

팩스 통신망 입출력회선 비율 설정에 관한 시뮬레이션 분석

A Simulation Analysis for Selecting In/Out Port Ratio in FAX Network System Operation

나윤균*, 김희동**

Yoon Kyoon Na, Hee-dong Kim

Abstract

In a commercial facsimile network system, a simulation analysis has been performed using ARENA due to the unavailability of theoretical models. The effect of a priority is compared with that of the current FCFS rule on the arriving call blocking rate and transmission time delay. The result shows that the priority rule reduces more service time delay as the arrival rate increases. A simulation analysis procedure is proposed to select optimal in/out port ratio at various hourly arrival rates with a given multiple-place transmission requests ratio.

* 수원대학교 공과대학 산업공학과

** 한국외국어대학교 정보통신공학과

1. 서 론

정보통신기술의 발전에 힘입어 디지털 기술발전과 전기통신과 컴퓨터가 융합된 정보화 사회가 실현됨에 따라 팩시밀리는 전화와 더불어 주요한 정보통신 매체로 등장하였으며, 일반 사업체에서는 물론 가정에서도 없어서는 안될 필수 통신장비로 자리잡아 가고있다.

상용팩스 통신망에서 제공하는 서비스로는 회원의 통지, 신상품정보배달, 업무연락 등 다수의 수신처에 동일한 문서를 1회의 송신으로 최대 100개소에 동시 전송하는 동보통신, 요금이 할인되는 야간시간을 이용하여 같은 문서를 최대 1,000개소까지 전송하는 야간대량통신, 발신자가 비밀문서를 친전통신으로 송신하면 수신자는 발신자가 등록한 비밀번호를 입력하여 문서를 수신하는 친전통신, 수신되는 문서를 사서함에 일시 지정하여 필요할 때마다 수시로 인출 또는 재전송할 수있는 팩스사서함, 문서를 특정시간에 전송예약하는 기정시간전송 등 통신망 차원에서의 다양한 팩스이용 편의서비스를 제공하고 있다.

이러한 팩스전용망은 동보전송, 예약송신 등 축적·전송의 개념을 이용하는 서비스에는 강력한 이점이 있으나, 일반전송에는 전송지연이 문제가 된다. 그 이유는 일반전송의 경우에는 일단 메시지를 축적한 후 전송하게 되므로, 내부의 패킷전송망의 부하, 메시지 저장의 길이에 따라 영향을 받기 때문이다. 특히, 상용팩스 전용망에서는 모든 전송메시지에 선입선출의 처리방법을 사용하고 있으므로 동보전송 메시지의 대기 숫자가 많은 경우에는 일반전송 메시지는 이들이 모두 전송될 때까지 대기하여야 하므로, 전송지연 시간이 길어질 뿐만 아니라 전송지연 시간의 변동도 길게 된다. 팩스가 일반가정에 까지 일반화되어 가고 있는 현실에서 상용팩스 통신망의 강점은 일반전송 서비스보다는 동보전송 서비스에 있다고 볼 수 있으며, 현재의 동보전송 비율은 더욱 높아질 것으로 예상된다.

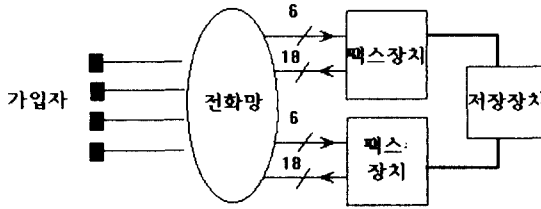
본 연구에서는 현 전송시스템의 고객 서비스 만족도 측정 척도로서 입력호수 호손실율과 평균 전송지연시간을 사용하였다. 우선 우선도정책 도입 효과

를 측정하기 위하여 현재의 선입선출방식과 우선도 방식에서 일반전송 및 동보전송의 평균 전송지연시간을 측정, 비교하였다. 또한 시간당 도착율 및 동보전송 비율이 변화함에 따라 입출력회선 비율이 전송지연시간과 입력호수 호손실율에 미치는 영향을 분석함으로써 적정 입출력회선 비율 선정의 자료로 사용하였다.

현 시스템과 유사한 대기모형으로는 일괄도착 모형이 존재한다[6,10]. 일괄도착 모형에는 일괄호수가 입력되었을 때 서버수 만큼 호수가 서비스를 받고 나머지 호수는 손실되는 부분수용정책 방식과 일괄호수가 입력되었을 때 일괄호수에 있는 모든 호수가 서비스를 받지 못하면 일괄호수 전체가 손실되는 전체수용정책 방식이 있다[2]. 그러나, 두 방식 모두 일괄호수가 입력되었을 때 가용 서버수 만큼 호수가 서비스를 받고 나머지 호수는 저장되어 후에 서비스를 받는 현 시스템과는 거리가 있으며, 또한 재시도 방식도 포함하고 있지 못하다. 현 시스템에 우선도를 채택한 경우에 적용을 고려할 수 있는 우선도 모형[9] 역시 재시도 방법이 포함되어 있지 않으므로 기존의 대기모형으로는 이론적 접근이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 컴퓨터 시물레이션에 의한 상용팩스 통신망의 성능 분석을 처음으로 시도하였으며, 주어진 동보전송비율과 입력호수 도착율에서 최적 입출력회선 비율을 결정하는 시물레이션 절차를 제시하였다.

2. 시스템의 운영방식

팩스 입·출력장치는 48회선마다 하나의 저장장치가 부착되어 있으며, 팩스 입·출력장치는 입력전용회선과 출력전용회선으로 구분한다. 이 구분은 하드웨어적으로 설정하게 되어 있으며, 운영중에 소프트웨어적으로 설정할 수는 없다. 현재 입력12회선 출력36회선으로 1:3의 비율로 운영되고 있으며, 출력회선이 사용중이면 저장장치에 저장되어 있다가 후에 전송하되, 여기서 저장장치의 용량은 무한대로 가정한다. 현 시스템의 운영모형은 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 시스템 구성도

2.1 메시지의 처리흐름

일반전송과 동보전송의 처리 흐름은 다음과 같다.

일반전송의 흐름

- 팩스장치가 일반전송을 수신한 후 저장장치로 메시지를 출력한다.
- 축적된 메시지를 출력포트를 통하여 전송하되, 사용 가능한 출력포트가 있을 때까지 대기한다.
- 일반전송이 완료되면, 통신결과를 전송보고서로 만들어 송신자에게 전달한다.
- 전송보고서가 송신자에게 전송되면, 통신이 완료된다.

동보전송의 흐름

- 팩스장치가 동보전송 내용을 저장장치로 출력한다.
- 저장장치는 동보처의 갯수만큼 메시지를 발생하여 개별 메시지로 하고, 이를 일반전송과 같이 개별적으로 전송한다.
- 최종메시지를 전송한 후 결과를 전송 보고서로 전송한다.

따라서 이러한 입력프로세스에 대해 발생하는 출력트래픽은 다음과 같다.

- 1) 일반전송의 경우 착신지로 자동 발생하는 출력트래픽
- 2) 동보전송의 경우 미리 지정된 동보처로 자동 발신하는 출력트래픽

- 3) 일반전송이나 동보전송의 경우 착신지로 전송된 결과에 대해서 전송보고서가 발생
- 4) 상기의 출력트래픽을 전송하는데 이어 착신단말에 제대로 송신하지 못하는 경우 재전송을 하는 재전송트래픽이 있다.

2.2 전송 방법

기존의 메시지처리방법은 다음과 같다.

- 1) 일반전송, 동보전송, 전송보고서 등에 대해 구별없이 동일하게 메시지 개체로 취급하며, 도착순서에 따라 출력순서가 결정된다.
- 2) 다만 전송보고서는 일반전송, 동보전송이 완료된 이후에 발생한다.
- 3) 출력과정에서 전송이 불가능한 경우에는 5분 후에 전송하되, 5분 후에 대기행렬에 입력되는 것으로 한다.

이러한 메시지처리방법에 따르면, 동보전송요구가 발생하면 이를 처리하기 위해 일반전송의 전송지연이 길게 발생하므로, 일반전송 이용자에게 불편함을 초래하게 된다.

2.3 시스템운영 현황분석

호점유시간

정상수신의 경우 호당 회선점유시간은 약 112초이며, 정상출력의 경우 회선점유시간은 104초이다. 여기서, 입력점유시간이 출력점유시간보다 긴 이유는 입력의 경우 이용자가 입력서비스를 선택하기 위하여 소요되는 시간 때문이다. 회선점유시간의 분포는 지수분포로 가정한다.

동보처 갯수

한 번의 착신으로 동보리스트에 의해 대량 전송하는 경우가 발생할 수 있다. 현재 최대 100군데까지 지정할 수 있으며 현재로서는 평균 21인 기하분포로 가정한다.

출력트래픽의 점유시간

정상출력이 불가능한 경우 통화중 신호인 화중

음까지의 검출시간은 9.4초가 소요되고, 무응답까지의 검출대기시간은 25.4초가 소요된다. 전송보고서의 경우는 20초의 공통 점유시간에 동보장소당 1초의 점유시간이 요구된다. 즉, 일반전송의 전송보고서 출력을 위한 점유시간은 21초, 동보처가 n개인 동보전송의 전송보고서 출력을 위한 점유시간은 (20+n)초가 소요된다.

출력메시지의 재전송

시스템에서 자동발신시, 착신단말이 통화중이거나 무응답인 경우나 기타의 이유로 한 번에 접속하지 못하는 경우에는 재전송이 발생하게 된다. 이와 같이 수신측에 접속하지 못하는 확률은 경험적으로 30%의 값을 사용하였다. 재전송을 하기 위해서는 5분간 큐에 대기하였다가 다시 시도를 하게 되며 반복횟수는 3회로 한정되어있다.

3. 시물레이션 분석

시스템 성능을 분석하는 척도로는 입력호수의 호손실율과 일반전송 및 동보전송의 평균 전송지연시간을 사용하였다. 입력호수의 호손실율은 고객의 서비스 만족도를 고려하는 차원에서 적절한 수준이내에서 유지되는 것이 바람직하며, 그 수준은 일반적으로 정책적 차원에서 결정된다. 시간당 입력호수 도착율은 100에서 시작하여 500까지 100간격으로 증가시켜 보았다. 통신망이 하루 중 가장 혼잡한 시간은 2시간 가량 지속되는 것으로 판명되어, 시물레이션 시간은 8400초로하고 초기 1200초 동안의 통계량은 무시하였으며 각 시물레이션의 반복 횟수는 20회

로 하였다.

3.1 우선도방식 도입 효과

기존의 방식은 일반전송과 동보전송이 하나의 메시지큐에 저장되며 순차적으로 처리되는 선입선출방식으로서 일반전송이 동보전송의 메시지에 의해 지연이 발생할 확률이 존재한다. 이 문제에 대해서는 동보전송과 일반전송의 우선도를 달리 주는 방법으로 해결할 수 있다. 본 연구에서는 전송보고서, 일반전송, 동보전송의 순서로 우선 순위를 부여하는 비선취방식을 채택하여 그 효과를 분석하였다.

두 방식의 비교를 위하여 기존의 입력 12회선과 출력 36회선 비율과 일반전송 대 동보전송 비율 70:30을 사용하였다. 두 방식 모두 같은 수의 입력회선을 사용하므로 입력호수 호손실율은 차이가 없으며, 일반전송 및 동보전송의 평균 전송 지연시간은 <표1>에 나타나 있다.

일반전송의 전송지연시간은 우선도방식을 도입함으로써 크게 개선되며, 시간당 도착율이 증가할수록 단축 폭이 커짐을 알 수 있다. 반면에 동보전송의 전송지연시간은 시간당 도착율이 매우 높은 경우에는 전송보고서의 우선적인 처리에 의한 효과로 짐작되는 약간의 개선효과만이 존재한다. 우선도방식의 도입은 일반전송의 전송지연시간을 크게 단축시킬 뿐만 아니라 동보전송에 있어서도 전송보고서의 우선처리에 따른 효과로 전송지연시간이 단축되는 것으로 판명된다.

<표 1> 일반전송:동보전송=70:30인 경우의 전송지연시간 (초)

처리방식		도착율				
		100	200	300	400	500
선입선출 처리방식	일반전송	565	778	1,410	2,010	2,310
	동보전송	1,030	1,340	2,120	2,680	2,950
우선도 처리방식	일반전송	471	495	464	470	479
	동보전송	950	1,230	2,060	2,600	2,730

3.2 우선도방식 하에서의 입출력회선 비율 분석

기존의 일반전송 대 동보전송 비율 70:30의 경우에 입출력회선 비율 12:36, 10:38, 8:40, 6:42에서의 입력호수 호손실율, 일반전송 및 동보전송의 전송지연시간이 그림2, 그림3, 그림4에 각각 나타나 있다.

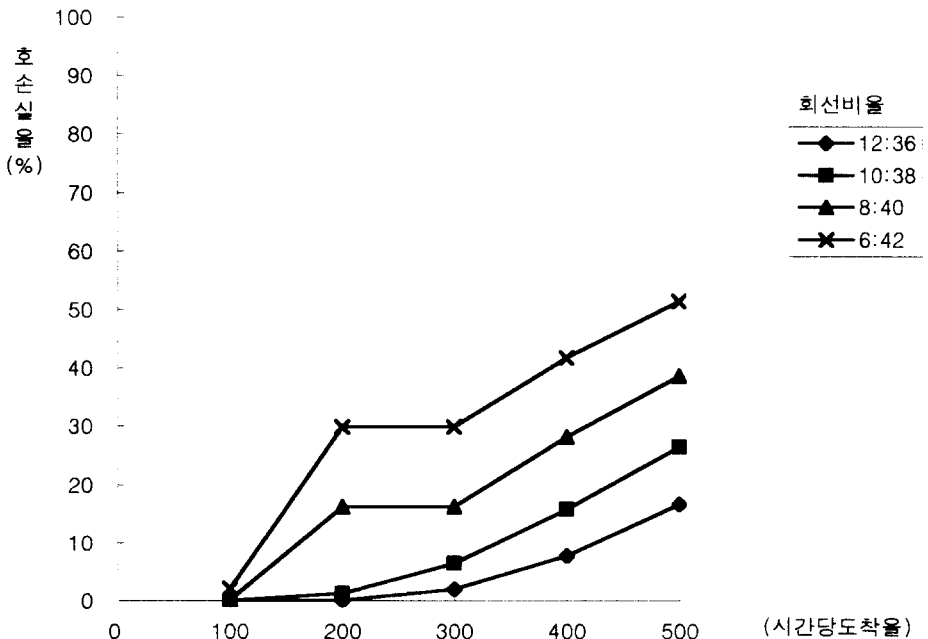
입력호수 도착율 100과 200에서는 단일전송 및 동보전송 모두에서 입출력회선 비율간 전송지연시간의 차이가 존재하지 않음을 알 수 있다. 입력호수 도착율 300, 400, 500에서는 일반전송에서는 입출력회선 비율간 전송지연시간 차이가 존재하지 않지만, 동보전송의 경우에는 입출력회선 비율 12:36과 10:38 사이를 제외하고는 모든 회선비율간에 전송지연시간의 차이가 존재하여, 출력회선 수를 증가시킬수록 동보전송 지연시간이 현저히 단축됨을 알 수 있다.

그러나 출력회선 수가 증가됨에 따라 입력회선 수는 감소되어 입력호수 호손실율이 증가하게 된다. 호손실율 20%를 상한으로 설정하는 경우 시간당 도

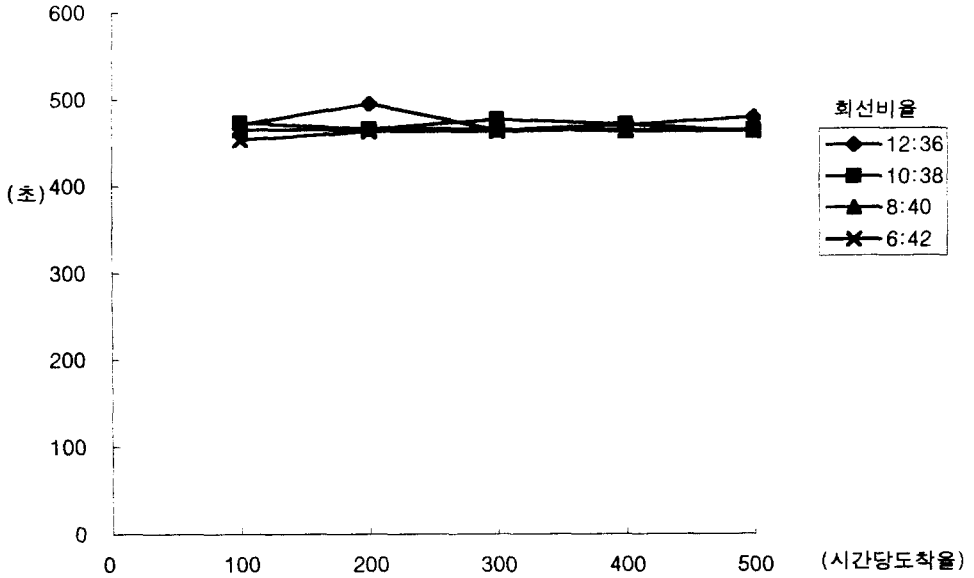
착율 300에서는 입출력회선 비율 8:40이 적절하며, 시간당 도착율 400과 500에서는 입출력회선비율 12:36과 10:38 사이에 전송지연시간의 통계적차이가 존재하지 않으므로 입력호수 호손실율이 낮은 입출력회선 비율 12:36이 적절한 것으로 판명된다.

3.3 동보전송비율 변화에 따른 최적 입출력회선 비율 설정 절차

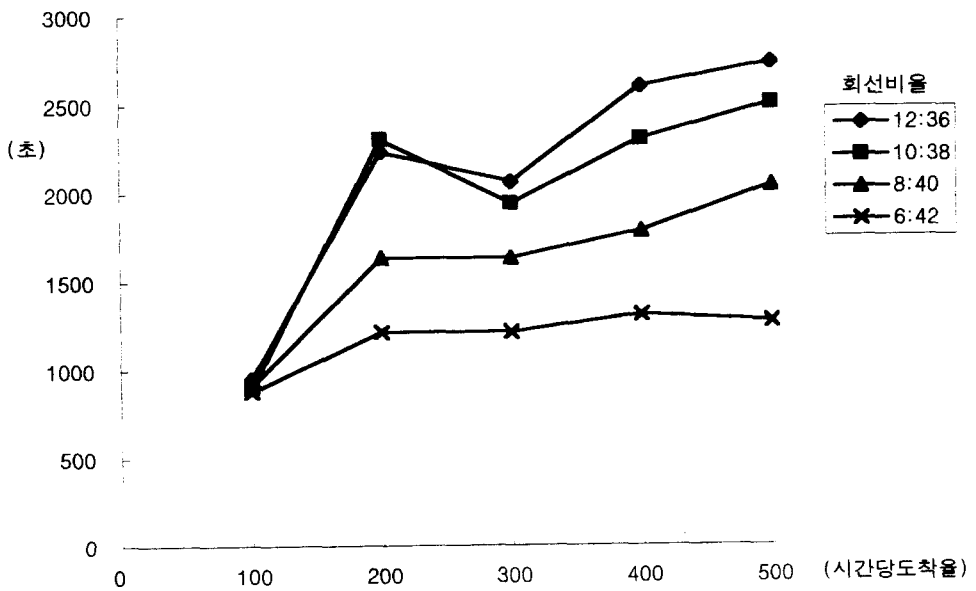
현재 30%에 머무르고 있는 동보전송의 비율은 향후 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 따라서 변화하는 동보전송의 비율에 따라 최적 입출력회선 비율을 설정하는 것이 필요하게 된다. 우선도방식 하에서 일반전송은 동보전송보다 우선 처리되므로 전송지연시간이 입출력회선 비율의 변화에 크게 영향을 받지 않아 통계적 차이가 존재하지 않는 것으로 판명되었다. 주어진 동보전송비율과 시간당 입력호수 도착율을 사용하여 최대 허용 입력호수 손실율 범위



<그림 2> 일반전송 : 동보전송 = 70 : 30인 경우의 입력호수 호손실율(%)



<그림 3> 일반전송 : 동보전송 = 70 : 30인 경우의 일반전송 지연시간



<그림 4> 일반전송 : 동보전송 = 70 : 30인 경우의 동보전송 지연시간

내에서 동보전송 지연시간을 최소로 하는 최적 입출력회선 비율 설정 절차는 다음과 같다.

- (step0) 입력회선 수 $I_0=12$
출력회선 수 $O_0=36$
동보전송 지연시간 $T_0=\infty$
 $n=1$
- (step1) 주어진 동보전송비율, 시간당 입력호수 도착율, 그리고 최대 허용 입력호수 손실율 (α)을 사용하여 시뮬레이션 분석을 수행한다.
- (step2) If $\alpha_n > \alpha$, then $I_n=I_{n-1}+2$,
 $O_n=O_{n-1}-2$ and go to step 3
else if $T_n \leq T_{n-1}$,
then $I_n=I_{n-1}-2$, $O_n=O_{n-1}+2$
and go to step 3
else $I^*=I_{n-1}$, $O^*=O_{n-1}$ and
stop.
- (step 3) $n=n+1$, go to step 1.

(예제1) 일반전송:동보전송=30:70 이고 최대 허용 입력호수 손실율 $\alpha=10\%$ 인 경우에 최적 입출력회선 비율을 구하고자 한다. <표2>는 입력호수 도착율 및 입출력회선 비율에 따른 입력호수 호손실율, 동보전송의 전송지연시간을 보여준다.

시간당 도착율 200에서는 회선비율 8:40이, 도착율 300에서는 회선비율 10:38이, 도착율 400에서는 12:36이 적합하게 된다. 시간당 도착율 500에서는 입력호수 호손실율은 증가하게 되어 회선비율 14:34가 선정된다.

4. 결론

정보화사회의 급속한 구현으로 팩시밀리는 필수적인 통신장비로 자리잡아 가고 있다. 이에 따라 증가하는 수요자의 욕구를 충족하기 위해서는 팩스 전송 통신망의 성능을 크게 좌우하는 팩스 내부 시스템의 합리적인 설계가 매우 중요하게 된다.

본 연구에서는 현 시스템 환경 하에서 시뮬레이션 언어인 ARENA를 이용하여 모의실험을 수행하였다. 전송보고서, 일반전송, 동보전송의 순으로 우선순위를 부여하는 우선도방식을 도입한 결과 시간당 도착율이 높을수록 일반전송의 전송지연시간 감소의 효과가 큰 것으로 판명되었다. 다양한 입력호수 도착율에 대하여 현 시스템의 호손실율, 일반전송 및 동보전송 지연시간을 분석하여 적절한 입출력회선 비율을 제시하였다. 또한 동보전송비율의 증가 추세를 반영하여 주어진 동보전송비율에서 입력호수 도착율 변화에 따라 최적 입출력회선 비율을 선정하는 시뮬레이션 절차를 예제와 함께 제시하였다.

<표 2> 일반전송:동보전송=30:70인 경우의 입력호수 호손실율(%) 및 전송지연시간(초)

회선비율 도착율		14:34	12:36	10:38	8:40	6:42
		200		0.05	0.8	4.85
	동보전송		2,670	2,510	2,510	2,110
300	호손실율		2	6.72	14.6	
	동보전송		2,930	3,050	2,810	
400	호손실율		7.46	14.9		
	동보전송		2,930	2,860		
500	호손실율	8.49	15.3			
	동보전송	2,820	2,900			

참고문헌

1. Akimaru, H., Cooper, R.B., *Teletraffic Engineering*, Ohm Pub. Co., 1985. (in Japanese)
2. Akimaru, H., and Kawashim, K., *Teletraffic Theory and Applications*, Springer-Verlag, 1993.
3. Akimaru, H., Takahashi, H., "An Approximate Formula for Individual Call Losses in Overflow Systems", *IEEE Trans. COM-31*, No.6, 1983.
4. Cinlar, E., *Introduction to Stochastic Processes*, Prentice-Hall, 1975.
5. Cooper, R.B., *Introduction to Queuing Theory*, Second Ed., North Holland, 1981.
6. Descloux, A., "On Overflow Process of Trunk Groups with Poisson Inputs and Exponential Service Times", *BSTJ*, Vol.42, pp.383-397, 1963.
7. Fujiki, R., Gambe, E., *Teletraffic Theory*, Maruzen, 1980. (in Japanese)
8. Heffes, H., "Analysis of First-Come-First-Served Queuing System with Peaked Inputs", *BSTJ*, Vol.52, pp.1215-1228, 1973.
9. Jaiswal, N.K., *Priority Queues*, Academic Press, 1968.
10. Kawasshima, K., "A Numerical Analysis for Delay-Delay Trunk Reservation System", *Trans. of IEICE*, Vol.62-B, No.7, 1979. (in Japanese)
11. Kuczura, A., "The Interrupted Poisson Process as an Overflow Process", *BSTJ*, Vol.52, No.3, 1973.
12. Pegden C.D., R.P. Sadowski, and R.E. Shannon, *Introduction to Simulation Using SIMAN*, Second Ed., McGraw-Hill, 1995.
13. Schwartz, M., *Telecommunication Networks*, Wiley, 1987.
14. Syski, R., *Introduction to Congestion Theory in Telephone Systems*, Oliver & Boyd, 1960.

● 저자소개 ●



나윤균

1977년 서울대학교 산업공학과 공학사
 1982년 미국 조지아 공과대학 산업공학과 공학석사
 1987년 미국 텍사스 A&M 대학교 산업공학과 공학박사
 1987~1988년 미국 남일리노이 주립대학교 산업공학과 조교수
 1989~현재 수원대학교 산업공학과 부교수

관심 분야 : 자동창고시스템, 유연제조시스템, 컴퓨터 시뮬레이션, 물류관리



김희동

1981년 서울대학교 전기공학과 공학사
 1983년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학석사
 1987년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 공학박사
 1987~1992년 디지콤정보통신연구소 연구소장
 1992~1997년 수원대학교 정보통신공학과 조교수
 1997~현재 한국외국어대학교 정보통신공학과 부교수

관심 분야 : 정보통신망, 정보통신서비스, 컴퓨터텔레포니결합, 지능망, 음성신호처리