

글로벌 인터넷 서비스 솔루션¹⁾

김명준, 김준, 남궁한 (한국전자통신연구원)

차 례

1. 서 론
2. 특 징
3. 시장 및 기술개발 동향
4. GLORY
5. 결 론

1. 서 론

웹2.0의 등장으로 인터넷 서비스가 공급자 중심에서 사용자 중심으로 변화하고 있으며, 이러한 변화는 새로운 인터넷 서비스를 창출하고 있다. 예를 들면 웹2.0 환경에서는 수많은 사용자들이 개인 생활 속에서 직접 제작한 UCC(User Created Contents)를 저장, 가공 그리고 유통할 수 있는 새로운 인터넷 서비스를 필요로 하고 있다.

새로운 인터넷 서비스는 인터넷 서비스 자체 시장을 크게 할 뿐만 아니라 인터넷 서비스를 가능하게 하는 솔루션(플랫폼 시장 포함하여)과 관련 시장도 급속도로 증가시키고 있다. Forrester Research Inc.에서는 인터넷 서비스 제공처인 '인터넷 포털'에서 광고 매출액이 연평균 10.11%씩 증가하여 2011년에는 281억불에 달할 것으로 예측하고 있다.

또한 초고속 통신망의 빠른 보급과 단말기의 고급화로 동영상 기반의 인터넷 서비스가 활성화됨에 따라 인터넷 서비스 제공자 입장에서는 대용량 고효율 시스템을 안정적으로 그리고 저렴하게 제공할 수 있는 솔루션인 '인터넷 서비스 솔루션', 이 필수적이다.

싸이월드 동영상 서비스의 경우 1일 업로드가 약 4만 건으로 150GB 용량을 필요로 하고 있다. 이러한 서비스를 지원하기 위하여서 단순히 데이터 저장 공간과 서버를 추가하는 방식으로는 비용/신뢰성/성능 등 여러 측면에서 감당하기가 어렵다.

나아가 인터넷 서비스는 특정한 지역, 사용자, 시간에

만 가용되던 형식에서 벗어나 지구촌을 대상으로 24시간 사용할 수 있는 '글로벌 인터넷 서비스'로 전환되어 가고 있다.

2. 특 징

많은 인터넷 서비스 기업에서는 대규모 고효율 시스템 환경을 갖추고 글로벌 인터넷 서비스를 제공하고 있다. 최근에는 Google이 YouTube를 인수하여 동영상 서비스를 시작하였고 이 서비스는 얼핏 보기에는 Google이 보유하고 있는 최고의 검색 엔진 기술만을 활용하여서 제공하고 있는 것처럼 보인다. 그러나 Google이 보유한 핵심 기술은 단순한 검색 서비스 기술만이 아니라 대규모의 검색 대상 콘텐츠를 저장하고 관리하기 위하여 수십만 대의 저가 컴퓨터들로 플랫폼을 구성하여 운영하는 플랫폼 기술과 이들 콘텐츠에 대한 분산 병렬 처리 기술 그리고 관련 자원의 효율적인 관리 기술이다.

이처럼 글로벌 인터넷 서비스를 효율적으로 지원하려면 플랫폼 기술과 미들웨어 기술 그리고 서비스 제작을 지원하는 도구 기술이 요구되어진다. 즉 글로벌 인터넷 서비스를 효율적으로 지원하려면 서로 다른 계층에 있는 기술들이 하나의 솔루션처럼 묶여서 (간단하게 '토탈 솔루션'이라 부름) 제공되어야 하며 토탈 솔루션이 필수적이라는 것을 의미한다.

토탈 솔루션에서 핵심이 되는 것은 대규모성(大規模性, very large scale in magnitude)이다. 대규모성이라는 토탈 솔루션에 포함되는 모든 기술이 적용되는 분야의 규모가 대규모라는 점이다. 대규모성이 적용되는

1) 이 논문은 한국정보처리학회 학회지 2007년 5월호(Vol. 14, No.3) 특집 '디지털 엔터테인먼트'에 게재된 "GLORY: 대규모 저가 노드 기반 글로벌 인터넷 서비스 솔루션"에서 많은 부분을 발췌하여 사용하였다.

분야의 예를 들면 대규모 사용자, 대규모 저장 공간, 대규모 컴퓨터 노드, 대규모 검색 공간 등이다.

3. 시장 및 기술개발 동향

3.1 시장 동향

글로벌 인터넷 서비스 시장에는 여러 가지가 포함될 수 있다. 예를 들면 인터넷 서비스만 보더라도 전통적인 텍스트 기반의 검색 시장에서 최근의 동영상 서비스까지 다양하다. 인터넷 서비스 시장에서는 가장 최근에 등장하고 방대한 시장을 형성하여 가고 있는 동영상 서비스 시장을 대표로 파악하기로 한다. 그리고 인터넷 서비스 주요 제공처인 포털 시장 규모, 엄밀히는 웹포털에서 광고 시장 규모, 그리고 인터넷 서비스를 지원하는 솔루션 시장 (간단히 '인프라 SW' 시장)도 대상으로 한다.

인터넷 서비스 관련 전체 시장 규모는 2006년에 898억\$에서 연평균 9%의 성장을 통하여 2011년 1,387억\$에 이를 것으로 전망된다. 표 1은 세계 인터넷 서비스 관련 시장의 규모와 연평균 성장률을 보여 주고 있다.

표 1. 세계 인터넷 서비스 관련 시장 (단위 : 억\$)

시장	2006	2011	연평균 성장률	출처
동영상 서비스	13	94	49.2 %	TDG Research
웹포털	172	281	10.11 %	Forrester Research
인프라 SW	711	1,012	7.32 %	IDC
합 계	898	1,387	9 %	

국내 시장은 세계 시장에 비하여 현저하게 규모가 작으므로 세계 시장의 구분과 동일한 항목으로 적용할 수 없다. 따라서 동영상 서비스를 포함한 서비스 전체 시장 (단순히 '서비스 시장'으로 표기)과 인프라 SW와 하드웨어 시스템을 포함하는 '플랫폼 시장'으로 구분하여 살펴본다.

국내 시장의 규모는 서비스 시장과 플랫폼 시장이 각각 세계 시장의 2%와 1.5%로 추정되고 있으며[3], 2006년부터 2011년까지의 시장 규모는 표 2와 같다.

표 2. 국내 인터넷 서비스 관련 시장 (단위 : 억원)

구분	2006	2007	2008
서비스 시장	14,224	15,469	16,727
플랫폼 시장	18,886	19,971	21,000
합 계	33,110	35,440	37,727

구분	2009	2010	2011	CAGR
서비스 시장	17,827	19,081	20,425	7.50%
플랫폼 시장	22,015	23,180	23,934	4.85%
합 계	39,842	42,261	44,359	6.02%

3.2 기술개발 동향

국내 대형 인터넷 포털 업체들은 현재 국내의 인터넷 서비스 시장을 점유하고 있지만, 앞으로는 대규모 고효율 시스템 자원 환경 부재로 시장 경쟁력이 약해지고 있다. 예를 들면 국내 포털 업체에서는 사용자 콘텐츠를 저장하기 위한 평균 비용은 12,000원/GB이고, 저장 공간 활용율은 30% 정도이나, Google에서는 평균 비용이 2,000원/GB 그리고 활용율은 60% 이상이다. 인터넷 서비스 관련 기술은 하드웨어 플랫폼 구성부터 최종 사용자가 접촉하는 사용자 인터페이스까지 범위가 아주 크나 여기서는 가장 많이 사용되는 검색 관련 기술개발과 솔루션 관련 부분(플랫폼 포함하여)을 중점으로 살펴 보기로 한다.

유럽에서는 프랑스·독일을 중심으로 “쿠아에로(Quaero)”[2]라는 내용기반 검색 엔진 개발을 진행 중에 있으며 데스크톱 컴퓨터와 모바일, 심지어 TV까지 연결해 영상과 소리, 텍스트를 번역하고 찾아볼 수 있는 것을 목표로 하고 있다. 일본 정부는 인터넷 영상까지 검색할 수 있는 기술을 개발하는 국가 프로젝트 “대항해(大航海)”[1]를 발족시켰으며 대기업 20여개사와 도쿄대학교 등 주요 대학교들이 참가하고 있다.

Google과 Microsoft, 그리고 Sun Micro Systems사는 미국 캘리포니아 버클리 대학에 인터넷 서비스 개발 연구소를 설립하여 신뢰성, 적응성, 그리고 분산 환경에서 안전한 인터넷 서비스를 가능하게 하는 기술 개발에 노력을 기울이고 있다. 대규모 플랫폼 부분에서는 저렴한 PC를 고속의 네트워크를 통해 연결하여 사용하는 클러스터링 기술, 분산 병렬처리 기술, 그리고 가상화 연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 Google은 오리건주에 초대형 축구장 2개 크기의 “글로벌 데이터센터”를 건설하여 수 만개의 정보처리 프로세서와 디스크 등을 연결한 대규모 분산 플랫폼을 구축할 예정이다. 또한 대규모 데이터의 병렬 처리는 Google, Yahoo, MS에서 연구가 진행 중이다.

한국에서는 SW 강국 실현을 목표로 하여서 세계 최고 시장/기술 경쟁력을 확보하기 위한 일환으로 민관 공

동연구 형식으로 대규모 저가 노드 기반의 글로벌 인터넷 서비스 솔루션 연구가 2007년부터 시작되고 있다[3].

이 연구의 특징은 대규모 저가 노드와 공개 SW를 기반으로 하여 글로벌 인터넷 서비스를 지원하는 ‘토탈 솔루션’을 연구하는 데 있다. 이 연구에서 ‘대규모(大規模)’라 함은 단순한 산술적인 차이가 아닌 규모의 단위가 다른 차이이다. 예를 들면 기존의 수백대의 저가 노드를 엮어서 사용하는 클러스터링에서는 수천대 내지는 백만대 규모의 저가 노드를 엮은 새로운 클러스터링을 구성, 관리, 모니터링, 오류 복구 등을 하고 있다.

4. GLORY

4.1 GLORY 모습

GLORY(GLObal Resource management sYstem for future internet service)[3]는 대규모 저가 노드와 공개 SW를 기반으로 하여 글로벌 인터넷 서비스를 지원하는 “토탈 솔루션”이다. GLORY는 글로벌 인터넷 서비스 솔루션이므로 인터넷 서비스와 서비스를 가능하게 하는 모든 구성 요소 측면에서 대규모성을 지원한다. 구성 요소에 해당하는 것을 살펴 보면, 서비스 사용자 수, 서비스가 이용하는 콘텐츠 저장 공간 크기, 제공하는 인터넷 서비스 가용성, 서비스를 제공하는 노드의 확장성 등이 포함된다. 콘텐츠 저장 공간 측면에서 대규모성을 살펴보면 현재의 최대 크기는 페타바이트급(1015)이나 GLORY에서는 엑사 바이트급(1018) 저장 공간을 지원하며, 대규모 사용자를 지원하기 위한 구성 요소 중의 하나인 컴퓨팅 노드 연결 규모에서는 현재는 최대 수천대의(103) 컴퓨팅 노드 클러스터를 연결하나 GLORY에서는 백만대의(106) 저가 노드를 연결하여 글로벌 인터넷 서비스를 가능하게 한다.

GLORY는 그림 1처럼 3개의 계층으로, 글로벌 분산 컴퓨팅 플랫폼, 미들웨어 그리고 응용 서비스로 구성되어 있다.

4.2 GLORY 내용

글로벌 분산 컴퓨팅 플랫폼 계층은 대규모 저가 노드로 구성된 하드웨어와 운영체제, 글로벌 파일 시스템 그리고 글로벌 클러스터 관리 솔루션으로 구성되어 있다. 미들웨어 계층은 동영상 기반 서비스 관련 미들웨어와 인터넷 서비스에서 사용되는 공통 컴포넌트 그리고 분산 데이터 처리 미들웨어와 보안 미들웨어로 구성되어 있다. 응용 서비스 계층은 미들웨어 계층과 글로벌 분산 컴퓨팅 플랫폼 계층 그리고 인터넷 서비스 제공자의 솔루션들이 결합하여서 최종 사용자에게 전달되는 인터넷 서비스들을 포함한다. 예를 들면 웹에서 사용자가 개인 동영상 제작, 관리 등을 지원하는 서비스나 검색 서비스 등이 해당된다.

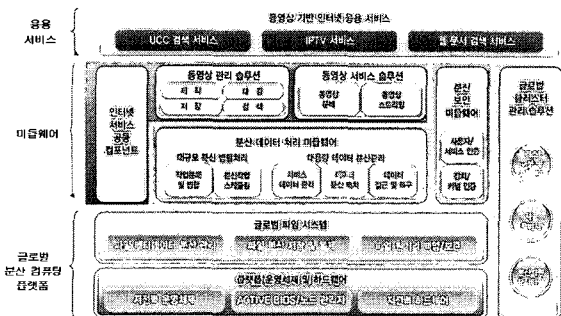
4.2.1 응용 서비스 계층

응용 서비스 계층에서 여러 가지 인터넷 서비스를 대상으로 할 수 있으나 GLORY의 대표적인 응용 서비스로 중점을 둔 것은 동영상 기반 서비스이다. UCC, IPTV 등의 동영상 서비스를 위한 사용자 인터페이스 개발 및 콘텐츠 서비스 환경을 구축한다. 특히 기존의 텍스트 콘텐츠 위주의 서비스도 변경 없이 서비스하면서 동영상 콘텐츠도 동시에 지원한다.

4.2.2 미들웨어 계층

미들웨어 계층은 5개 부분으로 나누어져 있다. 2개 부분은 동영상 관련 부분, 하나는 분산 데이터 처리 부분 그리고 나머지 2개 부분은 분산 보안 미들웨어와 인터넷 서비스 공통 컴포넌트를 담고 있는 부분이다.

‘동영상 관리 솔루션’ 부분은 동영상 기반 콘텐츠 및 콘텐츠 메타 데이터를 생성, 저장, 검색 등을 지원하는 부분으로 구성되어 있다. 동영상 콘텐츠 관리 부분은 동영상 검색에 필요한 동영상 메타데이터 정보(동영상 저자, 제목 등과 같은 설명(description) 정보 및 동영상 내용으로부터 추출된 특징 정보 등) 관리를 위해 메타데이터 구조 설계 및 대규모 메타데이터 검색 성능을 고려한 저장 방법을 제공한다. ‘동영상 서비스 솔루션’ 부분은 동



▶▶ 그림 1. GLORY 구조 - 3개의 계층 및 세부 구성요소[3]

영상 분배, 전송 등을 지원하며 P2P 기반과 CDN(Content Delivery Network) 기반으로 제공한다.

‘인터넷 서비스 공통 컴포넌트’ 부분은 공과금, 웹 서비스 등에 필요한 공통 미들웨어(웹 서버, 애플리케이션 서버 등)이다. ‘분산 데이터 처리 미들웨어’ 부분은 대규모의 노드들로 구성된 클러스터 시스템 환경에서 대량의 데이터를 이용하여 인터넷 서비스 개발을 효율적으로 할 수 있도록 분산 저장 관리하고(대용량 데이터 분산 관리 부분) 대용량 데이터에 대한 분산 병렬 처리를 수행함으로써(대용량 분산 병렬 처리 부분) 고성능 인터넷 서비스를 지원하기 위한 미들웨어 계층이다. 대용량 데이터 분산 관리에서는 인터넷 서비스를 위한 키워드 기반의 텍스트 검색 및 동영상 검색을 위한 콘텐츠 및 인덱스 데이터의 저장 관리를 제공하며, 대용량 데이터의 빠른 접근을 위하여 데이터 접근 패턴을 고려한 데이터 분할과 파티션 분산 배치를 제공한다. 대용량 분산 병렬 처리에서는 수 천대 노드를 활용하여 대규모 데이터 처리를 제공하기 위해 데이터 처리 작업 분해 및 처리된 결과의 병합 기능과 분산 작업 스케줄링 기능 그리고 분산 병렬 처리 프로그래밍 인터페이스 기능을 제공한다.

‘분산 보안 미들웨어’ 부분은 사용자/서비스 인증, 트러스티드 부팅 및 소프트웨어 다운로드 보안을 통한 안전한 글로벌 인터넷 서비스 플랫폼 환경을 제공한다. 내부적으로는 2개 세부 부분으로 구성되며 ‘트러스티드 부팅 및 SW 다운로드 인증’ 세부 부분과 ‘사용자/서비스 싱글사인온(SSO)’ 세부 부분이 있다. 전자(前者)는 노드 인증과 코어 커널 이미지 검증을 담당하고 후자(後者)는 익명/가명 인증과 ID 연동(federation)을 지원한다.

4.2.3 글로벌 분산 컴퓨팅 플랫폼 계층

글로벌 분산 컴퓨팅 플랫폼 계층은 3개 부분으로 구성되어 있다. ‘글로벌 클러스터 관리’[5] 부분, ‘글로벌 파일 시스템’[4] 부분, 그리고 ‘플랫폼 운영체제 및 하드웨어’ 부분이다.

‘글로벌 클러스터 관리’ 부분은 100만대 저가 노드 기반의 계층적 클러스터 시스템 구성 및 자동 관리 기능을 제공하여 온라인 확장성 및 가용성을 지원한다. 서비스 가용성은 99.999%이며 서버의 사용율은(utilization) 60% 이상으로 하여 기존 포털의 데이터 센터에서 클러스터로 연결되어서 노드 수를 절반 이상으로 줄이는 것

을 목표로 한다. 이 부분의 내부는 다시 3개의 세부 부분으로 나누어진다. ‘클러스터 구성 및 자원 관리’에서는 대규모 클러스터의 서비스 분산(orchestration)을 위한 클러스터 구성, 노드 상태 관리 및 분산 부하 관리를 한다. 다중 데이터 센터를 지원하는 계층적 클러스터 구성하고 클러스터 구성 정보 및 정책 관리를 하며 클러스터 노드들의 상태 관리(자동 재구성 포함)를 한다. ‘자동 프로비저닝’에서는 노드의 감지, 소프트웨어 자동 설치(installation) 및 자동 구성(configuration)을 통한 배치 기능을 제공하여 운용 비용을 절감한다. 시스템 자동 인식 기능과 자동 구성 기능 그리고 OS 및 소프트웨어 자동 설치 및 자동 업그레이드 기능이 포함된다. 마지막으로 ‘분산 자원 모니터링’에서는 국제 표준인 DMTF(Distributed Management Task Force) 기반으로 분산 자원 통합 관리 도구와 클러스터 시스템 내의 모든 노드들의 자원을 감시한다.

‘글로벌 파일 시스템’에서는 대용량의 데이터 저장 및 처리 요구를 만족시키기 위하여 서비스 부하(work load)에 따른 데이터 입출력을 처리하고, 고수준의 데이터 가용성 및 신뢰성을 보장하며, 일만대 규모의 확장성 클러스터에서 데이터 공유를 지원한다. 파일 데이터 저장 용량으로는 엑사바이트(단일 데이터 센터내 10페타바이트 * 100개 센터) 규모로 파일 입출력 통합 성능은 일만대 컴퓨팅 노드로 구성된 단일 클러스터 150GB/초로 그리고 파일 데이터 가용성은 99.999%를 지원한다. ‘파일 메타데이터 분산 관리’에서는 파일 시스템을 위한 메타데이터 분산 관리 기능과 메타데이터 가용성 지원 기능을 지원한다. 전자는 메타데이터 배치/캐싱/핫스팟 흐름제어 등을 포함하고 후자는 메타데이터 서버 고장 회복과 노드 고장 탐지 및 복구를 지원한다. ‘파일 분산 저장 및 복제’에서는 데이터 저장 서버의 볼륨 구성, 데이터 가용성 지원 그리고 데이터 고속 입출력을 지원한다. 데이터 저장 서버의 볼륨 구성에서는 객체 데이터 서버 모음(pooling) 관리, 객체 데이터 배치, 그리고 객체 데이터 서버 상태 모니터링을 지원한다. 데이터 가용성 지원 기능에서는 객체 데이터 동적 복제 및 배치와 객체 데이터 무결성을 보장한다. 데이터 고속 입출력 기능에서는 객체 데이터 연속 저장 관리, 객체 미리 가져 오기(prefetch) 및 데이터 쓰기 지연, 그리고 데이터 전송 노드 동적 구성을 지원한다. ‘파일 원거리 백업 및 보존’에서는 가상 테이프 라이브러리 기반의 객체 데이터 백업

기능을 지원한다. 가상 테이프 라이브러리 기반 객체 백업 기능에서는 가상 테이프 라이브러리 기반 객체 데이터 서버 구성과 파일 쓰기/읽기 배치 스케줄러를 지원한다.

‘플랫폼 운영체제 및 하드웨어’에서는 저가격 상용 하드웨어 플랫폼 기반의 기능 집약형 노드 개발과 이를 이용한 대규모 클러스터 시스템을 구축한다. 저가 노드의 기본 규격은 아래 표 3과 같다. 저가 노드를 기반으로 하여 클러스터 컴퓨팅 플랫폼을 구성하며 2단계로 구축한다. 1단계로는 랙(rack)당 16 노드를 수용하고 하나의 서브넷에 16개의 랙(rack)을 포함한다. 그리고 10GbE core router 당 8개의 서브넷을 연결하고 그런 구조를 5개 연결한다. 그러면 총 연결된 노드 수는 $\{(16 \times 16) \times 8\} \times 5 = 10,240$ 개의 노드가 하나의 클러스터 컴퓨팅 플랫폼을 구성하게 된다. 2단계에서는 이런 클러스터 컴퓨팅 플랫폼을 전용선을 이용하여 100개로 연동하면 1,024,000 개의 노드가 하나의 글로벌 인터넷 서비스 플랫폼을 구성하게 된다. 그림 2는 단일 (10,240 노드 클러스터링) 클러스터 컴퓨팅 플랫폼 구성을 보여 주고 있다.

표 3. 저가 노드 기본 규격[3]

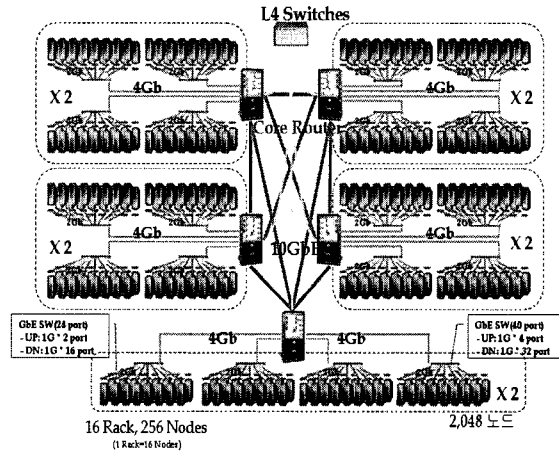
구분	규격
CPU	64 bit Multi-core Type CPU 1개 이상, 3GHz 이상
Memory	DDR-2 55MHz SDRAM ²⁾ 이상, 4GB 이상
I/O	3개 이상 PCIExpress 4x/8x 슬롯
HDD	2 IDE ³⁾ (1TB 이상), 2 SATA ⁴⁾ 포트
Network	2개 이상의 1Gbps NIC
기타	Management-enabled Devices

4.3 GLORY 기대효과

GLORY를 수행함으로써 예상되는 효과는 기술적인 측면과 산업적인 측면에서 생각할 수 있다. 기술적인 측면은 국내 인터넷 기업이 대규모 인터넷 서비스 플랫폼 기술을 확보하게 되어 Google, MS, Yahoo와 국내 시장 경쟁에서 그리고 글로벌 인터넷 서비스 분야로 진출하여 시장을 선도할 수 있는 기회를 갖게 될 것이다. 특히 외국 기술 의존도가 높은 분산 컴퓨팅 플랫폼 기술과 동영상 서비스에 대한 자체 기술을 확보하여 경쟁력을 강화하게 될 것이다. 나아가 인터넷 서비스 플랫폼 개발과 공개 SW를 사용하여 관련 SW 산업이 활성화되는 효과를

기대할 수 있다.

산업적인 측면에서는 기술 개발을 통한 경쟁력 있는 고급 소프트웨어 인력을 양성하고 고부가가치의 시스템 SW 기술을 확보하여 시장 경쟁력을 확보하게 된다. GLORY로 인하여 예상되는 절감 비용은 표 4와 같다.



▶그림 2. 단일 클러스터 컴퓨팅 플랫폼 구성도[3]

표 4. GLORY로 인한 예상 절감 비용[3]

구분	현재 기술	GLORY 사용	예상 절감액
단위 용량	10,000원/GB 엑사바이트: 10조원	2,000원/GB 엑사바이트: 2조원	절감액: 8조원 평균 활용률: 30% → 60%
운영 인력	100대/명	1000대/명	1만대 운영: 90억원 절감

5. 결론

GLORY 과제는 2007년부터 시작하여 5년간 매년 100억원의 정부출연금 투입되며, 1단계 2009년에는 단일 데이터 센터 내에서 페타바이트급 크기의 저장 공간에서 동영상 서비스를 제공하는 1만대 급 분산 컴퓨팅 플랫폼을 개발하고, 2011년에는 다중 데이터 센터 환경에서 엑사 바이트급 저장 공간 기반 동영상 서비스를 위한 글로벌 컴퓨팅 플랫폼을 개발할 예정이다. GLORY 과제는 인터넷 서비스 분야에 대해서는 기업체 중심으로 하여 지속적으로 발전시키고, 플랫폼 분야 기술은 새로운 동영상 서비스 분야의 요구사항과 함께 토털 솔루션을 개발하여 국내 SW 산업이 세계적인 경쟁력을 갖추는 데 주력할 예정이다. GLORY는 SW 산업 분야에서 제2의 CDMA 신화를 창조하는 선도 프로젝트가 될 것이다.

2) Synchronous Dynamic Random Access Memory

3) Integrated Drive Electronics

4) Serial Advanced Technology Attachment

참고문헌

- [1] 일본 경제산업성 상무정보정책국 정보정책과, <http://www.meti.go.jp/information/data/c70227aj.html>, Feb. 2007.
- [2] 매일경제신문, 佛 6대 첨단기술 집중육성, 2006. 4.26자
- [3] 김명준 외 5명, 연구개발과제 수행계획서(저비용 대규모 글로벌 인터넷 서비스 솔루션 개발), Feb. 2007.
- [4] GFS(Global File System), <http://sourceware.org/cluster/gfs/>, April 2007.
- [5] OSCAR, <http://www.csm.ornl.gov/oscar/>, April 2007.

저자소개

● 김 명 준

정회원



- 1980년 2월 : 한국과학기술원 전산학(석사)
- 1986년 프랑스 낭시 1 대학교 전산학(박사)
- 1986년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 인터넷 서버그룹장

<관심분야> : 데이터베이스, 시스템소프트웨어, S/W공학

<E-mail> : joonkim@etri.re.kr

● 김 준

정회원



- 1983년 2월 : 부산대학교 계산통계학(학사)
- 1986년 한국과학기술원 전산학과(석사)
- 1986년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> : 데이터베이스 관리 시스템, 파일 시스템

<E-mail> : jkim@etri.re.kr

● 남 궁 한



- 1982년 1월 : Columbia대학 전산학(석사)
- 1983년 ~ 1986년 : LG전자 컴퓨터 사업부
- 1987년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> : 분산 시스템, 운영체제, self-stabilization

<E-mail> : nghan@etri.re.kr