

---

# Mobile Agent 기술을 이용한 네트워크 관리 구조

오 양 훈\*, 송 왕 철\*\*

## Network Management Architecture using Mobile Agent technology

Yang-Hoon Oh, Wang-Cheol Song

### 요 약

Mobile Agent는 네트워크 환경에서 관리자의 작업을 자율적으로 대신 수행하는 이동이 가능한 소프트웨어 프로그램으로 현재 여러 분야에서 응용되어지고 있는 기술이다. 본 논문에서는 분산환경에서 mobile agent 기술을 이용한 네트워크 관리 구조를 제안하였다. Mobile agent를 생성한 후 네이밍 서비스에 의해 분산 객체인 SNMP 대리자 프록시를 찾아내고 이후 mobile agent와 프록시 사이의 통신을 통해 필요한 관리 정보를 획득하여 관리 시스템으로 전달하게 하였다. 분산환경에서 투명성 제공을 위해 CORBA를 기반으로 하였다. 또한 SNMP 대리자를 위한 프록시를 두어 SNMP 대리자와 CORBA 객체인 mobile agent 간의 통신을 가능하게 하였다. 제안된 구조에서 mobile agent는 자동화된 관리 기능 수행이 가능하며 새로운 관리 기능 추가 및 변경을 용이하게 하므로 효율적인 관리 방식을 제공함을 알 수 있었다.

### Abstract

Mobile Agent is a movable software program that autonomously runs on behalf of its operator in a network environment. It has been widely applied to various kinds of computer engineering. In this paper, a network management architecture using the mobile agent technology in the distributed network environment is proposed. After manager system creates the mobile agent, it searches a proxy, a distributed object that acts as the substitute for a SNMP agent. In order to get the management information that manager requires, the mobile agent goes to the proxy and does operations on it. So, only the concise results from the operation are sent to the managing system. The proposed architecture is based on CORBA that provides several transparent characteristics in the distributed environment. In addition, the proxy object that represents

---

\* 제주대학교 정보공학과 대학원

\*\* 제주대학교 정보공학과

접수일자 : 1999년 11월 18일

the SNMP agent enables the mobile agent and the SNMP agent to converse with themselves. In this architecture, the mobile agent can carry out an automated management function, easily change and modify management functions. Therefore, it can provide an efficient management way.

## I. 서론

최근 컴퓨터 하드웨어 처리속도의 비약적인 향상과 정보 네트워크의 저변확대로 사용자들은 네트워크를 통해 필요한 정보를 얻고 있다. 네트워크 사용자들은 사용중인 서비스가 안정적이고 지속적으로 유지되기를 원하며 새로운 기능을 가진 서비스들을 요구하고 있다.

또한 관리자들도 네트워크 상에 존재하는 여러 시스템 자원들을 이용하여 효율적인 이용을 돕고 있다. 이러한 연유로 네트워크는 이질적인 장비와 운영체제로 더욱 복잡해지고 있다. 따라서 네트워크에서 제공하는 서비스들과 네트워크 자체를 관리하기 위한 기능들이 절실히 요구되고 있다.

표준화된 네트워크 관리체계로는 ISO(International Standard Organization)의 CMIP/CMIS(Common Management Information Protocol/Common Management Information Service)와 IEFT(Internet Engineering Task Force)의 SNMP(Simple Network Management Protocol)등의 제안되었고 이러한 표준으로 인해 시스템은 구성요소간의 호환성 및 상호연결성을 보장 받을 수 있으며 일관된 관리를 할 수 있는 토대를 마련하게 되었다.[1]

그러나 제안된 관리 체계들은 중앙집중형 관리 구조에서 오는 관리 시스템의 성능 저하와 네트워크 확장 등의 문제를 노출하고 있다.[2] 표출된 한계를 극복하기 위한 방법으로 웹을 이용한 네트워크 관리가 연구되었으며 또한 OMG(Object Management Group)에서는 분산 객체를 관리하기 위한 공통적인 구조로 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)를 이용한 관리 구조가 제시된바 있다. CORBA는 분산환경에서 소프트웨어 버스의 역할을 하며 사용자들의 사용하는 소프트웨어, 하드웨어의 플랫폼에 구애받지 않고 필요한 정보를 획득할 수 있게 한다.[3]

Mobile Agent 기술은 인공지능분야에서 연구되

기 시작하여 Agent 기술에 이동성을 부여한 기술로 네트워크 상의 이동성과 자율적인 작업을 가능하게 한다. Mobile Agent를 이용한 관리는 관리의 분산, 동적인 관리 기능의 추가, 자동화된 관리 등 특징을 제공한다.[4]

CORBA와 Mobile Agent 기술의 접목은 분산환경에서 네트워크 상의 위치 투명성을 얻을 수 있으며 관리의 분산과 효율적인 자원의 사용, 그리고 네트워크 관리에 유연성을 부여할 수 있다. 따라서 이러한 구조는 효과적인 네트워크 관리 모델로 연구되고 있다.[5]

따라서, 본 논문에서는 효율적인 네트워크 관리를 위해 CORBA를 기반으로 하는 분산환경에서 Mobile Agent를 이용한 관리 구조를 제안하였다.

## II. 분산 네트워크 관리

지난 십 년간 네트워크는 시설과 사용량 등에서 양과 질적으로 괄목할 만큼 성장을 했다. 거대해진 네트워크의 정상적인 동작과 최적화를 위해 적절한 네트워크의 관리가 요구되어진다. 이를 위해 ISO, ITU 그리고 IETF 등에서 네트워크 관리를 위한 서비스, 프로토콜 그리고 관리 구조에 관해 연구를 진행하고 있다.

### 1. 네트워크 관리

네트워크 관리는 네트워크상의 시스템들에 대한 사용자의 네트워크 접근, 사용자 자료의 교환 등 기본적인 기능들을 유지하기 위해서 필요하다. 따라서 네트워크의 관리는 다양한 네트워크 시스템의 초기화 등에 관련된 구성관리, 네트워크 구성 장비의 고장을 검출하고 지역화 시키고 고장을 수리하는 장애 관리, 네트워크의 성능의 지속적인 유지와 향상을 위한 성능관리, 네트워크에 관련된 사용자에 대한 정보 관리를 위해 필요한 계정 관리, 네트워크 장비 및 정보의 적절한 사용을 위한 보

안 관리 등으로 구성되어진다.[1][6]

## 2. SNMP 기반의 네트워크 관리

거대해진 인터넷 관리를 위해 IETF에서 SNMP를 개발하였다. SNMP는 빠르게 진파되어 제조업체 사이의 사실상 표준으로 자리 잡았으며 성능과 보안 기능을 추가한 SNMPv2가 발표되었고 SNMPv3에 대한 연구가 진행 중이다.

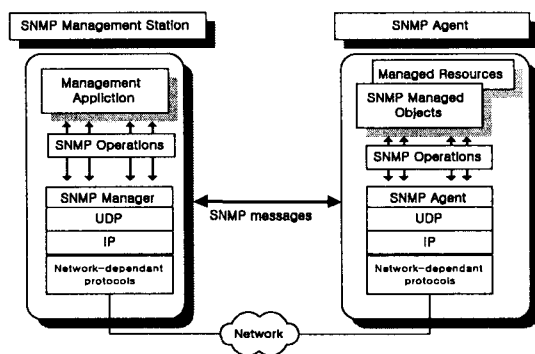


그림 1. SNMP의 역할

Fig. 1. The role of SNMP

SNMP를 사용하는 네트워크 관리 모델은 관리 스테이션, 대리자, MIB(Management Information Base) 그리고 네트워크 관리 프로토콜로 구성되어 있다. 그림 1은 네트워크 관리에서의 SNMP의 역할을 보여주고 있다.

관리 스테이션은 네트워크 관리 시스템과 인간 관리자간의 인터페이스를 제공하며 대리자는 관리 스테이션의 정보 요구에 대한 응답과 대리자의 비정상적인 동작에 대한 알림 기능을 수행한다. 실제 관리되어지는 자원들은 객체로 표현되며 이러한 객체의 집합이 MIB이며 대리자가 관리하는 실제 자원과의 연결고리를 형성한다. TCP/IP 네트워크 관리를 위해 사용되어지는 것이 SNMP이다.[6][7]

SNMP는 비접속 전송 프로토콜인 UDP상에서 구현되며 대리자에게 객체의 값을 검색하기 위한 GET, 객체의 값을 변경하기 위한 SET, 그리고 대리자가 관리 스테이션에 중요한 이벤트를 통지하기 위한 TRAP등의 프리미티브로 구성된다.

MIB-II는 가장 잘 알려진 중요한 MIB이며 IP,

ICMP, UDP, TCP, EGP, 그리고 SNMP 등 대부분의 인터넷 프로토콜을 제어 할 수 있다.

## 3. 분산 네트워크 관리

초기 시스템 관리는 중앙에 있는 대형 컴퓨터가 모든 서버 시스템을 관리하는 대형 호스트 중심의 중앙 집중형 관리 방법이다. 이 방식은 중앙의 관리 시스템에 모든 작업이 집중되어 중앙의 컴퓨터에 모든 작업부하가 걸리는 부하의 집중화 문제를 초래했다. 또한 모든 서버 시스템의 정보를 중앙의 관리 시스템으로 전송한 후 처리하므로 실시간 관리에 제한이 있었다. 이러한 문제들을 해결하고자 클라이언트/서버 기술을 이용하여 일정하게 작업을 중형 컴퓨터로 분배하여 처리하게 하는 분산 컴퓨터 시스템이 개발되었다. 분산 컴퓨팅 기술은 시스템 자원의 공유가 가능하고 서비스 제공자와 요청자가 분리되며 시스템 규모의 확장과 조정에 유연성을 부여한다. 네트워크 환경이 분산 환경으로 변화됨에 따라 네트워크 관리 구조 또한 기존의 중앙 집중형 네트워크 관리구조에서 분산 네트워크 관리로 변화하였다. 분산 네트워크 관리에서는 중앙의 관리 시스템을 대신하여 관리와 서비스 기능을 동시에 지닌 스테이션들을 통해 관리 기능들을 수행하게 한다. 이러한 구조는 기존 구조에서의 중앙의 관리 시스템 지니는 잠재적인 장애점이 제거될 수 있으며, 지역적으로 산재해 있는 관리정보를 중앙의 관리 스테이션으로 전송하는데 사용되는 네트워크 비용을 감소시킬 수 있다. 따라서 기존의 중앙 집중형 관리 구조에 비해 좀더 효율적인 네트워크 관리를 가능하게 한다. 분산환경에서 이질적인 시스템을 지원하며 객체의 위치 투명성과 접근 투명성을 지원하는 CORBA를 이용하려는 연구와 네트워크 환경에서 이동이 가능한 Agent를 통해 관리 작업을 대신 수행하는 Mobile Agent 기술들이 효율적인 네트워크 관리를 위해 연구되어지고 있다.

## III. Mobile Agent 기술

Agent는 관리자의 작업을 대신 수행하는 독립적

인 소프트웨어 프로그램을 의미하며 인공지능 연구에서 비롯되었다. 이러한 Agent는 속성에 따라 여러 Agent로 분류하고 있다. Agent를 분류하는 속성으로는 자율성, 지능성, 이동성, 사회성 등이 있다.

### 1. Mobile Agent

Mobile Agent는 Agent의 기본 개념에 이동성 속성을 부각시킨 것으로 네트워크 상을 자유롭게 이동하면서 관리자의 작업을 대신하는 처리하는 Agent를 의미한다.[8] 따라서 Mobile Agent는 인터넷 등과 같은 네트워크 환경에서 사용자를 대신해서 정보를 수집하기 위해 네트워크 사이를 자율적으로 이동하면서 필요한 정보를 수집해서 제공해준다.[9] 이러한 Mobile Agent 시스템을 구현하기 위해서는 실제로 Mobile Agent의 기능을 구현할 수 있는 프로그램 언어, 이를 실행 할 수 있는 인터프리터, 그리고 Agent들 사이의 통신을 지원하기 위한 프로토콜이 필요하다.[10] Mobile Agent를 구현하는 프로그램 언어는 사용자들이 원하는 기능을 쉽게 구현 할 수 있어야 하며 Agent-TCL, Java, Telescript 등의 언어가 고려되었다. 인터프리터는 프로그램화된 Agent가 시스템의 플랫폼에 관계없이 투명하게 동작될 수 있어야 하며 프로토콜 또한 Agent들이 하부의 네트워크 프로토콜에 상관없이 서로 간의 정보교환 및 이동할 수 있는 수단을 제공해야 한다.

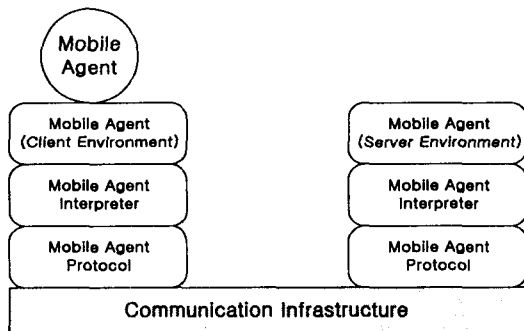


그림 2. Mobile Agent 시스템 모델  
Fig. 2. Model of mobile agent system

그림 2는 개념적인 Mobile Agent 시스템 모델을 보여주고 있다.

### 2. Mobile Agent 플랫폼

Mobile Agent 시스템 구현을 위해 여러 플랫폼들이 제안되었다. Java를 기반으로 하여 WWW과의 연동을 지원하는 미츠비시 Concordia, 인터넷 환경에서 자바 mobile agent인 Aglets을 생성할 수 있는 IBM ASDK(Aglets Software Developer Kit), 순수 자바로 mobile agent 구현을 위한 클래스 라이브러리를 제공하는 General Magic Odyssey, 그리고 CORBA 환경에서 mobile agent를 위한 하부구조를 제공하는 IKV++ Grasshopper, TCL을 확장한 스크립트 언어인 Agent-TCL을 이용하는 Dartmouth 대학의 D'Agents, 분산 환경에서 Java를 이용해서 mobile agent를 생성하는 Objectspace Voyager 등이 있다.[8][9][11][12]

Objectspace의 Voyager는 순수 자바언어로 구현되었고 정규 Java 문법을 사용하여 Object와 Agent의 이동성을 지원하도록 설계되었으며, CORBA나 DCOM(Distributed Component Object Model) 등의 분산환경을 지원하며, 원격지에서 실행을 위한 다른 자바 class들의 수정이 필요 없으며 상대적으로 작은 크기로 구성 되어있으며 다른 ORB들에 비해 빠른 응답시간을 갖는다.[13] Voyager는 그림 3에

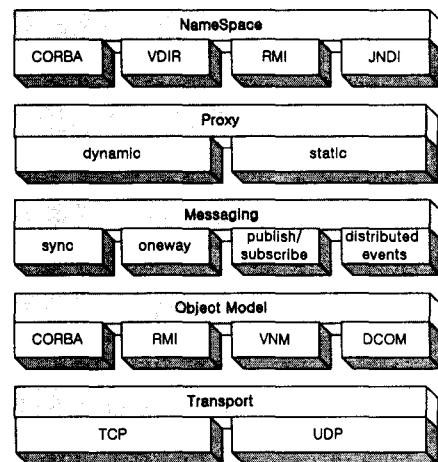


그림 3. Voyager의 구조  
Fig. 3. Universal architecture of Voyager

서 보듯이 융통성 있는 구조를 가진다.

IIOP(Internet Inter-ORB Protocol)상의 CORBA, ORPC(Object Remote Procedure Call)상의 DCOM 그리고 JRMP(Java Remote Method Protocol)상에서 동작하는 RMI(Remote Method Invocation)등의 이질적인 ORB와도 투명하게 동작이 가능하고, SunSoft의 RMI가 일시적인 네이밍 서비스를 지원 하는 반면 고유의 네이밍 서비스를 가지고 있으므로 지속적인 네이밍 서비스를 지원한다. 그리고 Object의 pass-by-value 속성, 동적인 Class loading 과 향상된 메세징을 지원한다.

### 3. Mobile Agent를 이용한 네트워크 관리

기존의 관리 시스템은 관리 스테이션과 관리대상 사이의 빈번한 데이터의 교환으로 많은 네트워크 대역폭을 사용하며 네트워크 관리를 위해 많은 수 작업들을 직접 관리자가 처리해야만했다.

Mobile Agent는 비동기적인 작업 수행이 가능하므로 호스트 간 이동 후에도 실행이 가능하며 심지어 연결이 해지된 후에도 동작이 가능하다. Mobile Agent는 자신이 수집한 데이터를 지역 호스트에서 처리를 해서 필요한 정보만 전송하므로 상대적으로 적은 네트워크 대역폭을 사용하며 관리 대상 시스템에서 동작되므로 실시간 관리가 가능하다. 위치한 실제 자원 Mobile Agent는 이동된 시스템의 자원들을 사용하므로 관리 시스템은 CPU와 메모리 등의 시스템 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있게 된다. 또한 관리자가 해야할 일들을 Mobile Agent가 대신 처리하므로 관리자가 네트워크 관리 작업에 빠앗기는 시간을 단축할 수 있게 한다. 서로 다른 장비와 환경으로 구성된 네트워크 환경에서 편리하게 응용프로그램을 개발할 수 있게 한다. Mobile Agent를 이용한 연구로는 Delegated Agent를 통한 관리 기능을 수행하는 MbD(Management by Delegation), mobile 코드를 네트워크 관리에 이용한 Perpetuum Mobile Procura 프로젝트, 이질적인 네트워크 환경에서 Mobile Agent에 의한 서비스 관리에 관한 CAMELEON 프로젝트, 정보 하부구조 관리를 위해 mobile agent를 이용하는 MIAMI 프로젝트 등

이 진행되고 있다.[2][14]

또한 분산객체를 지원하는 CORBA환경에서 Mobile Agent를 이용한 네트워크 관리는 CORBA에서 제공하는 네이밍, 라이프 사이클, 보안 서비스 등의 기존 서비스들을 사용할 수 있으며 분산 환경에서의 위치 투명성을 보장받을 수 있다.[12] 한 장점으로 인해 CORBA를 기반으로 하는 mobile agent를 이용한 네트워크 관리가 연구되어지고 있다.

## IV. 네트워크 관리 시스템 설계 및 구현

Mobile Agent를 이용한 네트워크 관리 시스템은 SUN Solaris 2.6/7과 MicroSoft Windows 98/NT 상에서 동작되며 Java, 분산환경을 지원하는 Mobile Agent 플랫폼인 Voyager,[14] 그리고 SNMP 대리자와의 통신을 위해 AdventNet API를 사용하여 구현하였다.[15]

### 1. 분산시스템 구조

본 논문에서는 mobile agent 기술을 바탕으로 CORBA 환경에서 효율적인 네트워크 관리를 위해 그림 4와 같은 네트워크 관리 구조를 제안한다. CORBA 기반의 mobile agent를 이용한 시스템의 기본 특성으로 구현된 코드의 이동성과 플랫폼에 독립적인 실행을 위해 Java가 사용되었으며, 네트워크 상의 위치 투명성과 네트워크 투명성을 얻기 위해 CORBA를 기반으로 하였다.

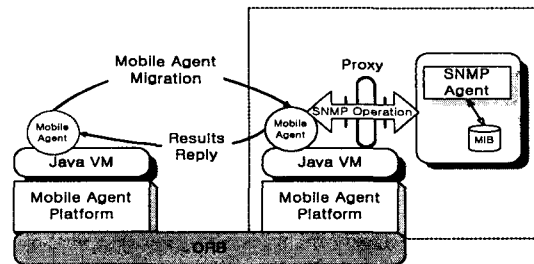


그림 4. 네트워크 관리 시스템 구조

Fig. 4. Architecture of network management system

생성된 mobile agent는 네이밍 서비스를 이용하여 SNMP 대리자를 CORBA 객체화한 프록시 객

체를 찾고 mobile agent와 프록시 객체와의 통신을 통해 필요한 관리 정보들을 얻어내며 이를 관리자가 원하는 정보로 변환한 후 관리 시스템으로 결과를 반환한다. 시스템 관리 프로토콜인 SNMP를 이용하여 SNMP 대리자와 통신을 하기 위해 시스템마다 하나의 프록시를 생성하였다. 이 프록시 객체는 관리자가 CORBA를 기반으로 하여 피 관리 시스템을 분산환경 하에서 찾아 접근할 수 있게 하며 또한 IDL(Interface Definition Language) 방식의 접근을 SNMP 프로토콜 스택을 이용한 동작으로 중계하는 기능을 한다.

분산 환경에서의 mobile agent를 이용한 네트워크 관리 시스템의 구조는 CORBA 네이밍 서비스를 이용하여 프록시 객체를 찾고 이후 관리자의 작업을 대신 수행하는 mobile agent가 ORB를 통해 목적지 시스템으로 전송한다. 목적지로 이동된 mobile agent는 Java 가상 머신에 의해 실행되며 CORBA 객체화된 SNMP 대리자 프록시와 오퍼레이션을 수행하여 작업을 완료한다. 얻어진 결과를 mobile agent는 ORB를 통해 관리 시스템으로 반환한다.

본 논문에서 제안된 분산환경에서의 mobile agent를 이용한 네트워크 관리 구조는 분산 객체의 위치 투명성과 mobile agent의 자율적인 작업 수행과 이동 특성으로 인해 효율적인 네트워크 관리를 가능하게 한다.

## 2. Prototype

코드의 이동성과 플랫폼에 독립적인 프로그램의 실행을 위해 프로그래밍 언어로 SUN Microsystem의 Java가 사용되었으며 Mobile Agent의 생성, 이동, 실행, 그리고 통신을 위한 하부구조로 Objectspace의 Voyager를 이용하였으며 SNMP 대리자와는 AdventNet API를 통해 MIB내의 필요한 정보를 획득한다. 그림 5는 구현된 시스템의 동작과정을 보여주고 있다.

구현된 시스템의 동작과정은 다음과 같다.

- ① Mobile Agent를 생성한다.  
Mobile Agent 인터페이스와 Mission 인터페이스를 정의한다.
- ② Mobile Agent를 ORB에 등록한다.

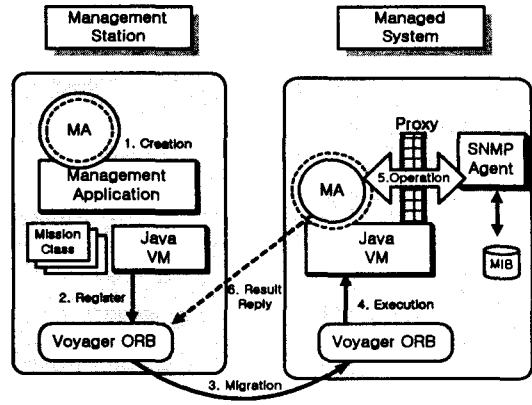


그림 5. 관리 시스템의 동작

Fig. 5. Operations of management system.

- ③ Mobile Agent가 관리 대상 시스템으로 이동한다.
- ④ Java 가상 머신에 의해 Mobile Agent가 실행된다.
- ⑤ Mobile Agent가 SNMP 대리자 프록시와 통신을 통해 필요한 정보를 획득한다.
- ⑥ 관리자가 원하는 정보를 관리 스테이션으로 반환한다.

본 논문에서는 SNMP 대리자를 CORBA 객체화한 프록시를 찾기 위해 OMG에서 제공하는 COSNaming 서비스 대신에 Voyager에서 지원하는 Voyager 네이밍 서비스를 이용하였다.

본 논문에서 mobile agent가 프록시 Object를 통해 MIB내의 값을 수집하여 필요한 관리 정보를 관리 스테이션에 알려 주도록 하였다.

관리 시스템은 SUN 워크 스테이션이며 관리 대상 시스템은 인텔 Pentium 프로세스 상의 Solaris 7, Windows 98/NT 등이 호스트 장비와 PC를 사용되었다. 관리 기능으로는 MIB-II의 관리 정보를 이용하는 것으로 현재 네트워크 인터페이스를 통해 송수신 되는 패킷량과 송수신 에러패킷율을 알려주는 관리 작업과 각 프로토콜별 수신과 송신에 관한 에러율을 측정하기 위한 관리 작업을 설정하였다.

그림 6은 Mobile Agent가 관리 작업을 수행한

대상 시스템의 화면이다.

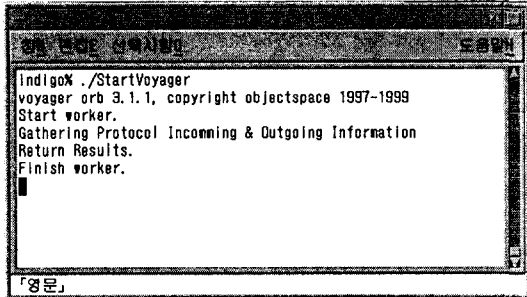


그림. 6 관리 대상 화면  
Fig. 6. Snapshot of managed system

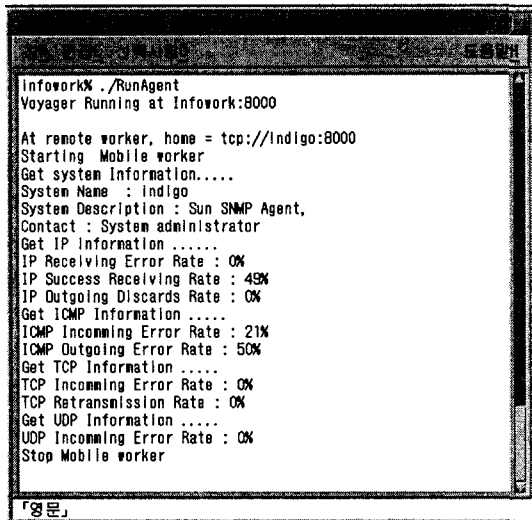


그림. 7 관리 시스템 결과 화면  
Fig. 7. Snapshot of managing system

그림 7은 Mobile agent가 IP, ICMP, TCP, UDP 등의 인터넷 프로토콜의 상태를 알아보기 위한 관리 작업을 수행하여 관리 시스템으로 알려주는 화면이다.

### V. 결 론

본 논문은 기존의 중앙집중형 관리구조에서 관리 스테이션의 성능 저하문제와 네트워크 확장성 문제를 해결하고자 CORBA를 이용한 분산 환경에

서 Mobile Agent 기술을 적용한 효율적인 네트워크 관리 구조를 제안하였다. 따라서 본 논문에서는 관리자의 노동 집약적인 네트워크 관리 작업들을 mobile agent가 대신하여 수행하고 관리 작업의 수정만으로 원하는 결과를 얻어낼 수 있으므로 동적인 관리작업이 가능함을 알 수 있었다. 분산 객체 기술인 CORBA를 사용하므로 관리 대상 시스템에 대한 네트워크 상의 위치 투명성을 확보할 수 있다. 그런데, SNMP 프로토콜은 시스템 관리 목적으로 만들어진 프로토콜이므로 CORBA에서 제공하는 Object 서비스를 이용하기 위해 각각의 시스템에 하나의 CORBA 객체화된 프록시 객체를 만들어 분산 환경에서 관리 시스템과 통신이 가능하도록 하였다. Mobile agent는 관리 대상 시스템에서 각 프로토콜별 상태와 인터페이스 상태를 검사하는 관리 작업을 수행하게 하였다. Mobile agent에서 관리 기능을 담고 있는 관리 작업의 수정을 통해 다양한 관리 기능 수행이 가능한 관리 구조를 통해 분산환경에서 효율적인 네트워크 관리가 가능함을 볼 수 있었다.

앞으로, OMG에서 표준화가 진행중인 MASIF(Mobile Agent System Interoperability Facilities)에 부합하는 mobile agent 인터페이스 개발을 통한 기존의 CORBA 서비스와의 연동을 위한 노력이 요구되어진다.

### 참고문헌

- [1] Morris Sloman, Network and distributed systems management, Addison Wesley, 1996
- [2] G. Goldszmidt and Y. Yemini. Distributed management by delegation, In proceedings of the 15th International Conference on Distributed Computing Systems. 1995
- [3] Robert Orfali, Dan Harkey, Client/Server Programming with Java & CORBA 2nd Edition. 1998
- [4] Yechiam Yemini, Sushil da Silva, Towards programmable networks, 1996
- [5] A CORBA environment supporting Mobile Agent, IKV++ GmbH, 1999

- [6] William Stallings, SNMP SNMPv2 and RMON, Addison Wesley, 1996
- [7] David Perkins, Evan McGinnis, Understanding SNMP MIBs, prentice Hall, 1997
- [8] Mitsubishi Electric ITA Horizon Systems Lab., Mobile Agent Computing-A White Paper, 1998
- [9] Colin G. Harrison, David M. Chess, Aaron Kershenbaum, Mobile Agents: Are they a good idea?, 1995
- [10] Steven Versteeg, Language for Mobile Agents, 1997
- [11] J. E. White, Mobile Agents White Paper, 1996
- [12] Mobile Agent System Interoperability Facilities Specification, OMG, 1997
- [13] Graham Glass, Voyager ORB Guide 3.0, 1999
- [14] MIAMI consortium, Mobile Intelligent Agents for Managing the Information Infrastructure, 1998
- [15] AdventNet SNMP API Tutorial, AdventNet inc., 1998
- 오 양 훈(Yang-Hoon Oh)  
1992. 3 ~ 1998. 2 제주대학교 정보공학과(공학사)  
1998. 2 ~ 2000. 2 제주대학교 정보공학과(공학석사)  
2000. 3 ~ 현재 제주대학교 섬문화연구소 연구원  
\* 주관심분야 : 이동 에이전트, CORBA, SNMP, Web기반 응용
- 송 왕 철(Wang-Cheol Song)  
1989년 2월 연세대학교 전자공학과 공학사  
1991년 2월 연세대학교 전자공학과 공학석사  
1995년 2월 연세대학교 전자공학과 공학박사  
1996년 2월~현재 제주대학교 정보공학과  
\* 주관심분야 : TMN, 분산망 관리, CORBA, mobile agent 등