

論文94-31A-12-1

공통선 신호방식에서의 DAR(Dynamic Adaptive Routing) 방식과 FSR(Flood Search Routing)방식의 성능평가

Performance Evaluation of DAR(Dynamic Adaptive Routing) and FSR(Flood Search Routing) Methods in a Common Channel Signaling Scheme

金 宰 顯*, 李 廷 圭*

(Jae Hyun Kim and Jong Kyu Lee)

要 約

본 논문에서는 공통선 신호 방식을 이용하는 회선 교환망에서 최적의 경로 설정 방법을 선택하기 위하여 DAR(Dynamic Adaptive Routing)과 FSR(Flooding Search Routing)방식에 대하여 성능을 비교 평가하였다. 본 논문에서는 성능 평가 요소로서, 회선 교환망에서의 중요한 성능 평가지표 중 하나인 호 설정 시간을 비교하였으며, 그 적용 예로서, 공통선 신호방식을 이용하는 격자 구조 회선 교환망에서 두 방식의 성능을 평가하였다. 성능평가의 결과에 의하면, 트래픽 양이 적거나 규모가 작은 통신망에서는 호가 경유하는 링크의 수가 증가함에 따라 FSR방식이 DAR방식보다 성능이 우수하였으나, 트래픽 양이 많아지거나 규모가 큰 통신망에서는 잉여 패킷 문제로 인하여 DAR방식이 FSR방식보다 우수하였다.

Abstract

In this paper, we have compared the performance of DAR(Dynamic Adaptive Routing) with that of FSR(Flooding Search Routing) to select an adequate routing protocol in circuit-switched networks. As a performance factor, we have considered call setup time, which is the key factor of performance evaluation in circuit switched networks. We have evaluated the performance of two methods in grid topology circuit-switched networks using a common channel signaling scheme, as application examples. As results, FSR method shows better performance than DAR method under light traffic load, when the number of links by which call has passed increases, but DAR method represents better performance than FSR method under heavy traffic load or large networks because of redundant packets.

1. 서론

*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 2月 15日

산업사회에서 점차 고도의 정보화 사회로 변화되어
감에 따라, 사회 여러 분야에서 정보의 교환이 필요

하게 되었고, 컴퓨터와 통신이 결합된 정보통신이 요구되고 있다. 이러한 의도에서 개발된 컴퓨터 통신망들은 사용자의 통신에 대한 욕구를 충족시키는데 중요한 역할을 하여 왔으며, 통신 기술과 컴퓨터 기술의 급격한 발전과 함께 이들 기술을 이용하는 이용자의 정보 전달 욕구도 종래의 단순 전달 서비스에서 고급, 다양화되어 가는 추세이다. 이러한 다양한 통신망을 설정하기 위해서는 망의 설계시 망의 성능에 영향을 미치는 여러 요소들을 고려해야 한다. 망의 성능에 영향을 미치는 요소들로서는 망의 구성, 망에 제공되는 트래픽 양 및 경로 설정 방법 등이 있다. 이들 중, 망을 신뢰성 있고, 효율적으로 운영하기 위하여 망 성능에 큰 영향을 미치는 중요한 요소인 경로 설정 방법이 망 설계 단계에서 신중히 선택되어야 한다.^{[1], 2}

통신망의 상태에 따라 경로를 설정하기 위하여, 통신망 상태와 호에 대한 정보를 인접한 이웃 노드로 전송해주는 기능과 더불어 통신망에 대한 관리 기능을 수행하는 신호 방식이 필요하다. 신호 방식으로서 신호 방식을 수행하기 위하여 이용되는 정보를 노드간에 전송할 때, 사용자가 사용하는 채널을 이용하는 inband 방식과 별도의 채널을 이용하는 out-of-band 방식이 있다. 초기 통신망들이 주로 사용한 inband 방식은 호 설정 시간이 길고, 사용자가 이용하는 채널의 일부분을 이용하여 정보를 전송하기 때문에 사용자가 이용할 수 있는 통신망의 경로 용량이 제한되는 단점이 있다. 따라서, 현재 통신망들은 out-of-band 방식을 이용하는 공통선 신호 방식(Common Channel Signaling)을 주로 이용하고 있다. 공통선 신호 방식을 이용하는 통신 시스템들은 inband 방식을 이용하는 시스템에 비하여 높은 처리율을 보이고, 통신망의 변화에 신뢰성이 높으며, 호에 대한 실시간 처리가 용이하다.^[3]

본 논문에서는 성능평가 모델로서 격자구조 회선교환망을 설정하였다. 격자구조 회선교환망은 실제 응용 사례가 많은 구조망으로서, 우회경로가 존재하여 링크의 고장에 적극 대처할 수 있으며, 트래픽이 망 전체에 분산된다. 따라서, 다른 통신망에 비하여 상대적으로 안정적이고, 신뢰성이 높은 특징을 가지고 있다. 이러한 격자구조 망은 향후 미래의 통신망인 PCN(Personal Communication Network) 및 이동통신 등의 여러 분야 등에서 응용성이 많은 망구조이다. 경로설정 방식으로서, DAR 및 FSR 방식을 현재 많이 사용하고 있는 실제 시스템에 가능한 유사하도록 모델링 하여, 각 방식의 성능을 비교 평가하였다.^[4-7] DAR방식은 주기적으로 인접한 노드로부터

정보를 받아 통신망 상태를 감시하여, 경로를 설정하는 방식이다. 따라서 통신망 상태변화에 적응성이 강하다. FSR 방식은 non-adaptive routing 방식으로서, 이웃 노드로부터 수신된 호의 대상 가입자가 현재 노드에 없으면, 이 호를 송신한 노드를 제외한 모든 인접한 노드에 호를 전달하는 방식이다. 이 방식 하에서는 모든 경로를 병렬적으로 사용하므로, 적어도 하나의 최적 경로가 존재한다.

우선, I장의 서론에 이어서, II장에서는 공통선 신호 방식에 대하여 설명하였으며, III장에서 경로 설정 방법 중, DAR과 FSR 방식에 대하여 서술하였다 또한, IV장에서는 격자구조 회선망에서의 DAR과 FSR 방식에 대하여 성능을 비교 평가하였으며, 끝으로 V장에서 결론을 맺었다.

II. 공통선 신호 방식(Common Channel Signaling)

오늘날 통신망은 음성 서비스 뿐만 아니라 비 음성 서비스, 비 회선 관련 서비스 등 다양한 형태의 서비스를 제공할 수 있도록 발전되어 가고 있으며, 이와 같은 통신 서비스의 효과적인 지원을 위하여 신호 시스템 또한 그 기능을 보완 하면서 R1, R2, SS #1 ~ SS #7 신호 방식까지 발전해 왔다.

본 논문에서는, CCITT에서 표준화한 공통선 신호 방식 중에 SS #7 (Signaling System Number 7) 신호 방식을 이용하였다. SS #7은 통신망에서 프로세서간의 호 제어, 운용 및 유지 보수 등의 기능을 위한 정보 전달을 원활히 수행하며, 정보의 손실 및 불필요한 중복 등이 없이 신뢰성 있는 운용을 제공하는 통신 프로토콜이다. 또한, 회선 관련 및 비 회선 관련 신호 기능을 포함하며, 지상은 물론 통신 위성 링크에도 적용되고 있다. SS #7의 구조는 그림 1과 같이 OSI의 기준 모델 구조와 유사한 구조를 가지고 있으나, OSI의 계층 4, 5, 6에 해당하는 중간 사용부가 정의되어 있지 않으며, 계층 7은 OSI 계층 7과 같이 모듈 구조로 되어 있지 않다.

SS #7의 프로토콜 구조는 OSI의 계층 구조 개념을 도입하였으며, OSI 모델의 하위 계층에 해당하는 망 서비스부(network service part)와 OSI 모델의 상위 계층에 해당하는 사용자부(user part)로 나눌 수 있다. 망 서비스부는 신호 메시지 교환을 위해 정확하고 효과적인 방법을 제공하는 메시지 전달부(MTP : Message Transfer Part)와 연결성 및 비 연결성 서비스를 제공하는 신호 연결 제어부(SCCP : Signaling Connection Control Part)로 구성되어 있다. 메시지 전달부는 다시 레벨 1(signaling data

link), 레벨 2(signaling link), 레벨 3(signaling network function)으로 나눌 수 있다. MTP 레벨 1은 OSI 모델의 물리 계층에 해당되며, 신호 데이터 링크를 액세스하는 인터페이스를 제공한다. 또한, 신호를 위한 양 방향 전송 경로를 가지며, 전송 채널들은 디지털, 아날로그 및 지상이나 위성으로도 가능하다. MTP 레벨 2는 OSI 모델의 데이터 링크 계층에 해당되며, 두 지점간의 신뢰성 있는 신호 메시지 전송을 위한 신호 링크를 제공한다. MTP 레벨 3은 개별 신호 링크의 운용에 관계없이 신호 지점간의 메시지 전송을 위한 기능과 절차를 제공하며, 신호 메시지 처리 부분과 신호망 관리 부분으로 구성된다. MTP와 SCCP의 전달 서비스를 이용하는 사용자 부에는 회선 관련 프로토콜로서 ISDN 사용자부(ISUP)가 있으며, 비 회선 관련 프로토콜로는 문답 처리 기능 응용부(TCAP : Transaction Capabilities Application Part), 응용 서비스부(ASEs : Application Services Element) 및 운용 유지 관리부(OMAP : Operation, Maintenance and Administration Part)가 있다.^[8] ISUP는 ISDN에서 회선 교환 접속으로 음성 및 비 음성 호를 설정, 통제, 해제할 수 있는 신호 기능을 제공한다. ISUP 서비스는 기본적인 서비스(basic service)와 부가적인 서비스(supplement service)를 포함한다.

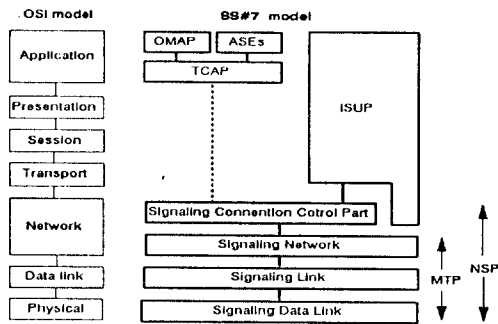
최적의 경로를 선택하기 위하여 망이 운용되는 동안 사용된다. 경로 설정 방법은 OSI(Open Systems Interconnection) 모델의 3번째 계층인 네트워크층(network layer)의 주요한 기능이다. 경로 설정 방법은 통신망의 상태변화에 적응성이 없는 non-adaptive 경로 설정 방법과 적응성이 있는 adaptive 경로 설정 방법으로 크게 구분된다.^[9-11]

1. DAR(Dynamic Adaptive Routing) 방식

통신망이 설정된 이후, 통신망의 부하와 토폴로지가 자주 변화되므로 통신망은 부하와 토폴로지의 변화에 적응성이 있어야 한다. 또한, DAR 방식은 그러한 변화에 따라 목적 노드까지 호를 전송해 주는 경로를 변화시킴으로써, 통신망 상에서 호가 목적 노드에 전송될 때까지 소요되는 지연 시간을 최소화해 준다. DAR 방식은 통신망의 부하와 토폴로지 변화에 적응성이 있으므로, 통신망 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록 해준다.^[12, 13]

본 논문에서는 호를 근원 노드로부터 목적 노드로 전송하기 위하여, DAR 방식중 분산 경로 프로토콜(distributed routing protocol)을 사용하였다. 분산 경로 프로토콜은 인접 노드로부터 전송되는 네트워크 상태에 대한 정보를 주기적으로 검색하여, 통신망의 상태 변화에 따라 최적의 경로를 선택한다. 따라서, 분산 경로 방법은 통신망의 변화에 적응성이 있다. 그러나, 경로 테이블을 자주 변경함으로써, 발생된 호가 목적 노드에 도달하지 못하고 통신망 상에 계속 존재하는 루핑(looping) 현상이 발생할 수 있다. 루핑 현상은 노드에서 처리된 호를 이웃 노드로 전송할 때, 이 호가 들어온 노드로 재 전송되는 경우를 방지해주는 방법과 홉 수를 계산하는 방법으로 방지할 수 있다.^[14-16]

DAR 방식은 다음과 같은 순서로 처리된다. 호는 각 노드에서 지수적으로 발생되며, 각 노드는 인접한 이웃 노드와 연결된 각각의 링크에 하나의 큐를 가지고 있다. 발생된 호는 목적 노드에 도달할 때까지 다음의 순서를 반복한다. 노드에 도착한 호는 경로 테이블을 참조하여 다음 노드로의 경로 설정을 위한 링크를 선택하고, 선택된 링크에 호를 전송한다. DAR 방식은 실제 많은 분야에서 응용하고 있는 프로토콜로서, 실제 시스템에 근거하여, 각 노드는 라운드 로빈 방식으로 매 0.01 초마다 각 링크에서 호의 유무를 검색하도록 하였다. 이 때, 만약 링크에 호가 없으면, 0.01 초를 기다린 후 다음 링크를 검색하지만, 링크에 호가 있으면, 호를 링크에서 제거한 후 다음 노드로 전송해 준다. 분산 경로 방법을 사용하는



- NSP : Network Service Part
- MTP : Message Transfer Part

그림 1. 공통선 신호방식 프로토콜 구조
Fig. 1. Common channel signaling protocol architecture.

III. 경로 설정 방법

경로 설정 방법은 근원 노드로부터 목적 노드까지

DAR 방식의 경로 테이블 변경은 다음과 같다.

- ① 10초마다 인접한 이웃 노드의 지연과 홉수를 이용하여 변경 상태를 검색한다.

- R_a : 노드 a 경로 테이블
- $R_a(b, 1)$: 노드 a로부터 노드 b로 향하는 호의 다음 노드
- $R_a(b, 2)$: 노드 a로부터 노드 b로 향하는 호의 지연
- $R_a(b, 3)$: 노드 a로부터 노드 b로 향하는 호의 최소 홉수

- ② 만약 변경 상태가 발생하면, 이웃 노드의 지연과 홉수를 이용하여 경로 테이블을 변경한다. 이 때, 지연이 같은 노드가 두 개 이상 존재하면, 홉수가 적은 노드를 다음 경로로 선택한다.

$$R_a(b, 2) = \min_k [R_k(b, 2) + d(a, k)] \quad (1)$$

- a : 근원 노드
- b : 목적 노드
- k : 이웃 노드
- d(a, k) : 노드 a로부터 노드 k로 향하는 호의 지연
- $R_a(b, 1) = k$
- k* = 최소 지연을 갖는 이웃 노드
- $d(a, k) = 4 + (\text{노드 a에서 k로 연결된 링크의 큐 길이})$

- ③ 시뮬레이션이 종료 될 때까지 ①번부터 반복한다.

경로 테이블의 초기화는 아래와 같이 한다

- $R_a(b, 1) = 0$
- $R_a(b, 2) = 0$ for $b = a$
= ∞ for $b \neq a$
- $R_a(b, 3) = \text{노드 a부터 노드 b로 향하는 호의 최소 홉수}$

2. FSR(Flooding Search Routing) 방식

FSR 방식은 노드에 들어온 호를 그 호가 전송된 노드를 제외한 인접한 모든 이웃 노드로 재 전송함으로써, 목적 노드까지 경로를 설정하는 방식이다. FSR 방식은 모든 경로를 병렬로 사용하여 호가 목적 노드에 도달한 경로중 하나의 경로는 반드시 최적의 경로가 되기 때문에, 트래픽이 적을 때 최소 지연을 갖으며, 모든 경로를 사용하기 때문에 망의 토폴로지 변화에 적응성이 있다. 이런 장점에 비하여, 인접한 모든 이웃 노드로 호를 재 전송함으로써 발생하는 잉여 패킷으로 인하여, 지연이 트래픽 양에 따라 급속

히 증가 한다. 잉여 패킷에 대한 문제는, 한 노드가 자신의 노드를 지난 호를 저장함으로써 같은 호가 같은 노드로 전송되는 것을 방지하여 해결하거나, 홉수를 부여함으로써 해결한다. 다른 문제점은 호가 통신 망상에 계속 존재하는 루핑 현상이다. 루핑에 대한 문제는 홉수를 계산하거나, 호가 전송된 노드로는 재 전송하지 않는 방법을 사용하여 해결할 수 있다.

FSR 방식은 다음 순서를 따른다. 즉, 각 노드는 호를 지수적으로 발생하며, 하나의 큐를 가지고 있다. 발생된 호가 궁극적인 목적 노드에 도달할 때까지 다음의 순서를 반복적으로 수행한다. 노드에 전송된 호는 큐에 저장 된다. 각 노드는 0.01초 주기로 큐에서 호의 유무를 검색한다. 이 때, 만약 큐에 호가 있으면, 호를 큐에서 제거하여 호가 전송되어진 노드를 제외한 인접한 모든 이웃 노드로 호를 재 전송한다. 큐에 호가 없으면, 큐에 호가 들어올 때까지 0.01초 주기로 검색을 한다.

IV. 성능평가

1. 성능평가 모델

본 논문의 대상 모델은 공통선 신호 방식을 사용하는 격자 구조 회선 교환망이며, FSR(Flooding Search Routing) 방식 또는, DAR(Dynamic Adaptive Routing) 방식을 사용하여 패킷을 통화 대상자 노드에 전송한다. 본 논문에서의 통신망 모델로서 설정한 격자 구조 회선 교환망은 그림 2와 같은 구조를 가지며, 교환기에 해당되는 노드들이 격자 구조로 연결되어 있다.

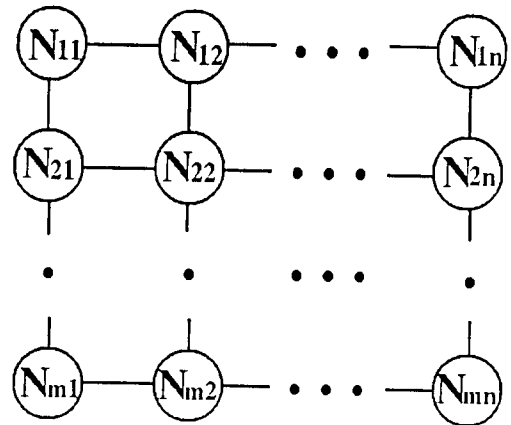


그림 2. $m \times n$ 격자 구조 회선 교환망
Fig. 2. $m \times n$ grid topology circuit-switched network.

이 시스템은 공통신 신호 방식을 사용하므로 각 링크(link) 간의 다중 채널 중에서 호 설정을 위하여 사용되는 채널의 수는 1이 된다. 따라서, 각 노드에 들어오는 패킷을 저장하기 위한 buffer가 필요하게 된다. 모든 노드들이 동일한 조건하에 있고, 유한 가입자의 수를 갖는다고 가정할 때, 각자 구조 회선 교환망의 노드들은 그들의 대칭성에 따라 몇몇 그룹으로 나눌 수 있다. 각 그룹내의 노드들은 동일한 도착율(arrival rate)을 가지며, 같은 그룹내의 가입자들은 통계적으로 동일한 지연 시간 분포를 갖는다. 또한, 망의 구조가 격자형이므로 임의의 한 노드로부터 다른 한 노드로의 경로는 여러 개가 존재하며, 각 노드는 망 내의 타 노드에 대한 경로 정보를 가지고 있어서, 경로의 결정은 각 노드에서 결정한다. 각 노드에서는 호가 발생하였을 경우, 타 노드로의 연결 가능한 경로 정보를 이용하여, 통화 대상노드로의 경로를 설정해준다. 통화 경로는 하나 이상으로 연결된 링크들로 구성된다.

격자구조 회선교환망은 노드들이 격자형 구조로 이루어져 있어서, 노드 상호간에 우회 경로가 존재한다. 따라서, 망의 일부분에 이상이 발생하여도, 우회 경로를 이용함으로써, 노드 간에 큰 영향을 받지 않고 정보를 교환 할 수 있다. 그러므로, 격자구조 회선교환망은 다른 구조망에 비하여 상대적으로 높은 신뢰도를 가진다. 또한, 다른 구조를 갖는 망의 경우, 트래픽이 망의 일부분에 편중되므로, 호 차단이 발생하여, 망의 처리율이 감소된다. 그러나, 격자 구조망에서는 우회경로를 이용하여 편중된 트래픽을 망 전체에 고루 분산 시키므로 호 차단 확률이 감소하여, 처리율의 저하를 막을 수 있다. 따라서, 격자구조 회선 교환망은 다른 구조의 망에 비하여 신뢰도와 처리율이 뛰어나며, 새로운 노드의 추가 및 기존의 노드를 제거하는 것이 용이한 장점이 있다.

성능평가 모델로서는 공통신 신호방식을 사용하는 격자구조 회선 교환망을 설정하였다. 격자구조 망 모델은 그림 1과 같은 구조를 가지며, 12개 노드($m=3, n=4$), 20개 노드($m=4, n=5$) 또는 28개 노드($m=4, n=7$)로 구성된 통신망에서 DAR 및 FSR 방식의 성능을 각각 비교 평가하였다. 성능평가를 위하여 다음의 몇가지 가정을 하였다.

- ① 본 논문에서 설정한 통신망은 유한 가입자 모델로서, 각 노드의 가입자 수는 200으로 가정한다.
- ② 신호방식은 공통신 신호방식 #7을 사용한다.
- ③ 이 통신망은 blocked-calls-cleared mode 이다.
- ④ 호 설정 시간은 호가 발생된 시간으로부터 목적

노드에 도달할 때까지의 지연 시간을 의미한다.

- ⑤ 각 가입자는 통화중이거나 대기중이며, 각각의 상태는 모두 지수 분포를 따른다.
- ⑥ 각 노드에서 하나의 호를 처리하는 시간은 0.04 초로 가정한다.

호의 발생률은 1992년도 자동차 전화 뚝수중 1일 통화량을 기준으로 하여 1995년의 통화량을 예측하여 사용하였다. 가입자 1인당 1시간의 통화수는 0.6329/hour 이며, 노드당 가입자의 수가 200이므로, 전체 호의 도착율은 $0.6329/\text{hour} \times 200 = 126.5896/\text{hour}$ 로 가정하였다. 본 논문에서 제안한 통신망은 유한 가입자 모델이므로, 호의 평균 도착율은 대기중인 가입자수에 따라 변화한다. 따라서, 호 도착율은 식 (2)를 이용하여 구할 수 있다.

$$\lambda_{ab}(t) = M_a(t) * [\lambda_{ab}(0) / M_a(0)] \quad (2)$$

- $\lambda_{ab}(t)$: 시점 t에서 노드 a로부터 노드 b로 가는 호의 총 호간 도착율
- $M_a(t)$: 시점 t에서 노드 a에 대기중인 가입자수

초기 상태에서, 시점 t는 모두 0 이고, 모든 가입자는 대기 상태에 있다. 상태 $M_a(0)$ 는 노드 a에서 가입자 모두가 대기 상태임을 나타낸다. 또한, $\lambda_{ab}(0)$ 는 초기 상태에서 노드 a로부터 노드 b로 가는 총 호의 도착율을 나타낸다. 향후 증가될 트래픽 량을 고려하여, 호간 도착율에 multiplication factor($\mu: 2 \sim 8$)를 곱하여, 트래픽 량을 변화시키며, 시스템의 성능을 평가하였다.

본 연구에서의 시뮬레이션은 사건유도방식과 프로세스 기본 처리방식이 제공되는 SIMSCRIPT II.5 시뮬레이션 전용언어를 사용하였으며, IBM 486 호환기종 6 대에서 각각 수행하였다. 또한, 시뮬레이션의 신뢰성을 기하기 위하여, 매 1000 호가 발생될 때마다 평균 호 지연 시간을 검사하여, 이전의 평균 호 지연시간과의 차이가 10^{-5} 이하가 될때, 시뮬레이션을 종료하였다.

2. 성능평가 및 비교

DAR 방식과 FSR 방식의 성능을 평가하기 위하여, 노드의 수를 12개, 20개 또는 28개를 갖는 격자구조 회선교환망을 구성하였으며, μ 를 2에서 8까지 변화시키면서, 호설정 시간에 대하여 성능을 평가하였다.

그림 3은 각 모델에서 대한 평균 호 지연시간을 나

타내고 있다. DAR방식의 경우, 망을 구성하는 노드의 수가 증가할수록 호설정 시간이 비례적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, 트래픽 양(μ)이 증가하면, 호설정 시간은 약간 증가하는 것을 알 수 있다. 또한, FSR 방식의 성능평가 결과에서 볼 수 있듯이, 노드 수가 증가함에 따라 호 설정 시간이 증가한다. 노드의 수가 28개일 경우, DAR 방식을 사용할 때와는 대조적으로 트래픽 양이 증가함에 따라, 호 설정시간은 지수적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 트래픽 양이 증가함에 따라, FSR 방식의 경우 잉여 패킷이 기하 급수적으로 증가하여 상대적으로 호 설정시간이 길어지기 때문이다.

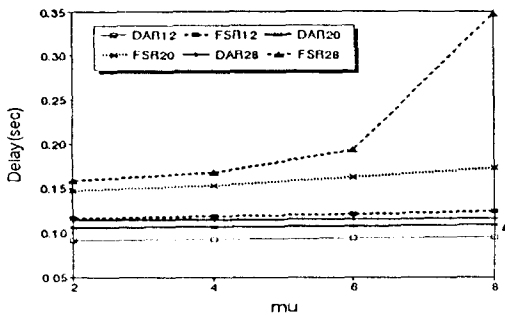


그림 3. 평균 호설정시간 : DAR vs. FSR
Fig. 3. Average call setup times : DAR vs. FSR.

그림 4는 μ 가 4 또는 8 일 때의 통신망 크기에 따른 평균 호 설정시간을 보여주고 있다. 그래프에서 볼 수 있듯이, 통신망의 크기가 증가함에 따라, FSR 방식의 호설정 시간이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있으며, DAR 방식의 경우에는 약간 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한, μ 의 증가에 따른 호설정 시간 또한, FSR 방식의 경우 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다.

그림 5는 트래픽이 적을 때 즉, μ 가 2 일 때의 DAR방식과 FSR 방식의 성능을 평가한 그래프이다. 성능 평가의 결과에 의하면, 호가 경유하는 링크의 수가 증가할수록 FSR방식이 DAR방식에 비하여 우수한 성능을 보이고 있다. 호가 경유하는 링크의 수가 4 이하일 때에는 FSR방식이 우수한 지연특성을 보이고, 5 이상이 되면 DAR방식이 우수한 지연특성을 보인다. 그림 6은 트래픽이 많을 때 ($\mu:8$), DAR방식과 FSR 방식의 성능을 평가한 그래프이다. 그림 5와는 대조적으로 DAR 방식이 FSR방식에 비하여 우수한 성능을 보이고 있다. 망의 크기가 12 일

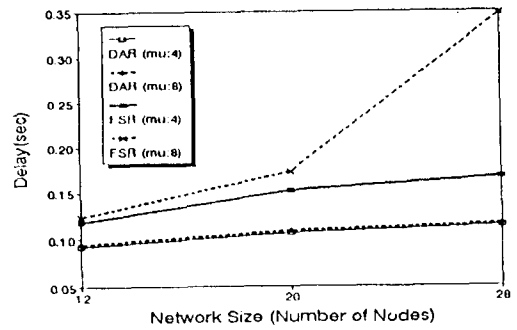


그림 4. 통신망 크기에 따른 호설정 시간 비교 : DAR vs. FSR
Fig. 4. Average call setup time according to network size : DAR vs. FSR.

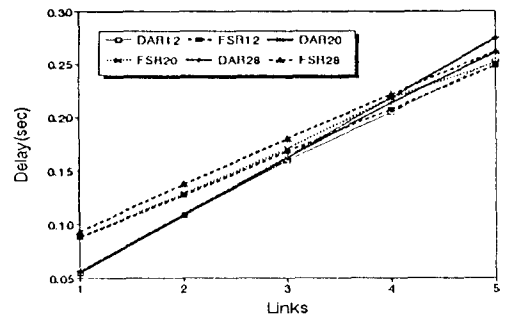


그림 5. 트래픽 양이 적을 때의 호들의 호설정시간 ($\mu:2$) : DAR vs. FSR
Fig. 5. Call setup times for calls when the traffic is low($\mu:2$) : DAR vs. FSR.

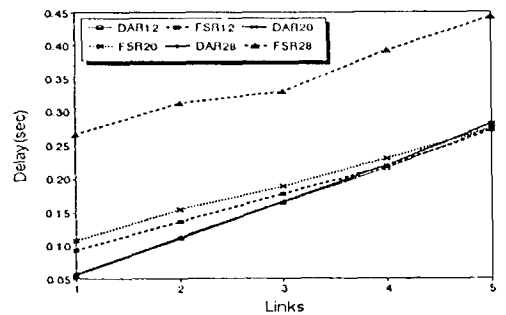


그림 6. 트래픽 양이 많을 때의 호들의 호설정시간 ($\mu:8$) : DAR vs. FSR
Fig. 6. Call setup times for calls when the traffic is high($\mu:8$) : DAR vs. FSR.

때와 20 일 때는 경유하는 링크의 수가 4 이상이 되면서 FSR 방식이 다소 우수한 지연특성을 보이지만, 통신망의 크기가 28일 때는 경유하는 링크의 수와 관계없이 DAR 방식이 우수한 지연을 보이고 있다. 즉, 망의 크기가 커지면, DAR 방식이 FSR 방식에 비하여 월등히 우수한 성능을 보인다는 것을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 공통선 신호방식을 사용하는 격자구조 회선 교환망에서 DAR 방식 및 FSR 방식의 성능을 평가하였다. 본 성능평가 모델에서 사용하는 공통선 신호방식은 사용자가 데이터를 전송하는 채널 이외의 전용채널을 사용하여 신호를 전송하는 out of band 방식으로, 이 방식은 통신망에서 프로세서간의 호 제어, 운용 및 유지 보수 등의 기능을 위한 정보 전달을 원활히 수행하며, 정보의 손실 및 불필요한 중복 등이 없이 신뢰성 있는 운용을 제공하는 통신 프로토콜이다. 또한, 격자구조 회선교환망은 트래픽을 통신망 전체에 분산시키고, 우회 경로를 이용하여 통신망의 효율 및 신뢰성이 좋은 통신망으로서, 향후 PCN 및 이동통신 등에서 널리 사용될 통신망의 한 형태이다.

격자구조 회선 교환망에서의 DAR 및 FSR 방식의 성능 평가 결과에 의하면, DAR 방식의 경우, 망을 구성하는 노드의 수가 증가할수록 호 설정 시간이 비례적으로 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또한, 트래픽 양이 증가함에 따라, 호 설정 시간은 약간 증가하는 것을 볼 수 있었다. FSR 방식의 경우에는, DAR 방식과 마찬가지로, 노드 수가 증가함에 따라 호 설정 시간이 증가하였고, 또한 트래픽 양이 증가함에 따라 호 설정 시간이 지수적으로 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 트래픽 양이 증가함에 따라 FSR 방식의 경우 잉여 패킷이 기하 급수적으로 증가하여 상대적으로 호 설정시간이 길어지기 때문이다. FSR 방식은 항상 최적의 경로를 사용하기 때문에, 잉여 패킷이 크게 분배되지 않는 적은 트래픽에서는 FSR 방식이 DAR 방식보다 우수한 성능을 보여 주었다. 하지만, 트래픽 양이 증가함에 따라 잉여 패킷은 기하 급수적으로 증가하기 때문에, 트래픽 양이 많은 경우에는 DAR 방식이 FSR 방식보다 우수하였다. 또한, 통신망의 크기가 커짐에 따라 발생된 호의 처리율 증가에 비하여 망상에 존재하는 잉여 패킷의 생성율이 더 커지기 때문에 DAR 방식이 FSR 방식보다 우수하였다. 결론적으로, 트래픽 양이 적거나 규모가 작은 통신망에서는 호가 경유하는 링크의 수가 증가

함에 따라 FSR방식이 DAR방식보다 성능이 우수하였으나, 트래픽 양이 많아지거나 규모가 큰 통신망에서는 잉여 패킷 문제로 인하여 DAR방식이 FSR방식보다 우수하였다.

參考文獻

- [1] P. Chemouil, J. Filipiak and P. Gauthier, "Performance Issues in the Design of Dynamically Controlled Circuit-Switched Networks," IEEE Communication Magazine, Vol. 28, No. 10, pp. 90 - 95, Oct. 1990.
- [2] Y. S. Lin and J. R. Yee, "A Distributed Routing Algorithm for Virtual Circuit Data Networks," Globecom'89, pp. 200 - 207, 1989.
- [3] A. R. Modarressi and R. A. Skoog, "Signaling System No. 7: A Tutorial," IEEE Communication Magazine, pp. 19 - 35, July 1990.
- [4] N. F. Maxemchuk, "Regular Mesh Topologies in Local and Metropolitan Area Networks," AT&T Technical Journal, Vol.64, No.7, Sept., 1985.
- [5] N. F. Maxemchuk, "Routing in the Manhattan Street Network," IEEE Trans. on Comm., Vol. COM-35, No. 5, pp. 503-512, May, 1987.
- [6] K. D. Moon and J. K. Lee, "Voice traffics Estimation using a Kalman-filter method and Performance Evaluation of a Grid Topology Circuit Switched Network," SITA'91, pp. 755 - 758, DEC. 1991.
- [7] P. R. Bell and K. Jabbour, "Review of Point-to-Point Network Routing Algorithms," IEEE Communication Magazine, Vol. 24, No. 1, pp. 34 - 38, Jan. 1986.
- [8] H. R. Appenzeller, "Signaling System No. 7 ISDN User Part," IEEE Journal on Selected Areas in Comm., vol. SAC-4, no. 3, pp. 366 - 371, May 1986.
- [9] R. A. Skoog, H. Ahmadi, and S. Boyles, "Network Architecture Plan-

- ning for Common Channel Signaling Networks," Proc. of the 2nd Annual Int'l Symp. on Net. Planning, Brighton, England, Mar. 1983.
- [10] P. S. Kritzing, "A performance Model of the OSI Communication Architecture," IEEE Trans. on Comm., vol. COM-34, no.6, pp. 554-563, June, 1986.
- [11] D. G. Cantor and M. Gela, "Optimal routing in a packet switched computer network," IEEE Trans. Comm., vol. C-23, pp. 1062 - 1069, 1974.
- [12] B. R. Hurley, C. J. R. Seidl and W. F. Sewell, "A Survey of Dynamic Methods for Circuit-Switched Traffic," IEEE Communication Magazine, Vol. 25, No. 9, pp. 13 - 21, sept. 1987.
- [13] P. B. Key and G. A. Cope, Distributed Dynamic Routing Schemes," IEEE Communication Magazine, Vol. 28, No. 10, pp. 54 - 64, Oct. 1990
- [14] G. R. Ash, "Design and Control of Networks with Dynamic Nonhier-archical Routing," IEEE Communication Magazine, Vol. 28, No. 10, pp. 34 - 40, Oct. 1990.
- [15] Y. Watanabe and T. Oda, "Dynamic Routing Schemes for International Networks," IEEE Communication Magazine, Vol. 28, No. 10, pp. 70 - 75, Oct. 1990.
- [16] D. J. Nelson, K. Saywood and H. Chang, "An Extended Least-Hop Distributed Routing Algorithm," IEEE Trans. on Comm., Vol. 38, No. 4, pp. 520 - 528, April 1990.
- [17] 김 성빈, 이 정규, "공통선 신호 방식하의 격자 구조 회선 교환망상에서 Flooding Search Time 성능 분석," 대한전자공학회 논문지-A, vol. 29-A, no. 9, pp. 1-7, Sep. 1992
- [18] 문 경덕, 이 정규, "Kalman-Filter를 이용한 음성 트래픽 예측 및 회선 교환 격자 구조망 성능 평가," 한국통신학회, pp. 452-459, May, 1992
- [19] D. C. Cox, "Personal Communication - A Viewpoint," IEEE Comm. Magazine, pp. 8-20, Nov. 1990.

 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 전자계산학과 석사학위 취득. 1993年 3月 ~ 현재 한양대학교 대학원 전자계산학과 박사과정. 주관

심 분야는 통신망 성능분석, 무선 LAN 프로토콜 성능분석, 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 전자공학과 박사학위 취득(컴퓨터 네트워크 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 무선데이터 통신, Cellular CDMA, Information Theory 등임.