

컴퓨터 시뮬레이션에 의한 슈퍼마켓 운영방법 평가

(AN EVALUATION OF A SUPERMARKET MANAGEMENT VIA A COMPUTER SIMULATION)

박 양 병*

Abstract

Simulation is one of the most widely used techniques in operations research and management science, and by all indications its popularity is on the increase. There have been several impediments to its even wider acceptance and usefulness. This paper presents a simulation study for evaluating lane operation and determining parking space for customers in a supermarket using a SLAM network simulation model. The results for the simulation are analyzed using statistical methods.

1. 서 론

고객을 상대로 서비스를 수행하는 시스템의 운영에서 서비스 제공자(server) 수, 고객의 대기공간 소요면적, 고객을 서비스하는 방법 등에 관한 의사결정은 매우 중요하다. 예를 들어, 선박수리소에서 필요한 수리 독(dock)의 수, 제품생산을 위한 가공기계의 댓수, 은행 창구의 수, 고속도로 톨 게이트(toll gate)의 수, 슈퍼마켓에서 필요한 계산대의 수 및 고객용 주차장의 면적, 작업장에서 在工品을 위한 공간의 크기,

주유소의 면적 등의 합리적인 결정은 고객에 대한 서비스 만족도의 증가 및 시스템의 효율적인 운영을 위하여 매우 중요하다.

서비스 시스템의 운영실태를 분석하는 일은 쉽지 않다. 즉, 서비스 대상이 되는 고객의 도착 시간 및 서비스의 소요시간을 확정적으로 예측할 수 없기 때문에, 대상 시스템은 확률적 성질을 갖게 되어 시스템을 모형화하고 분석하는 일은 어렵고 복잡하게 된다.

확률적 시스템을 분석하는 데 컴퓨터 시뮬레이션(computer simulation)은 매우 효과적인 방

* 경희대학교 공과대학 산업공학과

법이다. 컴퓨터 시뮬레이션은 분석대상의 시스템을 수리적 및 논리적 모델로 구성하여, 구성된 모델의 운영상태를 컴퓨터를 이용하여 모의 실험하는 기법이다. 좀더 구체적으로 설명하면, 컴퓨터 시뮬레이션은 시스템의 운영과정에서 시간의 경과에 따라 발생하는 모든 사건들에 따른 시스템 상태의 변화를 컴퓨터로 하여금 계산, 기억, 분석하게 하여 시뮬레이션 완료후 그 결과를 출력으로서 제공하게 하는 실험방법이다.

컴퓨터 시뮬레이션을 위해 사용할 수 있는 전용 언어로는 SIMSCRIPT[1], GPSS[2], GASP[3], SLAM[4], DYNAMO[5], SIMAN[6] 등이 있다. 특히 최근에는 컴퓨터 그래픽 능력을 가진 시뮬레이션 專用言語가 개발되어 제조 시스템의 시뮬레이션에 널리 사용되고 있다. 대표적으로 CINEMA[6], SIMFACTORY[7] 등이 있다.

본 연구는 SLAM을 사용한 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 어떤 슈퍼마켓(super market)의 운영방법을 평가하고 필요한 주차장 크기를 결정하는 내용을 소개한다. 통계적인 기법을 적용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 계획, 실행하고 그 결과를 분석하는 기술도 함께 소개한다.

SLAM은 GASPIV를 변형 개선한 언어로서, Pritsker와 Pegden[4]에 의해 개발되었다. SLAM은 event-oriented 및 process-oriented 능력을 모두 가지고 있으며, 네트워크, 이산형(discrete), 연속형(continuous), 그리고 이들 혼합형 모델에 모두 적용될 수 있는 매우 뛰어난 시뮬레이션 전용언어이다.

2. 문제상황

본 연구에서 분석대상이 된 슈퍼마켓은 시외외곽지대에 위치하고 있으며, 개장된지 약 2달이 되고 있다. 슈퍼마켓은 현재 모두 4개의 계산대로써 운영되고 있으며, 그중에 1개는 10가

지 이하의 적은 품목을 소지한 고객만을 위한 특급 계산대(express lane)이다.

지난 2 달동안의 운영상태를 분석한 결과, 일반 고객들을 위한 일반계산대 앞에는 고객의 대기행렬이 常存하고 있으며, 고객은 계산서비스를 받기 위해 상당한 시간을 대기행렬 속에서 기다린다는 사실이 밝혀졌다. 또한 슈퍼마켓의 고객을 위한 주차장의 공간이 부족하여 항상 고객들은 주차에 불편을 갖는다는 사실도 밝혀졌다.

이에 따라 슈퍼마켓의 운영담당자는 새로운 대안으로서 현재의 특급계산대를 일반계산대로 전환하여 4개의 계산대 모두가 고객을 구분하지 않고 서비스 하도록 하는 새로운 운영방법을 고려하게 되었다. 그래서 운영담당자는 시스템을 실제 전환하기 전에 그 유효성의 과학적인 평가를 본 연구자에게 의뢰하였다. 본 연구자는 새로이 제안된 대안이 현재의 운영방법에 의해 나타난 문제점들을 해결할 수 있는지를 분석평가하고, 이에 따라 필요한 주차공간의 크기를 결정하기 위해 SLAM을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 시도하였다.

다음은 본 연구자가 실제 한달동안 매일 오후 3시부터 8시까지 수집한 통계자료를 정리한 것이다. 매일 오후 3시부터 8시까지는 고객의 출입이 가장 빈번한 시간대이다.

(1) 특급계산대를 사용하는 고객수는 전체 고객수의 약 30%를 차지한다.

(2) 슈퍼마켓에 고객의 도착시간 간격은 평균 0.5분의 지수분포를 따른다.

(3) 고객이 슈퍼마켓내에서 쇼핑만을 위해 소요하는 시간(계산시간 및 대기시간 제외)은 3분과 11분 사이에 비교적 일정하게 분포되어 있다.

(4) 특급계산대에서의 서비스시간은 0.5분과 1.0분 사이에 비교적 일정하게 분포되어 있으며, 일반계산대에서의 서비스시간은 1.5분과 3.0분 사이에 비교적 일정하게 분포되어 있다.

(5) 이용하는 자가용차 1대에 동승한 승객수는 평균적으로 1명:62%, 2명:25%, 3명:9%, 4명이상:4%의 확률분포를 따르고 있다.

고객의 도착시간 및 서비스시간에 대한 확률분포의 결정을 위해 point statistics 방법과 line graph방법(8)을 각각 적용하였다. 도착시간의 자료에 의해 계산된 분산계수(coefficient of variance)의 값은 약 0.98로서, 고객의 도착시간에 대한 확률분포는 지수분포에 매우 근사하게 나타났다. 또한 서비스시간의 자료를 가지고 그래프를 작성한 결과, 고객의 서비스시간에 대한 확률분포는 일양분포(uniform distribution)에 매우 근사하게 나타났다. 이들 두 확률분포의 가정은 95% 신뢰수준의 適合度檢定(goodness-of-fit test)에 의하여 충분히 타당성 있는 것으로 입증되었다.

한달동안의 통계자료 수집과정에서 밝혀진바에 의하면, 일반적으로 고객들은 계산서비스를 받기 위해 먼저 계산대 앞의 가장 짧은 대기행렬에 서서 기다리다가, 다른 한 행렬의 길이가 고객이 현재 속해 있는 행렬보다 약 두명 이상의 차이로 짧아질 때면 그쪽 행렬에 자리를 옮기는 것이 상례였다. (이를 jockeying이라 부른다.)

3. 컴퓨터 시뮬레이션 모델 구성

계산대의 현재 운영방법과 새로이 제안된 운영방법에 따른 시스템의 수행도를 비교하는 데 있어 시스템의 안정상태를 보장하기 위하여 시뮬레이션 초기 60분 동안의 통계치는 모두 저장 파일에서 제외시켰다. 이것은 분석에서 시뮬레이션 실행후 1시간이 지나면 시스템이 안정상태에 이르는 것으로 판명되었기 때문이다. 시뮬레이션의 시간 길이는 고객의 출입이 가장 빈번한 오후 5시간동안의 분석을 위해 안정상태를 위한 초기 1시간을 더하여 360분으로 하였다. 즉 오후 2시부터 오후 8시까지 시뮬레이

션이 실행되는 것이다.

두 시스템의 합리적인 비교를 위해 각 런(run)에 대해 동일한 난수초기숫자(random number seed)를 사용하였다. 다시 말해서, 동일한 분산감소(variance reduction)를 이루기 위해 공통의 난수흐름(stream)을 사용한 것이다. 따라서 각 런에 의해 얻어진 결과의 통계치는 상호 독립적인 것으로 간주할 수 있게 된다.

시뮬레이션 런의 횟수결정에는 中心極限整理(central limit theorem)를 적용할 수 있을 만큼 충분하도록 하나의 종료규칙(stopping rule)(4)을 이용하였다. 즉, $v=0.5$, $\alpha=0.1$ 을 선택한다면 $I^* = (\frac{\sigma_x}{g} Z_{\alpha/2})^2$ 에 의해 $I^*=11$ 이 얻어진다. 이를 근거로 본 연구자는 편의상 10회의 런을 수행하기로 결정하였다.

SLAM을 이용한 시뮬레이션에 사용되는 변수들을 정리하면 다음과 같다.

ATTRIBUTES

ATTRIB(1): 시스템에 고객의 도착시간

ATTRIB(2): 일반고객과 특급고객의 분류

ATTRIB(2)= 1 : 특급

ATTRIB(2)= 2 : 일반

ATTRIB(3): 서비스시간

VARIABLES

XX(1): 시스템에 고객의 수

NNQ(i): 현재 계산대 i앞에 대기하고 있는 고객의 수(i=1,2,3,4)

NNACT(i): 현재 계산대 i에서 서비스 받고 있는 고객의 수(i=1,2,3,4)

MM(i): NNQ(i) + NNACT(i) (i=1,2,3,4)

PRIORITY RULE

SNQ: 대기 고객수가 가장 적은 계산대 번호

EVENT1 (JOKK)

고객 jockeying을 위한 서브루틴

ACTIVITY

ACTIVITY 5: 고객의 쇼핑활동

두 시스템에 대한 SLAM 네트워크 모델어도

시하면 [그림 1], [그림 2]와 같다. 두 그림에 나타난 바와 같이, 특급고객수는 전체 고객수의 30%이며, 현재 시스템에서 4번 계산대가 특급 계산대이다.

작성된 시물레이션 모델의 타당성 검사를 위해 현재 시스템의 모델을 파이롯트 런(pilot run) 하여 얻어진 출력을 현재 슈퍼마켓 운영방법으로 얻어진 실적치와 비교하였다. 그 결과 두가지 값에 큰 차이가 없어 시물레이션 모델이 옳바르게 작성된 것으로 판단하였다.

4. 모의실험 결과 분석

먼저 두 시스템의 수행도를 비교 평가한 다음 선택된 시스템의 운영방법에 따라 필요한 주차장 공간을 결정하도록 한다.

4.1 현재 시스템과 제안된 시스템의 수행도 비교

두 시스템에 대한 각각 10회의 시물레이션을 통하여 얻어진 통계치, “시스템내 고객의 평균 거주시간”을 기준하여 두 시스템의 수행도를 비교 평가한다. 분석은 다음의 네가지 측면에서 실시하도록 한다.

(1) 시스템내 특급고객의 거주시간

〈표 1〉은 두 시스템에 대해 수행된 시물레이션에 의해 얻어진 “시스템내 특급고객의 평균 거주시간”과 “서비스받은 특급고객수”의 통계 자료를 정리한 것이다. 시스템내 특급고객의 거주시간 통계치는 시물레이션 시점 60분에서의 CLEAR 작용에 의해 영향을 받게 되지만, 이것은 두 시스템 모두에 공통으로 작용되기 때문에 분석과정에서 무시한다.

〈표 1〉의 서비스받은 고객수 안에서 괄호속의 숫자는 시물레이션 과정에서 창출된 고객의 총수를 나타낸 것으로서, 두 시스템에 대한 각 런에서 모두 동일함을 알 수 있다. 이것은 각 시

물레이션 런에서 사용된 난수초기숫자와 난수 흐름번호가 두 시스템에 대해 모두 동일하기 때문이다. 그러나 〈표 1〉로부터 실제 서비스를 받은 특급 고객수는 두 시스템에서 약간씩 다른 것을 알 수 있는데, 이것은 시물레이션 시점 60분에서의 CLEAR 작용과 시스템 고유 특성의 차이에 기인한 것이라 할 수 있다.

두 시스템의 수행도를 비교하기 위해 antithetic sampling 기법[8]을 적용하여 〈표 1〉을 〈표 2〉와 같이 정리할 수 있다. 이 기법은 샘플평균의 분산을 감소하기 위해서 적용된다.

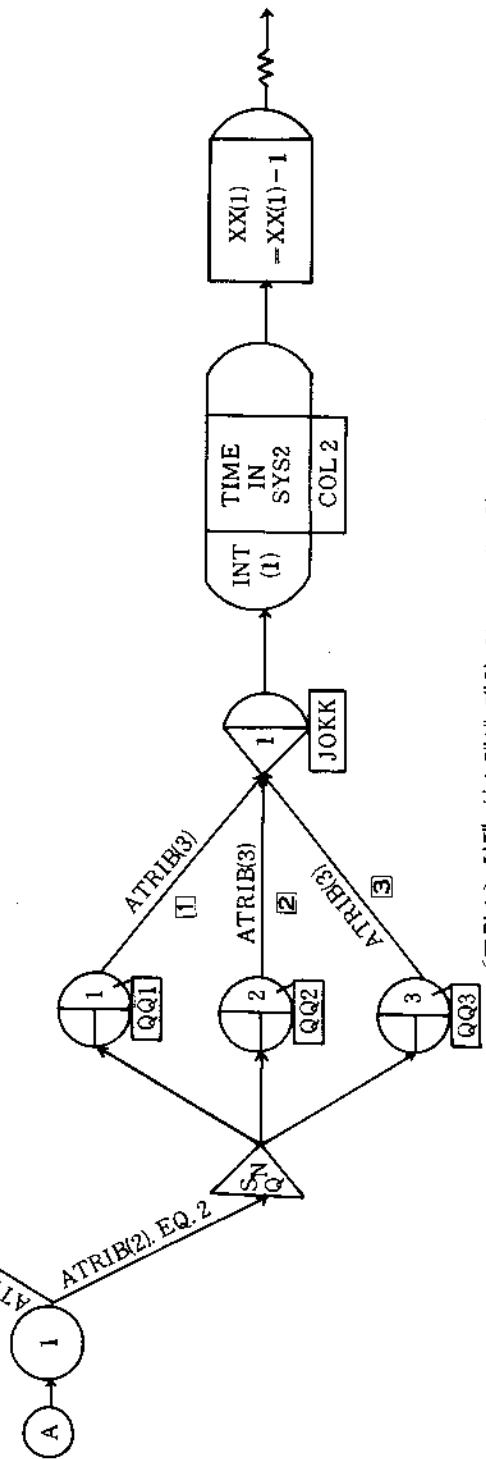
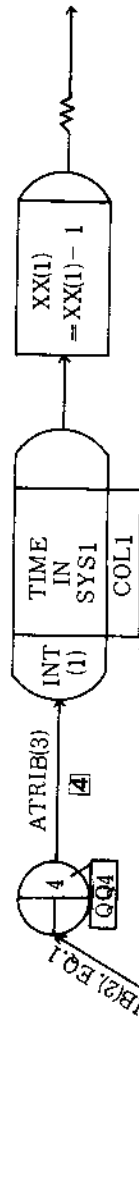
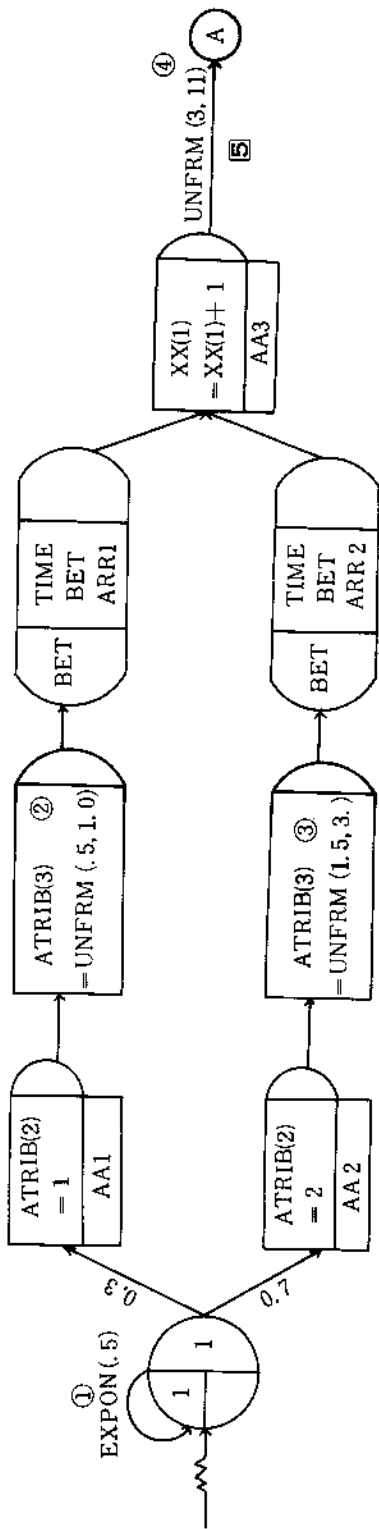
런	현재 시스템		제안된 시스템	
	시스템내거주시간(X_{it})	서비스받은 고객수	시스템내거주시간(X'_{it})	서비스받은 고객수
1	8,088	199(196)	9,316	198(196)
2	7,965	169(156)	9,045	162(156)
3	8,240	156(159)	9,566	154(159)
4	7,875	188(185)	9,083	179(185)
5	7,943	184(185)	8.7	183(185)
6	7,646	185(186)	9,152	185(186)
7	8,287	185(187)	10.99	184(187)
8	7,820	193(189)	8,832	189(189)
9	8,221	179(178)	10.5	179(178)
10	8,516	176(173)	8,924	174(173)

() : 각 런에서 창출된 고객수

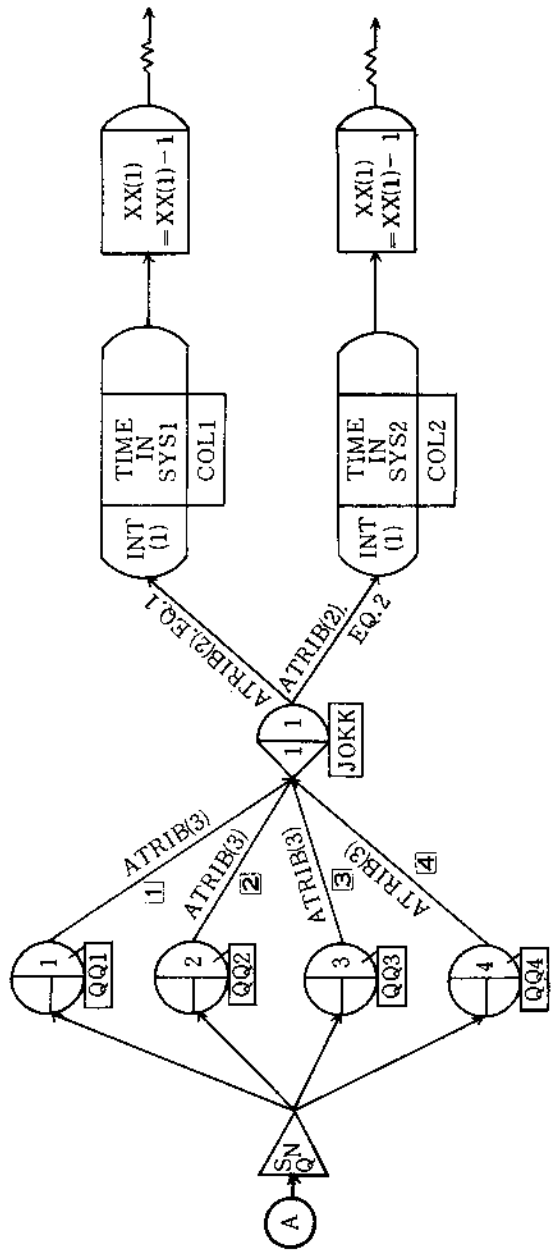
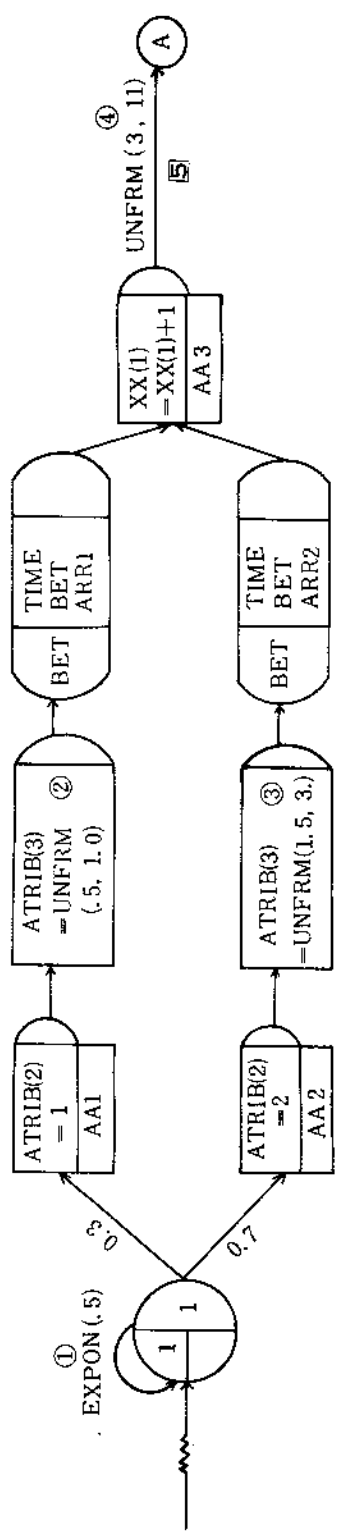
〈표 1〉 특급 고객에 대한 통계자료

런	현재시스템 (U_i)	제안된시스템 (U'_i)	D_i
1	8.3265	9.1805	0.854
2	8.0575	9.3245	1.267
3	7.7945	8.926	1.1315
4	8.0535	9.911	1.8575
5	8.3685	9.712	1.3435

〈표 2〉 〈표 1〉에 대한 antithetic sampling 기법 적용 결과



(그림 1) 현재 시스템에 대한 SLAM 네트워크 모델



[그림 2] 제안된 시스템에 대한 SLAM 네트워크 모델

$$\langle \text{표 2} \rangle \text{에서 } U_i = \frac{X_{1,2i-1} + X_{1,2i}}{2},$$

$$U'_i = \frac{X_{2,2i-1} + X_{2,2i}}{2}, \quad D_i = U'_i - U_i \text{에 의해 계}$$

산된다.

여기서

$X_{1,i}$: 현재 시스템에 의해 얻어진 값

$X_{2,i}$: 제안된 시스템에 의해 얻어진 값

$X_{1,2i}, X_{2,2i}$: $X_{1,2i-1}$ 과 $X_{2,2i-1}$ 에 대한 antithetic 샘플

$\langle \text{표 2} \rangle$ 의 자료를 이용하여 t-test를 시행하여 보자.

$H_0: \mu = 0$ (차이없음)

$H_1: \mu > 0$ (제안된 시스템 > 현재 시스템)

$$t = \frac{D}{S(D)} = 7.86$$

$$t_{1-0.01,4} = 3.747$$

$t > t_{0.99,4}$ 이므로 H_1 이 채택된다.

검정결과, $\alpha = 1\%$ 로써 제안된 시스템에 의한 수치가 현재 시스템에 의한 수치보다 더 큰 것으로 판명되었다. 즉, 특급고객들은 현재의 시스템에 비교하여 새로이 제안된 시스템에서 99% 신뢰수준으로 더 오래 기다려야 한다.

(2) 시스템내 일반고객의 거주시간

$\langle \text{표 3} \rangle$ 은 두 시스템에 대해 수행된 시뮬레이션에 의해 얻어진 "시스템내 일반고객의 평균 거주시간"과 "서비스받은 일반 고객수"의 통계 자료를 정리한 것이다. 서비스받은 고객수 안에서 괄호속의 숫자는 시뮬레이션에서 창출된 고객의 총수를 나타낸 것으로서, CLEAR 작용의 영향을 고려하더라도 제안된 시스템에서 서비스받은 일반 고객수는 현재 시스템에 비교하여 현저히 증가하였음을 알 수 있다.

두 시스템의 수행도를 비교하기 위해 특급고객에 대한 분석과 동일한 방법을 사용할 수 있다. $\langle \text{표 4} \rangle$ 는 antithetic sampling 기법을 적용하기 위해 $\langle \text{표 3} \rangle$ 을 정리한 것이다.

$\langle \text{표 4} \rangle$ 의 D_i 열로부터, 일반 고객은 제안된 시스템에서 현재의 시스템에 비교하여 훨씬 빨리

서비스를 받게 된다는 것을 시각적으로도 쉽게 알 수 있다. 따라서 t-test를 생략한다.

(3) 시스템내 고객의 거주시간

두 시스템의 수행도를 분석하기 위해 시스템내 특급고객과 일반고객을 혼합하여 얻어진 "시스템내 고객의 평균 거주시간" 통계치에 대하여 분산감소 기법인 antithetic sampling 기법과 함께 stratification sampling 기법[6]을 적용한다.

현재 시스템에 대한 분석을 위해 $\langle \text{표 2} \rangle$ 와 $\langle \text{표 4} \rangle$ 를 이용하여 $\langle \text{표 5} \rangle$ 를 작성할 수 있다.

런	현재 시스템		제안된 시스템	
	시스템내거주시간($X_{1,i}$)	서비스받은 고객수	시스템내거주시간($X_{2,i}$)	서비스받은 고객수
1	22.00	397 (411)	10.66	411 (411)
2	21.04	397 (418)	10.54	410 (418)
3	18.78	399 (427)	11.02	426 (427)
4	15.68	386 (406)	10.56	406 (406)
5	15.00	399 (412)	10.30	408 (412)
6	25.18	395 (421)	10.87	425 (421)
7	29.40	399 (442)	12.43	443 (442)
8	17.15	393 (406)	10.59	407 (406)
9	30.67	396 (412)	11.55	419 (412)
10	14.30	389 (397)	10.13	395 (397)

(): 각 런에서 창출된 고객수

$\langle \text{표 3} \rangle$ 일반고객에 대한 통계자료

런	현재시스템 (U_i)	제안된시스템 (U'_i)	D_i
1	21.52	10.6	10.92
2	17.23	10.79	6.44
3	20.09	10.585	9.505
4	23.275	11.51	11.765
5	22.485	10.84	11.645

$\langle \text{표 4} \rangle \langle \text{표 3} \rangle$ 에 대한 antithetic sampling 기법 적용결과

p_k	외적요인	반응값(response value)	\bar{X}_k
0.3	특급고객	8.3265, 8.0575, 7.7945	8.12
		8.0535, 8.3685	
0.7	일반고객	21.52, 17.23, 20.09,	20.96
		23.275, 22.485	

〈표 5〉 현재 시스템에서 고객의 평균거주시간

〈표 5〉에서 $\bar{X}_k = \frac{\sum_{j=1}^{n_k} X_{kj}}{n_k}$ 에 의해 얻어진다.
여기서 $k = \text{classes}$ 또는 strata

$p_k = \text{샘플이 } k \text{로부터 얻어질 확률}$

$n_k = \text{class } k \text{의 샘플수}$

따라서 strata의 평균과 평균의 분산을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\bar{X}_{ST} = \sum_{k=1}^2 p_k \cdot \bar{X}_k = 17.108$$

$$\text{Var}(\bar{X}_{ST}) = \sum_{k=1}^2 p_k^2 \cdot \text{Var}(\bar{X}_k) = 0.5431$$

다음에는 제안된 시스템에 대해 〈표 2〉와 〈표 4〉를 이용하여 〈표 6〉을 작성할 수 있다.

p_k	외적요인	반응값(response value)	X_k
0.3	특급고객	9.1805, 9.3245, 8.926	9.411
		9.911, 9.712	
0.7	일반고객	10.6, 10.79, 10.585	10.865
		11.51, 10.84	

〈표 6〉 제안된 시스템에서 고객의 평균거주시간

현재 시스템에 대해서와 동일한 계산방법에 따라 strata의 평균과 평균의 분산을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\bar{X}_{ST} = 10.4183$$

$$\text{Var}(\bar{X}_{ST}) = 0.0168$$

이상의 계산결과를 가지고 t-test를 실시하여 두 시스템의 수행도를 다음과 같이 비교할 수 있다.

$$H_0 : \mu_x > \mu_y$$

$$H_1 : \mu_x \leq \mu_y$$

$$t = \frac{17.108 - 10.4183}{\sqrt{0.5431 + 0.0168}} = 8.94$$

$t_{1-0.01, v} = 3.747$ (여기서 v 는 자유도로서 4.31로 구해져 대략 $v = 4$ 를 채택하였다.)

$t > t_{0.99, 4}$ 의 결과로써, 현재 시스템내 고객의 거주시간이 제안된 시스템내에서 보다 99% 신뢰수준으로 더 길다는 사실이 판명되었다. 다시 말해서, 고객의 서비스가 제안된 시스템에서 더 신속히, 그리고 더 많은 수의 고객을 서비스할 수 있다.

(4) 계산원 이용도 및 대기행렬 길이

〈표 7〉은 시뮬레이션에 의해 구해진 두 시스템에서의 “계산원 이용도(server utilization)”를 나타내고 있다. 현재 시스템에서 계산대 번호 1, 2, 3의 계산원 이용도는 100%, 즉 300분 동안 계산원의 유휴시간은 0으로 나타났으나, 계산대 번호 4는 50% 이하이다. 한편, 제안된 시스템에서 4명의 계산원 이용도는 모두 85%~95%로써 균일하게 나타났다. 이것은 계산원의 여유시간을 고려하여 합리적이고 바람직한 작업할당이라고 할 수 있다.

시뮬레이션에 의해 얻어진 “각 계산대앞 평균 대기 고객수”에 대한 통계자료가 두 시스템에 대해 〈표 8〉에 정리되어 있다. 표에 나타난 바와 같이, 현재 시스템에서 일반계산대 앞의 대기 고객수는 평균 5~6명 이지만, 특급계산대 앞에는 대기 고객이 거의 존재하지 않는다. 한편, 제안된 시스템에서 대기 고객수는 모든 계산대에 대해 평균 1명 정도로 나타나 있다.

시스템 계산대	현재 시스템	제안된 시스템
1	1.000 (0.0)	0.9458 (0.2264)
2	1.000 (0.0)	0.9183 (0.2739)
3	1.000 (0.0)	0.8769 (0.3285)
4	0.4896 (0.4999)	0.8482 (0.3589)

(): 표준편차

〈표 7〉 두 시스템에서의 계산원 이용도

제안대	현재 시스템	제안된 시스템
1	6.0083 (1.9871)	0.8973 (1.0447)
2	5.8740 (1.9509)	0.8064 (1.0244)
3	5.6658 (1.9579)	0.6990 (0.9677)
4	0.1960 (0.5458)	0.6184 (0.9565)

() : 표준편차

〈표 8〉 두 시스템에서의 평균대기 고객수

4.2 주차장 크기 결정

지금까지 두 시스템의 수행도를 여러 관점에서 비교해 본 결과, 새로이 제안된 운영방법이 현재의 운영방법보다 일반적으로 더 우수한 것으로 판명되었다. 이에 따라 새로이 제안된 시스템이 실제 적용되는 경우에 필요한 주차장의 소요공간을 추정하기로 한다. 슈퍼마켓이 교외에 위치하고 있기 때문에 고객들은 거의 모두가용차를 이용한다. 따라서 주차장 공간의 크기는 “시스템내 평균 고객수”의 추정을 근거로 산정할 수 있다. 분석은 전과 동일한 antithetic sampling 기법을 이용한다.

〈표 9〉는 시뮬레이션을 통하여 얻어진 “시스템내 평균 고객수”의 통계자료를 정리한 것이다.

런	반응값(X_i)
1	20.72
2	19.22
3	20.85
4	19.64
5	19.55
6	20.91
7	25.27
8	18.97
9	22.20
10	18.22

〈표 9〉 제안된 시스템내 평균 고객수

antithetic sampling 기법을 적용하기 위해 〈표 9〉는 〈표 10〉과 같이 정리될 수 있다. 〈표 10〉에서 $U_i = \frac{X_{2i-1} + X_{2i}}{2}$ 에 의해 계산되며, 여기서 X_{2i} 는 X_{2i-1} 에 대한 antithetic 샘플이다. U 의 신뢰구간을 $\alpha = 5\%$ 로써 구하면, $U = \bar{U}_i \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}, n} \cdot S(\bar{U}_i)$ 에 의해 $19 \leq U \leq 23$ 으로 구해진다.

런	반응값(U_i)
1	19.97
2	20.245
3	20.23
4	22.12
5	20.21

〈표 10〉 〈표 9〉에 대한 antithetic sampling 기법 적용결과

문제상황의 설명에서 제시한 통계자료 (5)를 이용하여 자가용차 한대에 탑승한 기대 고객수를 구하면 1.55가 된다. 따라서 고객을 위한 주차장의 공간은 신뢰수준 95%로써 12대~15대를 수용할 수 있는 크기여야 한다. 물론 슈퍼마켓의 고용인들을 위한 주차공간이 추가되어야 할 것이다.

제안된 시스템에 따른 주차장 소요공간은 현재의 시스템에서 보다 훨씬 감소되어, 이미 확보되어 있는 공간만으로도 고객의 주차를 위한 서비스를 충분히 수행할 수 있게 된다. SLAM SUMMARY REPORT에 의하면, 제안된 시스템내 최대 고객수가 31명으로 산출되었기 때문에, 주차장은 최대 20대의 고객 차량을 수용할 수 있는 크기여야 한다. 실제 주차장 크기는 최고 경영자가 고객에 대한 서비스 수준과 공간 확보에 따른 비용을 고려하여 최종적으로 결정하는 것이 바람직하다. “시스템내 고객수”와 “계산대 앞의 대기행렬 길이”에 대한 통계치는 시스템내의 공간배치 설계 및 크기 결정에도 중요

한 기초자료로서 사용될 수 있다.

5. 결 론

컴퓨터 시뮬레이션은 어떤 시스템을 설치하여 실제 운영하기 전에 그 수행도를 분석 평가하는 데 매우 유용한 실험 기법이다. 본 연구에서는 SLAM을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 한 슈퍼마켓의 계산대 운영방법 및 주차장 공간크기를 결정하는 내용을 소개하였다.

분석 결과, 현재의 특급계산대 운영을 폐지하고 대신에 4개의 계산대 모두가 일반과 특급고객을 구별하지 않고 모든 고객을 서비스하도록 하는 새로이 제안된 운영방법이 그 유효성에 있어 현재의 운영방법보다 더 뛰어난이 밝혀졌다.

제안된 운영방법은 현재의 방법과 비교하여 특급고객들의 계산서비스 대기시간을 약간 지연시키지만, 일반고객의 대기시간을 현격히 단축시켜서 고객들의 슈퍼마켓내 거주시간은 전체적으로 고객당 약 7분이 단축된다. 또한 제안된

운영방법에 따라 각 계산대 앞의 대기고객수는 일반 계산대의 경우 평균 5~6명에서 평균 1명 정도로 줄어 들고, 네 계산원의 이용도는 평균 85%~95%로 나타난다.

제안된 운영방법에 따른 고객용 주차장 공간은 95% 신뢰수준으로 약 12~15대를 수용할 수 있는 크기가 필요하며, 현재 확보하고 있는 주차장 공간만으로도 충분하다. 피크 타임(peak time)때 슈퍼마켓내 최대 고객수를 고려하면 주차장은 최대 20대의 고객 차량을 수용할 수 있는 크기여야 한다. 최종적인 주차장 공간크기의 결정은 고객에 대한 서비스수준과 공간확보에 따른 비용 등의 요소를 고려하여 이루어져야 할 것이다.

슈퍼마켓의 운영방법을 평가하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션의 과정에서 얻어진 여러 통계자료는 이상 언급한 내용 이외에도, 슈퍼마켓내의 물자저장선반 설계 및 배치, 통로 크기 및 갯수, 계산대의 대기공간 크기, 계산대 갯수 등을 결정하는 데 매우 유용한 기초자료가 된다.

참고문헌

1. CACI, Inc. : SIMSCRIPT II. 5, Reference Handbook, LA, 1976.
2. Henriksen, J. O. : The GPSS/H User's Manual, Wolverine Software, Falls Church, VA, 1979.
3. Pritsker, A. A. B. : The GASP IV Simulation Language, Wiley, New York, 1974.
4. Pritsker, A. A. B., and C. D. Pegden : Introduction to Simulation and SLAM, Systems Publishing, West Lafayette, 1979.
5. Pugh, A. L., III : DYNAMO II User's Manual, MIT Press, 1970.
6. Pegden, C. D. : Introduction to SIMAN, Systems Modeling Corp., 1985.
7. CACI, Inc. : SIMFACTORY Reference Handbook, La Jolla, CA, 1987.
8. Law, A. M., and W. D. Kelton : Simulation Modeling and Analysis, McGraw-Hill Book Co., 1982.