

차세대 모바일 네트워크를 위한 분산처리 방식의 효율적인 호 수락 제어 구조¹

*김효은^o **김원태 *박용진

*한양대학교 전자통신컴퓨터 공학과

{hekim^o, park}@hyee.hanyang.ac.kr

**한국전자통신연구원 임베디드SW연구단 무선인터넷플랫폼팀

wtkim@etri.re.kr

A Efficient Distributed Connection Admission Control Framework in Next Generation Mobile Networks.

Hyoeyun Kim^o, Wontae Kim, Yongjin Park
Hanyang Univ., Hanyang Univ., ETRI

요 약

차세대 이동 네트워크에서는 다양한 무선 접속 기술이 공존하게 된다. 이에 따라, 다양한 무선망을 지원하기 위한 분산방식의 호 수락 제어 구조인 SmartCAC를 제안한다. 우리는 네트워크간 정보 수집이 필요없는 분산방식을 위하여 모바일노드와 네트워크간의 상호동작을 이용한다. SmartCAC는 기본적으로 VHO call과 new call의 구분을 가능하도록 함으로써 VHO call에 handoff를 위해 예약된 채널을 사용할 수 있도록 한다. 또한, 이종망에서 네트워크 필터링을 할 수 있도록 모바일노드의 스피드를 이용한다. 이 때 효율적인 호 수락 제어 방식을 위하여 QoS 요구와 네트워크 사용에 대한 cost를 다룬다. 특히 우리는 이종망의 상태정보를 알 수 없는 모바일노드가 네트워크의 상태정보를 받아 비교할 수 있도록 확장된 프로토콜을 제시하고, 시뮬레이션 연구에서 복잡도와 프로토콜 효율성에 따른 SmartCAC 평가를 수행하여 복잡도는 낮추고 효율성은 높이는 결과를 얻는다.

1 서 론

이동통신은 고속 멀티미디어 통신을 지원하는 3세대 통신 서비스 시대를 넘어, 모든 통신 네트워크를 IP를 통해 연결하는 4세대 이동 네트워크로 향하고 있다[1]. 현존하고 있는 네트워크들은 각각 특별한 목적을 가지고 다르게 발전되어 왔다. 그래서 각 네트워크들은 각기 다른 미디어 접속 기술과 호 수락 제어를 위한 장치들을 갖는다. 차세대 통신 환경에서 모바일노드 사용자의 요구사항을 지원하고 이종망에서의 자원 절약을 위한 효율적인 네트워크 사용을 목표로 각 네트워크들은 조직적으로 상호 동작해야 한다.

New call과 VHO call의 식별은 모바일 네트워크들의 간단한 통합으로 제공할 수 없다. 비록 일부 CAC는 이종망을 위해 VHO(vertical handover)를 고려하여 제안되어 왔지만, 그것들이 VHO와 관련된 문제들을 효과적으로 해결하지는 못했다[2-4]. 결과적으로 일관성있는 지능적인 CAC 구조는 차세대 통신 환경에서 필수적인 이슈가 된다.

어떤 모바일노드가 다른 종류의 중복된 네트워크에 VHO call을 시도한다면 그들 중 일부는 고속의 모바일노드와는 접속을 할 수 없다. 그러므로 모바일노드의 속도 패턴은 중요한 이슈라 할 수 있는 것이다. 다중 망에서 네트워크 선택 알고리즘은 모바일노드 사용자의 다른 QoS 요구사항들을 고려해야만 한다. 대부분의 기존 연구자들

은 RSS (Received signal strength)와 대역폭, 네트워크 우선순위와 같은 간단한 요소들에 의해 최고 안정적인 네트워크를 선택하여 왔다[5]. 어떤 논문들은 많은 QoS 요소들을 고려하기 위해 너무 복잡한 알고리즘을 사용하기도 했다[6]. 본 논문에서는 그 이슈들을 다루기 위해 제안된 분산방식의 CAC구조인 SmartCAC를 제안된다.

본 논문은 서론에 이어 2장에서 VHO를 위한 기존의 CAC와 guard channel 기반의 CAC를 소개한다. 3장에서 CAC 동작 구조를 단말과 네트워크에서의 동작으로 분류하여 설명하고, 4장에서는 제안한 알고리즘의 복잡도와 효율성을 계산하여 기존의 CAC방식과 비교한 후 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

2 관련 연구

2.1 guard channel 기반의 CAC 알고리즘

Handoff call은 new call보다 우선순위를 갖기 때문에 handoff call을 위해 일부 채널을 예약한다. 그 예약되는 채널이 guard channel이다 [7]. 일정한 제한값에 따라 그 값보다 적은 채널이 사용 중이면 new call을 수락한다. 그러나 handoff call은 사용 가능한 채널이 있는 경우 언제나 수락한다. 따라서 제한값이 적절히 선택되면 매우 효과적인 방법이라 할 수 있다. 그 알고리즘은 신뢰성과 효율성 측면에서 입증되기 때문에 상업적인 시스템에서 많이

¹ 연구에 참여한 연구자의 일부는 '2단계 BK21 사업'의 지원비를 받았음

이용되고 있다. 그러므로 우리는 guard channel 기반의 SmartCAC를 제안한다.

2.2 이중망을 고려한 기존 CAC 알고리즘

본 절에서는 기존에 이중망 환경을 위해 제안되었던 CAC 알고리즘을 설명한다. 이중망 환경을 지원하는 방안으로는 이웃노드의 정보를 가져와 모바일노드의 요청을 처리하는 방법이 제안된 바 있다[2]. 그러나 이 방안은 모든 핸드오버가 VHO라는 가정을 하기 때문에 new call, HHO(horizontal handoff), VHO와 같은 모든 종류의 호를 포함하는 오버레이 네트워크에서는 적당하지 못하다.

다른 방안으로 이동성 기반의 CAC가 제안되었다[3]. 이 방식은 이동속도와 함께 방향성을 고려하였기 때문에 효율적인 핸드오프를 제공하나, 네트워크 상태에 따라 접속할 네트워크를 결정할 수 없다. 이에 반해 QoS 요구사항을 기반으로 서비스 클래스에 따른 적응적 자원 할당 방식을 제안한 경우도 있다[4]. 그러나 이 또한 서비스 클래스를 오직 3개의 유형으로만 구분하므로써 QoS를 제공하는데 한계가 있었다. 우선래과 셀룰러 네트워크를 지원할 수 있도록 제안한 방식의 경우, 우선 호의 종류를 음성과 데이터로 구분한 후 new call인지 handoff call인지를 구분하도록 하였다[5]. 또한 이 방식은 커버리지를 고려함으로써 보다 안정적인 네트워크를 선택할 수 있도록 하였다. 이 논문의 특징은 알고리즘이 간단하면서도 VHO call을 지원한다는 것이다. 그러나 결과가 비효율적이고 고려된 요소가 커버리지 뿐이기 때문에 적절하지 못하다. 마지막으로 AHP(analytic hierarchy process)와 GRA (grey relational analysis)를 이용해 네트워크 선택 알고리즘의 경우 AHP를 이용해 어플리케이션마다 가중치를 두어 처리하고 GRA를 이용해 네트워크를 선택하도록 함으로써 가장 적당한 네트워크를 선택하도록 하여 언제나 QoS를 최적으로 보장할 수 있도록 하였다[6]. 이 논문에서는 많은 QoS 요소들을 고려하였으나 그에 따른 알고리즘의 복잡도는 매우 높아진 단점이 있었다. 따라서 간단한 알고리즘으로 QoS를 보장할 수 있는 방안이 필요하다고 하겠다.

3 SmartCAC 설계

3.1 SmartCAC 개요

CAC 알고리즘은 중앙처리방식과 분산처리방식으로 나눌 수 있다. 전자의 경우는 중앙에 네트워크 관리를 위한 중앙시스템을 별개로 두는 방식이다. 이 경우, 셀에서 처리 되어 할 각 정보가 중앙시스템으로 모두 보내져야 하고, 중앙시스템은 각 셀을 관리하게 된다. 이와 달리, 후자의 경우는 셀마다 CAC를 수행하도록 하는 방식을 말한다. 이는 앞의 경우에 비해 CAC를 위한 셀간 정보교환이 필요 없다. 또한 셀 내에서 처리되므로 상대적으로 처리를 위한 수행거리가 짧다. 따라서 분산처리방식은 중앙처리방식에 비해 오버헤드가 상당히 줄어드는 장점을 갖는다. 이에 따라 본 논문에서는 모바일 노드(MN)와 네트워크 컨트롤러(NC)의 상호동작을 이용하여 분산처리방식이 가능하도록 설계하였다. 본 절에서는 MN과 NC간의 상호작용을 이용한 SmartCAC의 전체 흐름을 설명하도록 한다.

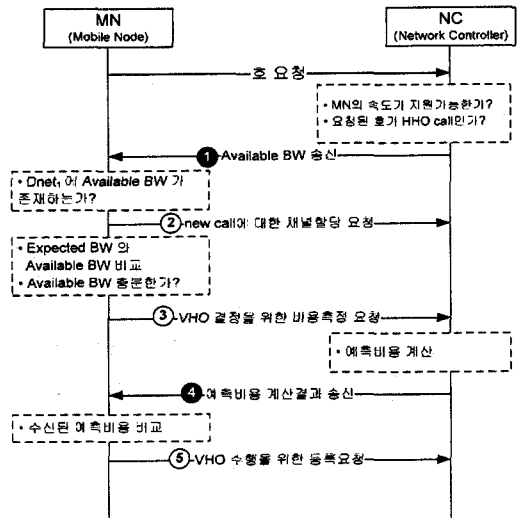


그림 1 모바일노드와 네트워크 컨트롤러의 상호동작을 이용한 SmartCAC의 흐름도

그림1에서 MN에 의해 NC가 호를 요청받으면 호를 수락할 것인지를 결정하기 위하여 제일 먼저 속도를 고려한다. ①MN의 속도로 지원이 가능하고 HHO가 아닌 경우는 NC가 new call인지 VHO call인지 알지 못하기 때문에 MN에게 available BW 값을 보내주어 MN이 판단하도록 한다. ②MN은 detected network list의 값으로 new call을 구분하고, new call일 경우 NC에게 알려준다. ③ VHO call이라 판단 될 경우 Expected BW와 Available BW를 비교하여 네트워크가 응용프로그램을 지원할 충분한 대역폭을 갖은 상태인지를 판단한다. 그 다음 MN은 충분한 대역폭을 가진 네트워크에게만 VHO를 결정하기 위한 비용 측정을 요청한다. ④ 요청을 받은 각 NC들은 예상되는 비용을 측정하여 MN에게 알려준다. ⑤ 마지막으로 MN은 이 값을 비교하여 기존의 접속을 유지하거나 VHO를 선택하고 그 다음 NC로 등록 요청을 한다.

표 1 SmartCAC 동작을 위한 메시지

#	NC에서 보내는 메시지
#	MN에서 보내는 메시지
①	NetReport
②	NewCall_Req
③	CM_Req
④	CM_Reply
⑤	VHO_RegReq

표1에서 보여주는 바와같이 SmartCAC동작을 위해 5가지의 메시지를 정의한다. NC에서 보내지는 ①, ④ 메시지는 3.2절에서 설명하였고, MN에서 보내지는 ②, ③, ⑤ 메시지는 3.3절에서 설명하였다.

3.2 Network Controller에서 SmartCAC 동작

본 절에서는 NC에서의 SmartCAC 동작을 상세 설명하도록 한다. 그림2는 NC가 동작하는 알고리즘을 표현한 것이다.

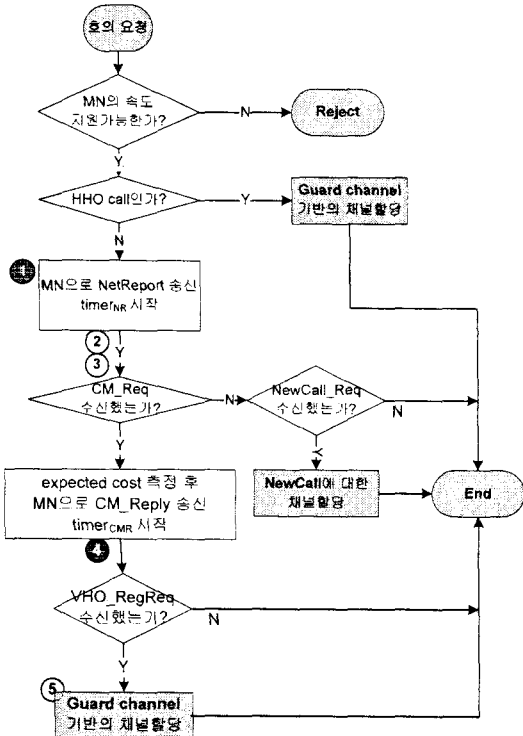


그림 2 NC에서의 SmartCAC 동작 알고리즘

먼저, 우리는 NC가 MN으로부터 호를 요청받았을 때 MN의 속도를 고려하도록 설계한다. 우선 네트워크 기술들은 이동성을 지원할 수 있는 제한 속도가 정해져 있다. 예를 들어 CDMA는 300km/h의 속도를 갖는 고속열차에서 접속이 가능하지만 120km/h의 속도를 지원하는 WiBro의 경우는 지원할 수 없다. 또 다른 무선네트워크 기술인 WLAN의 경우는 반경 30m정도의 매우 작은 범위에서만 가능하므로 이동성 지원이 매우 어렵다. 이러한 차이를 고려하여 우리는 지원 가능한 속도로 MN이 움직이고 있는지를 제일 먼저 판단하도록 하였다. 이에 따라 속도지원이 불가능한 네트워크에서는 VHO의 가능여부를 위한 절차를 수행하지 않아도 되는 효과를 갖는다.

NC가 속도 지원이 가능하다는 판단을 할 경우 요청된 호가 HHO call인지 확인하게 된다. 현재 상태에서 NC는 VHO call인 경우 new call로 받아들이기 때문에 먼저 HHO call이지만 구분할 수 있다. 따라서 HHO call이면 handoff call에 우선순위를 두어 예약되어있는 guard channel을 할당하게 된다. 만약 HHO call이 아니라면 요청된 호는 new call이거나 HHO call이라는 의미이므로 MN이 판단할 수 있도록 NetReport 메시지를 보낸다.

8		16		24		32	
Type (10)	Code (0)	checksum					
Addr #	Addr entry size	lifetime					
Router address							
Type(16)	Length	Sequence Number					
Max registration LifeTime					Next Length		
Available BW					reserved		

그림 3 NetReport 메시지 포맷

그림3은 네트워크의 new call과 VHO call을 구분하기 위한 메시지로써 Available BW값을 알려주는 NetReport의 포맷이다. 이 논문에서는 Information을 의미하는 I field를 1로 set하고, Available BW field에 네트워크에서 사용 가능한 대역폭 정보를 넣어 MN에게 알려주도록 하고 있다. 이 때 추가되는 길이를 알 수 있도록 next length 필드를 추가하였다.

NC는 NetReport 메시지를 MN으로 보내면서 동시에 timerNR을 시작하고 MN의 메시지를 기다린다. timerNR 동안 MN의 요청이 위치 않을 경우 NC의 SmartCAC수행을 마치도록 하기 위함이다. 이것은 네트워크가 불안정하거나 예기치 않은 상황이 발생하여 정상적인 통신이 불가능한 경우 계속해서 NC가 대기상태로 되어있지 않도록 하는 효과가 있다. 네트워크가 정상적인 경우 NC는 MN으로부터 NewCall_Req 혹은 CM_Req를 받는다. New call임을 알리고, 채널 할당을 요청하는 NewCall_Req를 받는 경우 NC는 new call에게 할당될 수 있는 채널을 사용하도록 동작한다. 이와 달리 cost 측정을 요청하는 CM_Req를 MN으로부터 받을 경우 NC는 CM_Req메시지의 ReqBW 정보를 기반으로 예측되는 비용을 측정한다.

8		16		24		32	
Type (10)	Code (0)	checksum					
Addr #	Addr entry size	lifetime					
Router address							
Type(16)	Length	Sequence Number					
Max registration LifeTime				C	Expected cost		

그림 4 CM_Reply 메시지 포맷

측정이 완료되면 NC는 MN에게 CM_Reply 메시지를 보내고 timerCM을 시작한다. 이 timerCM도 앞의 timerNR과 같은 이유에서 존재한다. 그림4에서 보여주는 바와같이 CM_Reply메시지는 VHO를 결정하기 위해 type10의 ICMP 메시지를 이용한다. C field를 1로 셋하고 수행결과 정보인 expected cost를 추가하는 방법으로 MN이 네트워크를 선택할 수 있도록 하였다. NC는 timerCM이 끝날 때까지 MN의 요청을 기다리고 MN이 네트워크를 결정하여 NC에게 VHO_RegReq를 보내면, NC는 VHO call로 받아들여 guard channel을 할당하도록 하였다. 만약 timerCM 내에 MN의 반응이 없다면 SmartCAC는 동작을 종료한다.

SmartCAC는 MN에게 정보를 받아 동작하므로 기존의 방식처럼 중앙에 관리시스템을 유지하고 정보를 모두 수집하여 저장할 필요가 없다. 각 네트워크가 자신의 셀 내의 상태정보만을 판단하면 되므로 인접 네트워크끼리의 정보교환으로 인한 오버헤드가 없고, 중앙 시스템까지 전송하지 않아도 되는 효과가 있다.

3.3 모바일노드에서 SmartCAC의 동작

본 절에서는 SmartCAC에서 모바일노드의 동작을 상세 설명 하도록 한다. 우리는 앞절에서 설명하지 않았던 ②, ③, ⑤ message를 본 절에서 설명한다.

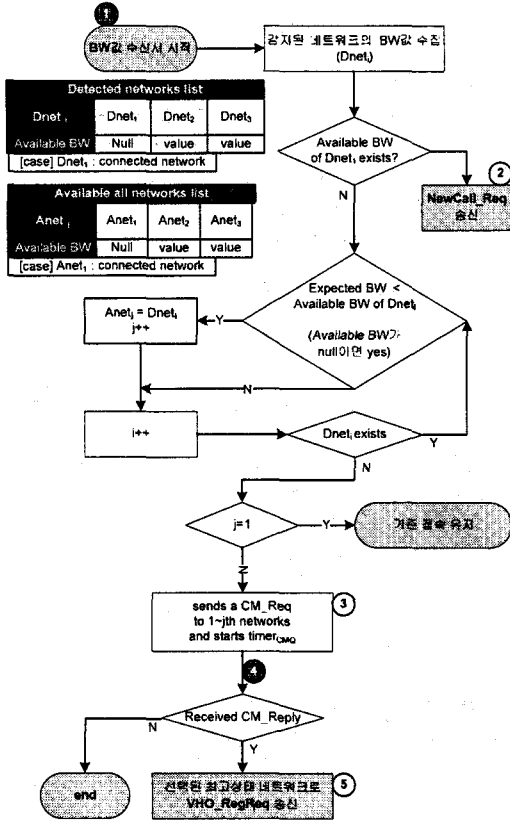


그림 5 모바일 노드에서의 SmartCAC 동작 알고리즘

그림5에서 보는 바와같이 MN은 대역폭 정보를 받으면서 SmartCAC수행을 시작한다. MN은 감지되는 네트워크들의 대역폭 정보를 모두 *Detected Network List*에 수집한다 (*i*: 감지된 네트워크의 수). 이 때 우리는 *Detected Network List*의 *Dnet_i*은 현재 접속되어있는 네트워크의 종류만을 보관하고 *Available BW*값은 null상태로 둔다고 전제하였다. 새로 감지된 네트워크는 *Dnet₂*에 저장한다. 만약 현재 접속되어있는 네트워크가 없다면 *Dnet₁*은 비어 있기 때문에 새로 감지된 네트워크는 *Dnet₁*에 저장할 수 있다. 따라서 *Dnet_i*의 *Available BW* 값이 존재한다면 요청했던 호는 new call이라는 의미이므로 NC에게 new call을 위한 채널할당을 요청한다. 그렇지 않은 경우는 이중망 환경이라는 의미이므로 MN은 다음 절차를 수행한다.

MN은 수집한 정보를 기반으로 *i*개의 네트워크들의 상태가 어플리케이션을 수행할 수 있는 상태인지를 판단한다. *i*값과 *j*값을 증가시키면서 *Detected networks list*의 요소들 중 *Expected BW*와 *Available BW*를 비교하여 지원이 가능한 네트워크만을 선정하여 *Available network list*에

저장한다. 이 때 현재 접속되어있는 네트워크는 언제나 지원이 가능한 상태라고 할 수 있으므로 비교절차를 수행할 필요가 없다. 따라서 *Available BW*값이 null이면 여기서 yes로 처리하도록 하였다. 즉, 네트워크들의 상태가 어플리케이션이 요구하는 충분한 자원을 가진 네트워크만을 수집하여 *Available network list*가 완성된다. *Dnet_i*이 존재하지 않을 때까지 대역폭을 비교하는데, 완성된 *Available network list*의 *j*값이 1이라면 현재 접속되고 있는 네트워크만이 충분한 리소스를 가졌다고 판단할 수 있으므로 VHO하지 않고 현재의 접속을 유지하도록 한다. 이는 이중망 환경에서 MN이 속도와 리소스만으로 지원가능 여부를 판단한 뒤 네트워크를 선정하도록 함으로써 이후의 불필요한 네트워크 선정절차를 수행하지 않도록 한다.

*j*값이 2 이상일 경우 MN은 여러 네트워크 중에 하나를 선택할 수 있는 기회를 갖게 된다. MN은 VHO의 수행여부를 결정하기 위하여 NC에서의 처리가 필요하고 이미 대역폭이 충분하지 않은 네트워크는 제외하였으므로 MN은 *available network list*에 있는 *j*개의 네트워크로만 *CM_Req* 메시지를 보낸다.

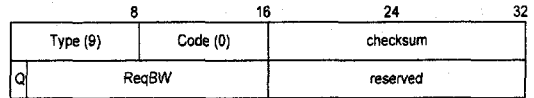


그림 6 CM_Req 메시지 포맷

그림6은 cost측정의 요청을 위한 메시지 포맷이다. 이 메시지는 VHO수행 전 접속할 네트워크를 결정하기 위해 NC로 예측되는 cost를 요청하는 메시지이다. 이것은 type9의 ICMP 메시지를 기반으로 Q field를 1로 셋하고, 어플리케이션이 요구하는 대역폭 값을 넣어 보낸다. 앞 절에서 설명한 바와같이 이 메시지를 받은 NC는 ReqBW를 기반으로 expected cost를 측정하여 응답한다.

*CM_Reply*를 받은 MN은 각 네트워크의 *Expected cost*를 비교하여 가장 적은 cost가 예상되는 네트워크를 선택한다. 마지막으로 MN은 결정한 네트워크로 VHO등록을 위한 요청 메시지를 보낸다.

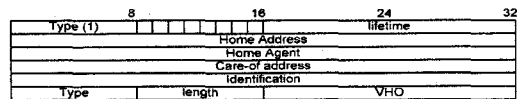


그림 7 VHO_RegReq 메시지 포맷

그림7에서 보는 바와 같이 이 메시지는 Mobile IP에서 정의된 registration request message의 extension field를 보완한 형태라서 VHO field가 1로 set된 메시지를 NC가 받으면 guard channel을 할당할 수 있도록 한다.

우리는 NC에서와 마찬가지로 응답이 오류가 났을 경우를 대비하여 timer를 두었는데 timer_{CMQ} 내로 응답이 없을 경우 SmartCAC의 수행을 끝내도록 하였다.

4 성능 비교 및 분석

4.1 분석 모델

본 장에서 우리는 이중망에서 SmartCAC를 이용한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 우리는 MN과 NC의 상호동작을

이용하여 모바일노드의 속도와 네트워크 상태에 따른 SmartCAC의 효율성을 나타낸다.

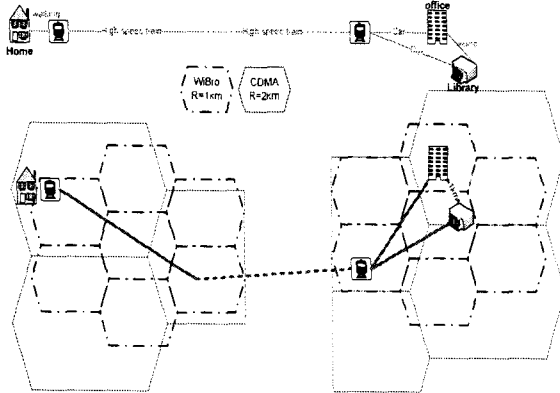


그림 8 분석을 위한 네트워크 모델

그림 8은 SmartCAC의 분석을 위한 네트워크 토폴로지를 보여준다. 우리는 일상에서 경험할 수 있는 일반적인 경우를 기반으로 시나리오를 설계하였고 기존의 CAC와 비교 하였다. 중간 부분의 점선은 CDMA만 지원되는 구간이고, 각 건물은 WLAN을 지원할 수 있다. 일부 망에서는 네트워크 상태가 불량하다고 가정하였다. 네트워크 모델의 환경요소는 표2과 같다.

표 2 네트워크 모델에서 이용된 요소들의 값

factor	values
considered velocity	5km/h (walking) 60km/h (car) 300km/h (high-speed train)
Type of network	WLAN (just in building) WiBro (some location) CDMA (all location)

4.2 분석 결과

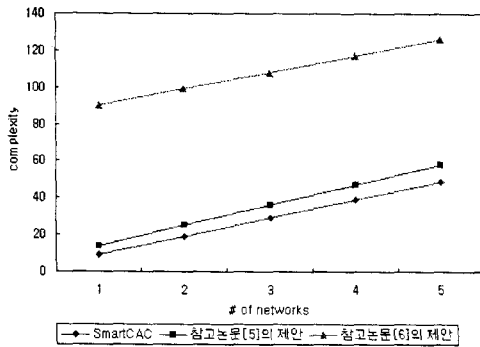


그림 9 기존 알고리즘과 복잡도 비교

본 절에서 우리는 분석에 의한 결과 수치를 보여준다. 그림 9는 참고문헌 중 [8]을 참조한 알고리즘의 복잡도를 보여준다. 결과적으로 SmartCAC의 복잡도는 가장 낮다. 다음 우리는 왜 SmartCAC 알고리즘이 가장 좋은 방식인지 설명할 것이다.

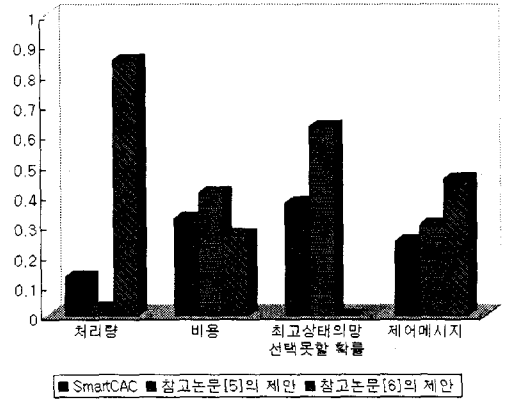


그림 10 네트워크 모델 수행 결과

그림10은 네트워크 모델에서 각 CAC알고리즘을 적용했을 경우 처리량, 비용, 최고상태의 네트워크를 선정 못할 확률, 그리고 제어메시지의 값이다. SmartCAC는 간단하게 설계되었고 가장 낮은 처리량을 갖고 중간정도의 비용과 최고 상태의 네트워크를 선정하는 확률을 갖는다. 또한 분산방식을 사용함으로써 네트워크간 정보교환이 필요 없으므로 제어메시지의 양도 적음을 알 수 있다. 비용은 식(1)을 이용하여 계산하였다.

$$\text{비용} = \text{복잡도} \times \text{처리해야 할 호의 수} \times \delta \quad (1)$$

δ 는 CAC에 따라 처리해야 할 호에 대한 비용을 의미한다. 우리는 WLAN의 δ 이 α 라고 할 때, WiBro의 δ 는 5α , 그리고 CDMA의 δ 는 20α 로 가정하여 분석하였다. 마지막으로 우리는 최고 상태를 가진 네트워크를 선택하는 확률을 비교하였다. 그 확률값에서 SmartCAC의 값이 [6]의 알고리즘 보다 작지만 차이가 크지 않음을 알 수 있다. 또한 SmartCAC는 최고 상태의 네트워크를 선택하지 않았을 뿐, 호의 요청을 충분히 수락하였다.

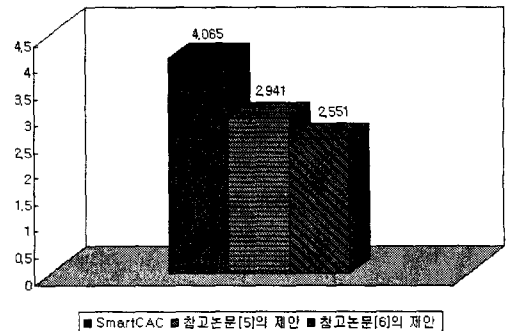


그림 11 알고리즘에 대한 전체 효율성 비교

그림 11은 식(2)에 의해 계산된 시뮬레이션의 종합적인 결과이다. 그림 11에서 값은 앞의 그림 10에서 보여준 처리량, 비용, 최고 네트워크를 선택 못할 확률, 제어메시지량 4가지를 모두 포함하고 있다. 결과적으로 SmartCAC의

효율성이 다른 CAC 방식에 비해 더 높음을 볼 수 있다.

$$\text{효율성} = \frac{(\text{처리량}) - (\text{비용}) + (\text{채어메시지량}) + (\text{최고성능기 다른 양 선택 확률})}{4} \quad (2)$$

SmartCAC는 간단한 알고리즘이지만 모바일노드와 네트워크간 상호동작을 사용하기 때문에 네트워크 선정에 있어 최상의 결과를 도출할 수 있다.

5 결론

3장에서 기술한 바와 같이 우리는 분산방식의 CAC인 SmartCAC 구조를 제안하였다. 이는 다양한 무선 접속 기술이 공존하는 차세대 이동 네트워크에서 필요한 기술이다. 우리는 모바일노드와 네트워크간의 상호동작을 이용함으로써 분산방식을 가능하도록 하였다. 이로써 네트워크간 정보교환을 할 필요가 없는 이득을 얻었다. 뿐만 아니라 중앙에 CAC를 위한 시스템을 갖출 필요가 없으므로 각 셀들의 정보를 수집할 필요도 없는 장점을 얻게 되었다. SmartCAC는 기본적으로 VHO call과 new call의 식별할 수 있게 함으로써 VHO call에 handoff를 위해 예약된 채널을 사용할 수 있도록 하였고, 모바일노드의 스피드를 이용하여 이종망에서 네트워크 필터링을 할 수 있도록 하였다. 이 때 QoS 요구와 네트워크 사용에 대한 cost를 다루어 효율적인 호 수락 제어 방식을 도출하였다. 특히 우리는 이종망의 상태정보를 알 수 없는 모바일노드가 네트워크의 상태정보를 받아 비교할 수 있도록 확장된 프로토콜을 제시하여 효율적인 핸드오버를 결정할 수 있도록 하였다. 복잡도와 프로토콜 효율성을 SmartCAC를 평가하기 위하여 정교한 시뮬레이션 연구를 수행하였다. 그 결과, 우리의 복잡도는 기존 알고리즘에 비해 31% 감소하였고, 효율성은 32% 증가하였다.

참고문헌

[1] Simone Frattasi, Hanane Fathi, Frank H.P Fitzek, and Ramiee Prasad., " Defining 4G Technology from the User's Perspective" , IEEE Network, Jan 2006.
 [2] Hyun-Ho Choi; Dong-Ho Cho., " Takeover: a new vertical handover concept for next-generation heterogeneous networks" , In IEEE Transactions on Vehicular Technology, June 2005.
 [3] Mohammad Mahfuzul, Manzur Murshed , " Novel velocity and call duration support for QoS provision in mobile wireless networks" , In IEEE wireless communication, Oct. 2004.
 [4] Lei Huang, Sunil Kumar and Jay Kuo, " Adaptive Resource Allocation for Multimedia QoS Management in Wireless Networks" In IEEE Transactions on Vehicular Technology, March 2004.
 [5] Wei Song, Hai Jiang, Weihua Zhuang, and Xuemin Shen, " Resource Management for QoS Support in Cellular/WLAN Interworking" , In IEEE Network, Sept/Oct 2005.
 [6] Qingyang Song and Abbas Jamalipour, " Network Selection in an Integrated Wireless LAN and UMTS Environment using Mathematical Modeling and Computing Techniques" , IEEE Wireless Communications, June 2005.

[7] Daehyoung Hong and Stephen S., " Traffic model and performance analysis for cellular mobile radio telephone systems with prioritized and nonprioritized handoff procedures" , In IEEE Transactions on Vehicular Technology, Aug 1986.

[8] Richard E. Neapltan, Kumarrs Naimipour, "Foundations of algorithms" , cytech media Inc, 3rd edition, 2004.