

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7663597号
(P7663597)

(45)発行日 令和7年4月16日(2025.4.16)

(24)登録日 令和7年4月8日(2025.4.8)

(51)国際特許分類 F I
A 6 1 B 34/10 (2016.01) A 6 1 B 34/10
A 6 1 B 34/20 (2016.01) A 6 1 B 34/20

請求項の数 14 (全30頁)

(21)出願番号	特願2022-561142(P2022-561142)	(73)特許権者	590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ Koninklijke Philips N.V. オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2 High Tech Campus 5 2 , 5 6 5 6 AG Eindhoven , N etherlands
(86)(22)出願日	令和3年3月31日(2021.3.31)	(74)代理人	110001690 弁理士法人M&Sパートナーズ
(65)公表番号	特表2023-523163(P2023-523163 A)	(72)発明者	イゾラ アルフォンソ アガティノ オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン ドーフエン ハイ テック キャンパス 5 最終頁に続く
(43)公表日	令和5年6月2日(2023.6.2)		
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/058430		
(87)国際公開番号	WO2021/204622		
(87)国際公開日	令和3年10月14日(2021.10.14)		
審査請求日	令和6年3月28日(2024.3.28)		
(31)優先権主張番号	20169170.6		
(32)優先日	令和2年4月10日(2020.4.10)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		

(54)【発明の名称】 介入医療におけるグリッドテンプレート位置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

医療介入処置において人間又は動物の身体に対するグリッドテンプレートの位置及び／又は向きを決定するための処理デバイスであって、前記グリッドテンプレートは、対応する複数のグリッド穴軌道を画定する複数の穴を含み、前記グリッドテンプレートは、前記医療介入処置において、前記穴のうちの少なくとも1つの穴を介して前記身体内に挿入されるときに、前記グリッド穴軌道に沿って、少なくとも1つの介入ツールを支持及び案内し、前記処理デバイスは、

前記身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表すデータを受信及び／又は処理するための解剖学的空間情報処理ユニットと、

前記身体内の少なくとも1つの前記標的ボリュームに対する前記グリッドテンプレートの複数の候補位置及び／又は向きを生成するための生成ユニットと、

前記複数の候補位置及び／又は向きの各候補位置及び／又は向きについて、前記医療介入処置のための前記グリッドテンプレートの前記候補位置の適合性を表す少なくとも1つの品質決定基準を計算するための品質計算機と、

少なくとも1つの前記品質決定基準に基づいて、前記複数の候補位置及び／又は向きから、位置及び／又は向きを選択するための位置セクタとを含み、

前記品質計算機は、各候補位置及び／又は向きについて、前記候補位置及び／又は向きにしたがって位置している場合の前記グリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの間の空間的関係を決定し、

少なくとも1つの前記品質決定基準は、決定された前記空間的關係によって制約される場合に、前記医療介入処置の治療効果尺度を示す値を含み、前記治療効果尺度は、1つ又は複数の放射線源又はアプレータが、前記グリッド穴軌道に沿って位置しているときに、少なくとも1つの前記標的ボリュームにおいて受ける放射線量又はアブレーション効果を表す、処理デバイス。

【請求項2】

少なくとも1つの前記品質決定基準はさらに、決定された前記空間的關係に基づいて、少なくとも1つの前記標的ボリュームに対する前記グリッド穴軌道の幾何学的重複及び/又は近接を示す値を含む、請求項1に記載の処理デバイス。

【請求項3】

前記品質計算機はまた、各候補位置及び/又は向きについて、前記候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合の前記グリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの間の交差を決定することによって、前記空間的關係を決定し、各候補位置及び/又は向きについて、少なくとも、前記候補位置及び/又は向きの前記グリッド穴軌道の、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの交差の程度を示す第1の値を考慮することによって、少なくとも1つの前記品質決定基準を計算する、請求項1又は2に記載の処理デバイス。

【請求項4】

前記第1の値は、少なくとも1つの前記標的ボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数と、及び/又は、前記交差に対応する線分の全長と、及び/又は、前記交差に対応する前記線分の長さの、平均、又は他の統計的代表的値とを含む、請求項3に記載の処理デバイス。

【請求項5】

前記解剖学的空間情報処理ユニットはさらに、危険に曝されている前記身体内の少なくとも1つの空間ボリュームを表すデータを受信及び/又は処理し、

前記品質計算機は、各候補位置及び/又は向きについて、前記候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合の前記グリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームとの交差を決定し、

前記品質計算機は、各候補位置及び/又は向きについて、前記候補位置及び/又は向きに関する前記グリッド穴軌道と、少なくとも前記第1の値、及び危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームとの交差の程度を示す第2の値を考慮することによって、少なくとも1つの前記品質決定基準を計算する、請求項3又は4に記載の処理デバイス。

【請求項6】

前記第2の値は、危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数と、及び/又は、危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームとの前記交差に対応する線分の全長と、及び/又は、危険に曝されている少なくとも1つ前記空間ボリュームとの前記交差に対応する前記線分の長さの平均、又は他の統計的代表的値とを含む、請求項5に記載の処理デバイス。

【請求項7】

前記品質計算機は、少なくとも前記第1の値及び第3の値を考慮することによって、各候補位置及び/又は向きについて、少なくとも1つの前記品質決定基準を計算し、前記第3の値は、少なくとも1つの標的ボリュームの中心までの、又は少なくとも1つの標的ボリュームのうちの少なくとも1つの中心までのグリッド穴軌道の最小距離を示す、請求項3から6のいずれか一項に記載の処理デバイス。

【請求項8】

少なくとも1つの前記品質決定基準は、複数の品質決定基準であり、前記品質計算機は、加重和にしたがって、前記複数の品質決定基準を、複合品質決定基準へ結合し、前記位置セクタは、前記複数の候補位置及び/又は向きから、前記複合品質決定基準の極値に達する位置及び/又は向きを選択する、請求項3から7のいずれか一項に記載の処理デバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

少なくとも1つの前記品質決定基準は、複数の品質決定基準であり、前記位置セクタは、前記複数の品質決定基準のうち、第1の品質決定基準に基づいて、前記複数の候補位置及び/又は向きの第1のサブセットを選択し、前記複数の品質決定基準のうち、前記第1の品質決定基準とは異なる第2の品質決定基準に基づいて、前記第1のサブセットのうち、少なくとも第2のサブセットを選択する、請求項1から8のいずれか一項に記載の処理デバイス。

【請求項 10】

前記生成ユニットは、前記グリッドテンプレートを表す位置及び/又は向きを、複数の異なる並進ステップ及び/又は回転ステップにわたって、並進及び/又は回転させることによって、前記複数の候補位置及び/又は向きを生成する、請求項1から9のいずれか一項に記載の処理デバイス。

10

【請求項 11】

物理的グリッドテンプレートの物理的な位置及び/又は向きを示す位置信号を受信し、前記位置セクタによって選択された位置及び/又は向きを示す、及び/又は、前記物理的な位置及び/又は向きと、前記選択された位置及び/又は向きとの間の相対的な位置及び/又は向きの前記物理的な位置及び/又は向きを示す、フィードバック信号を提供するためのグリッドテンプレート整列評価器を含む、請求項1から10のいずれか一項に記載の処理デバイス。

【請求項 12】

前記グリッドテンプレート整列評価器は、ユーザインターフェースを使用して、前記物理的な位置及び/又は向き、並びに前記選択された位置及び/又は向きを付随的に視覚化する、請求項11に記載の処理デバイス。

20

【請求項 13】

医療介入処置において人間又は動物の身体に対するグリッドテンプレートの位置及び/又は向きを決定するためのコンピュータ実施方法であって、前記グリッドテンプレートは、対応する複数のグリッド穴軌道を画定する複数の穴を含み、前記グリッドテンプレートは、前記医療介入処置において、前記穴のうちの少なくとも1つの穴を介して前記身体内に挿入されるときに、そのようなグリッド穴軌道に沿って、少なくとも1つの介入ツールを支持及び案内し、前記コンピュータ実施方法は、

30

前記身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表すデータを受信及び/又は処理するステップと、

前記身体内の少なくとも1つの前記標的ボリュームに対する前記グリッドテンプレートの複数の候補位置及び/又は向きを生成するステップと、

各候補位置及び/又は向きについて、前記候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合の前記グリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの間の空間的關係を決定するステップと、

前記複数の候補位置及び/又は向きの各候補位置及び/又は向きについて、決定された前記空間的關係によって制約される場合に、少なくとも、前記医療介入処置の治療効果尺度を示す値を考慮することによって、前記医療介入処置のための前記グリッドテンプレートの前記候補位置の適合性を表す少なくとも1つの品質決定基準を計算するステップであって、前記治療効果尺度は、1つ又は複数の放射線源又はアプレータが、前記グリッド穴軌道に沿って位置しているときに、少なくとも1つの前記標的ボリュームにおいて受ける放射線量又はアブレーション効果を表す、計算するステップと、

40

少なくとも1つの前記品質決定基準に基づいて、前記複数の候補位置及び/又は向きから、位置及び/又は向きを選択するステップとを有する、コンピュータ実施方法。

【請求項 14】

プロセッサにおいてコンピュータプログラムを実行するとき、請求項13に記載のコンピュータ実施方法を実施するためのコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、近接照射治療処置及びアブレーション処置などの介入処置の計画の分野に関する。具体的には、本発明は、グリッド又はテンプレートを使用して、グリッドの選択された穴を通じて、針やカテーテルなど、解剖学的対象ポリウムに挿入される介入ツールを支持及び案内するために使用される、処置の計画のためのデバイス及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

局所治療処置では、1つ又は複数の焦点源が、癌病変などの身体内の治療ポリウムの近傍及び/又は内部で使用される。そのような焦点源は、針又はカテーテルなどの介入焦点治療供給デバイスに組み込まれるか、又はそれらによって位置決めされる。焦点源は、治療ポリウム内の細胞に損傷を与えるために高度に局所化されたエネルギー照射を提供する一方で、このポリウム外の健康な組織を保護する。一般に、必ずしも厳密に限定する訳ではないが、焦点源は、逆二乗則にしたがってエネルギーを蓄積して、この有利な高度に焦点合わせされた(局所化された)治療効果を達成する。当該技術分野には、局所治療の多くのモダリティがある。恐らく最もよく知られているモダリティは、1つ又は複数の放射性シード(密封された放射性同位体)を、治療が必要な領域の内部又は近くに配置する近接照射治療である。他の例としては、熱アブレーション、マイクロ波アブレーション、超音波アブレーション、高周波アブレーション、光熱治療、レーザー治療などが挙げられる。光線力学治療などの特定の増感技法も使用できる。厳密な意味では、冷凍アブレーションは焦点エネルギーに依存せず、代わりに焦点ヒートシンクを使用するが、それは完全に類似していると見なすことができ、したがって焦点治療モダリティのさらに別の例と見なすことができる。

【0003】

患者の身体に位置された剛性又は可撓性のグリッドテンプレートを使用して、針などの焦点治療供給デバイスを案内及び支持することが当該技術分野で知られている。

【0004】

例えば、前立腺近接照射治療では、針又はカテーテルが、会陰に対して位置しているそのような整列テンプレートを通じて、前立腺及び/又は周囲の組織に挿入される。このように、テンプレートは、針又はカテーテルを案内し、支持し、(一時的に)固定して、身体内の意図された供給部位に良好な位置精度で到達し、処置中、所定の必要時間、治療ツールが、意図された部位に留まるようにする。

【0005】

本開示は、焦点治療に特に有用な、身体及びその中の所定のポリウムに対するそのようなグリッドテンプレートの正確な位置決めを計画及び実行するための手段及び方法を提供することを目的としているが、実施形態は必ずしもそれに限定されない。身体の組織内の正確な場所にツールを挿入するためにグリッドテンプレートを使用できる生検などの他の介入処置も、本発明から利益を得る。

【0006】

典型的には、医用画像化技法を使用して、一次治療ポリウムや、危険に曝されている可能性のある近くの臓器など、身体内の対象領域を特定及びセグメント化する。次に、この情報を使用して、マニュアルの順方向計画又は自動の逆方向計画を実行し、一連の供給パラメータを発見することができる。これは、例えば、グリッドテンプレートでのカテーテル又は針の位置の選択、その挿入深さ、滞留(又はアブレーション)時間及び/又は治療パワーパラメータ(例えば、放射性同位体束又はアブレーションパワー)を含む。例えば、近接照射治療の逆方向計画方法では、治療される病変領域と交差するグリッド穴軌道は、放射線源が所与の最適時間滞留できる一連の滞留位置をサンプリングするために使用される標的病変交差セグメントを定義する。典型的な計画では、複数のそのような利用可能な軌道が選択され、連続治療パターンで使用され、例えば、近接照射治療放射線源(又はアブレーションツール)が、決定されたパラメータにしたがって、例えば、決定された

10

20

30

40

50

滞留時間と挿入深さにしたがって、選択された各穴を通じて挿入される。

【0007】

しかしながら、この計画は、典型的には、例えば、グリッドテンプレートに垂直に、複数の貫通穴を通る経路に沿って、この事前定義されたグリッド上の供給デバイスの利用可能な位置を定義する複数の貫通穴（例えばグリッドパターンに配置された）を含むグリッドテンプレートの位置によって制約される。

【0008】

例えば、特に小さな病変の場合、最適ではないグリッド位置は、計画の制約の下で達成できる治療計画の最高品質を制限する可能性がある。最悪のシナリオでは、非常に小さな病変が、グリッド穴軌道の間完全に配置される可能性がある。したがって、これらの制約内での最適な治療は、局所治療源の数を増やし、それによって病変を可能な限り取り囲み、周囲の、恐らく健康な組織への所望されない損傷の増加をもたらす、例えば、望ましくない副作用のリスクを高める可能性がある。残念ながら、そのようなシナリオは、臨床現場では珍しくない。例えば、臨床専門家は、標的ボリュームを拡大し、いくつかの交差するグリッド軌道を取得するために、総腫瘍ボリュームの周囲に、例えば1～2センチメートルのようなマージンを含める。そのような事象では、追加のマージンを考慮せずに最適化のために使用可能な軌道はなく、したがって、適切な近接照射治療源又はアブレータ滞在位置もない。しかしながら、この追加のマージンは、肉眼的腫瘍の近くの健康な組織が、例えば、治療によって破壊され、潜在的な副作用をもたらすように、悪影響を受ける可能性があることも意味する。

【0009】

しかしながら、このアプローチには利点もある。可能な針の位置を、所定のグリッドに制限することにより、計画アルゴリズムの複雑さが低減され、例えば、扱い易いままになる。例えば、針の位置は、恐らく大きい、有限（離散）数に制約されるので、直接探索及び/又は整数プログラミング計画戦略を使用することができる。同様に、近接照射治療シード又はアブレーションツールのサイズが有限であるため、（実質的に異なる効果を有する）滞留位置の数も、離散数に制約される。事前定義された座標系に対する介入ツールの実質的に連続的な位置決めを可能にするロボットシステムが当該技術分野で知られているが、テンプレートベースのアプローチは、依然として有利に費用対効果が高く、単純で迅速な解決策を提供し、多くのシナリオにおいて好ましい。

【0010】

文献WO2016/059603A1は、対象物体内に挿入するように構成された少なくとも1つのカテーテルと、対象物体の三次元画像を形成する複数の画像スライスを含む参照画像データセットを取得し、参照画像データセット内の制限領域を画定し、計画されたカテーテル交差点、対象物体の周辺境界、及び参照データセットで定義された制限領域のうちの少なくとも1つにしたがって、少なくとも1つのカテーテルの場所制約を決定し、少なくとも1つのカテーテルの遠位端の位置及び向きの中の少なくとも1つを決定し、及び/又は、少なくとも1つのカテーテル及び場所制約について決定された少なくとも1つの位置及び向きにしたがって、少なくとも1つのカテーテルの計画された軌道を決定する少なくとも1つのコントローラを含む、介入治療システムを開示している。

【0011】

EP1374949は、近接照射治療計画への例示的なアプローチを説明している。この参考文献は、リアルタイムの放射線治療計画システムを開示している。三次元画像セグメント化アルゴリズムを使用して、対象解剖学的領域内の特定の器官を決定する。次いで、解剖学的領域における中空針の数及び位置、並びに供給される放射線量を定義する、放射線治療を実施するための治療計画が決定される。単一又は多目的の解剖学に基づく遺伝的最適化アルゴリズムを使用して、中空針の最適な数と位置、各中空針内のエネルギー放出源の位置、及び、各位置におけるエネルギー放出源の滞留時間をリアルタイムで決定する。次いで、テンプレート又は案内ツールの案内下で針が解剖学的領域に挿入され、エネルギー放出源が中空針を通じて供給される。さらに、計画後の目的のために、三次元画像情報に

10

20

30

40

50

基づいて、達成された針の位置及び滞留時間が決定される。本開示で説明された特定の実施形態は、針を挿入できる単一の案内管を使用する、穴のない電動テンプレートに関する。この案内管は、仮想テンプレートグリッドの各位置に位置され、テンプレートに対する針の位置が、穴の物理的なグリッドによって限定されないようにする。したがって、仮想グリッド構成は、使用される針の直径にのみ限定される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の実施形態の目的は、近接照射治療又はアブレーション処置のような、介入処置において、例えば、患者の身体の表面上又はその近くで、グリッドの穴を通じて、対象解剖学的ボリュームに挿入される針、カテーテルなどの介入ツールを支持及び案内するためのグリッドテンプレートの位置及び/又は向きを決定するための、簡単で、効果的、効率的、及び/又は良好な手段及び/又は方法を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の実施形態によるデバイス及び方法は、上記の目的を達成する。

【0014】

本発明の実施形態の利点は、所定の位置に配置された場合、グリッドのグリッド穴を通じた(針、カテーテル、又は他の介入ツールのための)供給経路により、身体内の対象治療ボリュームの良好なアクセス可能性(例えば、良好な物理的アクセス及び/又はカバー)を提供するように、グリッドの位置が最適化されることである。

20

【0015】

本発明の実施形態の利点は、対象治療ボリュームと可能な限り交差できるように、グリッド穴を通る供給経路が最適化されることである。

【0016】

本発明の実施形態の利点は、例えば、切除不能腫瘍の治療において、アブレーション又は近接照射治療などの処置の良好な治療効果を達成できることである。望ましくない副作用を低減又は回避できること、例えば、健康な組織への損傷を回避又は低減できることは、さらなる利点である。

【0017】

さらなる利点は、治療ボリューム内の正確な線量の供給を可能にすることによって、治療線量(例えば、放射線量、アブレーションエネルギー)を低減できることである。さらなる利点は、(例えば迅速に、例えば望ましくない副作用なしで)治療後の患者の良好な回復を達成できることである。例えば、近くの健康な組織への望ましくない損傷を低減するために、供給される総放射線量又は熱アブレーションゾーンは、(臨床医によって適切と見なされ、グリッドによって課される制約によって、影響を可能な限り低く抑えられた腫瘍の周囲のマージンを恐らく含んでいる)腫瘍の輪郭に、可能な限り追従する必要がある。

30

【0018】

本発明の実施形態の利点は、テンプレートグリッドによって画定された供給経路を介して、身体内部の対象ボリューム内への介入ツールの正確な位置決めが有利である、多種多様な介入処置に、現在開示されているアプローチが適用できることである。例えば、本アプローチは、適用される特定の処置の知識を必要とせずに、例えば、テンプレートグリッドによって提供される供給経路を介して、身体内の所定の対象ボリュームにわたって良好なアクセスを提供する目的のみを考慮して、好ましくは、ボリューム全体にわたって、可能な限り多くの位置でサンプリングされ、好ましくは、ボリューム全体にわたって、可能な限り均一に、これらの位置に分布して、適用される。危険に曝されている領域内又はその近くに配置された場合に、危険に曝されている領域への、及び/又は、危険に曝されている領域を介した、介入ツールの物理的な挿入によって、及び/又は、アブレーションツール又は近接照射治療シードなどのエネルギー源によって、損傷を受ける可能性のある組織のように、回避すべき危険に曝されている領域など、さらなる制約を考慮できるという利

40

50

点がある。

【0019】

本発明の実施形態の利点は、本アプローチが、容易に入手可能で、安価で、使い捨てであり、及び/又は、例えば、当該技術分野で知られているような単純なテンプレートグリッドに使用できることである。

【0020】

本発明の実施形態の利点は、単純なテンプレートグリッドを使用することで、磁気共鳴画像化、超音波検査、及び/又はX線画像化との互換性など、より複雑な位置決め支援との互換性問題を回避できることである。

【0021】

本発明の実施形態の利点は、例えば、精度の観点で複雑なシステムの多くの利点を提供しながら、3(4、5、又は6)(回転)並進自由度で、介入ツールの実質的に連続的な位置決めを行うロボットシステムのような、介入ツールを実質的に自由に位置決めするための複雑なロボットシステムを回避できることである。例えば、ロボットシステムは、位置決めの自由度がかなり高く、治療の良好な最適化を可能にするが、例えば、初期投資、保守要件、及び臨床スタッフのトレーニングの観点から、高額な費用がかかる可能性がある。実施形態の利点は、例えば、グリッドテンプレート及び/又は治療計画システムのように、安価で、単純で、容易に利用可能な治療システムを使用して、高品質の治療を達成し、例えば、マニュアルで位置決めされたグリッドテンプレートに依存する治療によって従来達成されていたよりも、優れた最適化を可能にすることである。

【0022】

本発明の実施形態の利点は、決定された位置に基づいて治療計画から切り離すことができる最適化処置を使用して、テンプレートグリッドの良好な位置決めを達成し、したがって、計画の全体的な複雑さを低減し、グローバルな扱いやすい治療計画を維持することである。テンプレートグリッドを使用すると、計画で考慮される介入ツールの可能な位置が制限されるため、複雑さを低減すると同時に、計画で使用する、一連の良好な利用可能な位置が提供されるという利点がある。利用可能な位置の数が限られているため、直接探索又は同様の最適化戦略を計画に使用でき、これは、例えば、最適ではない(局所的に最適な)解決策を回避する、治療のグローバルな最適条件の発見を可能にするという利点がある。

【0023】

本発明の実施形態の利点は、臨床医の経験への依存が低減されることである。例えば、本明細書に開示される自動位置決めアプローチは、臨床関係者の効率を高め、訓練中の医師の限定された経験による問題を回避し、治療の有効性を高め、及び/又は、再現性を高め、例えば、テンプレートグリッドのマニュアルの位置決めによる不必要なばらつきを回避する。テンプレートグリッドの位置決めにより、治療間のばらつきを低減することによって、臨床転帰を分析する際に、他の治療ばらつきの影響を、より簡単に検出できるため、処置の最適化に役立つ。

【0024】

さらに、利用可能な介入経路によって、標的ボリュームの良好なカバーを保証することによって、グリッドや患者の小さな動きに対する治療の堅牢性を高めることができる。例えば、テンプレートグリッドの良好な初期位置により、より適切な経路が利用可能になると、線量(放射線又はアブレーション)をより多くの治療供給ポイントに分散させることができ、これにより、少数のポイントのみでの不正確な供給のリスクを低減する。

【0025】

本発明の実施形態の利点は、テンプレートグリッドの不正確な位置決めによる(空間的)許容範囲を増加させることなく、特に小さな腫瘍を効果的に治療できることである。例えば、最適ではないグリッド位置決めは、特に非常に小さな病変の場合、提供される治療計画の質を大幅に低下させる可能性がある。最悪のシナリオでは、非常に小さな病変がグリッド穴軌道の間完全に位置し、挿入されたカテーテルや針で到達できなくなる可能性

10

20

30

40

50

がある。そのようなシナリオでは、治療ボリュームに達するために標的の周囲のマージンを増やす必要があるが、近くの健康な組織への線量（又は熱アブレーション）が増加するという犠牲を伴う。

【0026】

本発明の実施形態の利点は、単純なユーザインターフェース及び/又は整列処置を提供して、テンプレートグリッドを配置できることである。

【0027】

第1の態様では、本発明は、医療介入処置において人間又は動物の身体に対するグリッドテンプレートの位置及び/又は向きを決定するための処理デバイスに関する。そのようなグリッドテンプレートは、対応する複数のグリッド穴軌道を画定する複数の穴を含み、前記介入処置において、前記穴の少なくとも1つを通じて身体内に挿入されたときに、少なくとも1つの介入ツールを、そのようなグリッド穴軌道に沿って支持及び案内するように適合される。

10

【0028】

処理デバイスは、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表すデータを受信及び/又は処理するための解剖学的空間情報処理ユニットを含む。

【0029】

処理デバイスは、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームに対するグリッドテンプレートの複数の候補位置及び/又は向きを生成するための生成ユニットを含む。

【0030】

処理デバイスは、複数の候補位置及び/又は向きの各候補位置及び/又は向きについて、介入処置のためのグリッドテンプレートの候補位置の適合性を表す少なくとも1つの品質決定基準を計算するための品質計算機を含む。

20

【0031】

処理デバイスは、少なくとも1つの品質決定基準に基づいて、複数の候補位置及び/又は向きから、位置及び/又は向きを選択するための位置セクタを含む。

【0032】

品質計算機は、各候補位置及び/又は向きについて、候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合のグリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの間の空間的關係を決定するように適合される。例えば、品質計算機は、候補位置及び/又は向きにしたがって位置しているとき、少なくとも1つの前記標的ボリュームを用いて、グリッドテンプレートの各グリッド穴軌道の、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの交差を決定するように適合される。

30

【0033】

品質計算機はまた、決定された空間的關係によって制約される場合、各候補位置及び/又は向きについて、決定された空間的關係に基づく、及び/又は、医療介入処置の治療効果尺度を示す、少なくとも1つの標的ボリュームベースに対するグリッド穴軌道の幾何学的重複及び/又は近接を示す値を少なくとも考慮することによって、少なくとも1つの品質決定基準を計算するようにも適合される。

【0034】

本発明の実施形態によるデバイスでは、この値は、決定された前記空間的關係によって制約される場合に、医療介入処置の治療効果尺度を示す値を含み、前記治療効果尺度は、1つ又は複数の放射線源又はアブレータが、前記グリッド穴軌道に沿って位置しているときに、少なくとも1つの前記標的ボリュームにおいて受ける放射線量又はアブレーション効果を表す。

40

【0035】

例えば、（例えば、所定の放射線フルエンスを放出する、又はベクレル単位で所定の強度を有する）1つ又は複数の放射線源が、グリッド穴軌道に沿って位置する場合、治療効果尺度は、少なくとも所定の放射線量（例えば、少なくともグレイ単位での所定値）を受取る標的ボリュームの絶対的又は相対的な（例えば、パーセンテージの）ボリュームを含

50

む。同様に、（例えば、所定の放射線フルエンスを放出するか、又はベクレル単位で所定の強度を有する）1つ又は複数の放射線源が、グリッド穴軌道に沿って位置している場合、治療効果尺度は、標的ボリュームが受けた放射線量の合計、平均、又は、他の要約統計量、又はその所定のボリューム分率を含む。

【0036】

例えば、1つ又は複数のアブレーション源が（例えば、所定のソースパワー及び/又は滞留時間にしたがって）、グリッド穴軌道に沿って位置している場合、治療効果尺度は、所定量のアブレーションエネルギーを受ける標的ボリュームの絶対的又は相対的な（例えば、パーセンテージの）ボリュームを含む。例えば、治療効果尺度は、アブレーションされている標的ボリュームの絶対的又は相対的なボリュームを表す。

10

【0037】

例えば、治療効果尺度は、例えば、所定のアブレーションパワー及び/又は滞留時間及び/又は他の所定のアブレーションパラメータを仮定すると、グリッド穴軌道に沿って位置しているときに1つ又は複数のアブレーションプローブによってアブレーションされた場合、所定の温度に達する（例えば、所定の温度しきい値を超える）標的ボリュームの絶対的又は相対的なボリュームを含む。同様に、治療効果尺度は、蓄積されたアブレーションエネルギー、又はアブレーション源による加熱によって達成される温度の平均、最大、最小、又は他の要約統計量を含む。

【0038】

本発明の実施形態によるデバイスでは、この値は、候補位置及び/又は向き（例えば、すべての）前記グリッド穴軌道の、考慮された少なくとも1つの標的ボリュームとの交差の程度を示す第1の値を含む。

20

【0039】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、第1の値は、少なくとも1つの標的ボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数と、及び/又は、前記交差に対応する線分の全長と、及び/又は、前記交差に対応する前記線分の長さの、平均、又は例えば中央値のような、他の統計的代表的値とを含む。

【0040】

本発明の実施形態による処理デバイスにおいて、解剖学的空間情報処理ユニットは、グリッド穴軌道との交差を回避又は低減するため、及び/又は、危険に曝されているボリュームへのグリッド穴軌道の近接を回避又は低減するため、例えば、身体内のボリュームのように、身体内の危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームを表すデータを受信及び/又は処理するように適合される。

30

【0041】

品質計算機は、各候補位置及び/又は向きについて、候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合のグリッドテンプレートの各グリッド穴軌道の、危険に曝されている少なくとも1つの前記ボリュームとの交差を決定するように適合される。品質計算機は、各候補位置及び/又は向きについて、少なくとも前記第1の値、及び、候補位置及び/又は向きに関する（例えば、すべての）グリッド穴軌道の、危険に曝されている少なくとも1つのボリュームとの交差の程度を示す第2の値を考慮することによって、少なくとも1つの品質決定基準を計算するように適合される。

40

【0042】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、第2の値は、危険に曝されている少なくとも1つのボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数と、及び/又は、危険に曝されている少なくとも1つのボリュームとの前記交差に対応する線分の全長と、及び/又は、危険に曝されている少なくとも1つボリュームとの前記交差に対応する前記線分の長さの平均、又は他の統計的代表的値とを含む。

【0043】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、品質計算機は、少なくとも第1の前記値、任意選択の前記第2の値、及び第3の値を考慮することによって、各候補位置及び/又は

50

向きについて、少なくとも1つの品質決定基準を計算するように適合される。第3の値は、少なくとも1つの標的ボリュームの中心までの、又は少なくとも1つの標的ボリュームのうちの少なくとも1つの中心までのグリッド穴軌道の最小距離を示す。

【0044】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、少なくとも1つの品質決定基準は、複数の品質決定基準であり、前記品質計算機は、加重和にしたがって、複数の前記品質決定基準を、複合品質決定基準へ複合するように適合される。位置セクタは、複数の候補位置及び/又は向きから、複合品質決定基準の極値に達する位置及び/又は向きを選択するように適合される。

【0045】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、少なくとも1つの品質決定基準は、複数の品質決定基準であり、前記位置セクタは、複数の前記品質決定基準のうち、第1の品質決定基準に基づいて、複数の前記候補位置及び/又は向きの第1のサブセットを選択し、複数の前記品質決定基準のうち、第1の前記品質決定基準とは異なる第2の品質決定基準に基づいて、第1の前記サブセットのうち、少なくとも第2のサブセットを選択し、例えば、任意選択で、1つ又は複数のさらなる品質決定基準を使用して、1つ又は複数のネストされたサブセットを介して、第2のサブセットをさらに低減するように適合される。

【0046】

本発明の実施形態による処理デバイスは、複数の前記品質決定基準の順序付けられたセット又はサブセットを選択するために、ユーザから優先順位設定を受け取るためのユーザインターフェースを含み、ここで、位置セクタは、順序付けられた前記セット又はサブセットにしたがって、第1の品質決定基準及び第2の品質決定基準を選択するように適合される。

【0047】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、生成ユニットは、グリッドテンプレートを表す位置及び/又は向きを、複数の異なる並進ステップ及び/又は回転ステップにわたって、並進及び/又は回転させることによって、複数の候補位置及び/又は向きを生成するように適合される。

【0048】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、生成ユニットは、初期位置及び/又は向きに対して、複数の異なる並進ステップ及び/又は回転ステップにわたって、前記並進及び/又は回転をするように適合される。

【0049】

本発明の実施形態による処理デバイスは、ユーザから前記初期位置及び/又は向きを受け取るためのユーザインターフェースを含む。

【0050】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、生成ユニットは、
- 身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを、身体の外部及び/又は身体の表面に接する平面に投影し、初期位置を前記投影の中心として決定し、
- 身体内の少なくとも1つの標的ボリュームの中心を、身体の外部及び/又は身体の表面に接する平面に投影することによって、前記初期位置を決定することによって、前記初期位置及び/又は向きを決定するように適合される。

【0051】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、解剖学的空間情報処理ユニットは、少なくとも1つのセグメント化された医用画像の形態で前記データを受信するための入力ポートを含み、ここで、身体内の少なくとも1つの標的ボリューム、及び/又は、身体内の危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームは、対応するセグメント化ラベルによって表される。

【0052】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、解剖学的空間情報処理ユニットは、少なく

10

20

30

40

50

とも1つの表面メッシュの形態で前記データを受信するための入力ポートと、及び/又は、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームのパラメトリックな空間記述子と、及び/又は、身体内の危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームとを含む。

【0053】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、解剖学的空間情報処理ユニットは、身体内の少なくとも1つの前記標的ボリューム及び/又は身体内の危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームを表す、少なくとも1つの医用画像の形態である前記データを受信するための入力ポートと、身体内の少なくとも1つの標的ボリューム、及び/又は、身体内の危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームを決定する等のために、少なくとも1つの前記医用画像をセグメント化するための画像セグメント化ユニット(3)

10

【0054】

本発明の実施形態による処理デバイスは、物理的グリッドテンプレートの物理的な位置及び/又は向きを示す位置信号を受信し、位置セレクタによって選択された位置及び/又は向きを示す、及び/又は、物理的な位置及び/又は向き、及び/又は、物理的な前記位置及び/又は向きと、選択された前記位置及び/又は向きとの間の相対的な位置及び/又は向きを示す、フィードバック信号を提供するためのグリッドテンプレート整列評価器を含む。

【0055】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、グリッドテンプレート整列評価器は、ユーザインターフェースを使用して、物理的な位置及び/又は向き、並びに選択された位置及び/又は向きを付随的に視覚化するように適合される。本発明の実施形態による処理デバイスでは、ユーザインターフェースは、物理的な前記位置及び/又は向きと、選択された前記位置及び/又は向きとを、異なる表示スタイルで表示するように適合される。

20

【0056】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、ユーザインターフェースは、物理的な前記位置及び/又は向きと、選択された前記位置及び/又は向きとの実質的な整列を、(前述のスタイルとは)さらに異なる表示スタイルで表示するように適合される。

【0057】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、フィードバック信号は、選択された位置及び/又は向きと、物理的な位置及び/又は向きとの間の不一致の尺度を示すオーディオ信号を含む。

30

【0058】

本発明の実施形態による処理デバイスでは、フィードバック信号は、前記物理的グリッドテンプレートを位置決めするように適合された1つ又は複数のアクチュエータを制御するためのアクチュエータ信号を含む。

【0059】

第2の態様では、本発明は、本発明の第1の態様の実施形態によるデバイスを含む臨床ワークステーションに関する。

【0060】

第3の態様では、本発明は、医療介入処置において人間又は動物の身体に対するグリッドテンプレートの位置及び/又は向きを決定するためのコンピュータ実施方法に関し、前記グリッドテンプレートは、対応する複数のグリッド穴軌道を画定する複数の穴を含み、グリッドテンプレートは、前記介入処置において、前記穴のうちの少なくとも1つの穴を介して身体内に挿入されるときに、そのようなグリッド穴軌道に沿って、少なくとも1つの介入ツールを支持及び案内するように適合される。方法は、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表すデータを受信及び/又は処理することと、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームに対するグリッドテンプレートの複数の候補位置及び/又は向きを生成することと、各候補位置及び/又は向きについて、候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合のグリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、例えば、少なくとも1

40

50

つの標的ボリュームとの各グリッド穴軌道の交差など、少なくとも1つの前記標的ボリュームとの間の空間的關係を決定することとを有する。方法はさらに、複数の候補位置及び/又は向きの各候補位置及び/又は向きについて、介入処置のためのグリッドテンプレートの候補位置の適合性を表す少なくとも1つの品質決定基準を計算することを有する。

【0061】

少なくとも1つの品質決定基準のこの計算は、決定された空間的關係に基づいて、少なくとも1つの標的ボリュームに対するグリッド穴軌道の幾何学的重複及び/又は近接を示す値を考慮する。少なくとも1つの品質決定基準のこの計算は、決定された空間的關係によって制約される場合に、医療介入処置の治療効果尺度を示す値を考慮する。

【0062】

例えば、少なくとも1つの品質決定基準は、少なくとも、候補位置及び/又は向きに対する前記グリッド穴軌道の、少なくとも1つの標的ボリュームとの交差の程度を示す第1の値を考慮し、少なくとも1つの前記品質決定基準に基づいて、複数の候補位置及び/又は向きから位置及び/又は向きを選択することによって計算される。

【0063】

第4の態様では、本発明は、プロセッサ（例えば、コンピュータデバイス）においてコンピュータプログラム製品（実行可能なコンピュータプログラムコード）を実行するときに、本発明の実施形態によるコンピュータ実施方法を実施するための、実行可能なコンピュータプログラムコードを含むコンピュータプログラム製品に関する。

【0064】

独立請求項及び従属請求項は、本発明の特定の好ましい特徴を説明する。従属請求項の特徴は、独立請求項の特徴及び他の従属請求項の特徴と、適切と見なされる場合に結合でき、必ずしも請求項に明示的に記載されているだけではない。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】本発明の実施形態によるデバイス及びシステムを示す図である。

【図2】本発明の実施形態を説明するために、例えば癌病変のような対象標的ボリュームを伴う、例えば治療供給経路のようなグリッド穴軌道の交差セグメントを示す図である。

【図3】本発明の実施形態を説明するために、グリッドテンプレートの2つの異なる候補位置と、グリッド穴軌道と対象ボリュームの幾何学的中心との間の最小距離とを示す図である。

【図4】本発明の実施形態を説明するために、物理的グリッド位置及び選択されたグリッド位置（すなわち、標的位置）の視覚化を示す図である。

【図5】本発明の実施形態を説明するために、ステッパデバイスに取り付けられたグリッドテンプレートを示す図である。

【図6】本発明の実施形態を説明するために、グリッドテンプレート及びステッパデバイスを支持するためのテーブルマウントを示す図である。

【図7】本発明の実施形態を説明するために、（例えば、マニュアルで制御可能な）ステッパデバイスを使用してグリッドテンプレートの制御可能な位置及び向きを示す図である。

【図8】本発明の実施形態による方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0066】

図面は概略的であり、限定的ではない。図面の要素は、必ずしも縮尺通りに表現されている訳ではない。本発明は、図面に示される本発明の特定の実施形態に必ずしも限定されるものではない。

【0067】

以下に説明される例示的な実施形態にも関わらず、本発明は添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。添付の請求項は、この詳細な説明に明示的に組み込まれ、各請求項、及び請求項によって定義される従属構造によって許可される請求項の各組合せは、本発明の別個の実施形態を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

特許請求の範囲で使用される「含む」という用語は、以下に説明される特徴、要素、又はステップに限定されず、追加の特徴、要素、又はステップを排除しない。したがって、これは、1つ又は複数の特徴のさらなる存在又は追加を排除することなく、言及された特徴の存在を指定する。

【 0 0 6 9 】

この詳細な説明では、様々な特定の詳細が示される。本発明の実施形態は、これらの具体的な詳細がなくても実施される。さらに、よく知られている特徴、要素、及び/又はステップは、本開示を明確かつ簡潔にするために、必ずしも詳細に説明されていない。

【 0 0 7 0 】

第1の態様では、本発明は、医療介入処置においてグリッドテンプレートの位置を決定するための処理デバイスに関し、ここで、グリッドテンプレートは、針、アブレーションツール、近接照射治療源、又はカテーテルのような少なくとも1つの介入ツールを支持し、グリッドテンプレートの少なくとも1つの選択された穴を通じて、対象解剖学的ボリュームに案内するために使用される。

【 0 0 7 1 】

図1は、本発明の実施形態による例示的なデバイス1を示す。デバイスは、例えば、説明されているようなデバイスを実施するために特別にプログラムされたコンピュータを含む。そのようなコンピュータは、例えば、データキャリア及び/又は通信ネットワークインターフェースを介して、データを受信し、データを送信するための例えば通信インターフェースである入力部及び出力部を含む。そのような入力部及び出力部はまた、例えば人間のユーザからの入力を受け取るヒューマンインタラクションデバイス（例えば、キーボード、マウス、音声インタプリタ、タッチインターフェース、ジャイロスコープ、又は加速度計など）であるユーザインターフェースハードウェアと、ユーザに情報を提示するためのモニタと、スピーカと、紙などの物理的キャリアに情報をレンダリングするためのプリンタと、データの三次元物理モデルを生成するための三次元プリンタと、当該技術分野で知られている他のそのような要素とを含む。

【 0 0 7 2 】

コンピュータは、例えばコンピュータコードのような命令を実行するための汎用プロセッサと、そのような命令を格納するためのメモリとを含む。コンピュータは、データを格納するための、例えば、指示にしたがって操作するための、メモリを含む。このデバイスは、必ずしも汎用コンピュータに限定される必要はなく、例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）のような、特定用途向け集積回路（ASIC）及び/又は設定可能な処理ハードウェアを含む。さらに、デバイスは、例えばコンピュータのような単一の処理デバイスに含まれるが、相互に動作可能に接続された複数のそのようなデバイスにわたって分散され、これによって、例えば、本明細書で説明される処理は、サーバとクライアントデバイスの、又はコンピューティングクラスタなどの並列処理システムの、共同動作によって実行されるようになる。

【 0 0 7 3 】

処理デバイス1は、医療介入処置におけるグリッドテンプレートの位置を決定するように適合される。そのような医療介入処置は、局所治療、生検、又は介入ツールを具体的に空間ボリュームに挿入することによって実行される別の医療介入である。例えば、医療介入処置は、例えば、疾患又は障害によって引き起こされたと疑われる病変又は器官（の一部）又は組織のような解剖学的領域の生検又は病理学的マッピングを含む。例えば、局所治療は、例えば、近接照射癌治療などの経皮的局所癌治療のような経皮的局所治療、例えば、冷凍アブレーション、熱アブレーション、マイクロ波アブレーション、（集束）超音波アブレーション、高周波アブレーション、レーザーアブレーションなどのアブレーション処置、又は例えば光線力学治療のような、感作組織及び/又は細胞を活性化するために焦点エネルギー源が使用される治療を称する。例えば、近接照射治療又はアブレーションモダリティは、例えば、利用可能な手段、病変のサイズと場所、影響を受けた臓器などに応じ

10

20

30

40

50

て、腫瘍を治療するために医師によって選択される。しかしながら、そのような処置では、グリッドテンプレートをマニュアルで皮膚の表面（又は少なくともその近く）に配置し、介入ツール（例えば、生検針、アブレータ、針、又は、近接照射治療のシードを事前に装填された又は装填可能なカテーテル、・・・）を、典型的には多数の可能な（選択可能な）穴から選択されたグリッドテンプレートの1つ又は複数の案内穴を介して、身体内に挿入することが一般的である。そのような処置の別の例は、例えばマイクロステミュレータであるマイクロデバイス、又は、例えば、医療用化合物を身体内の特定の場所に放出するための徐放性カプセルである他の構造の移植である。

【0074】

グリッドテンプレートは、リーディンググリッドフレーム又は治療グリッドと呼ばれる。グリッドテンプレートは、当該技術分野で知られているように、剛性又は可撓性のグリッドテンプレートである。グリッドテンプレートは、例えば、グリッドテンプレートが処置のために位置している場合に、患者の画像化に使用される電離放射線との干渉を避けるために、放射線不透過性である。本開示では、「グリッド」、「テンプレート」、「テンプレートグリッド」、及び「グリッドテンプレート」などの用語は、同等で置換可能であると見なされ、すなわち、介入処置で使用するためのそのような同じリーディンググリッドフレームを指す。グリッドテンプレートは、グリッドテンプレート上の異なる位置に、複数の穴、すなわち貫通穴を含む。例えば、グリッドテンプレートは、各穴がグリッドテンプレートを通して、主面から主面の反対側の表面に突出するように、そのような穴が分布する主面を有する。例えば、グリッドテンプレートは、他の二（デカルト）次元成分よりも実質的に小さい一次元成分を有し、典型的には、テンプレートの反対側にある2つの「主」面が、より大きな二次元にわたって広がる。そのような1つの主面は、使用時に患者の皮膚に接触する（又は患者の皮膚に向けられる）ように適合される一方、反対側の主面は、これらの穴へのアクセスを可能にし、これによって、例えば、針、ピン、カテーテル、及び他のそのような細長い要素のようなツールは、この側から接触側に、さらにこの経路に沿って、特定の位置（穴の位置）及び（例えば、穴によってツールを案内することによって得られる）方向で、患者の身体内へ挿入される。これに限定されず、グリッドテンプレートは、行及び列（したがって、「グリッド」、例えば、長方形のグリッド）に配置されたそのような穴を含む。これは、例えば極グリッド、六角グリッドのように、他の穴の分布パターンを排除するものではない。分布パターンは、規則的又は不規則的であり、均一又は不均一に分布する。そのようなテンプレートは、使い捨て可能、又は再利用可能である。テンプレートは、剛性、可撓性であるか、又は、多少制限された可撓性を有する。グリッド穴は、例えば、互いに対して（すなわち、隣接する穴に対して）1 mmから20 mmの距離で離間される。典型的な例は、穴間の距離が2 mmから10 mmの範囲、例えば3 mmから8 mm、例えば5 mmであるテンプレートである。穴は、例えば、14ゲージから18ゲージ（これに限定されない）の範囲、例えば、14 g、17 g、又は18 gの針ゲージである、所定の針ゲージに適合する直径を有する。穴の数は、（限定することなく）例えば9から1000の範囲の、例えば、典型的には、25から225の範囲の、例えば、25、36、49、64、81、100、121、144、169、又は225の穴である。これらの例は、行と列の数が等しい規則的なグリッドに基づいているが、実施形態では、グリッドは、正方形のグリッドである必要も、列の数と等しい数の行を有する必要もないと理解されるものとする。

【0075】

グリッドテンプレートは、（穴を通して挿入される場合）針、カテーテル、又は他の細長い介入ツールのための対応する複数のグリッド穴軌道を画定する複数の穴（貫通穴）を含む。グリッドテンプレートは、グリッド穴軌道の方向が、例えば、（例えば、可撓性グリッドテンプレートの場合、局所面の曲率が考慮される場合と、考慮されない場合がある）グリッドテンプレートの面に垂直な、特定の方向に制約されるように、実質的な幅を有する。しかしながら、実施形態は必ずしもそれに限定されない。例えば、他の手段を使用して挿入の方向を制御できるか、又は穴を表面に対して直角とは異なる角度で設けること

10

20

30

40

50

ができる。

【0076】

当業者は、グリッドテンプレートの位置が、処置の成功のために重要であることを理解するであろう。典型的には、医療専門家によって異なる指示がなければ、例えば、治療される病変である標的ボリュームと交差する（例えば、入る）グリッド穴軌道のみが、例えば、治療供給のために、介入処置のために使用される。例えば、近接照射治療の逆方向計画方法では、例えば図2に示すような、標的病変の交差セグメントは、放射性線源が、所与の最適な時間にわたって滞留する可能性があるとして決定される一連の滞留位置をサンプルするために使用される。したがって、自動的な逆方向計画解決策とマニュアルの順方向計画解決策との両方が、最適なリーディンググリッド位置から恩恵を受ける。例えば、グリッド穴を通る針の軌道は、セグメント化された解剖学的構造と可能な限り交差することが好ましい。治療の成功と有効性、及び治療後の合併症の予防は、治療される非常に小さな病変の初期グリッド位置に特に敏感である。

10

【0077】

デバイス1は、その使用時に、そのような処置で使用するグリッドテンプレートの位置、例えば、グリッドテンプレートにおける1つ又は複数の穴を介して介入ツールを挿入することによって、空間ボリュームに到達できるようにするための、グリッドテンプレートの最適な（又は少なくとも良好な）配置を決定する。例えば、この位置は、例えば、腫瘍の位置及びサイズである、ボリュームのサイズ及び場所と、例えば、グリッドテンプレート製造者によって提供される仕様である、グリッドテンプレートのパラメータとに依存する。グリッドテンプレートの位置を自動的に最適化することにより、医師の経験への依存が有利に低減され、適切な位置を、マニュアルで決定するのに費やされる時間を短縮又は回避することにより、医師の効率を高めることができる。例えば、従来のアプローチでは、医師は、グリッドテンプレートを配置し、一連のツール位置を選択し、対応する一連のツールパラメータを決定する必要がある。グリッドテンプレートが配置されると、グリッドテンプレートによって提供されるグリッド穴軌道上のツール位置を自動的に（又は、計算によって支援された方式で）選択し、適切なパラメータを決定する解決策が従来技術で知られている。例えば、マニュアルの順方向計画解決策又は自動的な逆方向計画解決策を適用して、最適な一連の供給パラメータ（例えば、近接照射治療カテテル位置、熱アブレーションプローブ位置、滞留時間、アブレーション時間/パワー値など）が発見される。

20

30

【0078】

例えば、処理デバイス1は、例えば、医療介入処置にしたがって、グリッドテンプレートの少なくとも1つの穴を介して少なくとも介入ツールが挿入される、患者の体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表す空間データを受信するように構成される。

【0079】

例えば、処理デバイスはまた、例えば、距離マージン離れているか、及び/又は、挿入経路に沿って穴を開けてはいけないなど、少なくとも介入ツールが回避すべき、患者の身体内で危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームを表す空間データを、受信するように構成されている。少なくとも1つの標的ボリューム、及び、任意選択で、少なくとも1つの危険に曝されている空間ボリュームは、便宜上、以下では「対象ボリューム」と総称される。

40

【0080】

したがって、処理デバイス1は、患者の身体内の少なくとも1つの標的ボリューム、及び、任意選択で、身体内で危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームを表すデータを受信及び/又は処理するための解剖学的空間情報処理ユニット2を含む。空間情報処理ユニットは、例えばバスインターフェースのような医用画像化デバイスを用いて、例えばデジタル通信ネットワーク、物理的なデータキャリア、又は専用インターフェースを介して、前記データを受信するための入力ポートであるか、又はこの入力ポートを含む。データは、例えば、標的ボリューム及び/又は危険に曝された空間ボリュームを含む、身体の少なくとも一部のボリュメトリック三次元画像のような医用画像の形態で受信される

50

。そのような医用画像は、X線コンピュータ断層撮影（CT）、磁気共鳴画像化、核医学画像化、超音波検査、又は他の医用画像化モダリティ（例えば、これらの例に限定されないが、エラストグラフィ、光学CT、光音響画像化、磁性粒子画像化）によって得られる（例えば、三次元又は断層撮影）画像を含む。医用画像は、例えば、対象ポリウムに割り当てられたボクセルに注釈を付ける画像オーバーレイにおいて、対象ポリウムを定義するように処理されるか、又は、医用画像は、対象ポリウムの定義で構成され、つまり、セグメント化された画像である。或いは、データは、例えば、参照座標空間内の多面体オブジェクトとして対象ポリウム又は各対象ポリウムを定義する一連の頂点、エッジ、及び面である、対象ポリウムを定義する表面メッシュなど、対象ポリウムの記述子の形態で受信される。そのような面は、三角形、四角形、及び/又は他の多角形（例えば凸多角形又は凹多角形でさえもあるn角形）を含む。記述子は、例えば、1つ又は複数の球体、立方体、非一様有理基底スプライン（NURBS）、又は他のパラメトリック形状のような（各）対象ポリウムのパラメトリックな定義など、又は、例えば、明示的なポリウム情報を含むポリウメトリックメッシュなどの別の適切なフォーマットでも定義される。対象ポリウムの記述子は、典型的には、ポリウム（又はその囲み面）を直接定義するが、（例えば、確率マップである）ポリウムの確率的又はファジーな定義は、必ずしも除外されない。

10

【0081】

解剖学的空間情報処理ユニット2は、（ポリウメトリック）画像セグメント化ユニット3も含み、医用画像内の対象ポリウムを描写するように、医用画像をセグメント化し、ここでは、例えば、データは、セグメント化情報、又は、上記で言及されたポリウムの定義の別の形態をまだ含んでいない。適切なセグメント化アルゴリズムは、当該技術分野で知られており、（例えば、適切なユーザインターフェース7を使用する）マニュアルセグメント化、半自動セグメント化、及び/又は自動セグメント化を含む。限定されないが、当該技術分野で知られているそのようなセグメント化アプローチのいくつかの例は、ボクセル値しきい値処理、クラスタリング法、ヒストグラムベースの方法、エッジ検出、領域成長法、偏微分方程式ベースの方法、変分法、グラフ分割法、流域変換ベースの方法、マルチスケール方法、機械学習ベースの方法（例えば、トレーニング可能な方法）、及び/又はそれらの任意の組合せを含む。

20

【0082】

したがって、処理デバイスは、対象ポリウムの定義を受信するか、又は、暗黙の意味でそのような情報を既に含む、例えば画像データのような受信データを処理することによって、そのような定義を決定する。したがって、すべての対象領域（標的病変や危険に曝されている臓器など）は、前処理ステップでセグメント化され、例えば、（例えば、受信した画像データに基づいて）デバイスによって実行される処理によって、又は（例えば、最初のセグメント化は、デバイスによって実行される、自動的、対話型、又はマニュアルの処置によって提供され、洗練される）両方の組合せによって、デバイスに供給される。

30

【0083】

処理デバイスは、例えば（暗黙的又は明示的に）共有された基準座標系において、対象ポリウムに対するグリッドテンプレートの複数の候補位置を生成するための生成ユニット4を含む。複数の候補位置を生成することは、複数の異なる並進ステップ及び/又は回転ステップにわたって、グリッドテンプレートを並進及び/又は回転させることを含む。例えば、生成ユニットは、一連の並進ステップ及び/又は回転角度にわたってグリッドテンプレートの位置（及び任意選択で、向き）をサンプリングする。初期位置は、例えば、デバイスのユーザインターフェース7を使用して、ユーザによって自動的に決定及び/又は指定される。例えば、ユーザは、患者の解剖学的構造及び/又は事前の知識及び/又は経験に基づいて初期グリッド位置（ x_0 , y_0 ）の最良の推測を提供して、デバイスによって実行される位置決め方法を初期化する。ユーザ定義された初期位置は、例えば、定義された癌病変のような、すべての標的ポリウムを完全に包含できるか否かを確認するために、デバイスによって検証される。「サンプリング」という用語が使用されているが、

40

50

このサンプリングは、例えば、直接列挙、又は確率的サンプリングによる、例えば、候補位置の分布関数からのランダムサンプリングによる、候補位置の決定論的な決定である。「位置」への言及は、位置座標、角度方位座標、及び/又はそれらの組合せに関連する。したがって、「位置」は、空間内の点のみとして狭義に解釈されるべきではなく、1つ又は複数の角度又は向き、又は、例えば局所化された(例えば、自由すなわち解放されたベクトルではなく、「局所化された」)ベクトルのような空間内の点と、向きとの組合せに関連する。

【0084】

初期位置は、固定された所定の位置を使用することによって、又は身体の皮膚の表面上への対象標的ボリュームの投影などの単純なヒューリスティックによって、例えば、固定座標軸に沿って、又は皮膚表面の表面法線に沿って自動的に決定される。例えば、初期グリッド位置は、(例えば、皮膚の表面に平行な平面、又はその近似によって定義される)グリッド x, y 平面への二次元軸方向の投影によって投影された、例えば、単一の癌病変のような、標的ボリュームの幾何学的重心によって自動的に決定される。同様に、例えば、複数の病変のような、複数の標的ボリュームの場合、各標的ボリュームに対して計算された、そのような投影重心の空間平均位置が使用される。中心性の他の尺度を使用する、又は複数の標的ボリュームの凸包の重心を使用するなど、代替手段を容易に想定できる。そのような初期位置の自動決定は、例えば、標的ボリュームへの不十分なアクセスを許容するのであれば、ユーザによって提供された初期位置が不適切であると見なされた場合にも実行され、上述した検証を参照されたい。

【0085】

変換ステップは、例えば、1つ、2つ、又は3つの座標で、所定のステップサイズの整数(例えば、符号付き)の倍数を使用する直接的かつ決定論的な列挙によって決定される。そのようなステップサイズ(又は、異なる並進及び/又は回転成分のステップサイズ)は、事前決定されているか、又はユーザインターフェース7を使用して、ユーザによって設定可能である。

【0086】

例えば、水平ステップサイズ s_x 及び垂直ステップサイズ s_y (等しくてもよい)が使用され(ユーザインターフェース7を使用してユーザによって事前決定又は指定され)、初期位置 x_0, y_0 に対する候補位置が、所定の領域範囲 $2K \cdot s_x \times 2L \cdot s_y$ をカバーするために、 $i = \{-K, -K+1, \dots, 0, \dots, K-1, K\}$ と、 $j = \{-L, -L+1, -L+2, \dots, 0, \dots, L-2, L-1, L\}$ とのすべての組合せについて、 $[x, y] = [x_0 + i \cdot s_x, y_0 + j \cdot s_y]$ として定義される。 x, y 平面に垂直な z 方向における追加のステップ(又は、より正確には、考慮されるすべてのステップにわたって一定ではない z 成分を含むステップ)の考慮は、必ずしも除外される訳ではない(また、必ずしも含まれる訳でもない)。同様に、例えば、 x, y 平面における回転に角度ステップサイズ s_θ を使用する回転も考慮される。回転は、例えば、2つ又は3つさえもの相補的な角度成分を使用する x, y 平面の外と見なすこともできる。したがって、変換の1, 2, 3, 4, 5、又はさらには6つさえもの(回転)並進成分に及ぶグリッドテンプレートの位置(及び/又は向き)の離散(有限)セットが生成される。良好な位置推定を得るために、(いくつかの実施形態では、単一方向における最適化が有用であるにも関わらず、)例えば x 成分及び y 成分のような、少なくとも2つの成分、例えば、並進の2つの相補的構成要素が好ましい。さらなる最適化を可能にする位置を発見するために、 x, y 平面における回転など、第3の成分も考慮される。同様に、追加の自由度を含めることで、さらに良好に最適化された位置推定を得る。しかしながら、実施形態は、最適化品質と、複雑さとの間のトレードオフを考慮して設計される。例えば、サンプリングされた位置の数に関連付けられる複雑さは、変換ステップで考慮される自由度の数 k を使用して、累乗 $O(n^k)$ としてスケールアップできる。

【0087】

複数の候補位置を生成するこの処理ステップは、別個のステップとして説明されている

が、当業者は、複数の候補位置にわたる反復は、インラインで実行できることも理解するであろう。例えば、位置／向きは、さらなる処理ステップにおける使用のために、事前に計算されることも、格納される必要もないが、そのさらなる処理ステップにおいて、「オンザフライ」で決定される。

【0088】

(恐らくは、回転成分を含む)座標の均一なグリッドサンプリングの例が与えられたが、実施形態は、必ずしも均一なサンプリングに限定されないことが理解されるであろう。例えば、極サンプリングを使用して、遠く離れているものよりも、初期位置に近い位置が、より多く考慮される。或いは、例えば、初期位置の近くのサンプリング密度を高めるために、位置空間の確率的サンプリング、又は可変ステップサイズが使用される。この位置(／向き)サンプリングプロセスは、例えば、(必ずしも接線方位に限定される訳ではない)初期位置(又はその近く)で患者の皮膚の表面に接するように選択又は決定された、例えば初期位置におけるグリッドテンプレートに垂直な平面を確定する、水平(「x」)及び垂直(「y」)位置にわたるサンプリングを含む。

10

【0089】

変位はまた、直線的な変位(及び／又はそれに対応する回転)に必ずしも限定されず、身体の表面の曲率も考慮する。例えば、サンプリングされた位置(例えば、均一なデカルトのサンプリングされた位置)は、グリッドテンプレートが皮膚と接触して配置される位置に、サンプリングされた位置を制約するために、身体の表面にマッピングされる。例えば、可撓性グリッドテンプレートが使用される場合、位置は、恐らくは(湾曲した)平面内の回転成分を含む、皮膚の所定の領域にわたってサンプリングされる。しかしながら、剛性テンプレートの場合でも、グリッドテンプレートの向きは、身体の輪郭に追従し、これによって、皮膚の表面上で位置がサンプリングされるが、グリッドテンプレートは、その剛性と皮膚の曲率のために、グリッドテンプレートのすべての点で皮膚に接触する訳ではない(また、皮膚の表面と交差することもできない)という留意点も考慮される。生成ユニットは、例えば、(画像化データに基づいてセグメント化ステップで決定される)皮膚の表面上の位置(及び／又は相対的な向き)をサンプリングし、例えば、皮膚の表面に垂直な方向において、衝突(すなわち、剛性テンプレートのモデルと身体との交差)を回避するために必要な最小距離まで各位置を調整することによって、これを考慮するように適合される。代替的又は追加的に、衝突を回避するために、この(各)位置において、向きの調整が決定される。可撓性グリッドテンプレートの場合、グリッドテンプレートが皮膚の表面に適合するのに十分可撓性であると仮定されるか、又は、皮膚の曲率が強すぎる位置を除外するために、又は、グリッドテンプレートを最大限に曲げて、曲げに対する物理的な許容範囲内で局所的な曲率に可能な限り適合する場合に、衝突を回避する通常の変位(及び／又は向きの調整)を決定するために、可撓性の程度が考慮される。

20

30

【0090】

デバイス1は、複数の候補位置の各候補位置について、介入処置のためのグリッドテンプレートの候補位置の適合性を表す、少なくとも1つの品質決定基準を計算するための品質計算機5を含む。「品質」計算機への言及は、例えば、他の機能との混同を避けるために、開示を容易にするためにのみ行われ、この構成要素の実行される機能として説明されている以上のものを意味するものではない。例えば、位置の適合性が高い場合に、一般には、値が増加する品質決定基準が参照されるにも関わらず、例えば、適合性が増加する場合に、一般に低下するコスト関数も、完全に同等であり、したがって「品質決定基準」として考慮される。品質決定基準は、目的又は目的関数とも称される。

40

【0091】

品質計算機5は、各候補位置及び／又は向きについて、候補位置及び／又は向きにしたがって位置している場合のグリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの(例えば、各)標的ボリュームとの空間的關係を決定するように適合される。

【0092】

例えば、品質計算機5は、例えば、図2に例示されるように、各グリッド穴軌道と各標

50

的ボリュームとの交差、又は各標的ボリュームを決定するように適合される。品質計算機はまた、例えば、各グリッド穴軌道と、危険に曝されている各ボリュームとの交差、又は危険に曝されている各ボリュームのように、各グリッド穴軌道と、危険に曝されている各ボリュームとの空間的關係、又は危険に曝されている各ボリュームを決定する。

【0093】

例えば、品質計算機は、対象ボリュームが指定される（又は、前記交差の決定を可能にするために平凡な座標変換を適用する）座標空間において、パラメータとしてグリッドテンプレートの位置（例えば、各候補位置）及び／又は向きの関数として評価されるようにパラメータ化されたグリッドテンプレートのモデルを含む。「モデル」に対する言及がなされているが、そのようなモデルは、例えば、局所座標フレームに関して各グリッド穴軌道を画定する一連の局所化されたベクトルのように、特に単純であると理解されるものとし、ここでは、評価中の位置／向きに応じたこの局所座標フレームの変換により、各位置／向きのグリッド穴軌道を決定し、したがって、前記交差を決定することが可能となる。また、そのようなモデルは、例えば、グリッドテンプレートの変形特性を考慮して、かなり複雑になる場合があることも理解されるものとする。品質計算機は、異なるグリッドテンプレートの複数のモデル、又は、例えば、グリッド穴間隔、グリッド構成、グリッドの寸法などのグリッドテンプレートパラメータに依存する形態で指定されるグリッドテンプレートのモデルを含むと理解されるものとする。ユーザインターフェース7を使用して、処置における使用のために意図されたグリッドテンプレートに対応するモデルを選択し、及び／又は、（たとえ、単一の固定グリッドテンプレートモデルのみが実施される実施形態が必ずしも除外される訳ではない）そのようなグリッドテンプレートパラメータを構成する。

10

20

【0094】

各グリッド穴軌道は、例えば、グリッドテンプレートの主面に対して垂直であるテンプレートを、例えば穴が貫通する方向のように、グリッドテンプレートの向きに対する所定の方向の、グリッドテンプレートの穴を通る線の線分に対応する。したがって、所定の方向は、例えば、針又はカテーテルである（又は、身体に挿入するための他のタイプの一般的に細長い介入ツールに限定されない針又はカテーテルを含む）介入ツールが、穴を通じて挿入されたときに、グリッドテンプレートによって案内される方向に対応する。したがって、交差は、対象ボリュームと一致するそのような線の線分に対応する。計算された交差は、そのような線分の明示的な特定を含むが、追加的又は代替的に、線分の長さなど、そこから導出される値、又は、グリッド穴軌道が、対象ボリュームと交差するか否かを示し、例えば、交差が存在するかどうかを示し、例えば、線分の長さがゼロと異なるか否かを示す、単なるブール値インジケータを含む。

30

【0095】

少なくとも1つの品質決定基準を計算することは、決定された空間的關係によって制約される場合、各候補位置及び／又は向きについて、少なくとも決定された空間的關係に基づき、及び／又は、医療介入処置の治療効果尺度を示す、少なくとも1つの標的ボリュームベースに対するグリッド穴軌道の幾何学的重複及び／又は近接を示す値を考慮することによって、少なくとも1つの品質決定基準を計算することを含む。

40

【0096】

少なくとも1つの品質決定基準を計算することは、決定された空間的關係によって制約される場合に、医療介入処置の治療効果尺度を示す値を計算することを含む。したがって、治療効果尺度は、1つ又は複数の放射線源又はアブレータが、前記グリッド穴軌道に沿って位置しているときに、少なくとも1つの（又は各）標的ボリュームにおいて受ける放射線量又はアブレーション効果を表す。

【0097】

例えば、（例えば、所定の放射線フルエンスを放出する、又はベクレル単位で所定の強度を有する）1つ又は複数の放射線源が、グリッド穴軌道に沿って位置する場合、治療効果尺度は、少なくとも所定の放射線量（例えば、少なくともグレイ単位での所定値）を受

50

け取る標的ボリュームの絶対的又は相対的な（例えば、パーセンテージの）ボリュームを含む。同様に、（例えば、所定の放射線フルエンスを放出する、又はベクレル単位で所定の強度を有する）1つ又は複数の放射線源が、グリッド穴軌道に沿って位置する場合、治療効果尺度は、標的ボリュームによって受けた放射線量の合計、平均、最大、最小、中央値、所定のパーセンタイル（例えば、第1及び/又は第3の四分位）、又は他の要約統計量、又は所定のボリューム分率を含む。

【0098】

例えば、（例えば、所定のソースパワー及び/又は滞留時間にしたがって）1つ又は複数のアブレーション源が、グリッド穴軌道に沿って位置する場合、治療効果尺度は、所定量のアブレーションエネルギーを受け取る標的ボリュームの絶対的又は相対的な（例えば、パーセンテージの）ボリュームを含む。例えば、治療効果尺度は、アブレーションされている標的ボリュームの絶対的又は相対的なボリュームを表す。

10

【0099】

例えば、治療効果尺度は、例えば、所定のアブレーションパワー及び/又は滞留時間及び/又は他の所定のアブレーションパラメータを仮定すると、グリッド穴軌道に沿って位置しているときに1つ又は複数のアブレーションプローブによってアブレーションされた場合、所定の温度に達する（例えば、所定の温度しきい値を超える）標的ボリュームの絶対的又は相対的なボリュームを含む。同様に、治療効果尺度は、蓄積されたアブレーションエネルギー、又はアブレーション源による加熱によって達成される温度の平均、最大、最小、又は他の要約統計量を含む。

20

【0100】

例えば、各候補位置/向きごとに、放射線源又はアブレータの最適な位置を、各軌道に沿って決定して、治療効果尺度を決定するか、又は、例えば2つ以上、例えば、所定数のソースが、軌道に沿って分布しているような、各軌道に沿った、複数のそのような位置が考慮される。デバイスは、グリッドの候補位置/向きによって制約される適切な治療計画を決定して、治療効果尺度を決定する治療計画部を含む。当該技術分野で知られているように、順方向計画アルゴリズム又は逆方向計画アルゴリズムを、各候補位置/向きに適用して、治療効果尺度が決定される。しかしながら、単純化された、例えば、あまり正確ではない治療計画アルゴリズムを使用して、治療効果尺度の近似値を決定し、グリッドテンプレートの特定の位置/方位を使用する場合、治療効果の効率的な推定が可能となり、このあまり正確ではない尺度に基づいて、最良の位置/向きを選択した後、より詳細な、例えばより正確な治療計画アルゴリズムを適用して、実施される治療計画を提案する。さらに、実施形態では、効率の理由から、例えば、標的ボリュームとの軌道の交差の尺度に基づいて、候補位置/向きの適合性を評価するための詳細な治療計画を必要としない、単純化されたアプローチが適用される。そのようなアプローチは、有利なことに、適用される処置の詳細な知識を必要とせずに、グリッドテンプレートの適切な構成を決定することを可能にし、例えば、幾何学的な考慮事項のみに依存することによって実行される、特定の処置に関係なく適用される。それにも関わらず、すでに述べたように、適用される処置の知識を有利に使用する、より複雑なアプローチは、本発明による実施形態では必ずしも除外されない。

30

40

【0101】

例えば、少なくとも1つの品質決定基準を計算することは、候補位置にしたがってグリッドテンプレートが位置している（及び/又は向けられた）とき、標的ボリューム（又はすべての標的ボリューム）との、すべてのグリッド穴軌道の交差の程度を示す（少なくとも1つの）標的値を計算することを含む。この標的値は、標的ボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数を含む。この標的値は、標的ボリュームと交差する線分の全長、例えば、そのようなすべての交差線分の長さの合計を含む。この標的値は、標的ボリュームと交差する線分の平均長さ、例えば、長さの合計を、標的ボリュームと交差するグリッド穴軌道の数で除した値を含む。少なくとも1つの品質決定基準は、この標的値の対応する値がより高い場合、介入処置のためのグリッドテンプレートの候補位置の適合性をより高く示

50

すように計算される。したがって、グリッドテンプレートの位置／向きは、品質決定基準に基づいて優先的に選択され、標的ボリュームに到達するために使用可能なグリッド穴の総数を最大化し、及び／又は、介入ツールが、グリッド穴軌道を介して標的ボリュームに位置できる総経路長を最大化する。

【0102】

少なくとも1つの品質決定基準を計算することは、候補位置にしたがってグリッドテンプレートが位置している（及び／又は向けられた）とき、危険に曝されているボリューム（又はすべてのボリューム）との、すべてのグリッド穴軌道の交差の程度を示す（少なくとも1つの）リスク値を計算することを含む。このリスク値は、危険に曝されているボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数を含む。このリスク値は、危険に曝されているボリュームと交差する線分の全長、例えば、そのようなすべての交差線分の長さの合計を含む。このリスク値は、危険に曝されているボリュームと交差する線分の平均長さ、例えば、長さの合計を、危険に曝されているボリュームと交差するグリッド穴軌道の数で除したものを含むことができる。少なくとも1つの品質決定基準は、このリスク値の対応する値がより高い場合、介入処置のためのグリッドテンプレートの候補位置の適合性をより低く示すように計算される。したがって、グリッドテンプレートの位置／向きは、危険に曝されているボリュームに到達するために使用可能なグリッド穴の総数を最小化する、及び／又は介入ツールが、グリッド穴軌道を介して、危険に曝されているボリュームに配置される総経路長を最小化する、品質決定基準に基づいて優先的に選択される。

【0103】

少なくとも1つの品質決定基準を計算することは、標的ボリュームの中心までのグリッド穴軌道の最小距離を示す（少なくとも1つの）中心性値を計算することを含む。距離はユークリッド距離であるが、マンハッタン（又は「タクシー」）距離 r 、チェビシェフ（又は「チェス盤」又は「無限ノルム」）距離、又は一般にミンコフスキー距離など、任意の整数又は非整数（まだ1より大きい）次数 p の他の適切な距離決定基準が必ずしも除外される訳ではない。

【0104】

最小値は、検討中の候補位置／向きのすべてのグリッド穴軌道に対して計算されたすべてのそのような距離にわたる最小値として計算される。これらの距離は、グリッド穴軌道（又は同等に、標的ボリュームとの決定された交差）と、標的ボリュームの中心との間の距離であり、この中心は、幾何学的中心、重心、図心、中心点、質量中心、チェビシェフ中心、標的ボリュームの凸包の中心、標的ボリュームを囲む最小球の中心、又は空間ボリュームの中心の別の幾何学的尺度である。複数の標的ボリュームが定義されている場合、中心は、集合的な標的ボリュームの（結合の）幾何学的中心（又は中心性の他の尺度）を参照するか、各標的ボリュームに対して個別にこの最小距離が計算される。例えば、中心性値は、標的ボリュームについて得られた最小距離の中間、中央値、平均、又は同様の尺度を示す。或いは、中心度値は、すべての標的ボリュームにわたる、グリッド穴軌道と、標的ボリュームの中心性の尺度との間の最小距離の最大値を示す。したがって、グリッドテンプレートの位置／向きは、グリッド穴軌道を介して到達できる標的ボリューム（又は各標的ボリューム）の中心までの最短距離を最小化する品質決定基準に基づいて、優先的に選択される。したがって、標的領域の中心を通過するグリッド穴軌道を有する確率を最大化するグリッド位置／向きの選択が推奨される。これにより、手元の病変の形状に関して最適化された介入処置計画の対称性が向上し、介入処置の実行中の患者／ソファの微小な移動に対する堅牢性が向上する。例えば、図3は、グリッドテンプレートの2つの異なる候補位置を示す。グリッドテンプレート23の候補位置は、左側に示されるように、右側に示されるものよりも小さな平均最近接グリッド距離を達成することが分かる。図3では、重力中心21が、（グリッドテンプレートの平面に投影される）2つの標的ボリューム22について示されている。

【0105】

「標的値」、「リスク値」、及び「中心性値」への言及は、明確化のため、混乱を避け

るための単なる指定と見なされるべきであり、上記で説明されたもの以外の特別な特性を示唆することはない。同様に、これらの値は、「第1の値」、「第2の値」、及び「第3の値」と呼ばれることがあるが、そのような数値指定によって特定の順序属性を示唆することはない。

【0106】

少なくとも1つの品質決定基準を計算することは、(例えば、交差セグメントの数、交差セグメントの全長、及び/又は交差セグメントの平均に基づいて)言及された標的値のうちの一つ又は複数、(例えば、交差セグメントの数、交差セグメントの全長、及び/又は交差セグメントの平均に基づいて)言及されたリスク値のうちの一つ又は複数、及び/又は、言及された中心性値(複数の標的ボリュームを考慮するための異なる尺度の中心性及び/又はアプローチ)のうちの一つ又は複数のような、複数のそのような品質決定基準を計算することを含む。これらの品質決定基準は、例えば、異なる品質決定基準の加重和を計算することにより、複合品質決定基準へ結合される。そのような加重和の重みは、事前決定されているか、又は設定可能であり、例えば、ユーザインターフェース7を介してユーザからの入力として受信される。各品質決定基準は、適切にスケールされ、例えば、比較可能な重みの値について、重みが同等の効果を有するように、正規化される。例えば、複合量決定基準の項を形成する各値は、知られている、又は、その仮定された最大値で除され、それぞれ「無関係」又は「考慮されず」又は「最大の妥当性」を示す0から1の範囲で重みを選択できるようになる。また、前述した品質決定基準の一部はペナルティとして、一方、他は目標として見なされるべきであるので、これを考慮するために、他のスケールングの適切な符号、反転と結合される必要があることに留意されたい。例えば、危険に曝されているボリュームと交差するセグメントの数は、標的ボリュームと交差するセグメントの数から差し引かれるか、或いは、そうでなければ、(上記で議論したように、これらの項の可能な正規化に加えて)複合品質決定基準に複合される前に、その効果が反転される。代わりに、又はそれに加えて、複数の品質決定基準が別々に評価され、例えば、最初に、第1の品質決定基準について到達した極値に基づいて適切な位置/向きを選択し、次に、第2(第3, ...)の品質決定基準を使用して、選択される位置/向きの数をさらに低減し、最終的に、1つ(又は少数)の適切な位置/向きに到達する。特に、上記で議論された例示的な品質決定基準のいくつかは、整数値、例えば交差の数をレンジリングし、複数の候補位置/向きが、そのような個別の品質決定基準、例えば、値の最大(又は最小)に対して同じ値をレンジリングできるようになる。同様に、非離散的な(連続的な)品質決定基準の場合、選択される位置/向きの数をさらに低減するために、別の品質決定基準を使用したさらなるステップで考慮されるべき値の極値に十分近いとみなされる複数の位置/向きを選択するために、(所定の又は設定可能な)許容しきい値が考慮される。

【0107】

デバイス1は、例えば、少なくとも1つの品質決定基準のうちの一つ、及び/又は、複合品質決定基準について、極値(最大又は最小)に到達する位置/向きを選択するために、少なくとも1つの品質決定基準に基づいて、複数の候補位置/向きから、位置及び/又は向きを選択するための位置セクタ6を含む。

【0108】

例えば、複数の品質決定基準が、別々に評価される実施形態(すなわち、これらの品質決定基準が、複合品質決定基準としてともに評価されない場合)では、ユーザインターフェース7は、評価する品質決定基準とその評価順序とを選択するために、ユーザから優先順位設定を受信するように適合される。したがって、候補位置/向きの第1の選択を行うために、少なくとも第1の品質決定基準がユーザによって選択され、第2の選択を行うために、第1の選択によって選択された候補位置/向きから、ユーザによって、少なくとも第2の品質決定基準が選択される。選択される位置/向きの数をさらに低減するために、第3の、又はそれ以上の品質決定基準がユーザによって選択される。したがって、セクタ6は、優先順位付けされた一連の目標(品質決定基準)が、ユーザによって提供される

10

20

30

40

50

辞書式順序方法を実施することによって、位置／向きを選択する。しかしながら、他の実施形態では、そのような優先順位は、固定され、予め定められていてもよいが、又は単一の（例えば、複合）品質決定基準のみが使用される。

【 0 1 0 9 】

第 1 の例示的な例では、セレクトは、辞書式順序方法を実施する。ここで、例えば、標的ボリュームと交差する最大数のグリッド穴軌道を達成するための最高優先度、及び標的ボリュームとのグリッド穴軌道の最大平均交差線分を達成するためのより低い優先度のような、優先順位付けされた一連の目標が、ユーザによって決定される。そのようなアプローチでは、セレクトは、最初に、標的ボリュームと交差する最大数のグリッド穴軌道を達成する候補位置／向きを選択する。この最大値が単一のグリッド穴軌道によって達成される場合、この解決策は、第 2 の優先度レベルの決定基準／目標を処理することさえもなく、出力として提供される。そうでない場合、第 2 のステップとして、最大数の前記交差を達成するグリッド位置／向きのサブセット内で、最大の平均交差線分長をも生成する、最良の候補位置／向きが選択される。前述のように、恐らくは、優先度の低い第 3、第 4、
 ・ ・ ・ の決定基準を含む他の決定基準が、異なる方式で選択又は優先順位付けられる。割り当てられた順序ですべての品質決定基準を評価した後、複数の候補の位置／向きが選択されたままになっている場合、1 つの構成が、出力のためにランダムに選択されるか、又は、選択されたすべての構成が出力され、ユーザは、構成をマニュアルで決定できるようになる。

10

【 0 1 1 0 】

第 2 の例示的な例では、複合品質決定基準は、例えば、上記で議論した品質決定基準のような、すべての品質決定基準の加重和によって構築される。ユーザは、使用する品質決定基準を選択し、対応する重要度を割り当てる。重要度の重みは、間隔 [0 , 1] における相対値であり、0 は「関連性なし」を示し、1 は「最大の関連性」を示す（ただし、実施形態を、この特定の値に限定したり、又は正規化された「相対値」に限定する必要さえもない）。例えば、偏りを避けるために、複合品質決定基準の構成要素として使用される品質決定基準値が、各決定基準値を、知られている最大値で除することにより、例えば、間隔 [0 , 1] に正規化される。例えば、グリッド穴軌道交差の数を示す品質決定基準値は、グリッド穴の総数（例えば、典型的な 1 3 × 1 3 の高線量率近接照射治療用グリッドテンプレートでは 1 6 9 ）で除される。線分長さの合計（和）を示す品質決定基準値は、標的ボリュームの境界次元、例えば、介入ツールの挿入方向に沿った病変の最大長で除される。標的ボリュームの中心に最も近い軌道の距離を示す品質決定基準は、グリッドの対角線の長さによって、又は標的ボリュームの境界次元、例えば、グリッドテンプレートに平行な平面の最大直径又は半径によって正規化される。したがって、セレクトは、最大の複合決定基準／標的値を達成するグリッド位置／向きを選択し、この選択された構成を出力する。

20

30

【 0 1 1 1 】

デバイス 1 は、例えば、ユーザインターフェース 7 を介したユーザによるさらなる評価及び／又は使用のために、位置セレクト 6 によって選択された位置及び／又は向きを出力するための出力部 8 を含む。

40

【 0 1 1 2 】

デバイス 1 は、患者の身体に対する物理的グリッドテンプレートの位置及び／又は向きを示す位置信号を受信し、位置セレクト 6 によって選択された位置及び／又は向きを示すフィードバック信号を提供するための、グリッド整列評価器 9 を含む。

【 0 1 1 3 】

例えば、グリッド整列評価器は、例えば、ユーザインターフェース 7 において、位置信号及び選択された位置を、表示デバイス上で視覚化し、これによって、ユーザは、選択された位置／向きとの整列を達成するなど、物理的グリッドテンプレートを位置決め／向けることができる。したがって、最適なマニュアルのグリッド位置決め役に役立つ、リアルタイムの視覚的案内を提供できる。例えば、受信した位置信号に基づく物理的グリッドテン

50

プレートの輪郭と、選択された位置及び／又は向きに対応するグリッドテンプレートの輪郭との両方が、例えば異なる線のスタイル、色、又は点滅特性を使用して表示される（例えば、そのうちの一方は、永続的な形状として、つまり、連続的に表示される一方、他方は点滅する形状として、つまり、断続的に表示される）。例えば、選択された位置は、点滅する輪郭及び／又は破線の輪郭によって表される。例えば、現在の（物理的な）グリッド位置の輪郭は、最適な（選択された）グリッド位置とは異なる色で表示される。図4に示す例では、最適なグリッド位置が、破線41で示される一方、現在のマニュアル位置が、実線42で示される。両方の輪郭が一致する場合、例えば、整列が達成されると、これは提示された画像の適切な変化によって示される。例えば、図4の右側に示されるように、実線42の色は、例えば赤（左図）から緑（右図）に変化する。

10

【0114】

追加的に又は代替的に、フィードバック信号は、選択された位置と、物理的な位置との間の不一致の尺度を示すオーディオ信号を含む。例えば、トーンの周波数又はオーディオパルスの周波数は、選択された位置と物理的な位置との間の距離の関数として（及び／又は向きの違いを考慮して）増加又は減少する。したがって、例えば、周波数が増加するオーディオパルスを使用して、最適位置へ接近したことが示される。

【0115】

代替的に又は追加的に、フィードバック信号は、物理的グリッドテンプレートを配置するように適合された1つ又は複数のアクチュエータを制御するためのアクチュエータ信号を含む。したがって、デバイスは、グリッドテンプレートを、選択された位置／向きに配置するなど、物理的グリッドテンプレートの位置を自動的に制御する。

20

【0116】

位置信号は、例えば、グリッドテンプレート、又は、グリッドテンプレートを位置決めするためのキャリア機構（例えば、ステップデバイス）に統合された、又は取付可能な電磁（EM）追跡センサである追跡センサ53から受信される。例えば、グリッドテンプレート51は、図5及び図6に示されるように、超音波ステップデバイス50などの並進及び／又は回転ステージ50、52、60に取り付けられる。超音波ステップデバイス50は、図7に示されるように、グリッドテンプレートの並進及び傾斜の微調整を提供する。テーブルマウント60は（及び場合によっては、回転ステージ52も）、超音波ステップデバイス50の粗い位置決め及び回転を可能にすることができ、これにより、グリッドテンプレートの配置及び配向における実質的な自由度がともに達成され、同時に、少なくとも、超音波ステップデバイスによって提供される自由度で、精密な動きが達成される。

30

【0117】

位置信号は、追跡センサ53、例えばEM追跡センサから受信され、実施形態はまた、物理的グリッドテンプレートの実際の位置及び／又は向きを決定する異なる手段を提供する。例えば、グリッドテンプレートは、蛍光透視法、光学画像化、超音波画像化、磁気共鳴画像化、又は例えば、毎分少なくとも5画像、好ましくは毎分少なくとも20画像、さらに好ましくは毎秒少なくとも1画像、理想的には毎秒少なくとも20画像などの十分に高い頻度で画像情報の取得を可能にする他のモダリティなどの、ライブ画像化ストリームで検出される。

40

【0118】

第2の態様では、本発明は、上記で説明されたデバイス1を含む臨床ワークステーション30に関する。臨床ワークステーションは、例えば画像可視化ワークステーションのように、視覚情報を提示するように適合される。ワークステーションは、例えば、モニタと、キーボード及び／又はマウス、及び／又は当該技術分野で知られている他のヒューマンインターフェースデバイスなどのユーザインターフェースデバイスと、プロセッサとのような1つ又は複数のグラフィック表示デバイスを含む。ワークステーションは、コンピュータ、スマートフォン、タブレット、ネットワークサーバコンピュータ、及び／又はそれらの組合せによって具現化される。そのような臨床ワークステーションは、放射線科スイート、生検室スイート、手術室スイート、放射線治療計画及び／又は実行システムなどに

50

適しているか、それらに統合される。

【0119】

実施形態はまた、デバイス1及び/又は臨床ワークステーション30に加えて、例えばパーツキットとして、追跡センサ53及び/又はグリッドテンプレート51及び/又はステップデバイス50を含む。実施形態はさらに、例えば、グリッドテンプレートに設けられた穴に、好ましくは十分きついがスライド可能な方式で適合するような寸法を有するグリッドテンプレートとともに使用するために適合された、例えば、針、カテーテル、アブレーションプローブ、1つ又は複数の近接照射治療用シードを装填した針などの、少なくとも1つの介入ツールを含む。

【0120】

第3の態様では、本発明は、医療介入処置において人間又は動物の身体に対するグリッドテンプレートの位置及び/又は向きを決定するためのコンピュータ実施方法に関し、前記グリッドテンプレートは、対応する複数のグリッド穴軌道を画定する複数の穴を含み、グリッドテンプレートは、前記介入処置において、前記穴のうちの少なくとも1つの穴を介して身体内に挿入されるときに、そのようなグリッド穴軌道に沿って、少なくとも1つの介入ツールを支持及び案内するように適合される。

【0121】

図8は、本発明の実施形態による例示的なコンピュータ実施方法100を示す。

【0122】

コンピュータ実施方法100は、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表すデータを、及び任意選択で、身体内の危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームを表すデータを、受信及び/又は処理すること(101)を含む。例えば、そのようなデータは、身体内の少なくとも1つの標的ボリューム、及び/又は、身体内の、危険に曝されている少なくとも1つの前記空間ボリュームが、対応するセグメント化ラベルによって表される少なくとも1つのセグメント化された医用画像と、及び/又は、身体内の少なくとも1つの標的ボリューム、及び/又は、身体内の、危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリューム、及び/又は少なくとも1つの医用画像の、少なくとも1つの表面メッシュ及び/又はパラメトリックな空間記述子とを含む。例えば、データを処理することは、身体内の少なくとも1つの標的ボリューム、及び/又は、身体内の危険に曝されている少なくとも1つの空間ボリュームを決定するなどのために、(たとえ、少なくとも1つの医用画像のセグメント化が、代わりに、本発明の実施形態にしたがって、代わりに、外部ソースから受信された場合であっても)少なくとも1つの医用画像をセグメント化することを有する。この処理は、セグメント化の表面メッシュを決定することを有するか、又は、そのような表面メッシュ(又は、代替記述子)が、外部ソースから受信される。

【0123】

方法100は、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームに関して、グリッドテンプレートの複数の候補位置及び/又は向きを生成すること(102)を有する。

【0124】

方法100は、各候補位置及び/又は向きについて、候補位置及び/又は向きにしたがって位置している場合のグリッドテンプレートの各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの前記標的ボリューム、及び任意選択で、危険に曝されている少なくとも1つの前記ボリュームとの間の空間的關係を決定すること(103)を有する。例えば、各グリッド穴軌道と、少なくとも1つの(又は各)標的ボリュームとの間の交差が決定される。

【0125】

この方法は、複数の候補位置及び/又は向きの各候補位置及び/又は向きについて、介入処置に対するグリッドテンプレートの候補位置の適合性を表す少なくとも1つの品質決定基準を計算すること(104)を有する。

【0126】

この計算すること(104)は、決定された空間的關係に基づいて、少なくとも1つの標的ボリュームに対するグリッド穴軌道の幾何学的重複及び/又は近接を示す値を考慮す

10

20

30

40

50

ることによって、少なくとも1つの品質決定基準を計算することを有する。少なくとも1つの品質決定基準のこの計算は、決定された空間的關係によって制約される場合に、医療介入処置の治療効果尺度を示す値を考慮する。

【0127】

例えば、少なくとも1つの品質決定基準は、少なくとも、候補位置及び/又は向きに対する前記グリッド穴軌道と、少なくとも1つの標的ボリュームとの交差の程度を示す第1の値を考慮することによって計算される。第1の値は、少なくとも1つの標的ボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数と、及び/又は、前記交差に対応する線分の全長と、及び/又は、前記交差に対応する前記線分の長さの平均、又は他の統計的代表値を含む。

【0128】

少なくとも1つの品質決定基準を計算すること(104)は、候補位置及び/又は向きについての前記グリッド穴軌道の、危険に曝されている少なくとも1つのボリュームとの交差の程度を示す第2の値も考慮する。第2の値は、危険に曝されている少なくとも1つの標的ボリュームと交差するグリッド穴軌道の総数と、及び/又は、危険に曝されている少なくとも1つのボリュームとの前記交差に対応する線分の全長と、及び/又は、危険に曝されている少なくとも1つのボリュームとの前記交差に対応する前記線分の長さの平均、又は他の統計的代表値を含む。

【0129】

少なくとも1つの品質決定基準を計算すること(104)は、第3の値も考慮し、第3の前記値は、少なくとも1つの標的ボリュームの中心までの、又は、少なくとも1つの標的ボリュームのうちの少なくとも1つの中心までのグリッド穴軌道の最小距離を示す。

【0130】

少なくとも1つの品質決定基準を計算すること(104)は、1つ又は複数の「第1の」値(例えば、前記交差の数、全長、及び/又は平均)、及び/又は、1つ又は複数の「第2の」値(例えば、前記交差の数、全長、及び/又は平均)、及び/又は、第3の値のような、複数の決定基準を計算することと、加重和にしたがって、複数の前記品質決定基準を、複合品質決定基準へ結合することとを有する。

【0131】

方法100は、少なくとも1つの品質決定基準に基づいて、複数の候補位置及び/又は向きから、位置及び/又は向きを選択すること(105)、例えば、複数の候補位置及び/又は向きから、1つ又は複数の品質決定基準及び/又は複合品質決定基準の極値に達する位置及び/又は向きを選択することを有する。選択すること(105)はまた、所定の順序又は設定可能な順序(例えば、上記で論じた辞書式順序方法)で評価される複数の前記品質決定基準に基づく優先順位付けされた段階的選択を有する。

【0132】

したがって、候補グリッド位置及び/又は向きの有限離散セットについて、標的病変とのグリッド穴軌道交差を最大化する(実質的に)最適な位置及び/又は向きを発見するために、恐らくは危険に曝されている組織/器官を考慮して、及び/又は、標的病変に対してグリッド穴軌道のより対称的又は少なくともより中心的な分布を優先的に考慮して、直接探索が実行される。

【0133】

この方法はまた、物理的グリッドテンプレートの物理的な位置及び/又は向きを示す位置信号を受信すること(107)を有する。

【0134】

この方法は、物理的な前記位置及び/又は向きと、選択された前記位置及び/又向きとの間で、選択された位置及び/又は向きを示す、及び/又は、物理的な位置及び/又は向き、及び/又は、相対的な位置及び/又は向きを示す、フィードバック信号を提供すること(108)を有する。

【0135】

例えば、フィードバック信号を提供すること(108)は、ユーザインターフェースを

10

20

30

40

50

使用して、物理的な位置及び／又は向き、並びに選択された位置及び／又は向きを付随的に視覚化することを有する。例えば、リーディンググリッドの現在の物理的な位置と、決定された「最適な」位置とを、適切なグラフィックユーザインターフェース（GUI）において、リアルタイムに視覚化して、ユーザを、リーディンググリッドをマニュアルで位置決めしている間、案内する。例えば、計算された最適なグリッド位置は、GUI上で、リアルタイムに、例えば、点滅する四角形（これに限定されない）として視覚化され、臨床専門家を、リーディンググリッドテンプレートをマニュアルで位置決めしている間、案内し、好ましくは、その位置は、異なる表示スタイルを用いてリアルタイムで表示され、両方の形状が容易に区別される。

【0136】

例えば、フィードバック信号を提供すること（108）は、オーディオ信号を生成して、選択された位置及び／又は向きと、物理的な位置及び／又は向きとの間の不一致の尺度を示すことを有する。

【0137】

例えば、フィードバック信号を提供すること（108）は、前記物理的グリッドテンプレートを位置決めするように適合された1つ又は複数のアクチュエータを制御するためのアクチュエータ信号を生成することを有する。

【0138】

この方法はまた、選択された位置及び／又は向きを入力として、例えば、計画アルゴリズムの所定のパラメータとして使用して、介入処置の順方向治療計画又は逆方向治療計画を実行することを有する。そのような計画アルゴリズムは、当該技術分野でよく知られており、したがって、本開示ではこれ以上詳しく議論されない。同様に、本発明の第2の態様の実施形態によるワークステーションは、前記順方向治療計画又は逆方向治療計画を実行するための治療計画システムを含む。

【0139】

本発明の実施形態はまた、そのような（物理的な）グリッドテンプレートを取得するステップと、身体内の少なくとも1つの標的ボリュームを表すデータを取得するステップと、医用画像化技法を使用するステップと、上記で議論されたコンピュータ実施方法を実行するステップとを有する方法に関する。したがって、局所治療、生検、又は介入ツールを特に身体内の標的ボリュームに挿入することによって実行される別の医学的介入などの医学的介入処置で使用するためのグリッドテンプレートの位置／向きが決定される。グリッドテンプレート、例えばリーディンググリッドフレーム又は治療グリッドは、当該技術分野で知られているように、剛性又は可撓性のグリッドテンプレートである。グリッドテンプレートは、（限定することなく）放射線不透過性である。グリッドテンプレートは、グリッドテンプレート上の異なる位置に複数の穴、すなわち貫通穴を含む。

【0140】

例えば、そのような方法は、患者の身体を画像化して前記データを提供することを含む。

【0141】

例えば、そのような方法はまた、例えば、位置センサを使用して、物理的グリッドテンプレートの物理的な位置及び／又は向きを決定して、位置信号を提供することも含む。

【0142】

そのような方法はまた、アクチュエータを作動させて、フィードバック信号に基づいてグリッドテンプレートを位置決めすることを含むか、又は、案内のために、フィードバック信号、例えば、オーディオ／ビジュアルキューを使用することによって、グリッドテンプレートをマニュアルで位置決めすることを含む。

【0143】

本発明の実施形態によるデバイスの他の特徴、又は上記で説明された特徴の詳細は、本発明の実施形態による方法に関して上記で提供された説明を考慮して明らかであり、その逆も同様であるものとする。

【0144】

10

20

30

40

50

第4の態様では、本発明は、適切なプロセッサでコンピュータプログラム製品を実行するとき、本発明の実施形態にしたがって、コンピュータ実施方法を実行するためのコンピュータプログラム製品に関する。

【図面】

【図1】

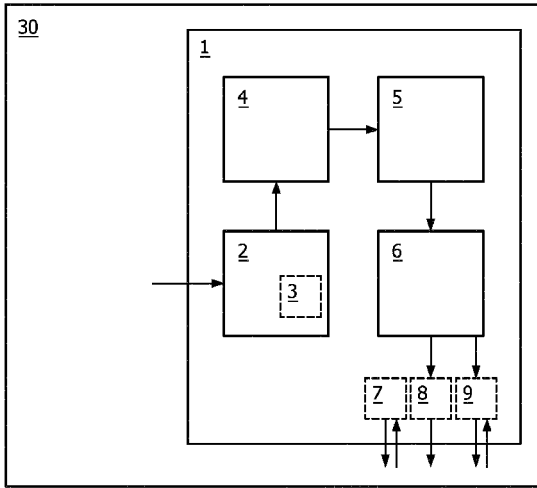


FIG. 1

【図2】

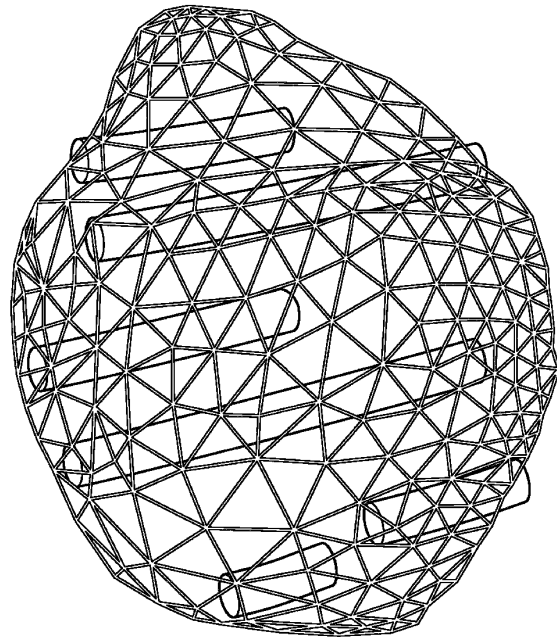


FIG. 2

【図3】

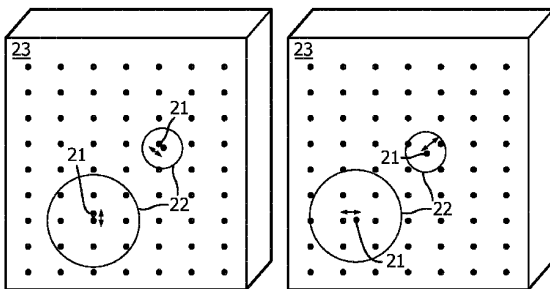


FIG. 3

【図4】

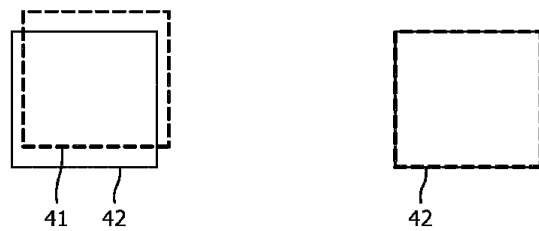


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

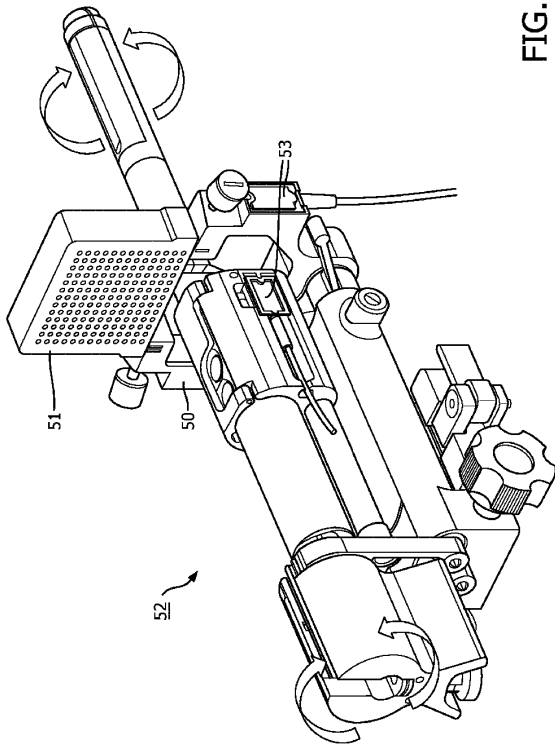


FIG. 5

【 図 6 】

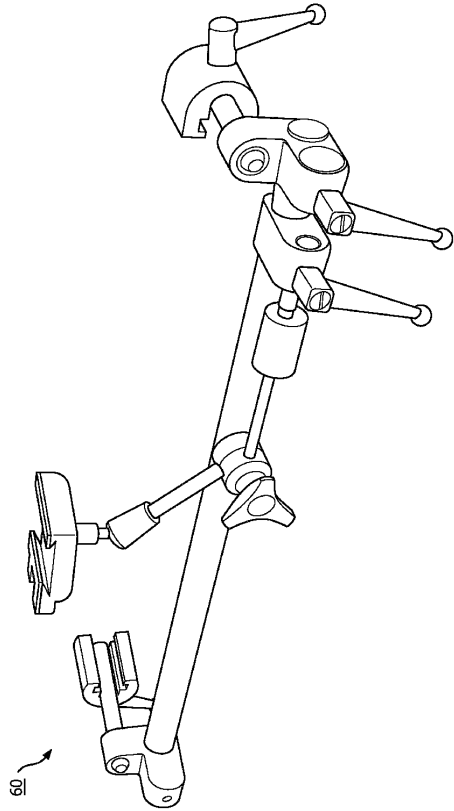


FIG. 6

【 図 7 】

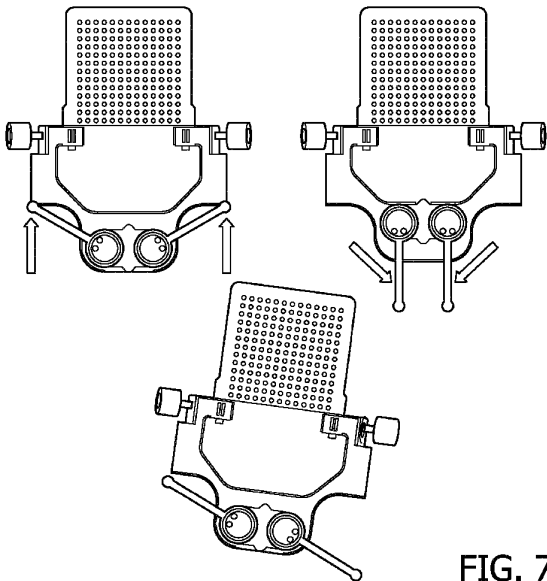


FIG. 7

【 図 8 】

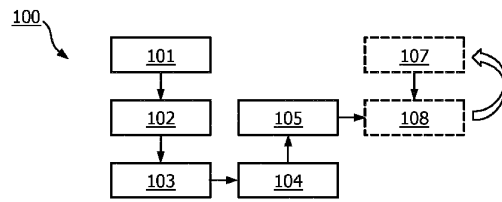


FIG. 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

フィリップス インターナショナル ビー . ヴィ . インテレクチュアル プロパティー アンド ス
タンダーズ

(72)発明者 オウトヴァスト ギョーム レオポルド テオドルス フレデリック

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス 5 フィリップス イ
ンターナショナル ビー . ヴィ . インテレクチュアル プロパティー アンド スタンダーズ

審査官 段 吉享

(56)参考文献 特表 2 0 1 7 - 5 3 2 1 3 4 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 1 2 2 7 5 6 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B名)

A 6 1 B 3 4 / 1 0

A 6 1 B 3 4 / 2 0