

---

## Web 2.0 기반의 생명과학 문헌정보 네트워크 설계

Design of Web 2.0 based Bibliographic Information Network for Life Science

안부영, Buyoung Ahn\*, 김대중, Daejung Kim\*\*,  
한정민, Jeongmin Han\*\*, 박양숙 Yangsook Park\*\*

---

**요약** 기존 웹 기반 시스템들의 정보들은 단순하게 정보 제공자로부터 사용자로의 단방향 흐름이며 하이퍼링크로 연결된 정적인 문서 구조로 구성되어 있다. 이로 인해 정보의 갱신이 느리고 제공자와 사용자간의 상호 작용이 낮은 실정이다. 또한 학술정보를 독점하거나, 무기화하여 사용자의 자유로운 접근을 방해하고 분산되어 있는 대량의 디지털 콘텐츠에 대한 상이한 포맷과 전송 프로토콜로 적시성 있는 정보의 검색과 수집이 어렵다.

이런 문제를 해결하기 위해 사회적 네트워크 기반 위에 사용자 참여와 공유를 지향하도록 차세대 웹을 도입하고 생명과학 관련 학술 정보에 대한 자유로운 접근과 상호운용성을 증진시키기 위해 OAI 프로토콜을 사용한 생명과학 문헌정보 네트워크를 설계한다. 이 네트워크는 첫째, 최신 논문, 세미나 발표자료, 연구노트, 연구 보고서 등의 자료를 공유 및 교환하고 사용자들 간에 커뮤니티를 구성할 수 있는 Open Repository 기능, 둘째, 분산되어있는 생명과학 관련 문헌정보에 대한 메타데이터를 수집·저장하는 OAI 프로토콜 기반의 Open Collection 기능, 셋째, 개방형 접근이 가능한 생명과학 관련 문헌정보 메타데이터를 서비스하는 Open Access 기능, 마지막으로, 회원 관리, 통계 그리고 등록된 자료에 대한 인증 절차를 하는 Administration 기능 등 4가지로 구성된다.

**Abstract** In current web-based systems, it is generally recognized that one way flow of information from providers to users can cause the static problem of document structure. Therefore, information update frequency and interaction between providers and users are quiet slow. Monopolized information can obstruct the free user's access and heterogeneous format and different protocols also make users difficult to retrieve and to collect information.

To resolve these problems, in this study, we introduce the Web 2.0 to move toward the user's participation and share based on the social network and the OAI protocol to improve the free access and the interoperability on bibliographic information for Life Science and then design the bibliographic information network for life science. This network has four main functions such as: 1) Open Repository function that can make up user community for sharing and data exchange. Data such as article, seminar material, research note and research report are considered in design. 2) Open Collection function that can collect and store the metadata on distributed bibliographic information networks, 3) Open Access function that can manage the metadata in the open access environment, and 4) Administration function that can monitor the user activity and statistics and can inspect the registered data.

**핵심어:** 웹 2.0, 오픈 액세스, 오픈 리포지터리, 오픈 컬렉션, OAI-PMH

---

\* 주저자: 한국과학기술정보연구원(KISTI) 선임기술원; e-mail: ahnyoung@kisti.re.kr

\*\* 공동저자: 한국과학기술정보연구원(KISTI) 연구원; e-mail: kimdj@kisti.re.kr, goal@kisti.re.kr, greenish3@kisti.re.kr

## 1. 서론

새로운 기술의 탄생이나 사고의 발상은 어떤 문제에 대해 새로운 해결 방안을 제시하거나 현상에 대한 재해석 또는 재발견으로 나타난다. Web 2.0은 후자의 경우에 속하며, 기존 웹에 대한 새로운 요구로 만들어진 것이 아니라 진보하는 인터넷 환경에 대한 재발견이며 과거 닷컴 버블 붕괴 과정에서 살아남은 기업들의 특징을 규명하는 과정에서 이들 기업과 타 기업들을 차별화시킨 개념이다[10]. Web 2.0에서는 정보의 생성이나 유통이 사용자 참여와 사회적 네트워킹을 통해서 이루어지는 반면에 기존 웹 기반 시스템들의 정보들은 단순하게 정보 제공자에서 사용자로의 단방향의 흐름이며 하이퍼링크로 연결된 정적인 문서 구조로 구성되어 있다. 이로 인해 정보의 갱신이 느리고 제공자와 사용자 간의 상호 작용이 매우 낮은 실정이다. 또한, 일부 출판사업체가 학술정보를 독점하거나, 무기화하여 사용자의 자유로운 접근을 방해하고 분산되어 있는 대량의 디지털 콘텐츠에 대한 상이한 포맷과 전송 프로토콜로 적시성 있는 정보의 검색과 수집이 어렵다[4].

이런 문제를 해결하기 위해 사회적 네트워크를 강화하여 사용자 참여와 공유를 지향하도록 차세대 웹을 도입하고 생명과학 관련 학술 정보에 대한 자유로운 접근과 상호운용성(Interoperability)을 증진시키기 위해 OAI(Open Archive Initiative)에서 제시한 OAI 아키텍처와 OAI 프로토콜을 이용한 생명과학 문헌정보 네트워크를 설계한다. 이 네트워크는 첫째, 최신 논문, 세미나 발표자료, 연구노트, 연구 보고서 등의 자료를 공유 및 교환하고 사용자들 간에 커뮤니티를 구성할 수 있는 Open Repository 기능, 둘째, 분산되어 있는 생명과학 관련 문헌정보에 대한 메타데이터를 수집·저장하게 하는 OAI(Open Access Initiative) 프로토콜 기반의 Open Collection 기능, 셋째, 개방형 접근이 가능한 생명과학 관련 문헌정보 메타데이터를 저장·서비스하는 Open Access 기능, 마지막으로, 회원 관리, 통계 그리고 등록된 자료에 대한 인증 절차를 하는 Administration 기능으로 구성된다.

본 논문은 2장에서 Web 2.0에 대한 정의와 특징 그리고 OAI 프로토콜에 대한 관련 연구를 시작으로 3장에서는 Web 2.0 기술과 OAI 프로토콜 기술을 도입하여 생명과학 문헌정보 네트워크 설계를 그리고 마지막으로 4장에서 이 연구의 결과와 향후 연구 방향을 제시하는 것으로 구성하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 Web 1.0 vs Web 2.0

기존 웹인 Web 1.0은 Tim Berners-Lee에 의해 시작

되었고, 하이퍼링크 구조로 이루어진 정적인 HTML 문서의 집합체이다. 문서들 간에 단순한 링크로 이동하기 때문에 상호작용성이 낮고 정보의 수정/갱신과 같은 일련의 과정이 웹 브라우저에서만 일어나 최신성이 떨어진다. 이런 정적인 환경과 기능의 한계를 벗어나기 위해 자바에플릿, 자바스크립트, ActiveX 등을 사용해 역동성과 다양한 기능을 제공하였다. 하지만 ActiveX는 보안에 매우 취약하고 사용자 PC에 설치해야 한다는 불편함이 있다. 또한, 윈도우에 종속적이어서 다른 웹 브라우저의 접근성이 차단되는 한계를 가지고 있다.

이에 반해, Web 2.0은 O'Reilly와 미디어라이브 인터넷 서널 컨퍼런스 브레인스토밍 세션에서 Dale Dougherty에 의해 처음 Web 2.0이라는 용어가 사용어 이 때까지 구글에서 950 만건 이상 인용되었다[10]. Web 2.0에 대한 정의가 여러 가지이지만 “최종 사용자에게 웹 어플리케이션을 제공하는 컴퓨팅 플랫폼”이라는 것이 가장 일반적이며 간단히 “플랫폼으로서의 웹”이라고 한다. Web 1.0과 Web 2.0에 대한 비교는 표 1과 같다.

Web 2.0은 사용자 참여와 사회적 네트워크에 중점을 두고 있어 인터넷 환경에 많은 변화를 주었다. 그중 Web 2.0의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ① 개방성: 웹의 정보가 거의 공개되어, 정보의 재가공이 용이하며 사용자 편의에 따라 정보의 수정, 보완을 할 수 있어 정보의 개인화가 가능하다.
- ② 사용자 참여: 기존 웹의 정보가 데이터 제공자에 의한 일방적인 제공인 반면에 Web 2.0은 블로그 등을 통한 사용자 참여에 의해 콘텐츠가 생성된다.
- ③ 사회적 상호작용에 기반한 브라우징: 기존의 HTML기반의 단순 브라우징 형태가 아니라 사회적 네트워킹에 기반한 소셜 브라우징이나 태깅을 이용한 네비게이션 방식, RSS/Atom 등을 통한 한 번에 여러 개의 콘텐츠를 수집, 가공, 재배포한다.
- ④ 개발 도구(API) 제공: 생성된 콘텐츠로 공개하여 누구나 쉽게 이용할 수 있도록 개방된 개발도구를 제공한다. API는 XML, RDF, 웹 서비스 등 공개된 표준 스펙을 기반으로 개발되어 일반 사용자에게 제공된다.

이런 변화들이 구체적인 기술로 나타나게 되는데, 그중 생명과학 문헌정보 네트워크에 활용될 Web 2.0 기술들에 대해 살펴보기로 한다.

- Weblog: Web과 log의 조합어로 웹에서 누구나 손쉽게 정보를 작성하고 편집할 수 있어 정보의 축적이나 공유가 용이하고 상호 작용성이 강한 1인 미디어이다. 최근에는 자신의 글을 참조하여 다른 회원이 글을 작성하면 자신의 블로그에 자동 통보되는 트랙백

(trackback) 기능이 부가되고 있다.

- 콘텐츠 신디케이션: 사용자가 관심 있는 웹사이트를 직접 방문하지 않고 자동으로 최신정보를 다양한 환경의 사용자에게 제공한다. 이를 위해 데이터 표준인 XML과 HTTP 프로토콜을 사용하며 RSS, RDF, Atom과 같은 기술들이 있다. RSS 포맷을 통해 콘텐츠(혹은 피드)를 전송할 수 있으며, 콘텐츠와 메타 데이터로 구성되는 각각의 피드에는 헤드라인, 링크, 내용 등이 포함된다.
- 콘텐츠 태깅(Folksonomy): 기존 정보 분류 방법인 디렉터리 방식은 전문적인 지식을 가진 웹 관리자나 전문가가 콘텐츠를 트리 형식으로 구분하였지만, 태깅 방법은 사용자가 직접 콘텐츠를 함축적으로 표현할 수 있게 키워드 즉, 태그를 자유롭게 부여하여 분류한다. 대표적인 사례로는 북마크 공유사이트인 델리셔스와 포토 블로그인 플리커 그리고 메타 사이트인 테크노라티 등이 있다.
- Ajax: Asynchronous Javascript + XML의 약어로 Adam Rifkin가 처음으로 발표하였다. 웹에 비동기라는 개념을 도입하여 기존의 기술들을 조합하여 만들었다. 이것의 장점은 보안에 취약한 ActiveX를 사용하지 않고 그 기능을 구현한 것이다. 대표적 사례로는 구글 Suggest, Gmail, 네이버 추천 등이 있다.

표 1. Web 1.0과 Web 2.0과의 비교

구분	Web 1.0	Web 2.0	
특징	포털 제공된 서비스만 사용 가능	플랫폼으로서의 웹, 오픈소스이며 모든 사람이 이용 및 수정 가능	
	기술 중심	사용자 참여와 공유	
기술	HTML, ActiveX 등	Java Web Start(Flex, Laszlo, Flash), XUL, RSS, Atom, REST, 태깅, 위키 Ajax, LAMP 등	
보안, 종속성	ActiveX 사용 보안 취약 브라우저, OS에 종속	브라우저, OS에 상관없이 구현 가능	
브라우저	MS사의 익스플로러	파이어폭사의 플락	
사례	광고	터블클릭	Google Adsense
	사진공유	Ofoto	플리커
	백과사전	브리태니커 사전	위키피디아
	음악공유	Mp3.com	냅스터
	개인 홈페이지	Personal Websites	블로깅
	콘텐츠 배포	Akamai	비트토렌트

## 2.2 OAI(Open Archive Initiative)

OAI는 학술정보가 상업출판사의 독점화되어 무기화되는 것을 막고 웹을 사용하는 모든 사용자에게 자유로운 접근을

보장하기 위해 1991년 미국 LANL(Los Alamos National Laboratory)에 근무하던 Paul Ginsparg가 arXiv를 시작으로 1999년 그의 동료들과 함께 만들었다. OAI의 주된 역할은 디지털 콘텐츠의 효율적인 유통과 활용을 목적으로 상호 운용성을 갖는 표준을 개발하고 보급하는 것이다[1]. 이를 표준화시킨 기술이 OAI-PMH(Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting)이다. 2001년에 OAI 프로토콜 v.1.0이 나왔고, 이어 2002년 6월에는 v.2.0이 발표되었다. OAI 프로토콜은 데이터 표준인 XML과 Dublin Core(DC)에 기반하여 최소한의 메타데이터를 정의함으로써 간결하고 확장성이 뛰어나며 HTTP를 사용하여 OAI 저장소 간의 전송 장벽을 낮추어 사용자의 자유로운 접근과 구현이 용이하다.

기존 Z39.50 프로토콜이 정교한 메타데이터 포맷인 MARC(Machine-Readable Cataloging)을 채택하여 비유면에서 컷던 반면, OAI 프로토콜은 DC 메타데이터를 사용하여 상대적으로 저비용이다[2]. OAI에 기반 한 저장소를 오픈 아카이브라고 하며, 이는 디지털라이브러리의 리포지터리에 해당된다. 저장소는 네트워크 접근이 가능하고 OAI 프로토콜을 지원한다[3].

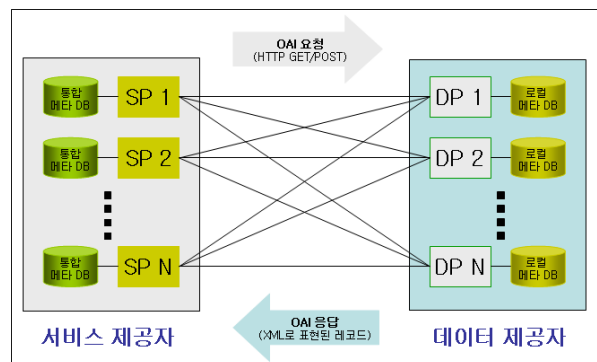


그림 1. OAI 프로토콜 모델

그림 1과 같이 OAI는 크게 데이터 제공자(Data Provider, DP)와 서비스 제공자(Service Provider, SP)로 구성된다. DP는 정보 관리와 원문을 SP에게 제공하고 SP는 DP로부터 메타데이터 등을 수집하여 부가가치 정보를 서비스한다. DP가 되기 위해서는 각 저장소 안의 레코드가 유일한 식별자를 가져야 하며, OAI에서는 식별자 안에 저장소 이름을 포함시킬 것을 강력하게 권고하고 있다. 그리고 모든 레코드는 점진적 수확에 필요한 소인(datestamp)을 가지고 있어야 한다[5].

OAI 프로토콜에 사용되는 6개의 요청 메시드는 메타데이터 수집을 위한 메시드와 저장소의 정보를 얻는 메시드인 표 2와 같다. SP인 OAI 클라이언트는 DP인 OAI 서버에 HTTP 프로토콜의 GET/POST 방식을 통해 6개의 메시드로 메타데이터를 요청하며 응답으로 XML 문서를 전송한다.

이때, 대용량 데이터 전송이 불가능하므로 OAI 프로토콜에서는 데이터를 분할하여 전송할 수 있는 흐름제어 기능의 메서드인 4개의 List계열 메서드를 제공한다[6].

표 2. OAI 프로토콜 6가지 요청과 기능

속성	요청(명령)	기능설명
저장소(아카이브)의 정보를 얻기 위한 명령	Identify	저장소의 기본정보(BaseURL 등)를 검색
	ListSets	저장소의 셋(set)구조를 검색
	ListMetadataFormats	저장소에서 제공되고 있는 메타 데이터 포맷 검색
메타데이터 수집을 위한 명령	ListIdentifiers	저장소에서 수집 가능한 식별자 검색
	GetRecord	저장소로부터 하나의 레코드를 수집
	ListRecords	한꺼번에 대량의 레코드를 수집

전송된 XML 문서는 크게 3 부분으로 나누어져 바이트 스트림으로 전송이 된다. 첫째, 헤더부분은 공통정보항목으로 고유 식별자와 수확일자에 사용되는 타임스탬프를 가지고 있다. 둘째, 메타데이터 본문은 DC와 같은 메타데이터를 이용하여 본문 내용을 담고 있다. 셋째, 부가정보를 기술하는 부분으로 참조정보에 대해 기술한다[11].

이런 OAI 프로토콜은 정보 선진국에서 표준적인 학술 정보 유통을 위하여 채택하고 있으며, 현재 2006년 12월 기준으로 554 개의 저장소가 OAI 레지스트리에 등록되어 있다[4]. 해외에서는 물리학, 수학, 컴퓨터과학, 천문학 분야의 arXiv, 심리학, 신경과학, 언어학 분야의 Cogprints, 경제학 분야의 RePEc 등이 구축되어 있고, 국내에서는 한국과학기술정보원(KISTI)의 stOAI[13], 한국교육학술정보원(KERIS)의 dCollection[14]이 운영 중에 있다.

### 3. 생명과학 문헌정보 네트워크 설계

다양한 환경에서 정보의 상호운용성을 증진하고 커뮤니티 구성원들 간의 정보 공유를 위한 생명과학 문헌정보 네트워크의 설계 방향은 다음과 같다.

- 첫째, 정보는 사회적 네트워크에 바탕 위에 사용자의 참여와 공유로 생성한다.
- 둘째, 다양한 데이터 포맷의 교환과 표현을 위한 메타 데이터 스키마를 제시한다.
- 셋째, 분산되어 있는 대량의 메타데이터에 대한 수집과 저장 관리한다.
- 넷째, 관리자는 사용자에 의해 등록된 자료나 수집된 자료에 대한 승인 절차를 수행한다.

이런 설계 기준에 따라 그림 2와 같이 시스템 아키텍처를 설계하였다.

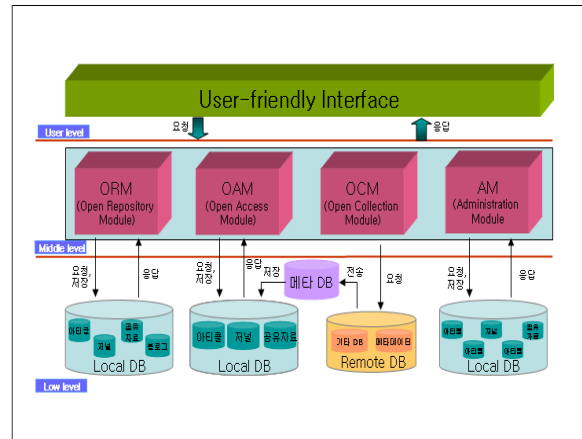


그림 2. 생명과학 문헌정보 네트워크 아키텍처

#### 3.1 데이터베이스 설계

생명과학 문헌정보 네트워크에서 다루는 데이터는 발행 전후의 논문, 학술발표자료, 세미나자료, 연구노트, 실험데이터, 웹 사이트, CD-ROM 등이며 이들 데이터의 저장관리와 메타데이터에 대한 저장소 등을 위해 크게 5개의 테이블로 구성된다[표 3 참조].

표 3. 생명과학 문헌정보 네트워크 테이블 구성

테이블명	설명	비고
분류코드테이블	분류코드에 대한 정보	
저널 테이블	저널에 대한 정보	저작권과 관련 없는 공개된 자료
아티클 테이블	아티클에 대한 정보	"
공유자료 테이블	연구자간 공유 자료로서 OAI 프로토콜에 의해 수집된 자료 저장	학위 논문, 연구 보고서, 교재, 세미나 발표 자료, 기타
회원테이블	회원정보	

이중 저널, 아티클, 공유 자료는 웹에서 다양한 데이터 포맷과 상호 이질적인 시스템에 존재하므로 이들 간에 데이터 전송과 검색을 위해서는 메타데이터에 대한 스키마 설계가 필수적이다. 현재 많이 사용되는 메타데이터 스키마로는 MODS(Metadata Object Description Schema), DC, MARC 등이 있다. 아래 표 4는 3가지 스키마에 대한 비교이다[7]. 이 중 DC는 스키마 요소가 적어 데이터 교환이나 검색에는 효율적이지만, 표현되는 정보의 양이 제한적이고, MODS는 활용된 사례가 적고, MARC 태그는 복잡하다는 문제점이 있다[8] [9]. 그래서 정보 기술 활용에 미숙한 생명과학 관련 연구자와 자유로운 데이터 표현을 위해 이 시스템에서는 MODS와 MARC를 조합해서 사용한다. MODS는 XML 기반의 MARC 서브셋으로 MARC으로의 변환이 용이하고, 반면 MARC는 여러 유형의 데이터를 기술할 수 있을 뿐만 아니라, 시스템 간의 레코드 교환에 적합한 형식이다.



해 분산되어 있는 생명과학 관련 문헌정보의 메타데이터를 수집하여 OAM의 공유자료 테이블에 저장한다. 이때, 메타데이터 검색에 사용되는 OAI 프로토콜의 검색방법은 수확검색(Harvesting Search)을 사용한다. 이 방법은 SP가 메타데이터를 수확한 다음, 로컬 저장소에 저장한 후 검색에 이용되는 반면에, 연합검색은 분산된 저장소에 질의를 해서 응답 결과를 조합해서 처리하므로 수확검색이 네트워크나 검색엔진에서의 처리 비용이 낮다.

- ④ AM(Administration Module): 관리자에게 사용자의 이용 현황과 DB 현황에 대한 통계기능, 데이터베이스 관리 기능, 회원의 가입승인과 권한을 설정하는 회원 관리기능을 지원한다. 특히, 관리자는 각 회원들이 등록한 자료들에 대한 심사 및 수정 등을 통해 일정 수준 이상의 자료들을 서비스 할 수 있도록 한다.

그리고 ORM과 OAM에 의해 갱신된 정보를 사용자가 직접 사이트에 방문하지 않고, 최신 정보를 얻을 수 있게 자동으로 배포할 수 있게 RSS 기술을 도입한다. 또한, 사용자가 생물과학 문헌자료 검색 시 검색어에 대한 추천어를 제공할 수 있게 Ajax 기술을 이용하여 생명과학과 관련된 단어로 필터링된 추천어를 제시한다.

#### 4. 결론

지금까지 사용자 참여와 사회적 공유를 중요시한 Web 2.0과 표준적인 정보 유통 방식인 OAI 프로토콜을 기반한 생명과학 문헌정보 네트워크에 대해 연구하였다.

과거 인터넷은 정보통신과 함께 하드웨어적인 성장과 양적 성장에만 치우쳐 빠르게 성장하였다. 기존 웹에서의 정보 생성이 정보 제공자에 의한 일방적인 사용자 제공이어서 콘텐츠 구축에 막대한 시간과 경비를 소비하였고, 단순한 하이퍼링크로 연결된 문서로 정보의 갱신이 느리고 제공자와 사용자간의 상호 작용이 매우 낮은 실정이다. 또한, 영국, 네덜란드, 독일 등과 같은 정보선진국들은 학술정보를 출판사 업체가 독점을 막고 사용자의 자유로운 접근을 위하여 OAI 프로토콜기반의 유통체계를 구축하였다. 이것은 웹에 분산되어 있는 대량의 디지털 콘텐츠에 대한 상이한 포맷과 전송 프로토콜에 대한 표준방법을 제시하여 적시성 있는 메타데이터에 대한 검색과 수집이 가능하게 해준다.

이런 기술들을 도입하여 사회적 네트워크 기반 위에 사용자 참여와 공유를 지향하도록 하고 생명과학 관련 학술 정보에 대한 자유로운 접근과 상호운용성을 증진하도록 생명과학 문헌정보 네트워크를 설계하였다. 이 네트워크는 첫째, 최신 논문, 세미나 발표자료, 연구노트, 연구 보고서 등의 자료를 공유 및 교환하고 사용자들 간에 커뮤니티를 구성할

수 있는 ORM, 둘째, 분산되어있는 생명과학 관련 문헌정보에 대한 메타데이터를 수집·저장하는 OAI 프로토콜 기반의 OCM, 셋째, 개방형 접근이 가능한 생명과학 관련 문헌정보 메타데이터를 서비스하는 OAM, 넷째, 회원 관리, 통계 그리고, 등록된 자료에 대한 인증 절차를 하는 AM으로 구성된다.

향후에는 생명과학분야에 국한된 메타데이터 스키마를 전체 과학 분야로 확대시킨 스키마 설계가 필요하고 현재의 OAI 프로토콜에서 사용된 HTTP 프로토콜을 확장하여 SOAP, WSDL 그리고, REST과 같은 서비스에 대한 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

#### 참고문헌

- [ 1 ] Issues in Scholarly Communication, [http://www.arl.org/scomm/open\\_access/](http://www.arl.org/scomm/open_access/), 2004.
- [ 2 ] Hussein Suleman, Edward A. Fox. "A Framework for Building Open Digital Libraries" D-Lib Magazine, Vol. 7, No. 12, 2001.
- [ 3 ] Hussein's space, <http://www.husseinspace.com>, 2004.
- [ 4 ] OAI(Open Archives Initiative), <http://www.openarchives.org>.
- [ 5 ] Carl Lagoze, Herbert Van de Sompel, Michael Nelson and Simeon Warner, "The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting v2.0", <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/>, 2002.
- [ 6 ] Shreeves, S. L, Kirkham, C. Kaczmarek, J. Cole, T. W, "Utility of an OAI service provider search portal", Digital Libraries, 2003 Joint Conference, pp. 306-308, 2003.
- [ 7 ] MODS(Metadata Object Description Schema), <http://www.loc.gov/standards/mods>.
- [ 8 ] MARC(Machine Readable Cataloging) standard s, <http://www.loc.gov/marc/>.
- [ 9 ] DC(Dublin Core) Metadata Initiative, <http://dublincore.org>.
- [ 10 ] 김중태, "시맨틱 웹 - 웹 2.0 시대의 기회 디지털 미디어리서치", 2006.
- [ 11 ] 이수상, "메타데이터 상호운용성 보장을 위한 요소 기술", 한국도서관정보학회지, 34권 1호, pp. 91-109, 2003.
- [ 12 ] 이상기, "OAI 기반 Open Digital Library 연구", 정보관리연구-한국과학기술정보연구원, 35권, 3호, pp. 139-159, 2004.
- [ 13 ] 한국과학기술정보연구원 stOAI(Science & Technology Open Archives Initiative) <http://www.yeskisti.net>.
- [ 14 ] 한국교육학술정보연구원 dCollection, <http://www.dcollection.net>.