

# 이동 무선망을 위한 퍼지 무단절 통신 방법의 QoS 평가

김윤정\*, 이경숙, 배인한  
대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부  
{g7721101,g6721001,ihbae}@cuth.cataegu.ac.kr

## A QoS Evaluation of the Fuzzy Seamless Communication Method for Mobile Wireless Networks

Yoon-Jeong Kim, Kyung-Sook Lee, Ihn-Han Bae  
School of Computer and Information Communication Eng., Catholic University of Taegu

### 요 약

유무선 고속 네트워크 기술을 통합한 새로운 컴퓨팅 환경을 이동 컴퓨팅이라 한다. 이동 사용자는 고속 네트워크 상에서 다양한 종류의 서비스를 액세스할 수 있을 것이다. 고속 네트워크에서 그러한 서비스들의 품질은 다수의 QoS 매개변수로 상세될 수 있다. 이동 환경에서 가장 중요한 QoS 매개변수는 이동 사용자에게 단절 자유 서비스를 제공하는 무단절 통신의 보장이다. 서비스 단절은 활동적인 핸드오프에 의해 발생된다. 본 논문에서는 단절 자유 서비스에 대한 언어 QoS 보장을 제공하는 퍼지 무단절 통신 방법에서 무단절 정도와 이동 단말의 속도, 이동 편차, 셀의 직경에 따라 제공되는 무단절 서비스 확률의 정도를 평가한다.

### 1. 서 론

개방 고대역폭 데이터 연결을 갖는 다수의 이동 사용자들이 있는 상황에서 데이터 연결이 설립되었을 때, 네트워크는 사용자들이 다수의 보장된 서비스 품질(지터 한계, 최소 및 최대 대역폭 요구, 최대 분실 한계 등)을 받을 것을 보장해야 한다. 사용자들은 모두 이동성이 있으므로, 다수의 사용자들이 같은 셀로 움직일 수 있다. 그러한 상황에서 셀의 가용 대역폭은 초과될 것이고 원래 QoS 매개변수는 위반될 것이다. 또한 서비스에 대한 요구가 증가하는 만큼, 다수의 셀이 요구된 품질을 제공하는데 불충분할 수도 있다.

우리는 [9]에서 단절 자유 서비스를 언어 QoS (linguistic QoS)로 요청할 수 있는 퍼지 무단절 통신 방법을 제안하였다. 여기서는 이동 호스트의 이동 속도와 이동 방향을 이용하여 이동 호스트의 셀 잠재 시간과 이동 호스트가 핸드오프 할 이웃 셀을 예측한다. 그리고 퍼지 소속 함수를 사용하여, 언어 QoS에 따른 멀티캐스트 그룹에 속하는 이웃 셀들에게만 지연 멀티캐스트를 수행한다. 퍼지 무단절 통신 방법은 사용자가 요구하는 퍼지한 언어 QoS를 보장할 뿐만 아니라 정적 네트워크의 대역폭을 많이 절약할 수 있었다. 본 논문에서는 퍼지 무단절 통신 방법에서 무단절 정도와 이동 단말의 속도, 이동 편차, 그리고 셀 직경의 변화가 무단절 서비스 확률에 어떤 영향을 미치는가 살펴본다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 무단절 통신에 대한 관련 연구들을 살펴보고, 3 장에서는 언어 QoS 보장을 위해 퍼지 논리를 사용하는 퍼지 무단절 통신 방법을 살펴보고, 4 장에서는 퍼지 무단절 통신 방법의 QoS를 평가하고, 마지막으로 5 장에서 결론을 맺는다.

### 2. 관련 연구

무선 환경에서는 새로운 QoS 매개변수 집합이 명세될

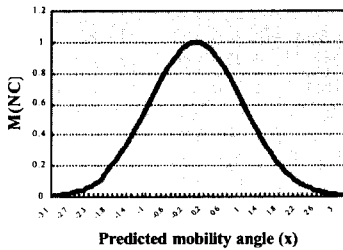
필요가 있다. 전통적인 네트워크에서 사용 가능한 QoS 보장이 무선 환경에는 적합하지 않다. 왜냐하면 이동 호스트는 호 동안에 네트워크에 대한 접근 위치를 변화시킬 수 있으므로 호 허가 시점에서의 현재 셀의 자원 예약은 충분하지 않기 때문이다. 그러므로 QoS의 적응과 재협상이 자원 가용성의 변화에 대응하기 위해 필요하다. QoS 적응이란 이동 호스트의 이동성으로 인해 발생하는 네트워크 가용성의 변화에 대응해서 호에 할당되는 자원의 양을 증가 또는 감소시키는 과정을 말한다[8]. 이런 무선 환경에서 새로운 QoS 매개변수와 QoS 적응을 사용해 단절 자유 서비스를 보장하는 무단절 통신에 대한 관련 연구들을 살펴보면 다음과 같다. Singh[1]는 이동 호스트를 위한 데이터 패킷을 이웃 셀들의 이동 지원국으로 멀티캐스트 한다. 이 방법은 네트워크에서 사용자 수가 증가할수록 멀티캐스트 연결에 의해 소모되는 네트워크 대역폭이 기하급수적으로 높아지므로 효과적이지 못하다. 그리고 Singh의 다른 연구[2]에서는 이동 사용자를 위해 서비스의 등급을 명세하는데 필수적인 두 가지 부수적 QoS 매개변수: loss profile, 무단절 통신 확률을 연구하였다. 셀의 대역폭 요구가 가용 대역폭을 초과하면 데이터를 폐기하는 방법을 loss profile로 명세하였고, 이동 사용자는 응용의 종류에 따라 다른 무단절 통신 확률을 요구할 수 있고, 그것을 기초로 그룹의 구성과 그룹내의 셀들이 predictive buffering을 시작하는 시간을 결정하였다. Bakshi et al.[3]은 이동 호스트의 셀 잠재시간(call latency)을 이용하는 지연 멀티캐스트(staggered multicast)를 제안하였다. 그러한 셀 지연은 이동 호스트의 이동 모델에 의존한다. 여기서 셀 잠재시간 계산을 위한 두 가지 모델: 낙관적, 비관적 모델을 제안하고, 확률적 QoS에 따른 지연 멀티캐스트의 성능을 네트워크 대역폭 오버헤드로 평가하였다. 위의 연구들은 모든 이웃 셀에 멀티캐스트 함으로써 대역폭 낭비가 심한 단점을 가진다. AbdulRahman et al.[5]은 무선 환경에서의 QoS 보장을 위한 서비스 모델, 경로 예측

모델, 호 허가 제어 스킴을 포함하는 프레임워크를 제안했다. 이 프레임워크는 사용자 경로, 그 경로상의 각 셀에서의 도착과 출발 시간의 예측 값을 사용해, 이동 호스트의 경로상의 각 셀에서 충분한 자원이 사용가능한지를 결정해서 호를 허가하는 예측 timed-QoS 보장을 지원한다.

3. 퍼지 무단절 통신 방법

우리는 [9]에서는 이동 환경에서 다양한 단절 자유 서비스를 제공하기 위한 퍼지 무단절 통신 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 단절 자유 서비스를 제공하기 위하여 미리 데이터 패킷을 멀티캐스트 할 셀을 예측하는데 퍼지 논리를 사용한다. 퍼지 논리는 퍼지니스(fuzziness)라는 언어의 애매함이나 개념 정의가 불분명(ill-defined)한 것을 다루는 것으로서 사용자들이 명확한 수치가 아닌 퍼지한 언어(linguistic language)로서 무단절 정도를 명세할 수 있도록 해 준다.

퍼지 무단절 통신 방법에서는 먼저 ARRSES (Adaptive-response-rate single exponential smoothing) 방식에 의해 이동 호스트의 이동 방향을 예측한다[6]. 그리고 예측 이동 각도에 대한 각 셀의 소속도가 퍼지 소속 함수에 의해 계산됨으로써 멀티캐스트 할 셀들을 간단히 결정할 수 있다. 각 셀의 이동 방향의 표준화 된 값은 0에서 1사이의 퍼지 집합으로 정규화 된다. 정규화 된 값들은 소속도에 따라 5개의 구역으로 나누어지고 이것은 각각 VL(Very Low, 0.00-0.24), L(Low, 0.25-0.39), M(Medium, 0.40-0.69), H(High, 0.70-0.84), VH(Very High, 0.85-1.00)의 기본 퍼지 집합으로 나타낼 수 있다(그림 1).



(그림 1) 예측 이동 각도의 소속도

사용자가 요청하는 언어 QoS를 입력받아 데이터 패킷을 멀티캐스트 할 이웃 셀을 결정하는 규칙은 표 1과 같다. 사용자가 입력하는 QoS는 5단계: VS, S, M, W, VW로 구분되고 QoS의 무단절 정도가 강할수록 멀티캐스트 하는 이웃 셀의 개수는 많아진다.

<표 1> 멀티캐스트 셀 결정 규칙

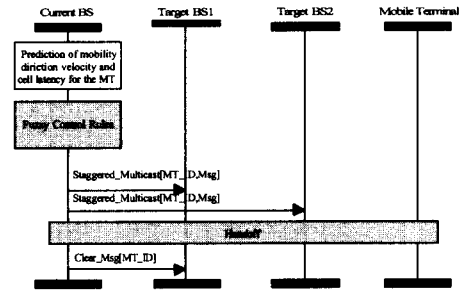
|          |    |     |     |     |     |     |
|----------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|          | NC | VH  | H   | M   | L   | VL  |
| Seamless |    |     |     |     |     |     |
| VS       | GM | GM  | GM  | GM  | GM  | GM  |
| S        | GM | GM  | GM  | GM  | GM  | NGM |
| M        | GM | GM  | GM  | NGM | NGM | NGM |
| W        | GM | GM  | NGM | NGM | NGM | NGM |
| VW       | GM | NGM | NGM | NGM | NGM | NGM |

(입력 변수)  
Seamless(Linguistic Variable):

VS - Very Strong  
S - Strong  
M - Medium  
W - Weak  
VW - Very Weak  
NC: Neighboring Cell

(출력 변수)  
GM: Group Member for multicast messages  
NGM: Non Group Member for multicast messages

(그림 2)는 퍼지 무단절 통신 방법의 실행 시나리오를 보여준다.



(그림 2) 퍼지 무단절 통신

4. QoS 평가

언어적 무단절 QoS와 셀 직경, 이동 호스트의 이동 속도, 이동 편차의 변화에 따라 퍼지 무단절 통신 방법이 제공하는 무단절 서비스 확률을 시뮬레이션을 통하여 평가하였다. 시뮬레이션 환경은 표 2와 같다.

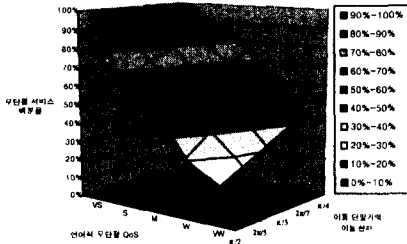
<표 2> 시뮬레이션 환경

| 매개변수                      | 값                                     |
|---------------------------|---------------------------------------|
| 이동 호스트의 이동 방향( $\theta$ ) | $N(\pi, (sd)^2)$                      |
| 이동 호스트의 이동 속도( $v$ )      | 400,650,900,1150,1400m/분              |
| 이동 호스트의 이동 편차( $sd$ )     | $\pi/2, 2\pi/5, \pi/3, 2\pi/7, \pi/4$ |
| 셀 직경( $R$ )               | 100,200,300,400,500 m                 |

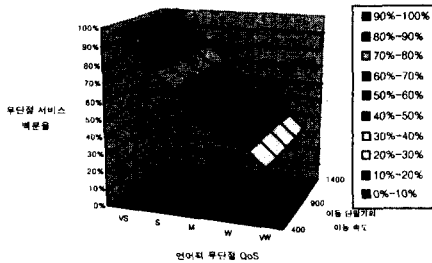
표 2와 같은 시뮬레이션 환경에서 이동 호스트의 셀 잠재 시간( $T_s$ )은 셀 크기와 이동 호스트의 속도에 따라 계속 변하게 된다. 실험 데이터는 초기에 발생한 50번의 핸드오프를 제외한 51번째부터 200번째까지의 핸드오프를 사용하였다.

그림 3은 언어 무단절 QoS와 이동 호스트의 이동 편차에 따른 무단절 서비스 확률을 보여준다. 그림에서 무단절 정도가 높고 이동 편차가 작을수록 무단절 서비스 백분율이 높아짐을 알 수 있다. 무단절 QoS가 S일 경우 이동 편차가  $\pi/4$ 일 때 87%이고  $\pi/2$ 일 때 64%로서 23%정도로 무단절 서비스 확률이 떨어짐을 알 수 있다. 무단절 QoS가 W인 경우는  $\pi/4$ 일 때 59%,  $\pi/2$ 일 때 31%로 28%의 차이를 보여 같은 언어적 QoS인 경우 편차가  $\pi/4$ 에서  $\pi/2$ 까지 변할 때 평균적으로 24%정도의 무단절 서비스 백분율에 차이가 난다. 그리고 언어적 QoS가 VS에서 VW로 변할 때 이동 편차가  $\pi/2$ 인 경우는 80%,  $\pi/4$ 인 경우는 57%의 무단절

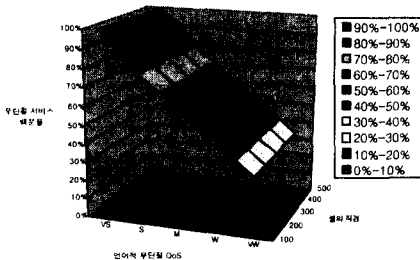
서비스 백분율의 차이를 보여 무단절 서비스 백분율이 최고 80%까지 차이가 남을 알 수 있다.



(그림 3) 무단절 정도와 이동 단말의 이동편차에 따른 무단절 서비스 확률



(그림 4) 무단절 정도와 이동 단말의 속도에 따른 무단절 서비스 확률



(그림 5) 무단절 정도와 셀의 직경에 따른 무단절 서비스 확률

그림 4와 그림 5는 언어적 무단절 QoS와 이동 호스트의 이동 속도, 셀의 직경에 따른 무단절 서비스 확률을 보여준다. 이동 호스트의 이동 속도와 셀의 직경에 따라서는 무단절 서비스 백분율에 변화가 없고 언어적 QoS에 따라 VS인 경우와 VW인 경우 68%의 차이가 난다. 위의 결과에서 알 수 있는 것은 사용자에게 제공되는 무단절 서비스 확률은 이동 호스트의 이동 편차와 언어적 무단절 QoS영향을 받는다는 것이다. 특히 이동 편차보다는 언어적 QoS에 의한 서비스 백분율의 차이가 두드러진다. 결과적으로 무단절 서비스 확률에 가장 큰 영향을 미치는 것은 사용자가 제공하는 퍼지한 언어적 QoS라는 것을 알 수 있다. 또한 퍼지 무단절 통신은 셀의 직경과 이동 호스트의 속도에 따라 이동 호스트의 셀 잠재시간을 조절하여 지연 멀티캐스트를

수행하기 때문에 셀의 직경이나 이동 호스트의 이동 속도에는 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다. 따라서 퍼지 무단절 통신 방법은 사용자의 언어 무단절 QoS에 따라 적절한 무단절 서비스를 제공함을 알 수 있다.

### 5. 결론

본 논문에서는 연결-지향 서비스를 제공받고 있는 이동 사용자가 핸드오버 할 지라도 단절 자유 서비스를 제공하는 퍼지 무단절 통신 방법에 대한 QoS를 평가하였다. 퍼지 무단절 통신 방법은 이동 호스트의 이동 방향과 이동 속도를 예측하고, 그 정보를 기반으로 이동 호스트의 셀 잠재 시간, 셀 멀티캐스트 시간을 구한다. 그리고 퍼지 논리를 사용하여 이웃 셀들을 기본 퍼지집합으로 사상함으로써 사용자의 퍼지한 언어 QoS에 따라 간단히 멀티캐스트 할 이웃 셀을 결정한다. 성능 평가 결과 퍼지 무단절 통신 방법은 사용자 요구에 따른 언어 QoS 보장이 가능하고, 아울러 멀티캐스트로 인한 메시지 부하가 크게 감소되어 네트워크 대역폭이 많이 절약됨을 알 수 있었다. 또한 이동 호스트의 이동 편차와 퍼지한 언어 QoS에 따라 무단절 정도가 변화함을 알 수 있다. 특히 언어 QoS에 따른 무단절 서비스 확률이 최고 80%까지 차이가 남으로써 언어 QoS에 따라 무단절 서비스 확률이 가장 큰 영향을 받는 것을 알 수 있다. 지연 멀티캐스트를 사용함으로써 셀의 직경이나 이동 호스트의 속도에 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] R. Ghai and S.Singh, "An Architecture and Communication Protocol for Picocellular Networks," IEEE Personal Communications Magazine, pp. 36-46, Vol. 1(3), 1994.
- [2] S. Singh, "Quality of Service Guarantees in Mobile Computing," Dept. of Computer Science, University of South Carolina, TR #95-046, April 1995.
- [3] B. S. Bakshi, P. Krishna, N. H. Vaidya and D. K. Pradha, "Providing Seamless Communication in Mobile Wireless Networks," Dept. of Computer Science, Texas A&M University, TR #95-046, April 1995.
- [4] T. Liu, P. Bah and I. Chlamtac, "A Hierarchical Position-Prediction Algorithm for Efficient Management of Resources in Cellular Networks," Globecom 97, Vol. 2, pp. 982-986, 1997.
- [5] AbdulRahman Aljadhai and Taieb F. Znati, "A Framework for Call Admission Control and QoS Support in Wireless Environments" IEEE INFOCOM'99 Proceedings Volume 3 pp, 1019-1026, 1996.
- [6] S. Makridakis, Steven C. Wheelwright, and Rob J. Hyndman, "FORECASTING Methods and Applications," Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [7] 김윤정, 이경숙, 배인한, "이동 네트워크를 위한 효율적인 무단절 통신 방법," 한국정보과학회 '99 가을학술발표논문집, 제26권 2호 pp.652-654, 1999.
- [8] AbdulRahman Aljadhai, "A Framework for Predictive and Adaptive QoS Support in Wireless Mobile Networks," PhD thesis, Faculty of Arts and Sciences, Univ. Of Pittsburgh, April 1999.
- [9] 김윤정, 배인한, "이동 네트워크를 위한 퍼지 무단절 통신 방법," 한국정보과학회 '2000 봄학술발표논문집, 제27권 1호 pp.226-228.