

## 이동가입자를 위한 개선된 라우팅 방식의 통신망 성능 평가

正會員 金丁會\*, 李廷圭\*

### Performance Evaluation of Telecommunication Networks in an Improved Routing Method for Mobile Subscribers

Jeong Hoe Kim\*, Jong Kyu Lee\* Regular Members

#### 要 約

본 논문에서는 이동가입자를 위한 FCL (Frequently Called List) 테이블을 사용하는 경우의 통신망 성능을 평가하였다. 이동가입자의 경우 기존의 일반적인 경로 설정 방식에서는 FS (Flood Search) 방식을 이용하여 수신가입자의 위치를 확인한 후 호설정을 하였다. 그러나 FS 방식은 잉여패킷의 수가 급격히 증가하게 되어 망의 성능이 급격히 떨어지게 된다.

따라서 본 논문에서는 FCL 테이블을 사용하는 개선된 경로 설정 알고리즘을 제안하였다. 즉, 이동가입자의 경우에 FCL 테이블을 참조하여 FCL 테이블 내에 수신가입자가 존재하는 경우에는 DAR (Dynamic Adaptive Routing) 방식으로 호설정을 하고 존재하지 않는 경우에는 FS를 사용하여 수신가입자의 위치를 확인한 후에 DAR 방식으로 호설정을 하였다.

트래픽이 증가할수록 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우의 호설정 시간은 지수적인 증가를 보였으나 FCL 테이블을 사용하는 경우에는 소폭의 증가만을 보였다. 그리고 이동가입자의 비율이 증가함에 따라 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우의 호설정 시간은 큰 증가를 보였으나 FCL 테이블을 사용하는 경우에는 증가폭이 적었다. 또한 FCL 테이블 hit ratio가 커짐에 따라 호설정 시간이 더욱 크게 감소함을 알 수 있었다.

#### ABSTRACT

In this paper, we have evaluated the performance of telecommunication networks using FCL (Frequently Called List) tables for mobile subscribers. In an existing call setup algorithm, a DAR (Dynamic Adaptive Routing) method has been used after searching the location of destination subscribers by a FS (Flood Search) scheme for mobile subscribers. Then, network performance is

\* 한양대학교 전자계산학과  
論文番號 : 95041-0203  
接受日字 : 1995年 2月 3日

degraded due to increased redundant packets by the FS scheme.

We have proposed an improved routing method using the FCL table. In this method, mobile subscribers refer to the FCL table first. If one finds the destination subscriber in the table, the DAR method is used. Otherwise, the DAR method is used, only after using the FS scheme.

Simulation results have indicated that call setup times without the FCL table have increased exponentially with increasing traffic, but not so much with the FCL table. Call setup time without the FCL table has increased rapidly with the increase in mobile subscriber ratio, but with the FCL table, call setup time has increased slowly. For higher FCL table hit ratio call setup time has decreased more rapidly.

## I. 서 론

최근 무선 통신 기술의 급격한 발전으로 각종 무선 호출 서비스 및 이동 통신 서비스에 대한 관심과 수요가 급증하고 있고, 기존 통신망 내에도 무선 이동가입자의 수가 현저히 증가하고 있다. 그리고 이러한 추세는 앞으로 더욱 가속화될 전망이어서 기존의 공중전화망으로 대표되는 desk-to-desk communication 원칙은 날로 증가하고 있는 이동 통신 가입자들의 요구를 충족시켜 나가기 어렵게 될 것이다<sup>[1]</sup>.

이동가입자에 대한 기존의 flooding 방식의 경로 설정 방식은, 통화량이 적을 경우에는 최소한 하나의 패킷은 최소 경로로 반드시 수신 노드에 도착한다는 장점은 있지만, 통화량이 증가할 경우에는 많은 잉여패킷 때문에 망에 많은 부하가 걸리게 되어 호설정에 걸리는 시간이 길어지게 되고, 호설정에 성공하는 확률이 낮아지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 기존의 방식과 수신가입자가 고정가입자인 경우와 이동가입자인 경우를 구분하여 FCL 테이블을 사용하여 라우팅을 하는 새로운 방식 등의 두 가지를 비교, 연구하였다. 이러한 두 가지 방법에 대한 간단한 설명을 아래에 제시하였다.

1) 기존의 라우팅 알고리즘: 고정가입자인 경우에는 DAR 방식으로 경로 설정을 하고, 이동가입자인 경우에는 FS 방식으로 수신가입자의 위치를 확인한 후에 DAR 방식으로 경로 설정을 한다.

2) 제안된 알고리즘: 고정가입자인 경우에는 DAR 방식으로 경로 설정을 하고, 이동가입자인 경우에는, 먼저 FCL 테이블을 확인하여, 만약 테이블 내에 수신가입자에 대한 위치 정보가 존재한다면 DAR로 경로 설정

을 하고 테이블에 없다면 FS 방식으로 수신가입자의 위치를 확인한 후에 DAR 방식으로 경로 설정을 한다. 이때, 테이블 내에는 수신가입자에 대한 위치 정보가 존재하였으나 가입자의 이동이 발생하여 수신 노드에 가입자가 존재하지 않을 경우에는 송신 노드에서 다시 FS 방식으로 수신가입자의 위치를 확인한 후에 라우팅을 재시도한다.

위의 두 가지 방법에 대하여 호설정 시간(call setup time)을 각각 구하였다. 그리고 본 연구의 일반성을 위하여 공통신 신호방식을 이용하여 호설정을 수행하는 격자구조 통신망과 일반적인 CCIS(Common Channel Interoffice Signaling) 통신망에 대해 시뮬레이션을 수행하였고, 이동가입자 수의 증가가 망 전체의 평균 호설정 시간에 미치는 영향을 알아보기 위해 이동가입자 비율을 다양하게 변화시키면서 평균 호설정 시간을 구하였다. 또한 망 전체에 걸리는 통화량 자체의 증가에 따르는 FCL 테이블의 성능을 알아보기 위해 통화량을 여러 가지로 바꾸면서 평균 호설정 시간을 구하였다. FCL 테이블 hit ratio가 변할 때 이동가입자와 고정가입자의 호설정 시간을 각각 구하였다.

Ⅱ장에서는 망의 모델에 관하여 설명을 하였고, Ⅲ장에서는 FCL 테이블과 경로 설정 방식에 대하여 자세히 기술하였으며 Ⅳ장에서는 시뮬레이션 결과를 제시하고 분석하였다. 그리고 마지막으로 Ⅴ장에서는 본 논문의 결론을 맺었다.

## Ⅱ. Network 모델

### 1. Network Topology

본 논문에서는 공통신 신호방식의 통신망으로서 그림

1과 같은 격자구조 통신망과 그림 2의 일반적인 CCIS 통신망을 고려하였다. 그리고 본 논문에서의 호설정 방식으로는 CCITT Q.700의 공통선 신호방식 #7 (Common Channel Signaling #7)을 사용하였다<sup>12)</sup>. 공통선 신호방식은 call setup, supervision, 그리고 call과 connection 제어 정보뿐만 아니라 프로세서 상호간의 질의와 응답 등의 distributed application processing에 관한 정보, network management 정보까지도 망 내의 다른 노드와 교환하는 것을 가능케 해 주는 시스템이다.

우선 격자구조 통신망은 송신 노드와 수신 노드 사이에 경로 설정에 관한 정보를 전송하기 위해 필요한 망의 자원이 적어도 되고, 여러 우회 경로가 존재하므로 노드나 링크의 고장에도 불구하고 신뢰성이 높으며 새로운 노드의 추가나 기존 노드의 삭제가 편리하다<sup>4), 5)</sup>. 또한 망에 걸리는 부하가 망 전체에 골고루 분산되어짐으로써 망의 효율성을 높일 수 있는 구조를 갖고 있어서, 높은 신뢰성과 효율성 그리고 신속성이 요구되어지는 군 통신망에 사용되고 있고, 미래 통신망으로서도 많은 응용 분야를 가지는 통신망이다. 본 연구에서 고려한 모델로는 4×5 격자구조 통신망이다.

본 논문에서 모델로 설정한 두 번째 망은 그림 2와 같은 구조를 갖고 있다<sup>6)</sup>. 이 CCIS망은 경제성과 신속한 호설정, 향상된 보안 능력, 그리고 유연성(flexibility) 등을 제공하기 위하여 개발된 공통선 신호망으로서, 그림 2에서 보는 것처럼 SP (Switching Office)

들과 STP (Signal Transfer Point)들로 구성되어 있다. SP들은 한 지역마다 2개의 STP에 연결되어 있다. 따라서 하나의 링크가 끊어졌을 때 다른 STP를 통해서 원하는 지역의 가입자와 통화를 할 수 있도록 되어 있어 높은 신뢰성을 제공하는 망이다.

각 노드에는 이웃하는 노드로부터 도착하는 호를 임시로 저장하는 노드큐와 다음 링크와 이어져 있는 링크큐가 있다. 교환기는 노드큐에서 호를 하나 꺼내서 호에 담긴 정보를 분석하고 그 정보에 따라서 다음의 4가지 중 한가지 방식으로 호를 처리한다.

① 호가 자신 이외의 다른 노드로 향하는 호일 경우에는 DAR 혹은 FS 방식으로 다음 노드를 결정된 후에 결정되어진 다음 노드들로 이어진 링크의 링크큐에 호를 넣게 된다.

② 자신에게로 향하는 호일 경우, 원하는 수신가입자의 상태를 확인한 후에

i) 수신가입자가 대기 상태이면 ACK 패킷을 송신가입자에게 보낸다.

ii) 수신가입자가 통화중이라면 Destination Busy 패킷을 송신가입자에게 보낸다.

iii) 수신가입자가 이동가입자이어서 이동을 하여 원하는 수신가입자가 존재하지 않는 경우에는 NACK 패킷을 되돌려 보내게 된다.

교환기가 호를 처리하고 나면 링크큐의 서버(server)는 단지 자신의 큐에 있는 호들을 다음 노드의 노드큐로 보내 주기만 한다. 본 논문에서는 모든 노드큐와 링크큐

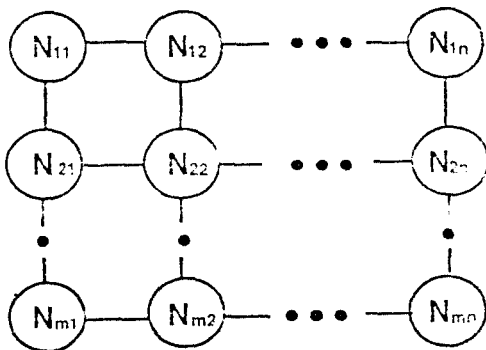


그림 1. m × n 격자구조 통신망  
Fig. 1. m × n grid telecommunication network

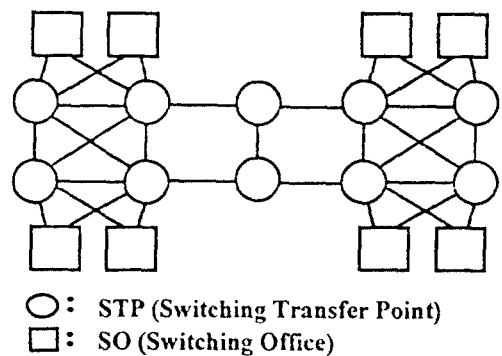


그림 2. CCIS 통신망  
Fig. 2. CCIS telecommunication network

의 크기는 무한대로 가정하였다.

2. 트래픽 모델링

통신망은 망의 자원(resources)을 사용하기를 요구하는 사용자와 사용자들에게 망의 자원을 공정하고 효율적으로 분배하는 프로토콜의 결합체라고 생각할 수 있다. 통신망 성능 평가를 위하여 시뮬레이션을 수행하는 경우, 사용자의 요구 발생과 만족은 시간 순서대로 일어나게 된다. 통신망 시뮬레이션에서의 전형적인 사건(event)은 사용자의 요구, 즉 호의 발생이고, 이런 요구의 발생 시간 간격을 어떻게 모델링할 것인가는 통신망 시뮬레이션의 매우 중요한 요소 가운데 하나이다<sup>(7)</sup>. 본 논문에서는 실제 통화 현실을 더욱 정확히 반영하기 위하여 다음과 같은 가정을 하였다<sup>(8)</sup>.

- i) 각 노드에는 모두 300명의 유한 가입자가 있다.
- ii) 각 가입자는 통화중이거나 대기중이며, 각각의 통화시간과 대기시간은 지수분포를 이루는 임의의 시간이 되도록 하였으며, 타 가입자의 상대나 통화시간 또는 대기시간과 독립적이다.
- iii) 이 통신망은 blocked-calls-cleared-mode 이다.

그리고 먼 거리에 있는 가입자들보다는 가까운 거리에 있는 가입자간의 통화가 더욱 빈번하다는 사실을 반영하기 위하여 송수신 가입자간의 거리가 한 hop이 멀어질수록 호 발생률은 1/2로 줄어들도록 모델링하였다. 가입자 1인당 1시간의 통화량은 1992년도 자동식 전화 뚝수중 1일 통화량을 근거로 하여 예측한 1995년도의 통화량 값을 사용하였다<sup>(9)</sup>. (9)에 의하면 가입자 1인당 통화량은 0.632948 (회/시간) 이고 한 노드에는 300명의 가입자가 존재한다고 가정하였으므로 1시간에 한 노드에 새로 도착되는 전체 호의 도착율은  $0.632948 \times 300 = 189.8844$  (호/Hour)가 된다.

위의 방법으로 모든 노드 pair (i, j)에 대해서 초기 상태의 호 도착율  $\lambda_{i,j}(0)$  를 구하면, 유한 가입자 모델이므로 호 도착율은 각 노드에서 대기중인 가입자의 수에 비례하게 된다. 따라서 임의의 시간 t에서 노드 i에서 노드 j로 향하는 호의 도착율은 다음과 같다.

$$\lambda_{i,j}(t) = \lambda_{i,j}(0) \times N_i(t)/300$$

여기서  $\lambda_{i,j}(0)$  는 초기 상태에서의 노드 j에서 i로 가는 호의 도착율이고  $N_i(t)$ 는 시점 t에서 노드 i의 대기

중인 가입자 수이다.

Ⅲ. 경로 설정

1. FCL 테이블

FCL 테이블이란 빈번히 발생하는 호들에 대해 수신노드와 수신가입자의 위치 정보를 갖고 있는 테이블이며 이것은 모든 노드가 가지고 있다. 만약 어느 가입자로부터 임의의 다른 수신가입자로의 호가 발생하면 수신가입자가 이동가입자일 경우에 만약 FCL 테이블 내에 동일한 호에 대한 위치 정보가 있으면 그 정보를 참조하여 DAR 방식으로 대상 가입자를 찾아 호설정을 시도한다. FCL 테이블의 구조는 그림 3과 같다.

송신 노드 번호	송신 가입자 번호	수신 노드 번호	수신 가입자 번호	호 발생 시간
-------------	--------------	-------------	--------------	---------

그림 3. FCL 테이블 구조  
Fig. 3. FCL table structure

FCL 테이블의 성능을 좌우하는 요소에는 아래와 같은 여러 요소가 있을 수 있다<sup>(10)</sup>.

- ① FCL 테이블의 크기 : FCL 테이블의 크기가 커질수록 발생했던 호에 대하여 많은 양의 정보를 갖고 있으므로 망의 전체적인 호설정 시간은 짧아지게 된다.
- ② FCL 테이블 검색 시간 : FCL 테이블의 크기가 커지면 테이블 검색 시간이 많이 소요된다. 따라서 호설정 시간이 커지게 된다.
- ③ FCL 테이블 incorrect ratio : FCL 테이블 크기가 커질수록 많은 가입자에 대한 정보를 갖고 있을 수는 있지만 이동가입자의 이동율이 커지거나 이동가입자 비율 자체가 많아지면 이동가입자들의 빈번한 이동 때문에 수신가입자에 대한 위치 정보가 FCL 테이블 내에는 존재하지만 그 정보가 틀린 정보일 확률(FCL table incorrect ratio)이 점점 커지기 때문에 FCL 테이블의 효율이 크게 떨어질 수 있다. 따라서 이동가입자의 비율과 이동 빈도에 따라서 적당한 크기의 FCL 테이블을 선택하는 것도 매우 중요한 문제이다<sup>(11)</sup>.

2. 경로 설정 알고리즘

호가 발생하였을 때, 그 호를 수신 노드까지 보내기

위해 어떻게 다음 노드를 선택할 것인지를 결정하는 것은 망 설계 단계에서부터 매우 중요한 요소가 된다. 통신망 상에서 수행되는 라우팅(routing) 기능은 정확성(correctness), 신뢰성(reliability), 단순성(simplicity), 최적성(optimality) 및 공정성(fairness) 등이 요구되어진다<sup>(12)</sup>. 현재 널리 사용되고 있는 경로 설정 프로토콜로서는, 망 설계와 구성시 미리 경로가 설정되므로 구현은 간단하지만 망의 부하 변동이나 고장 등에 대처할 수 없는 nonadaptive 라우팅 프로토콜과, 라우팅 기능은 복잡하지만 망의 부하 상태 변화에 능동적으로 대처할 수 있고 노드나 링크의 고장 등의 상황에도 적절히 적용할 수 있는 adaptive 라우팅 프로토콜의 두 가지가 있다.

이러한 라우팅 프로토콜 중에서 FSR(Flood Search Routing)은 하나의 노드에 들어온 호를 방금 전송되어 온 노드를 제외한 이웃한 모든 노드에 재 전송하는 프로토콜이다<sup>(12)</sup>. 따라서 호가 발생하면 최소한 하나의 호는 도달 가능한 가장 빠른 경로로 가장 빠른 시간에 수신 노드까지 도달할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이 프로토콜은 한 호가 들어오면 그것을 복사해서 이웃 노드로 모두 재 전송함으로써 똑같은 잉여패킷이 많이 생기게 되고 따라서 망의 부하가 급속도로 증가하게 되는 단점이 있다.

DAR 프로토콜은 일정 시간마다 망의 부하와 노드나 링크의 고장 여부 등을 고려하여 수신 노드로의 경로를 일정 시간마다 변경을 한다. 만약 수신가입자가 속해 있는 노드까지의 최단거리 경로 중에서 많은 트래픽이 집중되는 중간 노드가 있다면 굳이 미리 결정된 경로로 호를 보내는 것이 아니라 우회 경로로 호를 보내기도 한다. 따라서 망 토폴로지의 변화나 망 구성 요소의 고장, 트래픽 변화 등에 능동적으로 대처할 수 있다는 장점이 있지만 라우팅 테이블(Routing Table)을 재구성하는데 따르는 overhead가 있고, 또한 라우팅 테이블을 재구성하기 위해서는 인접한 노드들의 상태 정보를 알아야만 하고 또 자기 자신의 정보 역시 다른 노드에게 전달해 주어야만 하므로 망의 부하 증가가 발생한다<sup>(13-15)</sup>. 본 논문에서는 매 10초마다 이웃한 노드에서 대기중인 호의 개수와 수신 노드까지의 거리를 이용하여 라우팅 테이블을 갱신하였다<sup>(16)</sup>.

본 논문에서는 기존의 방식과 새로이 제안된 방식 2 가지를 비교하였다.

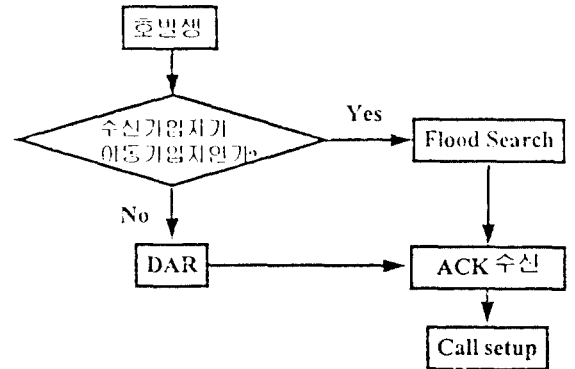


그림 4. FCL 테이블을 사용하지 않는 경우의 라우팅 알고리즘  
Fig. 4. Routing algorithm without FCL table

1) FCL 테이블을 사용하지 않을 경우의 호설정과 라우팅 알고리즘

수신가입자가 고정가입자인 경우에는 가입자의 이동이 전혀 없으므로 가입자의 위치는 고정적이고 따라서 DAR 방식으로 라우팅을 한다. 그러나 이동가입자의 경우에는 이동가입자의 위치를 알 수 없으므로 FS 방식으로 수신가입자의 위치를 확인한 후에 DAR 방식으로 라우팅을 하였다. 이것은 기존의 통신망에서의 FSR과 DAR에 관한 연구에 기초를 둔 것으로써 이 연구에 의하면 망에 걸리는 트래픽이 적을 때는 최단 경로를 찾아가는 FSR이 더욱 우수한 호설정 시간을 보이나 트래픽이 증가함에 따라서 DAR이 우수한 호설정 시간을 보이는 것으로 밝혀졌다<sup>(17)</sup>. FCL 테이블을 사용하지 않을 경우의 라우팅 알고리즘은 그림 4와 같다.

이때의 호설정 방법은 수신가입자의 종류에 따라 다음과 같이 나눌 수 있다.

- ① 고정가입자인 경우: 발생한 호는 DAR로 수신 노드로 보내지고 수신 노드에 그 호가 도착하면 수신가입자의 상태를 확인하게 된다. 이때 수신가입자는 통화중이거나 대기중이다. 따라서 만약 통화중이라면 송신가입자에게 수신가입자가 통화중이라는 메시지(Destination Busy)를 보내고 그 호는 제거된다. 만약 수신가입자가 대기중이라면 송신가입자에게 ACK를 보내게 되고 송신가입자에게 그 ACK가 오게 되면 호설정이 이루어지게 된다.
- ② 이동가입자인 경우: FS 방식으로 호가 발생하고 망

내의 모든 노드로 이 호가 보내진다. 각 노드에서는 자기 자신의 가입자 테이블을 참조하여 원하는 수신 가입자가 존재하는 경우에는 송신가입자에게 자신의 관할 지역에 원하는 수신가입자가 있다는 메시지 (Address ACK)를 보내게 되고 이 메시지를 통하여 호설정을 한다. 그렇지 않으면 계속해서 방금 전송되어 온 노드를 제외한 이웃한 모든 노드에 호를 재 전송하게 된다. 송신가입자는 찾고자 하는 이동가입자의 주소를 알려주는 Address ACK가 도착하면 호설정이 된 것으로 하였다.

일단 호설정이 이루어지면 통화 시간은 평균 180초의 이수분포를 이루는 것으로 가정하였다.

2) FCL 테이블을 사용하는 경우의 호설정과 라우팅 알고리즘

FCL 테이블을 사용하는 경우에도, 만약 수신가입자가 고정가입자일 경우에는 FCL 테이블을 참조하지 않고 곧바로 DAR 방식을 이용해서 라우팅을 하였다. 그러나 수신가입자가 이동가입자일 경우에는 FCL 테이블을 참조하여 만약에 FCL 테이블 내에 수신가입자에 대한 위치 정보가 존재한다면 DAR 방식으로 라우팅을 시도하였고, 그렇지 않으면 FS로 수신가입자의 위치를 찾은 후에 DAR 방식으로 라우팅을 하였다.

DAR 방식으로 발생된 호에 대해서는 호가 발생한 시점부터 수신가입자의 ACK가 올 때까지의 시간이 호설정 시간이 되도록 하였고, FS 방식으로 발생된 호에

대해서는 수신가입자의 주소를 담고 있는 호가 되돌아 올 때까지의 시간을 호설정 시간으로 하였다. 그러나 여기서 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우와 다른 것은, FCL 테이블을 hit 하여 그 정보를 기준으로 하여 수신 가입자를 찾아갔으나 원하는 수신가입자가 이동을 하였을 경우이다. 즉 FCL 테이블의 정보에 에러가 발생한 경우이다. 이러한 경우에는 NACK 패킷이 되돌아오게 되고, 송신가입자는 FS 방식으로 수신가입자의 위치를 확인 후에 호설정을 처음부터 다시 시도하게 된다. 따라서 오히려 처음부터 FS 방식을 사용하는 경우보다 호설정 시간이 더욱 길어지게 되고, 망에 많은 부하가 걸리게 된다. 본 논문에서는 매 4시간마다 임의의 두 노드를 선택하여 이동가입자의 10%를 타 노드로 이동시킴으로써 FCL 테이블 내의 정보가 틀린 경우가 시뮬레이션에 반영되도록 하였다. FCL 테이블을 사용하는 경우의 라우팅 알고리즘은 그림 5와 같다.

일단 호설정이 이루어지면, 각 노드는 송신가입자에서 수신가입자까지의 경로에 관한 정보들을 FCL 테이블에 FIFO(First In First Out) 원칙으로 삽입하게 된다. 본 논문에서는 FCL 테이블의 크기는 적절하다고 가정을 하고, FCL 테이블 유무에 따른 호설정 시간을 비교 하였다.

IV. 성능 평가

그림 6은 4×5 격자구조 통신망에서 이동가입자의 비

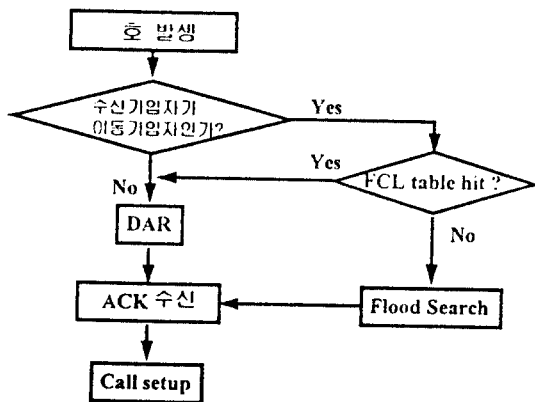


그림 5. FCL 테이블을 사용하는 경우의 라우팅 알고리즘  
Fig. 5. Routing Algorithm with FCL table

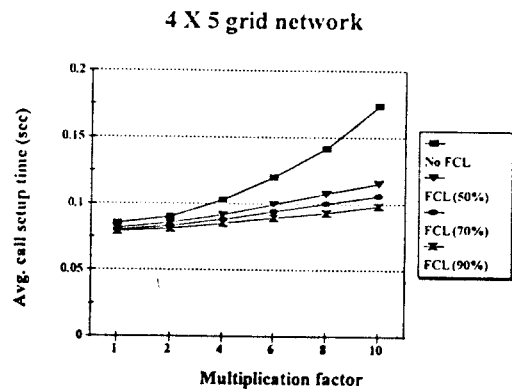


그림 6. 4×5 격자구조 통신망에서 통화량 증가에 따른 평균 호설정 시간  
Fig. 6. Average call setup times on the 4×5 grid telecommunication network with increasing traffic

율이 전체 가입자의 50%일 때 multiplication factor를 1부터 10까지 변화시키면서 구한 평균 호설정 시간이다. 현실적인 통화 패턴을 고려하여 보면, 특정한 짧은 시간 동안에 통화량이 집중되는 현상이 발생한다. Multiplication factor란 이러한 현실을 반영하기 위한 파라미터로서, 기준이 되는 트래픽 양의 몇 배의 트래픽이 집중적으로 짧은 시간 내에 발생하는 가를 나타내는 파라미터이다.

그래프에서 알 수 있듯이 FCL 테이블을 사용하는 것이 그렇지 않은 경우보다 더 좋은 호설정 시간을 보이고 있다. 이것은 FCL 테이블이 없는 경우에는 FS 방식으로 이동가입자의 위치를 찾게 되므로 망 전체에 잉여패킷이 많이 생기게 된다. 따라서 패킷이 한 노드에서 처리를 기다리는 시간이 그만큼 더 길어지게 되는 것이다. 또한 FCL 테이블이 있는 경우에도 FCL 테이블의 hit ratio가 큰 경우가 hit ratio가 작은 경우보다 평균 호설정 시간이 크게 늘어나지 않는 것을 알 수 있다.

그림 7은 그림 2의 CCIS 통신망에서 FCL 테이블을 사용하여 호설정을 하는 경우와 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우의 호설정 시간을 비교한 그림이다. 이 경우 역시 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우에는 호설정 시간이 지속적으로 증가하지만 FCL 테이블을 사용하여 호설정을 하는 경우에는 호설정 시간이 선형적으로 증가하고 있음을 알 수 있다.

그림 8은 4×5 격자구조 통신망에서 이동가입자의 비율이 전체의 0%에서 100%까지 변하는 경우, FCL 테

이블을 사용하여 호설정을 하는 경우와 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우를 비교한 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 FCL을 사용하지 않는 경우에는 이동가입자의 비율이 커짐에 따라 FS 방식으로 이동가입자의 위치를 찾게 되는 비율이 커지게 되므로 호설정 시간이 급격히 늘어나게 된다.

그림 9는 CCIS 통신망에서 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우와 사용하는 경우에 있어서의 이동가입자 비율 변화에 따른 평균 호설정 시간이다. 여기에서도 역시 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우에는 호설정 시간이

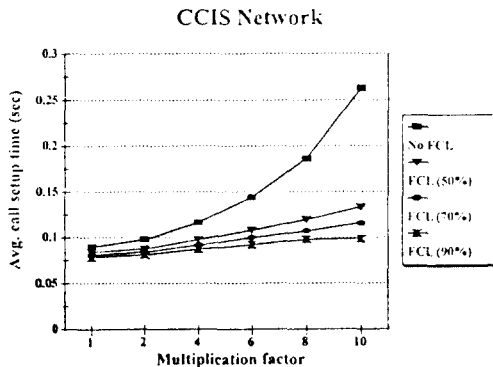


그림 7 CCIS 통신망에서 통화량 증가에 따른 평균 호설정 시간  
Fig. 7. Average call setup times on the CCIS telecommunication networks with increasing traffic

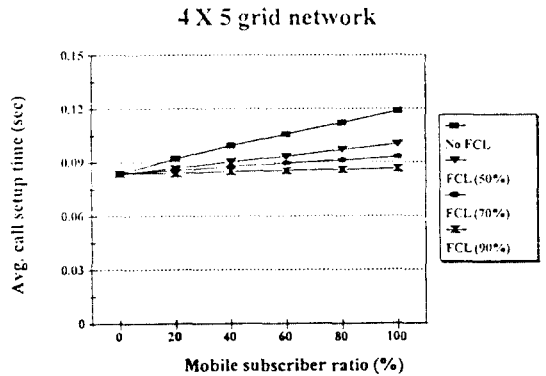


그림 8. 4×5 격자구조 통신망에서 이동가입자 비율 증가에 따른 평균 호설정 시간  
Fig. 8. Average call setup times on the 4×5 grid telecommunication network under varying mobile subscriber ratio

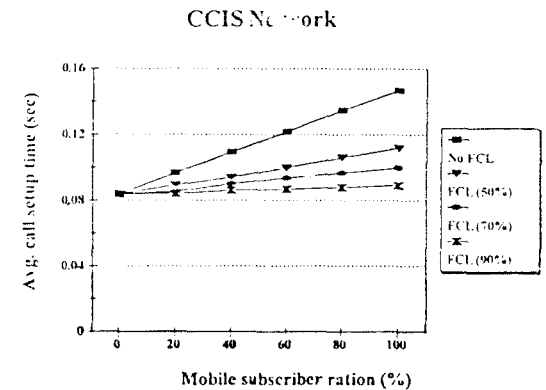


그림 9. CCIS 통신망에서 이동가입자 비율 증가에 따른 평균 호설정 시간  
Fig. 9. Average call setup times on the CCIS telecommunication network under varying mobile subscriber ratio.

크게 증가하였으나 FCL 테이블을 사용하는 경우에는 증가폭이 크지 않았다. 그리고 FCL 테이블 hit ratio가 클수록 증가폭은 더욱 감소한다는 것을 확인할 수 있다.

### V. 결 론

본 논문에서는 격자구조 통신망 및 CCIS 통신망에서 FCL 테이블을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우의 평균 호설정 시간에 대하여 비교·연구하였다. 그리고 각각의 경우에서 이동가입자의 비율 변화와 통화량의 증감이 망 전체의 호설정 시간에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 시뮬레이션 결과에서도 알 수 있듯이 FCL 테이블을 사용하는 것이 그렇지 않은 경우보다 상대적으로 매우 우수한 호설정 시간을 보였고, FCL 테이블 hit ratio가 클수록 역시 짧은 호설정 시간을 보였다.

통화량이 급증함에 따라 FCL 테이블을 사용하지 않는 경우에는 호설정 시간이 지수적으로 증가하지만 FCL 테이블을 사용하는 경우는 선형적으로 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한 이동가입자의 비율이 늘어남에 따라 호설정 시간의 상대적 차이는 더욱 커지는 것을 알 수 있었다.

이러한 결과로 비추어 볼 때 이동 통신의 비중이 날로 증가하게 될 미래의 통신망 설계와 구성 시에는 이러한 연구 결과를 바탕으로 라우팅시 FCL 테이블을 적극 활용하여 더욱 효율적이고 우수한 통신망을 설계, 구현하여야 할 것이다.

### 参考文献

1. Min Zhao and Yan Liu, "The Ways Towards PCS," *GLOBECOM '93*, Vol. 1, pp.560-563, Dec. 1993.
2. B. W. Unger, D. J. Goetz and S. W. Maryka, "Simulation of SS7 Common Channel Signaling," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 32, No. 3, pp.52-62, Mar 1994.
3. P. J. Kahn, C. D. Pack and R. A. Skoog, "Common Channel Signaling Networks: Past, Present, Future," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 12, No. 3,

- pp.383-394, Apr. 1994.
4. N. F. Maxemchuk, "Regular Mesh Topologies in Local and Metropolitan Area Networks," *AT & T Technical Journal*, Vol. 64, No. 7, pp.1659-1685, Sep. 1985.
5. N. F. Maxemchuk, "Routing in the Manhattan Street Network," *IEEE Transactions on communications*, Vol. COM-35, No. 5, pp.503-512, May. 1987.
6. E. A. Davis, C. J. Funk and J. M. Sebeson, "CCIS and SPC Network Performance," *The Bell System Technical Journal*, Vol. 61, No. 7, pp.1637-1654, Sep. 1982.
7. V. S. Frost and B. Melamed, "Traffic Modeling For Telecommunications Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 32, No. 3, pp.70-81, Mar. 1994.
8. V. A. Bolotin, "Modeling Call Holding Time Distributions for CCS Network Design and Performance Analysis," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 12, No. 3, pp.433-438, Apr. 1994.
9. K. D. Moon and J. K. Lee, "Voice Traffic Estimation using a Kalman-Filter Method and Performance Evaluation of a Grid Topology Circuit-Switched Networks," *IEEE SITA '91*, pp.755-758, Dec. 1991.
10. 김 재 현, 이 정 규, "무선 가입자를 포함한 회선교환망에서의 최적의 FCL(Frequently Called List) 테이블 크기에 관한 연구," *대한전자공학회 논문지 제 31권 A 편 제 10호*, pp.1-9, Oct. 1994.
11. P. Chemouil, J. Filipiak and P. Gauthier, "Performance Issues in the Design of Dynamically Controlled Circuit-Switched Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 28, No. 10, pp.909-95, Oct. 1990.
12. D. W. Davies, D. L. A. Barber, W. L. Price and C. M. Solomonides, "Computer Networks and Their Protocols," A Wiley-Interscience Publication, 1980.
13. B. Gavish, "Routing in a Network with



Unreliable Components." *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 40, No. 7, pp.1248-1258, July. 1992.

14. Tak-Kin G. Yum and M. Schwartz, "Comparison of Routing Procedures for Circuit-Switched Traffic in Nonhierarchical Networks," *IEEE Transactions on Communications*, Vol. COM-35, No. 5, pp.535-544, May. 1987.

15. N. T. Koussoulas, "Performance Analysis of Circuit-Switched Networks with State-Dependent Routing," *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 41, No. 11, pp.1647-1655, Nov. 1993.

16. D. Bertsekas and R. G. Gallager, "Data Networks." 2nd Ed., Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 1992.

17. 이 상 준, 문 경 덕, 이 정 규, "격자구조 회선교환망에서의 공동선 신호방식을 이용한 DAR과 FSR방식의 성능 비교분석," 1993년 *IEEE Korea Council Computer Chapter* 합동 학술 발표회, pp.289-292, May. 1993.



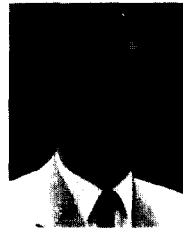
金 丁 會(Jeong Hoc Kim) 정회원

1970년생

1994년 2월 : 한양대학교 전자계산학과 졸업

1994년 3월~현재 : 한양대학교 전자계산학과 석사과정 재학중

※주관심 분야 : Queueing Theory, 통신망 성능분석, 라우팅 알고리즘



李 廷 圭(Jong Kyu Lee) 정회원

1955년생

1979 2월 : 한양대학교 전자공학과 졸업

1986년 2월 : UCLA 전자공학과 석사

1989년 2월 : UCLA 전자공학과 박사(컴퓨터 네트워크 전공)  
 1979년 3월~1984년 5월 : 국방과학연구소 연구원  
 1989년 3월~1990년 2월 : 삼성전자 정보통신부문 연구소 수석 연구원

1990년 3월~현재 : 한양대학교 전자계산학과 조교수  
 ※주관심 분야 : Queueing Theory, 통신망 성능분석, Wireless LAN, PCS system, B-ISDN