

가상 경로 재구성과 대역폭 제어를 이용한 망 성능 관리 모델

正會員 김 규 호*, 조 국 현**

The Network Performance Management Model using Path-reconfiguration and Bandwidth-control

Kyu-Ho Kim*, Kuk-Hyun Cho** *Regular Members*

※본 논문은 한국과학재단 연구과제임 941-0900-026-2

요 약

일반적으로 망의 성능은 경로 설정, 대역폭, 각종 타이머등과 같은 다양한 파라메타에 따라 달라진다. 이러한 파라메타의 설정은 망 설계나 운영상에서 시스템의 효율성이나 안정화 관점에서 적절히 선택하여 적용한다. 그러나, 링크나 노드의 장애, 트래픽 폭주 등과 같은 망 환경에 동적으로 적용하기에는 많은 어려움이 야기된다. 이러한 동적인 변화는 망의 제어와 관리를 통하여 망의 파라메타를 변경시킴으로써 망의 성능을 향상 시킬 수 있다. 본 연구에서는 이러한 프로토콜 파라메타와 망의 성능 사이의 관계를 이용하여 망의 전반적인 성능 향상을 위한 성능 관리 모델을 제시한다.

본 연구에서는 ATM 망을 대상으로 하였으며, 경로 설정 파라메타와 대역폭 변경 파라메타가 성능에 영향을 미치는 정도를 조사하여 효율적인 성능 관리 모델을 제시한다.

ABSTRACT

Generally, the performance of the computer network may differ according to various parameters like routing, bandwidth and timers.

Since the network system requirements may widely vary according to specific application, computer network

*서울보건전문대학 사무자동화과
Dept. of Office Automation, Seoul Health Junior Collage.

**광운대학교 전자계산학과
Dept. of Computer Science, Kwang-Woon University.
論文番號:96189-0626
接受日字:1996年 6月 26日

must be tailored at the design stage by selection of appropriate protocols and assignment of default parameter.

However, since the condition under which a network actually operates may change from that considered at the design stage, control and management action are required to adjust the network parameter so that the performance of network is satisfied.

This paper presents design of a performance management model to improve network performance by on line adjustment of protocol parameters like routing table, bandwidth.

I. 서 론

망이 점차 방대해지고 복잡해짐에 따라 망의 효율적인 관리가 요구되고 있으며, 이와 더불어 망의 성능에 많은 관심을 가지게 되었다. 망의 성능은 경로 설정 방법, 대역폭 할당 폭, 각종 타이머 등과 같은 다양한 파라메타에 따라 달라지며, 이러한 파라메타의 설정은 망 설계나 운영 상에서 망 시스템의 효율성이나 안정화 관점에서 적절히 선택하여 적용한다. 그러나 링크나 노드의 장애, 트래픽 폭주 등과 같은 망 환경에 동적으로 적용하기에는 많은 어려움이 야기된다.

이러한 동적인 망 환경에 적응하는 일은 망 관리 시스템이 책임을 가지며, 망을 신뢰성 있고, 유동적이며, 효율적이도록 동작을 수행하여야 한다.^[1, 2, 3]

한편, ISO와 ITU-T에서는 관리나 장비 형태에 무관하게 모든 응용 서비스를 통합 처리하고 이기종 자원으로 구축된 망 자원에 대한 관리의 용이성을 갖도록 OSI 모델을 기반으로 OSI 관리 모델을 제안하고 이에 따르도록 권고하고 있다. 이 모델은 구성 관리, 성능 관리, 계정 관리, 장애 관리, 보안 관리 등의 기능으로 구성된다. 이러한 관리 기능 중, 성능 관리는 망과 관련된 자원의 성능을 감시 제어하고 통계 데이터를 수집하여 통신 행위의 효율성을 증진시키기 위해 사용한다. 이러한 기능에는 성능을 평가하기 위해서 데이터를 수집하는 기능을 수행하는 감시 기능, 원격 시스템에서 성능 관련 데이터의 측정을 제어하는 파라메타의 설정 등을 수행하는 제어 기능, 성능 관련 정보를 얻기 위한 분석 기능, 자원 구성 파라메타 변경, 망 트래픽 재분산 등과 같이 성능을 개선시키기 위한 자원의 변경 기능을 수행하는 튜닝 기능이 지원된다.^[1]

한편, 가상 경로는 ATM 망에서 두 종단 시스템간의 정의된 논리적인 경로이다. 이것은 각 노드의 구

조를 단순화, 각 전송 노드 처리 시간 단축, 효율적인 경로 설정과 대역폭 제어에 장점을 가진다. 그러나 고정된 경로 배정과 각 가상 경로에 대한 일률적인 대역폭 배정은 트래픽 폭주, 노드의 장애 등과 같은 망의 동적인 상황에 대한 대응 능력이 미흡하기 때문에 다중 경로 설정과 동적인 대역폭 변경을 통하여 망의 성능을 개선시키고자 하는 많은 연구가 진행되고 있다.^[4, 5, 6, 7]

본 연구에서는 ATM 망의 성능에 많은 영향을 미치는 가상 경로 배정과 대역폭 설정 파라메터를 효율적으로 제어하여 망의 성능을 개선시키기 위한 알고리즘을 제시한다. 또한 가상 경로에 대한 경로 재구성과 각 가상 경로의 효율적인 대역폭 제어 기법어 성능에 미치는 영향을 분석한다. 이 모델은 OSI 관리 구조를 기반으로 설계되었으며, 관리 시스템, 피관리 시스템, 관리 자원으로 구성된다.

II. OSI 망 관리와 ATM 망

2.1 망 관리

OSI 망 관리는 망과 관련된 자원을 제어, 조정, 감시하기 위한 기능들로 구성된다. 이러한 망 자원은 OSI 관리 관점에서 피관리 객체(Managed Object)라 하며, 자원 관리의 목적을 위하여 실제 자원에 논리적인 특성을 부여한다.^[1]

피관리 객체는 관리 동작, 통지 기능이 허용되며, 어트리뷰트는 객체의 특성을 나타낸다. OSI 관리 모델은 시스템 관리, 계층 관리, 계층 동작으로 구분되며, 계층 관리는 각 계층에 관련된 피관리 객체의 관리를 말한다. 시스템 관리는 OSI 환경 내의 모든 피관리 객체에 대한 관리 기능을 제공한다. OSI 관리에 대한 요구는 자체 동작, 혹은 개방 시스템간 정보 통신에 의해서 요구되는 기능에 따라 결정된다. 이때

교환되는 관리 정보는 제어, 관리 정보, 사건 보고 등과 같은 정보를 교환하는 관리 정보전송 프로토콜에 의해 전송된다.

OSI 관리 환경은 그림 1과 같이 관리자, 피관리자와 피관리 객체로 구성된다. 피관리 객체는 통신 자원과 같은 실제계의 자원에 대한 추상적인 관점이다.

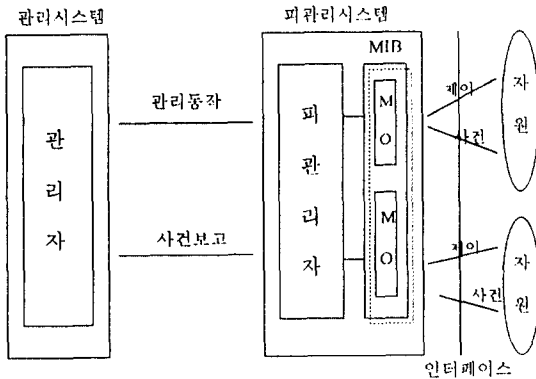


그림 1. OSI 망 관리 모델
Fig. 1 OSI Network Management Model

관리 기능과 관련된 자원의 관점은 피관리 객체의 경계를 통하여 관리 정보를 교환하며, 관리 기능과 관련되지 않은 측면은 MO에서 관계하지 않는다.

피관리자는 그의 로컬 시스템을 통해 MO를 볼 수 있는 분산 응용의 한 파트이다. 피관리자는 관리자로부터 관리 오퍼레이션을 위한 요청을 받고, MO에 이러한 오퍼레이션에 적용한다. 또한 피관리자는 로컬 시스템의 MO로부터 관리와 관련된 사건의 통지를 받고 주어진 조건하에 관리자에게 그것을 보낸다.

관리자는 분산 관리 응용의 한 부분이며 오퍼레이션을 요청하고 통지를 수신한다. 관리자에 의해 제어되는 피관리 시스템은 그 자신의 피관리자를 가지고 몇개의 로컬 시스템으로 구성될 수 있다.

2.2 ATM 망

ATM 망은 본질적으로 노드들, 전송 회선과 같은 물리 링크, 그리고 종단점으로 구성된다. VC는 정보를 교환하는 두 종단점 사이에서 정의되며, 종단점 사이의 전송 경로는 망 경로 설정 알고리즘에 의해 여러 홉의 경로가 설정된다.

이러한 경로는 ATM 헤더의 VCI를 사용하여 경로에 따라 각노드에서 경로 설정표에 대한 처리를 수행한다. 이러한 처리는 각 VC 마다 콜 설정 과 해제에 많은 시간이 요구됨으로써 노드 오버 헤드를 야기한다. 전송 정보 단위인 각 셀은 그들이 속한 VC에 배정된 경로에 따라 전송된다.¹⁾

이러한 망에서는 여러 노드 기능이 필요하다. 첫째 각 노드에서 각 셀이 보내질 링크나 수신된 셀이 보내질 종단점을 알아야 한다. 또한 VC에 대한 호 요청과 경로를 설정하기 위해서는 경로 설정 테이블 근거하여 경로가 미리 결정되어야 한다. 요청된 호를 위해 충분한 대역폭이 없다면 호 설정은 망의 과잉 밀집을 회피하기 위해 거절되며, 호 지연이나 호 손실과 같이 미리 명시된 전송 품질은 연결된 모든 VC를 위해 보장되어야 한다. 그러므로 호 설정에서 콜을 거절하거나 받아들이는 결정 또한 필요하다.

VP는 가상 경로는 이러한 노드의 기능의 일부를 단순화 하거나 제거하기 위한 개념이다. VP는 두개 이상의 순차적인 물리 링크로 연결되며, VPI(Virtual Path Identifier)는 모든 VC에 공통적인 식별자로서 정의된다. 다른 VC에 속한 셀들 모두 VPI만을 사용하여 스위치됨으로써 호 설정에서 발생하는 처리 부하를 감소시킨다. 가상 경로를 사용함으로써 다음과 같이 필요한 노드 기능은 효과적으로 단순화된다.

호 설정에서 전송 노드의 경로 테이블은 갱신될 필요가 없다. 이것은 각 호 요청 단계에서 가상 경로 식별자(VPI)를 정의함으로써 가능하다. 가상 경로를 통과하는 전송 노드에서 도착 셀을 보내기 위한 링크는 경로 설정 테이블과 비교함으로써 간단하게 처리될 수 있다. 경로 테이블은 가상 경로와 관련되고, 각 셀과는 연관되지 않기 때문에 경로 테이블의 갱신은 각 호 설정 시 불필요하다. 호 설정에서 경로 설정 절차를 보면, 각 종단점은 각 노드로부터 가장 적당한 가상 경로를 설정하기 때문에 전송 노드에서는 이러한 기능이 제거된다. 또한 전송 노드는 각 호 설정에서 대역폭 할당 절차가 자유롭다. 이것은 각 종단 노드에서 가상 경로의 사용 대역폭에 대한 요청 콜의 대역폭을 비교함에 의해 수용된다.

가상 경로의 단점으로는 망 자원의 비효율적인 사용으로 인해 처리를 감소, 총 호 손실을 증가가 일어난다. 이는 용량 공유의 정도가 감소되기 때문이다.

그러므로 이러한 점을 해결하기 위해서는 가상 경로 배정과 각 가상 경로에 배정된 대역폭 제어 기술을 이용하면 고정적인 대역폭 배정보다 성능을 개선시킬 수 있다.¹⁶⁾

ATM 망에서 전체적인 성능 개선을 위해서는 다음과 같은 해결 방법이 지원되어야 한다. 첫째, 망의 처리율을 극대화하기 위해 가상 경로에 배정된 물리 링크 설정시 휴수를 최소화 한다. 둘째, 장애나 과잉 밀집, 다른 시간 프레임상에서 트래픽 특성 등과 같은 망 운영 상태의 조건 변화에 적응하기 위해 VC/VP 재구성이 필요하다. 망에서 경로 유지에 요구되는 기능은 VP/VC 할당 대역폭에 대한 신속한 변경, 망 장애의 신속한 검출 및 VP/VC의 재경로 설정, 다른 시간대의 트래픽 변화에 적응 하기 위한 VP의 삭제 및 추가 등이다.

2.2.1 대역폭 동적 할당

ATM 망에서 각 가상 경로에 대한 대역폭은 시스템 설계시에 고정적인 값을 유지하는 고정 대역폭 방식과 각 가상 경로에 대한 경로가 망 트래픽에 유동적인 대역폭 값을 가지는 유동 대역폭 방식이 있다. 고정 대역폭 방식은 구현하고 유지하기에 간단하지만 망의 동적인 상황에 민감하지 못하고, 자원의 비효율적인 상황을 야기할 수 있다. 그러나 유동 대역폭 방식은 구현과 유지 보수에 어려움이 있지만 트래픽 양에 유동적이기 때문에 자원의 효율적인 이용이 가능하다. 가상 경로의 대역폭을 제어하기 위한 기본적인 알고리즘은 다음과 같다.

- 현 대역폭이 종단 노드에서 새로운 콜 도착을 연결시키기 위해 불충분 하다면, 명시된 값 만큼 대역폭을 증가 시키다.
- 증가가 허용된다면 대역폭을 증가 시키고, 콜을 위해 VC를 설정, 그렇지않다면 현재 대역폭을 유지하고 콜을 거절
- 가능하다면 가상 경로 상태에 따라 명시된 값 만큼 대역폭 감소

이 알고리즘은 대역폭 변경, 제어의 범위에 따라 다소 차이가 있으며, 망의 성능은 이러한 파라메타의 선택에 의존한다.

2.2.2. 가상 경로의 재설정

ATM 망에서 경로 설정은 VC와 VP의 경로 설정표를 통하여 이루어진다. 한 VP는 다른 VCI 값을 갖는 여러 VC를 다중화함으로써 스위치에서 VPI 만을 이용하여 스위칭된다. 또한 VP의 종단 노드에서는 VP/VC 스위치를 이용하며, 현 VPI, VCI 두개의 값은 새로운 VPI, VCI 값으로 변경됨으로써 연결된다.

이러한 가상 경로는 여러 개의 물리 링크와 노드의 집합 노드로 구성되며, 여러 가상 경로는 한 물리 링크상에 다중화되며, 여러 VC는 한 가상 경로에 다중화된다.

한편, 가상 경로를 구성하는 링크나 노드에서는 장애와 같은 비정상적인 상태가 발생한다. 장애 발생은 전체 망의 성능 저하를 야기할 뿐만 아니라 사용자의 QOS를 제공하지 못한다. 이러한 장애는 신속한 검출 및 복구 메카니즘이 요구된다.

ATM 망에서 경로 복구에 대한 문제는 이미 많은 연구가 수행되고 있다. 이러한 연구는 가상 경로의 각 종단 노드간의 단대단 해결 방법을 제시하고 있다. 그러나 하나의 가상 경로는 다수의 물리 링크나 노드로 구성되며, 가상 경로의 장애는 이러한 물리 링크나 노드의 장애를 의미한다. 한 물리 링크에서는 다수의 가상 경로가 다중화되고, 이 링크의 장애는 실제적으로 다수의 가상 경로의 장애를 야기한다. 그러므로 단대단 경로 재설정은 여러 가상 경로 종단 노드에서 수행됨으로써 과잉 밀집을 야기하고 VP간에 자원 쟁탈로 인하여 전체적인 망 성능 저하를 가져온다. 이러한 문제는 단대단 해결보다는 전체적인 관점에서 망 관리자의 적절한 대처로써 가상 경로를 구성하는 것이 효율적이다.

이러한 가상 경로 결정은 VP의 종단 노드에서 이루어질 수 있다. 경로 설정 알고리즘에 의해 필요한 자원은 토폴로지 데이터베이스를 위한 메모리, 경로 설정표를 계산, 평가하기 위한 처리능력, 다른 노드에 토폴로지 데이터베이스 갱신을 전파하기 위한 대역폭등이다. 이러한 자원의 소비는 망을 효율적으로 운영하는데 오버 헤드이다. 토폴로지 데이터베이스에 모든 지원에 대한 정보를 포함한다면 최적에 가까운 경로설정이 가능하지만 상대적으로 많은 망 제어 오버헤드가 야기된다.

이러한 문제는 ATM 망을 여러 도메인으로 나누어 자신의 도메인에 대한 완전한 정보를 가지며, 다른

도메인에 대해서는 최소한의 정보를 유지함으로써 해결할 수 있다.

2.3 ATM 망 성능 평가 모델

본 연구에서는 각 가상 경로 설정과 대역폭 결정에 따라 각 가상 경로의 효율성을 평가하기때문에, 사용자에게 일정한 품질을 제공하면서 망 자원의 성능을 향상 시키기 위해, 각 경로에 대한 호 손실율(call blocking rate)을 통하여 성능을 분석한다. 호 손실율은 사용자가 가상 채널을 요청할때 이를 거절하는 비율이다.

각 가상 경로에 대한 성능(Call Blocking rate)을 구하기 위해 다음과 같은 가정을 한다. 하나의 VP 종단 노드는 다수의 가상 경로를 채택하고, 각 가상 경로에 할당된 가상 채널의 대역폭이 일정하다고 할때, 한 가상 경로에 할당된 가상 채널의 수는 최대 m으로 결정된다. 이중 일부는 사용중에 있고, 호 요청은 최대 m이 되지 않은 상태에서 받아들여진다. 이때 호 요청이 일정한 시간 간격동안 파라메타 의 확률로 도착하는 포아송 분포를 가진다고 가정할때, 현재 m 개의 다른 호 설정이 수행중에 있을때 손실된다. 또한 호의 길이가 평균 -1인 지수 분포를 가진다고 가정하면 이는 M/M/m/m 큐로 모델링된다.

큐길이(처리중의 call 수)에 대한 도착율 함수 λ(n)은 (1)과 같다.

$$\lambda(n) = \begin{cases} \lambda & \text{if } 0 \leq n \leq m \\ 0 & \text{if } n > m \end{cases} \quad (1)$$

서비스 비율함수는 (2)와 같다.

$$\mu(n) = n\mu \quad (2)$$

한편, n call이 처리중에 있을 확률은 (3)과 같다.

$$\pi(n) = \frac{\lambda^n / n! \mu^n}{\sum_{k=0}^m \lambda^k / k! \mu^k} \quad (0 \leq n \leq m) \quad (3)$$

이것은 유한 시스템이기 때문에 m 개 모두 사용중에 있을 확률은

$$\pi(m) = \frac{\lambda^m / m! \mu^m}{\sum_{k=0}^m \lambda^k / k! \mu^k} \quad (0 \leq n \leq m) \quad (4)$$

(4)식이 되며, 이는 다시 말해 호 손실율을 나타낸다. 한편, 다양한 트래픽 특성, 전송 특성을 모두 수용하는 ATM 망의 성능을 표현하기에는 각 VP에 대한 단순한 호 손실율 계산 방법은 미흡하지만 실제로 ATM 망을 정확히 표현하기 위해서는 입력 트래픽, 가상 경로 종단점에서 처리율 등과 같은 변수가 부가되어야 하지만 본 연구에서는 상대적인 비교가 가능하다고 고려되어 나머지는 표현하지 않았다.

III. 망 성능 관리 모델

3.1 모 델

망 관리 시스템은 관리자와 피관리자로 구성되며, 관리자와 피관리자는 분산 환경에서 망 자원에 대한 오퍼레이션을 수행한다. 각 망 자원에 대한 관리자의 오퍼레이션은 실질적으로 피관리자 시스템이 책임을 가지며 이에 대한 동작 결과를 관리 프로토콜을 이용하여 관리자에게 알려주면 된다. 그러므로 프로토콜을 통해 전송된 PDU는 관리자와 피관리자 사이의 정확한 정보전송을 위해 ASN.1 형태의 PDU를 이용한다. 그림 2는 망에서 실질적으로 망의 관리 권한을 가지는 피관리 시스템의 구조를 보였다.

3.2 관리 정보의 표현

관리 정보는 각 프로토콜 상의 경로 테이블 등과 같은 정적인 정보와 실제 관리 자원에서 동작되는 사항을 표현하는 동적인 정보로 구성되며, 이러한 정보는 각각 피관리 객체 및 관리 동작, 동지 기능의 집합으로 구성된다. 이러한 관리 정보를 표현하기 위해 ISO에서는 각 객체 및 속성을 템플리트를 사용하여 정의하고 있으며 OSI 관리에서 관리 정보의 구조로 사양화 된다.

한편, 망 자원을 효율적으로 관리하고자 하는 사용자는 관리 시스템 내에 사용자인터페이스를 통해 OSI 망 관리 서비스를 요구할 수 있다. 이러한 요구는 시스템 관리자가 필요한 관리 기능을 수행하기 위해 관리 대상이 되는 자원에 접근해야 한다.

그러나 관리자와 대상 자원은 분산 환경이고 또한 이기종으로 구성된 망 환경이므로 관리자와 대상 자원간의 관리 정보 전송을 위한 통신 프로토콜과 공통된 관리 정보의 인식이 필요하고 이를 템플리트와

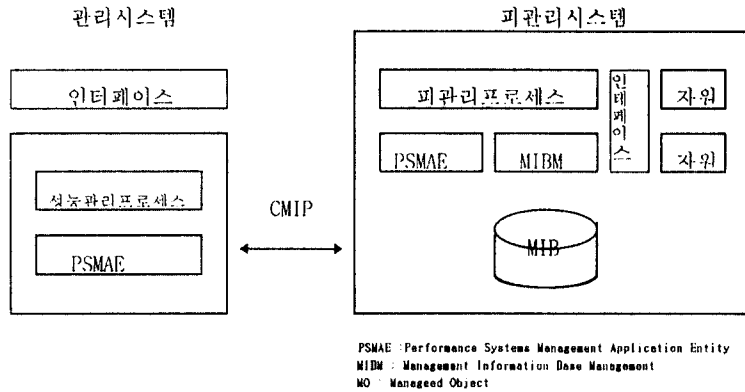


그림 2. 망 관리 시스템 모델
Fig. 2 The Model of Network Management System

ASN.1 문장을 표현된다.

관리자는 관리 자원이 자체가 직접적으로 프로토콜을 수행할 수 있는 능력이 없기 때문에 관리정보를 OSI 관리정보 전송 프로토콜인 CMIP을 통해 피관리자에게 전송하여 관리자가 자원에 적용하고자 하는 동작을 대행시킨다.

각 피관리 객체는 관리자의 추상적인 개념의 자원이므로 피관리자는 관리 정보가 장비에 적용될 수 있도록 하는 로컬 인터페이스와 매핑 테이블을 통하여 실질적인 망 자원에 대한 오퍼레이션을 수행한다. 그림 3은 망 자원의 관리 관점과 물리적 관점과의 관계를 보였다.

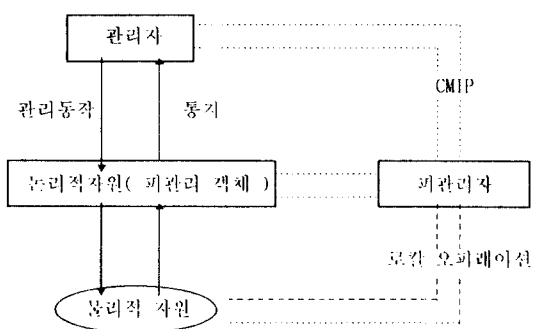


그림 3. 자원의 관리적 관점 및 논리적 관점
Fig. 3 The Logical and Physical View of Resources

이러한 모델은 ISO에서 제안된 MIB 모델을 기반으로 각 객체를 정의하였으며, 관리 관점의 객체의 표현 형식인 템플릿 클래스와 ASN.1 데이터 타입을 로컬 클래스와 데이터 타입으로 변환하여 관리자의 요구를 정확히 인식한다.

3.3 MIB 관리

관리 정보 베이스는 피관리 객체에 대한 정적 및 동적인 정보의 집합으로 구성된다. 그러므로 각 피관리 객체에 대한 관리 정보를 얻기 위해서는 피관리 객체의 생성, 삭제 및 현재 인스턴스된 피관리 객체를 식별하기 위한 메카니즘등의 구조가 지원되어야 한

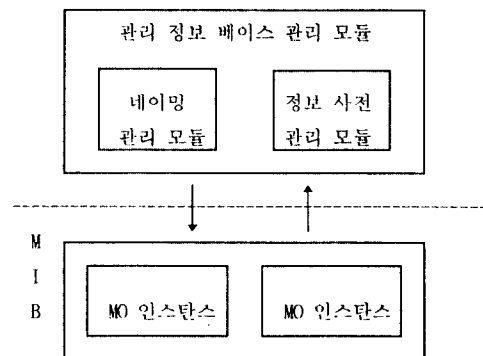


그림 4. MIB 관리
Fig. 4 MIB Management System

다. 이를 위해 본 연구에서 제안된 MIB의 모델은 그림 4과 같다.

MIB는 각 객체에 대해 실제 정보를 갖고 있는 인스턴스 외에도 이를 지원하기 위한 몇가지 모듈로 구성된다. 이러한 모듈에는 MO 클래스에 대한 여러 정보를 포함하고 있는 정보사전과 정보 사전의 탐색 기능을 갖는 정보 사전 관리 모듈, 각 MO를 식별하기 위한 엔트리를 갖고 있는 관리 정보 트리와 네이밍 관리모듈이 지원된다.

관리 정보 관리 모듈은 피관리자로 부터 각 MO에 대한 오퍼레이션을 받아 먼저 관리 정보 사전을 검색하여 해당 클래스가 정의되었는지를 조사한다.

해당 클래스가 정의되었으면 객체에 대한 이름을 가지고 관리 정보 트리로부터 대상 클래스의 인스턴스 엔트리를 찾아 피관리자의 요구에 맞는 오퍼레이션을 수행하고 이에 대한 결과를 피관리자에게 보고한다.

MO 인스턴스에 대한 오퍼레이션에는 MO 생성, 삭제, 행동요구등이 있으며, 각 MO의 어트리뷰트에 적용되는 오퍼레이션은 어트리뷰트 검색, 변경, 디폴트 값 변경등이 지원된다.

이러한 오퍼레이션에 대한 알고리즘은 그림 5과 같다.

```

MO_Create( )
{
    rc = SearchClass() // 해당 클래스 탐색
    if( rc == OK )
        node = SearchMIT(Oid) // Name Resolution
    else error
    AddEntry(Node) // MO 인스턴스 엔트리 추가
    Ins_Entry = CreateInstance() // MO 인스턴스
    if( Ins_Entry == MO )
        error
    else return( OK )
}
    
```

```

MO_Delete( )
{
    rc = SearchClass() // 해당 클래스 탐색
    if( rc == OK )
        node = SearchMIT(Oid) // 식제 대상 인스턴스 탐색
    else error
    ip = DeleteInstance( Oid ) // 인스턴스 삭제
    if( ip == OK )
        DeleteEntry(Node) // 엔트리 삭제
    else error
    return( OK )
}
    
```

```

MO_Action()
{
    rc = SearchClass() // 해당 클래스 탐색
    if( rc == OK )
        node = SearchMIT(Oid) // 인스턴스 엔트리 탐색
    else error
    AT = AnalysisActionType() // Action 타입 분석
    if( AccessControl(Oid) == OK ) // Action 허용 여부 검사
        switch( AT): // Action
        {
            case action0 : action0();
                          break;
            case action1 : action1();
                          break;
            :
            default : return(error)
        }
    else error
    return(OK)
}
    
```

```

M_get()
{
    rc = SearchClass( ClassName ) // Class 탐색
    if( rc == OK )
        node = SearchMIT(Oid) // 인스턴스 엔트리 탐색
        ac = SearchAttribute(Aid) // 어트리뷰트 값 검색
    return( ac )
}
    
```

```

M_replace( )
{
    rc = SearchClass( ClassName )
    if( rc == OK )
        node = SearchMIT(Oid)
        ac = SearchAttribute(Aid)
        ReplaceAttribute( value )
    return( OK )
}
    
```

그림 5. MIB 동작 알고리즘
Fig. 5 MIB Operations

3.4 통신 프로토콜

관리자로부터 요구된 관리 동작을 수신한 피관리자 시스템은 크게 관리자로부터 전송된 각 PDU를 분석하여 로컬 환경에 적용시켜 주는 역할을 수행하는 프로토콜 처리 모듈, 각 MO의 인스턴스에 대한 엔트리를 제공하는 MIT 관리모듈, 각 MO의 클래스에 대한 정보를 제공하는 MO 클래스 관리 모듈, 실제 MO에 대한 정보를 포함하는 MIB에 대한 동작 기능을 수행하는 MIB 접근 모듈로 나누어 진다.

프로토콜 처리 모듈을 통하여 제공된 각 MO의 동작에 대한 정보는 MO 클래스 및 인스턴스, 범위 설정(scoping), 동기화(synchronizon), 필터링(filtering), 적용되는 정보들로 분석되며, 각 서브모듈을 호출하여

MO에 대한 오퍼레이션을 적용할수 있도록 만들어 준다. 피 관리 시스템의 전체적인 알고리즘은 그림 6 과와 같다.

피관리 시스템은 OSI 스택으로 부터 전송된 관리 정보를 수신하여 이를 각 파라미터로 분석한다. 각 파라메타는 관리 오퍼레이션을 해당 관리객체에 적용하기 위해 범위(scoping) 파라메타를 분석하여 대상 MO를 탐색하여 큐에 저장시킨다. 큐에 저장된 MO의 엔트리를 통하여 차례로 MO에 대한 연산을 수행하고 이 결과 값이 필터링 조건에 부합되는지를 조사하여 PDU를 구성하여 관리자에게 전송한다.

```

Agent( message )
{
  ReceivePDU( ); // PDU 수신
  AnalysisPDU( ); // PDU 분석
  while( scope is NOT NULL )
    InsertQueue( oid ); // 해당 오브젝트 탐색
  GetFilterInfo( ); // Filter 정보 탐색
  while( Queue is not Empty )
    DeleteQueue();
  CompareClassOperation( ); // Operation Test
  MITSearch( ); // 해당 오브젝트를 위한 엔트리 탐색
  MIBOperation( ); // 객체에 대한 동작 요구
  if( filter is not Null )
    if( return value is Filter condition OK )
      ConstructReturnPDU();
    else ConstructReturnPDU();
  }
  if( scope is NULL )
    CompareClassOperation( );
    MITSearch( );
    MIBOperation( );
    if( filter is not null )
      if( return value is Filter Condition OK )
        ConstructReturnPDU( );
      else ConstructReturnPDU( );
  }
}
    
```

그림 6. 프로토콜 처리 알고리즘
Fig. 6 Protocol Processing Algorithm

3.5 성능 관리

성능 관리 모델은 각 가상 경로에 대한 성능 관련 정보 수집, 수집된 정보를 이용한 성능 분석, 분석된 정보를 이용하여 더 나은 성능을 얻기위하여 파라메타 값 변경을 적용한 망 튜닝등의 절차로 구성 된다. 또한 빈번한 성능 관리 정보의 교환에 따른 부담을 줄이기 위해 성능 평가 절차를 중앙 집중식과 분산 처리 기법, 모두를 채용하였다. 즉, 각 종단 노드는 각 가상 경로의 경로 설정과 대역폭 제어에 관한 모든 책임을 가지며, 각 노드에서 가상 경로와 대역폭 제

어의 효율성과 성능을 평가한다. 그림 7는 성능 관리 모델의 전체적인 구조를 나타내었다.

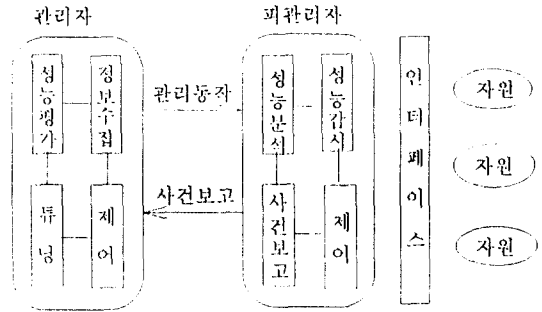


그림 7. 성능 관리 모델
Fig. 7 Performance Management Model

망의 성능 관련 파라메타의 변경을 통하여 성능 관리를 이루기 위한 절차는 다음과 같다. 효율적인 성능 관리를 이루기 위해 우선 망의 성능에 많은 영향을 미치는 파라메타를 설정한다. 본 모델에서는 가상 경로의 경로 설정과 각 경로에 배정된 대역폭에 관한 파라메타를 선택하였다. 이러한 파라메타 변경에 대한 망의 성능에 대한 정보를 수집하고, 성능 관리 절차에 의해 이를 분석한다.

주어진 성능 파라메타 값에 대한 망의 행위가 주어진 기준과 비교하여 적합치 않으면 최적화 알고리즘을 통하여 적당한 파라메타 값을 설정하고 이를 성능 관련 파라메타 값으로 대치시켜 위와 같은 과정을 반복한다.

3.5.1 피관리 시스템

피관리 시스템은 망 시스템의 관리 기능을 위임받아 실제 망 자원에 적용 시키고 망 자원을 항상 감시하고 문제가 생긴 경우 이를 관리 시스템에 보고하는 기능을 수행한다. 각 노드에서는 관리자로부터 제공된 파라메타 값을 설정하고 이에 대한 감시 기능을 수행한다.

주어진 시간동안 관련 망 자원에 대한 감시 정보를 수집하여 데이터 베이스에 저장하고 주기적으로 이를 관리자에게 보고한다. 주어진 시간 동안 망의 성능은 호 요청에 대한 손실율로써 나타낼 수 있다.

호 손실율이 과부하 조건을 나타내는 트래ஷ드를

초과하게 되는 경우가 발생할때 각 노드는 각 경로에 대한 효율적인 대역폭 제어를 위하여 이에 대한 정보를 주기적으로 관리 시스템에게 보고하여 다음 기간에 변경된 대역폭을 가지고 제어를 수행한다.

이러한 정보를 바탕으로 제시된 경로와 대역폭 설정값에 대한 분석을 수행하며 이를 관리 시스템에 주기적으로 보고 기능을 수행한다. 긴급한 장애 발생시에는 경보 기능을 이용하여 긴급 서비스를 요청한다.

피관리 시스템은 망 자원을 감시하는 감시기능, 망 감시를 통해 얻은 정보를 바탕으로 각 가상 채널의 성능을 분석하는 분석 기능, 분석결과를 관리 시스템에 보고하거나 긴급 상황시에 이를 관리 시스템에 보고하는 사건 보고 기능, 관리 시스템의 동작을 대리 수행하는 제어 기능으로 구성된다.

그림 8의 (알고리즘 1)과 (알고리즘 2)는 각 종단 노드에서 각 가상 경로 제어에 대한 절차를 나타내었다.

```

< 알고리즘 1 > /* 가상경로에 대한 설정, 분석 */
V = 종단 노드에서 가용 경로 집합
Av = 가상경로 v ∈ V 에 할당된 총 대역폭
Rv = 가상경로 v ∈ V 에 할당된 대역폭
Cv = 가상경로 v ∈ V 에 할당된 대역폭
t = 시간간격, m = 가상경로에 대역폭
atmo = 관리요청을 나타내는 변수
{
  For all v ∈ V
  while ( t < t + m )
  {
    case ( VC_request ) :
      if ( Rv > Cv ) { /* v ∈ V 가 대역폭 부족 */
        call_admission ;
        Rv = Rv + Cv ;
        Cv = Rv - Cv ;
      }
      else
        call_reject ;
    case ( VC_release ) :
      Rv = Rv - Sc ; /* Sc : Released 대역폭 */
      Cv = Cv - Sc ;
    }
  }
  t ∈ V, Calculate Call Blocking π(m) ;
}
Performance Information Configuration :
For all v ∈ V, Report to Manager ( π(m) ) ;
}

```

```

< 알고리즘 2 > /* Agent : 관리자로 부터 제어정보를 시점에 맞춰 받음 */
Receive Performance Control Information
For all v ∈ V {
  case 0 : Virtual Path reconfiguration
  and Bandwidth change operation : Break ;
  case 1 : Bandwidth change operation : Break ;
  case 2 : No action
}

```

그림 8. 피관리자 알고리즘
Fig. 8 Agent Algorithm

3.5.2 관리 시스템

관리 시스템은 여러 피관리 시스템으로 부터 분석된 성능 평가 정보를 제공 받아 전체 망의 안정성을 보장하는 기능을 수행한다. 즉 성능 관련 파라메타의 설정 값에 대한 성능 분석 정보를 통하여 파라메타 변경값을 제공한다. 또한 장애로 인한 심각한 성능 저하시 장애 노드나 링크를 추적하여 이를 망으로부터 제거하고 각 종단 노드 사이의 대체 가상 경로를 제공한다.

관리 시스템에서 제공되는 피관리자로부터 성능 분석 정보를 수집하는 정보 수집기능, 수집된 정보를 바탕으로 망 파라메타의 효율성을 평가하는 성능 분석 기능, 변경된 파라메타 값을 피관리 시스템에 제

```

< 알고리즘 3 > /* 대역폭 할당, 관리 */
/* 가상경로의 관리, 분석, 설정, 제어 */
/* 관리자로 부터 대역폭 대역폭 */
{
  For all v ∈ V, Receive (atmo) ;
  For all v ∈ V {
    at (atmo) = 입력값 ;
    /* 대역폭 증가를 위한 물리망에 대역폭 할당 */
    For all l ∈ L, do ( add RL ) ;
    (C (atmo RL) > S) { /* S : 대역폭 증가 할 0, P, V */
      Av = Av + S ; /* Increment Bandwidth */
      For all l ∈ V, Aw l ;
      Rl = Rl + S ;
      Pl = Pl + S ;
    }
    else Virtual Path Reconfiguration ( SPF Algorithm ) ;
  }
}
config Performance Control Information :
Send to Agent ( Av, Pw ) ; /* 변경된 대역폭 및 가상경로 */
}

```

```

< 알고리즘 4 > /* 장애 탐지 및 회복 알고리즘 */
{
  while( t )
  {
    receive information from agent with fault virtual path ;
    For all v' ∈ V { /* v' : 장애 보고 MP */
      if ( v' common physical node and not physical link ) { /* No 장애 */
        set cost = ∞ to physical link with fault node ;
        For all v' ∈ V, Reconfiguration virtual path ( SPF Algorithm ) ;
      }
      else if ( common physical link ) { /* 링크장애 */
        set cost = ∞ to fault physical link ;
        For all v' ∈ V, Reconfiguration virtual path ( SPF Algorithm ) ;
      }
      else no operation ;
    }
  }
}
Configuration Management Information :
Send to agent with fault virtual path ;
}

```

그림 9. 관리자 알고리즘
Fig. 9 Management Algorithm

공하는 제어 기능으로 구성된다.

각 VP 종단 노드에서 결정된 정보를 적용하는 알고리즘은 그림 9와 같다.

IV. 알고리즘 적용 및 분석

제 3 장에서 제시한 알고리즘을 대역폭 및 가상 경로 변경에 대해 분석해 보자.

본 알고리즘에 적용된 망 구조는 그림 10과 같다.

본 망은 6개의 VP 종단 노드(A, B, ... F), 9개의 전송 노드(TN1, TN2, ..., TN7), 7개의 가상 경로(v1, v2, ..., v7), 18개의 물리 링크(PL1, PL2, ..., PL18)로 구성된다.

본 연구에서 분석을 위해 아래와 같은 가정을 하였다.

- 초기에 각 가상 경로에 할당된 대역폭은 일정하다.
- 각 가상 경로의 대역폭의 변경 크기는 현 대역폭의 0.2을 적용한다.
- 각 가상 채널에 대한 호 요청의 대역폭은 일정하다.
- 초기에 호 요구는 0.5 단위시간 간격으로 도착하며, 호가 서비스를 받고 해제할때 까지의 시간은 평균 4 단위시간으로 가정한다.

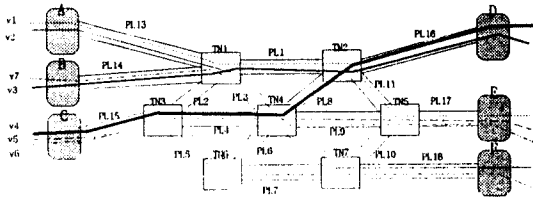


그림 10. 망 구성도
Fig. 10 Network Configuration

본 망의 가상 경로는 그림 10과 같은 물리 링크와 노드의 집합으로 구성되며, 각 가상 경로는 평가 목적을 위하여 일정한 대역폭이 할당된다. 이러한 정보는 관리 시스템에서 망의 성능을 평가하기 위한 정보로 이용된다.

본 분석에서는 대역폭 제어를 통한 망 성능 개선과 링크나 노드에서의 장애를 추적하고 회복하는 과정, 두가지 관점에서 수행했다.

4.1 대역폭 제어를 이용한 망 성능 관리

초기 망 구성에서 각 가상 경로의 호 손실율은 표 1과 같으며, 일정한 시간 간격 t 기간이 지난후에 각 가상 경로에 대한 호 손실율이 v2, v3, v4에서 변화되었음을 알 수 있다.

이러한 경우에 가상 경로 v2, v3는 콜 요구가 빈번하게 이루어지고 있지만, 현 가상 경로에 할당된 대역폭이 충분하지 못하므로 해당 가상 경로의 대역폭을 증가 시킨다. 관리 시스템은 각 물리 링크의 대역폭을 조사한후 가상 경로의 대역폭 할당 여부를 조사하고 이를 각 VP 종단 노드에 알린다.

표 2을 보면 초기에 각 가상 경로에 대한 호 손실율은 일정하게 유지됨을 알 수 있다.

한편, v2에 대한 트래픽이 증가하게 되면 호 손실율은 증가된다. 대역폭을 증가를 위한 여유 대역폭이 없는 경우, 종단노드 A에서 F로 가는 대안 경로를 구성해야한다. 이러한 대안 경로는 흡수를 비용으로하는 SPF 알고리즘을 이용한다. 여기서는 흡수가 5이고 PL13, PL2, PL5, PL7, PL18를 지나는 대안 경로를 구성되며, 이 경로에 대한 호 손실율은 0.135이다.

표 1. 각 가상 경로의 초기 호 손실율 및 환경 변화

Table 1. Initial Blocking rate and Environment change of each Virtual Path

	초기 상태				환경 변화			
	대역폭	도착율	서비스율	호 손실율	대역폭	도착율	서비스율	호 손실율
v1	10	2	0.25	0.12	10	2	0.25	0.12
v2	10	2	0.25	0.12	10	2.5	0.25	0.124
v3	10	2	0.25	0.12	10	2.5	0.25	0.124
v4	10	2	0.25	0.12	10	1	0.25	0.005
v5	10	2	0.25	0.12	10	2	0.25	0.12
v6	10	2	0.25	0.12	10	2	0.25	0.12
v7	10	2	0.25	0.12	10	2	0.25	0.12

표 2. 각 가상 경로의 호 손실율(알고리즘 적용후)

Table 2. The Blocking Rate of each Virtual Path

	알고리즘 적용			
	대역폭	도착율	서비스율	호 손실율
v1	10	2	0.25	0.12
v2	12	2.5	0.25	0.119
v3	12	2.5	0.25	0.119
v4	8	1	0.25	0.03
v5	10	2	0.25	0.12
v6	10	2	0.25	0.12
v7	10	2	0.25	0.12

4.2 장애 인식 및 가상 경로 재구성

전체 망의 성능에 크게 영향을 미치는 물리 링크의 절단과 전송 노드에서의 장애를 고려해보자. 그림 11 은 장애 검출 및 대안 경로를 나타내었다.

PL3 링크에서 장애가 발생된 경우, 가상 경로를 감시하는 VP 종단 노드는 각 가상 경로에 대한 호 손실율과 셀 지연 평가를 통하여 해당 가상 경로에 이상이 있음을 인식하고, 이를 관리 시스템에 보고한다.

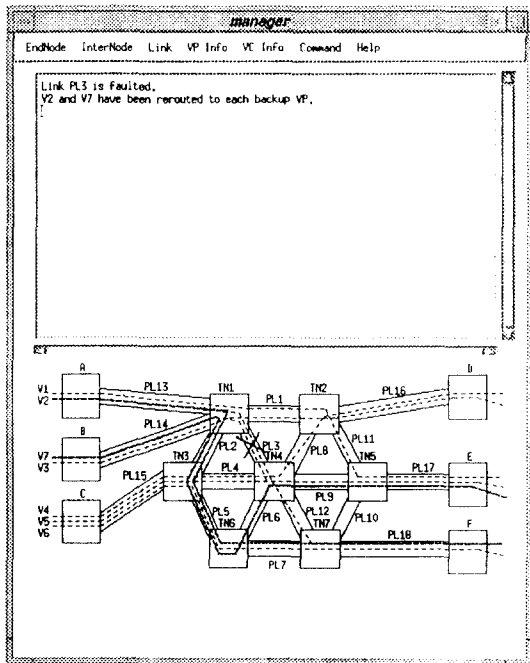


그림 11. 장애 검출 및 대안 경로
Fig. 11 Fault Dectecion and New Path

PL3의 절단은 이 링크를 지나는 가상 경로 v2, v7의 성능에 영향을 미치며, 이를 관리하는 종단 노드 A, B는 관리자에게 사건보고 기능을 통해 알린다.

관리 시스템은 주기적으로 피관리 시스템인 종단 노드로 부터 각 가상 경로에 대한 성능 정보를 제공 받으므로 쉽게 장애 노드를 인식할 수 있고 이에 대한 대처 방안으로 장애 노드를 피하여 가상 경로를 재설정한다.

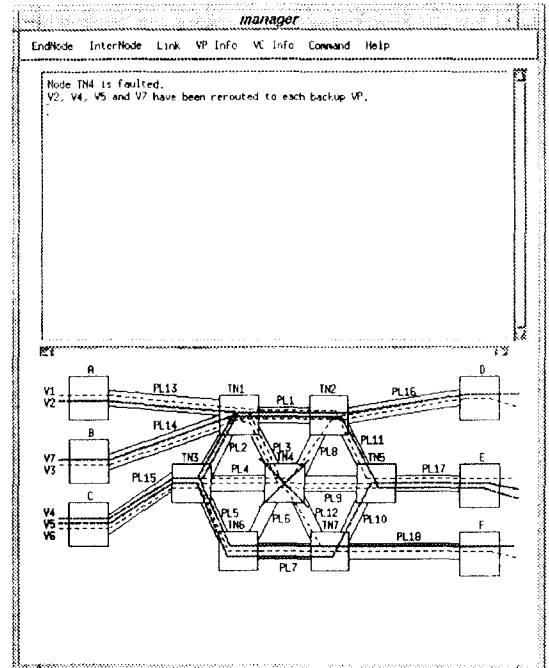


그림 12. 노드 장애와 대안 경로
Fig. 12 Node Fault and New Path

표 3. 대안 경로의 성능 분석

Table 3. The Performance of Reconfiguration Path

	알고리즘 적용			
	대역폭	도착율	서비스율	호 손실율
v1	10	2	0.25	0.12
v2	12	2.5	0.238	0.139
v3	12	2.5	0.25	0.119
v4	8	1	0.25	0.03
v5	10	2	0.25	0.12
v6	10	2	0.25	0.12
v7	10	2	0.238	0.14

표 3은 가상 경로 재설정 후에 호 손실율을 나타내었으며, 여기서 대안 경로는 장애전에 할당된 대역폭을 할당 받는다. 경로 재설정 후의 호 손실율은 일정하게 유지될 수 있다.

한편, 노드의 장애가 발생했을 경우에도 같은 방법으로 적용할 수 있다. 그림 12의 망에서 TN4에서 장애가 발생한 경우, 이 노드를 지나는 v2, v5, v6에서 장애가 검출되고, 관리 시스템은 관련 링크에 대한 비용을 증가시킨 후, SPF 알고리즘을 이용하여 대안 경로를 결정한다.

V. 결 론

많은 망이 설치 보편화되고 일반 이용자들이 쉽게 망에 접근함에 따라 서비스의 품질이나 성능에 요구가 대두되고 있다. 망 제공자는 이러한 사용자의 요구에 부합하고 망의 효율성을 위하여 망 관리에 적극적인 관심과 노력을 하고 있다.

본 연구는 여러 관리 기능 중에 망 자원의 성능을 안정적으로 유지할 수 있는 성능 관리에 주안점을 두었다.

일반적으로 망의 성능은 경로 설정, 대역폭, 각종 타이머 등과 같은 다양한 파라메타에 따라 달라진다. 이러한 파라메타의 설정은 설계나 운영 시점에서 시스템의 효율성이나 안정화 관점에서 적절히 선택하여 적용한다. 그러나 링크나 노드의 장애, 트래픽 폭주등과 같은 망 환경에 동적으로 적용하기에는 많은 어려움이 야기된다. 이러한 동적인 변화는 망의 제어와 관리를 통하여 망의 파라메타를 변경시킴으로써 망의 성능을 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 이러한 프로토콜 파라메타와 망의 성능 사이의 관계를 이용하여 망의 전반적인 성능 향상을 위한 성능 관리 모델을 제시했다.

제안된 성능 관리 모델은 OSI 환경을 기반으로 했으며, 관리 자원으로 ATM 망 자원을 고려하였다.

참 고 문 헌

1. Jock Enbry, "An Open Network Management Architecture: OSI/NM Forum Architecture and Concept", IEEE Network, pp.14-22, Jul. 1990.

2. ISO 7498-4 Information Processing System-Open Systems Interconnection-Part4:Management Framework.

3. ISO/IEC10040 Information Processing System-Open Systems Interconnection-Systems Management Overview.

4. Yukiharu Kanayama, "VIRTUAL PATH MANAGEMENT FUNCTION FOR BROAD ATM NETWORK", IEEE GLOBECOM '91, pp. 1401-1405, 1991.

5. KEN-ICHI SATO, "Broad-band ATM Network Architecture Based on Virtual Path", IEEE TRANS. ON COMM., Vol.38, NO.8, Aug. 1990.

6. Satoru, "Dynamic Bandwidth Control of the Virtual Path in an Asynchronous Transfer Mode Network", IEEE TRANS. on COMM., Vol.40, NO.7, pp.1239-1247, Jul. 1992.

7. Y.Sato and K.Sato, "Virtual Path and link capacity design for ATM networks", IEEE JSAC Vol.9, pp.104-111, Jan. 1990.

조 국 현(Kuk-Hyun Cho)

정희원

한양대학교 전자공학과를 졸업하고, 일반 동북대학에서 수학하였다. 현재 광운대학교 전자계산학과 교수로 재직 중이며, 관심분야는 컴퓨터 통신망, TMN, 분산처리 및 FPLMTS 분야이다. 또한 정보통신 표준화 활동에 관심이 많으며 현재 OSIA 부회장을 역임하고 있다.



김 규 호(Kyu-Ho Kim) 정희원

1982년~1989년: 광운대학교 전자계산학과 이학사

1989년~1991년: 광운대학교 대학원 전자계산학과 이학석사

1991년~1994년: 광운대학교 대학원 전자계산학과 박사과정 수료

1992년~현재: 서울보건전문대 사무자동화과 조교수
* 관심분야: OSI 망관리, ATM망 성능관리, TMN