

# NSIS 프로토콜을 이용한 사전자원예약 방안

## (A Pre-Resource Reservation Mechanism using NSIS protocol)

김 선 영 †      변 해 선 †      이 미 정 ††  
 (Sunyoung Kim)    (Haesun Byun)    (Meejeong Lee)

**요 약** IETF(Internet Engineering Task Force) NSIS(Next Step in Signaling) 워킹그룹에서는 MN(Mobile Node)의 핸드오버로 인해 데이터 전달 경로가 변경된 경우, 이전 경로와 새로운 경로가 분기 또는 통합되는 지점에 있는 노드인 CRN(Crossover Node)을 발견하는 방안을 제안하였다. 이 방안에서는 CRN 발견을 통해 새로운 경로 상에 자원예약 시그널링 지연을 줄이고 이전 경로와 새로운 경로의 공통 경로 상에 중복 자원예약을 피함으로써 핸드오버 이후의 자원예약을 효율적으로 수행한다. 그러나 MN이 핸드오버하는 동안 지속적으로 QoS(Quality of Service)를 보장받기 위해서는 핸드오버 이전에 새로운 경로 상의 사전자원예약이 이루어져야 한다. 그런데 아직 핸드오버하지 않은 MN이 새로운 경로 상에 사전 자원예약을 수행하려는 경우에는 기존의 CRN 메커니즘을 적용하기 어렵다. 이에 본 논문에서는 현재 자원이 예약된 경로와 MN이 핸드오버 할 가능성이 있는 하나 이상의 지역의 새로운 경로 상에 CRN이 될 가능성이 있는 노드인 PCRN(Passive Crossover Node)을 발견하고, 이후 새로운 경로 상에 사전자원예약을 수행하는 방안을 제안한다.

**키워드** : 사전자원예약, 크로스오버노드, 서비스품질, 핸드오버, NSIS 프로토콜

**Abstract** In the Internet Engineering Task Force(IETF), Next Step in Signaling(NSIS) working group, proposed a mechanism to discover the Crossover Node(CRN), when the route is changed by Mobile Node(MN) handover. The CRN is divergence or convergence node on old and new path for reserving resources. Trough the CRN discovery mechanism, it possible to reduce a signaling delay and avoid the redundant reservation on the common path between old and new path. However, the QoS(Quality of Service) can be guaranteed continuously while the MN is performing handover, it is needed to pre-reserve the resource on the new path before completion of the handover. When the nodes on the new path try to make a pre-resource reservation before the handover, it is difficult to pre-reserve the resource with the existing CRN discovery mechanism. Therefore, we proposed a Passive CRN(PCRN) discovery scheme and pre-resource reservation mechanism. The PCRN which means an initial common point between the current reserved and the new paths, where the handover can take place.

**Key words** : Pre-resource reservation, Crossover Node(CRN), Quality of Service(QoS), Handover, Next Step in Signaling protocol(NSIS)

· 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IIITA-2008-(C1090-0801-0036))

논문접수 : 2008년 1월 22일

심사완료 : 2008년 9월 22일

† 학생회원 : 이화여자대학교 컴퓨터정보통신학과  
 suny\_kim@ewhain.net  
 ladybhs@ewhain.net

†† 정회원 : 이화여자대학교 컴퓨터정보통신학과 교수  
 lmj@ewha.ac.kr

Copyright©2008 한국정보과학회: 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 정보통신 제35권 제6호(2008.12)

## 1. 서론

RSVP(Reservation Protocol)[1]와 같은 기존의 QoS(Quality of Service) 시그널링 프로토콜은 상이한 네트워크 도메인으로 구성된 전달 네트워크상에서 사용되기 어렵고, 확장성, 보안, 이동성 등과 관련된 주요 요구사항들을 충족시키지 못한다는 문제점을 갖고 있다[2-4]. 이를 해결하기 위한 목적으로 IETF(Internet Engineering Task Force)의 NSIS(Next Step in Signaling) 워킹그룹에서는 차세대 네트워크를 위한 범용의 시그널링 프로토콜로 NSIS 프로토콜을 제안하였다[5]. NSIS 워킹그룹에서는 우선적으로 NSIS 프로토콜을 자원예약을 위한 QoS 시그널링 프로토콜로 사용하는 방안과[6], 모바일 환경에서 자원예약을 위해 NSIS 프로토콜을 사용하는 방안에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다[7].

이에 대한 연구 가운데 MN(Mobile Node)의 핸드오버 이후 NSIS를 이용하여 자원예약을 수행하는 경우 자원예약 시그널링 지연을 줄이고 이전 경로와 새로운 경로의 공통경로 상에 중복 자원예약을 피하기 위해 두 경로의 분기 또는 병합 지점의 노드인 CRN(Crossover Node)을 발견하는 방안이 제안되었다[8]. [8]에서는 새로운 경로를 따라 시그널링 메시지가 전달되는 도중에 CRN을 발견하며, CRN을 발견하기 위해 종단간의 세션에 고유하게 부여된 SID(Session ID), 송수신자의 주소 및 포트번호를 포함하는 FID(Flow ID), 피어(peer) 노드의 구별정보를 이용한다. 이 때 FID와 피어노드의 구별정보는 MN의 핸드오버로 인해 변경되며, 새로운 경로 상에 자원예약 요청 메시지를 전달하는 도중에 이 정보의 변경을 인식한 노드가 CRN이 된다. CRN이 발견되는 즉시, CRN에 해당하는 노드가 시그널링의 송신측으로 자원예약 응답메시지를 보냄으로써 자원예약 시그널링 지연을 줄이고, 새로운 경로와 이전 경로의 공통경로에서는 갱신 플래그가 설정된 자원예약 메시지를 보냄으로써 각 노드에서 유지하고 있는 자원예약 상태정보를 새로운 FID를 포함하는 상태정보로 업데이트함으로써 자원중복예약을 피하도록 한다.

[8]의 방안은 새로운 경로 상의 자원예약 시그널링 지연을 줄이기는 했지만, MN이 핸드오버 이후 자원예약을 수행하기 때문에 자원예약을 완료하기까지 MN의 QoS를 보장하지 못한다. 만약 MN이 실시간 어플리케이션 서비스를 사용하고 있다면, 지속적인 QoS 보장이 요구되므로 MN의 핸드오버 전에 이동할 가능성이 있는 지역의 새로운 경로에 대해 사전자원예약을 해두는 것이 필요하다. 이 때, 사전자원예약 시에도 현재 자원예약이 이루어진 경로(이하, 활성화 경로)와 사전자원예약이 이루어질 경로(이하, 사전예약 경로)에서 공통으로

사용되는 경로(이하, 공통경로)가 있다면, 사전예약 경로 상에 자원예약을 빠르게 수행하고, 공통경로에 중복적으로 자원이 예약되는 것을 피하기 위해 CRN을 발견하는 것이 중요하다. 그러나 핸드오버하지 않은 MN의 CoA(Care of Address)가 변경되지 않았고, 시그널링 메시지 또한 현재 자원이 예약된 경로를 따라 전달되어 피어노드의 구별정보가 변경되지 않았기 때문에, 변경된 FID와 피어노드 구별정보를 이용하는 [8]의 방안을 그대로 적용하여 CRN을 발견할 수 없다. 또한 아직 핸드오버하지 않은 MN의 데이터 트래픽이 공통경로를 통해 전달되어야 하기 때문에 [8]의 방안에서와 같이 공통경로 상의 현재 상태정보를 새로운 상태정보로 업데이트해서는 안 된다.

이에 본 논문에서는 MN이 핸드오버 할 가능성이 있는 하나 이상의 지역의 사전예약 경로와 현재 활성화 경로 상에 CRN이 될 가능성을 가진 노드인 PCRN(Passive CRN)을 MN의 핸드 오버 이전에 발견하고, PCRN으로 발견된 노드에서 사전예약 경로 상에 자원예약을 수행하는 방안을 제안한다. 제안방안에서는 PCRN이 되는 노드가 사전예약 경로에서 공통경로를 제외한 구간에는 사전자원예약을 수행하고, 공통경로에는 활성화 경로와 사전예약 경로에 대한 상태정보를 동시에 유지하도록 한다. 시뮬레이션 결과, 제안방안은 사전자원예약을 함으로써 기존 CRN발견 방안에 비해 더 높은 평균 처리율을 보였으며, 일반 사전자원예약 방안에 비해 공통경로 상에 중복적으로 예약하는 자원의 양을 줄임으로써 자원예약 성공률을 향상시킬 수 확인할 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어, 2장 제안하는 방안에서는 PCRN 발견 방안 및 사전자원예약 방안을 설명한다. 3장에서는 제안방안의 성능을 평가하며 4장에서 결론을 맺는다.

## 2. PCRN 발견 및 사전자원예약

2장에서는 제안방안을 설명하기에 앞서, 예를 통해 제안방안에 사용되는 경로의 종류와 메시지의 전체적인 흐름을 설명한다. 이후, 구체적으로 PCRN의 발견 과정 및 사전예약 경로에 대한 자원예약 방안과 공통경로 상에 기존 상태정보 및 새로운 상태정보를 동시에 유지하는 방안에 대해 설명하고, MN의 핸드오버 이후 상태정보 갱신 및 더 이상 사용되지 않는 자원의 해제 과정을 설명한다.

### 2.1 제안방안의 네트워크 구조

그림 1은 제안하는 방안을 적용한 네트워크 구조의 예를 보여준다. 그림 1의 네트워크에는 현재 MN이 위치한 지역의 PAR(Present Access Router)과 추후

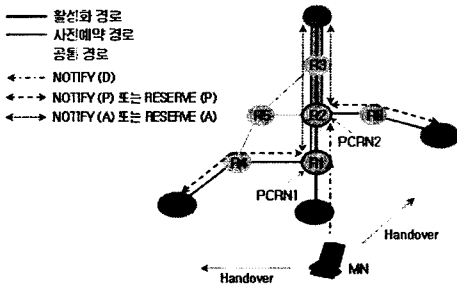


그림 1 제안방안의 네트워크 구조의 예

MN의 핸드오버가 예상되는 지역에 위치한 CAR(Candidate AR)이 있다. 제안방안에서는 MN의 핸드오버 예상지역을 선택하기 위해 UMP(User Mobility Profile)를 이용하여 하나 이상의 핸드오버 예상지역을 선택한다고 가정한다. UMP란 네트워크 사업자가 사용자의 이동 패턴을 분석하여 서버에서 유지하고 있는 정보로서, 더욱 정확한 분석을 위해 다양한 요소를 고려하여 MN의 실제 이동위치와 예측위치를 일치시키기 위한 방안이 연구된 바 있다[9,10].

그림 1에서 활성화 경로는 MN과 CN사이에 이미 자원이 예약되어 있는 경로이고, 사전예약 경로는 MN의 핸드오버가 예상되는 각 지역과 CN사이에 사전자원예약이 이루어질 경로이며, 공통경로는 활성화 경로와 사전예약 경로에 공통으로 포함되는 경로이다. PCRN은 활성화 경로와 사전예약 경로가 만나는 지점에서 발견되는 노드로써 MN이 한 곳 이상의 핸드오버 예상지역의 사전예약 경로 상에 사전자원예약을 수행하는 경우 하나 이상의 PCRN이 발견 될 수 있다. 이 때 PCRN이 되는 노드가 서로 다른 노드라면 각 PCRN과 CN사이의 공통경로가 부분적으로 중복될 수 있다. 즉 그림 1의 네트워크 구조에서 제안방안에 따라 PCRN을 발견하면, CAR1과 CN사이에서는 R1이 PCRN(PCRN1)이 되고, CAR2와 CN사이에서는 R2가 PCRN(PCRN2)이 된다. 따라서 PCRN1과 CN사이에 공통경로는 PCRN2와 CN사이의 공통경로를 포함하게 된다.

제안방안에서는 MN이 핸드오버 하기 전 PCRN이 될 가능성이 있는 후보(candidate) PCRN을 먼저 발견하기 위해 NOTIFY 메시지를 사용한다. 후보 PCRN으로 선택된 노드는 자신과 CAR 구간 상에 사전자원예약을 위한 시그널링 메시지를 주고받아, 사전자원예약이 성공적으로 완료되었을 때 PCRN으로 간주된다. 또한 PCRN과 CN간 공통경로 상의 노드들은 기존의 자원예약 상태정보와 새로운 상태정보를 동시에 유지하기 위해 시그널링 메시지를 주고받는다.

2.2 PCRN 발견 및 사전예약 경로에서의 사전자원예약

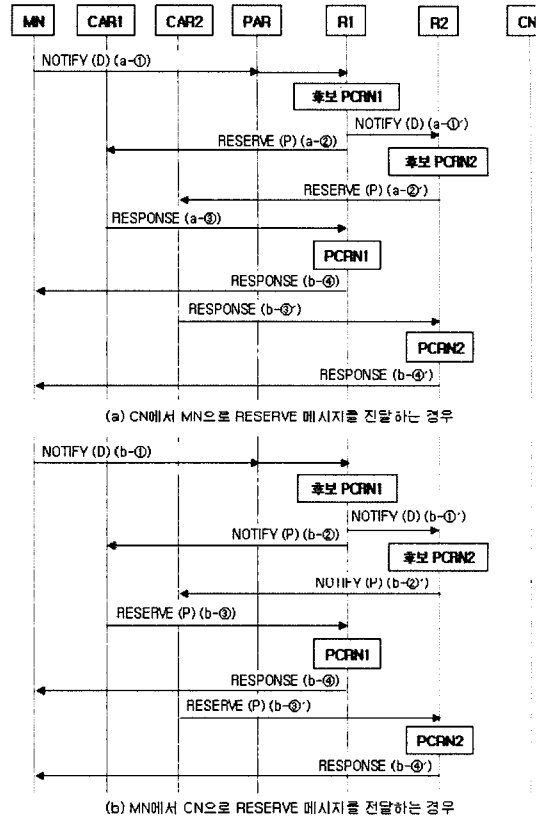


그림 2 PCRN 발견 및 사전자원예약의 메시지 흐름

이 섹션에서는 MN이 핸드오버 하기 전에 사전자원예약을 요청하는 시점부터 PCRN을 발견하는 과정을 설명하고, PCRN과 MN의 핸드오버 예상지역에 위치한 CAR구간에서의 사전자원 예약 방안을 설명한다.

그림 2는 MN의 핸드오버 전, 제안방안에 따라 PCRN을 발견하는 방안과 사전자원예약 방안의 절차를 RESERVE 메시지의 전달방향에 따라 메시지의 흐름을 구별하여 나타낸 그림이다. 일반적으로 NSIS 프로토콜은 자원예약 시그널링인 RESERVE 메시지를 송신측에서 보내는 송신측 초기화(sender-initiated)방법과 수신측에서 보내는 수신측 초기화(receiver-initiated)방법을 지원한다[6]. 그림 2의 (a)는 RESERVE 메시지의 전달 방향이 CN에서 MN으로 전송되는 경우를 나타낸 것이며, MN이 데이터 송신자일 때 MN의 요청으로 CN이 RESERVE 메시지를 보내는 수신측 초기화 방법이 적용되는 경우와 MN이 수신자일 때 CN이 RESERVE 메시지를 보내는 송신측 초기화 방법이 적용되는 경우가 이에 해당된다. 또한 그림 2의 (b)는 RESERVE 메시지의 전달 방향이 MN에서 CN으로 전송되는 경우를 나타낸 것이며, MN이 데이터 송신자일 때 CN에게

RESERVE 메시지를 보내는 송신측 초기화 방법이 적용되는 경우와 MN이 수신자일 때 CN의 요청으로 MN이 RESERVE 메시지를 보내는 수신측 초기화 방법이 적용되는 경우가 이에 해당된다.

제안방안의 PCRN 발견방안 및 사전자원예약 절차는 MN이 PAR로부터 받는 신호의 세기가 임의의 한계치보다 작아질 경우 사전자원예약을 요청하는 NOTIFY 메시지를 활성화 경로 상에 보냄으로써 시작된다. NOTIFY 메시지는 일반적으로 NSIS 노드 사이에서 비동기적으로 발생하는 오류나 혼잡 등의 상황을 알리기 위해 사용된다[6]. 제안방안에서는 사전자원예약과 관련된 작업을 수행하기 위해 NOTIFY 메시지를 사용하며, 이를 위해 3개의 플래그와 함께 Mobile Descriptor 객체를 새롭게 정의하였다. 그림 3은 제안방안에서 사용하는 NOTIFY 메시지 구조를 보여주며, 음영 표시 부분은 제안방안을 위해 새롭게 정의된 객체이다.

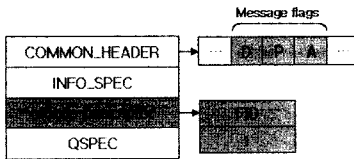


그림 3 NOTIFY 메시지의 구조

NOTIFY 메시지의 Mobile Descriptor 객체에는 FID를 포함하는데, 이 FID는 MN이 핸드오버 예상지역에서 사용할 CoA, CN의 주소, MN과 CN의 Port번호로 구성되며, MN의 핸드오버 예상지역이 둘 이상의 경우일 때 그에 대한 FID를 리스트로 포함한다. Mobile Descriptor 객체는 CAR과 PCRN간의 새로운 경로 상에서 사전자원예약을 위해 사용되고, 공통경로 상에 있는 NSIS 노드에서는 사전에 예약할 자원의 상태정보를 유지하기 위해 사용된다. 보통 FID에 포함되는 CoA는 MN의 핸드오버 이후 새로운 지역에 위치한 AR의 서브넷 주소를 이용하여 새로운 CoA를 생성한다[11]. 그러나 제안방안에서는 MN의 핸드오버 이전에 새로운 CoA를 포함하는 FID가 필요하기 때문에 MN이 CAR의 서브넷 주소를 이용하여 새로운 CoA를 생성하며, CAR의 주소는 UMP로부터 획득한다고 가정한다.

그림 4는 PCRN 발견과정을 코드화한 것이다. 활성화 경로 상의 노드들이 NOTIFY 메시지를 받았을 때 자신이 PCRN이 될 가능성을 가진 노드인 후보 PCRN인지를 확인하도록 하기 위해 COMMON\_HEADER의 D (후보 PCRN Discovery) 플래그를 설정하며, D 플래그가 설정된 NOTIFY 메시지는 MN에서 활성화 경로를 따라 CN으로 전달된다(그림 2의 a-①, a-①', b-①, b-①'). 그림 4의 2~3번째 줄과 같이, 활성화 경로 상에

```

1: int Receive_Msg ( msg ) {
2:   if ( msg.type == NOTIFY )
3:     case : msg.common_header.msg_flag == D
4:       do {
5:         if ( Check_Candidate_PCNRN ( msg.Mobile_Descriptor.FID[p].CoA ) )
6:           Create_msg ( RESERVE, P ) // RESERVE 메시지 보낼: CN <MN인 경우
7:           or Create_msg ( NOTIFY, P ) // RESERVE 메시지 보낼: MN <CN인 경우
8:         else
9:           Copy_FID ( msg.Mobile_Descriptor.FID[p] ) // 후보 PCRN을 발견하지 못한 FID를 복사
10:          msg.Mobile_Descriptor.FID[p++]
11:        } while ( ! msg.Mobile_Descriptor.FID[tail] )
12:        Create_msg ( NOTIFY, D )
13:      case : msg.common_header.msg_flag == P
14:        if ( msg.Mobile_Descriptor.FID.NetAddress == Current_Node_NetAddress )
15:          Create_msg ( RESERVE, P ) // RESERVE 메시지 보낼: MN <CN인 경우
16:        else
17:          Forward_msg ( msg )
18:        ;
19:    }
20: int Check_Candidate_PCNRN ( address ) { // 후보 PCRN이 될지 확인 }
21: int Copy_FID ( address [int] ) { // 발견된 Mobile Descriptor를 복사 }
22: int Create_msg ( msg, flag ) { // 메시지 생성 }
    
```

그림 4 PCRN 발견과정의 Pseudo Code

있는 NSIS 노드들은 D 플래그가 설정된 NOTIFY 메시지를 받았을 때 자신이 후보 PCRN이 되어야 하는지를 검사한다. 그림 4의 Check\_Candidate\_PCRN 함수에서는 후보 PCRN의 여부를 판단하며, 그 방법은 다음과 같다. 만약, 이 노드가 활성화 경로에 포함되는 인터페이스를 제외하고 목적지를 향해 보낼 수 있는 하나 이상의 인터페이스를 가지고 있다면, 이 노드는 후보 PCRN이 된다. 만약 둘 이상의 인터페이스가 있다면, 라우팅 테이블의 정보를 이용하여 목적지에 가장 가까운 경로로 전달되는 하나의 인터페이스를 선택하고, 이 인터페이스를 통해 사전예약 경로 상의 자원예약을 위한 시그널링 메시지를 전송한다. 그러나 하나의 인터페이스도 가지고 있지 않을 경우에는 그림 4의 12번째 줄과 같이, 후보 PCRN의 조건을 만족하는 노드가 발견될 때까지 활성화 경로 상의 다음 노드로 NOTIFY 메시지를 전달한다.

후보 PCRN으로 선택된 노드는 NOTIFY 메시지에 포함된 FID로부터 MN의 새로운 CoA를 얻어, 이를 각 사전예약 경로로 향하는 시그널링 메시지의 목적지 주소로 사용한다. MN의 핸드오버 예상지역이 두 곳 이상일 경우에는 각 사전예약 경로마다 서로 다른 후보 PCRN이 선택될 수 있다. 즉, 현재 후보 PCRN으로 선택된 노드가 NOTIFY 메시지의 FID리스트 중 첫 번째 예상지역에 대해서는 후보 PCRN이지만 두 번째 예상지역에 대해서는 후보 PCRN이 아닐 수 있다. 이에 후보 PCRN의 발견과정은, 그림 4의 4~12번째 줄의 코드와 같이 MN의 모든 핸드오버 예상지역의 개별적인 후보 PCRN을 찾는 과정을 반복하고, 각 노드에서는 처리된 후보 PCRN의 FID를 제외하고 나머지 FID 리스트를 포함하는 NOTIFY 메시지를 활성화 경로 상의 다음 노드로 전달한다(그림 2의 a-①', 그림 4의 Copy\_FID 함수). 한편 현재의 후보 PCRN에서는 자신과 해당

CAR 사이의 사전자원예약이 성공적으로 완료될 때까지 FID를 유지하고 있어야 한다.

후보 PCRN에서 사전예약 경로로 전달되는 시그널링 메시지는 그림 2에서 보는 바와 같이, RESERVE 메시지의 전달방향에 따라 NOTIFY 메시지 또는 RESERVE 메시지 중 하나를 전달하는데, 이는 NSIS 시그널링에서 사용하는 모든 자원예약 메시지는 그 세션을 위한 자원예약 시그널링이 원래 전달되던 방향으로 항상 전달되어야 하기 때문에 경우에 따라 적절한 메시지를 전달하기 위해서이다. 그림 2(a)에서와 같이 RESERVE 메시지의 전달방향이 CN에서 MN으로 향하는 경우, 후보 PCRN으로 선택된 노드는 P 플래그가 설정된 RESERVE 메시지를 해당 CAR로 전송한다(그림 2의 a-②, a-②', 그림 4의 6번째 줄 코드).

P 플래그는 이 메시지가 CAR까지만 전달되어야 함을 표시하기 위한 플래그이며, CAR에서 P 플래그가 설정된 메시지를 받았을 때 MN이 아직 자신의 서비스 지역에 들어와 있지 않는다는 것을 인식하여 MN 대신 CAR이 후보 PCRN에게 응답하도록 한다. 후보 PCRN은 NOTIFY 메시지의 Mobile Descriptor에 포함된 FID를 RESERVE 메시지에 포함하여 후보 PCRN부터 CAR 구간의 노드들이 자원예약을 위한 상태정보의 하나로 이 정보를 이용하도록 한다. 그림 5는 P 플래그가 설정된 RESERVE 메시지의 처리과정을 코드화한 것이다. 우선 상기 메시지를 받으면 자원을 예약하고, 자원예약하려는 목적지의 네트워크 주소와 현재 노드의 네트워크 주소를 비교하여 CAR의 여부를 판단한다. 현재 노드가 CAR이 아닐 경우에는 RESERVE 메시지를 계속 전달하며, CAR일 경우에 RESPONSE 메시지를 전달하도록 한다. 후보 PCRN부터 CAR구간의 노드에서 메시지의 사전자원예약은 QSPEC[12] 객체에 표시된 MN의 QoS 요구사항을 만족할 경우 성공적으로 이루어

```

1: int Receive_Msg ( msg ) {
2:   else if ( msg.type == RESERVE ) {
3:     case : msg.common_header.msg_flag == P // 메시지는 CAR까지 전송됨
4:       if ( Reserve_Resource ( msg.Mobile_Descriptor.FID, msg.QSPEC ) ) // 자원예약 성공 시
5:         if ( msg.Mobile_Descriptor.FID.NetAddress == Current_Node_NetAddress )
6:           Create_msg ( RESPONSE, success ) // 자원예약 성공 시
7:         else Forward_msg ( msg )
8:       else Create_msg ( RESPONSE, fail ) // 자원예약 실패 시
9:       ;
10: }
11: int Reserve_Resource ( address, qspec ) { // 해당 CoA에 자원을 할당 }

```

그림 5 사전자원예약의 Pseudo Code(사전예약 경로 상)

지고, CAR은 자원예약의 결과를 알리기 위해 RESPONSE 메시지를 보낸다(그림 2의 a-③, a-③').

그림 2(b)와 같이 RESERVE 메시지가 MN에서 CN으로 전달되는 경우에는, 그림 4의 7번째 줄의 코드와 같이 후보 PCRN으로 선택된 각각의 노드에서 CAR로 P 플래그가 설정된 NOTIFY 메시지를 보내어 CAR이 RESERVE 메시지를 보내야 한다는 것을 알린다.(그림 2의 b-②, b-②'). 이 메시지를 받은 CAR은 자신과 후보 PCRN 사이의 경로에 RESERVE 메시지를 보내어 사전자원예약을 수행하며(그림 2의 b-③, b-③'), 이는 그림 4의 13~17번째 줄 코드에 해당된다.

NOTIFY 메시지의 A 플래그는 PCRN이 발견된 이후에 사용되며, 이에 대한 설명은 2.3에서 하기로 한다.

새로운 경로 상에서 자원예약이 성공적으로 완료되었다면, 후보 PCRN은 그림 2(a)의 경우 RESPONSE 메시지를 전달받고, 그림 2(b)의 경우 RESERVE 메시지를 전달받게 되며, 이 때 후보 PCRN은 PCRN이 된다. 그러나 만약, 후보 PCRN이 RESPONSE 메시지나 RESERVE 메시지를 특정 제한시간 내에 전달받지 못하거나 또는 자원예약 실패를 알리는 RESPONSE 메시지를 전달받을 경우에는 CAR과 후보 PCRN 구간의 사전자원예약에 실패하였다고 판단하여 새로운 후보 PCRN을 찾게 된다.

사전자원예약을 위해 추가적으로 필요한 자원의 양을 최소화하기 위해서는 사전예약 경로 중 활성화 경로와 중복되는 공통경로의 길이가 긴 것이 효율적이다. 이에 제안방안에서는 활성화 경로 상의 노드 중 각각의 CAR에 대하여 MN에 가까운 노드를 후보 PCRN로 결정하고, 후보 PCRN이 결정되면 더 이상 NOTIFY 메시지를 전달하지 않는다. 만약 라우팅 알고리즘의 최소비용을 고려했을 경우, 그림 1을 예로 설명하면, CAR1과 CN사이에서 R4, R5, R3을 포함하며 R3이 후보 PCRN이 될 수 있다. 그러나 제안방안을 따를 경우, PCRN은 R1에서 발견되며 결과적으로 그 위치가 MN에 가깝고,

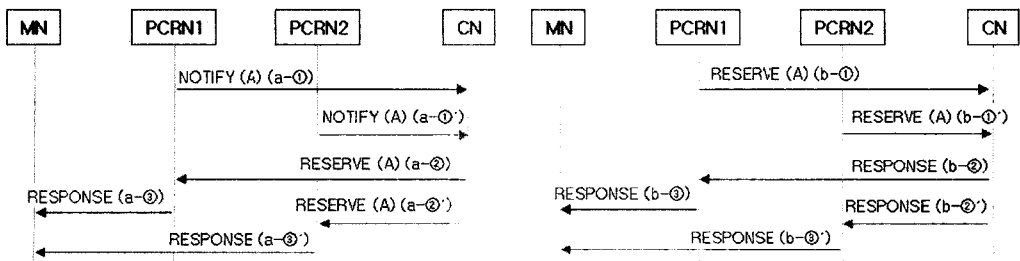
공통경로의 길이가 길어진다는 것을 확인할 수 있다. 제안방안에서는 공통경로 상에 새로운 데이터 플로우를 위한 추가적인 자원을 할당하지 않고, 기존에 예약된 자원을 사용할 수 있도록 사전자원예약 상태정보만 추가하기 때문에, 공통경로가 길어진다는 것은 새롭게 사전자원예약을 하기 위해 추가적으로 확보하는 자원의 양을 줄인다는 것을 의미한다. 이로써 다른 자원예약 요청에 대한 자원예약 성공률을 높이는데 도움을 준다.

2.3 PCRN 발견 후 공통경로에서의 사전자원예약

이 섹션에서는 PCRN 발견 후, 공통경로 상의 노드들이 기존의 자원예약 상태정보 및 새로운 자원예약 상태정보를 동시에 유지하기 위한 방안을 설명하고, MN의 핸드오버 이후 사전에 예약된 자원 중 사용하지 않을 자원에 대한 해제 및 상태정보를 정리하는 방안에 대해 설명한다.

그림 6은 PCRN을 발견한 후 공통경로 상의 자원예약 메시지 흐름을 보인 것이다. PCRN이 되는 노드는 공통경로 상에 사전자원예약의 상태정보를 추가하기 위해 RESERVE 메시지가 전달되는 방향에 따라 각각 다른 시그널링 메시지를 CN으로 전달한다. 앞에서 이미 설명한 바와 같이 NSIS 시그널링에서 사용하는 모든 자원예약 메시지는 그 세션을 위한 자원예약 시그널링이 원래 전달되던 방향으로 항상 전달되어야 하기 때문에 그림 6(a)의 경우에는 PCRN이 되는 노드가 A 플래그가 설정된 NOTIFY 메시지를 CN에게 보내어 CN이 RESERVE 메시지를 보내야 한다는 것을 알린다(그림 6의 a-①, a-①').

사전자원예약을 수행한 이후에도 MN이 핸드오버를 완료하기 전까지는 공통경로를 포함한 활성화 경로를 통해 데이터 트래픽을 전달하여야 하기 때문에, 공통경로 상의 자원예약 상태정보에 포함되는 기존 FID가 사전자원예약에서 사용하는 FID로 변경되지 않아야 한다. 일반적으로 NSLP 계층에서는 예약된 자원의 상태정보를 유지하기 위해 NSLP 상태 테이블을 사용하며, 세션



(a) CN에서 MN으로 RESERVE 메시지를 전달하는 경우 (b) MN에서 CN으로 RESERVE 메시지를 전달하는 경우  
그림 6 공통경로 상의 자원예약 메시지 흐름

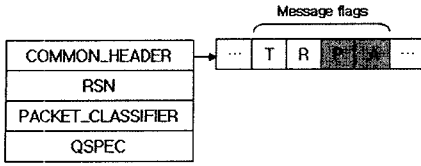


그림 7 RESERVE 메시지의 구조

별 하나씩의 SID와 FID, 피어노드 구별정보를 이용하여 자원예약 상태정보를 구별한다[6]. 그러나 제안방안의 경우에는 현재의 자원예약 상태정보와 사전자원예약의 상태정보를 동시에 유지하기 위해, 일반적으로 하나의 FID를 저장하던 NSLP 상태 테이블의 구조를 여러 개의 FID를 리스트 형태로 저장하도록 변경하여야 한다.

공통경로 상의 노드들이 기존의 자원예약 상태정보와 사전자원예약 상태정보를 동시에 유지하도록 하기위해 제안하는 방안에서는 그림 7에서 보는 것과 같이 RESERVE 메시지에 A 플래그를 추가하였다. A(Append State) 플래그는 공통경로 상의 노드들이 A 플래그가 설정된 RESERVE 메시지를 받았을 때 NSLP 상태 테이블에서 SID를 이용하여 현재 예약되어 있는 자원의 상태정보를 찾고, 상태정보의 FID 리스트에 PACKET\_CLASSIFIER 객체에 포함된 FID를 추가해야 한다는 것을 알리기 위한 플래그이다.

그림 8은 A 플래그가 설정된 NOTIFY 또는 RESERVE 메시지의 처리과정을 코드화한 것이다. 그림 8의 2~6번째 줄의 코드내용과 같이 CN은 NOTIFY 메시지를 받으면 사전자원예약에 대한 자원예약 상태정보를 추가하기 위해 A 플래그가 설정된 RESERVE 메시지를 보내며(그림 6의 a-②, a-②'), 이 메시지는 PCRN

까지 전달된다. 그림 8의 7~12번째 줄의 경우에는 PCRN이 되는 노드가 A 플래그가 설정된 RESERVE 메시지를 보내며(그림 6의 b-①, b-①'), RESERVE 메시지를 받은 CN은 이에 대한 응답으로 RESPONSE 메시지를 보낸다(그림 6의 b-②, b-②'). 이 때 CN으로부터 받은 RESERVE 메시지와 RESPONSE 메시지는 고유의 시그널링 세션에 적용되는 순차번호인 RSN(Reservation Sequence Number)을 자원예약 시 사용한 그대로 포함하여야 한다. 이 값은 각각의 PCRN에서 MN으로 사전자원 예약의 결과를 알리는 RESPONSE 메시지도 포함되며(그림 6의 a-③, a-③', b-③, b-③'), 추후 MN에서 핸드오버한 후 사전예약 경로로 보내는 RESERVE 메시지에서도 이를 명시하여 갱신되어야 할 자원예약 상태정보를 구별하는데 이용한다.

그림 9는 제안방안에 따라 사전자원예약을 수행한 결과, 각 노드에서 유지하는 자원예약 상태정보를 보여준다. CAR1과 CN사이의 사전예약 경로 상의 노드들은 FID2에 대한 상태정보를 저장하고(그림 9의 ①, ②, ③), CAR2와 CN사이의 사전예약 경로 상의 노드들은 FID3에 대한 상태정보를 저장한다(그림 9의 ①, ④). 두 가지 사전예약 경로에 포함되는 공통경로는 기존 활성화 경로의 상태정보인 FID 뿐만 아니라, FID2와 FID3을 모두 유지하게 된다(그림 9의 ①).

MN은 핸드오버한 후, 사전에 생성한 FID를 포함하는 RESERVE 메시지나 QUERY 메시지를 보내어 새로운 곳으로 이동했음을 알린다. 이 때 자원예약 상태정보를 갱신하기 위해 사전 자원예약 시 사용한 RSN과 SID를 포함한 refresh-RESERVE 메시지를 사전예약 경로로 전송하고, 이 메시지를 받은 노드들은 메시지에

```

1: int Receive_Msg ( msg ) {
2   if ( msg.type == NOTIFY )
3     case : msg.common_header.msg_flag == A
4       if ( msg.Dest_Address == Current_Node.Address )
5         Create_msg ( RESERVE, A )
6       else Forward_msg ( msg )
7     else if ( msg.type == RESERVE )
8       case : msg.common_header.msg_flag == A
9         if ( Append_State ( msg.Mobile_Descriptor.FID, msg.QSPEC ) )
10        if ( msg.Dest_Address == Current_Node.Address )
11          Create_msg ( RESPONSE )
12        else Forward_msg ( msg )
13        :
14  }
15: int Append_State ( address, qspec ) { // 기존의 자원예약 상태정보에 해당 CoA의 상태정보를 추가 }
    
```

그림 8 사전자원예약의 Pseudo Code (공통경로 상)

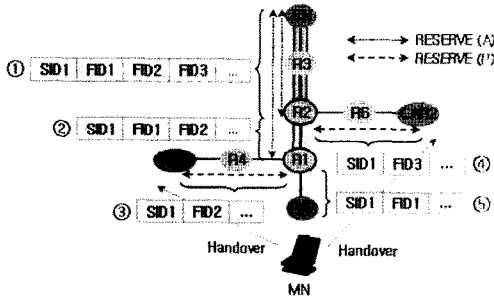


그림 9 각 노드의 자원예약 상태정보

포함된 FID를 제외한 나머지 FID를 NSLP 상태 테이블에서 삭제한다. 여러 핸드오버 예상 지역의 사전예약 경로에 포함된 PCRN 중 실제 MN이 사용할 경로의 PCRN이 CRN으로 동작하여, 더 이상 사용하지 않는 활성화 경로의 일부 구간에 자원해제를 위해 T(Teardown) 플래그가 설정된 RESERVE 메시지를 보낸다. 또한 CRN이 되지 못한 PCRN들은 자신이 포함된 경로의 CAR로 자원해제를 위해 T 플래그가 설정된 RESERVE 메시지를 보낸다. MN에서 핸드오버 후 전송하는 RESERVE 메시지는 더 이상 유지되지 않아야 하는 상태정보를 처리하기 위해 보내는 메시지이며, MN은 RESERVE 메시지의 전송과 무관하게 이동 직후 사전에 예약된 자원을 이용해 데이터 트래픽을 전송할 수 있다.

### 3. 시뮬레이션 결과 및 성능 평가

이 장에서는 시뮬레이션을 통해 제안하는 방안과 기존의 방안을 비교하여 성능을 평가하였다. 시뮬레이션에서는 OPNET Modeler 12.0을 사용하여 QoS NSLP의 동작과정을 수행하는 프로세스 모델을 구현하고, PCRN의 발견과정 및 이를 통한 사전자원예약 방안을 수행토록 프로세스 모델의 기능을 추가하였다. 또한 MN이 현재의 AR로부터 신호를 받는 중에 제안하는 방안의 사전자원예약 과정을 시작할 수 있도록 Wireless Lan 프로세스에 이와 관련된 기능을 추가하였다.

본 논문에서는 제안하는 방안(이 후, PCRN 사전자원예약 방안이라 부르기로 함) 및 MN의 핸드오버 이후 CRN을 발견하는 기존의 방안(이 후, CRN 자원예약 방안이라 부르기로 함), NSIS 프로토콜을 이용하여 일반적인 사전자원예약을 수행하는 방안(이 후, 일반 사전자원예약 방안이라 부르기로 함)을 비교하였으며, 세 방안의 성능을 평가하기 위해 각 프로토콜의 평균 자원예약 시그널링 지연과 MN의 핸드오버 직후 처리율을 측정하고, 자원예약 요구율에 대한 자원예약 실패율을 측정하였다.

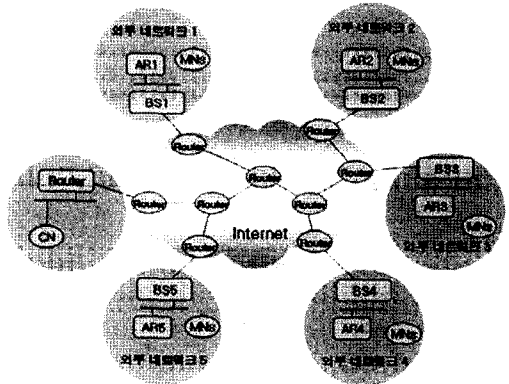


그림 10 시뮬레이션 네트워크 모델

그림 10은 시뮬레이션에 사용된 네트워크 모델을 나타낸 것이다. 각각의 외부 네트워크는 IP 백본 네트워크에 연결되어 있으며, 하나의 BS(Base Station)와 하나의 AR(Access Router)로 구성되어 있다고 가정한다. 무선 접속망은 802.11b를 사용하고, 각 AR의 전송 파워는 0.001Watt로 설정하여 AR로부터 받는 전송 파워가 최저 -95dBm이 될 경우 새로운 AR로 핸드오버하도록 설정하였다. MN의 수는 최소 4개에서 최대 31개로 가정하였으며, 각각의 MN은 원격지의 CN과 인터넷을 통해 1480 bytes/sec의 비디오 컨퍼런스 통신을 하는 중에 임의의 외부 네트워크로 핸드오버를 수행한다고 가정한다. MN의 핸드오버 이전에 사전자원예약을 수행하는 PCRN 사전자원예약 방안과 일반 사전자원예약 방안에서는 MN이 현재의 AR로 부터 받는 신호의 세기가 -90.5dBm이 될 경우 사전자원예약 프로세스를 시작하도록 하였다. CRN 자원예약 방안에서는 MN이 핸드오버를 한 이후에 자원예약을 수행한다.

#### 3.1 자원예약 시그널링의 평균 지연

그림 11은 MN과 CN 간 자원예약을 수행할 때, 인터넷 지연에 대한 중단 간 자원예약의 평균 시그널링 지연을 나타낸 것이다. PCRN을 찾지 않는 일반 사전자원예약 방안에서는, MN은 핸드오버 예상지역의 AR로 자원예약을 요청하는 시그널링을 보내고, AR은 새롭게 자원을 예약하기 위해 CN으로 RESERVE 메시지를 보낸다. CN은 자원예약이 완료되면 MN의 현재 위치로 자원예약의 성공여부를 알리는 RESPONSE 메시지를 보내게 된다. 그러나 제안방안의 경우에는 AR과 PCRN 사이의 노드에 새롭게 사전자원예약을 수행한 후, PCRN에서 현재 MN의 위치로 RESPONSE 메시지를 보내게 된다. CRN 자원예약 방안 또한 CRN 지점에서 RESPONSE 메시지를 보낸다. 결과적으로 일반 사전자원예약 방안에서는 사전자원예약 시그널링이 AR과 CN 사



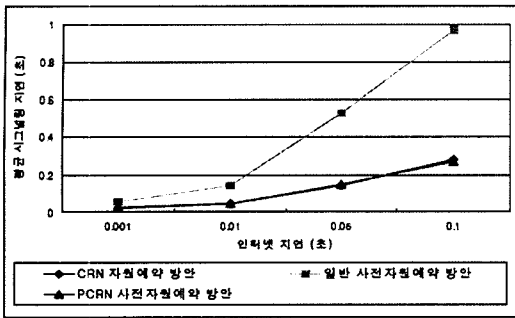


그림 11 자원예약 시그널링의 평균 지연

이의 모든 구간을 왕복하기 때문에, 다른 두 방법에 비해 항상 긴 시그널링 지연을 보이며, 인터넷 지연이 길어짐에 따라 시그널링 지연이 급격하게 증가하는 결과를 보인다. 그림 11에 보는 바와 같이, 인터넷 구간의 지연이 0.1 초인 경우에는 일반 사전자원예약 방안의 시그널링 지연이 PCRN 또는 CRN을 발견하는 방법에 비해 무려 3배 정도의 차이를 보이는 것을 확인할 수 있다.

3.2 핸드오버직후평균처리율

그림 12는 MN의 핸드오버 직후 0.5초간 인터넷 지연에 대한 평균 처리율을 나타낸 것이다. 그림 12에서 보는 바와 같이, 세 방안 모두 인터넷 지연이 증가함에 따라 전송되는 데이터 패킷의 평균 처리율이 감소하는 추세를 보이고 있다. 일반 사전자원예약 방안과 PCRN 사전자원예약 방안의 경우, CRN 자원예약 방법에 비해 높은 평균 처리율을 보이고, 인터넷 지연의 증가에 따른 평균처리율의 감소량이 적다는 것을 확인할 수 있다. 이 두 가지 사전자원예약 방안은 MN의 핸드오버 이전에 사전자원예약을 수행함으로써 MN의 핸드오버 직후에 바로 데이터 통신이 가능하다. 그러나 CRN 자원예약 방안의 경우, MN의 핸드오버 이후에 자원예약을 시작

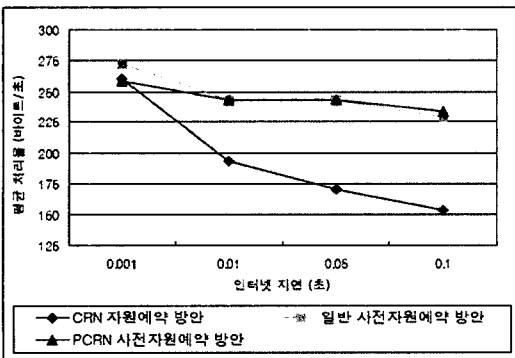


그림 12 핸드오버 직후 0.5초간 평균 처리율

하는데, 이 때 인터넷 지연이 증가함에 따라 자원예약 시그널링의 지연이 길어지고, 그 결과 자원예약 완료시간이 늦어지기 때문에 MN의 핸드오버 직후의 평균 처리율이 급격하게 낮아지는 결과를 보인다.

3.3 자원예약 실패율

앞에서 설명한 것과 같이 제안방안은 CN과 PCRN이 발견된 지점 사이의 구간, 즉 사전예약 경로 중 공통경로를 제외한 구간에만 새롭게 자원예약을 수행하기 때문에 공통경로의 중복 자원예약을 피하게 된다. 그러나 일반 사전자원예약 방안의 경우에는 MN의 핸드오버 예상 지역과 CN 사이의 경로 상에 있는 모든 노드에 새롭게 자원예약을 수행하기 때문에 공통경로의 자원이 중복적으로 예약된다. 이번 실험에서는 자원예약율을 변화시켜보면서 중복예약으로 인한 자원예약 실패율을 알아보았다. 네트워크 전체의 관점에서 자원예약율은 일정한 대역폭의 자원예약을 요구하는 MN의 수를 조절하거나 일정한 개수의 MN에서 요구하는 대역폭의 양을 조절하여 측정할 수 있는데, 본 실험에서는 MN의 수를 조절하여 측정하였다. 만약 사전자원예약에 실패한다면 10초 후 다시 사전자원예약을 시도하도록 하였다.

그림 13은 자원예약율에 대한 자원예약 실패율을 보인 것이다. 자원예약율은 네트워크 전체의 자원 중 MN들이 예약한 자원의 비율을 나타낸 것이다. 자원예약 실패율은 MN이 자원 예약을 요청하는 횟수 중 거부되는 횟수의 비율을 의미한다. 그림 13에 나타난 것과 같이 자원예약율이 50% 이하인 경우에는 두 방안 모두 자원예약에 실패하지 않는다. 그러나 자원예약율이 55% 이상으로 증가하면서 PCRN 사전자원예약 방안은 자원예약 실패율이 급격하게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 일반 사전자원예약 방안의 경우, 앞에서 설명한 것과 같이 사전자원예약을 위해 공통경로에 자원을 중복적으로 예약하기 때문에 자원예약을 시도하는 MN들

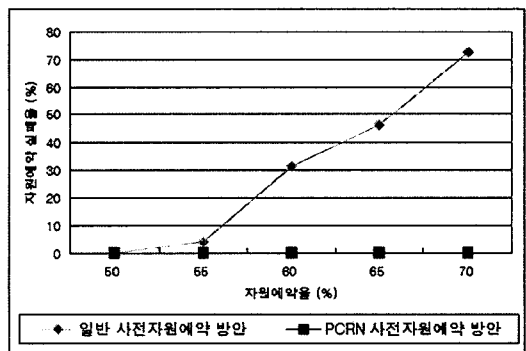


그림 13 자원예약율에 대한 자원예약 실패율

표 1 사전자원예약의 성공/실패 횟수

자원예약율	일반 사전자원예약		PCRN 사전자원예약	
	성공	실패	성공	실패
50%	22	0	22	0
55%	24	0	24	0
60%	25	1	26	0
65%	25	3	28	0
70%	31	20	31	0

이 예약할 수 있는 자원의 양이 줄어들어 이와 같은 결과를 보인 것이다. 특히 MN이 두 곳 이상의 핸드오버 예상지역의 사전예약 경로가 공통경로 상에서 부분적으로 중복되는 경우 제안방안은 부분적으로 중복되는 공통경로 상에 상태정보를 추가적으로 유지하고 자원요중복 예약하지 않는 반면, 일반 사전자원예약 방안은 핸드오버 예상지역 수만큼 자원을 중복 예약하기 때문에 두 방안에서의 자원예약 실패율의 차이는 더욱 커질 수 있다. 또한 일반 사전자원예약 방안의 경우 MN의 핸드오버 이후에 사용하지 않는 이전 경로의 해제가 바로 이루어지지 않고 soft-state에 의해서 해제된다는 점도 이에 영향을 미친다. 이와 같이 여러 차례 자원예약에 실패한다면 사전자원예약 요청을 위해 주기적으로 발생하는 시그널링이 늘어나기 때문에 시그널링 오버헤드도 증가하게 될 것이다.

그림 13에서 MN의 사전자원예약을 포함하고 전체 자원예약의 실패율을 보여줬다면, 표 1은 사전자원예약에 한해서 성공한 횟수와 실패한 횟수를 나타낸 것이다. 제안방안의 경우에는 자원예약 요구율이 50%에서 70% 사이인 모든 경우에 사전자원예약에 성공하였다. 그러나 일반 사전자원예약의 경우에는 자원예약 요구율이 60% 이상이 되면서 사전자원예약에 실패 하는 경우가 발생하여, 70%인 경우에는 31회의 사전자원예약 요청 중 20회의 요청이 사전자원예약에 실패하였다. 이처럼 사전자원예약을 실패한다면, 그림 12의 결과와 같이 사전자원예약을 통해 평균처리율이 향상되는 결과를 기대할 수 없게 된다.

**3.4 자원예약 요구율에 대한 평균 자원예약 실패율**

3.3에서는 공통경로 상에 중복적으로 예약되는 자원의 양이 자원예약 성공여부에 미치는 영향을 알아본 반면, 3.4에서는 사전자원예약을 위해 새로운 경로 상에 자원을 미리 확보하는 두 방안이 사전자원예약을 하지 않는 방안에 비해 자원예약의 실패율에 미치는 영향을 알아보았다. 제안방안의 경우 PCRN을 발견함으로써 공통경로의 중복자원예약은 피할 수 있지만, 공통경로 중 공통경로를 제외한 구간에서 사용하지 않는 자원을 사전에 확보하는 것은 불가피하게 된다.

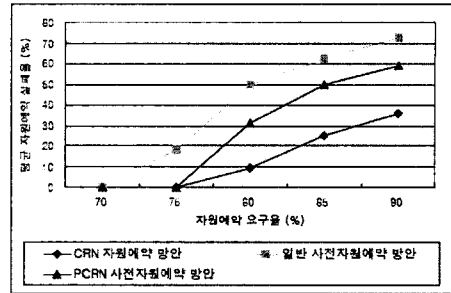


그림 14 자원예약 요구율에 대한 평균 자원예약 실패율

그림 14는 새로운 경로 상에 자원예약 요구율에 대한 자원예약 실패율을 나타낸 것이다. 자원예약 요구율은 전체 자원 중 MN들이 예약하여 사용 중인 자원 및 사전예약되는 자원이 차지하는 만큼의 비율을 의미한다 (CRN 자원예약 방안의 경우, 핸드오버한 후 MN들에 의해서 요구한 자원예약 요구율). 평균 자원예약 실패율은 MN들이 자원예약을 요청하는 횟수 중 거부되는 횟수의 비율을 나타낸 값이다. 만약, 임의의 한 MN이 자원예약 또는 사전자원예약에 실패한 경우 10초 후에 또 다시 자원예약을 요청한다고 가정하였다. 시뮬레이션에서는 링크 대역폭 중 최대 75%를 자원예약 위해 할당하고, 나머지 25%는 시그널링 메시지를 전달하기 위해 사용한다고 가정하였다. 그림 14를 보면, 자원예약 요구율이 자원예약 가능범위인 75%를 넘지 않는 경우에는 세 방안 모두 자원예약에 실패하지 않았다. 그러나 자원예약 요구율이 75%를 초과하면서 자원예약이 가능한 자원은 한정되고, 자원예약 요구량은 많아지기 때문에 세 방안 모두 일부의 자원예약에 실패하게 된다. 특히 일반 사전자원예약 방안과 제안방안은 CRN 자원예약 방안에 비해 평균적으로 높은 실패율을 보인다. 이는 두 가지 방안의 경우, 사전자원예약을 위해 미리 자원을 확보해놓기 때문에 상대적으로 다른 자원예약의 요청이 거부되는 결과를 초래한 것이다. 그러나 이 경우 주목할 만한 점은 제안방안을 적용했을 때의 자원예약 실패율이 일반 사전자원예약 방안에 비해 항상 낮다는 것이다. 제안방안의 경우에는 PCRN을 발견하여 이 지점에서부터 MN의 핸드오버 직후에 사용하지 않는 경로에 할당된 자원을 신속하게 해제함으로써 다른 자원예약 요청 노드에게 비교적 많은 기회를 제공하는 반면, 일반 사전자원예약 방안은 그림 13에서 설명한 바와 같이 공통경로를 포함한 이전경로 상에 자원해제가 바로 이루어지지 않기 때문에 이와 같은 결과를 가져온다.

**4. 결론**

본 논문에서는 모바일 환경에서 MN이 이동 중에도

지속적인 QoS를 제공받을 수 있도록 MN의 핸드오버 이전에 사전자원예약을 수행하는 방안을 제안하였다. 제안방안에서는 CRN이 될 가능성을 가진 노드인 PCRN을 발견함으로써 사전예약 경로 중 공통경로를 제외한 구간에만 새롭게 자원예약을 수행하고, 공통경로에서는 기존의 자원예약 상태정보와 사전자원예약의 상태정보를 동시에 유지하여 자원의 중복예약을 피하도록 하였으며, MN의 핸드오버 이후 사용하지 않는 자원을 신속하게 해지하였다. 시뮬레이션을 통하여 제안방안이 기존의 CRN 발견 방안에 비해 높은 자원예약 실패율을 보이기는 하지만, 일단 사전자원예약에 성공한 이후에는 CRN 발견방안보다 향상된 데이터 처리율을 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 사전자원예약을 위해 추가적으로 확보하는 자원의 양을 줄이고 MN의 핸드오버 직후 PCRN에서 사용하지 않는 자원을 신속하게 해지함으로써 일반 사전자원예약 방안에 비해 높은 자원 예약 성공률을 보인다는 것을 확인할 수 있었다.

### 참 조 문 헌

- [1] B. Barden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, and S. Jamin, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-version 1 functional specification," RFC 2205, IETF, 1997.
- [2] A. Bader, G. Karagiannis, L. Westberg, C. Kappler, T. Phelan, H. Tschofenig, G. Heijenk, "QoS Signaling Across Heterogeneous Wired/Wireless Networks: Resource Management in Diffserv Using the NSIS Procotol Suite," QShine 2005, August 2005.
- [3] G. Karagiannis, A. Bader, G. Pongracz, A. Takacs, R. Szabo, L. Westberg, "RMD-a lightweight application of NSIS," NETWKS 2004, June 2004.
- [4] Daniel O. Awduche, Emmanuel Agu, "Mobile Extensions to RSVP," Proc. 6th Int'l. Conf. Com. Commun. and Nets. September 1997.
- [5] R. Hancock, Siemens/RMR, G. Karagiannis, "Next Step in Signaling (NSIS): Framework," RFC 4080, June 2005.
- [6] J. Manner, G. Karagiannis, A. McDonald, "NSLP for Quality-of-Service Signaling," draft-ietf-nsis-qos-nslp-15, July 2007.
- [7] T. Sanda, X. Fu, "Applicability Statement of NSIS Protocols in Mobile Environments," draft-ietf-nsis-applicability-mobility-signaling-06, March 2007.
- [8] Sung-Hyuck Lee, Seong-Ho Jeong, Byoung-Joon Lee, and Jongho Bang, "A Next Generation QoS Signaling Protocol for IP-based Mobile NW," IST MWCS 2005.
- [9] Erdal Cayirci, F. Akyildiz, "User Mobility Pattern Scheme for Location Update and Paging in Wireless Systems," IEEE Transactions on Mobile Computing vol.1 no.3, July-September 2002.
- [10] Ian F. Akyildiz, Wenye Wang, "The Predictive User Mobility Profile Framework for Wireless Multimedia Networks," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 12, No. 6, December 2004.
- [11] D. Johnson, C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," RFC 3775, June 2004.
- [12] G. Ash, A. Bader, C. Kappler, D. Oran, "QoS NSLP QSPEC Template," draft-ietf-nsis-qspec-13, December 2006.



김 선 영

2006년 한국성서대학교 인터넷정보학과 졸업(학사). 2008년 이화여자대학교 일반대학원 컴퓨터정보통신학과 졸업(공학석사). 관심분야는 시그널링 프로토콜, QoS 트래픽 엔지니어링, 무선 네트워크



변 해 선

2001년 광주대학교 컴퓨터학과 졸업(학사)/ 2003년 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과 졸업(공학석사). 2003년~현재 이화여자대학교 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는 시그널링 프로토콜, QoS 트래픽 엔지니어링, 가상사설망, 무선 네트워크, P2P 스트리밍 서비스

이 미 정

정보과학회논문지 : 정보통신  
제 35 권 제 1 호 참조