



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2023 202 451.9**
 (22) Anmeldetag: **20.03.2023**
 (43) Offenlegungstag: **26.09.2024**

(51) Int Cl.: **A61B 6/03** (2006.01)
A61B 34/00 (2016.01)
G16H 30/40 (2018.01)
G06V 10/20 (2022.01)
G06V 10/40 (2022.01)
G06V 40/14 (2022.01)

(71) Anmelder:
Siemens Healthineers AG, München, DE

(72) Erfinder:
**Manhart, Michael, Dr., 90765 Fürth, DE; Tashenov,
 Stanislav, Dr., 91336 Heroldsbach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2006 / 0 120 581	A1
US	2010 / 0 145 193	A1
US	2019 / 0 029 624	A1
EP	1 685 535	B1
EP	3 884 868	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

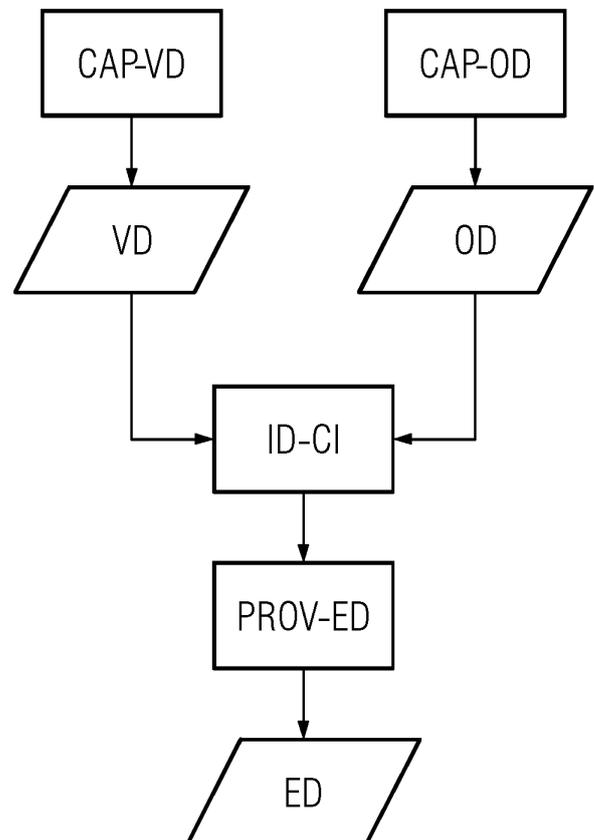
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes, umfassend:

- Erfassen eines Gefäßdatensatzes, wobei der Gefäßdatensatz zeitaufgelöste Abbildungen wenigstens eines Gefäßabschnitts eines Untersuchungsobjekts in mehreren physiologischen Phasen aufweist,
- Erfassen eines Objektdatensatzes, wobei der Objektdatensatz eine Abbildung eines medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt in wenigstens einer physiologischen Phase der mehreren physiologischen Phasen aufweist,
- Identifizieren jeweils einer korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu den Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase,
- Bereitstellen des Ergebnisdatensatzes durch zumindest teilweise Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Bereitstellungseinheit, ein medizinisches Bildgebungsgerät und ein Computerprogrammprodukt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes, eine Bereitstellungseinheit, ein medizinisches Bildgebungsgerät und ein Computerprogrammprodukt.

[0002] In der interventionellen Radiologie werden eine Navigation mit Führungsdrähten (engl. guidewire) und/oder Mikrokathetern und/oder eine Platzierung von Gefäßimplantaten, beispielsweise einem Stent, häufig unter Fluoroskopiedurchleuchtung durchgeführt. Gefäßabschnitte sind unkontrastiert unter Fluoroskopiedurchleuchtung nicht sichtbar. Für eine Erfassung von Gefäßabschnitten kann eine digitale Subtraktionsangiographie (DSA) angewendet werden, wobei zumindest zwei in zeitlicher Abfolge aufgenommene Röntgenbilder, welche jeweils einen gemeinsamen Untersuchungsbereich, umfassend den Gefäßabschnitt, abbilden, voneinander subtrahiert werden. Bei einer DSA wird zudem häufig in eine Maskenphase zur Aufnahme wenigstens eines Maskenbildes und in eine Füllphase zur Aufnahme wenigstens eines Füllbildes unterschieden. Dabei kann das Maskenbild den Untersuchungsbereich unkontrastiert, insbesondere ohne Kontrastmittel, abbilden. Ferner kann das Füllbild den Untersuchungsbereich kontrastiert abbilden, insbesondere während das Kontrastmittel in dem Untersuchungsbereich angeordnet ist. Als Ergebnis der DSA wird häufig ein Differenzbild durch Subtraktion von Masken- und Füllbild bereitgestellt. Hierdurch können die für eine Behandlung und/oder Diagnostik irrelevanten und/oder störenden Bestandteile in dem Differenzbild, welche insbesondere zeitlich unveränderlich sind, oftmals reduziert und/oder entfernt werden.

[0003] Die Differenzbilder können mit einem Fluoroskopiebild überlagert werden, welches Fluoroskopiebild ein, in dem Untersuchungsbereich, insbesondere dem Gefäßabschnitt, angeordnetes, medizinisches Objekt, beispielsweise den Führungsdraht und/oder Mikrokatheter und/oder das Implantat, abbildet.

[0004] Zur Verringerung von Bildartefakten, insbesondere Bewegungsartefakten, kann die Aufnahme der DSA unter Atemanhalten (engl. breath-hold) erfolgen. Nachteilig kann eine Bewegung innerer Organe des Untersuchungsobjekts, beispielsweise einer Leber, Niere und/oder Lunge, während der Fluoroskopie zu einer geringen Übereinstimmung mit dem Differenzbild führen. Zur Verringerung derartiger Abweichungen können Roadmappingverfahren angewendet werden, welche die DSA mit der Fluoroskopie registrieren. Die Registrierung kann bei Knochenstrukturen häufig eine gute Übereinstimmung erreichen, versagt jedoch oftmals bei Weichgewebe,

welches sich relativ zu den Knochenstrukturen bewegt.

[0005] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte bildgebungs-basierte Überwachung eines in einem Untersuchungsobjekt angeordneten medizinischen Objekts zu ermöglichen.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausführungsformen mit zweckmäßigen Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Unabhängig vom grammatikalischen Geschlecht eines bestimmten Begriffes sind Personen mit männlicher, weiblicher oder anderer Geschlechteridentität mit umfasst.

[0007] Die Erfindung betrifft in einem ersten Aspekt ein Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes. Dabei wird ein Gefäßdatensatz erfasst, welcher zeitaufgelöste Abbildungen wenigstens eines Gefäßabschnitts eines Untersuchungsobjekts in mehreren physiologischen Phasen aufweist. Ferner wird ein Objektdatensatz erfasst, welcher eine Abbildung eines medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase der mehreren physiologischen Phasen aufweist. Zudem wird jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu den Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert. Des Weiteren kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes bereitgestellt werden.

[0008] Die vorstehend beschriebenen Verfahrensschritte können zumindest teilweise gleichzeitig oder nacheinander ausgeführt werden. Zudem können die vorstehend beschriebenen Verfahrensschritte zumindest teilweise, insbesondere vollständig, computerimplementiert sein.

[0009] Das Untersuchungsobjekt kann beispielsweise eine menschliche und/oder tierische Patientin und/oder ein menschlicher und/oder tierischer Patient und/oder ein Untersuchungsphantom sein.

[0010] Das Erfassen des Gefäßdatensatzes kann ein Empfangen und/oder Aufnehmen des Gefäßdatensatzes umfassen. Das Empfangen des Gefäßdatensatzes kann insbesondere ein Erfassen und/oder Auslesen eines computerlesbaren Datenspeichers und/oder ein Empfangen aus einer Datenspeicher-einheit, beispielsweise einer Datenbank, umfassen. Ferner kann der Gefäßdatensatz von einer Bereitstellungseinheit eines medizinischen Bildgebungsge-

räts bereitgestellt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Gefäßdatensatz mittels des medizinischen Bildgebungsgeräts aufgenommen werden.

[0011] Das medizinische Bildgebungsgerät zur Aufnahme des Gefäßdatensatzes kann ein medizinisches Röntgengerät, insbesondere ein medizinisches C-Bogen-Röntgengerät und/oder eine Kegelstrahl-Computertomographieanlage (engl. cone-beam CT, CBCT), und/oder eine Computertomographie-Anlage (CT-Anlage) und/oder eine Magnetresonanztomographieanlage (MRT-Anlage) und/oder eine Positronenemissionstomographieanlage (PET-Anlage) und/oder ein Ultraschallgerät umfassen.

[0012] Der Gefäßdatensatz kann vorteilhafterweise mehrere zweidimensional (2D) und/oder dreidimensional (3D) räumlich aufgelöste Abbildungen des wenigstens einen Gefäßabschnitts umfassen, welche den wenigstens einen Gefäßabschnitt zeitaufgelöst abbilden. Der wenigstens eine Gefäßabschnitt kann beispielsweise eine Arterie und/oder Vene und/oder eine Gefäßmalformation, insbesondere ein Aneurysma, umfassen. Der Gefäßdatensatz kann den wenigstens einen Gefäßabschnitt in den mehreren physiologischen Phasen zeitaufgelöst abbilden. Die mehreren physiologischen Phasen können zeitlich, insbesondere periodisch, wiederkehrende Phasen einer physiologischen Bewegung, beispielsweise einer Organbewegung und/oder Atembewegung und/oder Herzbewegung, des Untersuchungsobjekts umfassen. Vorteilhafterweise können die mehreren physiologischen Phasen zeitlich aufeinanderfolgend sein und/oder eine Periode der physiologischen Bewegung zumindest teilweise, insbesondere vollständig, abbilden. Insbesondere kann der Gefäßdatensatz unter freier Atmung (engl. free breathing) des Untersuchungsobjekts aufgenommen sein. Dabei kann der Gefäßdatensatz den wenigstens einen Gefäßabschnitt innerhalb wenigstens eines Atemzyklus zeitaufgelöst abbilden.

[0013] Das Erfassen des Objektdatensatzes kann ein Empfangen und/oder Aufnehmen des Objektdatensatzes umfassen. Das Empfangen des Objektdatensatzes kann insbesondere ein Erfassen und/oder Auslesen eines computerlesbaren Datenspeichers und/oder ein Empfangen aus einer Datenspeichereinheit, beispielsweise einer Datenbank, umfassen. Ferner kann der Objektdatensatz von einer Bereitstellungseinheit eines medizinischen Bildgebungsgeräts bereitgestellt werden. Alternativ oder zusätzlich kann der Objektdatensatz mittels des medizinischen Bildgebungsgeräts aufgenommen werden. Der Gefäßdatensatz und der Objektdatensatz können mittels desselben oder verschiedener medizinischer Bildgebungsgeräte aufgenommen werden.

[0014] Der Objektdatensatz kann vorteilhafterweise wenigstens eine, insbesondere mehrere, zweidimensional (2D) und/oder dreidimensional (3D) räumlich aufgelöste Abbildung des medizinischen Objekts umfassen, welches in dem Untersuchungsobjekt, insbesondere in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt, angeordnet ist. Das medizinische Objekt kann beispielsweise ein chirurgisches und/oder diagnostisches Instrument, beispielsweise einen Katheter und/oder Führungsdraht und/oder ein Endoskop, und/oder ein Implantat, beispielsweise einen Stent, umfassen.

[0015] Das medizinische Objekt kann über eine Körperöffnung und/oder eine Einführschleuse an einem Eintrittspunkt in das Untersuchungsobjekt, insbesondere den Untersuchungsbereich und/oder ein Hohlorgan, eingeführt sein. Dabei kann zumindest ein Abschnitt des medizinischen Objekts, insbesondere ein distaler Abschnitt, in dem Untersuchungsobjekt angeordnet sein.

[0016] Vorteilhafterweise kann der Objektdatensatz das in dem Untersuchungsobjekt angeordnete medizinische Objekt in wenigstens einer, insbesondere mehreren oder jeder, der mehreren physiologischen Phasen abbilden. Insbesondere kann der Objektdatensatz das in dem Untersuchungsobjekt angeordnete medizinische Objekt in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase der mehreren physiologischen Phasen abbilden, welche in dem Gefäßdatensatz abgebildet sind. Der Objektdatensatz kann zeitlich vor oder nach dem Gefäßdatensatz aufgenommen sein.

[0017] Vorteilhafterweise kann zu den Abbildungen des Objektdatensatzes jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz identifiziert werden. Die Korrespondenz kann dabei eine jeweils übereinstimmende physiologische Phase der mehreren physiologischen Phasen betreffen. Das Identifizieren der jeweils korrespondierenden Abbildung kann, insbesondere automatisch, anhand von Aufnahmeparametern des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes, beispielsweise Aufnahmezeitpunkten, und/oder anhand eines physiologischen Bewegungssignals und/oder anhand von geometrischen und/oder anatomischen Merkmalen erfolgen, welche in dem Gefäßdatensatz und dem Objektdatensatz abgebildet sind. Bildet der Objektdatensatz das medizinische Objekt in dem Untersuchungsobjekt in mehreren physiologischen Phasen ab, so kann vorteilhaft zu jeder der Abbildungen des medizinischen Objekts in dem Objektdatensatz jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden.

[0018] Die übereinstimmenden physiologischen Phasen können physiologisch äquivalente Phasen

zu verschiedenen Zeitpunkten, insbesondere Aufnahmezeitpunkten, bezeichnen, beispielsweise eine Einatemphase oder Ausatemphase einer Atembewegung und/oder eine systolische oder diastolische Phase einer Herzbewegung.

[0019] Der Gefäßdatensatz und/oder der Objektdatensatz können jeweils mehrere Bildpunkte, insbesondere Pixel oder Voxel, mit Bildwerten, beispielsweise Schwächungswerten und/oder Intensitätswerten, umfassen, welche das Untersuchungsobjekt abbilden.

[0020] Vorteilhafterweise kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises, insbesondere bereichsweises und/oder semitransparentes und/oder farbkodiertes, Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des Objektdatensatzes mit den jeweils korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes bereitgestellt werden. Das Bereitstellen des Ergebnisdatensatzes kann ein Speichern auf einem computerlesbaren Speichermedium und/oder ein Anzeigen auf einer Darstellungseinheit und/oder ein Übertragen an eine Bereitstellungseinheit umfassen. Insbesondere kann eine graphische Darstellung des Ergebnisdatensatzes mittels der Darstellungseinheit angezeigt werden.

[0021] Das vorgeschlagene Verfahren kann vorteilhaft eine verbesserte bildgebungs-basierte Überwachung des in dem Untersuchungsobjekt angeordneten medizinischen Objekts ermöglichen.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann der Objektdatensatz zeitaufgelöste Abbildungen des medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt in mehreren physiologischen Phasen aufweisen. Ferner kann jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu jeder der Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden.

[0023] Vorteilhafterweise kann der Objektdatensatz zu einer Teilmenge oder zu jeder der in dem Gefäßdatensatz abgebildeten mehreren physiologischen Phasen Abbildungen des medizinischen Objekts umfassen. Ferner kann jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu jeder der Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden. Der Ergebnisdatensatz kann durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen jeweils einer Abbildung des Objektdatensatzes mit der korrespondierenden Abbildung des Gefäßdatensatzes bereitgestellt werden.

[0024] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann vorteilhaft eine bewegungsartefaktarme, insbesondere bewegungsartefaktminimierte, Überwachung

des medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt während der mehreren physiologischen Phasen ermöglichen.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann das Erfassen des Gefäßdatensatzes ein Aufnehmen eines ersten Maskendatensatzes in einer ersten Maskenphase und eines Fülldatensatzes in einer Füllphase umfassen. Dabei können der erste Maskendatensatz und der Fülldatensatz jeweils zeitaufgelöste Abbildungen eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs in übereinstimmenden physiologischen Phasen aufweisen. Ferner kann der gemeinsame Untersuchungsbereich den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfassen. Zudem kann in der Füllphase ein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet und in dem Fülldatensatz abgebildet sein. Der Gefäßdatensatz kann ferner als Differenz von Abbildungen des Fülldatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden.

[0026] Vorteilhafterweise können der erste Maskendatensatz und der Fülldatensatz mittels desselben medizinischen Bildgebungsgeräts aufgenommen werden. Dabei kann der erste Maskendatensatz in der ersten Maskenphase aufgenommen werden, insbesondere in einem ersten Zeitraum. Dabei kann in der ersten Maskenphase, insbesondere in dem ersten Zeitraum, im Wesentlichen kein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet sein. Ferner kann der Fülldatensatz in der Füllphase aufgenommen werden, insbesondere in einem weiteren Zeitraum vor oder nach dem ersten Zeitraum. Dabei kann in der Füllphase, insbesondere in dem weiteren Zeitraum, das Kontrastmittel, insbesondere ein röntgenopakes Kontrastmittel, in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet sein. Der gemeinsame Untersuchungsbereich kann einen räumlichen Abschnitt des Untersuchungsobjekts, insbesondere ein Volumen, umfassen, welches den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfasst. Zudem können der erste Maskendatensatz und der Fülldatensatz den gemeinsamen Untersuchungsbereich zeitaufgelöst und in jeder der mehreren physiologischen Phasen abbilden. Vorteilhafterweise können die Abbildungen des Fülldatensatzes den wenigstens einen kontrastierten Gefäßabschnitt, insbesondere das in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnete Kontrastmittel, in den übereinstimmenden physiologischen Phasen abbilden. Ferner können die Abbildungen des ersten Maskendatensatzes den im Wesentlichen unkontrastierten Untersuchungsbereich in den übereinstimmenden physiologischen Phasen abbilden.

[0027] Der Gefäßdatensatz kann vorteilhafterweise als, insbesondere bildpunktweise, Differenz der

Abbildungen des Fülldatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden. Insbesondere kann der Gefäßdatensatz jeweils ein Gefäßdifferenzbild zu jedem Paar von Abbildungen des Fülldatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase aufweisen.

[0028] Vorteilhafterweise kann jeweils ein Gefäßdifferenzbild in dem Gefäßdatensatz zu den Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden. Ferner kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Gefäßdifferenzbildern des Gefäßdatensatzes bereitgestellt werden.

[0029] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann vorteilhaft eine verbesserte Überwachung des medizinischen Objekts bezüglich des wenigstens einen Gefäßabschnitts ermöglichen.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann das Erfassen des Objektdatensatzes ein Aufnahmen eines initialen Objektdatensatzes in einer Objektphase umfassen. Dabei kann der initiale Objektdatensatz eine Abbildung des gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts in der wenigstens einen physiologischen Phase aufweisen. Zudem kann das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz abgebildet sein. Ferner kann der Objektdatensatz als Differenz von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden.

[0031] Der initiale Objektdatensatz kann in der Objektphase aufgenommen werden, insbesondere in einem Zeitraum verschieden von der Masken- und/oder Füllphase. Dabei kann in der Objektphase das medizinische Objekt in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich, insbesondere in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet sein. Der initiale Objektdatensatz kann den gemeinsamen Untersuchungsbereich, insbesondere das medizinische Objekt, innerhalb der Objektphase zeitaufgelöst und in der wenigstens einen übereinstimmenden physiologischen Phase abbilden. Insbesondere kann der initiale Objektdatensatz eine oder mehrere Abbildungen des gemeinsamen Untersuchungsbereichs mit dem darin angeordneten medizinischen Objekt innerhalb der Objektphase umfassen.

[0032] Der Objektdatensatz kann vorteilhafterweise als, insbesondere bildpunktweise, Differenz der

wenigstens einen Abbildung des initialen Objektdatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase, insbesondere zeit- und/oder röntgendosiseffizient, bereitgestellt werden. Insbesondere kann der Gefäßdatensatz jeweils ein Objektdifferenzbild zu jedem Paar von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase aufweisen.

[0033] Vorteilhafterweise kann jeweils ein Gefäßdifferenzbild in dem Gefäßdatensatz zu den Objektdifferenzbildern des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden. Ferner kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Objektdifferenzbilder des Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Gefäßdifferenzbildern des Gefäßdatensatzes bereitgestellt werden.

[0034] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann ein Entfernen zeitlich unveränderlicher Strukturen des Untersuchungsobjekts aus dem initialen Objektdatensatz und dem Fülldatensatz ermöglichen. Hierdurch kann eine verbesserte Überwachung des medizinischen Objekts bezüglich des wenigstens einen Gefäßabschnitts ermöglicht werden.

[0035] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann das Erfassen des Objektdatensatzes ein Aufnehmen eines zweiten Maskendatensatzes in einer zweiten Maskenphase und eines initialen Objektdatensatzes in einer Objektphase umfassen. Dabei können der zweite Maskendatensatz und der initiale Objektdatensatz jeweils eine Abbildung eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase aufweisen. Dabei kann das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz abgebildet sein. Ferner kann der Objektdatensatz als Differenz von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes und des zweiten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden.

[0036] Vorteilhafterweise können der zweite Maskendatensatz und der initiale Objektdatensatz mittels desselben medizinischen Bildgebungsgeräts aufgenommen werden. Dabei kann der zweite Maskendatensatz in der zweiten Maskenphase aufgenommen werden, insbesondere in einem ersten Zeitraum. Dabei kann in der zweiten Maskenphase, insbesondere in dem ersten Zeitraum, im Wesentlichen kein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet sein. Der initiale Objektdatensatz kann in der Objektphase aufgenommen werden, insbesondere in einem Zeitraum verschieden von der

zweiten Maskenphase. Dabei kann in der Objektphase das medizinische Objekt in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich, insbesondere in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet sein. Der initiale Objektdatensatz kann den gemeinsamen Untersuchungsbereich, insbesondere das medizinische Objekt, innerhalb der Objektphase zeitaufgelöst und in der wenigstens einen übereinstimmenden physiologischen Phase abbilden. Insbesondere kann der initiale Objektdatensatz eine oder mehrere Abbildungen des gemeinsamen Untersuchungsbereichs, insbesondere des wenigstens einen Gefäßabschnitts, mit dem darin angeordneten medizinischen Objekt innerhalb der Objektphase umfassen.

[0037] Der Objektdatensatz kann vorteilhafterweise als, insbesondere bildpunktweise, Differenz der wenigstens einen Abbildung des initialen Objektdatensatzes und des zweiten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden. Insbesondere kann der Objektdatensatz jeweils ein Objektdifferenzbild zu jedem Paar von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes und des zweiten Maskendatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase aufweisen.

[0038] Vorteilhafterweise kann jeweils eine Abbildung, insbesondere ein Gefäßdifferenzbild, in dem Gefäßdatensatz zu den Objektdifferenzbildern des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden. Ferner kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Objektdifferenzbilder des Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes bereitgestellt werden.

[0039] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann ein Entfernen zeitlich unveränderlicher Strukturen des Untersuchungsobjekts aus dem initialen Objektdatensatz ermöglichen. Hierdurch kann eine verbesserte Überwachung des medizinischen Objekts bezüglich des wenigstens einen Gefäßabschnitts ermöglicht werden.

[0040] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens können die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen mit der jeweils übereinstimmenden physiologischen Phase anhand einer Ähnlichkeitsmetrik identifiziert werden, welche eine Ähnlichkeit von Abbildungen verschiedener Datensätze bewertet.

[0041] Vorteilhafterweise kann die Ähnlichkeitsmetrik robust gegenüber Änderungen von Akquisitionsparametern des Bildgebungsgeräts zur Erfassung des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes sein, beispielsweise Röhrenparametern eines medizinischen Röntgengeräts. Die Ähnlichkeitsmetrik

kann die Ähnlichkeit der Abbildungen verschiedener Datensätze, beispielsweise des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes, bewerten. Insbesondere kann die Ähnlichkeitsmetrik zu jedem Paar von Abbildungen der verschiedenen Datensätze jeweils einen Ähnlichkeitswert bereitstellen, welcher die Ähnlichkeit der Abbildungspaare bewertet. Die Ähnlichkeitsmetrik kann beispielsweise eine auf Mittelwert Null normalisierte Kreuzkorrelation umfassen (engl. zero-normalized cross-correlation, NCC). Dabei können jeweils Paare von Abbildungen der verschiedenen Datensätze, welche einen maximalen Ähnlichkeitswert aufweisen, als die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen mit der jeweils übereinstimmenden physiologischen Phase identifiziert werden. Alternativ oder zusätzlich kann die Ähnlichkeitsmetrik auf einer Gesamtintensitätsvariation (engl. total intensity variation) eines Subtraktionsergebnisses der Abbildungen verschiedener Datensätze basieren.

[0042] Hierdurch kann eine robuste Identifikation der jeweils zu subtrahierenden Abbildungen der verschiedenen Datensätze ermöglicht werden.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens können die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen miteinander registriert werden.

[0044] Die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen können die Abbildungen des ersten Maskendatensatzes, des zweiten Maskendatensatzes, des Fülldatensatzes, des initialen Objektdatensatzes, des Gefäßdatensatzes und/oder des Objektdatensatzes umfassen. Ferner können die zu subtrahierenden Abbildungen die Gefäßdifferenzbilder und/oder die Objektdifferenzbilder umfassen.

[0045] Vorteilhafterweise können die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen miteinander registriert werden, insbesondere basierend auf gemeinsamen geometrischen und/oder anatomischen Merkmalen. Die gemeinsamen geometrischen Merkmale können beispielsweise Kanten und/oder Konturen und/oder eine Markerstruktur und/oder einen Kontrastübergang umfassen, welche in den zu subtrahierenden Abbildungen abgebildet sind. Die gemeinsamen anatomischen Merkmale können beispielsweise eine Gewebegrenze und/oder eine anatomische Landmarke, insbesondere ein Ostium, und/oder ein Implantat umfassen, welche in den zu subtrahierenden Abbildungen abgebildet sind.

[0046] Das Registrieren der zu subtrahierenden Abbildungen kann ein Anwenden einer, insbesondere rigiden oder nicht-rigiden, Transformation, beispielsweise einer Translation und/oder Rotation und/oder Skalierung und/oder Deformation, auf eine oder beide der zu subtrahierenden Abbildungen

umfassen, wobei eine Abweichung zwischen den gemeinsamen geometrischen und/ oder anatomischen Merkmalen verringert, insbesondere minimiert, wird.

[0047] Hierdurch können vorteilhafterweise Bewegungsartefakte in dem Ergebnisdatensatz verringert werden.

[0048] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Erfassen des Gefäßdatensatzes ein Aufnehmen eines Fülldatensatzes in einer Füllphase umfassen. Dabei kann das Erfassen des Objektdatensatzes ein Aufnehmen eines initialen Objektdatensatzes in einer Objektphase umfassen. Der Fülldatensatz und der initiale Objektdatensatz können jeweils eine Abbildung eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase aufweisen. Ferner kann der gemeinsame Untersuchungsbereich den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfassen. In der Füllphase kann zudem ein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet und in dem Fülldatensatz abgebildet sein. Des Weiteren kann das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz abgebildet sein. Dabei kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des initialen Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Abbildungen des Fülldatensatzes bereitgestellt werden.

[0049] Der initiale Objektdatensatz und der Fülldatensatz können insbesondere alle Merkmale und Eigenschaften aufweisen, welche bezüglich alternativen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung bereits beschrieben worden sind und umgekehrt.

[0050] Vorteilhafterweise kann der Ergebnisdatensatz durch zumindest teilweises, insbesondere bereichsweises und/oder semitransparentes und/oder farbkodiertes, Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des initialen Objektdatensatzes des Objektdatensatzes mit den jeweils korrespondierenden Abbildungen des Fülldatensatzes bereitgestellt werden.

[0051] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann ein Entfernen zeitlich unveränderlicher Strukturen des Untersuchungsobjekts aus dem initialen Objektdatensatz und dem Fülldatensatz ermöglichen. Hierdurch kann eine verbesserte Überwachung des medizinischen Objekts bezüglich des wenigstens einen Gefäßabschnitts ermöglicht werden.

[0052] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens können die physiologischen Phasen verschiedene Phasen

einer Atembewegung und/oder Herzbewegung des Untersuchungsobjekts umfassen.

[0053] Beispielsweise können die physiologischen Phasen eine Phase des Einatmens und eine Phase des Ausatmens des Untersuchungsobjekts umfassen. Alternativ oder zusätzlich können die physiologischen Phasen verschiedene Phasen der Herzbewegung des Untersuchungsobjekts umfassen, beispielsweise eine diastolische Phase und eine systolische Phase.

[0054] Ein halber Atemzyklus zwischen einer vollständigen Einatem- und Ausatemphase kann als minimale Maskenphase verwendet werden. Die Füllphase kann eine nachfolgende Atemphase, insbesondere einen nachfolgenden Atemzyklus umfassen.

[0055] Hierdurch können vorteilhafterweise Bewegungsartefakte bei dem Bereitstellen des Ergebnisdatensatzes verringert, insbesondere minimiert, werden, welche durch die Atembewegung und/ oder Herzbewegung des Untersuchungsobjekts hervorgerufen werden.

[0056] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann das medizinische Objekt ein diagnostisches und/oder chirurgisches Instrument und/oder ein Implantat umfassen.

[0057] Das diagnostische und/oder chirurgische Instrument kann beispielsweise einen Katheter und/oder Führungsdraht und/oder ein Endoskop umfassen, welches vor Beginn des Verfahrens in dem Untersuchungsobjekt angeordnet worden ist. Alternativ kann das medizinische Objekt ein Implantat, beispielsweise einen Stent, umfassen, welcher vor Beginn des Verfahrens in dem Untersuchungsobjekt angeordnet worden ist.

[0058] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann vorteilhaft eine verbesserte Überwachung der momentanen Positionierung des diagnostischen und/oder chirurgischen Instruments und/oder des Implantats bezüglich des wenigstens einen Gefäßabschnitts ermöglichen.

[0059] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann das Identifizieren der jeweils einen korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu den Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase auf einer weiteren Ähnlichkeitsmetrik basieren, welche eine Ähnlichkeit von Abbildungen des Gefäßdatensatzes mit Abbildungen des Objektdatensatzes bewertet.

[0060] Die weitere Ähnlichkeitsmetrik kann gleich oder verschieden von der Ähnlichkeitsmetrik zur Identifikation der jeweils zu subtrahierenden Abbildungen sein. Vorteilhafterweise kann die weitere Ähnlichkeitsmetrik robust gegenüber Änderungen von Akquisitionsparametern des Bildgebungsgeräts zur Erfassung des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes sein, beispielsweise Röhrenparametern eines medizinischen Röntgengeräts. Die weitere Ähnlichkeitsmetrik kann die Ähnlichkeit von Abbildungen des Gefäßdatensatzes mit Abbildungen des Objektdatensatzes bewerten. Insbesondere kann die weitere Ähnlichkeitsmetrik zu jedem Paar von Abbildungen des Gefäßdatensatzes und Abbildungen des Objektdatensatzes jeweils einen Ähnlichkeitswert bereitstellen, welcher die Ähnlichkeit der Abbildungspaare bewertet. Die weitere Ähnlichkeitsmetrik kann beispielsweise eine auf Mittelwert Null normalisierte Kreuzkorrelation umfassen (engl. zero-normalized cross-correlation, NCC). Dabei können jeweils Paare von Abbildungen des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes, welche einen maximalen Ähnlichkeitswert aufweisen, als die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen mit der jeweils übereinstimmenden physiologischen Phase identifiziert werden. Alternativ oder zusätzlich kann die weitere Ähnlichkeitsmetrik auf einer Gesamtintensitätsvariation (engl. total intensity variation) basieren.

[0061] Die vorgeschlagene Ausführungsform kann ein verbessertes, insbesondere robustes, Identifizieren der jeweils einen korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu den Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase ermöglichen.

[0062] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann das Bereitstellen des Ergebnisdatensatzes ein Registrieren der Abbildungen des Objektdatensatzes mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes umfassen.

[0063] Vorteilhafterweise können die Abbildungen des Objektdatensatzes mit den jeweils korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes registriert werden, insbesondere basierend auf gemeinsamen geometrischen und/oder anatomischen Merkmalen. Die gemeinsamen geometrischen Merkmale können beispielsweise Kanten und/oder Konturen und/oder eine Markerstruktur und/oder einen Kontrastübergang umfassen, welche in den Abbildungen des Objektdatensatzes und den damit jeweils korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes abgebildet sind. Die gemeinsamen anatomischen Merkmale können beispielsweise eine Gewebegrenze und/oder eine anatomische Landmarke, insbesondere ein Ostium, und/oder ein Implantat umfassen, welche in den Abbildungen

des Objektdatensatzes und den damit jeweils korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes abgebildet sind.

[0064] Das Registrieren der Abbildungen des Objektdatensatzes mit den jeweils korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes kann ein Anwenden einer, insbesondere rigiden oder nicht-rigiden, Transformation, beispielsweise einer Translation und/oder Rotation und/oder Skalierung und/oder Deformation, auf eine oder beide den Abbildungen des Objektdatensatzes und den damit jeweils korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes umfassen, wobei eine Abweichung zwischen den gemeinsamen geometrischen und/oder anatomischen Merkmalen verringert, insbesondere minimiert, wird.

[0065] Hierdurch können vorteilhafterweise Fehlausrichtungsartefakte, beispielsweise Bewegungsartefakte, in dem Ergebnisdatensatz minimiert werden.

[0066] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens kann ein physiologisches Bewegungssignal, aufweisend eine Information zu einer momentanen physiologischen Phase des Untersuchungsobjekts, empfangen werden. Dabei können der Gefäßdatensatz und/oder der Objektdatensatz in Abhängigkeit des physiologischen Bewegungssignals erfasst werden.

[0067] Das Empfangen des Bewegungssignals kann insbesondere eine erfassen und/oder Auslesen eines computerlesbaren Datenspeichers und/oder ein Empfangen aus einer Datenspeichereinheit, beispielsweise einer Datenbank, umfassen. Ferner kann das Bewegungssignal von einer Bereitstellungseinheit eines physiologischen Sensors, beispielsweise einem Elektrokardiographen (EKG) und/oder einem Atemsensor und/oder einem Pulsensor und/oder einem Bewegungssensor, und/oder eines Sensors zur Erfassung einer Positionierung des Untersuchungsobjekts bereitgestellt werden, beispielsweise einem elektromagnetischen und/oder optischen und/oder akustischen und/oder mechanischen Sensor. Das Bewegungssignal kann vorteilhafterweise eine Information zur momentanen physiologischen Phase des Untersuchungsobjekts aufweisen.

[0068] Vorteilhafterweise können der Gefäßdatensatz und/oder der Objektdatensatz in Abhängigkeit des physiologischen Bewegungssignals, beispielsweise getriggert in Abhängigkeit von der momentanen physiologischen Phase des Untersuchungsobjekts, erfasst werden.

[0069] Hierdurch kann vorteilhafterweise sichergestellt werden, dass der Objektdatensatz die wenigstens

tens eine Abbildung des medizinischen Objekt in dem Untersuchungsobjekt in der wenigstens einen übereinstimmenden physiologischen Phase aufweist.

[0070] Die Erfindung betrifft in einem zweiten Aspekt eine Bereitstellungseinheit, welche dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche auszuführen.

[0071] Dabei kann die Bereitstellungseinheit eine Recheneinheit, eine Speichereinheit und/oder eine Schnittstelle umfassen. Die Bereitstellungseinheit kann dazu ausgebildet sein, ein vorgeschlagenes Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes auszuführen, in dem die Schnittstelle, die Recheneinheit und/oder die Speichereinheit dazu ausgebildet sind, die entsprechenden Verfahrensschritte auszuführen.

[0072] Insbesondere kann die Schnittstelle zum Erfassen des Gefäßdatensatzes und/oder des Objektdatensatzes und/oder zum Bereitstellen des Ergebnisdatensatzes ausgebildet sein. Ferner können die Recheneinheit und/oder die Speichereinheit zum Identifizieren der jeweils einen korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz zu den Abbildungen des Objektdatensatzes mit übereinstimmender physiologischer Phase ausgebildet sein.

[0073] Die Vorteile der vorgeschlagenen Bereitstellungseinheit entsprechen im Wesentlichen den Vorteilen des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes. Hierbei erwähnte Merkmale, Vorteile oder alternative Ausführungsformen können ebenso auch auf die anderen beanspruchten Gegenstände übertragen werden und umgekehrt.

[0074] Die Erfindung betrifft in einem dritten Aspekt ein medizinisches Bildgebungsgerät, umfassend eine vorgeschlagene Bereitstellungseinheit. Dabei ist das Bildgebungsgerät zur Erfassung des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes ausgebildet.

[0075] Die Vorteile der vorgeschlagenen Bildgebungsgeräts entsprechen im Wesentlichen den Vorteilen des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes. Hierbei erwähnte Merkmale, Vorteile oder alternative Ausführungsformen können ebenso auch auf die anderen beanspruchten Gegenstände übertragen werden und umgekehrt.

[0076] Das medizinische Bildgebungsgerät zur Erfassung, insbesondere Aufnahme, des Gefäßdatensatzes und des Objektdatensatzes kann ein medizinisches Röntgengerät, insbesondere ein medizinisches C-Bogen-Röntgengerät und/oder eine

Kegelstrahl-Computertomographieanlage (engl. cone-beam CT, CBCT), und/ oder eine Computertomographie-Anlage (CT-Anlage) und/oder eine Magnetresonanztomographieanlage (MRT-Anlage) und/oder eine Positronenemissionstomographieanlage (PET-Anlage) und/oder ein Ultraschallgerät umfassen.

[0077] Die Erfindung betrifft in einem vierten Aspekt ein Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, welches direkt in einen Speicher einer Bereitstellungseinheit ladbar ist, mit Programmabschnitten, um alle Schritte eines vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes auszuführen, wenn die Programmabschnitte von der Bereitstellungseinheit ausgeführt werden. Das Computerprogrammprodukt kann dabei eine Software mit einem Quellcode, der noch kompiliert und gebunden oder der nur interpretiert werden muss, oder einen ausführbaren Softwarecode umfassen, der zur Ausführung nur noch in die Bereitstellungseinheit zu laden ist. Durch das Computerprogrammprodukt kann das Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes mittels einer Bereitstellungseinheit schnell, identisch wiederholbar und robust ausgeführt werden. Das Computerprogrammprodukt ist so konfiguriert, dass es mittels der Bereitstellungseinheit die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte ausführen kann.

[0078] Das Computerprogrammprodukt ist beispielsweise auf einem computerlesbaren Speichermedium gespeichert oder auf einem Netzwerk oder Server hinterlegt, von wo es in den Prozessor einer Bereitstellungseinheit geladen werden kann, der mit der Bereitstellungseinheit direkt verbunden oder als Teil der Bereitstellungseinheit ausgebildet sein kann. Weiterhin können Steuerinformationen des Computerprogrammprodukts auf einem elektronisch lesbaren Datenträger gespeichert sein. Die Steuerinformationen des elektronisch lesbaren Datenträgers können derart ausgestaltet sein, dass sie bei Verwendung des Datenträgers in einer Bereitstellungseinheit ein erfindungsgemäßes Verfahren durchführen. Beispiele für elektronisch lesbare Datenträger sind eine DVD, ein Magnetband oder ein USB-Stick, auf welchem elektronisch lesbare Steuerinformationen, insbesondere Software, gespeichert ist. Wenn diese Steuerinformationen von dem Datenträger gelesen und in eine Bereitstellungseinheit gespeichert werden, können alle erfindungsgemäßen Ausführungsformen der vorab beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

[0079] Eine weitgehend softwaremäßige Realisierung hat den Vorteil, dass schon bisher verwendete Bereitstellungseinheiten auf einfache Weise durch ein Software-Update nachgerüstet werden können, um auf die erfindungsgemäße Weise zu arbeiten. Ein solches Computerprogrammprodukt kann

neben dem Computerprogramm gegebenenfalls zusätzliche Bestandteile wie zum Beispiel eine Dokumentation und/oder zusätzliche Komponenten, sowie Hardware-Komponenten, wie zum Beispiel Hardware-Schlüssel (Dongles etc.) zur Nutzung der Software, umfassen.

[0080] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. In unterschiedlichen Figuren werden für gleiche Merkmale die gleichen Bezugszeichen verwendet. Es zeigen:

Fig. 1 bis 6 schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsformen eines Verfahrens zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes,

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer vorgeschlagenen Bereitstellungseinheit,

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines medizinischen Röntgengeräts.

[0081] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer vorteilhaften Ausführungsform eines vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen PROV-ED eines Ergebnisdatensatzes ED. Dabei kann ein Gefäßdatensatz VD erfasst werden CAP-VD. Der Gefäßdatensatz VD kann zeitaufgelöste Abbildungen wenigstens eines Gefäßabschnitts eines Untersuchungsobjekts in mehreren physiologischen Phasen aufweisen. Ferner kann ein Objektdatensatz OD erfasst werden CAP-OD. Der Objektdatensatz OD kann eine Abbildung eines medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase der mehreren physiologischen Phasen aufweisen. Das medizinische Objekt kann vorteilhafterweise ein diagnostisches und/oder chirurgisches Instrument und/oder ein Implantat umfassen. Ferner kann jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz VD zu den Abbildungen des Objektdatensatzes OD mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden ID-CI. Hiernach kann der Ergebnisdatensatz ED durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des Objektdatensatzes OD mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes VD bereitgestellt werden PROV-ED.

[0082] Vorteilhafterweise kann der Objektdatensatz OD zeitaufgelöste Abbildungen des medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt in mehreren physiologischen Phasen aufweisen. Zudem kann jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz VD zu jeder der Abbildungen des Objektdatensatzes OD mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert werden.

[0083] Die physiologischen Phasen können verschiedene Phasen einer Atembewegung und/oder

einer Herzbewegung des Untersuchungsobjekts umfassen.

[0084] Vorteilhafterweise kann das Identifizieren ID-CI der jeweils einen korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz VD zu den Abbildungen des Objektdatensatzes OD mit übereinstimmender physiologischer Phase auf einer weiteren Ähnlichkeitsmetrik basieren, welche eine Ähnlichkeit von Abbildungen des Gefäßdatensatzes VD mit Abbildungen des Objektdatensatzes OD bewertet.

[0085] Vorteilhafterweise kann das Bereitstellen PROV-ED des Ergebnisdatensatzes ED ein Registrieren der Abbildungen des Objektdatensatzes OD mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes VD umfassen.

[0086] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen PROV-ED des Ergebnisdatensatzes ED. Dabei kann das Erfassen CAP-VD des Gefäßdatensatzes VD ein Aufnehmen CAP-MD1 eines ersten Maskendatensatzes MD1 in einer ersten Maskenphase und ein Aufnehmen CAP-FD eines Fülldatensatzes FD in einer Füllphase umfassen. Dabei können der erste Maskendatensatz MD1 und der Fülldatensatz FD jeweils zeitaufgelöste Abbildungen eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts in übereinstimmenden physiologischen Phasen aufweisen. Der gemeinsame Untersuchungsbereich kann den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfassen. Zudem kann in der Füllphase ein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet und in dem Fülldatensatz FD abgebildet sein. Der Gefäßdatensatz VD kann vorteilhafterweise als Differenz DIFF-MD1-FD von Abbildungen des Fülldatensatzes FD und des ersten Maskendatensatzes MD1 mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden.

[0087] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen PROV-ED des Ergebnisdatensatzes ED. Dabei kann das Erfassen CAP-OD des Objektdatensatzes OD ein Aufnehmen CAP-iOD eines initialen Objektdatensatzes in einer Objektphase umfassen. Dabei kann der initiale Objektdatensatz iOD eine Abbildung des gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts in der wenigstens einen übereinstimmenden physiologischen Phase aufweisen. Zudem kann das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz abgebildet sein. Der Objektdatensatz OD kann vorteilhafterweise als Differenz DIFF-MD1-iOD von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes iOD und des ersten Maskendatensatzes MD1 mit jeweils

übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden.

[0088] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen PROV-ED des Ergebnisdatensatzes ED. Dabei kann das Erfassen CAP-OD des Objektdatensatzes OD ein Aufnehmen CAP-MD2 eines zweiten Maskendatensatzes MD2 in einer zweiten Maskenphase und eines initialen Objektdatensatzes iOD in einer Objektphase umfassen. Der zweite Maskendatensatz MD2 und der initiale Objektdatensatz iOD können jeweils eine Abbildung eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts in wenigstens einer übereinstimmenden Phase aufweisen. Ferner kann das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz abgebildet sein. Dabei kann der Objektdatensatz OD als Differenz von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes iOD und des zweiten Maskendatensatzes MD2 mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt werden.

[0089] Vorteilhafterweise können die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen mit der jeweils übereinstimmenden physiologischen Phase anhand einer Ähnlichkeitsmetrik identifiziert werden, welche eine Ähnlichkeit von Abbildungen verschiedener Datensätze bewertet.

[0090] Die Ähnlichkeitsmetrik und/oder die weitere Ähnlichkeitsmetrik kann beispielsweise eine auf Mittelwert Null normalisierte Kreuzkorrelation umfassen:

$$NCC(F_k, I_i) = \sum_{x,y} \frac{1}{\sigma_{F_k} \sigma_{I_i}} (F_k(x,y) - \mu_{F_k}) (I_i(x,y) - \mu_{I_i})$$

σ_{F_k} und σ_{I_i} mit der Standardabweichung und μ_{F_k} und μ_{I_i} den Mittelwerten über aller Pixelwerte $F_k(x,y)$ und $I_i(x,y)$ der miteinander korrespondierenden Abbildungen F_k und I_i . Dabei kann das Abbildungspaar mit einem maximalen Wert NCC als zu subtrahierende Abbildungen mit der jeweils übereinstimmenden physiologischen Phase identifiziert werden.

[0091] Zudem können die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen miteinander registriert werden.

[0092] Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen PROV-ED des Ergebnisdatensatzes ED. Dabei kann das Erfassen CAP-VD des Gefäßdatensatzes VD ein Aufnehmen CAP-FD eines Fülldatensatzes FD in einer Füllphase umfassen. Zudem kann das Erfassen CAP-OD des Objektdatensatzes OD ein Aufnehmen CAP-iOD eines initialen Objektdatensatzes iOD in einer Objektphasen umfassen. Der Füll-

datensatz FD und der initiale Objektdatensatz iOD können jeweils eine Abbildung des gemeinsamen Untersuchungsbereichs in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase umfassen. Der gemeinsame Untersuchungsbereich kann den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfassen. Ferner kann ein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt in der Füllphase angeordnet und in dem Fülldatensatz FD abgebildet sein. Ferner kann das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz iOD abgebildet sein. Der Ergebnisdatensatz ED kann vorteilhafterweise durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des initialen Objektdatensatzes iOD mit den korrespondierenden Abbildungen des Fülldatensatzes FD bereitgestellt werden.

[0093] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des vorgeschlagenen Verfahrens zum Bereitstellen PROV-ED des Ergebnisdatensatzes ED. Dabei kann ein physiologisches Bewegungssignal SIG, aufweisend eine Information zu einer momentanen physiologischen Phase des Untersuchungsobjekts, empfangen werden REC-SIG. Ferner können der Gefäßdatensatz VD und/oder der Objektdatensatz OD in Abhängigkeit des physiologischen Bewegungssignals SIG erfasst werden CAP-VD und CAP-OD.

[0094] Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer vorgeschlagenen Bereitstellungseinheit PRVS. Dabei kann die Bereitstellungseinheit PRVS eine Recheneinheit CU, eine Speichereinheit MU und/oder eine Schnittstelle IF umfassen. Die Bereitstellungseinheit PRVS kann dazu ausgebildet sein, ein vorgeschlagenes Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes PROV-ED auszuführen, in dem die Schnittstelle IF, die Recheneinheit CU und/oder die Speichereinheit MU dazu ausgebildet sind, die entsprechenden Verfahrensschritte auszuführen.

[0095] Fig. 8 zeigt beispielhaft für ein medizinisches Bildgebungsgerät eine schematische Darstellung eines medizinischen C-Bogen-Röntgengeräts 37, umfassend eine vorgeschlagene Bereitstellungseinheit PRVS. Das medizinische C-Bogen-Röntgengerät 37 kann vorteilhafterweise einen Detektor 34, insbesondere einen Röntgendetektor, und eine Quelle 33, insbesondere eine Röntgenquelle, aufweisen, welche in definierter Anordnung an einem C-Arm 38 angeordnet sind. Der C-Arm 38 des C-Bogen-Röntgengeräts 37 kann beweglich um ein oder mehrere Achsen herum gelagert sein. Zur Aufnahme des Gefäßdatensatzes VD und des Objektdatensatzes OD des, auf einer Patientenlagerungsvorrichtung 32 positionierten, Untersuchungsobjekts 31, kann die

Bereitstellungseinheit PRVS ein Signal 24 an die Röntgenquelle 33 senden. Daraufhin kann die Röntgenquelle 33 ein Röntgenstrahlenbündel aussenden. Beim Auftreffen des Röntgenstrahlenbündels, nach einer Wechselwirkung mit dem Untersuchungsobjekt 31, auf einer Oberfläche des Detektors 34, kann der Detektor 34 ein Signal 21 an die Bereitstellungseinheit PRVS senden. Die Bereitstellungseinheit PRVS kann anhand des Signals 21 den Gefäßdatensatz VD und den Objektdatensatz OD erfassen CAP-VD und CAP-OD.

[0096] Das Bildgebungsgerät kann ferner eine Eingabeeinheit 42, beispielsweise eine Tastatur, und eine Darstellungseinheit 41, beispielsweise einen Monitor und/oder ein Display und/oder einen Projektor, aufweisen. Die Eingabeeinheit 42 kann vorzugsweise in die Darstellungseinheit 41 integriert sein, beispielsweise bei einem kapazitiven und/oder resistiven Eingabedisplay. Die Eingabeeinheit 42 kann vorteilhafterweise zur Erfassung einer Nutzereingabe ausgebildet sein. Hierfür kann die Eingabeeinheit 42 beispielsweise ein Signal 26 an die Bereitstellungseinheit PRVS senden. Die Bereitstellungseinheit PRVS kann dazu ausgebildet sein, in Abhängigkeit der Nutzereingabe, insbesondere des Signals 26, gesteuert zu werden, insbesondere zur Ausführung eines Verfahrens zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes PROV-ED.

[0097] Die Darstellungseinheit 41 kann vorteilhafterweise dazu ausgebildet sein, eine graphische Darstellung des Ergebnisdatensatzes ED anzuzeigen. Hierfür kann die Bereitstellungseinheit PRVS ein Signal 25 an die Darstellungseinheit 41 senden.

[0098] Die in den beschriebenen Figuren enthaltenen schematischen Darstellungen bilden keinerlei Maßstab oder Größenverhältnisse ab.

[0099] Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorhergehenden detailliert beschriebenen Verfahren sowie bei den dargestellten Vorrichtungen lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Weiterhin schließt die Verwendung der unbestimmten Artikel „ein“ bzw. „eine“ nicht aus, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können. Ebenso schließen die Begriffe „Einheit“ und „Element“ nicht aus, dass die betreffenden Komponenten aus mehreren zusammenwirkenden Teilkomponenten bestehen, die gegebenenfalls auch räumlich verteilt sein können.

[0100] Der Ausdruck „basierend auf“ kann im Kontext der vorliegenden Anmeldung insbesondere im Sinne des Ausdrucks „unter Verwendung von“ verstanden werden. Insbesondere schließt eine Formu-

lierung, der zufolge ein erstes Merkmal basierend auf einem zweiten Merkmal erzeugt (alternativ: ermittelt, bestimmt etc.) wird, nicht aus, dass das erste Merkmal basierend auf einem dritten Merkmal erzeugt (alternativ: ermittelt, bestimmt etc.) werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bereitstellen eines Ergebnisdatensatzes (PROV-ED), umfassend:

- Erfassen (CAP-VD) eines Gefäßdatensatzes (VD), wobei der Gefäßdatensatz (VD) zeitaufgelöste Abbildungen wenigstens eines Gefäßabschnitts eines Untersuchungsobjekts (31) in mehreren physiologischen Phasen aufweist,
- Erfassen (CAP-OD) eines Objektdatensatzes (OD), wobei der Objektdatensatz (OD) eine Abbildung eines medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt (31) in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase der mehreren physiologischen Phasen aufweist,
- Identifizieren (ID-CI) jeweils einer korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz (VD) zu den Abbildungen des Objektdatensatzes (OD) mit übereinstimmender physiologischer Phase,
- Bereitstellen (PROV-ED) des Ergebnisdatensatzes (ED) durch zumindest teilweises Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des Objektdatensatzes (OD) mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes (VD).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Objektdatensatz (OD) zeitaufgelöste Abbildungen des medizinischen Objekts in dem Untersuchungsobjekt (31) in mehreren physiologischen Phasen aufweist, wobei jeweils eine korrespondierende Abbildung in dem Gefäßdatensatz (VD) zu jeder der Abbildungen des Objektdatensatzes (OD) mit übereinstimmender physiologischer Phase identifiziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Erfassen (CAP-VD) des Gefäßdatensatzes (VD) ein Aufnehmen (CAP-MD1, CAP-FD) eines ersten Maskendatensatzes (MD1) in einer ersten Maskenphase und eines Fülldatensatzes (FD) in einer Füllphase umfasst, wobei der erste Maskendatensatz (MD1) und der Fülldatensatz (FD) jeweils zeitaufgelöste Abbildungen eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts (31) in übereinstimmenden physiologischen Phasen aufweisen, wobei der gemeinsame Untersuchungsbereich den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfasst, wobei in der Füllphase ein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet und in dem Fülldatensatz (FD) abgebildet ist, wobei der Gefäßdatensatz (VD) als Differenz (DIFF-MD1-FD) von Abbildungen des Fülldatensatzes und des ersten Maskendatensatzes mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Erfassen (CAP-OD) des Objektdatensatzes (OD) ein Aufnehmen (CAP-iOD) eines initialen Objektdatensatzes (iOD) in einer Objektphase umfasst, wobei der initiale Objektdatensatz (iOD) eine Abbildung des gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts (31) in der wenigstens einen übereinstimmenden physiologischen Phase aufweist, wobei das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz (iOD) abgebildet ist, wobei der Objektdatensatz (OD) als Differenz (DIFF-MD1-iOD) von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes (iOD) und des ersten Maskendatensatzes (MD1) mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Erfassen (CAP-OD) des Objektdatensatzes (OD) ein Aufnehmen (CAP-MD2, CAP-iOD) eines zweiten Maskendatensatzes (MD2) in einer zweiten Maskenphase und eines initialen Objektdatensatzes (iOD) in einer Objektphase umfasst, wobei der zweite Maskendatensatz (MD2) und der initiale Objektdatensatz (iOD) jeweils eine Abbildung eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts (31) in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase aufweisen, wobei das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz (iOD) abgebildet ist, wobei der Objektdatensatz (OD) als Differenz (DIFF-MD2-iOD) von Abbildungen des initialen Objektdatensatzes (iOD) und des zweiten Maskendatensatzes (MD2) mit jeweils übereinstimmender physiologischer Phase bereitgestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen mit der jeweils übereinstimmenden physiologischen Phase anhand einer Ähnlichkeitsmetrik identifiziert werden, welche eine Ähnlichkeit von Abbildungen verschiedener Datensätze bewertet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die jeweils zu subtrahierenden Abbildungen miteinander registriert werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Erfassen (CAP-VD) des Gefäßdatensatzes (VD) ein Aufnehmen (CAP-FD) eines Fülldatensatzes (FD) in einer Füllphase umfasst, wobei das Erfassen (CAP-OD) des Objektdatensatzes (OD) ein Aufnehmen (CAP-iOD) eines initialen Objektdatensatzes (iOD) in einer Objektphase

umfasst, wobei der Fülldatensatz (FD) und der initiale Objektdatensatz (iOD) jeweils eine Abbildung eines gemeinsamen Untersuchungsbereichs des Untersuchungsobjekts (31) in wenigstens einer übereinstimmenden physiologischen Phase aufweisen, wobei der gemeinsame Untersuchungsbereich den wenigstens einen Gefäßabschnitt umfasst, wobei in der Füllphase ein Kontrastmittel in dem wenigstens einen Gefäßabschnitt angeordnet und in dem Fülldatensatz (FD) abgebildet ist, wobei das medizinische Objekt in der Objektphase in dem gemeinsamen Untersuchungsbereich angeordnet und in dem initialen Objektdatensatz (iOD) abgebildet ist, wobei der Ergebnisdatensatz (ED) durch zumindest teilweise Überlagern und/oder Mischen der Abbildungen des initialen Objektdatensatzes (iOD) mit den korrespondierenden Abbildungen des Fülldatensatzes (FD) bereitgestellt wird (PROV-ED).

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die physiologischen Phasen verschiedene Phasen einer Atembewegung und/oder Herzbewegung des Untersuchungsobjekts umfassen.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das medizinische Objekt ein diagnostisches und/oder chirurgisches Instrument und/oder ein Implantat umfasst.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Identifizieren (ID-CI) der jeweils einen korrespondierenden Abbildung in dem Gefäßdatensatz (VD) zu den Abbildungen des Objektdatensatzes (OD) mit übereinstimmender physiologischer Phase auf einer weiteren Ähnlichkeitsmetrik basiert, welche eine Ähnlichkeit von Abbildungen des Gefäßdatensatzes (VD) mit Abbildungen des Objektdatensatzes (OD) bewertet.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Bereitstellen (PROV-ED) des Ergebnisdatensatzes (ED) ein Registrieren der Abbildungen des Objektdatensatzes (OD) mit den korrespondierenden Abbildungen des Gefäßdatensatzes (VD) umfasst.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein physiologisches Bewegungssignal (SIG), aufweisend eine Information zu einer momentanen physiologischen Phase des Untersuchungsobjekts (31), empfangen wird (REC-SIG), wobei der Gefäßdatensatz (VD) und/oder der Objektdatensatz (OD)

in Abhängigkeit des physiologischen Bewegungssignals (SIG) erfasst werden (CAP-VD, CAP-OD).

14. Bereitstellungseinheit (PRVS), welche dazu ausgebildet ist, ein Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche auszuführen.

15. Medizinisches Bildgebungsgerät, umfassend eine Bereitstellungseinheit (PRVS) nach Anspruch 14, wobei das Bildgebungsgerät zur Erfassung (CAP-VD, CAP-OD) des Gefäßdatensatzes (VD) und des Objektdatensatzes (OD) ausgebildet ist.

16. Computerprogrammprodukt mit einem Computerprogramm, welches direkt in einen Speicher einer Bereitstellungseinheit (PRVS) ladbar ist, mit Programmabschnitten, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 auszuführen, wenn die Programmabschnitte von der Bereitstellungseinheit (PRVS) ausgeführt werden.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

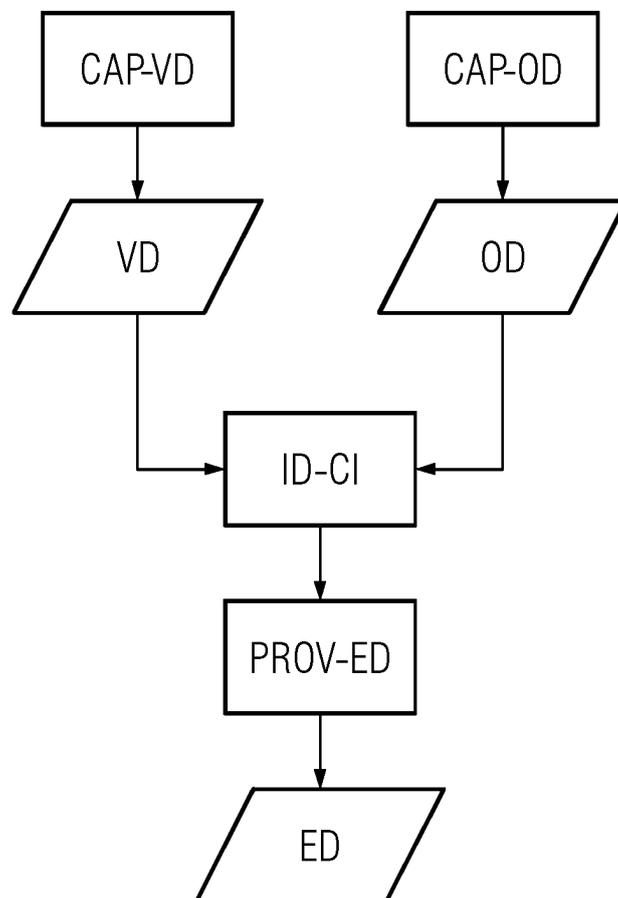


FIG 2

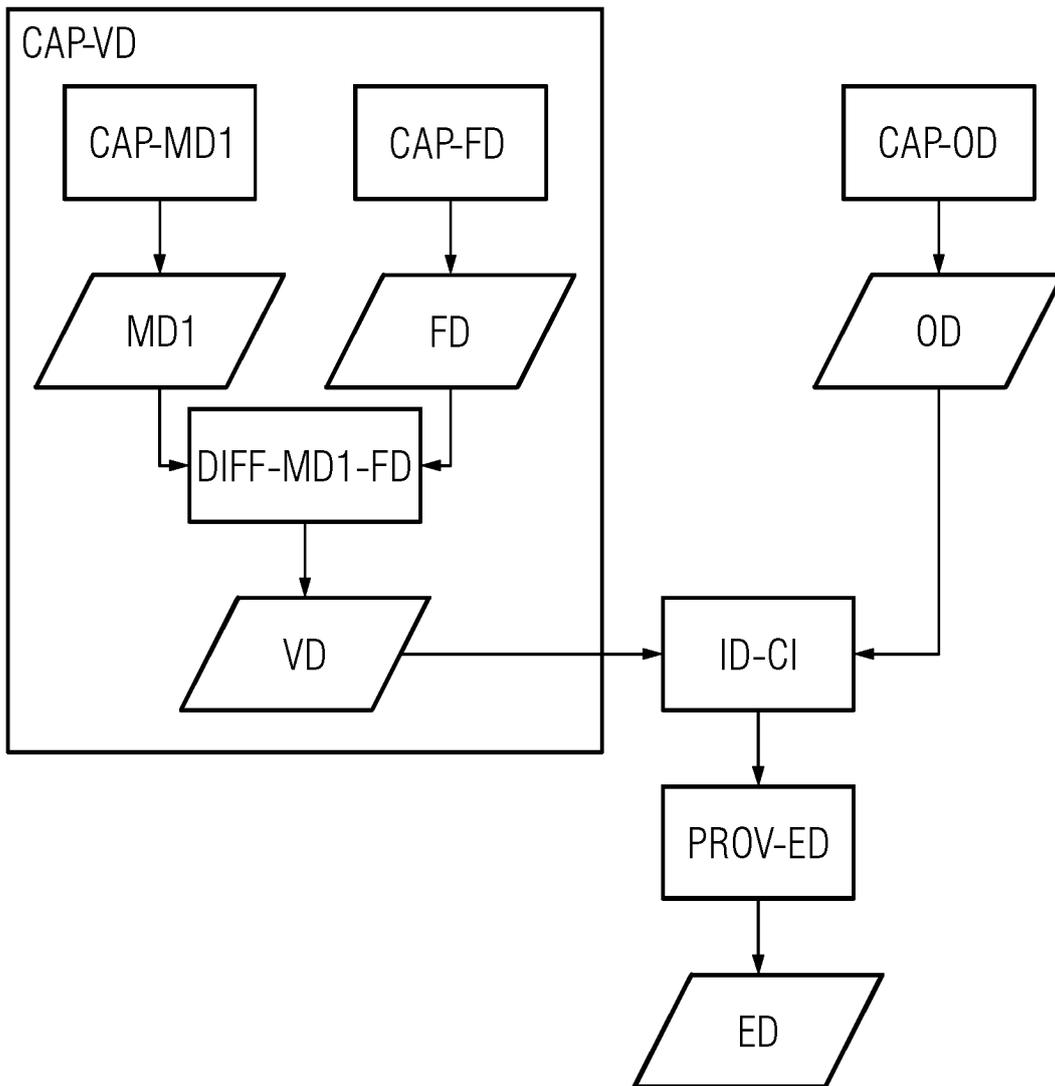


FIG 3

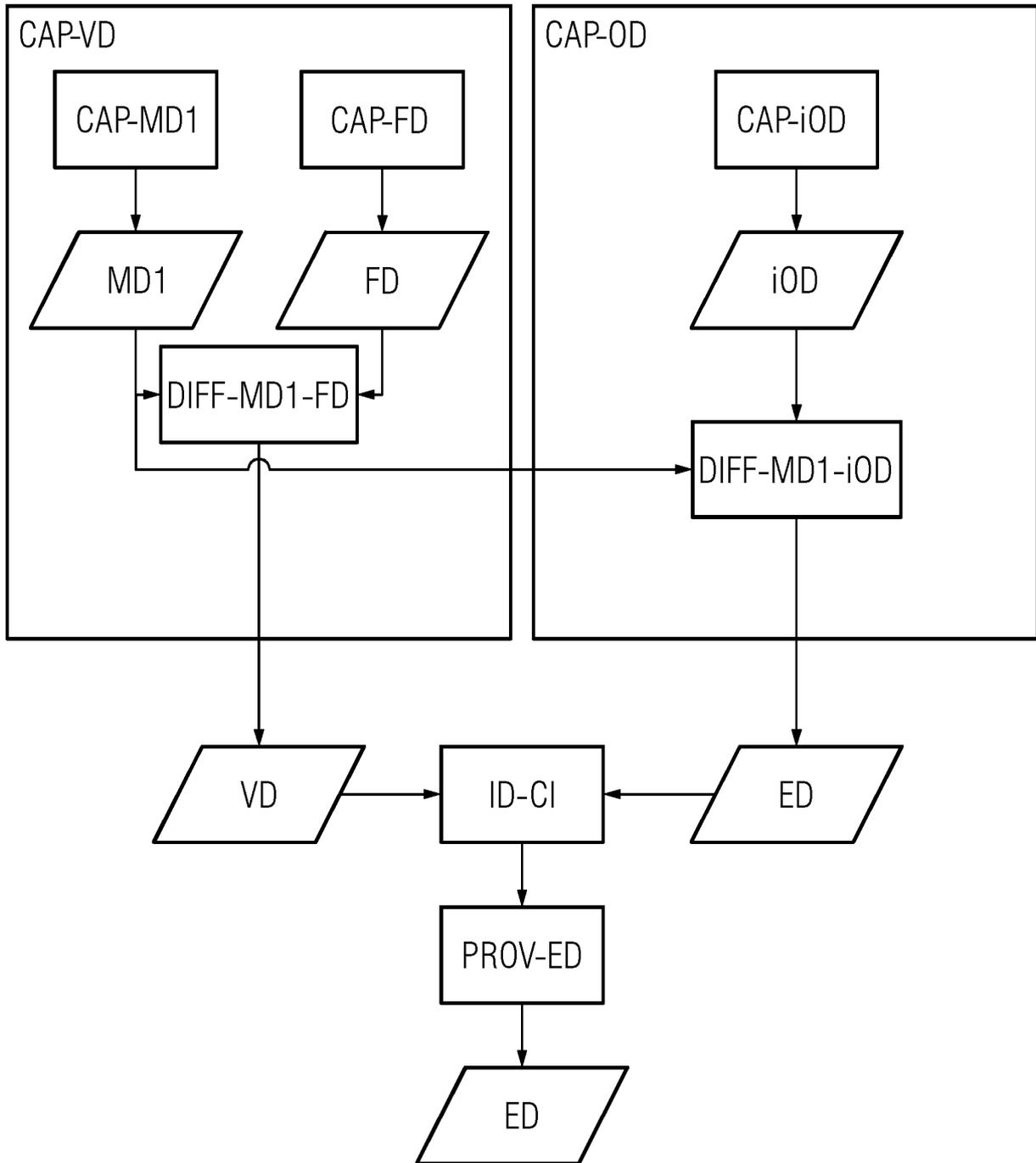


FIG 4

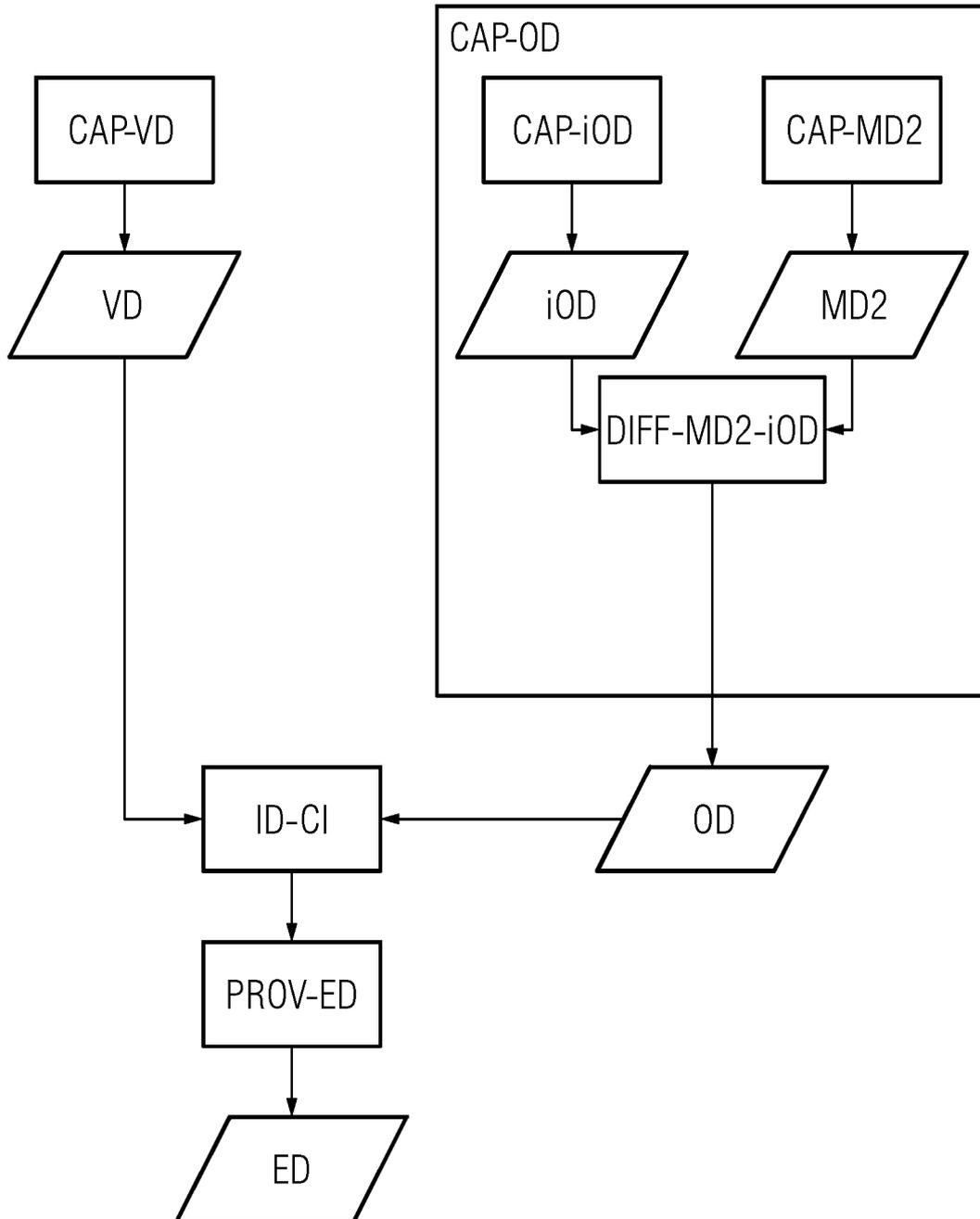


FIG 5

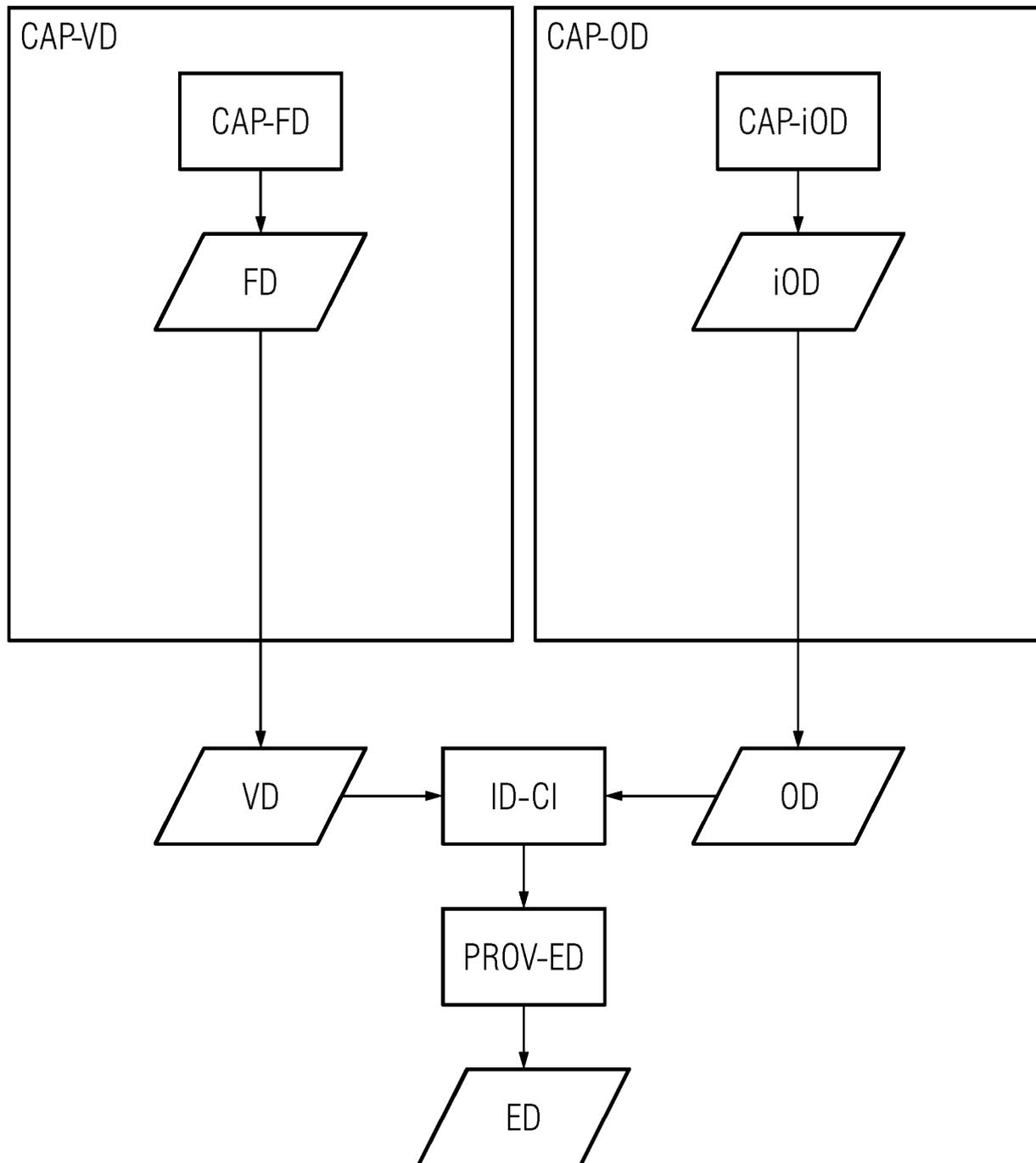


FIG 6

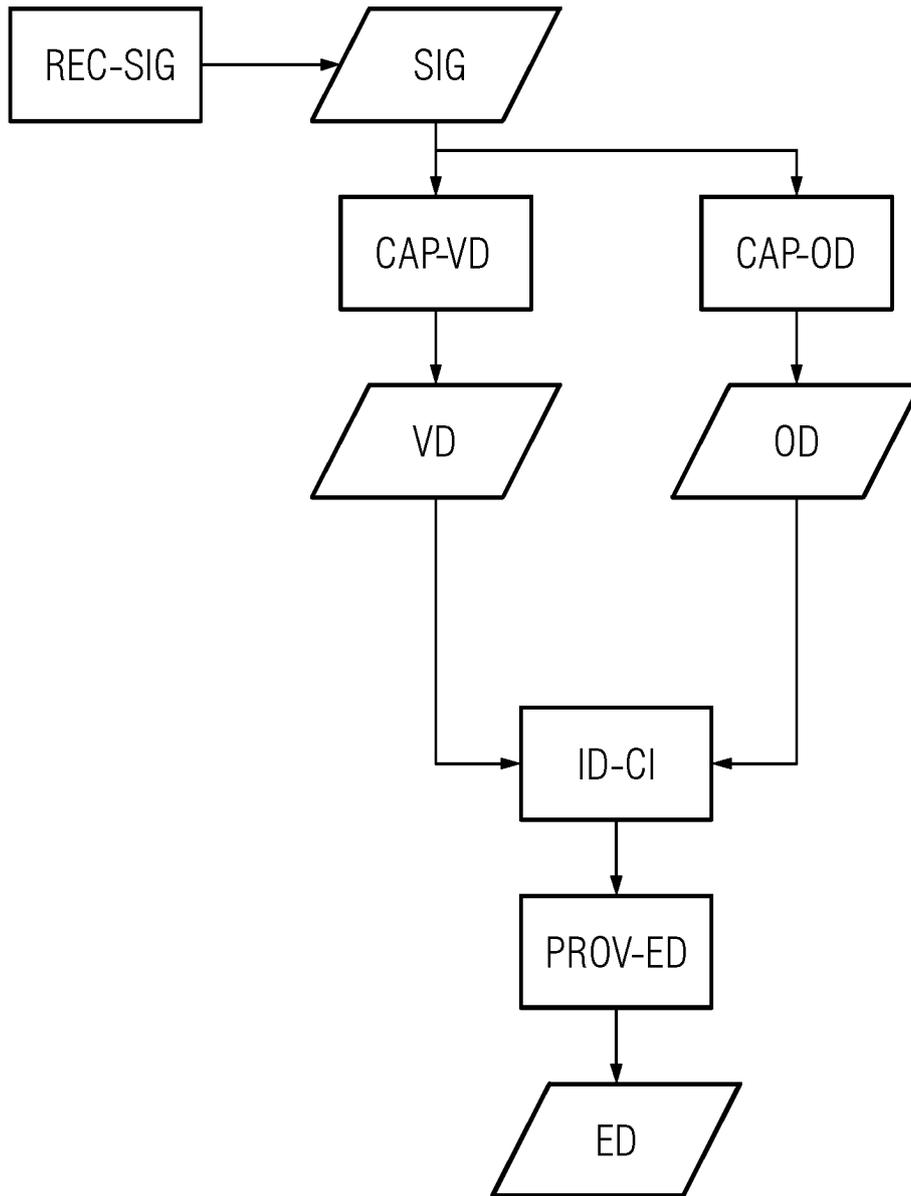


FIG 7

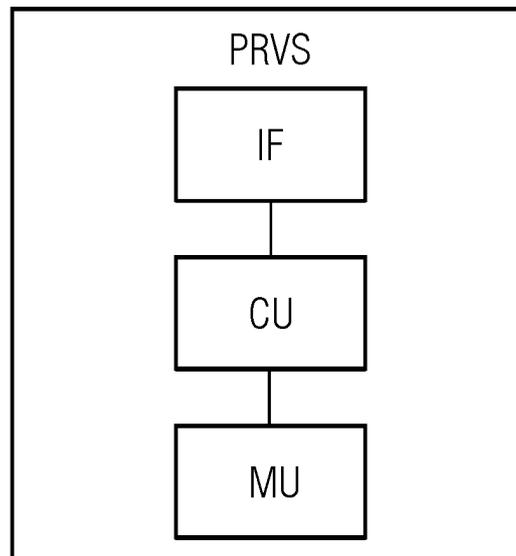


FIG 8

