

# 차세대 이동네트워크에서 CC와 SIP 연동 프로토콜의 설계 및 검증

## Design and Verification of Interworking Protocol for CC and SIP in Next Generation Mobile Network

지 승 한\*      박 석 천\*\*  
Seung-Han Ji      Seok-Cheon Park

### 요 약

차세대 이동네트워크에서는 기존 통신망에서 제공하는 기능을 그대로 제공하면서 여러 향상된 기능을 제공하는 형태로 개발되고 있으며, 기존 망 구조를 적절히 수용하면서 현재 제공하고 있는 음성 서비스를 수용할 수 있는 경제적이고 효율적인 통신망의 구축이 필요하다. 따라서 음성과 데이터의 통합 및 서비스의 확장성과 포괄성으로 인하여 미래의 각광받는 서비스로 예상되는 IP망에서의 음성 서비스와 차세대 이동네트워크와의 연동 프로토콜 개발은 필수적이라 생각된다. 본 논문에서는 차세대 이동네트워크 환경에서 기존 망 구조를 적절히 수용하면서 음성 서비스를 제공하기 위하여 차세대 이동네트워크의 CC(Call Control)와 IP 망의 SIP(Session Initiation Protocol)를 이용한 연동 프로토콜을 설계 및 검증하고 테스트하여 설계한 연동 프로토콜이 정확하게 동작함을 확인하였다.

### Abstract

The interworking for voice service between next generation mobile network and traditional network can be deployed better flexible and expansible network conditions with providing efficiency and economy of network at the same time. So it is essential to develop the interworking strategies together with a evolved network and traditional network.

This paper describes a design and verification of internetworking protocol for CC of next generation mobile network and SIP of IP network for applying interworking technology to next generation mobile network, which can harmoniously expropriate voice service from traditional network.

## 1. 서 론

음성과 다양한 데이터 서비스를 결합하는 기술의 발전으로 여러 가입자에게 다양한 서비스를 제공하는 통신 환경이 등장하고 있으며, 서비스의 이용도 많은 발전을 거듭하고 있다. 다양한 계층의 통신 수요 증가에 따라 고용량의 무선통신 시스템의 필요성이 대두되었고 이에 따라 기존 방식에 비하여 높은 통신 용량을 가지는 2세대 이동

전화 시스템인 CDMA(Code Division Multiple Access) 시스템이 세계 최초로 국내에서 개발되어 서비스를 하게 되었다. 그러나 이동 멀티미디어 서비스와 같은 고속 무선통신 서비스 수요자의 욕구를 충족시키기에는 어려움이 있으며 보다 효율적인 서비스를 제공하기 위하여 차세대 이동통신망이 등장하게 되었다. 차세대 이동통신망은 다양한 이동 환경에서 저속의 음성에서 2Mbps까지의 전송 속도를 가지는 데이터, 영상 등의 멀티미디어 서비스와 이동 가입자에게 국제 로밍 서비스를 제공할 수 있으며 이에 대한 표준화가 한창 진행 중에 있다[1,2].

차세대 이동통신망은 기존 망 구조를 적절히 수

\* (주)윌택 기술연구소장  
seunghanji@hanmail.net

\*\* 경원대학교 컴퓨터공학과 정교수  
scpark@kyungwon.ac.kr

용하고 인터넷 사용자의 폭발적인 증가와 함께 등장한 IP 망에서의 음성 서비스를 원활하고 효율적으로 제공하여야 한다. 따라서 차세대 이동통신망의 CC와 앞으로 많은 서비스가 등장할 것으로 예상되는 SIP를 이용한 연동 프로토콜에 대한 연구는 차세대 이동통신망 상에서 원활한 음성 서비스를 제공하기 위해 반드시 수행되어야 할 것으로 판단된다. 기존 망에서 사용하는 음성 서비스의 시장성을 고려하여 회선 교환 서비스와 패킷 교환 서비스의 두 도메인 영역으로 구분하였으며 회선 접속을 통한 음성 서비스 수용으로 원활한 전송로를 제공하여 신뢰적인 품질의 보장 및 망의 효율성과 경제성을 동시에 제공함으로써 보다 유연하고 확장성 있는 네트워크를 구성할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 차세대 이동통신망 환경에서 기존 망 구조를 적절히 수용하면서 음성 서비스를 제공하기 위하여 차세대 이동통신망의 CC와 IP 망의 SIP 기술을 활용한 연동 프로토콜을 설계 및 검증하고 테스트하였다.

사이마다 정의된 인터페이스의 규격에서 동작하도록 개발되어 망 요소간의 통신을 담당하는 기능 분할이 이루어져야 한다. 차세대 이동네트워크 요소 사이의 논리적인 인터페이스는 그림 1과 같이 정의되어 있다[3,4].

차세대 이동네트워크의 인터페이스 중에서 Iu 인터페이스는 핵심망과 RNC 사이의 상호 접속점으로 정의하고 있으며 Iu-CS와 Iu-PS로 구분된다[5].

- Iu-CS : 핵심망의 회선 교환 서비스에 대한 Iu의 물리적인 인터페이스
- Iu-PS : 핵심망의 패킷 교환 서비스에 대한 Iu의 물리적인 인터페이스

본 논문에서 설계할 연동 프로토콜은 CC와 관련된 Iu-CS을 다룬다.

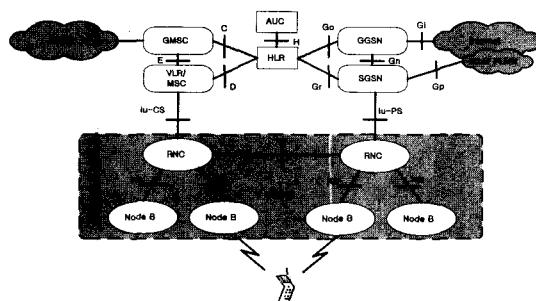
그림 2는 CC와 관련하여 이동단말에서 MSC (Mobile Switching Center)까지 전체 프로토콜 스택을 나타낸 것으로서 음성 데이터는 기본적으로 ATM

## 2. 차세대 이동네트워크의 CC와 IP 망의 SIP

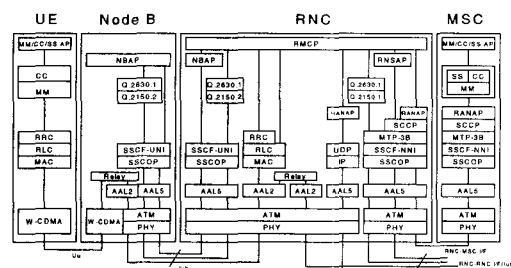
데이터 전송에 필요한 차세대 이동네트워크의 CC와 IP 망의 SIP의 신호 프로토콜 스택에 대해서 알아본다. 본 논문에서 차세대 이동네트워크는 3GPP의 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Service)/IMT-2000으로 한다.

### 2.1 차세대 이동네트워크의 CC(Call Control)

호 처리란 이동단말이 원하는 통신을 수행하기 위해 시스템의 여러 자원을 할당하여 적절한 통화로를 연결하기 위한 일련의 동작들을 일컫는다. RNC(Radio Network Controller)는 음성, 회선 및 고속, 중속, 저속 패킷 데이터에 대한 발신/착신 호 처리를 한다. 호 처리 및 호와 관련된 연결 제어 기능을 원활히 수행하기 위해서는 각 망 요소



(그림 1) 차세대 이동네트워크의 인터페이스



(그림 2) 음성 서비스를 위한 차세대 이동네트워크의 프로토콜 스택

망에서 적합한 AAL2 기반에서 제공되며 Q.2630.1은 MSC와 AAL2 연결을 설정하며 Q.2150.1은 MTP3b 신호 전송변환기로 기본 ATM 상의 No.7을 이용하게 된다[6,7].

## 2.2 IP망의 SIP

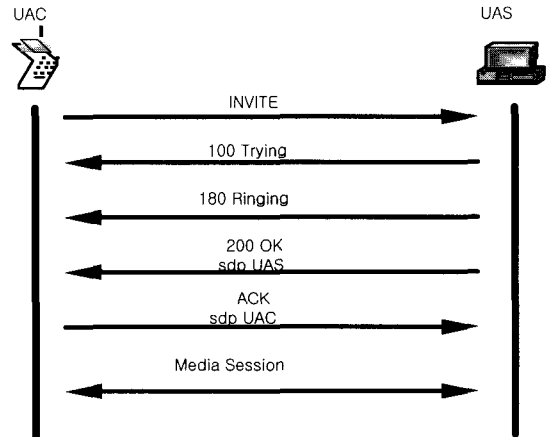
SIP는 IP 망에서 실시간 호와 인터넷 멀티미디어 세션(conference)의 설정과 같은 새로운 시그널링을 위해서 IETF에서 제안한 응용 레벨의 프로토콜이다. 현재는 대부분 음성 통신을 주소화하는데 사용되지만, SIP의 각 세션은 음성, 화상 등의 서로 다른 형태의 데이터를 포함할 수 있는 방향으로 발전하고 있다. SIP는 사용이 간단한 텍스트 기반의 인터넷 프로토콜로서, HTTP(HyperText Transfer Protocol), SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)와 유사한 ABNF(meta-language Augmented Backus-Naur Format)을 사용하며 메시지 형식은 다음과 같다.

SIP-message = Request | Response

따라서 E-mail 주소나 WWW 주소와 같은 형태를 갖고 있으며, 하나 또는 그 이상의 참여자를 갖는 인터넷 멀티미디어 세션을 생성, 변경하고, 해제하기 위한 제어 프로토콜이다.

SIP 표준에서 제공하는 호 처리 과정은 크게 애플리케이션 레벨의 메소드와 응답 메시지를 이용하는 호 설정 과정으로 이루어진다. RFC 2543을 바탕으로 해서 SIP의 주요 구조와 헤더 필드 기준으로 일반적인 호 처리는 그림 3과 같이 표현할 수 있다[8,9].

INVITE는 사용자 에이전트간에 미디어 세션 채널을 연결하기 위하여 사용하는 메소드로서 ISUP (ISDN User Part)에서 사용하는 IAM(Initial Address Message)과 유사하다. INVITE는 호출자의 미디어 정보를 포함하는 메시지를 갖추고 있어야 하며, QoS 나 보안 정보를 옵션으로 가질 수 있다. INVITE가 미디어 정보를 갖지 못할 경우에는 ACK 메시지



(그림 3) INVITE 메시지 처리

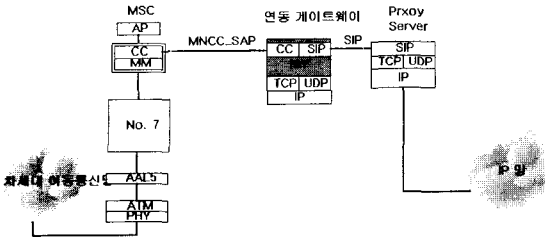
안에 UAC(User Agent Client)의 미디어 정보를 갖고 있어야 호 설정 이후에 미디어의 내용이 전송될 수 있다. 호출자의 미디어 정보가 착신측에서 수용할 수 없을 경우에는(ex. 상이한 코덱) BYE 메시지를 전송하여야 한다[10].

## 3. CC와 SIP 연동 프로토콜의 설계

망 연동에서 연동기능부는 차세대 이동네트워크와 IP 망에서 송/수신측의 망 요소가 제공하는 서비스를 받기 위해 매핑과 캡슐화 기능을 수행하여야 한다. 호 처리를 위한 연동은 각 시스템의 음성 서비스를 기본 바탕으로 하여 기존에 사용하는 제어 평면측면의 신호 프로토콜 스택을 유지하도록 함으로써 연동기능부외의 다른 프로토콜에는 영향이 없도록 하여야 한다.

본 논문에서 설계한 연동 프로토콜은 차세대 이동네트워크의 CC와 IP 망의 SIP 사이의 통신을 위한 호 접속 프로토콜을 탑재했으며 그 구조는 그림 4에 나타내었다.

그림 4에서 나타낸 바와 같이 연동 프로토콜은 차세대 이동네트워크에서 음성 서비스를 위한 호 접속 프로토콜과 VoIP 기술의 일환인 SIP 기술과의 원활한 통신을 위해 설계되었다. 따라서 기존의 이동단말과 망 요소에 내재된 프로토콜 스택



(그림 4) 연동 프로토콜 구조

에 대해 어떠한 수정도 필요하지 않으며, SIP의 구성 요소인 Proxy 서버에서 IWF 기능을 내재하여 IP 망과 연동한다.

다른 MSC와의 호를 원할 경우에는 IWF를 거치지 않고 하위 레벨에 있는 No.7 신호를 이용하여 MSC와 호 처리가 이루어진다. MSC의 AP에 IWF 기능을 탑재하는 것은 바람직하지 못하다고 판단되며 추후에 확장성을 고려하더라도 외부의 처리량으로 인한 MSC의 트래픽 부하를 최소화하기 위해 Proxy 서버에서 연동이 이루어지도록 설계하였다.

### 3.1 CC와 SIP 연동 프로토콜의 호 처리 절차

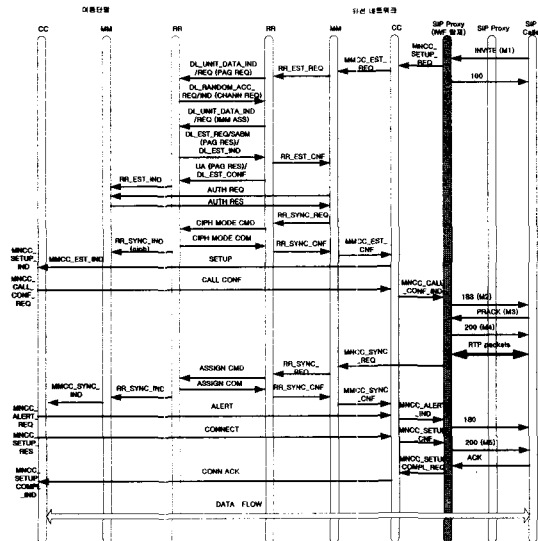
가. IP 망에서 차세대 이동네트워크 측으로 호를

설정하는 경우

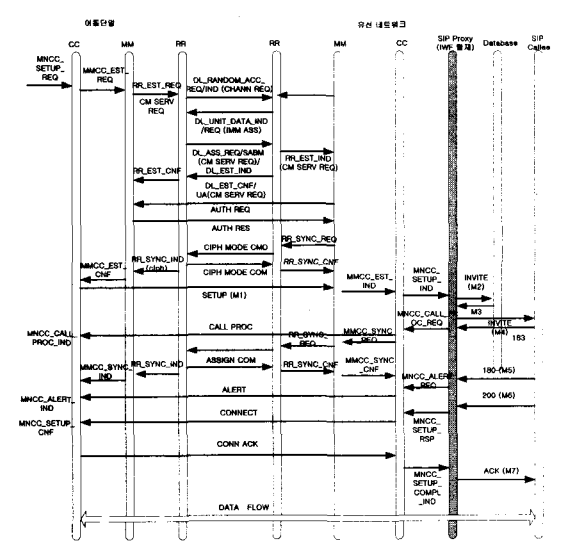
IP 망에서 차세대 이동네트워크 측으로 음성 호를 설정하는 경우의 호 처리는 그림 5와 같이 설계하였으며, SIP Caller와 가장 가까운 Proxy 서버에서는 요청한 착신측의 “#” 기호로 이동단말의 번호로 인식하여 IWF가 탑재된 Proxy 서버로 호를 포워딩한다. 차세대 이동네트워크에서는 이동성 관리를 MM, CM의 처리에 의존하고 SIP에서 라우팅 경로 지정 및 역추적은 “Via” 헤더를 이용하며 180번 메시지 이후에 SIP Proxy 서버(IWF)에서 SIP Caller간의 호 처리는 직접 이루어진다.

나. 차세대 이동네트워크에서 IP 망 측으로 호를 설정하는 경우

차세대 이동네트워크에서 IP 망 측으로 음성 호를 설정하는 호 처리 절차는 그림 6과 같이 설계하였으며, INVITE(M2)에서는 이동단말의 저장된 번호로 호출하거나 SIP의 적합한 주소를 찾기 위하여 위치 서비스를 제공하는 데이터베이스에 접근하여 착신측의 SIP 주소를 얻어온다. 이 때 위치 서비스는 Redirect 서버와 Proxy 서버의 협조로 이루어질 수 있다. INVITE(M4)에서는 정확한 SIP



(그림 5) IP 망에서 차세대 이동네트워크로의 호 설정 요구 절차



(그림 6) 차세대 이동네트워크에서 IP 망으로 호 설정 요구 절차

주소로 호를 요청하여 사용자 트래픽을 전달하기 위한 세션 개시를 시작한다.

다. 차세대 이동네트워크에서 IP 망 측으로 호를 해제하는 경우

연동 망의 호 해제는 그림 7과 같이 설계하였으며 차세대 이동네트워크 상위층의 CC/MM 접속과 호 관련 자원을 해제하기 위하여 DISCONNECT 메시지와 RELEASE 메시지를 이용한다. 또한 메시지를 MSC의 CC와 연계하여 프리미티브로 전송할 때 병목현상이 발생하지 않도록 호 참조 자원에 대한 확인 작업이 필요하다.

라. IP 망에서 차세대 이동네트워크 측으로 호를 해제하는 경우

호 해제 절차는 그림 8과 같이 설계하였으며 BYE

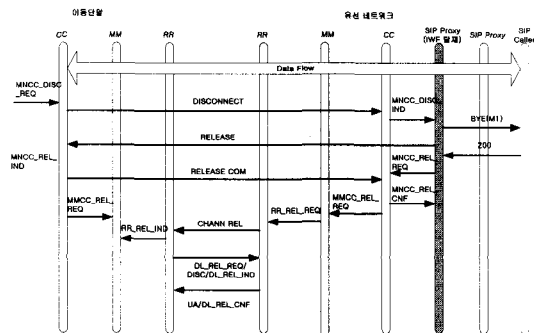
메시지를 시작으로 호 해제 작업에 착수한다. 차세대 이동네트워크에서는 무선 자원을 관리하는 교환기를 포함하는 핵심망과 이동 단말과의 호 해제는 RELEASE 메시지와 연동한다. 그 계층하부의 무선 채널 해제는 3GPP TS 24.007을 따른다.

#### 4. CC와 SIP 연동 프로토콜의 상태 및 검증

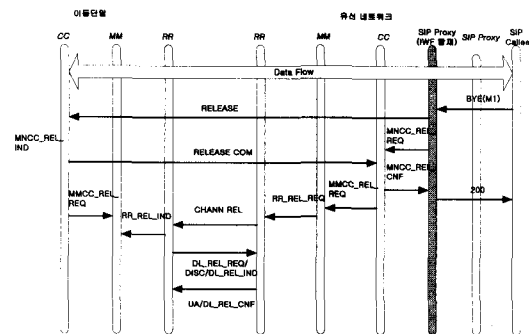
본 장에서는 차세대 이동네트워크의 CC와 IP 망의 SIP의 연동 프로토콜의 검증을 위해 통신프로토콜의 설계와 검증에 많이 사용되는 프레디카티브/액션 페트리네트를 이용해서 CC와 SIP 연동 및 제어 프로토콜을 모델링하고 이를 통해 도출된 도달성 트리를 구성하여 설계한 프로토콜을 검증하였다[11].

##### 4.1 CC와 SIP 연동 프로토콜의 기능 구조

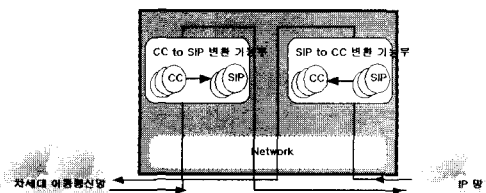
차세대 이동네트워크와 IP 망간의 호 연결 및 해제를 위한 신호는 3GPP 3G TR 24 시리즈 및 IETF 표준이 기본적으로 적용된다. 연동은 기본적으로 하위 계층에서 이루어지나 각종 서비스의 매핑을 위한 프리미티브 교환은 상위계층과 함께 연결된다. 본 논문에서 설계한 연동 프로토콜은 그림 9와 같이 내부 상태가 표현되고 크게 차세대 이동네트워크에서 SIP 기술을 이용한 IP 망으로의 변환 기능부와 SIP 기술을 이용한 IP 망에서 차세대 이동네트워크로의 변환 기능부로 구성된다.



(그림 7) 차세대 이동네트워크에서 IP 망으로 호 해제 절차



(그림 8) IP 망에서 차세대 이동네트워크로의 호 해제 절차



(그림 9) 연동 프로토콜 기능 구조

## 4.2 CC와 SIP 연동 프로토콜의 상태 천이

본 논문에서 연동 프로토콜의 기능과 각 메시지 및 변환 기능부의 내용을 토대로 설계한 연동 프로토콜의 상태 천이도는 SIP to CC의 상태 천이도와 CC to SIP 상태 천이도로 나뉘어진다.

### 4.2.1 SIP to CC의 상태 천이도

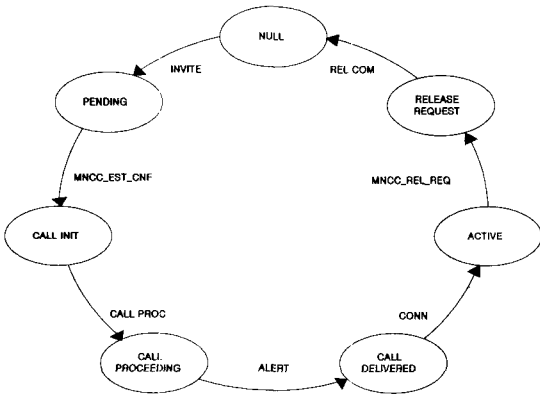
SIP의 요청 메시지를 차세대 네트워크로 호를 설정하는 연동 프로토콜의 상태 천이도는 그림 10과 같고, 내부의 각 상태는 표 1에 나타내었다.

연동 프로토콜에서는 INVITE 메시지를 받으면 곧바로 100 Trying 메시지를 전송하고 CANCEL/BYE

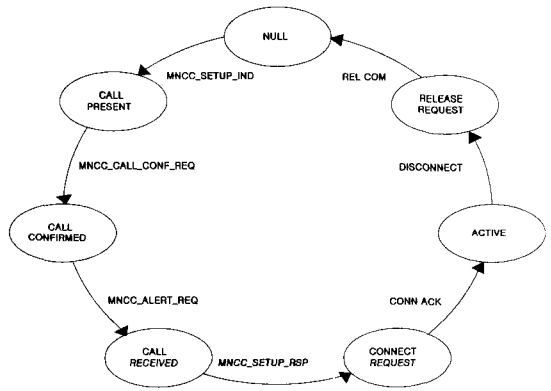
의 해제 메시지 응답으로 200 OK 메시지를 받도록 설계하였으며 차세대 이동네트워크의 PENDING 상태는 SIP의 182 Queued 메시지와 매핑된다. 연동 프로토콜에서 호가 진행중이나 착신측에서 ALERT 상태가 아닌 경우에는 183 Session Progress 메시지를 전송하며, ALERT 상태에 도달하면 180 Ringing 메시지를 IP 망으로 전송한다.

### 4.2.2 CC to SIP의 상태 천이도

CC에서 SIP로의 변환 기능부의 동작은 차세대 이동네트워크에서 전송된 메시지에 의하여 시작하며 이에 따른 상태 천이도는 그림 11과 같다. 차세대 이동네트워크로부터 수신된 SETUP 메시지



(그림 10) SIP to CC 상태 천이도



(그림 11) CC to SIP 상태 천이도

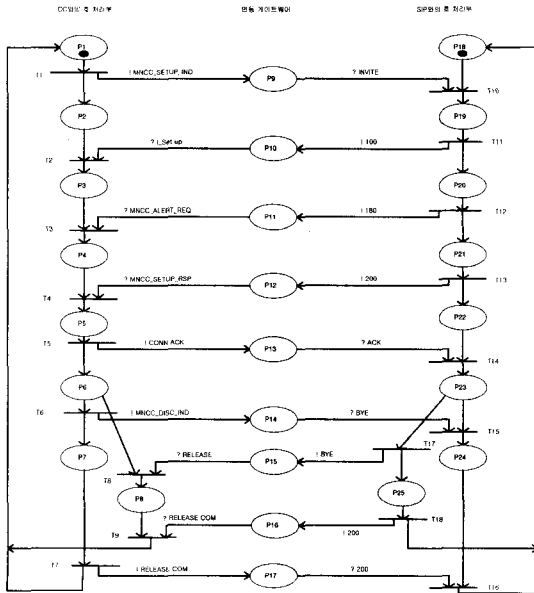
(표 1) 연동 프로토콜에서 각 상태 처리 절차

Current State	Input	Procedure	Next State
NULL	INVITE/MNCC_SETUP_REQ	- CM Service Request 메시지를 전송한다. - 베어러 협상을 한다.	Pending
Pending	183/MN_EST_CNF	- SETUP 메시지를 망으로 전송한다.	CALL INIT
CALL INIT	183/Call Proceeding	- 호 초기 타이머 작동	CALL PROCEEDING
CALL PROCEEDING	180/ALERT	- Alert Indication을 사용자에게 알린다.	CALL DELIVERED
CALL DELIVERED	ACK/CONNECT	- User 연결을 Attach한다. - Alert을 중단한다.	ACTIVE
Active	BYE/RELEASE	- 모든 호 제어 관련 Timer를 정지한다.	RELEASE REQUEST

내에는 망이 multi-call을 지원하는지 여부에 관한 정보가 포함된다. 이동단말이 multi-call을 지원하지 않는 경우 이 정보는 무시한다. 수신된 SETUP 메시지 내에 호 정보가 포함이 된 경우에 이동단말은 Alerting을 울려주고, 이동단말이 multi-call을 지원하는 경우에는 CALL CONFIRMED 메시지에 SI 정보와 무선 채널 요구를 포함하여 전송하게 된다.

### 4.3 CC와 SIP 연동 프로토콜의 모델링

그림 12는 연동 프로토콜 내에서의 Incoming entity와 Outgoing entity의 연결을 프레디카트 액션 페트리네트를 이용하여 모델링한 것이다. 장소(place) 1, 18은 아직 연결이 설정되지 않은 상태이고, 장소 6, 23은 연결이 설정된 상태이다. 장소 2, 3, 4, 5, 19, 20, 21, 22는 연결을 설정하기 위한 과정이고, 장소 7, 8, 24, 25는 정상적으로 연결이 해제되는 과정을 나타낸다. 장소 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17은 토큰이 링크상에 존재할 때를 의미한다.

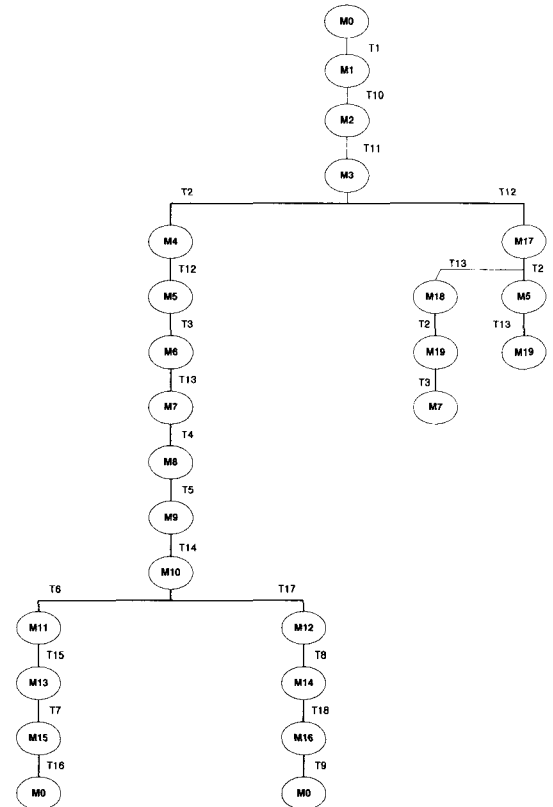


(그림 12) 호 설정 요구서 연동 프로토콜의 모델링

### 4.4 CC와 SIP 연동 프로토콜의 검증

그림 13은 연동 프로토콜의 호제어 응용 프로세스의 프로토콜 모델을 도달성(reachability) 트리로 나타낸 것이다. 도달성 트리의 한 노드는 각 모듈에서 토큰이 위치하고 있는 장소를 나타낸다. 그림 13에서 알 수 있듯이 호 제어 프로세스의 도달성 트리는 데드락 없이 어느 상태에서든지 초기상태로 갈 수 있음을 보여준다. 또한 각 장소에 토큰이 둘 이상이 있는 경우가 발생하지 않으므로 제한성(boundedness)을 지닌다고 할 수 있다.

각 페트리네트 모델의 특성을 분석하면 표 2와 같다. 표 2에 나타난 바와 같이 본 논문에서 설계한 프로토콜의 상태 천이 절차는 설계한 절차에 따라 각 상태로 천이 가능하며, 모든 페트리네트



(그림 13) 연동 프로토콜의 호제어 응용 프로세스의 도달성 트리

(표 2) 페트리네트 모델의 특성

특성	모델	호제어 처리
도달성	모든 M에 도달 가능	
제한성	1-bounded	
생존성	Yes (항상 초기 상태로 천이 가능)	
Dead-lock	없음	

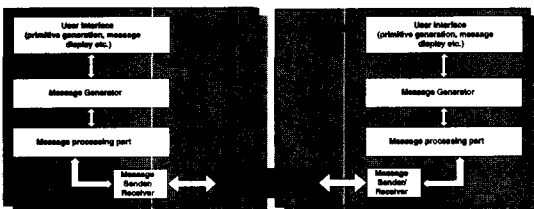
모델의 표시상태 집합을 분석하던 토큰의 개수는 1을 넘지 않으므로 1-bounded 되었음(안정함)을 증명할 수 있다. 또한 각 페트리네트 모델이 항상 초기 상태로 되돌아 올 수 있는 경로가 있으므로 프로토콜의 생존성을 증명할 수 있고 이는 프로토콜의 교착상태(deadlock)가 발생하지 않음을 의미한다.

따라서 이러한 페트리네트 모델의 특성은 본 논문에서 설계한 프로토콜의 상태 천이 절차가 어려없이 완전함을 증명해 주며, 프로토콜의 상태 천이가 설계한 절차에 의해 적절히 동작함을 증명해 준다.

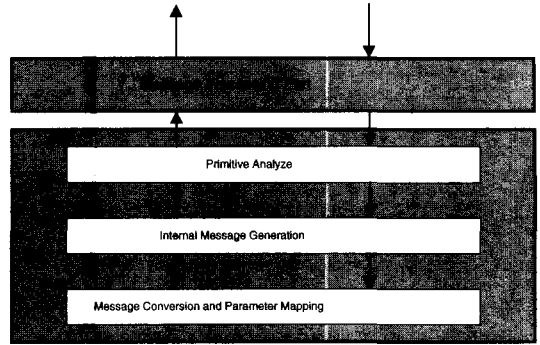
## 5. CC와 SIP 연동 프로토콜의 구현 및 테스트

### 5.1 CC와 SIP 연동 프로토콜의 구현

본 장에서는 앞서 설계 및 검증한 차세대 이동네트워크에서의 CC와 IP 망의 SIP의 연동 프로토콜을 구현하기 위해서 두 대의 워크스테이션을 사용하였고, 구현 언어로는 UNIX C를 이용하였다. 본 논문에서는 연동기능부를 IP 망 시스템으로 가정하여 IP 망측 워크스테이션에 두었으며, 전체 시스템의 구성도는 그림 14에 나타내었다.



(그림 14) 전체 시스템 구성도

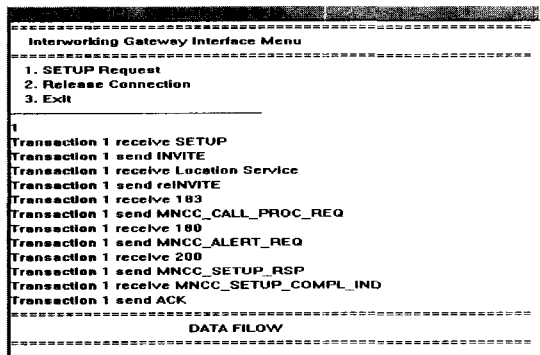


(그림 15) 연동 기능부의 세부 구조

그림 14에서 IP망 측에 위치하는 연동 기능부의 구조를 자세히 도시하면 그림 15와 같으며, 프리미티브에 따라 메시지의 변환 및 전송을 위한 과정을 수행한다.

### 5.2 CC와 SIP 연동 프로토콜의 호 처리 절차의 시험 결과 및 검토

본 논문에서는 ISO의 적합성 시험(conformance test)에서 오류 검출 능력이 가장 뛰어난 방법인 국부 시험 방법(local test method)을 이용하여 구현 프로그램의 적합성 시험을 하였으며, 실제 메시지를 주고받는 모의 실험을 통하여 오류 복구 능력 및 시스템의 기능을 확인하였다. 또한 차세대 이동네트워크에서 인터넷 망으로 호를 요구한 경우의 연동 프로토콜에서 수행하는 결과 화면을 그림 16, 그림 17에 나타내었다.



(그림 16) 차세대 이동네트워크에서 IP 망 호 처리



```

=====
INVITE sip:jun@home.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP gw.proxy.com
From: <sip:#0112034567@temp.com;user=phone>
To: <sip:jun@home.com;user=ip>
Call-ID: 492378085@kyungwon.ac.kr
CSeq: 1 INVITE
INVITE sip:jun@home.com SIP/2.0
=====
M5
=====
SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP gw.proxy.com
    
```

(그림 17) SIP 호 응답 처리

본 논문에서의 시험 결과는 두 대의 워크스테이션을 이용한 시험 모델이기 때문에 두 망간의 교환기를 거치는 종단간의 시험은 수행할 수 없으나, 본 시험의 결과를 통해 정상적인 중계 교환기의 역할을 함을 추정할 수 있다.

## 6. 결 론

국내 이동통신의 급속한 발전에 힘입어 그 수요의 증가에 따라 차세대 이동네트워크의 상용화 시에도 많은 수요가 있을 것으로 전망되고 있다. 또한 차세대 이동네트워크에서는 기본적으로 IP를 포함하는 각종 데이터 서비스와 음성 서비스가 제공될 것이며, 이를 위해 기존의 다양한 망들과 연동이 필요하다. 차세대 이동네트워크 환경에서 기존 망 구조를 적절히 수용해 주면서 음성 서비스를 제공하기 위해서는 망 발전의 중간 단계에서 경제성이나 기술의 효율성 문제로 인해 망간의 연동 연구는 매우 중요하다. 또한 연동을 위한 신호 방식 기술은 망 구조 및 망 관리와 밀접한 관련이 있으며 통신에 있어 중추적인 역할을 수행하므로 이에 대한 연구는 필수적으로 이루어져야 한다.

본 논문에서는 기존의 상당 부분을 점유하고 있는 음성 서비스를 차세대 이동네트워크에서 원활하게 수용하기 위해 IP망의 SIP 프로토콜 기술을 이용하여 차세대 이동네트워크의 음성 프로토

콜인 CC와 연동하는 연동 프로토콜을 설계 및 검증하고 구현하였다. CC와 SIP간의 프로토콜의 변환은 페트리네트를 이용하여 모델링 하였으며, 이를 통해서 얻은 도달성 트리를 통하여 각각의 상태는 교착상태 없이 어느 상태에서든지 초기 상태로 갈 수 있음을 확인하고 각 장소에 토큰이 둘 이상 있는 경우가 발생하지 않으므로 설계한 연동 프로토콜이 올바르게 수행됨을 검증하였다. 검증된 프로토콜을 두 대의 워크스테이션에서 UNIX 소켓을 이용하여 구현하고 국부 시험 방법을 통하여 테스트하여 구현된 망간 연동 프로토콜이 정상적으로 수행됨을 확인하였다.

본 논문에서 설계 및 구현한 연동 프로토콜은 향후 차세대 이동네트워크에서 음성 서비스를 제공하는 기초 기반 기술로 활용 가능할 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

- [1] Michael Thurk, "The Circuit to Packet Migration-The New Public Network", Asian Comm., pp. 54~58, Nov. 2000.
- [2] Joser Nol, Kale Passoja, Axel Meiling, Magne Pettersen, "Air interface capacity in future heterogeneous mobile networks", IEEE VTS 50th Vehicular Technology Conference, 1999, Vol 4, pp. 2442~2450.
- [3] 3GPP TS 23.002, "Network Architecture", Sept. 1999.
- [4] Bernhard H. Walke, "Mobile Radio Networks Networking and Protocols", John Wiley & Sons, 1999.
- [5] 3GPP TS 24.007, "Mobile radio interface signalling layer 3; General aspects", 1999.
- [6] Tsong-Ho Wu, "ATM Signaling Transport Network Architectures and Analysis", IEEE Communication Magazine, pp. 90~98, DEC. 1995.
- [7] 강상용외 2인, "IMT-2000을 위한 ATM 교환

- 기술”, 한국통신정보통신연구 제 11권 제 3호, 1997. 9.
- [8] M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, and J. Rosenberg, “SIP: Session Initiation Protocol”, IETF RFC 2543, Mar. 1999.
- [9] M. Handley, et al., “SDP: Session Description Protocol”, IETF RFC 327, 1998.
- [10] A. Johnston, S. Donovan, R. Sparks, C. Cunningham, K. Summers, “SIP Telephony Call Flow Examples”, Informational Internet Draft, IETF, Mar. 1999.
- [11] T. Murata, “Petri Nets : Properties, Analysis and Applications”, IEEE Communication Magazine, 1984. 4.

## ● 저 자 소 개 ●



### 지 승 한

1991년 경원대학교 전자공학(공학사)  
1993년 경원대학교 대학원 전자공학(공학석사)  
1998년 인하대학교 대학원 전기공학(공학박사)  
1999년~2000년 일본 山形대학 전자정보공학과 객원연구원  
2000년~2001년 일본 동경공업대학 전자재료공학과 객원연구원  
2001년~현재 : (주)월택 기술연구소장  
관심분야 : 신호 처리, 위성 통신, 통신 필터, IMT-2000 etc.  
E-mail : seunghanji@hanmail.net



### 박 석 천

1977년 고려대학교 전자공학(공학사)  
1982년 고려대학교 대학원 컴퓨터공학(공학석사)  
1989년 고려대학교 대학원 컴퓨터공학(공학박사)  
1979년~1985년 금성통신 연구소  
1991년~1992년 Univ. of California, Irvine Post Doc.  
1992년~1994년 경원대학교 산업기술연구소장  
1988년~현재 : 경원대학교 컴퓨터공학과 정교수  
관심분야 : 차세대 인터넷, 멀티미디어 통신, 위성 통신망, 통신망 관리, IMT-2000 etc.  
E-mail : scpark@kyungwon.ac.kr