

비균일 B-스플라인 워핑을 이용한 호흡 게이트 PET 영상의 움직임 보정

성균관대의대 삼성서울병원 핵의학과

우상근*, 최준영, 송태용, 최 용, 이경한, 최연성, 김병태

목적: PET 영상 획득시 호흡에 의한 움직임은 영상의 질을 떨어뜨리고, 위치정보를 왜곡시킴으로써 정확한 영상 해석을 저해한다. 이 연구에서는 제작된 호흡 게이트 시스템을 이용하여 획득한 게이트 PET 영상에 움직임 데이터를 적용하여 호흡에 의한 왜곡을 보정하고자 하였다.

방법: 게이트 PET 영상은 10% 오차 범위내의 트리거 신호에 대하여 폐 시뮬레이터와 정상인을 대상으로 호흡 주기에 따라 4개의 영역으로 구분하여 획득하였다. 폐 시뮬레이터는 이동거리와 속도를 가변적으로 수행 가능하게 스텝모터를 이용하여 제작하였다. 직경 3 mm 점선원 모형에 FDG를 주입후 정적영상을 150 sec 획득하고, 다양한 움직임을 수행하는 모형에 대하여 정적영상과 832 msec/bin 게이트영상을 획득하였다. 게이트 주기를 초기화하기 위하여 상부 변위검출센서에서 획득된 데이터를 분석하여 트리거 신호를 생성하였으며, 영역별 움직임을 보정하기 위하여 연속적으로 획득된 움직임 데이터를 구분하여 저장하였다. 호흡 주기에 따라 게이트된 영상은 배열된 부분집합 기대값최대화(OSEM) 방법으로 반복횟수 2회, 부분집합 28로 재구성 하였다. 호기말과 흡기말로 120 kV, 80 mA CT 영상을 획득하고, 두 영상의 차 영상을 이용하여 횡경막의 변화량을 계산하였다. 획득된 게이트 PET 영상을 보정하기 위하여 폐 영역에 n+1개의 제어점을 정의하고, 이 제어점을 보간하여 n개의 비균일 B-스플라인 곡선을 생성하였다. 움직임 데이터를 이용하여 회전과 이동 정보를 가지는 44 affine 변환행렬을 생성하고, 정의된 제어점에 변환행렬을 적용하여 보정하였다.

결과: 움직임 데이터와 CT 영상분석 결과 호흡에 의한 움직임이 측면(1):상부(4):횡격막(17)의 비율로 나타났다. 폐 시뮬레이터를 이용하여 얻은 게이트된 모형영상에서 호기말 영상이 움직임이 없는 정적영상과 유사한 패턴을 나타냄을 확인할 수 있었다. 호기말 영상을 기준으로 다른 영역의 영상을 보정하였을 때, 보정된 영상이 보정하지 않은 영상에 비해 15.8% 향상되었다.

결론: 이 연구에서는 움직임 데이터를 이용하여 게이트된 영상을 보정할 수 있었다. 게이트된 영상을 보정함으로써 움직임에 의한 인공산물을 제거하고, 더 정확한 병변의 위치와 크기를 판단할 수 있을 것이다. 또한, PET/CT 영상 획득시 CT 영상을 보정하여 더 정확한 CT 영상으로 감쇠보정이 가능할 것으로 기대된다.

Fusion PET 영상의 융합 정보를 제공하는 PACS 뷰어 개발

울산 의대 서울아산병원 핵의학과¹, 의료정보팀², 방사선과³

임기천^{1*}, 최익수², 류진숙¹, 남기표¹, 조시만¹, 어기승², 신명진³, 문대혁¹

목적: 다양한 정보를 제공하는 Fusion PET의 보급이 급속도로 확산된 것에 비하여 PET-CT의 융합영상을 PACS에서 임상 의사에게 제공하는 프로그램에는 제한이 있으며, Fusion PET 영상을 타병원 PACS에서도 볼 수 있게 전달하는데도 현재 어려움이 있는 실정이다. 본 연구는 Fusion PET에서 획득한 PET, CT영상과 이를 이용한 융합영상 정보를 Fusion PET장비의 Workstation과 같이 임상 의사에게 효과적으로 제공할 수 있는 PACS 뷰어 프로그램을 개발하고자 하였다.

방법: Biograph Sensation 16 장비를 사용하여 전신 CT영상과 PET에 의해 감쇠 보정한 PET영상을 획득하였다. PET영상의 Maximum Intensity Projection (MIP)영상을 만든 후, MIP영상과 횡단면의 PET과 CT영상을 동시에 PACS (PetaVisoin)에 전송하였고, 이 때 DICOM 헤더 정보 중 시리즈 번호를 MIP, PET, CT영상의 순서로 고정하였다. PACS 뷰어 프로그램은 MIP영상에서 원하는 위치를 클릭하면 그 위치의 횡단면 PET과 CT영상, PET-CT 융합영상이 함께 나타나도록 하였다. 횡단면 PET영상을 이용하여 시상면과 관상면 영상을 재구성하고, 횡단면, 시상면과 관상면 영상은 3차원에서 동시에 커서가 있는 부위의 단면을 나타내며 같이 움직이도록 하였다. 영상의 확대, 임계값 조절, 영상의 PC 저장 기능을 두었다. Fusion PET 검사 결과의 CD 복사를 의사나 환자가 원하는 경우에 PACS 뷰어와 함께 CD 저장이 가능하게 하였다.

결과: PACS에서 MIP영상을 동영상으로 구현하였으며 횡단면 PET영상, CT영상과 PET-CT 융합영상을 동시에 나타내고 시상면과 관상면 PET영상을 동시에 표현하였다. Fusion PET 장비에서 MIP영상을 만들고 Fusion PET영상 결과를 PACS에 전송하는데 1 분 이내에 하였다. 일과시간에 펜티엄4 1.3GHz CPU와 512 RAM 메모리를 갖춘 PACS 조화용 PC에서 Fusion PET영상을 PACS에서 20초 이내에 조회하도록 실행시킬 수 있었다. PET-CT 융합영상에서 PET과 CT 영상이 서로 일치함을 확인하였으며 투영정도를 조절하면서 볼 수 있었다. 검사 저장공간은 전신 Fusion PET 검사 하나 당 최대 97 Mbyte였다.

결론: Fusion PET영상을 표현하는 PACS 프로그램의 개발로 PET, 고해상도 CT영상과 융합영상을 임상 의사에게 효과적으로 제공할 수 있었다. 이로써, PACS를 Fusion PET의 저장공간으로도 활용할 수 있고, 임상 의사들의 Fusion PET의 결과의 이해와 활용이 더 증대될 것으로 기대된다.