원격실행 기술을 이용한 자동 홈페이지 생성 메커니즘

°송규백*, 임인택*, 정영석*, 임경수**, 김종근*
*영남대학교 컴퓨터공학과

An Automatic Homepage Creation Mechanism by Remote Execution

°Kyubaek Song*, Intaek Leem*, Youngseok Jung*, Kyungsoo Lim**, Chonggun Kim*
*Department of Computer Engineering, Yeungnam University
**Dept. of Computer&Information technology, Yeungnam College of Engineering

요 약

사용자가 자신의 홈페이지를 개설하기 위해서는 HTML 작성법, CGI 프로그래밍, 홈페이지 작성법에 관한 기술들을 잘 알고 사용할 수 있어야 한다. 강의지원 시스템처럼 각 교수의 강의과목에 대한 강의지원 홈페이지를 만들기 위해서는 관리자 혹은 교수 본인이 상당히 많은 작업을 해야할 필요성이 존재한다. 본 논문에서는 원격지에서 원격실행을 이용하여 웹 서버에 강의 지원용 홈페이지를 자동 생성하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 시스템은 웹 브라우저에서 강의과목에 대한 파라미터들만 입력하면, 웹 서버에 홈페이지가 자동으로 설치된다. 따라서, 본 시스템은 강의 지원용 홈페이지를 구축하고자 하는 교사, 혹은 교수가 홈페이지 구축에 관련되는 기술들을 전혀 알지 못하더라도 강의 지원에 필요한 여러 요소들을 포함하는 홈페이지를 손쉽게 생성할 수 있다.

1. 서 론

웹(World Wide Web)은 문자 기반이 아닌 멀티미디어 요소를 포함하고 사용자에 친숙한 GUI환경을 제공하고 인터넷상에 연결된 이종 시스템들에 분산되어 있는 다양한 정보와 서비스들을 사전 지식이 없는 사용자들이 편리하고 손쉽게 접근할 수 있도록 함으로써, 웹에 대한 수요와 관심이 폭발적으로 증대해 왔다.

웹은 WAN에서 네트워크 기반의 애플리케이션을 개발하는 데 있어서 사실상 표준이 되어 왔다.[1] 웹은 인터넷/인트라넷 애플리케이션을 도입하기 위한 핵심 기술로서 채택되어 발전되고 있으며, 웹을 기반으로 하는 멀티미디어/하이퍼미디어 응용은 주문형 비디오, 홈쇼핑, 원격 교육 등 다양하게 발전하고 있다. 또한 최근에는 원격지에서 인터넷을 통한 데이터의 백업/ 복구, 원격지에 있는 장치의 원격 제어 등 웹을 통한 다양한 원격 제어에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 이러한 응용의 하나로 교육환경을 개선시키는 웹 기반의 강의 지원 시스템이 개발되어, 각 기관 및 개인은 강좌용 홈페이지 등을 구축하고 강의 지원 시스템에 연결시키고 있다. 하지만, 이러한 강좌용 홈페이지를 작성하기 위해서는 홈페이지를 개설하고자 하는 사용자가 HTML 작성법, 홈페이지 작성법, CGI 프로그래밍 및 사용법 등을 잘 알고 사용할 수 있어야 한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 웹 상에서 사용자와 상호작용을 통하여 홈페이지를 자동 설치하는 메커니즘에 대하여 제안한다. 구현의 예로서 원격실행을 이용하여 원격

지에서 강의 지원용 홈페이지를 자동 생성하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 시스템은 강의 지원용 홈페이지를 구축하고자 하는 교사, 혹은 교수가 브라우저를 통해 몇 가지 필요한 파라미터만 지정해 주면, 원하는 모양의 원하는 기능을 모두 갖추고 있는 홈페이지가 지정한 웹서버에 생성되고, 설치된 홈페이지의 URL이 자동으로 강의지원 게시판에 연결된다.

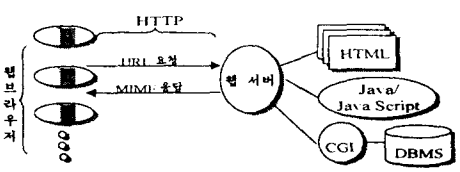
본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 웹과 CGI, 원격실행 기반 기술 대하여 정리하고, 3장에서는 원격실행을 이용한 자동 홈페이지 생성기술의 설계 및 구현에 대해서 설명하고, 마지막으로 4장에서 결론으로 끝을 맺는다.

2. 관련 기술

2.1 웹(World Wide Web)

웹은 다양하고 광범위한 문서들로의 편리한 접근 방법을 제공해주는 분산 하이퍼미디어 정보 검색 시스템으로 초기에는 각종 연구 자료와 다양한 정보를 효율적인 방법으로 서로 공유하기 위한 것이었다.

웹은 웹 클라이언트와 서버간의 통신을 위해서 HTTP를 사용한다. HTTP는 분산 네트워크 환경에서 텍스트, 그래픽 이미지, 사운드, 비디오, 그리고 다른 멀티미디어 파일들을 교환하기 위한 프로토콜이며[2], 전세계에 분산되어 있는 정보를 하이퍼미디어 형태로 문서들을 주고받을 수 있게 되어 있다. 또한, HTTP는 트랜스포트 계층의 신뢰성 있는 양방향 바이트 스트림 프로토콜인, TCP 상에서 동작한다.[3] 웹은 클라이언트/서버 모델을 기반으로 한다. 클라이언트는 Netscape, Explorer 등과 같은 웹 브라우저를 통하여 웹 상에 있는 문서들을 액세스한다. 브라우저가 웹 서버에 요청을 보내고, 웹 서버는 MIME 형식에 따라 클라이언트가 요청한 문서들로 응답한다. 이를 [그림1]에서 나타난다.



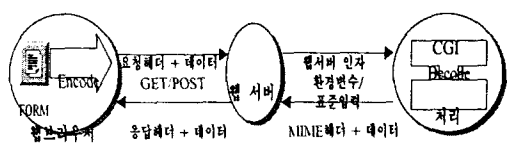
[그림 1] 월드 와이드 웹의 동작 개념

2.2 CGI (common gateway interface)

CGI는 외부 애플리케이션과 HTTP 또는 웹 서버와 같은 정보 서버를 연결하는 표준이다. 웹 서버가 정적인 문서를 일방적으로 제공하는 데 그치는 것이 아니라, CGI는 사용자의 요구를 동적으로 처리할 수 있게 만들어진 것이다.

일반적으로 HTML 문서로 만들어진 정적인 문서는 에디터로 직접 수정하기 전에는 그 내용이 바뀌지 않는다. 반면에, CGI는 사용자의 요구에 따라 동적으로 문서를 생성하여 사용자에게 제공한다.

이러한 CGI 기능을 구현하는데 <FORM> 택을 사용하며, 이 <FORM> 택을 통해서 사용자가 입력한 인자 값을 웹 서버로 보내고, 서버에서는 이 인자 값을 CGI에게 전달한다. 인자 값을 전달할 때 GET 또는 POST 방식을 사용한다. 만약 GET 방식일 경우 QUERY_STRING이라는 환경변수로 인자 값이 전달되고, POST 방식일 경우 표준 입력(stdin)으로 인자 값이 전달된다. CGI 프로그램은 웹 서버로 전달된 인자 값을 지정된 형식으로 해석한 후 해석한 인자 값으로 원하는 작업을 실제로 처리한다. 처리 후 CGI는 MIME 헤더와 처리된 데이터를 웹 서버에 전달한다. 그러면 웹 서버는 MIME 헤더를 분석하여 응답헤더를 생성하여 실제 데이터와 함께 전달한다. 이러한 CGI의 동작 원리가 [그림 2]에 나타난다.



[그림 2] CGI의 동작 개념

2.3 원격실행 기술

2.3.1 shell script

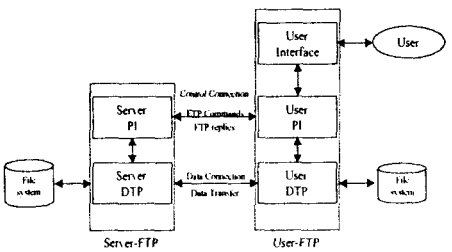
쉘 스크립트는 유닉스 기반 운영체제의 명령들의 시퀀스를 포함하는 텍스트 파일이다. 한번에 하나씩 키보드에서 시스템에 보내야 했던 명령들의 시퀀스를 하나의 파일로 된 스크립트로 합치기 때문에 쉘 스크립트라고 불리어진다. 쉘은 운영체제의 명령 해석기이고 시스템과 통신하기 위해서 사용하는 명령의 집합이다.[4]

2.3.2 FTP(File Transfer Protocol)

FTP는 컴퓨터 시스템간에 파일을 전송하는데 사용되는 프로토콜이다. FTP의 목표는 1) 컴퓨터 프로그램 및 데이터와 같은 파일들의 공유를 촉진하고, 2) 프로그램을 통한 원격 컴퓨터의 간접적 또는 암시적 사용을 장려하며, 3) 호스트들 간의 파일 저장 시스템

의 차이로부터 사용자를 보호하고, 4) 확실하고 효율적으로 데이터를 전송하는 것이다. FTP는 하나의 터미널에서 한 사람의 사용자에 의해 직접 사용될 수 있다하더라도 주로 프로그램들에 의하여 사용되도록 설계되었다.[5]

FTP가 컴퓨터 시스템들간에 파일을 송수신하기 위해 두 가지 TCP 연결을 사용하여 통신을 한다. 여기서 통신은 사용자 FTP와 서버 FTP와의 통신을 의미하고 사용되는 TCP 연결은 제어 연결(control connection)과 데이터 연결(data connection)이다. 제어 연결은 사용자 FTP에서 서버 FTP로 명령을 보내고 응답을 받는 전송에만 사용되고, 실제로 데이터 파일을 데이터 연결을 통해서 전송된다. [그림 3]은 FTP 모델을 보여주고 있다.



[그림 3] FTP 클라이언트/서버 모델

2.3.3 rexec(Remote Execution)

rexec는 원격 호스트 상에 있는 명령이나 실행 가능한 파일을 원격으로 실행한다. 즉, 인증을 거친 후 원격 호스트 상에 있는 명령 혹은 프로그램을 실행하는 아주 간단한 방법이다. rexec가 실행된다는 것은 원격 호스트 상에 자동으로 프로세스들이 생성된다는 것을 의미한다. rexec를 사용하기 위해서는 사용자 ID와 패스워드가 필요하다. 이들은 원격 호스트에 대한 인증을 위해 사용된다. 원격 호스트 상에 rexecd 데몬이 실행되어 있어야 한다.

이 인터페이스는 멀티스레드 애플리케이션에서는 불안전하기 때문에, 메인 스레드에서만 호출되어야 한다는 단점이 있다.

2.3.4 rsh(Remote Shell)

rsh는 원격 호스트에 연결하여 지정한 명령을 실행하기 위해서 원격 호스트 상에 원격 쉘을 생성한다.

rsh는 로컬 사용자 ID를 원격 사용자 ID로서 사용하기 때문에 사용자 ID와 패스워드를 필요로 하지 않는다. 또한 rsh는 패스워드를 체크하기 위한 패스워드 파라미터를 제공하지 않는다. /etc/hosts 파일에는 /etc/hosts.equiv 파일과 .rhosts 파일에 나열된 호스트 이름들이 있고, 원격 호스트 상에서 명령들을 실행하기 위해 사용자 인증을 위한 /etc/hosts.equiv 파일 또는 사용자 홈 디렉토리에 .rhosts 파일을 생성한다. 호스트 이름과 사용자 계정이 /etc/hosts.equiv 파일에는 포함될 경우는 시스템 전반에 영향을 미칠 수 있고, .rhost 파일에 포함될 경우는 특정 사용자의 권한만 사용할 있도록 제한 할 수 있다. 이러한 것들로 인해 rexec의 단점이 없어진다.

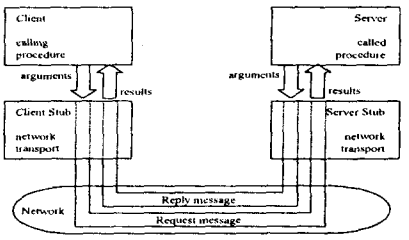
rexec()처럼 rsh 또한 실행되기 위해서는 원격 호스트에 rshd 데몬이 시동되어 있어야 한다.

2.3.5 RPC(Remote Procedure Call)

RPC는 직접적인 통신과 적은 부하로 원격으로 프로그램들을 실행하는 기능을 제공한다. RPC 애플리케이션은 실제 프로시저를 실행하는 하나의 서버와 통신하는 하나의 클라이언트로 구성되어 있다. 클라이언트가 원격 서버의 프로시저에 아규먼트(argument)와 제어(control)를 보낸다. 서버 프로시저는 클라이언트 프로시저로부터 받은 제어를 처리한 후에 그 제어를 클라이언트에 돌려준다. RPC는 이와 같이 클라이언트 프로세서와 서버 프로세스가 통신 통로에서 제어 스레드를 주고받는다.[6]

RPC는 요청-응답(request-and-reply) 통신 모델이다. 클라이언트 프로시저는 요청 메시지를 서버 프로시저에 보내고, 서버 프로시저로부터 응답 메시지를 기다린다. 요청 메시지에는 프로시저의 파라미터들이 포함되어 있고, 응답 메시지에는 결과가 포함되어 있다. 일단 응답 메시지가 수신되면, 클라이언트는 프로시저의 결과를 추출하고 클라이언트 프로시저는 실행을 계속한다. 서버 프로세스는 요청 메시지가 도착할 때까지 sleeping 상태로 있다가, 요청 메시지가 도착하면, 서버 프로세스는 프로시저의 파라미터들을 추출하여, 결과를 계산하고, 응답메시지를 보내고, 다음 응답 메시지를 처리한다.

클라이언트와 서버 프로세스는 스터브(stub)로 통신한다. 스터브는 클라이언트와 서버 프로세스에 각각 하나씩 있다. 스터브는 RPC 프로토콜을 수행하고 메시지가 어떻게 만들어지고 교환되는지를 지정하는 통신 인터페이스이다. 이 스터브는 클라이언트와 서버 프로그램을 연결한다.[7] [그림 4]가 RPC를 이용한 클라이언트와 서버간의 통신을 나타낸다.

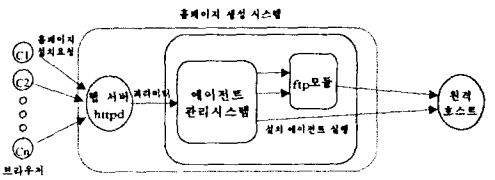


[그림 4] 클라이언트/서버간의 RPC 통신

3. 원격실행을 이용한 자동 홈페이지 생성 시스템 설계 및 구현

3.1 시스템 설계

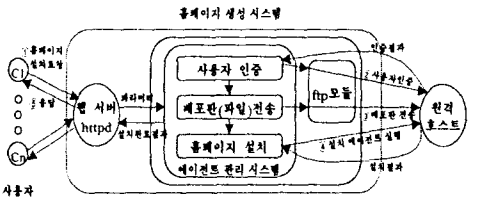
본 시스템은 에이전트 관리 시스템, FTP 모듈, 그리고 설치 에이전트로 구성되어 있다. 에이전트 관리 시스템은 이 기종 시스템에 강의지원 홈페이지를 설치하는 설치 엔진 역할을 하는 CGI 프로그램이다. FTP 모듈은 홈페이지를 구축하기 위해 필요한 자원인 배포판(파일들) 등을 전송하는 데 사용된다. 그리고 설치 에이전트는 FTP 모듈에 의해서 전송되어 에이전트 관리 시스템에 의해 실행되며, 사용자 홈 디렉토리에 홈페이지를 구성하고 홈페이지가 동작할 수 있는 환경을 설정한다. 아래 [그림 5]는 원격실행을 이용한 자동 홈페이지 생성 시스템 구조를 나타낸다.



[그림 5] 홈페이지 생성 시스템 구조

3.1.1 에이전트 관리 시스템

에이전트 관리 시스템은 인터넷상에 존재하는 원격 호스트에 강의지원 홈페이지를 설치하는 CGI 프로그램이다. 이 프로그램은 웹 서버(HTTP 서버)를 통해 사용자의 요청 파라미터를 받아서 처리한 후에 그 결과를 사용자에게 보내고, 설치된 강의지원 홈페이지의 URL을 강의지원 게시판에 연결한다. 이외에 연결된 홈페이지를 삭제하거나 다른 홈페이지 링크 기능 등을 비롯한 다양한 강의지원 게시판 관리 기능을 가지고 있다.



[그림 6] 에이전트 관리 시스템과 원격호스트와의 통신 메커니즘

[그림 6]은 에이전트 관리 시스템이 홈페이지를 설치하기 위해 인터넷상의 원격 호스트와 통신하는 메커니즘이다. 인터넷 사용자가 자신이 속해 있는 로컬 호스트에 강의지원 홈페이지를 설치하기 위해 에이전트 관리 시스템의 URL로 접속하면, 이 에이전트 관리 시스템은 현재 제공하고 있는 서비스를 사용자에게 보여준다. 여기서 인터넷 사용자는 웹 브라우저 상에서 홈페이지 설치 요청을 한다. 이 때 사용자가 입력한 사용자 정보(파라미터)는 에이전트 관리 시스템에 전달된다. 여기에서, 사용자 정보는 사용자가 속해 있는 로컬 호스트의 계정과 패스워드, 그리고 강의정보를 제공하고자 하는 과목에 대한 정보(학과, 수강대상, 과목코드 등)들을 포함한다. 에이전트 관리 시스템은 입력 오류를 검사한 후 사용자 계정과 패스워드로 사용자 인증을 하고, 홈페이지를 설치하는 데 필요한 사용자 정보, 설치 에이전트, 배포판, 그리고 .rhost 파일 등을 FTP 모듈을 사용하여 전송한다. 전송이 완료되면, 에이전트 관리 시스템은 rsh 원격 실행 명령으로 설치 에이전트를 실행하여 홈페이지를 구성하고 설치된 홈페이지 URL을 강의지원 게시판에 연결한다. 이러한 과정으로 설치가 완료되면 설치 결과 상태 정보가 포함된 결과파일을 해석하여 처리된 결과를 웹 브라우저에 전달한다. 따라서, 에이전트 관리 시스템은 원격 호스트에 홈페이지를 설치하는 모든 과정을 통제 및 제어하는 기능을 수행한다.

3.1.2 FTP(File Transfer Protocol) 모듈

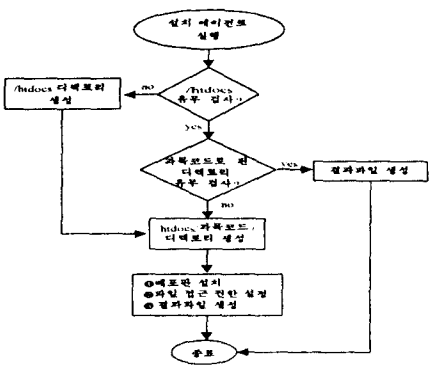
FTP는 일반적으로 웹 페이지 파일들 인터넷상에 존재하는 서버로서 동작하는 컴퓨터에 전송하는 데 사용된다. 또한 프로그램들을 다운로드하기 위해 사용되고 이외 파일들을 다른 서버들로부터 사용자의 컴퓨터로 받아오기 위해서 일반적으로 사용된다. 그리고, FTP를 사용하여, 사용자는 서버에 있는 파일

들 삭제하고, 이름 바꾸고, 이동하고, 그리고 복사할 수 있다.

이와 같은 FTP의 기능 중에서 로컬 호스트의 파일들을 원격 호스트에 전송하고, 원격 호스트의 파일을 수신하는 기능을 가진 FTP 모듈을 구현하였다. 자동 홈페이지 생성 시스템에서는 사용자 인증을 하고, 원격 호스트에 설치할 홈페이지의 배포판을 전송하고, 홈페이지를 설치한 후 생성된 결과 파일을 수신하는 기능을 갖춘 FTP 모듈을 구현하여 적용하였다.

3.1.3 설치 에이전트

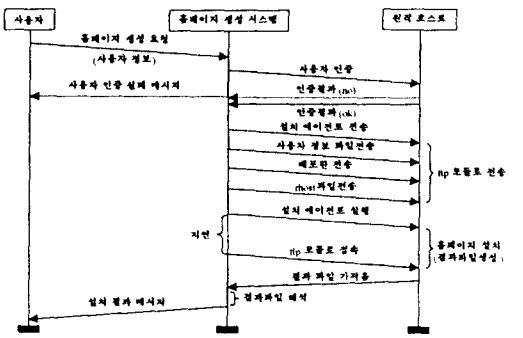
설치 에이전트는 배포판을 전송할 때 함께 전송된다. 이 에이전트는 에이전트 관리 시스템에 의해서 실행되며, C 쉘로 구현된 쉘 스크립트이다. C 쉘이 유닉스 사용자 계정을 부여할 때 보편적으로 선택되어지고, C 언어 문법과 제어구조에 가까워 쉽게 스크립트로 구현할 수 있어 설치 에이전트를 구현하는데 사용했다. [그림 7]은 설치 에이전트의 동작을 나타낸다.



[그림 7] 설치 에이전트 동작 절차

설치 에이전트는 디렉토리 검사 부분과 실제 홈페이지를 설치하는 부분으로 구성되어 있다. 홈페이지가 설치될 원격 호스트에 배포판 전송이 완료되면, 에이전트 관리 시스템에 의해서 설치 에이전트가 실행된다. 설치 에이전트가 실행되면 디렉토리 검사부분이 인터넷 서비스 디렉토리인 /htdocs의 존재 유무, 사용자 강의과목 코드(예: km307)와 일치하는 디렉토리(예: /htdocs/km307/)가 원격 호스트에 존재하는지 여부를 검사한다. 홈페이지 신규 생성이 아닐 경우에는 디렉토리 검사 부분만 실행하고 종료된다. 이 과정에서 설치 결과파일(예: km307.log)을 생성한다. 이 결과파일은 FTP 모듈로 전송되어 에이전트 관리 시스템이 분석한 후 결과 메시지를 사용자에게 보여준다. 홈페이지 신규 생성일 경우에는 바로 설치 부분으로 넘어간다. 설치 부분은 /htdocs가 없으면 이를 생성하고 /htdocs 디렉토리에 강의과목 코드로 된 서브디렉토리(예: /htdocs/km307)를 만든다. 그 다음, 압축된 배포판을 설치하고 관련 파일들의 접근 권한을 설정한 후, 설치 결과파일(예: km307.log)을 생성한다.

전체적인 설치 처리 과정은 [그림 8]에 나타난다.



[그림 8] 홈페이지 생성 시스템의 홈페이지 설치절차

3.2 시스템 구현 환경

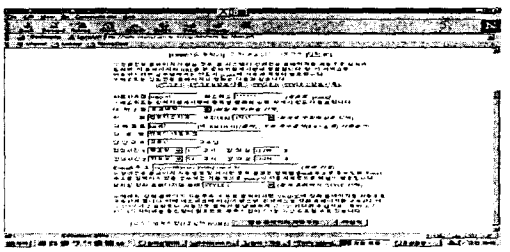
본 논문에서 구현한 원격실행 기술을 이용한 자동 홈페이지 생성 시스템의 플랫폼은 UNIX 환경이며, 웹 상에서 동작한다. 하드웨어는 UltraSparc 워크스테이션 두 대를 사용하였다. 하나는 이 자동 홈페이지 생성 시스템으로, 다른 하나는 홈페이지가 설치되는 원격 호스트로 사용하였다. 운영체제는 Solaris 2.5.1이고, 웹 서버는 CERN 서버와 Apache 서버를 사용하였다. 홈페이지 생성 시스템은 CERN 웹 서버를 사용하였고, 홈페이지 설치되는 원격 호스트는 Apache 웹 서버를 지원한다. 에이전트 관리 시스템과 ftp 모듈을 구현하는 데는 UNIX C 언어를 사용하였으며, 설치 에이전트는 C 쉘 스크립트를 사용하여 구현하였다.

본 시스템은 원격 호스트에 홈페이지를 설치하는 설치 에이전트를 rsh 이라는 원격 실행명령을 사용하여 실행하였다. rsh 명령이 실행되기 위해서는 원격 호스트의 환경을 다음과 같이 조정할 필요가 있다. 홈페이지가 설치되는 원격 호스트의 /etc/hosts 파일에 홈페이지 생성 시스템의 호스트 이름을 등록하였고, 사용자 계정에 rsh 명령을 실행하므로 사용

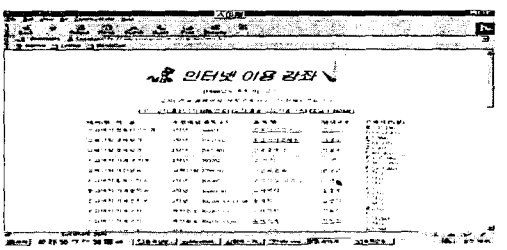
자 계정 수준의 동등함이 필요하여 .rhosts파일 사용하였다(/etc/hosts.equiv 파일은 호스트 수준의 동등함을 제공). 이 파일에는 홈페이지 생성 시스템의 호스트 이름과 계정이 들어 있다. /etc/inetd.conf파일을 수정하여 rshd 데몬을 실행시켰다. 이러한 환경에서 본 시스템이 구현되어 원격실행을 이용한 자동 홈페이지 생성 서비스를 원격 호스트에 제공하고 있다.

3.3 결과 및 고찰

본 논문에서 구현한 원격실행 기술을 이용한 홈페이지 생성 시스템을 강의지원 홈페이지에 적용하였다. 강의지원 홈페이지를 개설하고자 하는 사용자들이 홈페이지를 설치하고자하는 원격 호스트에 사용자 계정과 패스워드를 가지고 있다면, 보다 간편하고 빠르게 홈페이지를 개설할 수 있어 사용자들에서 좋은 반응을 얻었다. [그림 9]는 홈페이지를 설치하기 위해 사용자 정보를 입력하는 예이고, [그림 10]은 설치 후의 그림이다.



[그림 9] 설치를 위한 사용자 정보 입력 예



[그림 10] 설치 후의 모습

4. 결론

본 시스템은 이 기종 환경의 분산 컴퓨팅 환경에서 원격실행 기술에 의한 자동 홈페이지 생성과 이와 관련된 요소 기술을 연구하고, 이들 기술을 통합하여 구체적인 프로토타입의 자동 홈페이지 생성기를 개발하는 것을 목표로 하고 있다.

본 논문에서는 하나의 예로서 rsh 명령을 이용하여 강의지원 시스템에 적용하여 구체적인 시스템을 구현하여 보았다. 그 결과 홈페이지를 만들 수 있으나 시간적 여유가 없는 사용자 또는 전혀 이에 대한 지식이 없는 사용자들이 홈페이지를 생성하는 데 있어 상당한 도움이 되었다.

향후 연구과제로는 아래의 과제들을 적용하여 시스템의 성능을 보다 향상시키는 것으로 다음과 같은 것들이 있다.

- 범용적으로 원격실행을 할 수 있는 기술에 대한 연구[8]
- 설치된 홈페이지를 사용자가 간편하게 수정할 수 있는 기법에 대한 연구[9]

이러한 연구 결과로 다양한 시스템과의 통합을 위한 자동 홈페이지 설치 기술을 확보와 개발한 기술을 적용하여 다양한 목적의 홈페이지를 자동으로 구축해 주는 엔진을 개발 할 수 있을 것이라 기대되며, 또한 이를 다양한 목적으로 응용할 수 있을 것이라고 기대된다.

참고 문헌

[1] Stathes P. Hadjiefthymiades, Drakoulis I. Martakos "Improving the performance of CGI compliant database gateways" The 6th International World Wide Web Conference, 1997.

[2] 한선영, "WWW란 무엇인가?" http://sharon.comeng.chungnam.ac.kr/~dolphin/ws2/content/TT1.

[3] Arlitt, M. and Williamson, C. "Web server workload characterization" Proc. SIGMETRICS Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems, 1996.

[4] 조경산, "프로그래머와 사용자를 위한 UNIX 완성", 이한출판사. 1994.

[5] J. Postel, J. Reynolds, "FILE TRANSFER PROTOCOL(FTP)", RFC 959, ISI, October, 1985.

[6] Sun Microsystems, Inc. "RPC: Remote Procedure Call Protocol Specification" RFC 1050 April 1988.

[7] John Bloomer, "Power Programming with RPC", O'Reilly & Associates, Inc. 1995.

[8] J. Postel, J. Reynolds "TELNET PROTOCOL SPECIFICATION" RFC 854, May 1983.

[9] 최용준, 임경수, 황도삼, 김종근, "계층적 정보 구조의 web시스템 관리기술", 한국정보처리학회 논문지 제5권 5호, 1998. 5.