

고천문 기록 서비스를 위한 웹 기반 시스템의 소프트웨어 개발 방법론적 개발 연구  
**STUDY ON SOFTWARE DEVELOPMENT METHODOLOGY OF A WEB-BASED SYSTEM  
FOR HISTORICAL ASTRONOMY RECORDS AND ACCOUNTS SERVICE**

서윤경<sup>1</sup>, 김상혁<sup>1</sup>, 민병희<sup>1,2</sup>, 최영실<sup>1</sup>, 안영숙<sup>1</sup>, 최고은<sup>1</sup>, 이기원<sup>3</sup>, 전준혁<sup>4</sup>,  
박은미<sup>1,4</sup>, 황병한<sup>5</sup>, 정명우<sup>5</sup>

<sup>1</sup>한국천문연구원, <sup>2</sup>과학기술연합대학원대학교, <sup>3</sup>대구가톨릭대학교, <sup>4</sup>충북대학교, <sup>5</sup>(주)에이투엠

YOON KYUNG SEO<sup>1</sup>, SANG HYUK KIM<sup>1</sup>, BYEONG-HEE MIHN<sup>1,2</sup>, YOUNG SIL CHOI<sup>1</sup>, YOUNG SOOK AHN<sup>1</sup>,  
GOEUN CHOI<sup>1</sup>, KI-WON LEE<sup>3</sup>, JUNHYEOK JEON<sup>4</sup>, UHN MEE BAHK<sup>1,4</sup>, BYEONGHAN HWANG<sup>4</sup>, AND MYOUNGWOO JUNG<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, S. Korea

<sup>2</sup>Korea University of Science and Technology, Daejeon 34113, S. Korea

<sup>3</sup>Daegu Catholic University, Gyeongsan-si 38430, S. Korea

<sup>4</sup>Chungbuk National University, Cheongju-si 28644, S. Korea

<sup>5</sup>AtwoM Co. Ltd., Daejeon 34068, S. Korea

*E-mail: ykseo@kasi.re.kr*

*(Received October 19, 2019; Revised November 30, 2020; Accepted December 01, 2020)*

**ABSTRACT**

Korea has numerous astronomical resources, such as observational records, star maps, and a wealth of literature, covering the period from the Three Kingdoms (54 BC - 932 AD) to the Joseon Dynasty (1392 - 1910 AD). The research activities related to these resources have been limited to those by individual researchers. It is now necessary to conduct research by efficiently and systematically collecting and managing Korean astronomical records using an accessible Web environment. The purpose of this study is to complete a system that enables researchers systematically to collect and verify a large number of historical records related to astronomical phenomena in a Web environment. In 2017, a preliminary survey was conducted, and the requirements pertaining to an implementation target system were devised. In addition, a joint development plan was carried out by the developer, lasting three months in 2018. Although the system is relatively simple, it is the first system to be attempted in the historical astronomy field. In order to proceed with the systematic development, the software development methodology is applied to the entire process from deriving the requirements of researchers to completing the system. The completed system is verified through integrated function and performance tests. The functional test is repeated while modifying and testing the system based on various test scenarios. The performance test uses a performance measurement test tool that takes measurements by setting up a virtual operation environment. The developed system is now in normal operation after a one-year trial period. Researchers who become authorized to use the system can use it to verify the accuracy of data and to suggest improvements. The collected feedback will be reflected in future systems, and Korean astronomical records will be available for use internationally through a multilingual service.

*Key words:* historical astronomy, software development methodology, software engineering, Web service, Historical Astronomy Records & Accounts

**1. 서론**

한국의 고천문 기록 자료는 삼국시대 이후 근대 조선

까지 다수가 존재하며, 이 문헌들의 내용을 과학적 분석에 근거하여 검증하고 번역 및 해석을 포함한 천문

학적 연구 가치를 발굴하는 것이 고천문 연구의 중요 분야 중 하나이다(Ahn, 2005; Choi et al., 2018; Jeon et al., 2018; Lee, 2017; Park & Chae, 2007; Yang et al., 1998). 특히 최근 들어 한국의 고천문 기록은 국내뿐 아니라 국외의 연구자로부터도 요구가 증가하고 있다. 최근 과학 학술지 Nature에 발표된 Shara et al.(2017)은 세종실록 기록을 첫 번째 폭발 근거로 활용한 신성 연구로서 한국의 고천문 기록 자료의 중요성과 활용성을 보여주는 좋은 한 연구 사례이다. 고천문 기록 문헌들은 아니지만, 국내 전문 번역 연구 기관이나 역사 또는 사료 연구 기관들을 중심으로 고문헌들을 번역하고 전산화할 통해 자체 서비스 또는 아카이브 시스템을 구축하는 사례들은 다수가 조사되고 있다(Seo et al., 2018). 그렇지만 이들 중 고천문 분야는 특수한 경우로 해당 분야 지식을 가진 연구자들이 직접 참여해야 신뢰성 있는 기록 자료를 산출할 수 있다.

한국천문연구원의 공식적인 고천문관련 자료 서비스는 천문우주지식정보<sup>1</sup> 내 천문기록관<sup>2</sup>에서 역사 기록과 천문 기록 검색의 두 가지 기능을 통해 제공하고 있다. 이 중 천문 기록 검색은 고문헌 중 천문 현상에 해당되는 내용을 발췌하여 한글로 서비스 중이며, 활용되는 기록 자료는 정사 기록 위주로 구성되어 있다. 또한 기관의 공식 홈페이지를 통한 정보 제공을 목적으로 하는 웹 구성이기에 연구자들의 활용을 위한 편집, 검색 등의 기능에는 많은 제한이 있다. 고천문 연구를 위한 기초 문헌 자료는 역사, 정사, 개인 문집의 천문 기록, 관상감 관찬 자료 그리고 고성도 자료 등이 해당된다. 이러한 자료는 관련 연구자들에 의해 지속적으로 수집되고 정확성을 상호 검증하는 과정을 필요로 한다. 그러므로 한국 천문 기록의 효율적인 수집과 관리를 위해서는 웹 환경의 접근 편의성을 활용하여 새로운 고천문 기초 자료들을 발굴하고 기존 서비스에 추가할 수 있는 최적화된 서비스 시스템 구축이 필요한 상황이다. 하지만, 아직까지 자체 시스템 구축에 따른 서비스 경험이 없는 관계로 시험적인 성격의 테스트베드 개발부터 진행하는 것을 비롯한 체계적인 방식에 의한 개발이 요구된다.

이러한 추진 배경에 따라 이 연구의 목적은 다음 세 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 삼국 시대부터 근대 조선 시대까지 역사적 문헌들 중에서 고천문 현상과 관련된 자료를 바탕으로 고천문 연구자들이 웹 환경에서 체계적으로 자료를 입력하고 수집함으로써 자료의 통일성을 추구하고자 한다. 둘째, 구축된 웹 시스템을 통해 기관 내·외부 연구자들이 쉽게 접근할 수 있도록 하여 자료의 정확성을 상호 검증하고 서비스의 개

선점을 파악하게 하며, 이를 통해 연구 데이터의 활용 및 공동 연구 효율성을 높이고자 한다. 마지막으로 추후 다국어 서비스를 위한 효율적인 자료 번역의 연구 기반 및 사업의 동기를 마련하기 위해 이 연구를 진행하려고 한다.

이 연구는 기획 단계에서부터 유지보수에 이르기까지 전 과정을 소프트웨어 개발 방법론<sup>3</sup>을 적용하여 진행하고자 한다. 즉, 시스템의 주 사용자에게 해당되는 고천문 연구자들의 기본적인 요구사항을 수집, 분석 후 개발에 잘 반영하여 원하는 시스템이 완성될 수 있도록 소프트웨어 개발 방법론의 적용이 필요하다. 해당 시스템의 규모가 작고 기능이 비교적 단순한 편이기에 각 단계별 산출물 종류와 내용 등도 간략화하여 진행하고자 한다. 2017년에 요구사항 도출을 바탕으로 이후 공동 개발을 진행할 업체를 선정하여 2018년 4월부터 3개월 동안 개발을 진행하였다. 개발 완료 후 1년 동안 시험 운용을 진행하여 현재는 정상 운용 중에 있다. 이와 같은 방법에 의해 테스트베드 형태로 구축을 완성하고 운영함으로써 개선점 등을 파악하여 향후 업그레이드된 시스템 개발 시 반영하고자 한다.

구축된 고천문 기록의 웹 서비스를 위한 수집 시스템의 영어 명칭은 Historical Astronomy Records and Accounts Service(HARA)<sup>4</sup> 이라 명명하였다. HARA는 기존의 역사서로 기술되어 있는 고천문 분야의 여러가지 천문 기상 현상과 관련된 자료를 전산화하여, 이를 표준 웹을 통해 원하는 사용자가 해당 정보에 접근할 수 있도록 서비스를 제공하는 첫 번째 시스템이라 할 수 있다. 추후에는 국외 연구자들을 위해 다국어 서비스를 지원하여 우리의 고천문 기록들이 국제적인 천문학 연구 자료로 보다 다양하게 활용되기를 기대한다.

이 논문의 2장은 시스템 개발에 앞서 타 기관의 유사 시스템을 중심으로 선행 조사한 내용과 소프트웨어 요구사항 도출 및 간략한 개념 설계 차원에서 운용 시나리오 내용을 설명한다. 3장은 소프트웨어 개발 절차에 따른 요구사항 분석, 설계 및 구현 과정을 보여준다. 4장은 구현이 완료된 시스템의 시험 및 그 결과에 대해 정리하고, 마지막으로 5장은 이 연구를 통해 얻어진 결론과 향후 연구 방향에 대해 제언으로써 마무리하고자 한다.

<sup>1</sup> <https://astro.kasi.re.kr/index>

<sup>2</sup> <https://astro.kasi.re.kr:444/almanac/pageView/41>

<sup>3</sup> 소프트웨어 개발 과정을 체계화 및 표준화하여 각 개발자의 개발 과정을 일관성있게 유지하고 효과적인 협업을 이루도록 소프트웨어 공학 기법을 적용함. 상세 내용은 “3.1. 연구 절차 및 요구사항 분석”을 참조 바람.

<sup>4</sup> <http://hara.kasi.re.kr>

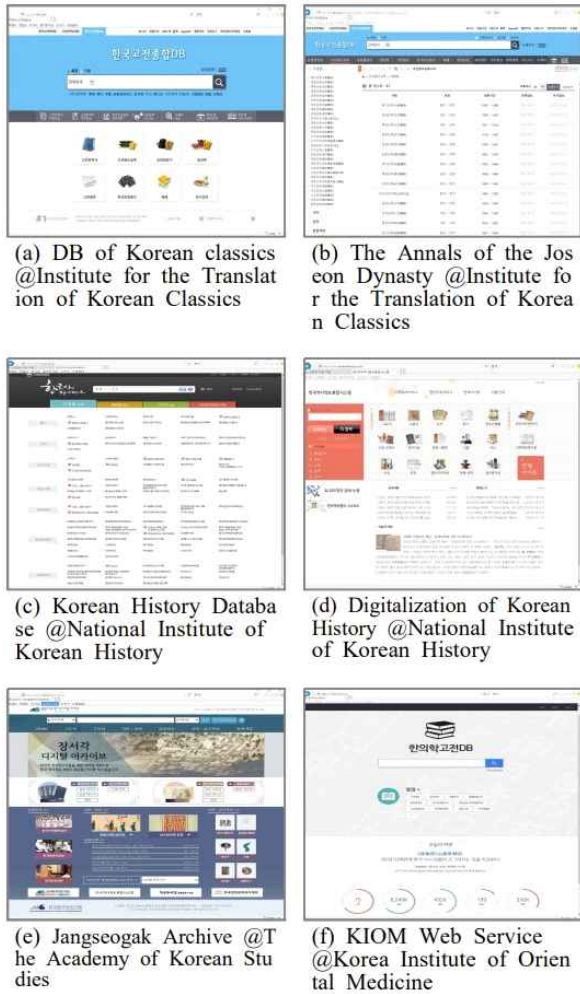


Figure 1. Web service systems of other institutions.

2. 선행 시스템 조사 및 요구사항 도출

2.1. 타 기관의 유사 시스템 선행 조사

연구의 시작에 앞서 고문헌을 번역하여 서비스 중인 타 기관의 유사한 시스템을 중심으로 선행 조사를 진행하였다. Figure 1은 한국 고문헌을 서비스 중에 있는 대표 연구 기관들이다. 먼저 한국고전종합 DB<sup>5</sup>와 조선왕조실록<sup>6</sup>은 한국고전번역원에서 다년간 정보화 사업을 통해 구축하여 현재 서비스 중인 시스템이다. 이 시스템은 원문 텍스트, 원문 이미지 그리고 다양한 번역 정보를 함께 제공해 주고 있다. 승정원일기<sup>7</sup>와 일성록<sup>8</sup>

또한 대표적인 문헌 서비스에 해당된다. 한국사데이터베이스<sup>9</sup>와 한국역사정보통합시스템<sup>10</sup>은 국사편찬위원회에서 서비스 중인 대표적인 시스템으로 한국고전번역원과 유사하게 조선왕조실록<sup>11</sup> 및 승정원일기<sup>12</sup> 역시 번역 서비스 중이다. 한국학중앙연구원의 장서각 디지털 아카이브<sup>13</sup>는 고도서 뿐만 아니라 음성, 사진 등의 자료를 아카이브 형태로 서비스 중이다. 마지막으로 한의학 고전DB<sup>14</sup>는 한국한의학연구원에서 운영 중인 고전 한의학 문헌을 번역하여 서비스하는 시스템이다. 서비스 중인 전체 문헌의 용량이 크지 않은 관계로 자료 DB를 자체 하드웨어 구축보다는 상용 클라우드 서버를 이용하여 초기 구축 비용뿐만 아니라 운영 비용 절감의 효과도 있을 것으로 판단된다. 이들 사이트 외에도 유사한 서비스 시스템은 많지만, 직접 자문을 받거나 관련성이 높은 시스템을 중심으로 선행 조사를 실시하였다. 조사 대상 시스템들은 주로 서비스 문헌 형식과 화면 구성관련 요구사항 도출에 도움이 되었으며, 추후 고전문 현상 자료의 번역 및 서비스 시 가장 참조할 만한 표본 사이트가 될 것이다.

2.2. 운용 시나리오 및 요구사항 도출

HARA 시스템을 기능적 관점에서 보자면 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째는 입력 기능으로 인가된 사용자가 해당 자료들을 입력하여 DB에 저장하는 과정이 이에 해당된다. 둘째는 표출 기능으로 인가 및 일반 사용자가 저장된 자료 중 원하는 자료를 장소에 구분없이 표준화된 웹 브라우저를 통해 접근 및 활용한다. Figure 2(KASI, 2018a)는 HARA를 포함한 운용 환경에 대해 개념도로써 직관적인 이해를 위해 도시하였다. KASI(Korea Astronomy and Space Science Institute) 보안 방화벽 내에 위치한 웹 서버 DB인 HARA를 통해 원내 접속 뿐만 아니라, 원외에서도 접속이 가능하다. 시스템의 하드웨어는 Figure 3(KASI, 2018a)과 같이 단독(stand-alone) PC(Personal Computer)로 단순 구성하고자 한다. 서버 급이 아닌 일반 PC를 선택한 이유는 시스템 규모가 테스트베드 수준이기에 사용자 접속 수에 따른 시스템 부하가 상당 기간 문제되지 않기 때문이다. 또한 산술 계산이 필요 없으며, 저장될 문헌 수에

<sup>5</sup> <http://db.itkc.or.kr/>  
<sup>6</sup> <http://db.itkc.or.kr/dir/item?itemId=JT#/dir/list?itemId=JT&gubun=book>  
<sup>7</sup> <http://db.itkc.or.kr/dir/item?itemId=ST#/dir/list?itemId=ST&gubun=book>

<sup>8</sup> <http://db.itkc.or.kr/dir/item?itemId=IT#/dir/list?itemId=IT&gubun=book>  
<sup>9</sup> <http://db.history.go.kr/>  
<sup>10</sup> <http://www.koreanhistory.or.kr/>  
<sup>11</sup> <http://sillok.history.go.kr/main/main.do>  
<sup>12</sup> <http://sjw.history.go.kr/main.do>  
<sup>13</sup> <http://jsg.aks.ac.kr/>  
<sup>14</sup> <https://mediclassics.kr/>

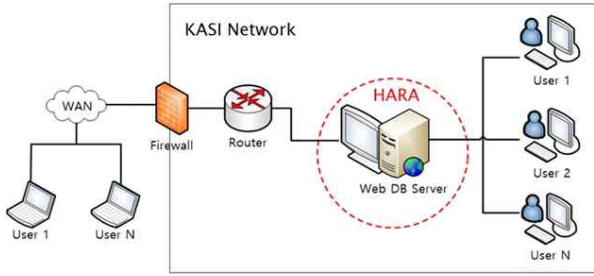


Figure 2. Conceptual diagram of the HARA system (KASI, 2018a).

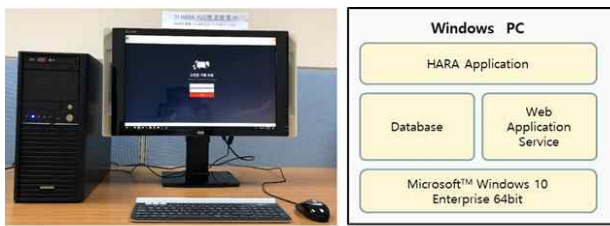


Figure 3. Picture of the HARA system (left) and software layer diagram (right) (KASI, 2018a).

따른 데이터양 또한 많지 않을 것으로 분석되어 고사양의 하드웨어는 당분간 필요하지 않을 것으로 판단하였다. Figure 3에서 보여주는 소프트웨어 계층별 구성도는 PC 상에 구축될 HARA의 소프트웨어에 대한 개념 설계 차원에서 제시하고 있다. 구체적으로 적용된 소프트웨어의 구성은 “3.3. 구현” 단계에서 설명하고자 한다.

HARA 시스템의 경우 운용 시나리오에서 가장 우선적으로 고려해야 할 사항은 권한 관리(authorization management)이다. 즉, 시스템을 운용하는 시스템 관리자(system administrator), 원문 파일을 관리하고 기록을 업로드 하는 연구자(researcher), 그리고 필요한 정보를 습득하는 일반 사용자(general user)들에 대한 접근 권한의 구분이 필요하다. 아울러 온라인 상에서 누구나 접근할 수 있는 시스템의 경우 시스템 보안 차원에서도 권한 설정을 통해 주요 기능에서 대해 보호해야 한다. 이에 HARA의 사용자 권한은 시스템 관리자, 연구자, 일반 사용자와 같이 세 분류로 구분하였다. 각 권한 별 특징과 접근 가능한 기능에 대해서는 Table 1에 요약하였다. 즉, 시스템 관리자에 의해 각 사용자 별 권한이 부여되고 해당 사용자 ID(Identification)로 로그인 시 메뉴가 다르게 시나리오를 구성하였다.

상세 요구사항의 작성을 위해 공공정보화(IT) 사업 유형별 제안요청서 작성 가이드<sup>15</sup>를 참조하여 도출하였

Table 1. Summary of system permissions based on user’s authorization settings

Users	Permission Features	Authorized Authority
System administrator	<ul style="list-style-type: none"> <li>System administration authority</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>All rights of researchers</li> <li>Operational settings</li> </ul>
Researcher	<ul style="list-style-type: none"> <li>KASI internal and external authorized users</li> <li>User ID and PW are granted through system administrator</li> <li>Accessing to the main menus except for the operational settings</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Searching within the main page</li> <li>Document creation</li> <li>Fields management</li> <li>Record management</li> <li>Glossary</li> <li>Bulletin board</li> </ul>
General user	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anonymous users online</li> <li>Allowed “guest” account</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Searching within the main page</li> <li>Glossary</li> <li>Bulletin board</li> </ul>

Table 2. Classification and number of requirements (KASI, 2018a)

Classification	# Requirements
System Function Requirement (FUN)	14
Performance Requirement (PER)	5
System Interface Requirement (INT)	4
Data Requirement (DAR)	5
Test Requirement (TER)	4
Security Requirement (SER)	5
Quality Requirement (QUR)	4
Constraint Requirement (COR)	5
Total	46

다. 기능, 성능, 품질 등과 같은 요구사항의 구분에 따른 요구사항 ID 규칙과 실제 도출된 요구사항 수에 대해 Table 2(KASI, 2018a)에서 설명하고 있으며, 총 46개의 요구사항을 도출하였다.

<sup>15</sup> Public Procurement Service, 2014, 공공정보화 사업유형별 제안요청서 작성 가이드, <http://www.pps.go.kr/bbs/selectBoard.do?boardSeqNo=362&boardId=PPS054>

Table 3. Description of the planned development phase (AtwoM Co. & KASI, 2018a)

Phase	Segment	Development content
Analysis	Planning	Establishing development schedules
	Requirement analysis	User requirement analysis
Design	System design	Class, component, and interface design
		UI design
		Architecture design
	DB design	DB table design
Implementation	UI implementation	Coding for Web design
	System implementation	Coding for Web system
	Unit test	Performing unit tests in the implementation phase
Test	Integrated test	Performing integration test
	Manual writing	Creating system manual
	Program installation	Application installation
Maintenance management	Maintenance	System maintenance
	Operation management	System operation management

### 3. 연구 절차 및 방법

#### 3.1. 연구 절차 및 요구사항 분석

소프트웨어 개발 방법론(Despa, 2014)은 객체지향(Object-oriented) (Chow & Yeung, 1996), 컴포넌트 기반(CDB; Component Based Development) (Allen & Kim, 2001), 애자일(Agile) (Chung et al., 2014) 등 다양한 기법들이 프로젝트의 규모, 특성, 개발 기간에 맞춰 적용된다. HARA와 같은 웹 응용 프로그램이나 소규모 프로젝트에 적합한 방법론 연구(Standing, 2002)와 특히 애자일과 같이 기민한 방식을 적용한 연구 사례(Lee et al., 2007; Lee et al., 2013) 들은 쉽게 찾아볼 수 있다. 그러나 이 연구에 적용된 방법론은 특정의 한 가지 기법 또는 패러다임을 선정하고 이를 따르기보다는 전형적인 소프트웨어 생명 주기(Fahmi & Choi, 2008; Song et al., 2004; Tian, 1999) 절차에 따라 산출물 관리 방식(Seo et al., 2014)을 적용하였다. 그 이유는 HARA의 경우 시스템이 단순한 편이며, 개발 기간도 3개월로 짧기에 어떤 방법론이든 정식으로 적용하기에는 개발 참여진의 방법론 이해 정도와 작업량 등의 개발 부담만 늘릴 수 있기 때문이다. 이에 가급적 산출물의 종류와 내용도 필수적인 것만을 도출하도록 하였다. Table 3

(AtwoM Co. & KASI, 2018a)의 연구 절차에서 알 수 있듯이 앞서 설명한 순차적인 소프트웨어 생명 주기에 따라 개발할 것임을 이해할 수 있으며, 단계별 해당 산출물(KASI, 2018b)도 제시해 주고 있다.

설계에 앞서 요구사항 분석은 고객의 요구사항을 이해하고 어떤 결과물을 제공할 것인가를 정확히 기술하는 과정이다(Youn, 2009). 이 과정에서 다양한 분석 다이어그램들이 산출되나, HARA의 경우 요구사항 정의서와 추적성을 위한 요구사항 추적표(Kim & Rhew, 2007)만을 기술하고 그 외 분석 산출물은 생략하였다. 즉, 짧은 개발 기간을 감안하여 분석 산출물 작성 시간을 가급적 줄이고 바로 주요 설계 과정을 진행하는 것을 결정하였다.

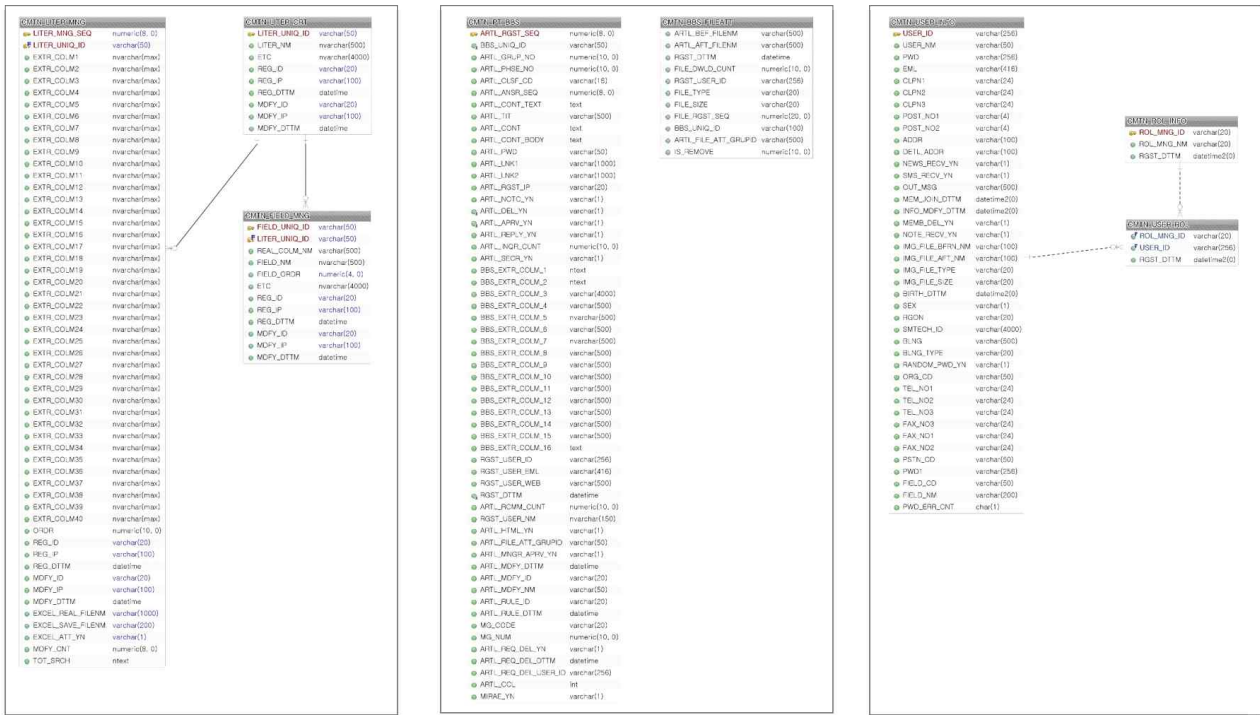
#### 3.2. 소프트웨어 설계

설계 과정은 DB 구축을 위한 데이터베이스 설계 산출물과 웹 서비스에 필수 기능인 사용자 인터페이스 설계 산출물 중심으로 설명하고자 한다.

##### 3.2.1. 데이터베이스 설계

일반적으로 데이터베이스 설계 및 데이터 모델링을 설명할 때 ER(Entity Relationship)<sup>16</sup> 모델을 사용한다. ER 모델과 같은 구현 데이터 모델을 사용하므로 개념 스키마를 고수준의 데이터 모델로부터 구현 데이터 모델로 변환해야 한다. 이 단계를 논리적 설계(logical design) 또는 데이터 모델 사상(data model mapping)이라고 한다. 마지막 단계를 물리적 설계(physical design)라고 부르는데, 이 단계에서는 데이터베이스 파일에 대한 내부 저장 구조, 접근 경로, 파일 조직들을 명시한다(Hwang et al., 2004). HARA 데이터베이스 설계는 ERD(Entity Relationship Diagram) 작성과 DB 테이블 설계로 진행하였다. Figure 4(AtwoM Co. & KASI, 2018b)는 문헌 관리 DB, 게시판 DB 그리고 회원 정보 DB에 대한 물리 ERD에 해당된다. 물리 ERD는 개발 중심적 모델이라 할 수 있으며, 이외에 논리 ERD는 업무 중심의 업무 지향 모델이라 할 수 있다. 물리 ERD와 논리 ERD를 차례로 설계하였으나, 차이가 적은 관계로 물리 ERD만을 도시하고자 한다. 이들 ERD는 테이블명, 컬럼명이 제시되어야 하며, 이러한 작성이 끝나면 Table 4(AtwoM Co. & KASI, 2018b)와 Table 5(AtwoM Co. & KASI, 2018b)처럼 테이블 추출과 상세한 테이블 속성 등을 정의하여 데이터베이스 설계를 진행하였다. HARA의 DB 설계에 따른 DB 테이블은 Table 4와 같이 9개이며, 정제된 기능 중심으로 설계되었음을 알 수 있

<sup>16</sup> 엔티티 관계. 데이터베이스에서 객체를 나타내는 엔티티와 객체 사이의 연관성을 나타내는 관계의 집합.



(a) Document management

(b) Bulletin board for reference

(c) User management

Figure 4. Example of database design - Physical ERD (AtwoM Co. & KASI, 2018b).

Table 4. List of DB tables (AtwoM Co. & KASI, 2018b)

No.	Table name	Description
1	CMTN_LITER_CRT	Document creation
2	CMTN_FIELD_MNG	Fields management
3	CMTN_LITER_MNG	Record management
4	CMTN_PT_BBS	Post on common board
5	CMTN_BBS_FILEATT	Attached file on common board
6	CMTN_USER_INFO	User information
7	CMTN_ROL_INFO	Authorization information
8	CMTN_USER_ROL	Authorization information per user
9	CMTN_ACCS_LOG	Access log

Table 5. Example of DB table description – document creation (CMTN\_LITER\_CRT) (AtwoM Co. & KASI, 2018b)

Table name	CMTN_LITER_CRT				
Description	Document creation				
Column name	Column description	Length	PK	Default	
LITER_UNIQ_ID	Unique document ID	varchar (50)	Yes	Not Null	
LITER_NM	Document name	varchar (500)	No	Null	
ETC	Remark	varchar (4000)	No	Null	
REG_ID	Registration ID	varchar (20)	No	Null	
REG_IP	Registration IP	varchar (100)	No	Null	
REG_DTTM	Registration date & time	datetime	No	Null	
MDFY_ID	Modification ID	varchar (20)	No	Null	
MDFY_IP	Modification IP	varchar (100)	No	Null	
MDFY_DTTM	Modification date & time	datetime	No	Null	

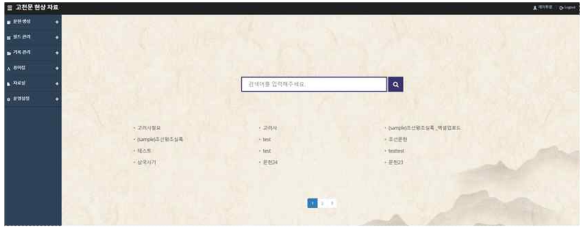
프로젝트명	고천문 현상 자료		
화면 ID	HRG-UI-001	화면명	통합 검색
			
화면 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>전체 문헌에 대한 통합검색을 제공한다.</li> </ul>		
조위 조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>		
기능 설명	<ul style="list-style-type: none"> <li>전체 문헌에 대한 검색결과를 조회할 수 있다.</li> </ul>		
주요 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>	필수 입력 항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>

Figure 5. Example of design details for each UI ID (AtwoM Co. & KASI, 2018c).

다. Table 5는 DB 테이블을 구성하는 엔티티별 각 속성 설계의 예를 보여주고 있다. 그리고 데이터베이스의 데이터에 대한 품질 관리는 『행정 정보 데이터베이스 표준화 지침<sup>17)</sup>』에 준하여 설계를 진행하였다.

### 3.2.2. 사용자 인터페이스 설계

사용자 인터페이스는 사용자 화면에 해당된다. 구현 단계에서 많은 작업량에 해당되는 사용자 화면은 미리 사용자 화면 설계서를 작성하여 이를 바탕으로 구현을 진행해야 한다. 화면 내 컨트롤 배치는 기본적인 레이아웃을 그려보며 사용자와 충분한 상의를 통해 요구사항을 결정한다. 주요 사용자 인터페이스의 종류를 결정하면 각 화면 ID 각각에 대해 Figure 5(AtwoM Co. & KASI, 2018c)와 같이 자세한 설계 내용을 기술하여 사용자 화면 설계서를 도출한다. HARA의 경우 총 26개의 화면 ID별 상세 사용자 화면 설계를 진행하였다.

### 3.3. 구현

구현 과정은 설계 과정에서 정의된 모든 요소에 대해 코딩 및 문서화 작업 수행에 해당된다. 또한 코딩 과정에서 필요에 의해 개발자가 단위 시험을 자체적으로 수행할 수 있다. Table 6는 HARA의 운영 체제를 포함한 개발 언어에 대한 구성을 보여주고 있다. 개발 시스템의 운영 체제는 Microsoft사의 Windows 10 64비트 버전으로 선정하였다. 운영 체제에 맞춰 데이터베이스 구축을 위해 MS SQL 서버를 활용하였다. 웹 서비스를 위한 자바 환경을 위해 Apache Tomcat<sup>18)</sup>을 설치하였

Table 6. Configuration of the operating system and software development environment

Classification	S/W name & version	Purpose of use
Operating system	Windows 10 Enterprise 64bit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operating system</li> </ul>
Database server	Microsoft SQL Server 2017 (RTM) - 14.0.1000.169 (X64)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Database configuration</li> </ul>
Programming language	JAVA 1.8.0_171 / JSP 2.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dynamic application development language on the Web</li> </ul>
	HTML5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Development language for dynamic web applications</li> </ul>
Web application service	Apache Tomcat 8.0.52	<ul style="list-style-type: none"> <li>Providing a Java environment running in conjunction with a web server</li> <li>Providing a Java Server Page (JSP) and Java Servlet Execution Environment</li> </ul>

으며, 웹 응용 프로그램 구현을 위해 Java와 HTML을 사용하였다. 즉, HARA가 웹 기반 시스템인 점을 고려하여 Java 기반의 개발 언어와 이를 실행하는 환경으로 구성하였다. 그리고 최소 3종 이상의 웹 브라우저를 지원할 수 있도록 하였으며, 웹 호환성 확보를 위하여 『전자정부서비스 호환성 준수 지침<sup>19)</sup>』을 참조하였다. 이외에도 소프트웨어 개발 보안성(보안 코딩)과 관련하여 『소프트웨어 개발 보안 가이드<sup>20)</sup>』와 이를 점검시에는 『소프트웨어 보안 약점 진단 가이드<sup>21)</sup>』 지침을 준수하여 구현을 진행하였다.

<sup>18)</sup> Apache Software Foundation, Apache Tomcat, <https://tomcat.apache.org/>

<sup>19)</sup> Ministry of the Interior and Safety, 2014, 전자정부서비스 호환성 준수지침 일부개정(eGOV-A01.025), [http://mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_00000000016&nttlId=44535](http://mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_00000000016&nttlId=44535)

<sup>20)</sup> Ministry of the Interior and Safety, 2017, 소프트웨어 개발보안 가이드(11-1311000-000330-10), [http://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_00000000015&nttlId=57473](http://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_00000000015&nttlId=57473)

<sup>21)</sup> Korea Internet & Security Agency, 2019, 소프트웨어 보안약점 진단 가이드(11-1311000-000395-14), [https://www.kisa.or.kr/public/laws/laws\\_3\\_View.jsp?mode=view&p\\_No=259&b\\_No=259&d\\_No=52](https://www.kisa.or.kr/public/laws/laws_3_View.jsp?mode=view&p_No=259&b_No=259&d_No=52)

<sup>17)</sup> Ministry of the Interior and Safety, 2008, 행정정보데이터베이스 표준화지침(eGOV-D01.023), [http://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR\\_00000000045&nttlId=34385](http://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_00000000045&nttlId=34385)

Table 7. The content of the planned software test case

Test	Case classification	# identified test case
Functional Test	Document creation	5
	Fields management	5
	Record management	8
	Glossary	6
	Bulletin board	6
	User management	5
	Authority management	3
	Log management	1
Performance Test	Response, Latency & Simultaneous access	3
Total		42

4. 연구 결과 및 토의

소프트웨어 시험은 단위 및 시스템 시험을 함께 포함하는 통합 시험의 개념으로 진행하였으며, 구현 단계에서 개발자가 자체 필요에 따라 수행하는 소스 레벨 시험은 시험 분류에서 제외하였다. 시험을 수행하기에 앞서 상세 요구사항, 요구사항 정제 및 기능 목록을 기반으로 시험 케이스를 추출하였으며, Table 7에서와 같이 추출된 케이스는 총 42개이다. 기능 시험에 대한 내용 및 그 결과에 대해서는 4.1에서 설명하고 있으며, 성능 시험의 내용 및 결과는 4.2에서 해당 케이스에 대해 기술하고 있다.

4.1. 기능 시험 및 결과

기능 시험은 유스케이스 단위별로 시험 시나리오를 구성하여 시험 케이스를 작성한다. Figure 6(AtwoM Co. & KASI, 2018d)에서 보여주는 바와 같이 각 케이스 별 시나리오에 따라 사전 조건, 후행 조건, 예상되는 결과를 먼저 작성하여 이에 따라 시험 수행한 결과를 함께 반영하여 시험 계획서와 결과서를 함께 관리한다. 이런 과정을 기능 시험 케이스 39개에 대해 모두 시행한 결과, 모두 정상이 될 때까지 수정과 시험을 반복하여 기능 시험을 완료하였다.

4.2. 성능 시험 및 결과

성능 시험은 구현 개발이 완료된 응용 프로그램 및 웹 응용 서버(WAS: Web Application Server), 데이터베이스 서버에 대해 운용 시 예상되는 동시 사용자 접속 및 서비스에 근접한 가상 사용자를 이용하여 시스템에 부하를 발생시키며 시스템의 전반적인 성능을 측정하였다. Table 8(AtwoM Co. & KASI, 2018d)에서 언급된 바

Table 8. Requirements and the results of the performance tests (AtwoM Co. & KASI, 2018d)

Performance test (Test case ID)	Requirement	Result
Task response time online (HPR-UT-012-L1)	Within 3 seconds	Pass
Response time to display the Web page (HPR-UT-012-L2)	Within 3 seconds	Pass
Maintaining performance according to the number of concurrent users access (HPR-UT-012-L3)	More than 100 users	Pass


시험자	테스트 엔지니어	시험 확인	결과		
CASE ID	HPR-UT-002-L		1차	2차	3차
CASE 명	필드관리 - 조회		정상		
시험 설명	등록된 문헌의 필드명 조회 한다.				
시험 유형	{ [단순]   성능   표준   오류 }				
사전 조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 사용자 로그인</li> <li>✓ 등록된 문헌이 있다.</li> </ul>				
시험 절차	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 필드관리 메뉴 클릭</li> <li>2. 검색영역에서 문헌명 선택 후 조회</li> <li>3. 입력된 필드명이 조회되는지 확인한다.</li> </ol>				
시험 데이터	문헌명: (sample) 조선왕조실록				
후행 조건					
예상 결과	필드가 조회 된다.				
시험 결과					
비고 (결합번호)	[해당문헌의 필드 목록이 조회된 화면]				

Figure 6. Example of a functional test case - Fields management inquiry (AtwoM Co. & KASI, 2018d).

와 같이 성능 시험은 3가지 요구사항에 대해 성능 시나리오를 도출하였으며, 각기 성능 요구 조건과 그 결과에 대해 보여주고 있다. 특히 동시 사용자의 경우엔 이 시스템을 연구자 계정이 부여된 관련 연구자들 범위 내에서 주로 접속 및 사용할 것이므로 동시 사용자 숫자는 100명을 넘지 않을 것으로 판단된다.

이 시험을 위해 Apache Jmeter<sup>TM</sup>22라는 성능 측정 테스트 툴을 활용하였다. 동일한 툴일지라도 제품 버전에 따라 성능 결과의 차이를 보였으며, 성능 시험이라는 측면에서 좀 더 지연 시간이 긴 결과와 보다 최신 사

22 Apache Software Foundation, Apache JMeter, <http://jmeter.apache.org/>



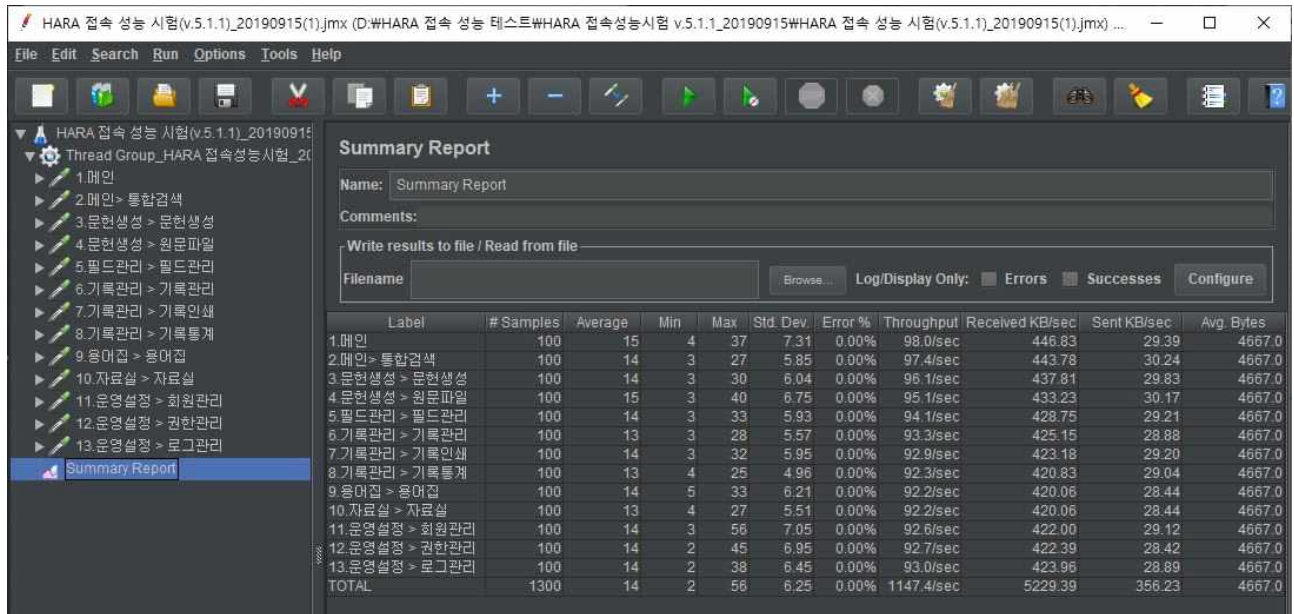


Figure 7. A screen capture of the running Apache Jmeter, a performance testing tool.

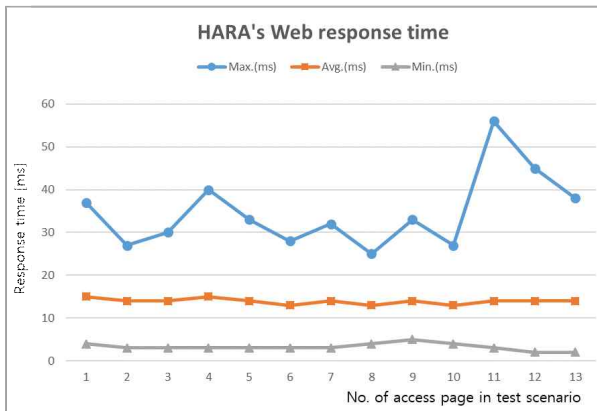


Figure 8. The result of HARA's Web response performance tests

양인 5.1.1 버전의 제품을 적용하였다. 이 틀을 사용하기 위한 기본 설정값으로 접속 페이지 수는 총 13개, 가상 사용자 수는 100명 그리고 접속 시간 간격을 1초로 시험 시나리오를 구성하였다. 기본 설정값을 적용한 Apache Jmeter의 실행 결과 화면은 Figure 7과 같다. 왼쪽에는 13개의 접속 페이지 리스트이며, 가운데 테이블 형태가 접속 성능 시간에 대한 레포트이다. 이 레포트에서 최소 응답 시간, 최대 응답 시간, 평균 응답 시간에 대한 결과값을 Figure 8에서 그래프 형태로 도시하였다. 참고로 Figure 7과 Figure 8은 최근 2019년 9월에 실행한 결과이다. 이와 같은 성능 측정 결과를 통해 시스템의 상황 및 한계를 파악하고 문제점을 도출하여 효율적인 개선 방안을 수립하는 데 활용한다.

이상과 같이 통합 시험이 완료되어 1년여의 시험 운용까지 완료된 HARA 시스템은 지금 정상 운용 중에 있으며, 주요 사용자 화면 및 기능은 Figure 9와 같다. 운용 측면에서 고천문 연구자들이 이 시스템을 사용하는 방식은 다음과 같다. 사전에 사용자 등록을 받아서 Figure 9.(a)의 시스템 로그인을 진행하면 Figure 9.(b)의 통합 검색 및 메뉴 선택이 가능한 메인 화면으로 이동한다. 연구자들이 함께 공유하고 검토하기를 원하는 문헌에 대해 두 가지 방식으로 시스템에 업로드 및 반영할 수 있다. 하나는 별도로 정리해 놓은 개별 엑셀 문서를 Figure 9.(c)의 원문 파일 기능을 이용하여 불러오는 방식이다. 다른 하나는 HARA의 필드 관리와 레코드 관리 기능을 이용하여 필드와 레코드를 순차적으로 생성하는 방식이다. 즉, 생성하고자 하는 문헌의 열에 해당되는 각 필드를 고정 설정한 후, Figure 9.(d)와 같이 해당 문헌의 데이터에 해당되는 레코드를 각 행마다 입력할 수 있도록 하는 것이다. 두 가지 방식 모두 연구자 권한을 가진 복수의 사용자가 해당 문헌의 각 레코드 내용을 동시 편집, 수정 등의 공동 작업을 진행할 수 있다. Figure 9.(e)는 인쇄에 앞서 미리보기 기능을 보여주고 있으며, 필요한 경우 전체 또는 원하는 데이터만을 검색하여 부분 인쇄할 수 있는 기능도 제공하고 있다. 원문 파일의 삭제와 같이 중요 행위에 대해서는 시스템 관리자만이 가능하도록 하여 불의의 데이터 손실 사고를 방지하도록 하였다. 문헌 외에도 고천문 용어 정리에 대해 공동 작업이 가능하도록 Figure 9.(f)와 같이 용어집 기능도 제공하고 있다. 또한 게시판 형태로 서로 공유가 필요한 참고 정보에 대한 자료

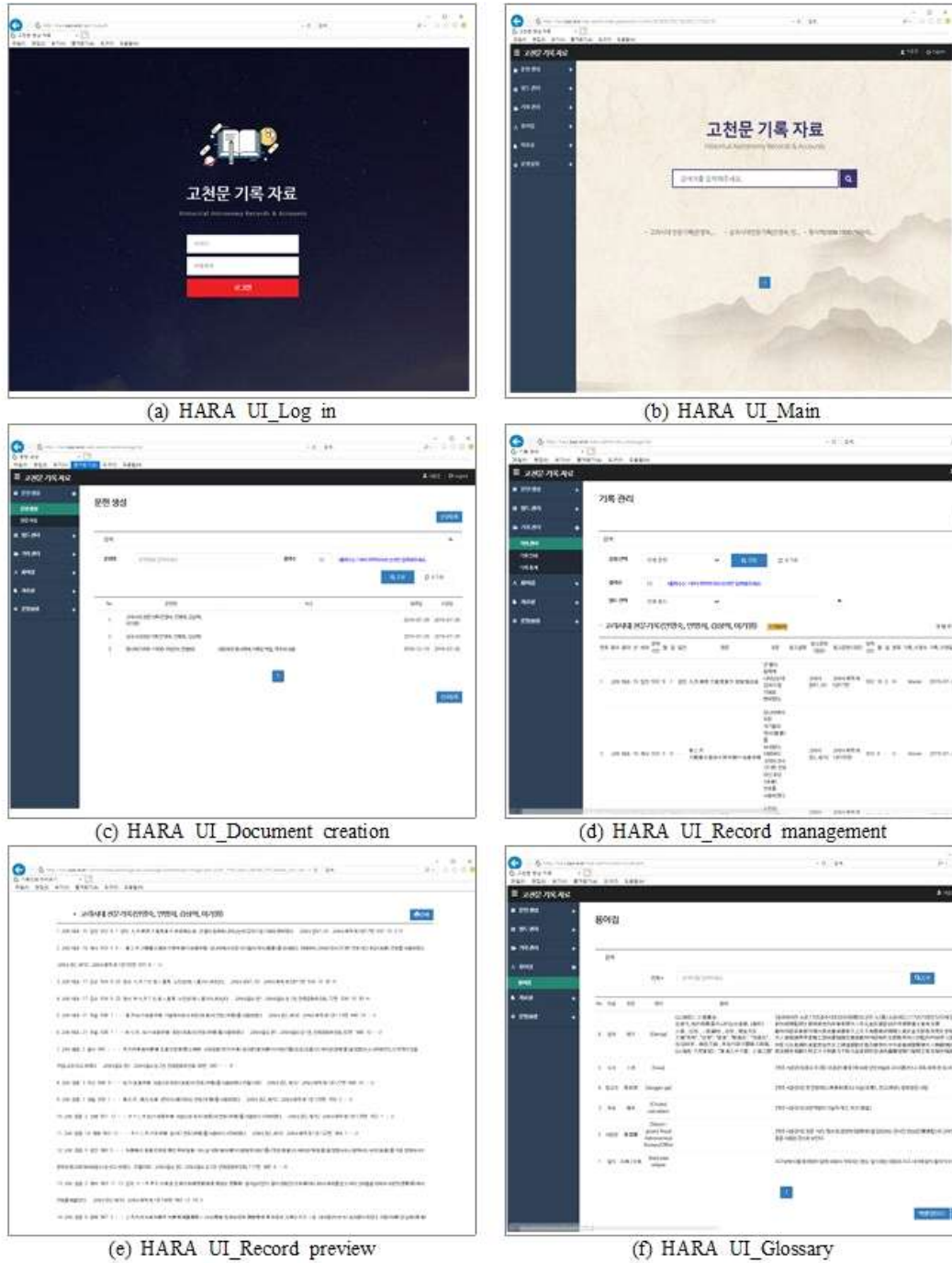


Figure 9. Main function screen of the HARA system, which is completed and is currently operating normally: (a) login screen, (b) first screen after login, (c) document creation screen, one of the main functions, (d) record management screen, one of the main functions, (e) record preview screen, and (f) glossary screen, one of the main functions.

실도 함께 제공된다.

현재 HARA 시스템은 연구자들의 지속적인 공동 작업을 위해 문헌 테이블이 생성, 저장되고 있다. Table 9

는 HARA에 저장되어 연구 활용되는 천문 기록 테이블의 실제 예로써 문헌 성격과 그 규모를 설명하고 있다.

Table 9. The database for astronomical records created and stored in the HARA system

Table definition	Number of columns	Number of records
Astronomical records in the Three Kingdoms Period	17	483
Myeongsi calender (明時曆)	20	4017
Seasonal customs	9	293

Figure 10은 연구자를 포함하여 일반 사용자도 사용이 가능한 검색 서비스를 설명하고 있다. 접근이 편하도록 사용자 로그인 후 첫 메인 화면에 검색 창이 있으며, 검색하고자 하는 한글 또는 한자 단어를 입력한다. 이후 HARA DB에 저장되어 있는 모든 테이블의 검색어가 포함된 레코드를 하이라이트 표시와 함께 각 문헌 테이블 별로 구분하여 보여준다. 이상과 같이 이번에 개발된 HARA 시스템은 고천문 연구자들이 지속적으로 기록들을 수집하고 정확성을 상호 검증할 수 있도록 하는데 일조하고 있다. 이 연구를 통해 공동 수집 및 검증 작업에 관심 있는 연구자들의 참여를 기대한다.

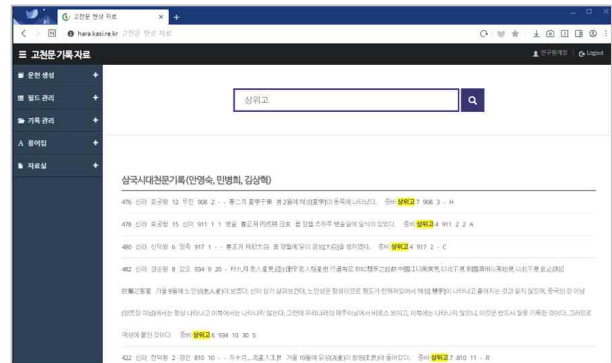
5. 결론

이 연구는 관련 연구자들이 다수의 고천문 기록 자료를 웹 환경에서 체계적으로 수집하고 검증할 수 있는 시스템을 완성하기 위한 것이다. HARA는 고천문 분야에서 관련 기록 수집 및 검토와 서비스를 시행하는 첫 번째 온라인 시스템이라 할 수 있다. 이는 단순히 웹을 통해 관련 정보를 서비스하는 수준이 아닌 관련 연구자들의 자료 수집과 상호 검증 작업의 기반을 마련하였다는 데에 가장 큰 의의를 가진다. 이 연구를 진행한 결과로서 긍정적인 부분은 다음의 두 가지이다. 첫째, 요구사항 및 산출물은 원래 계획 대비 만족할만한 수준의 결과를 얻었다는 점이다. 둘째, 비교적 저렴한 개발 비용과 3개월이라는 짧은 상제 설계, 구현, 시험에 이르는 기간 대비 결과는 바로 실용화가 가능한 수준의 개발 결과물을 얻었다는 점이다. 물론 이처럼 효과적인 연구가 되기 위해서는 사전에 요구사항을 수집하고 도출하는 충분한 기획 단계와 구체적인 요구사항 분석 및 공동 설계뿐 아니라 시험 과정에서의 빠른 피드백 등을 통해 가능하였음을 간과하지 않아야 한다.

개발 과정에서 추후 보완이 필요한 요구사항들도 발생하였다. 특히 한자 번역 과정에서 한자와 같이 표현되어야 하는 표점(標點)<sup>23</sup>(Park, 2009; Lee, 2012) 등



(a) The search input screen



(b) The search result screen

Figure 10. Query service in the HARA system: (a) screen for entering search words in the search box, (b) screen showing search results.

구체적인 요구사항을 좀 더 수집할 필요가 있다. 또한 검색 부분에서도 검색어 동향 분석, 주제별 분류 조건의 반영 그리고 국제적인 시스템에 필수적인 영어, 중국어와 같은 다국어 서비스 등이 필요하다. 이외에도 고문헌의 원문 게시와 함께 타 기관 번역서 링크 및 가공을 통한 서비스도 고려해야 할 부분으로 판단된다.

현재 정상 운영 중인 HARA를 통해 수집되는 연구 자료는 웹을 통해 관련 연구자들이 쉽게 접근하여 자료의 정확성을 상호 검증하고 이러한 과정을 통해 서비스 개선점 또한 파악할 수 있다. 수집된 개선 의견은 추후 확장 버전의 시스템 개발에 반영될 것이다. 클라우드 컴퓨팅 서비스 방식도 검토하여 자체 서버 인프라 구축 대비 비용 절감 여부 등을 비교해 볼 필요가 있다. 이는 새로운 트렌드의 서비스를 적용함으로써 4차 산업 혁명 요건에 보다 근접한 시스템으로 개발될 것을 기대한다. 마지막으로 이 개발 연구를 통해 고천문 현상 자료의 수집 및 검증 작업에 관심있는 연구자들의 참여를 독려하는 바이다.

<sup>23</sup> 한자 원문과 함께 의미 정확성을 위해 표기해주는 문장 부호를 의미함. 고리점(◦), 쉼표(.), 물음표(?), 중간점(·), 모점(⋅), 느낌표(!) 등이 이에 해당됨.

### ACKNOWLEDGEMENT

이 논문 작성에 도움을 주신 한국천문연구원 이재우 박사님께 감사드립니다. 이기원은 2019년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아서 이 연구를 수행하였습니다(2019R111A3A01055211).

### REFERENCES

- Allen, P. & Kim, K. J., 2001, Fundamental Elements of CBD Process, *Journal of KIISE*, 19, 40
- Ahn, S. -H., 2005, Meteoric Activities during the 11th century, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 358(4), 1105
- AtwoM Co. & KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute), 2018a, Development of Web DB Testbed for Historical Astronomy Records: Software Project Perform Plan, p. 11
- AtwoM Co. & KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute), 2018b, Development of Web DB Testbed for Historical Astronomy Records: Software Design Document, pp.3-5
- AtwoM Co. & KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute), 2018c, Development of Web DB Testbed for Historical Astronomy Records: User Interface Design Document, pp.5-6
- AtwoM Co. & KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute), 2018d, Development of Web DB Testbed for Historical Astronomy Records: Test Design and Result Report, p.10
- Choi, G. E., Lee, K. W., Mihn, B. H., & Ahn, Y. S., 2018, Daylight observation of 1P/Halley in 1222, *Planetary and Space Science*, 161, 1
- Chow, P. K. O. & Yeung, D. S., 1996, Behavioural modelling in object-oriented methodology, *Information and Software Technology*, 38, 657
- Chung, S. W., Luor, T., & Lu, H. P., 2014, Assessment of Institutions, Scholars, and Contributions on Agile Software Development, *J. Syst. Software*, 93, 84
- Despa, M. L., 2014, Comparative Study on Software Development Methodologies, *Database Systems Journal*, 5(3), 37
- Fahmi, S. A. & Choi, H. -J., 2008, Life Cycles for Component-Based Software Development, *IEEE 8<sup>th</sup> International Conference on Computer and Information Technology Workshops*, pp. 637-642
- Hwang, K. Y., Hong, E. K., Eum, D. H., Park, Y. C., Kim, J. H., & Jo, W. S., 2004, *Fundamentals of Database Systems 4<sup>th</sup> ed.*, ITC Press (Seoul), p.54
- Jeon, J., Noh, S. -J., & Lee, D. -H., 2018, Relationship between Lightning and Solar Activity for Recorded between CE 1392–1877 in Korea, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 172, 63
- KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute), 2018a, Development of Web DB Testbed for Historical Astronomy Records: Request for Proposal, pp.8-9
- KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute), 2018b, Development of Web DB Testbed for Historical Astronomy Records: Request for Proposal, p. 31
- Kim, J. Y. & Rhew, S. Y., 2007, An Empirical Study on Tracking Table for Consistency and Completeness Validation in the Outputs, *Journal of KIISE: Software and Applications*, 34(5), 419
- Lee, K. -W., 2017, Daylight Observations of Venus with Naked Eye in the Goryeosa, *JASS* 34(1), 67
- Lee, K., Jung, W., Lee, C., Lee, B., Kim, H., & Wu, C., 2007, An Agile Method for Web Applications Development using Extended UML Model, *Journal of KIISE*, 34(3), 179
- Lee, S. & Yong, H. -S., 2013, Agile Software Development Framework in a Small Project Environment, *J. Inf. Process Syst.* 9(1), 69
- Lee, S. H., 2012, The Correlation between Traditional Commentary and Punctuation in Classical Chinese, *Journal for the Translation of Korean Classics*, 3, 191
- Park, E. H., 2009, On the Punctuation Rule of Korean Classical Literatures - Mostly Referring to Differences between Chinese Punctuation and Korean Hyeonto, *Journal of Historical Review*, 53, 157
- Park, S. -Y. & Chae, J. -C., 2007, Analysis of Korean Historical Comet Records, *Publications of the Korean Astronomical Society*, 22(4), 151
- Seo, Y. K., Mihn, B. -H., Kim, S. H., Ahn, Y. S., Lee, K. -W., Choi, G., & Ham, S. Y., 2018, Study on a Web-based Testbed System for Historical Astronomy Records and Accounts Services, *The Bulletin of the Korean Astronomical Society*, 43(2), 21
- Seo, Y. K., Rew, D. Y., Kirchner, G., Nah, J., Jang, B. H., Heo, J., & Youn, C., 2014, Effect of the Application of the CBD Output Management Technique for the Development of Operation Software for a Space Observation System, *J. Astron. Space Sci.*, 31(3), 265
- Shara, M. M., Ilkiewicz, K., Mikołajewska, J., Pagnotta, A., Bode, M. F., Crause, L. A., Drozd, K., Faherty, J., Fuentes-Morales, I., Grindlay, J. E., Moffat, A. F. J., Pretorius, M. L., Schmidtobreick, L., Stephenson, F. R., Tappert, C., & Zurek, D., 2017, Proper-Motion Age Dating of the Progeny of Nova Scorpii ad 1437, *Nature*,

548, 558

- Song, Y. J., Kim, G. J., Byun, J. W., Seo, Y. J., Choi, H. Y., & Han, J. S., 2004, Software Engineering Based on Object Oriented 90 Modeling and CBD, Ehan Publishing (Goyang) p. 30
- Standing, C., 2002, Methodologies for Developing Web Applications, Information and Software Technology, 44(3), 151
- Tian, J., 1999, Measurement and Continuous Improvement of Software Reliability Throughout Software Life-Cycle, The Journal of Systems and Software, 47, 189
- Yang, H. J., Park, C., & Park, M. G., 1998, Evidence for the Solar Cycle in the Sunspot and Aurora Records of Goryer Dynasty, Publications of the Korean Astronomical Society 13(1), 181
- Youn, C., 2009, Software Engineering through Paradigm Shift 1<sup>st</sup> ed., Sangnung Press (Paju), p. 100