

무선 ATM LAN 핸드오프에서 Shortest Path 를 위한 가상채널 재설정 기법

유수중, 송주석
연세대학교 컴퓨터과학과

Virtual Channel Re-establishment Scheme for Shortest Path in WATM LAN

S.J. Yoo, J.S. Song
Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

무선 ATM은 무선 멀티미디어 서비스를 중단간 ATM 기술로 제공하는 전송방식으로 최근에 그 요구가 급증하여 단말기의 개발과 보급이 폭증하고 있다. 이에 따라 사용자 및 전송용량의 증가로 인하여 셀의 크기가 작아지게되고 더 많은 핸드오프가 발생하게 되는데, 좀더 빠르고 망 자원을 보다 효율적으로 이용하도록 하기 위한 기법들에 대한 연구가 증대되고 있다. 본 논문에서는 보다 빠른 핸드오프를 위하여 사용되어지는 여러 가지 routing 방법들중 단말기가 접속된 기지국이 바뀔 경우 VC (Virtual Connection) 를 재 설정하는 방식인 Path Extension과 Path Rerouting을 사용하여 LAN 환경에서 해당 MSC에 속한 BS의 갯수에 따라 어떠한 VC path length 와 receive latencies를 나타내는지 비교하여 핸드오프 지연이 보다 적은 기법을 제안한다.

1. 서론

연결형 서비스 방식인 무선 ATM (Asynchronous Transfer Mode)에서 핸드오프는 현재 서비스 중인 연결의 협상된 QoS (Quality of Service)를 유지하면서 단말기의 이동성 보장을 목표로 하여 사용자에게 보다 다양하며 세분화된 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하고 있다. 무선 ATM 망에서는 무선 접속으로 인하여 단말의 이동이 발생하였을 때, 단말이 이동 중에도 호의 끊김이 없이 QoS를 보장하면서 연속적인 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 그리고 LAN (Local Area Network) 환경에서 보다 많은 사용자를 수용하고 전체 시스템 용량을 증가시키기 위하여 셀들은 작아지고 있다. 또한, 사용자 및 이동성의 증가와 작아지는 셀 크기로 인하여 핸드오프는 지금 보기도 빈번해 질 것이다.

핸드오프란 셀 내에서 섹터간에 이동을 하거나 한 셀에서 다른 셀로 이동해 갈 때 현재의 통화 채널을 자동적으로 전환해 주는 것을 말한다. 핸드오프를 위해서는 무선레벨의 핸드오프뿐만 아니라 영 레벨의 핸드오프가 이루어져야 한다. 무선 레벨의 핸드오프는 이전의 접속점에서 새로운 접속점으로 무선 링크를 전환하는 것을 말하고, 영 레벨의 핸드오프는 무선 레벨의 핸드오프를 지원하기 위해서 셀 비터링 및 연결 경로를 새롭게 재설정해 주는 것을 말한다. 핸드오프가 발생할 때 새로운 연결 설정 및 관련된 데이터 베이스 갱신을 위한 시그널링이 요구되는데, 작아지는 셀 영역에 비교하여 핸드오프 트래픽은 상대적으로 커져 응용 프로그램에게 보장된 QoS를 제공하

기가 어려워진다. 따라서, 효율적인 핸드오프 설계가 중요하다. 핸드오프가 발생할 때 ATM 환경에서는 전송능력에 비해 상대적으로 신호전달에 의한 지연이 크기 때문에 셀간 핸드오프를 적절히 수행하기 위해서는 핸드오프 route를 보다 직접하게 설계하여 지연을 줄여야 한다. 본 논문에서는 보다 빠른 핸드오프를 위하여 사용되어지는 여러 가지 라우팅 방법들을 해당 MSC (Mobile Switching Center)에 속한 BS (Base Station)의 갯수에 따라 어떠한 VC (Virtual Connection) path length와 receive latencies를 나타내는지 비교하여 단말기가 접속된 기지국이 바뀔 경우 VC를 재 설정하는 방식인 Path Extension과 Path Rerouting을 사용하여 핸드오프 지연이 보다 나은 방식을 제안한다. 제 2장에서는 단말기가 접속된 기지국이 바뀔 경우 VC를 재 설정하는 방식들 및 그 특성을 알아보고, 제 3장에서는 제안되는 기법에 사용된 네트워크 모델을 제시하였다. 제 4장에서는 제안하는 기법의 알고리즘을 알아보고, 제 5장은 시뮬레이션 결과이며, 제 6장에서 결론을 맺는다.

2. VC 재설정 방식

현재 무선 ATM에서는 핸드오프 지연의 최소화와 전송 셀의 무결성 보장이라는 두 가지 관점에 중점을 둔 다양한 기법들이 연구되고 있다. 본 논문은 두 가지 관점 중 핸드오프 지연의 최소화에 중점을 두었다. 핸드오프가 발생하였을 때, 단말기가 다른 셀로 이동하여 BS가 바뀌게 되면 호의 연속성을 위해서는 새로운 BS까지 연결이 재

정되어야 한다 이와 관련한 기법들은 경로 확장 (path extension) 방식과 경로 재설정 (path rerouting) 방식, 기설정 연결 트리 (pre-established connection tree) 방식으로 구분할 수 있다.

2.1 경로 확장 (Path Extension) 방식

핸드오프시 이전 기지국에서 새로운 기지국에 이르는 가상 연결의 주기적인 경로를 계속 확장해 나가는 방식으로 핸드오프 수행시간을 줄일 수 있고, 전송되는 셀에 대한 무결성을 쉽게 보장할 수 있는 장점이 있다 그러나 단말기가 이전에 방문한 BS를 다시 접속할 경우 경로 상에 loop가 발생할 수 있기 때문에, loop를 제거하기 위해서는 경로에 대한 최적화 과정이 필요하다 하지만, 경로 확장 방식은 신속한 핸드오프가 가능하고 셀 손실 방지 및 순서를 쉽게 보장할 수 있는 장점을 가진다. 이 방식은 무선 ATM LAN을 위한 프로토타입 시스템인 BAHAMA (Broadband Ad-Hoc Wireless ATM Local-Area Network)와 경로 확장과 경로 재설정을 혼합하여 핸드오프 지연을 최소화시킨 SWAN (Seamless Wireless ATM Network) 에서 사용된다 [1][2].

2.2 경로 재설정 (Path Rerouting) 방식

이전에 설정된 경로상의 적당한 스위치를 COS (Crossover Switch)로 선택하여, 상대편 단말에서 COS까지의 경로는 그대로 유지하면서 COS로부터 새로운 BS에 이르는 구간만을 재라우팅에 의해 경로를 다시 설정하는 방식이다. 따라서, 경로 재라우팅 방식에서는 COS 스위치를 적절히 선택하면 가상 연결의 경로를 최적에 가깝게 설정할 수 있는 장점이 있다 따라서, 서비스가 중단없이 빠르게 이루어질 수 있으며 최적의 경로를 설정할 수 있는 장점이 있지만 핸드오프 수행 시간이 증가하고 셀 순서를 보장하기 위한 버퍼가 필요하다는 단점이 있다 이 방법에는 HOS (Handoff Switch)와 NCNR (Nearest Common Node Rerouting) 이 있으며, 이중 NCNR이 다른 기법에 비해 우수하다고 알려져 있다 [3].

2.3 기설정 연결트리 (Pre-established Connection Tree) 방식

기설정 연결 트리 방식은 핸드오프 수행 시간을 줄이기 위해 핸드오프가 발생할 때, 새로 구성되어야 하는 구간을 미리 설정해 놓는 방법이다 임의의 단말기로부터 새로운 호를 설정할 때, 단말기가 이동할 수 있는 구역 내의 여러 BS에 대하여 함께 연결을 설정하므로 실제 핸드오프가 발생했을 때 처리 시간이 줄어든다. 그러나 대역폭과 같은 망 자원의 낭비를 초래하므로 비효율적이다 이 방식으로 VCT (Virtual Connection Tree), DVCT (Dynamic VCT) 등이 제안되었으며 DVCT가 다른 기법에 비해 많은 장점을 가지고 있다 [3][4].

3. Network Model

다음은 그림 1에 사용되는 다양한 네트워크 파라미터들이다 [3]
 $d_{HANDOFF}$ = hard hand-off에 걸린 시간 = 0 ms
 $d_{L(LAN)}$ = 유선LAN Links의 Propagation delay = 2 ms
 $d_{L(WAN)}$ = 유선WAN Links의 Propagation delay = 15 ms
 d_{WL} = 무선Links의 Propagation delay = 0.5 ms
 d_s = 스위치에서 processing과 forwarding에 걸린 시간 = 1 ms
 d_f = 스위치에서 forwarding에 걸린 시간 = 1 ms
 k = BS_{NEW} 와 BS_{OLD} 사이의 가장 짧은 경로의 유선 링크 수
 k_1 = $SW_{rebuild}$ and BS_{OLD} 사이의 가장 짧은 경로의 유선 링크 수

k_2 = $SW_{rebuild}$ and BS_{OLD} 사이의 가상 채널에 의한 경로의 길이

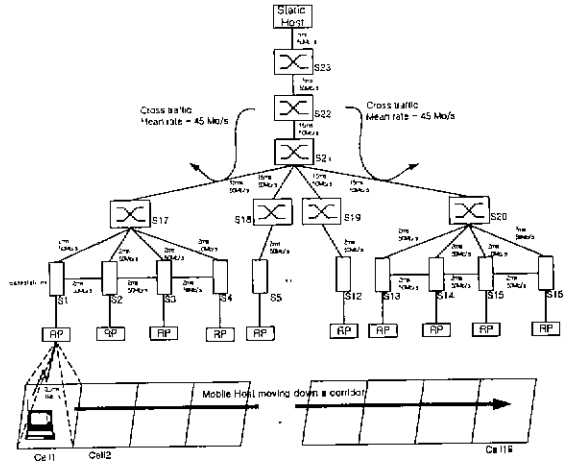


그림 1. 성능 분석을 위한 네트워크 모델

그림 1은 단말기 이동성의 성능을 연구하기 위해 고안되어 사용된 네트워크 형태로, 네트워크 파라미터를 각각의 핸드오프 방식과 제안되는 방식에 적용시켜 볼 때 각각의 방식을 수치로 계산될 수 있도록 값을 주었다 [3] Indoor Wireless LAN은 WAN (Wide Area Network) 에 intermediate 스위치를 통하여 연결되며, BS Radio Port들과 더불어 사무실복도 모양의 형태로 만들어진 LAN 토폴로지 모델은 일정한 거리로 놓여져 있다. 각각의 BS는 다수 개의 radio port들을 가지고 있지만, 여기서는 단순하게 다른 BS에 속한 각각의 radio port들 사이의 이동만을 나타내도록 한다 이것은 한 radio port에서 같은 BS의 다른 radio port로의 핸드오프는 BS 자체 내에서 이루어지기 때문이다 BS 상위의 레벨은 4 레벨 스위칭 계층구조이며, 다른 스위치와 마찬가지로 L개의 BS에 각각의 스위치는 연결되며, M개의 스위치를 가지고 있다. COS 선택은 동적 COS 선택 방식의 일종인 BS_{OLD} 과 BS_{NEW} 사이의 최근접 공동노드인 NCN을 COS로 한다 [2](그림 2참조)

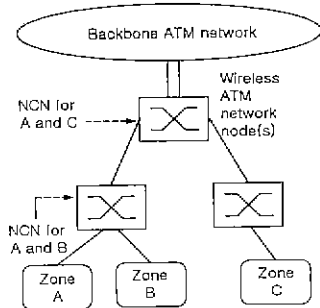


그림 2 NCN 개념도

각 BS는 그들의 논리적 연결을 BS의 배열되어진 형태대로 사용되어지고, WAN은 LAN의 다른 그룹들 사이의 Linear Backbone Providing Connectivity로서 모델링되어진다. 그림 1에서 단말기의 이동은 셀 1에서 셀 16로 순서대로 핸드오프되며 다른 여러 가지 방식들도 Rerouting latency를 계산할 수 있도록 하기 위해 넓은 영역 link는 보다 큰 지연을 local area link는 보다 작은 지연을 갖는 유선

망의 두 가지 종류로 만들어져 있다.

4. 방식 제안

제안하는 방식은 기존 경로 확장 방식의 장점인 적은 시그널링으로 핸드오프의 지연을 줄여 빠른 핸드오프와 QoS를 제공하는 방식에 path rerouting 방식을 부분 적용한 방식이다 그러나 경로 확장의 단점으로 looping과 경로가 길어지는 문제가 발생할 수 있는데, 이들 중 loop가 닫히지 않았을 때는 loop 제거 알고리즘을 적용하도록 하고[5], Path가 길어지는 문제는 path rerouting 방식을 적용하여 최소한의 핸드오프 지연을 제공하도록 하는데, 본 논문에서는 최적 Path에 대하여만 알아보도록 하였다. 최적 path를 위해서는 DVCT rerouting 방식이 좋겠지만 자원을 예약해야 한다는 오버헤드가 있다 따라서 경로 확장을 기본 라우팅으로 하여 한 MSC 내에서는 경로 확장 방식으로 라우팅하며, 경로가 길어지는 문제를 해결하기 위해서, 한 MSC가 담당하고 있는 BS의 갯수중 그 중간값에 해당하는 BS를 MSC의 local domain에서 다른 domain으로 라우팅 될 때와 마찬가지로, partial rebuild 방식을 사용하는 라우팅 방식을 제안한다 같은 MSC에 속한 BS들은 단말기의 이동으로 인한 핸드오프 발생시 경로 확장 방식을 사용하고 local domain을 떠나 다른 영역으로 핸드오프 될시 NCN (가장 가까운 MSC를 COS로 한다) 을 찾아 partial rebuild 방식을 따라 라우팅을 한다. 이때, 한 MSC에 속한 BS 갯수에 따라 제안하는 방식의 라우팅 방법이 시그널링 오버헤드나, path length delay가 SWAN보다 적거나 클 수 있기 때문에, 핸드오프를 보다 빠르고 효율적으로 수행하기 위해서 BS의 갯수에 따라 해당하는 적당한 방식의 라우팅이 사용되어야 한다.

5. 시뮬레이션

경로 확장과 SWAN, 제안하는 방식에 대한 VC path lengths와 transmit, receive latencies는 그림 1의 네트워크 모델에 의해 핸드오프가 발생할 때 적용하였다. Table 1은 아래의 식에 의한산술적 계산 결과이다 [5]. Table 1에 의하면 경로확장 보다는 제안하는 방식이 VC path lengths와 transmit, receive latencies면에서 약 95%정도 더 빠른 것을 알 수 있다

| Routing Scheme | Handoff Latency for Cell 10 to Cell 11 (in ms) | | Latency for Other Handoffs in a Cell or Cell (in ms) | | Average Latency (in ms) | | Path Length to Each Cell (in ms) | | | | | | | | | | Average Path Length |
|-----------------------------|--|-----|--|----|-------------------------|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|---|-------|-------|-------|---------------------|
| | Lx | Lr | Lx | Lr | Lx | Lr | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Extension | 70 | 150 | | | 16 | 268 | 495 | 518 | 534 | 55.5 | 57.5 | 59.5 | - | 302.5 | 305.5 | 166.5 | |
| SWAN _{max} +BS[-1] | | | 9 | 13 | 21.3 | 24.6 | 4.85 | 51.4 | 53.6 | 55.5 | 57.3 | 59.5 | - | 25.5 | 27.5 | 97.5 | |
| SWAN _{min} +BS[-1] | 132 | 177 | | | 22.8 | 23.5 | 4.85 | 51.8 | 53.6 | 55.5 | 57.3 | 59.5 | - | 25.5 | 27.5 | 97.5 | |

TABLE 1 네트워크에 대한 여러 방식의 성능 (No of BS=10)

○ Extension

Lx = 단말기가 다른 셀로 이동 후 첫 전송할 때까지의 지연
 = d_{HAHO} + 2d_{WL} + 2kd_L + 2(k-1)d_s

Lr = 단말기가 다른 셀로 이동 후 첫 수신할 때까지의 지연
 = d_{HAHO} + 2d_{WL} + 4kd_L + 2(k-1)d_s + (k-1)d_r

○ Partial and total rebuild

Lx = 단말기가 다른 셀로 이동 후 첫 전송할 때까지의 지연
 = d_{HAHO} + 2d_{WL} + (k+l₂+3k₁)d_L + (l₂+2k₁+4)d_s + (k+k₁-2)d_r

Lr = 단말기가 다른 셀로 이동 후 첫 수신할 때까지의 지연
 = d_{HAHO} + 2d_{WL} + (k+l₂+3k₁)d_L + (l₂+2k₁-2)d_s + (k-1)d_r

그림 3에서는 50개의 셀들 사이의 핸드오프를 가정하였으며, SWAN과 제안된 방식은 BS의 갯수에 따라 비교하여 나타낸 것으로 한 MSC 내의 BS갯수가 7을 기준으로 VC path lengths와 transmit, receive latencies가 7 이상부터는 제안된 방식이 약 5% 정도 더 빠른 것을 보여주고 있다.

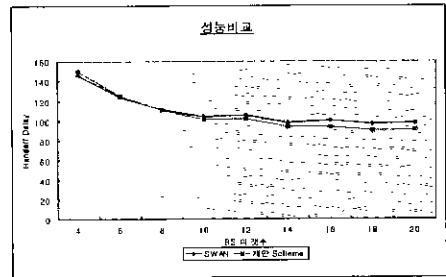


그림 3. 성능 비교

6. 결론

앞서 언급한 바와 같이 핸드오프가 발생할 때 ATM 환경에서는 전송능력에 비해 상대적으로 신호절차에 의한 지연이 크기 때문에 셀간 핸드오프를 직접히 수행하기 위해서는 핸드오프 route를 보다 적절하게 설계할 하여 핸드오프 지연을 줄여야 한다. 단말기가 다른 셀로 이동하여 BS가 바뀌었을 때 호의 연속성을 위해서 새로운 BS 까지 연결이 재설정되는 핸드오프 기법중 기설정 연결 트리 방식은 VC를 예약해야 하는 오버헤드 때문에 경로 확장 방식과 경로 재설정 방식을 사용하여 최적 Path로 라우팅하는 것이 path length와 transmit, receive latencies 측면에서 가장 효율적이라 할 수 있다. 이러한 방식을 이용한 다양한 여러 방식 중 가장 효율적인 방식중의 하나인 SWAN과 비교하면 제안된 방식은 한 MSC 내의 BS 갯수가 7 개 이상일 때 더 나은 path length와 transmit, receive latencies 측면에서 보다 향상된 성능을 보여 주고 있다. 따라서 신속한 핸드오프를 제공한다는 측면에서 무선 ATM의 유한한 자원의 효율적인 사용과 보다 안정적인 QoS를 기대할 수 있다

7. 참고문헌

- [1] M Veeraraghavan, M J Karol and K. Y. Eng "Mobility and Connection Management In a Wireless ATM LAN" IEEE JSAC, Vol. 15, No 1, pp 50-68, Jan. 1997
- [2] Prathuma Agrawal, Eon Hyden, Mani B Srivastava "SWAN A Mobile Multimedia Wireless Network" IEEE Personal Communications Magazine, pp 18-33, April 1996
- [3]. B. A Akyol and D C. Cox, "Rerouting for Handover in a Wireless ATM Networks", IEEE Personal Communications Magazine, pp 26-33, Oct. 1996
- [4] O. T W. Yu and V C M. Leung, "B-ISDN Architecture and Protocols to Support Wireless Personal Communications Internetworking", IEEE PIMRC, pp 768-772, 1995
- [5] Partho Mishra, Mani Arivastava "Effect of Connection Rerouting on Application Performance in Mobile Networks", IEEE Transactions on Computers, Vol. 47, pp. 371-390, April. 1998