

論文94-31A-10-1

무선 가입자를 포함한 회선교환망에서의 최적의 FCL (Frequently Called List) 테이블 크기에 관한 연구

(Research on Optimal FCL (Frequently Called List) Table Sizes
in a Circuit-Switched Network including Wireless Subscribers)

金 宰 顯*, 李 廷 圭*

(Jae Hyun Kim and Jong Kyu Lee)

要 約

본 논문에서는 무선 가입자를 포함하는 격자구조 회선교환망에서 최적의 FCL (Frequently Called List) 테이블의 크기에 대하여 연구하였다. FCL 테이블이란, 발생 되는 호의 대상 가입자에 대한 위치정보를 포함하는 테이블이다. 호가 발생되면, FCL 테이블내의 대상 가입자의 위치정보를 참조하여, 목적하는 노드의 경로를 찾게 된다. 본 논문에서는 이동하는 무선 가입자를 고려하여, FSR(Flood Search Routing) 및 DAR (Dynamic Adaptive Routing) 방식을 복합적으로 이용하는 효율적인 경로 설정 알고리즘을 제시하였다. 또한, FCL 테이블 크기의 성능 파라미터로서 hit ratio 및 incorrect ratio에 대하여 시뮬레이션 하였으며, 테이블 검색시간, FSR 검색시간 및 DAR 검색시간을 고려한 오브젝트 함수를 제시하여, 최적의 FCL 테이블의 크기를 구하였다.

Abstract

In this paper, we have studied optimal FCL(Frequently Called List) table sizes in a grid topology circuit-switched network including wireless subscribers. The FCL table gives the position information of a destination subscriber for a call. When the call is generated in a node, this call is routed by the referenced position information of the destination subscriber in FCL table. In this paper, we have proposed an efficient routing algorithm, mixed FSR(Flood Search Routing) and DAR(Dynamic Adaptive Routing), considering moving wireless subscribers. Also, we have simulated hit ratio and incorrect ratio as performance parameters, consequently proposed the object function composed of table search time, hit ratio, incorrect ratio, FSR time and DAR time, and derived the optimal FCL table size by using it.

1. 서 론

본 논문에서는 무선 가입자를 포함하며, 공통선 신

호 방식(common channel signaling)을 이용하는 격자구조 회선교환망에서 최적의 FCL(Frequently Called List) 테이블 크기에 대하여 연구하였다. 격자구조 회선교환망은 높은 신뢰성과 효율성을 갖는 망으로서, 향후, 미래 통신망인 PCN(Personal Communication Networks) 등의 상용 및 신뢰성이 요구되는 군용 통신망으로서의 다양한 응용이 가

*正會員, 漢陽大學校 電子計算學科
(Dept. of Com. Sci. Eng., Hanyang Univ.)
接受日字 : 1994年 1月 26日

능한 망 구조이다. ^{[1] [2]}

근래에 들어, 무선 통신 기술의 발전으로 다양한 무선 통신 서비스가 가능하게 되었으며, 기존 통신망 내의 무선 가입자의 수 또한 급속히 증가하고 있는 추세이다. 무선 가입자의 이동율이 높아질 미래의 통신망에서는 기존의 경로 설정 방식으로는 호설정이 불가능하게 된다. 따라서, 본 논문에서는 무선 가입자의 이동을 고려한 새로운 경로 설정 방식을 제시하였다. 제안된 새로운 경로 설정 방식은 호 경로 설정 시 FCL 테이블내의 위치정보를 참조하는 방식으로, 기존의 FSR(Flood Search Routing) 방식과 DAR (Dynamic Adaptive Routing) 방식의 특성을 복합적으로 사용하였다. ^[3-5]

이 방식에서는 이동 가입자의 위치정보를 탐색하기 위하여, FSR 방식을 사용한다. 그러나, FSR 방식은 잉여 패킷의 발생으로 인하여 망의 부하를 증가시키는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여, FCL 테이블을 이용하여, 자주 발생되는 호의 경로는 DAR 방식으로 대상 가입자의 위치를 탐색하게 된다.

본 연구의 대상 모델은 공동선 신호 방식을 사용하는 격자구조 회선교환망으로서, 35개 노드로 구성되어 있으며, 각 노드의 가입자는 200 명으로 가정하여, 전체 망에는 총 7000 가입자가 연결되어 있는 것으로 가정하였다. 이러한 모델에서 FCL 테이블의 크기, 가입자 중의 무선 가입자의 수 및 무선 가입자의 이동율 등을 변화시키면서 FCL 테이블내의 hit ratio와 incorrect ratio에 대하여 시뮬레이션 하였다. 또한, hit ratio, incorrect ratio 이외의 테이블 검색시간, FSR 검색시간 및 DAR 검색시간을 고려하여 최적의 FCL 테이블의 크기를 결정할 수 있는 오브젝트 함수(object function)를 유도하였다. 이러한 오브젝트 함수를 사용하여 무선 가입자 수 및 무선 가입자의 이동율의 변화에 따른 최적의 FCL 테이블의 크기에 대하여 분석하였다.

Ⅱ 장에서는 네트워크 모델에 대하여 기술하였으며, Ⅲ 장에서는 FCL 테이블의 성능분석 파라미터에 대하여 설명하였다. 또한 Ⅳ 장에서는 FCL 테이블 크기에 대하여 성능을 분석하였으며, Ⅴ 장에서는 결론을 맺었다.

Ⅱ. 네트워크 모델

1. 격자구조망 모델

격자구조 회선교환망은 높은 신뢰성과 효율성을 갖는 망으로서, 현재 Manhattan Street Network 및 군용 통신망 등에서 사용되고 있다. 또한, 다른

토폴로지의 통신망과 비교해 볼 때, 우회경로가 존재하므로 신뢰성 및 처리율이 높고, 노드의 첨가, 삭제가 용이하다는 장점을 가지고 있기 때문에, 향후 신뢰성이 요구되는 미래의 차세대 통신망으로서, 그 응용분야가 많은 망 구조이다. 회선 교환망 구조는 $m \times n$ 격자 구조이며, 구조는 그림 1과 같다.

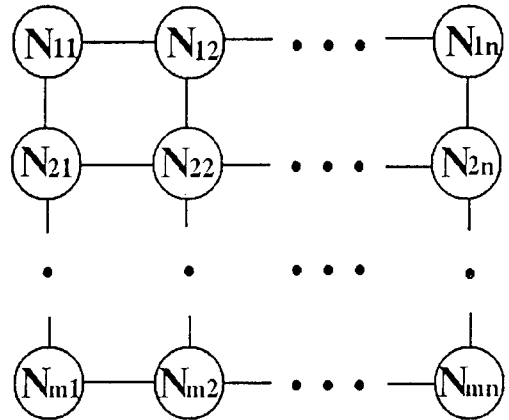


그림 1. $m \times n$ 통신망 구조

Fig. 1. $m \times n$ Network configuration.

격자구조망에서의 호설정 신호방식으로는 ISDN (Integrated Service Digital Network)등에서 사용되는 CCITT Q.700의 공동선 신호방식 #7 (common channel signaling system number 7)을 사용하였다. 본 논문에서 사용된 SS #7은 통신망에서 프로세서간의 호제어, 운용 및 유지 보수 등의 기능을 위한 정보 전달을 원활히 수행 하며, 정보의 전달에 있어서 손실 및 불필요한 중복 등이 없이 신뢰성 있는 운용을 제공하는 통신 프로토콜이다. ^[6-11]

2. 경로설정 알고리즘

통신망의 운용시, 발생된 호를 궁극적인 목적노드로 전송하기 위하여 outgoing 링크를 결정하는 라우팅(routing)기능이 필요하다. 통신망 상에서 수행되는 라우팅 기능은 OSI(Open System Interconnection) 통신망 모델의 network 계층에서 수행되는 기능으로, 정확성(correctness), 최적성(optimality), 신뢰성(reliability), 단순성(simplicity) 및 공정성(fairness) 등의 조건들이 요구된다. ^[12] 현재 통신망 상에서 널리 사용되고 있는 라우팅 프로토콜로서는, 경로가 망 구성시 미리 계산되고, 망의 부하나 토폴로지 변화에 적응성이 없으며, 라우팅을 간단하게 선택할 수 있는 non-adaptive 라우팅 프로토콜과 라우팅 선택은 복잡하

지만 망의 상태를 알고 있으므로, 망의 토폴로지나 부 하의 변동에 적응성이 있는 adaptive 라우팅 프로토콜의 두 가지로 크게 분류할 수 있다.

Non-adaptive 라우팅 프로토콜 중 FSR(Flood Search Routing) 방법은 노드에 들어온 호를 그 호가 전송된 노드를 제외한 인접한 모든 이웃 노드로 재 전송함으로써 목적 노드까지 경로를 설정하는 방법이다. FSR 방법은 모든 경로를 병렬로 사용하여 호가 목적 노드에 도달한 경로중 하나의 경로가 반드시 최적의 경로가 되므로, 트래픽 이 적으면 최소 지연을 갖으며, 망의 토폴로지 변화에 적응성이 있다. 이런 장점에 비하여, 인접한 모든 이웃 노드로 호를 재 전송함으로써 발생하는 잉여 패킷으로 인하여, 트래픽 양에 따라 패킷지연이 급속히 증가하는 단점이 있다. 통신망이 설정되어지면, 토폴로지의 변화, 망의 고장 및 트래픽의 변화가 수시로 발생한다. DAR(Dynamic Adaptive Routing) 프로토콜은 이러한 변화에 따라 목적 노드로의 경로를 변경함으로써 망에서의 호지연 시간을 최소로 하는 adaptive 라우팅 방법 중의 하나이다. DAR 프로토콜은 트래픽 변화, 망의 고장, 토폴로지 변화에 적응성이 있으며, 라우팅 설정을 시간이나 망의 상태 변화에 대하여 융통성 있게 함으로써 설정된 망을 보다 효율적으로 이용하는 방법이다.^{[13] [14]}

본 논문에서는 FSR 방식과 DAR 방식을 복합적으로 사용하는 새로운 경로 설정 알고리즘을 제시하였다. 회선 교환망에서의 FSR 및 DAR방식의 연구에 의하면, 트래픽이 적을때는 FSR이 우수한 호설정 시간을 보이며, 트래픽 양이 증가하면, DAR이 상대적으로 우수한 호설정 시간을 보이고 있다.^[15] 따라서, 본 논문에서의 경로설정 방식은 트래픽이 증가하여도 상대적으로 우수한 호설정 시간을 보이는 DAR 방식과 무선 가입자의 위치를 확인할 수 있는 FSR 방식을 복합적으로 하였다. 무선 가입자를 고려한 격자구조 회선교환망에서 FSR 방식만을 사용할 경우, 트래픽이 증가하면, 잉여 패킷의 증가로 인하여 호설정 시간이 증가하므로 상대적으로 링크의 전송율을 높여야하는 단점이 있다. 또한, DAR 방식을 단독으로 사용할 경우, 무선가입자의 이동을 확인하기 위해서는 별도의 알고리즘 및 메카니즘이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는, 트래픽 량이 증가하여도 상대적으로 호설정 시간이 우수한 DAR방식을 사용하여, 망의 상태에 적응성을 고려하였으며, FSR 방식을 사용하여 무선 가입자들의 이동에 대하여 위치를 검색할 수 있도록 하였다. 본 논문에서의 방식은 기존의 두 경로설정방식을 독립적으로 사용할 때보다 설계 및

구현이 복잡한 면은 있으나, 상대적으로 두 방식의 장점을 이용할 수 있으며, 무선 가입자의 이동성을 고려할 때, 본 논문에서 제시한 방식이 독립적인 방식에 비하여, 호설정 시간 및 망 내의 트래픽 분산 등 여러 면에서 효율적이다. 제안된 방식에서 호설정이 이루어지는 과정은 다음과 같다. 우선, 호가 발생되면 이 호의 목적지에 대한 위치정보가 FCL 테이블에 존재하는가를 검색 한다. 만약, 존재한다면 DAR 방식을 사용하여 이 호의 목적지를 찾아가게 되며, FCL 테이블 내에 존재하지 않는다면, FSR 방식으로 목적지 노드를 검색하게 된다. FSR 방식을 사용하여 대상가입자의 위치를 찾게 되면, FCL 테이블 내에 대상 가입자의 위치정보를 기록한다. 미래의 통신망에서는 무선 가입자의 이동율은 증가하게 되며, 이러한 무선 가입자의 위치정보 또한 자주 갱신되어야 한다. 따라서, 무선 가입자의 새로운 위치정보를 검색하는 알고리즘으로서 FSR 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서 제시한 복합적인 라우팅 알고리즘은 FSR과 DAR 라우팅 방식의 장점을 조합한 방식으로서, 망의 구조나 망 내의 트래픽 양에 의해 동적으로 동작하며, 우회경로가 존재 하므로, 신뢰성과 효율성이 우수하다. 새로이 제안된 경로설정 알고리즘의 순서도는 그림 2와 같다.

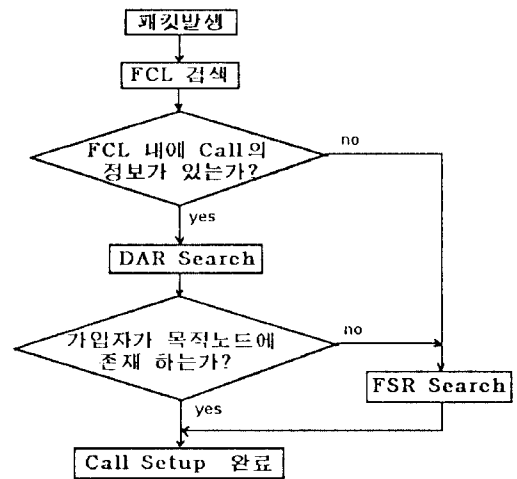


그림 2. 제안된 경로설정 방식 알고리즘 순서도
Fig. 2. Proposed routing algorithm flow chart.

Ⅲ. FCL 테이블의 성능 파라미터

1. FCL 테이블

FCL 테이블은 이미 발생된 호들에 대하여 통화 대상 가입자를 포함하는 목적노드의 위치정보를 가지고

있다. 만일, 동일한 호가 발생되면, FCL 테이블내의 정보를 참조하여 DAR 방식으로 대상 가입자를 찾게 된다. FCL 테이블내의 정보로서는 대상 가입자의 번호 이외의 근원지 노드, 목적지 노드 및 호발생 시간의 정보가 기록되어 있으며, 테이블의 각 엔티티에 대한 구성요소는 그림 3과 같다.

근원지 노드	목적지 노드	가입자 번호	호 발생시간
--------	--------	--------	--------

그림 3. FCL 테이블 형식

Fig. 3. FCL table format.

본 논문에서는 FCL 테이블의 크기를 100, 200, 300, 400 또는 500으로 가정하였다. 또한, 테이블 내용의 갱신 방식으로는 FIFO(First In-First Out) 방식을 이용하였다. 즉, 테이블이 다 채워진 후에 발생한 호에 대하여, 테이블을 검색한 후, 대상 가입자 번호를 발견하지 못하면, 테이블 내에서 호 발생시간이 가장 빠른 호(발생한지 가장 오래된 호)의 위치에 새로운 호의 정보를 입력하도록 구현하였다.

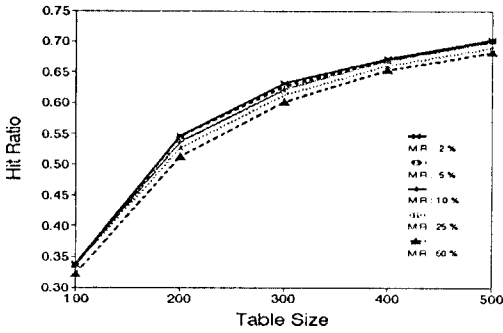
2. Hit ratio와 Incorrect ratio

FCL 테이블의 크기를 결정하는데 중요한 역할을 하는 요소로는 hit ratio 와 incorrect ratio가 있다. Hit ratio는 FCL 테이블을 참조한 모든 호에 대한 대상 가입자 번호를 FCL테이블 내에서 찾은 호의 비율을 의미한다. 또한, incorrect는 호가 발생한 후, FCL 테이블에서 대상 가입자의 위치를 참조하여 대상 가입자의 위치를 찾아갔으나, 대상 가입자의 위치가 변경된 경우를 의미하며, incorrect ratio란, 전체 FCL을 참조한 모든 호에 대한 incorrect된 호의 비율을 의미한다.

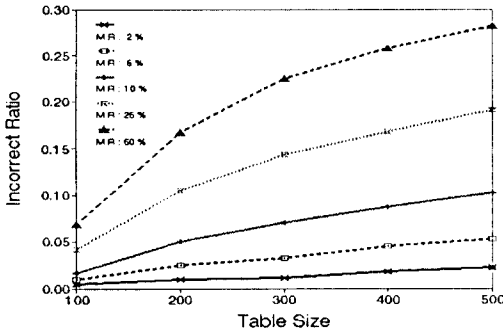
본 연구에서는 hit ratio 와 incorrect ratio 에 대하여, 전체 가입자중 무선 가입자의 수 (25 ~ 150), 무선 가입자중 이동율 (2 % ~ 50 %) 및 FCL 테이블의 크기(100 ~ 500)를 변화하면서 성능을 평가하였다.

성능 평가 모델로서는, 35개의 노드로 구성된 5 × 7 의 격자구조 회선교환망으로 가정하였으며, 각 노드의 가입자 수는 200으로 가정하였다. 또한, 본 연구가 국내에서의 활용에 유용할 수 있도록, 실제 국내의 상황을 고려하여 호발생 시간은 다음과 같이 설정하였다. 각 가입자의 평균 호발생 간격 시간은 1992년 자동식 전화 도수 중(시내 전화 도수 + 시외 전화 도수) 1일 통화량을 근거로 하여 1995년의 통화량을 예측하여 사용하였다.^[16]

가입자 1인당 1초간 통화수는 0.000175819/sec 으로 가정하였으며, 200 가입자를 고려하여, 각 노드에 새로 도착되는 전체 호의 도착율은 0.000175819/sec × 200 = 0.0351638/sec 으로 가정하였다. 각 노드에서 발생하는 호는 Poisson 분포를 따르며, 발생된 호는 노드 큐에 저장되었다가, 한 호씩 빠져나와 FCL 테이블에 등록 된 정보들과 비교하게 된다. 또한, 향후 무선 가입자의 증가를 고려하여, 전체 200 가입자중 12.5 %, 25 %, 50 % 또는 75 %를 무선 가입자로 가정하였으며, 임의 순간에서의 무선 가입자중 실제 노드간의 이동율은 2 %, 5 %, 10 %, 20 %, 50 % 로 가정하여 시뮬레이션 하였다. 또한, 실제의 통화조건을 고려하여, 한 가입자에서의 동일 대상 가입자 그룹으로의 평균 통화량은 전체 통화량의 80 %로 가정하였다. 각 노드에 연결되어 있는 가입자중 일부는 무선으로 연결되어 있으므로 가입자의 노드간 이동이 가능하다. 따라서, FCL 테이블내의 무선 가입자의 위치정보가 기록된 후 무선 가입자의 위치가 바뀌게 되면, FCL 테이블 내의 위치 정보와 실제 가입자의 위치가 다르므로, 정보의 불일치성(inconsistency)이 발생한다. 즉, 이런 경우가 발생하면, 잘못된 테이블 내용을 참조한 노드는 DAR 방식으로 전송되지만 가입자를 찾지 못하고 다시 되돌아와서, FSR 방식으로 이동된 무선 가입자의 위치를 찾은 다음, 다시 DAR로 되돌아와서 테이블내의 그 가입자에 대한 위치정보를 수정해야 한다. 따라서 이 경우의 패키지연은 최대가 되며, 호실정 시간은 FSR 검색시간 + (2 DAR 검색시간)이 된다. 그림 4는 각 노드의 200 가입자중 50% (100 가입자)가 무선 가입자인 경우의 hit ratio 및 incorrect ratio를 보여주고 있다. hit ratio 비교 그래프에서 볼 수 있듯이 이동율 (Moving Ratio : MF)의 변화에 따른 FCL테이블의 hit ratio의 변화는 거의 없는 것을 알 수 있다. 그러나, FCL 테이블의 크기가 증가할수록 hit ratio가 증가하는 것을 볼 수 있다. Incorrect ratio도 상대적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 그림 5는 FCL 테이블의 크기를 300으로 고정하고, 무선 가입자의 수(Wireless User : W. User)의 변화 및 무선가입자의 이동율이 변화할 때의 성능평가 결과를 보여주고 있다. Hit ratio 비교 그래프에서 볼 수 있듯이, hit ratio는 무선 가입자의 수 및 가입자의 이동율이 증가할수록 약간 감소하는 것을 알 수 있다. 그러나, 무선 가입자 수의 변화에 따른 Hit ratio의 변화는 작으며, 무선 가입자의 이동율에 따른 hit ratio의 감소도 수치적으로는 작게 변화하고 있다.



(a) Hit Ratio

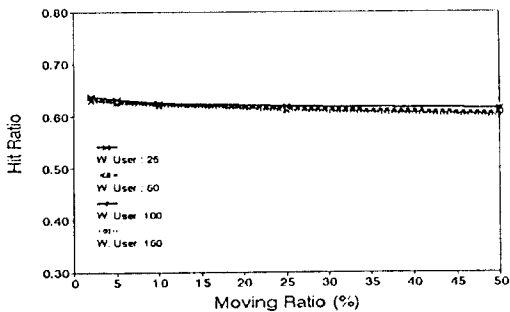


(b) Incorrect ratio

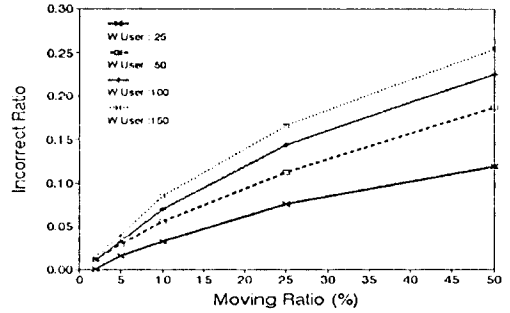
그림 4. 무선 가입자 수가 100일 때의 시뮬레이션 결과

Fig. 4. Simulation result when number of wireless user is 100.

상대적으로, Incorrect ratio의 그래프를 보면, 무선 가입자의 수 및 이동율이 증가할수록 incorrect ratio는 상당히 크게 감소하는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과로 유추해 볼 때, FCL 테이블의 크기 결정에는 hit ratio 뿐만 아니라 incorrect ratio도 많이 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.



(a) Hit Ratio



(b) Incorrect ratio

그림 5. 테이블 크기가 300일 때의 시뮬레이션 결과

Fig. 5. Simulation result when table size is fixed at 300.

IV. 성능 분석

일반적으로 FCL 테이블의 크기가 커지면 hit ratio가 높아져 호설정 시간이 짧아 질 것으로 예상되지만, 상대적으로 이에 따른 테이블 검색시간이 길어지게 되며, incorrect ratio가 증가하여, 호설정 시간은 길어지게 된다. 따라서, FCL 테이블의 크기를 결정하는데는 여러 요소들이 복합적으로 작용한다는 것을 알 수 있다. 그 중 FCL 테이블의 크기 결정에 중요한 역할을 하는 결과 값으로서 hit ratio와 incorrect ratio가 있으며, 이외에도 테이블 검색 시간, 평균 FSR 호설정 시간, 평균 DAR 호설정 시간 등이 FCL 테이블 크기를 결정하는데 고려되어야 한다. 이러한 여러 가지의 요인을 고려하여 최적의 FCL 테이블의 크기를 결정할 수 있는 오브젝트 함수 $f(t)$ 를 구하면 다음의 식 1과 같다. 오브젝트 함수 $f(t)$ 는 평균 호설정 시간을 의미하며, 단위는 초(sec)이다.

$$f(t) = (1 - P_{Incorr}) \times P_{Hit} \times (T_{look-up} + T_{DAR}) + (1 - P_{Hit}) \times (T_{look-up} + T_{FSR}) + P_{Incorr} \times P_{Hit} \times (T_{look-up} + 2 \cdot T_{DAR} + T_{FSR}) \quad (\text{단위:sec}) \quad (1)$$

- P_{Hit} : Hit ratio
- T_{FSR} : 평균 FSR 호설정 시간
- T_{DAR} : 평균 DAR 호설정 시간
- P_{Incorr} : Incorrect ratio
- $T_{look-up}$: FCL테이블 검색시간

식 (1)에서 $\{ (1 - P_{Incorr}) \times P_{Hit} \times (T_{look-up} + T_{DAR}) \}$ 은 FCL 테이블에서 목적지 가입자의 위치를 발견하고(Hit 됨을 의미), DAR 방식에 의하여 목적지 노드를 찾은 후, 호설정이 될 때까지의 호설정 시간을 의미하며, $\{ (1 - P_{Hit}) \times (T_{look up} + T_{FSR}) \}$ 은 FCL 테이블을 검색하였으나, 목적지 가입자의 위치를 찾지 못하여, FSR 방식으로 대상 가입자의 위치를 찾은 후 호설정이 이루어지는 경우의 호설정 시간을 의미한다. 또한, $\{ P_{Incorr} \times P_{Hit} \times (T_{look-up} + 2 T_{DAR} + T_{FSR}) \}$ 은 FCL 테이블을 검색하여, 목적지 가입자의 위치를 참조하여, DAR방식으로 목적지 노드에 찾아갔으나, 그 가입자가 없는 경우이다. 즉, 무선가입자가 다른 노드의 영역으로 이동한 경우로서, 이 경우는 DAR 방식으로 근원지 노드로 되돌아오고, 다시 FSR 방식으로 가입자의 위치를 찾은 후, 호설정이 이루어진다. 이러한, 각각의 경우는 서로 배반적인 사건이므로, 결국 식(1)은 평균 호설정 시간을 의미하게 된다. 이 식에서 $T_{look-up}$ 은 FCL 테이블의 검색 시간을 의미하며, 하드웨어의 특성에 따라 변하는 값으로, 실제 교환기 내부에서의 검색시간을 참조하여, 표 1과 같이 설정하였다.

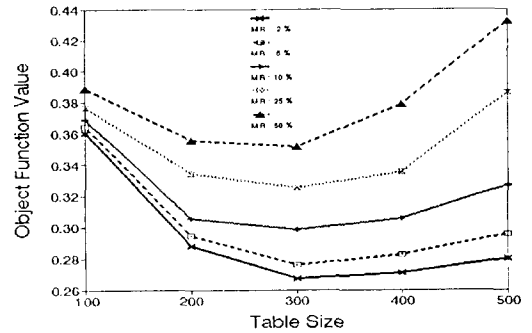
표 1. FCL 테이블 검색시간
Table 1. FCL table loop-up time.

FCL 테이블크기	테이블 검색시간
100	3 msec
200	5 msec
300	7 msec
400	9 msec
500	11 msec

또한, 격자구조 회선교환망에서의 호설정 시간 비교에 관한 논문을 참조하여, 평균 FSR 검색시간은 0.5 sec 으로, 평균 DAR 검색시간은 0.3 sec 으로 가정하였다. [16] 결국, 오브젝트 함수 $f(t)$ 의 값에 의하여 최적의 FCL 테이블의 크기를 결정할 수 있다. 이러한 오브젝트 함수의 결과값들의 비교 그래프는 그림 6 및 그림 7과 같다.

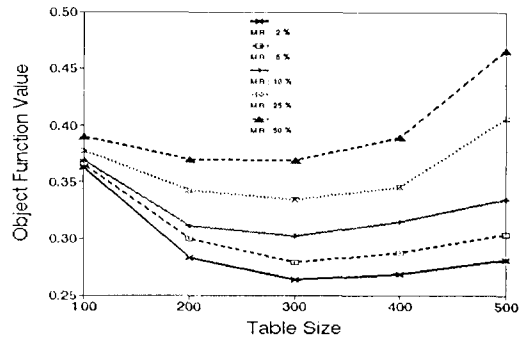
그림 6 은 전체 가입자중 무선 가입자의 수가 50 또는 100 일 때이고, 무선 가입자의 이동율은 2% 에서 50% 까지 변할 경우이다. 무선 가입자의 이동율이 증가할 수록 오브젝트 함수의 값이 증가하는 것을 볼 수 있다. 특히, 주의 깊게 보아야할 점은, FCL

테이블의 크기가 일정한 크기 이상 증가하여도 오브젝트 함수의 값은 더 이상 작아지지 않는다는 것이다. 본 논문에서의 5×7 격자구조 회선교환망 모델에서는 FCL 테이블의 크기가 300 일때 가장 좋은 결과를 보이고 있다. 그 이유는 FCL 테이블의 크기가 커지면, hit ratio는 증가하지만, 상대적으로 테이블 검색시간과 incorrect ratio가 증가하게 되어 호설정 시간은 길어지게 된다.



(a) 무선 가입자수 : 50

(Number of wireless user is fixed at 50)



(b) 무선 가입자 : 100

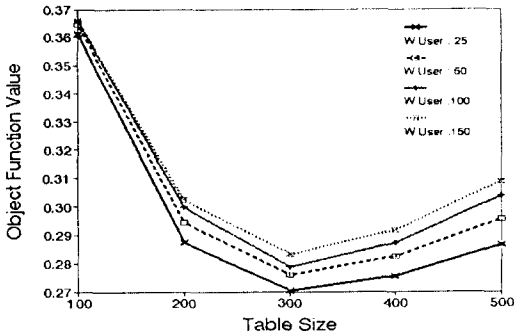
(Number of wireless user is fixed at 100)

그림 6. 무선 가입자수가 고정적일 때의 오브젝트 함수 값 비교

Fig. 6. Object function value when the number of wireless user is fixed.

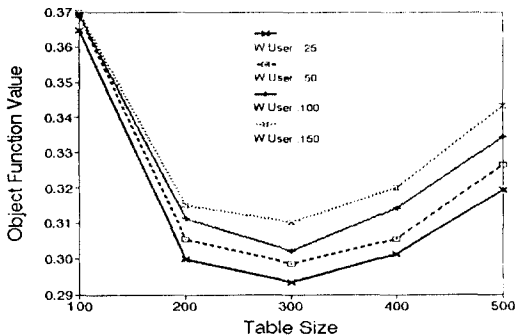
그림 7 은 무선 가입자의 이동율이 5% 나 10% 로 고정되고, 무선 가입자의 수가 25 에서 100 까지 변할 때의 그래프이다. 오브젝트 함수의 값이 무선 가입자의 수의 증가에 따라 약간씩 증가하는 것을 볼 수 있으며, 그림 6에서와 마찬가지로 FCL 테이블의 크기가 300일때 가장 좋은 결과를 보이고 있다.

오브젝트 함수의 결과 값들의 비교 그래프에서 알 수 있듯이 FCL 테이블의 크기는 hit ratio, incorrect ratio 및 그 외의 여러 요인들을 고려하여 결정해야 하며, 테이블 크기가 커진다고 해서 결코 좋은 결과를 보이지는 않는다.



(a) 무선 가입자 이동율: 5%

(Moving ratio of wireless user is fixed at 5%)



(b) 무선 가입자 이동율: 10%

(Moving ratio of wireless user is fixed at 10%)

그림 7. 무선 가입자의 이동율이 고정적일 때의 오브젝트 함수 값 비교

Fig. 7. Object function value when the moving ratio of wireless user is fixed.

V. 결론

본 연구에서는 무선 가입자를 포함하는 격자구조 회선교환망에서 최적의 FCL 테이블 크기에 대하여 연구하였다. 성능평가 및 분석에서 사용한 통신망 모델로는 미래의 PCN과 같이 무선가입자를 포함하는 격자구조 회선교환망 모델로서, 공통선 신호 방식을

사용하여 호설정이 이루어진다고 가정하였다. 무선 가입자를 포함하는 통신망에서는 무선 가입자의 위치를 탐색하여야 하므로, 이러한 호탐색 방식으로서는 FSR 방식을 사용하며, 기존의 위치정보를 가지고 있는 호의 경로 설정은 DAR 방식으로 이루어지는 새로운 경로설정 알고리즘을 제안하였다. 제안된 경로 설정 방식을 사용하는 격자구조 회선교환망을 대상으로 하여, FCL 테이블의 크기, 가입자중 무선 가입자의 수 및 무선 가입자의 이동을 등을 변화시키면서, hit ratio 및 incorrect ratio에 대하여 성능을 평가하였다. 성능평가의 결과에 의하면 무선 가입자의 이동율이 커질수록 incorrect ratio가 커지는 것을 알 수 있었으며, 이 때의 hit ratio의 값은 상대적으로 큰 변화가 없다는 것을 알 수 있었다. Incorrect ratio가 증가하게 되면, 이동된 무선 가입자의 위치의 탐색 횟수가 증가하게 되고, 결국은 호설정 시간이 길어지게 된다. 따라서, 최적의 FCL 테이블 크기를 결정하는데 중요한 요소로서, hit ratio 와 더불어 incorrect ratio 또한 중요한 역할을 한다는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 최적의 FCL 테이블 크기를 결정하기 위하여, 오브젝트 함수 $f(t)$ 를 제안하였다. 오브젝트함수 $f(t)$ 는 FCL 크기를 결정하는 여러 요인들 즉, hit ratio, incorrect ratio, 평균 FSR 검색시간, 평균 DAR 검색시간 등으로 구성되어 있다. 무선 가입자의 수 및 이동율의 변화에 따른 오브젝트 함수의 결과를 살펴보면, FCL 테이블의 크기가 커진다고 하여 최적의 호설정 시간을 얻을 수 있는 것은 아니다. 그 예로서, 전체 통신망이 35개 노드로 구성되며, 각 노드의 가입자는 200명으로 가정하였을 경우, 최적의 FCL 테이블 크기는 300으로 나타났다. FCL 테이블의 크기가 일정치 이상으로 증가하면, hit ratio는 증가하지만, 상대적으로 incorrect ratio 및 테이블 검색시간이 증가하여, 결국 최종 호설정 시간은 길어지게 된다. 따라서, 실제 미래의 통신망 설계시, 이러한 결과들을 고려하여 최적의 크기를 갖는 FCL 테이블을 설계하도록 하여야 할 것이다.

參考文獻

[1] N. F. Maxemchuk, "Routing in the Mahattan Street Network," *IEEE Transon commun.* vol. COM-35, no. 5. pp.503-512, May, 1987.
 [2] T. G. Yum and M. Schwartz, "Comparison of Routing Procedures for

- Circuit-Switched traffic in Nonhierarchical Networks," *IEEE Trans. on commun.* vol. COM-35, no. 5. pp. 535-544, May, 1987.
- [3] P. B. Key, "Distributed Dynamic Routing Schemes," *IEEE Communication Magazine*, pp. 54-64, Oct. 1990.
- [4] Y. Watanabe and T. Oda, "Dynamic Routing Schemes for International Networks," *IEEE Communication Magazine*, pp. 70-75, Oct. 1990.
- [5] A. Gersht and A. Shukman, "Optimal Routing in Circuit Switched Communication Networks," *IEEE Trans. on commun.* vol. 37, no. 11. pp. 1203-1211, Nov. 1987.
- [6] A. R. Modarressi and R. A. Skoog, "Signaling System No. 7 : a Tutorial," *IEEE Communication Magazine*, pp. 19-35, Jul. 1990.
- [7] D. C. Donohoe, G. H. Johannessen and R. Stone, "Realization of a Signaling System No. 7 Network for AT&T," *IEEE J. on slect. area in commun.*, vol. SAC-4, no. 8, pp. 1257-1261, Nov. 1986.
- [8] B. Jabbari, "Common Channel Signalling System Number 7 for ISDN and Intelligent Networks," *Proceedings of the IEEE*, vol. 79, no. 2, pp. 155-169 Feb, 1991.
- [9] D. R. Manfield, G. Millsted and M. Zukerman, "Congestion Controls in SS7 Signaling Networks," *IEEE Communication Magazine*, pp. 50-57, June 1993.
- [10] H. R. Appenzeller, "Signaling System No. 7 ISDN User Part," *IEEE J. on slect. area in commun.*, vol. SAC-4, no. 3, pp.366-371, May 1986.
- [11] G. Willmann, P. J. Kuhn, "Performance modeling of Signaling System no. 7," *IEEE Communication Magazine*, pp. 44-56, Jul. 1990.
- [12] P. Chemouil, J. Filipiak and P. Gauthier, "Performance Issues in the Design of Dynamically Controlled Circuit-Switched Networks," *IEEE Communication Magazine*, pp. 90-95, Oct. 1990.
- [13] B. R. Hurley, C. J. Seidl, and W. F. Sewell, "A Survey of Dynamic Routing Methods for Circuit-Switched Traffic," *IEEE Communication Magazine*, vol 25, pp. 13-21, Sep. 1987.
- [14] N. T. Koussoulas, "Performance Analysis of Circuit-Switched Networks with State-Dependent Routing," *IEEE Trans. on commun.*, vol. 41, no. 11, pp. 1647-1655, Nov. 1993.
- [15] 이상준, 문경덕, 이정규, "격자 구조 회선 교환망에서의 공통선 신호방식을 이용한 DAR 과 FSR방식의 성능비교분석," 1993년 *IEEE Korea Council Computer Chapter* 합동 학술발표회, pp. 289-292, May 1993
- [16] 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.

著者紹介



金宰顯(正會員)

1969年 7月 21日生. 1991年 2月
한양대학교 전자계산학과 졸업.
1993年 2月 한양대학교 대학원 전
자계산학과 석사학위 취득. 1993
年 3月 ~ 현재 한양대학교 대학
원 전자계산학과 박사과정. 주관

심 분야는 무선 LAN 프로토콜 성능분석, 통신망 성
능분석, Queueing Theory 등임.



李廷圭(正會員)

1955年 9月 24日生. 1979年 2月
한양대학교 전자공학과 졸업. 1986
年 UCLA 전자공학과 석사학위
취득. 1989年 2月 UCLA 전자공
학과 박사학위 취득(컴퓨터 네트워
크 전공). 1979年 3月 ~ 1984年

5月 국방과학 연구소 연구원. 1989年 3月 ~ 1990年 2
月 삼성전자 종합기술원 정보통신부문 수석 연구원.
1990年 3月 ~ 현재 한양대학교 전자계산학과 조교수.
주관심 분야는 무선 데이터 통신, 통신망 성능분석,
Cellular CDMA, Stochastic Process 등임.