

# Fuzzy 이론을 이용한 동적 대역폭 할당 알고리즘에 대한 QoS 성능 연구

류기훈<sup>\*</sup> · 김진수<sup>\*</sup> · 전광택<sup>\*\*</sup> · 양해권<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> 군산대학교 대학원 정보통신공학과

## A Study on QoS for Dynamic Bandwidth Allocation Algorithm used Fuzzy Theory

Ki-Hun Ryu<sup>\*</sup>, Jin-Su Kim<sup>\*</sup>, Koang-Tak Jeon<sup>\*\*</sup> and Hae-Kwon Yang<sup>\*\*\*</sup>

Kunsan National University

E-mail : ferryboat@hanmail.net

### 요 약

무선 ATM망에서는 무선 접속으로 인하여 단말의 이동성이 발생하는데, 단말기는 이동 중에도 호의 끊김 없이 QoS를 보장하면서 연속적인 서비스를 제공받을 수 있어야 한다. 사용자 및 이동성의 증가와 작아지는 셀 크기로 인하여 핸드오버는 빈번해 질 것이다. 무선 ATM망에서 핸드오버 발생시 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 한정된 무선 대역폭을 인접 셀에 해당대역폭을 예약하는 것이 주류를 이루었다. 그러나 이동 단말기의 이동 방향을 알지 못함으로써 불특정 다수의 셀에 대역폭을 예약하는 것이 문제점으로 지적되었다. 그래서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 방법을 제안하게 되었다. 본 논문에서는 Fuzzy 이론을 이용하여 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 방법을 사용하여 시뮬레이션을 통해 이전의 알고리즘과 QoS 성능을 분석하였다.

### 1. 서 론

최근 몇년동안 이동통신 시스템은 음성 및 낮은 비트율 데이터 서비스에서 좀 더 광대역 및 다양한 서비스 제공을 위한 IMT-2000등의 연구 개발이 전 세계적으로 이루어지고 있다[1]. 이러한 제 3세대의 이동통신 시스템 개발은 ATM전송에 근거한 다양한 고정망 B-ISDN 서비스를 이동 터미널에 제공할 수 있게 된다. 이를 위한 무선 ATM기술이 앞으로의 전 세계적 통신망 발전에 중요한 역할을 하게 될 것이다.[2]

무선 환경에서의 문제점으로 지적된 것 중에서 가장 큰 것이 잡음 등으로 인한 연접 오류(burst error)와 주변 지형지물 등에 의해 발생하는 다중 경로 페이딩 효과이다. 이러한 손실은 마이크로 셀에서 무선 링크들에서의 손실들뿐만 아니라 네트워크에서 일어나는 빈번한 핸드오버시에도 발생한다. 따라서 빈번한 이동은 셀 시스템의 호 설정 시간뿐만 아니라 새로운 사용자들의 블록킹 확률을 증가시킨다. 핸드오버가 이루어지는 동안 현재 서비스중인 QoS를 유지하는 것이 핸드오버

처리의 목적이며, 유지가 어려울 때에는 QoS의 재협상 또는 탈락(dropping)이 일어나기도 한다. 핸드오버가 발생할 경우의 대처방안으로서 인접 셀에 해당 대역폭을 예약하는 것이 주류를 이룬다. 그러나 이 방법들은 이동 단말기의 이동 방향을 알지 못함으로 인하여 불특정 다수의 셀에 대역폭을 예약하는 것이 문제점으로 지적되고 있다 [3][4][5]. 이를 막기 위하여 다수의 방법들이 다시 제안되었지만, 이들도 궁극적으로 대역폭의 과도한 낭비를 막을 수는 없었다. 이의 해결 방안으로서 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 방법을 제안하게 되었다 [6][7][8].

본 논문에서는 무선 ATM 환경에서 Fuzzy 이론을 이용하여 수신 신호 세기(RSS : Received Signal Strength), 이동 단말기와 기지국사이의 거리와 비트 에러율과 같은 부정확한 파라미터를 이용하여 이동 단말기의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 예약하는 알고리즘을 제안한다. 2장에서는 Fuzzy 이론에 대해 기술하고 3장에서는 제안한 알고리즘을 살펴보고, 시뮬레이

선을 수행하기 위한 모델을 4장에서 기술하고 마지막으로 5장에서 결론에 대해 기술하겠다.

## II. Fuzzy 이론

퍼지 이론은 불확실한 인간의 근사적 추론 방법을 모델링하기 위한 논리적 체계이며, 한계가 명확하지 않은 퍼지 집합이론에 등급을 줌으로서 집합론의 일반화된 형태를 현실 세계에 적용하려는 논리체계이다. 퍼지 집합은 소속정도 (membership degree), 소속함수로 집합을 표현하는 형태이고, 소속정도는 퍼지부분집합의 각 원소가 전체집합에 속하는 정도를 [0,1]사이의 실수 값으로 표현한다. 본 논문에서는 단말기의 소속정도를 결정하기 위하여 사다리꼴 함수 형태의 소속함수를 사용한다. 사다리꼴 소속함수는 계단형 함수 형태보다는 상한치(upper\_limit)와 하한치(lower\_limit) 사이의 값에 대하여 다양한 소속정도를 제공한다. 이 형태의 퍼지 숫자는 소속정도가 최대 ( $\alpha=1$ )가 되는 점이 여러 개가 되어 사다리꼴 모양이 된다.[9]

### 1. 신호 수신 세기의 소속함수

인접 기지국들의 수신 신호 세기를 이용하여 소속함수를 정의하면 다음과 같다. 여기서  $\mu(SRS_i)$ 은 기지국  $i$ 의 소속정도를 나타낸다.  $SRS_i$ 는 기지국  $i$ 가 단말기에 전파한 신호 수신 세기이고,  $S_1$ 는 부등식의 좌변에 대한 가능한 하한치,  $S_2$ 는 부등식의 우변에 대한 상한치로서 하한치  $S_1$ 은 7이고 상한치  $S_2$ 는 10이다. 그림 1은  $RSS_i$ 의 소속함수이다.

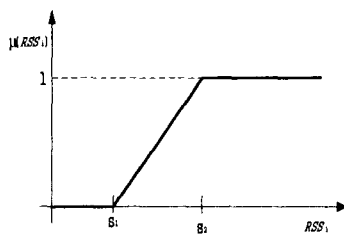


그림 37. 신호 수신 세기의 소속함수

### 2. 기지국과 단말기간의 거리의 소속함수

단말기와 인접 기지국들간의 거리를 이용하여 소속함수를 정의하면 다음과 같다. 여기서  $\mu(D_i)$ 는 기지국  $i$ 의 소속정도를 나타낸다.  $D_i$ 는 단말기  $i$ 와 기지국간의 거리이다. 상한치  $d_1$ 은 120이

고, 하한치  $d_2$ 은 150으로 정의한다. 그림 2는 단말기 거리의 소속함수이다.

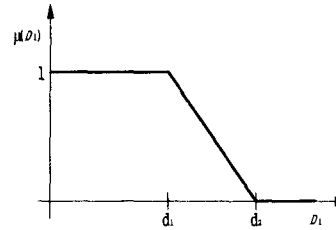


그림 38. 단말기 거리의 소속함수

### 3. 비트 에러율의 소속함수

핸드오버가 트래픽의 분산 수용의 목적을 가지고 있기 때문에 트래픽이 많은 셀에서 인접한 셀 중 덜 혼잡한 셀로 핸드오버할 수 있다. 핸드오버의 목적이 통화의 질을 양호한 상태로 유지하기 위함이므로 디지털 방식인 경우에 비트 에러율을 핸드오버의 파라미터로 사용할 수 있다. 상한치  $b_1$ 는 -7.5이고 하한치  $b_2$ 는 -5.5로 정의한다. 그림 3은 비트 에러율의 소속함수이다. 본 논문에서는 비트 에러율은 시스템이 측정해야 하므로 구현하기 어렵기 때문에 단지 양호한 비트에러율을  $10^{-6}$ 이라고 가정한다.

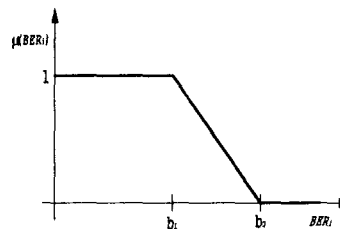


그림 39. 비트에러율의 소속함수

### 4. 퍼지 관계의 $\alpha$ -cut 관계

퍼지 집합에 포함된 원소들 중에서 일정한 가능성(소속정도) 이상 포함된 원소들로만 구성된 보통집합을 만들 수 있다. 이것을  $\alpha$ -cut 집합이라고 부르는데, 소속함수의 값이  $\alpha$  이상인 원소들로 이루어진다.

$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

이때  $\alpha$ 는 임의로 선택할 수 있다. 이렇게 만들어진  $\alpha$ -cut 집합은 보통집합이 된다. 이와 같이 퍼지관계에서도 관계의 정도가  $\alpha$  이상인 것만 취하면,  $\alpha$ -cut 관계를 얻을 수 있다.

### III. 제안한 알고리즘

#### 1. 동적 대역폭 할당 알고리즘

단말기의 이동 방향은 II절에서 제안된 Fuzzy 이론을 이용하여 이동 단말기 위치 추정 방법을 이용한다. 본 논문에서는 제안한 알고리즘은 기지국에서 Discrete Time Markov Chain(DTMC)을 이용하여 이벤트 처리를 하여 핸드오버의 요구가 있을 경우 Fuzzy 이론을 이용하여 이동 단말기의 위치를 추정하고 요구 자원 보다 추정 셀의 가용 대역폭이 크거나 같을 경우 호 수락, 요구 자원 할당, 요구 자원 예약을 하는 과정을 반복한다. 제안한 알고리즘은 부정확한 파라미터를 이용한  $\alpha$ -cut 관계를 기본으로 하며, 단말기의 현재 기지국 및 인접 기지국에 대하여 평가 기준들로부터 제공되는 만족도(단말기가 각 셀에 소속하는 정도)를 총체화하고, 가장 큰 만족도를 제공하는 기지국을 핸드오버의 추정된 셀로 선택한다. 그림 4는 본 논문에서 제안한 동적 대역폭 할당 알고리즘을 보이고 있다.

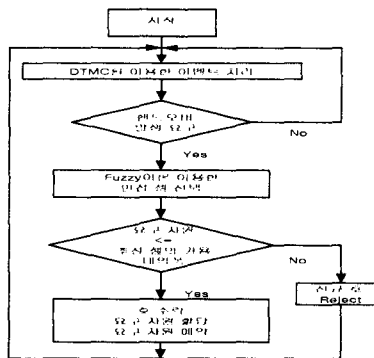


그림 40. 동적 대역폭 할당 알고리즘

### IV. 시뮬레이션

#### 1) 시뮬레이션 모델

본 논문에서는 무선 ATM에서의 핸드오버 결정 문제를 Fuzzy이론을 이용하여 부정확한 파라미터들을 고려 핸드오버의 여부를 결정하는 방법을 제안하였다.

본 시스템은 C언어로 구성되어 있고 DTMC에 의해 모델화되어 있으며 이벤트 처리는 핸드오버 발생, 처리 상태, 유지 상태와 새 사용자 발생 등으로 표현하였다.

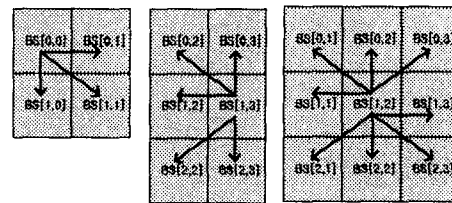
이 시스템은  $N \times N$  매트릭스로 되었고 매트릭스의 각 개체는 셀 또는 베이스 스테이션이라고

간주한다.  $N^2$ 의 베이스 스테이션은 모든 시물레

이션에서 동적으로 같은 양의 무선 대역폭을 이용한다. 여기서의 핸드오버는 그림 5와 같은 방향으로 핸드오버가 가능하다. 이동 단말기의 방향은 이동 가능한 모든  $k$ 개 경우에 대해  $1/k$ 의 확률

로 추정된 셀에만 대역폭을 할당한다.

이 시스템에서는 블록킹 확률과 핸드오버 블록킹 확률의 두 가지 QoS 파라미터를 평가한다. 무선 링크에서 발생하는 손실은 여기에서는 고려하지 않는다.



(a) Phase 1 (b) Phase 2 (c) Phase 3

그림 5. 핸드오버 방향

시뮬레이션 결과를 얻기 위하여 이용되는 값들은 다음과 같다.

- Video\_BW= 12 : 베이스 스테이션마다 비디오 대역폭
- Data\_BW= 6 : 베이스 스테이션마다 데이터 대역폭
- Voice\_BW= 2 : 베이스 스테이션마다 음성 대역폭
- BS\_BW= 20 : 베이스 스테이션마다 사용하는 대역폭
- $N \times N = 16$  : 16개의 베이스 스테이션
- $\mu = 1$  : Departure Rate

그림 6은 음성 사용자들에 대해서 음성의 블록킹 확률을 보이고 있다. 다른 형태의 트래픽은 모두 없고 이동 단말기의 핸드오버는 없는 무선 상태라고 가정한다.

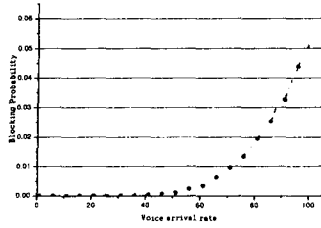


그림 6. 음성 사용자들에 대해서 음성의 블록킹 확률

음성 사용자가 1에서 100까지 변화할 때 음성 사용자들의 블록킹 확률은 증가한다. 50까지는 거의 블록킹 확률이 없지만 그 이후에는 블록킹 확률이 증가되는 것을 볼 수 있다. 음성 사용자들의 증가에 따라 블록킹 확률은 5%이내에서 이루어지는 것을 볼 수 있다.

그림 7은 데이터의 추가에 따른 음성 사용자들의 블록킹 확률을 보이고 그림 8은 비디오의 추가에 따른 음성 사용자들의 블록킹 확률을 보인다.

그림 6과 그림 7, 그림 8를 비교하면 다른 타입의 트래픽이 추가될 경우 음성 사용자들의 추가에 따른 블록킹 확률이 증가하는 것을 볼 수 있다. 그림 7에서 데이터의 추가에 따라 음성 사용자들의 블록킹 확률은 약 7%에서 11%까지 증가하는 것을 볼 수 있고, 또한 그림 8도 비디오의 추가에 따라 음성 사용자들의 블록킹 확률이 약 5.5%에서 6.5%까지 증가하는 것을 볼 수 있다.

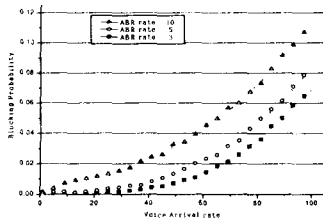


그림 7. 데이터의 추가에 따른 음성 사용자들의 블록킹 확률

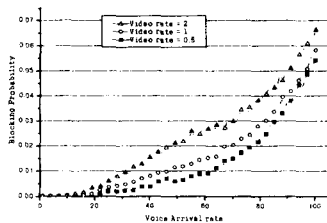


그림 8. 비디오의 추가에 따른 음성 사용자들의 블록킹 확률

그림 9은 다른 타입의 트래픽을 고려하지 않은 상태에서 핸드오버시의 이동 방향을 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 할당하는 방식을 사용하여 음성 사용자들의 블록킹 확률을 보이고 있다. 그림 9을 보면 핸드오버시 인접 셀 모두에 대역폭을 할당하는 이전 알고리즘의 블록킹 확률보다 본 논문에서 제안한 알고리즘이 낮은 블록킹 확률을 보이고 있다. 핸드오버시간을 더 빠르게 할 경우 더 안정된 상태로 변동폭이 더 적은 블록킹 확률을 보이게 된다.

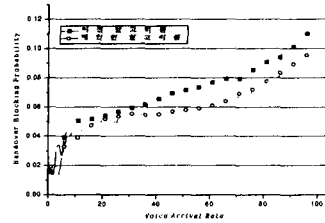


그림 9. 핸드오버시 음성 사용자들의 블록킹 확률

## V. 결론

본 논문에서 시뮬레이션한 결과를 보는 것과 같이 이전의 알고리즘보다 블록킹 확률이 낮아지는 것을 볼 수 있다. 무선망에선 한정된 대역폭을 효율적으로 활용하면서 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공하기 위해서는 서로 다른 QoS 요구사항을 갖는 다양한 서비스들의 트래픽 특성뿐만 아니라 이동체의 이동에 의한 영향을 고려하여야 한다. 각 서비스의 QoS를 보장해 주기 위해서는 무선 ATM 환경에서 유한한 자원의 효율적인 사용, 핸드오버의 신속성과 데이터 무결성을 고려한 알고리즘의 연구가 진전되어야 한다. 그리고 변동폭이 급속히 변하는 곳을 제어하기 위해서는 이동 단말기의 이동 방향을 정확하게 추정하여 추정된 셀에만 대역폭을 할당하는 알고리즘의 연구가 이루어져야 한다. 또한 본 논문 실험에서 사용한 문턱치와 실제 통화의 질과의 문제, 즉 이러한 문턱치의 값이 통화의 질적인 문제에 있어서 합당한지를 살펴보아야 한다.

## [참고 문헌]

- [1] W.Honcharenko, I.P.Kruys, D.Y.Lee, and N.J.Shah, "Broadband Wireless Access," IEEE Commun.mag., pp.20 ~26, Jan. 1997 )
- [2] ETRI, "ETSI BRAN의 무선 ATM 표준화 동향" <http://etlas.etri.re.kr>
- [3] Raphael Rom and Yuval Shavit, "A Combined Fast Routing and Bandwidth Reservation Algorithm for ATM Networks", Sun Microsystems Mountain View, CA 94043-1100

- [4] Carlos Oliveria et all., "Quality of Service Guarantee in High Speed Multimedia Wireless Networks", in Proc. ICC '96, pp.728 ~ 734, 1996
- [5] C.Lind. "Location Mangements Requirements." ATM Forum/96-1704. Dec. 1996
- [6] Hyung-Wook Kim, Tae-Kyung Cho, "Dynamic Resoure Reservation Algorithm for QoS Guarantee in Wireless ATM Networks", 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집 Vol. 25, NO. 1, 1998
- [7] ATM Forum, "Wireless ATM Handover Requirements and Issues", ATM Forum/97-0153/WATM
- [8] Zheng Hongmin and Bi Guoanguo, "Handover Algorithm and Mobility Support in Wireless ATM Networks", Div. 41. Dept. of Radio Eng., Southeast Univ., P.R. China
- [9] 이광형, 오길복 "Fuzzy(퍼지이론 및 응용 I, II), 홍릉과학출판사