

# 공개소프트웨어 핵심기술 기반 리눅스 시스템, 부요

한국전자통신연구원 안백송 · 고광원

## 1. 서론

공개소프트웨어는 누구나 소스코드의 접근이 가능하고, 공개소프트웨어 라이선스 하에서 연구, 수정, 그리고 그 설계를 향상시킬 수 있는 소프트웨어를 의미한다[1]. 공개(open source)라는 단어는 1998년 1월 팔로알토의 넷스케이프사에서 네비게이터의 소스 코드의 공개를 발표하면서 언급된 것을 시초로, 현재 8만여 개의 공개소프트웨어 라이선스 하에 개발되어 있으며, 10만 이상의 공개소프트웨어 프로젝트가 활발하게 진행되고 있다[2]. 산업의 고도화 및 고부가가치화가 가속화되는 현 상황에서 차세대 성장 산업으로 손꼽히는 소프트웨어 산업의 중요성이 날로 부각되고 있고, 현재 사용 중인 대부분의 기반 소프트웨어들이 외산 소프트웨어이기 때문에, 공개 소프트웨어 산업을 기반으로 한 소프트웨어 개발의 촉진 및 활성화가 요구되는 시점이다. 유럽에서는 이미 30여개 이상의 공개소프트웨어 개발 프로젝트와 이에 대한 활용도 증진을 위한 프로젝트를 수행중이고, 중국과 일본 역시 국가적인 차원에서 적극적으로 공개소프트웨어를 도입 및 개발하며 관련 사업을 추진 중이다. 이에 맞추어 2004년부터 대한민국 정부에서도 공개소프트웨어 활성화를 위한 각종 지원 정책을 활발하게 추진하고 있다[3]. 하지만 정부차원의 공개소프트웨어 활성화 지원 정책에 불구하고, 공개소프트웨어의 기반 플랫폼으로서 중요 역할을 갖는 리눅스 관련 시장은 좀처럼 활성화 되지 못하고 있는 상황이다. 그 원인으로는 산재하고 있는 공개소프트웨어 중 수행 업무에 적절한 공개소프트웨어 선택의 난해함, 기술지원 부족으로 인한 낮은 신뢰도, 그리고 기존 리눅스의 패키지들 간의 단순 통합 추구적인 개발 방법으로 인한 안정성 부족에 따른 외산 리눅스 선호 경향 등을 들 수 있다.

상기한 바와 같이 호환성 결여, 신뢰성 및 외산 리눅스 선호 경향 등 국내 공개소프트웨어 발전을 가로막는 문제점들을 해결하기 위해서 국내 관련 기업, 소프트웨

어진흥원(KIPA) 그리고 한국전자통신연구원(ETRI)에서는 기관간의 협력체제 하에 부요(Booyo)라는 이름의 대한민국 표준 규격을 제정하였다. 여기서 부요란 까투리 사냥에서 따온 의성어로 날지 못하는 새, 펭귄을 날려 보내려는 의지를 나타낸다. 이러한 부요 규격 개발을 위해 관련 기관 협력체를 기반의 플랫폼 개발, 국내 대학들을 통해 공개소프트웨어 기반 솔루션 발굴, 한국정보통신기술협회의(TTA) PG를 통해 부요 규격의 표준화 진행, 그리고 OSDL(Open Source Development Labs) 및 한중일 OSS(CJK Open Source S/W) 활성화 포럼에 참여, 제안된 규격이 국제 산업 표준의 만족하도록 진행되었다. 아울러 부요 규격에 대한 참조구현물(Reference Implementation)로써 외산 리눅스에 비해 성능과 기능이 떨어지지 않는 리눅스 기반 표준 공개 소프트웨어 컴퓨팅 플랫폼, 부요 표준판을 지난 2004년도부터 개발을 진행하고 있고, 이의 첫 결과물을 2005년 8월에 발표하였다. 부요를 기반으로 만든 제품은 공인인증기관의 시험/인증을 통하여 국산 제품 간의 호환성을 유지하고, 공공기관 사용자를 위해서 전국적인 기술지원 네트워크를 구성하여 부요에서 발생하는 고객지원 업무체제를 구축하였다. 이러한 대한민국 표준 운영체제 플랫폼 기술을 확보함으로써 국내 ISV 솔루션 개발 용의와 특정 소프트웨어 사용에 의한 독과점 방지를 통한 공정경쟁 환경 조성 및 소비자 선택권 확대 등의 효과를 기대하며, 최근 논의되고 있는 한중일 3국의 기술협력으로 제 3의 글로벌 제품 개발에 있어 대한민국이 주도적인 역할을 수행할 수 있도록 진행하고 있다.

## 2. 부요 리눅스 개요

대한민국 표준 운영체제 플랫폼 부요는 부요 데스크탑과 부요 서버로 구성된다. 부요는 현재 대표적인 국제 표준인 LSB(Linux Standard Base)[4]를 만족시키고, 리눅스의 기능을 강화하기 위한 요구기능을 제

정하는 OSDL의 CGL(Carrier Grade Linux)[5], DCL(Data Center Linux)[6], 그리고 DTL(DeskTop Linux) 규격들을 만족시키고 있다. 이의 개발은 예전의 국내 리눅스 배포판 제품과 같이 국외 제품을 기반으로 한글화, GUI 테마만의 수준을 넘어서, 국내 표준 운영체제로 대표할 수 있도록 안정성, 호환성 결여 문제 극복뿐만 아니라 자체적으로 커널 및 미들웨어 부분의 핵심기술 개발에도 초점을 두고 있다. 이렇게 개발되는 핵심 기술들은 공개 프로젝트 사이트인 sourceforge[7]를 통해서 공개함으로써 국제사회에서 공개소프트웨어의 수혜국이 아닌 공헌국으로서 거듭나도록 노력하고 있다.

그림 1은 부요 운영체제의 로드맵으로, 가트너 2004년 리눅스 Hype Cycle[8]과 그 맥락을 같이 한다. 리눅스 기술이 지난 몇 년간은 엔트리급 서버 환경을 중심으로 발전되었지만 향후에는 성능 및 기능 개선, 보안 기능 강화와 더불어 64비트 프로세서 및 8-way 이상의 중대형 엔터프라이즈급 서버로 중요업무 수행 환경에 사용 가능한 수준으로 발전할 것으로 예측하고 있으며, 부요의 개발 방향도 이에 맞추어 계획 및 진행되고 있다.

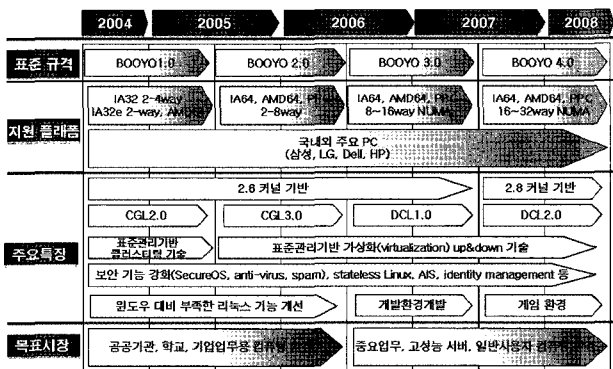


그림 1 그림 부요 로드맵

현재 부요 데스크탑 규격 1.0[9]과 서버 규격 1.0[10]은 각각 한국정보통신기술협회의(TTA) 표준 승인을 거쳤고, 규격 1.0을 만족하는 데스크탑 및 서버 표준판에 대해서 기능개발/시험, 안정성시험, 성능시험이 완료되어 있다. 부요 표준판을 기반으로 하는 상용 배포판은 아이젯리눅스 딥고(데스크탑)와 이바지(서버), 와우리눅스 스탠다드가 있으며, 지난 2005년 12월 초 서울 소프트웨어포럼 전시회를 통해 관람자에게 첫 선을 보였다. 또한 기존 부요 1.0의 업그레이드 버전인 부요 2.0 규격 및 표준판 개발도 현재 계속적으로 진행 중이고, 1.0 버전의 문제점에 대한 개선 및 계속적으로 개발되고 있는 핵심기술들이 적용되고 있으며, 2006년에 공개가 될 예정이다.

### 3. 부요 데스크탑

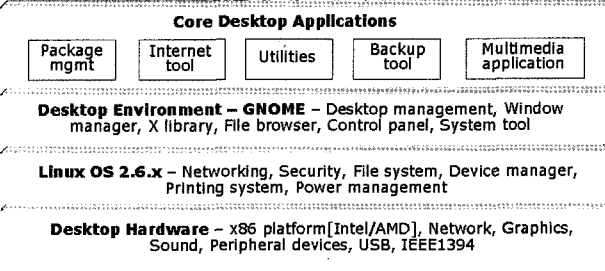


그림 2 부요 데스크탑 소프트웨어 구조

부요 데스크탑은 그림 2와 같이 오피스, 인터넷 뱅킹과 같은 기업업무용 응용, 멀티미디어 장치 지원, 게임, 개발환경 등을 이용하는 사무용 환경에서의 사용자를 위한 컴퓨팅 환경을 제공한다. 이를 위해서 커널 버전 2.6.10을 기반으로 시스템 서비스를 구성하는 패키지들로 구성된다. 특히, 부요 데스크탑 1.0에서는 기업업무 환경에 초점을 두고 개발하며, 다음과 같은 주된 사항을 고려하였다.

- GNOME 기반의 사용자 친화적인 데스크탑 환경 제공
- 기존 대중적인 데스크탑 운영체제 대비 리눅스의 부족 기능 해결
- 국내 사용 환경을 위해서 표준 한글 사용 환경과 한글처리 기능을 제공
- 설치가 용이하고, 원격 업데이트 지원체제 제공
- 데스크탑 환경 개선과 주변 장치 지원
- 가볍고 빠른 데스크탑 환경 제공
- 오피스, 인터넷 뱅킹과 같은 기업업무용 환경 제공
- LSB(Linux Standard Base) 등 산업 표준 규격을 기반으로 하는 개방형 구조 제공

#### 3.1 데스크탑 환경 주요 구현

부요 데스크탑은 그림 3과 같이 마이크로소프트 윈도우즈로 대표되는 기존 데스크탑 운영체제에 익숙한 사용자들이 친숙하게 사용 가능하도록 아이콘, 색깔, 메뉴, 구성 트리 등의 데스크탑 환경을 개선하였다. GNOME 2.10을 기반으로 하는 부요 데스크탑 환경은 freedesktop.org의 menu-0.9 표준을 따르며, 프로그램 아이콘 이름에 구체적인 설명 문구를 포함하여 해당 애플리케이션이 어떤 종류의 프로그램인지 쉽게 판별할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 사용자에게 친근감을 줄 수 있는 부요 전용 테마, 바탕화면, 아이콘

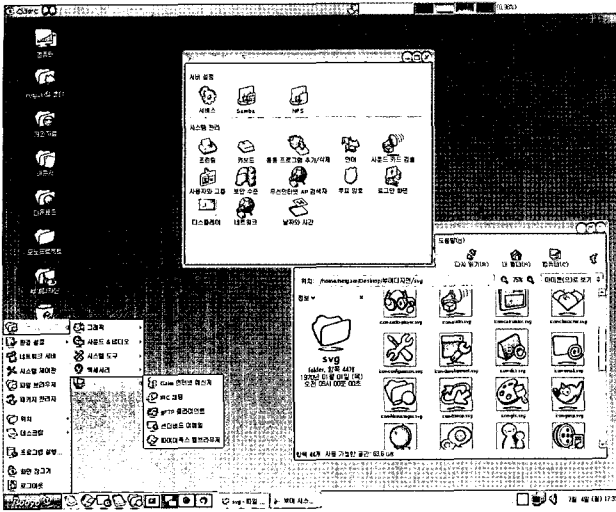


그림 3 부요 GUI 환경

테마 집합을 제공하며, 마이크로소프트의 윈도우와 동일한 기본 폰트를 적용함으로써 리눅스에 익숙하지 못한 사용자들이 이질감이 적도록 설계되었다.

데스크탑 설치 화면 디자인을 부요 이미지에 맞도록 수정 및 개선하였으며, 설치 단계를 간소화하여 축소함으로써 기존 리눅스 설치 시 설정 사항이 많아 리눅스 설치에 곤란함을 겪어야 했던 초보 사용자들이 간편하게 부요 시스템을 설치할 수 있도록 하였다. 그리고 부트 스플래시(splash) 패치를 적용하여 시스템 부팅 시 데스크탑 화면 시작과 종료 시 부팅 및 종료 화면으로 복잡한 정보 출력을 피하고 그래픽 환경의 부팅을 지원하여 좀 더 사용자 친화적인 화면을 제공하였다. 또한 부요 시스템 제어판을 제공함으로써 효율적인 데스크탑 관리가 가능하도록 하였다.

부요 데스크탑의 인코딩 환경은 다국어 환경에 적합한 UTF-8로 설정되어 있다. 이는 인터넷을 통해서 세계 여러 나라의 다양한 정보를 접근하기 위해서 적용된 것이다. 이로 인해 기존 마이크로소프트의 윈도우 시스템, 기존 개발된 리눅스 등에서 사용하고 있는 비호환성으로 FTP, 압축프로그램, Samba 등에서 문제가 발생하나, 이를 데스크탑 환경에서 필요한 도구를 적절히 제공함으로써 해결할 수 있도록 개발되어 있다. (하나의 예로 부요 데스크탑 시스템간의 FTP 접근을 위해서 기본 GUI 환경에서 파일 브라우저를 통해서 쉽게 접근가능하고, 기존 비호환성이 발생하는 FTP 서버에 접근할 경우 gftp를 이용하여 접근 가능하도록 지원하고 있다.)

또한 무선 인터넷 장치 관리자를 제공함으로써 연결 가능한 AP(Access Point)를 검색하고 연결하여 네트워킹이 가능하도록 하였으며, USB 지원을 대폭 강화함으로써 대중적인 데스크탑 OS 계열과 유사하게 USB

장치에 대한 관리 및 응용 매니저를 자동적으로 수행 되도록 하였다. 또한 USB 드라이버 업데이트 지원과 USB 장치에 대한 한글 파일명, 고용량 메모리 지원, 쓰기 금지 장치 및 암호가 걸린 메모리 장치를 지원하도록 하였다.

### 3.2 클립보드 기능 지원

부요 데스크탑에서는 기존 마이크로소프트 윈도우에서 제공하는 기능과 유사한 X Window 기반 클립보드 기능을 제공함으로써 응용프로그램끼리 Cut/Paste가 자연스럽게 이루어지고 데이터 교환을 원활히 하여 리눅스 데스크탑 사용 환경을 개선하였다. Bclibboard 라는 이름의 본 기능은 OASIS 표준의 XML 기반 데이터를 교환 및 제어하며 데이터를 보관하는 클립보드 서버와 history를 보관 및 관리하는 이력 관리기 등으로 구성되어 있다.

### 3.3 통합 개발 도구

부요 통합 개발 환경에서는 각종 개발도구를 기능적으로 포괄하는 IDE 기본 환경에 각종 개발도구를 포함할 수 있는 플러그인 기술, 디버깅을 위한 이벤트 모니터링 기술, 각종 template 지원과 광범위한 개발언어 지원, 한글화 등의 지원을 통해 사용자 편의성을 향상하였다. 개발 도구는 오픈소스기반 통합 개발 도구 Eclipse[13] IDE를 기반으로 코드기반 검증도구를 플러그인하는 형식을 취한다. Eclipse IDE는 기본 데스크탑 응용 계층에서 제공하는 JRE 또는 JDK를 이용하여 사용자에게 통합개발도구의 기능을 제공한다. Eclipse IDE는 Java 기술과 플러그인 기술을 이용하여 기본적으로 Eclipse에서 제공하는 Java 프로그램 개발 외에 사용자가 원하는 기능들을 추가할 수 있다. 이와 같은 플러그인 기술을 이용하여 프로그램 개발 과정 중에 발생하는 사용자의 다양한 요구 사항들을 충족할 수 있다. 예를 들면, Java 프로그램 개발 외에 Web, C/C++, UML, GUI 프로그램 개발과 같은 사용자의 요구 사항들을 모두 수용할 수 있다. Eclipse IDE를 기반으로 한 통합개발도구는 신뢰성과 객관성을 보장하는 프로그램 개발을 위해 소스코드 기반 검증도구를 플러그인 한다. 소스코드 기반 검증도구와 Eclipse IDE간의 데이터 통합을 위해서 공통으로 사용되는 데이터의 스키마를 정의하고 공유함으로써 이루어진다.

### 3.4 데스크탑 시스템 최적화

부요 데스크탑은 데스크탑 시스템에 최적화된 서비스를 수행함으로써 부팅 시간을 최소화하였다. 또한 기

존의 리눅스 데스크탑 솔루션이 최대한 많은 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하는 것과는 달리 부요 데스크탑에서는 필요한 서비스만을 제공함으로써 보다 효율성을 극대화하고 서비스를 최적화하는 것을 목적으로 하였다. 그 결과 부요 데스크탑 1.0 개발에 참조되었던 Fedora Core 3 기준 시스템 관련 패키지, 네트워크 관련 패키지 등의 기본적으로 제공되는 서비스 수를 55% 이상 줄였으며, 활성 패키지수도 50%정도 줄였다. 표 1은 부요 데스크탑과 타 배포판 간의 패키지 수, 용량, 데몬 수 비교와 설치 및 부팅 시간 비교를 나타낸다.

표 1 부요 데스크탑과 타 배포판의 비교

	Booyo 1.0	Fedora Core 3	Fedora Core 4
패키지수	923	1647	1763
전체 용량	3.2G	6.8G	6.8G
활성화 데몬 / 총 데몬	20/72	44/146	46/138
설치 시간	15분	36분	49분
부팅 시간	60초	105초	79초

### 3.5 향후 개발 계획

현재 개발 중인 부요 데스크탑의 차기 버전 2.0에서는 지원하는 하드웨어로써 x86\_64 아키텍처를 추가된다. Intel® Extended Memory 64 Technology (EM64T)를 지원하는 Pentium 4 프로세서, AMD 64를 지원하는 Athlon™ 64 프로세서 등 64비트 프로세서를 장착한 데스크탑 시스템에서 32비트 호환모드가 아닌 64비트 모드를 기본적으로 지원하게 될 예정이다. 그리고 High-definition television(HDTV)과 같은 추가적인 주변장치에 대한 지원이 강화될 예정이다.

부요 데스크탑의 향후 버전에서는 더욱 풍부한 응용을 지원하기 위해서 .NET 기반의 모노 플랫폼을 적용하게 된다. 대표적인 예로써 모노 플랫폼 기반 데스크탑 검색 도구를 기본적으로 제공하게 될 예정이며, 이렇게 지원되는 풍부한 응용들을 사용자가 선택적/추가적으로 설치를 지원하게 되는 one-click 설치 도구를 제공할 예정이다. 또한 기존 1.0 버전에서 개발된 표준 XML 기반 클립보드를 더욱 확장 가능한 구조로 보완하여 다양한 응용들이 지원할 수 있도록 지원하게 될 예정이다.

또한 데스크탑 사용자에게 더 나은 사용경험을 제공하기 위해서 더욱 빠른 시스템 부팅(Advanced Parallel Boot)을 지원하도록 개발하고 있으며, 기존 개발된 부요 데스크탑 1.0 버전과 비교하여 약 70%

정도의 부팅시간 단축을 제공하게 될 예정이다. 뿐만 아니라 부요 데스크탑 시스템의 Unicode 환경의 이점을 기반으로 다국어 입력시스템을 지원하게 되고, 기존 리눅스 시스템의 문제점인 도움말 한글화에 대폭적인 지원을 통해서 약 95% 이상의 도움말에 대한 번역을 완료할 예정이다.

## 4. 부요 서버 개발

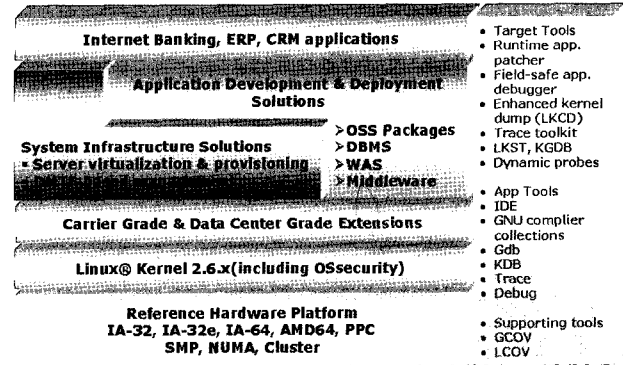


그림 4 부요 서버 소프트웨어 구조

부요 서버는 국제 산업 표준을 만족하고 고성능, 고가용성, 고신뢰성을 보장하면서 엔트리급, 엔터프라이즈급 서버 환경을 안정적으로 지원하는 것을 목표로 개발되었다. 보다 자세한 개발 목표는 다음과 같다.

- LSB(Linux Standard Base) 2.0.3, FHS (Filesystem Hierarchy Standard) 2.3[11] 등 국제 산업 표준 만족
- 리눅스 기능 강화를 위한 CGL, DCL 규격 만족
- 풍부한 서버 개발 도구 제공
- 고부하 지속환경 및 서버 성능 벤치마킹에서 국외 제품과 동일 기능, 성능 제공
- 공개 S/W기반의 보안, 시스템관리, 서버 가상화, 웹, DBMS 등 솔루션 제공

그동안 리눅스가 많은 발전을 해왔지만, 엔터프라이즈 시장에 리눅스 기술에 적용되기 위해서는 여전히 기능 개선, 구현이 필요하다. 2000년에서 설립되어 현재 다수의 대형 소프트웨어 업체가 참여하고 있는 비영리단체 OSDL의 CGL, DCL 규격 명세서는 리눅스 운영체제가 미래에 캐리어급 또는 엔터프라이즈급 운영체제로 발전하기 위해 필요한 기능을 요구 사항 형식으로 기술하고 있다. CGL 규격 명세서는 통신 시스템을 비롯하여 서버 시스템이 엔터프라이즈급으로 변모하기 위해서 필수적인 기능을 정의하고 있으며, 부요 서버에서는 CGL 규격 반영 시 서버 시스템에 필수적이며 다른 기능과 상호 도움이 되는 것을 선택적으로

개발한다. DCL은 엔터프라이즈급 운영체제로 발전하기 위한 규격을 정의하며, CGL에서 정의된 규격이외 시스템 확장성 및 성능을 우선적으로 하고 있다. 부요 서버는 리눅스 커널 2.6을 기반으로 기능 및 성능 향상을 추구하기 위해서 CGL, DCL 규격을 기반으로 개발되고 있다. 그림 4는 부요 서버 소프트웨어 구조이다.

#### 4.1 커널 개발 방향

부요 서버는 커널 2.6.10을 기반으로 네 가지의 작업 방향을 통해 개발된다. 첫 번째 방향은 kernel.org[14]의 공개 커널을 통한 기능의 개선이고, 두 번째는 주요 커널 개발자들의 공식 커널 패치를 이용한 기능 개선이다. 세 번째는 위의 두 가지 방향으로 개발된 커널에 대한 기능, 성능 및 고부하 시험을 통해 도출된 개선점에 대한 수정이다. 마지막 개발 방향으로 CGL, DCL 규격 명세서를 기반으로 한 자체 분석을 통해 얻어진 부족한 부분에 대한 개발 작업이며, 이 작업을 통해 타제품에서 제공하지 않은 기능을 먼저 제공할 수 있다. 각각의 선정된 기능에 대해 현재 가용한 공개소프트웨어의 성숙도를 파악하고, 소스코드, 시험, 문서 등의 미흡한 점을 보완하여 개선한다.

#### 4.2 국제 표준 기능 지원

소프트웨어 개발자와 사용자 모두의 혼란 방지를 위해서 API, 파일 시스템 디렉토리 구조 및 소프트웨어 설치 방법과 배포 방법 등이 상호 호환 가능하도록 표준을 정의해야 할 필요성이 대두되었다. 이를 위해서 리눅스 개발 업체들의 주도하에 LSB가 제안되었고, 모든 리눅스 배포판들은 이 표준 인터페이스를 따르고 있다. 뿐만 아니라 POSIX에서 정의한 필수적인 기능도 만족할 수 있도록 하였으며, 특히 스레드 생성 및 소멸에서 성능측면에서 아주 우수한 NPTL(Native POSIX Thread Library)를 제공한다. 멀티미디어 응용 서비스 등의 전송을 지원하기 위해 SCTP(Stream Control Transport Protocol)를 제공하는데, 데이터의 순차적인 전달뿐만 아니라, 망 장애에 대비한 복구 기능을 수행할 수 있다.

#### 4.3 시스템 성능 향상

커널 2.6부터는 프로세스의 문맥교환을 위한 부하를 감소시킴으로써 스케줄링 확장성을 제공하는 저 부하 스케줄러(O(1) 스케줄러)를 제공하여, 다음에 실행할 프로세스를 선택하는데 소요되는 시간이 프로세스의 수에 관계없이 일정하게 처리된다. 또한 기존의 리눅스 커널이 하이퍼스레딩(Hyper-Threading)과 같은

SMT(Symmetric Multi-Threading) 환경에서 논리적인 프로세서와 물리적인 프로세서를 구분하지 못해 성능 향상에 걸림돌이 된 문제를 해결하기 위해 물리적인 프로세서와 논리적인 프로세서를 구별하고 SMT 환경에서 affinity를 고려하는 SMT-aware 스케줄러를 제공한다. 이 스케줄러는 계산 위주의 작업, 입출력 위주의 작업 및 혼합형 작업의 벤치마킹 시험을 통해 보다 안정적으로 시스템 성능을 유지시키는 것으로 확인되었다.

효율적인 입출력 성능 향상을 위해서 기존의 인터럽트 방식에 의한 프로세서 간섭을 최소화하기 위해서 인터럽트 방식과 폴링(polling) 방식을 혼합한 NAPI(New API) 인터페이스를 드라이버 개발자에게 제공한다. Ethernet link 통합은 분리된 물리적인 네트워크 카드를 논리적으로 통합하여 하나의 카드처럼 사용하도록 하는 기술로 높은 네트워크 대역폭 제공과 안정성을 강화할 수 있다. 통합된 링크들은 하나의 IP 주소와 MAC 주소를 사용한다. 또한 네트워크 성능 향상을 위하여 보다 큰 IP 프레임, 즉 최대 9,000바이트 크기의 MTU, 사용을 지원한다. 디스크 및 파일에 대한 비동기 입출력 지원과 최대 4096개의 디스크 연결 지원, 소프트웨어 스트라이핑(striping) 기능도 제공한다.

#### 4.4 시스템 가용성 향상

부요 서버의 가용성 기능에 대한 설명으로 대부분 입출력 관리 기능에 해당된다. 앞에서 기술한 Ethernet link 통합에 따른 네트워크 처리 대역폭 향상뿐만 아니라, 일부 네트워크 카드 고장 시에 대기 중인 카드를 대체하여 장애를 극복한다. 이를 위해서 동일 IP를 다수 네트워크 인터페이스에 할당하고, 드라이버는 지속적인 네트워크 상태를 감시하고 고장 시 자동적으로 대체 인터페이스로 전환할 수 있는 기능을 제공한다.

부요 서버는 소프트웨어 방식으로 디스크 미러링 기능을 제공한다. 일반적으로 특정한 컨트롤 카드를 이용한 하드웨어 방식의 미러링을 많이 사용하고 있지만, 비용 면에서 훨씬 유리하고 효율성이 좋은 소프트웨어 방식을 제공함으로써 일부 디스크 고장 시에도 모든 데이터를 복원할 수 있도록 함으로써 데이터 가용성을 향상시킨다. 뿐만 아니라 저장 장치의 케이블, 버스 등의 하드웨어적인 고장에 대한 대비를 위해서 multipath I/O를 지원한다. 즉 이 기능으로 저장 장치 접근 가용성을 높일 수 있는데, 사용자 수준의 도구와 커널 수준의 DM(Device Mapper) 기능을 구현해야 한다. 현재 이 기능을 사용하는 데는 별 어려움은

없지만, 입출력 path가 down될 때 상태를 감지하고 대처하는데 다소 많은 시간이 소요되는 등의 개선 사항들이 존재하기 때문에 점차적으로 부요에서 반영할 예정이다.

#### 4.5 Forced Unmount 기능

부요 서버에서는 파일 시스템의 이상 또는 저장 장치의 문제 발생 시 파일시스템 상에 오픈 파일 또는 수행 태스크가 존재하는 상황 하에서도 그 파일시스템을 강제로 해제할 수 있는 기능을 제공하며, 현재 커널 2.6 기반 리눅스 배포판 가운데 본 기능을 완전하게 제공하는 것은 부요 서버가 유일하다. 파일 작업을 수행하고 있는 도중에, 블록 디바이스나 시스템 업그레이드를 위해서 잠시 파일시스템을 해제해야 한다면, 일반적으로 사용하는 umount는 정상 처리되지 못할 것이며, 사용자는 시스템 재부팅 이외에는 다른 대안을 찾을 수 없을 것이다. 이 문제를 해결하기 위해 부요 서버에서는 forced unmount 기능을 개발하여 추가하였다. 다음 4가지 경우 파일시스템 해제 시 기존의 umount는 해당 파일시스템이 busy 상태로 실패하게 되지만 forced unmount 기능을 사용하면 정상적으로 해제가 가능하다.

- 오픈된 파일이 존재하는 경우
- 수행중인 태스크의 바이너리 파일이 존재하는 경우
- 태스크의 CWD(Current Working Directory)가 파일시스템 하의 위치로 설정되어 있는 경우
- Nested Mounting Filesystem이 존재하는 경우

forced unmount 기능의 소스 코드는 현재 공개되어 있으며, sourceforge 웹사이트에 공개프로젝트로 등록되어 있다[15].

#### 4.6 Boot Image Fallback 기능

부요 서버는 CGL 2.0의 편리성 요구 기능 중 하나인 boot image fallback 기능을 제공한다. 이는 마이크로소프트 윈도우의 시스템 이미지 복구와 유사한 기능으로, 다른 리눅스 배포판에서는 제공되지 않는 기능이다. 본 기능을 사용함으로써 심각한 손상을 초래한 시스템 이미지로부터 이전의 안정된 이미지로의 복구가 가능하며, 주기적으로 또는 운용상의 변경이 생기기 전 시점으로 안정적인 이미지를 관리하여 대처한다.

#### 4.7 보안 기능 제공

부요 서버는 보안 제공을 위해 CGL 규격 명세서의 기본적인 보안 기능뿐만 아니라, 보안 결합 발견 시 마다 보안 패치를 적용하는 사후 대응식의 접근을 방지

하기 위해서 MAC(Mandatory Access Control) 방식의 SELinux(Security-enhanced Linux)[12] 기능을 제공한다. SELinux는 미국 NSA(National Security Agency) 주도로 이루어진 오픈소스 기반의 프로젝트이며, 비교적 최근에 제품으로 활용되고 있지만 오랜 기간에 걸쳐 개발되고 검증되었다. 데비안, 수세 리눅스 엔터프라이즈, 레드햇 엔터프라이즈 리눅스, 젠투 리눅스[16] 등의 주요 배포판에서 적용하고 있다.

SELinux의 보안 정책은 RBAC(Role Based Access Control)과 TE(Type Enforcement)를 결합한 보안 모델을 통해 시스템내의 모든 프로세스가 제한된 도메인에서만 실행되도록 sandbox 개념을 구현한 것이다. 즉 각 프로세스는 자신 도메인에서 자신에게 주어진 최소한의 권한 내에서만 동작하고 다른 프로세스 도메인을 간섭할 수 없다. 따라서 악의적인 사용자에게 의해 시스템이 해킹 당했다고 하더라도 그 피해는 해당 프로세스 내로 제한되고, 피해가 확산되지 않는다. 이러한 보안 정책 설정을 위해서 서비스 별로 다수의 정책 설정 파일을 설정해야 한다. 예를 들면, 아파치 기반의 웹 서비스 경우, 웹 서비스를 위한 프로세스의 데이터 파일 접근에 대한 정의 및 라이브러리 사용에 대한 규칙, 사용자에 접근 제어, 네트워크 포트 등의 접근 정의 등 웹 서비스가 이루어지기 위해서 사용되는 서버 자원 및 주체 등 모든 부분에 대한 보안 정책을 설정해야 한다.

#### 4.8 리눅스 서버 가상화 기능

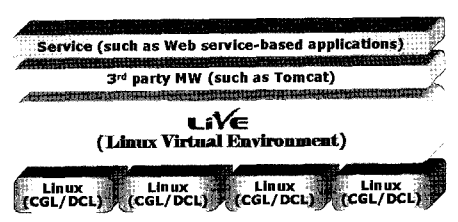


그림 5 리눅스 서버 가상화 구조

리눅스 서버 가상화 기술은 인프라내의 모든 IT 자원을 공개 표준에 기반을 두어 가상화된 자원으로 정의하고 자원 풀을 형성하여 통합 관리할 수 있도록 해준다. 또한 이렇게 가상화된 자원을 각 서비스에 동적으로 할당 혹은 반환하여 자원의 활용도를 향상시키고 가상의 컴퓨팅 환경을 구축할 수 있도록 해준다. 이러한 가상화 기술을 통해 인프라 내 시스템의 성능을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 확장성과 안정성을 제공할 수 있다. 더욱이 인프라 내 시스템 자원의 활용도를 극대화 시켜 시스템 관리 비용을 최소화시킬 수 있다. 이러한 리눅스 서버 가상화 기술을 그림 5와 같이 효

과적으로 구현함으로써 최종 사용자들은 물론이고 시스템 관리자들에게도 가상의 리눅스 환경(Linux Virtual Environment)을 제공할 수 있다. 이 리눅스 서버 가상화 기술을 LiVE(Linux Virtual Environment)로 명칭한다.

부요 서버에서 제공되는 LiVE 기술은 LiVE-HA [16]와 LiVE-C로 나뉘어진다. LiVE-HA는 시스템 전체의 가용성을 높이고 중단 없이 안정적인 서비스를 제공할 수 있는 HA 클러스터링 지원 기능으로, 기존 primary/backup 기법과 cascading 기법의 문제점을 해결하고 장점을 결합한 cascading primary/backup HA 기법을 제공하여, fail-over 시간의 단축으로 전체 시스템의 가용성을 향상시킬 수 있다. LiVE-C는 클러스터 내 모든 자원을 통합 관리하여 가상의 단일 시스템 이미지를 제공함으로써 사용자 편의성을 높이고 클러스터 시스템의 자원 활용도를 개선할 수 있는 국제 산업 표준인 Distributed Management Task Force, Inc.(DMTF) [17] 기반 클러스터 자원 가상화 기술이다.

#### 4.9 기능 및 성능 시험, 분석

서버용 운영체제는 장시간 시스템 구동 시에도 오류 없이 작동할 수 있는 안정성과 주어진 하드웨어를 최대한 활용하여 높은 성능을 이끌어내는 것이 무엇보다 중요하다. 부요 서버 또한 이러한 안정성과 성능을 검증하기 위해 다양한 기능 및 성능 시험을 수행하고 그 결과를 분석하였다.

각종 기능들이 올바르게 동작하는지 시험하기 위해 LSB 2.0 호환 시험 및 LTP 기능 및 스트레스 시험을 실시하였다. LSB 2.0 호환 시험은 LSB runtime testsuite 2.0.6-2를 사용하여 진행되었으며, 시스템 호출, 라이브러리 등 리눅스의 다양한 기능을 시험하기 위해 Linux Test Project (LTP)[18]에서 제공하는 LTP testsuite를 이용하여 기능 시험을 실시하였고 타 제품과 비교 결과 동일한 결과를 보여주었다. 스트레스 시험은 모든 서버 자원을 고갈시키는 스트레스 부하상태를 5일 동안 지속할 때 시스템다운 없이 정상 수행이 되는지를 점검하는 시험으로, 마찬가지로 LTP testsuite를 이용하였으며 5일 동안 정상적으로 수행 완료되었다.

성능 시험 경우는 운영체제 성능, 웹서버 및 웹 애플리케이션 서버 성능, DBMS 성능, FTP서버 성능 등으로 이루어졌으며 타 제품과 유사한 결과를 낳았다. 그중에서 운영체제 성능 시험은 다중 사용자 환경을 모델링하여 시스템에 부하를 가할 때 전체 시스템의 작업 처리량을 측정함으로써 시스템의 성능을 확인하

는 방식의 AIM Multiuser Benchmarking Suite VII(AIM7)[19]을 사용하였으며, 커널 2.6 기반의 국외 제품인 SUSE Linux Enterprise Server 9, Red Hat Enterprise Linux 4와 비교 분석한 결과 그림 6과 같이 근소하게 우월한 성능을 발휘함을 확인하였다.

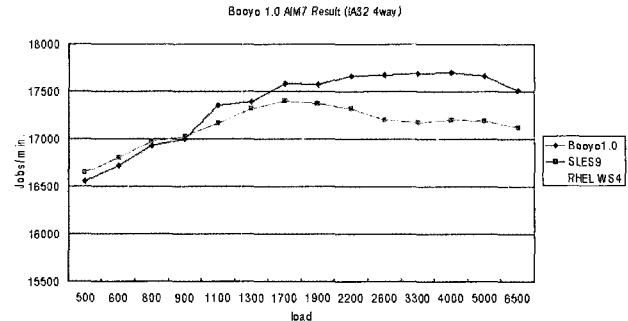


그림 6 AIM7 벤치마킹 결과

#### 4.10 향후 개발 계획

부요 서버의 차기 버전인 2.0 버전에서는 이전 버전에서 미흡했던 점을 보완하고 활용도를 제고시키기 위해 다양한 작업들을 진행하고 있다. 1.0 버전에서 발견된 각종 버그 수정 이외에도 부요의 가치 향상을 위해 많은 새로운 기능들을 개발 중이다.

먼저 지원하는 아키텍처를 추가하여 기존 1.0에서 지원하던 i386, x86\_64 이외에 IA64를 추가로 지원한다. EFI 부트로더 등 IA64에 특화된 패키지 추가 및 커널 개선 작업과 기능, 안정성 및 성능 시험을 수행하고 있다. 그리고 기존의 인스톨러를 대폭 개선하여 리눅스에 친숙하지 않은 사용자들도 어렵지 않게 시스템 설치가 가능하도록 수정하고 있으며, 화면 레이아웃, 이미지, 색상 또한 전문 디자이너의 협조를 받아 개선하여 부요의 특징을 보다 잘 표현하고 사용자에게 친숙한 이미지를 제공할 수 있도록 작업을 진행 중이다.

또한 리눅스 커널 2.6에 기본적으로 포함되어 있는 파일 및 블록 디바이스 기반 비동기 입출력 기능을 네트워크 소켓에까지 확장하여 사용 가능하도록 수정중이며, 기존의 sendfile() 시스템 호출을 확장하여 네트워크->디스크, 디스크->디스크, 네트워크->네트워크 등의 데이터 전송 시에도 zero-copy가 가능하도록 개선하고 있다. 리눅스 커널에 기본적으로 포함되어 있으며 강력한 보안 기능을 제공함에도 불구하고 설정의 까다로움으로 인해 사용이 힘든 SELinux의 문제점을 해결하기 위해 SELinux의 기존 보안 모델과 호환성을 유지하면서도 단순하고 쉽게 보안정책을 설정할 수 있는 템플릿을 개발하여 추가할 예정이다.

기능, 성능 및 안정성 시험 역시 1.0버전 작업 당시

미흡했거나 고쳐야 할 부분들을 보완하여 더욱 완성도 높은 결과물이 될 수 있도록 할 예정이다. 가용한 오픈 소스 시험도구들 중 신뢰성 있는 검증된 도구들을 분석 및 채택하여 부요 서버 2.0 버전 시험에 사용할 계획이다. 또한 이미 사용중인 시험도구 또한 시험절차 및 사용법 등 수정이 필요한 부분을 보완하여 더욱 신뢰도 높은 시험을 수행할 수 있도록 준비중이다.

이러한 특징 외에도 공개소프트웨어와 관련된 국제 표준, 최신 기술 및 업계 동향 등을 주시하고 공동 참여 업체를 비롯한 국내 관련 업체, 공공 기관 등의 요구 사항을 지속적으로 수용하여 개선할 계획이다. 뿐만 아니라 보다 많은 곳에 부요의 의미와 그 실체를 알릴 수 있도록 각종 홍보 작업에도 힘쓰고 있다.

## 5. 결 론

부요 리눅스는 앞에서 언급한 바와 같이 호환성 결여, 신뢰성 및 외산 리눅스 선호 경향 등 국내 공개소프트웨어 발전을 가로막는 문제점들을 해결하기 위해서 국내 관련 기업, 소프트웨어진흥원 그리고 한국전자통신연구원에서 기관간의 협력 하에 제정한 대한민국 표준 규격을 따르는 참조구현물이다. 이는 제정한 표준 규격이 외산 리눅스에 비해 성능과 기능상에서 떨어지지 않으며, 공인인증기관의 시험/인증을 통하여 국산 제품 간의 호환성의 유지, 공공기관 사용자를 위한 전국적인 기술지원 네트워크를 구성을 통해서 국내 ISV 솔루션 개발 용의와 특정 소프트웨어 사용에 의한 독과점 방지를 통한 공정경쟁 환경 조성 및 소비자 선택권 확대 등의 효과를 기대하고 있다.

또한 부요 리눅스는 국내 표준 운영체제로 대표할 수 있도록 안정성, 호환성 결여 문제 극복을 지원하고, 커널 및 미들웨어 부분의 핵심기술 개발을 진행/공개함으로써 국제사회에서 대한민국이 공개소프트웨어의 수혜국이 아닌 공헌국으로서 거듭나도록 노력하고 있다. 또한 지속적인 부요 2.0 규격 및 표준판 개발을 통해서 개발되고 있는 핵심기술들이 적용하고 이를 국제사회에 표준으로 제정하도록 노력하고 있다.

## 참고문헌

- [ 1 ] Open-source software, Wikipedia, the free encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Open\\_source\\_software](http://en.wikipedia.org/wiki/Open_source_software)
- [ 2 ] History of the OSI, <http://www.opensource.org/docs/history.php>
- [ 3 ] 공개S/W 도입성공사례, 한국소프트웨어진흥원, 2004~2005

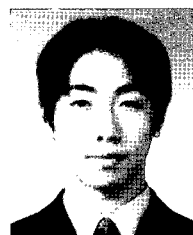
- [ 4 ] Linux Standard Base, <http://www.freestandards.org/en/LSB>
- [ 5 ] Carrier Grade Linux Requirement Definition, Open Source Development Labs
- [ 6 ] Data Center Linux Goals and Capabilities, Open Source Development Labs
- [ 7 ] sourceforge.net, <http://sourceforge.net>
- [ 8 ] Hype Cycle for Linux, 2004, Gartner, Inc.
- [ 9 ] 리눅스 데스크탑 규격 (Linux Desktop Specification), 한국정보통신기술협회, 2005
- [ 10 ] 리눅스 서버 규격(Linux Server Specification), 한국정보통신기술협회, 2005
- [ 11 ] Filesystem Hierarchy Standard, <http://www.pathname.com/fhs>
- [ 12 ] Security Enhanced Linux, <http://www.nsa.gov/selinux>
- [ 13 ] Eclipse project, <http://www.eclipse.org>
- [ 14 ] The Linux Kernel Archives, <http://www.kernel.org>
- [ 15 ] Forced Unmount project, <http://sourceforge.net/projects/forcedunmount>
- [ 16 ] LiVE-HA, <http://sourceforge.net/projects/liveha>
- [ 17 ] Distributed Management Task Force, Inc., <http://www.dmtf.org/>
- [ 18 ] Linux Test Project, <http://ltp.sourceforge.net>
- [ 19 ] AIM Benchmarks project, <http://sourceforge.net/projects/aimbench>

### 안 백 송



1999 서울대학교 전산과학전공(학사)  
2001 서울대학교 컴퓨터공학부(석사)  
2001~현재 한국전자통신연구원 연구원  
관심분야: 운영체제, 시스템프로그래밍,  
공개S/W, 리눅스 커널  
E-mail : bsahn@etri.re.kr

### 고 광 원



2003 시립인천대학교 컴퓨터공학과  
(학사)  
2005 연세대학교 컴퓨터학과(석사)  
2005~현재 한국전자통신연구원(연구원,  
공개소프트웨어솔루션연구팀)  
관심분야: 공개소프트웨어, 인프라  
가상화, 자원  
파티셔닝(Partitioning)  
E-mail : kwangwon.koh@etri.re.kr