

# IP 네트워크를 기반으로 하는 스토리지 네트워크 통합 관리 시스템 설계 및 구현

김기남\*, 허민영\*, 김진환\*\*, 송용호\*

\*한양대학교 정보통신학과, \*\*한성대학교 멀티미디어공학과

e-mail : beblues@ihanyang.ac.kr, minpuck@ihanyang.ac.kr,

kimjh@ice.hansung.ac.kr, yhsong@hanyang.ac.kr

## Design and Implementation of IP-based Network Management System Supporting Storage Area Network

Ki-Nam Kim\*, Min Young Heo\*, Jinhwan Kim\*\*, Yong Ho Song\*

\*College of Information and Communications, Hanyang University

\*\*School of Computer Engineering, Hansung University

### 요 약

대용량 데이터의 효율적인 저장 및 접근을 위해 전용 네트워크를 이용한 스토리지 시스템의 사용이 증가하고 있다. 일반적으로 스토리지 네트워크는 IP 네트워크와 연동하여 운영된다. 하지만 두 네트워크 관리 방식의 차이로 인해 통합 관리에 어려움이 있다. 본 논문에서는 관리의 일관성과 효율성을 향상시키기 위해 SNMP 기반 IP 네트워크 관리시스템과 WBEM 기반 SAN 네트워크 관리시스템을 연결하는 SNMP-WBEM 게이트웨이를 제안한다. 제안된 게이트웨이 시스템은 IP 네트워크를 기반으로 SAN 네트워크 시스템에 대한 통합관리를 가능하게 함으로써 네트워크 관리의 효율성을 증대시킬 뿐 아니라, 네트워크 관리 시스템의 통합에 따른 문제점을 분석하고 이에 대한 해결책을 제시한다.

### 1. 서론

최근 네트워크와 멀티미디어 시스템의 발전으로 인해 컴퓨터 시스템의 데이터량이 크게 증가하고 있다. 이런 데이터를 보다 효율적으로 공유하고, 데이터에 대한 접근 안정성 및 신뢰성을 증대 시키기 위해, 파이버 채널(Fiber Channel)을 기반으로 하는 SAN(Storage Area Network)[1]의 구축이 확산되고 있다.

SNMP(Simple Network Protocol)[2]와 같은 표준 네트워크 프로토콜을 사용하여 네트워크 자원을 관리하는 IP 네트워크와 달리, SAN은 벤더별로 표준화되지 않은 자체 기술을 사용하여 스토리지 및 네트워크 자원을 관리하고 있어 벤더들 간의 관리체계가 통합되기 어려운 점이 있다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 DMTF(Distributed Management Task Force)는 상호운영성을 고려한 SAN 관리 솔루션으로 WBEM(Web-Based Enterprise Management)[3,5]을 제안하였다. 이는 전사적 컴퓨팅 환경의 네트워크 자원 관리를 목적으로 만들

어진 네트워크 관리 방식으로 상호운영성을 지원하고 다양한 공급자들의 스토리지 장비들을 통합 관리한다.

하지만 이 경우에도 SAN은 기존의 IP 네트워크와 통합 운영이 가능하지만, 네트워크 관리 방식의 차이로 인해 통합 관리가 이루어지지 못한다. 이는 관리의 일관성과 효율성을 저하시키게 되고 결국 총 소유비용(TCO)를 증가시킨다.

이 논문에서는 기존의 IP 네트워크 관리 시스템과 SAN 관리 시스템간의 통합을 위한 게이트웨이 시스템을 설계하고 구현한다. 이를 위해 우선, SAN 관리를 위한 WBEM 관리 시스템과 IP 네트워크 관리 시스템을 각각 구현하고, 이들의 통합을 위해 SNMP-WBEM 게이트웨이를 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 네트워크 관리 방식인 SNMP와 WBEM에 대해 간단히 살펴보고, 네트워크 관리 시스템의 통합과 관련된 기존 연구들을 살펴본다. 3절에서는 본 논문에서 제안하는 SNMP를 기반으로 WBEM 시스템을 연동하는 방법들

에 대해 살펴본다. 그리고 4 절에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1. 네트워크 관리 표준

그림 1은 SNMP 기반 네트워크 관리 시스템의 구조를 보이고 있다. 네트워크 관리자는 IP 네트워크를 구성하고 있는 여러 장비를 관리하며, 각각의 장비에 존재하는 SNMP 에이전트(agent)를 통해 해당 장비의 관리 정보를 수집한다. 네트워크 관리를 위해서는 관리 정보의 표현 방법과 관리 정보의 전달 방법이 규정되어야 하며, SNMP는 관리 정보를 표현하는 방법으로 MIB(Management Information Base)[2]를 사용한다. MIB는 장비별로 해당 에이전트가 관리한다. 또한 네트워크 관리자와 에이전트 간의 정보 전달을 위해 요청/응답(Request/Response)과 트랩(trap)등의 동작을 사용한다.

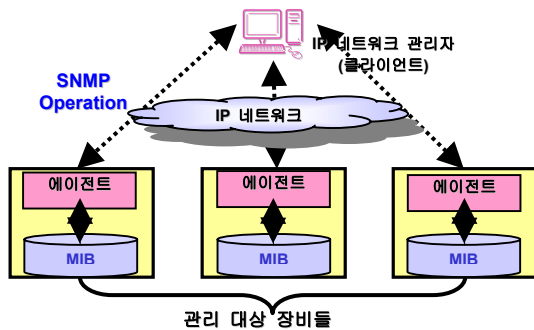


그림 1 SNMP 기반 네트워크 관리 구조

SAN 관리의 표준으로 제안된 WBEM은 세 개의 주요 요소로 구성되어 있다[4, 5].

- CIM(Common Information Model): 관리 정보의 표현을 위한 언어 및 방법론에 대한 표준. 플랫폼 및 작업의 종류에 관계없이 모든 스토리지 하드웨어와 소프트웨어 모듈에 대한 정보의 통합체 역할을 담당.
- xmlCIM: 네트워크 관리자와 서버 간의 통신을 위해 CIM의 데이터 모델을 XML로 변환하여 전송.
- CIM Operation over HTTP: 서버와 네트워크 관리자 간에 XML로 변환된 정보의 전송 메커니즘 제공.

WBEM 기반 네트워크 관리시스템의 구조는 그림 2와 같다. 네트워크 관리자는 HTTP 프로토콜을 사용하여 WBEM 네트워크 관리에 필요한 요청/응답 메시지를 WBEM 서버와 주고 받으며, 이러한 메시지는 XML 형태로 전달된다.

WBEM 서버는 네트워크 관리자, 객체 저장소 그리고 제공자(provider)간의 중계자 역할을 수행한다. 즉, 메시지를 해석하여 해당 제공자 또는 CIM 저장소 작업을 지시하고, 이에 대한 응답을 다시 네트워크 관리자에게 전달해 준다. CIM 저장소는 CIM의 메타 스키마(Meta Schema), 스키마(Schema) 그리고 제공자로부터 획득한 정보를 저장하며, 제공자는 WBEM 서버의 요청에 따라 관련된 API를 호출하고, 이에 대한 결과를 WBEM 서버에게 돌려주는 역할을 한다. 이 때 관

리 객체 별로 별도의 제공자를 구현함으로써 장치별로 독립적인 인터페이스를 제공한다.

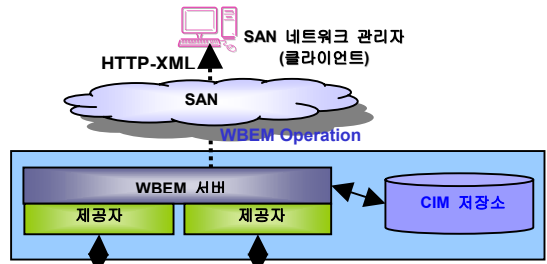


그림 2 WBEM 기반 네트워크 관리 구조

2.2. 네트워크 관리 통합 연구

기존에는 WBEM 관리 시스템을 중심으로 IP 망 관리 시스템을 포괄하는 방식의 네트워크 통합 연구들이 있었다[3,7]. WBEM은 HTTP 프로토콜을 이용하는 웹 기반의 관리 시스템으로 장소에 상관없이 손쉽게 시스템들을 관리할 수 있다. 하지만 이러한 통합 방법은 SNMP 장비에 대해 CIM 모델링 작업과 장비와 서버간의 중계자 역할을 하는 제공자를 장비 별로 생성해야 함에 따라 많은 노력과 시간이 요구된다. 또한 IP 망 관리에 있어 SNMP 관리 시스템은 비교적 간단히 구축가능하고 시스템 오버헤드가 적는데 비해, WBEM 관리 시스템은 상대적으로 구축이 복잡하며 통합성을 위해 채택된 XML과 HTTP로 인해 관리 시스템의 오버헤드 증가가 불가피하다.

이와는 별도로 XML을 이용하여 SNMP 관리 시스템을 통합하는 시도가 있다[8,10]. XML을 이용한 네트워크 관리 방식은 XML의 장점인 확장성과 호환성을 이용하여 다양한 네트워크 자원들을 표현하고 통합 관리하는 것이다. 하지만 XML을 기반으로 SNMP 관리 시스템을 통합하는 것은 WBEM 기반의 통합 작업에서와 마찬가지로 기존의 SNMP가 광범위하게 사용되고 있기에, 전체 관리 시스템 전환의 문제점을 갖게 된다. 또한 XML을 이용한 관리 방식은 표준화 작업의 미비로 상호 운영성의 문제점을 발생시킬 수 있다.

3. 통합 관리 시스템 설계 및 구현

이 절에서는 SNMP 중심의 SAN 통합 관리가 가능한 시스템을 설계하고 구현한다. 이를 위해 우선 WBEM 기반의 관리 시스템을 구현하여 SAN 관리에 적용하고, 이를 SNMP 관리 시스템과 통합한다.

3.1. 통합 관리 시스템

SNMP 관리시스템의 구현은 Net-SNMP[6] 사용하였다. 이는 현재 공개된 SNMP 프로그램 중 가장 널리 사용되는 것으로, agent에 대한 기본 제작 틀의 제공으로 손쉽게 SNMP 환경을 구축하게 한다.

WBEM 관리 시스템을 구현하기 위한 대상 SAN 환경은, 스토리지 서버와 저장장치, 그리고 이들을 연결

하는 Fibre Channel 로 구성하였으며, WBEM 프레임워크는 The Opengroup 의 오픈 소스인 Pegasus Ver. 3.01[9] 을 사용하였다.

그림 4 는 SNMP 와 WBEM 시스템이 통합된 전체 시스템 구조를 나타낸 것이다.

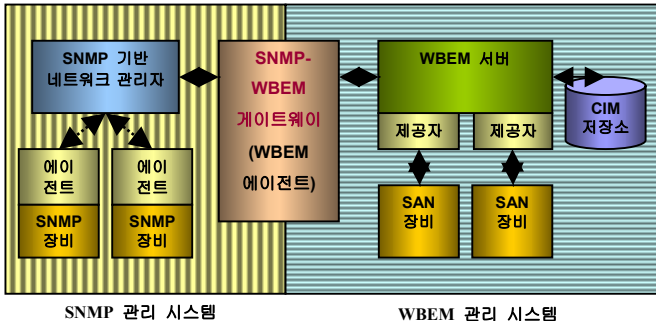


그림 4 통합 시스템 구조

SNMP-WBEM 게이트웨이는 SNMP 를 통해 WBEM 시스템을 관리하기 위해 필요한 모듈로써 SNMP 의 요청을 WBEM 에 적합하도록 변환시켜주며, 또한 CIM 정보 모델을 따르는 WBEM 서버 응답을 MIB 모델의 SNMP 응답으로 변환하는 역할을 담당한다. 이 모듈은 SNMP 측면에서는 WBEM 시스템을 담당하는 에이전트 역할을 수행하며, WBEM 측면에서는 네트워크 관리자 역할을 수행한다.

그림 5 는 SNMP-WBEM 게이트웨이의 내부 구조를 보여준다. 요청 및 응답에 대한 동작 과정은 다음과 같다.

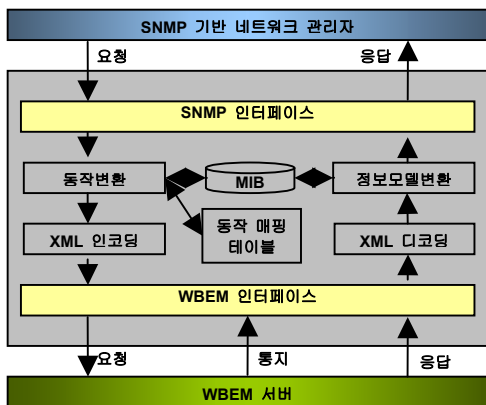


그림 5 SNMP-WBEM 게이트웨이 내부 구조

● 요청

SNMP 네트워크 관리자로부터 요청은 SNMP 인터페이스를 통해 동작 변환 모듈로 전송된다. 동작 변환 모듈은 동작 매핑 테이블을 참조하여 SNMP 동작을 WBEM 동작으로 변환시켜준다(3.2 절 참조). WBEM 동작으로 변환된 요청은 XML 인코딩 모듈을 통해 XML 형태의 메시지로 변환이 된 후, WBEM 인터페이스를 통해 WBEM 서버로 전달된다.

● 응답

WBEM 인터페이스는 WBEM 서버로부터의 응답을 XML 디코딩 모듈로 전달한다. 디코딩된 정보는 정보 모델 변환 모듈에서 내부 MIB 를 참조하여 SNMP 관

리 정보 형태로 변환된다(3.2 절 참조). 정보 모델 변환까지 이루어진 응답은 SNMP 인터페이스를 통해 SNMP 기반 네트워크 관리자에게 전달된다.

이때 SNMP-WBEM 의 게이트웨이의 XML 인코딩/ 디코딩 모듈은 Pegasus 에서 제공하는 API 를 사용하였다.

3.2. 변환 알고리즘

3.2.1. 정보 모델 변환

MIB 와 CIM 은 관리 자원을 표현하는 방식이나 구성, 속성의 형태들이 다르기 때문에 두 정보모델 사이에 변환이 필요하다.

우선 CIM 으로 표현된 WBEM 시스템의 관리 자원들을 MIB 형태로 모델링 한 후, 이를 SNMP-WBEM 게이트웨이 내부의 MIB 저장소에 저장한다. 그러면 WBEM 서버로부터 응답된 CIM 정보는 게이트웨이 내부의 MIB 저장소에 저장된 모델링 정보를 참조하여 적절한 MIB 응답 정보로 변환된다. 이때 WBEM 은 객체 지향적인 CIM 정보 모델을 사용함으로 중앙의 WBEM 관리 모듈에서 하나의 스키마로 다수의 동일한 성질을 갖는 관리 자원들을 표현 관리 하지만, SNMP 는 관리 자원 별로 별도의 에이전트를 이용하여 MIB 를 관리함으로 다수의 인스턴스들을 표현할 필요가 없다. 하지만 게이트웨이의 MIB 는 중앙 집중식의 모델 저장소이기에 다수의 WBEM 관리 자원들을 표현하는 방법이 필요하다.

이 문제의 해결방안으로 MIB 관리 노드 데이터의 스칼라 값만을 이용하는 방법과 스칼라 값의 이차원 배열인 테이블을 이용하는 방법이 있다. 전자는 CIM 으로 표현된 각각의 인스턴스를 별도의 MIB 로 작성하고, 각각의 인스턴스와 인스턴스 속성들이 고유한 OID(Object Identifier)를 가짐으로 인스턴스들의 구별이 가능하다.

테이블을 이용하는 방법은 하나의 테이블로 동일한 속성들을 갖는 인스턴스의 모습을 정의하고, 인덱스를 통해 여러 개의 인스턴스들을 구별한다. 하지만 정보를 알아오는 SNMP 동작들은 여러 속성들을 갖는 인스턴스를 기준으로 하는 것이 아니라, MIB 트리의 노드 단위로 정보를 얻어온다. 이는 인스턴스들을 구별하여 정보를 얻는 것은 가능하나, 여러 인스턴스들 중 하나의 관리 정보만을 알 수는 없다. 그럼으로 인스턴스들을 구별하여 각각의 속성 값들을 얻거나 모든 인스턴스들의 속성 값들은 표현 가능하지만, 인스턴스 하나의 속성만을 표현하지 못한다. 이를 해결하기 위해서는 SNMP 프로토콜 자체를 변경하거나 프로토콜 상위에 모니터링 툴을 함께 사용해야 함으로, 여기서는 스칼라 속성들만을 이용한 방법을 사용하였다.

그림 6(a)의 LVMPysicalVolume 은 물리적 디스크를 CIM 으로 모델링 한 후의 명칭으로, 여기서는 LVMPysicalVolume 의 일부 속성들을 나타내고 있다. 그림 6(b)는 이것을 MIB 로 작성한 것이다. 여기서 주의할 점은 SNMP 는 각각의 속성을 별도의 객체로 인

식하기 때문에 WBEM 관리 시스템에서 관리하고 있는 LVMPPhysicalVolume 이 2 개라면 2 개의 LVMPPhysical-Volume MIB 를 생성하여 서로 다른 OID 를 부여하여 이들을 구별해야 한다. 만약 2 개의 LVMPPhysical-Volume 에서 같은 속성을 나타내는 값에 대해 동일한 OID 를 부여한다면 충돌이 발생하여 적절한 값을 얻지 못한다.

<pre>[ Provider("HYSM_LVMPPhysicalVolume")   Description(".....") ] class HYSM_LVMPPhysicalVolume :   CIM_DiskPartition {   uint64 NumberOfPEs ;   uint64 NumberOfFreePEs ;   uint64 NumberOfAllocatedPEs ;   uint64 PhysicalExtentSize ;   .... };</pre> <p>(a)</p>	<pre>NumberOfLVMPPhysicalVolume OBJECT- TYPE SYNTAX INTEGER ACCESS read-only STATUS mandatory DESCRIPTION "..." :: {LVMPPhysicalVolumeGroup 1}  LVMPPhysicalVolumeTable OBJECT- TYPE SYNTAX SEQUENCE OF LVMPPhysicalVolumeEntry ACCESS not-accessible STATUS mandatory DESCRIPTION "..." :: {LVMPPhysicalVolumeGroup 2}  LVMPPhysicalVolumeEntry OBJECT- TYPE SYNTAX SEQUENCE OF LVMPPhysicalVolumeEntry ACCESS not-accessible STATUS mandatory DESCRIPTION "..." :: {LVMPPhysicalVolumeTable 1}</pre> <p>(b)</p>
--	---

그림 6 (a) CIM 모델을 이용한 관리 자원 예시, (b) MIB 모델을 이용한 WBEM 관리 자원 예시

### 3.2.2. 동작 변환

SNMP 동작과 WBEM 동작은 서로 다른 파라미터를 갖기 때문에 두 동작간에 적절한 변환이 필요하다. 동작에는 크게 관리 장비의 정보를 얻어오는 것과 새로운 값을 설정하는 동작, 그리고 트랩 즉, 통지(notification) 동작이 있다.

#### ● 값 설정

값 설정 동작에 해당하는 명령으로 SNMP 에는 set, WBEM 에는 InvokedMethod 가 존재한다. Set 동작은 파라미터로 OID 와 설정할 새로운 값을 필요로 한다. 동작 변환 모듈은 이 파라미터를 해석하여 관련된 인스턴스에 새로운 값을 설정한다.

#### ● 정보 얻어오기

관리를 위해 정보를 얻어오는 것은 관리 자원들의 속성 값들을 얻어오는 것이다. 이를 위해 SNMP 는 get, getNext, getbulk 등의 명령을 사용한다. WBEM 은 GetInstances, EnumerateInstances, EnumerateInstanceNames 등을 이용한다. GetInstances 는 인스턴스 하나에 대한 전체 속성 값을 얻는 동작이고, EnumerateInstances 는 하나의 스키마로부터 생성된 모든 인스턴스들의 속성 값들을 알아올 때 사용한다. 이러한 동작들이 수행되기 위해서 SNMP 의 정보 요청시 전달된 OID 를 해석하여 만일 OID 값이 인스턴스들의 상위 노드를 가리키면 EnumerateInstances 동작이 수행되고, OID 가 인스턴스를 직접 가리키고 있으면 GetInstances 의 동작이

이루어지게 한다. 이를 위해 SNMP 에서 getNext 동작이 OID 가 가리키는 값을 포함하여 트리 구조의 최하위 속성 값까지 알아오도록 반복하도록 한다. 그리고 EnumerateInstanceNames 는 어떠한 인스턴스들이 존재하고 있는지 알아오기 위해 사용하는 것으로, 하나의 스키마로부터 생성된 여러 개의 인스턴스들의 이름을 열거한다. 이는 이미 존재하는 모든 객체에 대한 MIB 를 작성하여 등록시켜주었기 때문에 MIB 트리에서 어떠한 노드들이 있는 지를 파악함으로써 객체들의 이름을 알 수 있다.

#### ● 통지

통지는 에이전트에서 미리 정해놓은 임의의 사건 발생시 그 사건을 네트워크 관리자에게 전달하는 것으로 SNMP 에는 trap, WBEM 에는 Indication 동작이 존재한다. 이는 값 설정이나 얻어오기 동작과는 다르게 에이전트에서 네트워크 관리자로의 비동기적인 메시지로써 SNMP-WBEM 게이트웨이 내부의 정보모델 변환 모듈에서 처리된다. WBEM 서버로부터 통지 메시지가 도착하면 메시지를 분석하여 어떤 장비로부터 무슨 사건이 발생 했는지 정보 파악 후 SNMP 관리 정보모델로 변환한다. 이 변환된 정보는 SNMP 인터페이스를 통해 SNMP 네트워크 관리자에게 전달된다.

### 4. 결론

본 논문은 SNMP 기반의 네트워크 관리 시스템에서 WBEM 으로 관리되는 SAN 을 통합 관리 위한 방법으로 SNMP-WBEM 게이트웨이를 제안하고 구현하였다. 이는 현재 IP 네트워크의 표준으로 사용되고 있는 SNMP 를 기반으로 한다. 이를 통해 다른 네트워크 관리 방식을 기반으로 한 통합 관리 시스템에서 발생할 수 있는 호환성, 상호운영성 등의 문제점에 대한 해결책을 제시하였다.

### 참고문헌

- [1] W. Curtis Preston, "Using SANs and NAS," O'Reilly, 2002.
- [2] IETF, SNMP Version 3, <http://www.ietf.org/html.charters/OLD/snmpv3-charter.html>. May.2002
- [3] SNIA, "Storage Management Initiative Specification," Version 1.0.1, Sep. 2003.
- [4] DMTF, CIM Policy Model White Paper CIM Version 2.7. <http://www.dmtf.org/standards/documents/CIM/DSP0108.pdf>, June 2003.
- [5] DMTF, "DMTF," <http://www.wbemsolutions.com/tutorials/CIM/wbem.html>.
- [6] Net-SNMP, <http://net-snmp.sourceforge.net/>.
- [7] Sun Microsystems, <http://docs.sun.com>
- [8] 주홍택, 윤정혁, 홍원기, "XML 기반 네트워크 관리를 위한 SNMP-XML 변환기 및 게이트웨이", KNOM Reveiw, Vol. 5, No. 1, June 2002, pp.1-17.
- [9] OpenGroup, "OpenPegasus," <http://www.openpegasus.org>, 1995
- [10] Mi-Jung Choi, Yun-Jung Oh, Hong-Taek Ju, Won-Ki Hong, "Towards XML-based Network Management for IP Networks", KNOM Reveiw, Vol. 5, No. 2, Dec. 2002, pp.1-18.