

## Semi-Orthogonal Localization을 이용한 근접치료계획시스템 개발

추명자<sup>1,2</sup>, 서태석<sup>1</sup>, 신승애<sup>2</sup>, 신경섭<sup>1</sup>,김민철<sup>1</sup>  
가톨릭의과대학 의공학교실<sup>1</sup>,이화여자대학교 물리학과<sup>2</sup>

Development of Brachytherapy planning system  
using Semi-orthogonal Localization

M. J. Chu<sup>1,2</sup>, T. S. Suh<sup>1</sup>, S. A. Shin<sup>2</sup>, and K. S. Shinn<sup>1</sup>, M. C. Kim<sup>1</sup>  
Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Catholic university<sup>1</sup>,  
Department of Physics, Ewha Womans' University<sup>2</sup>

## Abstract

The purpose of this study is to develop 2D brachy-therapy planning system using Visual C++ on the IBM PC. The method of Semi-orthogonal Localization was used and dose calculation is based on point dose computation model.

The GUI of this planning system was designed for user's convenience and the dose distribution of Cs137 brachy-therapy is demonstrated.

## 서 론

근접치료란 대개 외부로부터의 원격광자선 및 전자빔으로는 치료하기 힘들거나 위험이 수반되는 신체 부위에 방사성 동위원소를 직접 삽입함으로써 이루어지는 치료를 말한다. 이같은 근접치료가 흔히 시술되는 대표적인 사례로 자궁경부암치료를 들 수 있고 본 연구도 자궁경부암치료를 초점을 맞추었다.

외부로부터의 광자선 및 전자빔치료와는 달리 병변이 발생한 주변의 신체부위에 직접 삽입해야하므로 시술이 필요하며 그로 인해 환자의 고통이 수반되어진다. 그러나, 병변 가까이에서 치료가 이루어지는 만큼 선량분포를 계산함에 있어 외부방사선과는 다른 알고리즘이 적용되어야 한다.

본 연구에서는 선원의 위치를 정확히 구할 수 있고 Localization방법과 특정 방사성 동위원소에 대한 선량값을 계산할 수 있는 근접치료계획장치를 자체적으로 개발하고자 하였다.

## 재료 및 방법

2차원 AP film과 LR film의 좌표들로부터 semi-orthogonal localization method(그림1)를 사용하여 3차원 공간상의 좌표를 계산하였다. source의 위치뿐 아니라 user가 정해주는 어떠한 위치도 두 개의 2차원 films을 통해 계산될 수 있다. 이렇게 계산된 좌표를 통해 source point와 grid point간의

3차원적 거리를 구함으로써 궁극적으로 구하고자 하는 선량을 계산하였으며 최종적으로 등선량 분포를 디스플레이 할 수 있는 통합적 시스템을 개발하였다. 위와 같은 알고리즘은 visual C++로 구현하였으며 Window95 환경에서 그에 해당하는 GUI(Graphic User Interface)를 구현하였다.

## 결 과

1. Semi-orthogonal localization Method(그림1참조)  
AP film의 두 좌표(y',z')과 LR film의 두 좌표(x'',z'')으로부터 3차원 좌표(x,y,z)는 아래의 계산식에 의해 계산되어진다.

$$\begin{aligned} SAD-x : SFD &= y : y' = z : z' \\ SAD-y : SFD &= x : x'' = z : z'' \end{aligned}$$

위의 두 식에 의해 계산된 3차원 좌표는 아래와 같다.

$$x = \frac{x''(SAD \cdot y' - SAD \cdot SFD)}{(SFD)^2 + x''y'} \quad \dots(1)$$

$$y = \frac{y'(SAD \cdot x'' + SAD \cdot SFD)}{(SFD)^2 + x''y'} \quad \dots(2)$$

$$z = \frac{z'(SAD \cdot x'' + SAD \cdot SFD)}{(SFD)^2 + x''y'} \quad \dots(3)$$

2. Point Dose Model Calculation

임의의 점에서의 Dose rate는 아래 식에 의해 구할 수 있다.

$$D = \frac{A \cdot F \cdot \Gamma}{d^2} C_w(d_1) C_t(d_2) \quad \dots(4)$$

A : activity(mCi)

F : Rad conversion factor (rad/roentgen)

$\Gamma$  : Gamma-ray constant ( R · cm<sup>2</sup> / mCi · h)

d : distance between source point and grid point

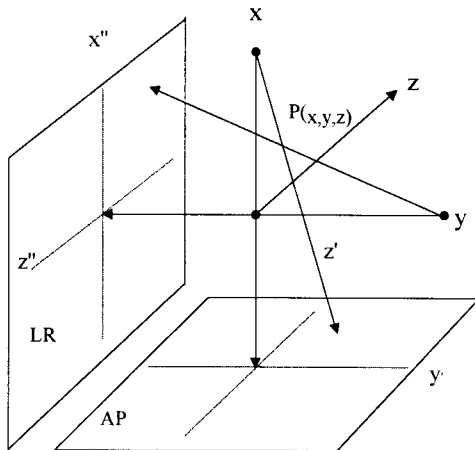
$C_w(d_1)$  : capsule wall 까지의 흡수계수  
 ( $d_1$  : capsule을 지나가는 거리)  
 $= e^{-\lambda d_1}$

$C_t(d_2)$  : 조직안에서의 흡수계수  
 ( $d_2$  : 조직을 지나가는 거리)  
 $= A + Bd_2 + Cd_2^2 + Dd_2^3$

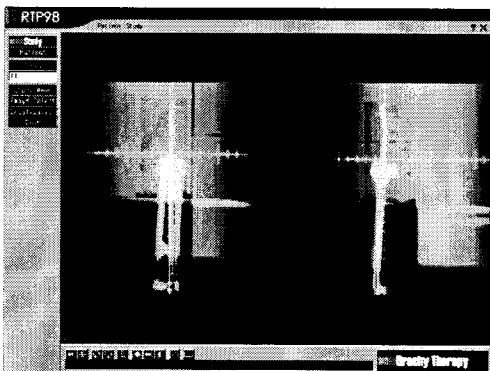
(여기서 A,B,C,D는 Meisburger,Keller and Shalek model for tissue attenuation coefficients )

		Cs-137
Meisburger,Keller, and Shalek Model for tissue attenuation	$A \times 10^0$	1.0091
	$B \times 10^{-3}$	-9.0150
	$C \times 10^{-4}$	-0.3459
	$D \times 10^{-7}$	-2.8170
$\gamma$ -ray constant( $\Gamma$ )		3.275
Rad-Conversion constant(F)		0.957
Capsule absorption( $\lambda$ )		0.320

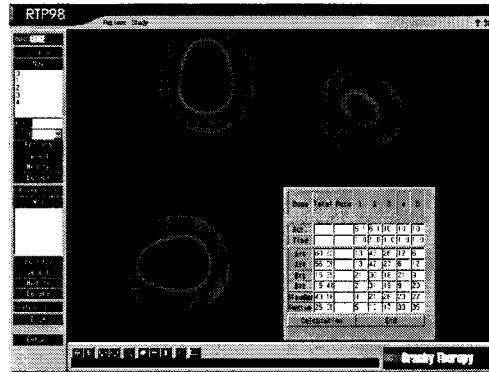
(표1)Cs137에 대한 Source data



(그림1)



(그림2)



(그림3)

### 3. GUI(Graphic User Interface)

(그림2)는 semi-orthogonal localization 방법에 의한 좌표변환 과정을 보여주고 있으며 두 수직선은 좌표 변환된 2개의 좌표축을 나타내고 있다. (그림3)은 선택된 선원에 따라 변환된 좌표축 상에 정해진 3개의 서로 수직한 axial, sagittal, coronal 평면상에 등선량분포를 보여주고 있다.

### 고찰

Semi-orthogonal localization 방법을 사용하여 3차원사의 좌표를 계산하였고, 이러한 위치계산과 point dose calculation의 방법에 기초하여 3차원으로 계산된 dose distribution을 2차원 평면상에서 볼 수 있는 근접치료계획시스템을 구축하였다. 또한 보다 사용하기 편한 user interface를 구축하였다.

### 참고문헌

1. Harold Elford Johns & John Robert Cunningham : The Physics of radiology. ch13, 1983
2. FAIZ M.KHAN : The Physics of radiation therapy, ch15, 1994
3. American Association of Physicists in Medicine Report No.43. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources. Med phys 1995;22:209-234
4. Williamson, Thomadsen, and Nath, Editors(AAP M summer school) :Brachytherapy Physics ;1994
5. George W.Sherouse, James L. Naves, Mahesh A. Varia, Jurian Rosenman : A Spreadsheet Program for Brachytherapy Planning; Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 13, pp.636-646 ,1985