

# JaNeC을 위한 온라인 성능감시기의 설계 및 구현

김남훈 김명호 최재영  
 숭실대학교 컴퓨터학과

nhkim@ss.soongsil.ac.kr, {kmh, choi}@comp.soongsil.ac.kr

## The Design and Implementaion of On-Line Performance Monitor for JaNeC

Nam-Hoon Kim Myung-Ho Kim Jae-Young Choi  
 Dept. of Computing, Soongsil Univ.

### 요 약

최근 네트워크를 이용한 분산환경에서의 작업이 늘고 있다. 이러한 네트워크 환경에서의 병렬프로그램은 그 수행 과정이 일반 순차 프로그램보다 복잡해서 프로그램 진행과정을 파악하기가 어렵다. 그래서 병렬프로그램을 쉽게 분석할 수 있도록 성능감시기에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 본 논문에서는 JaNeC 환경에서 동작하는 병렬프로그램의 진행과정을 이벤트가 발생하는 동안에 실시간으로 볼 수 있도록 온라인 성능감시기에 대해서 설명한다.

#### 1. 서론

최근 네트워크를 이용한 분산환경에서의 작업이 늘고 있다. 일반 컴퓨터들을 클러스터로 연결하여 사용하면 분산환경에서 병렬프로그램을 수행하는 일이 많아졌다.

일반적으로 이러한 네트워크 환경에서 MPI나 PVM같은 라이브러리를 이용하여 작성된 병렬프로그램은 그 처리 환경과 수행과정이 일반 순차프로그램보다 복잡해서 프로그램의 진행과정을 파악하기가 어렵다. 그래서 병렬 프로그램을 쉽게 분석할 수 있도록 성능감시기에 대한 연구가 진행되고 있다.

숭실대학교 시스템 소프트웨어 연구실에서는 자바 언어를 이용한 네트워크 환경인 JaNeC 환경을 개발하였고, 병렬프로그램의 행동양식을 파악하기 위해서 성능감시기를 개발하였다. 이 성능감시기는 병렬프로그램을 수행한 후, 특정 파일 형식(SDDF)을 갖춘 추적 파일을 이용하여 그 프로그램의 진행과정을 시각적으로 볼 수 있다.

하지만, 이 성능감시기는 오프라인 기능만을 제공하기 때문에 병렬프로그램이 모두 끝난 뒤에만, 그 프로그램의 특성을 살펴볼 수가 있다. 이는 병렬프로그램의 분석이 느리다는 단점이 있고, 오류를 일찍 발견할 수 없다는 단점이 있다.

이에 따라서 본 논문에서는 JaNeC 환경에서 개발된

병렬프로그램의 진행과정을 실시간으로 볼 수 있도록 성능감시기의 온라인 기능을 설계하고 구현한다.

#### 2. JaNeC과 성능감시기

JaNeC 환경은 메시지 송수신 기반의 분산 병렬 프로그래밍 소프트웨어 시스템으로 자바 가상 머신(JVM : Java Virtual Machine)을 지원하는 모든 플랫폼에서 이용할 수 있다. JaNeC은 네트워크로 연결된 컴퓨터를 이용하여 가상머신을 구성할 수 있고, MPI 표준과 유사한 메시지 송수신 인터페이스를 제공한다.

성능감시기는 성능감시기 프로그램과 성능감시기 테넌트로 구성된다. 성능감시기는 병렬프로그래밍 환경에서

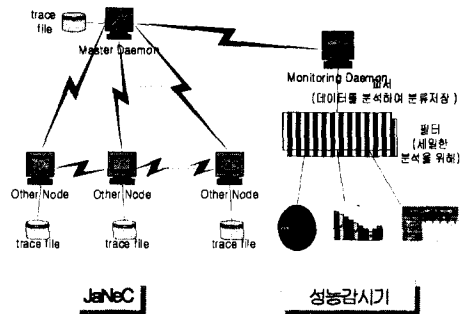


그림 1. JaNeC과 성능감시기와의 관계

구현된 프로그램에 대해, 그 행동 양식을 보다 정확하고 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 프로그램이다. 이는 병렬프로그램의 실행으로 발생하는 이벤트들을 여러가지 다양한 시각적 형태의 출력으로 보여준다.

그림 1은 JaNeC 환경과 성능감시기와의 관계를 나타낸다.

성능감시기는 JaNeC 라이브러리를 이용한 병렬프로그램 외에도, MPI 라이브러리를 이용한 병렬프로그램의 분석에 이용된다. 이때, 성능감시기에서는 병렬프로그램 내에서 MPI 라이브러리를 이용하는 코드에 추적파일을 얻기 위한 코드를 삽입함으로써 병렬프로그램이 수행되면 추적파일에 이벤트가 저장되는 Hook 방식을 사용한다.

이때 각 이벤트들이 수행된 시간과 이벤트 순서를 고려하여 추적파일들을 하나의 파일로 머지 정렬한다. 정렬된 파일은 SDDF라는 형식의 파일로 변환되어 성능감시기에서 사용된다.

### 3. JaNeC 성능감시기에서 온라인 기능 설계 및 구현

오프라인 성능감시기는 병렬프로그램이 종료한 뒤에 프로그램의 특성을 알 수가 있기 때문에, 병렬프로그램의 빠른 분석이 불가능하여 사용자가 프로그램의 오류를 바로 알 수가 없다. 따라서 프로그램의 빠른 분석을 위해서 성능감시기에서 온라인 기능이 필요하다.

#### 3.1 온라인 기능 설계

JaNeC 환경에는 JaNeC 마스터 데몬과 병렬 작업을 수행하는 다른 데몬으로 구성되어 있어서 병렬프로그램 실행시에 서로 통신을 한다. 이때, 온라인을 위해서는 각 JaNeC 데몬이 있는 호스트마다 발생하는 이벤트들 바로 전송해 줄 수 있는 온라인 데몬이 있어야 한다.

온라인 데몬은 JaNeC 데몬과 같이 실행되면서 JaNeC 데몬이 발생하는 이벤트를 받아서 성능감시기 데몬에게 보낸다.

한편, 성능감시기 데몬은 각 호스트의 온라인 데몬들로부터 이벤트를 넘겨받아 큐에 저장한다.

그림 2는 각 호스트상에서 수행중인 데몬들을 나타낸다.

그림에서 각 데몬들은 apple1, apple2, apple3, apple4 서버에서 동작중이다.

apple1에는 성능감시기 데몬과 JaNeC 마스터 데몬이 있다. 성능감시기 데몬은 JaNeC 마스터 데몬과 통신하면서 apple1, apple2, apple3, apple4에 존재하는 온라인 데몬으로부터 이벤트를 넘겨 받는다. 온라인 데몬은 각 서버에 존재하는 JaNeC 데몬으로부터 이벤트를 얻는다.

한편, JaNeC 마스터 데몬은 apple2, apple3, apple4

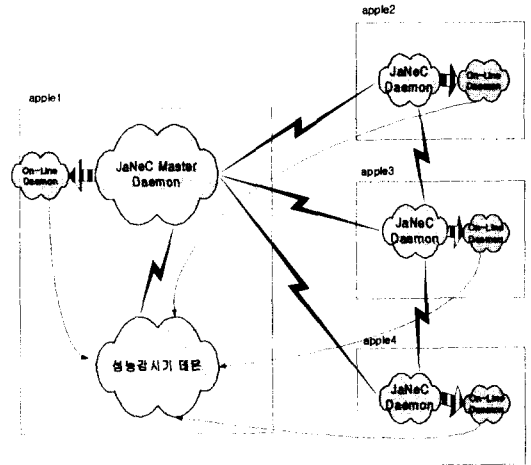


그림 2. 호스트상의 데몬들

서버의 JaNeC 데몬들과 통신을 한다.

#### 3.2 온라인 기능 구현

성능감시기 프로그램에서 온라인 기반으로 병렬프로그램을 수행시키려고 할 때에는 우선 각 호스트마다 JaNeC 데몬과 온라인 데몬을 실행시킨다. JaNeC 데몬은 병렬 환경을 구성하기 위해서 서로 연결되어야 하는데, 이 기능은 성능감시기의 호스트 연결 윈도우를 이용한다.

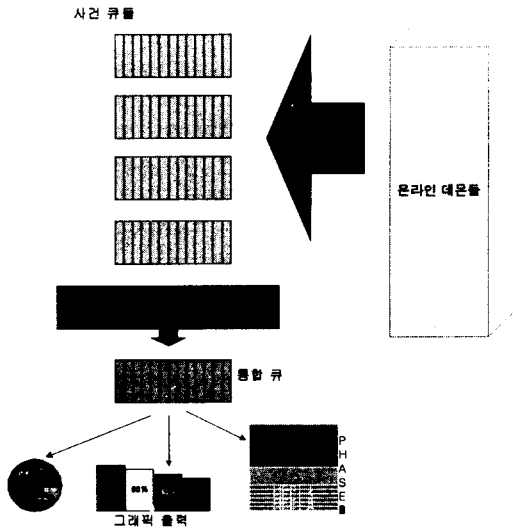
호스트 연결 윈도우는 간단한 마우스 클릭만으로 성능감시기 데몬과 JaNeC 마스터 데몬, JaNeC 마스터 데몬과 다른 호스트에 있는 JaNeC 데몬을 연결할 수 있다.

그 후 사용자가 성능감시기 프로그램에서 병렬프로그램을 실행시키면, 각 호스트에서 실행중인 온라인 데몬은 JaNeC 데몬으로부터 이벤트를 얻어서 이를 성능감시기 데몬에게 전달한다.

성능감시기 데몬에서는 온라인 데몬들이 전해준 이벤트를 해당 큐에 담아서 유지한다. 성능감시기 데몬은 온라인 데몬으로부터 이벤트가 도착할 때마다, 각각의 큐를 운영하고, 이들 큐를 머지정렬하여 그 결과를 저장할 통합 큐를 동시에 운영한다. 그리하여 성능감시기 데몬은 통합 큐에 이벤트들이 들어오는 즉시 성능감시기 프로그램에 전달한다.

성능감시기 프로그램은 성능감시기 데몬으로부터 들어오는 이벤트들을 바로 시각적으로 보여주고, 이들 데이터들을 해시 테이블에 저장한다. 저장된 데이터들은 병렬프로그램이 끝난 뒤에 사용자가 온라인으로 수행된 이벤트들의 모습을 다시 보고자 할 때 사용한다.

그림 3은 온라인 데몬에서부터 이벤트가 큐에 전달되



고 다시 성능감시기 프로그램에 전달되어서 그래픽 출력에 이르기까지의 과정을 나타낸 그림이다.

그림에서 온라인 데몬들은 병렬프로그램이 수행되는 동안 이벤트를 발생할 모든 호스트를 모아놓은 것이라 생각하면 된다. 그림의 왼쪽에서 사건 큐들과 통합 큐는 성능감시기 데몬이 위치한 호스트에서 수행되고, 그래픽 출력은 병렬프로그램을 실행한 성능감시기 프로그램에서 수행된다.

### 5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 기존의 오프라인 성능감시기만으로는 병렬프로그램의 빠른 분석이 불가능하다는 단점을 보완하는 온라인 기능을 설계하고 구현하였다.

온라인 기능이 선택된 병렬프로그램이 수행되었을 경우 각 데몬이 하는 역할은 다음과 같다. 모든 이벤트들의 생성은 JaNeC 데몬이 담당하고, 이후 이들의 전달은 온라인 데몬이 수행한다. 성능감시기 데몬은 이들 이벤트를 통합하고 큐에 저장하고 성능감시기 프로그램에게 보내는 역할을 한다. 이들은 모두 소켓통신을 이용한다.

온라인 기능의 실행을 위해 동작하는 온라인 데몬은 프로그램의 수행에 관여하는 JaNeC 데몬에게 아무런 영향도 끼치지 않으므로 이 데몬을 유지함으로써 병렬프로그램이 비 정상적으로 실행될 여지는 없다.

다만, 사용자는 성능감시기 프로그램에서 온라인 기능을 보기 위해서 JaNeC 데몬과 온라인 데몬을 같이 동작하게 해야 한다. 또한 사용자는 병렬프로그램의 실행을 위해서 JaNeC 마스터 데몬과 각 JaNeC 데몬들과의 연결을 먼저 수행해야 한다.

온라인 기능은 다른 성능감시기에서도 연구되고 있으나, 본 논문에서 제시한 구현은 모두 자바 언어로 이루어져 있어서 이기종 시스템간에도 사용할 수 있다는 장점이 있다.

향후 과제로는 이벤트들을 머지 정렬함에 있어서 Non-Block 라이브러리를 이용한 경우 이들을 적절하게 머지하는 방법을 개발하는 일이다.

### 참고 문헌

- [1] 김봉준, "분산환경에서의 네트워크 컴퓨터를 위한 자바 기반의 성능감시기", 숭실대학교 석사학위 논문, 1999.
- [2] 황석찬, "MPI에 기초한 Java 병렬 프로그래밍 환경", 숭실대학교 석사학위 논문, 1997.
- [3] L. Beguelin, J. J. Dongrarrar, A Geist, and R.J.M.V.S. Sundream, "Heterogeneous Network computing," in *Sixth SIAM Conference on Parallel Processing*, SIAM, 1993.
- [4] Ruth A.Aydt, "The Pablo Self-Defining Data Format," Department of Computer Science University of Illinois 61801, March 17, 1992.
- [5] Lesile Lamport, "Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System," in *Communication of ACM*, Vol.12, Num.7, pp.558-565, July 1978.
- [6] "MPI: A Message Passing Interface Standard," *The International Journal of Supercomputer Application and High Performance Computing*, 1994.