

## 고 가용성 서버(HACMP)상에서의 장애극복 사례

서진석\*, 권오흠\*\*  
\* \*\*부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부

### Troubleshoot solutions in HACMP (High Availability Cluster Multi-Processing)

Jin-Seok Seo\*, Oh-Heum Kwon\*\*  
\* \*\*Division of Electronic, Computer and Telecommunication  
Eng. Pukyong National University  
E-mail : sjn@pect.co.kr\*, ohkwn@pknu.ac.kr\*\*

#### 요약

고 가용성 솔루션으로 IBM에서 내놓은 것이 HACMP이다. 이 HACMP는 두대 이상의 SYSTEM을 하나의 "cluster"로 묶어서, 각 시스템이 감시하고 있다가 한 대에 장애가 발생하면, 다른 시스템이 장애가 발생한 system의 자원을 "takeover"하는 것이다. 이 논문에서 제시하고자 하는 내용은 HACMP를 구축하는데, 쓰이는 기법 중 Mode 3의 특징들과 쓰임을 명확히 알 수 있도록 하였다. 그리고 지금 현재 Mode 3 구축 기법을 이용해 HACMP를 사용중인 회사의 구축 후 장애 사례를 시스템, 네트워크 아답터, 네트워크 전체장애 별로 구분하여 나타내고 있다.

#### 1. 서론

고 가용성(high availability)은 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 등에 문제가 발생하였을 때 서비스를 지속할 수 있도록 해주는 기술을 말한다. 고 가용성은 정보화 시대의 도래, 전자 상거래의 발전 및 정보와 멀티미디어 서비스 등의 컴퓨팅 환경의 변화에 따라 점차 중요시되고 있다.

특히 24시간 일년 내내 서비스를 제공해주어야 하는 네트워크 컴퓨팅 부분에서 고 가용성은 필수 불가결한 것으로 인식되고 있다. 매일 24시간 서비스를 제공해주어야 하는 ISP, 멀티미디어 서비스 업체, 하역 업체, 은행 등의 기업체들은 30분 혹은 단 1~2분이라도 서비스가 중단되어서는 안 된다. 특히 갑작스런 서비스 중단은 회사에 엄청난 피해를 가져올 수도 있다. 1995년에 Oracle과 Datamation의 보고서에 의하면 갑작스런 서비스 중단은 평균적으로 기업체에 시간당 80,000~350,000 달러의 손실을 입히는 것으로 나타났다. 이런 사례에서 볼 수 있듯이 고 가용성은 정보화 시대의 모든 기업들에 꼭 필요한 요소이다.

24시간 365일 작업을 수행할 수 있는 server가 되기 위해서는 무언가 고 가용성의 solution이 요구되었

고, 그 결과로 IBM에서 내놓은 것이 HACMP이다. 본 논자는 A기업에서 IBM 시스템에 HACMP를 이용한 고 가용성 서버를 바탕으로 HACMP의 비정상 작동 시의 문제들과 DataBase Locking 문제를 가지고 아래와 같이 구성하였습니다.

2장에서는 HACMP의 기본개념을 알아보고[1-3], 3장에서는 HACMP의 구성방식중 Mode-3(OPS와 HACMP)의 구성 형태를 설명하고[2], 4장에서는 Mode-3에서의 문제진단 방법과 장애 사례를 알아보고[4-5], 5장에서 결론을 맺는다.

#### 2. HACMP의 기본개념

HACMP의 개념은 흔히 high availability, 또는 fault resilient라고 하는 것으로서, 두 대 이상의 system을 하나의 "cluster"로 묶어서, 각 system이 감시하고 있다가 한 대에 장애가 발생하면, 다른 system이 장애가 발생한 system의 자원을 "takeover (인수)"하는 것이다. 즉, 장애 발생 시에는 자원을 분명히 system service의 중단이 일어나게 되며, 이 중단 시간을 최소화하는 것이 HACMP의 기능인 것이다. 대개의 경우, 중단 시간은 30초에서 300초에 이르

게 된다.

이와 비교되는 개념으로는 fault tolerant system이 있다. 이는 system box 단위의 중복 설치보다는 하나의 system box 내부에서 hardware 부품 단계에서 중복 설계를 함으로써 일부 부품에 장애가 발생하더라도 system down이 전혀 일어나지 않도록 되어있는 개념이다.

이 두 개념을 비교하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

표 2.1 Fault resilient와 Fault tolerant의 비교

비교 항목	HACMP	Fault Tolerant
Failover time	30~300초	0
Concurrent 유지보수	불필요	필수
동일성능 system 대비가격	2배	10~20배
Application	거의 제한 없음	제한적
운영체제	일반 AIX	독자적 운영체제 사용
사용 하드웨어 장치	일반 RS/6000	독자적 특수 하드웨어 장치

위의 표에서 알 수 있듯이 HACMP는 fault tolerant system과 비하여 나름대로의 장단점이 있다. 어느 system을 선택해야 하는지 결정하는데 가장 큰 요소는 무엇보다도, 5분 정도의 down-time이 용납되는 상황인지에 대한 평가일 것이다.

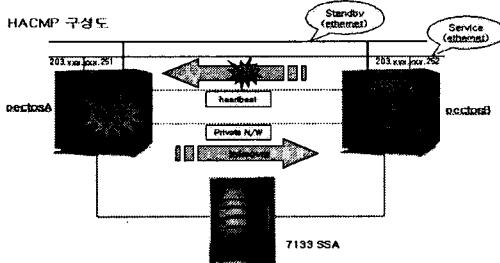


그림 2.1 HACMP가 구축된 시스템 형태

HACMP는 clsmgr(cluster manager), clsmuxpd(cluster SNMP agent), clinfo(cluster information service), cclockd(cluster lock manager) 등의 요소로 구성되어 있다. clsmgr은 clsmuxpd를 통해 다른 node(system)와 keepalive 또는 heartbeat이라 불리는 packet을 교환한다. 이 keepalive packet에 대한 응답을 받지 못하면, 그 응답을 주지 못하는 node에는 무언가 장애가 발생한 것으로 인식되고, 그

에 따라 미리 정해진 복구 script가 수행된다. 이 keepalive path는 node간에 구성된 TCP/IP LAN, 그리고 RS-232나 target mode SSA 등의 serial network을 이용한다.

### 3. Mode-3에서의 HACMP와 OPS 상태

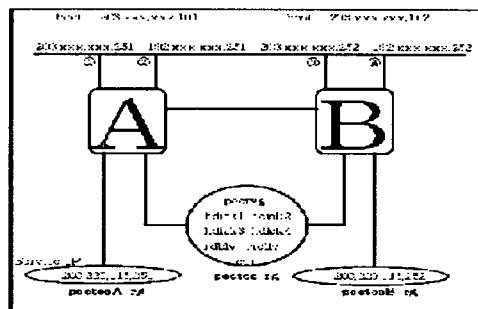


그림 2.1 HACMP start 후 정상상태 & Adapter Fail

양 쪽 Node 는 Concurrent한 리소스 그룹을 가지고 서비스를 수행한다.

- ①이 Fail된 경우 ②가 IP Address 203.x.x.251을 전달받아 서비스를 계속한다.
- ③이 Fail된 경우 ④가 IP Address 203.x.x.252를 전달받아 서비스를 계속한다.
- ②나 ④가 Fail된 경우는 아무런 변화도 일어나지 않는다. 즉 서비스 IP가 Fail된 경우만 Adapter Swapping이 일어나게 된다.

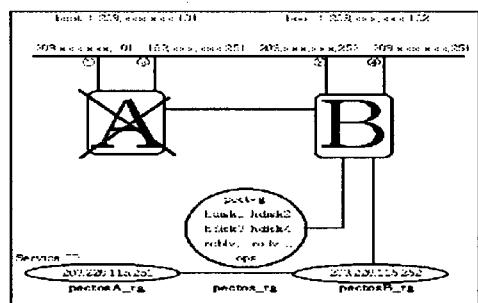


그림 4.8 Node A 가 Fail 된 경우

B Node 의 Standby Adapter인 ④는 A Node의 서비스 IP Address를 전달받아 서비스를 계속 수행하고 A Node를 통해 Concurrent하게 Access하던 리소스들을 B Node를 통해 서비스 받게 된다.

### 4. HACMP의 장애 유형 및 문제의 진단

#### 4.1 시스템 장애유형

한 node로부터 Keepalive packet이 전혀 오지 않는

경우, backup node는 그 node가 down되었다고 판단하여 그 node가 가지고 있던 자원, 즉 disk volume group, IP address, application 등을 takeover해서 자기가 대신 service를 수행한다.

#### 4.2 네트워크 장애 유형

##### 4.2.1 네트워크 Adapter

Service Adapter에 장애가 발생하면 IP address는 같은 node 내의 standby adapter로 swapping이 일어난다. 이때는 client들은 30초미만의 hang을 겪을 뿐 대부분의 service를 계속 받을 수 있고, telnet 등도 끊어지지 않는다.

##### 4.2.2 네트워크 전체

Network 장애가 발생하는 경우에는 clstrmgr은 일단 network\_down event를 발생시킨다. Dual network 이 구성된 경우에는, primary network이 down되면 backup network이 takeover하도록 HACMP를 customize해야 한다.

#### 4.3 HACMP의 장애 유형별 사례정리

##### 4.3.1 시스템 장애유형 사례

비정상적 종료(치명적 오류)로 인해 rebooting되었을 때 booting 시 rs232c 라인 점검 부분에서 E075 error code를 나타내고 시스템이 멈출 시 현 HACMP 7.3.4버전에서는 사람이 수동으로 케이블 분리작업을 하여 이 부분을 해결한다. 이후 버전에서는 케이블 분리작업 없이 booting shell에서 해결되어진다

각 Disk Volume Group의 ODM이 일치하지 않아 일어나는 현상 즉, 양 노드의 Volume Group내의 row device가 일치하지 않아 HACMP의 event가 발생 시 takeover이 일어나지 않게 하려면 평상시 양 노드의 Volume Group내의 변경된 환경을 clverify 유틸리티를 통해 점검하고 변경이 있을 시 ODM에 변경된 내용을 꼭 update해 두어야 한다.

명령어 : cfgmgr -v

##### 4.3.2 네트워크 Adapter 장애유형 사례

양 노드간의 service ip address 와 standby ip address간 네트워크 통신에 장애가 발생 시, 대부분의 경우는 네트워크 swapping fail이 발생한 후 얼마 지나지 않아 네트워크 swapping completed가 나타난다. 그러나 사고 발생 시(hacmp event가 작동 시) 정상적인 네트워크 통신이 이루어지지 않아 문제가 발생하는 경우가 종종 있다. 이 경우 아직 정확한 원인과 해결책이 미흡 하지만, 현재의 해결책은 양 노드의 service ip address 끼리 혹은 standby ip address 끼리 cross ping test로 점검하고 있으며, 사고 발생 시는 smitty

chinet로 강제 ip address변경을 통해 처리한다.

한 node에서 네트워크 adapter swapping이 정상작동하지 않는 현상 즉, Service port의 ip address가 Standby port로 swapping event가 일어나지 않을 경우(Standby network port에 ping이 되지 않는다.) 한쪽 시스템에서 HACMP event script로 강제 adapter swapping를 발생시킨다. 그리고 ip 전환 확인 후 ping test를 한다. 그리고 두 번째 방법으로 HACMP를 down시킨 후 Standby port를 제 설정한다. 즉 smitty에서 port를 삭제 후 재 생성한다. 그리고 나서 전자의 복구방법을 재 시도한다.

##### 4.3.3 네트워크 전체에 영향을 주는 장애유형 사례

Main network control을 하는 라우터에서 비정상적으로 led가 표시되며(정상 : 초록색, 비정상 : 주홍색, 빨간색) 네트워크 전체가 hang이 발생하는 현상일 때, 먼저 물리적인 하드웨어 문제인지(하드웨어 관련 led 인지) 확인 후 하드웨어 문제가 아니라면, 방화벽에 있는 장비나 라우터의 라우팅 테이블을 확인하여야 한다. 라우팅 테이블에서 만약 비정상적인 형태를 취하고 있을 시 라우팅 테이블을 삭제하고 정상 라우팅 테이블을 만들어 준다.

참고 : 일반적인(동적) 라우팅 테이블은 문제가 발생하지 않으나, 정적 라우팅 테이블의 경우를 나타낸 것이다.

##### 4.3.4 Well-known problem의 장애 극복 방법

###### 1) DMS(DeadMan Switch)가 작동하는 경우

Clean takeover를 수행하기 위해, 주어진 시간 내에 DMS가 reset되지 않으면 busy node를 crash하고 takeover를 수행한다[4]. HACMP 클러스터 구성에서 가장 느린 네트워크에서 발생한다.

###### 2) DMS Problem을 피하는 방법

: 장애발생 복구 시 시스템의 원상회복 속도 향상을 기하기 위한 조치 방법으로 동기화 file을 60초에서 10초로 조정한다.

- enable I/O Pacing (#smitty chgsys)

- . High watermark : 30 중간값 [33]

- . Low watermark : 20 중간값 [24]

- increase the frequency of the syncd daemon (/sbin/rc.boot)

(More frequency하게 조정할 경우, overall system performance를 고려)

- . syncd 10

- change the heartbeat rate of a NIM(Network interface module)

(Not make it faster)

. Heartbeat rate : slow

#### 4.4 HACMP 비정상적인 종료에 관한 진단 및 해결

##### 4.4.1 비정상적인 종료에 관한 진단

```
# ps -ef | grep oracle
```

Lock 걸려 종료되지 못한 Oracle process가 남아있다.

```
# lsvg -l pectvg
```

Oracle을 Stop하였는데도 Open되어 있는 Raw logical volume이 존재한다.

```
# tail -f /tmp/hacmp.out
```

HACMP를 Stop or software적으로 takeover후 위의 명령을 사용하여 Script를 관찰하면 Event error가 발생한다.

```
# ps -ef | grep cluster
```

HACMP를 Stop하여도 cluster daemon들이 종료되지 않았을 경우이다.

##### 4.4.2 비정상적인 종료가 일어나는 원인

실제로 System이 down되는 경우는 비정상적인 종료가 발생할 수 없지만 System Maintenance 작업을 위해 HACMP를 Stop 시키는 경우 비정상적인 종료가 발생할 수도 있다.

이것은 주로 다음과 같은 경우에 발생한다.

###### 1) Disk Volume Group

- Client 쪽에서 data를 access하고 있어서 data에 lock이 걸렸을 경우

- LVM 구성요소에 변화가 생겼는데 그 조치를 제대로 취해주지 않은 경우

###### 2) Network

- 양쪽 Node의 IP Address가 정상이 아닌 경우

※주의 : HACMP는 Network를 통해 서로 간에 Keepalive Packet을 주고받으며 그 상대편의 상태를 진단하기 때문에 HACMP가 오동작을 일으키지 않도록 Network 작업 시 주의하여야 한다.

##### 4.4.3 비정상적인 종료에 관한 해결

HACMP를 다른 방법으로 다시 한 번 Stop 시킴

```
# smit hacmp
```

Shutdown mode를 force로 바꾸고 Network 상태를 점검하여 IP address를 Service에서 Boot로 바꿔준다.

```
# netstat -in
```

```
# smit chinet
```

Shared Volume Group의 상태를 확인하여 Inactive 시켜준다.

```
# lsvg -o
```

```
# varyoffvg pectvg
```

위의 조치를 취한 다음 다시 한 번 HACMP 종료 후 점검사항을 확인한다.

Mount point가 없는 Raw logical volume에서 Oracle User가 connection을 하여 data를 access한 상태에서 oracle을 stop시키거나 HACMP를 stop 또는 software적으로 HACMP를 takeover를 하면 Error가 발생하여 비정상적인 종료가 일어난다.

## 5. 결 론

전 세계적으로 하역 물동량이 늘어나면서 전산 시스템의 확장이 필수화되고 무정지 운영이 보편화되면서 클러스터링을 이용한 고가용성 시스템을 사용하게 되었다.

이러한 필요성에 따라 본 논문에서는 B사의 신 시스템 구축 시 사용되었던 구축형태와 현 구조, 그리고 문제점을 살펴보았다. 개방된 운영체제와 확장성이 강한 시스템을 통해 일반적으로 널리 알려진 RDBMS를 적용 Real Service를 원활히 하도록 구성하였다. 그러나 본 논문에서 살펴보았듯이 아직 OPS 환경에서의 고가용성의 문제점이 남아있다.

향후 늘어나는 분산 시스템 환경을 현재의 고가용성 기술로 처리해 나아 가야 할지 계속적인 연구가 필요하다.

그리고 최악의 순간 즉, 양 노드가 fail이 났을 때 분산된 한 시스템으로 혼(fail) 시점에서 당장 필요한 작업을 가능하도록 처리할 방법을 생각하는 것도 중요한 과제이다.

## [참고문헌]

[1] HACMP for AIX, Version 4.3.1: Concepts and Facilities, order number SC23-4276-01

[2] HACMP for AIX, Version 4.3.1: Planning Guide, order number SC23-4277-01

[3] HACMP for AIX, Version 4.3.1: Installation Guide, order number SC23-4278-01

[4] HACMP for AIX, Version 4.3.1: Troubleshooting Guide, order number SC23-4280-01

[5] HACMP for AIX, Version 4.3.1: Programming Locking Applications, order number SC23-4281-01