



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 09 165 A1 2004.09.16

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 09 165.3

(22) Anmeldetag: 28.02.2003

(43) Offenlegungstag: 16.09.2004

(51) Int Cl.⁷: H04N 1/41

(71) Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

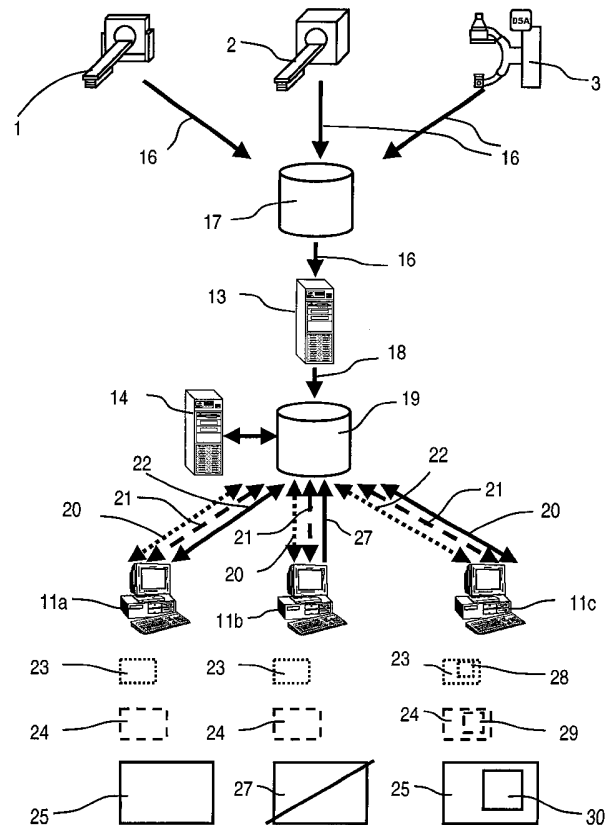
(72) Erfinder:

Goldstein, Markus, 97084 Würzburg, DE; Strobel, Norbert, Dr., 91083 Baiersdorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Medizinische Systemarchitektur zur interaktiven Übertragung und progressiven Darstellung von komprimierten Bilddaten**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine medizinische Systemarchitektur zur interaktiven Übertragung und progressiven Darstellung von komprimierten Bilddaten medizinischer Multikomponentenbilder mit wenigstens einer Modalität (1 bis 4) zur Erfassung von Untersuchungs-Bildern, mit den jeweiligen Modalitäten (1 bis 4) zugeordneten Rechnerarbeitsplätzen (5 bis 8) zur Verarbeitung der Untersuchungs-Bilder, mit einer Vorrichtung (9) zur Übertragung von den Untersuchungs-Bildern, mit einer Vorrichtung (10) zur Speicherung der Daten und Untersuchungs-Bilder und mit weiteren Benutzerarbeitsplätzen (11) zur Nachbearbeitung der Untersuchungs-Bilder, wobei eine Vorrichtung (13) die Bilddaten komprimiert, organisiert und in Pakete derart mit bestimmten Parametern speichert, dass ein Zugriff auf Einzelpakete möglich ist, und eine Vorrichtung (14, 19) die paketierten Bilddaten paketweise aufgrund einer Anforderung von einem Benutzerarbeitsplatz (11, 11a, 11b, 11c) derart dekomprimiert, dass Multikomponentenbilder mit progressiven Parametern erzeugt werden. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen medizinischen Systemarchitektur.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine medizinische Systemarchitektur zur Übertragung und Darstellung von Bilddaten medizinischer Multikomponentenbilder mit wenigstens einer Modalität zur Erfassung von Untersuchungs-Bildern, mit den jeweiligen Modalitäten zugeordneten Rechnerarbeitsplätzen zur Verarbeitung der Untersuchungs-Bilder, mit einer Vorrichtung zur Übertragung von den Untersuchungs-Bildern, mit einer Vorrichtung zur Speicherung der Daten und Untersuchungs-Bilder und mit weiteren Benutzerarbeitsplätzen zur Nachbearbeitung der Untersuchungs-Bilder sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen medizinischen Systemarchitektur. In diesen medizinischen Systemarchitekturen werden große Bilddatensätze übertragen und visualisiert, wobei oft nur eine vergleichsweise geringe Übertragungsbandbreite zur Verfügung steht.

[0002] Aus dem Buch "Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik", herausgegeben von H. Morneburg, 3. Auflage, 1995, Seiten 684ff sind medizinische Systemarchitekturen, sogenannte PACS (Picture Archival and Communication Systeme), bekannt, bei denen die durch Modalitäten erzeugten Bilder in einem Bildspeicher- und Bildarchivierungssystem abgelegt werden. Zum Abruf von Patienten- und Bilddaten sind Bildbetrachtungs- und Bildbearbeitungsplätze, sogenannte Workstations, über ein Bildkommunikationsnetz miteinander verbunden.

[0003] Bei den Bilddaten kann es sich um Einzelbilder, Bildserien oder Volumina handeln. Bei Einzelbildern, die derzeit nur langsam übertragen werden können, handelt es sich beispielsweise um Mammographiebilder. Eine Bildserie oder auch Multikomponentenbild umfasst u.a. einen Satz von Einzelbildern, sogenannte Bildkomponenten oder auch einfach nur Komponenten, die Bezug zueinander aufweisen. Weiterhin kann ein Multikomponentenbild neben den Bildern auch Nichtbildinformationen enthalten, z.B. EKG-Signale. Beispielsweise kann es sich dabei um CT-Schichten handeln, deren Lage sich entlang einer sog. z-Achse, die Richtung der Spiralbahn, festlegen lässt. Natürlich können Multikomponentenbilder nicht nur mit CT sondern auch mit anderen Modalitäten, beispielsweise mittels Magnetresonanzverfahren erzeugt werden. Selbst Volumina, wie sie bei 3D-Rotations Angiographie gewonnen werden, können als Multikomponentenbilder interpretiert werden, und auch Bildsequenzen, wie sie bei Herzuntersuchungen anfallen, gehören dazu. Im ersten Fall liegen die Daten nämlich in einem gemeinsamen räumlichen Koordinatensystem vor. Im zweiten Fall gibt es zwei Raum- und eine Zeitachse, die allen Einzelkomponenten gemeinsam sind.

[0004] Zur Steuerung einer interaktiven Übertragung komprimierter Multikomponentendaten können Parameter verwendet werden, die innerhalb bestimmter Intervalle frei einstellbar sind. Beispielsweise kann man so komprimierte Bilddaten übertragen,

mit denen sich nach Empfang und Dekomprimierung ein Bildteilbereich (ROI) in einer gewählten Auflösung mit geforderter Bildqualität ergibt. Bereits während der Datenübertragung ist eine Bildanzeige jedoch möglich, bei der beispielsweise ein Bild anfangs in einer niedrigen Auflösungsstufe mit geringer Qualität angezeigt wird. Sobald mehr Daten vorliegen, geht man dann zu höheren Auflösungen mit besserer Qualität über. Dieser Visualisierungsvorgang wird als progressive Bilddarstellung bezeichnet.

[0005] Derzeitige Bilddatenkompressionsverfahren wie JPEG-2000 oder Motion JPEG-2000 sind in der Lage, komprimierte Einzelbilddaten und Komponenten von Farbbildern paketorientiert zu repräsentieren. Man kann Farbbilder als spektrale Multikomponentenbilder verstehen, bei denen normalerweise alle Komponenten zusammen als Farbbild dargestellt werden. JPEG-2000 bietet die Möglichkeit, durch gezielte Übertragung von Paketen die Auflösung, den Ausschnitt und die Bildqualität von Einzel-(farb)bildern zu steuern. Das standardisierte JPEG-2000 (Part 1) bietet bereits wichtige Voraussetzungen zur Übertragung komprimierter Bilddaten und deren progressiven, mehrfach aufgelösten Darstellung. Mit JPEG-2000 lassen sich während der Bilddatenkompression Pakete generieren, deren komprimierter Bildateninhalt sich durch die vier Parameter Bildauflösung (A), Qualität (Q), Komponentenindex (K) sowie Position im Bild (ROI) beschreiben lässt. Auch ist JPEG-2000 in der Lage, diese Daten in einen sogenannten "Codestream" zu schreiben, der einen Zugriff auf einzelne Pakete zulässt. Allerdings sieht Part 1 Multikomponenten-Transformationen nur bei Farbbildern vor. Damit bietet dieser Teil des Standards keine Möglichkeit, Einzelkomponenten eines (medizinischen) Multikomponentenbildes mit variabler Schichtdicke zu generieren. Will man an JPEG-2000 festhalten, so könnte man jedoch mit Part 3 (Motion JPEG-2000) Komponenten mit variabler Schichtdicke generieren, indem man drei untereinander folgende Graukomponenten als Farbkomponenten eines Einzelbildes betrachtet und beispielsweise eine Reversible Coder Transformation (RCT) durchführt. Dabei erhält man eine "Durchschnittskomponente" und zwei Differenzkomponenten. Der JPEG-Standard ist beispielsweise von Skodras et al in "The JPEG 2000 Still Image Compression Standard", IEEE Signal Processing Magazine, Seiten 36 bis 58, September 2001, beschrieben.

[0006] Neben Part 1 sieht JPEG-2000 u.a. einen sog. Part 10 (JP3D) vor, dessen Standardisierungsprozess noch nicht abgeschlossen ist. Derzeit beschäftigt man sich damit, diesen Teil des JPEG-2000 Standards zu konkretisieren und eine Referenzimplementierung (sog. VM) zu erstellen. Ein wesentlicher Unterschied von JP3D zum herkömmlichen JPEG-2000 Ansatz dürfte sein, dass man bei JP3D eine 3-D Wavelettransformation zur Dekorrelation eines Volumens vorsieht, die rekursiv entlang aller drei Raumrichtungen erfolgen kann. Nach der Berech-

nung der Wavelettransformation, werden die Koeffizienten dann wahrscheinlich in sog. "code blocks" (eigentlich wohl "code cubes") unterteilt und kodiert.

[0007] Auch gibt es bereits Entwürfe für die interaktive Übertragung von Bilddaten, die mit JPEG-2000 komprimiert wurden. Mit dem in diesem Zusammenhang diskutierten JPIP (JPEG-2000 Internet Protokoll) ist eine interaktive Übertragung von Datenpaketen eines Bildes bereits möglich.

[0008] Allerdings weisen die bisherigen Varianten von JPIP einige Mängel auf. So stellt JPIP nur einen unvollständigen Satz an Metadaten zur Verfügung. Dadurch ist der Client beispielsweise nicht in der Lage festzustellen, welchen Status ein bestimmtes erhaltenes Paket aufweist, da der bei JPIP verwendete sog. "Unique Data Bin Identifier" keine derartigen Informationen vorsieht. Dies kann mit JPIP u.U. dazu führen, dass einzelne Komponenten eines großen Multikomponentenbildes mit einer anderen Qualität angezeigt werden als der Rest. Dieses Problem tritt vorzugsweise bei großen Schichtbilddatensätzen und langsamen Datenraten auf, bei denen es vergleichsweise lange dauern kann, bis man konsistente Daten für alle Schichtbilder erhalten hat. Auch nimmt das Berechnen und Rendern großer Multikomponentenbilder eine nicht unerhebliche Zeit in Anspruch. Deswegen ist man bestrebt, Bilder nur zu ausgesuchten Zeitpunkten einheitlich darzustellen, um Visualisierungsschwierigkeiten zu vermeiden.

[0009] Aus dem Artikel der Firma Merge Technologies Inc. "Image Channel™ White Paper," vom 22.04.02 ist ein Übertragungssystem bekannt, mit dem Bilder z.B. einer Studie in einer bestimmten Auflösung mit progressiver Qualität von einem Server an einen Client übertragen werden können, sofern die Bilder im JPEG-2000 Format vorliegen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, anhand eines niedrig aufgelösten Vollbildes ROIs auszuwählen. Auf diesem Weg lassen sich entsprechende Daten komprimiert anfordern, die sich dann (nach Empfang und Dekompression) in der höchsten Auflösung darstellen lassen. Dabei geht Merge als Hersteller von PACS-Software davon aus, dass die Bilder im DICOM-Format vorliegen. In DICOM sind derzeit aber erst JPEG-2000 Einzelbilder vorgesehen. Multikomponenten-Bilder mit mehreren Einzelschichten, die im JPEG-2000 Format vorliegen, sind derzeit noch nicht DICOM-kompatibel.

[0010] Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, eine medizinische Systemarchitektur der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren derart auszubilden, dass alle erhaltenen Pakete der Bilddaten getrennt abspeicherbar und somit später einzeln weiterverarbeitet werden können, wobei Steuersignale für die Visualisierung vorgesehen sind.

[0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß für eine Vorrichtung dadurch gelöst, dass eine Vorrichtung die Bilddaten komprimiert, organisiert und in Pakete derart mit bestimmten Parametern speichert, dass ein Zugriff auf Einzelpakete möglich ist, und eine Vor-

richtung die paketierte Bilddaten paketweise aufgrund einer Anforderung von einem Benutzerarbeitsplatz derart dekomprimiert, dass Multikomponentenbilder wie Bildserien oder Volumina mit progressiven Parametern erzeugt werden.

[0012] In vorteilhafter Weise geben die Parameter die Auflösungsstufen, die Qualitätsstufen, den interessierenden Bereich (ROI), die Schichtdicke und/oder den Komponentenindex an, aufgrund derer Multikomponentenbilder mit progressiver Auflösung, progressiven Qualitätsstufen, konsistenter ROI-Funktionalität, und/oder variabler Schichtdicke erzeugt werden.

[0013] Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dem Client Empfehlungen mitzuteilen, die ihm helfen könnten, gezielt Aktionen einzuleiten, wenn von der Vorrichtung Zusatzinformationen und Aufforderungen an den Benutzerarbeitsplatz (Client) übermittelt werden. Dadurch können die Bilddaten gerendert (dekomprimiert und angezeigt) oder empfangene Daten in einem konsistenten Zustand zwischengespeichert werden.

[0014] Erfindungsgemäß kann die Vorrichtung derart ausgebildet sein, dass die gesamte zu übermittelnde Datenmenge bei den aktuellen Parametereinstellungen und/oder die gesamte Bilddateigröße in komprimiertem Zustand an den Benutzerarbeitsplatz vorab übermittelt wird.

[0015] Eine Darstellung von Fortschrittsbalken am Client lässt sich steuern, wenn die Vorrichtung derart ausgebildet ist, dass die Informationen an den Benutzerarbeitsplatz vorab übermittelt werden, welche Pakete mit welchen Parametern bereits gesendet wurden.

[0016] In vorteilhafter Weise kann nach Abschluss der Übertragung eines konsistenten Datensatzes die Vorrichtung eine Einzelmitteilung (Message) an den Benutzerarbeitsplatz übermitteln.

[0017] Erfindungsgemäß kann die Einzelmitteilung eine Rendereaufforderung oder eine Speicherempfehlung sein.

[0018] Sicherheitsaspekte lassen sich berücksichtigen, wenn einem Benutzer eines Benutzerarbeitsplatzes Benutzerrechte zugeordnet sind, aufgrund derer die Vorrichtung die Bildzugriffe im Hinblick auf bestimmte Parameter eingeschränkt.

[0019] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein Verfahren durch folgende Schritte gelöst:

- a) Erzeugung von Rohdaten mittels einer Modalität erstellter medizinischer Multikomponentenbilder,
- b) Erzeugung komprimierter Daten aus den Rohdaten,
- c) Organisierung und Speicherung der komprimierten Bilddaten in Pakete, so dass ein Zugriff auf Einzelpakete möglich ist,
- d) Übertragung der komprimierten Bilddaten von Meta-Daten und von Aktions-Empfehlungen,
- e) Dekompression der komprimierten Bilddaten zu Multikomponentenbilder mit progressiven Wie-

dergabe-Parametern.

[0020] Fortschrittsbalken können dargestellt werden, wenn Anfragen über Bilddaten bestimmter Parameterwerte erfolgen.

[0021] Eine Einschränkung des Zugriffs der unterschiedlichen Benutzer auf die Bilddaten kann erreicht werden, wenn eine Überprüfung von Benutzerrechten im Hinblick auf die Parameter erfolgt.

[0022] Erfindungsgemäß kann eine Übermittlung von Zusatzinformationen und Aufforderungen an den Benutzerarbeitsplatz erfolgen.

[0023] In vorteilhafter Weise können die progressiven Wiedergabe-Parameter progressive Auflösung, progressive Qualitätsstufen, konsistente ROI-Funktionalität und/oder variable Schichtdicke sein.

[0024] Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0025] **Fig. 1** ein Beispiel einer Systemarchitektur einer Radiologieabteilung,

[0026] **Fig. 2** Systemarchitektur und Beispielkommunikation mit drei Clients,

[0027] **Fig. 3** ein erstes Beispiel für einen Dialog zwischen Server und Client und

[0028] **Fig. 4** ein zweites Beispiel für einen Dialog zwischen Server und Client.

[0029] In der **Fig. 1** ist beispielhaft die Systemarchitektur eines Krankenhausnetzes dargestellt, wie man es in der Radiologie antreffen könnte. Zur Erfassung medizinischer Bilder dienen die Modalitäten **1** bis **4**, die als bilderzeugende Systeme beispielsweise eine CT-Einheit **1** für Computertomographie, eine MR-Einheit **2** für Magnetische Resonanz, eine DSA-Einheit **3** für digitale Subtraktionsangiographie und eine Röntgeneinheit **4** für die digitale Radiographie **4** aufweisen kann. An diese Modalitäten **1** bis **4** sind Bedienerkonsolen **5** bis **8** der Modalitäten oder Workstations als Rechnerarbeitsplätze angeschlossen, mit denen die erfassten medizinischen Bilder verarbeitet und lokal abgespeichert werden können. Auch lassen sich zu den Bildern gehörende Patientendaten eingeben.

[0030] Die Bedienerkonsolen **5** bis **8** sind mit einem Kommunikationsnetz **9** als LAN/WAN Backbone zur Verteilung der erzeugten Bilder und Kommunikation verbunden. So können beispielsweise die in den Modalitäten **1** bis **4** erzeugten Bilder und die in den Bedienerkonsolen **5** bis **8** weiter verarbeiteten Bilder in zentralen Bildspeicher- und Bildarchivierungssystemen **10** abgespeichert oder an andere Workstations weitergeleitet werden.

[0031] An dem Kommunikationsnetz **9** sind weitere Viewing-Workstations **11** als Befundungskonsolen oder Rechnerarbeitsplätze angeschlossen, die lokale Bildspeicher aufweisen. Eine derartige Viewing-Workstation **11** ist beispielsweise ein sehr schneller Kleincomputer auf der Basis eines oder mehrerer schneller Prozessoren. In den Viewing-Workstations **11** können die erfassten und im Bildarchivierungssystem

10 abgelegten Bilder nachträglich zur Befundung abgerufen und in dem lokalen Bildspeicher abgelegt werden, von dem sie unmittelbar der an der Viewing-Workstation **11** arbeitenden Befundungsperson zur Verfügung stehen können.

[0032] Weiterhin sind an dem Kommunikationsnetz **9** Server **12**, beispielsweise Patientendaten-Server (PDS), Fileserver, Programm-Server und/oder EPR-Server angeschlossen. An dem Kommunikationsnetz **9** sind neben diesen üblichen Servern **12** ein Daten-Server **13** sowie ein Bild-Server **14** angeschlossen.

[0033] Der Bild- und Datenaustausch über das Kommunikationsnetz **9** erfolgt dabei nach dem DICOM-Standard, einem Industriestandard zur Übertragung von Bildern und weiteren medizinischen Informationen zwischen Computern, damit eine digitale Kommunikation zwischen Diagnose- und Therapiegeräten unterschiedlicher Hersteller möglich ist. An dem Kommunikationsnetz **9** kann ein Netzwerk-Interface **15** angeschlossen sein, über das das interne Kommunikationsnetz **9** mit einem globalen Daten-netz, beispielsweise dem World Wide Web verbunden ist, so dass die standardisierten Daten mit unterschiedlichen Netzwerken weltweit ausgetauscht werden können. So können beispielsweise auch Benutzer in Arztpraxen auf die Bilder zugreifen.

[0034] In der **Fig. 2** ist der Datenfluss von den bildgebenden Modalitäten **1** bis **3** bis zu Benutzern **11a** bis **11c** an den Workstations **11** schematisch dargestellt. Anstelle der Workstations **11** können auch Rechner in Arztpraxen Verwendung finden.

[0035] Dabei ist folgende Situation dargestellt, dass der Benutzer **11a** ein komplettes Bild anfordert und dies auch erhält. Der Benutzer **11b** fordert ebenso das gesamte Bild an, bekommt aber aufgrund von Zugriffsrechten die höchste Auflösung nicht geliefert. Der Benutzer **11c** fordert von einem Bild nur einen Teilausschnitt (ROI) an.

[0036] Von den bildgebenden Modalitäten **1** bis **3** werden die Rohdaten **16**, wie durch Pfeile dargestellt, in eine Datenbank **17** eingelesen und abgespeichert. Mittels des Daten-Servers **13** werden die in der Datenbank **17** gespeicherten Rohdaten **16** zu komprimierten und paketierte Bilddaten **18**, beispielsweise JPEG-2000 Code-Streams, gewandelt, die in einer zweiten Datenbank **19** abgespeichert werden. An dieser Datenbank **19** ist der Bild-Server **14** angeschlossen.

[0037] Aus dieser zweiten Datenbank **19** können die Benutzer über die Workstations **11** die Datenpakete abrufen, wobei jedem Benutzer unterschiedliche Autoritäten und Zugriffsrechte zugeordnet sein können. So kann beispielsweise der Benutzer **11a** Bilder mit kleiner, mittlerer oder großer Auflösung aus der Datenbank **19** abrufen, wie dies durch die verschieden gestrichelten Pfeile **20** bis **22** und die entsprechenden, die Bilder **23** bis **25** symbolisierenden Rechtecke gezeigt wird. Der Benutzer **11b** kann zwar die Bilder **23** und **24** mit niedriger und mittlerer Auflösung

sowohl abrufen als auch einspeichern, zu Bildern **27** mit der höchsten Auflösung ist ihm jedoch der Zugriff verwehrt, wie dies durch den Pfeil **27** und das durchgestrichene Rechteck symbolisiert wird. Der Pfeil **27** zeigt jedoch auch, dass der Benutzer **11b** Bilder mit hoher Auflösung abspeichern kann.

[0038] Dem Benutzer **11c** sind die gleichen Zugriffsrechte wie dem Benutzer **11a** zugeordnet und zusätzlich der Zugriff auf die interessierenden Bereiche (ROIs) **28** bis **30** in den Bildern **23** bis **25** mit unterschiedlicher Auflösung zugelassen. Dies wird wiederum durch die Doppelpfeile **20** bis **22** und die entsprechend markierten Bilder **23** bis **25** mit den ROIs **28** bis **30** symbolisiert.

[0039] Aufgrund der Zugriffsrechte und von den jeweiligen Benutzern **11a** bis **11c** angegebenen Parametern, die noch nachfolgend näher erläutert werden, werden die Datenpakete aus der Datenbank **19** den Benutzern **11a** bis **11c** zugeführt, wobei der Benutzer **11a** bis **11c** (Client) oder der Bild-Server **14** eine Auswahl der Datenpakete aufgrund der Parameter vornimmt. Beim Benutzer **11a** bis **11c** erfolgt dann eine Dekomprimierung der Datenpakete und auf ein Signal des Bild-Servers **14** hin eine Visualisierung der bisher übertragenen Bilddaten, so dass sich das Bild aufbaut.

[0040] In der **Fig. 3** ist schematisch der Dialog zwischen dem Bild-Server **14** und dem Benutzer **11a**, eine Server Client Kommunikation, mit zwei verschiedenen Anforderungen des Clients an den Server wiedergegeben.

[0041] Die dargestellten Monitorbilder auf der rechten Seite des Benutzers **11a** sind das Ergebnis einzelner, progressiver Rendervorgänge zu verschiedenen Zeitpunkten am Client (Benutzer **11a**). Auf der Clientseite sind ebenfalls den Monitorbildern zugeordnete Fortschrittsbalken zu sehen. Sie zeigen eine mögliche graphische Darstellungsweise für die übertragenen Qualitätsstufen, mit denen die einzelnen Komponenten am Client dargestellt (gerendert) werden.

[0042] Als Beispiel sind in der Datenbank **19** Bilddaten von fünf Komponenten ($K = 5$) enthalten, die mit einer Auflösungsstufe ($A = 1$) und zwei Qualitätsstufen ($Q = 2$) betrachtet werden können. Diese Bilddaten können beispielsweise zu fünf verschiedenen Schichten einer CT-Untersuchung gehören.

[0043] Zuerst meldet sich der Benutzer **11a** beim Bild-Server **14** an und übermittelt die Authentifizierung **31** mit Benutzername und Passwort. Dann schickt der Benutzer **11a** eine Anforderung **32**, mit der er aus den in der Datenbank **19** enthaltenen Bilddaten die Komponenten eins und drei ($K = 1, 3$) mit einer Qualitätsstufe zwei und der Auflösungsstufe eins anfordert.

[0044] Nun übermittelt der Bild-Server **14** die Daten **33** für die erste Komponente ($K = 1, Q = 1, A = 1$) in einer ersten, niedrigen Qualitätsstufe an den Benutzer **11a**. Anschließend werden die Daten **34** für die zweite Komponente ($K = 3, Q = 1, A = 1$) mit der ers-

ten Qualitätsstufe übermittelt. Jetzt sendet der Bild-Server **14** eine Renderempfehlung **35** für die Komponenten eins und drei, so dass der Benutzer **11a** nunmehr mit der Visualisierung der Daten beginnen kann, wie dies auf den Monitorbildern **36** geringerer Qualitätsstufe mit den zugehörigen Verlaufs- oder Fortschrittsbalken **37** zu sehen ist. Da die Bilder erst mit einer geringen Qualität, jedoch auch mit einer geringen Datenmenge übertragen worden sind, sind die Monitorbilder **36** noch unscharf. Anschließend werden die restlichen Daten **38** für die Komponente eins mit einer Qualitätsstufe zwei übertragen, worauf nachfolgend die Renderempfehlung **39** vom Server für diese erste Komponente übermittelt wird. Nun wird ein Monitorbild **40** mit hoher Qualität aufgebaut und der Fortschrittsbalken **41** signalisiert, dass das Monitorbild **40** für die Komponente eins vollständig geladen ist. Das daneben liegende Monitorbild **36** für die Komponente drei mit seinem Fortschrittsbalken **37** zeigt jedoch, dass hier erst die Hälfte der Daten übertragen wurde.

[0045] Anschließend werden nun die Daten **42** für die Komponente drei mit hoher Qualität übertragen und die Renderempfehlung **43** gegeben. Dadurch baut sich auch das zweite Monitorbild **40** in voller Qualität auf und der Fortschrittsbalken **41** zeigt, dass der Aufbau vollendet ist. Abschließend schickt der Bild-Server **14** ein Informationssignal **44** zum Ende der Datenübertragung.

[0046] In einem weiteren Schritt **45** fordert der Benutzer **11a** noch die Komponente zwei mit einer Qualitätsstufe eins ($K = 2, Q = 1, A = 1$) an. Die Daten **46** für diese Komponente werden vom Bild-Server **14** an den Benutzer **11a** übertragen, anschließend die Renderempfehlung **47** sowie die Information **48** über das Ende der Übertragung übermittelt.

[0047] In der **Fig. 4** ist schematisch ein weiterer Dialog zwischen dem Bild-Server **14** und dem Benutzer **11b** wiedergegeben. In dieser Kommunikation fordert der Client eine Auflösung an, die ihm vom Server aus aufgrund der definierten Benutzerrechte nicht genehmigt wird.

[0048] Die Fortschrittsbalken **57, 58, 62** und **67** auf der rechten Seite des Benutzers **11b** stellen die empfangene Datenmenge relativ im Verhältnis zur Gesamtbilddatenmenge graphisch dar. Die den Monitorbildern zugeordneten Fortschrittsbalken **56, 61** und **66** zeigen Qualitäts- oder Auflösungsstufen an.

[0049] Als Beispiel werden in der Datenbank **19** enthaltene Bilddaten mit einer Komponente ($K = 1$), drei Auflösungsstufen ($A = 3$) und zwei Qualitätsstufen ($Q = 2$) betrachtet.

[0050] Zuerst meldet sich der Benutzer **11b** beim Bild-Server **14** mit seiner Authentifizierung **49** mit Benutzername und Passwort an. Dann schickt der Benutzer **11b** eine Anforderung **50**, mit der er aus den in der Datenbank **19** enthaltenen Bilddaten die Komponenten ($K = 1$) mit einer Qualitätsstufe zwei ($Q = 2$) und der Auflösungsstufe drei ($A = 3$) anfordert.

[0051] Da, wie bereits zu **Fig. 2** erläutert wurde, der

Benutzer **11b** keine Zugriffsrechte auf die höchste Auflösungsstufe drei hat, erzeugt der Bild-Server **14** eine Fehlermeldung **51**, in der er dem Benutzer **11b** mitteilt, dass die Auflösungsstufe drei nicht erlaubt ist.

[0052] Daraufhin schickt der Benutzer **11b** eine neue Anforderung **52** an den Bild-Server **14**, mit der er aus den in der Datenbank **19** enthaltenen Bilddaten die Komponenten ($K = 1$) mit einer Qualitätsstufe zwei ($Q = 2$) und der für ihn maximal möglichen Auflösungsstufe zwei ($A = 2$) anfordert.

[0053] Nun übermittelt der Bild-Server **14** die Daten **53** für die Komponente ($K = 1$, $Q = 1$, $A = 1$) in einer ersten Qualitätsstufe und einer ersten Auflösungsstufe an den Benutzer **11b**. Anschließend sendet der Bild-Server **14** eine Renderempfehlung **54** für die Komponente eins, so dass der Client-Rechner des Benutzers **11b** nunmehr mit der Visualisierung der Daten beginnen kann, wie dies auf dem Monitorbild **55** geringer Qualitätsstufe und niedriger Auflösung mit den zugehörigen Fortschrittsbalken **56** zu sehen ist. Der Fortschrittsbalken **56** zeigt dabei den Fortschritt des Verlaufs der Datenübertragung im Hinblick auf die angeforderte Datenmenge. Ein weiterer vorgesehener Fortschrittsbalken **57** zeigt den Fortschritt des Verlaufs der Datenübertragung im Hinblick auf die gesamte Datenmenge, so dass der Benutzer **11b** erkennen kann, wie viele Daten und damit wie viel Zeit er noch brauchen würde, wenn er alle gespeicherten Daten abrufen würde. Bis zur ersten Datenübertragung **53** ist der Fortschrittsbalken **57** leer. Danach zeigt der Fortschrittsbalken **58** an, dass eine erste kleine Teilmenge übertragen wurde.

[0054] Anschließend werden die Daten **59** für die Komponente ($K = 1$, $Q = 2$, $A = 1$) mit einer zweiten Qualitätsstufe übermittelt. Jetzt sendet der Bild-Server **14** eine Renderempfehlung **60** für die Komponente eins, so dass das Monitorbild **61** mit hoher Qualitätsstufe und niedriger Auflösung mit dem zugehörigen Fortschrittsbalken **62** und **63** zu sehen ist.

[0055] Abschließend werden die restlichen Daten **64** für die Komponente eins mit einer Qualitätsstufe zwei und mittlerer Auflösung übertragen, worauf nachfolgend die Renderempfehlung **65** vom Bild-Server **14** übermittelt wird. Nun wird ein Monitorbild **66** mit hoher Qualität und mittlerer Auflösungsstufe aufgebaut und der Fortschrittsbalken **67** signalisiert, dass das Monitorbild **66** für die Komponente eins vollständig geladen ist. Der daneben liegende Fortschrittsbalken **68** zeigt jedoch, dass nur etwa zwei Drittel der gesamten verfügbaren Datenmenge übertragen wurde.

[0056] Zum Abschluß schickt der Bild-Server **14** ein Informationssignal **69** zum Ende der Datenübertragung.

[0057] Zum Senden bzw. Laden großer Bilddatensätze von beispielsweise Multikomponentenbildern über das Kommunikationsnetz **9** werden die Bilddaten erst komprimiert gespeichert und dann komprimiert übertragen. Dabei ist es erfindungswesentlich,

dass die komprimierten Daten derart organisiert werden, dass sie bereits während der Übertragung der vollständigen Daten unmittelbar nach Empfang einzelner Datenpakete dekomprimiert und angezeigt werden können und zwar auch dann, wenn noch nicht alle komprimierten Daten beim Empfänger vorhanden sind.

[0058] Bei diesen medizinischen Multikomponentenbildern kann jede ("graue") Einzelkomponente von Interesse sein. Deshalb wird JPEG-2000 so erweitert, dass man mit den dann entstandenen Paketen sowohl einzelne Schichtbilder als auch den gesamten Datensatz progressiv abrufen kann. Im ersten Fall lassen sich individuelle Einzelschichten nacheinander zum Beispiel progressiv in verschiedenen Auflösungsstufen und/oder mit variabler Qualität anzeigen. Es ist aber auch möglich, Pakete so abzurufen, dass immer alle Komponenten eines Multikomponentenbildes mit einheitlichen Eigenschaften vorliegen. So kann ein Multikomponentenbild in einer bestimmten Auflösungsstufe erst in einer einheitlich niedrigen Qualität angezeigt werden, nachdem die empfangenen Daten dekomprimiert wurden. Im nächsten Schritt können dann weitere Pakete angefordert werden, mit denen alle Einzelkomponenten gemeinsam auf die nächste Qualitätsstufe gebracht werden. Solch ein Vorgehen bietet sich beispielsweise für einen "Movie-Mode" an, bei dem die Einzelkomponenten schichtweise durchlaufen werden. Schließlich lässt sich die Auflösungsstufe aller Komponenten durch weiteren Datentransfer einheitlich erhöhen. Man kann also bei geeigneter Datenkompression und -organisation von Multikomponentenbildern Paketreihenfolgen derart übertragen, dass sich sowohl Einzelschichtbilder als auch Multikomponentenbilder progressiv darstellen lassen.

[0059] Insbesondere eine paketorientierte Organisation der komprimierten Bilddaten, bei denen Einzelpakete mit definierten Auflösungs- und Qualitätsstufen assoziiert sind, erlaubt es, Einzelbilder, Komponenten einer Bildserie oder Volumina, bzw. ROIs davon, beispielsweise mit zunehmender Ortsauflösung und Qualität darzustellen. Dabei wird in diesem Zusammenhang Bildqualität als ein Fehlermaß verstanden, das die Abweichung zwischen Originalbild und angezeigtem Bild nach Empfang eines Teils der vorhandenen Daten angibt. Bei einer hohen Bildqualität ist der Fehler gering und je mehr Einschränkungen man bei der Bildqualität in Kauf nimmt, desto größer wird die Abweichung vom Originalbild. Desto stärker lässt sich jedoch die zu übertragende Datenmenge reduzieren.

[0060] Multikomponentenbilder können auf unterschiedliche Art und Weise visualisiert werden, z.B. als Einzelschichten, mittels MPR (Multiplanar Reformations), MIP (Maximum Intensity Projection) oder unter Verwendung von VR (Volume Rendering). Auch hier ist eine progressive Vorgehensweise möglich, sofern die Daten bei der Kompression entsprechend generiert und formatiert/organisiert wurden.

[0061] Außerdem setzt die Erfindung eine Client-Server Systemarchitektur voraus, die auf sog. Sessions beruht. Dabei wird die Datenübertragung und Bilddarstellung vom Client oder Benutzer aus initiiert, woraufhin er beispielsweise vom Server eine Identifikationsnummer (ID) zugewiesen bekommt. Für alle weiteren interaktiven Clientanfragen wird dann die gleiche ID verwendet. Auch kann der Server so ein Datenmodell des Clients lokal im Speicher halten, anhand dessen er die Datenübertragung und -darstellung optimieren kann. Um eine gewünschte Bilddarstellung zu erreichen, kann der Benutzer jedoch stets unabhängig vom Server die Einstellungen der Übertragungsparameter verändern, womit sich eine echte Zwei-Wege Kommunikation ergibt. Der Server ist allerdings dazu berechtigt, Parameter die vom Client spezifiziert werden, zu ändern, falls diese nicht mit dem Bild in Einklang zu bringen sind.

[0062] Die vom Server empfangenen Pakete mit den komprimierten Bilddaten hält der Client auch getrennt in dieser Form im Speicher. Zusammen mit vorhandenen Bildinformationen bietet dies dem Client die Möglichkeit, evtl. nur einen Ausschnitt aus der übertragenen Datenmenge später getrennt abzuspeichern oder für weitere Anfragen erneut zu verwenden.

[0063] Bei geeigneter Benutzerführung erlaubt die Erfindung, gezielt nur solche Daten in komprimierter Form zu übertragen, zu dekomprimieren und anzuzeigen, die ein Benutzer für relevant hält. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Vollbild in niedrigerer Ortsauflösung handeln oder um einen Bildausschnitt des Vollbildes in höchster Ortsauflösung. In jedem Fall kann die Darstellung der Bilddaten progressiv erfolgen, d.h., die Bilddarstellung ändert sich mit der Menge an empfangenen Daten und verbessert sich damit.

[0064] Durch die erfindungsgemäße Anwendung einer Datenkompression auf medizinische Multikomponentenbilder wie beispielsweise CT- oder MR-Schichtbilder, wobei die komprimierten Bilddaten organisiert und in Pakete speichert, ist ein Zugriff auf Einzelpakte möglich. Abhängig davon, wie ausgewählte Pakete übertragen werden, können nach deren Dekompression Multikomponentenbilder, beispielsweise Bildserien oder Volumina, mit progressiver Auflösung, progressiven Qualitätsstufen, konsistenter ROI-Funktionalität und/oder variabler Schichtdicke erzeugt werden. Dabei dient die Idee einer progressiven Schichtdicke dazu, in jeder Auflösungsstufe Voxel zu erhalten, die in allen Dimensionen die möglichst gleichen Abmessungen aufweisen (isotrope Voxel). Natürlich ist auch der direkte Zugriff auf unterschiedliche Einzelkomponenten möglich.

[0065] Bei der sessionorientierten Client-Server Systemarchitektur zur paketorientierten, interaktiven Anforderung und Übertragung komprimierter medizinischer Bilddaten wie Bilder, Bildserien und Volumina werden Client-Anfragen über bestimmte Parameterwerte an einen Server mitgeteilt. Dieses System

zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass der Server während der Datenübertragung bisher in JPIP noch nicht berücksichtigte Zusatzinformationen und Aufforderungen an den Client mitteilt. Die Bereitstellung von Zusatzinformationen und von Aufforderungen vom Server an einen Client dient zur Benutzerführung und dazu, am Client bestimmte Aktionen wie beispielsweise das Rendern einer Bildserie in einer bestimmten Auflösung mit einer bestimmten Qualität gezielt anzuregen. Insbesondere sind folgende Informationen wichtig:

- a. Gesamtdatenmenge des Bildes bzw. die zu erwartende Datenmenge des Bildausschnitts bei den aktuellen Parametereinstellungen,
- b. laufende Auskünfte an den Client darüber, welche Pakete mit welchen Parametern bereits gesendet wurden wie Auflösungsstufen, Qualitätsstufen, ROI, Schichtdicke und/oder Komponentenindex, um z.B. die Darstellung von Fortschrittsbalken am Client zu steuern und/oder
- c. vom Server abgesetzte Einzelmitteilungen (Messages) an den Client, beispielsweise Rendereaufforderungen oder Speicherempfehlungen, sobald ein konsistenter Datensatz fertig übertragen wurde.

[0066] Durch die erfindungsgemäße serverseitige Sicherheitsverwahrung der Bilddaten können anhand von vorgegebenen Benutzerrechten die Bildzugriffe eingeschränkt werden. Abhängig von Benutzerrechten dürfen komprimierte Bilddaten nur mit bestimmten Parametern angefordert werden. Damit kann man beispielsweise für Benutzer mit geringen Rechten die Bildauflösung, die Bildqualität und den Bildausschnitt beschränken. Bei Bildserien kann man darüber hinaus den Zugriff auf gewisse Einzelbilder sperren. Derartige Benutzerrechte lassen sich beispielsweise am Server über ein System erschließen, das Benutzer mittels Login und Passwort identifiziert.

[0067] Wird ein geeignetes Kompressionsverfahren, beispielsweise ein Wavelet-Kompressionsverfahren, nicht nur auf einzelne Komponenten eines Multikomponentenbildes angewendet, sondern werden in diesem Zusammenhang auch aufeinanderfolgende Komponenten geschickt dekorreliert und kombiniert, dann werden sog. "Durchschnittskomponenten" und "Differenzkomponenten" erhalten. Die Durchschnittskomponenten können als ein neues Multikomponentenbild aufgefasst werden, bei dem weniger Komponenten mit entsprechend vergrößerter Schichtdicke vorliegen. Der Vorteil einer variablen Schichtdicke ist es, bei der progressiven Übertragung und Visualisierung von Multikomponentenbildern in jeder Auflösungsstufe eine zumindest annähernd isotrope Voxelgröße erreichen zu können.

[0068] Ist die Gesamtdatenmenge des Bildes bzw. die Gesamtdatenmenge der zu erwartenden Daten für einen gewählten Bildausschnitt abhängig von aktuell spezifizierten Parametern bekannt, dann kann bei Überwachung der bereits empfangenen Daten-

menge am Client festgestellt werden, wie viele Daten bereits relativ zur jeweiligen Gesamtdatenmenge übertragen wurden bzw. welcher Anteil noch zu erwarten ist. Damit lassen sich die Fortschrittsbalken **37**, **56** und **57** ect., sogenannte "Progress Bars" steuern, die dem Benutzer mitteilen, wie die Datenübertragung oder die Qualität der empfangenen Bilder fortschreitet. Bei sehr langsamen Übertragungskanälen dient diese Information dazu, dass ein Benutzer beispielsweise die Übertragung eines Gesamtbildes in höchster Auflösung beenden kann und alternativ nur einen Ausschnitt davon anfordert.

[0069] Die Eigenschaften des komprimierten Multi-Komponentenbildes, die Komponentenzahl, Auflösungsstufen, Anzahl an Qualitätsstufen und ggf. auch der Schichtdickenverlauf, sind normalerweise bekannt, weil sie zu Beginn einer Datenübertragung mitgeteilt werden. Hat man dann noch Informationen über die bereits empfangenen Pakete und die damit assoziierten Parameter, dann kann man diese Aussagen ebenfalls zur Benutzerführung verwenden. Zum Beispiel kann man erneut mit einem Fortschrittsbalken aufzeigen, welche Qualitätsstufe bisher erreicht wurde, welche angefordert wurde, und welche die höchstmögliche Stufe ist. Eine ähnliche Darstellung kann erreicht werden, wenn zuerst wenig Einzelschichten mit großer Dicke gesendet werden, die dann bei Erhalt weiterer Daten progressiv immer dünner und damit detaillierter werden.

[0070] Eine Mitteilung vom Bild-Server **14** an den Client **11**, sobald die Übertragung aller Pakete mit einem bestimmten Parameter abgeschlossen ist, kann dazu dienen, dort einen bestimmten Vorgang anzustoßen. So können beispielsweise ein Visualisierungsvorgang ausgelöst oder empfangene Daten zwischengespeichert werden. Damit kann man am Client sicher sein, dass beispielsweise alle Komponenten einer Bildserie oder alle Voxel eines Volumendatensatzes mit einheitlichen Eigenschaften vorliegen. Wird anders vorgegangen und beispielsweise zeitgesteuert agiert, z.B. alle 10 ms, dann ist es nicht unwahrscheinlich, dass sich Komponenten einer Bildserie oder Voxel eines Volumens zu einem beliebigen Zeitpunkt in ihren Parametern unterscheiden, indem sie zum Beispiel eine unterschiedliche Qualitäts- oder Auflösungsstufe aufweisen. Entweder erfolgt beim Rendern oder Speichern eine Einigung auf den kleinsten gemeinsamen Parameter aller Komponenten oder die Daten werden mit unterschiedlichen Eigenschaften verarbeitet. Beides ist i.A. nicht erstrebenswert.

[0071] Das vorgeschlagene Client-Server System ist auch dazu in der Lage, aufgrund von Benutzerinformationen und Benutzerrechten Entscheidungen zu treffen, wer welche Daten mit welchen Parametern anfordern und einsehen darf. Dabei kann ein Server prüfen, ob ein Benutzer überhaupt dazu berechtigt ist, eine Anforderung mit den von ihm gewünschten Parametern durchzuführen. Beispielsweise könnte der Bild-Server **14** speziellen Benutzerkreisen ver-

weigern, Bilddaten oder Ausschnitte davon in hohen Auflösungsstufen oder hohen Qualitäten einzusehen. Weiterhin ist es bei Bildserien so möglich, den Zugriff auf gewisse Einzelkomponenten zu sperren.

Patentansprüche

1. Medizinische Systemarchitektur zur interaktiven Übertragung und progressiven Darstellung von komprimierten Bilddaten medizinischer Multikomponentenbilder mit wenigstens einer Modalität (**1 bis 4**) zur Erfassung von Untersuchungs-Bildern, mit den jeweiligen Modalitäten (**1 bis 4**) zugeordneten Rechnerarbeitsplätzen (**5 bis 8**) zur Verarbeitung der Untersuchungs-Bilder, mit einer Vorrichtung (**9**) zur Übertragung von den Untersuchungs-Bildern, mit einer Vorrichtung (**10**) zur Speicherung der Daten und Untersuchungs-Bilder und mit weiteren Benutzerarbeitsplätzen (**11**) zur Nachbearbeitung der Untersuchungs-Bilder, wobei eine Vorrichtung (**13**) die Bilddaten komprimiert, organisiert und in Pakete derart mit bestimmten Parametern speichert, dass ein Zugriff auf Einzelpakete möglich ist, und eine Vorrichtung (**14, 19**) die paketierten Bilddaten paketweise aufgrund einer Anforderung von einem Benutzerarbeitsplatz (**11, 11a, 11b, 11c**) derart dekomprimiert, dass Multikomponentenbilder mit progressiven Parametern erzeugt werden.

2. Medizinische Systemarchitektur mit einem Server und einem Client nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter die Auflösungsstufen, die Qualitätsstufen, den interessierenden Bereich (ROI), die Schichtdicke und/oder den Komponentenindex angeben, aufgrund derer Multikomponentenbilder mit progressiver Auflösung, progressiven Qualitätsstufen, konsistenter ROI-Funktionalität, und/oder variabler Schichtdicke erzeugt werden.

3. Medizinische Systemarchitektur nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass von der Vorrichtung (**14, 19**) Zusatzinformationen und Aufforderungen an den Benutzerarbeitsplatz (**11, 11a, 11b, 11c**) übermittelt werden.

4. Medizinische Systemarchitektur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**14, 19**) derart ausgebildet ist, dass die gesamte zu übermittelnde Datenmenge bei den aktuellen Parametereinstellungen und/oder die gesamte Bilddateigröße in komprimiertem Zustand an den Benutzerarbeitsplatz (**11, 11a, 11b, 11c**) vorab übermittelt wird.

5. Medizinische Systemarchitektur nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (**14, 19**) derart ausgebildet ist, dass die Informationen an den Benutzerarbeitsplatz (**11, 11a, 11b, 11c**) vorab übermittelt werden, welche Pakete mit welchen Parameter bereits gesendet wur-

den.

6. Medizinische Systemarchitektur nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass nach Abschluss der Übertragung eines konsistenten Datensatzes die Vorrichtung (14, 19) eine Einzelmitteilung (Message) an den Benutzerarbeitsplatz (11, 11a, 11b, 11c) übermittelt.

7. Medizinische Systemarchitektur nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelmitteilung eine Rendraufforderung oder eine Speicherempfehlung ist.

8. Medizinische Systemarchitektur nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass einem Benutzer eines Benutzerarbeitsplatzes (11, 11a, 11b, 11c) Benutzerrechte zugeordnet sind, aufgrund derer die Vorrichtung (14, 19) die Bildzugriffe im Hinblick auf bestimmte Parameter eingeschränkt.

9. Verfahren zum Betrieb einer medizinischen Systemarchitektur nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Erzeugung von Rohdaten mittels einer Modalität erstellter medizinischer Multikomponentenbilder,
- b) Erzeugung komprimierter Daten aus den Rohdaten,
- c) Organisierung und Speicherung der komprimierten Bilddaten in Pakete, so dass ein Zugriff auf Einzelpakte möglich ist,
- d) Übertragung der komprimierten Bilddaten von Meta-Daten und von Aktions-Empfehlungen,
- e) Dekompression der komprimierten Bilddaten zu Multikomponentenbildern mit progressiven Wiedergabe-Parametern.

10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:

- f) Anfragen über Bilddaten bestimmter Parameterwerte.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:

- g) Überprüfen von Benutzerrechten im Hinblick auf die Parameter.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, gekennzeichnet durch folgende weiteren Schritt:

- h) Übermittlung von Zusatzinformationen und Aufforderungen an den Benutzerarbeitsplatz.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die progressiven Wiedergabe-Parameter progressive Auflösung, progressive Qualitätsstufen, konsistente ROI-Funktionalität und/oder variable Schichtdicke sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG 1

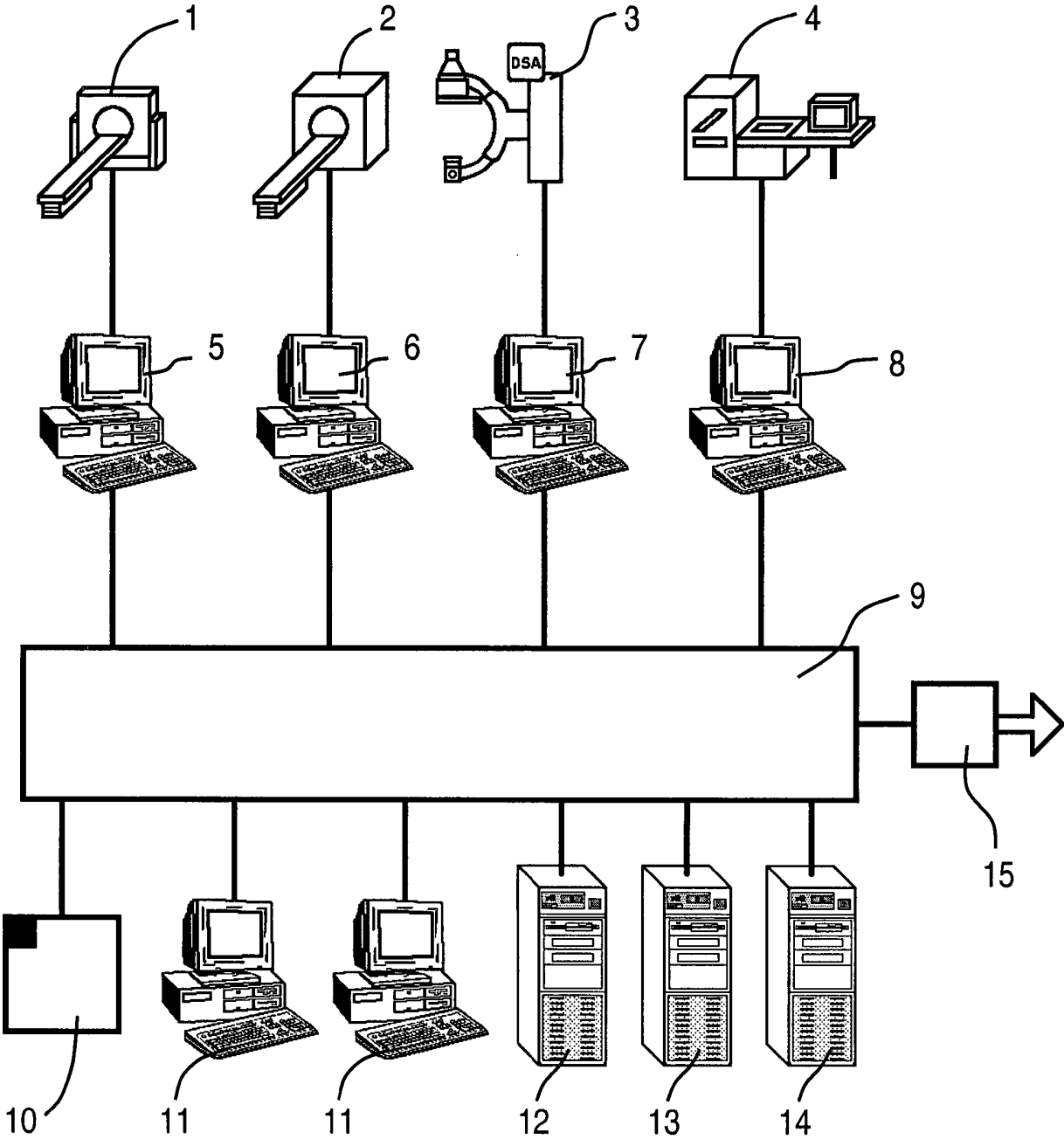


FIG 2

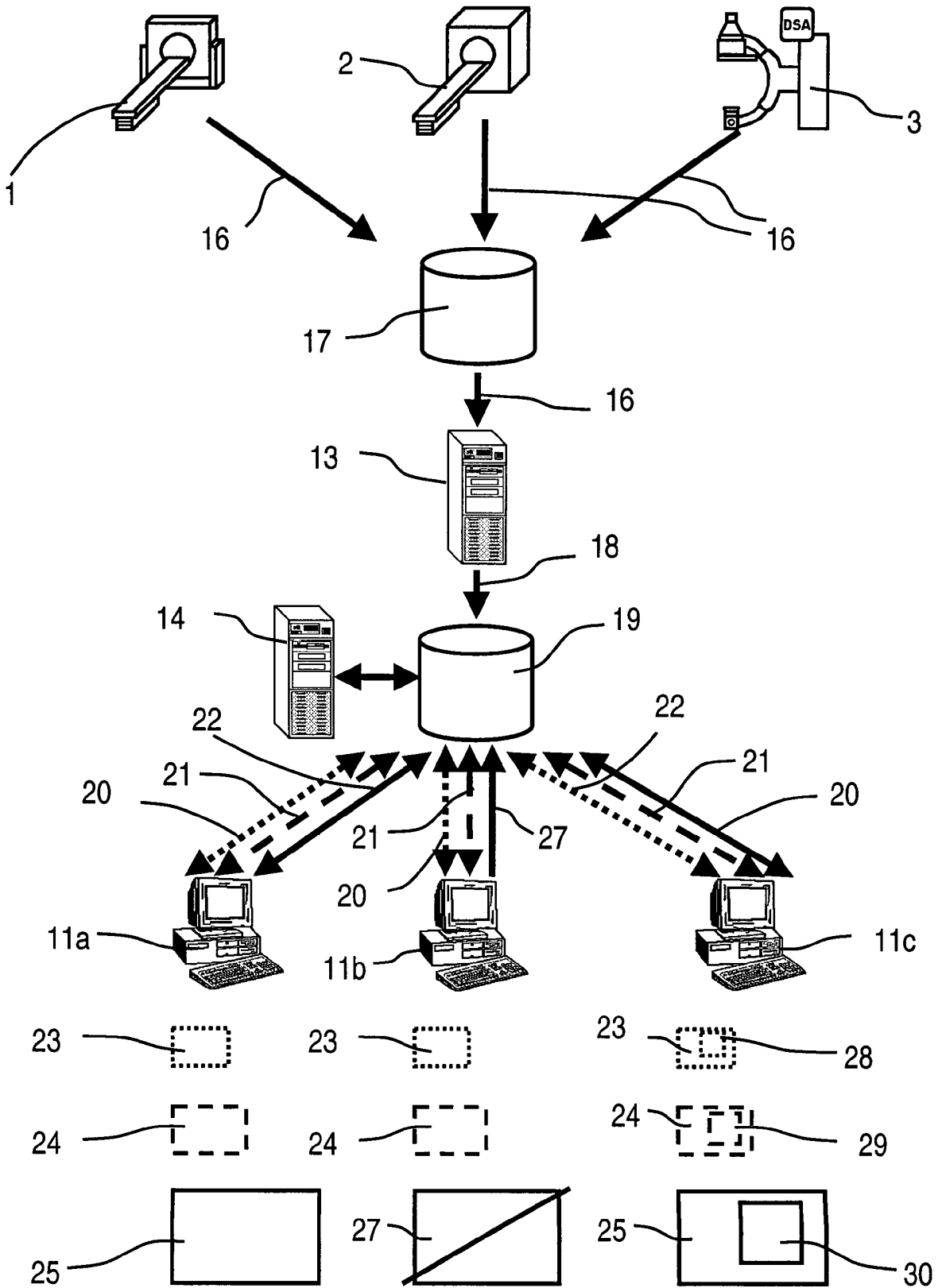


FIG 3

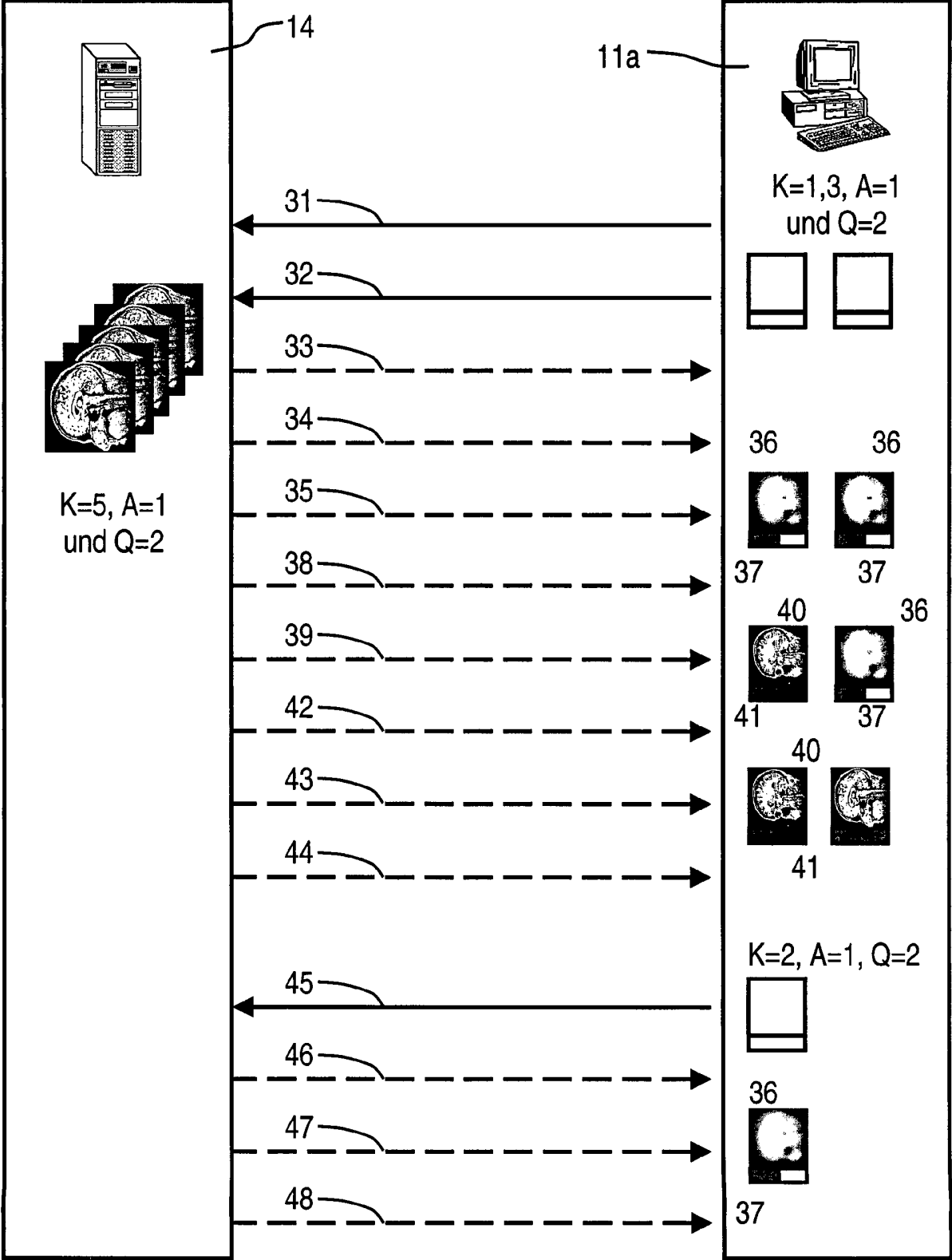


FIG 4

