

## Open Source를 이용한 MicroPACS의 구성과 활용

국립암센터 핵의학과

유연옥 · 김용근 · 김영석 · 원우재 · 김태성 · 김석기

### Application of MicroPACS Using the Open Source

Yeon Wook You, Yong Keun Kim, Yeong Seok Kim, Woo Jae Won, Tae Sung Kim, Seok Ki Kim

Department of Nuclear Medicine, National Cancer Center, Goyang, Korea

**Purpose:** Recently, most hospitals are introducing the PACS system and use of the system continues to expand. But small-scaled PACS called MicroPACS has already been in use through open source programs. The aim of this study is to prove utility of operating a MicroPACS, as a substitute back-up device for conventional storage media like CDs and DVDs, in addition to the full-PACS already in use. This study contains the way of setting up a MicroPACS with open source programs and assessment of its storage capability, stability, compatibility and performance of operations such as “retrieve”, “query”. **Materials and Methods:** 1. To start with, we searched open source software to correspond with the following standards to establish MicroPACS, ① It must be available in Windows Operating System. ② It must be free ware. ③ It must be compatible with PET/CT scanner. ④ It must be easy to use. ⑤ It must not be limited of storage capacity. ⑥ It must have DICOM supporting. 2. ① To evaluate availability of data storage, we compared the time spent to back up data in the open source software with the optical discs (CDs and DVD-RAMs), and we also compared the time needed to retrieve data with the system and with optical discs respectively. ② To estimate work efficiency, we measured the time spent to find data in CDs, DVD-RAMs and MicroPACS. 7 technologists participated in this study. 3. In order to evaluate stability of the software, we examined whether there is a data loss during the system is maintained for a year. Comparison object; How many errors occurred in randomly selected data of 500 CDs. **Result:** 1. We chose the Conquest DICOM Server among 11 open source software used MySQL as a database management system. 2. ① Comparison of back up and retrieval time (min) showed the result of the following: DVD-RAM (5.13,2.26)/Conquest DICOM Server (1.49,1.19) by GE DSTE ( $p<0.001$ ), CD (6.12,3.61)/Conquest (0.82,2.23) by GE DLS ( $p<0.001$ ), CD (5.88,3.25)/Conquest (1.05,2.06) by SIEMENS. ② The wasted time (sec) to find some data is as follows: CD (156±46), DVD-RAM (115±21) and Conquest DICOM Server (13±6). 3. There was no data loss (0%) for a year and it was stored 12741 PET/CT studies in 1.81 TB memory. In case of CDs, On the other hand, 14 errors among 500 CDs (2.8%) is generated. **Conclusions:** We found that MicroPACS could be set up with the open source software and its performance was excellent. The system built with open source proved more efficient and more robust than back-up process using CDs or DVD-RAMs. We believe that the operation of the MicroPACS would be effective data storage device as long as its operators develop and systematize it. (Korean J Nucl Med Technol 2009;13(1):51-56)

**Key Words :** MicroPACS, Open source, Conquest DICOM Server, Data storage

## 서 론

최근 2003년부터 핵의학 영상기기인 PET/CT의 보급이 급격히 늘어나면서, 실시간적 특징을 갖는 다양한 데이터들을 통합적으로 관리하고 처리할 수 있는 방법에 대한 관심이 높아지고 있다. 또한 PET/CT의 각종 기술들이 진보하고 있어서 그에 따르는 데이터의 양도 늘어나고 있는 추세이다.<sup>1)</sup> 현재 대부분의 병원에서는 의료영상들을 어느 곳에서도나

• Received: March 11, 2009. Accepted: April 7, 2009.  
• Corresponding author: **Yeon Wook You**  
Department of Nuclear Medicine, National Cancer Center,  
809 Madu 1-dong, Ilsandong-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do,  
410-769, Korea  
Tel: +82-31-920-2627, Fax: +82-31-920-0179  
E-mail: yyw8619@ncc.re.kr

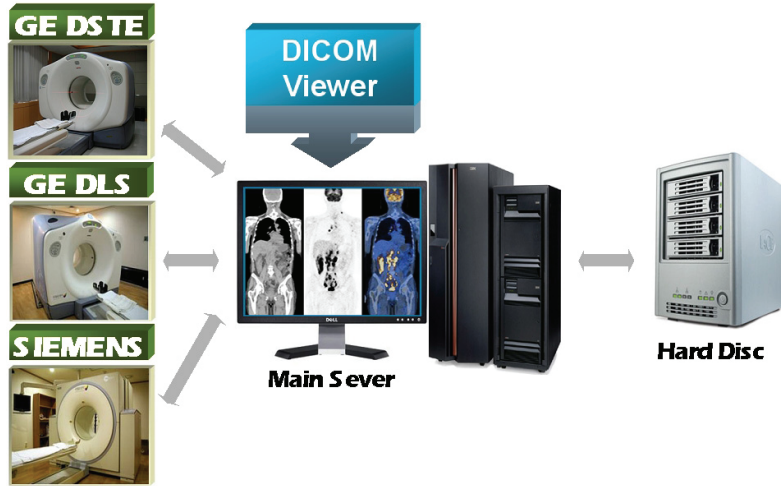


Fig. 1. Overall functional organization for application of MicroPACS.

검색할 수 있도록 PACS (Picture archiving and communication systems) 시스템을 이용하고 있다. PACS란, 의료영상 저장 전송시스템으로 방사선 진단 영상 장치들에 각종 영상 획득 장비를 인터페이스하고 컴퓨터의 기록 매체에 다양한 압축기법을 사용하여 저장, 보관할 수 있게 하며, 데이터베이스 기술을 적용하여 저장, 보관 및 검색을 컴퓨터 화하여 보다 간편하고 신속, 정확하게 영상을 관리하고 전산 네트워크를 통해 많은 양의 영상을 다양한 방법으로 짧은 시간에 의료진들이 직접 조회할 수 있게 한 의료정보 시스템이다.<sup>2)</sup>

최근 PET/CT의 발전과 더불어 다양해진 데이터를 효과적으로 관리하기 위해서 small-scaled PACS, PC-based PACS로 표현되는 microPACS 시스템 구축에 대한 관심도가 급격하게 증가하고 있는 추세이다. microPACS 시스템은 PACS를 작은 규모에서 사용할 수 있도록 구성해놓은 것이고, 이 시스템을 구성하기 위해서는 DICOM viewer나 연결프로그램 등이 필요하다. 이것은 공개소스프로그램(open source program)을 통해서 어느 누구나 쉽게 무료로 다운로드를 받을 수 있게 되어있다.<sup>3)</sup> 본원의 경우도 마찬가지로 PET/CT 검사를 포함한 대부분의 핵의학 검사들이 증가하여 기존의 누적된 데이터양이 늘어나면서 현재 사용하고 있는 저장매체 (CD, DVD-RAM)의 양도 늘어가고 있다. 특히 2006년 이전의 데이터들은 대부분 CD로 저장되어있기 때문에 기존의 저장된 데이터를 다시 불러들일 경우(retrieve)에 작업시간이 많이 걸리거나 실패할지도 모른다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 공개소스프로그램을 통한 microPACS 시스템 구축의 필요성을 느끼게 되었다. 본 논문은 공개소스프로그램으로 microPACS를 직접 구성해보았고, 저장매체로서의 활용가치를 측정하기위하여 성능, 안정성 측면에서 기존의

광 저장매체(CD, DVD-RAM)와 비교·분석하였다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 사용기기 및 실험재료

- GE Discovery STE
- GE Discovery LS
- SIEMENS Biograph
- CD, DVD-RAM
- PC 1대 (core2 Duo E6700, DDR2 1GB RAM)
- 1.81 TB hard discs;  
SATA 2 HDD (500 GB, 7200 rpm) 4개  
대용량 외장하드 케이스(Turret C-200M, e-SATA, 전송 속도 300 Mbyte/s)

### 2. Open source software

그림 1과 같은 시스템을 구축하기 위해서 Main server에 해당하는 소프트웨어를 다음 기준에 맞게 검색한다.

1. 윈도우체제에서 사용 가능해야 한다.
2. Free ware여야 한다.
3. PET/CT scanner와 호환되어야 한다.
4. 사용하기 쉬워야 한다.
5. 저장의 한계가 없어야 한다.

### 3. 성능평가

① 저장 & 복구 시간 비교

- GE DSTE Torso 7 steps (263 Images) × 3 (AC PET, Non-AC PET, CT) = 789 Images
- GE DLS Torso 6 steps (195 Images) × 3 (AC PET, Non-AC PET, CT) = 585 Images
- SIEMENS Torso 7 steps (262 Images) × 2 (AC PET, CT) = 523 Images

MicroPACS의 성능을 평가하기 위해 환자 1명의 data (<sup>18</sup>F-FDG Torso PET/CT)를 현재 백업장치로 쓰이는 광 저장매체(CD, DVD-RAM)와 microPACS에 저장하는데 소요되는 시간(Back up time)과 workstation으로 복구되기까지의 시간(retrieval time)을 비교해 보았다. 1명의 Data는 다음과 같이 통일한다.

각각의 장비에서 50건의 PET/CT data를 임의로 산출하여

저장과 복구 시간을 측정하였고 각 군별 측정결과와의 차이 여부를 비교하기 위해서 fisher의 직집확률법을 시행하였다. 통계학적으로 *p*값이 0.05 이하인 것은 유의한 차이가 있는 것으로 보았다.

② 작업속도 측정

작업속도를 평가하기 위해서 PET/CT 검사를 시행했던 환자 1명의 병록번호와 검사 시행날짜를 핵의학과 직원 7명을 대상으로 알려주고 data를 찾는데 소요되는 시간을 micro PACS와 광 저장매체(CD, DVD-RAM)에서 각각 측정하여 비교하였다.

4. 안정성평가

이렇게 구성된 소프트웨어가 서버로서 안정성을 갖추고

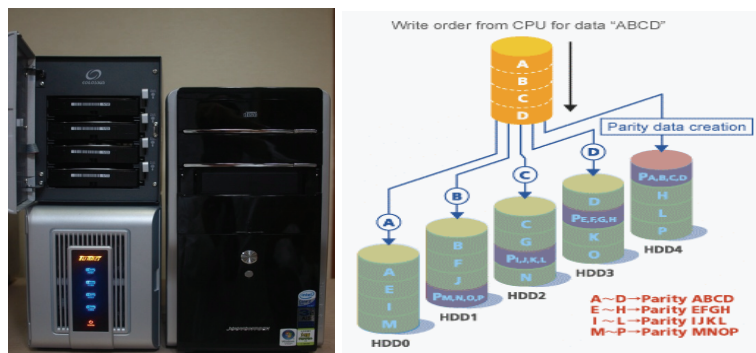


Fig. 2. We installed 8 hard discs (1.81 TB in total) with RAID 5 to prevent data loss. Upon drive failure, any subsequent reads can be calculated from the distributed parity such that the drive failure is masked from the end user.<sup>4)</sup>

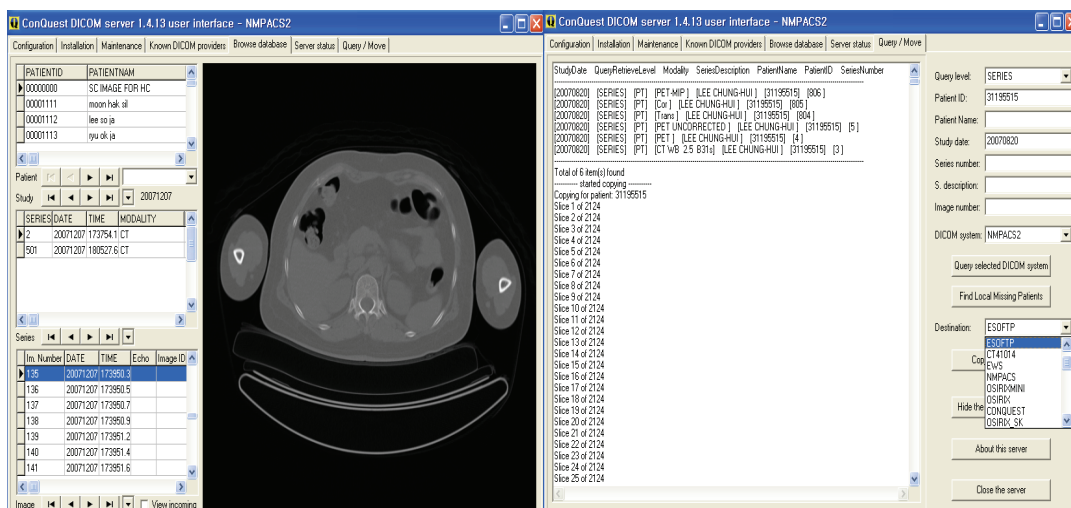


Fig. 3. Capture screen of Conquest DICOM Server. A database browser and slice viewer integrated in the PACS system with options for: viewing DICOM header, sending selected images, printing, database fix tools such as changing patient IDs, deleting and anonymizing studies and series.<sup>6)</sup>

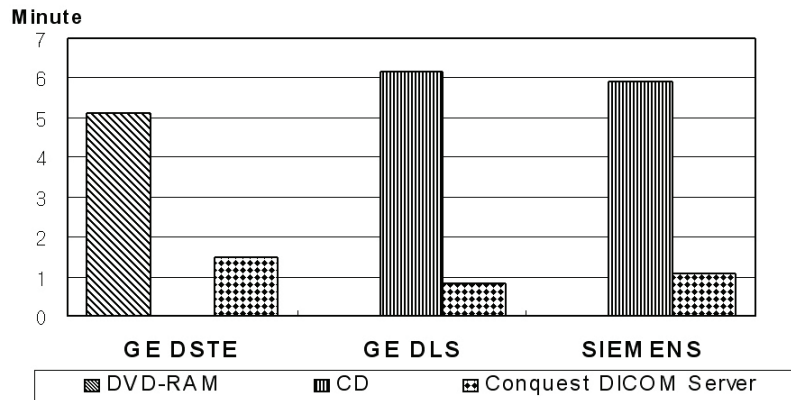


Fig. 4. Comparison of backup time. Backup to Conquest DICOM Server is approximately 3.4 times faster than DVD-RAM of GE DSTE, 7.5 times and 5.6 times as fast as CDs of GE LS and SIEMENS Biograph respectively.

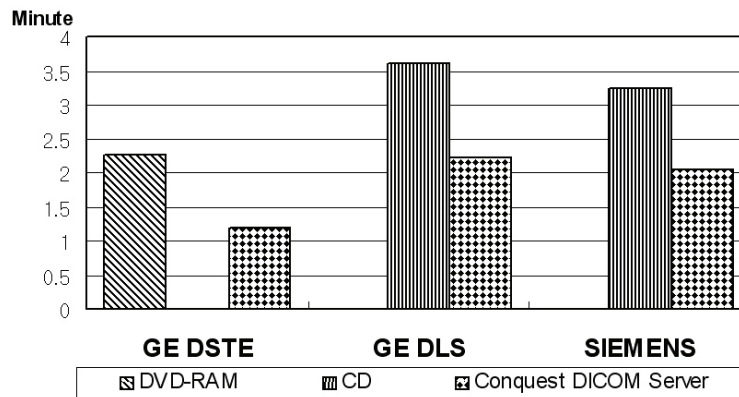


Fig. 5. Comparison of retrieval time. Retrieval to Conquest DICOM Server is approximately 1.9 times faster than DVD-RAM of GE DSTE, 1.61 times and 1.58 times as fast as CDs of GE DLS and SIEMENS Biograph respectively.

있는가를 평가하기 위해서 그림 2와 같이 하드디스크의 raid 구성(Raid 5)을 통하여 2007년 5월부터 현재까지 시스템을 유지하여 정보가 유실되었는지 알아보았다. microPACS의 안정성 평가는 기존의 백업장치로 쓰였던 CD들 중에서 2004년부터 2006년까지 500장을 무작위로 뽑아서 loading을 하였고 그 중에서 얼마만큼의 에러가 발생하였는지를 측정하여 microPACS의 안정성을 비교·평가하였다.

## 결 과

### 1. Open source software

우리는 server와 DICOM viewer 기능을 갖춘 11개의 공개 소스프로그램 중에서 Conquest DICOM Server를 선택하였고, database management system (DBMS)으로 MySQL를 이용하였다.<sup>5)</sup>

### 2. 성능평가

#### ① 저장 시간

저장을 하는데 소요되는 시간을 측정한 결과, GE DSTE 장비에서 DVD-RAM으로 평균 5.13분이 소요된 반면 Conquest DICOM server로 평균 1.49분이 소요되었고( $p < 0.001$ )

Table 1. Comparison of back up time

min	DVD-RAM (n=50)	CD (n=50)	Conquest DICOM Server (n=50)	p
GE DSTE	5.13	-	1.49	$p < 0.001$
GE DLS	-	6.12	0.82	$p < 0.001$
SIEMENS	-	5.88	1.05	$p < 0.001$

**Table 2.** Comparison of retrieval time

min	DVD-RAM (n=50)	CD (n=50)	Conquest DICOM server (n=50)	p
GE DSTE	2.26	-	1.19	p<0.001
GE DLS	-	3.61	2.23	p<0.001
SIEMENS	-	3.25	2.06	p<0.001

**Table 3.** Comparison of time spend to find data in CD, DVD-RAM and Conquest DICOM Server

(단위 : sec)

Subject	1	2	3	4	5	6	7	Mean±SD
CD	144	201	189	220	127	112	104	156±46
DVD-RAM	141	100	138	115	98	130	87	115±21
Conquest DICOM Server	18	12	26	10	8	11	10	13±6

**Table 4.** The rate of error in CD and Conquest DICOM Server

Subject	CD	Conquest DICOM Server
Error (%)	2.8 (14/500)	0

GE DLS 장비에서 CD는 6.12분, conquest DICOM server는 0.82분(p<0.001), SIEMENS 장비에서는 CD가 5.88분, conquest DICOM server가 1.05분이 소요되었다(p<0.001).

② 복구 시간

복구 시간을 측정한 결과, GE DSTE 장비에서 DVD-RAM이 2.26분, conquest DICOM server는 1.19분이 소요되었고(p<0.001), GE LS 장비에서 CD는 3.61분, conquest DICOM server는 2.23분(p<0.001), SIEMENS 장비에서는 CD가 3.25분, conquest DICOM server가 2.06분이 소요되었다(p<0.001).

③ 작업속도

핵의학과 직원 7명을 대상으로 PET/CT 검사를 시행했던 환자의 병록번호와 검사 시행날짜를 알려주고 Data를 찾는 데 소요되는 시간을 측정한 결과 CD와 DVD-RAM에서 data를 찾는 평균시간은 156±46초와 115±21초인 반면, conquest DICOM Server를 통해 data를 찾는 평균시간은 13±6초였다.

3. 안정성 평가

MicroPACS를 1년 동안 유지한 결과 Data 손실이 전혀 없었으며, 총 12,741건의 PET/CT 검사가 저장되었다. 반면 CD의 경우 무작위로 뽑은 500장 중에서 14개(2.8%)의 CD가 loading을 하는데 실패하였다.

결 론

최근 핵의학 영상기기인 PET/CT의 각종 기술들이 진보하고 있어서 현재 연간 검사 건수가 10만 건 이상으로 늘어나고 있는 추세이고 영상 데이터의 양도 늘어나기 때문에 기존의 광 저장매체(CD, DVD-RAM)로 많은 데이터를 처리하는 데 있어서 유용성이나 비용 등의 문제점을 안고 있다. 이에 본 연구에서는 open source program을 이용하여 microPACS 시스템을 구현해보았으며, microPACS를 운용하였을 때 기존의 광 저장매체(CD, DVD-RAM)를 사용한 것에 비해 저장과 복구 시간이 장비별로 모두 단축된 것을 확인할 수 있었다. 또한 server와 DICOM viewer로서 conquest DICOM server는 사용자가 디지털화 된 의료영상을 검색하고 저장하는데 있어서 보다 손쉽게 사용할 수 있었고, 작업속도와 안정성 측면에서도 효과적인 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 conquest DICOM server를 통해 소수의 사용자가 서버에 저장되어있는 영상자료들을 검색하고 사용하지만 서버전체에 예러가 발생할 경우 모든 data를 잃을 수도 있어서 그에 따른 적절한 관리도 필수적이다. 앞으로 보다 좋은 멀티미디어 환경에서 의료영상 데이터를 효율적으로 이용할 수 있고, 사용자들이 쉽게 사용할 수 있도록 DICOM 기반 응용프로그램의 개발 등은 향후의 연구과제로 남는다.

## 요 약

**목적 :** Small-scaled PACS, Pc-based PACS로 표현되는 MicroPACS 시스템 구축에 대한 관심도가 급격하게 증가하고 있는 추세이다. MicroPACS 시스템은 PACS를 작은 규모에서 사용할 수 있도록 구성해놓은 것이고, 이 시스템을 구성하기 위해서는 DICOM viewer나 연결프로그램 등이 필요하다. 이것은 공개소스프로그램(Open Source Program)을 통해서 어느 누구나 쉽게 무료로 다운로드를 받을 수 있게 되어있다. 본 논문은 Open source program으로 MicroPACS를 직접 구성해보았고, 저장매체로서의 활용가치를 측정하기 위하여 성능, 안정성 측면에서 기존의 광 저장매체(CD, DVD-RAM)와 비교 분석하였다.

**실험재료 및 방법 :** 1. 소형 PACS를 구축하기 위해서 먼저 다음 기준에 맞는 DICOM Server Software를 검색한다. ① 윈도우체제에서 사용가능할 것. ② Free ware일 것. ③ PET/CT scanner와 호환되어야 할 것. ④ 사용하기 쉬워야 할 것. ⑤ 저장의 한계가 없어야 할 것. 2. ① MicroPACS의 성능을 평가하기 위해 환자 1명의 Data (<sup>18</sup>F-FDG Torso PET/CT)를 현재 Back-up장치로 쓰이는 광 저장매체(CD, DVD-RAM)와 MicroPACS에 저장하는데 소요되는 시간(Back up time)과 workstation으로 복구되기까지의 시간(Retrieval time)을 비교해 보았다. ② PET/CT 검사를 시행했던 환자 1명의 병록번호와 검사 시행날짜를 핵의학과 직원 7명을 대상으로 알려주고 Data를 찾는데 소요되는 시간을 MicroPACS와 광 저장매체(CD, DVD-RAM)에서 각각 측정하여 비교하였다. 3. 기존의 백업장치로 쓰였던 CD들 중에서 2004년부터 2006년까지 500장을 무작위로 뽑아서 loading을 하였고 그중에서 얼마만큼의 에러가 발생하였는지를 측정하여 MicroPACS의 안정성을 비교평가하였다.

**결과 :** 1. Server와 DICOM viewer 기능을 갖춘 11개의 open source software 중에서 Conquest DICOM Server를 선택하였다. 2. ① Backup과 Retrieval 시간 비교(단위: 분)는 다음과 같다; DVD-RAM(5.13,2.26)/Conquest DICOM Server (1.49,1.19) by GE DSTE (p<0.001), CD (6.12,3.61)/Conquest (0.82,2.23) by GE DLS (p<0.001), CD (5.88,3.25)/Conquest (1.05,2.06) by SIEMENS. ② CD (156±46초), DVD-RAM (115±21초) and Conquest DICOM Server (13±6초). 3. 1년간 MicroPACS에서의 데이터손실은 없었으며(0%), 500장의 CD 중에서 14개(2.8%)가 Loading하는데 실패하였다.

**결론 :** 현재 많은 병원에서 도입되고 있는 Full PACS를 open source software를 통하여 소규모의 PACS로 재현해 보았고, 그 결과 가능하다는 결론이 나왔다. 데이터 저장의 유용성을 평가한 결과에서 MicroPACS를 이용하는 것이 기존의 광저장매체를 사용하는 것보다 효율적이고 작업속도가 향상된다는 것을 확인할 수 있다.

## REFERENCES

1. BI Lee. Quality Assurance and Performance Evaluation of PET/CT. *Nucl Med Mol Imaging* Vol, 42, No, 2, Apr 2008.
2. NS Yoo, JB Suk. A Web-based PACS using CGI Web Solution. *대한 PACS학회지* 2001;7:35-39.
3. Paul Nagy. Open Source in Imaging Informatics. *Journal of Digital Imaging* 2007;20(Suppl 1):1-10.
4. Raid 5. article on Wikipedia. Available at: <http://en.wikipedia.org/wiki/Raid>.
5. Conquest DICOM Software. Marcel van Herk's homepage. Available at: <http://www.xs4all.nl/~ingenium/dicom.html>.
6. J Duchene, JF Lerallut, N Gong and R Kanz, MicroPACS: a PC-bases small PACS implementation, *Med. & Biol. Eng. & Comput.*, 1993: 268-276.