
웹서비스 기반의 Grid-PACS 상호운용성 프레임워크

이봉환* · 조현숙**

Interoperability Framework between GRID and PACS based on Web Services

Bong-Hwan Lee* · Hyun-Sug Cho**

이 논문은 2010년도 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업과 일반연구자 지원사업으로 수행된 연구 결과임 (No. 2010-0016574)

요 약

최근 증가하는 협업 연구는 원격 의료 데이터 공유 및 외부 기관의 데이터 접근을 요구하고 있다. 본 논문에서는 융통성 있고 효율적인 의료 데이터 관리를 위해 웹서비스를 이용하여 그리드와 PACS 간의 상호운용성 프레임워크를 제안하고 구현하였다. DICOM 표준은 PACS와 이미지 데이터베이스 사이에 의료 이미지 데이터의 교환과 전송을 정의한다. 그러나 병원들 간 의료 데이터 교환은 신뢰할 수 있는 기관들 사이에서만 제공된다. 더군다나 DICOM은 의료 데이터 관리 기능을 제공하지 않고 그리드 미들웨어는 DICOM 데이터에 접근 가능한 표준 툴킷을 제공하고 있지 않다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 PACS 간의 연동과 의료 데이터 관리를 가능하게 하는 웹 서비스 기반의 그리드 서비스 중계자(Web Services-based Grid Service Mediator, WGSM)를 개발하였다. WGSM은 압축 중계자, GridFTP 중계자, RFT 중계자, MyProxy 중계자, MDS 중계자, RLS 중계자 등으로 구성된다. 제안한 웹서비스 기반의 프레임워크는 협업 환경에서 PACS 간 사용자 인증 및 안전한 데이터 접근을 제공한다. 특히, WGSM은 일반 사용자들이 그리드 미들웨어에 대한 어떠한 지식이 없어도 간단하고 효율적인 방법으로 원격 PACS를 접근할 수 있게 한다.

ABSTRACT

Recently the increasing collaborative research requires the remote medical and clinical data sharing and access of external institutions. In this paper, an interoperability framework between Grid and PACS using Web services is proposed and implemented in order to provide flexible and efficient medical data management. The Digital Imaging and Communications in Medicine(DICOM) standard defines medical image data exchange and transfer between PACSs and image databases. However, medical data exchange between hospitals is limited within the trusted and static environments. Moreover, DICOM does not provide medical data management and the Grid middleware does not include standard toolkit to access DICOM data. To address this issue, a Web services-based Grid Service Mediator (WGSM) which provides PACS integration and medical image data management is developed. The WGSM consists of several service mediators such as compress mediator, GridFTP mediator, RFT mediator, MyProxy mediator, MDS mediator, and RLS mediator and others. The proposed Web services-based framework provides user authentication and secure data access between PACSs in collaborative environments. In particular, the WGSM allows ordinary users to access remote PACS data in a simple and efficient manner without any the knowledge about underlying Grid middleware.

키워드

그리드, 팩스, 상호운용성, 웹 서비스, 다이컴

Key word

Grid, PACS, Interoperability, Web Services, DICOM

* 대전대학교

** 대전대학교 (교신저자, chojo@dju.kr)

접수일자 : 2010. 03. 27

심사완료일자 : 2010. 04. 26

I. 서 론

의료 기관에 디지털 의료장비가 도입되면서 PACS (Picture Archiving and Communications System, 의료영상 저장전송시스템)가 널리 보급되어 대부분의 병원에서 판독 전문가가 필름을 대신해 컴퓨터를 이용하여 판독 및 조회를 하고 있다. 의료 분야에서 디지털 의료영상 자료가 급격히 증가하고 의학 임상에서 많은 병원과 기관들 사이의 협업연구가 증가함으로 인해 지리적으로 분산된 외부 기관의 원격 데이터 공유를 지원하는 응용 프로그램 및 원격의 데이터 접근이 필요하게 되었다. 이러한 협업 환경으로 인하여 의료 영상 데이터 관리 기능과 외부로부터 안전한 접근 및 접근 제어를 위한 사용자 인증이 요구된다.

DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)은 의료 장비 상호운영과 병원 네트워크 내에서 영상 저장 및 전송 표준으로 PACS 사이의 의료 영상 데이터 교환 및 사용자들에게 의료 영상을 제공할 수 있다. 하지만 DICOM과 PACS 기술은 병원의 정적 환경과 신뢰에 제한되어 있으며, 중요한 개인 정보를 담고 있는 의료정보는 보안상의 이유로 인하여 정보 고립 현상이 발생하고 있다. DICOM은 의료영상 저장, 상호운용성, 정보교환, 오류복구와 같은 의료 영상 데이터 관리 기능을 제공하지 못한다.

그리드 기술[1-3]은 네트워크 협업 환경에서 데이터 전송과 제한된 접근 문제를 해결할 수 있으며, PACS 통합에 필요한 요구사항을 충족하고 있다. 또한, PACS와 연결된 자원에 접근 가능하게 함으로써 지역적으로 분산된 네트워크 협업 환경에 맞는 계산 능력, 저장 용량, 데이터 접근, 신뢰할 수 있는 데이터 전송, 안전한 보안을 통해 의료 분야의 PACS 통합과 의료 영상 데이터 교환 문제를 해결 할 수 있다. 그러나 글로벌스 툴킷[4]과 같이 잘 알려진 대부분의 그리드 툴킷은 DICOM과 같은 표준이나 특별한 프로토콜을 포함하고 있지 않다. 또한 그리드 툴킷에서 제공하는 서비스는 그리드에 대한 이해와 많은 지식을 필요로 하여 사용이 어려울 뿐만 아니라 그리드 툴킷이 제공하는 그리드 데이터 관리 서비스는 의료정보 교환 프로토콜이 없어 PACS 사이의 상호 운영과 데이터 관리 기능을 PACS에 적용하기에는 부족하다.

본 논문에서는 분산된 환경에서도 서로 다른 플랫폼과의 호환성 및 소프트웨어의 재사용성을 제공할 수 있는 웹 서비스(Web Services) 기술을 통해 그리드에 대한 하부지식 없이도 그리드 데이터 서비스의 활용이 가능한 Grid-PACS 상호운용 프레임워크, WGSM (Web-service based Grid service Mediators)을 제안한다. 제안하는 WGSM 모델은 PACS가 해결하지 못한 사용자 인증 및 상호운용의 문제를 해결하고 그리드 기술이 제공하는 데이터 관리 기능을 사용할 수 있도록 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 웹서비스 기반의 Grid-PACS 모델에 대해 기술한다. 4장에서는 본 연구에서 제안하는 WGSM의 구현 및 성능 분석에 대하여 기술하고 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 PACS

최근 의료 분야에서 정보화와 자동화가 진행되면서 중·대형병원을 중심으로 의료영상분야에서 의료영상 데이터 및 환자의 효율적 관리를 위해 PACS를 도입하였다. PACS는 의료영상 특히, X-선, CT(Computed Tomography), MR(Magnetic Resonance), PET(Positron Emission Tomography, 양전자단층촬영), 초음파(Ultra Sound) 등에 의해 촬영된 의료영상들을 디지털 형태로 획득 후, 방사선과의사들과 임상 의사들이 기존의 필름 뷰박스(Film Viewbox) 대신에 영상조회 장치를 통하여 표시되는 영상을 이용하여 환자를 진료하는 포괄적인 디지털 영상관리 및 전송시스템을 말한다. PACS의 궁극적인 목표는 필름 없는 병원 시스템을 구축하는 것으로 필름의 저장, 관리 공간, 인력을 감소시켰다. 환자 정보의 신속한 조회 및 진료를 통해 진료 시간, 입원 기간을 단축시켜 의료업무의 효율성을 가져왔다. PACS는 디지털 의료영상의 획득과 네트워크를 통하여 어디서나 환자의 영상을 보고 판독 및 진료를 가능하게 하며, 다양한 영상처리기술을 통하여 좋은 영상의 화질을 제공해 진료에 도움을 준다. PACS가 도입되면서 일반촬영을 디지털 영상화하기 위해 CR

기기들이 사용되고 있으며 보통 CR영상은 데이터의 크기가 크기 때문에 저장장치의 많은 부분을 차지하게 되고, 전송에 많은 부하를 준다. 디지털 의료 영상은 파일의 크기가 매우 크고 느린 전송으로 인해 PACS의 성능을 저하시킬 수 있기 때문에 대용량의 저장장치와 빠른 네트워크를 필요로 한다. PACS는 이러한 문제를 해결하기 위해 설치 및 유지, 관리에 드는 비용이 크다. 대부분의 PACS는 크게 영상 획득 장치(Image Acquisition System), 데이터베이스를 포함한 영상 저장장치(Database and Storage/ Archive Devices), 영상 출력장치(Display Devices, Workstations, Printer) 및 이들을 연결시켜 주는 통신망(Network and Communications) 등의 하부 시스템으로 구성된다.

2.2 DICOM

DICOM은 의학영상분야의 표준 형식으로 의료장비 상호 운영과 병원 네트워크에서 영상 저장 방법 및 통신 방법을 정의하고 있다. DICOM은 의료 영상 장비의 상호운영을 위한 표준으로 광범위하게 사용되고 있는 사실상의 표준이며, 의료 영상 장비와 다른 시스템 사이의 디지털 영상 저장과 공유 문제를 해결하였다. 그러나 그림 1과 같이 DICOM 질의/검색의 동작은 서버-클라이언트 관계의 1:1 통신방법에 적합하지만 순차적 단일 접속으로 의료 검색 정보를 얻으며, 이들 각각의 정보 검색에 대한 결과는 통합되지 않은 서로 다른 화면으로 제공되기 때문에 사용에 많은 제약이 따른다. 또한 의료 영상을 관리하는 문제를 해결하지 못하였으며, 접근권한에 대한 메커니즘도 제공하지 못하였다.

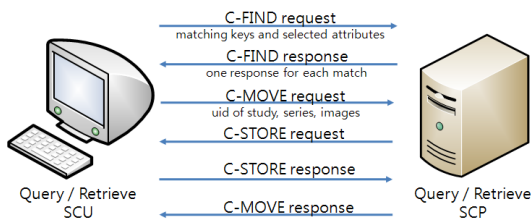


그림 1. DICOM Query/Retrieve SCU와 SCP 사이의 동작
Fig.1. Operation between DICOM Query/Retrieve SCU and SCP

그리드 시스템은 분산 자원을 통합 제어하는 표준화된 개방형 프로토콜과 인터페이스를 사용하며 양질의 서비스를 제공하는 미들웨어이다. 자원 공유 및 원격 자원의 활용이 가능한 그리드는 PACS 및 DICOM이 해결해야할 문제점들을 해결하기 위한 최적의 솔루션으로 떠올랐으며, 그 이유를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 고속의 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 네트워크를 가능하게 하고 둘째, 인증 및 권한검증에 대한 엔터프라이즈 레벨의 보안을 제공한다. 셋째, 거대 용량의 데이터 관리 및 복제기능을 탑재하고 있으며, 마지막으로, 출판·검색·공유 그리고 분산되어 있고 독립적으로 소유되어 있는 컴퓨터 자원 및 스토리지 자원 등의 통합을 제공하기 때문이다.

2.3 그리드 기반의 PACS 모델

현재까지 소개된 그리드 기반의 PACS 모델은 MEDICUS (Medical Imaging and Computing for Unified Information Sharing)[5]를 비롯하여 IBM의 GMAS(Grid Medical Archive Solution)[6], MISTC(Medical Image Storage and Communication)[7], 그리고 Acuo사의 Acuo DICOM Service Grid[8] 등이 있다. 또한 SRB(Storage Resource Broker)[9]를 이용하여 의료정보 데이터를 검색하고 전송하는 프로젝트에서는 분산된 환경에서 의료정보 데이터의 검색 기능 및 전송, 관리 기능을 제공하였지만 DICOM 통신을 직접적으로 지원하지 못하였다. 더욱이 관리자 측면에서는 그리드 기술에 대한 깊은 이해와 오랜 경험을 통한 숙달된 그리드 서비스 이용법을 익혀야 하는 어려움이 있다.

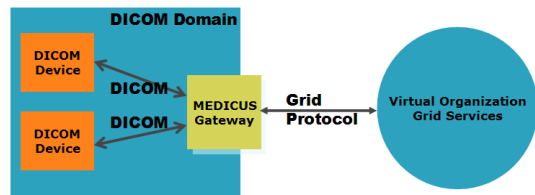


그림 2. MEDICUS 분산 이미지 처리 구조
Fig.2. Distributed Image Processing Architecture in MEDICUS

그림 2는 MEDICUS에서 분산 이미지처리 구조를 나타낸다.

III. 웹서비스 기반의 Grid-PACS 모델

본 논문에서 제안하는 WSGM 모델은 웹 서비스를 이용한 그리드 환경에서의 의료데이터 관리 시스템으로 다음과 같은 기능을 제공한다. 첫째, 웹 서비스를 통해서 서로 다른 플랫폼과 응용들 사이에서 DICOM 표준이 제공하지 않는 의료데이터 관리기능을 제공한다. 둘째, DICOM의 제한적인 통신에 따른 PACS간 통합 문제는 웹 서비스를 통해 제공되는 의료데이터 관리 서비스를 호출함으로써 PACS 통합과 서로 다른 PACS간 상호운용이 가능하게 한다. 셋째, 제공되는 의료데이터 관리 서비스를 서로 연동하여 PACS에서 필요로 하는 새로운 서비스를 생성할 수 있으며, 의료장비와 직접적인 통신을 지원한다. 의료데이터 관리 시스템 아키텍처는 그림 3과 같이 자원계층(Resource Layer), 핵심그리드계층(Core Grid Layer), 그리드 서비스 중계자 계층(Grid Service Mediator Layer) 및 응용 계층(Application Layer)으로 구성된다.

본 논문에서는 그리드 서비스 중계자 계층(Grid Service Mediator Layer)을 정의하였다. 그림 4와 같이 중계자 계층의 서비스들은 Core Grid Service에서 제공하는 그리드 서비스들의 구현을 비롯하여 그리드 하부 구조에 대한 이해가 없는 사용자더라도 웹 서비스 호출 방식으로 다양한 플랫폼에서 그리드 서비스를 활용할 수 있게 한다. 또한 XML 기반의 SOAP 프로토콜을 통해 다양한 방법으로 응용계층에서 활용될 수 있다. 각 서비스들은 독립적으로 작동하며 비동기적으로 많은 작업 요청과 작업 처리를 동시에 수행할 수 있도록 설계하였다. 또한 여러 웹 서비스를 상호 운용하여 하나의 새로운 서비스로 제공할 수 있으며, 도메인별로 유동적 기능을 제공함으로써 병목 현상을 해결하였다.

그리드 서비스 중계자 계층은 PACS Search Mediator, PACS Transfer Mediator, DICOM MetaData Mediator, Compress Mediator, GridFTP Mediator, RFT Mediator, MyProxy Mediator, MDS Mediator, 그리고 RLS Mediator 서비스로 구성된다.

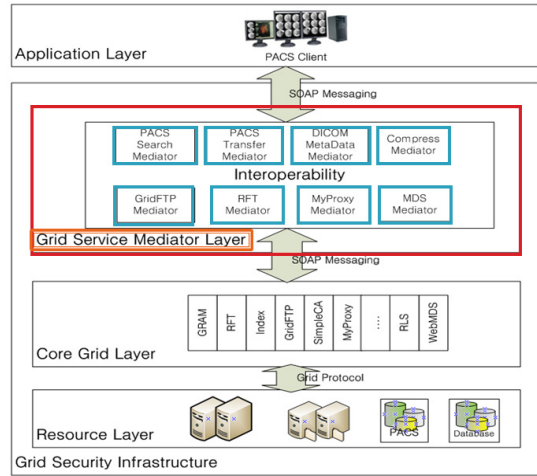


그림 3. 의료데이터 관리 시스템의 계층적 구조
Fig. 3. Layered Architecture of Medical Data Management System

또한, 그리드 서비스 중계자 계층은 병원 및 의사간의 안전한 협업 환경을 구축하며 그리드 보안 환경 및 의료 영상 데이터 관리 기능을 제공한다. 각 중계자 계층 서비스들은 다음과 같은 특징을 가진다.

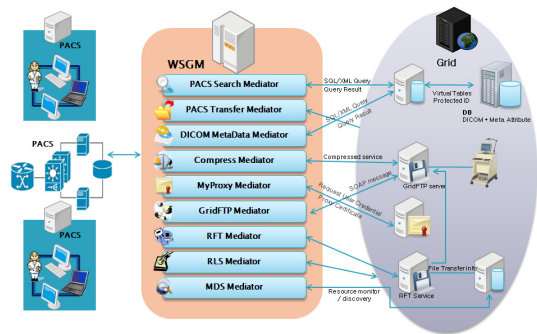


그림 4. WSGM 모델 구성도
Fig. 4. WSGM Model

- PACS Search Mediator: 의료 영상 장비에서 사용하고 있는 DICOM Query / Retrieve 서비스는 서버-클라이언트 관계의 1:1 통신에 적합하여 다중 서버를 가지는 협업 환경에서는 부족한 점이 있다. 또한, 순차적 접근을 통해 각 정보 검색에 대한 결과를 통합하지 못하고 서로 다른 화면으로 제공하기에 많은 제약을 가지고 있다.

PACS Search Mediator 서비스는 그리드 가상조직의 다중 환경에서 여러 서버의 의료영상데이터 정보를 동시에 검색하고, 검색된 결과를 통합하여 보여주는 서비스이다.

- **PACS Transfer Mediator:** 의료 장비 사이의 DICOM 통신을 지원하고 있는 서비스로 게이트웨이 (Gateway) 방식을 지원하는 기존의 간접 통신 방식이 아닌 직접통신을 사용한다. 또한, 기존의 SRB(Storage Resource Broker)를 이용한 의료정보데이터의 검색 및 전송 방식에서는 분산된 환경에서 의료정보데이터의 검색, 전송 및 관리 기능을 제공하였지만 DICOM 통신을 직접적으로 지원하지 못하는 단점이 존재한다. 제안하는 PACS Transfer Mediator에서는 DICOM 통신 서비스를 지원하기 위해 자바로 구현된 dcm4che2 toolkit[10]을 사용하였다. 사용자는 DICOM 프로토콜의 네트워크 지식 및 상세 기능을 알지 못하더라도 기존의 의료영상장비를 활용할 수 있으며, 환자의 관련된 데이터를 액세스하여 사용할 수 있다. 또한 DICOM 오브젝트를 XML 문서로 변환하거나 DICOM 형식의 XML 문서를 DICOM 오브젝트로 변환하는 기능을 제공한다.

- **DICOM MetaData Mediator :** DICOM 표준은 이미지와 메타데이터 그리고 의료 영상 장비 사이의 네트워크 프로토콜을 정의하며, 의료 영상 데이터는 DICOM 형식으로 저장된다. DICOM 데이터를 PACS 환경으로 반입하는 과정에서 잘못 구성된 DICOM이나 표준을 따르지 않는 데이터로 인한 문제점이 발생한다. 이는 DICOM 3.0 표준이 너무 방대하고 DICOM 표준을 따르지 않는 경우에 해당한다. DICOM MetaData Mediator 서비스는 이러한 문제를 해결하기 위해 PACS 데이터베이스에 맞는 Tag 정보를 확인하고, 맞지 않을 경우 예외처리를 하여 반입되도록 하는 서비스이다. 또한, 네트워크 상에서 DICOM 전송의 경우 DICOM 파일과 SQL문을 따로 보내어 보안에 문제가 있을 수 있으며, 두 가지 모두 성공하지 못했을 경우 DICOM 데이터가 없거나 PACS 데이터베이스에 정보가 입력되지 않는 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 DICOM 파일의 메타정보를 읽어 PACS 데이터베이스로 입력하는 서비스를 통해 신뢰성과 보안을 제공하였다.

- **Compress Mediator :** 의료분야의 정보화로 인하여 디지털 의료 영상의 크기가 증가하고 있다. 이러한 의료 영상 데이터 파일의 크기는 200Kbyte~7Mbyte 까지 그 용량이 매우 크다. 의료 영상 데이터의 저속 전송은 PACS의 성능을 저하시키게 된다. 이러한 네트워크 전송 문제는 그리드의 데이터 관리 서비스를 통해 해결할 수 있다. 그러나 GridFTP와 같은 그리드 데이터 서비스는 대용량의 데이터나 파일을 고속으로 전송하도록 개발되었다. 의료 영상 데이터의 크기가 7Mbyte에 이르지만 GridFTP에서는 100 Mbyte 보다 작은 경우에 최적의 성능을 발휘하지 못하는 LOSF(lots of small files) 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 전송되는 여러 개의 의료 영상 데이터를 자바의 무손실 압축을 통해 묶고 압축을 해제하는 서비스로 비동기식 방식을 구현하였다. 이 서비스를 이용하여 LOSF 문제를 해결하여 최적의 성능을 발휘할 수 있도록 하였으며 네트워크상에서는 줄어든 파일의 크기로 인하여 전송시간을 단축할 수 있는 장점이 있다.

- **GridFTP Mediator :** 분산된 환경에서의 다양한 스토리지 시스템에서는 공통된 인터페이스의 데이터 저장, 전송, 접근을 필요로 하며, 다양한 방법을 제공할 필요가 있다. 글로버스에서는 성능, 호환성에 문제가 발생할 수 있는 새로운 프로토콜이 아닌 광범위하게 사용되는 FTP 기반에 확장 기능을 적용하여 GridFTP 프로토콜을 개발하였다[11]. GridFTP는 서로 다른 스토리지 시스템을 지원하며, 다양한 기능을 제공하고 있다. 하지만 이러한 서비스를 사용하기 위해서는 글로버스 툴킷에 대한 이해와 지식을 숙지해야만 다양한 기능을 사용할 수 있다. 이러한 어려움을 해결하기 위해 GridFTP Mediator는 웹 서비스 형식으로 호출하여 글로버스 툴킷에 연동하여 사용할 수 있는 방안을 마련하였다.

MammoGrid의 경우 상호운용을 위해 의료영상데이터인 DICOM을 텍스트형식의 XML로 변환하고 동기 방식으로 전송한다. 그러나 DICOM을 XML로 변환하여 전송할 경우 데이터의 크기가 증가하여 전송시간이 증가하며, 동기식 전송으로 모든 데이터가 전송될 때까지 기다려야 하는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 GridFTP Mediator에서는 DICOM 데이터를 하나의 파일로 무손실 압축한 후 전송하여 전송시간을 줄였으며, 비동기식 방식의 웹 서비스를 통해 전송완료를 기다려야

하는 문제를 해결하였다. GridFTP Mediator에서 제공하는 서비스는 그리드 전송을 최적화하기 위해 TCP Buffer 사이즈 및 병렬 전송, 스프라이트 전송을 기본으로 동작하도록 설정하여 사용자가 GridFTP 전송에 필요한 설정을 하지 않고 경로 설정만으로 간단히 사용하도록 지원하였다. 또한, 그리드 전송을 위해서는 그리드 보안에서 인증을 받아야만 데이터 접근을 할 수 있다. GridFTP Mediator는 사용자의 인증서를 통해 데이터에 접근권한을 얻어 전송하도록 프로세스를 최소화하였다.

- **RFT Mediator** : RFT(Reliable File Transfer)[11]는 여러 개의 GridFTP 전송을 제어하여 신뢰성 있는 관리 기능을 제공한다. RFT는 GridFTP를 통해 전송되는 파일의 리스트, 파일 전송 상태 정보를 데이터베이스에 저장하여 전송중 문제가 발생하였을 경우 복구할 수 있는 능력을 가지고 있다. 이러한 전송을 하기 위해서는 전송작업문서를 통해 작업을 등록해야 한다. RFT Mediator는 전송작업문서를 자동으로 생성하여 작업을 등록해주어 사용자는 간단하게 RFT 서비스를 이용할 수 있다. RFT 서비스를 의료분야에 적용하여 의료영상 데이터의 전송중 문제가 발생하였을 경우 이를 복구하여 신뢰성 있는 전송을 지원한다. 그리드 RFT 서비스의 동작에 대한 지식 없이도 활용할 수 있도록 하였으며, 전송하고자 하는 데이터의 위치 정보를 가지고 서로 다른 플랫폼에서 웹 서비스 호출을 통해 신뢰성 있는 전송을 가능하게 하였다.

- **MyProxy Mediator** : MyProxy는 온라인 인증서 저장소로서 그리드 보안과 위임 메커니즘이 부족한 프로그램 사이의 상호 호환성을 제공한다[12]. MyProxy Mediator 서비스는 온라인 인증서 저장소에 대한 동작이나 기능에 대한 지식 없이도 웹 서비스 호출을 통해 MyProxy의 기능을 간단하고 다양하게 사용하도록 하였다. 이러한 서비스를 이용하여 그리드 보안의 위임 메커니즘이 없는 PACS와 같은 의료장비와 그리드 보안 인프라(GSI, Grid Security Infrastructure)의 상호 호환성을 제공하여 의료분야에서 요구되는 보안을 제공할 수 있다. 또한 웹 서비스를 통해 어떠한 플랫폼에서도 사용가능하다.

- **MDS Mediator** : MDS(Monitoring and Discovery

System)는 그리드에서 분산된 시스템의 자원 및 서비스에 대한 정보를 검색하고 모니터링 하는 서비스이다. 그리드에서는 Index 서비스와 트리거 서비스로부터 XML 기반의 자원 속성 접근 및 조회 기능을 제공하여 사용자에게 서비스의 위치 및 자원의 상태를 알려주고 있다. 글로벌스 툴킷에서 제공하고 있는 Information Providers는 MDS 서비스에 시스템에 관한 추가적인 정보를 제공하고 있다. 이러한 Information Providers에는 Hawkeye Information Provider, Gangli Information Provider를 선택적으로 사용할 수 있으며, WS GRAM, Reliable File Transfer Service(RFT)의 정보를 XML 형식으로 제공하고 있다[13]. MDS Mediator에서는 기본적으로 제공하고 있는 XML 형식의 정보를 조회하도록 하는 서비스이며, 기본적인 서버 정보, 메모리 정보, 파일 시스템 정보, 프로세스 정보를 제공하는 “Ganglia Information Provider”[14]를 사용하였다. MDS에서 제공하는 정보는 그리드 자원 및 서비스, 시스템의 상태 정보를 조회할 수 있으며, 의료분야에서는 기존의 IP, 호스트네임과 같은 고정적인 정보를 등록하여 사용하였다. 고정적인 정보를 사용하여 PACS 서버의 상태 변화를 알지 못해 의료 정보 검색 및 전송을 하여도 검색이 되지 않거나 의료데이터를 받지 못하는 문제가 발생하였다. 이러한 문제는 MDS Mediator에서 MDS 서비스를 이용해 해결 방법을 제공한다. MDS Mediator는 그리드의 XML 형식의 MDS 정보를 이용하여 서버 상태를 확인하고 실시간적으로 서버의 정보를 제공한다. 제공받은 정보를 서버의 등록 리스트에 동적으로 구성함으로써 전송하거나 전송받는 서버의 상태를 바로 알 수 있다.

- **RLS Mediator** : RLS Mediator는 RLS 서비스와 DRS 서비스의 기능을 제공한다. RLS(Replica Location Service)는 복제된 데이터의 물리적 위치에 관한 정보에 접근하도록 제공하며 유지하는 서비스이다. 이 서비스는 하나의 논리적 파일에 여러 개의 물리적 복제 정보를 가지며, 그리드 환경에서 데이터의 중복을 제공할 수 있다. DRS(Data Replication Service)는 그리드 환경에서 데이터 파일을 복제하기 위한 시스템을 제공하며, 복제 정보는 RLS에 등록된다. DRS는 RFT와 GridFTP를 이용하여 데이터 및 파일을 전송한다. 또한, RLS의 위치 정보를 이용하며 복제된 데이터를 등록한다. RLS에서 사용되

는 논리적 파일 정보는 유일한 식별자이어야 하며, 물리적인 파일 정보는 스토리지 시스템에서 파일의 복제 위치를 가진다. RLS Mediator에서는 RLS를 이용하여 의료 영상데이터를 등록하고, 등록된 정보를 의료영상데이터의 정보 검색에 활용함으로써 신속한 정보 검색 및 데이터 중복을 방지할 수 있다. 또한, DRS 서비스를 활용하여 RLS에 등록된 많은 양의 데이터 백업 및 복구 기능을 제공할 수 있도록 한다.

IV. 구현 및 성능분석

본 논문의 실험에 사용한 영상은 병원에서 촬영된 공개된 환자의 Patients, Studies, Series를 포함하고 있는 DICOM 형식의 의료영상데이터를 사용하였으며, PACS 서버의 데이터베이스에 입력하여 사용할 수 있도록 하였다. 제한한 WGSN 모델은 웹 서비스를 사용하여 구현하였으며, 각 기능은 다음과 같다. 그림 5는 MyProxy Mediator를 이용하여 온라인 인증서 등록 및 온라인 인증서의 인증정보를 나타낸 것이다.

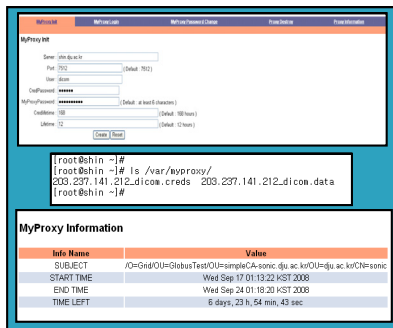


그림 5. MyProxy 연동
Fig. 5. MyProxy Interworking

또한, PACS Search Mediator 서비스를 이용한 검색 및 조회 서비스는 다중서버환경에서 비동기 방식의 다중 접속을 통해 PACS 데이터베이스의 정보를 통합하여 보여준다. 그림 6은 PACS Search Mediator 서비스를 이용한 검색 기능을 보여주고 있다.

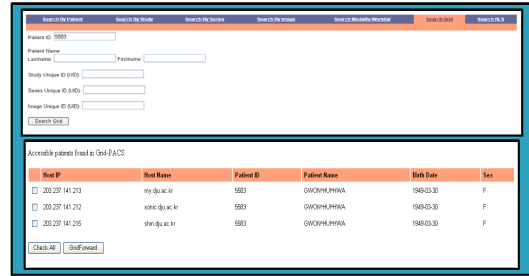


그림 6. 다중 서버 접속 방식의 검색 기능
Fig. 6 Retrieval via Multi-server Access

RLS Mediator 서비스는 그리드 RLS를 이용하여 의료 영상데이터를 등록하고 등록된 정보를 검색하고 통합하여 보여주는 서비스이다. 그림 7은 RLS Mediator 서비스에서 의료영상데이터를 등록하는 화면이며, 의료영상데이터의 중복을 줄일 수 있다. 또한, DRS 기능을 이용하여 의료영상데이터의 백업 및 복구 기능을 제공할 수 있다.

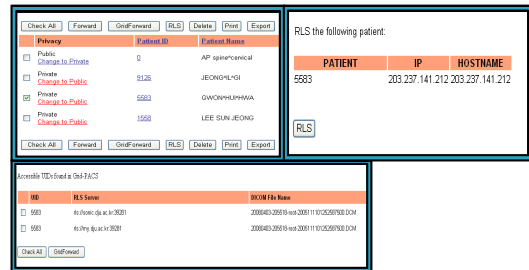


그림 7. 의료 영상 데이터 검색
Fig. 7. Medical Image Retrieval

그림 8은 PACS에서 그리드 전송 시 MDS Mediator 서비스를 이용하여 서버상태에 따라 자동으로 등록리스트가 작성되며 스토리지 시스템의 정보를 확인하도록 구성한 화면이다.

그림 9의 상위 화면은 의료영상데이터의 전송 시 화면으로 AE (Application Entity)의 선택에 따라 스토리지 시스템의 상태정보를 보여주고 있다. 한편 그림 9의 아래 화면은 GridFTP Mediator를 이용한 의료데이터 전송이 완료 후 전송 받은 PACS의 화면이다.

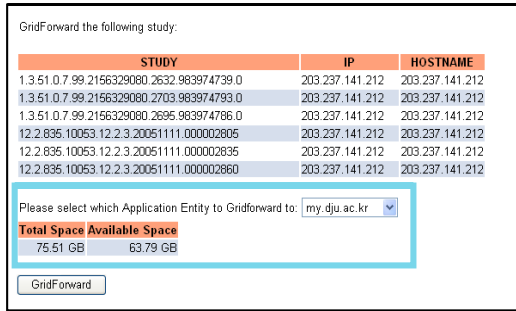


그림 8. MDS Mediator 서비스
Fig.8. MDS Mediator Service

이러한 결과를 분석하면 서버의 수가 증가할수록 속도의 차이가 생기는 것을 확인할 수 있다.

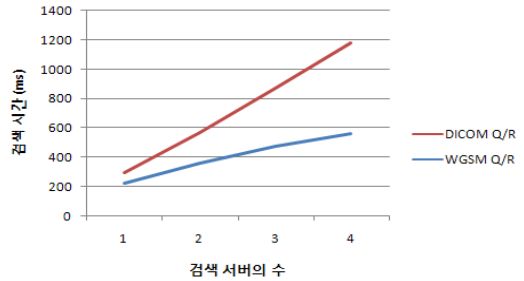


그림 10. 검색완료 시간 측면의 성능향상
Fig.10 Performance of the Retrieval Time

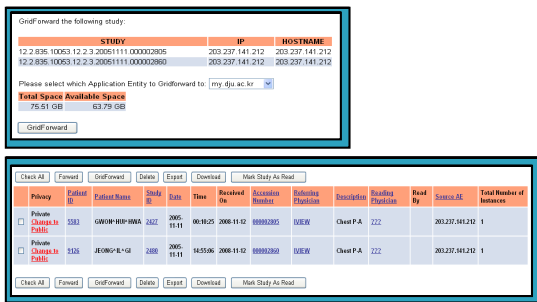


그림 9. GridFTP Mediator를 이용한 의료데이터 전송
Fig.9. Medical Data Transfer via GridFTP Mediator

WGSM Q/R은 여러 서버를 동시에 검색하여 결과를 얻어오지만 사용자에게 검색 결과를 통합하여 보여주 기 때문에 검색 시간이 조금씩 증가하는 것을 볼 수 있다. 전송 성능을 분석하기 위하여 제한한 서비스들을 적용한 그리드 전송 기능을 이용하여 지역적으로 떨어진 두 서버 사이에 전송 테스트를 하였다.

표 2. 통신 방법에 따른 전송 시간(sec)
Table.2 Comparison of Transmission Time

전송량 전송방식	100MB	200MB	500MB	1000MB
DICOM	104	224	667	1090
GridFTP	89	182	441	907
WGSM DTS	62	131	315	688

본 논문에서 제한한 협업 환경의 다중 서버에서의 검색 서비스(Web Services-based Grid Service Mediator Query/Retrieve, WGSM Q/R)가 적용된 PACS 상의 검색 기능과 DICOM Query/Retrieve를 이용한 검색 기능을 검색 서버의 수에 따라 수행하여 전체 검색시간을 비교하였다.

구축 환경에서의 검색 성능 테스트 결과는 표 1 및 그림 10과 같다.

표 1. 의료영상데이터 검색 완료시간
Table.2 Medical Image Data Retrieval Time (millisecond)

검색방법 \ 서버 수	1	2	3	4
DICOM Q/R	296	568	870	1183
WGSM Q/R	226	374	483	560

전송에 적용된 서비스들은 기존의 DICOM, GridFTP 그리고 본 연구에서 개발한 DICOM MetaData Mediator, Compress Mediator, GridFTP Mediator, RFT Mediator 서비스를 연동한 새로운 서비스(Web Services-based Grid Service Mediator DICOM Transfer Services : WGSM DTS)를 사용하였다. 성능 분석을 위한 전송 데이터는 100MB, 200MB, 500MB, 1,000MB를 사용하였다. 전송 성능 테스트 결과는 표 2 및 그림 11과 같다. 이러한 결과를 분석하면 WGSM DTS를 이용한 전송은 무선설 압축 시간을 포함하면서 전송 데이터의 크기가 증가할수록 DICOM 및 GridFTP 보다 전송 시간을 단축함을 알 수 있다.

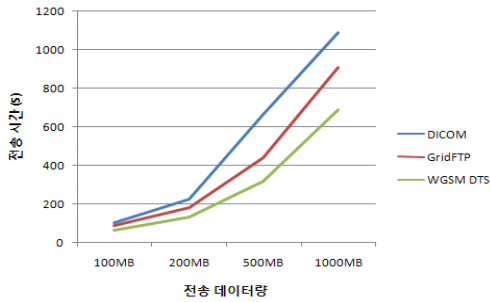


그림 11. 통신방식에 따른 전송 시간 비교
Fig.11. Comparison of Transmission Delay Time

V. 결론

의료 분야에서 의학 및 임상 연구가 이루어지면서 협업 연구가 증가함으로 인해 지리적으로 분산된 외부 기관의 원격 데이터 공유 및 접근이 필요하게 되었다. 이러한 협업 환경으로 인하여 의료 데이터 관리 기능과 안전한 접근, 접근 제어를 위한 사용자 인증이 요구되었다. DICOM과 PACS 기술은 독립된 병원 환경에서만 동작하며, 그리드 기술은 DICOM과 같은 의료정보교환 프로토콜을 지원하지 않아 PACS 통합에 적용하기에는 부족함이 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 XML 기반의 SOAP 프로토콜을 사용하는 웹 서비스를 통해 PACS 통합 및 그리드 데이터 관리 기능을 제공하기 위한 그리드 서비스 중계자 계층을 정의하고 WGSMDTS 프레임워크를 제안하여 그 성능을 비교분석하였다.

구현한 WGSMDTS 모델은 의료 분야의 협업 환경에서 요구되는 사용자 인증과 안전한 보안을 PACS에 제공하며, 웹 서비스를 통해 그리드 시스템에 대한 이해나 지식이 없이도 그리드 서비스를 사용할 수 있게 한다. WGSMDTS는 기존의 방식들에 비하여 검색시간 및 전송 지연시간에서 우수한 성능을 보임을 확인하였다. 개발한 WGSMDTS 모델은 다양한 플랫폼과 사용 환경에서도 웹 서비스를 이용하여 Grid Service Mediator를 제공할 수 있어 PACS 통합과 서로 다른 PACS간 상호운용이 가능한 장점이 있다.

참고문헌

- [1] I. Foster, "The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations," First IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, May 2001, pp 6-7.
- [2] I. Foster, "The Grid: A new infrastructure for 21st century science," Physics Today55(2), 42-47, 2002.
- [3] I. Foster, H. Kishimoto, A. Savva, D. Berry, A. Djaoui, A. Grimshaw, B. Horn, F. Maciel, F. Siebenlist, R. Subramaniam, J. Treadwell and J. Von Reich, "The Open Grid Services Architecture, Version 1.0," Informational Document, Global Grid Forum (GGF), January 29, 2005.
- [4] 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, 2006.
- [5] Erberich SG, Silverstein JC, Chervenak A, Schuler R, Nelson MD and 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] HealthAlliance Hospital Provides Anytime, Anywhere Access to Medical Images Using IBM's Grid Medical Archive Solution, CHICAGO, IL - 27 Nov 2007, <http://www.ibm.com>.
- [7] Medical Image Storage and Communication solution, MISTC, <http://www.dicomgrid>.
- [8] DICOM Services Grid software from Acuo Technologies, <http://www.acuotech.com>
- [9] Manca S, Leoni L, Giachetti L and Zanetti G, "A Virtual Data Grid Architecture for Medical Data using SRB," In Proc. of Europacs 2004, Trieste, p475-78.
- [10] Zeilinger G. Project, dcm4che2, DICOM implementation Java, <http://www.dcm4che.org>
- [11] B. Allcock, J. Bester, J. Bresnahan, A. L. Chervenak, I. Foster, C. Kesselman, S. Meder, V. Nefedova, D. Quesnal and S. Tuecke, "Data Management and

- Transfer in High Performance Computational Grid Environments," *Parallel Computing Journal*, Vol. 28 (5), May 2002, pp. 749-771.
- [12] J. Novotny, S. Tuecke and V. Welch, "An Online Credential Repository for the Grid: MyProxy," In Proc. of the Tenth International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC-10), IEEE Press, August 2001.
- [13] The Globus Project, <http://www.globus.org>.
- [14] Ganglia Information Provider, <http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/info/provider/s/ganglia/>

저자소개



이봉환(Bong-Hwan Lee)

1985년 서강대학교 전자공학과
졸업(학사)
1987년 연세대학교 대학원
전자공학과 졸업(석사)

1993년 Texas A&M 대학교 대학원 전기 및
컴퓨터공학과 졸업(박사)

현재 대전대학교 정보통신공학과 교수

※ 관심분야 : 클라우드컴퓨팅, 유비쿼터스헬스케어,
네트워크보안 등



조현숙(Hyeon-Sug Cho)

1995년 대전대학교 수학과(학사)
2000년 대전대학교
정보통신공학과
졸업(석사)

2008년 대전대학교 정보통신공학과 졸업(박사)

현재 대전대학교 교양교육원 전임강사

※ 관심분야: 클라우드컴퓨팅 보안, 네트워크보안 등