

지리적 정보를 이용한 무선망에서의 QoS 보장에 관한 연구

이장용*, 박찬영*, 황지수*, 이창섭*

*한림대학교 컴퓨터공학과

e-mail: leejy@center.hallym.ac.kr, cypark@hallym.ac.kr,
{jshwang, ds2shg}@center.hallym.ac.kr

A Study on the Guarantee of QoS in the Wireless Network Using the Geographical Information

Jang Yong Lee*, Chan Young Park*, Ji Sue Hwang*,
Chang-Sub Lee*

*Dept of Computer Engineering, Hallym University

요 약

기본적으로 무선 네트워크는 일정한 크기의 셀 단위로 구성된다. 통신 중인 단말은 이러한 셀 사이를 이동하게 되고, 셀과 셀 사이를 이동하는 것을 핸드오프라고 한다. 최근의 셀 크기는 보다 많은 사용자를 수용하기 위해 피코 셀 단위로까지 작아지고 있다. 이렇게 셀 단위가 작아지면, 더욱 빈번한 핸드오프가 일어나게 된다. 본 논문에서는 빈번한 핸드오프로 인한 연결 실패율을 줄이고자 지리적 정보를 토대로 이동성을 예측하고, 그 예측 결과를 사용하여 이동 단말의 속도에 따라 대역폭 예약을 다르게 하는 방식을 제안한다. 이 방식은 이동 단말의 속도와, 셀 내의 도로 사정, 도로 사정에 따른 다음 셀 이동 확률 등을 이용하여 대역의 예약범위와 예약 대역폭 량을 결정한다. 이러한 방법으로 좀 더 확실한 이동성 예측과 예약 대역폭 미사용에 따른 대역폭 낭비를 줄이는 효과를 볼 수 있었다.

1. 서론

최근 수년간 컴퓨터 네트워킹 환경은 유선에서 무선으로 급속히 변해 가고 있다. 이는 사용자들에 의한 좀 더 작고 경량화 된 컴퓨터의 요구로 기존의 데스크 탑을 대신해서 노트북 컴퓨터, PDA, Palm-Top 장비 등의 수요가 증가함과 관련이 있다. 또한 무선 랜과 셀룰러 이동 통신 시스템의 장점을 취한 휴대 인터넷 서비스의 개발과 함께 기존의 고정된 자리에서 이용하던 네트워크 서비스를 이제는 이동하면서 이용할 수 있게 될 것이다.

무선 네트워크는 유선 네트워크에 연결되어 있는 고정된 기지국(Base Station)으로 구성된다. 이 기지국은 일정한 범위에 대해서 서비스를 제공하고, 이 범위를 셀(Cell)이라 한다. 이동 단말은 기지국의 셀 범위 내에서 서비스를 제공받으며, 그 셀의 서비스 범위를 넘어가게 되면 이웃 셀에 의해 서비스를 받

게 되고, 이것을 핸드오프라 한다.

멀티미디어 서비스의 증가로 예전에 비해 사용자에겐 더욱 많은 대역폭이 필요하게 되었다. 그 결과 무선 네트워크에서는 셀의 크기를 작게 해서 한 셀이 담당하는 사용자의 수를 줄여서, 사용자에게 더 많은 대역폭을 보장하고자 한다. 이렇게 되면 사용자에게는 더 많은 대역폭이 보장되지만, 작아진 셀의 크기로 인해 빈번한 핸드오프가 일어나게 된다. 또한 핸드오프가 성공하기 위해선 필요한 대역폭이 충분히 있어야 하고, 그렇지 않을 경우 서비스가 중단되거나 품질이 저하된다. 사용자는 충분한 서비스를 보장 받지 못하므로 불만이 생길 수밖에 없다.

핸드오프 실패율을 최소로 줄이고, 충분한 대역폭을 지속적으로 확보할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 하지만, 무선 네트워크에서 이동 단말의 진로를 예측하기는 힘들다. 또한, 어디로 이동할지 모르는 단말에게 필요한 대역폭을 지속적으로 보장해 주기

란 어려운 일이다. 이러한 이동 단말에게 필요한 대역폭을 보장해 주기 위해서 기존의 연구들은 무선 자원의 효율적 이용 보다는 QoS의 보장만을 고려해 동일 대역을 인접 셀에 예약하는 방식이 대부분이다. 이에 본 논문에서는 무선 자원의 효율적 이용과 QoS 보장을 위해 이동 단말 속도에 따라 예약 범위를 정하고 지리적 정보를 통해 이동 예상지를 예측하여 대역폭을 미리 예약하고, 예측된 곳으로의 이동 확률로 예약 대역폭의량을 조절하는 방안을 제안한다.

2. 관련연구

이동 컴퓨팅 시스템은 기본적으로 셀(cell)을 기반으로 하고, 사용자는 셀과 셀 사이를 이동하면서 서비스를 제공받게 된다. 각 셀에서 제공할 수 있는 대역폭은 제한되어 있으며, 각 사용자에게 보다 큰 대역폭을 제공하기 위해서는 기지국이 담당하는 단말의 수가 적어야 한다. 따라서 최근에 제안된 시스템의 셀 반경은 점점 축소되고 있는 추세이며 반경 50미터 정도인 피코(pico) 셀을 사용하기도 한다. 이렇게 셀의 크기가 작아지면, 이동하는 단말의 속도가 빠를 경우 핸드오프가 빈번해 지게 된다. 그렇게 되면, 신속한 핸드오프처리가 필요하게 된다 신속한 핸드오프 처리를 위해 가장 많이 사용되는 기법이 대역폭 예약 기법이다. 완전 대역폭 예약은 모든 이웃 셀의 대역폭을 예약하므로, 예약된 대역폭 미사용에 따른 손실이 매우 큰 단점이 있다[1][3]. C. Oliveira의 연구[1]에서 보면 완전 대역폭 예약의 단점을 해결하기 위해서 공유 풀(pool)의 개념을 사용하며, 데이터의 종류를 실시간(Class I)과 비실시간(Class II)로 구분하여 서로 다른 대역폭을 할당하는 방식을 사용한다. 실시간 데이터에 대해서는 셀에 사용 가능 대역의 양이 커넥션의 최소 필요 대역폭보다 적으면 연결이 허용되지 않고, 그렇지 않으면 수락된다. 즉, 최소한의 필요 대역폭만큼의 대역이 있어야만 연결을 계속 유지할 수 있는 것이다. 또한 새로운 신규호가 실시간 데이터일 경우에는 주변의 이웃한 모든 셀에 대역폭을 예약한다 비실시간 데이터일 경우에는 대역폭 예약을 수행하지 않고, 사용 가능한 대역폭이 전혀 없을 때에는 연결을 허용하지 않고, 그렇지 않은 경우에는 연결을 수락한다. 이 기법은 대역폭을 예약할 때, 핸드오프 되는 단말이 요청한 대역폭의 양과 현재 연결되어 있는 실시간 호의 수를 이용한다. 이 기법의 장점은 신속한 핸드오프 처리를 할 수 있다는 것이지만, 예약된 대역폭의 부족과 예약된 대역폭 미사용에 따른 대역폭의 낭비로 인하여 다른 핸드오프 호나 신규호의 손

실이 크다.

David A. Levine의 연구[2]는 대역폭 요구량 예측을 기반으로 대역폭을 할당하는 기법으로, 셀을 3단계로 분할한 윈도우 클러스터 구조를 기반으로 한다. 이 기법은 AMP(Active Mobile Probability)를 사용하여 모바일 단말이 위치할 셀을 예측하고, CU (Currently Used Bandwidth)를 사용하여 그 셀의 기지국이 사용하게 될 대역폭의 양을 예측하여 대역폭 할당을 수행하는 것으로, 많은 정보의 처리에 따른 오버헤드가 존재하는 단점이 있다.

Zhiwei Cen의 연구[4]는 지리적 정보를 이용해서 확률적인 예측 성공률과 신경망 알고리즘을 사용한 예측 성공률을 비교하였다. 본 논문에서는 여기서 사용한 지리적 예측 방안의 모티브를 가져왔다. 본 논문에서는 확률적 예측 기법을 기본 방식으로 한다.

3. 제안 방안

무선 통신의 최대 장점은 이동의 자유로움이다. 하지만 이러한 이동의 자유로움은 고정된 자리에서 이용하는 유선 통신과 비교해서 네트워크 사용자가 요구하는 서비스의 질을 충족시키기에는 많은 어려움이 있다. 그리고 셀이라는 서비스 영역의 집합으로 이루어진 무선 네트워크에서 사용자 단말의 이동으로 인한 핸드오프로 사용자가 필요로 하는 대역폭을 보장해 주기란 실로 어려운 일이다. 게다가, 이동 단말의 속도가 빠르다면 더욱 어렵게 된다. 본 논문에서는 어디로 이동할 지 예상하기 힘든 이동 단말의 이동을 예측하기 위해서 지리적 정보를 이용한다. 일반적으로 단말이 빠르게 이동할 때는 자동차로 이동하는 것이 가장 일반적인 생각이다. 자동차가 다니는 도로는 고정된 공간이다. 이 고정된 지리적 공간을 이용해서 빠르게 이동하는 단말의 다음 위치를 예상할 수 있다고 가정한다. 이런 지리적 정보를 이용한 예측 성공률은 [표-1]에서와 같이 약 93%정도이다[4]. (여기서 시뮬레이션 영역은 픽셀단위이다.)

[표-1] 지리적 모델 시뮬레이션 파라미터와 결과[4].

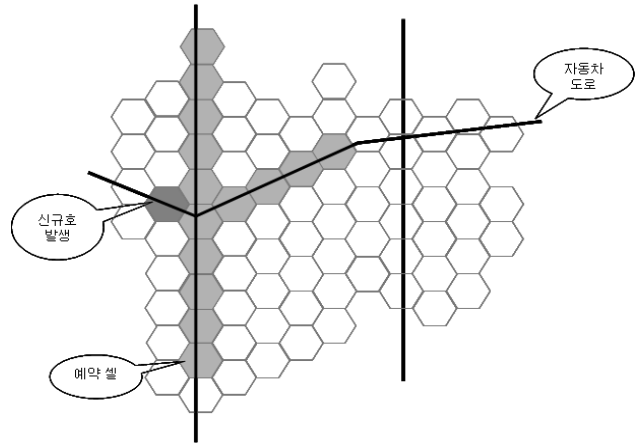
Attributes	Data
Simulation Terrain Dimension	400X400
Number of Base Stations	100
Number of Nodes	4
Number of Motion Samples	2000
Prediction Successful Rate	0.9308

각 셀의 기지국은 기지국 안의 도로의 정보를 가지

고 있다. 즉, 자신의 셀 안에 있는 각 도로의 위치와 방향은 그 도로를 따라 움직이는 이동 단말의 다음 이동 위치를 예측할 수 있도록 해준다.

이 정보를 바탕으로 현재 셀에서 신규호가 발생했을 때, 그 단말의 속도를 기준으로 예약 범위를 정한다. 속도가 60Km/h 이상일 때는 5홉을, 6Km/h 이상이고 60Km/h 미만일 때는 3홉의 범위를 예약 범위로 정한다.(여기서 홉은 기지국과 기지국 사이를 말한다.) 이런 속도에 따른 예약 범위 설정의 기준은 사람의 보행 속도와 본 논문에서 사용하는 셀의 크기와 관계가 있다. 성인 남자의 일반적인 보행 속도는 6Km/h이다. 이 속도를 기준으로 본 논문에서 사용한 반경 1Km의 마이크로 셀에서, 셀의 중심에서 이웃 셀과의 핸드오프가 발생하기 직전의 위치까지 가는데 약 10분의 시간이 걸리게 된다. 이 시간을 기준으로 60Km/h의 속도로 움직이는 자동차의 경우 5홉의 범위에서 약 10분의 시간이 소요된다. 즉, 사람이 보행으로 하나의 셀을 벗어나는데 걸리는 시간만큼을 고속으로 이동 중인 단말에도 적용을 하는 것이다.

6Km/h미만의 속도일 때는 보행 또는 정지한 상태이다. 이러한 단말은 셀에 머무는 시간이 길고, 이동 방향을 예측하기도 힘들다. 이러한 이동체에 대해서는 대역폭 예약 처리를 하지 않는다.

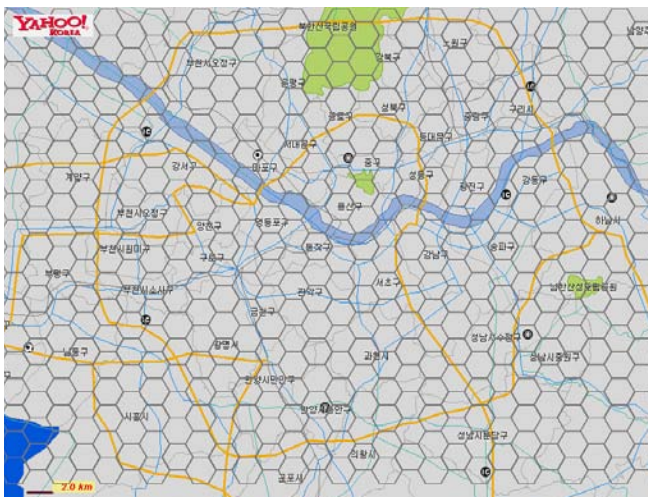


[그림-2] 신규 호 성립과 대역폭 예약 범위 예

속도의 기준은 60Km/h이상과 이하로 나누어 생각한다. 속도는 기지국에서 측정하게 된다. 속도가 기준속도 이상이 되면 지리적 정보를 이용하여 현재 셀에서의 진행 방향으로 예측된 5홉의 범위 내의 셀에 대역폭을 예약한다. [그림-2]는 60Km/h 이상의 속도를 갖는 이동체가 신규 호를 발생시킬 때이다. 그림에서 보면 신규 호가 발생하고 이동체의 속도를 감지하게 된다. 이동체의 속도가 60Km/h 이상으로 이동체의 진행 방향으로 5홉의 범위에서 이동체가 이동할 수 있는 곳들을 예측한다. 예측된 각 셀마다 이동확률과 거리가 다르다. 예약대역폭 R_b 를 식 (1)과 같이 필요 대역폭 N_b 에 각 셀로의 이동 확률 P_{cn} 을 현재 셀로부터 카운트된 홉의 수 H_c2 로 나눈 값을 곱해서 구한다. 구한 예약 대역폭은 충분한 가용 대역폭 A_b 가 있을 때 예약된다. 그렇지 않을 경우엔 예약과정이 종결된다. 이렇게 하면, 현재 셀의 주변의 여러 홉의 모든 셀을 전부다 예약하지 않아도 되고 대역폭 낭비는 기존의 방식 보다 줄어드는 효과를 얻을 수 있다.

$$R_b = N_b \times (P_{cn} / H_c2) \quad (1)$$

신규 호가 아닌 핸드오프 호의 경우 보통의 핸드오프 호인지 예약된 핸드오프 호인지를 구분할 필요가 있다. 이 경우 H_c1 의 유무로 판단이 가능하다. H_c1 은 예약 홉의 개수로 핸드오프가 일어나면 1씩 감소한다. H_c1 이 있다면, 예약된 핸드오프 호이고 그렇지 않을 경우에는 예약되지 않은 핸드오프 호이다. 즉, 6Km/h 속도 이하의 신규호의 경우 대역폭 예약 처리 과정을 수행하지 않기 때문에 H_c1 의 값이 없다. 핸드오프 마다 1씩 감소한 H_c1 값이 0이 되면 신규 호일 때와 같은 알고리즘을 수행해서 다시 대



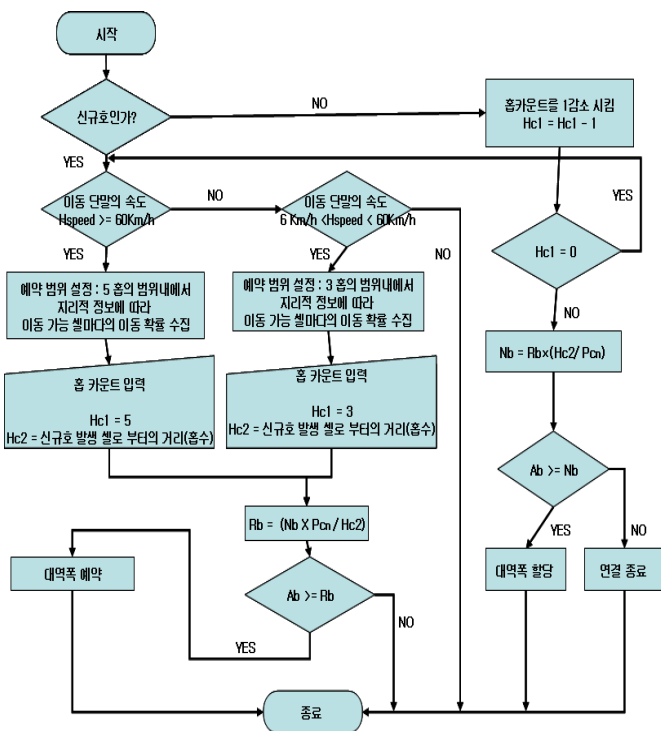
[그림-1] 서울시 지도에 매핑한 가상 셀

[그림-1]은 서울시 지도에 가상의 셀을 매핑한 것으로 그림에서 보이는 것처럼 도로의 위치로 다음 이동 위치를 예측할 수 있다. 각 기지국은 자신의 셀을 중심으로 단말의 속도에 따라 다른 예약 범위를 가지며, 예약 범위 내에서 단말이 이동 가능한 셀들의 정보를 가지고 있으며, 각 셀로의 이동 확률은 예약 대역폭 값을 계산 하는데 사용하게 된다.

역폭을 예약을 한다. 그리고 Hc1이 감소할 때 마다 이전 홉 셀들의 예약 대역폭은 반환된다. Hc1의 값이 0이 아니면 식 (2)와 같이 필요 대역폭 Nb를 구하고, 가용 대역폭 Ab가 충분히 필요대역폭을 수용할 수 있으면 대역폭을 할당하고 그렇지 않을 경우엔 연결을 종료하게 된다.

$$N_b = R_b \times (H_c2 / P_{cn}) \quad (2)$$

[그림-3]은 6Km/h 초과 속도의 이동체에 대한 신규 호와 핸드오프 호에 대한 흐름도이다. 흐름도와 같이 대역폭 예약은 신규 호일 때만 일어난다. 이렇게 함으로써 시그널링으로 인한 오버헤드를 가능한 줄인다.



[그림-3] 신규 호 · 핸드오프 호 처리 흐름도

기존에 제안된 완전예약 방식이나 다른 연구와 비교해서 예약된 대역폭의 미사용에 따른 대역폭 낭비를 줄일 수 있고, 대역폭 예약을 통해 이동 단말에 QoS를 보장할 수 있다. 또한, 예측 정확도가 높은 지리적 정보를 이용해서 핸드오프 성공률을 높임으로써 고속의 이동 단말에 지속적인 서비스를 제공할 수 있다.

4. 향후 연구 과제 및 결론

지금까지의 제안은 무선 네트워크에서 사용자에게 QoS를 보장하기 위해서 지리적 정보(셀 내의 도로 정보)를 사용해서 앞으로 이동할 곳을 예측한 정보를 토대로 끊어짐 없이 핸드오프가 일어날 수 있도록 이웃 셀을 예약하는 방식이다. 즉, 신규 호 발생과 함께 현재 셀에서 일정 범위 안에서 이동 가능한 셀들을 기준으로 대역폭을 예약하는 것이다. 기존의 다른 방식과는 다르게 예측된 셀만을 예약하고, 각 셀마다 예약량을 달리 함으로써 대역폭의 낭비를 줄이고 QoS를 제공한다. 또한 신규 호일 때만 대역폭 예약을 수행함으로써 가능한 한 시그널링 오버헤드를 줄인다. [그림-1]에서와 같이 실제 지도상에 보듯이 어떤 셀을 중심으로 주변 모든 셀로 이동이 일어나는 것은 아니며, 고속의 이동체가 이동할 만한 곳은 정해져 있다. 이러한 지리적 정보는 고속의 이동체의 다음 이동 위치를 예상하는데 가장 좋은 방법이 된다.

이러한 제안을 바탕으로 시뮬레이션을 통한 성능분석과, 속도에 따른 적당한 예약 범위 설정에 대한 연구를 진행 중이다.

참고문헌

- [1] C. Oliveira, et al., "An Adaptive Bandwidth Reservation Scheme for High-Speed Multimedia Wireless Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 16, No.6, August 1998.
- [2] David A. Levine, et al., "The Shadow Cluster Concept for Resource allocation and call admission in ATM-based wireless networks," Proceedings of MobiCom'95, pp.142-150, November 1995.
- [3] 김명일, 김성조, "이동 멀티미디어 컴퓨팅 환경에서 동적 우선순위를 기반으로 한 QoS 관리 기법", KNOM V5 N1, pp.38-49, June 2002.
- [4] Zhiwei Cen, et al., "Motion Prediction in Mobile Communication Systems from a Historical and Geographical Perspective", CSE812 Group Report, Fall 2002.