

# ATM 망에서 링크 자원 및 시스템 자원의 효율적인 사용을 위한 연결 수락 제어 기법 연구

홍 성익<sup>o</sup>, 정 문조  
한국 통신 통신망 연구소

## A Study on a Connection Admission Control Algorithm with Efficient Link Resource Allocation and Minimum System Resource Usage in ATM Networks

Seong-Ik Hong<sup>o</sup>, Mun-Jo Jung  
Telecommunications Network Laboratory, Korea Telecom  
{yeolin, mjjung}@kt.co.kr

### 요 약

본 논문에서 제안하는 연결 수락 제어 기법은 망 관리 시스템의 자원을 최소한으로 사용하는 연결 식별자 관리 방안 및 효율적인 대역폭 관리에 대한 것이다. 연결 식별자 관리 기법은 해지된 연결의 식별자 재사용 우선의 원칙을 적용하여 이루어지며, 대역폭 관리 기법은 링크 비용을 대역폭 사용율에 따라 정상(normal), 혼잡(busy), 폭주(congested)의 3 단계로 분류, 연결 설정시 폭주 링크를 피하면서 최소 개수의 링크를 지나게 하는 방법에 관한 것이다. 제안한 방법은 망 관리 시스템의 시스템 자원을 최소한으로 사용하며, 각 링크의 부하 평준화(load-balancing)에 기여하고 망 사용 효율을 높인다.

### 1. 서론

ATM 망에서의 연결 서비스 제공을 위하여 각 망 자원들을 ITU-T M.3100[1]과 G.805[2]가 정의하는 TMN 객체 분류(object class)에 따라 노드(node), 링크(link) 및 가입자 접속점(access port)으로 모델링한다. 모델링한 각 객체들은 필요한 정보들을 데이터 베이스에 저장하여 시스템 오류등의 상황에서 정보를 유지하게 하며, ATM 서비스 제공을 위한 동작을 한다.

연결 서비스는 단대단 가입자(access port)간에 하나 이상의 노드와 링크를 거쳐 제공된다. 이러한 연결 서비스를 제공하기 위한 연결 수락 제어(CAC : Connection Admission Control)를 위해서는 연결 서비스들이 어느 한 링크에 집중되지 않고 고루 분배(load balancing)되며, 장애 링크를 우회하면서 가장 짧은 경로로 갈 수 있게 하는 망 자원의 할당 정책이 필요하다.

본 논문은 PVC(permanent Virtual Connection)서비스 제공을 위해 시스템 저장 영역을 최소한으로 사용하는 연결 식별자의 관리 방법과, 링크의 가중치로서 대역폭 사용 비율에 의한 3 단계 비용 개념을 사용, 경로 선택에 반영하는 방법을 제시하여 체계적이고 효율적인 연결 서비스 제공을 가능케 한다.

### 2. 제안한 알고리즘

#### 2.1 연결 식별자 관리 방안

연결형(connection-oriented) 망인 ATM 망에서 연결의 식별은 연결 설정시 부여하는 식별자인 VPI(Virtual Path Identifier)와 VCI(Virtual Channel Identifier)를 통해 이루어진다. 연결 식별자는 한 링크내에서 고유한 값을 가지며, 연결이 해지되면 다른 연결의 식별자로 쓰일 수 있다.

제안한 알고리즘에서 연결 식별자의 관리는 연결 식별자 범위의 최소값으로부터 순차적인 할당과 해지된 식별자의 재사용을 통해 이루어진다. 이를 위해 링크는 그림 1과 같은 링크 정보 테이블과 재사용 식별자 테이블을 자신의 정보로 저장한다. 각 링크는 링크 종류, 대역폭등과 함께 사용할 수 있는 연결 식별자의 범위( $I_{min}$ ,  $I_{max}$ )와 다음에 할당할 연결 식별자( $I_{next}$ )의 3 개 값을 링크 테이블에 저장하며, 해지된 연결로부터 돌려받은 연결 식별자( $I_{reuse}$ )를 재사용 연결 식별자 테이블에 저장한다.

링크 Table

| ID  | fwBw | ... | $I_{max}$ | $I_{min}$ | $I_{next}$ |
|-----|------|-----|-----------|-----------|------------|
| ... |      |     |           |           |            |
|     |      |     |           |           |            |

재사용 연결 식별자 Table

| ID  | $I_{reuse}$ |
|-----|-------------|
| ... |             |
|     |             |

그림 1. 링크 및 식별자 테이블

연결 설정시에는 먼저 재사용 가능한 식별자가 있는지를 재사용 연결 식별자 테이블에서 검사한다. 재사용 연결 식별자 테이블에 있을 경우  $I_{reuse}$  를 랜덤하게 할당하며, 없을 경우  $I_{next}$  를 할당하고  $I_{next}$  값을 1 증가 시킨다. 연결이 해지되면 해지된 연결 서비스의 식별자는 재사용 연결 식별자 테이블에 저장한다.

제안한 방법외에 링크별로 사용 가능한 식별자를 유지할 경우, 전체 링크 수  $m$ , 식별자 범위  $n$ , 링크 당 평균 연결 수를  $u$  라 했을 때 식(1) 만큼의 저장 영역을 사용하게 된다.

$$m \times (n - u) \quad (1)$$

그러나 제안한 방법을 사용할 경우 최소  $3 \times m$  만을 사용하며, PVC의 속성상  $3 \times m$ 의 범위를 크게 벗어나지 않는다고 볼 수 있어 최대 식(2) 만큼의 메모리 절약 효과를 볼 수 있다.

$$m \times (n - u - 3) \quad (2)$$

## 2.2 링크 비용 설정 방안

망자원 할당 정책의 중심을 이루는 대역폭 사용에 따른 링크의 비용 계산 방법은 경로 선택 정책과 긴밀한 관계를 가진다.

경로 선택 장치는 SPF(Shortest Path First)[3] 알고리즘을 사용하여 최단 거리 경로를 우선 선택한다. 비용 개념은 경로 선택 장치에 각 링크의 비용을 알려 주어 최단 거리 경로이더라도 폭주 경로를 우회하며, 혼잡한 경로를 최소한으로 사용하는 경로 선택을 가능하게 한다. 그림 2는 링크의 사용율이 40% (문턱값 0 :  $T_0$ ) 이하일 때는 비용 0 ( $C_0$ :정상, normal), 80% (문턱값 1 :  $T_1$ ) 이상일 경우 비용 2 ( $C_2$ : 폭주, congested), 나머지 경우에는 비용 1 ( $C_1$ :혼잡, busy)임을 나타낸다.

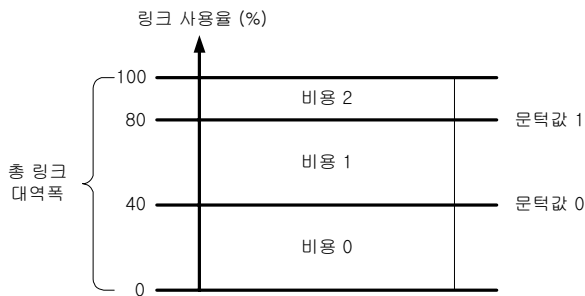


그림 2. 대역폭 사용율에 따른 영역

비용을 정하는 방법은 경로 선택 장치가 정하는 링크값(L)을 기준으로 한다. 경로 선택 장치는 각 경로가 지나는 링크의 수와 각 링크들의 비용을 합하여 각 경로의 가중치를 매기며, 이 가중치가 가장 낮은 경로를 선택한다. 가중치 산정을 위해 하나의 링크 당 한 단위의 링크값(L)을 부여하며, 이

값과 각 링크의 비용을 모두 더한 것이 경로 가중치가 된다.  $H_{max}$  는 경로 선택 장치가 정하는 최대 Hop 수로서 이를 초과하는 경로는 연결 설정시 배제한다.

비용 설정은, 먼저 식(3)과 같이  $C_1$  을  $C_0$  보다 큰 값으로 정하여 선택된 경로들이 같은 수의 링크를 지나는 경우 사용율이 낮은 링크를 많이 지나는 경로에 우선권을 주게 한다.

$$C_1 > C_0 \quad (3)$$

사용율이 극히 높음을 나타내는  $C_2$  는 식(4)와 같이  $C_1$  보다 현저히 큰 값으로 설정하여 다른 모든 링크들이 장애등으로 인하여 사용 불가능한 최악의 경우에만 선택 되게 한다.

$$C_2 \gg C_1 \quad (4)$$

단,  $C_1$  은 같은 Hop 수의 경로들 간의 부하 분산(load balancing)에 사용된다. 즉, 링크값의 합이 같은 경로들 간의 우선 선택권에 영향을 미친다. 이를 위해서는 식(5)와 같은  $C_0$  의 함수를 만족시켜, 비용이  $C_2$  인 링크를 제외하고는 최단 거리 경로 설정시 선택될 수 있게 해야 한다. 식(5)를 정리하면 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$H_{max} \times (L + C_0) > (H_{max} - 1) \times (L + C_1) \quad (5)$$

$$C_1 < \frac{H_{max} C_0 + L}{H_{max} - 1} \quad (6)$$

이  $T_0$ ,  $T_1$  과  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  의 값은 운용중에 바꿀 수 있어 망의 원활한 운용을 가능케 한다. 문턱값의 설정은 망운용 원칙의 정립에 따라 유연하게 바꿀 수 있으며, 비용의 설정은  $H_{max}$  및 L 값에 따라 표 1과 같이 할 수 있다.

| $H_{max}$ | L  | $C_0$ | $C_1$ | $C_2$ |
|-----------|----|-------|-------|-------|
| 12        | 50 | 1     | 5     | 3000  |
| 8         | 25 | 1     | 4     | 3000  |

표 1. 비용예

이렇게 계층망별(VP, VC) 또는 개별 링크별로 비용값과 문턱값을 조정하여, 링크 사용율을 고려한 경로 선택이 가능하다. 또한 특정 링크의 비용만 변경함으로써 그 링크만 경로 선택에서 제외하거나 더 사용할 수 있게 한다. 링크 사용율에 의한 비용 변화외에 성능 저하 통보(TCA : Threshold Crossing Alert)를 받은 링크의 비용을 높게 설정하여 연결을 우회시킬 수 있다. 이러한 링크 비용 정책에 따라 링크의 비용 값이 변할 경우 즉시 경로 선택 장치에 통보하여 신속한 반응이 가능하게 한다.

이상 제안한 알고리즘은 경로 선택을 위한 메트

릭(metric)중 경로 길이(path length : Hop 수) 및 대역폭 사용율에 중점을 둔 것이지만, 최단 거리 경로를 우선함에 따라 경로 길이에 영향을 받는 지연(delay) 시간을 단축하는 효과가 있다. 또한 대역폭 사용율이 매우 높은 (폭주 상태) 링크는 경로 선택 시 배제함으로써 링크 자원의 신뢰성(reliability) 및 부하 분산에도 좋은 효과를 갖는다.

### 2.3 연결 수락 제어 흐름도

위와 같은 링크 비용 정책을 바탕으로 한 망 자원 할당 정책에 기반한 연결 수락 제어 절차를 나타내면 그림 3과 같다.

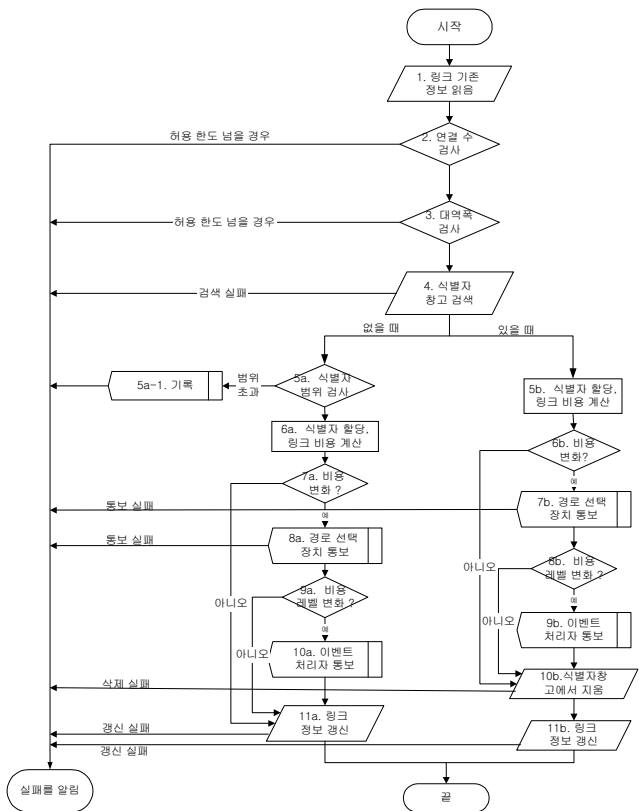


그림 3. 연결 수락 제어 절차

1. 연결 요청을 받은 해당 링크에 존재하는 연결의 수와, 링크의 총 대역폭, 사용 가능 대역폭,  $I_{next}$ ,  $I_{min}$ ,  $I_{max}$ , 비용 및 현재 상태를 읽어 온다.
2. 총 연결의 수를 검사한다.
3. 링크의 대역폭을 검사한다.
4. 재사용 가능한 연결 식별자를 식별자 창고에서 검색한다. 식별자가 있을 경우 5a.로, 없을 경우 5b.로 진행한다.
5. a. 식별자 범위를 확인한다.  
b.  $I_{next}$  를 할당하고 링크의 비용을 계산한다.
6. a. 5b와 같다.  
b. 계산한 링크 비용이 대역폭 할당 이전과

동일한지 비교한다. 변화가 없을 경우 10b로 넘어간다.

7. a. 비용이 대역폭 할당 전과 동일한지 비교하여, 같을 경우 11a로 진행.  
b. 경로 선택 장치에 비용 변화 통보
8. a. 경로 선택 장치에 비용 변화 통보.  
b. 링크의 비용이 미리 정해둔 일정 기준을 넘는지를 검사한다.
9. a. 8b와 같다.  
b. 8b가 YES인 경우, 운용자에게 통보하고 기록을 남긴다
10. a. 9b와 같다.  
b. 할당이 끝난 연결 식별자를 식별자 창고에서 지운다.
11. a. 해당 링크의 정보를 갱신한다.  
b. 해당 링크의 정보를 갱신한다.

연결 해지시 해지할 연결 서비스가 사용하고 있는 대역폭과 연결 식별자를 반납받고 비용을 재계산 하는 과정은 그림 4와 같다.

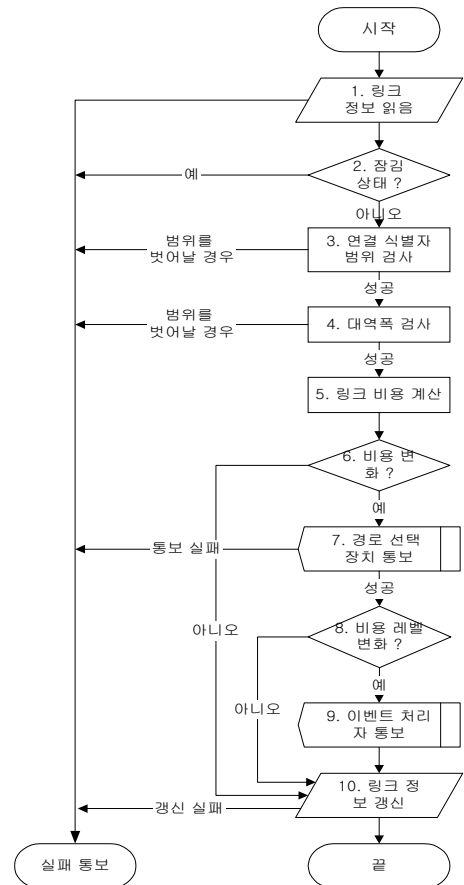


그림 4. 연결 해지시 반납 절차

1. 링크의 상태와 링크내에 존재하는 연결 정보를 읽어 온다.
2. 링크가 잠금 상태인지를 체크한다. 잠금 상태란 ITU-T X.731[4]이 규정하고 있는 연결

- 설정 및 해지 모두가 불가능한 상태를 말한다.
3. 해지할 연결의 식별자가 링크가 허용하는 범위에 들어있는지를 검사한다.
  4. 반납받은 대역폭이 유효한 값인지를 검사한다.
  5. 대역폭을 반납받은 후, 총 대역폭과의 비교를 통해 링크의 비용을 계산한다.
  6. 링크 비용의 변화 여부를 검사한다.
  7. 링크 비용의 변화가 있을 경우 경로 선택 장치에 통보한다.
  8. 링크의 비용이 미리 정해둔 일정 기준을 넘는지를 검사한다.
  9. 링크의 비용이 미리 정해둔 일정 기준을 넘을 경우, 운용자에게 통보하고 기록을 남긴다.
  10. 해당 링크의 정보를 갱신한다.

### 3. 결론

본 논문은 재사용 기반 연결 식별자 관리 방안으로 망관리 시스템 자원 절약에 기여하며, 링크의 사용율을 고려한 비용 개념으로 성능 저하, 장애, 혼잡한 링크를 우회하는 최단거리 연결 설정을 가능케 하는 연결 수락 제어 기법을 제시하였다. 이는 가입자에게 빠른 연결 설정과 고품질의 연결 서비스를 제공하기 위한 핵심 기술이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation M.3100, "Generic Network Information Mode", Jul. 1995.
- [2] ITU-T Recommendation G.805, "Generic Functional Architecture of Transport Networks", Nov. 1995.
- [3] D.Bertsekas, R.Gallager, "Data Networks". 2<sup>nd</sup> ed.
- [4] ITU-T Recommendation X.731, "Open Systems Interconnection – Systems Mgmt: State Management Function", Jan. 1992.