

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6824733号
(P6824733)

(45) 発行日 令和3年2月3日 (2021. 2. 3)

(24) 登録日 令和3年1月15日 (2021.1.15)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 N 5/10 (2006.01)

A 6 1 N 5/10

P

請求項の数 15 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-507084 (P2016-507084)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成26年4月3日 (2014. 4. 3)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ
(65) 公表番号	特表2016-514613 (P2016-514613A)		ヴェ
(43) 公表日	平成28年5月23日 (2016. 5. 23)		KONINKLIJKE PHILIPS
(86) 国際出願番号	PCT/IB2014/060391		N. V.
(87) 国際公開番号	W02014/167461		オランダ国 5656 アーヘー アイン
(87) 国際公開日	平成26年10月16日 (2014.10.16)		ドーフエン ハイテック キャンパス 5
審査請求日	平成29年3月31日 (2017. 3. 31)		2
審査番号	不服2018-2764 (P2018-2764/J1)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成30年2月27日 (2018. 2. 27)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	61/810, 829	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成25年4月11日 (2013. 4. 11)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介
早期審査対象出願		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 等線量最適化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象のボクセルを含む該対象のボリュームのために計画された、マルチリーフコリメータを通る放射線デリバリデバイスソースビームの形状に基づく3次元的な等線量線を受け取るか、又は該等線量線をソース線量グリッドから構成する、等線量線ユニットと、

少なくとも1つの等線量の関心領域を画定するよう構成され、前記少なくとも1つの等線量の関心領域は、前記受け取られた又は構成された等線量線によって画定される前記対象のボクセルの一部のボクセルである、関心領域ユニットと、

前記少なくとも1つの画定された等線量の関心領域と、該画定された等線量の関心領域のための少なくとも1つの線量目標とに基づき、最適化された放射線治療計画を生成するように構成された最適化ユニットと

を有する放射線治療プランニングシステム。

【請求項 2】

前記対象のボリュームのために計画された前記ソース線量グリッドからの線量ボリュームヒストグラムを受け取るよう又は構成するよう構成される線量ボリュームヒストグラムユニットを更に有し、

前記少なくとも1つの線量目標は、前記受け取られた又は構成された線量ボリュームヒストグラムに基づく、

請求項 1 に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項 3】

10

20

前記受け取られた又は構成された線量ボリュームヒストグラム又は前記受け取られた又は構成された等線量線を視覚化し、医療関係者が前記視覚化された線量ボリュームヒストグラム又は前記視覚化された等線量線のうちの1つを変更することを可能にするよう構成されるユーザインタフェースと、

前記視覚化された線量ボリュームヒストグラム及び前記視覚化された等線量線を表示するよう構成されるディスプレイデバイスと、

前記視覚化された線量ボリュームヒストグラム又は前記視覚化された等線量線のうちの1つに対する前記医療関係者による変更を受け取るよう構成される少なくとも1つの入力デバイスと

を更に有し、

前記等線量線ユニットは前記医療関係者により変更された線量ボリュームヒストグラム又は等線量線を受け取る、

請求項2に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項4】

前記少なくとも1つの等線量の関心領域は、

等線量線によって境界を示されたボリューム、

2つの等線量線の間で制限されたボリューム、又は

等線量線の外にあるボリューム

のうちの少なくとも1つを含む、

請求項1乃至3のうちいずれか一項に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項5】

前記少なくとも1つの線量目標は、前記少なくとも1つの等線量の関心領域を画定する等線量線に関連する線量値の関数の結果を含む、

請求項1乃至4のうちいずれか一項に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項6】

前記少なくとも1つの線量目標は、

前記対象のボクセルを含む前記対象のボリュームのための最高等線量に対応する前記少なくとも1つの等線量の関心領域のための一様線量目標若しくは最小線量目標のうちの少なくとも1つ、

前記対象のボクセルを含む前記対象のボリュームのためのより低い等線量に対応する前記画定された少なくとも1つの等線量の関心領域のための一様線量目標、最小線量目標、若しくは最小線量目標のうちの少なくとも1つ、又は

前記対象のボクセルを含む前記対象のボリュームの外にある画定された少なくとも1つの等線量の関心領域のための最大線量目標

のうちの少なくとも1つを含む、

請求項1乃至5のうちいずれか一項に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項7】

前記関心領域の表面を平滑化すること、

小さい隣接した湾曲部を結合すること、又は

膨張又は収縮の隣接した部分を結合すること

のうちの少なくとも1つに基づき、前記画定された少なくとも1つの等線量の関心領域の少なくとも一部分にフィルタをかけるよう構成されるフィルタリングユニット

を更に有する請求項1乃至6のうちいずれか一項に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項8】

前記放射線治療計画は、放射線治療デバイスがステップ・アンド・シュート技術又は連続運動技術のうちのいずれか1つにおいて放射線の外部ビームを供給するための制御信号を含む、

請求項1乃至7のうちいずれか一項に記載の放射線治療プランニングシステム。

【請求項9】

10

20

30

40

50

対象のボクセルを含む該対象のボリュームのために計画された、マルチリーフコリメータを通る放射線デリバリデバイスソースビームの形状に基づく3次元的な等線量線を受け取るか、又は該等線量線をソース線量グリッドから構成するステップと、

少なくとも1つの等線量の関心領域を画定するステップであり、前記少なくとも1つの等線量の関心領域は、前記受け取られた又は構成された等線量線によって画定される前記対象のボクセルの一部のボクセルである、ステップと、

前記画定された少なくとも1つの関心領域と、該画定された少なくとも1つの等線量の関心領域のための少なくとも1つの線量目標とに基づき、最適化された放射線治療計画を生成するステップと

を有する放射線治療プランニングのための方法。

10

【請求項10】

前記受け取るか又は構成するステップは、前記対象のために計画された線量ボリュームヒストグラムを受け取るか又は構成するステップを更に有し、

前記少なくとも1つの線量目標は、前記受け取られた又は構成された線量ボリュームヒストグラムに基づく、

請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記受け取るか又は構成するステップは、

前記対象のボリュームの画像上に重ね合わされた前記受け取られた又は構成された等線量線及び前記受け取られた又は構成された線量ボリュームヒストグラムを視覚化するステップと、

20

前記視覚化された線量ボリュームヒストグラム又は前記視覚化された等線量線のうちの1つを変更するステップと

を有し、

前記受け取るステップは変更された線量ボリュームヒストグラム又は等線量線を受け取る、

請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記少なくとも1つの等線量の関心領域は、

等線量線によって境界を示されたボリューム、

30

2つの等線量線の間で制限されたボリューム、又は

等線量線の外にあるボリューム

のうちの少なくとも1つを含む、

請求項9乃至11のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

前記少なくとも1つの線量目標は、

前記対象のボクセルを含む前記対象のボリュームのための最高等線量に対応する前記少なくとも1つの等線量の関心領域のための一様線量目標若しくは最小線量目標のうちの少なくとも1つ、

前記対象のボクセルを含む前記対象のボリュームのためのより低い等線量に対応する前記画定された少なくとも1つの等線量の関心領域のための一様線量目標、最小線量目標、若しくは最小線量目標のうちの少なくとも1つ、又は

40

前記対象のボクセルを含む前記対象のボリュームの外にある画定された少なくとも1つの等線量のリング関心領域のための最大線量目標

のうちの少なくとも1つを含む、

請求項9乃至12のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

前記少なくとも1つの等線量の関心領域の表面を平滑化すること、

小さい隣接した湾曲部を結合すること、又は

膨張又は収縮の隣接した部分を結合すること

50

のうちの少なくとも1つに基づき、前記画定された少なくとも1つの等線量の関心領域の少なくとも一部分にフィルタをかけるステップ

を更に有する請求項9乃至13のうちいずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

請求項9乃至14のうちいずれか一項に記載の方法を実行するように1つ以上の電子データ処理デバイスを制御するよう構成されるソフトウェアを担持する非一時的なコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

下記は、概して、放射線治療プランニングに関する。それは、強度変調放射線療法（IMRT；Intensity Modulated Radiation Therapy）における又は体積変調アーク療法（VMAT；Volumetric Modulated Arc Therapy）における等線量最適化と関連して特定の用途を見出し、そのような用途を特に参照して記載される。しかし、それは他の利用シナリオにおいても用途を見出し、前述の用途に必ずしも制限されないことが理解されるであろう。

【背景技術】

【0002】

放射線治療の目標は、標的領域又は腫瘍へ致死量の放射線を投与しながら、一方で、他の領域、特に、近くの臓器又はリスク臓器（OAR；Organ(s) At Risk）への放射線を最小限とすることである。IMRT又はVMATは、対象の標的領域への外部放射線の正確に供給されるビームにより放射線量を投与する放射線治療計画を作成することへの具体的なアプローチである。IMRTは、1つ以上の離散的なビーム角度のためのポイント・アンド・シュートアプローチに基づき、一方、VMATは、放射線の移動するビーム又はアークの投与に基づく。

【0003】

IMRTにより作成された最初の又は理想的な計画は、夫々の角度又は強度ごとにグリッドフォーマット（x，y）において放射線のビームの出力で放射線のビームを測定することを含む。フルエンスマップは、夫々のグリッドごとに夫々の角度で投与される放射線出力強度パターンを記述するために使用され得る。放射線ビームは直線的な投射であるが、対象のボリュームにおける散乱効果を有する。対象において測定されるフルエンス又は放射線の影響は、3次元線量クラウドとして表され得る。線量クラウドは、例えばX線コンピュータ断層撮影（CT；Computed Tomography）画像などの対象画像に重ね合わされた等線量線として通常は見られる。等線量線は、線量と、画像において可視的な標的及び/又はOAR若しくは解剖学的構造との間の空間的關係を提供する。フルエンスの影響を表す他の技術は、2次元（2D）グラフィカルフォーマットにおいて3次元（3D）線量分布の概要を提供する線量ボリュームヒストグラム（DVH；Dose Volume Histogram）である。DVHは、例えばOARなどの構造のボリュームと線量との間の関係を示す。放射線治療に対する他のアプローチも、等線量線及びDVHにより視覚的に評価される。

【0004】

投与可能な放射線治療計画としてIMRT及びVMATアプローチを実施するための方法が存在する。方法は、フルエンス最適化、例えば直線加速器（LINAC；LINear ACcelerator）などの放射線投与デバイスによって使用される機械により投与可能なセグメントへの変換、及び、幾つかの場合において、機械パラメータ最適化によるセグメントの最適化を含むことができる。LINACは、多葉コリメータ（MLC；Multi-Leaf Collimator）によってコリメートされる放射線のビームを生成する。MLCは、ビームの部分を遮るよう動くことができる放射線吸収材の片を含み、従って、投与される放射線ビームの形状を調整する。最適化された計画は、モニタユニット（Monitor Unit(s））と一般的に呼ばれるか又はBqにおいて測定される定量化されたビーム量のセグメントと、MLCによって形成される形状によって決定されるビーム形状のための命令を含む。

10

20

30

40

50

フルエンス最適化、又はフルエンスに基づく計画の生成は、投与計画の作成を通常は進める。フルエンスに基づく計画のための線量クラウドは、たとえセグメントが変換後に機械パラメータ最適化によって最適化されるとしても、投与可能なセグメントへ変換されるフルエンス計画のための線量クラウドとは相違することがある。既存の最適化は、例えば、腫瘍ボリュームへの線量を最大限とし且つOARへの線量を最小限とすることなどの、目標の組により動作するように設計される。最適化は、例えば、腫瘍ボリューム又はOARのための夫々最大/最小の線量などの目標に基づき、制約を受ける投与計画を構成し、通常は、例えばIMRTなどの様々なアプローチからの情報により直接に動作することができる。このアプローチの欠点は、2D DVH情報しか機械パラメータ最適化によって最適化されないことである。3D線量クラウド情報は、機械パラメータ最適化によって考慮されない。実際に、3D線量クラウドにおける2つ以上の独立したボリューム要素は、2D DVHにおける単一の目標点へマッピングすることができ、このことは、2D DVHに基づく目標の空間的特異性の喪失につながる。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

下記は、上記の課題及び他に対処する、機械パラメータ最適化において3D線量情報を含める新しい且つ改善された方法を開示する。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

一態様に従って、放射線治療プランニングシステムは、等線量線ユニット、関心領域ユニット、及び最適化ユニットを有する。前記等線量線ユニットは、対象のボリュームのために計画された等線量線を受け取る。前記関心領域ユニットは、前記受け取られた等線量線に基づき少なくとも1つの等線量の関心領域を画定する。前記最適化ユニットは、前記少なくとも1つの画定された関心領域と、該画定された関心領域のための少なくとも1つの線量目標とに基づき、最適化された放射線治療計画を生成する。

【0007】

他の態様に従って、放射線治療プランニングのための方法は、対象のボリュームのために計画された等線量線を受け取るステップを有する。少なくとも1つの等線量の関心領域は、前記受け取られた等線量線に基づき画定される。最適化された放射線治療計画は、前記画定された少なくとも1つの関心領域と、該画定された少なくとも1つの等線量の関心領域のための少なくとも1つの線量目標とに基づき生成される。

30

【0008】

他の態様に従って、放射線治療プランニングシステムは、ディスプレイデバイスと、少なくとも1つの入力デバイスと、1つ以上のプロセッサとを有する。前記1つ以上のプロセッサは、対象のボリュームに対応する計画された等線量線を受け取り、前記ディスプレイデバイスにおいて前記対象のボリュームの画像に重ね合わされた前記計画された等線量線を視覚化するように構成される。前記1つ以上のプロセッサは、前記少なくとも1つの入力デバイスから前記視覚化された計画された等線量線の選択を受け取り、前記選択された等線量線によって線引きされたボクセルを含む少なくとも1つの等線量の関心領域を画定し、前記選択された等線量線に基づき少なくとも1つの線量目標を計算するよう更に構成される。前記1つ以上のプロセッサは、前記画定された少なくとも1つの等線量の関心領域と、前記計算された少なくとも1つの線量目標とに基づき、最適化された供給可能な放射線治療計画を生成するよう更に構成される。

40

【0009】

1つの利点は、放射線治療計画の視覚化に基づくカスタマイズが、最適化された放射線治療計画に組み込まれることである。

【0010】

他の利点は、視覚化された空間的变化及び/又は線量ボリュームの変化を放射線治療プ

50

ランニングプロセスに結びつけることにある。

【 0 0 1 1 】

他の利点は、医療関係者の入力又は具体的な患者知識に基づき放射線治療計画をカスタマイズすることにある。

【 0 0 1 2 】

他の利点は、ボクセルレベルで描かれ得る線量最適化にある。

【 0 0 1 3 】

他の利点は、IMRT又はVMATのいずれかのアプローチに基づく投与計画の作成にある。

【 0 0 1 4 】

更なる他の利点は、下記の詳細な説明を読んで理解することで当業者に認識されるであろう。

【 0 0 1 5 】

本発明は、様々な構成要素及び構成要素の配置において、且つ、様々なステップ及びステップの配置において、形を成してよい。図面は、単に、好適な実施形態を説明するためのものであり、本発明を限定するものとして解釈されるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】等線量最適化システムの実施形態を概略的に表す。

【図 2】先行技術における視覚化されたDVHの例を表す。

【図 3】先行技術における視覚化されたフルエンスマップの例を表す。

【図 4】視覚化された等線量ROIの例を表す。

【図 5】等線量最適化の一方法をフローチャートで表す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

図 1 を参照すると、等線量最適化システム 10 の実施形態が概略的に表されている。システムは、IMRT アプローチ、VMAT アプローチ、及び同様のものに基づく最初の又は理想的な計画 20 に基づく、対象 18 のボリューム 16 のための計画された等線量線 12 及び / 又は線量ボリュームヒストグラム (DVH) 14 を受け取ることができる。あるいは、システムは、例えば、フルエンスマップから作成された線量分布などの IMRT 又は VMAT 情報から、等線量線 12 及び / 又は DVH 14 を構成することができる。システムは、例えば、対象のボリュームに対応する CT 画像デバイス 24 からの CT 画像などのプランニング画像 22 を受け取ること又は構成することができる。最適化された計画 26 は、例えば LINAC などの放射線治療投与デバイス 28 のための制御命令を含む。放射線投与デバイス 28 は、対象の標的ボリュームへ放射線を投与するように放射線治療計画に従って制御命令を実行するコントロール 30 を含む。制御信号は、ステップ・アンド・シュート技術又は連続運動 (動的) 技術を含むことができる、放射線治療デバイスによる放射線の外部ビームの投与を制御する。制御シーケンスは、ビームオン時間、ビーム角度位置、ビーム投与率、及びそれらのセグメントの間にビームを成形するための命令を含むことができる。分解組み立て斜視図において 2D グリッドフォーマットで表されているビーム 32 の形状は、放射線投与デバイス 28 の多葉コリメータ (MLC) 34 におけるリーフの動きによって形成され、コントロール 30 によって制御される。

【 0 0 1 8 】

システム 10 は等線量線ユニット 36 を有し、等線量線ユニット 36 は、対象のボリューム 16 のために計画された等線量線を受け取るか又は構成する。等線量線 12 は、画像フォーマット、数値フォーマット、座標フォーマット、及び同様のものにおいて受け取られ得る。等線量線 12 は、例えば IMRT アプローチからのフルエンスマップなどの、あるアプローチからのソース線量グリッドから構成され得る。ソース線量グリッドは、例えば陽子治療又は小線源治療などの種々の治療モダリティを含むことができる。システムは線量ボリュームヒストグラム (DVH) ユニット 38 を有し、DVH ユニット 38 は、対

10

20

30

40

50

象のボリューム 16 のために計画されたソース線量グリッドからの DVH を受け取るか又は構成する。等線量線 12 及び DVH 14 は、データストアにおいて記憶され得る。データストアは、例えばディスク、フラッシュストレージ、及び同様のもののようなコンピュータメモリと、例えばファイルシステム、ディレクトリシステム、データベース、及び同様のもののような機構とを含むことができる。

【0019】

システム 10 は、対応する画像 22 において重ね合わされた構成されるか又は受け取られた等線量線 12 及び構成されるか又は受け取られた DVH 14 を視覚化するユーザインタフェース 40 を有する。ユーザインタフェースは、医療関係者が、視覚化された DVH 又は視覚化された等線量線のいずれかを変更することを可能にする。例えばコンピュータ装置 44 のスクリーンなどのディスプレイデバイス 42 は、視覚化された DVH 及び視覚化された等線量線を表示する。コンピュータ装置 44 は、1 つ以上の電子プロセッサ 46 及び少なくとも 1 つの入力デバイス 48 を有する。入力デバイス 48 は、視覚化された DVH 又は視覚化された等線量線のいずれかに対する医療関係者による変更を受け取る。ユーザインタフェースは、視覚化された DVH を、視覚化された等線量線に対する医療関係者による対応する変更に従って変更する。ユーザインタフェースは、視覚化された等線量線を、視覚化された DVH に対する医療関係者による対応する変更に従って変更する。

【0020】

コンピュータ装置 44 は、デスクトップコンピュータ、ラップトップ、タブレット、モバイルコンピュータ装置、スマートフォン、及び同様のものであることができる。入力デバイス 48 は、キーボード、タッチスクリーン、マウス、マイクロホン、及び同様ものであることができる。ここで使用されるディスプレイデバイス 42 は、画像又はデータを表示するよう適応された出力デバイス又はユーザインタフェースを包含する。ディスプレイは、視覚、音声、又は触覚データを出力してよい。ディスプレイの例には、コンピュータモニタ、テレビジョンスクリーン、タッチスクリーン、ベクターディスプレイ、フラットパネルディスプレイ、蛍光表示管 (VF; Vacuum Fluorescent display)、発光ダイオード (LED; Light-Emitting Diode) ディスプレイ、エレクトロルミネッセントディスプレイ (ELD; ElectroLuminescent Display)、プラズマディスプレイパネル (PDP; Plasma Display Panel)、液晶ディスプレイ (LCD; Liquid Crystal Display)、有機発光ダイオードディスプレイ (OLED; Organic Light-Emitting Diode display)、陰極線管 (CRT; Cathode Ray Tube) ディスプレイ、及び同様のものが含まれるが、これらに限られない。

【0021】

ユーザインタフェース 40 は、ユーザ又は医療関係者が、等線量の関心領域 (ROI; Region Of Interest) 50 を画定又は線引きする等線量線を選択することを可能にする。ROI ユニット 52 は、データストアに記憶されている選択された等線量線に基づき等線量 ROI 50 を画定する。夫々の画定された等線量 ROI は、ボクセルレベルで対象の空間体積領域を線引きする。ROI は、等線量レベル、等線量線及び / 又は DVH 曲線の点 (例えば、変曲点) によって選択された対象のボリュームとして画定され得る。例えば、等線量 ROI は、等線量線によって境界を示されたボリューム、2 つの等線量線間で制限されたボリューム、及び / 又は等線量線の外にあるボリュームから構成され得る。選択された等線量線は、対象の標的領域又はボリュームの包含又は除外に基づき選択され得る。選択された等線量線は、一様線量、最小線量、又はシステム若しくはユーザパラメータに基づき選択され得る。

【0022】

システム 10 は、表面の平滑化、小さい隣接した湾曲部の結合、膨張又は収縮の隣接した部分を結合すること、及び同様のものにより、画定された ROI 又はその一部分にフィルタをかけるフィルタユニット 54 を有することができる。一実施形態では、フィルタをかけられた等線量 ROI は、ユーザインタフェース 40 によって視覚化されて、医療関係者によってレビューされ得る。フィルタユニット 54 は、MLC 34 の特性に基づくフィ

10

20

30

40

50

ルタリングを含むことができる。例えば、平滑化機能は、リーフ厚みによって更に重み付け又は変更され得る。

【0023】

システム10は、画定された等線量ROIのための線量目標を計算する線量目標ユニット56を有する。計算された線量目標は、等線量ROIを画定した等線量線の関数を含むことができる。例えば、線量目標は、等線量ROIの境界を示す等線量線に関連する線量レベルの最小値、最大値、又は平均を含むことができる。線量目標は、受け取られるか又は変更されたDVHに基づく値の関数又は一様な値を含むことができる。

【0024】

システム10は、画定された等線量ROI50と、計算された少なくとも1つの線量目標とに基づき、最適化された投与可能な放射線治療計画26を生成するオプティマイザユニット58を有する。生成された計画は、標的ボリュームのための最高等線量線内のROIのための一様線量目標又は最小線量目標を含むことができる。生成された計画は、一對のより低い等線量線間で画定された等線量ROIのための一様線量目標、最小線量目標、又は最小線量ボリュームを含むことができる。生成された計画は、標的ボリュームの外にある画定された等線量ROI及び/又は画定されたリング状の等線量ROIのための最大線量目標を含むことができる。

【0025】

様々なユニット又はコントロール30、36、38、40、52、54、56及び58は、例えばコンピュータ装置44の電子プロセッサ又は電子処理デバイス46などの電子データ処理デバイスによって、又はネットワークによりコンピュータ装置44と動作上接続されているネットワークベースのサーバコンピュータによって、など、適切に具現される。ユーザインタフェース40は、コンピュータ装置44の実施形態を含む。更に、開示されている視覚化、ROI画定、及び放射線治療計画生成の技術は、開示されている技術を実行するように電子データ処理デバイスによって読出可能且つ電子データ処理デバイスによって実行可能な命令(例えば、ソフトウェア)を記憶する非一時的な記憶媒体を用いて適切に実施される。

【0026】

図2を参照すると、例となる視覚化された積分DVH60が表されている。DVHは、夫々の線62が、その線に関連するROIにおける線量の分布を表す線グラフとして視覚化され得る。夫々の点は、その量の線量又はそれ以上を受け取るROI全体のボリュームのうちの割合として読み取られる。横軸は、cGyにおける線量を含む。縦軸は、例えば、0から1の範囲をもった、正規化されたボリュームを含む。線は、異なるインターバルを区別するように、色分け又はシンボル、例えば、点、ハッシュマーク、プラス記号、及び同様のものを含むことができる。例えば、線64は、例えば対象の標的ボリュームといったほぼ完全なボリュームが、7000cGyの直ぐ下の一様線量を受けることを示す。DVHは、等線量線のための凡例(図示せず。)を含むことができる。ユーザインタフェース40は、医療関係者が、例えば“ドラッグ・アンド・ドロップ”などにより、線的位置を変更することを可能にすることができる。これによって、医療関係者は、例えばマウスなどの入力デバイス48を使用して線表示上の点を選択し、線をドラッグすることにより線的位置を変更する。選択された点は、変曲点66又は他の点を含むことができる。線が変化すると、他のインターバル線は然るべく変更される。更に、DVH14に対する変更は、等線量線12に対する対応する変更を引き起こす。

【0027】

図3を参照すると、例となる視覚化された等線量線が表されている。例となる視覚化された等線量線は、例えば、画像に重ね合わされた等線量線72を伴うCT画像などの、対象の画像を含む。画像において、人間の脊椎及び脊柱は明域において現れる。例えば腫瘍などの標的ボリューム74は、等線量インターバル線が示された状態で左側に位置する。等線量線は、カラーで又はシンボルを伴って表される。凡例は左上に含まれており、10%の等線量インターバルを示す。ユーザインタフェース40は、医療関係者が、例えば、

10

20

30

40

50

ペイントブラシツールなどのソフトウェア変更ツールへ入力を提供する例えばコンピュータマウスなどの入力デバイス 48 により、等線量の位置を変更することを可能にする。線の位置の変更は、“ドラッグ・アンド・ドロップ”選択、矢印キーによる若しくはズーム動作、マウスホイールの移動、又は入力デバイスの他の同様の動き若しくは入力デバイスの組み合わせにより起こる。ユーザインタフェースは、等線量線に対して医療関係者によって入力された変更に従って、DVHに対応する等線量線の移動を変更する。例えば、ユーザは、脊柱全体が低線量ROIにあるように、脊柱を横切る等線量をドラッグすることができる。

【0028】

図4は、例となる視覚化された等線量ROI 80を表す。等線量ROIは、ボクセルレベルでボリュームを画定する。リングとして示されている画定された等線量ROI 80は、第2の等線量線によって画定される第2のボリューム84から減じられた、第1の等線量線によって画定された第1のボリューム82から構成される。リング状の等線量ROIは、2つの等線量線間に制限された対象のボリュームを表す。例えば、リング状のROIは、例えば45 Gyから50 Gyといった2つの識別された等線量レベル間のボリュームを含むことができる。等線量ROIは、フィルタユニットによって更に精緻化され得る。リング状のROIは、例えば、2つの識別された等線量レベルのうちの最小値、すなわち、45 Gyといった一様線量目標を含むことができる。

【0029】

図5は、1つ以上のプロセッサによって実行され得る等線量最適化方法をフローチャートに描く。ステップ90で、対象のボリュームのために計画された等線量線が受け取られる。受け取られた等線量線は、例えばフルエンスマップなどのプランニングアプローチ情報から等線量線ユニット36によって構成された等線量線12を含むことができる。ステップは、DVHユニット38によって対象のボリュームのDVH 14を受け取ること又は構成することを含むことができる。ステップは、対象のボリュームの画像に重ね合わされている受け取られた又は構成された等線量線又はDVHを視覚化することを含むことができる。ステップは、等線量線及び/又はDVHの変更を含むことができる。

【0030】

等線量線及び/又はDVHは、例えば、等線量線の“ドラッグ・アンド・ドロップ”による選択及び変更などの、ユーザインタフェース40を通じた医療関係者の入力(例えば、マウス移動及び/又はキーボードコマンド)によって変更され得る。DVHに対する変更は、等線量線に対する対応する変更を含む。等線量線に対する変更は、DVHに対する対応する変更を含む。例えばマウスによる、等線量線上の選択の点は、変曲点を含むことができる。移動は、ドラッグされた線に対する移動及び変更の程度及び形状に影響を及ぼす、例えば、線張力、スプラインフィッティング、円弧操作、及び同様のものなどの、局所的な線セグメントの操作パラメータを含むことができる。最初にDVHを調整することは、隣接した等線量線間で画定される夫々のROIにおける線量を調整するのに有利である。等線量線を調整することは、様々な組織が許容可能な線量レベルを有することを保証する。

【0031】

ステップ92で、ROIユニット52は、選択された等線量線に基づき等線量ROIを画定する。等線量ROIは、選択された等線量レベル又はインターバルに基づくボリューム、例えば、一対の隣接した等線量線間で画定される範囲、を含むことができる。選択された等線量レベル又はインターバルは、システムにより供給されるパラメータ、デフォルトのシステムパラメータ、ユーザにより選択されるパラメータ、及び/又はユーザデフォルトのパラメータであることができる。選択された等線量レベルは、DVH曲線の関数であることができる。等線量ROIは、等線量線及び/又はボクセルレベル変化による例えば腫瘍などの標的ボリュームの範囲に基づき選択され得る。選択は、ユーザインタフェース40を通じたユーザ又は医療関係者による入力を含むことができる。等線量の関心領域は、等線量線によって境界を示されたボリューム、2つの等線量線間に制限されたボリ

10

20

30

40

50

ーム、例えば、リング領域、又は等線量線によって境界を示されたボリュームの外にあるボリュームによって、画定され得る。

【 0 0 3 2 】

ステップ 9 4 で、画定された等線量 R O I は、フィルタユニット 5 4 によってフィルタをかけられ得る。例えば、画定された等線量 R O I の表面は平滑化され得、小さい隣接した湾曲部は組み合わせられ得、且つ / あるいは、膨張又は収縮の隣接した部分は組み合わせられ得る。

【 0 0 3 3 】

ステップ 9 6 で、線量目標は、画定された等線量の関心領域のために加算され且つ計算される。線量目標は、等線量 R O I を画定するために使用される等線量線の等線量レベルの関数を含むことができる。例えば、リング形状の等線量 R O I は、等線量 R O I を画定するために使用された等線量線の最小、最大、又は平均を含むことができる。4 0 c G y のレベルを有する第 1 の等線量線と、4 5 c G y のレベルを有する第 2 の等線量線とによって画定されるリング形状の等線量 R O I は、 $\min(40, 45)$ 、すなわち 4 0、 $\max(40, 45)$ 、すなわち 4 5、又は $\text{avg}(40, 45)$ 、すなわち 4 2 . 5、等として計算される線量目標を含むことができる。

【 0 0 3 4 】

最適化ユニット 5 8 は、ステップ 9 8 で、画定された等線量 R O I に基づき、投与可能な放射線治療計画を生成する。生成された計画は、標的ボリュームのための最高線量目標に対応する等線量 R O I のための一様線量目標又は最小線量目標を含むことができる。生成された計画は、標的ボリュームのためのより低い等線量に対応する画定された等線量 R O I のための一様線量目標、最小線量目標、又は最小線量ボリューム目標を含むことができる。生成された計画は、標的ボリュームの外にある画定された等線量 R O I 及び / 又は画定された等線量リング R O I のための最大線量目標を含むことができる。方法は、夫々のステップを実行するよう、例えばコンピュータ装置 4 4 の電子プロセッサ 4 6 などの 1 つ以上のプロセッサを含むことができる。投与計画は、放射線の外部ビームの投与のための命令又は制御信号を含む。制御信号は、例えばモニタユニット (M U) 又は B q などのビーム量の量と、M L C を成形するための制御命令とを含む。

【 0 0 3 5 】

当然ながら、ここで提示されている特定の実例となる実施形態に関連して、ある構造的及び / 又は機能的特徴は、定義される要素及び / 又はコンポーネントにおいて組み込まれるものとして記載される。しかしながら、それらの特徴は、同じ又は同様の利点により、必要に応じて他の要素及び / 又はコンポーネントに同様に組み込まれてよいことが考えられている。また、当然ながら、例となる実施形態の種々の態様は、所望の用途に適した他の代替の実施形態を達成するために選択的に適宜用いられてよく、それによって、他の代替の実施形態は、それに組み込まれる態様の各自の長所を実現する。

【 0 0 3 6 】

また、当然ながら、ここで記載されている特定の要素又はコンポーネントは、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの組み合わせを介して適切に実装されるそれらの機能を備えてよい。加えて、当然ながら、一緒に組み込まれるものとしてここで記載されているある諸要素は、適切な環境下で、スタンドアローンの要素であるか、あるいは、別なふうに分割されてよい。同様に、1 つの特定の要素によって実行されるものとして記載される複数の特定の機能は、個々の機能を実行するよう独立して動作する複数の個別要素によって実行されてよく、あるいは、ある個々の諸機能は、分解され、一斉に動作する複数の個別要素によって実行されてよい。代替的に、互い二個となるものとしてここで別なふうに記載及び / 又は図示されている幾つかの要素又はコンポーネントは、必要に応じて物理的に又は機能的に組み合わせられてよい。

【 0 0 3 7 】

要約すれば、本明細書は、好適な実施形態を参照して説明されてきた。明らかに、変更及び代替は、本明細書を読んで理解することで当業者に想到されるであろう。本発明は、

10

20

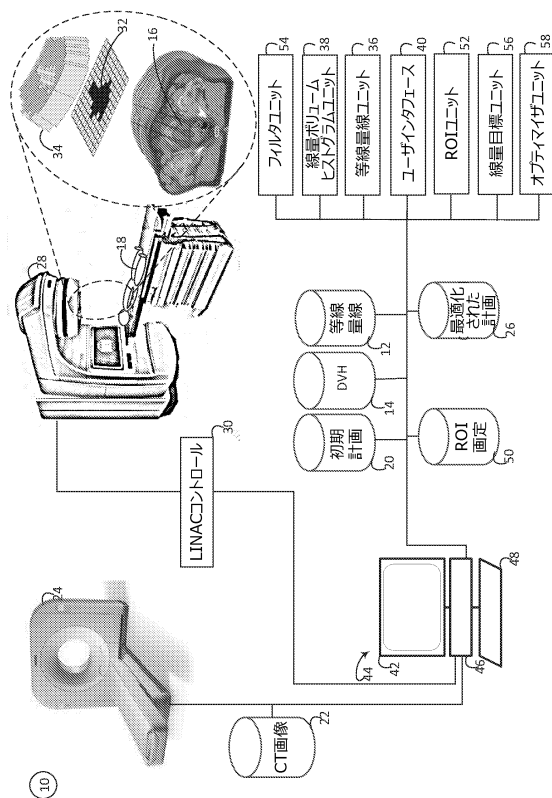
30

40

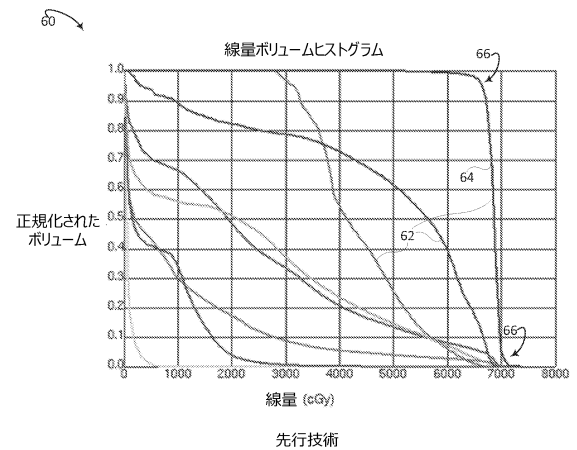
50

全てのそのような変更及び代替を、それらが添付の特許請求の範囲及びその均等note起用範囲内にある限り含むものとして解釈されるよう意図される。言い換えると、様々な上記の及び他の特徴及び機能、又はそれらの代替案は、多くの他の異なるシステム又はアプリケーションに望ましく組み合わされてよく、更には、それらにおける様々な現在予期されていない又は不測の代替案、変更、変形又は改善は、当業者によってその後になされてよく、それらは、添付の特許請求の範囲によって包含されるよう同様に意図されることは、明らかである。

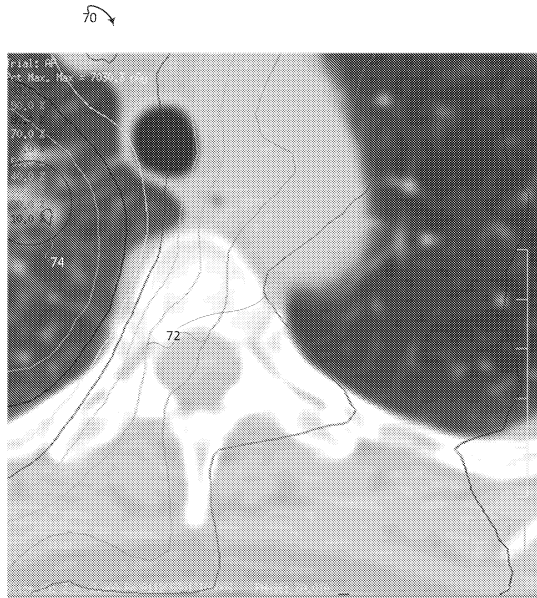
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

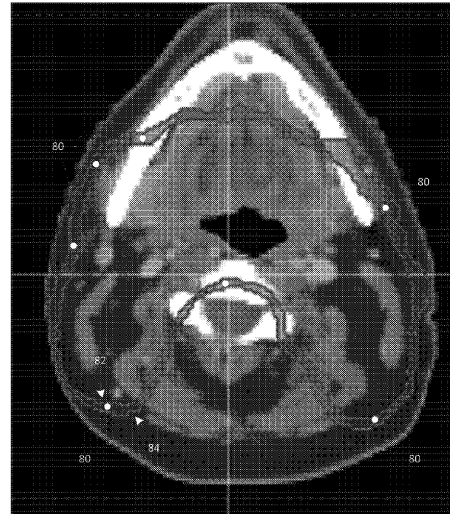
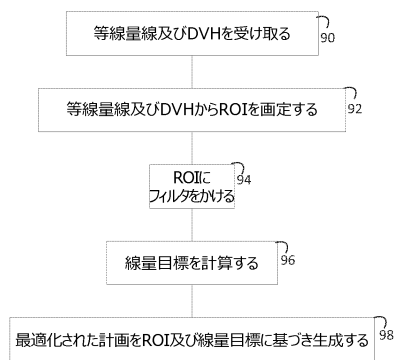


FIGURE 4

【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 ブズセック, カール アントニン
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5
- (72)発明者 フリーゴ, ショーン
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング
5

合議体

審判長 高木 彰

審判官 内藤 真徳

審判官 関谷 一夫

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 7 8 6 1 9 (J P , A)
米国特許第 5 3 7 3 8 4 4 (U S , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61N 5/10