

클러스터 시스템을 위한 장애관리 시스템의 구현

성진우, 이영주, 손 준*, 장지훈, 이상동, 김종권
한국과학기술정보연구원, *(주)시스템오
e-mail:jwsung@kisti.re.kr

A Implementation of Trouble Management System for Cluster System

jinwoo sung, youngjoo lee, joon son*, jihoon jang,
sangdong lee, joongkwon kim
Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI),
*SystemO

요 약

클러스터 시스템의 노드 수가 수백에서 수천노드와 같이 대규모라면 시스템 관리에 많은 수고가 필요하다. 특히 노드 수가 많으므로 발생하는 빈번한 장애에 대하여 체계적인 장애관리가 필요하다. 본 논문에서는 대규모의 클러스터 시스템 환경에서 노드에 장애가 발생하는 시점부터 복구까지 체계적인 장애관리를 위하여 장애관리시스템(Trouble Management System, TMS)을 설계하고 구현하였다. 본 시스템으로 장애를 체계적으로 관리하여 효율적인 클러스터 시스템 관리에 도움이 될 것이다.

1.개요

클러스터 컴퓨터란 개인 PC나 소형 서버 등을 네트워크 장비를 사용하여 다수대 연결하여 구성된 일종의 병렬처리용 슈퍼컴퓨터이다. 시스템의 규모는 8대, 16대와 같이 작은 규모에서부터 수천여대에 이르는 대규모 클러스터 시스템이 있다. 전 세계 슈퍼컴퓨터의 목록을 알 수 있는 Top500[1] site에서 Linux OS와 Cluster 구조의 시스템에 대한 자료를 보면, Sandia National Laboratories[2]의 Thunderbird 시스템(8,000개 프로세서), Barcelona Supercomputer Center[3]의 MareNostrum(4,800개 프로세서) 이 등록되어 있으며, 이외에도 보다 작은 규모의 노드들로 구성된 시스템들은 많이 있다. 앞으로는 수천 노드 규모의 시스템들의 출현이 많아질 것이다.

이렇게 대규모의 클러스터 시스템을 운영하는데 있어서 다루어야 하는 컴퓨터의 숫자에 따른 문제가 크게 작용한다.[4] 그러므로, 클러스터 시스템에 문제가 발생하였을 때, 시스템 관리자에게 문제에 대하여 경고를 보내는 경고 서비스 기능은 시스템 신

뢰성을 충분히 향상시키는 필요한 기능이다.[5] 그리고 경고 서비스뿐만 아니라 발생하는 장애를 효율적으로 관리하기 위하여 도구(tool)가 필요하다.

본 논문에서는 장애를 관리하는 장애관리 시스템(TMS)을 개발하였다. TMS의 3가지 기본 기능은 장애가 발생하였을 때 장애를 등록하고, 보고하고, 통계를 조회하는 3가지 기능으로 되어 있다.

본 논문의 구성은 2장에서는 관련 연구를 간략히 정리하고, 3장에서는 요구사항을 정리하고, 4장에서는 3장의 요구사항을 바탕으로 시스템을 설계한다. 5장에서는 구현에 대하여 설명하고 6장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 논의하겠다.

2.관련 연구

2.1 클러스터 시스템

클러스터는 로컬 지역 내의 컴퓨터(워크스테이션, 서버, 슈퍼컴퓨터 등) 여러 대를 이더넷(Ethernet)을 이용해 동일한 시스템(OS) 환경에서 상호 연결하여 규모가 큰 하나의 가상화된 컴퓨터처럼 총체적인 서비스를 제공하는 독립적인 개체

(Entity)이다. 시중에 판매되는 장비들을 이용하여 구축할 수 있는 시스템으로, 적은 비용으로 높은 성능을 낼 수 있다.

베오울프(Beowulf)라고도 불리는 DIY(do it yourself)형 클러스터 슈퍼컴퓨터는 이미 세계 500위 슈퍼컴퓨터 리스트 중 과반수이상을 차지하는 기업을 보유하고 있으며 국내외에서 다양한 분야에서 활용되고 있다.

2.2 KISTI 하멜 시스템

한국과학기술정보연구원(KISTI) 슈퍼컴퓨팅센터 [6]는 256노드/512 CPU 규모의 테라플롭스급 클러스터 시스템(HAMEL)을 도입하여 2004년 하반기부터 유료서비스를 시작하였다. KISTI 클러스터 시스템은 미리넷(Myrinet)의 초고속 통신 장비(MyrinetTM)를 이용하여 256노드(512CPU)의 계산 자원을 연결하고, 10TByte 규모의 저장 공간과 약 800GByte의 메모리를 보유하고 있다. 이론 최고 성능이 3테라플롭스(초당 3조억번의 연산)이며, 실제 성능이 1.768테라플롭스에 이르는 고성능 테라클러스터 시스템이다. 256노드(512 CPU)의 클러스터 시스템을 모니터링하기 위하여 mon 이라는 모니터링 도구를 개발하였으며, 이 도구는 각 노드의 생사, Interconnect 스위치인 Myrinet의 상태 그리고 사용자 작업에 대한 정보를 제공한다.[7]

3. 요구사항

3.1 기능적인 사항

주요 기능: TMS의 주요 기능은 등록, 보고, 조회 기능이다.

인터페이스: 기존의 모니터링 툴과 장애관리 시스템의 이벤트 결과가 연계가 가능하도록 하여야 한다. 기존의 장애관리 시스템의 범위는 KISTI 하멜 클러스터 시스템에서 사용하고 있는 monitoring tool[5]로 한다.

장애 자동 등록: 클라이언트 시스템에서 발생한 장애내용이 서버시스템인 TMS로 자동 등록되어야 한다. 장애내용은 H/W 에러 외에 syslog 파일에 기록된 error 메시지도 자동등록 되어야 한다.

보안: TMS에 장애를 등록하는 기능에 대하여 제한된 사용자만 장애등록이 가능하여야 한다. 그리고 사용자와 관리자로 구분하여 수정이나 삭제기능에 제한을 둔다.

3.2 비기능적인 사항

프로그래밍 언어: 확장성을 고려하여 JAVA와 같은 인터프리터 언어를 사용하여야 한다.

데이터 포맷: 클라이언트/서버간의 장애 정보의 format은 XML 문서이며, 레코드 구조는 미리 정의된 구조에 따라야 한다. XML 데이터 검증은 하지 않으며, XML parser 만들어서 사용한다.

기능: 계산노드 등의 클라이언트에 TMS의 구동으로 인한 부하가 최소화 되도록 하여야 한다.

4. 설계

4.1 기능설계

TMS(Trouble Management System)은 클러스터 시스템을 포함한 이기종 컴퓨터 시스템들을 운영할 때에 발생하는 H/W적인 장애를 관리하는 시스템이다. TMS의 역할은 장애가 발생할 때부터 복구되기까지 관련 정보들을 기록하고 있으며, 복구가 된 후에는 여러 가지 장애통계자료를 제공한다. TMS는 장애 내역을 등록하고, 장애 현황을 보고하고, 장애통계 정보를 제공하는 3가지 주요 기능을 가지고 있다.

등록

기록 기능은 각 시스템에서 발생한 장애 내역을 수집하여 TMS에 저장되는 기능을 말한다. 수집되는 장애내역은 Monitoring Record로 만들어져서 XML format으로 기록된다. 기록은 자동기록과 수동기록 2가지 종류가 있다. 자동기록은 다른 장애 자동감지 모듈과 연계되어 Monitoring Record가 자동으로 만들어져서 TMS로 전송이 되는 것을 말하며, 수동기록은 관리자나 운영자에 의해 TMS에 기록되는 것을 말한다.

보고

자동/수동 기록에 의하여 수집된 장애 정보들은 복구될 때까지 보관한다. 보고 되는 내용은 장애 정보, 장애 시스템 정보, 발견자 정보로 크게 구분된다. 장애가 복구되면 담당자가 TMS에 접속하여 장애 내역을 open모드에서 closed 모드로 수정하여야 한다.

통계/조회

통계기능은 발생하였던 장애내역을 보고한다. 통계 보고는 복구가 완료된 장애에 대하여만 보관한다.

4.2 데이터 구조

사용자레코드

사용자 레코드는 TMS 사용자 정보를 나타내는 레코드이다. 항목은 사용자 ID, 사용자 비밀번호, 사용자 이름, 소속, e-mail, 연락처, 사용자 구분으로 구성되어 있다. 사용자 구분은 TMS 접속자가 TMS의 일반 사용자인지 관리자인지를 구분하는 항목으로 이용한다. 일반 사용자는 장애등록 기능을 가질 수 없으며, 관리자만 장애를 등록할 수 있다.

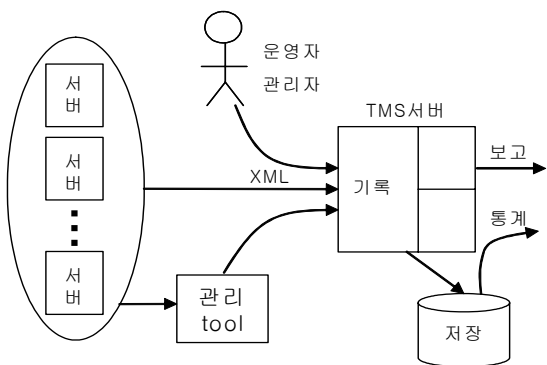
모니터링 레코드

표 1은 장애 정보를 나타내는 모니터링 레코드로서 사이트명, 서버 URL, 시스템명, 노드명, 장애구분, 장애 시작시간, 장애 완료시간, 발견자, 작업자, 장애 원인, 조치사항, 상태로 이루어진다. 장애구분은 hardware, software, network, power, 기타로 구분된다. software는 Myrinet 데몬과 같이 특정 hardware와 관련된 software가 이에 해당된다. 모니터링 레코드는 XML 형식으로 생성되어 대상 노드에서 TMS 서버로 전송된다.

<표 1> Sample Monitoring Record

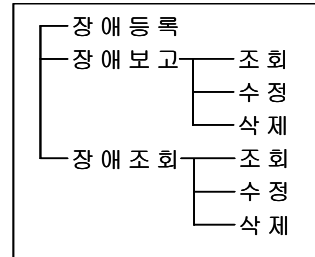
```
<?xml version="1.0" encoding="EUC-KR" ?>
<MonitorRecord>
  <SiteName>KISTI</SiteName>
  <ServerURL>hamel.ksc.re.kr</ServerURL>
  <MachineName>hamel</MachineName>
  <NodeName>node123</NodeName>
  <TrobleName scope="hardware">SCSI</TrobleName>
  <BeginTime>2006-01-08T13:10:30Z</BeginTime>
  <EndTime>2006-01-08T13:10:30Z</EndTime>
  <FirstReporter>JinWoo Sung</FirstReporter>
  <EngineerName>JinWoo Sung</EngineerName>
  <TroubleReason>disk error</TroubleReason>
  <ActionDescription>disk change</ActionDescription>
  <Status>closed</Status>
</MonitorRecord>
```

5. 결과



(그림 1) TMS 개념도

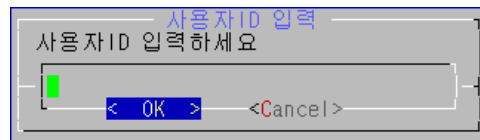
그림 1은 TMS의 전체적인 기능을 나타낸 그림이다. TMS서버로의 기록은 수동/자동 기록이 이루어지며, 서버를 통하여 관리된다. 저장은 파일 단위로 저장이 된다.



(그림 2) 메뉴 구성

TMS의 메뉴구성은 그림 2와 같이 구성되어 있으며, 장애보고와 장애조회에는 각각 “조회”, “수정”, “삭제”의 하위 메뉴가 존재하여 장애 레코드를 조작할 수 있게 하였다.

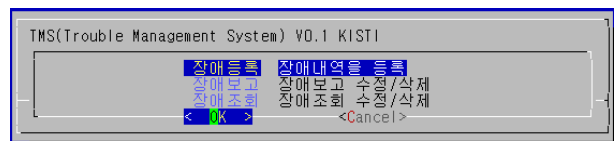
그림 3과 그림 4는 TMS에 접속하는 과정으로서, 별도의 TMS 아이디와 패스워드를 부여 받은 사람만 접속이 가능하다.



(그림 3) TMS 접속



(그림 4) TMS 접속



(그림 5) TMS 초기화면

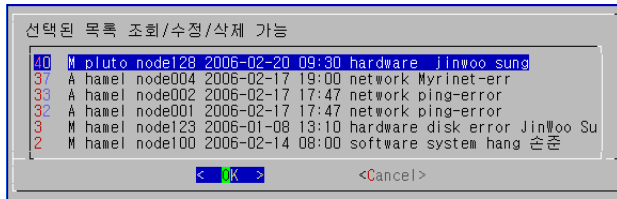
그림 5는 TMS의 초기 화면이다. 사용자나 관리자는 “장애등록”, “장애보고”, “장애조회” 중의 하나를 선택하면 된다. 그림 6은 장애 등록 과정 중에서 수동등록 단계 화면이며, 등록과정이 완료되면 표 1의 정보가 생성된다.



(그림 6) 장애등록-서버 정보 등록 단계

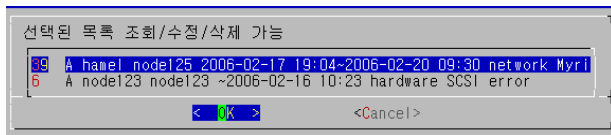
그림 7은 장애보고에 나타나는 내역을 나타내는 그림이다. 내역에서 2번째 항목의 “M” 표시는 수동 등

록된 장애항목을 나타내며, "A"기호는 관리 툴(tool)에 의하여 감지되어 자동 등록된 내역을 말한다.

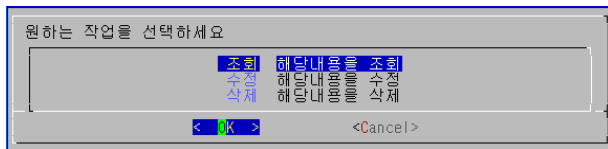


(그림 7) 장애보고 화면

그림 8은 그림 5에서 "장애조회"를 선택하면 나타나는 그림으로서, 원하는 장애내역을 선택하면, 그림 9와 같이 선택된 항목에 대하여 "조회", "수정", "삭제" 기능으로 다시 분류된다.



(그림 8) 장애조회 단계 1



(그림 9) 장애조회 단계 2

그림 10은 "조회"를 선택하였을 때의 화면으로서 조회한 장애에 대하여 상세정보를 보여준다. 정보는 표 1의 항목을 기준으로 한다. 해당정보를 수정하고자 할 때에는 "수정", 삭제하고자 할 때에는 "삭제"를 선택한다.



(그림 10) 장애조회 단계 3

6. 결론

본 논문에서는 대규모 클러스터 시스템에서 발생하는 장애를 효율적으로 관리하기 위한 장애관리 시스템을 설계하고 구현하였다. TMS(Trouble Management System)은 각 클라이언트와의 장애관련 정보를 XML을 통하여 정의하고, 이 정보를 TMS 서버로 전달한다. 또한, 관리자가 장애정보를

직접 조작할 수 있도록 하였다. 등록된 장애 정보들은 TMS 서버를 통하여 관리자와 담당자들 간의 효율적인 정보 공유가 이루어지며, 저장된 정보들은 통계정보에 이용된다. TMS를 이용하면 빈번하게 발생하는 장애를 체계적으로 대처함으로써 클러스터 시스템의 활용성을 향상시킬 것이다.

향후의 연구과제로는 TMS의 클라이언트 시스템의 수를 256노드 이상의 시스템과 이기종의 시스템도 포함된 복잡한 환경에서도 적용할 예정이다.

참고문헌

- [1] <http://www.top500.org>
- [2] <http://www.sandia.gov/>
- [3] <http://www.bsc.org.es/>
- [4] http://www.ksc.re.kr/infor/infor_4.htm
- [5] Putchong Uthayopas, Surachai Paisitbenchapol, "System Management Framework and Tools for Beowulf Cluster", The Fourth International Conference on High-Performance Computing in the Asia-Pacific Region-Volume 2 p. 935, 2000
- [6] <http://www.ksc.re.kr>
- [7] 성진우, 이영주, 이상동, 김중권, "클러스터 시스템의 모니터링 도구 설계 및 구현", 정보처리학회지 제11권 제2호, 2004