

시맨틱 라이브러리를 위한 아키텍처 참조 모델

Architectural Reference Model for Semantic Library

한성국(Sungkook Han)*, 이현실(Hyunsil Lee)**

초 록

기술 환경의 변화는 문헌정보시스템의 혁신적인 변화를 촉진하고 있다. 본 연구에서는 문헌 정보 체계기술과 인터넷 정보기술을 융합된 차세대 문헌 정보 시스템의 원형으로 시맨틱 라이브러리를 정의하고, 시맨틱 라이브러리의 기능적 요구사항과 아키텍처의 참조모델을 제시하였다. 시맨틱 라이브러리는 온톨로지와 메타데이터 기반의 의미적 상호 운용성과 통합을 실현하고 정보 자원의 개방과 공유 참여와 협업을 통하여 이용자 정보 서비스를 혁신하는 체제이다. 또한 시맨틱 라이브러리는 FRBR의 논리구조를 근간으로 하여 서비스 지향 아키텍처로 구현됨으로써 효과적으로 시스템을 구축을 실현할 수 있다. 본 연구에서는 차세대 문헌정보 시스템의 모델로 6개 수평 계층과 3개 수직요소로 구성되는 시맨틱 라이브러리의 참조 모델을 제시하였다.

ABSTRACT

The current technological revolution pushes forward the innovation in the library information systems. This study proposes functional requirements and an architectural reference model of Semantic Library, recognized as a prototype of next-generation library information systems, that is a seamless convergence of the library information systems and the Internet technologies. Semantic Library can realize semantic interoperability and integration based on ontology and metadata, and also renovate information services for users with openness, sharing, participation and collaboration. Semantic Library will be effectively implemented by means of service-oriented architecture and the logical structure of FRBR. In this study, a reference model of Semantic Library consisting of 6 horizontal layers and 3 vertical elements is presented as a next-generation model of library information systems.

키워드 : 시맨틱 라이브러리, 디지털 라이브러리, 문헌정보시스템, 웹2.0, 온톨로지
semantic library, digital library, information & the library system, Web 2.0, ontology

* 원광대학교 컴퓨터공학과 교수(skhan@wku.ac.kr)

** 원광대학교 도서관 사서(hyunsil@wku.ac.kr)

■ 논문접수일자 : 2007년 2월 14일

■ 게재확정일자 : 2007년 3월 10일

1. 서 론

전통적 정보자원인 단행본과 연속간행물 등을 중심으로 발전하여 온 문헌정보시스템은 오디오, 비디오, 등 다양한 멀티미디어 정보자원과 전자 도서 등의 출현으로 급격한 변화와 발전을 가져왔다. 전통적인 서지 목록체계인 MARC가 MARC21로 표준화되어 서지정보의 상호 교환과 공유가 가능해 졌으며, DC 등의 메타데이터를 활용하여 문헌정보의 의미적 상호운용성을 실현할 수 있게 되었다. 도서관의 형태도 전통적인 도서관에서 오디오, 이미지, 비디오, 원문 등 다양한 형식의 전자정보 자원을 효율적으로 관리할 수 있는 전자도서관(e-Library)으로 발전하였으며, 인터넷 등 컴퓨터 네트워크를 기반으로 분산 환경하에서 정보자원의 통합과 상호 운영의 실현을 목표로 하는 디지털 도서관(digital library)으로 빠르게 진화하였다(DELOS 2005). 도서관·정보시스템의 변화와 발전은 내재적인 필요성에 기인한 바도 있지만, 정보 기술의 급속한 발전이 원동력이 되었다.

문헌정보시스템은 정보 기술과 밀접한 관계가 있다. 문헌정보시스템은 정보자원의 효율적 관리와 편리한 정보서비스 제공을 목적으로 하고 있으며, 정보기술은 이를 실현할 수 있는 효과적인 기반 수단을 제공하고 있기 때문이다. 역으로 새로운 정보 기술은 기술의 유용성을 입증하기 위해 다양한 정보 자원을 관리하고 있는 문헌정보시스템을 활용하기도 한다. 정보기술은 도서관·정보시스템의 목적을 실현하기 위한 도구로 활용되어 왔으며, 문헌정보시스템의 발전을 유도하는 견인차로서의 역

할을 수행하여왔다.

인터넷 정보통신과 웹기술을 기반으로 하는 최근의 정보기술이 보편화되고 성숙되어짐에 따라 새로운 정보기술이 출현하여 또 다른 진화 단계로 접어들고 있다. 현재의 웹은 저장된 정보만을 일방적으로 제공하는 정보 저장고로써 이용자의 참여를 통한 정보의 상호교환과 협력이 제공되지 않고 있다. 이용자의 참여와 상호작용을 통해서 정보의 개방과 공유, 협업적 정보활동을 실현하고 나아가서 정보자원에 대한 집단지성(collective intelligence)을 실현하고자 하는 웹2.0이 새로운 웹 기술로 자리매김 하고 있다(O'Reilly 2005). 웹2.0의 주요 기술 중의 하나인 폭소노미(folksonomy)는 새로운 분류체계 방법으로 추천되고 있다. 또한 현재의 웹기술은 분산 환경을 기반으로 하고 있으면서도 분산된 정보자원간의 의미적 상호 운용성을 실현하고 있지 못하고 있다. 컴퓨터 스스로가 정보자원을 처리할 수 없는 인간 중심의 수동적인 웹기술인 것이다. 온톨로지(ontology)로 의미 개념을 공유화하여 분산된 정보 자원의 의미적 상호운용성을 실현하고, 컴퓨터 스스로가 정보를 처리할 수 있도록 하는 시맨틱웹(Semantic Web) 기술이 차세대 웹기술의 궁극적 비전으로 대두되고 있다(W3C 2001).

문헌정보시스템 구축 방법에도 커다란 변화가 예상되고 있다. 기존의 객체지향 시스템 개발 기법과 ASP 등을 활용한 웹기반 시스템 개발 방법론은 웹서비스(Web Service) 형태의 서비스 컴포넌트(service component)와 서비스 지향 아키텍처(service-oriented Architectures : SOA)를 중심으로 전환될 것

이다. 웹서비스와 SOA를 활용하여 서비스 컴포넌트의 재사용으로 이용자가 원하는 서비스를 신속하게 제공할 수 있으며 효율적인 문헌정보 비즈니스 체계를 구현하는 변화의 정보환경에 능동적으로 적응할 수 있게 된다(Morgan 2002). 문헌정보시스템과 정보기술 간의 관계를 고려할 때, 이들 새로운 정보기술의 출현은 문헌정보시스템의 혁신적 변화를 촉진하고 있다. 웹을 거대한 정보자원을 소장하고 있는 글로벌 도서관으로 간주하면 웹 2.0은 도서관 변화에 시사하는 바가 크다. 정보자원간의 의미적 상호운용성은 지능적인 정보서비스의 핵심이라고 할 수 있을 것이다. 또한 문헌정보시스템의 새로운 개발 방법론은 도서관·정보인프라 구축의 새로운 방법을 제시하고 있다. 차세대 정보기술과 문헌 정보체계가 상호 결합하여 새로운 형태의 도서관 출현을 예고하고 있다(Lytras et al. 2005; Kruk, Decker, and Zieborak 2005).

본 연구에서는 이를 시맨틱 라이브러리(Semantic Library)로 정의하고 시맨틱 라이브러리의 아키텍처 참조 모델을 제시한다. 시맨틱 라이브러리가 차세대 도서관의 모델로 부각되고 있어 구체적인 참조모델 설계가 필요하다. 본 연구에서는 문헌정보체계의 핵심요소와 차세대 정보기술의 특성을 분석하여, 시맨틱 라이브러리의 기능적, 구조적 요구사항과 참조 모델을 제시한다.

제2장에서는 문헌정보시스템의 발전과 진화 방향의 추세를 고찰하여, 시맨틱 라이브러리의 특성과 성격을 규명한다. 제3장에서는 시맨틱 라이브러리의 핵심요소가 되는 문헌정보체계와 정보기술의 특성을 분석하고 이들 간의 상

호관계에 대하여 서술한다. 제4장에서는 시맨틱 라이브러리의 기능적, 구조적 요구사항을 분석하고, 제5장에서는 시맨틱 라이브러리의 아키텍처 참조모델을 제시하고 세부기능을 서술한다. 제6장에서는 결론과 앞으로의 연구 방향에 대하여 제언한다.

2. 문헌정보시스템의 진화

정보기술의 혁신적인 발전과 산업사회에서 지식정보 사회로의 패러다임 변화에 따라, 정보활용의 중추적인 역할을 수행해 온 문헌정보시스템에도 큰 변화가 있었다. 본 장에서는 문헌정보시스템의 변천과정을 고찰하여, 향후 진화 방향을 정립한다.

2.1 재래식 문헌정보시스템

70년대 미니컴퓨터와 워크스테이션이 보급됨에 따라, 수작업으로 관리하던 도서관 업무의 전산화가 추진되기 시작하였다. 도서관 전산화의 주목적은 도서관 업무의 효율성과 정보검색의 편의성을 제공하기 위한 것으로, 도서관의 내부적 필요에 의해서 추진되었다. E-R 모델을 기반으로 하는 관계형 데이터베이스(relational database), 계층형 데이터베이스(hierarchical database)와 네트워크형 데이터베이스(network database) 등 데이터베이스 기술이 정보화의 기반을 제공함에 따라, 도서관 전산화는 가속화될 수 있었다.

그러나 MARC는 기본적으로 가변장 레코드(variable length record)에 기초하고 있기

때문에 관계형 데이터베이스를 구축하는데 많은 어려움이 제기되었다. 이를 해결하고자 MUMPS와 같은 계층형 데이터베이스가 활용되기도 하였는데, 기능이나 성능면에서 만족할 만한 수준이 못되었다. 또한, 네트워크가 보편화되지 않아 정보자원 접근이 제한적이고 정보자원의 공유와 교환이 이루어지지 않았다. 재래식 문헌정보시스템은 도서관 업무의 전산화로 업무처리의 효율성을 향상시키고, 정보검색 등 정보관리의 방법론 제공에 기여하였다.

2.2 전자도서관 시스템

정보기술의 발전으로 정보자원의 디지털화와 원문 제공 서비스가 가능해졌다. 또한 전자책과 오디오, 이미지, 비디오 등 다양한 형태의 정보자원이 보편화됨에 따라, 이를 효과적으로 관리할 필요성이 있다. 인터넷과 인트라넷(intranet) 등 정보 통신망의 보급으로 개방적인 정보 서비스 제공의 필요성이 증대되었다. 이에 따라, 전자 정보자원 관리와 네트워크 기반 정보 서비스 지원으로 재래식 문헌정보시스템의 중심이 점차 이동하게 되었다. 도서관의 내부적 관리업무 뿐만 아니라, 개방적이고 보다 효율적인 정보서비스에 보다 더 관심을 갖게 된 것이다.

이처럼 전자정보 자원의 대용량 저장고(repository)를 구축하고 개방적 정보접근 서비스를 제공하는 전자도서관(electronic library

: e-library)이 등장하였다¹⁾. 전자도서관은 다양한 매체(media)와 형식(format)의 전자정보자원을 효과적으로 관리하기 위해 대용량 저장장치와 콘텐츠관리시스템(content management system: CMS)을 기반으로 하여 구축된다. 전자도서관은 전자정보 자원을 대상으로 하고 있기 때문에 컴퓨터 네트워크를 활용하여 타부서나 기관과 느슨한 형태의 통합(loosely-coupled integration)을 이루어 전자정보 자원의 교환과 공유체계를 구축할 수 있었다.

다양한 매체와 형식의 전자정보 자원의 서지정보를 기술하는데 MARC는 한계가 있다. 정보자원의 공유가 가능해짐에 따라 의미 이해를 수반하는 표준적인 서지정보 기술 방식이 요구되었다. 이를 위하여 더블린 코어를 비롯한 많은 메타데이터 체계가 개발되어 서지정보 기술의 새로운 방향을 제시하였다.

2.3 디지털 문헌정보시스템

웹정보 기술이 다양한 영역으로 빠르게 확장되어 해당 영역의 정보접근을 위한 게이트웨이가 되었다. 이용자들은 웹을 통하여 정보자원과 정보 서비스가 상시 존재하는 웹정보 공간에 수시로 진입할 수 있게 된 것이다. 웹정보 기술은 이용자에게 보다 유용한 정보공간을 제공하기 위하여 정보자원과 서비스의 웹공간화를 가속화시켰다²⁾. 도서관의 정보자원과 정보

1) 전자도서관에 대한 정의와 관점은 매우 다양하다. 이수상(2003)은 전자도서관을 3가지 유형으로 분석하기도 하였다. 본 논문에서는 전자적 형태의 정보자원을 관리하는 가상도서관을 전자도서관으로 정의한다.

2) 정보서비스는 응용(application) 프로그램의 형태로 제공되어 왔으나, 웹기술의 보편화로 웹상의 정보서비스 형태로 변모하였으며, 이를 웹블리케이션(weblication)이라고 한다. 대표적인 예로써 웹메일이 있으며 ASP(Application Service Provider) 형태로 제공되는 서비스가 이에 속한다.

서비스가 웹공간으로 이전함에 따라 새로운 형태의 디지털 도서관(digital Library : DL)이 출현하게 되었다³⁾.

디지털 도서관은 초고속 정보통신망, 고성능 서버와 대용량 기억 장치를 기본 인프라로 하여, 주로 JSP 또는 ASP 형태의 서비스 서브렛(servelet)을 구현하여 ODBC/JDBC로 데이터베이스와 연계하여 서비스를 실현하는 구조로 구현된다. 시스템 구현의 효율성을 위하여 컴포넌트 기반 개발(component-based development : CBD) 기법을 활용하였으며, CORBA 또는 DCOM 등 분산 컴포넌트 모델 기반의 견고한 시스템으로 구현하는 경우도 있다. 통신 프로토콜은 주로 HTTP를 활용하지만, 분산 디지털 도서관의 통합을 위해 RPC나 RMI를 활용하기로 하였다. 디지털 도서관 시스템은 이처럼 모든 정보기술이 활용된 정보 시스템의 종합이라고 할 수 있다(Soergel 2002).

디지털 도서관 구축에 활용된 정보기술이 효율적으로 운용되기 위해서는 정보관리 체계의 이론적, 실무적 기반이 있어야 한다. 문헌정보 분야에서는 이를 지원하기 위하여 식별체계, 메타데이터와 서지정보 교환 프로토콜 등의 다양한 연구가 수행되었다⁴⁾. 디지털 도서관에서 정보자원은 분산 환경에 존재하므로 URI와 같은 효과적인 식별체계가 필요하다. 이에 따라 DOI 등 많은 식별체계가 개발되었고 표준화되었다. 또한 다양한 형태의 정보자원 서지

특성을 효과적으로 기술하기 위한 메타데이터 표준이 활발히 개발되었다. XML이 보편화되어 MARCXML, MODS, MADS 등이 개발되었고 한정사(qualifier)를 도입하여 더블린 코어를 확장하기도 하였다. 뿐만 아니라 서지정보의 효과적인 교환을 위한 서지정보 프로토콜도 개발되었다. 문헌정보시스템 기술과 정보기술이 서로 결합하여 디지털 도서관이 실현되는 것이다.

디지털 도서관은 정보기술이 인터넷 기반의 웹기술을 중심으로 전개됨에 따라 도출된 새로운 형태의 도서관으로 분산 환경하에서 이질적인 정보시스템의 통합, 정보자원의 디지털화와 다양한 이용자 서비스 제공을 목적으로 하고 있다. 디지털 도서관의 출현으로 도서관의 정보공간이 확대되었고 이용자의 접근이 용이하여 정보자원의 활용이 확대되었다. 디지털 도서관의 이러한 목적을 실현하기 위해서는 다양한 정보자원의 개발과 관리체계의 정립, 이용자 중심 정보서비스의 개발 등이 선행되어야 한다.

2.4 시맨틱 라이브러리 정보시스템

문헌정보학과 정보기술이 긴밀한 관계를 갖고 상호 보완적으로 결합하여 문헌정보시스템을 발전시켜왔다. 문헌정보시스템의 진화 과정을 요약하면 <표 1>과 같다. <표 1>에서 문헌정보시스템은 정보기술의 변화에 맞추어 단순

3) 디지털 도서관에 대한 개념이나 정의에는 많은 견해가 있다. 본 논문에서는 다양한 형태의 정보자원과 관리체계를 구축하고 웹기술을 활용하여 정보서비스를 제공하는 포괄적 의미의 도서관으로 해석한다.

4) 디지털 도서관의 출현으로 도서관정보의 연구는 양적, 질적으로 크게 확대되었다. 또한 정보의 효율적인 활용을 위한 다양한 표준안 체계 등 연구가 활성화되고 있다(민미경 2002).

〈표 1〉 기록물의 유형

	재래식 도서관 정보시스템	전자 문헌정보시스템	디지털 문헌정보시스템
핵심사항	• 도서관 업무의 전산화 • 효과적인 정보검색	• 원문, 오디오, 이미지, 비디오 등 전자정보자원 관리 • 정보자원 활용 부가 서비스 제공	• 분산환경하에서 시스템 통합 • 웹기반의 다양한 정보서비스 제공
정보체계	• MARC	• MARC21 • 더블린코어 등 메타데이터 • 정보검색과 탐색	• 메타데이터 및 응용프로파일 • DOI 등 식별자 체계 • MARCXML, MODS 등 XML/RDF 기술체계 • Z39.50, OAI-PMH 등 정보 프로토콜
정보기술	• 미니컴퓨터/ 워크스테이션 • 관계데이터베이스	• 컴퓨터네트워크(인트라넷) • 대용량 저장장치 • 클라이언트-서버 시스템 • CMS • 멀티미디어 정보 기술	• 초고속정보통신망과 인터넷 • 분산시스템 및 컴포넌트 지향개발 • ASP/JAP 등 웹기술

업무전산화에서 디지털정보자원관리, 그리고 글로벌 네트워크 환경하에서 시스템 통합과 다양한 서비스 제공으로 발전되어 왔음을 알 수 있다. 즉, 도서관의 물리적 한계 극복과 이용자 중심의 다양한 정보서비스 개발에 초점을 둔 것이다. 도서관 정보체계도 MARC 중심의 목록에서 메타데이터 기반의 정보의미 기술로 발전하여 왔다.

지금까지 문헌정보시스템의 변화는 주로 이질적인 시스템간의 물리적 통합, 메타데이터를 활용한 정보자원의 서지정보 기술체계 확립과 웹기반의 다양한 서비스 제공이 중요한 사항이었다. 그러나 정보자원 관리와 서비스 체계의 혁신을 위해서는 보다 근본적인 접근이 요구되고 있다. 메타데이터보다 강력한 의미 표현 기

능을 갖는 온톨로지를 활용하여야 하며, MARC 보다도 FRBR과 같은 서지정보 개념 모델이 요구되고 있다. 정보기술도 온톨로지에 기반한 시맨틱 웹이나 이용자의 참여와 협력을 기반으로 한 새로운 서비스 창출의 웹 2.0 으로 발전하고 있다. 즉, 기존의 디지털 도서관에 의미 개념 처리기술을 도입하여 지능화된 정보자원 관리와 지능 에이전트에 의한 이용자 서비스 혁신체제가 요구되고 있다. 이처럼 의미 개념 처리 기능을 갖는 디지털 도서관을 시맨틱 라이브러리(Semantic Library)로 명명한다⁵⁾.

시맨틱 라이브러리는 이질적인 정보시스템 간의 구조적 통합을 이룬 기존 디지털 정보시스템에 의미적 상호운용성을 실현하여, 의미적으로도 통합되는 시스템의 구현에 역점을 둔다

5) 시맨틱 웹 라이브러리는 온톨로지와 시맨틱웹에 대한 연구가 활발히 진행되면서, 이들 기술을 도서관에 적용하고자 하는 시도에 만들어진 용어로 아직 정확한 개념이 설정되어 있지 않다(Kruk 2005)(Warren, and Alsmeyer 2005).

(Sure and Studer 2005). 시맨틱 라이브러리는 개념의미 수준에서 서지정보를 기술하기 위해 서지 온톨로지를 이용하고 도서관 업무 기술에서도 비즈니스 온톨로지 등을 활용하여 공유화된 의미기술 체계를 갖는다. 또한 이질적 도서관 시스템을 의미적 상호운용성으로 연합(federation)하여 글로벌 가상 도서관(virtual library)을 실현하는 한편, 의미검색(semantic retrieval), 사용간의 사회적 네트워크(social network) 구축 등으로 상호작용(interaction)이 가능한 정보서비스를 제공한다. 시맨틱 라이브러리는 웹 2.0과 시맨틱웹 등 차세대 정보기술의 핵심 동력과 FRBR 등 새롭게 태동하고 있는 도서관 정보체계가 자연스럽게 결합(seamless integration)한 차세대 문헌정보시스템의 원형이라고 할 수 있다.⁶⁾

3. 시맨틱 라이브러리 정보시스템의 요소기술

시맨틱 라이브러리는 문헌정보 체계와 정보기술의 조화로 구현된다. 본 장에는 시맨틱 라이브러리 구현에 필요한 문헌정보 체계와 핵심 정보기술 체계를 분석하여, 시맨틱 라이브러리에서 역할과 활용에 대하여 서술한다.

3.1 시맨틱 라이브러리를 위한 도서관 정보체계

문헌정보시스템의 선결 과제는 다양한 서지정보의 체계 확립이었고 이를 위하여 MARC 체계를 발전시켜 왔다. MARC는 다양한 도서관 정보요소를 조직적으로 기술하는 방법을 제공하여 서지정보 표현의 표준이 되었다. 그러나 MARC는 이용자가 요구하는 다양한 정보서비스를 제공하고, 정보기술 변화를 능동적으로 수용하여 시스템의 효율성 확보하는데 많은 문제점이 드러나고 있다. 이러한 문제점을 극복할 수 있는 방안으로 메타데이터 활용과 FRBR 모델 기반 시스템이 제시되고 있다. 메타데이터와 FRBR은 차세대 문헌정보시스템을 위한 기본 모델이 될 것이다.

3.1.1 정보자원 기술을 위한 메타데이터 체계

디지털 정보자원의 수집, 보관, 관리 및 검색 등을 위한 효과적 서비스 제공을 위해서 메타데이터에 대한 논의가 제기되었다. 메타데이터의 정의나 관점에 대해서는 많은 견해가 있지만, 메타데이터는 정보자원의 의미속성을 기술할 수 있는 표준 방법을 제공하여, 정보자원의 관리와 서비스 제공에 획기적인 전환점을 가져왔다. 메타데이터는 의미적 상호운용성, 서지정보 표현의 적합성 및 간편성 등 서지정보 기술에 필수적인 기능을 제공한다(Gilliland-Swetland 2000). 메타데이터의 이러한 특성과 기능으로 인하여 더블린코어 메타데이터를 비롯하여, IEEE LOM 등 많은 메타데이터 체제가 개발되어 서지정보 기술의

6) 차세대 도서관의 원형으로써 이용자와의 상호작용이 가능한 서비스를 중심으로 한 Library 2.0에 대한 논의들이 있지만 시맨틱 라이브러리는 이용자와의 상호작용 뿐 만 아니라 정보자원의 의미적 상호운용성을 실현하는 시스템으로 단순히 이용자 서비스 개선만을 목적으로 하지 않는다.

새로운 시대를 열었다. 메타데이터는 정보자원의 서지정보 기술 뿐 만아니라 자원의 관리, 이용자 프로파일 관리, 저작권 보호 등 도서관 업무와 검색 등 서비스 모든 분야에서 활용되는 문헌정보시스템의 핵심요소이다⁷⁾. 도서관 정보시스템은 메타데이터를 효과적으로 관리하기 위하여 메타데이터 저장고(metadata repository)를 운영하여야한다. 메타데이터 저장고는 도서관 정보시스템의 기본 인프라로서 수집수준(collection level)의 메타데이터와 아이템 수준(item level)의 메타데이터 레코드를 유지 및 관리하고 다양한 정보 서비스 제공의 근원이 된다. 또한 분산 환경하에서 도서관 통합을 위한 의미적 상호운용성 확보에도 중추적 역할을 수행한다. 일반적으로 도서관 통합의 상호운용성은 <표 2>와 같이 3가지 수준을 고려할 수 있는데, 메타데이터 저장고는 이러한 분산 통합을 가능하게 하는 촉매 역할을 한다(Arms 2002).

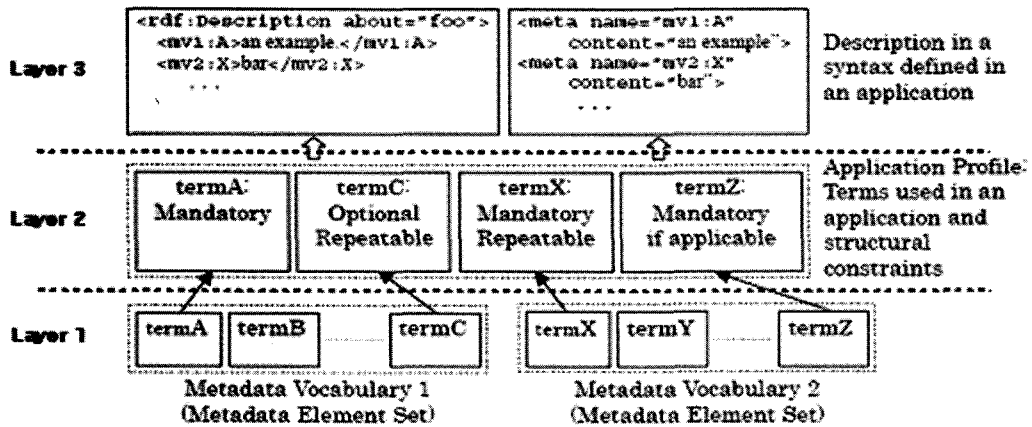
문헌정보시스템에서는 메타데이터 저장고에

저장할 메타데이터 생성 기능을 보유하고 있어야 한다. <표 2>에 보인 바와 같이 수확 등의 방법으로 충분한 메타데이터를 보유할 수 있어야 하며, 자체 정보자원에 대한 효과적인 메타데이터 생성 방법이 지원되어야 한다. 일반적으로 정보자원의 의미 특성은 하나의 메타데이터만으로 기술할 수 없기 때문에 여러 메타데이터를 혼합-일치(mix-and-match) 방식으로 합성해서 활용하게 된다. 따라서 메타데이터의 합성과 확장을 위한 프레임워크가 필요하다. 워릭 프레임워크(Warick Framework)가 제안된 이래로 메타데이터 응용에서 야기되는 다양한 문제를 해결하기 위한 방안으로 응용 프로파일(application profile)이 널리 이용되고 있다. 응용 프로파일은 여러 메타데이터 요소를 가지고 특정 응용에 적합한 메타데이터 스키마를 정의할 수 있다. 메타데이터의 기본 원칙을 고려할 때, 응용 프로파일은 도서관 정보관리 시스템과 같은 메타데이터 응용 시스템에서는 필수적인 요소이다. 일반적으로

<표 2> 도서관 통합의 상호운용성

수준	합의	예
연합 (federation)	• 구문, 의미, 비즈니스에 엄격한 표준 적용	AACR, MARC, Z39.50
수확 (harvesting)	• 상호 메타데이터 제공 • 단순 프로토콜과 레지스트리	OAI-PMH
수집 (gathering)	• 상호협력관계 없음 • 제공 서비스 활용	웹크롤로(web crawler)와 검색엔진

7) Gilliland-Swetland(2000)는 메타데이터를 관리 메타데이터, 서지 기술 메타데이터, 보존 메타데이터, 기술 메타데이터, 활용 메타데이터의 5가지 범주로 구분하고 있다. 그러나 메타데이터는 모든 영역에 걸쳐 활용될 수 있다.



〈그림 1〉 메타데이터 활용 계층

응용 프로파일을 활용하는 메타데이터 체계는 〈그림 1〉과 같이 3계층 구조로 구성된다 (Sugimoto 2005)

메타데이터가 문헌정보시스템의 기반이 되므로 다양한 메타데이터 관리 모듈을 중심으로 시스템이 구현된다. 메타데이터 생성 및 편집, 메타데이터 반출 및 수확, 메타데이터 매핑(mapping), 메타데이터 기반 검색, 메타데이터 저장고 관리 등의 메타데이터 기능 모듈은 문헌정보시스템의 핵심 구성요소가 된다. 이들 기능 요소는 XML, RDF/S, Z39.50 등 메타데이터 관련 표준안을 지원할 수 있도록 구현되어야 한다.

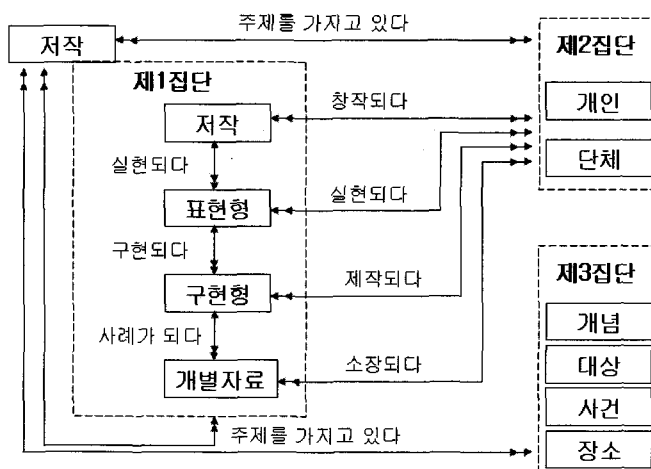
3.1.2 FRBR 프레임워크

전통적 목록체계인 MARC는 관리중심 체계로서 도서관 정보관리에 많은 기여를 하였지만, 구조의 경직성, 전자정보 자원의 출현 등으로 문제점이 드러나고 있다. IFLA에서는 이용자 관점에서 서지정보와 관련 정보체계를

분명하게 정의하기 위해 개체-관계(entity-relation : ER) 기반의 프레임워크인 FRBR을 발표하였다(IFLA 1998). FRBR은 이용자의 서지 레코드 이용 목적을 탐색(find), 식별(identifier), 선정(select)과 확보(obtain)의 4가지 요소로 정의하고 이러한 목적을 달성할 수 있는 최소 수준의 프레임워크를 제시하였다.

FRBR은 〈그림 2〉와 같이 3그룹으로 구성된다. 제1그룹은 서지 레코드에 명시되거나 기술된 지적, 예술적 노력의 산물인 저작(Work), 표현형(Expression), 구현형(Manifestation), 개별자료(Item)으로 구성된다. 제2그룹은 개인과 단체로 구성되는 제1그룹의 행위자로서의 책임을 정의하고, 제3그룹은 저작에 반영된 개념, 대상, 사건, 장소 등 주제를 정의한다.

목록의 기능적 요건을 강화하고 이용자 요구와 관련한 서지 정보를 강조한 개체-관계 기반의 FRBR은 차세대 목록체계의 핵심 개념으로 자리매김하고 있다. 현재 진행중인



〈그림 2〉 FRBR의 구조

AACR3로의 개정도 궁극적으로는 FRBR의 수용이라 할 것이다. 이처럼 FRBR이 차세대 목록 체계로 인식됨에 따라, 문헌정보시스템은 FRBR기반의 정보시스템 기반으로 구축되어야 한다. 그러나 FRBR의 표현 계층의 문제 등 FRBR 기반의 도서관 정보 시스템 구축에 어려움이 있다(이현실, 한성국 2005). FRBR 기반 문헌정보시스템 구축에는 2가지 방법을 제시할 수 있다.

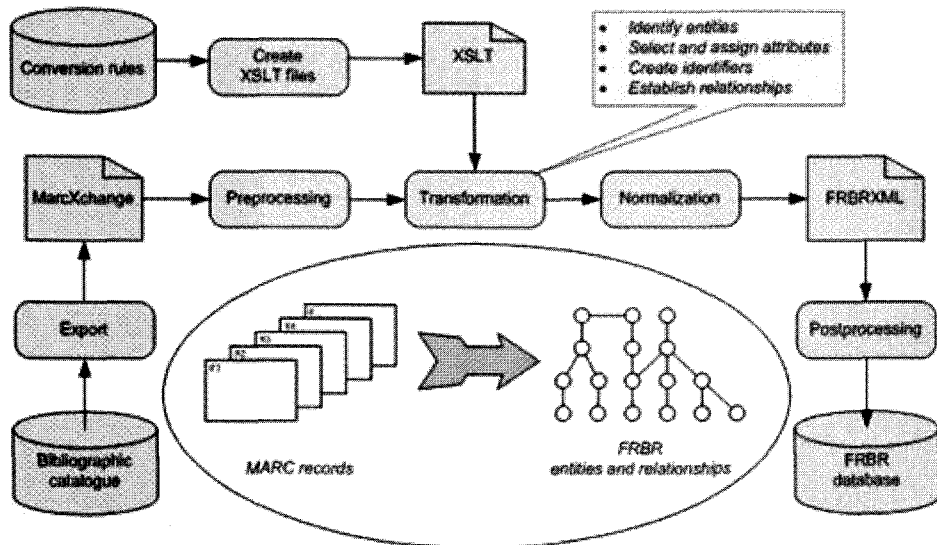
첫째는, 기존의 서지정보가 MARC로 구성되어 있는 현실 여건을 고려하여 이를 자동으로 FRBR로 변화하는 것이다. LC나 OCLC에서도 기존의 MARC 기반 서지 데이터베이스를 FRBR 기반 구조로 자동 변환하는 알고리즘 개발을 시도하고 있다(Matadata and the UT Austin Digital Assets Management System). 일반적으로 MARC 기반 서지 데이터베이스는 〈그림 3〉과 같이 XML 등의 기술을 이용해서 FRBR 데이터베이스로 변환할

수 있을 것이다(Aalberg 2006). 이와 같은 자동변환은 시스템 이전(migration)의 효율성을 제공하여 새로운 목록 체계 적응에 도움이 될 것이다.

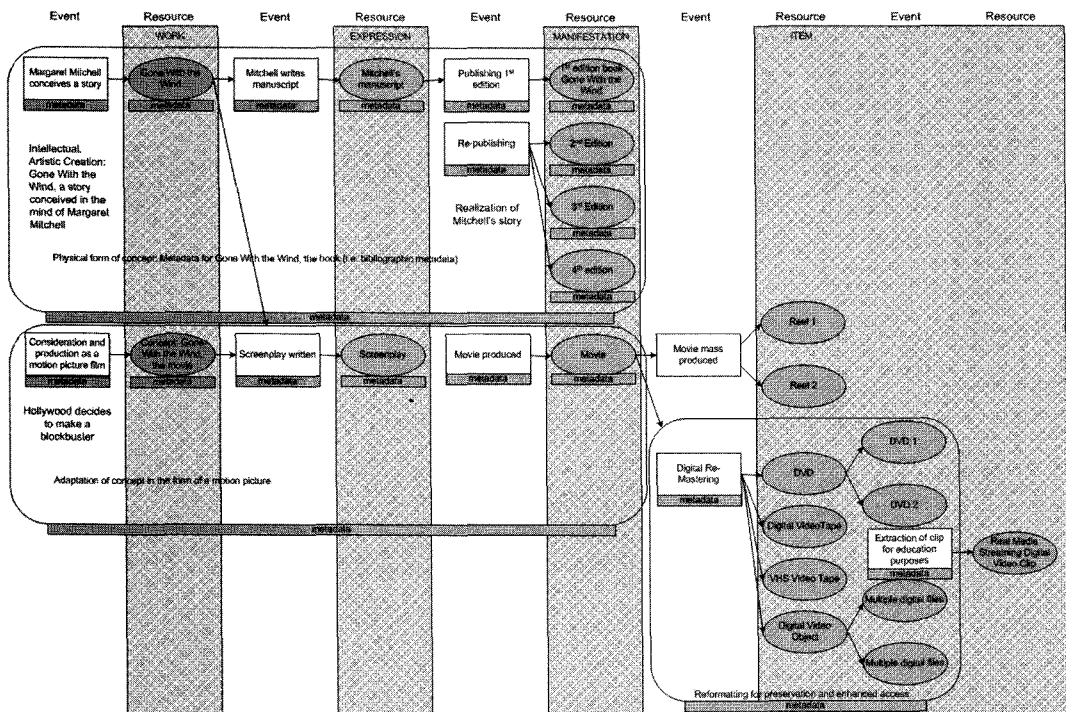
둘째는, 목록작업 단계에서 FRBR 개념에 충실하도록 서지정보를 FRBR화하여 데이터베이스를 구축하는 것이다. FRBR 개념의 정확한 적용이 어렵고, 효과적인 도구지원이 미흡하여 쉽지는 않지만, 질적 수준이 보장된 FRBR 데이터베이스를 구축할 수 있을 것이다. 〈그림 4〉와 같은 이벤트-자원개체(event-resource entity) 개념의 FRBR 구축방법이 개발되고 있어 머지않아 체계적인 개발체제를 구축할 수 있을 것이다(University of Texas at Austin).

3.2 시맨틱 라이브러리를 위한 핵심 정보 기술

인터넷과 초고속 통신망 등 정보기술 인프라의 확충을 기반으로 정보기술이 다양한 분야에



〈그림 3〉 MARC 기반 서지데이터베이스의 자동 변환



〈그림 4〉 이벤트-자원 개체 기반 FRBR 시스템 구축

서 급속히 진화되고 있다. 정보 장치, 정보 콘텐츠와 정보 서비스가 융합(convergence)되어 상시 원하는 정보 서비스를 제공받을 수 있는 유비쿼터스 정보 사회로 진입이 시작된 것이다. 정보기술의 발전은 문헌정보시스템에도 큰 영향을 주고 있으며, 새로운 시스템 구축이 촉진되고 있다. RFID 등 여러 정보기술이 직간접으로 도서관 정보시스템과 관련이 있다. 문헌정보시스템에서 핵심 역할을 하게 될 기술을 살펴보면 아래와 같다.

3.2.1 웹2.0

웹으로 대표되는 인터넷 기술이 성숙하게 됨에 따라 보다 향상된 웹기술을 모색하고자 하는 시도들이 있었다. 이러한 시도의 일환으로 90년대 말닷컴 기업붕괴에도 살아남은 기업들에서 그 방향을 찾고자 하는 시도가 있었으며, 이들 기업이 공통적으로 추구하는 웹기술의 방향을 웹2.0으로 총칭하게 되었다(O'Reilly 2005). 웹2.0은 차세대 인터넷을 대표하는 용어로 널리 사용되고 있으며 향후 인터넷 서비스가 지향하여야 할 원칙을 제시해주고 있다. 웹2.0은 새로운 정보기술의 창출이라고 하기 보다는 웹기반 서비스에 대한 새로운 기술 현상이며 서비스 혁신의 방향이라 할 수 있다.

웹1.0이 읽기 전용 웹(read-only web)이라면 웹2.0은 양방향의 읽기-쓰기 웹(read-write web)이라고 할 수 있다. 웹2.0은 연결된 모든 정보기기를 포괄하는 플랫폼으로써의 네트워크로 이용자 편의를 위해 소프트웨어의 지속적인 갱신, 다수 정보자원의 소비와 재혼합, 참여를 통한 네트워크 효과(network-effect) 생성 등 웹기반 서비스가 지향하여야

할 신개념을 제시하고 있다. 오라일리에서는 웹2.0의 7원칙을 다음과 같이 정의하고 있다.

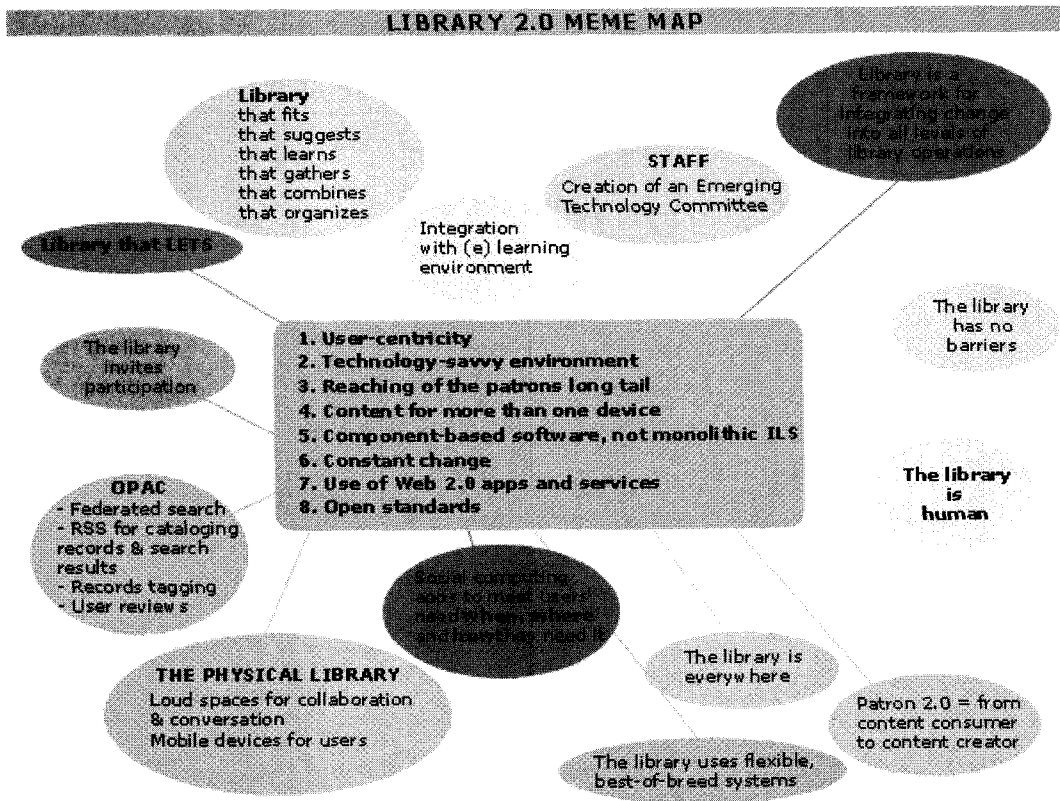
- ① 플랫폼으로서의 웹 : 웹은 정보기술적인 문제가 아니라, 이용자들이 생활, 비즈니스, 커뮤니티 등을 활용하고 정보를 상호 공유하고 전달하는 플랫폼으로서의 기능을 수행한다.
- ② 집단지성(collective intelligence)의 연결 : 더 많은 이용자의 참여와 지식 및 정보의 공유를 통해서 더욱 우수한 서비스를 생성한다.
- ③ 데이터 중심 : 이용자 생성 콘텐츠(user created content : UCC) 등 데이터가 차별화된 서비스의 원동력이다.
- ④ 소프트웨어 갱신 주기 혁신 : 길고 정기적인 소프트웨어 갱신에서 이용자의 의견과 요구를 반영한 실시간적인 지속적 갱신을 수행한다.
- ⑤ 가벼운 프로그래밍 모델(light-weight programming model) : 가벼운 이용자 인터페이스, 가벼운 개발기술, 가벼운 프로그래밍 모델로 단순하고 실용적인 프로그램을 신속하게 개발한다.
- ⑥ 단일정보장치 수준을 능가하는 소프트웨어 : PC, PDA, 휴대폰 단말기, 휴대폰 등 다양한 정보기기에 정보서비스를 제공한다.
- ⑦ 풍부한 이용자 경험(rich user experience) : 단순 콘텐츠나 정보제공만을 목적으로 하지 않고 다양한 응용 프로그램과 서비스를 전달하여 풍부한 이용자 경험이 실현되도록 한다.

블로그(blog), 위키(wiki), 텍소노미

(taxonomy), RSS, AJAX 등 추진기술을 바탕으로 웹 2.0이 크게 확산되었으며, 위키 피디어(Wikipedia), 플리커(Flickr) 등 많은 웹2.0 서비스가 개발되어 웹서비스의 새로운 장을 열고 있다. 웹2.0은 개방과 공유, 참여와 협력의 이념을 바탕으로 정보서비스가 지향하여야 할 새로운 목표를 제시한 것이다. 정보서비스의 이러한 변화에 따라 여러 분야에서 웹 2.0의 개념을 도입하고 있으며, 문헌정보시스템에도 Library2.0에 대한 논의가 한창 진행되고 있다(Miller 2006b; Chad and Miller 2005; Maness 2006). Library2.0에서는 웹

2.0의 개념을 수용하여 <그림 5>와 같은 개념도(Bonariabiancu 2006)를 작성하고 8가지 원칙을 기반으로 도서관의 정보 서비스 혁신을 실현하고자 한다.

웹2.0에서 활용되고 있는 정보기술들은 도서관 업무와 서비스 여러 분야에서 도입하여 응용될 수 있기 때문에, 여러 도서관에서 이러한 서비스를 제공하고 있으며 서비스의 종류와 품질이 더욱 정교해지고 플랫폼으로 역할을 하고 있다(Maness 2006). 웹2.0의 개방된 정보자원과 서비스를 사회적 네트워크(social network)로 구축하여 이용자의 참여



<그림 5> Library2.0 개념도

와 협력을 실현하고자 하는 경향은 기존 문헌 정보시스템이 당면하고 있는 문제 해결에 많은 가능성을 제시하고 있다⁸⁾. 문헌정보시스템은 〈그림 6〉의 웹2.0 아키텍처를 응용하여, 보다 효과적인 정보 서비스를 제공할 것이다.

웹2.0은 이용자가 근본적으로 도서관 서비스의 핵심이 될 것이므로 문헌정보시스템에 큰 변화가 예상되고, 기존의 도서관 업무와 서비스에 대한 재성찰이 요구되고 있다.

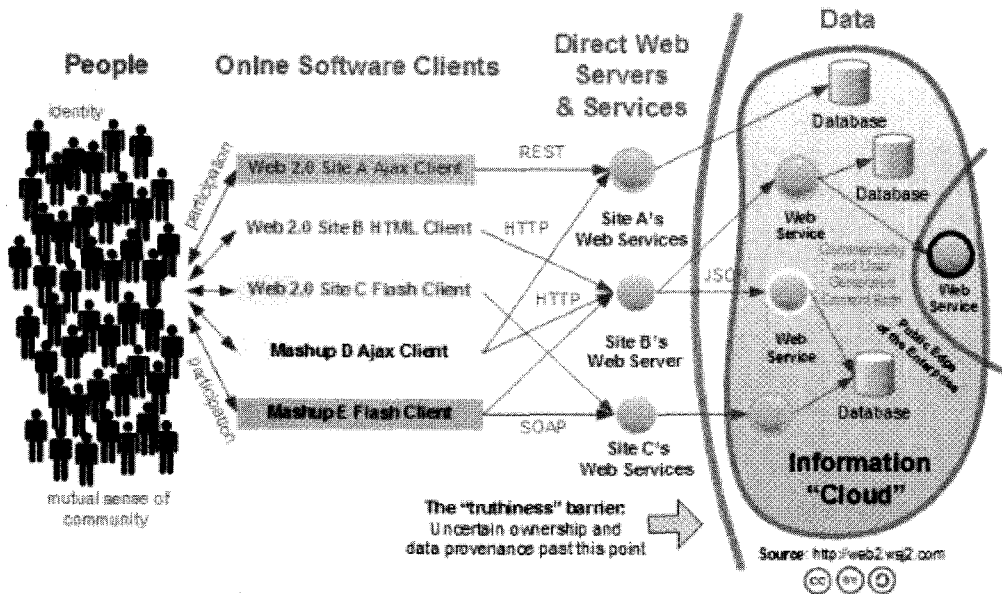
3.2.2 온톨로지

컴퓨터 처리의 적합성과 효율성을 위하여 정보 구조화 방법과 시각적 표현 방식에 관한 많은 연구가 수행되었다. 또한 정보시스템의 처리 성능과 기능 향상을 중심으로 한 시스템 구축의 노력으로, 컴퓨터 처리 성능 향상, 데이터베이스에 의한 대용량 정보관리, 초고속 정보 통신망에 의한 고속정보 전송 등 정보시스템 구현에 커다란 진전이 있었다. 그러나 컴퓨

〈표 3〉 웹2.0의 도서관 적용 예시

구분	기술개요	활용방안
RSS	XML 기반 정보 배포 및 유통 프로토콜	• 도서관 최신정보 및 뉴스 전달 • 예약도서 알림 • 주제별 뉴스 및 정보서비스 • 신착 도서 정보제공 • 반납일 알림
Blog	개인 저널 출판	• 도서관 중심 커뮤니티 서비스 • 이용자간 정보 공유 • 이용자 여론 조사 및 의견 수렴
Wiki	참여/협력 마이크로콘텐츠 생성	• 주제 정보서비스 • 서평, 독후감, 도서 추천 서비스 • 도서관 업무 지식 공유 • 도서관 중심 커뮤니티 서비스
Tagging	폭소노미, 정보 분류 및 검색	• 주제별 정보 목록 서비스 • 의미기반 검색
Social Network	상호 참여 정보 공유/교환	• 주제정보 목록 서비스 • 이용자 참여 목록 • 의미기반 검색
기 타	플리커(Flickr), 포드캐스트(podCast) 등을 응용한 서비스 제공	• 이미지 등 멀티미디어 정보 서비스 • 소장 전자자료 갤러리 서비스 • 라디오 방송 서비스

8) Ivan Davis는 웹1.0이 사람들을 정보에게 데리고 갔다면 웹2.0은 정보를 사람에게 가져왔다고 말하고 있다(Miller 2005). 웹 2.0은 이용자가 원하는 정보를 언제, 어디서든 얻을 수 있는 환경을 조성하여, 도서관의 새로운 기능 창출에 기여할 것으로 기대되고 있다.



〈그림 6〉 웹2.0 참여 아키텍처

터는 정보의 구문 형태만을 처리할 뿐이며, 정보에 내포되어 있는 의미해석은 모두 인간에 의해 수행되었다. 정보전달과 유통이 가속화되었지만 컴퓨터가 정보 의미를 처리하지 못함으로 인하여 병목 현상과 같은 문제점이 야기되고 있었다. 따라서 컴퓨터 스스로가 지능적 처리를 할 수 있도록 정보자원의 의미를 표현하는 온톨로지가 정보시스템의 핵심요소가 되었다.

온톨로지는 공유된 개념화에 대한 형식적 명세체계로서 도메인 어휘의 의미를 표현한다. 온톨로지는 도메인 지식체계를 표현하고 지식베이스를 구축하여, 에이전트(agent)들이 추론을 이용하여 지능적 처리를 수행하도록 지원한다. XML의 등장과 함께 메타데이터 수준의 의미 기술을 위한 RDF/S와, 개념 의미를 논리 수준에서 표현할 수 있는 온톨로지 언어로 OWL이 표준화 되었다. 또한 이를 언어로 표

현된 정보의 의미를 처리할 수 있는 각종 도구와 API가 제공되고 있어 온톨로지는 정보시스템의 보편적인 요소로 응용할 수 있게 되었다.

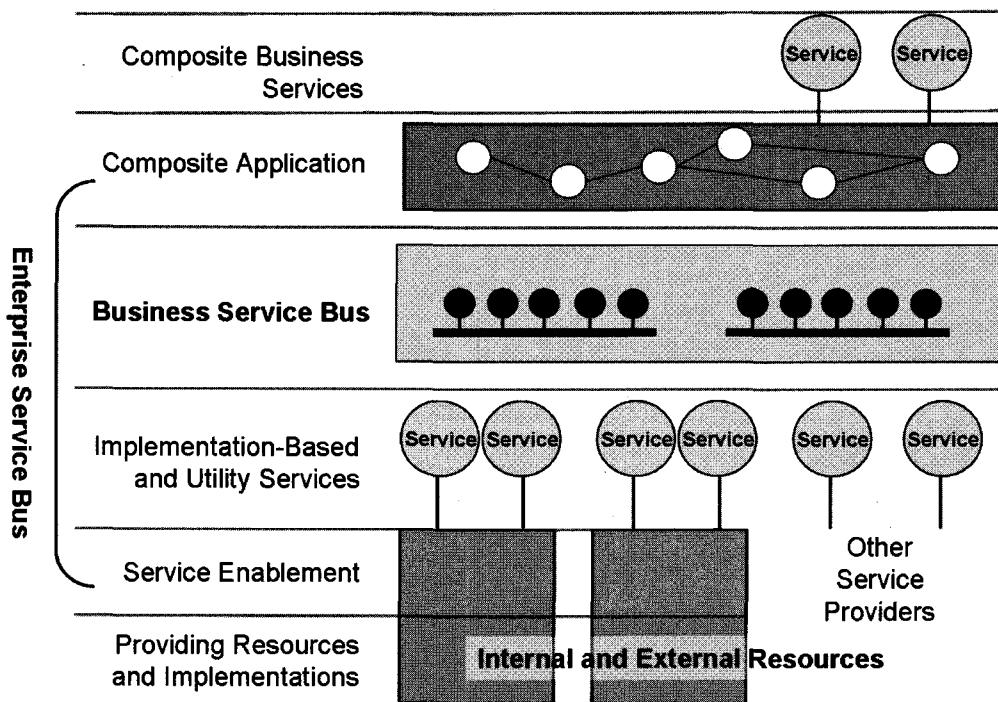
문헌정보시스템 구현에서도 온톨로지 이용이 확산되고 있다. 서지정보기술 체계인 MARC가 MARCXML로 정의되었고, MarcOnto 등 서지정보의 온톨로지화 연구가 진행되고 있다(Kruk, Decker, and Zieborak 2005; Synak and Kruk 2005). 이미지 등 디지털 정보자원의 관리와 활용에도 온톨로지는 효과적인 접근 방식으로 인식되고 있다. 뿐만 아니라 ABC, ScholOnto, PROTON 등의 온톨로지 기반 디지털 도서관도 구축되고 있으며, 디지털 도서관 이론으로써 형식적 디지털 도서관 온톨로지(formal digital library ontology)에 대한 연구도 있다(Goncalves, Watson and Fox 2005; Wong 2006).

온톨로지를 문헌정보시스템에 활용함으로써 좁게는 서지정보 또는 디지털 정보자원의 의미 표현을 실현하여 의미기반 정보관리 및 활용체제를 구축할 수 있고, 넓게는 도서관간 의미적 상호운용성이 보장된 통합을 이룰 수가 있다. 이처럼 온톨로지는 차세대 도서관 정보시스템 구축을 위한 지식체제로 역할이 기대되고 있다 (Sure and Studer 2005; Warren and Alsmeyer 2005).

3.2.3 웹서비스와 서비스 지향 시스템

문헌정보시스템은 정보 기술이 집약된 대표적인 응용 시스템으로 인식되어 왔다. 때문에 시스템 구축에 최신 정보기술이 적용되었으며, 정보기술의 발전과 더불어 시스템 구축방법도

변화하여 왔다. 70-80년대 관계 데이터베이스 기반에서 웹기술의 등장과 함께 ASP 또는 JSP 기반으로 변화하였으며, 객체 또는 컴포넌트 기반 구축방법이 활용되기도 하였다. 소프트웨어 공학이 객체나 컴포넌트보다 더 추상화된 서비스 지향 설계로 진보함에 따라, 도서관 정보시스템도 서비스 지향 아키텍처 (service-oriented architecture: SOA) 의 도입이 요구되고 있다. SOA는 시스템 및 응용 소프트웨어를 잘 정의된 인터페이스를 갖춘 개별 기능 컴포넌트로 모듈화한 다음, 업무 요구에 따라 결합 또는 해체하여 서비스를 제공하는 시스템 개발 기법이다. SOA는 분산객체 모델로 웹서비스(Web Service)가 일반화되면서 소프트웨어 개발의 새로운 패러다임이



〈그림 7〉 ESB 중심의 SOA

되고 있다.

SOA는 시스템의 구성요소를 서비스 단위로 추상화하여 웹서비스 등의 형태로 구현하고 서비스 연결(orchestration) 또는 서비스 연합(choreography) 등의 서비스 합성 기법으로 비즈니스 워크플로우(workflow)를 실현한다. SOA의 서비스는 느슨하게 연결되는 재사용 소프트웨어 컴포넌트로서 시스템의 효율적인 구축과 업무 구현을 용이하게 한다. 일반적으로 SOA 시스템은 <그림 7>과 같이 ESB(Enterprise Service Bus)를 중심으로 구성되며, 서비스간의 이벤트(event) 또는 메시지 교환 통로를 제공한다. 단위 서비스의 합성으로 구성된 일반 업무는 ESB 상에서 동작하게 된다. 차세대 문헌정보시스템은 이용자 요구에 즉각적인 반영, 의미기반 검색 등의 수준 높은 서비스 제공과 다양한 형태의 정보자원의 효과적인 관리 등이 요구되고 있다. 이러한 요구사항을 실현하기 위해서는 SOA를 활용한 시스템으로 구축되어야 하는데, 웹서비스를 응용하여 확장된 서비스를 제공하는 Library 2.0의 원형을 제시(Lytras 2005)한 경우도 있었고, CDLRG의 도서관에서는 컴포넌트 기반 디지털 라이브러리를 구축하고 있다(Miller 2006a). SOA와 관련한 여러 표준안이 제안되어 있으며, 다양한 시스템 개발 도구가 제공되고 있어 이러한 시스템을 효과적으로 구축할 수 있는 여건이 마련되어 있다.

4. 시맨틱 라이브러리의 요구사항

문헌정보시스템은 혁신적인 변화를 요구받

고 있으며, 정보자원의 의미 해석이 가능한 시맨틱 라이브러리로의 진화가 시작되고 있다. 시맨틱 라이브러리의 개념 정립을 위해서는 기능적 요구사항과 시스템 구현시의 아키텍처 요구사항을 살펴볼 필요가 있다. 시맨틱 라이브러리는 태동 단계이기 때문에 명시적인 요구사항을 도출하는 것이 어렵지만, IFLA의 IDLS(Integrated Digital Library System) 가이드라인, DELOS의 DLMS(Digital Library Management System) 보고서 등(Rathje et al. 2005; DELOS 2005; International Technology Research Institute 1999)에서 제시된 디지털라이브러리의 개념과 도서관·정보시스템을 둘러싼 최근의 이용자 및 기술 환경의 변화를 고려하여 여러 가지 요구사항 중 핵심 요소에 대하여 고찰한다.

4.1 시맨틱 라이브러리의 기능적 요구사항

시맨틱 라이브러리는 기존 디지털 도서관의 개념을 최근 정보 기술의 발전된 개념과 새로운 도서관 문화의 관점에서 확장한 형태이다. 따라서 디지털 도서관의 기능을 메타데이터와 온톨로지 중심으로 혁신하고, 새로운 기술적, 문화적 변화를 수용할 수 있는 기능이 제공되어야 한다. 이러한 맥락에서 디지털 도서관의 기능적 요구사항에 추가하여 시맨틱 라이브러리에서 제공되어야 할 기능적 요구 사항 중 핵심요소를 살펴본다.

■ 의미기반 서비스 제공

메타데이터와 FRBR 등 개념모델 중심으로 변모하고 있는 문헌정보체계를 지원하고 의미

기반 검색서비스, 연합된 업무서비스 등이 제공되어야 한다. 메타데이터와 온톨로지간의 상호 운용성이 보장되어야 하고, OAI-PMH 등의 기능이 지원되어야 한다. 특히, 의미기반 검색 서비스에서는 정확률이 높은 심층 검색(deep search)과 주제공간 탐색(navigation) 등이 요구된다. 이를 위해서는 정보자원과 업무서비스를 온톨로지로 기술할 수 있어야 하며, 서비스 품질과 업무 효율의 향상을 실현하여야 한다.

■ 풍부한 이용자 경험(rich user experience) 제공

단순 정보 서비스 제공이 아닌 풍부한 경험 이 제공되어야 한다. 예를 들어, 이용자의 정보검색에 대하여 관련 주제 공간을 시각화하여 탐색할 수 있게 하거나, 연관된 이미지, 음악, 동영상 등을 제공할 수 있어야 한다. 이용자에게 가치 있고, 의미 있는 서비스가 될 수 있도록 다양한 경험을 제공할 것이 요구 된다⁹⁾.

■ 다중접근(multiple access) 가능

컴퓨터 뿐 만 아니라 핸드폰, PDA 등 다양한 통신기기를 이용한 접근이 가능하여야 한다. 또한 구글 맵 서비스와 같은 다중 서비스 접근도 가능해야 한다.

■ 개인화(personalization)

문헌정보시스템은 개인정보 포털로의 역할을 수행하여야 한다(Ferran, Mor, and Minguillon 2005). 이용자 프로파일과 포틀릿(portlet) 또는 윗젯(widget) 등의 서비스 컴포넌트를 활용하여 개인 맞춤 정보 포털을

실현하여야 한다. RSS와 같이 서비스를 자동으로 구독할 수 있어야 한다.

■ 커뮤니티(communitiy) 지원

도서관 이용자, 관리자 및 개발자 상호간에 커뮤니티가 구성되어 상호 협력적 정보 서비스를 실현하여야 한다. 위키의 개념을 활용한 협업 작업, 블로그를 통한 정보 공유, 폭소노미를 응용한 이용자의 목록작업 참여 등 다양한 커뮤니티 활동을 제공하여야 한다. 즉 커뮤니티의 지식을 연결(harnessing)하는 공동 지식 포털이 되어야 한다. 정보검색 서비스는 커뮤니티 서비스에서 생성된 정보자원에 대한 도움 말 또는 비평 등을 정보자원화 하여 동시에 제공할 수도 있을 것이다.

■ 디지털 자산(digital asset)관리

문헌정보시스템의 우선 목표는 정보자산의 효율적 관리에 있다. 시맨틱 라이브러리에서는 디지털 정보자원 뿐 만 아니라, 메타데이터와 온톨로지, 이용자 프로파일, 업무 명세서 등 문헌정보시스템과 관련된 디지털 자산을 효과적으로 관리하여야 한다. 웹정보, 커뮤니티 블로그나 위키도 정보자산으로서의 가치가 크다.

시맨틱 라이브러리의 기능적 요구 사항은 의미기반, 이용자 중심, 서비스 확충, 정보기술 개념의 활용 등으로 요약할 수 있다.

4.2 시맨틱 라이브러리의 아키텍처 요구사항

시맨틱 라이브러리는 의미지향 시스템으로

9) 일반 검색 사이트에서 제공하고 있는 디렉토리 서비스를 갖춘 문헌정보시스템은 드물다.

문헌정보체제 변화와 정보 기술을 조화해야 하기 때문에 구현이 용이하지 않다. 시맨틱 라이브러리 구축시 고려하여야 할 요구사항을 분석하여, 시맨틱 라이브러리 아키텍처 구성의 기본 지침을 제시한다.

■ SOA 기반 계층구조(layered structure)

웹서비스 또는 표준 인터페이스를 갖는 상호운용이 가능한 서비스 컴포넌트의 조립으로 시스템을 구축하는 SOA가 개방형 디지털라이브러리 시스템 구축의 일반적인 추세이다¹⁰⁾. 시맨틱 라이브러리를 위한 ESB를 설계하여 서비스 컴포넌트가 동작하는 기반을 갖추고, 서비스 합성으로 상위 서비스를 생성하는 체제를 구비하여야 한다. 매쉬업(mash-up)도 서비스 합성으로 구현할 수 있도록 하여야 한다. 서비스 컴포넌트는 고유 기능(functionality)을 캡슐화하고 있기 때문에 서비스 컴포넌트의 재사용으로 시스템 구축의 효율성을 확보할 수 있다. 기존 문헌정보시스템의 자연스러운 이전(seemless transition)을 위해 어댑터(adaptor) 또는 랩퍼(wrapper) 컴포넌트를 활용할 수도 있다. SOA는 필요시 서비스 컴포넌트를 추가할 수 있는 규모성(scalability)도 제공한다.

■ 도서관 연합(library federation) 및 네트워킹

네트워크 시대에서는 정보활동 공간의 제한이 없어졌다. 또한 하나의 도서관에서 이용자의 모든 정보요구를 충족할 수도 없다. 도서관

의 제한된 공간과 장벽을 넘어 상호연합 서비스를 제공할 것이 요구되고 있다.

기존 문헌정보시스템에서는 Z39.50 등을 이용하여 단순 네트워크를 구성하였다. 시맨틱 라이브러리에서는 공유된 의미 체제와 OAI-PMH, SOAP, REST 등 표준 프로토콜을 이용해서 도서관 연합을 실현하여야 한다¹¹⁾. SOA 기반 문헌정보시스템이 서비스 컴포넌트를 합성해서 새로운 서비스를 생성하는 것처럼, 각 도서관이 일종의 서비스 컴포넌트가 되어 상호의미적 연합으로 신규 서비스를 생성할 수 있어야 한다. 도서관 연합은 정보자원의 연합뿐만 아니라 서비스 및 업무 연합도 지원하여야 한다.

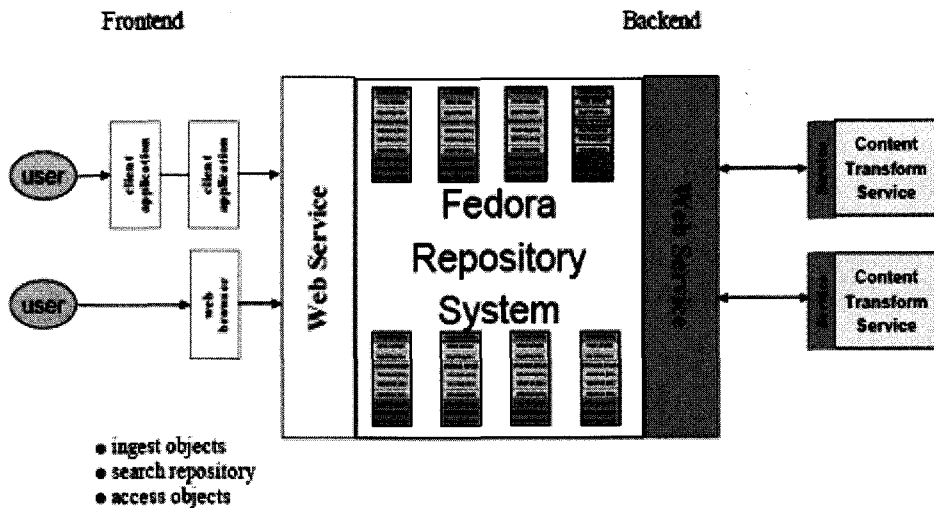
■ 정보자원 저장고(repository) 관리

디지털 도서관과 같이 시맨틱 라이브러리는 분산된 대용량 디지털 객체(digital object) 저장고 관리를 중요 대상으로 한다. 저장고에서 도서, 이미지, 비디오/오디오, 지도 등 디지털 정보 자원이 저장되고 메타데이터 또는 온톨로지를 이용해서 서지 정보를 표현한다. 대표적인 디지털 객체 저장 모델인 <그림 8>의 FEDORA 저장 시스템에서 보는 바와 같이, 저장고는 문헌정보시스템의 하위 저장 계층을 구성하며, 검색 등의 서비스 성능에 큰 영향을 끼치고 있다¹²⁾. 의미 기술된 디지털 객체정보를 웹서비스 형태로 제공함으로써 저장고 공유 및 활용성을 높일 수 있다.

10) OAI에서는 디지털라이브러리 구축을 위한 메타데이터와 개방 디지털라이브러리(open digital Library : ODL) 프레임워크를 제시하고 있다.

11) 좋은 사례로 OCLC의 Open WorldCat이 있다.

12) CORBA 객체 모델링을 사용하고 있는 FEDORA를 SOA형태로 구현하면 도움이 될 것이다. FEDORA는 웹서비스를 인터페이스로 사용하고 있다.



〈그림 8〉 FEDORA 저장고 시스템

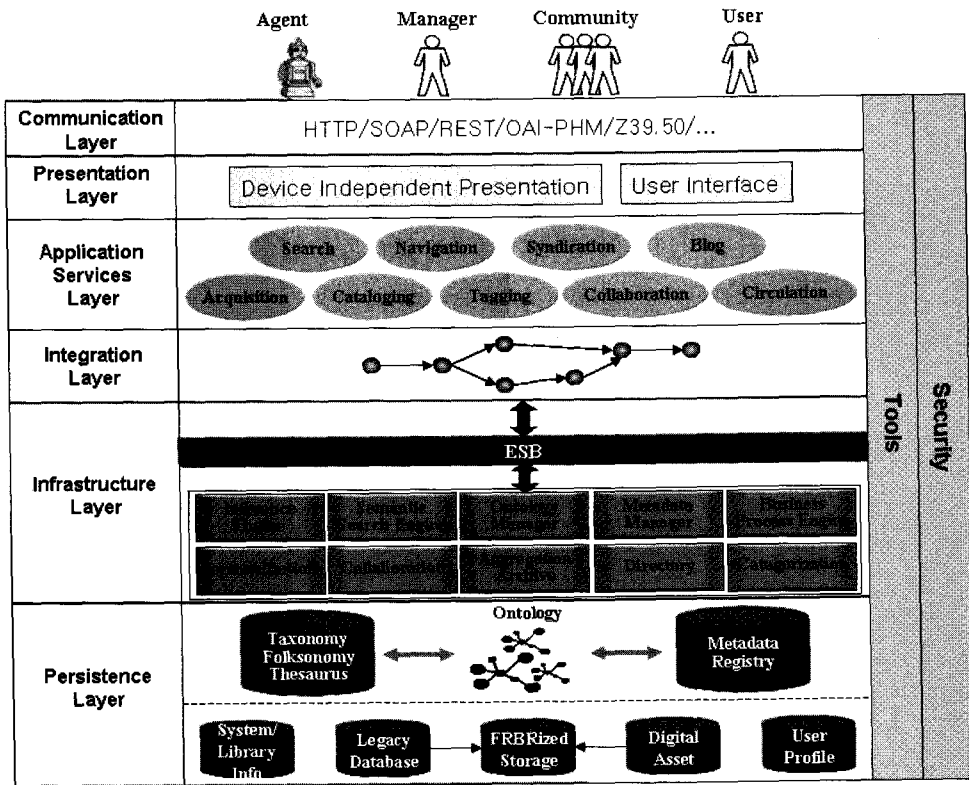
■ 다양한 디바이스 및 통신 프로토콜 지원
유비쿼터스 정보환경의 일반화에 대응할 수 있도록 컴퓨터, PDA, 핸드폰 등 다양한 정보 기기와 통신 프로토콜을 활용하여 디바이스 및 네트워크 융합(convergence)을 실현하여야 한다. VoIP, RFID, Wi-Fi 등 신기술이 문헌 정보시스템에서 응용되고 있으므로 이들 신기술과도 융합할 수 있는 기반 인프라를 갖추어야 한다.

시맨틱 라이브러리는 향후 구성된 정보 그리드(GRID)나 연합 네트워크 노드로서의 역할을 수행할 수도 있어야 하며, 웹기반 접근이 보장될 수 있는 아키텍처를 가져야 한다. 또한 구축의 효율성과 규모성을 고려하여 계층형 프레임워크가 되어야 한다.

5. 시맨틱 라이브러리의 아키텍처 참조모델

차세대 문헌정보시스템의 효과적인 구축을 위하여 ADEPT Digital Library, WTEC Digital Library, DELOS, BRICK 등에서 다양한 아키텍처가 개발되었다. 특히, BT Digital Library에서는 PROTON 온톨로지와 KAON2 온톨로지 서버를 활용한 의미기반 디지털 라이브러리를 구현하였다¹³⁾. BT Digital Library는 5계층 구조로 구성되어 있으며, Squirrel과 SEKTagent 아키텍처는 온톨로지 기반 명칭 개체(named entity) 및 정보추출(information extraction : IE), 추론 등 다양한 의미처리 기능을 제공하고 있다. 하지만 BT Digital Library는 온톨로지 응용에 치우쳐 문헌정보시스템에서 요구되는 필요조건

13) Ellibs에서는 상용 시맨틱 라이브러리는 Semantic Library V2를 개발하여 판매하고 있다.



〈그림 9〉 시맨틱 라이브러리 아키텍처 참조 모델

을 간과하고 있으며, 공유 및 참여의 지식 포털로 변모하고 있는 문헌정보시스템을 실현하기에는 미흡하다.

앞서 고찰한 바와 같이 문헌정보시스템은 문헌정보체계와 정보기술을 조화하여 구축하여야 한다. 본 연구에서는 앞에서 분석한 시맨틱 라이브러리의 기능적, 구조적 요구사항을 중심으로 〈그림 9〉의 아키텍처 참조 모델을 설계하였다. 시맨틱 라이브러리 아키텍처 참조 모델은 시스템 구축 전략, 시스템 사상 및 구조, 핵심 구성 요소 및 기술 등 시맨틱 라이브러리 전반적 구성을 보여 준다. 전체 시스템은 수평으로 6계층, 수직으로 3개 요소로 구성되며

각각의 기능을 요약하면 아래와 같다.

■ 저장계층(persistence layer)

디지털 정보자원, 재래 도서관 정보 DB 등이 영구 저장된 하위 계층과 온톨로지 및 메타데이터가 저장된 상위 계층으로 구성되는 문헌정보시스템의 기반 지식베이스이다. 시소러스나 폭소노미는 전통적인 문헌정보 시스템과의 연동을 고려할 것이며, 온톨로지 구축에 기반 정보로도 활용된다. 메타데이터는 문헌정보를 실제적으로 표현하는 요소로 정보 자원의 표현과 저장에 기초를 제공한다. 하위 계층의 데이터베이스는 FRBR로 정규화하고, 이에 필요

한 의미정보는 상위 계층의 온톨로지와 메타데이터에서 제공한다. 업무 규칙이나 추론 규칙 등도 여기에 저장될 수 있다. 저장 계층에는 의미적 상호 운용성을 위한 지식정보가 저장됨으로 시스템의 의미처리 성능에 중요한 역할을 한다.

■ 기반계층(infrastructure layer)

시스템 구성의 핵심 계층으로 ESB를 중심으로 각종 기능 컴포넌트 또는 모듈의 집합으로 구성된다. 수서, 목록, 대출과 같은 도서관 정보의 기본 관리 업무 모듈을 비롯하여, 온톨로지 및 메타데이터 시맨틱 라이브러리의 전반 요소 기능이 모듈 형태로 존재한다. 각 모듈은 재사용 가능하도록 표준 인터페이스를 갖춘 컴포넌트 구조로 구현되어야 하며, 기능 컴포넌트는 통합 계층에서 결합 또는 연합의 합성이 가능하도록 공개되어야 한다. 기반 계층은 일반 SOA 시스템과 동일한 구조로 형성된다.

■ 통합계층(integration layer)

기반 계층에서 제공하는 기능 컴포넌트를 합성하여 응용 서비스를 구성하는 중간 계층이다. 도서관·정보 업무 워크플로우 합성 등은 BPEL 등을 이용할 수가 있을 것이며, 독자적인 서비스는 컴포넌트 합성 방식을 활용할 수 있다.

■ 응용서비스 계층(application service layer)

통합 계층에서 생성된 각종 서비스가 이 계층에서 제공된다. 응용 서비스는 웹서비스 또는 포털과 같이 가벼운 형태로 구현하는 것이 바람직하며, 응용 서비스 목록을 제시하여 이용자가 개인화된 시스템을 구축할 수 있도록

하여야 한다. 웹2.0의 유용한 서비스 기능도 이 계층에서 구현할 수 있을 것이다. 시맨틱 라이브러리가 지식포털인 점을 고려하여 이메일, 캘린더 관리 등 개인에게 유용한 서비스도 여기서 제공할 수 있을 것이다.

■ 표현계층(presentation layer)

응용서비스를 제공하는 계층으로 다양한 정보기기에 서비스가 제공될 수 있도록 하여야 한다. 또한 개인화된 이용자 인터페이스를 제공할 수 있는 기능도 포함되어야 한다

■ 통신계층(communication layer)

서비스 전달을 위한 일반 통신 프로토콜과 문헌정보 처리 관련 프로토콜을 제공하는 계층이다.

■ 개발 및 관리 도구

각 계층을 개발하고 관리하기 위해서는 제반 도구가 절대적인 역할을 한다. 온톨로지를 관리하기 위해서는 편집기, 주석기(annotation), 온톨로지 추출기(extractor), 변환기(wrapper) 등이 필요하며, FRBR을 위해서는 FRBR 편집기, 탐색기(navigator), 질의어처리기(query processor) 등이 필요하다. 또한 기능 컴포넌트 합성에도 시각화된 합성기나 BPEL 생성기 등이 필요하다. 따라서 시스템을 효과적으로 개발하고 유지 관리하기 위해서는 전문화된 도구 지원이 필수적이다. 기술 전문가가 이와 관련한 여러 도구들을 개발하여 제공하고 있으므로 선택과 활용을 통해서 시스템의 효용성을 확대할 수 있을 것이다.

■ 보안(security)

개방 분산 환경에서는 보안 문제가 중요하

다. 문헌정보시스템에서는 일반 시스템 보안뿐만 아니라, 이용자 보안, 저작권 보안 등이 중요한 요소이다. 각 계층별로 보안 요소를 발견하여 이를 체계적으로 관리할 필요가 있다.

〈그림 9〉의 시맨틱 라이브러리 아키텍처 참조 모델은 문헌정보 체계와 최근의 정보기술을 고려한 시맨틱 라이브러리의 전반적인 구조를 개관하고 있다¹⁴⁾. 제시된 참조 모델은 개념 모델로써 구체적인 계층 및 기능 정의와 구현에 대해서 보다 깊은 연구가 요구된다. 〈그림 9〉를 기술적인 측면에서 고찰하면, 이와 유사한 시스템들이 일반화되고 있기 때문에 구현에는 어려움이 없을 것이다. 기존의 도서관 정보체계를 의미 중심 체계로 전환하는 방법에 대한 많은 논의와 연구가 필요하다.

6. 결 론

문헌정보시스템은 전통적 서지 목록 체계인 MARC가 MARC21, DC 등의 메타데이터와 FRBR 체계로 전환되고 있으며, 웹2.0과 시맨틱웹 등의 급속한 정보기술의 발전에 따라 새로운 진화단계에 직면해 있다. 그동안 전자정보 자원을 관리하는 전자도서관, 인터넷 등 정보통신망과 웹기술을 접목한 분산환경하의 디지털 도서관 등의 많은 발전도 있었다. 최근 은 도서관 정보기술과 정보통신 기술의 환경변화를 고려해 볼 때, 문헌 정보시스템은 혁신적 패러다임 전환단계에 있다고 할 수 있을 것

이다. 본 연구에서는 이를 시맨틱 라이브러리로 정의하고, 시맨틱 라이브러리의 요구사항을 분석하여, 시맨틱 라이브러리의 아키텍처 참조 모델을 제시하였다.

시맨틱 라이브러리는 문헌정보체계와 정보기술이 자연스럽게 융합된 차세대 문헌정보시스템의 원형이다. 시맨틱 라이브러리는 온톨로지와 메타데이터 기반의 정보표현으로 분산환경의 이질적 시스템간 의미적 상호 운용성과 통합을 실현하고, 웹2.0의 개방과 공유, 참여와 협력을 통하여 혁신적인 이용자 서비스 제공을 목적으로 한다. 또한 시맨틱 라이브러리는 FRBR의 논리구조를 근간으로 하여, 서비스 지향 아키텍처로 구현됨으로써, 시스템 개발 및 구축과 운영에도 큰 발전을 목표로 하고 있다. 시맨틱 라이브러리에서는 메타데이터와 온톨로지를 기반으로 한 정보자원의 의미기술과 다양한 정보 서비스의 제공, 디지털 정보자원의 효과적인 관리, 개인화 및 풍부한 이용자 경험 제공, 커뮤니티 활동, 다양한 정보통신기기를 활용한 다중 접근 등 유비쿼터스 환경에 적합한 정보서비스를 제공한다. 본 연구에서는 이러한 시맨틱 라이브러리를 위하여 저장계층, 기반계층, 통합계층, 응용서비스 계층, 표현계층과 통신계층의 6개 계층으로 구성되는 아키텍처 참조 모델을 제시하였다. 저장계층은 정보자원의 의미기술을 토대로 한 FRBR로 정규화한 디지털 정보자원 저장고로서 의미적 상호 운용성과 지식 추출의 기반이 되는 계층이다. 기반계층은 ESB를 중심으로 정보서비스

14) 최상위의 사용자는 에이전트, 관리자, 커뮤니티와 일반 사용자로 구분된다. 에이전트는 시스템 간에 의미적 상호 운용성을 기반으로 협력하는 소프트웨어 에이전트이며, 관리자는 문헌정보 업무를 관리하는 사서 또는 시스템 관리자이다. 시맨틱 라이브러리에서 커뮤니티는 가상화된 사용자(virtualized user)로 추상화 할 수 있다.

의 핵심 컴포넌트로 구성되어 서비스 지향 시스템을 구축할 수 있도록 지원하며, 통합계층에서 업무나 정보서비스를 합성하여 생성하게 된다. 응용서비스 계층은 생성된 다양한 정보 서비스를 이용자에게 제공하며, 표현계층에서는 이용자의 정보접근 상황을 인식하여 다양한 형태로 제공한다. 통신계층은 실제 서비스를 전달하기 위한 프로토콜을 제공한다.

본 연구에서 제시한 시맨틱 라이브러리의 개

념, 기능적 요구사항과 아키텍처 참조모델은 문헌정보 기술과 차세대 인터넷 기술을 조화한 새로운 문헌정보시스템 모델이다. 이 분야의 연구가 시작단계이기는 하지만, 라이브러리 2.0 연구와 더불어 새로운 문헌정보시스템에 대한 요구가 확산되고 있는 시기에 본 연구를 기초로 시맨틱 라이브러리 구현에 관한 연구가 활성화되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- 민미경. 2002. 국내외 디지털도서관 및 관련표준 현황. 『정보과학회지』, 20(8): 5-16.
- 이수상. 2003. 전자도서관의 최근 동향. 『한국정보과학회 데이터베이스 연구』, 18(3): 3-17.
- 이현실, 한성국. 2005. Topic Maps를 이용한 MARC데이터의 FRBR모델 구현에 관한 연구. 『정보관리학회지』, 22(3) : 289-306.
- Aalberg, Trond. 2006. A Tool for Converting Bibliographic Records. *ERCIM News*, 66. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw66/EN66.pdf>
- Arms, William Y. 2002. DLESE in Context: Educational Computing, Digital Libraries and Scientific Education. [cited 2007. 1. 3]. <www.cs.cornell.edu/wya/papers/DLESE-2002.ppt>
- Bonariabiancu. 2006. Library 2.0 meme map. Version 2.0. <<http://www.flickr.com/photos/bonaria/>>
- Chad, Ken, Paul Miller. 2005. Do libraries Matter? The rise of Library 2.0. A white paper. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.talis.com/downloads/white_papers/DoLibrariesMatter.pdf>
- Ferran, Nuria, Enric Mor, and Julia Minguillon. 2005. "Towards Personalization in Digital Libraries Through Ontologies." *Library Management*, 26(4/5): 206-217.
- Rathje, Bente Dahl, Margaret McGrory,

- Carol Pollitt, Paivi Voutilainen. 2005. Designing and Building Integrated Digital Library Systems – Guidelines. International Federation of Library Associations and Institutions. IFLA Professional Reports, No. 90.
- DELOS. 2005. “Future Digital Library Management Systems: System Architecture and Information Access.” *8th DELOS Thematic Workshop*. Schloss Dagstuhl, Germany March 29 – April 1, 2005.
- IFLA Study Group on the Functional Requirements for Bibliographic Records Final Report. 1998. *Functional Requirements for Bibliographic Records Final Report*. K. G. Saur Munchen : IFLA Section on Cataloguing.
- Gilliland-Swetland, Anne J. 2000. Introduction to Metadata: Pathways to Digital Information – Setting the Stage. [cited 2007. 1. 3]. <<http://www.slis.kent.edu/~mzeng/metadata/Gilliland.pdf>>
- Goncalves, Marcos Andre, Layne T. Watson, and Edward A. Fox. 2004. “Towards a Digital Library Theory: A Formal Digital Library Ontology.” *In Mathematical Formal Methods workshop*, SIGIR 2004, Sheffield, England. International Technology Research Institute, World Technology (WTEC) Division. 1999. WTEC Panel Report on Digital Information Organization in Japan. Baltimore, Maryland: Loyola College.
- Kruk, Sebastian Ryszard, Stefan Decker, and Lech Zieborak. 2005. JeromeDL – Reconnecting Digital Libraries and the Semantic Web. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.marcont.org/marcont/pdf/www2005_jeromedl.pdf>.
- Lytras, Miltiadis, Miguel–Angel Sicilia, John Davies, and Vipul Kashyap. 2005. “Digital Libraries in the Knowledge Era: Knowledge Management and Semantic Web Technologies.” *Journal of Library Management*, 26(4/5): 170–175.
- Maness, Jack M. 2006. “Library 2.0 Theory: Web 2.0 and Its Implications for Libraries.” *Webology*, 3(2). [cited 2007. 1. 3]. <<http://www.webology.ir/2006/v3n2/a25.html>> Matadata and the UT Austin Digital Assets Management System. [cited 2007. 1. 3]. <<http://www.library.utsi.edu/daas/>>

- www.lib.utexas.edu/dams/development/metadata/index.html>.
- Miller, Paul. 2005. Web 2.0: Building the New Library. *ARIADNE*, 45. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.ariadne.ac.uk/issue45/miller/>.
- Miller, Paul. 2006a. Library 2.0: The Challenge of Disruptive Innovation. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.talis.com/resources/documents/447_Library_2_prfl.pdf>.
- Miller, Paul. 2006b. "Coming Together around Library 2.0." *D-Lib Magazine*, 12(4). [cited 2007. 1. 3]. <http://www.dlib.org/dlib/april06/miller/04miller.html>.
- Morgan, Eric Lease. 2002. Web Services at OCLC. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.infomotions.com/musings/oclc-2002/>.
- O'Reilly, Tim. 2005. What Is Web 2.0 :Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>.
- Soergel, Dagobert. 2002. A Framework for Digital Library Research *D-Lib Magazine*, 8(12). [cited 2007. 1. 3]. <http://www.dlib.org/dlib/december02/soergel/12soergel.html>.
- Sugimoto, Shigeo. 2005 Models and Requirements of Metadata: Metadata Projects at Tsukuba and Lesson Learned. [cited 2007. 1. 5]. <http://avalon.slis.tsukuba.ac.jp/~sugimoto/Articles/NLTConferencePaper.pdf>.
- Sure, York, and Rudi Studer. 2005. Semantic Web Technologies for Digital Libraries. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/2005_sw_for_dl.pdf>.
- Synak, Marcin, and Sebastian Ryszard Kruk. 2005. MarcOnt Initiative – the Ontology for the Librarian World. *2nd European Semantic Web Conference*, ESWC 2005. Heraklion, Greece, 29.May–1.June 2005. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.marcont.org/marcont/pdf/ms_eswc2005marcont.pdf>.
- W3C. 2001. Semantic Web. [cited 2007. 1. 3]. <http://www.w3.org/2001/sw/>.
- Warren, Paul, and David Alsmeyer. 2005. "Applying Semantic Technology to a Digital Library: a Case Study." *Library*

- Management*, 26(4/5): 196–205.
- Wong, Mary. 2006. Ontology Development in the Context of Science Digital Libraries. [cited 2006. 10.14]. <<http://polaris.gseis.ucla.edu/mwong/IS277WongFinalPaper.xhtml>>.
- Zubair, M. K. Maly, I. Ameerally and M. Nelson. Dynamic Construction of Federated Digital Libraries. [cited 2007. 1. 3]. <<http://www9.org/final-posters/poster17.html>>.