

ATM망에서 토폴로지 DB기반 소스라우팅을 이용한 장애복구 방안

정희원 김형철*, 광윤식**, 이대영*

A Restoration Schemes using Source Routing based on Topology DB on ATM Network

Hyoung Chul Kim*, Yoon Sik Kwak**, Dai Young Lee* *Regular Members*

요 약

ATM 망에서 노드나 링크에서의 장애발생 시 이를 복구하기 위한 방안에 관하여 연구하였다. 네트워크상의 각 노드들은 RCC(Routing Control Channel)을 이용하여 노드들간에 네트워크 상태 정보를 가진 NSE(Network State Element)를 교환함으로써 각각의 노드들은 네트워크내 자원에 대한 동일한 토폴로지 정보를 가지게 된다. 그러므로, 동적으로 변하는 네트워크 상태를 반영한 새로운 대체 경로를 소스노드에서 설정하는 기법을 제안한다. 이러한 방법을 적용한 결과 호 수락 제어(Connection Admission Control)단계에서의 호 설정(call setup) 실패율을 크게 줄여 복구를 향상 및 메시지 수의 축소 그리고 트래픽을 감소시키면서 빠른 복구가 가능하였다.

ABSTRACT

A restoration scheme is presented when a failure occurs at nodes or links on the ATM network. Each node on the network contains the same topology information for resources on the network by Exchanging NSE(Network State Element) which has the network state information through RCC(Routing Control Channel). We also propose a new establishing algorithm that set up a new alternate path reflecting the state of the network changed dynamically at the source node. In the result of applying our scheme, the rates of restoration can be improved and the number of messages decreased so that fast recovering could be possible by reducing traffics on the network by lowering the rates of the call-setup failure at the stage of CAC(Connection Admission Control).

I. 서론

경제적, 사회적 규모가 커지고 멀티미디어와 인터넷이 일반화되면서 다양한 종류의 데이터를 효과적으로 전송하기위해 B-ISDN이 등장하였고, 이를 실현하기 위한 방법으로 ATM이 제안되었다.

또한 전송되는 데이터의 양은 계속 증가하고 있고 그 정보가치는 점점 중요해지고 있다. 이에 단일

전송 설비에서의 장애는 심각한 문제를 야기할 수 있으며 그 손실을 최소화할 수 있도록 빠른 복구과정이 수행되어야 할 것이다^{[1][2]}.

Self-healing은 장애가 발생한 경로를 다른 경로로 빠르게 복구 시키는 기법으로, 대표적으로 동적 복구(Dynamic restoration)방법^[3]과 Kawamura가 제안한 Backup VP를 이용한 복구 방법이 있다^[4].

전자의 경우 통신망의 설치비용이 비교적 저렴한 반면 장애 발생 시, 대체 경로를 찾기 위한 메시지

* 경희대학교 전자공학과

** 충주대학교 컴퓨터공학과

논문번호 : 99152-0417, 접수일자 : 1999년 4월 17일

* 본 연구는 1997년도 경희대학교 교비지원에 의해 연구되었습니다.

의 발생 수가 크게 증가하여 네트워크에 트래픽이 많이 발생하고 처리 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 또, 후자의 경우는 비교적 신뢰성이 우수하고 복구속도가 빠른 반면 통신망 설치에 많은 비용이 요구되고, 미리 모든 경로에 대해 대체 경로를 설정해야 하는 부담이 있으며 특히 네트워크내의 자원이 빠르게 변하는 경우 복구율이 크게 떨어지거나 복구시간이 많이 걸리는 단점을 가진다. 그러므로 본 논문에서는 PNNI 라우팅 프로토콜^[8]에 기반한 SRBTD (Source Routing Based on Topology DB)를 이용한 복구방안을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 미리 모든 VP에 대하여 Backup VP를 설정^[6], 관리를 담당하는 부분을 따로 두지 않으므로 설치비용면에서 유리하고, 각 노드간에 네트워크의 노드와 링크정보를 서로 교환하므로 네트워크내의 자원 변화에 동적으로 대처함으로써 복구율을 높이며, 소스노드에서 새로운 경로를 설정함으로써 메시지의 발생량을 크게 줄이고 복구시간도 크게 단축시킬 수 있다.

II. VP에 기반한 self-healing 방안

VP(Virtual Path) 경로는 VPI(Virtual Path Identifier)와 RT(Routing Table)에 의하여 결정된다. VPI는 셀에 할당된 경로를 식별하는 셀 헤더에 포함된 수이며, RT는 각각의 cross-connect node에 있다. ATM망에서의 VP는 STM의 디지털 경로와 비교하여 몇 가지 특징을 가지고 있다. 특히 가장 큰 특징은 경로와 대역폭의 독립성이다. STM망에서 디지털 경로는 경로의 각 cross-connect node에서 TDM 프레임의 타임 슬롯을 할당함으로써 확립하기 때문에 경로와 대역폭 할당이 서로 독립적이지 못하므로 고정된 크기의 대역폭(0은 제외)만을 할당 하는 것이 가능하지만, VP의 경로와 대역폭은 VP의 대역폭이 VP 터미네이터 또는 cross-connect node의 데이터베이스에 논리적으로 정의되어 있고, 경로는 cross-connect node의 RT's에 정의되어 있기 때문에 독립적으로 정의되어 있다. 즉, VP경로는 대역폭을 할당하지 않고도 정할 수 있으므로 대역폭을 zero로 할당할 수 있다^[5].

2.1 동적 복구(Dynamic Restoration) 기법

동적 복구 기법은 VP-AIS(Alarm Indication Signal)셀에 의해 장애가 감지되고 VP-RDI(Remote Defect Indication)신호를 받은 송신 노드에서 복구를

를 시작한다. 그림2.1에서 송신자인 노드1에서 노드 4를 경유하여 목적지인 노드 5로 원래의 경로가 설정되어 있을 때 노드 1과 노드 4사이의 링크에서 장애가 발생하면 이를 노드 4가 AIS신호를 보내고 RDI 신호를 받은 노드는 인접노드로 복구 메시지를 보내고 복구 메시지를 확인한 노드들은 메시지 내에 포함되어 있는 정보를 자신의 정보와 비교하여 허용 대역폭과 연결가능 노드 유무 정보를 더하여 다시 인접노드로 전송한다.

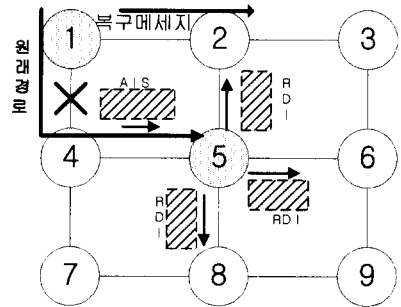


그림 2.1 동적 복구(Dynamic Restoration)

이렇게 하여 복구 메시지가 수신 노드에 도착하면 수신노드는 확인 메시지를 송신 노드로 보내고 송신노드에서 확인 메시지를 받으면 이때부터 노드 1-2-5 또는 노드 1-2-3-6-5등과 같은 새로운 경로로 데이터를 보냄으로써 장애를 복구하는 방법이 동적 복구 방법이다

2.2. Backup VP를 이용한 복구

Self-healing 알고리즘은 VP의 특징을 이용하여 각각의 VP에 대해 Backup VP를 미리 할당하여 장애 발생 후, 수행되어야 하는 복구과정을 간략화 시키는 기법이다. 그림2.2에서 원래 경로 노드 1-2-3에 대하여, 노드 1-4-5-6-3과 같은 Backup VP를 미리 설정한다. 이때 Backup VP의 대역폭은 zero가 된다.

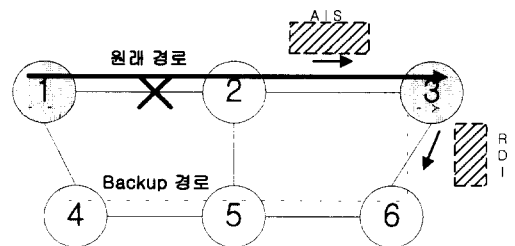


그림 2.2 Backup VP를 이용한 복구 (Restoration using Backup VP)

노드 1과 노드 2사이의 링크 장애를 감지하여 노드 2가 AIS신호를 보내고 이 신호를 받은 노드 3은 미리 설정해 둔 Back VP를 따라 복구 메시지를 보내면서 필요한 대역폭을 할당한다. 복구 메시지를 받은 송신자 노드는 오류가 발생한 원래 경로에서 새로운 경로로 스위칭하여 데이터를 전송하는 방법이다.

III. SRBTD를 이용한 복구

기존에 제안된 Backup VP를 이용한 복구 기법은 비교적 높은 신뢰성과 빠른 복구가 가능하나 미리 Backup VP가 설정 되어야 만하고 이러한 Backup VP에 대한 여유자원이 확보되도록 관리되어야 하며 다중 장애에 대한 복구능력이 떨어지는 단점이 있다. 또한 동적 복구는 알고리즘 및 메시지 전송프로토콜이 복잡하고 장애 발생 시 복구 경로 설정을 위해 많은 양의 메시지를 발생시키며 복구 시간이 느린 문제점을 가지고 있다. 그래서 본 연구에서는 RCC(Routing Control Channel)을 이용하여 네트워크 정보를 노드들간에 교환함으로써 동적으로 변하는 네트워크 상태를 반영하여 새로운 대체 경로를 설정할 수 있는 SRBTD알고리즘을 이용하여 호 수락 제어(Connection Admission Control)단계에서의 호 설정(call setup) 실패율을 크게 줄임으로써 기존의 방법에 비해 복구율을 크게 높이고 메시지 수를 대폭 줄여 네트워크내의 트래픽을 감소시킬 수 있는 신뢰성 있는 복구알고리즘을 제안한다. 네트워크의 장애복구에는 메시지교환 및 감시(monitoring), 감지(detection), 복구(recovery)의 3가지 요소로 구분할 수 있다.

3.1. 메시지 교환 및 감시 메커니즘

각각의 노드들은 네트워크내의 자원의 변화가 발생하면 노드, 링크의 상태, 사용대역폭, 여유대역폭 등과 같은 상태정보(NSE)를 적재하여 인접한 노드들에 전송하고 각 인접 노드들은 자신의 토폴로지 DB와 비교하여 변경된 사항이 있으면 DB를 새롭게 갱신함으로써 인접 노드들과의 DB동기화를 행한다. 이것은 PNNI 라우팅 프로토콜과 유사하나 PTSP(PNNI Topology State Packet)처럼 네트워크의 상태정보를 일정한 시간 간격으로 계속 해서 노드들간에 교환하는 것이 아니라 변경된 자원이 있을때만 NSE를 교환한다는 것이다. 또한 받은 NSE를 무조건 다른 인접노드로 전송하는 것이 아니라 자신의 DB와 비교하여 변경사항이 없으면 다른 인

접노드로 전송하지않고 폐기하여 메시지의 중복을 줄일 수 있다. 만약 DB를 수정한 경우에는 소스 노드를 제외한 인접노드로 다시 상태정보 메시지를 전송한다.

DB에 포함되는 정보는 DTL(Destination Transit List), 연결된 인접노드와 대역폭정보, 네트워크내에 존재하는 링크관련 정보 등이 있다.

만약 정해진 시간간격동안 응답이 없으면 장애가 발생한 것으로 본다. SAAL(Signaling ATM Adaptation Layer)은 링크 또는 노드에서의 장애가 발생한 것을 감지하면 장애발생 사실을 인접노드에 전송하면서 복구처리가 시작된다.

3.2 복구 경로 설정

임의의 링크나 노드에서 장애 발생이 감지되면 인접한 각 노드들은 원래경로에 할당된 자원해제를 위한 자원해제(crankback) 메시지를 보낸다. 장애가 발생한 노드 또는 링크에 인접해 있는 노드 중 소스측 노드에서는 원래의 경로를 따라 자원해제 메시지를 보내고 메시지를 받은 노드들은 호 식별자(call identifier)를 추출하여 해당자원(대역폭, VPI/VCI값 등)을 해제하고 다음 노드로 메시지를 전송한다. 메시지를 받은 소스노드에서는 네트워크내의 링크 정보를 가지고 있으므로 인접 링크 중 가장 여유대역폭이 큰 링크를 우선 탐색하여 요구 대역폭을 만족하는 경로 중에서 최소 홉 카운트(hop count)를 가지는 경로를 복구경로로 설정하여 호 설정(call setup) 메시지를 보낸다. 호 설정 메시지를 받은 각 노드들은 다음과 같은 호 수락제어(CAC) 처리를 행한다.

1. 만약 호 설정 요구를 받아들일 수 있으면 필요한 자원을 할당한 후 목적지 노드쪽의 다음 노드로 호 설정 메시지를 보낸다.
2. 만일 대역폭이 부족하거나 갑작스러운 링크의 장애로 인해 새 호출을 받아들일 수 없다면 소스노드 측으로 자원해제 메시지를 보낸다. 자원해제 메시지를 받은 각 노드는 할당한 자원을 해제하고 소스노드까지 메시지를 전달한다. 크랭크백 메시지를 받은 소스노드는 새로운 대체경로를 찾아서 다시 위와 같이 메시지를 전송한다.

한편 장애가 발생한 노드 또는 링크에 인접한 목적지측 노드는 원래의 경로를 따라 목적지노드까지 자원해제 메시지를 보내고, 자원해제 메시지를 받으면 호 식별자를 추출하여 해당자원을 해제한다 이

와 같이 각 노드들이 수시로 변경되는 정보를 DB에 유지하므로 기존의 알고리즘에 비해 복구신호를 인접노드로 전송해가면서 자원을 할당하는 과정에서의 신뢰도가 크게 향상되어 빠른 복구가 가능하며 네트워크내의 자원 변화에 따른 복구 실패를 크게 줄일 수 있다는 장점을 가진다.

NSE에 포함되는 정보

- 송신자 노드
- 변화가 발생한 링크 수
- 변경된 링크의 sender node
- 변경된 링크의 target node
- 링크의 사용 및 여유대역폭
- 장애발생 유,무
- 장애발생노드,링크번호

IV. 알고리즘 성능 평가

알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 사용한 네트워크 모델은 토론토 메트로폴리탄 네트워크^[7]이다 (그림 4.1) 노드는 20개이고 42개의 링크를 가진 네트워크로서, 홵카운트(hop count)는 6으로 하였다. 네트워크내의 각 노드에서 랜덤하게 새로운 트래픽을 발생 또는 소멸시키면서 자원 변화를 주었고 장애는 링크장애와 노드장애에 대하여 실험하여 기존의 방법과 비교를 행하였다.

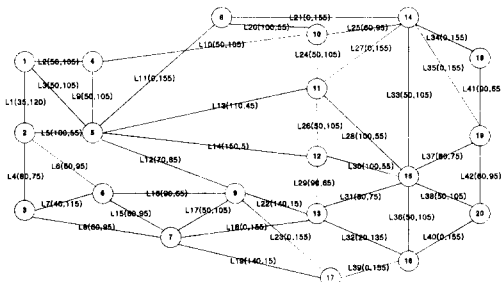


그림 4.1 네트워크 모델(network model)

그림 4.2는 각 노드별 장애 발생시 평균복구시간을 기존의 방법과 비교하였다. 링크에서의 메시지 지연을 7msec로 하였고 노드에서의 처리지연은 고려하지않고 장애검출 메시지를 받은 후부터 새로운 경로가 설정되고 소스 노드에서 연결 메시지를 받을 때 까지를 복구시간으로 계산하였다. 실험 결과에서와 같이 동적복구의 경우 가장 많은 복구시간

이 소요되었고 backup VP를 이용한 복구방법의 경우 네트워크 자원변화의 변화로 인해 호 설정이 실패하는 경우가 많으므로 복구 시간이 제안 알고리즘 보다 많이 소요되는 것을 알 수 있었다.

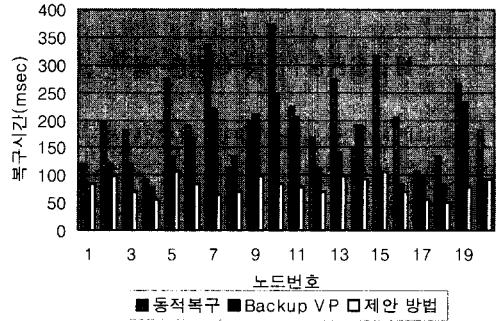


그림 4.2 각 노드장애에 대한 평균복구 시간

표1은 Backup VP를 이용한 방법과 제안방법에 대한 복구시간, 메시지 발생량 및 호 설정 실패 횟수를 비교하였다. 각 노드에 대해 5회 실험한 결과를 나타내었다 표 1에서와 같이 Backup VP의 경우 자원의 변화에 대해 동적으로 대처하지 못하므로 호 설정 시 실패할 확률이 높았다.

표 1. 호 설정 실패율 비교

		Node5	Node6	Node7	Node8
Backup VP	A	133.5	168.2	217.4	127.1
	B	17.2	26.5	31.1	15.0
제안 방법	C	1.7	2.5	3.3	0.8
	A	105.4	84.1	63.5	70.8
	B	15.4	11.6	9.6	9.8
	C	1.2	0.8	0.5	0.6

A : 평균 복구시간 B : 평균 메시지 발생량
C : 평균 호 설정 실패횟수

그림 4.3은 노드 장애 시 평균 복구율을 나타냈다. 동적복구방법은 네트워크의 변화에도 복구시간은 많이 걸리지만 복구율은 비교적 좋은 결과를 보였고 Backup VP를 이용한 복구의 경우도 AIS신호를 접수한 후 미리 정해 둔 Backup 경로로 RDI신호를 송신자 노드로 보내면서 대역폭을 할당해 나가므로 메시지의 발생은 동적복구에 비해서 크게 감소하고 빠른 복구가 가능하나 자원의 변화가 자주 일어나는 네트워크의 경우 자원의 변화로 인해

호 설정(Call Setup)이 실패하는 경우가 발생하여 다시 새로운 경로를 찾아 복구과정을 수행하므로 복구시간이 많이 걸리고 복구율이 떨어지는 단점이 있다.

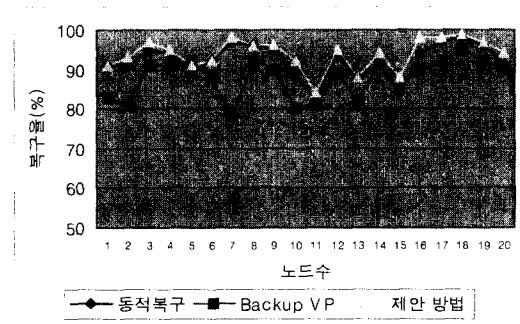


그림 4.3 각 노드에서 장애 발생 시 평균 복구율

반면에 제안한 복구방법의 경우 변화되는 네트워크 정보를 토폴로지 DB에 가지고 있으므로, 소스노드에서는 이러한 토폴로지 DB에 기반한 새로운 복구경로를 설정함으로써 복구 실패율을 크게 줄여 우수한 복구율을 얻을 수 있었다.

IV. 결론 및 향후과제

본 논문은 ATM망에서 연결관리와 장애관리를 위하여 네트워크의 신뢰도를 높일 수 있는 방안으로 제안되는 self-healing 기법에 대하여 연구하였다. 제안된 알고리즘은 기존의 동적 복구방법에 비해 메시지의 발생량을 크게 줄이면서 빠른 복구가 가능하고, backup VP를 이용한 복구방법의 경우 미리 대체 경로를 설정해두고 관리 해야 함으로써 추가적인 비용부담 및 네트워크 자원 변화에 동적으로 대처하지 못하는 단점을 보완한 알고리즘을 제시하였다. 그러나 제안 알고리즘을 큰 네트워크에 적용 시 초당 메시지의 발생량이 증가하고 DB가 복잡해지는 문제가 있으므로 제안 기법의 효율을 높이기 위해 각 노드를 몇 개의 그룹으로 나누어 계층적 복구 방안으로의 확장에 대한 연구를 계속 수행할 필요가 있다고 생각된다.

참고 문헌

[1] Martin de Prycker, "Asynchronous Transfer Mode : Solution for Broadband ISDN", pp.

327-340, 1995.

[2] Mitsuhiro AZUMA, Yasuki FUJII, "Network restoration algorithm for Multimedia Communication Services and its Performance Characteristics", IEICE Trans. Comm. Vol. E78-b, No. 7 pp. 987-995, July, 1995.

[3] Hea-Goo Song, HeeSang Lee, Buhyun Moon, Sung-jin Jung, "Dynamic Rerouting for ATM Virtual path restoration", IEEE Communication Magazine, 1977.

[4] R. Kawamura, K.Sato, and I. Tokizawa, "Self-healing ATM Networks based on Virtual Path Concept", IEEE JSAC, Vol. 12, no. 1, Jan, 1994.

[5] Kazutaka Murakami, "Virtual Path Routing for Survivable ATM Networks", IEEE Trans. Networking, vol. 4, no. 1, Feb, 1996.

[6] Deh-phone K. Hsing, Bo-Chao Cheng, "A Restoration Methodology Based on Pre-Planned Source Routing in ATM Networks", Proceeding of IEEE ICC, 1997

[7] Yijun Xiong, Lorne Mason, "Restoration Strategies and Spare Capacity Requirements in Self-Healing ATM Networks", IEEE/Acm Transactions on Networking, V.7 N.1, 1998

[8] ATM-Forum 94-0471R13, PNNI Draft Specification, ATM Forum, October, 1995

김형철(Hyoung Chul Kim) 정회원
 1990년: 경희대학교 전자공학과(공학사)
 1992년: 경희대학교 전자공학과 대학원(공학석사)
 1992년~현재: 경희대학교 전자공학과 대학원 박사과정 재학중
 <주관심 분야> 영상처리, 컴퓨터 통신, ATM망 관리

곽윤식(Yoon Sik Kwak) 정회원
 한국통신학회지 제 23권 6호 참조

이대영(Dai Young Lee) 정회원
 한국통신학회지 제 23권 6호 참조