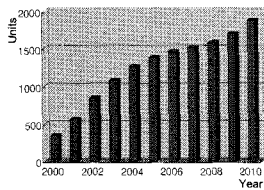


소형 PET 개발

성균관대학교 의과대학
최 용

연구 필요성 및 배경

- 기능영상, 분자영상의 중요성 대두로 PET 활용도 큰 폭으로 증가
- 국내 PET 보급: 100% 수입에 의존, 기기 개발 연구활동 미약하여 항구적 기술 종속 우려
- 소형 PET 기술: 연구개발비 저렴, 고 부가가치가 산업으로 시장성 우수, 환자용 대형 PET 개발에 직접적으로 적용 가능



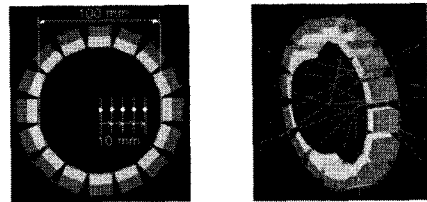
미국내 보급 현황
2004년: 1261 대
2010년: 1878 대

US PET & PET/CT Market (Frost & Sullivan 2004)

Samsung Medical Center

몬테카를로 시뮬레이션

- 몬테카를로 시뮬레이션: GATE^{*} 사용



- PET 성능 예측 및 설계
- 공간분해능과 민감도 예측
- 외각시아 공간분해능 및 검출깊이 보정효과 평가

*URL - <http://www.openGATEcollaboration.org>

Samsung Medical Center

검출기 구성

• 섬광결정

- 2 mm x 2 mm 픽셀, 8 x 8 배열, 0.3 mm 픽셀간격
- LSO 8 mm와 LuYAP 8 mm 결합
- 픽셀 간 Tyvek 반사체 처리

• 광전 지증배관

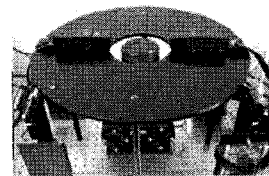
- R7600-M64 사용
- 2 mm x 2 mm, 64 채널 (8 x 8)
- 균일도 보정마스크 채용



Samsung Medical Center

한 쌍 검출기로 구성된 PET

- 한 쌍 검출기 PET 제작: 가능성 검증



시뮬레이션

실험

- | | FWHM | FWHM |
|---------|---------|---------|
| • 공간분해능 | 1.30 mm | 1.34 mm |
| • 민감도 | 0.05% | 0.05% |

Samsung Medical Center

신호처리 및 영상재구성

- 64 채널 위치판별 회로
 - Fast Comparator
 - Position Decoding
- FPGA 회로
 - Pulse Shaping
 - AD Conversion
 - Time Marking

Samsung Medical Center

신호처리 및 영상재구성

- 데이터 획득 및 List-mode 저장

한 개의 감마선 이벤트를 8 Byte 정보로 표현

Time	Energy	Pixel	Neighbor	Layer	PMT	FPGA
------	--------	-------	----------	-------	-----	------

List Mode Builder .buf
 Coincidence sorter .cch+.ccs
 Interfile sinogram .jhs+.s

획득 데이터 리스트 모드자료로 저장 및 후처리에 의한 동시계수 분석

PET 데이터 획득 시스템 구성도

Samsung Medical Center

신호처리 및 영상재구성

- 데이터 획득 및 List-mode 저장
 - LSO/LuYAP 반응위치 판별
 - List-mode 저장

$$DOI = \frac{S_{16}}{\sum_{i=1}^{16} S_i}$$

S: ADC 샘플링 값
 S₁₆: 16번째 마지막 샘플링 값

Samsung Medical Center

신호처리 및 영상재구성

- 영상 재구성
 - 검출위치 데이터 저장
 - 각 계수를 절대좌표로 변환
 - 동시계수 정렬
 - 정렬후 좌표추출
 - FORE+2D, 3D FBP
 - 3D OS-EM

$$\alpha = -\frac{(b-d)(ad-bc)}{(a-c)^2 + (b-d)^2}$$

$$\beta = -\frac{(a-c)(ad-bc)}{(a-c)^2 + (b-d)^2}$$

$$r = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

$$\tan(90 - \theta) = \frac{(b-d)}{(a-c)}$$

Samsung Medical Center

원형 (16 PMT) PET 제작

- 원형 PET 시스템 구성

- 횡단면 시아: 80 mm
- 축방향 시아: 18.1 mm

Samsung Medical Center

ClearPET 성능평가

- 공간분해능 / 점선원
 - 시아 중앙부 1.3 mm
 - 1 cm 외각 1.8 mm
 - 2 cm 외각 2.2 mm
 - 3 cm 외각 3.0 mm
- 민감도
 - 한 쌍 검출기 0.05 %
 - 16 검출기(8쌍) 0.4 %
- 검출깊이 보정 성능

Samsung Medical Center

ClearPET 팬텀영상

- 분해능팬텀 영상
 - ^{18}F 1.9 MBq (0.05 mCi)
 - 5분간 획득후 여과후역투사 재구성

Hot-rod 팬텀 Cold-rod 팬텀

4.0 4.0
3.2 3.2 4.8 4.8
2.4 2.4 1.2 1.2
1.6 1.6

Samsung Medical Center

ClearPET 동물영상

- 랫 심근 및 뇌 당대사 영상
 - SD 랫, male, 390 g
 - ^{18}F FDG 7.4 MBq (0.2 mCi) 주입
 - 10분간 데이터 획득
 - 3D OS-EM 영상 재구성 (8s, 10i)

Short Long

Samsung Medical Center

ClearPET 동물영상

- 마우스 뼈 대사 영상
 - ICR 마우스, male, 25 g
 - ^{18}F 30 MBq (0.8 mCi) 주입
 - 50분간 데이터 획득 (10분/Bed)
 - 3D OS-EM 영상 재구성 (8s, 10i)

Samsung Medical Center

ClearPET 동물영상

- 마우스 심근 영상
 - BALB/C-nu 마우스, male, 27 g
 - ^{18}F FDG 3.7 MBq (0.1 mCi) 주입
 - 50분간 데이터 획득 (10분/Bed)
 - 3D OS-EM 영상 재구성 (8s, 10i)

Transverse Sagittal Coronal

Samsung Medical Center

소형 PET 성능비교

	GE eXplore vista™	Philips Mosaic™	SIEMENS FOCUS 120™	SKKU ClearPET
원축 시야	60 mm	120 mm	100 mm	80 mm
축 시야	46 mm	116 mm	78 mm	18 mm
분해능	1.8 mm	2.3 mm	1.2 mm	1.3 mm
민감도	1.6%	2.2%	7.0%	0.4%
가격(천원)	900,000	900,000	1,000,000	65,000 (자유비)

Samsung Medical Center

활용방안 및 기대효과

☞ 활용방안

- 소형 PET 개발 기술
 - 원자용 PET 개발 기술 활용
 - 동물실험에 활용
 - 국내 기업체 기술이전을 통한 상품화
 - 다국적 대형 기업과 기술협력 상품화

☞ 기대효과

- 소형 PET 개발 기술
 - 100% 수입에 의존하는 고가 PET 기기 국산화
 - 막대한 실험동물 비용 절감 및 동물복지 향상
 - 벤처형 사업 육성 및 고소득 고용기회 창출

Samsung Medical Center

MEMO