

IS-2000 네트워크에서의 레저베이션 프로토콜과 프리딕션 알고리즘

안태호, 강유화, 서영주
포항공과대학교 컴퓨터공학과
(ho, yhkang, yjsuh)@postech.ac.kr

Reservation and Prediction Algorithms in IS-2000 Networks

Tae-Ho Ahn, Yoo-Hwa Kang, Young-Joo Suh
Department of Computer Science & Engineering, Pohang University of Science & Technology

요약

무선 이동통신 네트워크 환경에서는 제한된 네트워크 대역폭과 모바일 호스트(Mobile Host)의 잦은 이동성에 기인한 핸드오프(Hand-Off)로 인하여 다양한 종류의 트래픽(Traffic)에 대한 QoS(Quality of Service)를 보장하기가 용이하지 않다. 그러나, 이렇게 예측하기 힘든 다양한 특징을 가지는 무선 이동통신 네트워크 환경에서도 특정 종류의 트래픽, 예를 들자면 실시간 트래픽(Real-time Traffic)에 대하여 요구된 범위 내에서의 QoS (Quality of Service)가 반드시 보장되어야 한다. 본 논문에서는 모바일 호스트의 이동성을 제공하는 차세대 무선 이동통신 네트워크, 즉 2.5 세대라 불리는 IS-2000 무선 네트워크에서 다양한 종류의 실시간 트래픽에 대해 QoS 를 보장하기 위한 개선된 레저베이션 프로토콜(Advanced Reservation Protocol) 및 GPS 베이스드 (Global-Positioning-System Based) 핸드오프 프리딕션(Hand-Off Prediction) 알고리즘을 제안하였다.

1. 서론

인터넷 멀티미디어 통신과 무선 이동통신은 현재 급속히 대중화되어 가고 있고 모바일 호스트(Mobile Host)를 이용한 이동성이 보장되는 인터넷 서비스가 요구 되어지고 있다[1]. 중요한 점은 [2]에서 언급된 바와 같이 유선 인터넷 환경 하에서 보다 무선 이동통신 환경 하에서의 QoS 보장이 좀 더 복잡하고 고려하여야 할 사항이 더 많지만, 가까운 시일 안에 무선 이동통신 네트워크는 실시간(Real-Time) 멀티미디어 서비스에 대한 QoS 의 보장을 요구 받을 것이라는 사실이다[3].

이런 실시간 서비스의 QoS 보장을 위협하는 대표적인 QoS 파라미터로 packet delay 와 packet loss 를 예로 들 수 있다. 이 두 가지 요인은 제한된 네트워크의 대역폭을 가지는 무선 이동통신 네트워크 환경과 모바일 호스트의 잦은 이동성으로 인한 경로의 재설정에 기인된다.[4,5]

따라서, 이런 제한된 네트워크 대역폭과 모바일 호스트의 잦은 이동성을 특징으로 가지는 무선 이동통신 네트워크 환경에서 서비스가 요구하는 다양한 QoS 를 보장하기 위해서는 네트워크 자원의 효율적인 Reservation 과 모바일 호스트의 이동성에 대한 정확한 Prediction 이 필요하다 [6,7,8].

이를 위하여, 본 논문에서는 새로운 무선 이동통신 네트워크 환경과 두가지 개선된 알고리즘을 제안하였다. 여기에서 무선 이동통신 네트워크 환경은 다음 세대의 모바일 호스트를 수용하게 될 차세대 네트워크 환경인 2.5 세대 네트워크 환경으로, 즉 IP-Based Switching System(FA, Foreign Agent)과 인터넷 망이 연동된 코어(Core) 네트워크, 그리고 셀(cell)을 기반으로 하는 BTS(Base Station Transceiver Subsystem)와 이를 통제하면서 FA 와의 연동을 위한 BSC(Base Station Controller)로 구성된 IS-2000 네트워크를 전제로 한다.

앞에서 전제로 한 IS-2000 네트워크에서 초기 트래픽 설정 시 기존의 RSVP(Reservation protocol)와 MRSVP(Mobile RSVP)의 불필요하고, 불합리한 무선 구간 자원의 Reservation 알고리즘을 개선하였고, 모바일 호스트가 다른 셀로 이동함으로써 인해 발생할 수 있는 트래픽 절단과 QoS 정도를 일정하게 유지하지 못하는 문제점을 개선하기 위한 GPS 베이스드 핸드오프 프리딕션(GPS Based Hand-Off Prediction) 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안된 알고리즘은 각 서비스가 요구하는 QoS 에 비례하여 자원의 효과적인 할당을 함으로써, QoS 를 최대한 보장하는

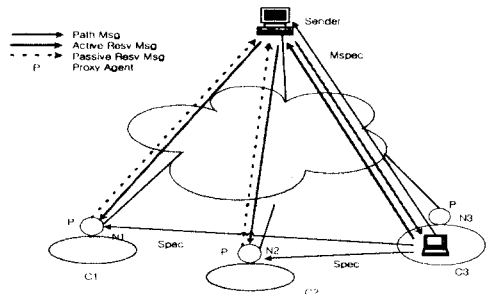
공정한 서비스를 지원한다. 또한 기존 네트워크의 시스템에서 사용되는 메시지의 수를 가능한 줄이고, 부가 시스템을 들으로써 네트워크 부하도 감소시킨다.

[6,7,8,9,10] 에서 언급된 기존의 알고리즘과 문제점에 대해 2 장에서 언급하고 3 장에서 새로운 알고리즘을 제안한다. 4 장에서는 제안된 알고리즘과 기존의 알고리즘을 성능평가를 통해 비교 분석하고, 5 장에서 본 논문은 요약한다.

2. 기존의 Reservation 과 Prediction 알고리즘

2.1 MRSVP(Mobile Reservation Protocol)

RSVP(Reservation Protocol) 는 어플리케이션이 네트워크의 자원을 예약하기 위한 인터넷에서의 신호 프로토콜이고, MRSVP 는 RSVP 의 개념에 모바일 호스트의 이동성(Mobility) 개념을 추가한 것이다.



[그림 1] MRSVP (Mobile Reservation Protocol)

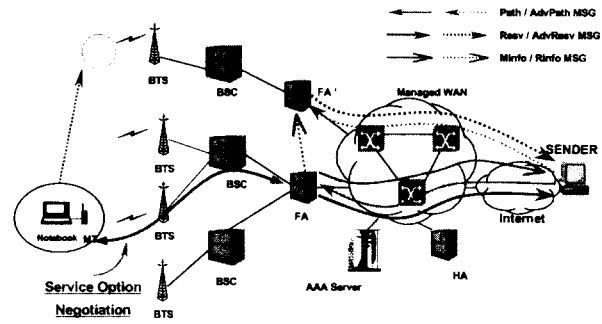
[그림 1]은 이동통신 네트워크에서의 MRSVP 를 나타낸 것이다. [그림 1]에서 볼 수 있듯이 Sender 가 모바일 호스트에게 Path 메시지를 보내게 되고 이를 모바일 호스트가 수신한 후 그에 대한 응답으로 Resv 메시지를 Sender 에게 보내게 된다. 그러나 이때, 모바일 호스트는 자신이 속해 있는 셀의 자원 점유 정도 내지는 이용 정도, 상태를 알지 못한 채 자신의 성능에 따른 Resv 메시지를 보내게 된다. 따라서, 모바일 호스트와 네트워크 사이의 무선 자원을

비효율적으로 할당하게 되며, 무선 구간에서의 불필요한 메시지(Path, Resv)를 모바일 호스트와 네트워크 사이에 주고 받게 된다. 결론적으로 모바일 호스트가 종단이 되어 MRSVP를 수행한다면 무선 구간 자원의 효율적 사용을 할 수 없다.

2.2 핸드오프 Prediction 알고리즘[9,10]

[9,10]에서 언급된 핸드오프 Prediction 알고리즘을 살펴보면 BS(Base Station)에서 수신한 신호의 세기에 따라 모바일 호스트의 위치를 Prediction 하는 방식의 RSS(Received Signal Strength)와 모바일 호스트의 Profile 과 이동한 History 를 BS 와 PS(Profile Server)에서 관리하여 모바일 호스트의 위치를 Prediction 한 후 핸드오프 하는 방식의 Profile-Based 핸드오프 Prediction 이 있다. 그리고 모바일 호스트가 GPS 와 BS 로부터 자신의 위치 및 속해 있는 셀과 그 이동 셀에 대한 정보를 수신해서 자신의 위치를 Prediction 하여 이동할 셀로 핸드오프 하는 방식의 GPS Based 핸드오프 Prediction 이 있다.

그러나, RSS (Received Signal Strength)의 방식은 BS 와 모바일 호스트간의 무선 환경 구간에서 신호의 간섭, 굴절, 페이딩(Fading) 현상 등으로 인한 오차가 클 수 있고, 모바일 호스트의 Profile-Based 핸드오프 Prediction 방식은 각 BS 가 모든 모바일 호스트의 트래픽 History 를 관리하면서 PS 와 연동하여 모바일 호스트의 위치를 파악한 후 이동 할 셀의 위치를 Prediction 하게 되는데 이것은 네트워크에 큰 부하를 가중시킨다. 또 [10]에서 제안한 GPS Based 핸드오프 Prediction 알고리즘은 모든 BS 가 자신과 이웃된 모든 셀의 커버리지(Coverage)에 대한 정확한 정보를 파악한 후 모바일 호스트에게 전달해 주어야 하는 Overhead 가 있고, 또 모바일 호스트는 GPS 와 BS 로부터 전달받은 정보를 가지고 자신의 위치를 Prediction 하게 되는데 이때, 모바일 호스트의 과다한 프로세싱(processing)으로 네트워크와 모바일 호스트 사이의 Power Control 이 문제가 될 수 있다. 결론적으로 기존의 알고리즘들은 네트워크와 모바일 호스트의 Overhead 를 증가시키고, 그로 인한 정확도도 저하될 수 있다.

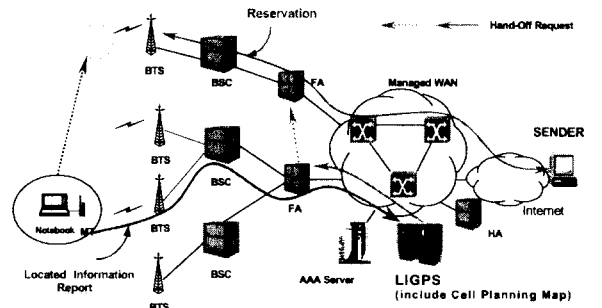


[그림 2] Advanced Reservation Protocol

결론적으로, Sender 와 모바일 호스트사이에서 위와 같은 Advanced Reservation Protocol 을 사용함으로써 모바일 호스트의 잘못된 메시지 전송의 방지와 자원의 능동적, 효율적 할당을 통해 다양한 트래픽의 요구에 따른 QoS 를 보장할 수 있게 된다.

3.2 GPS 베이스드 핸드오프 프리딕션 (GPS Based Hand-Off Prediction)

[그림 3]에서 볼 수 있듯이 모바일 호스트의 MT(Mobile Terminal)에 GPS Chip 을 장착하여 MT 자체를 GPS 수신기와 송신기의 결합된 형태로 구현 시킨다.



[그림 3] GPS Based 핸드오프 Prediction

부가적으로 무선 이동통신 네트워크의 코어 네트워크에 GPS 를 이용하여 MT 가 보내온 위치 정보를 수집할 수 있는 Located Information Gathering & Prediction System(이하 'LIGPS')를 서버의 형식으로 추가한다. 이렇게 함으로써 모바일 호스트가 이동하게 되면 모바일 호스트는 자신의 위치 정보를 LIGPS 에 보고하게 되고 LIGPS 는 사전에 기 제작해 놓은 커버리지가 포함된 셀 플랜(Cell Planing) 형식의 지도를 가지고 실시간으로 모바일 호스트의 위치를 파악하여, 모바일 호스트의 이동경로를 보다 정확하게 Prediction 할 수 있고, 이를 이용하여 모바일 호스트가 핸드오프 하기 전에 이동 예정의 FA 와 BSC 의 트래픽 자원을 효율적으로 예약함으로써 HDP(HandOff Dropping Probability)와 CBP(Call Blocking Probability)를 동시에 줄일 수 있다. 결론적으로 위에서 제안된 알고리즘을 사용하면 IS-2000 의 코어 네트워크에 Prediction 으로 인한 Overhead 를 가중시키지 않고, 정확한 Prediction 을 함으로써 다양한 종류의

3. 제안된 Reservation 과 Prediction 알고리즘

이후부터 제안되는 알고리즘은 위에서 언급한 기존의 알고리즘을 개선한 Reservation 과 Prediction 알고리즘이며 제안된 두가지 알고리즘을 연동하여 무선 이동통신 네트워크에 적용시킨다면 기존의 알고리즘이 가지고 있는 불합리한 요소 즉, Prediction 후 관계된 모든 이웃 셀들의 자원을 예약하여 생기는 자원의 비효율적 예약 및 낭비도 막을 수 있다.

3.1 Advanced Reservation Protocol

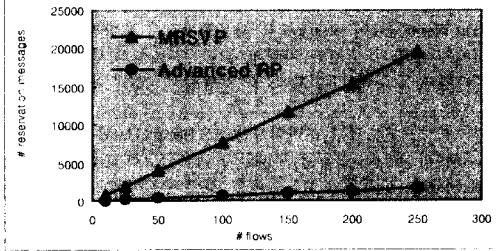
[그림 2]에서 볼 수 있듯이 초기에 일정수준 이상의 QoS 보장을 요구하는 트래픽을 설정할 때 무선구간에서 서비스 옵션 네고시에이션(Service Option Negotiation) 할 수 있는데, 이때 네트워크에서 모바일 호스트가 요구하는 서비스의 QoS 정도와 모바일 호스트의 성능을 알 수 있으므로 Sender 가 MRSVP 의 수행을 위하여, 모바일 호스트에게 Path 메시지를 보내게 되더라도 이를 모바일 호스트에게 까지 보낼 필요 없이 모바일 호스트가 속해 있는 FA 가 그에 대한 응답으로 Resv 메시지를 Sender 에게 보낼 수 있게 된다. 그리고 핸드오프 할 때에도 초기 Service Option Negotiation 으로 파악한 모바일 호스트의 요구하는 QoS 정도를 핸드오프 전에 Sender 에게 Minfo(Mobile info) 메시지로, FA에게는 Rinfo(Receive info) 메시지로 각각 미리 보내게 되어 FA'에서 수신한 Adv Path 메시지를 모바일 호스트까지 보낼 필요 없이 Adv Resv 메시지를 Sender 에게 보낼 수 있게 된다. 따라서, 모바일 호스트와 네트워크 사이의 무선 자원을 비효율적으로 할당하게 되는 오류를 방지할 수 있으며, 모바일 호스트와 네트워크 사이의 무선 구간에서 불필요한 메시지(Path, Resv)를 없앨 수 있다.

트래픽에서 요구되는 QoS 를 핸드오프 전과 같이 핸드오프 후에도 일정하게 보장할 수 있다.

4. 성능평가

4.1 Advanced Reservation Protocol

제한된 알고리즘은 IS-2000 네트워크에서의 무선 구간의 불필요한 메시지 전송 횟수를 줄임으로써, 무선 네트워크 자원의 효율적인 사용을 지원한다. 따라서 IS-2000 네트워크에서 모바일 호스트가 네트워크에 접근하는 구간, 즉 모바일 호스트와 FA 사이의 무선 구간을 성능평가 모델로 선정하였다. 모델은 총 10 개의 셀로 구성되어 있으며 각 셀의 예약을 요청하는 데이터 트래픽의 핸드오프는 평균 0.005 moves/sec 의 포아송(Poisson) 분포를 따른다. 네트워크 부하를 나타내는 '예약 메시지 전송 횟수'를 성능 평가의 척도로 하며, 이를 전체 Flow 수를 증가시켜 네트워크 부하의 증가에 따른 측정 값을 구하였다. 제안된 알고리즘과 기존의 MRSVP 와의 성능을 평가하기 위하여, 예약 상태를 유지하기 위한 메시지 재전송 주기를 30 초로 하였다.



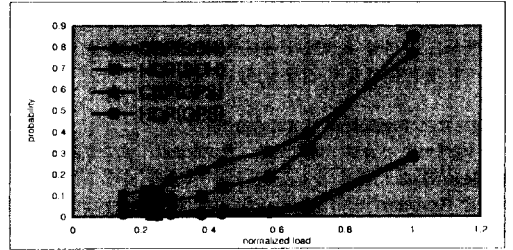
[그림 4] Overload vs. # Flows

[그림 4]에서 볼 수 있듯이 기존의 MRSVP 는 Flow 의 수가 증가함에 따라 메시지의 전송 횟수가 증가하게 되는데, 이는 하나의 Flow 마다 예약 상태를 유지하기 위해 주기적으로 메시지를 주고받기 때문이다. 이에 반해 제안된 알고리즘은 하나의 Flow 예약 상태를 유지하기 위해 한번의 메시지 전송만이 이루어지므로 Flow 수의 증가에 따른 메시지 전송 횟수는 크게 증가하지 않는다. 따라서 이에 따른 네트워크의 부하와 불필요한 자원의 낭비는 그만큼 감소한다고 볼 수 있다. 두 알고리즘의 성능의 차이는 Flow 수가 증가할수록 더 커질 수 있다는 것을 알 수 있다.

4.2 GPS 베이스드 핸드오프 프리딕션 (GPS Based Hand-Off Prediction)

제한된 Prediction 알고리즘의 성능평가 모델은 셀을 기반으로 하는 IS-2000 네트워크를 바탕으로 하였으며, 하나의 셀과 인접한 셀 사이에서 핸드오프하는 Call 과 현재의 셀에서 발생하는 새로운 Call 에 대한 실패율을 측정하였다. 이때 핸드오프하는 Call 은 평균값 0.025 moves/sec 를 가지는 포아송 분포를 따르며, 리소스 요구량은 144Kbps 이다. 새로운 Call 역시 포아송 분포에 따라 발생하고 그 평균 발생율을 증가시킴으로써 네트워크 부하에 따른 HDP/CBP 를 성능평가의 척도로 사용하였다. [그림 5]에서의 가로축은 네트워크 부하로서 7Mbps 의 용량을 가지는 한 셀의 수용 가능한 Call 수에 따른 현재 Call 수의 Normalized load 로 표현하였으며, 세로축은 두 알고리즘에 대한 새로운 Call 과 핸드오프 Call 에 대한 CBP/HDP 를 측정하였다.

[그림 5]에서 볼 수 있듯이 제안된 알고리즘은 기존의 알고리즘[10]에 비해 낮은 HDP/CBP 값을 보이며, 트래픽의 증가에 따른 HDP/CBP 증가를 또한 낮다. 따라서 제안된 알고리즘은 Prediction 의 정확도를 높임으로써 자원을 효율적으로 사용하게 되며, 이에 따라 HDP/CBP 의 확률도 개선시켰다.



[그림 5] CBP/HDP vs. Normalized load

5. 결론

본 논문에서는 IS-2000 네트워크 환경에서 QoS 를 보장하기 위한 개선된 레저베이션 프로토콜(Advanced Reservation Protocol) 및 GPS 베이스드 (Global-Positioning-System Based) 핸드오프 프리딕션(Prediction) 알고리즘을 제안하였다. 기존의 알고리즘은 무선 구간의 자원을 비효율적으로 사용하는 문제점과 Prediction 시 코어 네트워크와 모바일 호스트의 Overhead 를 가중시킨다는 문제점이 있었다. 반면 본 논문에서 제안한 알고리즘은 무선 구간의 자원을 효율적으로 할당할 수 있고, 불필요한 메시지의 전송을 줄일 수 있으며, Prediction 시 네트워크의 Overhead 를 가중시키지 않으면서 핸드오프 후에도 핸드오프 전과 같은 수준의 QoS 를 제공할 수 있다. 부가해서 위의 제안된 두 가지 알고리즘을 연동하여 무선 이동통신 네트워크에 적용시킨다면 기존의 알고리즘에서 가지고 있는 불합리한 요소 즉, Prediction 후 관계된 여러 이웃 셀들의 자원을 예약하여 생기는 자원의 비효율적 예약 및 낭비도 막을 수 있다.

앞으로의 연구는 본 논문에서 제안한 알고리즘에 대해 구체적인 라우팅 및 트래픽 엔지니어링 기법에 대해 연구할 예정이다.

참고 문헌

- [1] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Service in the Internet Architecture: an overview," RFC 1633, June 1994.
- [2] S. Singh, "Quality of Service Guarantees in Mobile Computing," Journal of Computer Communication, Vol. 19, 1996.
- [3] Clark, D., Shenker, S. and Zhang, L., "Supporting Real-Time Applications In An ISPN: Architecture and Mechanism," Proceedings of SIGGOM '92.
- [4] Dan Chalmers and Morris Sloman, "A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Environments," IEEE Communications Surveys, 1999.
- [5] Charles E. Perkins, "Mobile Networking in the Internet," Journal of Mobile Networks and Application, Vo3, 1998.
- [6] A. K. Talukdar, "MRSVP: A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Host," Depart of Computer Science Technical Report TR_337, Rutgers University, USA. 1994.
- [7] Wen-Tsuen Chen, "RSVP Mobility Support: A Signaling Protocol for Integrates Services Internet with Mobile Hosts," Depart of Computer Science National Tsing-Hua University, 1999.
- [8] S. Lu and V. Bharghavan, "Adaptive resource management algorithms for indoor mobile computing environments," Proceedings of ACM SIGCOMM'96
- [9] V.Bharghavan, J. P. Mysore, "Profile Based Next-셀 Prediction in Indoor wireless LANS," Coordinated Sciences Lab, University of Illinois.
- [10] Wee-Seng soh and Hyong. S. Kim "Dynamic Bandwidth Reservation in Hierarchical Wireless ATM Networks Using GPS-Based Prediction," IEEE VTC, 1999.