

DAMA 방식 위성통신에서 Hysteresis 특성에 따른 Access 제어채널의 과부하 측정 및 제어기법

정희원 최 형 석*

Overload Measurement and Control of Access Control Channel Based on Hysteresis at Satellite Communication of DAMA

Hyungseok Choi* *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 위성통신 링크를 이용한 DAMA 방식 호 서비스를 할 때 일부 제어채널의 고장으로 인한 과부하 발생시 이에 대한 측정 방안과 관리 기법을 제안하고 그 성능을 분석한다. 제안하는 기법은 망제어기에서 호 접속제어를 위한 Access 채널의 부하를 측정하여 과부하 상태를 검출하고 이를 DAMA 망의 단말들에 고지하여 과부하제어를 수행함으로써 과부하 상태에서 시스템의 성능과 안정성을 향상시킨다. 또한, 너무 잦은 과부하 상태 변경이 이루어지지 않도록 상태변경을 함에 있어 Hysteresis 특성을 반영하였다. 분석결과 과부하로 인한 호설정 지연의 과도한 증가 및 호성공율의 급격한 저하를 방지할 수 있으며, 잦은 상태 변경을 방지함으로써 망의 안정성을 높여줄 수 있었다.

Key Words : Overload control, hysteresis, satellite communication, DAMA(Demand Assigned Multiple Access)

ABSTRACT

This paper proposes the measurement scheme for network overload and the control technique in case of breaking several control channels when we support the call services of DAMA through communication satellite(GEO, Geostationary Earth Orbit). And its performance is analyzed. The proposed schemes measure the overload of access control channel of a network controller to control the call connections, detect the level of network overload, notify the terminals of DAMA network of the state, and excute overload control. As a result, it improves the system performance and the network stability at overload state. Moreover hysteresis is applied to the change of overload state for the restriction of the frequent state shifts. The results show that the proposed algorithm prevents excessive increment of call-setup delay and too much lowering of call success rate, and improves the network stability.

I. 서 론

서비스 품질을 보장하기 위하여 망의 과부하 정도에 따라 호의 접근을 제한하는 방식은 전체 망의

안정화를 위하여 중요한 기법이며, 이를 통하여 시스템의 지원가능 채널을 효과적으로 활용할 수 있다. 특히, 군통신 서비스를 위한 위성의 사용은 유사시 우선순위가 높은 사용자에게 대한 최소한의 서

* 국방과학연구소(chs@add.re.kr)

논문번호 : KICS2005-03-115, 접수일자 : 2005년 3월 11일

비스 보장이 이루어져야 하므로 다른 사용자에 대한 호 접근을 제한하는 방안에 대한 충분한 검토 및 적용이 필요하다. 일반적으로 호의 접근을 제한하는 가장 큰 이유는 교환기의 입력 트래픽이 계획된 최대처리 용량을 초과하여 급격하게 증가할 경우¹¹⁾에 발생하며, 이러한 상태에서는 통신자원의 부족으로 인하여 호처리 지연과 호연결 실패율이 증가한다. 이러한 과부하상태가 해결되지 않고 지속되어지면 최악의 순간엔 시스템이 정지되는 상황이 발생할 수도 있다. 따라서, 망의 과부하를 정상상태로 돌려놓기 위한 노력이 필요하며, 일반적으로 크게 호연결을 제한하는 방법과 지상 이동통신의 경우에 인접한 기지국을 통해 호를 분산시키는 방법을 사용하고 있다.¹²⁻⁴⁾

본 연구에서는 36000km 상공의 정지궤도에 위치한 통신위성을 이용하여 DAMA 망을 운용하면서 호 요구량이 급격하게 증가할 경우에 트래픽 채널의 부족뿐만 아니라 제어채널의 용량이 부족한 상황에서의 망 과부하 문제 해결방안을 제시한다. 이는 통신위성을 이용한 DAMA 망은 지상의 이동통신망과 여러 면에서 다른 특성을 가지고 있기 때문이다. 가장 큰 특징은 지상의 이동통신망은 셀단위로 주파수를 재사용하여 망을 운용하는데 반해 통신위성을 이용한 DAMA 망운용은 전체 사용자가 동일한 주파수대역을 공통으로 이용하기 때문에 지상망의 Hand-off와 같은 개념이 적용되지 않는다. 따라서, 망의 과부하를 해결하기 위하여 제시된 여러 이론들이 위성통신에 그대로 적용하기 어렵다. 또한, 위성통신은 극히 한정된 자원을 이용하여 모든 망 가입자들을 수용할 만큼의 제어채널 할당이 어려울 수 있다. 특히, 군에서 위성통신을 이용한 DAMA 망 서비스는 적의 재머 공격 또는 망운용국의 특별한 상황에서 제어채널이 과부하 발생 요소가 될 수 있으며, 해당 상황에서는 위성통신의 긴 지연시간으로 인하여 문제 해결시까지 상당 시간이 소모될 수 있다. 즉, 위성통신을 이용할 경우에는 망운용국과 제어채널이 일반적으로 2번 정도의 메시지 송수신이 이루어진다고 볼 때에 약 1.1초 정도의 시간이 필요하며(위성링크의 RTT(Round Trip Time)이 약 550msec일 경우), 과부하 상태에서 제어채널 이용 시에는 평균 1번 정도의 재시도를 통해 호접속이 가능하다고 가정한다면 약 1.65초의 호접속 시간이 필요하다. 일시적으로 급격히 증가한 호가입 요구는 제어채널의 부족을 초래할 수 있으며, 이들 호접속 요구 가입자들이 트래픽 채널로 전환되어야 제어채

널 부족 문제는 해결되어진다. 그러나 각 가입자들이 트래픽 채널로의 전환에 1.65초가량의 시간이 필요하므로 제어채널의 과부하 상태가 상당시간 지속되어질 가능성이 크다.

본 논문에서는 위성통신의 특성을 반영하여 제어채널의 과부하 정도를 측정하고 전 단말에 해당 과부하 상태를 고지 후, 이에 따라 하순위의 가입자에 대한 호시도를 제한하여 제어채널에 부하를 주지 않도록 하는 방안을 제시한다. 또한, 호시도 제한시에 가입자들간에 우선순위를 두어 제어채널 접근을 제한하면, 과부하 상태 변경 임계치를 기준으로 잦은 상태변경이 발생할 수도 있으며, 이를 해결하기 위한 방안으로 Hysteresis 특성을 반영하여 상태 변경에 완충효과를 두는 방안을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 위성통신을 이용한 DAMA 망의 특성과 연구배경을 서술하고, 3장에서는 Hysteresis 특성을 반영하여 제어채널을 이용한 과부하 측정 및 제어 기법을 기술하고, 4장에서는 OPNET 네트워크 시뮬레이션 툴을 이용한 모의실험 및 성능 결과를 분석한다. 5장은 본 논문의 결론이다.

II. 위성통신에서 DAMA 망의 특성

위성통신을 이용한 DAMA 망의 일반적 구성은 그림 1과 같다.¹⁵⁻⁶⁾

지상망에서의 기지국 역할을 한 개의 통신위성이 담당하며 다수의 위성 단말들은 위성링크를 통해 상호 호를 연결한다. 이들 단말들간의 호연결은 중앙의 망운용국에서 담당하며, 단말들간의 트래픽 호연결이 이루어지기 전에는 망운용국과의 제어채널을

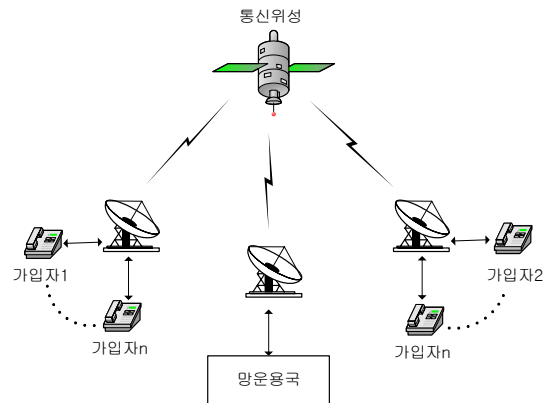


그림 1. 위성통신을 이용한 DAMA 망의 일반적 구성도(예)



그림 2. 지상망과 위성망의 주파수 사용 범위

통해 호접속 과정을 거치게 된다. 위성통신을 통하여 DAMA 호서비스를 제공하는 경우에 망운용국과의 제어채널은 모든 가입자들이 공유한다. 따라서, 급격한 호시도 증가 또는 제어채널의 일부 고장 등과 같은 상황에서는 충분한 제어채널 용량 제공이 어려울 수 있다.

지상망의 이동통신망은 다수의 저출력 송신기를 이용하여 그림 2와 같이 셀로 분할된 서비스 지역을 커버하기 때문에 과부하가 발생할 경우에는 셀의 분할 또는 근접 셀로의 Handoff 등의 방법을 통해 이를 해결할 수가 있다.^[2,4,7-8]

그러나, 그림 2에서 보는 것과 같이 위성망을 기반으로 하는 이동통신 서비스는 전체 가입자를 동일한 주파수 대역으로 동시에 서비스된다. 따라서, 지상망에 기반한 이동통신 서비스에서와 같은 셀분할, Hand-off 기법등을 적용하기 어렵게 된다.

위성통신을 이용한 이동통신시스템은 하나의 위성중계기가 제공할 수 있는 주파수대역을 그림 3의 예와 같이 채널을 할당하며, 해당 채널을 중계기와 연결된 위성 안테나가 서비스할 수 있는 범위의 모든 가입자가 공동으로 이용한다. 중계기 지원 대역폭이 50MHz이고 한 채널의 대역폭이 100kHz라고 가정하면 중계기 한 대가 지원가능한 총 채널의 수는 500개가 된다. 이중에 동기채널과 제어채널에 할당된 채널을 제외한 나머지 채널들이 통화채널로서 이용되어진다. 하나의 통화호는 두 개의 채널이 필요하므로 결국에 동기/제어/통화호는 총 250회선 지원되어진다. 지상의 이동통신망은 가입자가 아무리 늘어나더라도 셀의 범위를 조정하여 이를 수용할 수 있지만, 위성통신망에서는 가입자 수를 지속

적으로 늘릴 수가 없는 이유가 여기에 있다.

일반적인 호처리 절차는 전원을 인가한 이후에 그림 4와 같은 4가지 상태를 순환하며 이는 위성통신망에서도 동일하게 적용되어진다. 이때, 호처리 상태에 따라 각각 다른 주파수 채널을 이용한다. 전원인가후 초기화 상태는 동기채널을 이용하며, 이를 통하여 제어메시지의 송수신이 가능하다. 초기화를 통하여 동기를 상호 맞춘 이후의 액세스 상태는 기지국 또는 망운용국과 호처리와 관련된 메시지를 제어채널을 통하여 주고받게 된다. 마지막으로 상대 단말의 호출메시지를 수신하였거나, 해당 단말의 발신이 이루어진 이후에 호접속이 승인되면 통화채널을 할당받아 상호간 호통화가 이루어지게 된다. 이때, 위성망의 경우에는 제어채널이 통화망 가입자의 수와 상관없이 자원이 한정되어 있기 때문에 최초 망설계시 예측한 대기상태에서의 호요구량을 초과하는 호요구 빈도가 발생하였을 경우에는 액세스 상태에서 기지국 또는 망운용국과의 제어메시지 송신

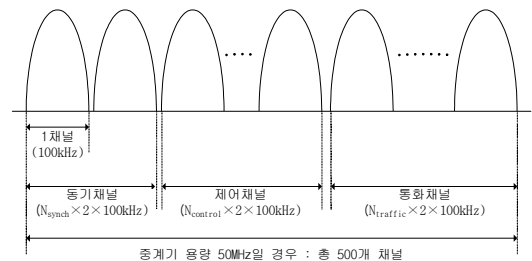


그림 3. 위성중계기별 채널 할당 예

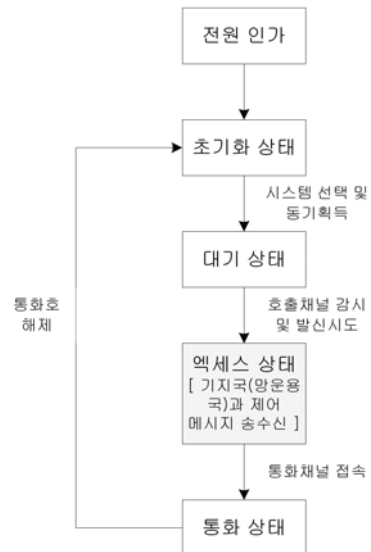


그림 4. 이동통신망의 단말 호처리 상태도

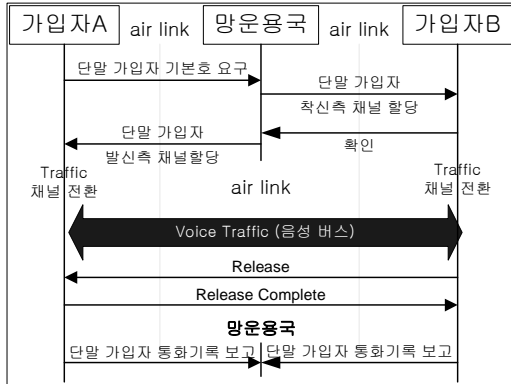


그림 5. 위성통신의 DAMA 망 호처리 절차 간략도(예)

표 1. 위성통신을 이용한 DAMA 망 제어채널 운용 조건

망운용요소	기호	운용값
중계기 사용자수	U	1000
사용자당 BHCA	B	20
평균 통화 완료율	C	0.5
완료호당 Inbound 메시지 수	M	4
제어채널 수	N	4
슈퍼프레임 주기	P	0.8sec
슈퍼프레임당 유효 slot 수	V	7

(BHCA: Busy Hour Call Attempt, 최번시간의 호 시도 횟수)

에 있어 메시지들간에 충돌이 급격히 빈번해질 수 있다.

위성통신망의 제어채널이 Slotted-Aloha 방식을 사용할 때, 그림 5의 위성통신의 DAMA 호처리 과정을 호요구 및 채널할당, 통화채널 연결, 호해제후 통화기록 보고 등으로 간략화하여[9], 표 1과 같이 빈번한 호시도 요구의 위성통신망 운용 조건을 가정하여 전송 성공확률 등을 얻고자 한다.

그림 5와 표 1의 조건을 고려하여 전송 성공확률을 계산하면 다음의 식과 같다.

시간당 발생 메시지

$$= (U \times B) \times M \times \left\{ C + \frac{(1-C)}{2} \right\} \quad (1)$$

= 60000

시간당 중계기 제어채널 가용 슬롯 수

$$= N \times \frac{3600}{P} \times V \quad (2)$$

= 126000

New Transmission Load = (1) / (2)

$$= 0.476 \quad (3)$$

(3)의 신규 전송부하율인 0.476를 근거로 Slotted-Aloha 방식의 전송 성능을 구하기 위해서는 그림 6과 같은 Aloha 전송 채널 조건을 고려해야 한다.

$$S = G \times e^{-G} \rightarrow S_{max} = e^{-1} = 0.368 \quad (4)$$

최초 위성 제어채널망이 동작할 때, 최대 Slotted-Aloha 채널 전송성능인 0.368의 전송이 가능한 상황을 설정하여, 식(6)의 R값을 0으로 설정 후 첫 슬롯 충돌 확률을 구하여 무한 루프로 계산을 하여야 한다.

Collision Slot 의 확률

$$= 1 - \text{“Poisson의 Empty Slot의 확률”} \quad (5)$$

$$= 1 - \text{“성공적으로 전송한 Slot의 확률”}$$

$$= 1 - e^{-G}$$

Slotted-Aloha 전체부하(G)

$$= \text{“New Transmissions Load”} \times (1+R) \quad (6)$$

$$= 0.476 \times (1 + 1 - e^{-G})$$

$$= 0.476 \times (2 - e^{-G})$$

식(3)의 결과를 이용하여 식(6)을 수렴하였을 경우에 G값은 0.7204에 수렴한다. 따라서, 식(5)의 Collision Slot의 확률은 0.489가 되며, 전송 성공확률은 0.511이 된다. 결과적으로 1000가입자가 3분 간격의 호시도 조건하에서는 약 2번의 메시지 전송 당 한번 정도의 전송실패가 이루어진다. 그러나, 가입자가 2000명으로 증가할 경우에 기존의 통신자원의 변화는 없으므로 식(6)의 결과값은 1.736이 되어 식(5)의 메시지 충돌확률은 0.824가 되어 약 5.5개의 메시지를 보내야 1개의 메시지가 성공한다. 또한, 제어채널의 일부 고장등으로 인하여 제어채널이 2개만 사용하는 상황에서도 동일하게 메시지 전송 성공률이 감소한다.

위성통신을 이용한 DAMA 망 운용시에는 위에서 제시한 바와 같이 공통의 통신자원을 모든 가입자가 동시에 사용하기 때문에 제어채널의 부족으로

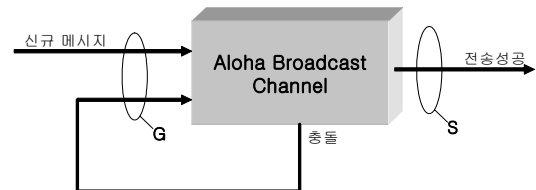


그림 6. Slotted-Aloha 전송 채널 조건

인한 통신망 과부하 상태가 상당기간 지속되어질 수 있다. 이는 통화채널 상태가 정상적임에도 불구하고 통화가 상당기간 불가능한 상태가 지속되어지는 것을 의미하며 본 논문에서는 이러한 문제 해결을 위하여 제어채널의 과부하 측정 및 제어를 제안하였다.

III. Hysteresis 특성을 반영한 제어채널 과부하 측정 및 제어 기법 제안

기존의 지상 이동통신망의 과부하 측정 및 제어는 앞서 밝힌 바와 같이 통화채널의 상태 또는 교환기의 프로세서(CPU)의 상태를 통하여 호 제한 또는 호 분산을 함으로서 이루어진다. 본 논문에서는 이러한 지상 이동통신망의 과부하 관련 기법을 위성에 동일하게 적용할 경우에 발생할 제어채널상의 과부하 문제를 해결하고자 그림 7과 같은 제어채널을 이용한 과부하 측정 및 제어 기법을 제안한다.

그림 7에서 망운용국의 Access 제어채널 수신기는 발신 위성단말이 Access 제어채널(일반적으로 Aloha, 또는 Slotted-Aloha 방식)이 보낸 DAMA 발신호의 요청 메시지가 수신되면 DAMA호 제어부에 전달한다. DAMA호 제어부는 DAMA호의 자원 할당을 해주기 위하여 DAMA 통화채널 과부하 제어부에 자원할당 요청에 대한 질의를 하며, 응답결과 자원할당이 성공하였으면 DAMA망 제어채널 송신기를 통하여 착신 단말쪽으로 호접속요청을 보내고, 반면에 자원할당이 실패하면 DAMA망 제어채널 송신기를 통하여 발신 단말측에 고지하는 역할을 한다. DAMA망운용국의 통화채널 과부하 제어부는 운용자가 미리 설정한 임계치 이상의 통화채널 자원이 할당되었을 경우에, 과부하 상태로 판단

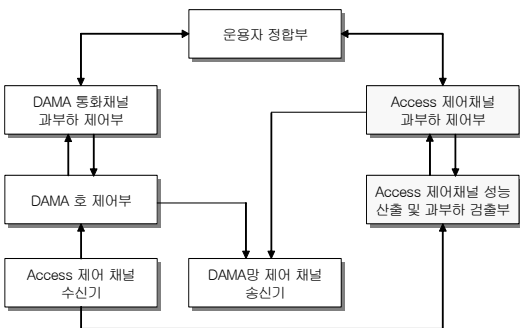


그림 7. 망운용국내 Access 제어채널의 과부하 검출 및 제어 기능 블록도

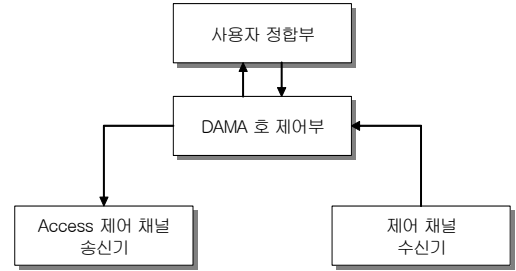


그림 8. 단말내 과부하 제어 관련 기능 블록도

하여 가입자 등급별로 자원할당을 제한할 수 있으며, 자원할당 여부의 결과를 DAMA호 제어부에 알려준다.

그림 7에서 본 논문을 통해 추가된 기능 블록은 Access 제어채널 과부하 제어부와 Access 제어채널 성능산출 및 과부하 검출부이다. Access 제어채널 성능 산출 및 과부하 검출부는 Access 제어채널 수신기가 매 슬롯별로 메시지를 성공적으로 수신하는 지 여부를 감지하여 Access 제어채널의 메시지 수신 성공률을 측정하고, 성공적으로 수신된 메시지에 포함된 재시도 횟수를 추출하여 이 두가지 정보로부터 Access 제어채널의 평균 부하(Normalized Load)를 산출한다. 또한, 산출된 부하가 임계치를 도달하는지 여부에 따라 Access 제어채널의 과부하 상태 변화를 검출하여 Access 제어채널 과부하 제어부에 알려주는 기능을 수행한다. 이와 함께 Access 제어채널 과부하 제어부는 과부하 상태변경 정보를 수신하면, 이 상태정보를 갱신하고 DAMA망 제어채널 송신기를 통해 지속적으로 내보내도록 한다.

그림 8은 DAMA망의 호를 지원하는 위성단말의 기능 블록도로서 Access 제어채널 송신기 및 수신기와 DAMA호 제어부 및 사용자 정합부로 구성되어 있다. 특히 DAMA호 제어부는 DAMA호의 발착신 호의 제어뿐만 아니라 제어채널의 과부하 상태와 해당 단말의 등급에 따라 발신호 요청 메시지 전송을 제약할 것인지 말 것인지를 처리하고, 이와 함께 제어채널의 과부하 상황 정보를 사용자 정합부로 보내 사용자가 인지할 수 있도록 해주는 역할을 담당한다.

그림 9는 망운용국에서 Access 제어채널 성능산출 및 과부하 상태 검출부가 Access 제어채널의 과부하 예비(Pre-overload), 과부하(Overload) 상태변경 검출을 위한 적용 임계치를 설명한 그림이다.

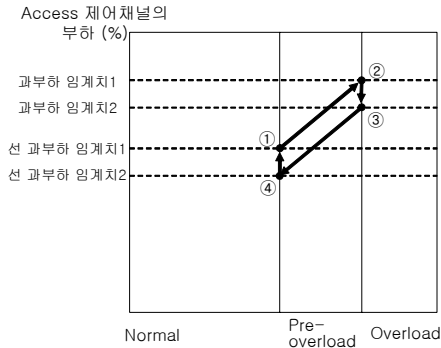


그림 9. Hysteresis 특성을 반영한 상태변경 검출 임계치

- 절차 1) 제어채널의 과부하 검출 기법을 사용하여 과부하 상태 검출 기준값을 결정한다 .
- 절차 2) 과부하 상태 검출 기준값을 기준으로, 부하량에 따라 과부하 완충 허용범위를 결정하고, 과부하상태 판단 임계값(임계치1)과 정상상태 판단 임계값(임계치2)을 계산한다.
- 절차 3) 임계치1과 임계치2 중간 범위의 부하량에 대해서는 상태변경이 이루어지지 않는다.
- 절차 4) 부하 검출 결과에 따라 부하량이 증가하여 과부하상태로 전환될 때에는 임계치1을 쓰고,
- 절차 5) 부하 검출 결과에 따라 부하량이 감소하여 정상상태로 전환될 때에는 임계치2를 사용한다.

지상망과 달리 위성통신을 이용한 DAMA망 지원은 한번의 메시지 RTT(Round Trip Time)이 약 560msec가량의 장시간이 걸리고 제어채널의 용량이 한정되어 있기 때문에 상태변경 정보를 제어채널의 Outbound로 단말에 빈번하게 전달하는 것은 전체 망을 불안정하게 만드는 요소가 된다. 따라서 본 논문에서는 그림 9와 같은 hysteresis 특성을 반영한 임계치를 적용하여 일종의 완충효과를 주고자 한다.

그림 10은 DAMA망운용국의 Access 제어채널 성능 검출 및 과부하 검출부의 작동 흐름도이다. 검출부는 Access 제어채널 수신기로부터 제어채널의 재전송 횟수를 일정시간 단위로 수집하여 이를 통해 메시지 전송 성공률을 도출한다. 반대로 메시지 전송 성공률에 대한 임계치를 구하여 해당 임계치에서의 재전송 횟수 기준값을 얻게 되며, 이를 일정 시간 단위로 수집한 재전송 횟수와 비교하여 현재의 과부하 상태를 변경 또는 유지한다.

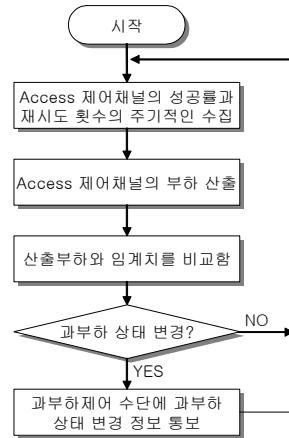


그림 10. 운용국의 Access 제어채널 성능산출 및 과부하 검출부 작동 흐름도

식(7)과 식(8)은 그림 6으로부터 얻을 수 있으며, P_s 값은 과부하 상태 검출을 위해 사용된다.

$$S = G \times e^{-G} \quad (7)$$

$$P_s = e^{-G} \quad (8)$$

(S: Slotted-ALOHA Efficiency,
G: Traffic Load,
 P_s : Success Probability)

제어채널에 사용되는 Slotted Aloha 방식은 과부하를 측정하기 어려우므로, 재시도 횟수를 통하여 제어채널의 과부하를 측정하였으며 식(9)는 과부하 상태를 식별하기 위한 기준이 된다.

$$NC_{DNC} > NC_{R=n} : \text{과부하상태 검출기준} \quad (9)$$

여기에서 NC_{DNC} 는 DAMA망 제어기가 일정시간 실제 측정된 평균 재시도횟수를 의미하고, $NC(n)$ 는 최대 재시도횟수가 n일 경우의 기준 재시도횟수를 의미하며 아래와 같은 절차에 의해 계산될 수 있다.

- 절차 1) 전송성공률 P_s 값에 대한 기준 메시지 전송 성공률 $S(n)$ 의 값을 계산하여 DB화 (P_s vs $S(n)$)한다.

$$S(n) = P_s \times \left\{ \sum_{i=0}^n (1 - P_s)^i \right\} \quad (10)$$

- 절차 2) 목표 메시지 전송성공률에 따라 과부하 상태변경 기준값을 설정한다.
- 절차 3) 과부하 상태변경 기준값에 해당되는 $S(n)$

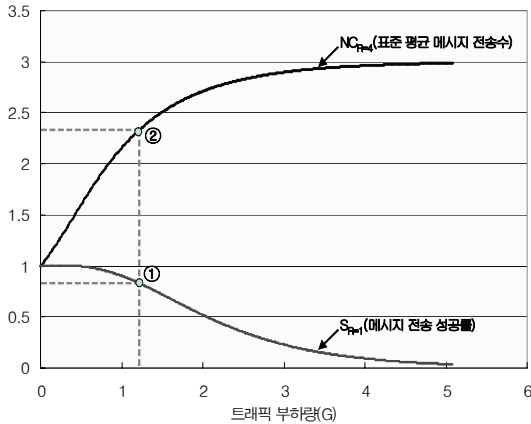


그림 11. 메시지 전송 성공률을 통한 표준 평균 메시지 전송 기준값 측정

값을 이용하여 절차 1)에서 구한 DB에서 역으로 P_s 값을 결정한다.

절차 4) 결정된 P_s 값을 이용하여 식(11)과 같이 $NC(n)$ 을 계산한다.

$$NC(n) = \frac{\sum_{i=0}^n \{(i+1) \times (1 - P_s)^i\}}{\sum_{i=0}^n (1 - P_s)^i} \quad (11)$$

그림 11은 식(9)와 식(10)의 값을 식(8)에 사용된 트래픽 부하량인 G값을 기준으로 최대 재전송 횟수가 4인 경우의 결과값이다. Access 제어채널에 대한 과부하 임계치를 80%로 정의한다면, 메시지 전송 성공률이 0.8인 위치(①)에서의 표준 평균 메시지 전송수(②)를 얻을 수 있다. 최대 재전송 횟수가 4인 경우에 해당 값은 2.383이 된다.

IV. 모의실험 및 성능결과 분석

본 논문에서 제안된 DAMA 방식 위성통신에서 Hysteresis 특성에 따른 Access 제어채널의 과부하 측정 및 제어 기법의 성능을 평가하기 위하여 OPNET 시뮬레이션 툴을 사용하였다. 제안된 기법의 성능분석은 다음과 같은 망운용 환경을 고려한다. 최대 재전송 횟수=4, 슈퍼프레임당 유효 슬롯 수=6, 중계기 제어채널 수=1, 최번시간 호시도수(BHCA)=30, 슈퍼프레임의 주기=0.8초이며 과부하 상태 및 가입자 우선순위는 3단계로 설정한다. 이외에 모의실험시 고려되어야 할 사항은 위성통신의 전송 지연 특성상 발신중인 단말에 착신호 메시지가 전달될 수도 있으며, 본 성능분석에서는 발신호 기

준으로 호연결을 설정하였다. 또한, 호해제시에 호 종료 메시지를 망운용국으로 전송하는데 실패할 수도 있으며 이러한 경우에 망운용국은 발신측과 착신측 가입자 모두 호통화중인 상태로 처리하여, 본 성능분석 시뮬레이터에서는 한 가입자가 호요청을 할 경우에 이전 통화호는 자동해제시키는 방법으로 해결하였다.

Access 제어채널을 통한 과부하 제어 성능을 분석하기 위하여 중계기의 가입자 수를 200, 400, 600, 800, 1000 가입자를 시뮬레이션에 적용하였다. 과부하제어를 위한 상태는 “정상상태(Normal)”, “과부하 예비상태(Preoverload)” 및 “과부하상태(Overload)” 등의 3단계로 나누었으며, 가입자 우선순위는 High, Medium, Low 등의 3단계로 구분하여 적용하였다. 제어채널을 통한 과부하 제어 성능 및 Hysteresis 특성 반영 결과를 얻기 위한 상태별 가입자 특성 부여는 정상상태에서 모든 가입자가 호접속이 가능하며, 과부하 예비상태에서는 Low 가입자의 일부가 호접속 제한을 받는다. 과부하상태로 변경되어 지면 Low 가입자의 일부 및 Medium 가입자의 일부가 호접속 제한을 받도록 설정하였다. 단, 200가입자의 상황에서는 과부하 예비상태에서의 과부하 제어가 큰 의미가 없으므로, 과부하상태에서만 Low 가입자의 극히 일부만을 호접속 제한을 하도록 설정하였다. 정상상태에서 과부하 예비상태로의 변경은 그림 12에서 메시지 전송 성공률이 0.95(95%)이하로 내려가는 위치에서 이루어지며, 과부하 예비상태에서 과부하상태로의 변경은 메시지 전송 성공률이 0.80(80%)이하로 내려가는 위치에서 이루어진다. 본 논문의 분석에서는 High가입자 5%, Medium가입자 15%, Low가입자 80% 등으로 설정하였다

Slotted-ALOHA 전송 채널 조건의 전체부하량(G)의 값을 과부하 제어 방식에 따라 비교해 보면 표 2와 같다. 결과를 보면 1000가입자에서 부하량(G)의 값은 3이상이 감소되어지는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과치 분석에 추가적으로 고려되어야 할 사항은 위성통신을 이용한 이동통신망에서는 위성링크 구간의 높은 에러발생율이다. 본 논문의 분석에서는 이러한 위성링크 구간의 에러발생율을 일반적인 위성망에서 기준으로 삼고 있는 10⁻⁵으로 설정하였으며, 이에 따라 분석 결과값이 수식결과값과 비교하여 다소 차이를 보일 수 있다.

표 2에서 얻은 부하량(G)는 식(4)를 통하여 표 3과 같은 Slotted-ALOHA 방식 하에서의 전송효율(Throughput)로 변환되어질 수 있다. Slotted-Aloha

표 2. 과부하 제어방식에 따른 제어채널 부하량 비교

가입자수	트래픽채널을 이용한 과부하제어	제한된 제어채널을 이용한 과부하제어
	부하량(G)	부하량(G)
200	0.73	0.55
400	2.35	1.05
600	3.62	1.57
800	4.66	1.95
1000	5.86	2.05

표 3. 과부하 제어방식에 따른 S-Aloha 전송효율

가입자수	트래픽채널을 이용한 과부하제어	제한된 제어채널을 이용한 과부하제어
	전송효율(%)	전송효율(%)
200	35.18	31.73
400	22.41	36.74
600	9.70	32.66
800	4.41	27.74
1000	1.67	26.39

의 최대 전송효율인 36.8%를 기준으로 트래픽채널을 이용한 과부하제어 방식에서는 200가입자에서 최대 전송효율을 보이고 있으나, 제어채널을 이용한 과부하제어 방식에서는 400가입자에서 최대 전송효율을 보이고 있다. 그러나, 트래픽채널을 이용하여 과부하제어를 할 경우에는 가입자수가 증가함에 따라 제어채널의 부하가 폭주하여 메시지 전송효율이 급격히 떨어지는 것을 볼 수 있다. 따라서 트래픽채널은 정상적인 상태이나 제어채널의 메시지 과부하로 인하여 트래픽채널을 사용하기 어려운 상황으로 들어가게 된다. 이러한 상황을 극복하기 위해서는 제어채널 수준에서부터 과부하를 제어해야 할 필요성이 있으며, 표 3에서 보여지는 바와 같이 가입자가 1000가입자가 되어지더라도 제어채널의 전송효율을 어느정도 적정선에서 유지할 수 있기 때문에 호접속을 시도하려는 상위 우선순위 가입자의 호연결을 어느정도 보장할 수 있게 된다.

표 4는 메시지 전송 성공률의 분석 결과이며, 이를 통해 1000가입자의 경우에 약 6.75배 정도의 메시지 전송 성공률 향상으로 이어지는 것을 알 수 있다. 이는 제어채널의 효율증가 때문이다.

표 4는 제어채널을 통한 과부하제어 방식과 트래픽채널을 통한 과부하제어 방식에 따른 가입자의 호성공율을 가입자 특성에 따라 비교한 결과이다.

표 4. 과부하 제어방식에 따른 메시지 전송 성공률 비교

가입자수	트래픽채널을 이용한 과부하제어	제한된 제어채널을 이용한 과부하제어
	전송성공율(%)	전송성공율(%)
200	93.57	92.30
400	36.36	51.13
600	12.60	28.89
800	5.41	21.62
1000	2.71	18.29

표 5. 과부하 제어방식과 가입자수, 가입자 호특성에 따른 호성공율 비교

가입자 호특성	가입자 수	제어채널 정상 운용시	트래픽채널을 이용한 과부하제어	제어채널을 이용한 과부하제어
		호성공율 (%)	호성공율 (%)	호성공율 (%)
High	600	96.12	13.22	69.66
	800	91.74	3.99	60.62
	1000	82.13	1.62	60.65
Medium	600	96.52	12.41	67.99
	800	90.48	4.64	59.07
	1000	81.25	2.32	60.25
Low	600	96.37	11.02	15.13
	800	90.65	4.95	9.46
	1000	50.61	1.92	4.99

가입자 200과 가입자 400인 경우는 망에 큰 과부하를 주지 않는 범위이므로 본 분석에서는 제외하였다. 제어채널 4개가 정상적으로 운용되는 상황과 비교해 볼 때, 트래픽 채널을 이용한 과부하제어는 High/Medium 가입자까지도 극히 낮은 호성공율을 보이고 있으나, 제어채널을 이용하여 과부하제어를 할 경우에는 상위가입자는 일정부분 호성공율을 보장할 수 있음을 알 수 있다.

표 5는 트래픽 채널을 이용한 과부하제어방식과 제어채널을 이용한 과부하 제어방식에서의 통화채널 사용율을 비교한 결과로서, 제어채널을 이용한 과부하 제어에 따른 통화채널 사용율의 증가의 효과를 얻을 수 있다.

그림 12는 1000가입자일 경우에 Hysteresis 특성을 적용한 경우와 Hysteresis특성 없이 단일 임계기준값을 적용한 경우를 비교 분석한 결과이다.

Hysteresis는 과부하상태와 과부하 예비상태 사이의 변동에 각각 10%의 완충구간을 두었다. Hysteresis 구간의 범위에 따라 상태변경 특성은 많은 차

표 6. 과부하 제어방식에 따른 메시지 전송 성공률 비교

가입자수	트래픽채널을 이용한 과부하제어	제한된 제어채널을 이용한 과부하제어
	통화채널 사용율(%)	통화채널 사용율(%)
200	21.85	21.86
400	27.70	29.51
600	18.92	31.70
800	11.21	33.20
1000	5.76	36.49

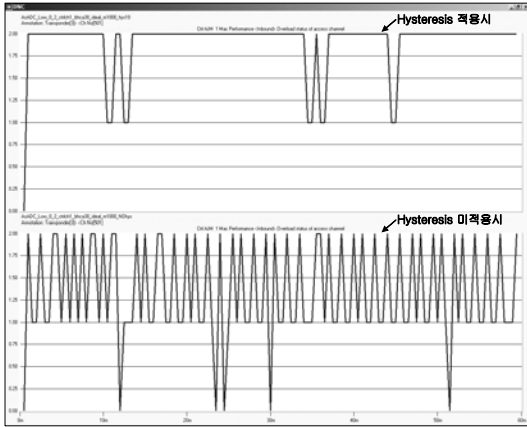


그림 12. Hysteresis 적용시 과부하상태 변경 비교

이를 보일 수 있으나, Hysteresis 특성을 미적용한 경우와 비교해볼 때, 급격한 망의 안정화가 이루어지는 것을 알 수 있다. 이는 Hysteresis 특성이 적용되어지지 않을 경우에는 상태변경 임계값을 기준으로 과도한 변경이 이루어질 가능성이 크기 때문이다. 위성통신의 경우에 통신자원이 지상통신망과 비교해 극히 부족하고 시간간격이 약 0.25초 가량 필요하기 때문에 이러한 잦은 상태 변경 메시지가 망운용국에서 단말로 보내지는 것은 망을 불안정하게 만드는 요인이 된다. 특히, 군통신과 같은 일부 서비스에서는 우선순위를 두어 고순위 가입자에게 좀더 안정적인 서비스를 제공하는 것이 중요한 설계 요소인 망에서는 잦은 상태 변경은 고순위 가입자가 낮은 순위의 가입자와 경쟁을 할 기회를 자주 제공하기 때문에 제어채널의 과부하 상태가 해제되기 전에는 상태변경이 되도록 일어나지 않도록 조절해야 한다.

V. 결론

본 논문은 위성통신을 이용한 DAMA 방식의 호

서비스를 제공할 경우에 과부하 상태에서 Access 제어채널을 통한 과부하 측정 및 제어 기법을 제안하였다. 특히, 군통신을 위한 위성 서비스 지원에는 적의 재머환경 또는 일부 제어채널 링크의 고장으로 남은 정상 제어채널로의 호 요구 과부하시에 트래픽 채널을 이용한 과부하 제어만으로는 문제 해결에 한계가 있음을 식별하고, 문제 해결을 위하여 Access 제어채널의 성공률과 재시도 횟수를 주기적으로 수집하여 Access 제어채널의 부하를 산출하고 산출된 부하와 임계치를 비교하여 과부하 상태 변경의 기준으로 삼았다. 또한, 단일 과부하 임계치만을 기준으로 호할당을 제한하면, 기준 임계치 값을 중심으로 잦은 상태변경을 초래할 수 있다. 이러한 잦은 상태변경은 변경된 상태정보를 망운용국에서 짧은 시간 간격으로 단말에게 지속적으로 전송하여 전반적인 망 안정도를 떨어뜨리는 원인이 된다. 이러한 상황에서 망 안정도를 높이기 위해 본 논문에서는 Hysteresis 특성을 적용하여 두 과부하상태 사이를 변경할 경우에 완충효과를 가질 수 있도록 하여 과도한 상태변경이 발생하지 않도록 하였다.

분석 결과 제한된 제어링크만 제공된 상황에서 가입자의 수가 급격히 증가할 수록 제어채널을 이용한 과부하제어의 경우가 Slotted-ALOHA 메시지 전송 효율이나 전송성공률 등에서 우수한 성능을 가지고 있음을 알 수 있었으며, 메시지 전송 성능의 향상 뿐만 아니라 호성공률 측면에서도 높은 성능 향상을 가짐을 보여주었다. 또한, Hysteresis 특성을 반영한 결과가 단일 임계치 적용시에 비하여 과부하 상태변경 빈도가 급격히 감소하여 전반적인 망의 안정도를 높여주었음을 알 수 있었다.

위성통신을 이용하여 DAMA 호서비스를 지원할 경우에는 통신자원의 재활용이 불가능하고 전송 지연시간이 지상 통신망에 비해 급격히 늘어나는 상황을 고려하여 망을 설계해야 한다. 본 논문에서 제안된 과부하 제어 기법을 통하여 제어채널의 일부 고장으로 정상 제어채널로의 호 요구가 급격히 증가될 경우에도 일정 수준의 호연결 서비스가 보장될 것으로 기대된다. 향후 위성통신을 이용한 Slotted-ALOHA 메시지 전송시에 MAC 성능을 향상시키기 위하여 다양한 성능 분석 및 개선방안 도출을 위한 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] Jaim Jungok Bae. Tatsuya suda, "Survey of

- Traffic Control Protocols in ATM Networks,” IEEE Globecom 90, 300.1, pp. 1-6, Dec.1990
- [2] D. Hong, and S. Rappaport, “Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures,” IEEE Trans. Technol, 35, pp.77-92, Aug 1986
- [3] H. Chen, S. Kumar, and C. Kuo, “Dynamic Call Admission Control Scheme for QoS Priority handoff in Multimedia Cellular Systems,” WCNC2002, 1, pp.114-118, Mar 2002
- [4] P. Pramanathan, K. Sivalingam, P. Agrawal, and S. Kishore, “Dynamic resource allocation schemes during handoff for mobile multimedia wireless networks,” IEEE JSAC, 17, pp.1270-1283, July 1999
- [5] “Iridium/Cellular Interoperation-Technical Investigation,” 1996년 6월 Iridium 자료
- [6] J.H.Lodge, “Mobile Satellite Communications Systems, toward global personal communications,” IEEE Comm.Mag, Vol 29, pp.24-30, Nov.1991
- [7] W. Jeon, and D. Jeong, “Admission Control of Multimedia Calls in CDMA Mobile Systems,” IEEE VTC, 2, pp. 886-890, 2001
- [8] S. Piao, J. Park, and Y. Park, “A Study on Call Admission Control Scheme Based on Multiple Criteria in CDMA system,” IEICE Trans. Communication, E87, pp. 2264-2272, Aug 2004
- [9] 황성현, 김병균, 최형진, “저궤도 위성망과 지상 이동통신망의 연동구조 및 호처리 절차,” 한국통신학회 학술발표회 논문집, 15권3호, pp.897-901, 1996

최 형 석 (Hyungseok Choi)

정회원



1999년 9월 고려대학교 전자공학과 졸업

2002년 2월 고려대학교 전자공학과(석사)

2002년 1월~현재 국방과학연구소 연구원

<관심분야> 위성통신, 무선 MAC

프로토콜