

임상용 워크스테이션의 개발에 관한 연구

박 광 석 · 이 태 수* · 민 병 구

A Study on the Development of Clinical Workstation

K. S. Park, T. S. Lee*, and B. G. Min

- Abstract -

A clinical workstation has been developed for the use in clinical ward.

This system is connected to the Picture Archiving and Communication System previously installed. It provides the capabilities of image display, image processing, diagnostic report review, clinical lab data review and analytic diagrams presentation for the hospitalized patients in clinical ward.

The performances of this system were evaluated during the 9 months. These results show typical aspects of clinical patterns in data transmissions, image studies and clinical lab data studies.

These typical aspects should be counted in the further development of workstation for the clinical use.

1. 서 론

병원내에서 사용하는 영상진단장비의 발전에 따라, 의학영상이 디지털형태로 발생되고 또는 디지털 형태로 변환이 가능함에 따라서, 이들 의학영상을 효율적으로 저장하고 전송하는 의학영상 저장 및 전송시스템 (Picture Archiving & Communication System)에 관한 연구가 활발하게 진행되어오고 있다

1) 특히 이러한 의학영상의 저장 및 전송시스템의 타당성과 필요성은 의학영상을 집중적으로 취급하는 방사선과를 중심으로 강조가 되고 있으며, 방사선과 내에서의 의학영상의 저장 및 전송을 효율적으로 하기 위한 시스템에 관한 연구 및 이에 연결하여 영상 진단을 하기 위한 워크스테이션 등에 관하여서는 많은 연구가 진행되어 왔다^{2, 3)}

그러나 궁극적으로 의학영상이 방사선과 영역내에서 제한적으로만 사용되는 것이 아니고, 환자가 입원해 있는 병원 등 실질적인 임상적 환경에서 더욱 필요로 하고 있으므로, 이와같은 임상적 환경에 적합하고 효율적으로 운영할 수 있는 임상진단용 워크스테이션의 개발이 필요하다. 병동에서는 입원한 환자의 담당의사들과 간호사들이 의학영상과 임상검사 결과들을 사용하는 사용자가 되며, 이들의 워크스테이션 이용목적은 방사선과 전문의사와는 달리, 이미 방사선과 등에서 진단이 완료된 영상을 확인하고,

<접수 : 1990년 5월 1일>

Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University

*Institute of Biomedical Engineering College of Medicine, Seoul National University

본 연구는 1989년도 서울대학교 병원 특진연구비 보조에 의하여 이루어졌음.

영상검사 결과 등 기타 다른 여러가지의 영상정보들과 종합하여서 입원환자에 대한 종합적 진단결과를 내리고 치료계획을 설계하는 데에 이용하자는 것이다. 이러한 관점에서 병동에 설치되는 임상용 워크스테이션은 의학영상과 임상검사 등의 영상정보들을 종합적으로 관리하고, 병동에 입원한 환자를 중심으로 데이터 베이스 구성된 형태로 설계되어야 하겠다. 특히 의학영상의 저장 및 전송시스템의 최종목표가 의학영상 데이터의 병원내에서의 효율적인 이용임을 감안할 때 더욱 이러한 필요성이 증가한다.

본 연구팀은 서울대학병원 소아방사선과에 설치된 의학영상 저장 및 전송시스템을 기본으로하여⁴⁾ 임상병동에서 병동의 운영에 효율적으로 이용할 수 있도록 임상용 워크스테이션을 개발하고, 1989년 8월 1일부터 1990년 4월 20일까지 개발된 임상용 워크스테이션의 성능에 관하여 분석하였다.

2. 임상용 워크스테이션

임상용 워크스테이션의 제원을 보면 표 1과 같다. IBM/AT를 임상용 워크스테이션의 기본 컴퓨터로 하고 의학영상을 디스플레이하기 위하여 1개의 1280×1024 해상도를 갖는 고해상도 모니터와 2개의 512×512의 해상도를 갖는 모니터를 구성되어 있다. 고해상도 모니터는 각 환자별로 해당되는 영상을 축소

표 1 임상용 워크스테이션의 제원

Table 1 Specification of clinical workstation

1Mbyte Main Memory
80Mbyte Hard Disk
5.25inch Floppy Disk
Mouse
Printer
Korean Monochrome Display Adaptor
High Resolution Image Display Board(1024×1280)
2 Image Processing Boards
512Kbyte Memory(512×1024)
1 High Resolution Monitor
2 Image Display Monitors
Ethernet Adaptor

하여 종합한 인덱스영상을 디스플레이하며, 의학영상을 원래의 해상도로 표시하거나 확대하여 표시하는 데에 사용하고 있다. 512×512의 해상도를 갖는 모니터는 의학영상을 비교하여볼 수 있도록 표시하여주고, contrast enhancement의 기본적인 영상처리 방법을 적용하여 볼 수 있다. 주기억장치는 1 MByte으로 구성되어 있으며, 40MB의 Hard Disc 2개와 5.25인치 floppy disk 1개가 부착되어 있고, 프린터와 Mouse가 Parallel Port 및 Serial Port를 통하여 각각 interface 되어 있다. 80MB의 Hard Disc용량은 평균 30여명의 환자에 대하여 1환자당 압축된 10여장 정도의 영상을 저장할 수 있도록 구성하였으며, floppy disk는 개발된 S/W의 이동을 목적으로 사용할 수 있다. 프린터는 임상검사결과를 기록하여, 환자의 진료 차트에 보관할 수 있도록 결과를 내주고 있다. 또는 컴퓨터 모니터의 화면에 나타난 메뉴 중에서 사용모드의 선정, 환자의 선정, 검사종류의 선정 등 모든 입력을 Mouse움직임을 통하여 사용자인 의사나 간호사가 쉽게 할 수 있도록 임상용 워크스테이션의 user-interface을 구성하였다.

임상용 워크스테이션은 DecNet/Ethernet를 사용하는 Network에 3Com사의 Network interface adapter를 통하여 연결하였다. 이 Network에는 소아방사선과의 VAX/750 Computer 및 Network Server, 임상병리과의 VAX/750 Computer가 연결되어 있으며, 방사선과의 영상입력용 워크스테이션 및 진단용 워크스테이션도 연결되어 있다. 방사선과는 임상병리과에서 발생한 의학영상은 일단 network server에 저장이 되고, 병동에 있는 임상용 워크스테이션은 network server로부터 1시간 간격으로 정해진 시각에 해당되는 병동의 영상을 선택하여 전송받도록 되어 있다. 영상을 진단한 리포트는 방사선과의 VAX/750컴퓨터에 입력되므로, 이 데이터중에서 해당되는 병동의 환자들에 대한 리포트만 추출하여 전송하도록 되어 있으며, 임상검사결과들도 임상병리과의 VAX/750컴퓨터에 입력된 데이터로부터 선택하여 전송하게 되어 있다.

병동에서의 사용자는 이 임상용 워크스테이션을 통하여는 방사선과에서 촬영한 X선 영상, 초음파영

상, CT영상 등 각종 의학영상을 영상에 대한 방사선과 전문의 진단 리포트와 함께 관찰 할 수 있고, 여러가지 형태로 영상처리하여 볼 수 있도록 하였다. 또한, 임상병리과 컴퓨터에 입력된 혈액검사 및 화학검사의 결과를 관찰하고, Radar chart 형태 및 시간적 변동상태의 그래프표시 등 필요한 형태로 임상 검사 결과들을 분석하는 기능을 제공하여주고 있다.

3. 성능평가

3.1 의학영상의 전송

의학영상의 전송은 방사선과에서 영상이 발생한 후 network server에 집중적으로 저장되어 있다가, 1시간 간격으로 schedule된 시각에 해당되는 의학영상이 임상용 워크스테이션이 설치된 병동으로 다시 전송되게 하였다. 시간별로 영상의 전송에 관한 통계를 분석하여 보면 그림1과 같다.

방사선과에서 network server로의 영상전송은 오전 10시~12시와 오후 2시~4시 사이에 주로 이루어지고 있으며, 이것은 방사선과에서의 영상이 발생하여 입력되는 시간과 일치한다. 한 영상 (512×512 pixel)당 방사선과의 영상입력 워크스테이션에서 network server로 데이터가 전송되는 시간은 평균

19.27초로 이것은 hard disk의 access time 및 데이터 베이스 내에서의 search time등을 포함한 전송시간이다.

Network server로부터 임상용 워크스테이션으로의 영상의 전송의 시간에 따른 분포를 보면, 오전에는 방사선과에서 network server로 전송된 profile의 delay된 형태를 나타내고 있다. 이것은 임상용 워크스테이션으로의 데이터 전송이 1시간 간격으로 scheduling되어 있어서 평균 30분 정도의 delay가 있음을 나타내고 있다. 오후의 network server로부터 임상용 워크스테이션으로의 의학영상전송의 시간에 따른 profile은 오전의 경우와 다르게 나타나고 있다. 이것은 병동에서의 회전시간대에 해당하는 오후 4~5시경에 임상용 워크스테이션을 user가 전담하여 사용할 수 있도록 의학영상의 전송을 지연시켜서 보류시켰기 때문이며, 회전 이후의 시간인 오후 5~6시 사이의 1시간에 전체 영상의 30% 정도에 해당되는 분량의 영상 데이터 전송이 이루어지고 있다. Network server로부터 병동으로의 영상의 전송시간은 평균 16.43초가 걸리고 있다.

3.2 Diagnostic Report의 전송

시간별로 diagnostic report의 전송에 관한 profile을 그림2에 나타내었다. 영상의 diagnostic report는

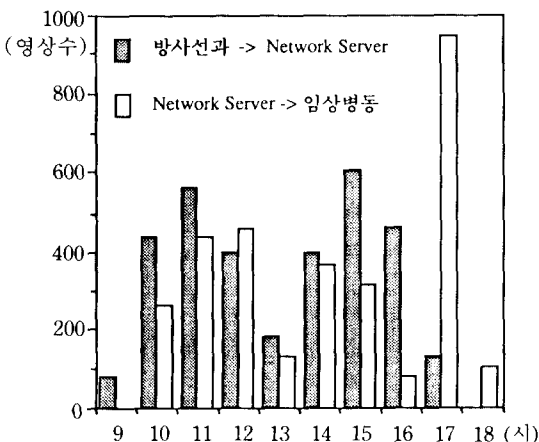


그림 1 영상 데이터의 시간별 전송 프로파일

Fig. 1 Time dependent image data transmission profile

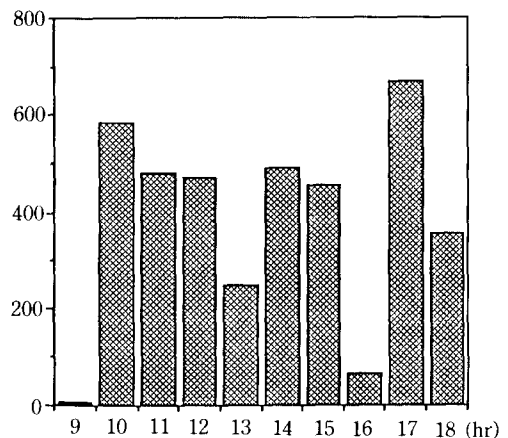


그림 2 영상진단결과의 시간별 전송분포

Fig. 2 Time dependent diagnostic report transmission profile

방사선과의 VAX/750에 방사선과 전문의가 영상의 판독후에 입력한 데이터로 병동에 설치된 임상용 워크스테이션에서는 network server로부터의 의학영상의 전송을 확인한 후에 각 영상과 이에 해당하는 의학영상의 diagnostic report를 촬영한 날짜와 환자의 진료번호를 이용하여 방사선과의 컴퓨터로부터 검출하여 전송하여 오게 되어 있다. 따라서 diagnostic report의 시간별 profile은 의학영상의 network server로부터 임상용 워크스테이션으로의 전송 profile과 유사함을 나타내고 있다. 한 diagnostic report의 평균 전송속도는 6.48sec이다.

3.3 Lab 데이터의 전송

임상병리과의 컴퓨터에 입력되어 있는 임상검사결과 데이터로부터 임상용 워크스테이션이 설치된 병동의 입원한 환자들에 대한 혈액검사와 화학검사를 선택하여 임상용 워크스테이션으로 전송한 record 수의 시간별 profile을 보면 그림3과 같다. 특히 59%의 혈액검사의 record와 63%의 화학검사의 record가 점심시간대인 12시부터 1시간대에 이루어지고 있다. 이것은 비교적 영상전송이 감소하여 network의 access가능성이 높은 시간대에 혈액검사 및 화학검사의 결과를 전송하도록 임상용 워크스테이션

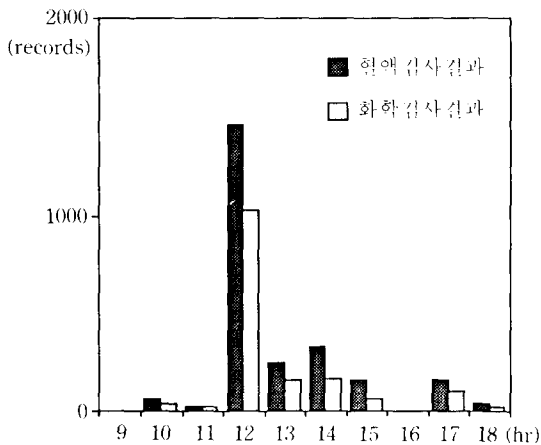


그림 3 임상검사결과와 시간별 전송분포
Fig. 3 Time dependent transmission profile of clinical laboratory data

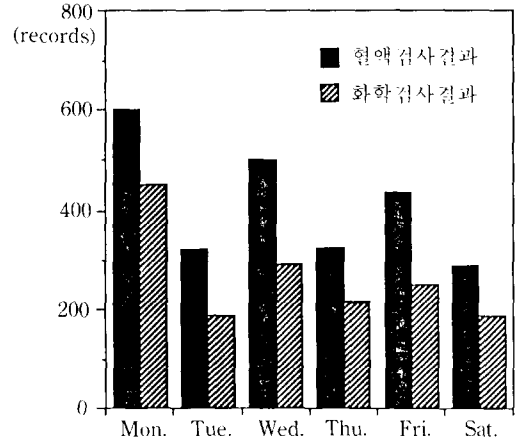


그림 4 임상검사결과와 요일별 전송분포
Fig. 4 Day dependent transmission profile of clinical laboratory data

에서의 전송 protocol을 구성했기 때문이다. 또한 그림4에서 관찰할 수 있듯이 혈액검사 및 화학검사의 전송은 요일별로도 주기성을 띠고 있어서 월요일에는 특히 전송되는 리포트 수가 많고 화요일의 경우에는 다른 요일보다 감소하는 경향을 보이고 있다. 이것은 임상검사의 요일별 scheduling과 월요일의 경우에는 일요일의 검사결과와 겹쳐서 나타났기 때문이라고 생각된다. 평균 record의 전송속도는 3.48초이다.

3.4 임상용 워크스테이션의 사용

임상용 워크스테이션은 병동에 입원한 환자를 담당하는 담당의사 및 간호사가 사용자이다. 임상용 워크스테이션의 사용자는 워크스테이션의 스크린에 표시된 병동에 입원한 환자의 menu에서 원하는 환자를 mouse를 이동시켜서 선택한다. 선택된 환자에 대하여 시행한 영상검사, 혈액검사 및 화학검사의 종류가 표시되고, review하고자 하는 검사의 종류를 선택하면 해당되는 검사의 검사날짜의 menu가 표시된다. 사용자는 계속 mouse를 이동하여 원하는 검사를 선택해가며 영상을 모니터로 관찰하고 진단결과를 스크린에 표시하여 볼 수 있으며, 혈액검사 및 화학검사의 임상검사결과를 날짜별로 관찰할 수 있

다. 임상용 워크스테이션에서의 환자 데이터의 구성을 그림5에 나타내었다. 또한 임상병리검사의 경우 각 파라미터들이 정상범위에 어느정도 접근하였는지를 radar chart의 형태로 종합적으로 관찰할 수 있으며, 중요한 파라미터에 대해서는 날짜별, 시간별 변동사항을 사용자는 선택하는 그래프를 통하여서 관찰할 수 있다. 이 임상용 워크스테이션의 사용에 대한 시간별 profile과 요일별 profile을 각각 그림6과 그림7에 나타내었다.

임상용 워크스테이션의 이용횟수의 분포는 영상

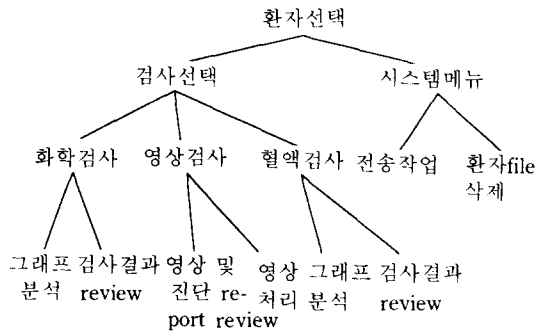


그림 5 임상용 워크스테이션에서의 환자 데이터 구조도

Fig. 5 Patient data structure in clinical workstation

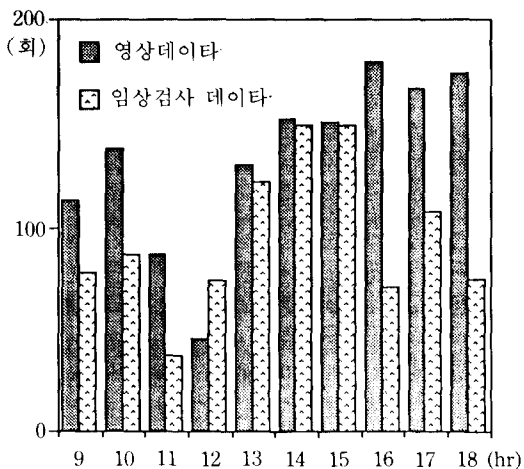


그림 6 임상용 워크스테이션의 사용시간분포
Fig. 6 Time dependent working time distribution of clinical workstation

데이터의 경우와 임상검사의 경우에 다소 차이점이 있다. 의학영상의 이용횟수가 오후 3시 이후에 비교적 활발한데, 이것은 회진시간대를 포함한 시간으로 회진을 전후해서 영상 데이터에 관한 review가 이루어지기 때문이다. 요일별 profile은 전반적으로 균일하고 토요일의 경우에는 50% 정도로 줄어들음을 알 수 있다. 특히 일요일에는 113회의 사용횟수를 나타내고 있는데 이것은 뜻밖의 결과이며, 임상용 워크스테이션의 24시간, 365일 On-line 특성을 잘 나타내주는 결과이기도 하다. 임상용 워크스테이션에 저장된 일일당 평균 영상수는 257장이며, 환자당 평균 7.34장의 영상을 보유하고 있다. 혈액검사와 화학검사의 일일평균 저장량은 각각 253건과 163건으로 환자당 평균 7.23건 및 4.66건을 나타내고 있다.

영상검사의 경우 검사가 완료된 시각으로부터 임상용 워크스테이션에서 review시작까지의 access시간의 분포는 시간이 증가할수록 지수함수적으로 감소하여 평균 6.46일을 나타내고 있다. 이것은 영상검사 결과의 review가 반복적으로 일어나는 경우를 포함한 것으로 대부분의 경우 1~2일내에 영상의 review가 한번씩 발생하는 것을 고려하면 환자가 입원해 있는 동안에는 필요한 경우 수시로 임상용 워크스테이션을 통해서 관찰함을 알 수 있다. 임상검

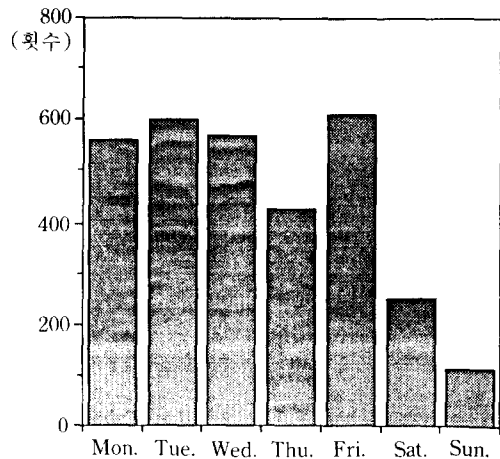


그림 7 임상용 워크스테이션의 요일별 사용시간 분포
Fig. 7 Day dependent working time distribution of clinical workstation

사결과외의 경우 평균 3.21일의 access interval을 나타내고 있다. 하루평균 16.9회씩 임상용 워크스테이션이 이용되고 있으며, 이중에 9.2회씩 영상을 review하기 위하여 이용되고 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 임상병동에서 기존에 설치된 의학 영상 저장 및 전송 시스템에 연결하여 사용할 수 있는 임상용 워크스테이션을 개발하고 그 성분을 측정하였다. 임상에서의 효율적인 사용을 위하여 입원한 환자의 의학영상 데이터, 임상검사 데이터 등을 종합적으로 관리할 수 있도록 하였으며, 사용자가 컴퓨터에 비전문가임을 고려해서 user-interface가 쉽도록 표시된 menu중에서 mouse를 이용하여 원하는 항목을 선택하도록 하였다.

9개월간의 시행결과 데이터의 전송 및 워크스테이션의 사용에 관한 통계를 얻었고, 임상병동에서의 워크스테이션 이용에 관한 임상적 패턴을 분석할 수 있었으며, 이러한 결과들은 이 임상용 워크스테이션을 발전시키고, 다음모델의 개발에 유용하게 사용될

것으로 기대된다. 현재에는 데이터의 network를 통한 전송시에는 임상용 워크스테이션의 이용이 제한되고 있으나, multi tasking operating system을 사용하여서, 데이터의 전송여부에 관계없이 임상용 워크스테이션을 이용할 수 있게 할 계획이다.

참 고 문 헌

- 1) Taira, R. K., et al. "Design and Implementation of Picture Archiving and Communication System for Pediatric Radiology", AJR, 150 : 1117-1121 May 1988.
- 2) Gee, J. C. et al. "User Interface Design of Radiological Imaging Workstations", SPIE Med. Imaging III 1093 : 122-132.
- 3) Mankovich, N. J., et al. "An Image Database Structure for Pediatric Radiology", SPIE Med. Imaging 767 : 564-570.
- 4) 이태수, 민병구, 한만칭, "의료용 화상정보의 저장 및 전송시스템 개발", 의공학회지 Vol. 2 : 195-210 Dec. 1988.