

웹 서비스를 이용한 그리드 기반의 의료 영상 데이터 관리

김재순, 이봉환
대전대학교 정보통신공학과
{kjssoul@hotmail.com, blee@dju.ac.kr}

Grid-based Medical Image Data Management using Web Services

Jae-Soon Kim and Bong-Hwan Lee
Dept of Information & Communications Engineering, Daejeon University

요 약

최근 디지털 의료영상 자료들이 급격히 증가하고 의학과 임상에서 많은 병원과 기관 사이의 협업연구가 증가함에 따라 지리적으로 분산된 외부 기관과의 원격 데이터 공유 및 원격의 데이터 접근이 필요하게 되었다. 의료 장비 사이의 데이터 교환을 위한 DICOM은 외부 기관의 방화벽으로부터 의료 이미지 데이터 접근을 지원하는 보안 방법과 전송 속도 문제로 인해 협업 환경에 적합하지 않으며, 의료 이미지 데이터 관리 기능을 제공하지 못한다. 본 논문에서는 그리드 기반의 협업 환경을 제안하고 웹 서비스를 이용한 그리드 데이터 관리 기능을 구현하여 의료 분야의 PACS 통합과 의료 이미지 데이터 교환 문제를 해결하였다.

1. 서론

DICOM[1](Digital Imaging and Communications in Medicine)은 의료 장비 상호운영과 병원 네트워크 내에서 이미지 저장 및 전송 표준인 PACS (Picture Archiving and Communication System) 사이의 의료 이미지 데이터 교환 및 사용자들에게 의료 영상을 제공할 수 있게 하는 표준이다.

최근 의료 분야에서 디지털 의료영상 자료들이 급격히 증가하고 의학과 임상에서 많은 병원과 기관들 사이의 협업연구가 증가함으로써 인해 지리적으로 분산된 외부 기관의 원격 데이터 공유를 지원하는 응용프로그램 및 원격의 데이터 접근이 필요하게 되었다. 이러한 협업 환경으로 인하여 의료 이미지 데이터 관리 기능과 외부로부터 안전한 접근 및 접근 제어를 위한 사용자 인증이 요구된다. 하지만 DICOM과 PACS 기술은 병원의 정적 환경과 신뢰에 제한이 있으며, DICOM은 의료 영상 데이터 관리 기능을 제공하지 못한다.

그리드 기술은 네트워크 협업 환경에서 데이터 전송과 제한된 접근 문제를 해결할 수 있는데, 이것은 통합에 필요한 요구사항을 충족하는 것이며, PACS와 연결된 자원에 접근 가능하게 함으로써 지

역적으로 분산된 네트워크 협업 환경에 맞는 계산 능력, 저장 용량, 데이터 접근, 신뢰할 수 있는 데이터 전송, 안전한 보안을 통해 의료 분야의 PACS 통합과 의료 이미지 데이터 교환 문제를 해결할 수 있다.

그러나 Globus Toolkit[2][3]과 같은 잘 알려진 대부분의 그리드 툴킷은 DICOM과 같은 표준이나 특별한 프로토콜을 포함하고 있지 않다. 또한 그리드 툴킷에서 제공하는 서비스는 사용이 어려울 뿐만 아니라 그리드 툴킷이 제공하는 그리드 데이터 관리 서비스를 통해 PACS 사이의 상호운영과 데이터 관리 기능을 PACS에 적용하기에는 부족함이 있다.

본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 XML 기반의 SOAP 프로토콜을 이용해 분산된 환경에서도 서로 다른 플랫폼과의 호환성 및 소프트웨어의 재사용성을 제공할 수 있는 웹서비스(Web Services)[4] 기술을 이용하여 데이터 서비스를 구현하여 제공하고 자 한다.

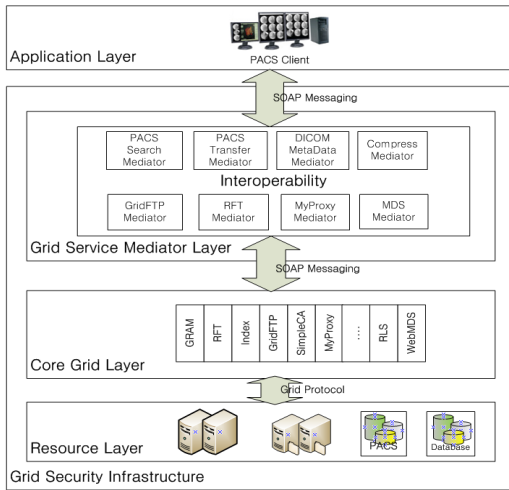
2. 그리드 웹서비스

2.1 웹 서비스를 위한 그리드 시스템

e-Healthcare를 위한 메타컬 그리드 시스템은 대부분 Globus를 이용하고 있다[5,6]. 본 연구에서 제안한 웹 서비스를 이용한 그리드 환경에서의 의료

데이터 관리 시스템은 Resource Layer, Core Grid Layer, Grid Service Mediator Layer 및 Application Layer로 구성된다(그림 1). Grid Service Mediator Layer에 구현된 서비스들은 Core Grid Service에서 제공하는 그리드 서비스들의 구현 및 사용 방법을 숙지하지 않더라도 웹 서비스 호출 방식으로 다양한 플랫폼에서 그리드 서비스를 활용할 수 있게 된다. 각 서비스들은 독립적으로 작동하며 비동기적으로 많은 작업 요청과 작업 처리를 동시에 수행할 수 있다. 또한 각 도메인별로 유동적 기능을 제공할 수 있어 병목현상을 줄일 수 있다.

그리드 데이터 관리 기능을 웹 서비스로 구현하는 Grid Service Mediator Layer에서 제공하는 서비스들은 XML 기반의 SOAP 프로토콜을 통해 다양한 방법으로 Application Layer 계층에서 활용될 수 있다. 또한 여러 웹 서비스를 상호 운용하여 하나의 새로운 서비스를 제공할 수 있다.



(그림 1) 웹 서비스를 이용한 시스템 아키텍처

2.2 그리드 웹 서비스 기능 구현

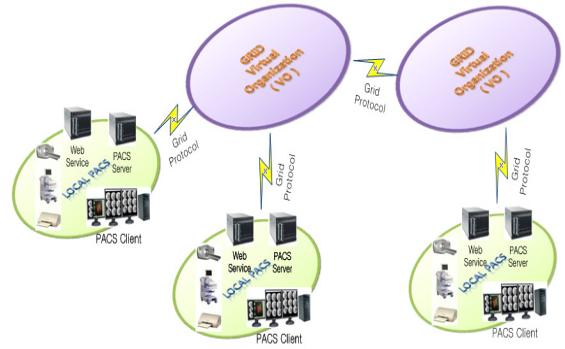
그리드 환경과 웹 서비스 기술을 이용한 그리드 데이터 관리 기능은 Globus Toolkit 4 환경에서 구현하였다. 이를 통해 분산된 병원이나 의사간의 네트워크 협업 환경 제공 및 PACS 통합과 의료 이미지 데이터 교환을 위한 서비스를 제공하였다.

1) 그리드 보안 서비스

외부 병원에 구현되어 있는 PACS와 통합하기 위해서는 안전한 접근 및 사용자 인증이 필요하다. 이는 환자의 의료 정보는 강력한 보안을 가진 인증

된 접근이어야 하는데, 그리드 보안은 그리드 인증 기관(CA)이 인증한 X.509 인증을 필요로 하며, 사용자 인증 및 호스트 인증을 통해 권한을 부여할 수 있다. 동적으로 신뢰 도메인을 생성할 수 있으며, 데이터 전송 보안, 권한 위임을 통한 그리드 내 자원 접근 등이 통제됨으로써 안전한 서비스를 제공할 수 있게 된다.

GSI 기반의 그리드 서비스를 제공하는 웹 서비스를 이용하여 구축된 그리드 기반 PACS 시스템의 구성은 그림 2와 같다. 각 도메인은 서로 다른 인증 기관(CA)을 가지고 있다. 상호인증을 통해 그리드 프로토콜을 사용할 수 있고 다른 도메인과의 통신 및 PACS 통합이 가능하며, 도메인 사이의 의료정보 데이터는 투명성을 보장 받는다. 각 도메인에 구축된 PACS는 DICOM 통신과 Grid Service Mediator Layer의 서비스를 이용한 그리드 서비스를 제공할 수 있다.

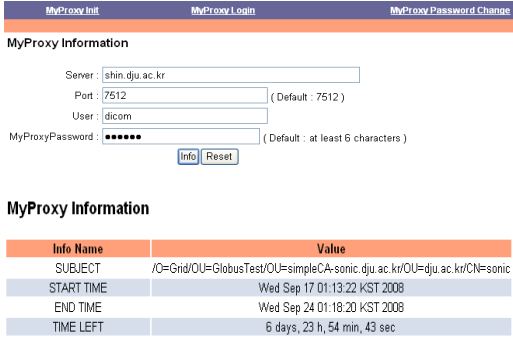


(그림 2) 그리드 기반 PACS 시스템 구성도

MyProxy는 온라인 인증서 저장소로 그리드 사용자들의 승인된 인증서를 안전하게 보관하며 저장 기간 및 인증서 사용 시간을 설정 할 수 있다. 그리드 내 자원에 접근하거나 파일 전송, 정보서비스를 조회하기 위해서는 보관된 인증서를 통해 인증하고 권한을 부여받음으로써 그리드 서비스를 사용하거나 그리드 보안을 제공 받을 수 있다.

온라인 인증서 저장소를 관리하기 위한 서비스는 Grid Service Mediator Layer의 서비스를 통해 제공되며, 인증서 등록, 저장, 파괴, 재발급, 인증서를 통한 로그인, 등록된 인증서 정보 확인, 그리드 프록시 정보 확인 및 파괴 할 수 있는 기능을 제공한다. 그리드 인증서 관리를 통해 그리드 기능을 사용할 수 있다. 그림 3 은 온라인 인증서 저장소에 등록된

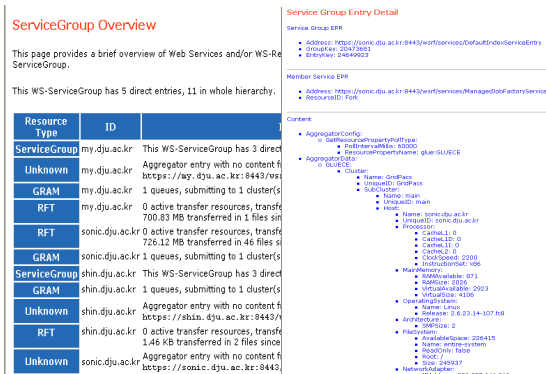
인증정보의 정보를 조회하고 조회된 정보를 표시하는 화면이다.



(그림 3) 온라인 인증서 정보 확인

2) 그리드 자원 검색 서비스

PACS의 DICOM TCP/IP 통신을 사용한 접근은 고정적인 Entity 명칭과 인터넷 주소 등록 및 확인을 통해 연결되어 있어 Entity의 동적인 상태 변화와 동적 구축이 불가능하였다. 그러나 그리드 자원과 그리드 서비스를 검색할 수 있는 MDS (Monitoring and Discovery System)를 Grid Service Mediator Layer의 MDS 웹 서비스를 이용하여 동적으로 도메인을 변경할 수 있으며, Entity의 동적인 상태 변화를 알 수 있다. 또한, Entity 추가, 삭제에 따라 자동으로 구축되어 진다. 그림 4는 그리드 자원의 상태를 알 수 있는 MDS 서비스를 브라우저를 통해 보여주고 있다.



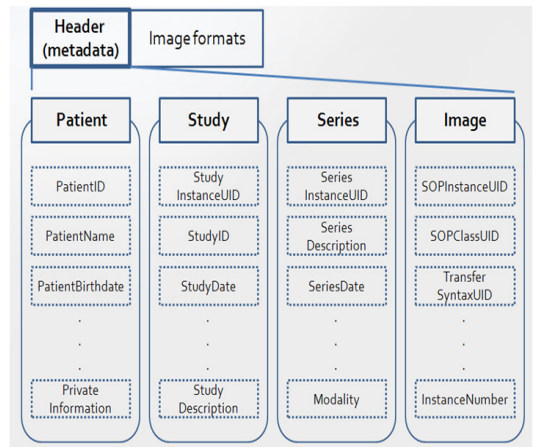
(그림 4) 자원정보를 위한 MDS 웹 서비스

PACS는 Peer-to-Peer 클라이언트/서버 모델이기 때문에 분산된 환경 내에서는 동적으로 이미지를 검색하는 능력이 부족하다. Grid Service Mediator

Layer의 의료 이미지 데이터 검색 서비스를 이용하면 동적으로 구축된 도메인 사이의 의료 이미지 데이터를 검색할 수 있다.

3) 의료데이터 전송 서비스

DICOM 표준은 이미지와 메타데이터 그리고 의료 이미지 장비 사이의 네트워크 프로토콜을 정의하며, 의료 정보 데이터는 DICOM 형식으로 저장된다. DICOM 파일 포맷은 메타 데이터와 이미지 포맷으로 이루어져 있고 DICOM 메타 데이터는 환자에 대한 다양한 의료 정보를 포함하고 있다. 환자에 대한 각 정보들은 그림 5와 같이 Patient level, Study level, Series level 및 Image level로 분류할 수 있다. 이렇게 분류된 메타 데이터를 활용하면 각 level 별 연관 관계를 알 수 있으며, 이를 DICOM 데이터 전송 및 의료정보데이터 검색에서 활용하였다.



(그림 5) DICOM 메타 데이터

의료 정보 데이터의 교환은 Entity의 상태 변화에 따라 동적으로 구축되는 도메인을 이용하여 정확한 전송이 가능하며, DICOM 의료 정보 데이터의 전송은 고성능 데이터 전송 프로토콜인 GridFTP를 활용하여 병렬 전송 및 GridFTP server와 GridFTP client 사이의 전송과 GridFTP server 간의 전송을 가능하게 하였다. 또한 RFT(Reliable File Transfer)를 통한 전송도 제공한다. 이러한 데이터 전송 기능을 이용하여 의료 이미지 데이터 백업 및 복구 기능도 제공이 가능하다.

그림 6은 PACS 클라이언트가 속한 도메인에서 다른 도메인으로 의료 정보 데이터를 전송하는 모습을 보여주고 있다. 이는 Grid Service Mediator

Layer의 GridFTP 전송 서비스와 의료 정보 검색 서비스를 이용한 것이다. 의료 정보 검색 서비스를 통해 Patient, Study, Series, Image의 각 레벨의 의료 정보 데이터를 선택하고 전송하면 해당하는 의료 정보와 연관된 의료 정보 데이터를 검색하여 다른 도메인으로 의료 정보 데이터를 전송하고 다른 도메인에 자동으로 등록된다. 레벨에 따라 검색된 의료 이미지 데이터들은 GridFTP나 RFT를 이용하여 전송하거나 전송받을 수 있다.

웹 서비스화 하는 연구가 필요하며, 웹 서비스의 특징을 살린 다른 시스템 간 및 다른 플랫폼 간의 상호 운용 및 통합 테스트가 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 한국산업기술재단의 지역혁신 인력 양성 사업 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 지원사업 (IITA-2008-C1090-0801-0014)의 연구 결과로 수행되었음.

Privacy	External ID	Patient Name	Study ID	Date	Time	Received On	Accession Number	Referring Physician	Description
Private Change to Public	0	AP spine* cervical	Study Data01	1995-05-10	09:20:00	2008-07-09	5277101	UNB3000H	WERVELZOR
Private Change to Public	0	AP spine* cervical	Study Data01	1995-04-23	15:30:00	2008-07-09	5277102	UNB3000H	OMBERSTE EXTREM
Private Change to Public	0	AP spine* cervical	Study Data01	1995-04-23	15:26:00	2008-07-09	5277103	UNB3000H	SCHROEDER
Private Change to Public	5583	GWUN*HOP*HWA	2422	2005-11-11	09:10:25	2008-07-09	00000285	FOLEY	Chest P.A
Private Change to Public	1558	LEE SUN JEONG	2457	2005-11-11	13:29:02	2008-04-03	00000285	FOLEY	Chest P.A
Private Change to Public	9126	JEONG IL GI	2489	2005-11-11	14:55:06	2008-07-09	00000286	FOLEY	Chest P.A

GridForward the following patient:

PATIENT	IP	HOSTNAME
0	203.250.200.200	203.250.200.200
9126	203.250.200.200	203.250.200.200
5583	203.250.200.200	203.250.200.200
1558	203.250.200.200	203.250.200.200

Please select which Application Entity to Gridforward to:

Total Space Available Space
240.17 GB 221.95 GB

(그림 6) 웹 서비스를 이용한 GridFTP 전송

3. 결론

본 논문에서는 의료 분야의 PACS 통합과 의료 이미지 데이터 교환 문제를 해결 하고자 하였다. 이를 위해 그리드 기반의 협업 환경을 제안하고 웹 서비스를 이용한 그리드 데이터 관리 기능을 제공함으로써 문제 해결 방안을 제시하였다.

웹 서비스 기술을 이용하여 구현한 그리드 기반 의료 영상 데이터 관리기능은 그리드 접근 및 전송 관련 서비스, 그리드 자원 모니터링 서비스, 그리드 인증 관리 서비스, DICOM 메타데이터 서비스 및 의료 이미지 정보 검색 서비스 등이다. 또한, 그리드 보안 및 의료 정보 데이터 서비스들을 이용하여 Grid Service Mediator Layer를 구현하였다. 이를 통해 그리드 서비스의 구현 및 사용 방법을 숙지하지 않더라도 다양한 플랫폼에서 웹 서비스 호출 방식으로 간단히 사용 가능하며, 이를 PACS에 적용함으로써 PACS 간 상호 의료 영상 데이터 교환이 가능하도록 하였다.

향후 연구 내용으로 다양한 그리드 서비스들을

참고문헌

- [1] National Electrical Manufacturers Association, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 10: Media Storage and File Format for Media Interchange, 1300 N. 17th Street, Rosslyn, Virginia 22209, USA
- [2] I. Foster, "Globus toolkit version 4: Software for service-oriented systems." IFIP International Conference on Network and Parallel Computing, Springer-verlag LNCS 3779, pp 2-13, 2005.
- [3] Globus Toolkit, <http://globus.org/toolkit>
- [4] W3C, "Web Services Activity", <http://www.w3.org/2002/ws/>
- [5] Erberich SG, Silverstein JC, Chervenak A, Schuler R, Nelson MD, Kesselman C. "Globus MEDICUS-Federation of DICOM Medical Imaging Devices into Healthcare Grids." Studies in Health Technology and Informatics, IOS Press, Volume 126, p:269-278, 2007.
- [6] Vossberg, M.; Tolxdorff, T.; Krefting, D., "DICOM Image Communication in Globus-Based Medical Grids." Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on, vol.12, no.2, pp.145-153, March 2008.