

# ATM 망에서 QoS를 보장하는 백업 경로 설정

정희원 이 동 욱\*, 이 대 영\*\*

## Backup Path to be satisfied QoS in ATM Network

Dong-Wook Lee\*, Dae-Young Lee\*\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문에서는 좀더 신뢰성이 요구되는 ATM 망을 위한 백업 VP할당에 대하여 제안하였다. QoS 파라미터별 우선순위를 두어 실시간성 QoS에 여분의 리소스를 고려하여 먼저 백업 VP를 할당한 후에 비실시간성 QoS의 백업 VP를 할당한다. 제안된 알고리즘은 이러한 우선순위 기법을 통해 상대적으로 고가의 서비스가 이루어지는 실시간 QoS의 오류에 대비하여 신뢰성이 보장되는 백업 VP를 할당할 수 있다는 장점이 있다.

### ABSTRACT

In this thesis, we propose more confidence required backup-VP allocation. First, we assigned backup VP considering Reserved resource on realtime Qos with each Qos parameter priority and then allocated backup VP of non-realtime Qos. The proposed algorithm provide more confidential backup VP by priority method for relative high cost realtime Qos error.

### I. 서 론

경제적, 사회적 규모가 커지고 멀티미디어와 인터넷이 일반화되면서 다양한 종류의 데이터를 효과적으로 전송하기 위해 B-ISDN이 등장하였고, 이를 실현하기 위한 방법으로 ATM (Asynchronous Transfer Mode)이 제안되었다.<sup>[1][2][3][4][5][6][7][8]</sup> 또한 전송 트래픽의 양은 계속 증가하고 있고 그 정보가 치는 점점 중요해 지고 있다. 이에 단일 전송 설비에서의 오류는 심각한 문제를 야기할 수 있으며 그 손실을 최소화할 수 있도록 빠른 복구과정이 수행되어야 할 것이다.<sup>[9][8]</sup>

Self-healing은 장애가 발생한 경로를 복구시키는 것을 의미한다. 복구 경로는 망의 DCS (Digital Cross-connect System) 사이에 메시지를 보내 송신자 노드(Sender Node)와 수신자 노드(Chooser

Node)에 정해진다.<sup>[1][2][4]</sup> 이때, 각각의 역할에 따라 한쪽은 송신자 노드가 되고 다른 한쪽은 수신자 노드가 된다. Self-healing의 큰 이점은 장애가 발생한 경로를 다른 경로로 빠르게 복구시키는데 있다. 본 논문에서는 백업 VP를 미리 할당하고 메시지 전송 과정을 간략화하여 발생하는 메시지 수를 줄이고, 전송링크 상의 트래픽 특성에 따라 백업 VP를 할당하도록 하는 좀 더 신뢰성이 보장되는 서비스가 되도록 ATM망에 적합한 Self-healing 네트워크를 제안한다.

VP의 특성과 그의 장점을 이용하여 빠른 속도의 복구를 가능하게 하는 백업 VP를 이용한 복구 알고리즘(Restoration Algorithm)을 고찰하고 백업 경로와 여분의 리소스를 할당하는 알고리즘을 제안하였다. 또한 QoS(Quality Of Service) 인자별 우선순위를 두어 백업 VP를 할당하여 좀더 신뢰성이 확보되는 알고리즘을 제안하였다.

\* 중소기업진흥공단 연수원 컴퓨터정보산업과 (dwlee@mail.smipc.or.kr)

\*\* 경희대학교 전자공학과 디지털 시스템 및 컴퓨터 네트워크 연구실(dylee@nms.kyunghee.ac.kr)

논문번호: 99465-1123, 접수일자: 1999년11월23일

## II. VP에 기반한 Self-healing 방안

### 1. VP(Virtual Path)

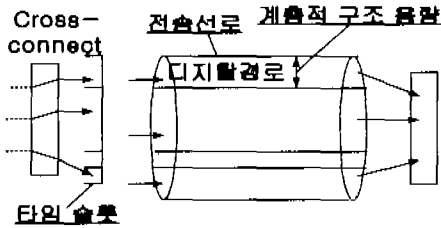


그림 1a. 디지털 경로와 VP의 개략도

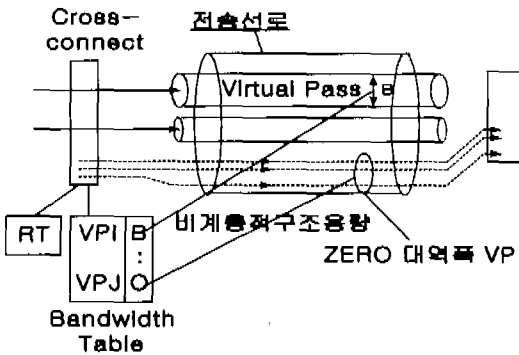


그림 1b. 디지털 경로와 VP의 개략도

VP 경로는 VPI(Virtual Path Identifier)와 RT(Routing Table)에 의하여 결정된다. VPI는 셀에 할당된 경로를 식별하는 셀 헤더에 포함된 수이며, RT는 각각의 DCS에 있다. ATM망에서의 VP는 STM(Synchronous Transfer Mode)의 디지털 경로와 비교하여 몇가지 특징을 가지고 있다.<sup>[5][6][7]</sup> 특히 가장 큰 특징은 경로와 대역폭의 독립성이다. STM 망에서 디지털 경로는 경로의 각 DCS에서 TDM 프레임의 타임 슬롯을 할당함으로써 확립하기 때문에 경로와 대역폭 할당이 서로 독립적이지 못하므로 고정된 크기의 대역폭(0은 제외)만을 할당 가능하지만, VP의 경로와 대역폭은 VP의 대역폭이 그림 1(b)처럼 VP 터미네이터 또는 DCS의 데이터베이스에 논리적으로 정의되어 있고, 경로는 DCS의 RT에 정의되어 있기 때문에 독립적으로 정의되어 있다. 즉, VP경로는 대역폭을 할당하지 않고도 정할 수 있으므로 대역폭을 제로(zero)로 할당할 수 있다. 대역폭을 제로로 할당하는 방식이 바로 back VP를 할당하는 방식이 된다.

### 2. 백업 VP를 이용한 복구 알고리즘

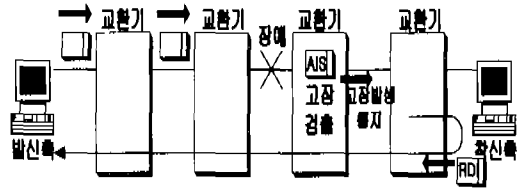


그림 2. OAM셀을 활용한 장애 감지

VP 레이어에서 OAM셀을 이용하여 장애를 감지하게 된다. CC(Connection Cell)셀의 유실 또는 기타 다른 이유로 인해 노드는 장애를 감지하게 되고, 이에 AIS(Alarm Indication Signal)셀을 발생시켜 트래픽이 진행하는 방향으로 수신자 노드 또는 착신측에 가능한 한 빨리 전달한다.<sup>[1][3][8]</sup>

또한 AIS 상태 선언후에 RDI(Remote Defection Indication)셀을 발생시켜 반대편 송신자 노드 또는 발신측에 곧바로 전송한다. 즉, 장애가 발생한 VP 상에 있는 크로스커넥트(Cross Connect) 노드는 매우 빠르게 장애를 감지할 수 있다. 이러한 메커니즘은 Self-healing 과정이 곧바로 수행될 수 있도록 해준다.<sup>[7]</sup>

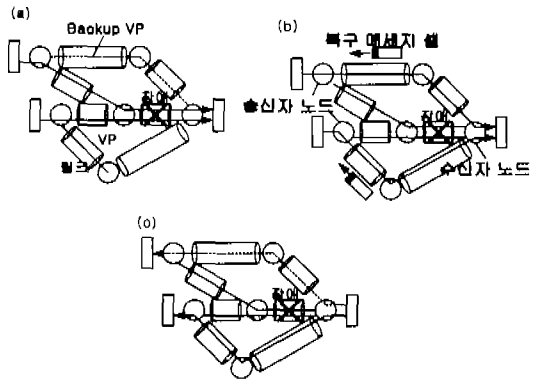


그림 3. 복구 알고리즘

Self-healing 알고리즘은 VP의 특징을 이용하여 장애 발생 후 수행되어야 하는 복구 과정을 간략화시키는 것이다. 즉, 장애가 발생하기 이전에 백업 경로를 미리 설계하여 각각의 VP에 대해 백업 VP를 미리 할당하여 빠른 복구 과정을 실현하는 것이며, 이때 백업 VP의 대역폭은 zero가 된다. 백업 VP는 VP경로상의 어느 노드 사이에도 할당될 수 있다.<sup>[7][8]</sup>

표 1. 복구 메시지 처리

```

if node receive Restoration Message then {
  if spare bandwidth >= required bandwidth
  then {
    .capture appropriate bandwidth on the
    data base.
    .retransmit message to next NE.
  }
  else {
    .send Uncapturable Message to restoration
    pair NE to start canceling process
  }
}
    
```

복구경로상의 다운스트림 노드인 수신자 노드는 AIS 메시지를 받아 VP 장애를 감지하고 백업 VP를 따라 복구 메시지를 보낸다. 복구 메시지를 받은 각 노드는 링크상에 적절한 대역폭을 캡처하여 백업 VP 경로의 다음 노드에 메시지를 재전송한다. 즉, 각 노드가 복구 메시지를 받을 때 다음과 같은 과정을 수행한다.

위의 과정을 거쳐 복구경로의 업스트림 노드인 송신자 노드가 복구 메시지를 받게 되면 트래픽을 장애가 발생한 VP로부터 백업 VP로 스위칭한다. 이로서 복구 과정을 끝내게 된다. 백업 VP가 다중 장애 또는 다른 이유로 인해서 이용가능하지 않는 경우에는 다른 회복 경로를 동적으로 찾아야 한다. 또한 노드 사이에 전송되는 모든 메시지는 OAM 셀을 이용한다.<sup>[7]</sup>

또한 송신자 노드와 수신자 노드 장애의 경우를 제외하면 장애가 발생한 노드 또는 링크의 장애를 대부분 복구할 수 있으며, 특히 복구 경로가 유연하게 설정될 수 있어 필요한 리소스 양을 크게 감소시킬 수 있으므로 좀더 효율적으로 여분의 리소스를 공유할 수 있다.

**III. Qos 파라미터(소스 트래픽)를 고려한 백업 VP 할당 알고리즘 제안**

2장에서 확인한 것처럼 백업 VP 할당 알고리즘은 VP를 기반으로 장애를 결정하는 알고리즘이다.

그러나 VP를 따라 전송되는 트래픽의 Qos 특성은 전혀 고려되지 않았다. 본 논문에서 제안하는 알

고리즘은 기존의 경로 설정 과정에 Qos 파라미터를 고려하여 여분의 경로(백업 VP)를 설정한다. 따라서, ATM에서 제공하는 서비스 카테고리 즉 Qos 파라미터를 만족하게 된다.<sup>[3]</sup>

아래 [그림 4]는 링크 상에 존재하는 트래픽 (Traffic)의 종류를 나타낸다.<sup>[3]</sup>

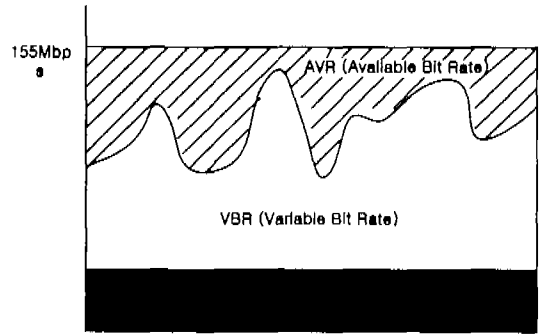


그림 4. 링크 상의 트래픽

**1. Qos 파라미터 분류**

본 논문에서 제안하는 알고리즘을 충족시키기 위하여 VP에 따라 전송되는 데이터를 구분한다.<sup>[3][4]</sup>

데이터는 실시간 트래픽과 비 실시간 트래픽으로 구분한다. 아래의 표는 데이터 구분에 따른 ATM 트래픽의 종류이다.

표 2. 트래픽의 분류

	종 류
실시간 트래픽	CBR, rt-VBR
비 실시간 트래픽	nrt-VBR, ABR

호 설정(Call Setup) 단계에서 백업 VP 설정시 실시간 트래픽과 비 실시간 트래픽에 대하여 우선 순위를 부여한다. 실시간 트래픽에 대하여 높은 우선 순위를 부여한다.

서비스 카테고리의 특성을 살펴보면 CBR 서비스의 경우는 Cell loss는 있어도 일정한 대역을 유지하는 특성을 갖고, VBR의 경우는 rt-VBR, nrt-VBR로 구분되며, rt-VBR의 경우는 충분한 대역폭을 확보한 후 전송해야만 리얼 타임의 특성을 유지할 수 있다. nrt-VBR의 경우는 지연이 허용되므로 대역폭 확보에 덜 민감하다는 특성이 있다. ABR 서비스의 경우는 cell loss가 허용되지 않는 정확한 데이터 전송에 이용되며, 지연에는 둔감한

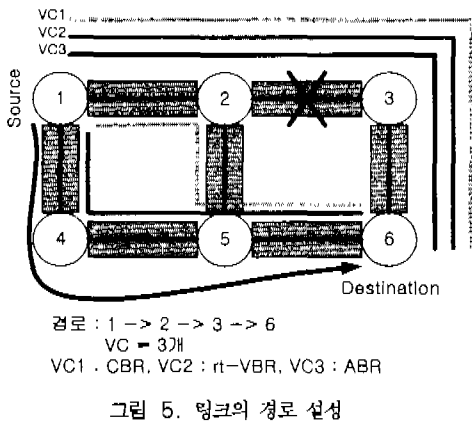
특성 있다. 그러므로 이러한 특성을 고려하여 시간과 지나는 노드 수, QoS 파라미터를 이용하여 백업 VP를 설정하면 서비스 카테고리에 따른 백업 VP 할당의 조건을 만족하며, 장애에 대하여 좀더 신뢰도를 높일 수 있다는 장점이 있다.

2. 제안하는 알고리즘

호 설정 단계에서 실시간성 트래픽과 비실시간성 트래픽의 백업 VP 설정 우선순위는 실시간성 트래픽을 우선순위로 하여 백업 VP를 먼저 경로를 설정하고, 비실시간성 트래픽은 실시간성 트래픽의 경로를 설정하고 난 후에 한다. 이와같은 우선순위의 부여는 좀더 고가와 양질의 서비스가 요구되는 실시간성 트래픽에 신뢰성을 확보할 수 있게된다. 상대적으로 저가인 비실시간성 트래픽 또한 신뢰성을 충족시킬 수 있다.

아래의 [그림 5]은 경로 설정의 예이다. [그림 5]은 한 링크에 3개의 VP가 존재한다. 링크의 VP별로 우선순위를 두어 백업 VP를 할당한다.

현재 VP의 링크 이용율을 구하여 실시간 트래픽에 대한 VP 설정시 사용한다. 링크의 이용율에 따라 실시간 트래픽의 VP를 설정하고 해제한다.



위의 그림에서 VP(1, 2, 3, 6)은 VC1, VC2, VC3중 실시간 트래픽은 VC1과 VC2가 되고 VC3는 비실시간 트래픽이다. 이중 2번 3번 사이의 링크에 오류에 대비하여 우선순위를 VC1, VC2에 두고 경로를 설정한다. 경로 설정시 링크 이용율과 대역비를 구하여 결정한다. 링크 이용율의 계산은 아래의 식과 같다.

$$\text{링크 이용율} = \frac{\text{current 트래픽}}{\text{working 용량} + \text{spare 용량}} \quad (1)$$

$$\text{대역비} = \frac{\text{current 설정 대역폭} + \text{기 대역폭}}{\text{전체 대역폭}} \quad (2)$$

링크 이용율은 전체 20% 정도를 벗어나지 않도록 하면 실험을 통하여 최적의 이용율을 갖는 경우에 대하여도 결과로서 확인하였다.

대역비는 전체 90%를 넘지 않도록 한다. 링크 이용율과 대역비는 실험을 통하여 얻은 최적의 값이다.

IV. 모의 실험 및 고찰

기존의 알고리즘과 비교하여 제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 20개의 노드와 42개의 링크를 가지는 네트워크를 사용하였고, 네트워크 내 VP수는 66개이고 총 22개의 경로를 가지고 있다. 노드를 거치면서 생기는 지연시간은 1 m sec로 설정하였다.

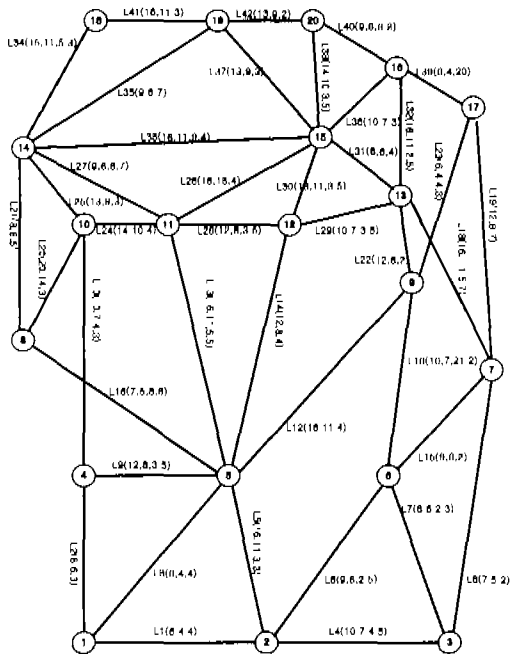


그림 6. 토론토 메트로폴리탄 네트워크

VP와 백업 VP가 지날 수 있는 최대 노드 수(홉 카운트)는 6개이고 하나의 VP에 대해 하나의 백업 VP가 할당되었다. 네트워크내의 각 링크에서 랜덤하게 트래픽을 주어 여유용량의 변화율을 주었고, 링크 장애가 발생하였을 때 기존의 알고리즘과의 복구율을 비교하였다.

그림7와 8을 비교해 보면 그림 7의 경우 두 개 링크의 백업 VP 설정율이 1800%와 600%를 가짐을 볼 수 있지만 제안한 알고리즘인 그림8를 보면 백업 VP 설정율이 분산되어 있음을 볼 수 있다.

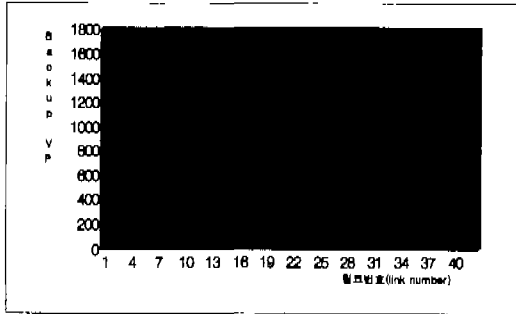


그림 7. 기존알고리즘에서 백업 VP 설정율

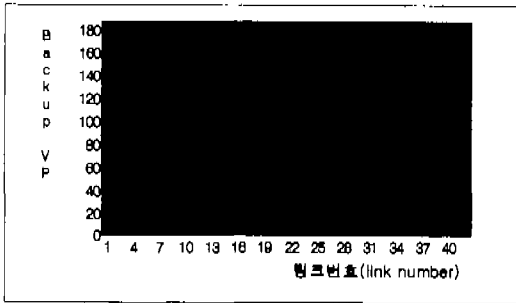


그림 8. 제안한 알고리즘에서 백업 VP 설정율

기존 알고리즘과 제안하는 알고리즘의 복구율을 비교해 보면 [표 2]와 같다.

표 3. 링크의 경로 설정

구 분	기존 알고리즘	제안 알고리즘
복 구 율	85.45%	94.79%

[표 3]에서 기존 알고리즘과 제안 알고리즘의 복구율을 비교해 보면 제안 알고리즘이 약 9%정도 우수함을 알 수 있다. 즉 실시간성 트래픽과 비 실시간성 트래픽에 대한 경로설정에 제한을 두지 않을 경우 백업 VP가 소수의 링크만을 이용하여 복구경로를 설정한다. 이로 인해 같은 경로 또는 같은 링크로 경로가 집중 되어있는 링크의 장애가 발생할 경우 소수의 링크로의 복구 트래픽의 집중으로 완전히 복구를 하지 못하거나 상당한 지연이 예상

된다.

또한, 실시간성 트래픽의 서비스 제공에 심각한 문제가 발생된다. VOD나 화상 회의 같은 실시간성 서비스에 화상이 끊어지거나, 화면이 정지하는 것과 같은 문제가 발생된다.

그러므로 본 논문에서 제안하는 실시간성 트래픽을 우선으로 하는 백업 VP를 설정하여 서비스 보중에 만전을 기할 수 있다.

## V. 결과 및 향후 연구과제

ATM망에서 신뢰성과 안정성을 향상시키기 위해 백업 VP를 사용하였다. 하지만 백업 VP는 실제 대역폭을 할당하지 않기 때문에 소수의 링크에 과중하게 백업 VP 경로가 설정되었다. 장애발생 시 복구경로에 대한 대역폭을 할당할 때 자원이 부족하게 되며 이로 인해 복구율이 저하된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 개선하고자 소스 트래픽별 우선순위를 두는 알고리즘을 제안하여 복구율 향상 및 서비스 보중에 만전을 기할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] M.Azuma, Y.Fujii, Y.Sato and K. Murakami, "Network Restoration Algorithm for Multimedia Communication Services and its Performance Characteristics", *IEICE TRANSACTION COMMUNICATION*, July, 1995
- [2] ITU-T Recommendation I.610, "B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Function." Sep, 1995
- [3] George Apostolopoulos, Roch Guerin, Sanjay Kamat, Satish K. Tripathi "Quality of Service Routing: A Performance Perspective" *Computer Communication Review*, V.24 No.4, 1998.
- [4] Debasis Mitra, John A. Morrison, K.G.Ramakrishnan "Virtual Private Networks: Joint Resource Allocation And Routing Design" *Proceedings of the IEEE INFOCOM'99 - Volume 2*, 1999.
- [5] Shirish S.Sathaye. "ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0", *ATM Forum / 95-0013*, Burlingame, CA, Feb, 1996
- [6] "Testing Operation & Maintenance(OAM)

Implementation for ATM”, *ATM / Broadband Testing Seminar*, Hewlett -Packard Solution Note 1997.

[7] Shanzhi CHEN, Shiduan CHENG, and Junliang CHEN, “A Backup-VP Assignment Method for ATM Survivable Networks”, *IEEE ICCS/ISPACS*, 1996.

[8] Anderson J., Doshi b., Dravida S., and Harshavardhana, “Fast Restoration of ATM Networks”, *IEEE*, 1994

이 동 욱(Dong-wook Lee)                      정회원  
 1986년 2월 : 동아대학교 전기공학과 졸업  
 1988년 2월 : 동아대학교 전기공학과 석사  
 1996년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자공학과 박사과정  
 <주관심 분야> 정보통신네트워크, 전자공학

이 대 영(Dai Young Lee)                      정회원  
 한국통신학회지 제23권 6호 참조