

임상 의료장비 인터페이스를 이용한 검사실 전산화 구현 : I. ABGA(Arterial Blood Gas Analyser)를 중심으로

김선철 · 권덕문
대구보건대학 방사선과

Computerizing Clinical Laboratory with Clinical Devices Interface : I. With a focus on ABGA(Arterial Blood Gas Analyzer)

Kim, Sun-Chil · Kwon, Deok-Moon
Department of Radiologic Technology, Taegu Health College

Abstract

Hospitals these days are trying to introduce the a practice has recently been generalized in the test or diagnosis process, where test results and images from different test labs are interlinked together. This process is identical to that of physical aspect in EMR process, which computerizes the paper results within the hospital. One of the prerequisites for the process of computerizing test results is the interface between clinical test devices in the test labs. However, due to the variety of prescription inputs, disparity of test result papers, complexity of job in test labs and diversity of interfaces among the different devices, interconnection with the hospital information system is a complicated job. A universal control of clinical test devices which have independent communication protocols has become possible by connecting them with an interface workstation. As for the patients, waiting time for test has been reduced, and, thanks to the synchronized result retrieval system, it has become possible to check the test results on the very day of the test. As a result, the length of hospitalization has been reduced, too. In terms of workflow, as the transfer of charts and transfer of result papers are separated, the embarrassing job of collecting result papers has disappeared. As patients' test appointment and the results processing can be made on-line, extra work for doctors have disappeared. And, thanks to the computerization of test results information management, the job of statistical processing has become convenient.

Keywords : ASTM, Clinical Device Interface.

I. 서론

오늘날 병원정보시스템은 전자의무기록(EMR : Electronic Medical Record)을 도입하여 운영을 목적으로 하고 있다. 방사선과는 의료영상필름이 없는 검사실을 만들기 위해 PACS(Picture Acquisition Communication System)을 도입하였고, 의료장비의 인터페이스단계에 독립적인 시스템과의 통합과정은 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine)이라는 표준화된 통신 방법과 저장방법을 사용하였다. 최근 타 검사실에서 발생하는 영상과 결과를 연동시켜보는 검사과정과 진료과정이 일반화되면서, 병원내부의 중이로 사용되는 결과지를 전산화하는 외부적인 EMR과정의 필요성이 대두되고 있다. 임상검사의 결과지를 전산화하는 과정의 선결과제는 진단의학과 검사실의 임상검사장비 인터페이스이다. 그러나 처방입력의 다양성과 검사 결과지의 이질성, 검사실 업무의 복잡성, 각 장비회사별 Interface 다양화로 병원정보시스템과의 연동에 어려움이 있는 것이 사실이다^{1,2)}. 이로 인해 검사결과지의 신뢰성과 정확성을 떨어뜨리는 부정적인 결과를 초래 할 수도 있다. 이와 같은 종이 결과지 연동에 있어서 방사선과에서는 대표적인 것이 바로 골밀도 검사 결과지이다. 하지만, 최근 방사선과에서는 PACS로 통합적인 인터페이스가 해결되어 병원정보시스템과 연동되어 관리 운영하고 있다.

따라서 본 논문에서는 과거 임상검사장비가 채택하고 있는 ASTM(The American Society for Testing and Materials)프로토콜을 적용하는 동맥혈가스 검사장비인 Nova사의 ABGA(Arterial Blood Gas Analyser)의 인터페이스 개발과정을 보여줌으로써 병원에서 사용하고 있는 각종 종이 검사결과지의 인터페이스 모델을 제시하였다. 이로 인해 향후 임상검사장비를 검사정보시스템(LIS : Laboratory Information System)안에서 통합적으로 운영할 수 있는 방법을 제시하였다. 또한 검사결과지의 전산화는 앞으로 진료의사의 의사결정시스템 기반을 마련할 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 검사장비의 구성

동맥혈가스 검사장비 Nova사의 ABGA(Arterial Blood Gas Analysis)는 폐의 가스 교환 능력을 알아보는 가장

주된 방법이며 중환자를 평가하고 관리하는데 가장 기본적으로 이용하는 검사이다. 일반적으로 호흡곤란을 호소하는 환자의 산소화(oxygenation)와 환기(ventilation)를 평가하기 위해서 시행하며, 대사성 질환이나 신장 질환 등 산-염기 불균형을 유발하는 경우에 산-염기 상태를 평가하기 위해서 시행한다. 이들 질환을 치료하면서 그 반응을 보기 위하여 동맥혈 가스분석을 시행하는 경우가 대부분이다. 예를 들면, 호흡부전 시 기계호흡을 하거나 대사성 산증 시 bicarbonate치료를 하는 경우 등이다³⁾. 따라서 이 검사법은 매우 중요하며, 빠른 결과정보와 타 검사결과와 같이 결과정보를 연동하여 사용하는 경우가 많았으나, 현재는 검사결과 정보가 종이형태로 출력됨으로써 결과지를 프린터하여 차트에 붙이거나, 개별적인 전달과 관리가 필요하였다. 환자의 기본정보입력도 수작업으로 이루어졌으며, 이 결과를 바탕으로 타 검사의 결정을 고려하는 경우가 많았다.

2. 검사장비의 분석

동맥혈 가스검사장비의 인터페이스 프로토콜은 OSI 7 Layer를 분석하여 통합 통신 프로토콜으로 접속하였으며, AGBA장비의 접속 프로토콜은 ASTM E1381-02 (Specification for low level protocol to transfer messages between clinical laboratory instrument and computer system)와 ASTM E1394-97(Specification for transferring information between clinical laboratory instrument and computer system)의 두 가지 표준규약을 준수하고 있다^{4,5)}.

동맥혈 가스검사장비와 통합인터페이스 컴퓨터 간 직렬통신(Serial Communication)으로, RS232C 일대일통신으로 장비의 기계적 신호의 특성과 전기적 특성을 정의하는 계층으로 ASTM E1381-02에 따르고 있으며, 전기적 기계적 특성은 EIA-232-D-1986을 따르고 있으며, 신호특성은 ANSI X3.4-1986, ANSI X3.15-1976, ANSI X3.16-1976을 준수하고 있다.

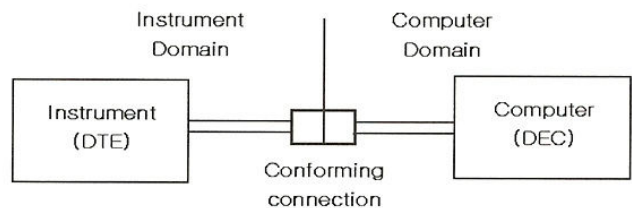


Fig. 1. Data connection.

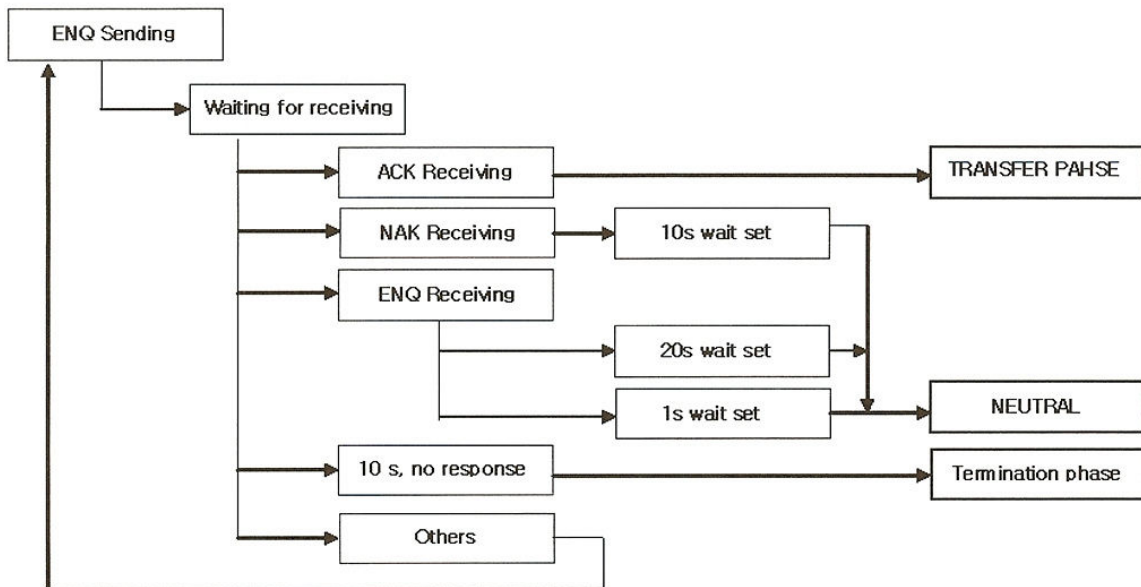


Fig. 2. Established phase flow.

Data Link layer에는 ABGA장비와 통합 Interface workstation간에 정보교환 통신상태를 말하는 것으로 Neutral, Establishment phase, Transfer phase, Termination phase의 4개의 layer로 이루어져 있으며, 이중 Establishment phase, Transfer phase, Termination phase세 단계를 교환함으로써 서로 Data를 주고받고 있다. 이는 ASTM E1381-02의 규약을 준수하고 있다.

전송되는 데이터의 메시지 구조는 ASTM E1394-97에 따라 정의되어 있으며, 메시지를 데이터 구조에 따라 나누어 레코드(Record)화 시키는데 레코드는 일련의 필드로 세분화시킨다. 따라서 메시지구조를 분석하여 파악하는 기초자료로 이용되며, 임상에서 파악되는 결과치를 View에서 구현할 수 있는 장비에서 출력되는 데이터를 표현하였다.

3. 검사장비 인터페이스 워크스테이션 설계

ABGA검사장비는 ASTM프로토콜을 적용하고 있는데, 검사장비로부터 실제 데이터의 수신방법은 일차적으로 단방향(Unidirectional) 수신방법만을 선택하여 실시하였으며, 이는 주로 검사결과만 수신하므로 받은 결과를 데이터베이스에 업로딩하기 위한 Key 매칭 알고리즘이 필요하다. 또한 검사결과를 실시간처리방식을 택하여 기존 검사프로그램에서 직접 수신할 수 있게 시리얼 프로토콜을 구현하기 위해 MFC(Microsoft Foundation Class) V

7.1을 이용하였으며, 시리얼포트로부터 데이터를 주고받는 CSerial Class를 Base class로 생성하였다. 또한 ASTM 표준에 맞게 IO를 전달하는 CAstmIO Class를 구현하였으며, CSerial Class로 부터 상속받아 구현하였다. 이는 Serial Data IO만 주관하는 부모클래스와 ASTM 프로토콜을 분리하여 Object Oriented하게 만들기 위한 의도이다. CSerial Class의 주요기능은 시리얼포트를 개방하는 검사장비와 연결을 의미한다.

```
LONG CSerial::Open(LPCTSTR lpszDevice)
```

개방된 시리얼포트에 대해 전송 속도와 Data bit, Parity, Stop bit를 설정하며, 기본적으로 9600bps, 8bit, 1 stop bit로 설정하였다.

```
LONG CSerial::Setup(EBaudrate eBaudrate = EBaud9600,
                   EDataBits eDataBits = EData8,
                   EParity eParity = EParNone,
                   EStopBits eStopBits = EStop1)
```

검사장비에게 pData를 iLen 크기만큼 넘겨주며, 검사장비로부터 pData를 iLen 만큼 읽어 받아들인다.

```
LONG CSerial::Write (const void* pData, size_t iLen)
LONG CSerial::Read (void* pData, size_t iLen);
```

검사장비로부터 ENQ Data가 오면 ASTM 프로토콜을 시작하여 1Byte의 데이터를 읽어 들인다.

```
CAstmIO Class
    BOOL RecvENQ()
    BOOL SendACK()
    BOOL RecvSTX()
    BOOL SendENQ()
    BOOL GetByte(BYTE & cData)
```

검사장비의 ASTM 프로토콜을 분석하여 임상검사장비 변환시키는 프로그램을 설계하여 탑재시키고 검사 결과에 대한 분석이 가능한 Display view를 설계하는 순으로 정하였다. 인터페이스 프로그램의 개발에 앞서서 AGBA의 데이터 연결은 시리얼 포트에서 신호를 분석하여 ASTM메시지 파일형태로 전송받고, 이때 기본적인 환자정보는 수작업으로 입력을 시킨 다음 통합 인터페이스 워크스테이션에서 병원정보의 환자정보와 메칭을 시키는 방법을 선택하였으며, 이는 변환 프로그램에서 메시지로 병원정보시스템으로 전송되는 과정이다. 변환 데이터에 있어서는 기존의 결과지에서 분석이 가능한 데이터를 기준으로 전송되는 파일을 파싱하여 임상결과지 View에 적용하였으며, 진료의사의 요구에 맞추어 하나씩 진행하였다.

```
1H|W^&||NOVA^pHOx Plus^V04.02^|||||20050119195800
2P|1||||
3O|1|1|1074||||||Arterial|||||F
4R|1|~pH^M|7.490||||F||20050119154100||
5R|2|~PCO2^M|35.4|mmHg||||F||20050119154100||
6R|3|~PO2^M|85.3|mmHg||||F||20050119154100||
7R|4|~Hb^M|uc|g/dL||||F||20050119154100||
0R|5|~Hct^M|40|%||||F||20050119154100||
1R|6|~Na^M|137.8|mmol/L||||F||20050119154100||
2R|7|~K^M|uc|mmol/L||||F||20050119154100||
3R|8|~Ca^M|uc|mmol/L||||F||20050119154100||
4R|9|~SO2^M|uc||||F||20050119154100||
5R|10|~HCO3^-C|27.3|mmol/L||||F||20050119154100||
6R|11|~BE-b^C|4.6|mmol/L||||F||20050119154100||
7R|12|~BE-ecf^C|3.7|mmol/L||||F||20050119154100||
0R|13|~TCO2^C|28.3|mmol/L||||F||20050119154100||
1R|14|~SBC^C|28.5|mmol/L||||F||20050119154100||
2R|15|~A^C|107.1|mmHg||||F||20050119154100||
3R|16|~AaDO2^C|21.8|mmHg||||F||20050119154100||
4R|17|~a/A^C|0.8||||F||20050119154100||
5R|18|~Ri^C|0.3||||F||20050119154100||
6R|19|~SO2^C|97.3||||F||20050119154100||
7R|20|~Hb^C|13.3|g/dL||||F||20050119154100||
0R|21|~TempP^D|37.0|deg C||||F||20050119154100||
1R|22|~BP^M|762.8|mmHg||||F||20050119154100||
2R|23|~TempM^M|36.9|deg C||||F||20050119154100||
3R|24|~FIO2^D|20.9|%||||F||20050119154100||
4R|25|~puncture_site^E|Unspecified||||F||20050119154100||
5R|26|~mode_of_therapy^E|Unspecified||||F||20050119154100||
6L|1|N
```

Fig. 3. AGBA 검사결과 메시지.

III. 결과

동맥혈 검사장비 ABGA에서 발생하는 ASTM메시지를 변환하여 결과를 작성, 전송하는 시스템을 구현하였다. 구축된 데이터베이스 시스템과 임상검사장비의 인터페이스는 GUI(Graphic User Interface) 환경의 Window 2000을 Operating System으로 선택하였고, Visual 언어는 Sybase사의 Power Bulider와 Microsoft 사의 C++를 이용하여 통합인터페이스 프로그램을 구현하였다. 병원 적용 시스템의 설계 구성도는 Fig. 4와 같다. 임상검사장비 사용자가 편리하게 운영하고 전송하기 위해 실시간 처리를 기본으로 하였으며, 환자정보 메칭 이외는 수작업을 하지 않도록 프로그램화하였다. AGBA에서 시리얼 통신으로 전달되어 통합된 검사데이터가 손실 없이 LAN를 통해 병원정보시스템으로 전달될 수 있도록 구조를 단순화시켰다. AGBA에서 검사를 시행하기 전에 환자의 기본정보를 병원정보시스템에서 가지고 오도록 설계하였으나, 장비에서 직접 검사 예약, 접수환자의 워크리스트를 생성하지 못하므로 인터페이스 워크스테이션에서 결과정보와 환자정보, 처방정보를 메칭하는 작업이 필요하다. 이 때, 전달 변수로 접수번호를 사용하였으며, 동일한 환자, 처방시간의 처방들은 한 개의 접수번호를 가지고, 각 장비에 동일하게 전달된다^{6,7,8)}. 검사처방정보에서 검사실 접수정보를 생성하는 프로그램을 Fig. 5와 같이 구현하였으며, 검사결과지 View는 Fig. 6과 같이 구현하였다.

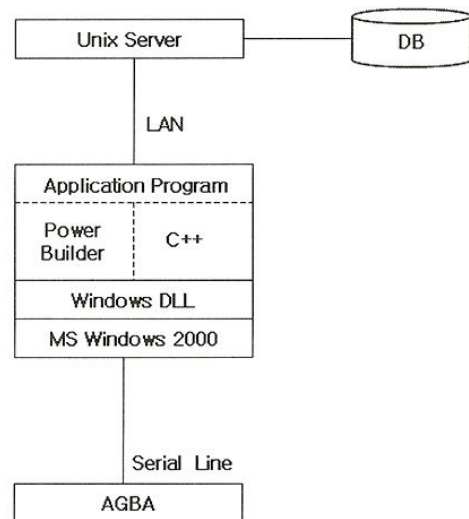


Fig. 4. Clinical Device Interface Diagram.

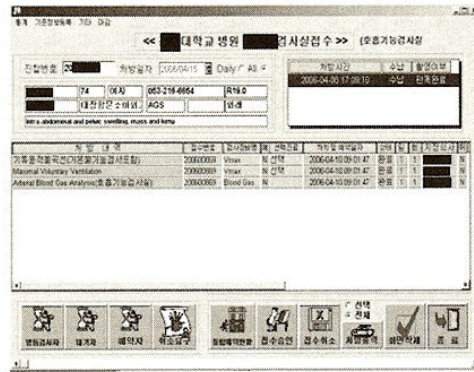


Fig. 5. Order patient information matching view.

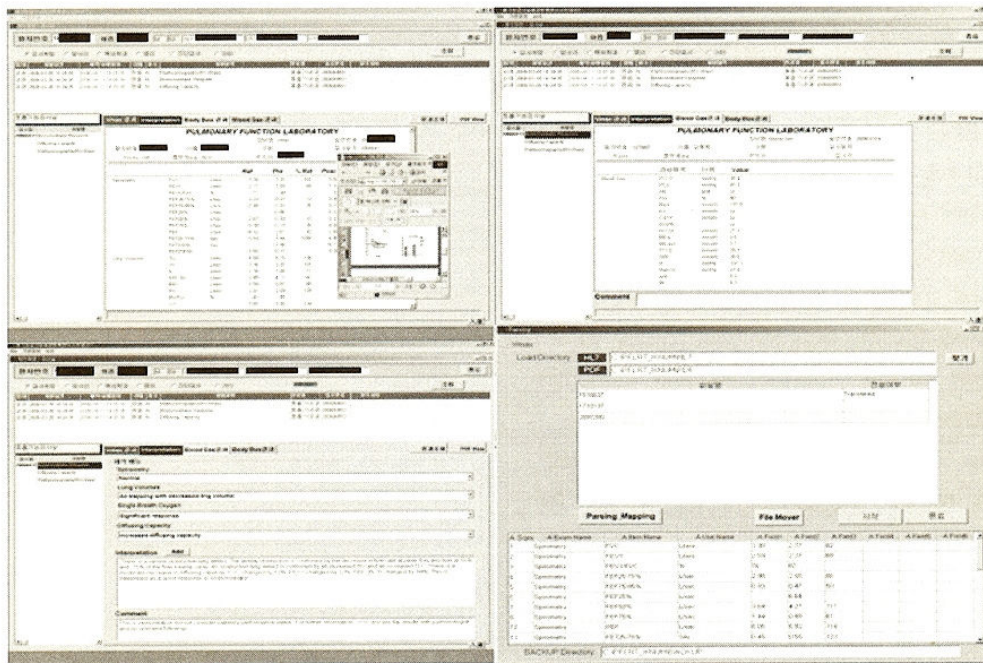


Fig. 6. Result user Interface view.

IV. 결론 및 향후연구과제

본 연구에서는 검사실에 존재하는 각종 임상검사장비의 종이 결과지를 없애는 일환으로 시작되었으나, 향후 검사실의 업무형태의 변화와 병원정보시스템의 통합화가 이루어지는 경우에 반드시 필요한 선결과제라 생각된다. 또한 독자적인 통신프로토콜을 가지고 있는 임상 검사장비를 인터페이스 워크스테이션을 통해 연결하여 통합관리 가능하게 하였다. 환자의 입장에서 검사대기 시간단축과 실시간 검사결과 확인으로 당일검사 결과조회가 가능하여 입원일수를 줄이는데 기여하였다. 업무 면

에서는 차트의 이동과 결과지의 이동이 분리되어 결과지를 회수하는 불편함이 사라졌고, 환자의 검사예약과 결과처리가 온라인상에서 가능하여 본연의 진료업무이외의 기타업무가 사라졌으며, 환자의 검사결과 정보관리의 전산화로 인해 통계처리가 편리하게 되었다. 무엇보다도 결과지관리가 전산화됨으로써 향후 의사결정시스템의 데이터로 활용할 수도 있게 되었다.⁹⁾

향후 연구과제에 있어서는 동맥혈 가스검사장비 이외에 검사실에 존재하는 모든 검사장비를 통합하여 운영할 수 있는 통합인터페이스 시스템의 개발이 필요하다. 이를 위해서는 본 영구에서 개발되어 구현되었던 ASTM

변환 프로그램의 호환성을 테스트하여야 하며, 출력된 데이터를 병원정보에 연동시키는 방법 또한 국제 표준 프로토콜인 HL7(Health Level 7)으로 변환시키는 도구를 개발하여야 하겠다.

참고문헌

1. Chang Z, Mei S and Gu Z: Realization of integration and working procedure on digital hospital information system, *Computed Standards & Interfaces*, 25 : 529-537, 2003.
2. Matheny ME, Ohno-Machado L and Resnic FS, Monitoring device safety in interventional cardiology, *JAMIA*, 13(2): 180-187, 2006.
3. McGRAW HILL. Principles of internal medicine, Harrison, 14th ed. Inc. 1998
4. ASTM, Standard specification for low-level protocol to transfer messages between clinical laboratory instruments and computer systems, E1381-02, 1997.
5. ASTM, Standard specification for transferring information between clinical instruments and computer systems, designation: E1394-97, 1997.
6. Dick R, Steen E, Detmer D(eds). The computer-based patient record: an essential technology for health care, National Academy Press, Washington, DC, 1997.
7. Dickinson DM, Ellison MD and Webb RL, Data sources and structure, *Am J Transplant*, 3(Suppl 4): 13-28, 2003.
8. Lehmann HP, Freedman JA, Massad J and Dintzis RZ, An ethnographic, controlled study of the use of a computer-based histology atlas during a laboratory course, *JAMIA*, 6(1): 38-52, 1999.
9. Poon EG, Kuperman GJ, Fiskio J and Bates DW, Real-time notification of laboratory data requested by users through alphanumeric pagers, *JAMIA*, 9 (3): 217-222, 2002.