

웹기반의 핵물질 계량관리시스템의 설계 및 구현†

Design and Implementation of the Web-based Nuclear Material Accountability System

송대용, 이병두, 곽은호(이상 한국원자력연구소), 류근호(충북대학교)

e-mail address : dysong@nanum.kaeri.re.kr

요약 핵물질의 계량관리는 얼마나 정확하고 철저하게 핵물질의 보유 및 이동 상황을 기록, 관리하여 핵투명성을 확보할 수 있는가 하는 것이 관건이다. 현재 국내 각 안전조치 대상시설에서의 계량관리 방법은 시설별로 DOS 기반의 프로그램이나 장부 등을 이용하여 관리하고 있으며, 유관기관으로의 보고 방법은 서류나 텍스트 화일을 우편을 이용하여 보고하고 있다. 또한, 물질의 이동경로 추적 등은 관련 서류 및 담당자의 확인 절차를 거쳐 해당 업무를 수행하고 있는 실정이다. 이러한 방법은 많은 인력과 시간이 소요될 뿐아니라 핵물질 재고관리의 신뢰성 및 핵투명성의 제고에도 많은 장애 요소가 되고 있다.

본 논문에서는 이러한 기존의 핵물질 계량관리 체계의 문제점을 해결하고, 보다 신속 정확하게, 종합적이며 신뢰성 있는 시설의 안전조치 관련 정보를 제공할 수 있는 Web을 기반으로 하는 핵물질 계량관리 시스템의 설계 및 구현 방법에 대해 논한다.

1. 서론

원자력발전소나 핵연료 가공공장 또는 핵물질을 취급하는 연구시설에서는 핵물질의 안전조치 측면에서 핵물질의 계량관리가 매우 중요하다. 핵물질의 계량관리는 보다 용이한 방법으로 얼마나 정확하고 철저하게 핵물질의 보유 및 이동 상황을 기록, 유지, 관리하여 핵투명성을 확보할 수 있는가 하는 것이 관건이다. 핵물질은 국내 또는 국외의 시설로/에서 반입/반출될 때마다 핵물질 이동 경로를 추적할 수 있어야 하며, 각 핵물질 취급시설에서는 재고 변동 내역을 기록·보관하고 그 결과를 정기 또는 비정기적으로 국제원자력기구(IAEA: International Atomic Energy Agency)와 국가핵물질관리 담당기관에 보고하여야 한다.[1-3]

이와 같은 핵물질 계량관리 업무를 처리하기 위하여, 국내에서는 1988년에 한국원자력연구소에서 Xbase로 개발한 시설차원의 계량관리 프로그램을 각 안전조치 대상시설에 배포하여 현재까지 활용중에 있다. 그러나, 기존 프로그램은 주요 기능이 시설 차원의 IAEA 계량관리보고서를 정해진 양식에 따라 작성하는 데에 그치고 있으며, 유관기관으로의 보고 방법은 시스템에서 출력된 보고서와 텍스트 화일을 우편을 이용하여 보고하고 있는 실정이다. 또한, 핵물질의 이동상황 추적과 양국간 연례보고, 수출입 정보, IAEA 사찰 관련정보 등 해당 시설의 안전조치 정보들은 관련 서류 및 담당자의 확인 절차를 거쳐 해당 업무를 수행하고 있다. 이와 같은 계량관리 방법은 많은 시간이 소요될 뿐아니라 핵물질 재고관리의 신뢰성 및 핵투명성의 제고에도 많은 장애 요소가 되고 있다[3].

본 논문에서는 이러한 기존 문제점을 보완하기 위하여 종합적이며 신뢰성 있는 시설의 안전조치 관련 정보를 보다 신속 정확하게 제공하고, 산재해 있는 국내 각 핵물질 취급시설에서 시설 고유의 특성 및 환경에 부응할 수 있는 새로운 핵물질 계량관리 시스템을 제안한다. 이를 위하여 각 시설의 특성을 반영할 수 있고, 특정 플랫폼과 네트워크 환경에 종속되지 않으며, 웹

† 본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었음

브라우저(Web browser)라는 공통의 클라이언트 프로그램을 이용하여 시스템을 구동할 수 있는 웹 기반의 핵물질 계량관리 시스템을 설계 및 구현하였다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구로서 WWW 및 인트라넷(Intranet)과 핵물질의 안전조치에 대한 내용을 소개한다. 3장에서는 시스템의 설계 및 구현 내용을 설명하고, 마지막으로 4장에서는 결론으로 문제점 및 향후 계획에 대하여 기술한다.

II. 관련연구

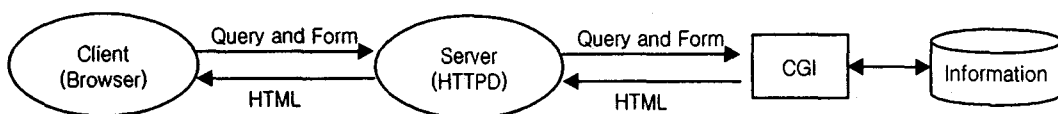
1. WWW

1.1 개요

WWW(World Wide Web)은 유럽의 CERN(The European Laboratory for Particle Physics)에서 많은 양의 연구정보들을 효율적으로 공유하기 위한 목적으로 1989년 처음 연구가 시작되었다.

WWW는 인터넷에 존재하는 일반적인 텍스트형식의 문서, 그림, 음성, 영상 데이터들을 하이퍼미디어 형태로 정보를 제공해준다. WWW 서비스는 [그림-1]과 같이 정보를 제공해주는 서버와 정보를 제공받는 클라이언트로 구성되어 있으며, 클라이언트에서 정보 검색을 위한 도구를 브라우저라고 한다. WWW 서비스 이용을 위해서는 먼저 클라이언트에서 서버로 연결요청을 함으로써 정보를 제공받게 되는데 이러한 요청은 정보의 위치와 접근방법을 지정해주는 URL(Uniform Resource Location)이라는 방식을 통해 이루어진다. WWW 서버는 HTTP 통신 규약에 따라 정보를 관리하는 시스템이다. WWW 클라이언트는 WWW 서버가 관리하는 객체는 물론 URL로 지정할 수 있는 객체들, 즉 FTP, Gopher, WAIS 등이 관리하는 객체들까지 검색할 수 있는 기능을 제공하며, 일반적으로는 하이퍼텍스트 전달 프로토콜인 HTTP(HyperText Transfer Protocol)을 사용하여 서버에 접근하게 된다. 클라이언트가 URL을 이용하여 서버에 접속을 요청하게 되면 서버는 특정 서버 프로그램을 이용하여 처리를 할 수 있으며, 이 프로그램을 HTTPD(HTTP daemon)이라고 한다. 또한 서버에서 클라이언트로의 정보 제공은 HTML(HyperText Markup Language)이라는 하이퍼텍스트 표현 언어로 작성된 문서를 MIME(Multipurpose Internet Mail Extensions)형태로 클라이언트에게 넘겨 주게 된다. 서버에서의 HTTPD는 클라이언트의 요청에 대해 간단한 응답만을 수행할 수 있다. 이러한 HTTPD의 기능을 확장하여 서버에서 클라이언트의 요청을 분석하여 좀 더 복잡한 작업들을 할 수 있도록 HTTPD와 서버에서의 다른 작업들을 위한 인터페이스로 CGI(Common Gateway Interface)를 제공한다. 서버에서는 CGI를 이용하여 보다 다양한 작업들을 통한 응답을 해줄 수 있다.[5]

WWW는 지금까지 사용되었던 정보검색 도구의 불편함을 해결해주고 있으며 사용의 편리함과 효과적인 사용자 인터페이스의 제공으로 인해 보다 다양한 정보의 제공과 함께 보다 많은 사용자들이 정보를 손쉽게 이용할 수 있게 해준다.



[그림-1] WWW의 클라이언트/서버 구성

1.2 WWW의 장점

WWW 환경에서 데이터베이스 서비스는 다음과 같은 장점이 있다.[6]

- 사용 편의성

사용의 편의성은 WWW가 채용하고 있는 몇가지 요소에서 비롯된다. 첫째로 GUI(Graphic User Interface) 방식을 이용하는 웹 브라우저를 들 수 있으며, 둘째로는 하이퍼텍스트라는 비선형적인 문서 구조의 이용을 들 수 있다. 이는 문서 단위로 이루어진 노드(node)와 이를 연결하는 링크(link)로 구성된 망(network)을 통하여 정보를 표현하고 관리하는 방법이다. 하이퍼텍스트와 같은비선형적인 문서 구조는 원하는 정보를 보다 쉽게 접근할 수 있다. 셋째로는 URL을 들 수 있다. WWW는 URL이라는 강력하고도 쉬운 식별자를 이용하여 네트워크에 산재한 자원에 대한 접근 문제를 해결했다. 하나의 자원에 대한 URL은 인터넷상에서 오직 하나만 존재한다는 것도 큰 장점중의 하나라고 할 수 있다.

- 멀티미디어 서비스

WWW는 하이퍼텍스트 구조로 멀티미디어 정보를 구성하여 하이퍼미디어 형태로 서비스함으로써 복잡한 정보를 효과적으로 전달한다. 비교적 단순한 HTML 이외에 자바(JAVA) 등을 웹 브라우저에 플러그 인(Plug-in) 하는 방식을 통하여 보다 고품질의 멀티미디어 서비스가 가능하게 한다.

- 편리한 데이터베이스의 접근

WWW는 서로 다른 컴퓨터 환경에서 통합된 네트워크 접근방식을 제공한다. 사용자는 데이터베이스 서비스를 받기위해서 WWW 환경 외에 별도의 네트워크와 응용프로그램이 필요하지 않다.

- 개방형 시스템

다양한 종류의 컴퓨터로 구성된 망에서 동작하는 WWW는 HTTP라는 단순하면서도 강력한 프로토콜을 채용함으로써 이기종 컴퓨터간의 손쉬운 데이터 통신을 가능하게 한다.

- 분산된 데이터베이스의 통합 서비스

WWW는 기본적으로 분산 환경이며 하나의 웹 페이지(Web page)에 포함되어 있는 자료는 분산된 정보 서버에 산재할 수도 있고, 웹 페이지는 이들 정보에 대한 하나의 뷰(View)를 제공한다고 할 수 있다. 웹 페이지가 갖고 있는 이러한 뷰 기능을 통해 분산된 데이터베이스를 서로 연관시켜 하나의 데이터베이스처럼 검색할 수 있다.

- 응용프로그램의 구현과 유지 용이

WWW에서 서비스의 내용은 서버에서 관리되며, 이것은 사용자 인터페이스까지 포함된 광범위한 개념이다. 사용자는 응용소프트웨어 구입이라는 번거로운 절차를 거치지 않고 서비스를 이용할 수 있다. 응용 소프트웨어의 개발, 요구사항 변경 등 일련의 작업들이 모두 서버에서 처리된다.

1.3 WWW와 데이터베이스의 연동

DBMS(DataBase Management System) 기능을 이용해 원하는 데이터를 인터넷을 통해 웹브라우저를 사용하는 모든 사용자에게 투명하게 전달할 수 있다는 장점 때문에 많은 웹과 데이터베이스의 연동은 웹 기반의 응용 소프트웨어의 개발에 많이 이용되고 있다. 여기에서는 웹과 데이터

베이스의 연동 방법에 대해 간략히 살펴보기로 한다.[7]

1.3.1 웹 콘텐츠(Web content)의 저장소, 데이터베이스

웹서버는 HTTP 프로토콜을 통해 다양한 정보를 제공한다. 이들 정보는 단순한 텍스트에서부터 이미지, 동영상, 음성에 이르기까지 아주 다양하며, 그 양도 수십GB에서 TB까지 대용량이다. 따라서 이들 정보를 효율적으로 관리하고 처리하기 위해서는 DBMS가 필수적이다.

데이터베이스를 관리하는 DBMS의 기능과 역할 그리고 웹과 데이터베이스를 연동할 때 얻을 수 있는 효과를 정리하면 다음과 같다.

- DBMS의 기능과 역할
 - 데이터 모델은 실세계의 표현 능력
 - 데이터 조작을 위한 질의와 질의 최적화기
 - 다중 사용자를 위한 트랜잭션과 동시성 제어 기능
 - 장애 발생시 데이터를 안전하게 복구하는 기능
- 웹과 데이터베이스 연동시 얻는 효과
 - < 웹이 제공하는 기능 >
 - 웹브라우저라는 공통의 클라이언트 제공
 - 하이퍼텍스트 방식의 사용자 인터페이스
 - HTML이라는 표준 문서
 - URL이라는 표준 명명 규칙
 - CGI라는 표준 연동 인터페이스
 - HTTP라는 표준 프로토콜 제공
 - < 데이터베이스가 제공하는 기능 >
 - 실세계의 데이터를 데이터베이스에 표현하기 위한 데이터 모델
 - 데이터를 조작하기 위한 질의어 제공
 - 다중 사용자를 위한 트랜잭션 동시성 제어
 - 장애 발생시 데이터를 안전하게 복구

1.3.2 웹과 데이터베이스 연동 방법

웹과 데이터베이스를 연동하기 위한 방법들을 살펴보면 다음과 같다.

- 간접 연결 방법
 - 간접 연결방법(state less)이란 웹브라우저와 데이터베이스가 웹을 경유하여 연결되는 방법을 말한다. 이 방법은 데이터베이스의 상태와 네트워크 연결을 지속시키지 못한다. 왜냐하면 웹에서 사용하는 프로토콜인 HTTP(Hypertext Transfer Protocol)는 비연결 지향이기 때문이다.
- CGI를 이용한 데이터베이스 연결
 - CGI(Common Gateway Interface)는 웹에서 외부 시스템을 연결할 때 사용하는 방법의 표준이다. CGI를 사용하면 HTML폼 등을 사용해 사용자의 질의를 환경 변수를 통해 데이터베이스에 전달할 수 있다. CGI를 이용한 방법은 쉽고 빠르게 기존의 데이터베이스 응용 시스템을 웹에 연동할 수 있기 때문에 초기 많은 개발자 사이에서 이용되었다.
- 서블릿을 통한 데이터베이스 연결
 - CGI에서 발생하는 성능상의 문제를 해결하면서 2-tier와 multi-tier 클라이언트/서버 모델을 가능하게 해주는 방법이 최근에 각광받고 있는 서블릿이다. 서블릿은 웹서버에서부터 NC(Network Computer) 이르기 까지 모든 것을 실행할 수 있도록 한 자바 서버 API의 서브셋으로 서버측에서 수

행되는 애플릿이다. 서블릿은 CGI와 마찬가지로 HTML 폼이나 클라이언트 애플릿을 통해 POST 나 PUT 메소드(method)로 질의를 전달받는다.

- 웹 확장을 통한 데이터베이스 연결

서블릿이 CGI의 통신방법을 그대로 사용하면서 프로세스 생성을 멀티쓰레드 기법으로 해결하는 방법이라면, 웹의 확장을 통한 연결 방법은 웹의 내부에 데이터베이스에 직접 연결할 수 있는 기능을 추가하는 것이다. 이렇게 함으로써 CGI에서 발생하는 성능상의 오버헤드를 방지할 수 있다. 확장된 웹서버는 웹의 명명 규칙인 URL을 사용해 질의를 전달하고 해당 결과를 전달받는다.

- 직접 연결 방법

직접 연결 방법을 이용하면 웹브라우저의 응용 프로그램과 데이터베이스 간의 연결이 지속되고, 상태정보가 유지된다. 따라서 사용자와의 지속적인 대화형 응용 시스템을 작성할 수 있다. 직접 연결 방법의 특징은 웹브라우저 내의 응용 프로그램이 데이터베이스와 직접 통신할 수 있다는 것이다. 이를 위해서는 웹브라우저 내에 자바 애플릿이나 액티브X와 같이 다운로드 가능한 동적인 응용 프로그램이 필요하다.

- 썬소프트의 직접 연결 방법

JDBC나 JDBC 미들웨어, 자바 애플릿, 자바빈즈 등은 자바 솔루션을 사용할 경우 이용되는 기술들이다. 먼저 JDBC는 자바에서 제공하는 데이터베이스 연결 기능으로, 자바를 실제 기업의 데이터베이스를 조작하는 업무에 적용할 때 꼭 필요한 기능이다. JDBC 개발자는 기존의 자바 사용법과 SQL 구문을 알고 있으면 쉽게 데이터베이스를 조작할 수 있다.

- 마이크로소프트의 직접 연결 방법

JDBC에 대응되는 마이크로소프트의 대표적인 솔루션은 ODBC이다. ODBC는 윈도우개발자가 관계형 데이터베이스를 조작할 수 있게 해준다. 윈도우개발자는 기존의 윈도우 프로그래밍과 SQL 구문을 알고 있으면 쉽게 데이터베이스를 조작할 수 있다.

기존의 ODBC 솔루션은 OLE(Object Linking & Embedding)와 COM(Component Object Model) 기술의 데이터베이스 확장판인 OLE DB를 하위구조로 하고, 이를 액티브X 환경에서 쉽게 사용할 수 있는 인터페이스인 ADO(ActiveX Data Objects)를 제공하고 있다. OLE DB는 관계형 데이터베이스에 대한 접근을 목적으로 하고 있는 ODBC와 달리 비관계형 데이터를 포함한 모든 종류의 데이터에 대한 접근을 제공한다.

2. 인트라넷(Intranet)

기업 네트워크에 인터넷 기술을 도입한 것이 바로 인트라넷(Intranet)이다. 90년대에 접어들면서 기업내에서의 인터넷 이용이 급속히 증가하기 시작하고, 표준화된 기술 채용, 비교적 저렴한 구축 비용, 사용의 편리성, 확장의 용이성, 다양한 미디어에 대한 지원 및 기술 채용이라는 인터넷의 장점에 기업 네트워킹 담당자는 점차적으로 매료되기 시작하였다. 기존 기업 네트워크의 경우 네트워킹 담당자는 이기종 시스템간 접속에 많은 노력을 기울여 왔으며, 업그레이드 등 네트워크 관리에 많은 시간을 투자하여 왔었다. 하지만, 인터넷 기술을 기업 네트워크에 적용하는 경우 이러한 문제들은 매우 손쉽게 해결될 수 있다. 인트라넷은 오늘날 기업들이 당면한 여러가지 문제들을 해결하기 위한 도구, 표준, 그리고 새로운 접근방식을 제공함으로써 기업 네트워크의 새로운 솔루션으로 등장하게 되었다.

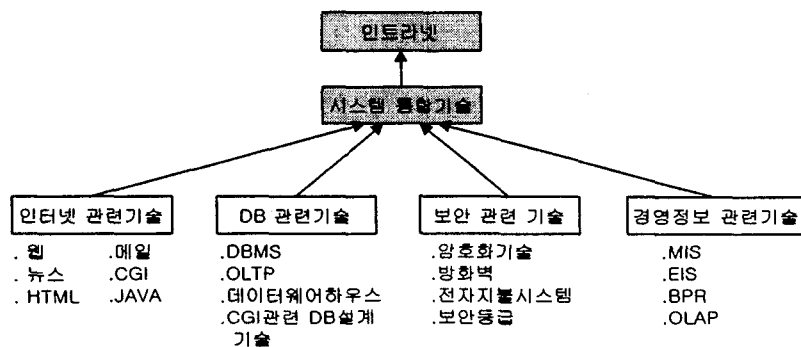
인트라넷은 인터넷 기술을 기업내 네트워크 시스템에 도입한 개념으로 Intra 라는 말에서 알 수 있듯이 기업내부에서만 이용하는 인터넷으로 등장하였다. 인트라넷의 일반적인 정의는 웹 서버에서 제공하는 정보를 PC의 브라우저로 검색하고 사내에서만 액세스 가능하도록 한 사내 정보공유 시스템이라고 할 수 있다. 인트라넷이 최근 기업 네트워크의 새로운 솔루션으로 등장하고 있는 이유는 인터넷이 가지고 있는 장점인 다양한 기능, 저가의 구축 비용, 거의 무한대에 가까운 통신망 확장성 등을 사내 시스템에 도입할 수 있기 때문이다.

웹 서버와 브라우저의 등장으로 기업내 인터넷 이용자가 크게 증가하기 시작하였다. 웹 브라우저는 우수한 GUI(Graphic User Interface)를 지원하기 때문에 단순한 마우스 조작만으로도 인터넷상에 존재하고 있는 서버에 액세스할 수 있으며, 현장에서 필요한 정보를 입수할 수 있게 되었다. 이에 인터넷을 사내 네트워크에 도입하려는 움직임이 일반기업간에 광범위하게 퍼지기 시작하였다. 기업 네트워크에 도입되는 인터넷 기술 및 소프트웨어는 웹 서버와 브라우저 외에는 거의 없다. 이는 인터넷의 특징에서 나타난다. 이러한 특징은 기업 네트워크에서 성공할 수 있는 요인이 된다. 즉, 클라이언트쪽을 통일하지 않고도 구현이 가능하기 때문이다.

인트라넷은 TCP/IP를 지원하는 LAN 환경에서 구축되며, 인터넷과 동일한 브라우저에서 그룹웨어들을 사용할 수 있게 한다. 즉, LAN 환경의 인터넷이라고 할 수 있다. 이를 통해 기업내 유저들은 전자메일 시스템, 전자결제 시스템 등 각자 별도의 시스템을 통해 주고 받던 다양한 형태의 정보를 인터넷의 웹 환경으로 통합함으로써 효율성을 기할 수 있다. 인터넷 기술의 도입을 통해 인트라넷이 가지는 장점을 정리하면 다음과 같다.

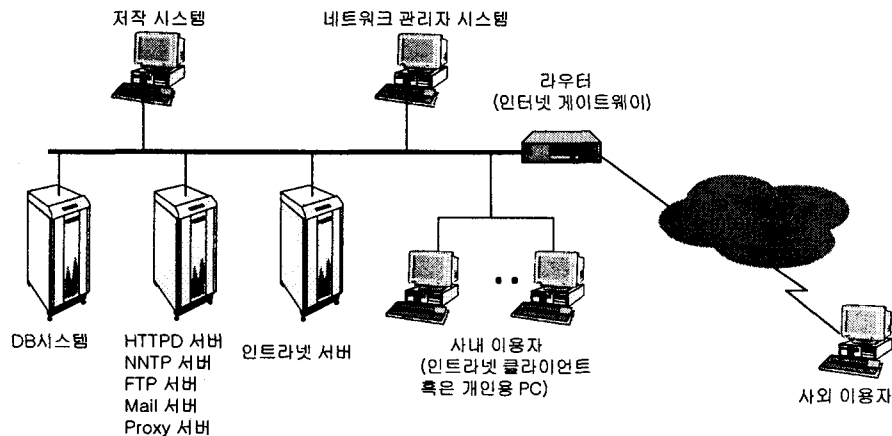
- 인터넷에 기반한 시스템 구조
- 내외부 정보 공유 가능
- 저렴한 구축 비용
- 다른 응용분야와의 통합 가능
- 네트워크 관리의 단순성
- 다양한 콘텐츠 개발 툴
- 기존 환경과의 통합이 가능
- 저렴한 회선 비용
- 기능 최소화

인트라넷은 위에서 언급한 바와같이 인터넷 기술을 기업 네트워크에 도입한 개념이다. 따라서 인트라넷을 구성하는 기본적인 요소기술은 인터넷 기술이라 할 수 있다. 그리고 데이터를 저장하는 DB 기술, 인터넷 접속에 따라 보안이 필요한 문서의 외부 접속을 금지시키는 방화벽(firewall)과 같은 보안 기술, 그리고 경영정보시스템과 같은 기존의 경영정보관련 기술이 인트라넷을 구축하는데 있어 필수적인 요소기술들이 될 것이다.



[그림-2] 인트라넷을 구성하는 기술요소

인터넷 관련 기술요소는 웹 서버와 웹 클라이언트와 같은 웹관련 기술, 메일, 뉴스, ftp, 프록시(proxy), CGI, HTML, 그리고 Java 등이 포함된다. 그리고 정보를 저장하는 DB관련 기술 요소로 써는 DBMS 인터페이스 모듈, OLTP 등이 있으며, 보안관련 기술 요소로는 방화벽과 암호화 관련 기술이 고려될 수 있다. 이러한 기술들을 바탕으로 구성되는 인트라넷의 기본 구조는([그림-3] 참조)와 같다. 인터넷을 통한 외부의 불법 침입자를 막기 위한 방화벽 시스템은 스크리닝 라우터(screening router)나 Bastion 호스트를 이용하여 라우터나 각 서버에 부가적으로 설치된다.[8]



[그림-3] 인트라넷의 기본 구조

2. 핵물질의 안전조치 및 수출통제

원자력의 양면성으로 인하여 평화적 목적의 원자력활동이 군사적 목적으로 전용되지 못하도록 방지하는 체계적인 장치가 필요하게 되었으며, 이에 따라 '핵비확산(nuclear non-proliferation) 개념이 나타나게 되었다. 핵비확산이란 '핵무기의 비확산'(non-proliferation of nuclear weapons) 또는 '핵무기확산방지'(prevention of nuclear weapons proliferation)의 줄임말로써 핵무기의 확산을 방지한다는 의미이다. 핵무기의 확산을 방지하기 위해서는 구체적이고 다층적인 수단이 필요하다. 핵확산을 방지하기 위한 수단으로는 안전조치, 수출통제, 핵물질의 물리적 방호 등의 수평적 핵확산 방지 수단과 핵실험 금지, 핵무기용 핵물질 생산 금지 등의 수직적 핵확산 방지 수단이 있다.

본 논문에서는 수평적 핵확산을 방지하기 위한 수단중 안전조치와 수출통제 등에 대해서 살펴보기로 한다.[9]

2.1 안전조치

2.1.1 목적

안전조치의 목적은 어떤 한 국가의 영역내 또는 관할 하에서 또는 장소의 여하를 불문하고 그 관리하에서 행해지는 모든 평화적인 원자력 활동에 관련되는 핵물질에 대하여 그 물질이 핵무기 또는 기타 핵폭발 장치의 제조에 전용되지 않고 있는 것을 확인하는 것이다. 구체적으로 평화적인 목적으로 사용되고 있는 핵물질 및 물자 등을 정확히 계량하고 동 물자들이 핵무기 개발로 전용

되지 못하도록 통제하는 사찰을 실시하는 것이다.

2.1.2. 안전조치의 대상 및 구체적 수단

안전조치의 주요 대상은 평화적 목적의 원자력활동에 수반되는 핵물질, 장비, 시설, 기술 및 이들에 의해 파생되는 핵물질 등이다. 그러나 핵보유 5개국 군사적 목적의 원자력 활동은 제외된다. 핵물질의 경우 해당 핵물질이 원자력활동에 이용될 수 없거나 또는 소멸될 때까지 안전조치의 대상이 되며, 안전조치의 대상에서 제외되는 시점은 IAEA가 정하거나 원자력협력협정상의 해당 국가의 상호 협의에 의하여 결정한다. 안전조치의 범위는 크게 두 가지로 분류되는 데 하나는 해당 국가가 수입하거나 이전받은 원자력시설이나 물질에만 적용하는 경우가 있으며, 다른 하나는 해당국의 모든 원자력 시설, 물질, 활동에 적용하는 것이다.

안전조치를 행하는 구체적인 주요 수단은 사찰(inspection)이며, 이를 통하여 해당국가가 제공한 핵물질 보고서를 확인하고 검증한다. 이를 위하여 핵물질 계량(accounting), 격납(containment) 및 감시(surveillance) 등이 이루어 진다. 그리고 격납의 확인을 위해서 봉인(sealing)을 하며, 봉인 상태나 핵물질의 이동을 감시하기 위하여 카메라 등을 설치한다. 이들 수단들은 전체적인 안전조치의 목적을 달성하기 위하여 상호 보완하여 사용한다.

● 사찰

사찰은 핵물질 또는 관련 물자가 실제로 장부상의 기재내용과 일치하는지의 여부를 확인하는데 보고기록과 사찰을 통하여 얻은 정보를 검사하는 것이다. 구체적으로 핵물질의 위치, 동일성, 수량, 조성비 등을 검사하기 위해서 계량기록 및 작업기록의 검토, 시료 채취·분석, 격납, 봉인, 감시 수단 등을 사용하는 행위이다. 이러한 사찰의 적용과 시행 임무는 IAEA가 담당하고 있다. 사찰의 강도와 횟수는 안전조치협정에 의하여 결정되며, 사찰의 종류로는 일반사찰, 수시사찰, 특별사찰 등이 있으며 이라크에 대해서 실시한 강제사찰과는 구별된다.

● 핵물질 계량

핵물질 계량이란 일정한 지역내에 있는 핵물질의 양과 일정한 기간 중에 발생하는 양의 변화에 대해서 확인하는 것이다. 이를 위하여 물질수지구역(MBA: Material Balance Area)을 지정한다. 구체적으로 특정 MBA 내에서의 핵물질 및 핵관련 물자의 수량에 대한 정보를 측정, 분석, 기록, 보고, 유지 관리하는 것을 말한다. 핵물질 및 관련 물자의 재고가 항상 정확히 파악된다면 이들이 군사적 목적으로 전용되지 않았다는 것을 확인할 수 있다. 만일 파악된 재고의 양이 미계량 핵물질(MUF: Material Unaccounted For)을 고려하여도 원래 있어야 할 양과 차이가 난다면 일단 전용을 의심할 수 있다. 따라서 정확한 핵물질의 계량을 위해서는 신뢰성있는 계량체계가 구축되어 있어야 한다.

● 격납 및 감시

격납은 핵물질의 이동 및 핵물질에 접근하는 것을 통제 또는 제한하기 위하여 벽, 용기, 탱크 또는 파이프 같은 물리적 방법을 이용하는 수단이다. 핵물질을 포함하고 있는 벽이나 용기의 문이나 뚜껑이 비정상적인 방법으로 열렸는지를 확인하기 위해 봉인을 사용한다.

감시는 핵물질이나 핵물질을 포함하고 있는 용기 등에 대하여 사람이나 기계의 접근을 감시하는 수단이다. 이를 위하여 카메라를 설치하며 이를 통하여 핵물질이나 기기 등이 이동되거나 조작되는 상황을 파악한다. 이러한 봉인이나 감시 카메라의 상태는 IAEA 사찰관이 정기적으로 확인하며, IAEA 본부에서 정밀하게 분석한다.

2.2 수출통제

2.2.1. 목적

원자력 수출통제는 원자력 교역이 특정 국가의 핵무기 개발에 기여하지 못하도록 하는 통제제도로서 핵무기를 개발하려는 국가가 핵무기 개발에 필요한 핵물질, 장비, 부품, 기술 등을 구입할 수 없도록 하는 데 목적이 있다. 특히 이라크의 핵무기 개발 프로그램이 독일 등을 통해 비밀리에 수입한 장비를 이용하여 추진되었다는 사실이 발각됨에 따라 원자력 수출통제에 대한 국제적인 중요성의 인식은 더욱 확산되었다.

2.2.2. 수출통제의 대상 및 수출조건

원자력 수출통제는 핵무기 확산 방지를 위하여 핵무기 제조에 필요한 관련 물질, 장비, 기술 등을 공급 측면에서 통제하는 것이다. 이를 위하여 국제적인 통제지침과 수출통제 목록이 설정되어 있다. 수출통제 제도의 당사국들은 이러한 국제규범에 따라 국내 수출통제 제도를 구축하고, 수출에 대한 통제를 실시함으로써 실질적이고 구체적으로 이행한다. 따라서 수출통제가 실제로 구현되는 내용은 각 국가의 정책에 따라 조금씩 다르다.

● 수출통제의 대상

수출통제의 대상이 되는 통제품목(Trigger List)은 핵무기 개발에 직접 또는 간접적으로 이용될 수 있는 품목들로서 각 수출통제제도의 통제품목으로 제정되고 있다. 이러한 품목에는 원자로, 핵물질, 핵물질을 처리하기 위한 장비 및 부품 등 원자력 전용품목과 핵폭발에 간접적으로 사용될 수 있는 공작기계, 고강도 알루미늄, 내방사선 카메라 등이 포함되어 있다. 수출통제의 범위는 핵보유국을 제외한 전 국가를 대상으로 한다. 수출통제제도에서는 일반적으로 수출제한국가를 지정하지는 않고 있다.

● 수출의 조건

수출통제는 수출의 금지를 의미하는 것이 아니라, 일정한 조건을 만족하는 경우에만 허가한다는 것을 의미한다. 따라서 수출통제는 어떠한 조건을 전제로 하느냐가 주요한 관건이 된다. 일반적으로 원자력 수출통제의 경우 수출의 전제조건으로 IAEA의 안전조치 수용을 요구하고 있고, 수령국 정부의 평화적 이용 보증, 수령국이 해당 품목을 재이전할 경우 최초 공급국의 사전동의, 해당 품목의 도난 등을 방지하기 위한 물리적 방호 등을 요구하고 있으며, 경우에 따라서는 안전조치를 수용하더라도 수입국의 원자력 개발 프로그램이 핵무기 개발로 전용될 위험이 있을 경우에는 수출금지 조치를 취하고 있다.

III. 시스템 설계 및 구현

안전조치 대상시설은 한-IAEA 안전조치협정, 양국간 원자력협력 협정 및 원자력법에서 명시하고 있는 보고 의무사항들을 효율적으로 이행하고 시설 안전조치에 관련된 자료들을 효과적으로 관리할 수 있는 안전조치 정보처리시스템이 필요하다.

따라서 시설차원의 핵물질 계량관리 시스템은 IAEA 계량관리보고서인 ICR, PIL, MBR 및 Concise note를 포함하여 한-카, 한-호 협정에 따른 연례보고서, 핵물질 수출입 및 재고변동자료, IAEA 사전통보, 양국간 원자력협정에 따른 사전동의 등과 같은 시설 안전조치자료들을 관리하여야 하며, 이들 자료들을 이용하여 시설 안전조치업무에 필요한 원산지별 핵물질 재고량, KMP별 목록 및 재고량, 핵물질 종류 및 형태별 재고량, 사용후핵연료 이력, 물질현황기록부, 물질수지기간의 재고변동형태/날짜별 핵물질 현황, IAEA 사찰 수검자료(PWR용 사찰수검자료, 연구소 수검자료) 등과 같은 정보들을 파악할 수 있어야 한다. 또한, 안전조치 대상시설은 품목계수시설 또는 중량취급시설 여부, Batch follow-up 여부 및 MUF 발생여부 등과 같은 계량관리 요소에 따라 시

설 계량관리 방법 및 절차가 달라지므로, 국내 안전조치 대상시설에서 공동으로 사용할 수 있도록 시설 형태 및 특성에 따라 적절한 계량관리 절차 및 방법을 만족할 수 있도록 개발되어야 한다.

본 연구에서 구현한 웹기반의 핵물질 계량관리 시스템은 이와 같은 다양한 안전조치 대상 시설에서 요구되는 기능과 시설 고유의 특성을 반영할 수 있도록 설계 및 구현하였으며, 시스템의 설계 및 구현 내용을 개략적으로 기술하면 다음과 같다.

1. 시스템의 설계

1.1 기능 설계

● 입력 기능

시스템에 입력되는 자료들은 IAEA 계량관리보고서인 재고변동보고서(Inventory Change Report : ICR), PIL(Physical Inventory List), MBR(Material Balance Report), 계량관리보고서를 추가 설명하는 Concise note와 한-카, 한-호 협정에 따른 연례보고서, IAEA 사찰관련 정보, 핵물질 수출입 관련정보, IAEA 사전통보사항, 양국간 원자력협력협정에 따른 사전동의 사항 및 물질수지구역간 이동되는 핵물질 재고변동자료 등 시설 안전조치에 관련된 자료들이다.

계량관리보고서에 대한 입력 양식은 과학기술부 고시 제96-30호인 “국제규제물자 보고에 관한 규정”에 따라 작성되어야 하며, 계량관리보고서 이외의 자료들은 시스템에서 제시하는 형식으로 입력한다. 계량관리보고서 관련자료는 입력양식에 따라 자료를 레코드 단위로 입력하는 방법과 일반적인 문서편집기를 이용하여 작성한 계량관리보고서를 시스템으로 읽어들이는 방법으로 구분한다.

● 오류검색 기능

계량관리보고서는 보고서의 작성 중에 여러 형태의 오류가 내재될 가능성이 있으므로 계량관리보고서가 데이터베이스에 저장되기 전에 시스템은 입력자료에 대한 오류존재 여부를 철저히 검사하여 데이터베이스에 저장된 자료의 건전성을 유지할 수 있도록 한다.

계량관리보고서의 오류검색 방법은 크게 CODE 10에 따른 문법적 형식 검사와 데이터베이스에 저장된 기존 계량관리자료와 입력 자료간의 자료일치성 검사로 구분한다.

● 장부상 PIL과 MBR의 생성 기능

IAEA의 물자재고검증에 대비하여 시설은 자체 물자재고조사를 실시하여 현재의 물자재고량을 확정된 후 IAEA 사찰관에게 PIL과 MBR을 제공하여야 한다. 취급 핵물질의 품목 수가 많은 시설에서는 PIL을 수작업으로 작성하는 것은 많은 시간이 소요됨은 물론 PIL 작성 도중에 오류가 발생할 가능성이 많이 내포되어 있다. 발전용 원자로 또는 연구로용 원자로시설과 같은 품목계수시설이거나 batch 명으로 핵물질을 관리하는 시설에서는 장부상 PIL과 PIL의 batch 목록, batch별 품목 수 및 핵물질 양이 동일하므로 시스템에서 장부상 PIL을 생성한다면 시설운영자는 장부상 PIL을 이용하여 PIL 작성을 용이하게 할 수 있다.

따라서 시설 운영자가 장부상 PIL과 MBR의 재고 KMP 또는 측정근거 등과 같은 부분적인 내용을 수정하면 장부상 PIL과 MBR을 시스템에서 자동으로 생성할 수 있도록 하고, 자동 생성된 장부상 PIL을 이용하여 PIL관련 정보가 입력될 때 batch별 재고량 및 item 수의 검사에 이용할 수 있도록 한다. 재고량에 차이가 발생할 경우 발생한 차이는 장부상 MBR에 반영하여 MBR의 유효성을 검사하는데 활용할 수 있도록 한다.

- **안전조치 정보파악 기능**

ICR, PIL, MBR 및 Concise Note와 같은 IAEA 계량관리보고서의 정보관리 목적외에 공급국/농축국/원광국에 대한 원산지별 핵물질 재고량, KMP별 재고목록 및 재고량, 핵물질 종류 및 형태별 재고량, 장부상 PIL과 MBR, 사용후핵연료 이력, 물질현황기록부, 물질수지기간의 재고변동형태/날짜별 핵물질 현황, 시설 형태 및 종류에 따른 IAEA 사찰 수검자료, 특정 핵물질의 이력 및 데이터베이스의 요약정보 등과 같이 시설에서 계량관리 업무에 필요한 정보 및 IAEA 사찰수검자료들을 파악할 수 있는 기능을 둔다. 또한, 양국간 원자력협력협정에 따라 국제규제물자에 대한 정보관리, 국제규제물자 수출입에 관한 정보관리 등 여러 종류의 안전조치 관련 정보들을 관리할 수 있도록 한다.

위에서 언급한 양국간 원자력협력협정에 따른 정보관리는 한-카 및 한-호 간의 협정에 명시된 바와 같이 핵물질 및 국제규제물자에 대하여 양국간에 매년 보고하는 연례보고서에 관한 정보를 관리하는 것이며, 사찰관련정보는 해당 시설에 대한 IAEA 사찰종류 및 일정, 사찰관 이력 및 검증 내용 등에 관한 기록들을 유지, 관리하는 것이다. 핵물질 수출입에 관한 정보들은 IAEA 사전통보사항, 양국간 원자력협정에 따른 사전동의 사항, 원자력법에 따른 수출입 허가 및 보고사항 등을 관리하는 것이다.

- **시스템 환경 설정 기능**

안전조치 대상시설의 주요 계량관리 요소는 품목계수시설 또는 중량취급시설 여부, Batch follow-up 여부, Pu 취급시설여부 및 Pu 보고서기, 해당 시설의 MBA(material Balance Area) code 변경사항 이력, 시설 운전상태, KMP(Key Measurement Point) 간 이동되는 핵물질에 대한 정보처리 여부, ICR 입력시 KMP 지정여부 등이다.

이들 계량관리 요소 중에서 품목계수시설 또는 중량취급시설 여부, Batch follow-up 여부 및 MUF 발생여부와 같은 계량관리 요소에 따라 시설의 계량관리 방법 및 절차가 달라지므로 시스템에는 시설 특성에 따른 계량관리요소들을 선택할 수 있는 환경설정 기능을 두어야 한다. 이와 같은 시스템 환경설정 기능은 시설 특성에 맞는 계량관리 요소를 선택하여 해당 시설에 적절한 계량관리 방법 및 절차를 적용할 수 있으므로 각기 다른 형태의 안전조치 대상시설에서 시스템을 공동으로 활용할 수 있다.

- **자료의 출력**

출력하는 자료 종류는 IAEA 계량관리보고서(ICR, PIL, MBR & Concise Note), 원산지별 핵물질 재고량(공급국, 농축국, 원광국), KMP별 목록 및 재고량, 핵물질 종류 및 형태별 재고량, 사용후핵연료 이력, 물질현황기록부(Ledger), 물질수지기간의 재고변동형태/날짜별 핵물질 현황, IAEA 사찰 수검자료(PWR용 사찰수검자료, 연구소 수검자료) 등이 있다.

1.3 데이터베이스 설계

데이터베이스 종류는 크게 계량관리보고서를 저장하는 DB, 소프트웨어 환경을 설정하는 DB, 오류검사에 필요한 자료를 저장하는 DB, 기타 정보들을 저장하는 DB로 구분할 수 있다. 이들 주요 DB들의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- **계량관리보고서**

계량관리보고서 DB에는 CODE 10에서 규정한 계량관리 요소 외에 핵물질의 원산지, 입력된 레코드의 유효성 판정, burn up 정보 등 시설의 계량관리업무에 필요한 정보도 포함한다. 또한,

DB에 저장되는 계량관리보고서 정보는 오류가 없어야 하므로 입력된 자료를 우선 Temporary DB 파일에 저장하고 오류 존재 여부를 검사한 후 계량관리보고서 DB에 레코드들을 추가할 수 있도록 Temporary DB 파일을 둔다. 계량관리보고서 DB의 저장되는 내용은 다음과 같다.

- 재고변동보고서
- 물자재고목록
- 물질수지보고서
- Concise note
- 보고서 및 날짜 관리
- 임시 저장(ICR, PIL, MBR 등)

● 환경설정 DB

시스템이 다양한 형태의 시설에서 활용되기 위해서는 시설 계량관리 특성을 만족할 수 있도록 시스템의 환경설정이 요구된다. 환경설정과 관련된 주요 요소들을 살펴보면

- 품목계수시설 또는 중량취급시설 여부,
- batch follow-up에 따른 계량관리 실시여부,
- 미계량물질(Material Unaccounted For : MUF) 발생시설 여부
- SRD (Shipper/Receiver Difference) 발생시설 여부
- PU 취급시설여부에 따른 PU 보고방법,
- 연구개발시설, LOF(Location Outside Facility) 및 핵연료가공시설에서 KMP 간 이동되는 핵물질에 대한 정보처리 여부,
- 연구개발시설 및 LOF에 대한 ICR 입력시 각 연구실 또는 지점별 KMP의 지정필요 여부

등이 있다. 이들 계량관리 요소에 따라 시설 계량관리 방법 및 절차가 달라지므로 시설의 특성에 따라 적절한 계량관리 방법 및 절차를 적용하여야 한다. 또한, 시설 환경설정에서는 시설 및 MBA 이름, KMP 종류 및 해당 시설의 MBA 이름 변경사항 등과 같은 시설 자체 정보들을 관리할 수 있어야 하며, 계량관리 데이터베이스의 내용들이 인가되지 않은 사람에게 노출되지 않도록 적절한 보안기능도 고려한다.

● 오류검색 DB

계량관리보고서에서 field별로 사용 가능한 자료들을 DB에 저장하고 DB에 저장된 자료들을 이용하여 계량관리보고서가 입력될 때 문법적인 오류 또는 자료간의 일치성을 검사한다. 오류검색을 위하여 DB에 저장되는 자료들은 계량관리보고서의 작성방법을 명시하고 있는 CODE 10과 시설부록(Facility Attachment : FA)을 근거로 작성된다. CODE 10에 의거하여 계량관리보고서의 문법적 형식을 검사할 수 있는 field들은 재고변동형태, Element code, Measurement Basis code, Isotope code, Material Description code 등이며, 각 field는 독립적인 DB로 구성되어 해당 field에서 사용될 수 있는 자료들이 DB에 저장된다.

시설부록에 명시된 내용에 근거하여 계량관리보고서의 자료 일치성을 검사할 수 있는 field들은 재고 및 유통 KMP 범위, 재고 KMP별 사용가능한 Material Description code 및 Measurement Basis code, 유통 KMP별 사용가능한 재고변동형태, Material Description code 및 Measurement Basis codes 등이며, 이들 field들은 독립적인 DB로 구성되어 시설부록에서 사용 가능하다고 명시된 해당 field의 내용들이 저장된다.

● 정보관리 DB

연례보고서관련 DB는 한-카 연례보고서와 한-호 연례보고서 DB로 구분할 수 있으며, 한-카

연례보고서 DB는 핵물질에 대한 정보관리, 장비목록관리 및 기타 정보를 관리하는 DB로 구분하였다. IAEA 사찰관련 DB는 사찰수검 정보관리 DB의 주요 field는 사찰종류, 사찰관, 사찰일자 및 주요 사항 등이 관리되고, 사용후핵연료 이력관리 DB는 핵연료의 공급처, 노심 장전일 및 discharge 일자, Burn up 자료 등을 저장한다.

2. 시스템의 구현

본 논문에서는 제안하고 있는 웹기반의 핵물질 계량관리 시스템은 국내에 산재해 있는 다양한 형태의 핵물질 취급시설을 대상으로 하여 개발한 시스템으로서, 각 기관별로 독립적으로 운영될 예정이다. 이는 각 시설에서 취급되고 있는 핵물질에 대한 안전조치 자료가 비밀자료로 분류되고, 현행 관련 법규에서는 컴퓨터 통신상으로 자료의 송수신, 즉 인터넷을 이용한 자료의 송수신이 허가되지 않고 있기 때문이다. 따라서, 본 시스템은 각 기관별 안전조치 시설의 보유 수와 네트워크 환경에 따라 독립적으로 또는 클라이언트/서버로 작동하도록 구현하였다.

2.1 시스템의 구조

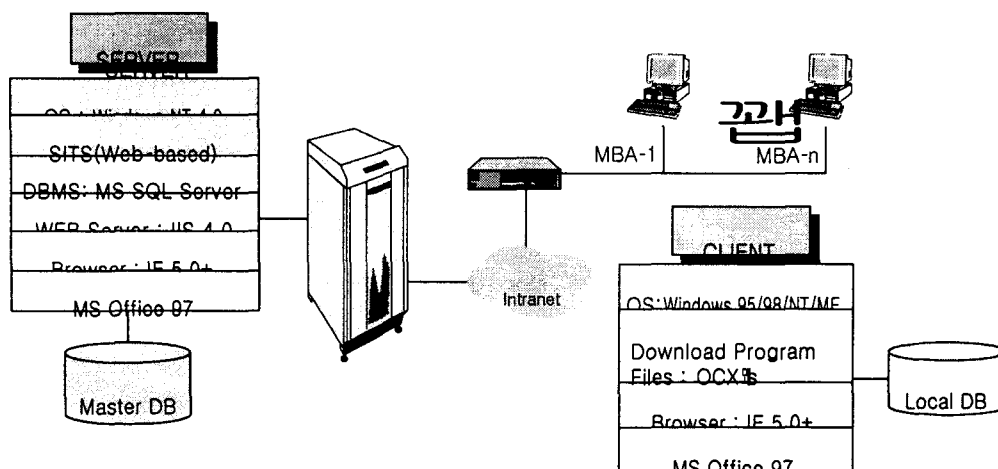
본 시스템은 [그림-4]와 같이 클라이언트/서버 구조로 되어 있으며, 클라이언트는 Local DB를 관리하기 위한 DBMS와 웹 브라우저로 구성되고, 서버는 웹서버와 계량관리 데이터를 포함한 안전조치 정보를 관리하기 위한 DBMS로 및 서버 어플리케이션으로 구성하였다.

- 클라이언트

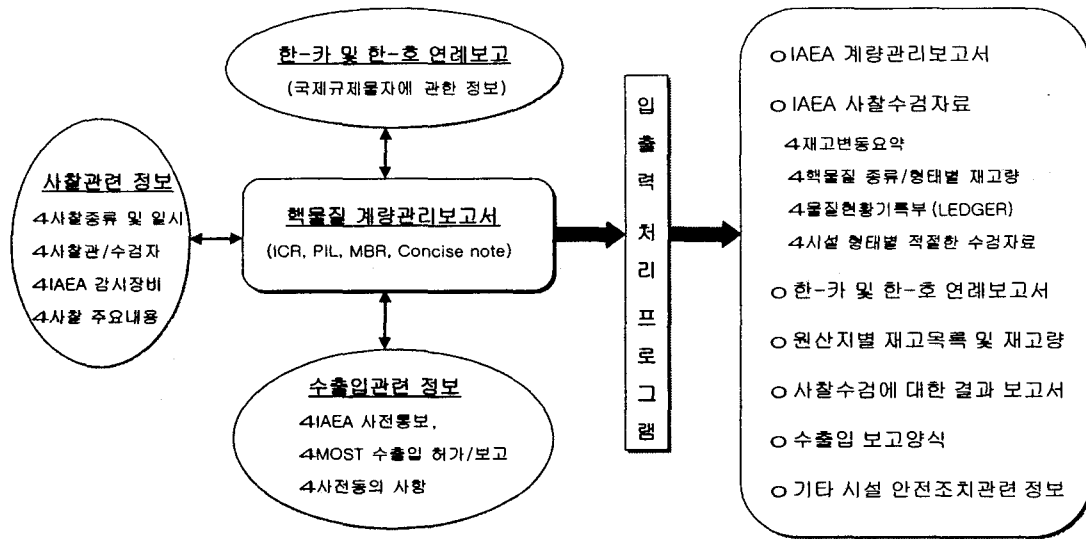
클라이언트의 사용자 인터페이스는 Microsoft Explorer 5.0 이상을 이용하고, 시설 자체의 정보는 Local DB로 관리하며, 유관기관으로 보고해야 하는 정보는 서버로 전달한다. Local DB를 관리하기 위한 DBMS는 MS-Access를 사용하였다.

- 서버

서버 시스템은 Windows NT를 운영체제로 하고, 데이터베이스와 웹을 연동하기 위해 DBMS는 MS SQL sever를, 웹서버는 MS IIS (Internet Information Server)를 채택하였다. 네트워크 환경이 구축되지 않았거나, 하나의 안전조치 대상시설을 보유하고 있는 기관에서는 Stand alone 형태로 시스템을 운영하여야 함으로 Windows 95 또는 98을 운영체제로 하여, 웹 서버로 퍼스널 웹 서버(Personal Web server)를 이용하도록 하였다.



[그림-4] 하드웨어 및 소프트웨어의 구성



[그림-5] 시설차원의 핵물질 계량관리 시스템의 구조

앞서 언급했던 바와 같이, 국내의 핵물질 안전조치 대상시설은 그 형태와 취급하는 핵물질의 종류가 다양하기 때문에 해당 시설의 특성을 시스템 적용할 수 있어야 한다. 물론, 계량관리의 측면에서 관리하고, 보고하는 형식은 동일하게 적용할 수 있지만, 시스템에서 정확한 처리 결과를 얻기 위해서는 시설에 따라 적용하는 환경변수를 적절히 설정해 주어야 한다. 본 연구에서는 이러한 환경설정 기능을 기관의 특성과 시설의 형태에 따라 서버에서 설정하도록 하였다.

2.2 시스템의 실행 구조 및 실행 화면

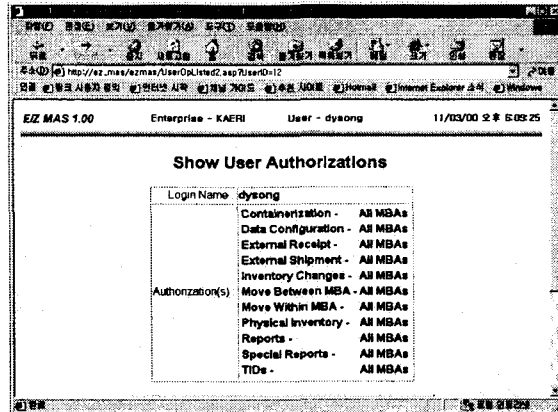
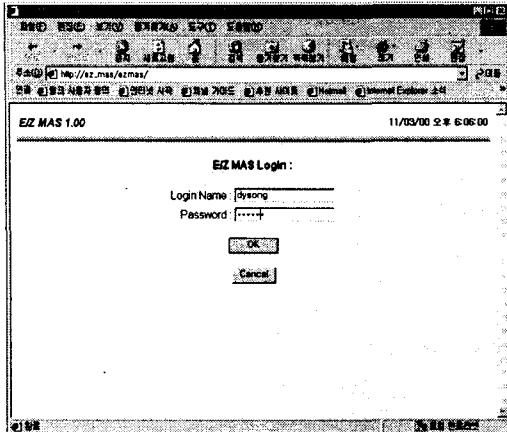
본 시스템의 전체적인 구성은 [그림-5]와 같이 계량관리 보고서 중심으로 사찰관련정보, 수출입 관련정보, 양국간 연례보고 정보를 관리할 수 있도록 구성되어 있다. 구현된 시스템의 몇 가지 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- 보안 기능

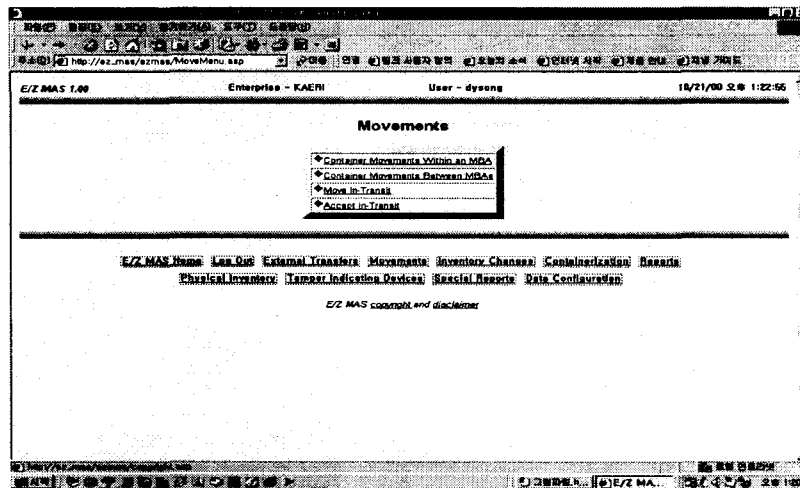
본 시스템은 웹을 기반으로 하는 다중사용자용 시스템으로 설계 및 구현되었으므로 조직내의 네트워크에 연결된 컴퓨터에서는 모든 사용자가 접속할 수 있다. 따라서 인가되지 않은 사용자가 시스템에 접근할 수 없도록 반드시 사용자 인증과정을 거치도록 하였다. 또한, 사용자 및 시설의 종류에 따라 시스템관리자가 사용자 및 해당 시설에서 작업할 수 있는 권한을 다르게 부여할 수 있도록 하였다. [그림-6]의 왼쪽 화면은 시스템의 로그인 과정 보여주고 있으며, 오른쪽 화면은 권한 부여 과정을 나타낸 것이다.

- 핵물질 이동 관리 기능

[그림-7]의 Movements 메뉴는 핵물질의 이동을 관리하는 기능으로 이동구역에서 따라서 MBA내에서의 이동(Movements Within MBA), MBA간의 반입(Movements Between MBAs), 반출(Move In-Transit), 반입 (Move In-Transit) 등 총 4개 서브 메뉴로 구성되어 있다. 각 물질 이동 작업에 따라 권한과 보고 사항의 범위 및 인수, 인계 내용이 다르기 때문에 데이터베이스에서 처리되는 과정도 다르다.



[그림-6] 사용자 인증 및 권한 부여 화면



[그림-7] 핵물질 이동 관리 화면

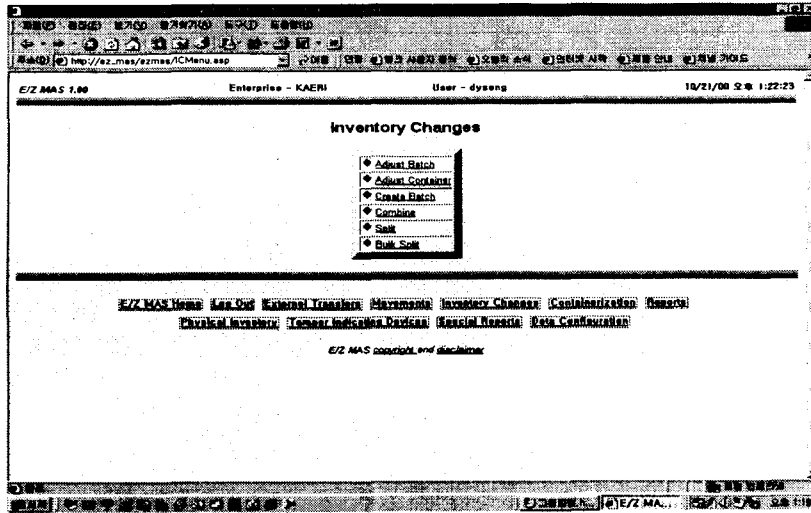
- 핵물질 재고 변동 관리 기능

[그림-8]과 같이 6개의 부 메뉴로 구성된 Inventory Changes 메뉴는 핵물질 재고 사항에 변동, 또는 수정을 하는 기능으로 이 항목들은 모두 IAEA 의무 보고사항이다. 첫 번째 기능은 핵물질의 정보를 수정하는 기능으로 핵물질의 구성 성분, 동위원소 정보, 핵물질 양, 각 성분 및 동위원소 함유량 등의 모든 정보를 포함하고 있다. 나머지 기능은 핵물질을 서로 물리적으로 혼합하거나 분리하는 기능과 한 물질에 포함된 성분들의 질량을 조정하는 기능 등이 있다.

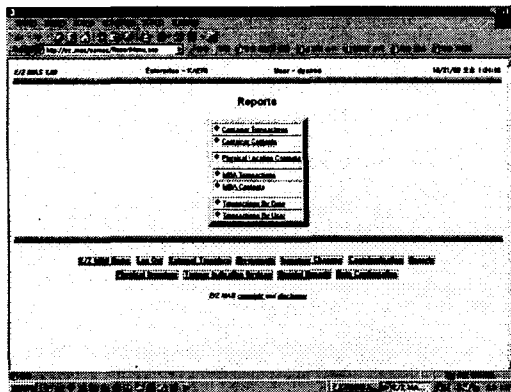
- 각종 보고서 관리 기능

[그림-9]의 Report 메뉴는 시설의 안전조치 관점에서 요구되는 각종 보고서를 출력하는 기능으로 7개의 서브메뉴로 구성되며, 핵물질의 이동, 시설 및 MBA(Material Balance Area)의 재고량, 날짜 및 사용자별 핵물질 이동 등과 관련된 상세 내용을 보고서로 작성하는 기능을 가지고 있다.

그러나, IAEA 및 유관기관으로 보고하여야 하는 보고서의 작성은 별도로 Special Reports 메뉴에서 작성하도록 하였다.



[그림-8] 핵물질 재고 변동 관리 화면



MBA Transactions for KO-Y

Activity Date	Container Name	Transaction Type	Container Type	User	Container Status	Physical Location	Container Weight	Material Weight	Mat. Comment
100408	SEPCOL C11.1	Bulk Split	CAN	jangung	On-site	KSP AA	50	5000	0
100408	SEPCOL C11.1	Bulk Split	CAN	jangung	On-site	KSP AA	50	5000	0
100408	SEPCOL C11.1	Bulk Split	CAN	jangung	On-site	KSP AA	50	5000	0
100408	SEPCOL C11.1	MBA Move	CAN	jangung	On-site	KSP AA	5150	5000	0
100408	SEPCOL C11.1	MBA Move	CAN	jangung	On-site	KSP AA	50	26	0
100408	Z1	Create Container	CAN	jangung	On-site	KSP BB	50	0	-10
100408	Z1	Event into Container	CAN	jangung	On-site	KSP AA	2000	0	100
100408	SEPCOL C11.1	Create Batch	CAN	jangung	On-site	KSP AA	150	100	0
100408	Z1	MBA Move	CAN	jangung	On-site	KSP AA	2400	0	-10

[그림-9] 보고서 관리 화면

IV. 결론

본 논문에서는 기존의 핵물질 계량관리 체계의 문제점을 해결하고, 시설 차원에서 보다 종합적이고 신뢰감을 줄 수 있는 안전조치 정보 관리시스템을 구축하고자 Web을 기반으로 하는 핵물질 계량관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현된 시스템은 사용자들이 웹 브라우저를 이용하여 해당 시설의 안전조치 정보를 관리하고, 동 정보를 처리하여 신속하게 IAEA 및 유관기관에 보고할 수 있도록 보고서 작성 기능을 지원하며, 플랫폼의 종류에 의해 제한을 받았던 기존 시스템의 약점을 극복하였다. 또한, 시설의 특성에 따라 적절한 계량관리 절차 및 방법을 적용할 수 있도록 환경설정 기능을 두어, 국내의 모든 안전조치 대상시설에서 본 시스템을 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나, 핵물질을 취급하는 기관이 여러 곳에 산재해 있고, 각 기관의 여건상 통신시설을 갖추지 못하거나, 갖추고 있다 하더라도 핵물질 안전조치 정보의 보안문제와 관련 법규에 의해 인터넷 상으로 정보를 주고 받을 수 없기 때문에 본 시스템의 기능을 완전하게 활용할 수 없는 측면이 있다.

향후 국가핵물질통제기관 및 관련부처 그리고 국제원자력기구(IAEA)와 인터넷 상으로 모든 정보를 주고 받을 수 있도록 하기 위해서는 보안 기능을 강화할 수 있는 연구가 계속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] "Subsidiary Agreement to the Agreement between the Government of the Republic of Korea and International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in connection with the Treaty of the Non-Proliferation of Nuclear Weapons", 1995
- [2] INFCIRC/236, "Agreement between the Government of the Republic of Korea and International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in connection with the Treaty of the Non-Proliferation of Nuclear Weapons", 1975
- [3] "원자력조약집", 과학기술부, 1993
- [4] 이병두, 송대용 외 "시설차원의 핵물질 계량관리 프로그램", 한국원자력연구소, KAERI/TR-1422/99, 1999. 11
- [5] 박근한, 오황석 외 "인터넷 상에서의 요구형 멀티미디어 서비스 시스템 구현", 정보과학회논문지, Vol 2, No. 4, pp 390-397, 1996.12
- [6] 문장원, "WWW환경에서의 데이터베이스 게이트웨이 설계 및 구현", 한국과학기술원 석사논문, pp. 3-10, 1997
- [7] 박재현 "웹과 DB 연동 솔루션 이야기", 마이크로 소프트웨어, pp. 240-248, 1998.5
- [8] 문병주 "인트라넷의 전망", 한국전자통신연구소 주간기술동향, 1996. 6
- [9] "핵비확산 핸드북", 한국원자력연구소, 1997