

다중 스위치에 의한 ATM 스위치 연결 제어

최 광 옥, 권 택 근
충남대학교 컴퓨터공학과

ATM Switch Connection Control with Multiple Switches

Kwang-Ok Choi, Taek-Geun Kwon
Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University

요 약

단일 망으로 다양한 서비스를 제공하기 위하여 하나의 스위치에서 다수의 제어소프트웨어를 지원해야 한다. 이를 위하여 스위치의 제어 인터페이스를 표준화하려는 시도가 활발하다. 본 논문에서는 다수의 스위치를 단일 제어기로 제어하는 ATM 연결 제어 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 방법으로 제어 망과 트랜스포트 망을 분리함으로써 유연한 망의 구성이 가능해지고, 병렬 스위치 제어를 통하여 시그널링의 효율을可提高 수 있다. 이를 위하여 단일 스위치를 통한 복합 연결 (compound connection)에 대하여 단일 제어 인터페이스를 통한 제어 가능한 원소 연결 (atomic connecton)로의 변환 모델 등을 제시한다

1. 서론

ATM 기술은 높은 대역폭과 다양한 QoS (Quality of Service)의 보장, 고속 전송등의 특징을 가진다. 따라서 멀티미디어 및 다양한 서비스의 품질을 요구하는 응용이 증가함에 따라 그 필요성 및 활용범위가 확대되고 있다.

현재 구축되고 운용중인 ATM 망은 Q.2931[1], B-ISUP, PNNI[2]등 표준 시그널링 프로토콜이 특정 스위치 하드웨어에 종속적인 제어 프로그램등 고정된 프로그램으로 설계된 ATM 스위치로 구성된다. 기존 시그널링 프로토콜에 새로운 기능을 추가하거나 새로운 서비스를 제공하기 위한 새로운 프로토콜을 적용하기 위하여 스위치 제어 소프트웨어의 구현에 많은 노력과 시간이 소요된다. 또한 기존의 망에 새로운 서비스나 구조를 도입할 때에도 상호 운용상에 많은 문제가 있다.

이를 위하여 스위치 하드웨어 종속적인 제어 부분과 서비스 제공을 위한 하드웨어 독립적인 제어 소프트웨어 사이에 개방된 표준 인터페이스 표준의 필요성이 증대하게 되었다. Ipsilon 사의 GSMP[3]를 시초로 스위치 제어 인터페이스의 표준화 작업을 시작하여 IEEE P1520[4]이나, 그리고 MS 포럼에서의 VSI[5] 등으로 표준화 작업이 진행되었다. 최근에는 IETF 를 중심으로 이러한 다양한 스위치 제어 인터페이스 표준을 단일안으로 규격화하여 MPLS (Multiple Protocol Label Switching)[6]등 새로운 서비스에 적용을 시도하고 있다. 나아가 사용자가 통신망에서 제공되는 기능의 프로그램을 직접 작성하여 노드에서 실행하도록 함으로써 프로그램 가능한 네트워크 (programmable network)에 대한 연구도 활발한데, 이러한 액티브 네트워크 (active network)도 개방된 스위치 제어 인터페이스를 채택한 망 API 를 제공한다[7].

이러한 연구들은 모두 망 제어에서의 개방된 구조를 허용하고 망 제어와 관리정책 사이의 인터페이스를 확립하여 새로운 서비스 및 구조를 빠르게 도입하고 개발할 수 있는 유연한 통신망의 설계를 목적으로 한다 [8].

본 논문은 위의 개념을 기본으로 망에서의 개방되고 제어 가능한 시그널링을 가정하며 더 나아가 일정 도메인내에서 여러 스위치 사이의 통합적인 시그널링 시스템을 정의한다

이는 일정 도메인내 (이하 controlled domain 이라 칭함) 스위치들 사이의 토폴로지를 파악하여 스위치 간 연결 정보와 스위치 내 포트의 연결 정보를 획득한다. 이를 근간으로 전체

스위치들에 대한 스위칭 정보를 알게 되고 controlled domain 내에서의 전체적인 연결을 수행할 수 있도록 통합적인 시그널링 시스템을 구축할 수 있다. 이로써 시그널링 시스템에서의 제어와 요청만으로 controlled domain 내에서 연결하고자 하는 스위치들을 연결하고 제어하는 것이 가능하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 기존의 ATM 스위치 제어 구조와 본 논문에서의 ATM 스위치 제어 구조에 대해 논하고, 3 장에서는 제안하는 스위치 제어 모델을 제시하고 4 장에서는 제시하는 제어 모델의 동작을 예를 들어 설명하고, 5 장에서 전체적인 시스템 구조를 설명하고 6 장에서 향후 연구과제를 제시하고 결론을 맺는다.

2. ATM 스위치 제어 구조

기존의 ATM 스위치는 전송 하드웨어와 제어 소프트웨어가 하나의 단위로 구현되어왔다 (그림 1 (a)).

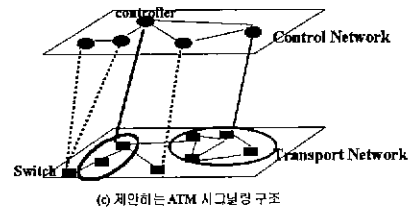
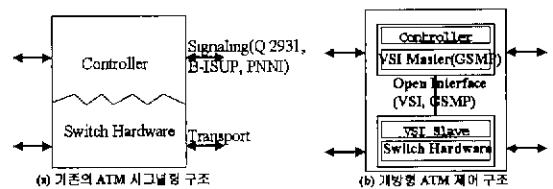


그림 1 스위치 제어 구조

이러한 제어구조는 새로운 제어 소프트웨어의 구현에 많은 노력이 소요되며 따라서 새로운 서비스의 빠른 도입 및 상호

운용에 문제를 초래한다 이에 스위치의 전송 하드웨어와 제어 소프트웨어를 분리시키고 그 사이에 개방된 표준 인터페이스를 제공하여 스위치 하드웨어에 독립적인 제어를 수행하고자 하는 연구들이 진행되어왔다 (그림 1 (b)). 또한 이러한 개방형 스위치 제어구조의 개념을 기반으로 ATM 통신망을 제어망 (Control Network)과 전송 망 (Transport Network)을 분리함에 의해 여러 스위치를 제어하는 단일 제어기 또는 여러 제어기에 의해 제어되는 단일 스위치용 다양한 제어형태가 가능해진다 (그림 1 (c))

본 논문은 그림 1(c)의 형태중 단일 제어기에 의해 제어되는 다중 스위치의 연결에 대한 제어정책을 정의한다. 이는 일정도메인에서의 토폴로지 정보를 기반으로 스위칭 정보를 파악하여 통합적인 시그널링 시스템을 정의하는 것이다. 통합된 시그널링 시스템은 controlled domain 을 하나의 논리적 스위치처럼 보이게 하며 따라서 스위치에의 단순한 연결 요청만으로 연결 제어가 가능하게 한다.

3. 스위치 제어 모델

본 논문에서 제시하는 제어 모델을 나타내기 위해 ATM 연결 관리를 위하여 연결을 다음과 같이 정의한다

정의 1: 연결 (connection)

패킷 전송을 위한 네트워크 자원의 집합으로 원자 연결 (atomic connection)과 복합 연결 (compound connection)으로 구성된다.

정의 2: 원자 연결 (atomic connection)

단일 지역 스위치 하드웨어 상의 자원으로 구성되는 단일 연결로 k 번째 스위치의 연결을 C_k^o 라 하자. 이때 C_k^o 는 입력 종단점 (input end point)와 출력 종단점 (output end point), 그리고 QoS (Quality of Service)에 대한 파라미터로 구성된다. 즉, $C_k^o = \{S_k, \langle i, iVPI_k, iVCI_k \rangle, \langle j, oVPI_k, oVCI_k \rangle, \langle peakRate, averageRate, \dots \rangle\}$ 이다. 단, C_k^o 는 k 번째 스위치 S_k 의 입력 포트 i_k 에서 출력 포트 j_k 로 입출력 VPI/VCI 의 값이 각각 $iVPI_k/iVCI_k$ 와 $oVPI_k/oVCI_k$ 인 연결이다

정의 3: 복합 연결 (compound connection)

n 개의 스위치 ($n \geq 1$)를 통해 제공되는 원자 연결의 연결 (concatenation)으로 C 로 표현되고, n 개의 원자 연결로 분해된다. 즉, $C = C_1^o | C_2^o | \dots | C_n^o$ 이다. 단, $k < n-1$ 일때, k 번째 스위치의 원자 연결 (C_k^o)에 대한 출력 종단점 $\langle j_k, oVPI_k, oVCI_k \rangle$ 와 k+1 번째 스위치의 원자 연결 (C_{k+1}^o)에 대한 입력 종단점 $\langle i_{k+1}, iVPI_{k+1}, iVCI_{k+1} \rangle$ 은 같다. 이는 망의 토폴로지 정보를 통해 획득될 수 있고, 복합 연결이 본 논문에서 단일 제어기로 관리하여 다수의 스위치를 통해 병렬로 제어되는 기본 단위가 된다

정의 4: 토폴로지 정보 (Topology Information)

토폴로지 정보 T는 단일 제어기로 관리되는 스위치 사이의 물리적 연결 정보에 대한 집합으로 정의된다. 즉, 스위치 p의 출력 포트 i_p 와 스위치 q의 입력 포트 j_q 가 물리적으로 연결되어 있을 때, 토폴로지 정보 T는 그 연결 정보 $\langle p, g, i_p, j_q \rangle$ 를 갖는다. 이때 controlled domain 을 하나의 스위치로 보며 스위치 S에 대한 입력과 출력을 각각 스위치 S에 대한 입력 S_i 과 출력 S_o 로 정의한다. 이 정보는 복합 연결을 원자 연결로 분해하는데 사용된다 이상 본 논문에서 필요한 요소들을 정의하였다

controlled domain 내의 시스템은 크게 제어 영역 (Control Area)와 전송 영역 (Transport Area)으로 나뉜다.

제어 영역은 controlled domain 내의 토폴로지를 파악하고, 연결의 설정 및 해제등의 제어기능을 수행하고, 전송 영역은 여러 물리적 스위치로 구성되며 실제적인 셀의 포워딩 (forwarding)을 담당한다.

제어 영역에서는 단순한 스위치 제어 인터페이스 명령만으로 controlled domain 내의 시그널링 정책을 수행하도록 허용하고, 전송 영역에서는 이 명령을 받아 단순히 셀의 포워딩을 담당하여 명령의 응답만을 제어 영역에 제공한다

이로써 물리적인 셀의 포워딩과 제어를 위한 시그널링의 완전히 분리를 수행한다.

제어 영역은 연결에 관한 기능을 수행하기 위해 controlled domain 내의 스위칭 정보를 파악한다. 그림 2의 3개의 스위치로 구성된 스위칭 모델을 제시함으로써 그 기능에 대해 설명한다.

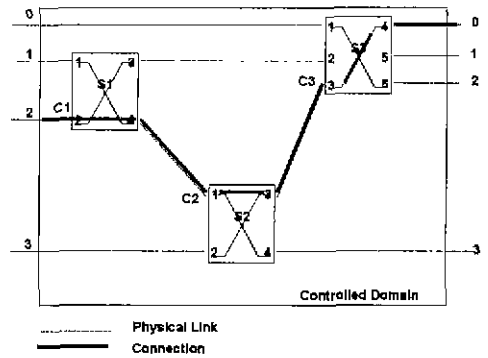


그림 2 controlled domain 내의 스위치 연결

그림 2의 모델을 3장에서 정의에 따라 다음과 같이 나타낼 수 있다. Controlled domain 은 하나의 스위치처럼 취급되며 따라서 그림 2는 0 ~ 5까지의 입력 포트(Si)와 출력 포트(So)를 가진 스위치 S로서 정의된다. T_i는 그림 2의 토폴로지 정보 중 실제로 설정된 연결만을 나타낸 것이다

$$T_i = \{ \langle S_i, S_1, 2, 2 \rangle, \langle S_1, S_2, 4, 1 \rangle, \langle S_2, S_3, 3, 3 \rangle, \langle S_3, S_o, 4, 0 \rangle \}$$

$$C_1^o = C_1^o | C_2^o | C_3^o$$

$$C_1^o = \{ S_1, \langle 2, iVPI_1, iVCI_1 \rangle, \langle 4, oVPI_1, oVCI_1 \rangle, QoS \}$$

$$C_2^o = \{ S_2, \langle 1, iVPI_2, iVCI_2 \rangle, \langle 3, oVPI_2, oVCI_2 \rangle, QoS \}$$

$$C_3^o = \{ S_3, \langle 3, iVPI_3, iVCI_3 \rangle, \langle 3, oVPI_3, oVCI_3 \rangle, QoS \}$$

위의 원자 연결정보로 VSI 나 GSMP 같은 스위치 제어 인터페이스를 통해 전송 영역에게 스위치 1,2,3에 대한 해당 연결 요청을 보낸다. 위의 요청을 수락한 전송 영역은 각 스위치의 연결을 수행한다

4. controlled domain 내의 연결 제어 동작

이제 controlled domain 내의 입력 포트 2와 출력 포트 0으로의 연결이 요청되었을 때 이를 수행하는 동작을 설명한다 controlled domain 을 하나의 스위치 S 보았을 때 S에 대한 연결은 다시 controlled domain 내의 여러 스위치들의 연결 분해해야 하며 이 과정을 decomposition이라 한다. decomposition의 과정은 다음과 같다.

(1) 라우팅 정보에 따라 controlled domain 내에서 요청된 가능한 라우팅 경로 P를 획득한다 위의 경우 스위치 S에 대

한 입력 포트 2에서 출력 포트 0까지의 라우팅 경로를 토폴로지 정보 T에 의해 다음과 같이 알아낸다.

$P = \langle 2 - S1 - S2 - S3 - 0 \rangle$

- (2) (1)에서 획득한 라우팅 경로를 토폴로지 정보 T를 이용하여 복합 연결정보를 추출한다.

$C = \langle S1, S1, 2, 2 \rangle, \langle S1, S2, 4, 1 \rangle, \langle S2, S3, 3, 3 \rangle, \langle S3, S0, 4, 0 \rangle$

- (3) (2)에서 획득한 복합 연결 정보를 근거로 복합연결을 원자 연결로 분해한다.

$C1 = \{S1, 2, 4, QoS\}, C2 = \{S2, 1, 3, QoS\}$

$C3 = \{S3, 3, 4, QoS\}$

- (4) (3)의 원자연결이 controlled domain의 연결 요청에서 요구한 QoS 파라미터를 만족하는지 검증하고, 만족하지 않으면 가능한 다른 라우팅 경로를 찾기 위해 (1)의 수행을 반복한다. 이를 다음과 같은 알고리즘으로 표현가능하다.

Algorithm Decomposition(C)

// C : Compound Connection

- ```

(1) P ← routing (T, C),
(2) ForEach Pi ∈ P do
(3) ACS ← NULL;
(4) do {
(5) Sk ← next_switch(Pi);
(6) if (Sk = NULL)
(7) return ACS;
(8) ik ← iport(T, Sk);
(9) jk ← oport(T, Sk);
(10) assign (iVPIk, iVCIk, oVPIk, iVCIk);
(11) Cko = {Sk, <ik, iVPIk, iVCIk>, <jk, oVPIk, iVCIk>, QoS},
(12) ACS ← ACS + {Cko};
(13) } While (Sk accepts Cko);
(14) End_do

```

그림 3 Decomposition 알고리즘

그림 3은 복합연결을 원자연결로 분해하는 알고리즘을 보인다. 먼저 토폴로지 정보 T로부터 복합연결 C의 가능한 라우팅 경로 P를 찾는다 (1). 가능한 라우팅 경로 중 최적의 경로 P<sub>i</sub>를 선택한다 (2) P 상에 위치한 스위치를 찾는다 (5). T의 정보로부터 발견한 스위치 S의 입력 포트와 출력 포트를 찾고 (8,9), 각 입력 포트와 출력 포트에 사용되지 않은 VPI와 VCI를 할당한다 (10) 이제 스위치 S에서 입력 포트에서 출력 포트로 향하는 QoS를 포함한 원자 연결을 발견한다 (11). 스위치 S가 이 원자 연결의 QoS를 만족할 수 있으면 다음 스위치로 진행을 계속하기 위해 (5)의 과정을 반복한다. 이것을 P 상에서 더 이상의 스위치가 없을때까지 반복하고 ACS (Atomic Connection Set)를 리턴한다 (6,7). 만약 S가 QoS를 받아들일 수 없으면 이 라우팅 경로가 적합하지 않으므로 다른 라우팅 경로로 (1)의 과정을 되풀이한다.

5. 시스템 구현

위에서 설명한 구성 요소들을 포함한 전체 시스템 구성 및 동작이 그림 4와 같다.

제어 영역에서 controlled domain에 연결요청을 위한 시그널링이 도착하면 이를 decomposition하여 원자 연결을 추출하고 원자 연결에 해당하는 각 스위치의 연결 요청을 스위치 제어 인터페이스를 통해 보낸다. Controlled domain이 마치 하나의 스위치처럼 보여지기 때문에 여러 스위치에 대한 연결이 동시에 요청되고 병렬적으로 스위치의 연결을 수행하게 된다. 모든 스위치에서의 연결이 만족되면 이에 대한 응답을 수행하고 controlled domain 내의 시그널링이 종결된다. 현재 구현된 시스템은 전송 영역을 이루는 각 스위치를 소프트웨어로 구현한

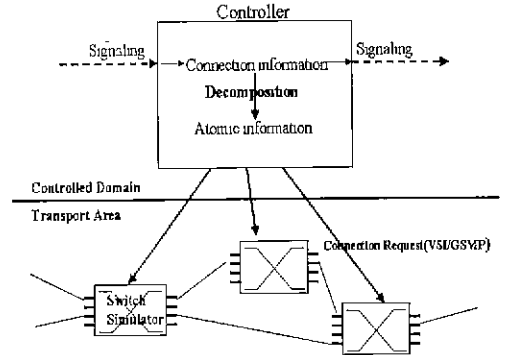


그림 4 전체 시스템 구성

스위치 시뮬레이터로 구현하였으며, 스위치 제어 인터페이스로 MS 포럼의 VSI를 사용하였다. 따라서 셀을 포워딩하는 스위치 시뮬레이터에 VSI slave가 위치하고, controlled domain에 VSI master가 위치한다. 현재 제어 영역에서의 연결 제어 기능을 구현중에 있다.

6. 결론

제어 망과 전송 망을 분리함으로써 새로운 서비스를 빠르게 도입하고 개발할 수 있는 유연한 망의 구성이 가능해진다. 본 논문에서는 개방형 스위치 제어구조를 기본으로 다수의 스위치를 하나의 제어기로 제어하는 방법을 제시하였다. 일정 도메인에서의 토폴로지 정보에 의해 단일 스위치에 대한 단일 연결을 복합 연결과 단일 제어기에 의해 제어될 수 있는 원자 연결로 나눌 수 있다. 이로써 개방형 제어 인터페이스를 통한 연결 요청만으로 다중의 스위치에 대한 병렬적 연결 제어가 가능하였다.

현재 구현 중인 시스템은 단일 제어기에 의해 제어되는 다중 스위치의 연결제어에 대한 것이며, 추후 다중 제어기에 의해 제어되는 단일 스위치에 대한 연결 제어 시스템에 대한 연구가 요구된다.

참고 문헌

- [1] ITU-T Q.2931, "B-ISDN DSS2 User Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call/Connection Control," 1993.
- [2] D. Dykeman and M. Goguen, "PNNI Draft Specification V1.0", af-pnni-0055 000, March 1996.
- [3] T. Worster, "General Switch Management Protocol", Internet Draft <draft-ietf-gsmp-01.txt>, Jan. 1999.
- [4] P1520, <http://comet.ctr.columbia.edu/pm-atm/>.
- [5] W. P. Buckley, "Virtual Switch Interface (VSI) Specification", MSF Switch control working group, 1998.
- [6] E. C. Rosen, A. Viswanathan, R. Callon, "Multiprotocol Label Switching Architecture", Internet Draft <draft-ietf-mpls-arch-04.txt>, Feb. 1999.
- [7] D. L. Tennenhouse, J. M. Smith, W. D. Sincoskie, D. J. Wetherall, and G. J. Minden, "A Survey of Active Network Research", *IEEE Communication Magazine*, Vol. 35. No. 1, Jan. 1997, pp 80-85.
- [8] OPENSIG, <http://comet.columbia.edu/opensig>