

SNMP 기반 해상 전투체계 관리 시스템 설계

Design of SNMP-based Management System for Naval Combat System

조명섭 천성은 이용욱 김은희* 홍원기*
Myeong-Seob Cho Sung-Eun Chun Yong-Ook Lee Eun-Hee Kim* James W.K. Hong*
삼성탈레스(주) 시스템2팀 전투체계시스템그룹
* 포항공과대학교 컴퓨터공학과
(발표자 연락처 : mscho@samsung.com)

ABSTRACT The existing management of Naval combat system developed recently does not provide efficient management methods since an integrating management mechanism does not exist. This paper examines the existing Naval combat system management techniques, summarizes their shortcomings, applies the SNMP (Simple Network Management Protocol) mechanism in order to solve their drawbacks and proposes a more efficient management method. Based on SNMP techniques, we analyze the requirements from the perspective of an agent and a manager. We design the management system which consists of an agent and a manager in accordance with the requirements, and also define the information of the management object as SNMP MIB (Management Information Base).

Keyword : Naval Combat System, SNMP, Manager/Agent, MIB

1. 서론

기존 해상 전투체계(LPX, PKX) 관리는 각 장비별로 proprietary한 방법으로 이루어지고 있다. 직접 개발한 장비에 대해서는 관리 메시지 포맷을 별도 정의하여 장비 상태를 감시하며, 랜 스위치, 프린터와 같은 구매 장비는 각 업체에서 제공하는 Web 기반의 UI를 사용하여 별도로 관리하고 있다. 이렇듯, 현 해상 전투체계 관리는 통합적인 관리 메커니즘의 부재로 효율적인 관리 방법을 제공하지 못하고 있다.

본 논문에서는 현 해상 전투체계 관리 기법의 부족한 점을 알아보고, 기존 관리 체계를 네트워크 관리 표준인 SNMP 기반으로 변경하여 그 부족한 점을 해결하고, 더 효율적으로 관리할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 본 논문은 기존 관리 체계의 문제점을 SNMP 기반 관리 기법으로 해결하는 방안을 제시했으며, 이를 바탕으로 SNMP 기반 관리의 요구사항을 에이전트와 매니저 입장에서 분석하였다. 분석된 요구사항을 바탕으로 에이전트와 매니저의 구조를 제시했으며, 관리 대상에 대한 관리 정보를 SNMP MIB으로 정의하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로 SNMP 개요와 SNMP 관리를 해상 전투체계에 도입한 사례에 대해 간단히 설명한다. 3장에서는 기존 해상 전투체계 관리 기법을 분석하고 기존 관리 체계의 부족한 점을 제시하는 동시에 SNMP를 이용하여 부족한 점을 해결하는 방법을 제시한다. 4장에서는 SNMP 기반 해상 전투체계 관리 요구사항을 각각 매니저와 에이전트로 나누어 분석하며, 5장에서는 분석한 요구사항을 토대로 매니저와 에이전트의 구조를 제시한다. 마지막으로 6장에서는 연구 내용을 정리하고 향후 연구 방향을 논의한다.

2. 관련연구

이 장에서는 SNMP 개요와 SNMP 관리를 해상 전투 체계에 도입한 사례에 대해서 설명한다.

가. SNMP 개요

네트워크 관리는 안정적이면서 안전하고 효율적인 네트워크 환경을 제공하기 위해서 네트워크 상에 존재하는 다양한 자원들을 모니터링하고 제어하는 것을 말한다.

네트워크 관리 프로토콜로 대표적인 것은 TCP/IP 네트워크에서 사용되는 SNMP^[1]이다. 인터넷의 관리 체제인 SNMP는 IETF(Internet Engineering Task Force)^[2]에 의해 표준화가 이루어지고 있으며, 네트워크 관리를 위한 관리 구조, 관리 정보의 구조, 관리 프로토콜 등에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다.

SNMP는 1990년 IETF에서 일차로 표준화되었고, 1995년에는 단점을 보완하고 기능을 확장한 SNMPv2^[3]가 표준안으로 제시되었고, 1999년에는 이전 버전을 더욱 확장하고 보안 문제를 해결하기 위한 새로운 버전으로 SNMPv3^[4]가 제안되었다. 현재 가장 많이 쓰이고 있는 것은 처음 표준화된 SNMP인 SNMPv1이고 SNMPv2와 SNMPv3가 일부 사용되고 있다. SNMP 네트워크 관리 구조는 그림 1과 같이 매니저/에이전트 구조로 되어있다.

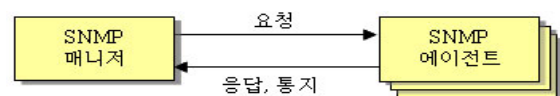


그림 1. SNMP 네트워크 관리 구조
관리 대상 장비에는 SNMP 에이전트가 탑재되어서 관리

대상 장비의 정보를 수집하고 SNMP 매니저는 네트워크 관리자가 장비를 관리할 수 있도록 에이전트로부터 정보를 수집하고 처리하는 기능을 수행한다. 에이전트의 정보를 매니저가 수집하는 방법은 폴링(Polling)과 트랩(Trap)의 두 가지 방법이 있다. 폴링은 매니저의 요청에 대해 에이전트가 응답하는 방법이고, 트랩은 에이전트가 매니저의 요청 없이 발생된 이벤트에 대해서 매니저에게 통보하는 방법이다.

나. SNMP 관리를 해상 전투체계에 도입한 사례

SNMP 관리를 해상 전투 체계에 도입한 예는 영국과 네덜란드에서 찾아볼 수 있다. 영국은 2006년에 진수한 Type 45 차기구축함의 관리에 SNMP 기반의 관리 기법을 적용하여, 장비에 대한 가용/비가용 상태를 중점적으로 감시하는 장애 관리를 대체하였으며, 네덜란드의 경우 TACTICOS 전투관리 체계에 SNMP를 이용한 전투체계 네트워크 관리를 새로이 도입하고 있다.

3. 기존 해상 전투체계 관리 기법 분석

이 장에서는 기존 해상 전투체계 관리 체계의 문제점을 분석하기 위하여 기존 관리 체계의 기능을 살펴보고, 기존 관리 체계의 문제점 및 해결방안을 제시한다.

가. 기존 해상 전투체계 관리 기능 소개

기존 해상 전투체계 관리 기능은 모드관리, 체계 감시 및 통제, 운용자 관리, 체계 파라미터 관리 등으로 구성된다. 그 중에서 본 논문에서 초점을 맞춰 SNMP 기반 관리로 적용하고자 하는 기능은 체계 감시 통제 기능이다.

체계 감시 및 통제 기능은 운용자가 지휘무장통제체계(CFCS)를 구성하는 노드들에 대해서 상태를 실시간으로 감시할 수 있게 한다. 장비상태는 가용, 기능저하, 비가용의 3가지 상태를 가지며 가용은 정상적으로 장비를 운용할 수 있는 상태, 기능저하는 장비의 일부 기능이 사용 불가능하나 운용은 가능한 상태, 비가용은 장비를 운용할 수 없는 상태를 의미한다.

나. 기존 해상 전투체계 관리 기능의 문제점과 해결방안

기존 해상 전투체계 관리 기능의 문제점 및 SNMP 기반의 관리를 통한 해결방안은 아래와 같다.

첫째, 기존 해상 전투체계 관리에서는 통합적인 관리 방법 및 interface가 제공되지 않는다. 개발 장비에 대해서는 다기능 콘솔의 전용 감시화면에서, 상용 장비에 대해서는 별도의 Web 기반의 UI를 통해서 관리가 이루어진다. 이러한 단점은, SNMP 기반의 관리 프레임워크를 통하여 통합된 관리 방법을 제공함으로써 해결할 수 있으며 또한 통합된 UI도 제공 가능하다.

둘째, 기존 전투체계 관리는 성능 관리기능이 미흡하다는 것을 들 수 있다. 네트워크의 대역폭은 알 수 있으나, 각 장비와 랜 스위치 관련된 성능 정보(CPU, Memory)는 알 수 없

다. 이는 SNMP MIB-II^[5]의 Interfaces 그룹에서 제공하는 트래픽의 통계 정보와 인터페이스별 네트워크 트래픽 정보를 얻음으로써 해결할 수 있다. 또한 성능 정보는 HOST-Resources MIB^[6]의 CPU 및 Memory 사용률 모니터링을 통하여 제공받을 수 있다.

셋째, 기존 전투체계 관리는 네트워크 장비 관련 정보를 제공하는 기능이 미흡하다. 각 SBC Board는 CPU와 Memory 정보를 외부 장비 연결(노트북)을 통해서만 알 수 있으며, 장비 감시 단계에서는 가용/비가용의 감시가 가능하지만 LRU 단위에서의 정보는 알 수 없다. 이에 대한 해결책은 각 SBC Board에 SNMP 에이전트를 구현하여 탑재시키고 관리 정보에 대해 추가적인 extension MIB을 정의하여 제공할 수 있다.

마지막으로, 기존 전투체계 관리는 네트워크 장비를 reboot 하거나 shutdown시키는 등의 통제를 가할 수 있는 방법이 마련되어 있지 않다. 이에 대한 해결방법으로는 reboot과 shutdown에 해당하는 MIB 값을 정의하여, 해당하는 MIB 값의 변화에 따라 control action을 호출하여 관리 제어를 수행할 수 있게 한다. MIB 값의 변화에 따라 control action을 호출하여 관리 제어를 수행 하는 것을 side effect 효과라 하는데, 이러한 side effect 효과를 통하여 장비를 reboot하거나 shutdown시키는 기능을 제공하여 이 문제를 해결할 수 있다.

4. SNMP 기반 해상 전투체계 관리 요구사항

3장에서 기존 해상 전투체계 관리 기능의 문제점과 해결책을 살펴보았다. 이를 바탕으로 SNMP 기반의 해상 전투체계 매니저와 에이전트의 요구사항을 분석한 내용은 다음과 같다.

가. 해상 전투체계 SNMP 매니저 요구사항

해상 전투체계 SNMP 매니저 요구사항을 기능적인 요구사항과 비기능적인 요구사항으로 나누어 분석한다.

(1) 기능적 요구사항

- 장애 관리

장애 관리 기능으로 첫째, 실시간 장애 표시 및 알람 설정 기능이 제공되어야 한다. 관리하는 장비에 장애가 발생한 경우, Map을 통해 장비의 아이콘 색을 변경시켜 실시간으로 장애를 표시해야 한다. 둘째, 임계값(Threshold)에 따른 이벤트 발생 설정 및 기록 관리 기능이 제공되어야 한다.

- 구성 관리

구성 관리 기능으로 첫째, 관리 장비의 자동 검색 및 수동 추가, 삭제 기능이 제공되어야 한다. 둘째, Map을 통한 효과적인 장비 관리 기능이 제공되어야 한다. 관리 장비에 대한 Map을 생성하여 장비의 종류에 따라 쉽게 구분할 수 있는 이미지로 표시하고 장비의 상태에 따라 색을 달리 표시하여 쉽게 정상적인 장비와 문제가 있는 장비를 구분할 수 있는 기능이 제공되어야 한다. 셋째, 장비의 IP 주소, 시스템 이름, 장소, 관리자 정보 등 관리 장비의 구성 정보를 설정 및 변경할 수 있는 기능이 제공되어야 한다.

- 성능 관리

성능 관리 기능으로 첫째, 서버의 성능 관리정보에 해당하는 CPU, 메모리, 디스크 사용률 등을 모니터링 하는 기능을 제공해야 한다. 둘째, 네트워크 인터페이스의 성능 관리 정보에 해당하는 트래픽양, 에러량 등을 모니터링하고 분석하는 기능을 제공해야 한다. 셋째, 서버 및 네트워크 장비의 성능을 모니터링한 결과를 그래프로 보여주는 기능을 제공해야 한다. 마지막으로, 서버 및 네트워크 장비의 성능을 모니터링 한 결과를 원하는 파일 형태로 export 하는 기능을 제공해야 한다.

(1) 비기능적 요구사항

해상 전투체계 SNMP 매니저의 비기능적인 요구사항은 다음과 같다. 첫째, 해상 전투체계 SNMP 매니저는 쉽고 편리하며 기존 관리 시스템의 UI와 비슷하여 사용자에게 친숙한 사용자 인터페이스를 제공해야 한다. 둘째, 해상 전투체계 관리에 있어서 중요한 정보는 실시간으로 운용자에게 보고되어야 한다. 예를 들어 장비 상태의 주요 변경에 대해서는 3초 내에 화면에 갱신되는 것을 보장해야 한다.

셋째, 관리 대상 및 네트워크에 부하를 주지 않고 관리 기능이 수행되어야 한다. 네트워크 성능 측정은 매니저가 에이전트에게 주기적으로 관리 정보를 폴링함으로써 이루어진다. 이러한 관리 기능이 대상 장비의 본 기능에 부하를 주거나 네트워크에 부하를 주어 그 본 기능을 방해해서는 안된다. 넷째, fault-tolerant한 관리 기능이 제공되어야 한다. 관리 서버의 장애 발생시, 관리 기능을 끊김없이 지속적으로 제공하기 위하여 제 2관리 서버가 제 1관리 서버를 대신하여 모든 관리를 인계(takeover)받는 방안이 마련되어야 한다.

마지막으로, 관리 정보의 백업 기능이 제공되어야 한다. 운용중인 매니저의 하드 디스크의 문제로 인한 수집한 관리 데이터의 손실을 막기 위해 주기적인 관리 데이터의 백업이 필요하며 백업된 관리 정보를 이용해 매니저를 최신 상태로 복구 할 수 있는 데이터 복구 기능도 제공되어야 한다.

나. 해상 전투체계 SNMP 에이전트 요구사항

본 절에서는 해상 전투체계 SNMP 에이전트 요구사항을 기능적인 요구사항과 비기능적인 요구사항으로 나누어 분석한다.

(1) 기능적 요구사항

해상 전투체계 SNMP 에이전트의 기능적인 요구사항으로 첫째, SMIV2와 SNMPv1 프로토콜(get/set/getnext/trap operations)을 지원해야 한다. 둘째, 각 장비별 관리 정보 값을 매니저에게 제공하기 위하여 실제 관리 대상의 resource에서 수집한 값을 MIB 변수에 채워 넣는 backend interface 기능이 제공되어야 한다. 셋째, 기존 해상 전투 관리 체계가 제공하는 모든 관리 정보와 관리 기능을 제공해야 한다. 그 이외에 side effect 효과를 통하여 장비를 shutdown/reboot 시키는 기능을 제공해야 한다. 넷째, 장비가 booting 되었을 때 SNMP 에이전트도 함께 daemon 형식으로 수행되어야 한다. 필요시에 SNMP 에이전트의 실행을 중지하는 기능도 제공되어야 한다. 마지막으로, SNMP 에이전트의 구성 정보인

community name, port, trap port, trap host IP 등을 설정하는 기능이 제공되어야 한다.

(2) 비기능적 요구사항

해상 전투체계 SNMP 에이전트의 비기능적인 요구사항으로 SNMP 에이전트는 첫째, 내장되는 장비의 다른 일들을 방해하지 않을 정도로 lightweight 하게 구현되어야 한다. 즉, 장비의 기존 제공 기능을 침해하지 않기 위해 시스템의 resource를 적게 사용해야 한다. 둘째, 추후에 필요한 관리 정보와 기능의 추가가 쉽게 확장 가능하게 구조화되어야 한다. 마지막으로, 어떤 새로운 장비에도 탑재되기 위해 유연하게 모듈화되어 설계되고 구현되어야 한다.

5. 해상 전투체계 관리 시스템 설계

본장에서는 4장에서 분석한 요구사항을 바탕으로 해상 전투체계 관리정보를 MIB으로 정의하였으며 해상 전투체계 관리 시스템을 위한 매니저와 에이전트 구조를 제시한다.

가. 해상 전투체계 관리정보 분석 및 MIB 정의

기존 해상 전투체계에서 관리하는 관리정보를 SNMP 기반의 관리체계로 관리하기 위해서는 관리정보를 MIB으로 정의해야 한다. 관리정보는 크게 시스템 정보, 네트워크 정보, 기타 장비 정보로 나누어 표 1, 표 2, 표 3으로 정리하였다. 기존에 정의된 표준 MIB과 CISCO 등 각 장비 업체에서 정의한 enterprise MIB은 새로운 정의없이 기존 MIB을 참조(reference)하여 사용한다.

관리대상정보	값	MIB
장비명/호스트명	Hostname	RFC1213-MIB
IP	ip address	RFC1213-MIB
OS/Version		RFC1213-MIB
장비의 기술적 연결상태	Online/Offline	STC-MIB
장비 운용가능성	Available/Degraded/Not Available	STC-MIB
SBC Board 상태	Normal/Fault	STC-MIB
Ethernet Card 상태	Normal/Fault	STC-MIB
PMC422 Card 상태	Normal/Fault	STC-MIB
Discrete Card 상태	Normal/Fault	STC-MIB
Synchro Card 상태	Normal/Fault	STC-MIB
SCRAMNet Card 상태	Normal/Fault	STC-MIB
Shutdown	On/Off	STC-MIB
장비 CPU 사용률		
- Linux	%	UCD-SNMP-MIB
- Windows NT(XP)		HOST-RESOURCES-MIB
장비 Memory 사용률	%, KB	HOST-RESOURCES-MIB
장비 Disk 사용률	%, GB	HOST-RESOURCES-MIB

표 1. 시스템 관리 정보

관리대상정보	값	MIB
OS/Version		RFC1213-MIB
CPU 사용률	%	OLD-CISCO-CPU-MIB
Memory 사용률	%, MB	CISCO-MEMORY-POOL-MIB
Peak/AVG Traffic	Bytes, %	CISCO-STACK-MIB
Restart	On/Off	STC-MIB
포트별 Tx/Rx Traffic	Bytes	RFC1213-MIB
포트별 Tx/Rx Traffic Error	Bytes	RFC1213-MIB

표 2. 네트워크 관리 정보

관리대상정보	값	MIB
CPU 사용률	%	HOST-RESOURCES-MIB
Memory 사용률	%,MB	HOST-RESOURCES-MIB
총 인쇄대수	개	PRINTER-MIB
LifeCount, PowerOnCount 트너상태 (Toner Empty/Almost Empty)		PRINTER-MIB

표 3. 프린터(기타장비)의 관리 정보

나. 해상 전투체계 SNMP 매니저 설계

해상 전투체계 SNMP 매니저는 그림 2와 같은 구조를 가지고 있다. Basic Management Service의 각 모듈은 아래와 같은 기능을 수행한다.

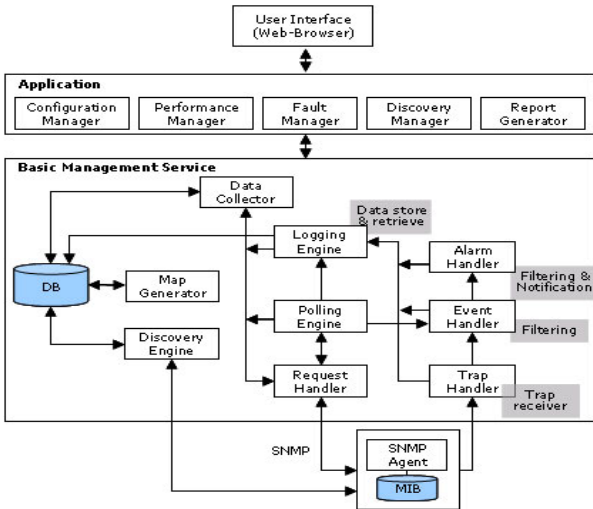


그림 2. 매니저의 구조

- Data Collector: 각 Application이 요청하는 데이터를 SNMP 에이전트로부터 수집 및 Application으로 전달.
- Polling Engine: 주기적으로 모니터링해야 하는 관리정보에 대해 각 정보의 주기에 따라 Request Handler에게 요청.
- Request Handler: SNMP 에이전트에게 SNMP Get/Set 메시지를 보내고 응답받아 전달.
- Logging Engine: 주기적인 모니터링 정보와 이벤트, 알람 정보에 대해 정보의 발생 시간을 포함한 내용을 DB에 저장.
- Discovery Engine: 주어진 네트워크 내의 관리 대상인 장비를 자동적으로 탐색.
- Map Generator: Discovery Engine에서 찾은 장비에 대해 장비간의 연결 정보를 포함한 토폴로지 Map 생성.
- Trap Handler: SNMP 에이전트에서 발생한 Trap 처리.
- Event Handler: Trap Handler로부터 이벤트 데이터를 받아서 처리하고 Logging Engine을 통해 저장.
- Alarm Handler: Event Handler로부터 받은 이벤트를 처리하여 알람을 생성하고 저장하며 Application에 통보.

다. 해상 전투체계 SNMP 에이전트 설계

SNMP 에이전트는 그림 3과 같은 구조를 가지고 있으며 각 장비에 탑재되어 관리 정보를 제공하는 역할을 한다.

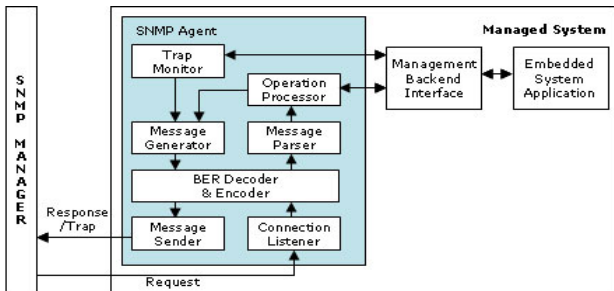


그림 3. 에이전트의 구조

- Connection Listener: SNMP 매니저로부터 요청 대기.
- BER Decoder & Encoder: 수신/응답 메시지를 디코딩/인코딩해서 Message Parser/Message Sender로 전달.
- Message Parser: 디코딩한 메시지를 파싱하여 오퍼레이션 (Get/Set)과 OID(Object Identifier) 값을 분석.
- Operation Processor: Message Parser로부터 받은 메시지 처리에 따라 해당 OID에 관리 동작(Get/Set)을 수행.
- Trap Monitor: Trap으로 정의된 정보에 대해서 값이 변경되면 SNMP 매니저에게 알리도록 실시간으로 모니터링.
- Message Generator: Trap Monitor와 Operation Processor의 요청 시 매니저에게 전송할 응답메시지 생성.
- Message Sender: 인코딩된 메시지를 매니저에게 전송.
- Management Backend Interface: 관리 정보를 MIB값에 채워넣기 위해서 실제 resource로부터 값을 가져오는 역할.
- Embedded System Application: 장비의 embedded OS를 포함한 시스템 응용 부분.

6. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 효율적인 SNMP 기반의 해상 전투체계 관리 시스템 설계를 위해서, 기존 해상 전투체계 관리 방법을 분석하여 기존 관리 체계의 부족한 점을 살펴보았다. 그 부족한 점을 네트워크 관리 표준인 SNMP 기반으로 관리하여 해결할 수 있는 방안을 제시했다. 이를 바탕으로 SNMP 기반 관리의 요구사항을 에이전트와 매니저 입장에서 분석하였다. 분석된 요구사항을 바탕으로 에이전트와 매니저로 구성된 관리 시스템을 설계했으며, 관리 대상에 대한 관리 정보를 SNMP MIB으로 정의하였다.

향후 과제로 앞에서 제시한 시스템을 토대로 SNMP 기반의 전투 체계 관리 시스템의 프로토타입을 개발하여 실제 환경에 테스트함으로써 효율적인 시스템임을 입증하는 연구가 이루어져야 한다.

7. 참고문헌

- [1] William Stallings, "SNMP, SNMPv2, SNMPv3 and RMON 1 and 2", Third Edition, Addison-Wesley, 1999.
- [2] The Internet Engineering Task Force (IETF), "IETF Home Page", <http://www.ietf.org>, Refer July 2007.
- [3] IETF, "SNMP Version 2 (snmpv2)", <http://www.ietf.org/html.charters/OLD/snmpv2-charter.html>, Refer July 2007.
- [4] IETF, "SNMP Version 3 (snmpv3)", <http://www.ietf.org/html.charters/OLD/snmpv3-charter.html>, Refer July 2007.
- [5] K. McCloghrie, M. Rose, "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II", IETF, RFC1213, March 1991.
- [6] S. Waldbusser, P. Grillo, "Host Resources MIB", IETF, RFC 2790, March 2000.