

# 영상보정 및 다단계 정합을 통한 전립선 MR 영상과 병리 영상간 융합

정주립<sup>o</sup> 조현희 홍헬렌

서울여자대학교 미디어학부

[jjulip@swu.ac.kr](mailto:jjulip@swu.ac.kr), [hhjo@swu.ac.kr](mailto:hhjo@swu.ac.kr), [hlhong@swu.ac.kr](mailto:hlhong@swu.ac.kr)

## Prostate MR and Pathology Image Fusion through Image Correction and Multi-stage Registration

Julip Jung<sup>o</sup> Hyun Hee Jo Helen Hong

Division of Multimedia Engineering, Seoul Women's University

본 논문은 영상보정 및 다단계 정합을 통한 전립선의 MR 영상과 병리 영상 간의 융합방법을 제안한다. MR 영상은 전립선 부위의 해부학적 정보를 잘 볼 수 있는 반면, 전립선암과 주변 출혈 부위의 밝기값이 유사하게 나타나 전립선암 판별에 어려움이 있다. 조직 검사를 통해 얻어지는 병리 영상은 전립선암의 위치를 알 수 있는 가장 명확한 방법으로, MR 영상보다 상대적으로 높은 해상도를 가지며, 조직 전체가 2~4장의 슬라이스로 분리되어 구성된다는 특징을 가진다. 일반적으로 전립선암을 진단하기 위해서 MR 영상과 병리 영상 간의 상관관계를 육안으로 평가하는데, 이러한 수동적인 상관관계 분석 방법은 정확한 진단에 한계가 있을 뿐 아니라 진단 효율이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 MR 영상과 병리 영상을 정렬하여 함께 시각화하기 위해 융합(fusion) 기능이 필요하다.

영상융합을 이용해 상관관계를 분석하는 기존 연구를 살펴보면 다음과 같다. Baowei Fei등은 전립선 MR 영상간의 강체 정합[1]방법과, 화상유도수술시 실시간으로 획득되는 2차원 MR 영상과 기존에 획득된 2차원 MR 영상간의 상호정보를 이용한 강체 정합[2] 방법을 제안하였다. Zhenghong Lee등은 해부학적 영상과 기능 영상의 상관관계를 보는 방법으로 MR 영상과 CT(Computerized Tomography) 영상을 단일광자방출 전산화단층촬영 영상(Single Photon Emission Computed Tomographic, SPECT)에 비강체변환을 이용하여 정합[3]하는 방법을 제안하였다. Xingen Wu등은 자기공명분광영상(MR Spectroscopy)과 MR 영상의 다항식 변환(Polynomial Transformation)을 이용한 3차원 비강체 정합[4]을 시도하였다. Brian Porter등은 병리 영상과 초음파 영상의 전립선간 3차원 상관관계 기반 정합방법[5]을 제안하였으며, Parker등은 MR 영상과 CT 영상에서 표식기를 이용한 점 기반 정합[6]을 시도하였다.

제안 방법은 영상보정, 강체 정합, 비강체 정합, 영상융합의 네 단계로 이루어진다. 첫째, 영상보정 단계에서 T2 MR 강조 영상의 출혈 부위의 밝기값을 T1 MR 강조 영상의 밝기값으로 대체시키고, 2~4장으로 분리된 병리 영상을 한 장의 영상으로 만든 후 MR 영상과 동일한 해상도로 줄인다. 이렇게 함으로써 MR 영상에서의 출혈부위를 암으로 진단하는 오차율을 줄이고, MR 영상과 병리 영상간의 상호정보를 이용할 수 있다. 둘째, 전립선의 T2 MR 강조 영상과 병리 영상 간에 밝기값의 상호정보를 최적화하는 강체변환을 구한다. 강체변환은 기하학적 변형 매개변수인 이동(translation), 확대·축소(scaling), 회전(rotation), 전단(shearing)을 말하며, 최적영역을 이용하여 초기 확대·축소 매개변수와 초기 이동 매개변수를 구한다. 이 매개변수를 초기값으로 하여 최적영역 내에서 유사성이 최대화되는 강체변환을 계산한다. 최적화 방법으로는 Powell 방법을 이용하며 유사성 측정방법으로는 경계선 추출이 필요 없는 상호정보(Mutual Information, MI)를 이용한다. 셋째, TPS 와핑을 이용하여 병리 영상의 전립선 부위가

T2 MR 강조 영상의 전립선 부위에 정합되는 비강체변환을 구한다. 전립선은 비강체 조직이기 때문에 강제변환만으로는 실제적인 변환을 표현하기에 한계가 있다. 따라서 본 논문에서는 두 영상을 정합하기 위해서 강제변환을 구하여 적용시킨 후, TPS 와핑[7]을 이용해 비강체변환을 시킴으로써 정합의 정확성을 높여준다. 넷째, MR 영상과 변환을 적용시킨 병리 영상을 융합한다. 융합결과는 두 영상의 밝기값 비율을 조정하여 볼 수 있고, 암의 위치를 좀 더 확실하게 확인할 수 있도록 MR 영상 위에 병리 영상의 암을 표시한 부분만 겹쳐서 볼 수도 있다.

본 논문에서 제안한 방법은 Intel Core2Duo PC 2.6 GHz CPU와 2.0 GB RAM을 장착한 PC에서 사용자인터페이스는 FLTK[8]를 사용하고, 영상처리 기능은 C++언어를 사용해 구현하였다. 실험에서 사용된 영상은 전립선암을 가진 4명의 환자로부터 획득된 10쌍의 2차원 MR 영상과 병리 영상이다. 실험결과 영상보정 및 다단계 정합 후의 전립선의 T2 MR 강조 영상과 병리 영상의 간의 평균 거리 오차는 0.8815mm였고, 두 영상의 융합을 통해 T2 MR 강조 영상에서 전립선 암의 위치를 정확하게 확인할 수 있었다. 본 논문의 제안방법은 전립선암을 찾거나, 그 암의 성장률을 측정하는 곳에 사용될 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Baowei Fei, Andrew Wheaton, Zhenghong Lee, Jeffrey L. Duerk, David L. Wilson, "Automatic MR Volume Registration and its Evaluation for the Pelvis and Prostate", *Physics in Medicine and Biology*, 47(5), 823-838 (2002)
- [2] Baowei Fei, Jeffrey L. Duerk, David L. Wilson, "Automatic 3D Registration for Interventional MRI-Guided Treatment of Prostate Cancer", *Computer Aided Surgery*, 7, 257-267 (2002)
- [3] Zhenghong Lee, D. Bruce Sodee, Martin Resnick, Gregory T. MacLennan, "Multimodal and Three-Dimensional Imaging of Prostate Cancer", *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 29, 477-486 (2005)
- [4] Xingen Wu, Steven J. Dibiase, Rao Gullapalli, Cedric X. Yu, "Deformable Image Registration for the Use of Magnetic Resonance Spectroscopy in Prostate Treatment Planning", *Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys.*, 58(5), 1577-1583 (2004)
- [5] Brian C. Porter, Larry Taylor, Ray Baggs, Anthony di Sant'Agnes, Gyongyi Nadasdy, Dave Pasternack, Deborah J. Rubens, Kevin J. Parker, "Histology and Ultrasound Fusion of Excised Prostate Tissue using Surface Registration", *IEEE Ultrasonics symposium*, 2, 1473-1476 (2001)
- [6] C. C. Parker, A. Damanovich, T. Haycocks, M. Haider, A. Bayley, C. N. Catton, "Magnetic Resonance Imaging in the Radiation Treatment Planning of Localized Prostate Cancer using Intra-Prostatic Fiducial Markers for Computed Tomography Co-registration", *Radiotherapy and Oncology*, 66, 217-224 (2003)
- [7] Fred L. Bookstein, "Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 11(6), 567-585 (1989).
- [8] Bill Spitzak and et. Al. "The fast light toolkit(fltk)", <http://www.fltk.org>.