

# PDP 시스템의 실시간 모니터링

김수자<sup>0</sup> 정재홍 박복자 송은하 정영식  
 원광대학교 컴퓨터공학과  
 {sujkim<sup>0</sup>, jhjeong, ppojjja, ehsong, ysjeong}@wonkwang.ac.kr

## Real-Time Monitoring of the PDP System

Su-Ja Kim<sup>0</sup> Jae-Hong Jeong Bock-Ja Park Eun-ha Song Young-Sik Jeong  
 Dept. computer Engineering, Wonkwang University

### 요 약

인터넷을 이용한 분산/병렬 시스템은 지리적으로 분산된 다양한 성능의 유휴 상태 호스트 자원을 사용하여 대용량 작업을 처리한다. 인터넷의 호스트들은 다양한 성능을 가질 뿐만 아니라, 상태가 언제 변할지 예측하기 힘들다. 호스트의 성능은 작업 처리율에 영향을 주므로 인터넷 기반 분산/병렬 시스템은 호스트 성능에 따른 작업 할당 스키마를 제공한다. 그러나, 호스트의 성능에 따라 할당받은 작업을 수행하는 중에 각 호스트 성능과 상태가 변하여 작업 진행률에 영향을 주므로 작업 할당 알고리즘들의 수행 중에 실시간 모니터링이 요구된다. 실시간 모니터링은 PDP 시스템에 부하 균형 및 결합 허용을 제공하고 관리자 및 시스템 개발자에게 보다 효율적인 작업 할당 정책을 제안한다. 본 논문에서는 인터넷 기반 분산/병렬 시스템인 PDP에서 호스트 성능과 상태들의 실시간 모니터링 방법에 대해서 논의한다.

### 1. 서 론

최근에 분산/병렬 시스템은 지리적으로 분산된 풍부한 인터넷의 유휴 호스트를 활용하여 고속을 요구하는 대용량 작업을 처리하는데 이용되고 있다. 인터넷상의 호스트들은 다양한 성능을 가지며 언제 시스템의 상태가 변할지 예측하기 힘들다. 호스트의 상태는 원격지에 있는 사용자의 행동에 영향을 받게 된다. 즉, 시스템에 의해 다운되거나 사용자의 호스트 사용의 증가로 기대했던 효과를 얻지 못할 수도 있다. 그러므로 호스트 성능에 따라 인터넷을 활용한 분산/병렬 시스템은 효율적인 호스트 자원 정책을 제공해야 한다. 또한, 작업이 수행되는 동안 작업에 참여하는 호스트 상태 및 성능 변화에 대처하기 위한 실시간 모니터링 기능이 요구된다. 뿐만 아니라, 인터넷 기반 분산/병렬 처리시 대용량 작업 수행을 위한 효율적인 호스트 자원 정책에 대한 신뢰성 향상을 위해 실시간 모니터링이 필수적이다.

본 논문은 글로벌 컴퓨팅(global computing) 인프라 스트럭처(infrastructure)로 구축된 인터넷 기반 분산/병렬 처리 프레임워크인 PDP(Parallel Distributed Processing)[1]상에서 실시간 모니터링 및 시각화한다. PDP 시스템에 참여한 호스트 그룹에 대해 실시간으로 모니터링을 위한 RHM(Real-Time Host Monitor)를 제안하여 보다 효율적인 PDP 시스템의 부하 균형 및 결합 허용 기능을 제공하고 호스트 자원 정보를 시각화한다.

모니터 시스템의 기존 연구는 DRMonitor[2]경우 네트워크내 개인 컴퓨터의 자원 사용률을 모니터링하는 시스템으로 장애를 가진 컴퓨터를 검출하고 부하 균형 정책을 도와주기 위한 성능 평가 결과 값을 일정시간 마다 갱신한다. TOPSYS[3]의 모니터링은 병렬 프로그램의 동

적인 행동을 전반적으로 이해하여 부적절한 동기성과 통신 지연에 의한 성능 병목현상과 예기치 못한 행동을 검출하는데 있다. TMP[4]는 실시간 컴퓨팅 시스템에서 임의의 실행 시간을 가진 작업을 스케줄링하기 위한 모니터링 시스템으로 하드웨어 모니터와 혼합된 형태이다.

표 1 기존의 모니터링 시스템과 비교

시스템 항목	DRMonitor	TOPSYS	TMP	RHM
결합허용	○	○	×	○
실시간	○	×	○	○
실행환경	서버	병렬 시스템	실시간 컴퓨팅	웹 기반 병렬시스템
로그	×	×	○	○
스케줄링	×	×	○	○
시각화	○	○	×	○

### 2. 실시간 호스트 모니터(Real-Time Host Monitor)

#### 2.1 PDP시스템의 작업 할당 스키마

PDP는 인터넷 기반 분산/병렬 시스템으로 자원을 제공하는 *Host*, 작업을 요청하는 *Requester*, *Host*와 *Requester*간의 관리를 위한 *Manager*로 구성된다. PDP 시스템은 다음과 같은 작업 할당 알고리즘을 사용하여 다양한 크기의 데이터를 처리한다. PDP 시스템은 호스트 수의 동적인 관리 여부에 따라 크게 정적 작업 할당과 동적 작업 할당으로 분류된다. 정적 작업 할당은 단일 작업 할당(Uniform Task Allocation: UTA), 성능 기반 작업 할당(CPU Performance Task Allocation: CPTA), 성능 기반 적응적 작업 할당(Static Adaptive Task Allocation: S\_ATA)로 세분화되며, 동적 작업 할당은 호스 동적 관리가 가능한 적응적 작업 할당(Dynamic Adaptive Task Allocation:

\* 본 연구는 2003년 정보통신부에서 지원하는 기초기술연구지원사업(C1-2003-A1-2000-0013)으로 수행되었음.

D\_ATA)등을 가진다. PDP 작업 할당 알고리즘에서 모니터가 요구되는 부분은 첫째, PDP시스템은 각 호스트의 성능을 알기위해 벤치마킹 결과 값을 사용한다. 벤치마킹을 통해 얻어진 값은 호스트의 성능을 나타내기에는 부정확하다. 호스트의 성능은 실시간으로 변하지만 벤치마킹 값은 초기 호스트가 접속했을 때의 값을 계속 유지한다. 둘째, PDP에서 가장 낮은 성능의 호스트를 추출하기 위해 실제적인 호스트의 성능은 고려하지 않고 현재까지의 작업 진행률만을 고려하여 호스트를 추출한다.

2.2 RHM의 구성

RHM은 크게 모니터링을 담당하는 RHMMonitor와 모니터링 정보의 시각화를 담당하는 RHMWindow로 구성된다. RHMMonitor는 호스트의 자원 정보의 수집(collection), 저장(storage), 가공(processing)의 역할을 담당한다. 자원 정보의 수집은 PDP의 Host측에서 이루어진다. 수집된 정보는 PDP의 Manager측에 보내져 조합되고 확장된다. Manager측에서 자원 정보는 각 HostFactor에 저장되고 로그 파일로 생성된다. 호스트 자원 정보의 가공은 시각화를 위해 필요한 자원 정보를 연관성 있는 자원과 조합하고, 시각화에 맞도록 처리한다. RHMMonitor가 내부적인 처리를 담당한다면 RHMWindow는 관리자나 시스템 설계자를 위한 GUI에 해당된다.

2.3 호스트 자원 요소의 분류

분산/병렬 시스템에서 각 호스트의 성능은 전체 처리율을 좌우한다. 호스트를 모니터링하기 위한 정보는 PDP의 Host와 Manager측면으로 분류된다. Host측에서 추출해야하는 정보는 기본적으로 하드웨어 정보로 이루어져 있으며 가변적인 여부에 따라 정적 자원요소와 동적 자원요소로 분류된다. 정적 자원요소는 시간 흐름에 따라 고정적인 호스트 정보로 메모리 정보와 CPU 정보이다. 동적 자원 요소는 시간 흐름에 따라 가변적인 정보로 자원 사용률, 시스템 객체, 메모리 정보로 구성된다. Manager측에서 자원 요소는 Host측에서 추출한 정보를 조합한 자원 요소와 JobObject, HostState로 구성된다. JobObject는 HostID, IPAddress, JobSize등을 가지며, HostState정보는 호스트의 상태 정보로 7가지의 상태를 가지며 상태 전이도는 그림 1과 같다.

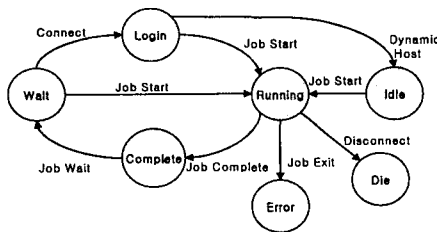


그림 1 상태 전이도

2.4 RHM 구조

Host측 RHM은 자원정보를 추출하기 위해 DLL과의 중개자의 역할을 하는 ResBroker와 추출한 자원 정보를

FACTOR에 저장하는 ResRegister, 정보를 Manager에게 전송하는 ResTransmission으로 구성되고 그림 2와 같다. PDP Manager에서의 RHM은 크게 RHMMonitor와 RHMWindow로 구성된다.

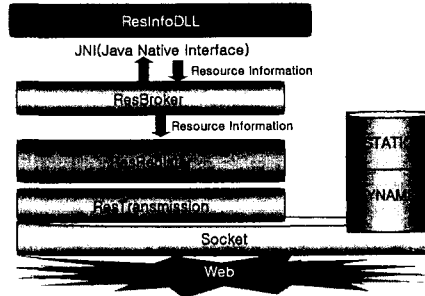


그림 2 Host측의 RHM 구조

RHMMonitor는 호스트의 연결이 확립되면 호스트별로 HostEntry를 생성한다. RHMWindow는 모니터의 GUI에 해당하는 부분으로 이벤트를 받아들인다. 이벤트 흐름은 그림 3과 같다. 디스플레이 뷰는 호스트의 자원 정보를 일면적으로 보는 ResInfoView, 실시간 그래프를 통해 각 요소간의 연관성을 볼 수 있는 ResTimeView, PDP 시스템 내에서 호스트의 작업 상태 및 호스트 상태를 알 수 있는 StateGraphView, 전체 호스트의 자원정보를 비교할 수 있도록 제공하는 AllHostView로 구성된다.

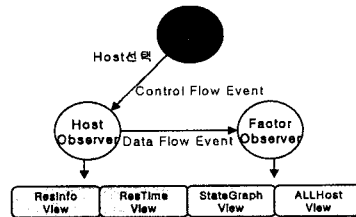


그림 3 이벤트 흐름(event flow)

PDP Manager측의 RHM의 구조는 그림 4와 같다.

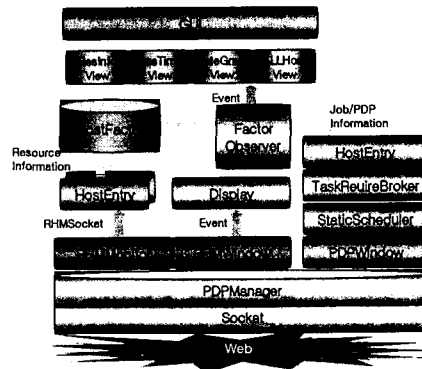


그림 4 PDP Manager측의 RHM 구조

3. 호스트 상태 및 성능 변화 정보의 시각화

3.1 시각화 분류

모니터링정보를 시각화하여 나타는 정보의 분석은 호스트의 성능 변화의 경향을 분석하여 고장을 예측하는데 매우 중요하다. 시각화는 RHMWindow에서 담당하고 분석(analyze), 뷰(view), 디스플레이(display)방식으로 구성된다. 사용자의 분석 측면에서 시각화는 일변량 분석 및 다변량 분석을 제공한다. 뷰 측면에서는 자원 정보 뷰, 실시간 자원 뷰, 상태 그래프 뷰, 전체 호스트의 연관성 분석을 위한 모든 호스트 뷰를 제공한다. 뷰를 이루는 디스플레이 측면에서는 텍스트와 그래프, 히스토그램, 이미지형태로 구성되어 다양한 시각화를 나타내어 관리자나 시스템 설계자에게 호스트 성능 분석을 돕는다.

3.2 RHMWindow 설계

실시간 모니터링 시각화는 호스트 자원 상태 정보가 변화하면 동시에 변화되어야 한다. RHM GUI는 두 개의 이벤트에 의해 시각화를 변화하도록 사용자의 액션을 받아들인다. 사용자의 액션은 모니터링 하고자 하는 호스트를 선택하는 액션과 보고자 하는 시각화 방식을 선택하는 액션이다. RHMWindow는 선택한 호스트의 HostID를 추출하기 위해 HostObserver를 두어 별도의 쓰레드 없이도 선택한 호스트의 ID가 변경되면 자동으로 업데이트된다. 각 뷰는 Display Interface를 상속받아 개별 쓰레드로 동작한다. 선택된 호스트의 ID에 해당하는 자원 정보를 원하는 뷰 형태에 맞게 처리하여 디스플레이한다.

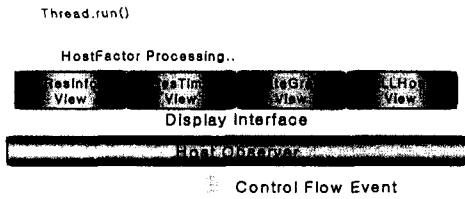


그림 5 RHMWindow의 디스플레이 모델

4. 모니터링 실행

PDP의 작업 할당 알고리즘들이 실행되는 동안, 실시간 모니터링 정보로부터 작업에 참여하는 호스트 성능 변화에 따른 분석 결과를 제시한다. 참여하는 호스트의 기본 하드웨어 정보는 다음 표 2와 같다.

표 2 호스트 하드웨어 성능

호스트	CPU	MEM	IO
Host0	1296MHz	255MB	68.667
Host1	2019MHz	512MB	68.667
Host2	1993MHz	1024MB	45.778
Host3	1296MHz	255MB	68.667

그림 6은 작업 할당 알고리즘에 따른 모니터링 결과를 보여준다. UTA 경우 성능에 상관없이 작업을 균등하게 할당받으므로 Host 2가 작업 수행률이 좋다고 예측이 가능하지만 모니터링 결과 Host2가 가장 늦게 완료됨을 알 수 있다. CPTA 경우 성능에 따라 작업을 할당하므로 전체 수행 시간이 비슷하고 UTA에 비해 Host2의 성능이

고려됨을 알 수 있다. S\_ATA 경우 Host0의 작업을 Host2가 재할당하여 전체 수행시간이 Host0과 같으며 D\_ATA 경우 작업 중 새로운 호스트가 참여하여 성능이 가장 나쁜 Host0의 작업을 재할당 받아 수행됨을 알 수 있다.

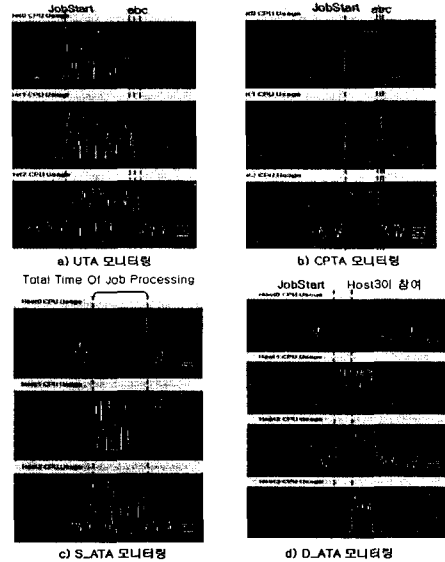


그림 6 작업할당 알고리즘에 따른 모니터링

5. 결론

본 논문은 인터넷 분산병렬 시스템인 PDP상의 호스트 모니터링을 위해 RHM(Real-Time Monitor)에 대해 제안하였다. RHM은 호스트의 성능과 상태 정보를 수집, 처리, 유포, 시각화를 한다. RHM을 통한 모니터링 정보는 PDP의 작업 할당 알고리즘에 호스트의 성능 값 측정, 예측 등을 위한 값으로 사용한다. RHM을 통해 시스템 설계자나 관리자는 호스트의 참여, 이탈, 결함이 발생한 호스트를 판별하는데 도움을 줄 수 있으며, PDP의 작업 할당 알고리즘의 유효성 검증에도 사용된다.

참고문헌

- [1] 송은하, 정영식. "웹 환경에서의 병렬/분산 처리를 위한 동적 호스트 관리 기법의 개발" 정보과학회논문지 8권 3호. 2002.
- [2] Domingues, P. Silva, L. Silva, J.G. "DRMonitor - A Distributed Resource Monitoring System" Parallel, Distributed and Network-Based Processing, 2003. Proceedings. Eleventh Euromicro Conference on 127-133.
- [3] T. Bemmerl, R. Lindhof, and T. Tremel, "The Distributed Monitor System of TOPSYS" Proceeding CONPAR 1990 - VAPP IV Sep. 1990 Springer-Verlang, pp. 756-65
- [4] Haban, D. Shin, K. G. "Application of real-time monitoring to scheduling tasks with random execution times" software Engineering, IEEE Transactions on vol 16 Dec. 1990 pp 1374 -1389