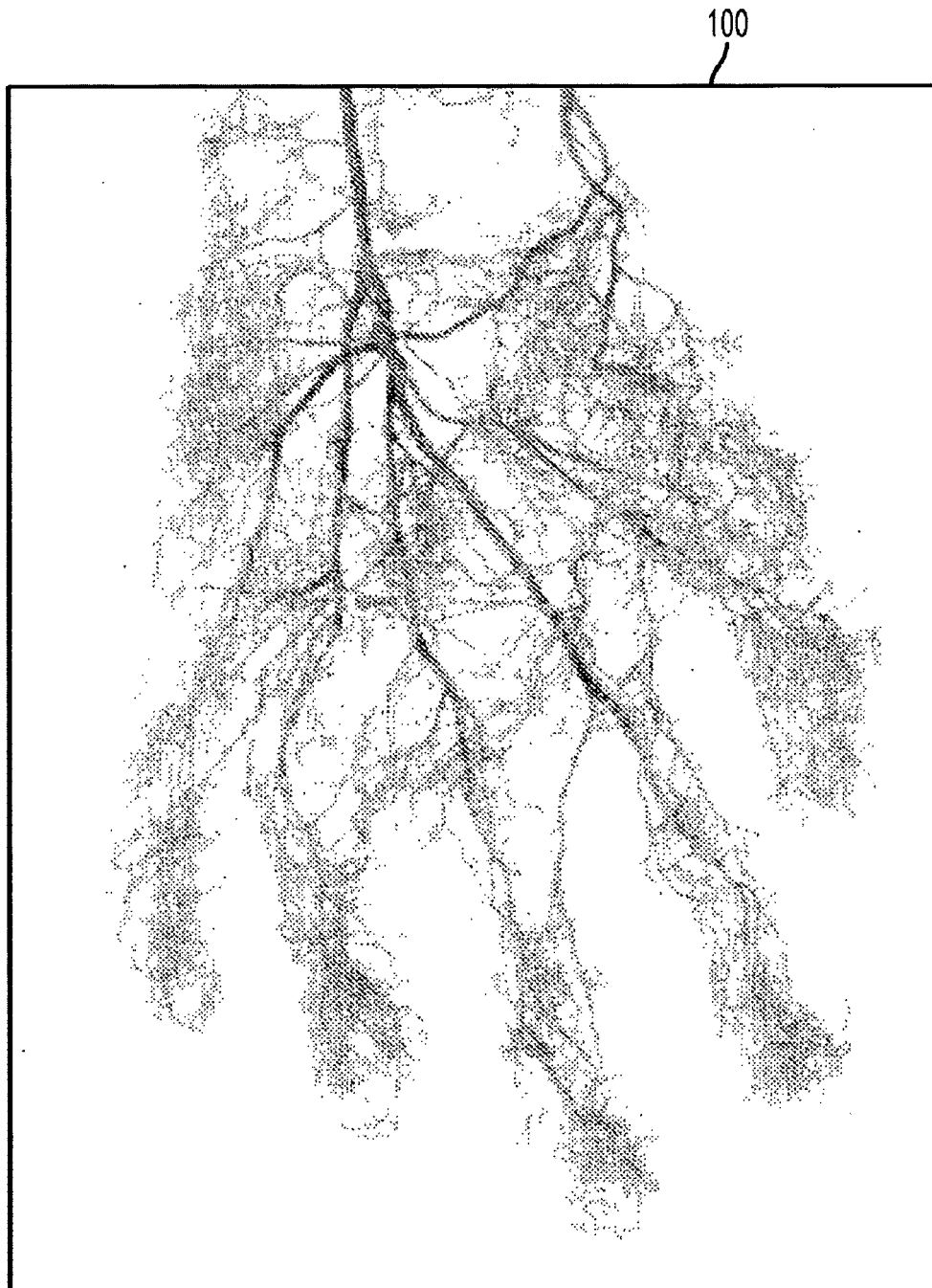


FIG. 1

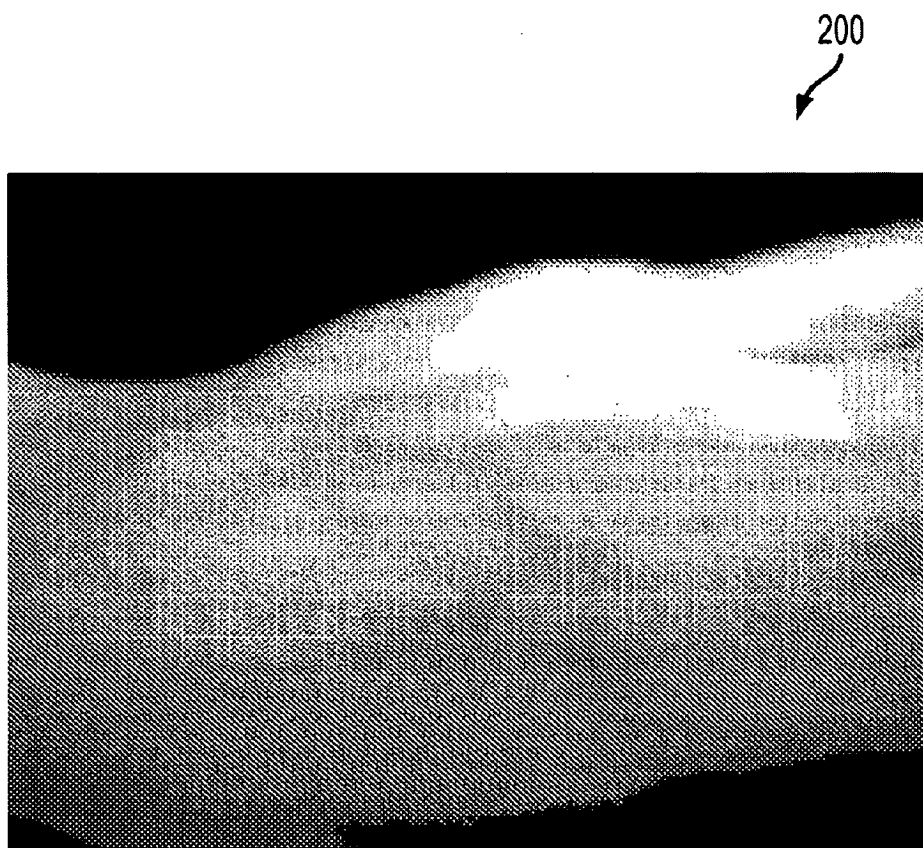


FIG. 2

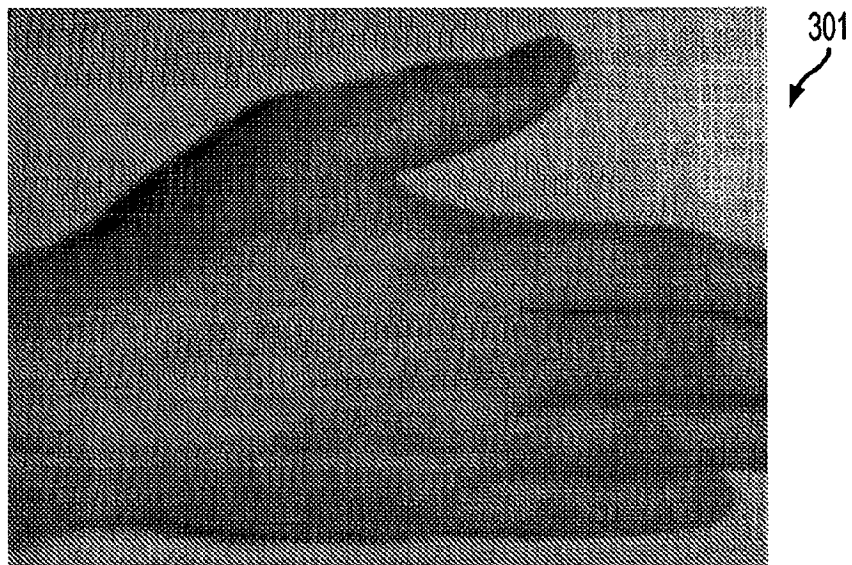


FIG. 3A



FIG. 3B

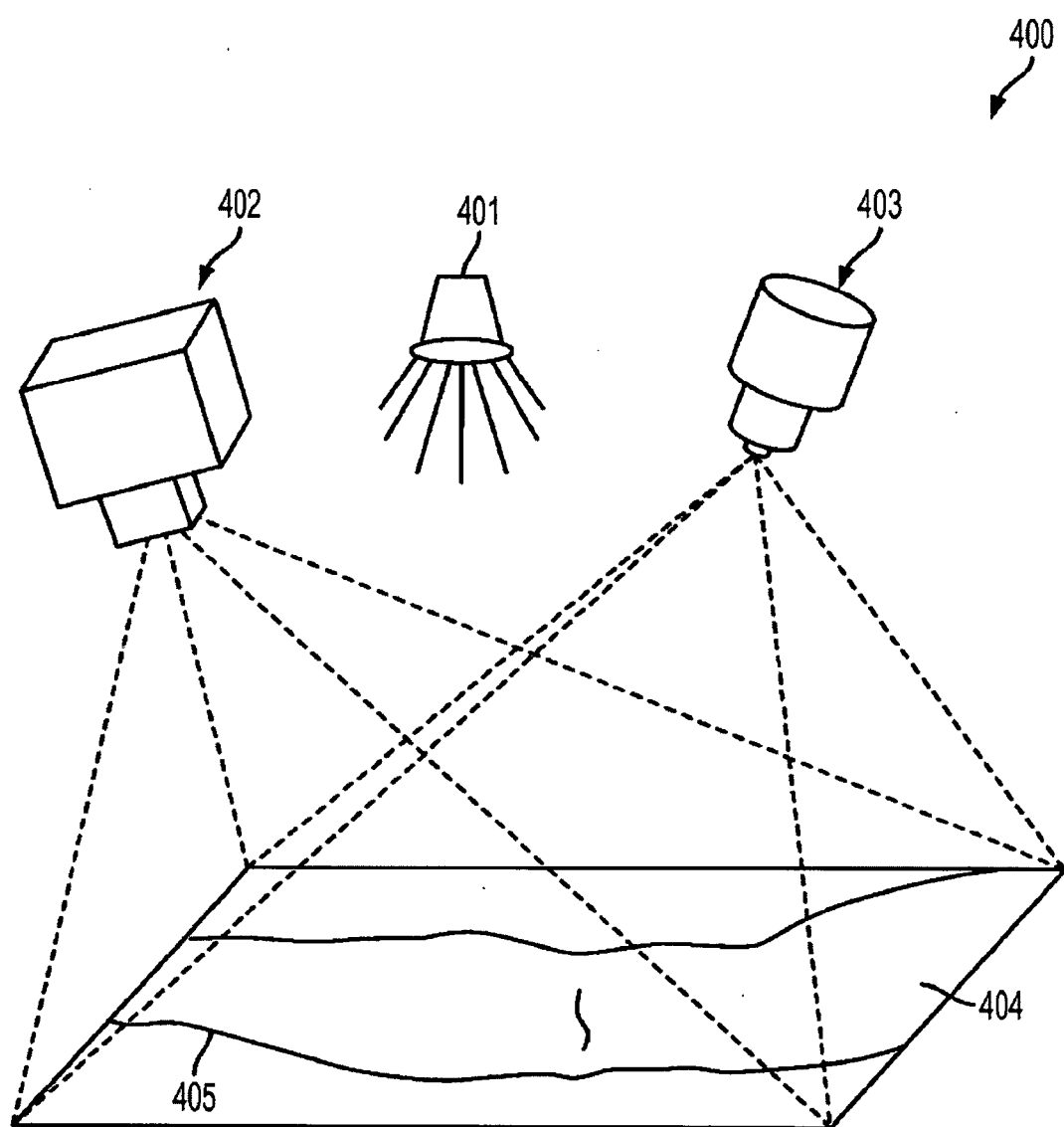


FIG. 4

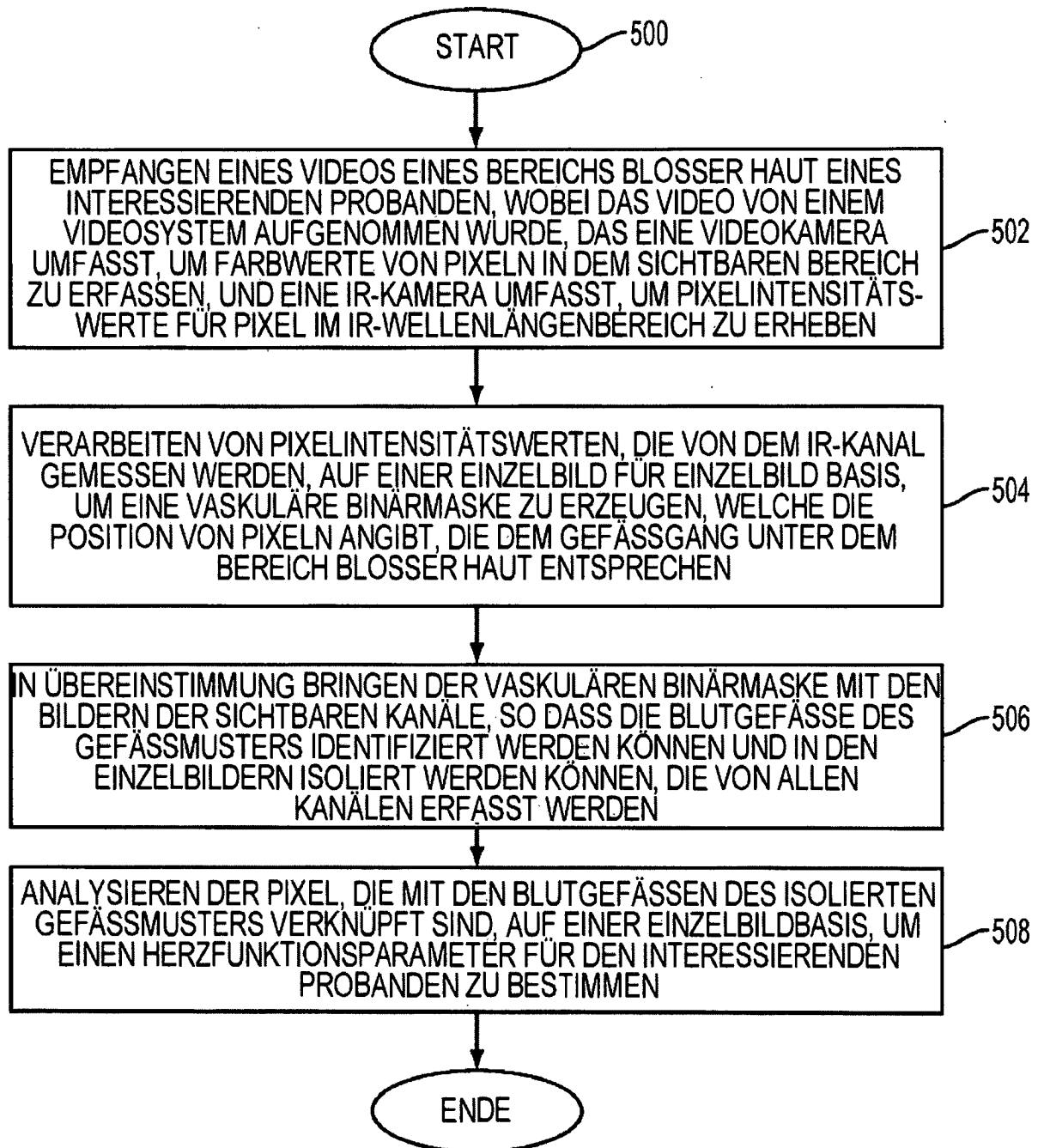


FIG. 5

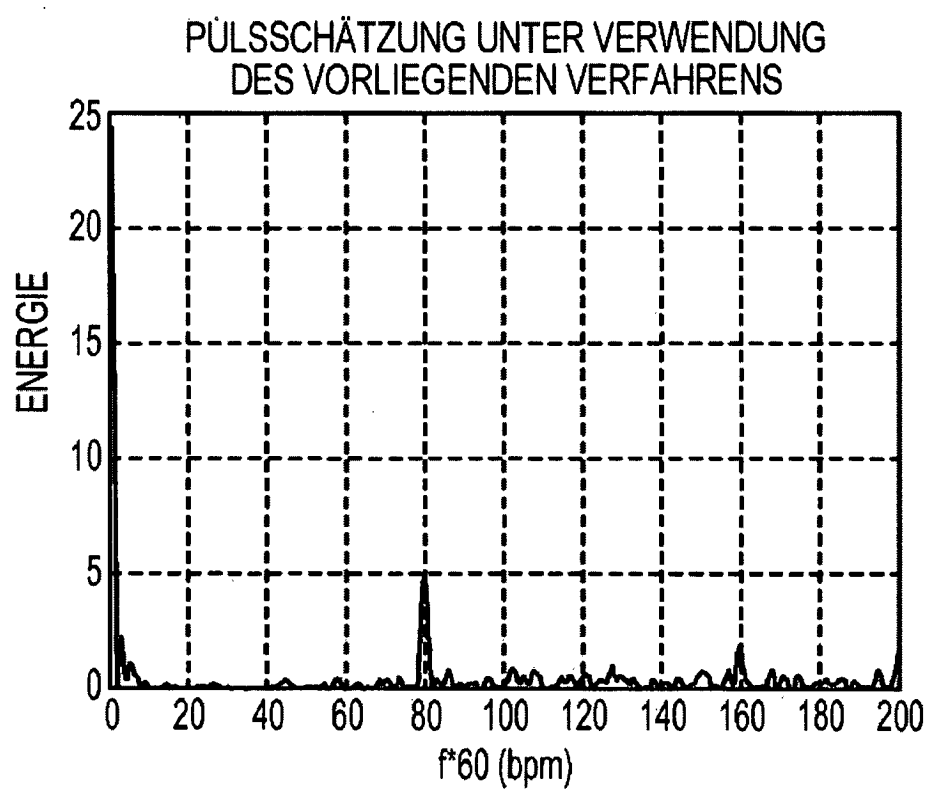


FIG. 6A

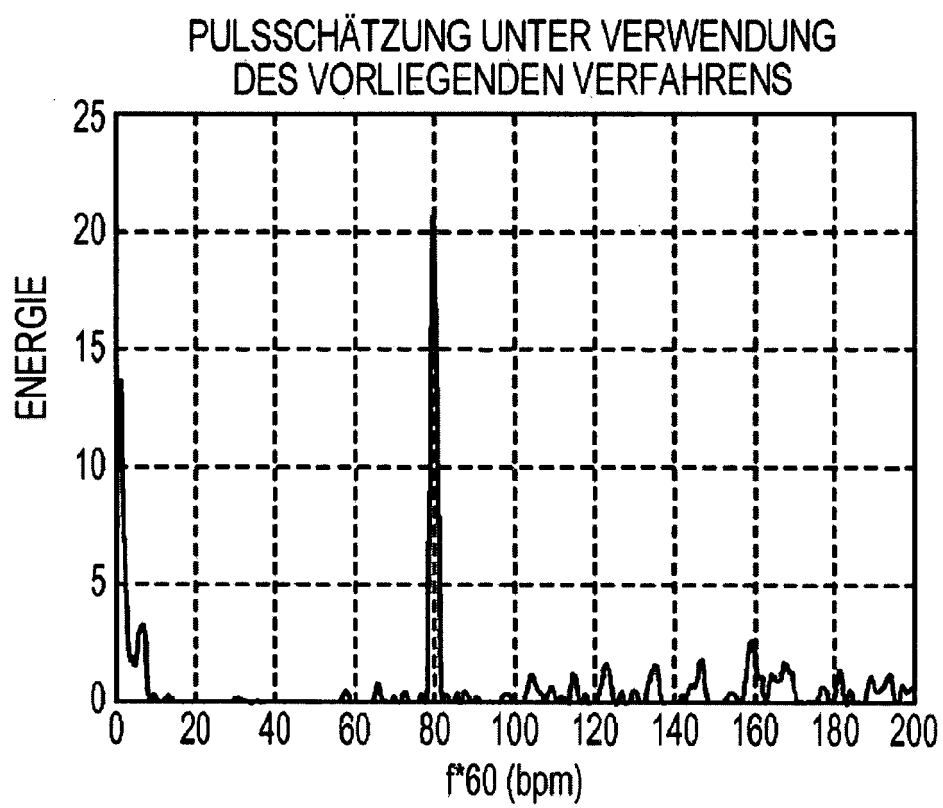


FIG. 6B

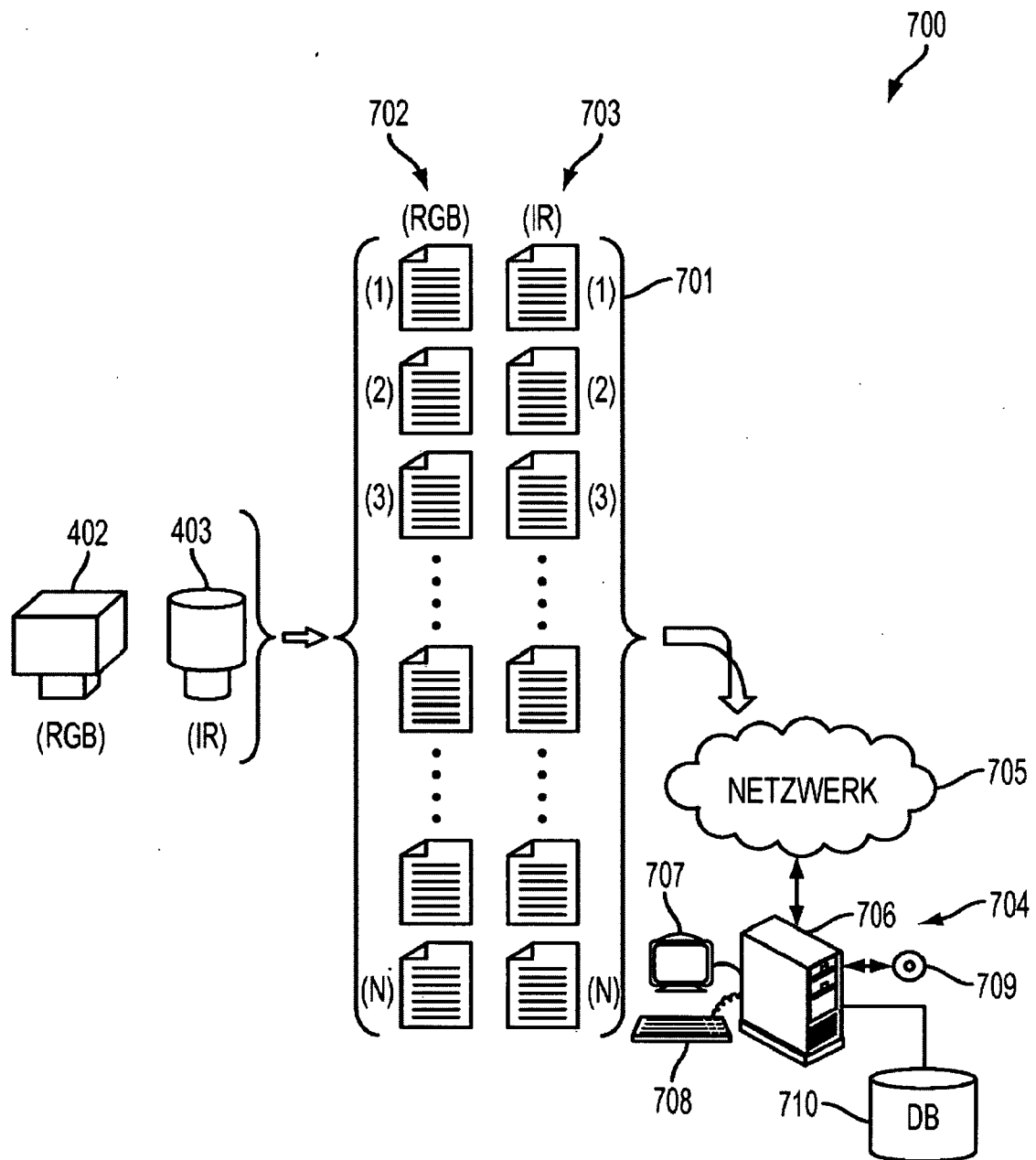


FIG. 7

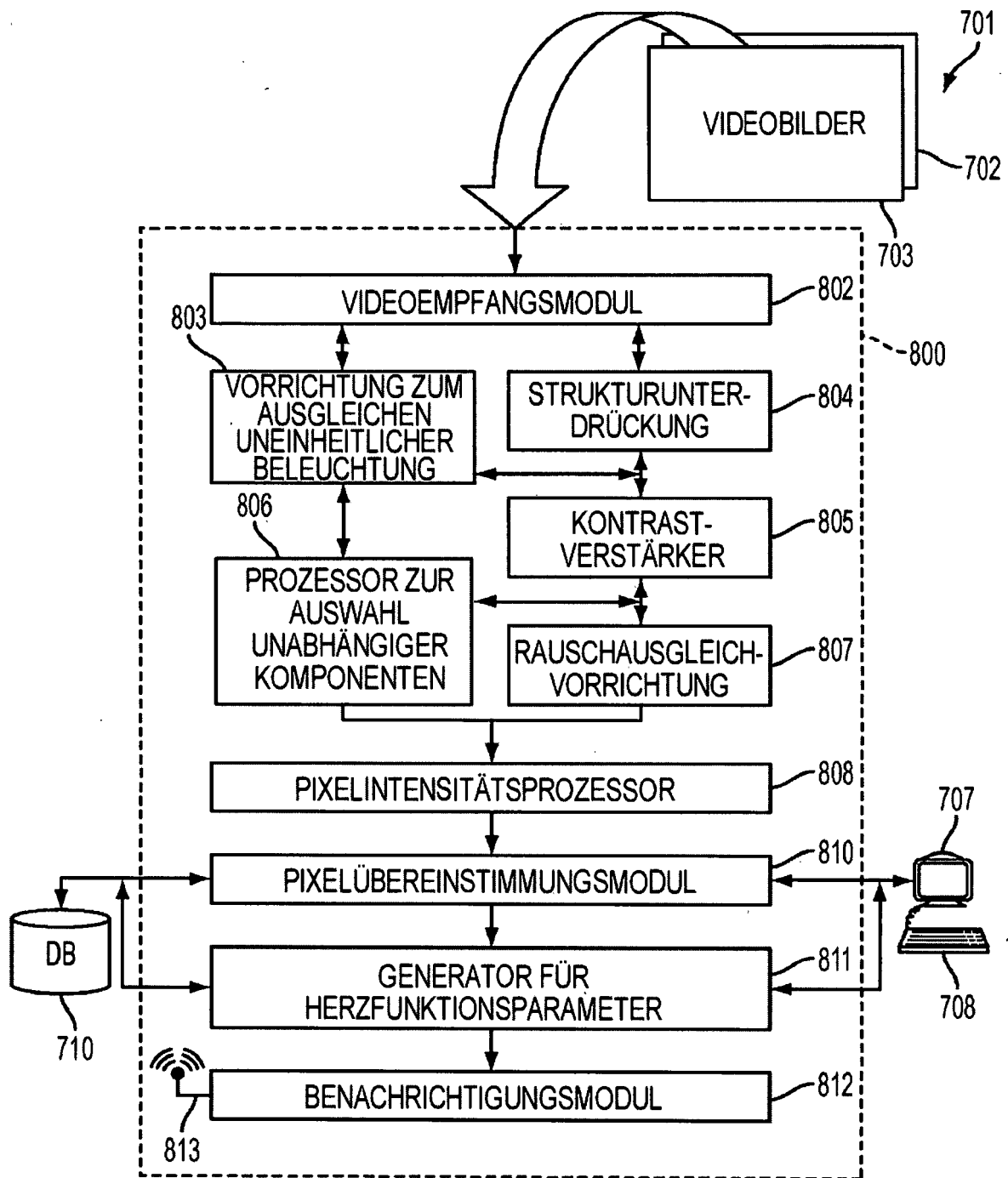


FIG. 8