

파일럿 형태의 광자선 치료계획장치 개발

최은진 , 서태석*, 윤광준**, 나유진**, 서덕영
경희대학교 전자공학과, 가톨릭 대학교 의과대학 의공학교실 *
가톨릭 대학교 의과대학 생체의공학 연구소**

Development of Photon Therapy Planning Treatment in Pilot Type

E. J. Choi, T. S. Suh*, K.J.Youn**, Y. J. Na**, D. Y. Suh
Dept. of Electronic Eng. Kyunghee Univ. Dept. of Medical Eng. Medical College Catholic Univ. *
Biomedical Eng. Lab. Catholic Reseach Institutes of Medical Science**

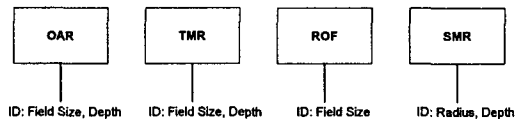
Abstract

In this paper, We developed a radiation therapy planning system using photon beams. Firstly We accomplished simulation on the regular field. Then it has been modified step by step to handle the irregular field, wedge filter , and inhomogeneous field . This system is equipped with useful user interface and database. This system is implemented in Visual C++ as a window-based application program.

측정된 방사선 분포 데이터를 이용하여 환자 영상위에 2차원 광자선 방사선량 모델을 개발하였다. 물팬텀과 방사선 측정기 시스템을 이용하여 측정된 방사선 데이터는 OAR (Off Axis Ratio), TMR (Tissue Maximum Ratio), ROF (Ratio of Field Size), SMR (Scatter Maximum Ratio) 이다. 데이터 베이스의 최적화를 위해 데이터별로 테이블로 구성되어 관계형 DB의 기능을 이용함으로써 데이터의 확장성이 가능하고 접근이 쉽도록 하였다.

1. 서론

방사선 치료계획장치는 디지털라이저, 필름스캐너, PACS에 의해서 입력된 영상을 분석하여 병소부위에 적절한 방사선량이 조사되도록 계획하는 장치이다. 전체 시스템에서 선량 계산은 하나의 모듈에 해당되고 선량의 종류에 따라 광자선, 전자선, 근접치료로 나누어 볼 수 있다. 본 논문에서는 그 가운데에 광자선에 대하여 정형조사면 알고리즘을 기반으로 하여 비균질한 조직에 대한 보정과 wedge를 사용할 경우에 대한 보정과 비정형조사면에 대해 보정이 가능한 알고리즘을 개발하였다.



[그림 1-1] 테이블 연관도

2. 연구 내용

2.1 방사선 분포 데이터베이스

2.1 정형조사면에 대한 광자선량 모델

균질한 인체조직 등가물질을 이용하여 측정된 데이터를 근간으로 거리 조사 및 조사 방향에 따른 입체적 관계를 고려하여 선량을 계산할수 있는 모델식이 정립되었다. 방사선 조사기의 위치 (gantry angle)와 환자의 상대적 위치(table angle)에 따른 환자내 임의의 점 m에 대한 선량값은 다음과 같다.

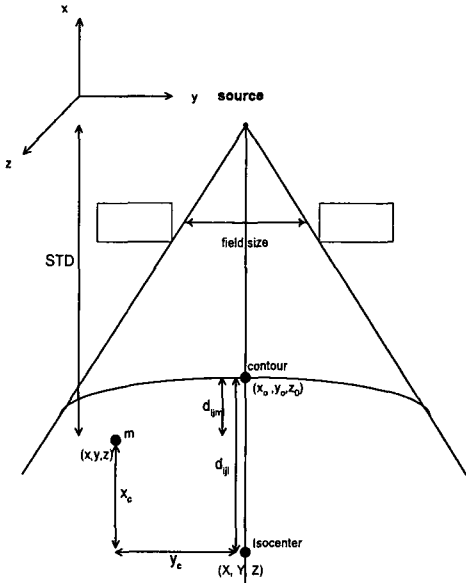
$$D_m(x, y, z) = D_{ref} \times ROF(W_y, W_z) \times TMR(w, d - x_m) \times OAR(w, d, y_c, z_c) \dots [식 2.1]$$

tissue에 대한 거리에 대한 보정이다.

$$C = \frac{TMR(w, d - x_m)}{TMR(w, d)} \dots [식 2-2]$$

$$C = \frac{TMR(w, d + x_e)}{TMR(w, d)} \dots [식 2-3]$$

[그림2-1] 빔 파라미터와 좌표계 설정



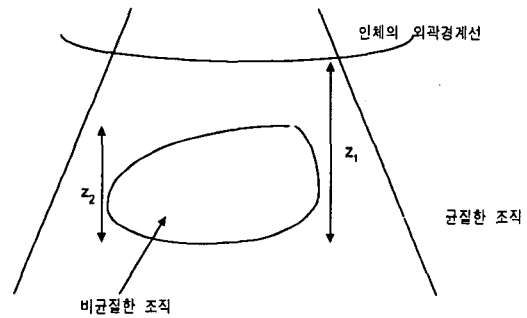
2.2 인체 외곽 경계선에 대한 보정

TAR/TPR 방법을 이용하여 인체 외곽 경계선을 보정하는 알고리즘이 개발되었으며 경사외곽선에 따른 방사선 일차선 및 산란선에 대한 보정식은 다음과 같다.

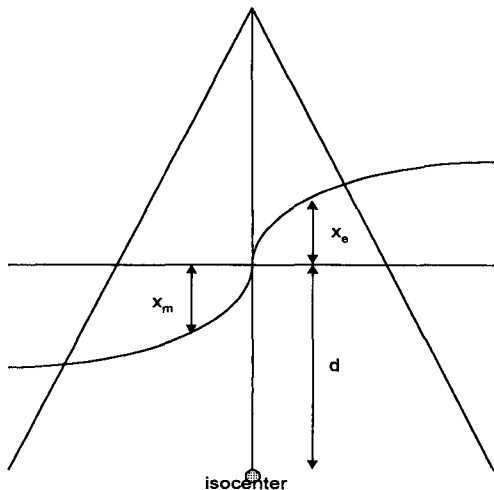
2.3 비균질에 대한 보정

인체 조직은 bone, tissue, organ 각각 밀도가 다른 조직들로 이루어져 있고 방사선의 투과되는 정도는 밀도에 따라서 다르다. 비균질한 조직에 대해 선량은 정형조사면에을 보정해 주는 알고리즘을 수식으로 나타내면 다음과 같다. (ρ_1, ρ_2, ρ_3 는 서로 다른 조직의 밀도)

$$C = \frac{TMR(z_2, W)^{\rho_3 - \rho_2}}{TMR(z_1, W)^{\rho_1 - \rho_2}} \dots [식 2-4]$$



[그림2-3] 비균질한 조직에 대한 모식도



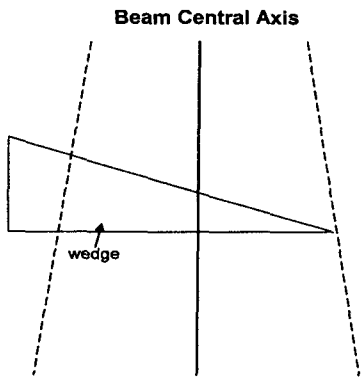
[그림2-2] 외곽경계선에 대한 보정

2.4 Wedge에 대한 보정

Wedge에 대한 보정은 원하는 부위에 적절한 방사선량을 투과하기 위한 방법으로 이론식에 의한 방법 과 실험데이터를 이용한 두 방법을 도입하였는데 Wedge 각도에 따른 이론식을 만들어 보정하였다.

$$C = W(\alpha, d) = e^{\theta \tan \alpha \cdot d} \dots [식 2-5]$$

외곽경계선에 대한 보정은 missing tissue와 excessive



[그림 2-4] wedge 필터

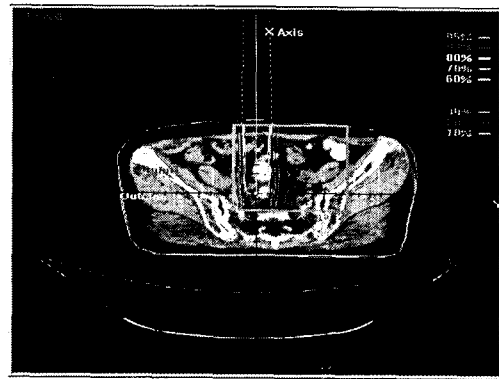
2.5 비정형 조사면에 대한 보정

실제로 빔의 모양은 방사선 소스의 타겟에 따라서 그 모양이 정해져야 최적의 위치에서 최적의 양의 방사선이 투과될 수 있다. 정사각형 조사면 데이터를 이용하여 원형 조사면에 대한 데이터 값을 환산하는 방법을 개발하고 비정형 조사면에 대한 보정은 다중 원형 조사면의 조합으로 모사하여 Clarkson 방법을 이용하여 선량값을 예측할 수 있는 알고리즘을 개발하였다. 일차선 및 산란선을 구분한 SAR/SPR 방법을 도입되었다.

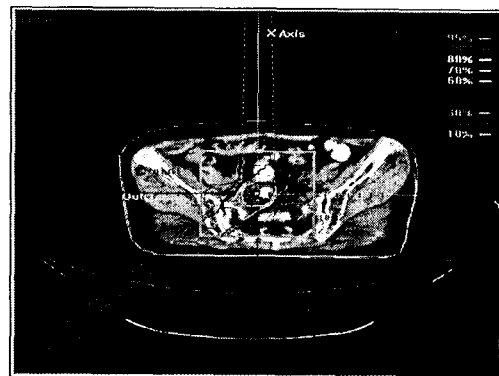
$$D_0 = D_{ref}(x, y, z) \times FSD(w) \times \overline{TMR}(d, r_d) \times \frac{SAD^2}{STD} \dots [식 2-6]$$

3. 연구 결과

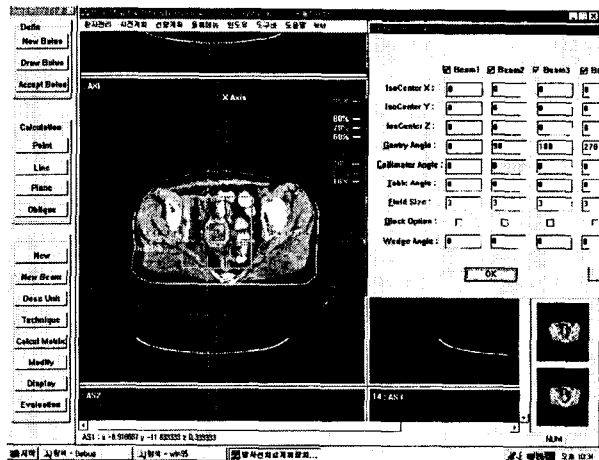
본 연구는 원활한 치료계획이 수행될 수 있도록 PC를 기반으로 한 윈도우95 환경하에서 프로그램이 수행되었다. 광자선 치료에서 사용되는 SSD, SAD 방법은 물론 parallel opposed, box 치료법 등을 수행할 수 있도록 하였으며 비정형조사면을 예측하기 위하여 Beam's Eye View 디스플레이와 블럭 경계선 찾는 알고리즘이 개발되었다. 다음 그림들은 개발된 알고리즘에 관하여 영상에 종합적으로 구현한 결과들이다.



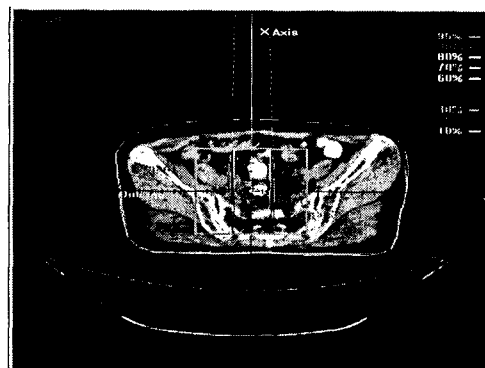
[그림 3-1] SSD, SAD 방법으로 구현한 선량분포



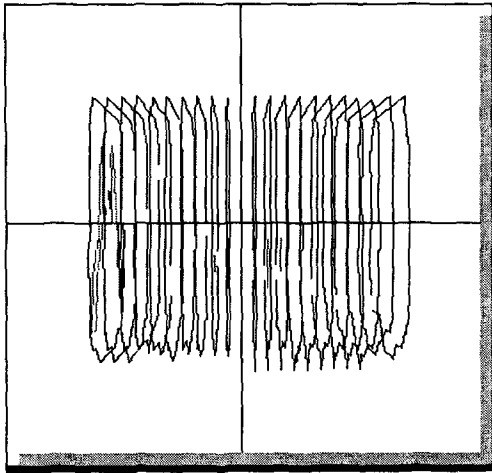
[그림 3-2] 여러 개의 빔에 대한 선량분포



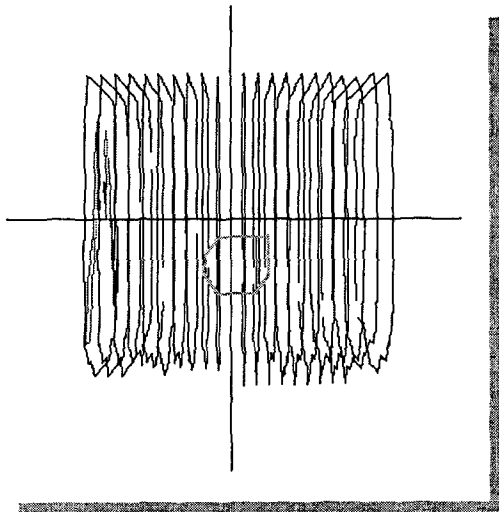
[그림 3-3] 박스 치료법을 위한 선량분포



[그림 3-4] Wedge보정 후 선량분포



[그림 3-5] Beam's eye view



[그림 3-6] Beam's eye view 구현 후 외곽선 그리기

4. 결론

개발된 파일럿 형태의 광자선 치료계획장치는 방사선 치료에 쓰이는 기본적인 알고리즘을 구현함으로써 방사선 치료계획 장치의 하나의 모듈을 설계하였고 이는 편리한 사용자 인터페이스, 데이터베이스를 이용한 데이터 관리, 한글화기능이 가능함으로 기존의 다른 치료계획장치에 비해 저렴한 가격으로 편리하게 사용할 수 있다.

5. 참고 문헌

[1] 서태석, 서덕영, 박찬일, " Personal

Computer를 이용한 3차원적 뇌정위적 방사선 치료계획", 의학물리 3:63-69 , 1992

[2] Suh, TS, Youn SC, Shinn KS, et al, "Measurement of dose distribution in small beams of Philips 6 and 8 MVX linear accelerator"

[3] 서태석, " LINAC 을 이용한 뇌정위적 방사선 수술에 대한 3차원 선량분포", 의학물리 2:121-128,1991

[4] Batho, H, F, "Lung corrections in cobalt 60 beam therapy", J Can Ass Radiol 15:79,1964

[5] Clarkson, J. R., "A note on depth in fields of irregular shape", Br J Radiol 25:369, 1952