

Korea@Home의 현황과 성능

길준민[○], 박찬열, 최정원, 박학수, 황일선
 한국과학기술정보연구원, 슈퍼컴퓨팅 센터
 {jmgil[○], chan, jwchoi, hspark, his}@kisti.re.kr

Present and Performance of Korea@Home

Joon-Min Gil[○], Chan Yeol Park, Jang-Won Choi, Hark-Soo Park, Il-Sun Hwang
 Supercomputing Center, Korea Institute of Science and Technology Information

요 약

본 논문에서는 인터넷에 연결된 수많은 이질적인 컴퓨팅 자원을 모아 하나의 가상 컴퓨팅 플랫폼 환경을 만들 수 있는 국내의 인터넷기반 분산컴퓨팅 플랫폼(일명, Korea@Home)에 대해서 소개한다. 그리고 현재 구축·운영 중인 Korea@Home 시스템을 중심으로 설계 방향, 분산응용, 그리고 성능을 보여주고 앞으로의 연구 방향에 대해서 기술한다.

1. 론

최근 SETI@Home으로 촉발된 인터넷기반 분산컴퓨팅(Internet-based distributed computing) 연구가 국내외적으로 각광을 받고 있다. 이는 대용량의 데이터로 구성되어 있어 고성능의 컴퓨팅 자원을 요구하는 분산 응용을 인터넷에 연결된 PC 자원을 활용하여 분산시켜 병렬적으로 처리하도록 함으로써 고성능·저비용으로 컴퓨팅 파워를 획득하고자 하는 시도에 시작되었다. 이러한 방식은 방대한 계산량 때문에 그동안 시도되지 못했던 대규모 계산이 필요한 거대 프로젝트를 위한 컴퓨팅 파워를 확보할 수 있다는 점에 특이할 만하다. 특히, 인터넷에 연결된 유휴 컴퓨팅 자원을 활용하므로 슈퍼컴퓨터 등의 고성능 컴퓨팅의 도입 비용을 절감하여 그 동안 고비용으로 접근하기 어려웠던 제약, 신물질 및 신소재 개발, 기상학, 우주/천문, 정보통신 등의 여러 분야에 적극 활용할 수 있다.

2003년 6월 기준으로 현재 우리나라의 초고속 인터넷 가입자는 1,100만 명을 넘어섰고 인터넷 이용자수도 2,800만 명을 넘는 수준에 이르고 있다. 이는 인터넷기반 분산컴퓨팅 플랫폼의 구축에 필수적인 요소인 광대역 네트워크와 우수한 성능의 PC 자원의 확보 측면에 충분한 토대가 마련되어 있다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 국내외적으로 우수한 인터넷 환경의 토대 위에 현재 구축·운영 중인 인터넷기반 분산컴퓨팅 플랫폼(일명, Korea@Home)의 설계 방향, 분산응용, 성능, 그리고 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

2. 관련연구

인터넷기반 분산컴퓨팅은 공공 컴퓨팅(public computing) 또는 자발적 컴퓨팅(volunteer computing), 군중 컴퓨팅(hive computing) 등으로도 불리고 있다. 표 1은 해외의 대표적인 인터넷기반 분산컴퓨팅 프로젝트들을 보여주고 있다. 이들 프로젝트들은 아직 로 간에 호환성 없이 수행되어 분산응용에 따라 별도로 운영되고 있다. 하지만, 최근에는 다양한 분산응용을 수행할 수 있는 공통 플랫폼을 마련하고자 하는 시도가 이루어지고 있으며 BOINC[1]나 GPU[2] 등이 대표적

인 예이다. 아울러, 연구 목적에 그치지 않고 상업적 목적의 인터넷기반 분산컴퓨팅을 수행하기 위한 제품들도 나타나기 시작하였으며, 국내에 도 인터넷기반 분산컴퓨팅을 위한 기반연구와 개발 및 비스를 위한 Korea@Home 프로젝트가 진행되고 있다[3].

표 1 해외의 인터넷기반 분산컴퓨팅 프로젝트

프로젝트명	프로젝트 내용
SETI@Home	@Home 프로젝트 원조, 외계 전파 탐색
Folding@Home	단백질 구조분석
Genome@Home	Genome의 진화와 작용 연구
Intel-UD Cancer Research	암관련 신약선도물질분석
FightAIDS@Home	HIV 바이러스에 대한 신약선도물질분석
MoneyBee	신경망이론을 바탕으로 주간예측
Golem@Home	로봇설계연구
climateprediction.net	기후예측모델 개발
GIMPS	Mersenne 소수 중 가장 큰 소수 찾기
Grub	P2P 방식의 검색로봇엔진 프로젝트

3. 인터넷기반 분산컴퓨팅 플랫폼: Korea@Home

3.1 구조

그림 1은 Korea@Home의 기본 시스템 구조를 보여준다. 국외의 다른 분산 플랫폼과 달리, Korea@Home은 특정 분산응용에 상관없이 범용성이 고려된 플랫폼이다. 그림 1의 플랫폼에 각 물리적 주체간의 역할은 다음과 같다.

- 메인 버: 분산응용의 작업과 자원제공 PC를 중앙에 관리하는 버이며 다음의 버들의 집합체이다.
- 웹 버: Korea@Home 프로젝트에 관한 일반정보와 분산응용에 관한 정보를 웹 페이지를 통해 제공한다. 또한 회원 가입과 에이전트 프로그램의 다운로드 비스 및 작업통계 정보를 제공한다.

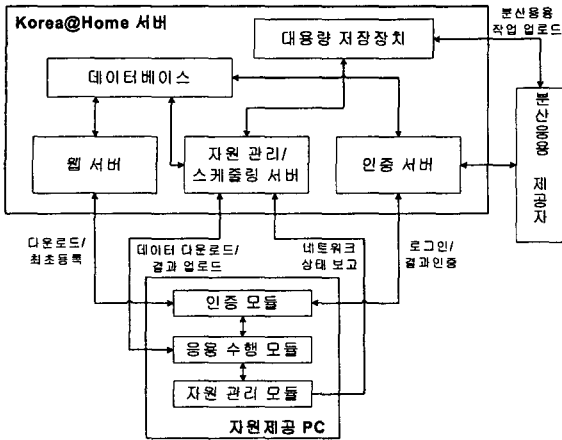


그림 1 Korea@Home의 전반적인 시스템 구조

- 자원관리/스케줄링 버: 활성중인 자원제공 PC에게 작업요청시 분산응용의 단위작업을 제공하며 작업결과와 회수를 담당한다.
- 인증 버: 자원제공 PC에게 인증 발급/조회 비스를 제공하여 올바른 자원제공 PC로부터의 작업데이터 및 작업결과인지를 판별한다.
- 데이터베이스: 자원제공 PC의 시스템정보와 작업정보의 관리를 담당한다.
- 대용량저장장치: 자원제공 PC에 보내줄 작업 데이터와 자원제공 PC가 전송한 결과 데이터를 저장한다.
- 자원제공 PC: Korea@Home 버에 보내준 단위작업을 수행하고 그 결과를 Korea@Home 버로 제출하는 역할을 담당한다.
- 분산응용 제공자: Korea@Home 시스템을 이용하여 대용량 분산처리가 필요한 자신의 분산응용작업을 버로 업로드한다.

그림 2는 Korea@Home 버와 자원제공 PC 간의 작업처리 순서를 보여준다. 자원제공 PC 사용자는 자발적 참여에 의해 인터넷기반 분산컴퓨팅 전용 에이전트 프로그램을 Korea@Home 웹 페이지를 통해 다운로드 받을 수 있다. 에이전트 프로그램의 설치 과정 중, 인증 발급을 위한 절차가 인증 버를 통해 수행되며 자원제공 PC의 시스템 정보(CPU, OS, 메모리, 네트워크 등)와 PC의 성능 정보가 Korea@Home 버로 전송되어 데이터베이스에 저장된다. 에이전트 프로그램이 설치된 이후 자원제공 PC 사용자는 자신의 일에 상관없이 CPU 자원의 사용이 없을 때(즉, CPU가 유휴 상태일 때) Korea@Home 버로 작업데이터를 요청한다. 작업 요청 후 작업데이터를 Korea@Home 버로부터 다운로드 받으면, 에이전트는 단위작업의 수행을 위한 선처리 과정으로 작업데이터의 변조 여부, 자원할당 등을 수행한다. 작업 수행을 통해 얻은 결과는 작업결과 검증 및 압축 단계를 거쳐 다시 Korea@Home 버로 업로드되며 이때 Korea@Home 버는 작업 결과의 변조 여부의 판별과 인증 과정을 수행하고 작업결과 정보와 작업결과 데이터를 각각 데이터베이스와 대용량저장장치에 저장한다.

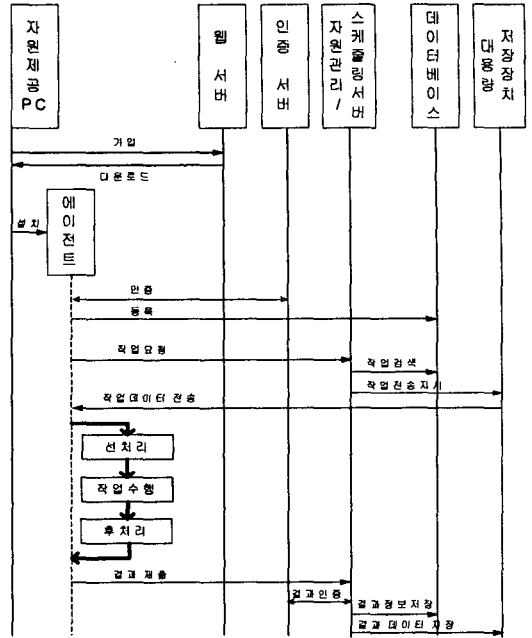


그림 2 작업 처리 순

이러한 작업처리 과정 중에 발생하는 모든 데이터 송수신은 HTTP와 HTTPS를 이용하며 TCP 연결을 통해 이루어진다. 에이전트는 자신이 필요할 때에만 TCP 연결을 Korea@Home 버로 요청하는데 이는 클라이언트-버 모델에 기반을 둔 Korea@Home 버에 불필요한 통신 자원의 낭비를 회피하기 위함이다. 특히, 다수의 에이전트가 작업처리를 위한 작업데이터 및 결과의 송수신을 위해 동시에 Korea@Home 버로 접속할 가능성이 있으므로 꼭 필요한 TCP 연결만을 유지하는 것이 바람직하다. 아울러, 인터넷의 다양한 환경의 적응성을 위해 방화벽의 존재나 NAT 등의 문제를 해결하기 위해 모든 송수신 데이터는 항상 SOAP를 통해 이루어진다.

3.2 보안

인터넷기반 분산컴퓨팅 플랫폼에 가장 중요하게 대두되는 것 중에 하나는 분산컴퓨팅에 참여하는 자원제공 PC의 익명성으로 인한 보안 위협이다. Korea@Home에는 공개키 기반의 인증 시스템을 활용하여 자원제공 PC는 반드시 인증 버로부터 유일한 아이디와 인증를 발급받도록 하였고 이 인증를 통해 자원제공 PC의 신원을 확인한다. 메시지 송수신의 경우에는 항상 인증를 통해 신분 확인을 수행하므로 등록되지 않은 공격자가 악의적인 데이터를 담은 메시지의 전달이 가능하지 않다. 또한 이러한 메시지 전달 과정에 민감한 데이터가 포함된 메시지의 경우에는 SSL(Secure Socket Layer) 채널을 통해 전달하도록 하여 네트워크 감시를 통한 정보 탈취 역시 가능하지 않다.

3.3 작업 할당

인터넷기반 분산컴퓨팅의 주요 목적 중에 하나는 가능한 자원제공 PC에 최대한 많은 수의 단위작업을 할당하여 빠른 시간 내에 최종결과를 얻어내는 것이다. 이러한 목적은 단위 시간 당 몇 개의 단위작업을 처리하는지를 나타내는 처리율(throughput)과 전체 단위작업에 대해 작업데이터의 최초 다운로드로부터 작업결과와 최종 업로드까지 소요되는 시간을 나타내는 작업소요시간(turnaround time)으로 표현할 수 있다. 가능 자원제공 PC를 최대한 활용하면 처리율을 높이고 작업소요시간을 최소로 줄이고자 인터넷기반 분산컴퓨팅 분야에 여러 가지 작업할당 기법이 제안되었다. 대표적 기법으로는 중복(duplication)과 타임아웃(timeout) 기법이 있다[4]. 중복 기법은 동일한 단위작업을 여러 자원제공 PC에게 중복 할당하여 작업소요시간을 최소로 하기 위해 제안되었지만 자원제공 PC의 낭비를 초래할 수 있다. 반면, 타임아웃 기법은 정해진 시간 내에 작업결과가 회수되지 않으면 동일한 단위작업을 다른 자원제공 PC에게 재할당하는 방법으로 작업소요시간은 다소 지체될 수 있지만 고수준의 처리율을 유지하면 자원제공 PC를 최대한 활용할 수 있다. 따라 두 기법 간에는 분산용용 자체의 연산 특성에 따라 상쇄관계가 존재하며 인터넷기반 분산컴퓨팅 분야에 이러한 상쇄관계를 고려하여 최고 성능의 처리율과 작업소요시간을 얻어내야 한다.

현재 구축 운영중인 Korea@Home에는 중복과 타임아웃 기법을 모두 채택하고 있다. 그러나 다른 분산컴퓨팅 플랫폼과 달리 중복 기법은 작업결과 그 자체에 대한 검증에 의해 사용된다. 즉, 자원제공 PC의 이용률 측면에 는 컴퓨팅 파워의 낭비를 초래할 수 있지만 부정확한 자원제공 PC 사용자가 위변조된 작업결과와 제출을 막기 위해 단위작업을 중복하여 작업을 수행토록 하고 작업결과와 회수 시 여러 개의 작업결과를 로 대조하여 위변조 여부를 판별한다. 한편, 타임아웃 기법은 다른 분산컴퓨팅 플랫폼과 동일한 목적을 이루기 위해 사용하고 있다. 다양한 경험적 실험을 통해 타임아웃 기법을 위한 단위작업의 재할당 시간을 45분으로 설정하고 있는데, 이는 단위작업의 작업시간과 자원제공 PC의 성능을 비교분석을 토대로 얻었다.

3.4 분산용용

일반적으로 인터넷기반 분산컴퓨팅은 단일 명령어 집합 하에 대용량의 데이터로 구성되어 있어 데이터 중심의 분산화가 가능한 구조가 적합하다[5]. 즉, 각 데이터 간의 수행에는 로 연관성이 없이 독립적으로 수행 가능해야 한다. 이러한 분산 용용의 대표적인 예로는 신물질/신약 탐색, 유전자 열분석, 단백질 구조분석, 기후예측 등이 있다. 현재 Korea@Home에는 바이오 분야의 "신약후보물질탐색"과 "단백질접힘분석"을 수행 중에 있다.

4. Korea@Home의 성능

2003년 11월부터 일반 네티즌을 대상으로 본격적으로 분산 비스를 시작한 Korea@Home은 2004년 2월 28일까지 1,845명의 회원과 4,184대의 자원제공 PC를 자발적인 참여를 통해 모집하였다. 회원 한 명당 평균 에이전트 설치 수는 약 2.2대이다.

하루 평균 312대(최대 742대)의 자원제공 PC의 참여 속에 Korea@Home은 최대 2,983 GFlops와 평균 1,152 GFlops의

성능을 얻어 내었다. 그림 3과 그림 4는 각각 날짜별 자원제공 PC의 참여 현황과 Korea@Home의 성능을 보여준다.

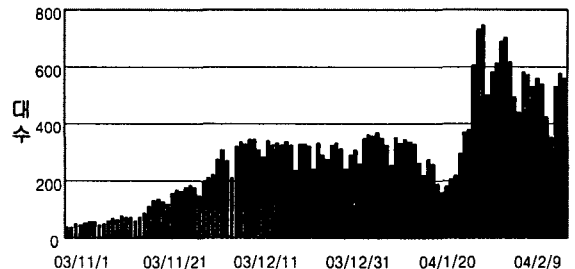


그림 3 날짜별 자원제공 PC의 참여 현황

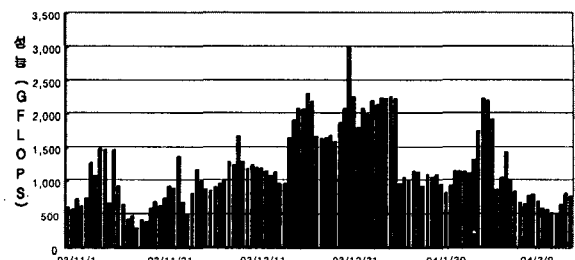


그림 4 날짜별 Korea@Home의 성능

5. 결론 및 향후 연구방향

이제까지 국내에 최초로 개발된 인터넷기반 분산플랫폼의 설계, 구축 및 성능을 살펴보았다. 이제까지의 경험을 바탕으로 Korea@Home 프로젝트는 차세대 인터넷의 핵심으로 주목받고 있는 P2P 아키텍처에 기반한 분산컴퓨팅 플랫폼의 전환을 시도하고 있다. 파일공유의 목적으로 많은 연구가 P2P 분야에 이루어진 반면 국내외적으로 컴퓨팅 자원의 공유나 협업은 아직 초기단계에 있으나, 현재 Korea@Home은 올해 말에 출시될 P2P 아키텍처에 기반한 분산컴퓨팅 플랫폼의 개발을 위해 다음과 같은 설계 방향을 설정하였다.

- P2P 네트워크를 위한 피어의 검색 및 라우팅 프로토콜의 개발
- 환경의 적응성과 작업의 연속성 보장
- 편리한 분산용용의 작성과 수행을 위한 공통 플랫폼 API의 개발
- 표준화와 상호호환성 고려
- P2P형의 분산용용의 발굴과 적용

6. 참고문헌

[1] BOINC: Berkeley Open Infrastructure for Network Computing, <http://boinc.berkeley.edu/>.
 [2] GPU: Giga@lobal Processing Unit, <http://gpu.sourceforge.net/>.
 [3] Korea@Home, <http://www.KOREAatHOME.org/>.
 [4] D. Kondo, H. Casanova, E. Wing, and F. Berman, "Models and scheduling mechanisms for global computing applications," *IPDPS 2002*, pp. 79-86, 2002.
 [5] A. Abbas, *Grid Computing: A Practical Guide to Technology and Applications*, Charles River Media INC., 2003.