

격자 구조 회선 교환망에서의 호 차단 확률 및 Link Failure Model에 근거한 신뢰도 성능 분석

이 상 준*, 박 찬 열**

Performance Analysis of Reliability Based On Call Blocking
Probability And Link Failure Model in Grid Topology
Circuit Switched Networks

Sang Jun Lee*, Chan Yeul Park**

요 약

본 논문은 격자 구조 회선 교환망에서 발생할 수 있는 호 차단 확률 및 failure model을 설정하여 신뢰도를 분석하였다. 특히, failure model에서는 link failure 모델을 고려하였다. 대상 모델은 flooding search routing 방식을 사용하여 패킷을 통화 대상자 노드에 전송하였다. 이때, 각 링크 failure는 독립적이라고 가정하였다. 이와같은 failure 모델의 성능을 평가하기 위한 방법으로 joint probability를 이용하여 소규모 격자 구조 회선 교환망의 신뢰도를 분석해 보았으며, 이를 시뮬레이션한 값과 비교해 보았다. 또한, 통신망에서 주요한 성능 지표중 하나인 호 차단 확률을 구하여 회선망의 신뢰도를 평가하였다.

ABSTRACT

We have analyzed the reliability of failure models in grid topology circuit switched networks. These models are grid topology circuit switched networks, and each node transmits packets to object node using flooding search routing method. We hypothesized that the failure of each link is independent. We have analyzed for the performance estimation of failure models it using joint probability method to the reliability of a small grid topology circuit switched network, and compared analytic output with simulated output. Also, We have evaluated the reliability of networks using call blocking probability occurred in circuit switched networks.

* 부산여자전문대학 사무자동화과

** 부산여자전문대학 사무자동화과 학과장

I. 서론

컴퓨터 통신망은 사용자의 통신에 대한 요구를 충족시키는데 중요한 역할을 하여 왔으며, 통신 기술과 컴퓨터 기술의 급격한 발전과 함께 정보화 사회로 진입함에 따라 이들 기술을 이용하는 이용자의 정보 전달 욕구도 종래의 단순 전달 서비스에서 정보를 가공, 축적, 변환 처리하여 상호 교환하는 등 날로 고급, 다양화되어 가는 추세이다. 따라서, 통신망은 높은 신뢰성과 효율성을 가져야하며, 이러한 요구사항들을 만족시키기 위하여, 망상에서 발생할 수 있는 여러 가지 현상들을 예방하여야 한다. 현재, telemarketing, 항공예약등과 같은 여러 분야에서 통신망의 신뢰성에 대한 사용자 요구가 증가하고 있으며, 광 통신, SONET(Synchronous Optical NETwork), FDDI(Fiber Distributed Data Interface)와 같은 망에서의 신뢰성에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 컴퓨터 통신망의 신뢰성을 개선하기 위하여 fault torelant, 새로운 라우팅 알고리즘등과 같은 기술들이 연구되고 있다^[1,2].

통신망의 생명은 신뢰도와 신속성이라고 해도 과언이 아니다. 신뢰도란 특정한 조건하에서 주어진 시간동안에 통신망이나 구성요소가 만족스럽게 수행될 확률을 말한다^[3,4]. 통신망을 신뢰성 있게 모델화하는 것은 통신망을 설계하는 초기 단계에서 매우 중요한 문제이다.

본 논문에서 채택한 격자 구조 회선 교환망은 노드들이 격자 구조를 이루고 있는 회선 통신망이다. 격자 구조망은 다른 토폴로지를 사용하는 망들에 비하여, 트래픽을 망 전체에 분산시킴으로서, 처리율이 높고, 우회 경로가 존재하므로 신뢰성이 높은 장점을 가지고 있다. 또한, 기존의 망에 대한 새로운 노드의 첨가 및 기존 노드의 삭제가, 다른 구조의 망에 비하여 쉽다.

본 논문에서는 flooding search routing 방식을 사용하여 패킷을 통화 대상자 노드에 전송하였다^[5-7]. 이때, 각 링크 failure는 독립적인 것으로 가정하였다. 이와 같은 failure 모델의 성능을 평가하기 위하여 시뮬레이션 기법을 사용하였다. 또한, joint probability, Karnaugh map을 이용한 신뢰도 측정 방법을 제시하였다^[8,9]. 특히, joint probability를 이용하여 얻은 값과 시뮬레이션한 결과 값을 평가해 보았다.

또한, 통신망 상에서 발생할 수 있는 호 차단 확률을 평가해 봄으로써 신뢰도를 다른 측면에서도 분석하였다.

II. 격자 구조 회선 교환망

본 논문의 대상 모델은 격자 구조 회선 교환망으로서, flooding search routing 방식을 사용하여 패킷을 통화 대상자 노드에 전송한다. 본 논문에서 고려되는 $m \times n$ 격자 구조 회선 교환망은 교환기에 해당되는 노드들이 격자 구조로 연결되어 있다.

또한, 이 시스템은 각 노드에 들어오는 패킷을 저장하기 위한 buffer가 필요하게 된다. 본 모델은 link failure를 고려하며, 각 링크는 두가지 상태(operational/failed)를 갖는다.

각 링크 failure는 독립적인 것으로 가정하였다. 모든 노드들이 동일한 조건하에 있고, 유한 가입자수를 갖는다고 가정할 때, 격자 구조 회선 교환망의 노드들은 그들의 대칭성에 따라 몇몇 그룹으로 나눌 수 있다. 각 그룹내의 노드들은 동일한 도착률(arrival rate)을 가지며, 같은 그룹내의 가입자들은 통계적으로 동일한 지연 시간을 갖는다.

각 노드에 연결된 가입자가 호(call)를 발생시키면 통화 대상자 노드를 찾기 위한 패킷이 통화 발생 노드의 queue에 들어가게 된다. 각 노드의 queue에 들어오는 패킷에 대한 서비스

원칙은 FCFS(First Come First Served)에 따르며, buffer의 크기는 무한한 것으로 가정한다. 각 노드에서의 패킷 서비스 과정은 다음과 같다.

- ① 해당 노드에서 발생된 호 패킷과 이웃 노드에서 복사된 호 패킷이 queue에 들어 온다.
- ② 이 패킷이 해당 노드에서 서비스 받은 적이 있으면, 제거시킨다. 그렇지 않으면, 통화 대상자가 해당 노드에 연결되어 있는지를 검사한다.
- ③ 해당 노드가 통화 대상자 노드이면, ⑦로 간다. 통화 대상자 노드가 아니면, 패킷의 hop count를 조사한다.
- ④ hop count가 0이면 패킷은 제거된다. 그렇지 않으면, 해당 노드에 연결된 링크가 failure인지 아닌지를 검사한다.
- ⑤ failure가 아닌 링크에 연결된 이웃 노드에만 패킷을 복사하여 보낸다. 단, 이 패킷을 해당 노드로 보내준 노드는 제외시킨다.
- ⑥ 패킷을 이웃 노드에 보낼 때, hop count를 하나 감소시킨다.
- ⑦ 패킷 id가 해당 노드의 테이블에 저장된다.

Ⅲ. 호 차단 확률 성능 평가

3.1 호 차단 확률의 개요

본 논문에서 성능 평가를 위해 설정한 통신망은 35개 노드로 구성된 격자 구조 회선 교환망으로서, 각 노드에는 200명의 가입자가 가입되어 있으며, 각 가입자는 서로 독립적으로 호를 발생시킨다. 망의 구조가 격자형을 가짐으로 임의의 한 노드로부터 다른 한 노드로의 경로는 다수개가 존재하며, 각 노드는 망내에

있는 타 노드에 대한 경로 정보를 가지고 있어서, 경로의 결정은 각 노드에서 결정되어진다.

각 노드에서는 호가 발생하였을 경우, 타 노드로의 연결 가능한 경로 정보를 이용하여 통화 대상자 노드로의 경로를 설정해준다. 통화 경로는 하나 이상의 연결된 링크들로 구성된다. 호 차단 확률을 최소화하기 위하여 가능한 모든 경로를 고려하도록 한다. 즉, 트래픽이 증가하여 사용하고자 하는 링크에 있는 모든 채널이 점유되었을 경우 사용 가능한 채널이 비어있는 다른 링크를 이용하여 경로를 설정한다. 통화 경로의 설정은 호가 발생한 노드로부터 통화 대상 노드까지 FCS(Forward Call Setup) 메시지를 보낸 후 반대 방향으로 RCS(Reverse Call Setup) 메시지를 보냄으로써 완료된다.

회선 교환 격자 구조망은 노드들이 격자형 구조로 이루어져 있어서 노드 상호간에 우회 경로가 존재한다. 따라서, 격자 구조망의 일부 부분에 이상이 발생하여도 우회경로를 이용함으로써 노드간에 큰 영향을 받지 않고 정보를 교환할 수 있다. 그러므로, 격자 구조망은 다른 구조망에서 보다 높은 신뢰도를 가진다. 또한, 다른 구조를 갖는 망의 경우 트래픽이 망의 일부분에 편중되어 발생하는 호 차단에 의한 망의 처리율 저하를 격자 구조망에서는 우회 경로를 이용하여 편중된 트래픽을 망 전체에 고루 분산시킴으로서 처리율을 증가시킨다.

즉, 노드들이 격자 구조를 이루는 망은 다른 망에 비해서 신뢰도와 처리율이 뛰어나며 새로운 노드의 추가 및 기존의 노드를 제거하는 것이 용이하다.

3.2 성능 평가

호 차단 확률을 구하기 위하여 다음과 같은 가정을 하였다.

- ① 각 노드에 연결된 가입자 수는 유한하다.
- ② 각 가입자의 상태는 idle 또는 active 상태에 있으며 각각의 시간은 지수분포에 따른다.
- ③ 호 설정 시도 중 차단 호는 무시된다.

호 차단 확률의 성능을 평가하기 위하여 설정한 망은 35개 노드로 구성된 격자 구조 회선 교환망으로서 각 노드 간 채널 수는 30개, 평균 서비스 시간은 3분으로 하였고, 각 노드의 가입자 수는 200명으로 하여 시뮬레이션을 하였다. 각 노드에서 발생하는 음성 트래픽의 평균 도착률에 따라 다음과 같은 12개 그룹으로 노드들이 나누어진다.

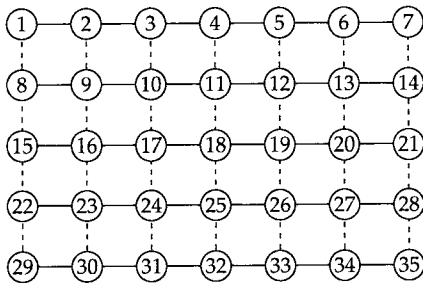


그림 1. 5x7 격자 구조 회선 교환망의 구조
Fig 1. 5x7 nodes grid topology circuit switched network

- ① Group 1 : 노드 1, 7, 29, 35
- ② Group 2 : 노드 2, 6, 30, 34
- ③ Group 3 : 노드 3, 5, 31, 33
- ④ Group 4 : 노드 4, 32
- ⑤ Group 5 : 노드 8, 14, 22, 28
- ⑥ Group 6 : 노드 9, 13, 23, 27
- ⑦ Group 7 : 노드 10, 12, 24, 26
- ⑧ Group 8 : 노드 11, 25
- ⑨ Group 9 : 노드 15, 21
- ⑩ Group 10 : 노드 16, 20
- ⑪ Group 11 : 노드 17, 19

⑫ Group 12 : 노드 18

3.3 Inter-Arrival Rate 설정 기준

호의 inter-arrival rate는 자동식 전화 뜻수 중 1일 통화량을 기준으로 임의 설정한다. 가입자 1인당 1토간의 통화수는 0.00017819/sec 가 되며, 각 노드 마다 가입자가 200명이라 하면, 각 노드에 새로 도착되는 전체 호의 도착률(λ_i)은 $0.000175819 * 200 = 0.035163826$ 이 된다.

이러한 12가지 형태의 inter-arrival rate를 구하는 과정은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \lambda_2 &= (1/2)\lambda_1, & \lambda_3 &= (1/4)\lambda_1, \\ \lambda_4 &= (1/8)\lambda_1, & \lambda_5 &= (1/16)\lambda_1, \\ \lambda_6 &= (1/32)\lambda_1, & \lambda_7 &= (1/64)\lambda_1, \\ \lambda_8 &= (1/128)\lambda_1, & \lambda_9 &= (1/256)\lambda_1, \\ \lambda_{10} &= (1/512)\lambda_1 \text{ 이다.} \end{aligned}$$

음성 트래픽이 각 노드에 도착하는 평균 도착율은 다음과 같다.

$$\lambda_i(t) = k(t) * \lambda_i(0) / k(0)$$

$\lambda_i(t)$: 시점 t에서 노드 i로 부터 노드 j로 가는 총 트래픽의 평균 도착률

$k(t)$: 시점 t에서 노드 i의 idle 가입수

$k(0)$: 초기상태를 의미하며, 초기 상태에서 모든 가입자는 idle상태이다.

$\lambda_i(0)$: 초기상태에서 노드 i에서 노드 j로 가는 총 음성 트래픽의 평균 도착율

회선망의 성능을 평가하기 위하여 음성 트래픽의 평균 도착율, 0.035163826(calls/sec)을 음성 트래픽의 평균 도착율에 multiplication factor(1 ~ 5)를 곱해준 값으로 변화시키면서 회선 교환망에서 발생할 수 있는 호 차단 확률을 구하였다.

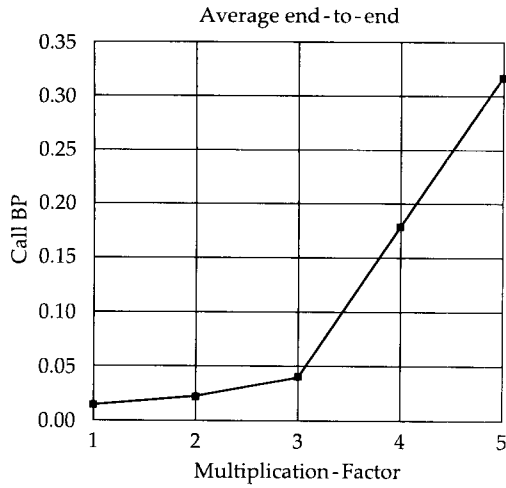


그림 2. 평균 호 차단 확률

Fig 2. Average Call Blocking Probability

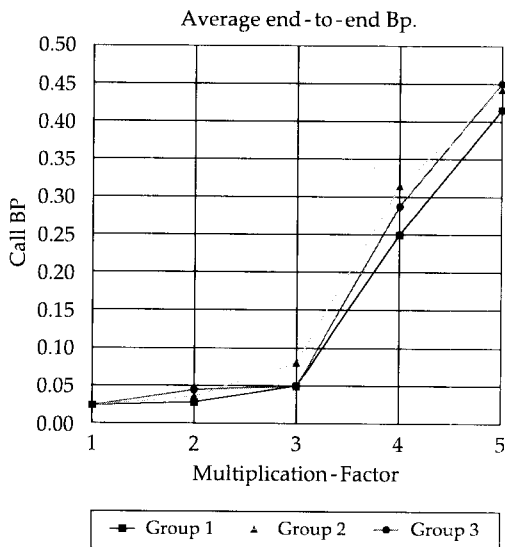


그림 3. 그룹별 호 차단 확률

Fig 3. Call Blocking Probability by each Groups

IV. 소규모 망에서의 시스템 신뢰도 분석

본 논문에서는, 시스템 신뢰도 측정을 위하

여, Karnaugh map, joint probability에 대한 방법을 소개하고, 위의 두가지 방법 중에서 joint probability 방법을 격자 구조망에 적용시켰으며, 여기서 얻은 신뢰도와 실제 시뮬레이션을 통해 얻은 신뢰도를 비교 해보았다. 일반적으로 통신망을 표현할 때, 각 링크에 가중치가 있는 weighted 링크와 가중치를 가지고 있지 않은 unweighted 노드를 가진 oriented graph로 통신망을 표현한다. 이때, weight는 link probability를 말하며, 각 링크의 failure는 독립적인 것으로 가정하였다. 그림 4는 시스템 예로서, probabilistic graph를 나타낸 것이다. 다음의 두가지 방법을 사용하여 노드 1에서 노드 4로 갈 경우에 대한 신뢰도를 구하였다.

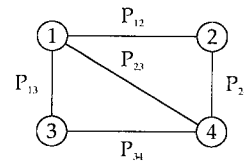


그림 4. 확률이 부과된 그래프

Fig 4. Probabilistic graph

여기서, p_{ij} : link (i, j)가 존재할 확률.

x_i : {0, 1}을 가지는 stochastic variable.

$$P(x_i = 0) = 1 - p_i = q_i,$$

$$P(x_i = 1) = p_i,$$

4.1 Method 1

이 방법에서는 5개의 binary stochastic variable들과 Karnaugh map을 사용하여 신뢰도를 측정한다^[12]. 노드 1에서 노드 4로 가는 사건 (event)과 사건 확률 (event probability)은 다음과 같은 방법으로 표기할 수 있다.

event $E = \{x_{12} = 1, x_{13} = 0,$
 $x_{23} = 0, x_{24} = 1, x_{34} = 1\}$

event probability $P_E = p_{12} \cdot q_{13} \cdot q_{23} \cdot p_{24} \cdot p_{34}$

Karnaugh map : function F를 정의.

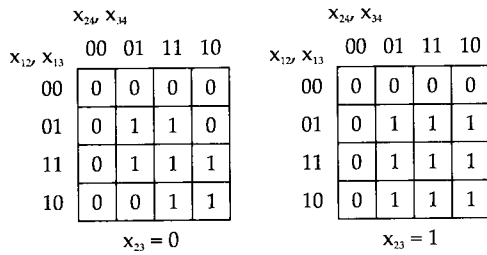


그림 5. Karnaugh map을 이용한 신뢰도 분석
 Fig 5. Reliability analysis using Karnaugh map

위의 map을 통하여 노드 1에서 4로의 신뢰도 $R(1 \rightarrow 4)$ 를 구할 수 있다.

$$R(1 \rightarrow 4) = \sum_{F(E)=1} P_E \quad (1)$$

$$R(1 \rightarrow 4) = q_{12}p_{13}q_{23}q_{24}p_{34} + q_{12}p_{13}q_{23}p_{24}p_{34} + p_{12}p_{13}q_{23}q_{24}p_{34} + p_{12}p_{13}q_{23}p_{24}p_{34} + p_{12}p_{13}q_{23}p_{24}q_{34} + p_{12}q_{13}q_{23}p_{24}p_{34} + p_{12}q_{13}q_{23}p_{24}q_{34} + q_{12}p_{13}p_{23}q_{24}p_{34} + q_{12}p_{13}p_{23}p_{24}p_{34} + q_{12}p_{13}p_{23}p_{24}q_{34} + p_{12}p_{13}p_{23}q_{24}p_{34} + p_{12}p_{13}p_{23}q_{24}q_{34} + p_{12}q_{13}p_{23}p_{24}p_{34} + p_{12}q_{13}p_{23}p_{24}q_{34}$$

4.2 Method 2

이 방법은 joint probability를 사용하여 신뢰도를 구한다^[9-11]. 노드 1에서 노드 4로의 가능한 모든 경로를 다음과 같이 구한다. 단, 다음은 노드 번호이다.

- path 1 : 1, 2, 4
- path 2 : 1, 3, 4
- path 3 : 1, 2, 3, 4
- path 4 : 1, 3, 2, 4

그런 다음, 각 경로의 확률을 구한다. 여기서, p_i 는 path i의 확률이다.

$$p_1 = p_{12}p_{24} \quad p_2 = p_{13}p_{34}$$

$$p_3 = p_{12}p_{23}p_{34} \quad p_4 = p_{13}p_{23}p_{24}$$

위의 경로 확률로 joint probabilities를 구한다.

$$p_{1,2} = p_{12}p_{13}p_{24}p_{34}$$

$$p_{1,3} = p_{12}p_{23}p_{24}p_{34}$$

$$p_{1,4} = p_{12}p_{13}p_{23}p_{24}$$

$$p_{2,3} = p_{12}p_{13}p_{23}p_{34}$$

$$p_{2,4} = p_{13}p_{23}p_{24}p_{34}$$

$$p_{3,4} = p_{12}p_{13}p_{23}p_{24}p_{34}$$

$$p_{1,2,3} = p_{1,2,4} = p_{1,3,4} = p_{2,3,4} = p_{12}p_{13}p_{23}p_{24}p_{34}$$

$$p_{1,2,3,4} = p_{12}p_{13}p_{23}p_{24}p_{34}$$

위의 값을 이용하여 노드 1에서 4로의 신뢰도 $R(1 \rightarrow 4)$ 를 구할 수 있다.

$$R(1 \rightarrow 4) = \sum_i p_i - \sum_{i,j} p_{i,j} + \sum_{i,j,k} p_{i,j,k} - p_{i,j,k,h} \quad (2)$$

본 논문에서는 Method 2에서 설명한 joint probability를 이용하여 3 × 3 격자 구조 회선 교환망의 신뢰도를 구해 보고, 이를 시뮬레이션한 결과와 비교해 보았다. 이때, 링크의 failure 확률은 0.1 이다.

표 1은 3 × 3 격자 구조 회선 교환망을 Method 2로 Analysis한 결과 값과 시뮬레이션 한 결과 값을 비교한 것으로, 해석적인 값과 실제 시뮬레이션 한 값의 차이가 0.05%이내 이므로 타당성이 있다고 볼 수 있다. 표 1은 지면상 일부분만을 수록하였다.

V. 대규모 망에서의 성능 평가

본 failure 모델의 시스템 예로서, 그림 1과 같은 토폴로지를 가지는 20개 노드로 구

표 1. Simulation 결과와 Analytic 결과 비교

Source	Dest.	발생된 Calls	도달된 Calls	Simulation 값	해석적인 값
1	2	5988	5802	.96894	.97290
1	4	5982	5807	.97075	.97290
1	9	740	710	.95946	.95348
2	3	5011	4870	.97187	.97290
2	5	5049	4986	.98752	.99066
2	9	1261	1261	.95083	.95288
3	5	3025	2966	.98050	.95288
3	7	782	742	.94885	.95348
3	9	3094	2964	.95798	.95959
4	1	5090	4926	.96778	.97290
4	6	2467	2040	.80632	.81000
4	9	1228	1121	.93730	.95288
5	2	4158	3734	.89803	.90000
5	8	4160	3747	.90072	.90000
6	1	1252	1184	.94569	.95288
6	2	2537	2537	.96137	.95390
7	1	3088	2960	.95855	.95959
8	1	1250	1173	.93840	.95288
9	1	727	699	.96149	.95348

성된 4 × 5 격자 구조 회선 교환망의 신뢰도에 대한 성능을 평가해 보았다. 각 노드에 연결된 가입자의 수는 200명이라 가정하였다. 또한, 각 호들의 서비스 시간은 일정한 상수값을 갖는다^[11,12]. 노드에 연결된 링크가 사용 중인 경우, 노드로 들어오는 호는 노드의 buffer에 대기하며, 호 설정을 위한 패킷에 목적 노드의 id에 대한 정보가 있다. 4 × 5 격자 구조 회선 교환망인 경우 6 Group으로 나누어 진다.

① Group 1 : 노드 1(N_{11}), 5(N_{15}), 16(N_{16}), 20(N_{20}).

② Group 2 : 노드 2(N_{12}), 4(N_{14}), 17(N_{17}), 19(N_{19}).

③ Group 3 : 노드 3(N_{31}), 18(N_{18}).

④ Group 4 : 노드 6(N_{21}), 10(N_{25}), 11(N_{31}), 15(N_{35}).

⑤ Group 5 : 노드 7(N_{22}), 9(N_{21}), 12(N_{32}), 14(N_{31}).

⑥ Group 6 : 노드 8(N_{24}), 13(N_{33}).

본 논문에서는 현실적인 적용성을 고려하여, 실측된 값을 기본으로 하여 호의 도착률을 설정하였다. 모든 노드는 동일한 조건하에 있

다고 가정하였으므로, 노드들은 같은 외부 도착률(λ_e)을 갖는다. 그리고, 통화 대상 노드의 위치가 통화 발생 노드로부터 1 링크 떨어질 때마다 패킷의 도착률은 감소된다고 가정한다. γ_i 를 통화 발생 노드로부터 i 개의 링크만큼 떨어져 있는 노드로의 패킷 도착률이라 할 때, 다음과 같이 가정한다.

$$\gamma_i = (1/2)^{i-1} \gamma_1 \quad (3)$$

그룹 1이 통화 발생 노드일 경우, 각 노드로의 도착률은 다음과 같이 구한다.

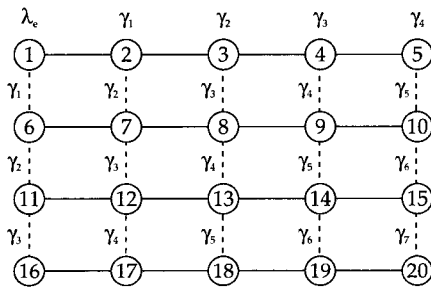


그림 6. 4x5 격자 구조 회선망의 도착률
Fig 6. Arrival Rate of 4x5 Grid Topology Circuit-Switched Network

$$\lambda_e = 2\gamma_1 + 3\gamma_2 + 4\gamma_3 + 4\gamma_4 + 3\gamma_5 + 2\gamma_6 + \gamma_7 \quad (4)$$

식 (3)을 이용하여 식 (4)의 우측을 γ_1 만의 식으로 바꾼 뒤, 이를 이용하여 γ_1 을 구할 수 있다. 다시 γ_1 을 식 (3)을 대입하여 $\gamma_1 \sim \gamma_7$ 을 구할 수 있다. 나머지 그룹들도 이와 같은 방법으로 구한다.

성능 평가를 위하여, 패킷의 길이는 고정되어 있고 각 노드의 패킷 서비스 시간은 0.04(sec)라 가정하였다. 또한 각 링크의 failure가 지수분포에 따라 발생한다고 가정할 때, 각 링크의 failure 확률을 0.05 ~ 0.25로 변

화시켜면서 시뮬레이션을 해보았다^[3-18]. 이에 대한 결과로서, 그림7은 통신망의 평균 신뢰도(reliability)를 나타낸 것이며, 그림 8은 통화 발생 노드로부터 통화 대상 노드의 거리에 대한 신뢰도 변화를 나타낸 것이다. 그림 9는 통화 대상 노드의 거리에 대한 failure 확률별 신뢰도 변화를 나타낸 것이며, 그림 10은 각 그룹별 신뢰도를 나타낸 그래프이다. 이들 그래프들에서 링크의 failure 확률이 증가함에 따라 신뢰도의 감소폭이 증가하였다. 이 그래프에서 링크 failure 확률이 증가함에 따라 신뢰도가 감소하였으며, 통화발생 노드가 통신망의 가운데에 위치한 노드(그룹 5와 그룹 6에 속하는 노드)일 때의 신뢰도가 통신망의 가장자리에 위치한 노드(그룹 1에서 그룹 4에 속하는 노드)일 때의 신뢰도 보다 더 뛰어남을 알 수 있다.

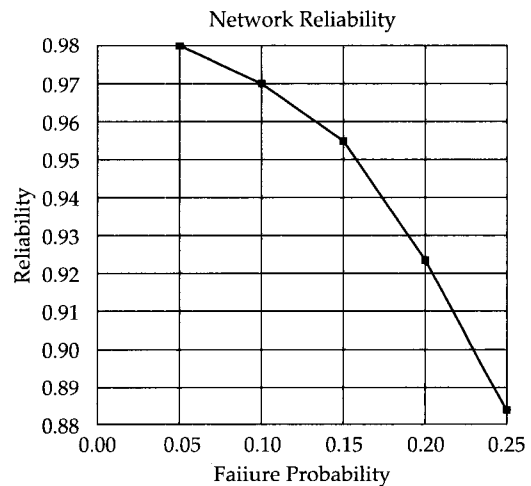


그림 7. Failure 확률 변화에 따른 신뢰도 변화
Fig 7. The variation of reliability according to failure probability variation

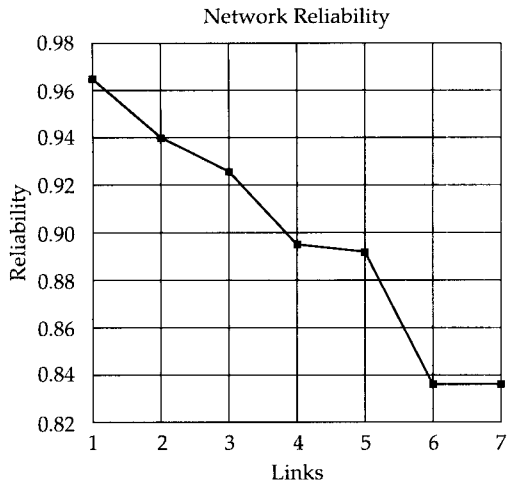


그림 8. 통화 대상 노드의 거리에 대한 신뢰도 변화
 Fig 8. The variation of reliability according to object node's distance

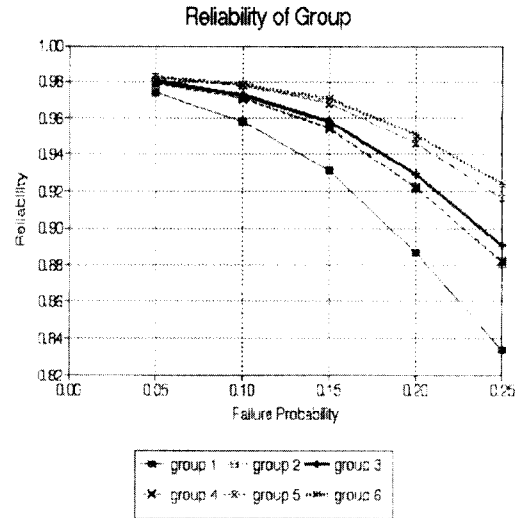


그림 10. 각 그룹별 신뢰도
 Fig 10. Reliability by each groups

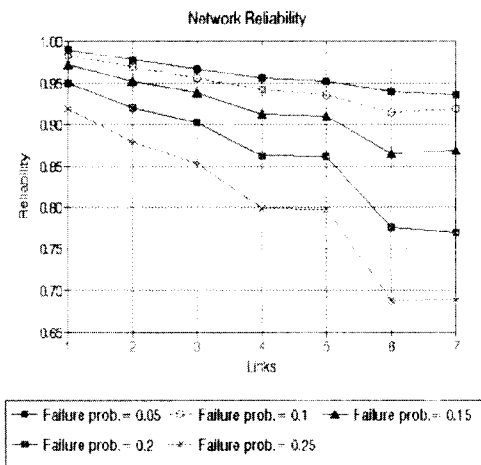


그림 9. 통화 대상 노드의 거리에 대한 failure 확률별 신뢰도 변화

Fig 9. The variation of reliability by failure probability according to object node's distance

VI. 결론

본 논문에서는, 격자 구조 회선 교환망의 link failure 모델을 설정하고, 호 차단 확률을 평가 해봄으로서 여러 측면에서 통신망의 신뢰도(reliability)를 측정해 보았다. Failure 모델의 성능을 평가하기 위하여 시뮬레이션 기법을 사용하였다. 또한 joint probability에 의한 신뢰도 측정 방법을 사용하여 3 × 3 격자 구조 회선 교환망의 신뢰도에 대한 성능을 분석해 보았으며, 이를 시뮬레이션한 결과와 비교해 보았다.

4 × 5 격자 구조 회선 교환망의 신뢰도에 대한 성능 평가 결과, 링크 failure 확률이 커짐에 따라 신뢰도의 감소폭이 증가하였다. 또한, 통화 발생 노드가 통신망의 가운데에 위치한 노드일 때, 신뢰성이 더 뛰어남을 알 수 있었다. 또한, 호 발생이 빈번할수록 Call Blocking Probability가 지수적으로 증가함을 알

수있었으며, 통신망의 중심으로 갈 수록 Call Blocking Probability가 높아짐을 알 수있었다.

따라서, 통신망을 신뢰성 있게 모델화하는 것은 통신망을 설계하는 초기 단계에서 매우 중요한 문제이며, 통신망의 신뢰도는 호 설정 시간(call set up time) 및 호 차단 확률(call blocking probability)과 함께 통신망의 성능 지표로 사용된다.

결론적으로, 본 논문을 통하여 알 수 있듯이 호 차단 확률 및 링크의 고장율은 통신망의 신뢰도에 큰 영향을 미치므로, 고장을 또한 통신망의 설계시 신중히 고려되어야 할 것으로 사려된다.

참 고 문 헌

- [1] 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," Proc. of The 14th symposium on Information Theory and Its Application, Japan, Dec. 1991.
- [2] 김 성빈, 이 정규, "공통신 신호 방식하의 격자 구조 회선 교환망상에서 Flooding Search Time 성능 분석," 대한 전자공학회 논문지-A, vol. 29-A, no. 9, pp. 1-7, Sep. 1992.
- [3] 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.
- [4] M. O. Ball, "Computational Complexity of Network Reliability Analysis : An Overview," IEEE Trans. on Reliability, vol. R-35, no. 3, pp. 230-239, Aug. 1986.
- [5] W. J. Rueger, "Reliability Analysis of Networks with Capacity-Constraints and Failures at Branches & Nodes," IEEE Trans. on Reliability, vol. R-35, no. 5, pp. 523-528, Dec. 1986.
- [6] M. O. Locks, "Recent Developments in Computing of System-Reliability," IEEE Trans. on Reliability, vol. R-34, no. 5, pp. 425-436, Dec. 1985.
- [7] C. S. Raghavendra and S. V. Makam, "Reliability Modeling and Analysis of Computer Networks," IEEE Trans. on Reliability, vol. R-35, no. 2, pp. 156-160, June 1986.
- [8] M. K. Mehmet-Ali, J. F. Hayes, and A. K. Elhakeem, "Traffic Analysis of a Local Area Network with a Star Topology," IEEE Trans. on Comm., vol. 36, no. 6, June 1988.
- [9] L. Fratta and U. G. Montanari, "A Boolean Algebra Method for Computing the Terminal Reliability in a Communication Network," IEEE Trans. on Circuit Theory, vol. CT-20, no. 3, pp. 203-211, May 1973.
- [10] A. R. Modarressi and R. A. Skoog, "An Overview of Signaling System No. 7," Proc. of the IEEE, vol. 80, no. 4, pp. 590-606, Apr. 1992.
- [11] H. Nakazawa, "Decomposition Method for Computing the Reliability of Complex Networks," IEEE Trans. on Reliability, vol. R-30, no. 3, pp. 289-292, Aug. 1981.

- [12] A. Satyanarayana and J. N. Hagstrom, "A New Algorithm for the Reliability Analysis of Multi-Terminal Networks," *IEEE Trans. on Reliability*, vol. R-30, no. 4, pp. 325-324, Oct. 1981.
- [13] M. Schwartz, *Telecommunication Networks Protocols, Modeling and Analysis*, Addison-Wesley, 1987.
- [14] B. Jabbari, "Routing and Congestion Control in Common Channel Signaling System No. 7," *Proc. of the IEEE*, vol. 80, no. 4, pp. 607-617, Apr. 1992.
- [15] A. R. Modarressi and R. A. Skoog, "Signaling System No. 7 : A Tutorial," *IEEE Comm. Magazine*, pp. 19-35, July 1990.
- [16] R. A. Skoog, "Engineering Common Channel Signaling Networks for ISDN," *Proc. of ITC-12, Torino, Italy*, June 1988.
- [17] R. A. Skoog, H. Ahmadi, and S. Boyles, "Network Architecture Planning for Common Channel Signaling Networks," *Proc. of the 2nd Annual Int'l Symp. on Net. Planning, Brighton, England, Mar. 1983*.
- [18] R. R. Goldberg and D. C. Shrader, "Common Channel Signaling Interface for Local Exchange Carrier to Interexchange Carrier Interconnection," *IEEE Comm. Magazine*, pp. 64-71, July 1990.

□ 著者紹介

박 찬 열



1979년 3월 - 1983년 2월 경성대학교 상경대학 무역학과 학사
1983년 - 1987년 동아대학교 대학원 무역학과 경영학석사
1989년 - 1992년 경성대학교 산업대학원 전산정보과 공학석사
1989년 1992년 9월 포항선린전문대학 사무자동화과 학과장
1992년 9월 - 현재 부산여자전문대학 사무자동화과 학과장

※ 관심 분야 : 컴퓨터기술, 경영 사무 관리

이 상 준



1985년 3월 - 1992년 2월 한양대학교 전자계산과 학사
1992년 3월 - 1994년 2월 한양대학교 전자계산과 석사
1995년 3월 - 1996년 2월 벽성전문대학 전자계산과 전임강사
1996년 3월 - 현재 부산여자전문대학 사무자동화과 전임강사

※ 관심 분야 : 컴퓨터기술, 정보통신기술