The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Optimization in Stereotactic Treatment Planning for Radiotherapy
Author(s)	曾, 博文
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42044
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【85】

氏　　名	曾（そう）　博文（ひろふみ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　15466　号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科原子力工学専攻
学位論文名	Optimization in Stereotactic Treatment Planning for Radiotherapy （三次元定位放射線照射によるがん治療に関する最適化手法）
論文審査委員	（主査） 教　授　山本　幸佳 （副査） 教　授　高橋　亮人　　教　授　飯田　敏行　　教　授　磯山　悟朗

論文内容の要旨

本論文は、放射線によるがん治療に際して周辺の正常部位への余分な被曝を抑え、多方向から最も効果的に腫瘍部位に放射線エネルギーを集中させるための三次元定位照射の治療計画立案に際しての最適化計算手法を構築しまとめたものである。

患者サイドに立ったがん治療という視点から望まれるのは、治療後、健常者と同等の生活が維持でき、機能損失の少ない社会復帰が期待できる三次元定位放射線治療法であり、その技術確立こそが社会のニーズに応えるものである。

本論文で提案した三次元定位照射に関する最適化手法を用いることにより、治療計画の立案に要する計算時間の大幅な短縮が可能となり、さらに、その治療計画を実行することにより、実際のがん治療に相応しい吸収線量の三次元最適分布の達成が可能となる。

本論文は全7章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的が述べられている。

第2章では、本研究において用いた三つの数学方法（遺伝アルゴリズム、直接サーチ法、ファジィ理論）について、それぞれの長所と短所につき相互比較を行いながら詳しく説明されている。

第3章では、遺伝アルゴリズムを用いてがん治療に関する最適化手法について検討が行われている。

第4章では、直接サーチ手法を導入し、がん治療について遺伝アルゴリズムと組み合わせることにより二段階最適化手法の提案がなされている。

第5章では、ファジィ理論を導入し、がん治療最適化の目的関数の作成について述べられている。

第6章では、第3章に選定した遺伝アルゴリズムと第4章に提案した二段階最適化手法と第5章に提案したファジィ法による目的関数の作成手法とをまとめて、その有効性の検証を行い、その結果、短時間で優れた治療計画の作成が可能となり、三次元定位放射線治療法に関する最適化手法として有力な方法であることが示されている。

第7章では、本論文の総括がなされている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、放射線利用の中でも最も重要な一つであるがん治療を具体例として取り上げ、放射線ビームを100を越す多方向から計算機により制御しながら照射し、最も効果的に腫瘍部位に放射線エネルギーを集中させ、周辺の正常部位への余分な曝露を極力抑え得る三次元定位放射線照射について、そのビーム制御による治療計画立案に際しての最適化計算手法を複数のアルゴリズムの組み合わせにより実現したのものである。

がん治療において期待されるのは、治療後も健常者と同等な生活が維持でき、最小の機能損失で社会復帰が可能なことである。そのために最近脚光を浴びつつあるのが三次元定位放射線治療法であり、その制御技術確立こそが社会のニーズに応えるものである。

本論文では三次元定位照射に関する最適化手法を提案し、その有効性の検証も行っている。また、提案した手法を用いると、最適な治療計画立案に要する時間の大幅な短縮ができること、さらに、その治療計画によって実際のがん治療に相応しい三次元吸収線量分布の達成が可能となることが示されている。

本論文の主な成果をまとめると次のようになる。

(1) 遺伝アルゴリズム、直接サーチ法及びファジィ理論の三つの数学手法を、三次元定位照射の治療計画立案に際しての最適解を求める問題に導入し、それらを効果的に組み合わせることにより、大きな成果を得ている。

(2) 放射線によるがん治療計画立案に際しての最適線量分布を達成するために、遺伝アルゴリズムにより広領域のパラメータ空間内で、まず解の存在する小領域をつきとめ、次いでその領域内に直接サーチ法を持ち込んで精密な解を求める二段階最適化手法を考案し、最適化に要する計算時間を遺伝アルゴリズムのみで行う最適化に比べて大幅に短縮することに成功している。

(3) さらに、最適化問題において、二つの離散値（１または０）を割り付ける通常の最適化法に代わって、区間内連続値が取れるファジィ理論を導入することにより、計算が収束しない状態に陥るリスクを減少させることに成功している。

(4) 本計算手法を用いると、特性の異なる標的対象が数多くある場合でも同時に計算の遂行が可能であり、また標的対象の形状・分布等の状況に応じて制約を柔軟に調節可能なため、極めて精度の高い治療計画を立てることが可能となる。

以上のように、本論文はがん治療を例として取り上げ、放射線エネルギーの人体深部標的への集中度を高めるために最近普及しつつある多方向照射を最適化制御するための計算手法を開発したものであるが、本質的には医療工学に限らず放射線ビーム制御を必要とする工学分野にもそのまま応用できるものであり、放射線の多目的利用という観点からも原子力工学、特に放射線工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。