

# IN 서비스를 제공하기 위한 SCP와 HLR 통합 구조의 성능 평가에 대한 연구

정회원 이 용\*, 김 현 숙\*, 송 주 석\*

## A Study on Performance Evaluation of SCP and HLR Integration supporting IN Services

Y. Lee\*, H.S. Kim\*, J.S. Song\* *Regular Members*

### 요 약

유무선 통합 시스템의 구축에서 셀룰러 네트워크와 지능망을 분리시키는 것은 일반적인 이동 통신 관련 서비스를 제공하는데 적합하지 않으므로 IMT-2000은 기본적으로 지능망을 통하여 구현된다. 그러나 아직까지 IMT-2000의 기능 구현에 필요한 각 기능 실체들이 실제로 물리실체에 어떻게 대응이 이루어져야 하는지는 결정되지 않고 있다. 따라서 이 논문은 IMT-2000에 필요한 각 기능 실체들을 물리 실체에 대응하는 방안과 이러한 대응에 따르는 통합 모델을 제시하고 이 모델에서 일반 이동망호와 지능망 서비스호에 대한 호 처리 시나리오를 제시하고자 한다. 또한 이러한 호 처리 시나리오에 의하여 제공되는 이동망 호와 지능망 서비스 호에 대한 평균 서비스 지연 시간과 각 노드별 서비스 지연 시간을 측정하여, 기존의 IMT-2000 모델과 성능을 비교하도록 한다.

### ABSTRACT

In the integrated systems of wired and wireless networks, it is not fit to separate cellular networks to intelligent networks so IMT-2000 is basically developed including the intelligent networks. But it is not yet determined how functional entities of IMT-2000 map the corresponding physical entities. In this paper, we propose the integrated model by mapping various functional entities of IMT-2000 into the corresponding physical entities. Also, we propose the call model for the mobile call setup and IN service call. Based on the proposed model, we evaluate the performance and compare with IMT-2000 in terms of the mean service delay and processing delay at each physical entities.

### I. 서 론

지능망은 여러 가지 물리적인 교환 장비로부터 서비스에 대한 설명과 생성 및 제어를 분리하는 것으로 여러 종류의 통신망에서 통신망과 설비에 독립적인 인터페이스를 통하여 통신 서비스를 제공하고 서비스 운용과 서비스 사업자가 필요한 신규 서비스의 신속한 도입을 제공할 수 있는 망구조 개념이다

IMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000)의 목표는 다양한 종류의 무선 시스템이 통합되어 사용자에게 마치 하나의 시스템으로 인식되는 가상적인 단일 시스템을 구축하는 것으로 IMT-2000 시스템들은 하나 이상의 무선 링크를 이용하여 이동 또는 고정 통신 단말기를 대상으로 넓은 지역에 걸쳐 다양한 통신 서비스를 제공하게 된다. 또한 IMT-2000 사용자에게 제공되는 서비스에는 IMT-2000 고유의 서비스뿐만 아니라 고정망에

\* 연세대학교 컴퓨터학과 정보통신연구실(jssong@emerald.yonsei.ac.kr)

논문번호 : 98316-0724, 접수일자 : 1998년 7월 24일

\* 본 연구는 과학재단 핵심연구과제(971-0905-037-2)로 수행되었습니다.

서 제공되는 통신 서비스의 대부분도 포함된다.

이러한 시스템의 구축에서 셀룰러 네트워크와 지능망을 분리시키는 것은 일반적인 이동 통신 관련 서비스를 제공하는데 적합하지 않으므로 IMT-2000은 기본적으로 지능망을 통하여 구현된다<sup>1,2)</sup>. 그러나 아직까지 IMT-2000의 기능 구현에 필요한 각 기능 실체들이 실제로 물리실체에 어떻게 대응이 이루어져야 하는지는 결정되지 않고 있다. 따라서 이 논문은 IMT-2000에 필요한 각 기능 실체들을 물리 실체에 대응하는 방안과 이러한 대응에 따르는 통합 모델을 제시하고 이 모델에서의 일반 이동망호와 지능망 서비스를 제공하는 호에 대한 호 처리 시나리오를 제시하고자 한다. 또한 이를 기반으로 이동망 호와 지능망 서비스 호에 대한 평균 서비스 지연 시간과 각 노드별 서비스 지연 시간을 측정하여, 기존의 IMT-2000 모델과 성능을 비교하도록 한다.

## II. 통합구조 모델 제안

본 장에서는 기존의 이동망을 비롯한 IMT-2000의 망 구조에 대하여 살펴보고 이동망을 지원하는데 필요한 지능망의 요구 사항과 지능망과 이동망 사이의 정보 관리 체계에 대하여 살펴본 후에 IMT-2000과 지능망의 물리 실체들을 통합하고 IMT-2000의 기능 실체와 물리 실체들을 적절하게 대응하는 망 모델을 제안하고자 한다.

### 1. 이동망을 지원하는 지능망 구조 연구

이동성을 지원하는 지능망 구조를 위한 여러 가지 요구사항이 나타남에 따라 차세대 이동통신 시스템과 지능망의 통합에 관한 관심이 크게 부각되었다<sup>4,6,7)</sup>. IMT-2000과 UPT를 통합 지원하는 제 3세대 이동통신 서비스에 대한 통합 모델이 나오기 시작했다. IMT-2000 측면에서 본다면 고정망 수준의 서비스를 이동망에서 제공하기 위해서는 여러 가지 서비스들이 물리적인 장치에 독립적이어야 한다<sup>3)</sup>. 이러한 요구사항을 만족시키는 것이 지능망이며, 지능망 요소의 도입에 따라 서비스의 종류에 관계없이 서비스 교환, 서비스 제어, 서비스 데이터 제공이 이루어지게 하여 망의 효율성을 높이고 다양한 종류의 서비스를 경제적이고 빠르게 제공할 수 있다<sup>4)</sup>.

IN CS-2는 고정망에서 개인 이동성을 보장하는 IN CS-1의 요소에 이동망에서의 단말 이동성까지도

보장하며, IMT-2000은 이동망 구조와 IN의 주요 기능요소를 모두 포함한다. 즉, IN CS-2와 IMT-2000은 서로 매우 유사한 기능실체들을 포함한다.

IN CS-2와 IMT-2000 모두 SDF(Service Data Function), SCF(Service Control Function), SSF(Service Switching Function), CCF'(Advanced Call Control Function), CCAF'(Advanced Call Control Agent Function)를 기본적으로 포함하고 있고, IN CS-2의 기능실체인 CRACF(Call connection related Radio Access Control Function), CURACF(Call/connection Unrelated Radio Access Control Function)는 IMT-2000의 기능요소인 TACF(Terminal Access Control Function), SACF(Service Access Control Function)에 각각 대응될 수 있으며, IN CS-2의 RCF(Radio Control Function)는 IMT-2000의 TACAF(Terminal Access Control Agent Function), MCF(Mobil Control Function), BCPr(Radio Bearer Control Function)의 기능을 포함한다고 할 수 있다. 따라서 그 요소들간의 통합은 서로간의 기능을 보완하여, 지능망의 최대 장점인 서비스의 신속한 도입과 효율적인 서비스 처리를 IMT-2000에서의 무선접속 기술 발전으로 연결시킬 수 있을 것이다<sup>3)</sup>.

## 2. 망 구조 통합 방안

### 2.1 지능망과 이동망 사이의 정보 관리 체계

이동망 가입자의 위치 관리를 위하여 지능망에서 제공하기에 적합한 기능 및 특징들을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 이용자가 제어가능하며 이식성이 있는 서비스 프로파일
- 2) 효율적이고 신속성 있는 번호 번역 및 라우팅
- 3) 개인화된 과금 및 단일 소스에 의한 요금
- 4) 신속한 서비스 제공
- 5) 서비스 제공자간의 연동

또한 지능망과 이동망 사이의 정보관리 체계를 위하여 필요한 정보를 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 위치 정보 관리
- 2) 서비스 프로파일 관리
- 3) 서비스 생성을 위한 정보 관리

IMT-2000에서 지능망 서비스를 제공할 경우, 핸드오버가 발생할 때 현재 서비스 중인 지능망 서비

스의 프로파일과 데이터들을 어떻게 처리할 것인지와 지능망 서비스를 어떻게 지속적으로 제공할 것인가 하는 문제가 발생하며 이에 대한 연구가 필요하다.

### 2.2 HLR과 SCP의 통합

본 연구에서는 지능망의 서비스 제어 시스템인 SCP와 기존 이동망의 가입자 데이터들을 관리하는 HLR을 통합하여 이동망의 가입자 데이터 및 이동성 관리 기능을 지능망의 SCP를 이용하여 수행하도록 하는 방안을 제시하고자 한다. IMT-2000의 망 참조 모델의 HLR내에서 가입자 식별과 위치 관련 데이터를 저장하고 액세스하는 LRDF(Location Registration Data Function)와 위치 등록 관련 이동성 제어 절차를 수행하는 LRCF(Location Registration Control Function)는 지능망에서의 SCP의 각종 서비스 프로파일과 가입자 프로파일을 관리하고 제어하는 SCF, SDF와 비슷한 기능을 가지고 현재의 IMT-2000 구조에서는 지능망 서비스를 제공할 수 없으므로 SCP와 HLR을 통하여 지능망의 SCP내에 이러한 기능 실체들을 구현하여 위치 등록 및 검색 기능을 수행하도록 하였다. 이러한 SCP와 HLR간의 통합 구조는 IMT-2000에서 기존의 지능망 서비스를 포함하여 다양한 유·무선 통신 서비스를 제공하는 데에도 적합한 구조라고 볼 수 있다.

### 2.3 기능 실체와 물리 실체 간의 대응

IMT-2000의 여러 가지 기능 실체 중에서 특히 주목해야 할 것은 SACF와 TACF로서 SACF는 이동성 관리와 같은 호 및 베어러 비관련 처리와 제어를 담당한다. TACF는 호 착/발신, 핸드오버 등에서 이동 단말과 망간의 베어러를 제어하며, 페이징 및 핸드오버 기능을 담당한다. 이 두 가지 기능 실체는 지능망의 CURACF, CRACF와 유사한 기능을 수행하므로 통합되었다.

본 논문에서는 이동성 관리등의 기능을 담당하는 SACF를 SCP에 매핑하여 지능망의 서비스 및 가입자 관리 기능을 이동성 관리 기능에까지 확장하도록 하였다. 즉, 호 혹은 베어러와 관련되지 않은 제어 및 처리 기능을 담당하는 기능 실체 SACF를 물리실체인 SCP안에 포함시킨다. 또한 TACF를 BS(Base Station)에 포함시켜 호에 관련된 기능들을 수행하도록 하였다. 이렇게 함으로써 MSC(Mobile Switching Center)에 무선 관련 기능을 부가하지 않으므로 교환기의 부하가 감소하게 된다.

### 3. 통합구조 모델 제안

이 절에서는 기존 이동망의 HLR과 지능망의 SCP를 통합하는 모델을 제안하고자 한다. <그림 1>은 이러한 통합 모델에 따라 IMT-2000에 필요한 기능 실체들과 물리 실체의 대응관계에 대해서 나타내고 있다. 기존의 IMT-2000 참조모델에는 MSC와 HLR간의 신호 링크가 연결되어 있지 않지만 SCP와 SSP (Service Switching Point)간의 링크를 가진 지능망 구조를 기반으로 하여 하나의 MSC마다 VLR(Visitor Location Register)과 연결되는 링크를 가지고 각 VLR과 MSC는 SCP로의 신호 링크를 가진다. 그 이외의 망 구조는 기존의 모델과 같이 구성된다.

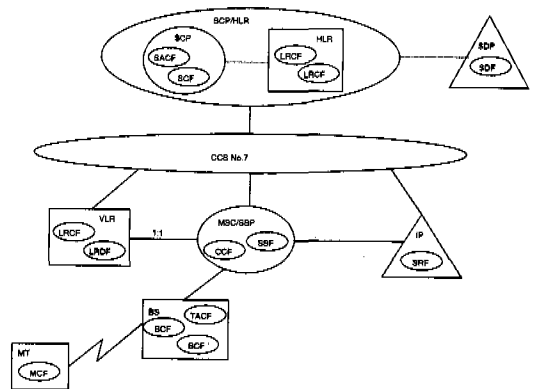


그림 1. 이동망의 HLR과 지능망의 SCP 통합 구조

### III. 제안하는 통합구조에 따른 호 모델

이 장에서는 앞에서 제안하는 통합 구조 모델을 사용하여 입호와 출호가 모두 동일한 SCP/HLR 내에 속한 경우의 일반 이동망 호와 지능망 서비스 호에 대한 호 처리 시나리오를 제시하고자 한다.

#### 1. 일반 이동망 호

이동망 사용자가 이동 단말기(MS:Mobile Station)로부터 일반 이동망호에 대하여 요청하는 경우 BS를 거쳐 발신망의 MSC/SSP1에 전달된다. 이어서 VLR에 MS의 호 요청에 대한 인증을 요청하고 인증이 성공적으로 수행되면 MSC/SSP1는 SCP/HLR의 LRCF로 라우팅 정보를 요청하는 질의를 보낸다. LRCF는 LRDF로부터 사용자 프로파일을 검색하고 라우팅 정보를 받아 발신망으로 전달한다.

MSC/SSP1은 정보를 사용하여 착신 방문망의 MSC/SSP2에 호 설정을 요청한다. 이 요청을 받은 MSC/SSP2는 VLR2의 LRCF에 착신 MS에 대한 라우팅 정보를 요구하고 LRCF는 LRDF의 프로파일과 단말기 페이징 절차를 거쳐 착신 MS에 대한 라우팅 주소의 위치를 알아낸다. 이 정보를 받은 MSC/SSP2는 발신망의 MSC/SSP1으로 응답을 보낸다.

### 2. 지능망 호

지능망 서비스 호의 경우 MS로부터 호 요청을 받은 발신망의 MSC/SSP1이 VLR에 인증을 수행한 후 해당 호가 지능망 서비스 호임을 인식하고 SCP/HLR의 SCF로 지능망 서비스 처리에 대한 질의를 보낸다. SCF는 SDF에 지능망 서비스 프로파일을 조회하여 서비스를 처리하고 착신망에 대한 라우팅 정보를 받는다. 착신 MS에 대한 지능망 서비스 처리가 있는 경우 다시 SDF에서 서비스 프로파일을 조회하고 처리 결과를 발신망의 MSC/SSP2로 전달한다. 이후의 처리는 일반 이동망 호와 같다.

### 3. 지능망 서비스 예

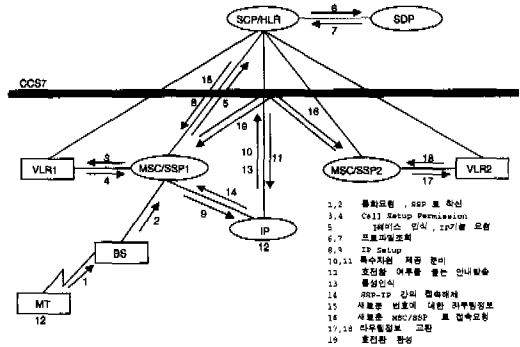


그림 4. 호 전환 서비스 시나리오

### IV. 제안하는 모델의 성능 분석

본 장에서는 SCP와 HLR의 통합구조에서 일반 이동망 호를 연결하기 위하여 수신 단말기의 위치를 search하는데 필요한 처리 지연 시간과 IN 서비스 지연 시간을 중심으로 제안하는 모델의 성능을 분석하도록 한다.

제안하는 모델에서는 IMT-2000의 참조 모델과 다르게 MSC와 HLR 사이에 직접적인 신호 링크를 가지고 있다. 기존의 모델에서는 MSC와 HLR 사이의 메시지 처리를 위하여 중간에 VLR을 통해야 하므로 불필요한 신호 링크의 사용이 증가하고 VLR에서도 단순히 MSC와 HLR간에 메시지를 중계하기 위하여 불필요한 비용을 지불해야 한다. 따라서 MSC와 HLR 사이에 신호 링크를 추가함에 따라 다음과 같은 특성을 가지게 된다.

- 1) MSC와 HLR간의 메시지 교환으로 인한 신호 링크 사용량이 감소한다.
- 2) MSC/SSP에서 입력되는 호에 대하여 지능망 서비스를 인식하고 SCP/HLR로 지능망 서비스 처리 요청을 위한 질의를 보낼 경우에 SSP와 SCP간에 직접적인 신호 링크가 필요하다.

#### 1. 모델링

일반 이동망 호와 지능망 서비스 호를 처리하는데 필요한 메시지를 설명하기 위하여 <그림 5>와 같은 모델이 필요하다. <그림 5의 (a)>는 기존 모델에서의 메시지 처리 과정을 보여주는 것이고 <그림

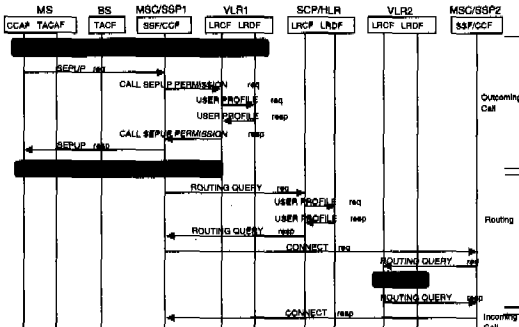


그림 2. 일반 이동망 호

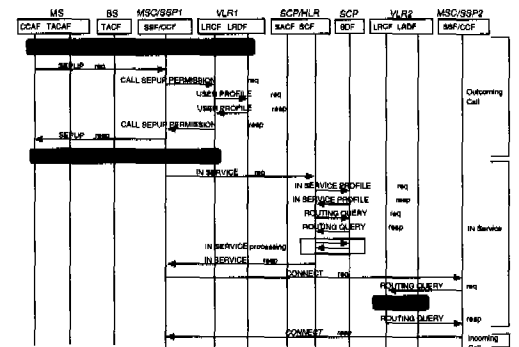


그림 3. 지능망 서비스 호

5의 (b)는 제안된 모델에서의 메시지 처리과정을 보여주는 것이다. 제안된 모델의 경우 MSC에서 HLR로의 메시지가 VLR을 거치지 않아도 됨을 알 수 있다.

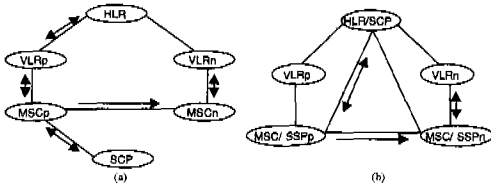


그림 5. (a) 기존 모델의 네트워크 구성 (b) 제안 모델의 네트워크 구성

본 논문에서 모델링을 위하여 다음과 같은 가정을 한다.

- N개의 MSC/SSP에 각각 VLR이 하나씩 연결되어 있으며 동시에 하나의 SCP/HLR에 모두 연결되어 있다.
- VLR과 MSC/SSP에서는 메시지 처리를 위하여 모두 지수 분포를 가지는 한 개의 서버와 무한 길이를 갖는 큐로 구성된다. HLR과 SCP는 통합 구조로 구성되지만 각각의 모듈이 별도로 이루어지고 각 모듈도 역시 모두 지수 분포를 가지는 한 개의 서버와 무한 길이를 갖는 큐로 구성된다.
- VLR과 MSC/SSP, HLR, SCP에서의 평균 메시지 처리 시간은 각각  $1/\mu_v$ ,  $1/\mu_m$ ,  $1/\mu_h$ ,  $1/\mu_s$ 이 소요된다.
- 하나의 MSC/SSP로 도착하는 호는 입호와 출호로 나뉘어 지며 이 두 가지 호가 발생할 확률은 각각  $Pr_{orh}$ ,  $Pr_{ter}$ 로 가정한다. 또한 입호에 대하여 지능망 호가 발생할 확률을  $Pr_m$ 이라고 가정한다.
- MSC/SSP에서 발생하는 입호의 평균 도착률은  $\lambda_o$ 의 Poisson 분포를 이룬다.
- HLR, VLR, MSC/SSP, SCP에서의 서비스 지연 시간은 각각  $w_{HLR}$ ,  $w_{VLR}$ ,  $w_{MSC}$ ,  $w_{SCP}$ 이 된다.
- 신호망으로 SS7망을 사용하지만 본 논문에서는 SS7 망을 구성하는 링크들에서 발생하는 지연 시간은 다른 서비스 지연시간에 비하여 무시할 정도로 작다고 가정한다<sup>[8,9]</sup>.

위와 같은 가정에 따라 망을 구성할 경우 <그림

5>의 모델은 Jackson 네트워크의 특성을 갖는다. 이 모델을 사용하여 각각 HLR과 VLR, MSC, SCP로 도착하는 메시지의 평균 개수를 구하면 각 메시지의 평균 개수는 기존 모델과 제안하는 모델에서 각각 다르게 나타난다<sup>[8,9,10,11]</sup>.

Jackson's theorem에 따르면 메시지의 평균 도착률이  $\lambda$ 인 Poisson 분포이고 서버가 메시지를 처리하는 시간도 평균  $\mu$ 의 지수분포를 나타낼 때 서비스를 끝마치고 나가는 메시지의 도착률도  $\lambda$ 인 Poisson 분포가 된다. Jackson 네트워크의 성질과 Jackson's theorem을 이용하여 각 노드에 존재하는 메시지의 평균 개수( $L_i$ ,  $i=HLR, SCP, VLR, MSC/SSP$ )와 각 노드에 도착하는 메시지의 평균 개수( $\lambda_i$ ,  $i=HLR, SCP, VLR, MSC/SSP$ )를 구할 수 있고 다음의 Little's result를 사용하여 각 노드에서의 메시지 처리에 필요한 평균 서비스 시간을 구할 수 있다<sup>[10]</sup>.

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda} \quad (1)$$

위의 가정과 네트워크 특성에 따라 MSC/SSP에 도착하는 일반 이동망 호의 평균 도착률은  $\lambda_o \times (1 - Pr_m)$ 이고 지능망 호의 평균 도착률은  $\lambda_o \times Pr_m$ 이다.

IMT-2000 망에서 사용자가 일반 이동망 호의 연결을 시도했을 때 이를 처리하는데 드는 비용의 대부분은 수신 단말기의 현재 위치를 찾는 라우팅에 소요된다. 그러므로 일반 이동망 호에 대한 서비스 처리 비용은 라우팅 과정을 사용하여 구한다.

## 2. 호 처리에 대한 성능 분석

### 2.1 기존 모델의 분석

일반 이동망 노드로 도착하는 메시지의 평균 도착률을 알아보도록 한다.

MSC에 도착하는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_m$ 는 다음과 같이 구해진다.

#### (1) 일반 이동망 호에 대한 메시지

- 송신 단말기로부터 도착하는 일반 이동망호의 평균 도착률 :  $\lambda_o \times (1 - Pr_m)$

#### (2) 지능망 호에 대한 메시지

- 송신 단말기로부터 도착하는 지능망 호의 평균 도착률 :  $\lambda_o \times Pr_m$
- SCP에서 지능망 서비스를 처리하고 보내지는 응답 :  $\lambda_o \times Pr_m$

(3) 두 가지 호에서 공통으로 사용되는 메시지

- VLR을 거쳐서 도착하는 HLR의 라우팅 정보 응답 :  $\lambda_{hr}$
- 다른 MSC로부터 도착하는 출호 :  $\lambda_i$
- VLR로부터 도착하는 라우팅 정보 응답 :  $\lambda_{vr}$

VLR을 거쳐서 도착하는 HLR의 라우팅 정보 응답 메시지, 다른 MSC로부터 도착하는 출호, VLR로부터 도착하는 라우팅 정보 응답 메시지의 평균 도착률은 MSC에 도착하는 입호의 평균 도착률과 같으므로  $\lambda_{hr} = \lambda_{vr} = \lambda_i = \lambda_o$ 가 된다. 그러므로

$$\begin{aligned} \lambda_m &= \lambda_o \times (1 - Pr_{DN}) + \lambda_o \times Pr_{DN} \\ &+ \lambda_o \times Pr_{DN} + \lambda_{hr} + \lambda_{vr} + \lambda_i \\ &= (4 + Pr_{DN})\lambda_o \end{aligned} \quad (2)$$

이 얻어진다.

VLR에 도착하는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_v$ 는 다음과 같이 구해진다.

- MSC에서 HLR로 라우팅 정보 요청을 위하여 통과하는 메시지 :  $\lambda_o$
- HLR의 라우팅 정보 응답 :  $\lambda_{hr}$
- MSC에서의 라우팅 정보 요청 :  $\lambda_{vs}$

HLR의 라우팅 정보 응답 메시지와 MSC에서의 라우팅 정보 요청 메시지는 MSC에 도착하는 호의 평균도착률과 같으므로  $\lambda_{hr} = \lambda_{vs} = \lambda_o$ 이 된다. 그러므로 다음과 같이 구해진다.

$$\lambda_v = \lambda_o + \lambda_{hr} + \lambda_{vs} = 3\lambda_o \quad (3)$$

HLR에 도착하는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_h$ 는 다음과 같이 구해진다.

- 하나의 MSC로부터 도착하는 라우팅 정보 요청 :  $\lambda_{hr} = \lambda_o$
- n개의 MSC로부터 각각  $\lambda_o$ 의 평균 도착률로 메시지가 도착하므로  $\lambda_h = n\lambda_o$ 가 된다.

SCP로 입력되는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_s$ 는 다음과 같다.

- 하나의 MSC로부터 지능망 서비스 처리를 요청 :  $\lambda_o \times Pr_{DN}$
- n개의 MSC로부터 각각  $\lambda_o Pr_{DN}$ 의 평균 도착률로 지능망 서비스 처리를 요청하는 메시지가 도착하므로

로  $\lambda_s = n\lambda_o Pr_{DN}$ 가 된다.

2.2 제안하는 모델의 분석

다음은 제안하는 모델에서 각 노드로 도착하는 메시지의 평균 도착률을 알아보도록 한다.

MSC/SSP에 도착하는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_m'$ 는 다음과 같이 구해진다.

(1) 일반 이동망 호에 대한 메시지

- 단말기로부터 도착하는 일반 이동망호의 평균 도착률 :  $\lambda_o \times (1 - Pr_{DN})$

(2) 지능망 호에 대한 메시지

- 단말기로부터 도착하는 지능망 서비스 호의 평균 도착률 :  $\lambda_o \times Pr_{DN}$

(3) 두 가지 호에서 공통으로 사용되는 메시지

- HLR로부터 도착하는 라우팅 정보 응답 :  $\lambda_{hr}'$
  - 다른 MSC/SSP로부터 도착하는 출호 :  $\lambda_i'$
  - VLR로부터 도착하는 라우팅 정보 응답 :  $\lambda_{vr}'$
- 따라서 다음의 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned} \lambda_m' &= \lambda_o \times (1 - Pr_{DN}) + \lambda_o \times Pr_{DN} + \lambda_{hr}' \\ &+ \lambda_{vr}' + \lambda_i' = 4\lambda_o. \end{aligned} \quad (4)$$

VLR로 도착하는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_v'$ 는 다음과 같다.

- MSC/SSP에서의 라우팅 정보 요청 :  $\lambda_v' = \lambda_o$
- HLR로 도착하는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_h'$ 는 다음과 같다.

- 하나의 MSC/SSP로부터 도착하는 라우팅 정보 요청 :  $\lambda_{hr}' = \lambda_o$
- n개의 MSC/SSP로부터 각각  $\lambda_o$ 의 평균 도착률로 메시지가 도착하므로  $\lambda_h' = n\lambda_o$ 가 된다.

SCP로 입력되는 메시지의 평균 도착률,  $\lambda_s'$ 는 다음과 같다.

- 하나의 MSC/SSP로부터 지능망 서비스 처리 요청 :  $\lambda_o \times Pr_{DN}$
- n개의 MSC/SSP로부터 각각  $\lambda_o Pr_{DN}$ 의 평균 도착률로 지능망 서비스 처리를 요청하는 메시지가 도착하므로  $\lambda_s' = n\lambda_o Pr_{DN}$ 가 된다.

3 평균 서비스 지연 시간의 비교

각 노드에서의 서비스 지연 시간을 하나의 메시지가 처리되기 위하여 해당 노드로 진입하여 서비

스를 받을 때까지의 시간이라고 정의하고, 먼저 각 노드에서의 서비스 지연 시간을 구한다.

<그림 5(a)>의 기존 모델에서 일반 이동망 호 처리 지연 시간,  $w_{call}$ 은 다음과 같다.

$$w_{call} = w_{MSCp} + w_{VLRp} + w_{HLR} + w_{VLRp} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (5)$$

지능망 호를 처리하기 위하여 필요한 평균 서비스 지연 시간은 다음과 같이 구한다.

$$w_{IN} = w_{MSCp} + w_{SCP} + w_{MSCp} + w_{VLRp} + w_{HLR} + w_{VLRp} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (6)$$

이를 구하기 위하여 (식 1)을 사용하면 MSC, VLR, HLR, SCP에서의 평균 서비스 지연 시간을 구하면 <표 1>과 같다.

표 1. 기존 모델과 제안 모델의 각 노드별 서비스 지연 시간 비교

	MSC	VLR	HLR	SCP
기존 모델	$\frac{1}{\mu_m - \lambda_o(4 + Pr_{IN})}$	$\frac{1}{\mu_v - 3\lambda_o}$	$\frac{1}{\mu_h - n\lambda_o}$	$\frac{1}{\mu_s - n\lambda_o Pr_{IN}}$
제안 모델	$\frac{1}{\mu_m - 4\lambda_o}$	$\frac{1}{\mu_v - \lambda_o}$	$\frac{1}{\mu_h - n\lambda_o}$	$\frac{1}{\mu_s - n\lambda_o Pr_{IN}}$

노드별 평균 서비스 지연 시간을 사용하여 일반 이동망 호에 대한 서비스 지연 시간을 구하면 다음과 같다.

$$w_{call} = w_{MSCp} + w_{VLRp} + w_{HLR} + w_{VLRp} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (7)$$

$$= \frac{3}{\mu_m - \lambda_o(4 + Pr_{IN})} + \frac{3}{\mu_v - 3\lambda_o} + \frac{1}{\mu_h - n\lambda_o}$$

지능망 호에 대한 서비스 지연 시간을 구하면 다음과 같다.

$$w_{IN} = w_{MSCp} + w_{SCP} + w_{MSCp} + w_{VLRp} + w_{HLR} + w_{VLRp} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (8)$$

$$= \frac{4}{\mu_m - \lambda_o(4 + Pr_{IN})} + \frac{3}{\mu_v - 3\lambda_o} + \frac{1}{\mu_h - n\lambda_o} + \frac{1}{\mu_s - n\lambda_o Pr_{IN}}$$

<그림 5(b)>의 제안하는 모델에서 일반 이동망 호 처리에 필요한 서비스 지연 시간을 구하면 다음과 같다.

$$w_{call}' = w_{MSCp} + w_{HLR} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (9)$$

지능망 호를 처리하기 위하여 필요한 평균 서비스 지연 시간은 다음과 같이 구한다.

$$w_{IN}' = w_{MSCp} + w_{SCP} + w_{HLR} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (10)$$

기존 모델의 경우와 마찬가지로 (식 1)을 사용하여 제안하는 모델의 MSC, VLR, HLR, SCP에서 평균 서비스 지연 시간을 구하면 <표 1>과 같다.

노드별 평균 서비스 지연 시간을 사용하여 일반 이동망 호에 대한 서비스 지연 시간을 구하면 다음과 같다.

$$w_{call}' = w_{MSCp} + w_{HLR} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (11)$$

$$= \frac{3}{\mu_m - 4\lambda_o} + \frac{1}{\mu_v - \lambda_o} + \frac{1}{\mu_h - n\lambda_o}$$

지능망 호에 대한 서비스 지연 시간을 구하면 다음과 같다.

$$w_{IN}' = w_{MSCp} + w_{SCP} + w_{HLR} + w_{MSCp} + w_{MSCn} + w_{VLRn} \quad (12)$$

$$= \frac{3}{\mu_m - 4\lambda_o} + \frac{1}{\mu_v - \lambda_o} + \frac{1}{\mu_h - n\lambda_o} + \frac{1}{\mu_s - n\lambda_o Pr_{IN}}$$

### V. 성능 분석 및 결과

이 장에서는 사용될 파라미터들을 다음과 같이 정의한다. 여기에서 사용된 값들은 IMT-2000 권고안으로부터 얻어진 값들이다<sup>[12,13]</sup>.

- (1) HLR/SCP하나에 연결된 MSC/SSP의 수: 9개
- (2) 단말기 한 대당 평균 트래픽 사용량 ( $T_{MT}$ ) : 0.0417 (Erlang/단말기)
- (3) 평균 call holding time ( $E(T)$ ) : 100 (초)
- (4) 1 km<sup>2</sup>당 존재하는 터미널의 평균 개수 ( $\rho$ ) : 36,000 (단말기/km<sup>2</sup>)

- (5) 한 개의 VLR로 관리되는 지역의 넓이 ( $L_{VLR}$ ) : 2.286 (km<sup>2</sup>)
- (6) 단말기 한 대당 발신호의 도착 확률( $Pr_{orig}$ ):0.5
- (7) 단말기 한 대당 착신호의 도착 확률( $Pr_{ter}$ ):0.5
- (8) 지능망 서비스 호가 도착할 확률( $Pr_{IN}$ ):0.2

각 물리실체에서의 서비스 처리 속도는 VLR과 MSC/SSP, HLR, SCP에 대하여  $\mu_v = \mu_h = \mu_s = 2400$  (메시지/초),  $\mu_m = 2000$  (메시지/초)로 가정한다.

파라미터들을 사용하여 MSC/SSP에 도착하는 인호의 평균 도착률,  $\lambda_o$ 를 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \lambda_o &= \rho T_{MT} \frac{1}{E(T)} L_{VLR} Pr_{orig} \\ &= 36,000 \times 0.0417 \times \frac{1}{100} \times 0.5 \times 2.286 \\ &= 17.16 \text{ (Erlang/s)} \end{aligned}$$

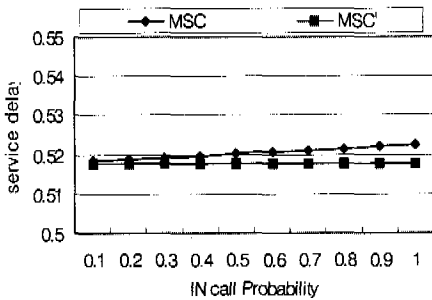


그림 6. (a) IN call Probability에 따른 MSC에서의 메시지 처리 지연 시간

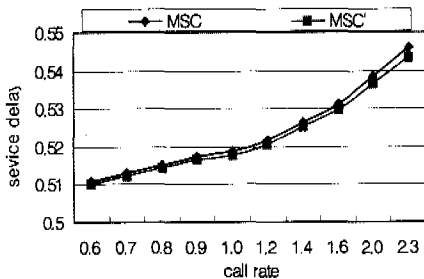


그림 6. (b) 평균 메시지 도착률에 따른 MSC의 메시지 처리 지연 시간

<그림 6(a)>는 기존 모델과 제안 모델에서 지능망 호가 도착할 확률에 따라 MSC에서의 메시지 처리 지연 시간(MSC와 MSC')을 비교한 것이고 (b)는 각 모델에서 호의 평균 도착률에 따라 MSC에서의 메시지 처리 지연 시간을 비교한 것이다. 제안

모델의 MSC 메시지 처리 지연 시간이 두 가지 경우 모두 기존 모델보다 작은 것을 알 수 있다.

<그림 7>은 MSC에 대한 호의 평균 도착률에 따라 기존 모델과 제안 모델의 일반 이동망 호 처리 지연 시간(call과 call')과 지능망 서비스 호 처리 지연 시간(IN과 IN')을 각각 비교한 것이다. 제안 모델의 서비스 지연 시간이 두 가지 경우 모두 기존 모델보다 작은 것을 알 수 있으며 기존 모델에서 일반 이동망 호와 지능망 호의 서비스 지연 시간의 차이가 제안 모델의 일반 이동망 호와 지능망 호의 서비스 지연 시간의 차이보다 훨씬 큰 것을 알 수 있다.

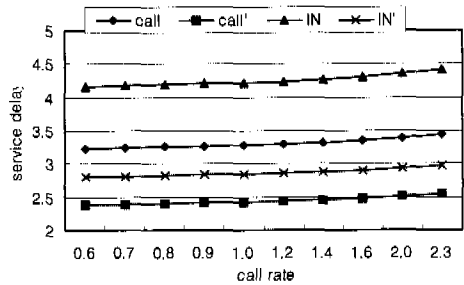


그림 7. MSC에 도착하는 호의 평균 도착률에 따른 평균 서비스 지연 시간

<그림 8(a)>는 제안 모델에서 MSC/SSP의 수가 증가함에 따라 일반 이동망호와 지능망 서비스 호의 서비스 지연 시간이 급속도로 증가함을 알 수 있다. 또한 연결된 MSC/SSP의 수가 증가함에 따라 HLR에서의 서비스 지연 시간은 증가하는 반면에 SCP에서의 서비스 지연 시간은 큰 변화를 보이지 않음을 알 수 있다.

<그림 8(b)>은 기존 모델과 제안 모델 모두 SCP/HLR에 연결된 MSC/SSP 수의 증가에 따라 서비스 지연 시간이 급속도로 증가함을 알 수 있다.

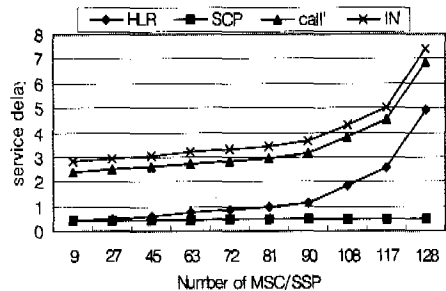


그림 8. (a) 제안 모델에서 MSC/SSP 수의 변화에 따른 평균 서비스 지연 시간의 비교



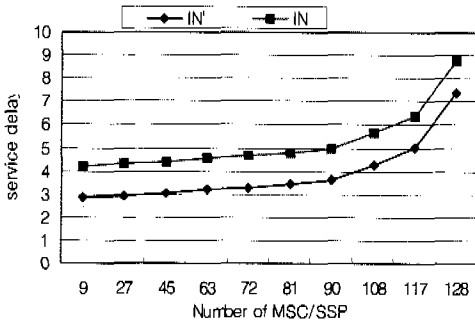


그림 8. (b) MSC/SSP 수의 변화에 따라 기존 모델과 제안 모델의 평균 서비스 지연 시간 비교

### VI. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 IMT-2000에 필요한 각 기능 실체들을 물리 실체에 대응하는 방안과 이러한 대응에 따르는 통합 모델을 제시하고 이 모델에서의 일반 이동망호와 지능망 서비스를 제공하는 호 처리 시나리오를 제시하였다.

MSC에 도착하는 호의 평균 도착률에 따라 기존 모델과 제안 모델의 일반 이동망 호 및 지능망 서비스 호에 대한 서비스 지연 시간을 비교 분석한 결과, 제안 모델의 서비스 지연 시간이 현격하게 적은 것으로 나타난다. 또한 각 노드에서의 서비스 지연 시간을 계산한 결과, HLR에 연결된 MSC/SSP 수가 증가함에 따라 HLR에서의 서비스 지연 시간이 SCP에 비하여 큰 폭으로 증가함을 알 수 있다. 그리고 HLR에 연결된 MSC/SSP의 수가 많아 질수록 일반 이동망 호와 지능망 서비스 호의 서비스 지연 시간 역시 증가하며, 제안 모델의 지능망 서비스 호의 서비스 지연 시간이 기존의 모델보다 좋은 성능을 보인다.

### 참 고 문 헌

[1] ITU-T Draft Recommendation Q.FIF version 9.1, Geneva, 1997, 9.  
 [2] ITU-T Draft Recommendation Q.FNA version 10.1, Maui, USA, 1998. 1.  
 [4] 최고봉, 김기령, "FPLMTS의 서비스고급화를 위한 차세대 지능망 구조," 한국통신학회지, 제 14권, 제 2호, 1997, 2.  
 [5] 김수현, 김하성, "지능망을 이용한 차세대이동

통신시스템(FPLMTS) 네트워크 기능 모델 구조 연구."

[6] 강상용, 김하성, "고도 지능망에서의 유선 ATM 기반의 무선 IMT-2000 통합 교환 기술," 텔레콤, 제 13권, 제 1호, 1997, 6.  
 [7] 강경훈, 유제훈, 최승식, 황진경, "IMT-2000 교환망 구성 방안," 텔레콤, 제 13권, 제 1호, 1997.  
 [8] Y.B. Lin, S.Y.Hwang, "Comparing the PCS Location Tracking Strategies," *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, Vol. 45, No. 1, Feb. 1996.  
 [9] C. Eynard, M. Lenti, A. lombardo, O. Marengo, S. Palazzo, "Performance of data querying operations in Universal Mobile Telecommunications Systems," *IEEE INFO-COM'95*, pp. 473-480, Apr. 1995.  
 [10] X. Qui, V.O. K. Li, "Performance Analysis of PCS Mobility Management Database System," *Proc. USC/IEEE International Conference on Computer Communications and Networks*, Sep. 1995.  
 [11] Leonard Kleinrock, "Queueing Systems," Volume1, A Wiley-Interscience Publication, 1975.  
 [12] Kathleen S. Meier-Hellstern and Deuardo Alonso, "The Use of SS7 and GSM to Support High Density Personal Communications," *ICC'92*, Cicago, USA, pp. 1698-1702, June. 1992.  
 [13] CCIR Recommendation 687-1, "Future Public Land Mobile Telecommunication Systems," 1992.

이 용(Y. Lee)

정회원



1992년 2월 : 덕성여자대학교  
 전산학과 졸업  
 1996년 8월 : 연세대학교 컴퓨터  
 터과학과 석사  
 1997년 3월~현재 : 연세대학교  
 컴퓨터과학과 박사과정

<주관심 분야> IMT-2000, 지능망, PCS

김 현 속(H.S. Kim)

정회원



1997년 2월 : 덕성여자대학교

전산학과 졸업

1999년 현재 : 연세대학교 컴퓨

터 과학과 석사과정

<주관심 분야> IMT-2000, 지능망, PCS

송 주 석(J.S. Song)

정회원

현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

한국통신학회 논문지 제22권 10호 참조