

# 콜 센터에서의 인입호 분석과 시뮬레이션 모델 설계 및 구현

김윤배\*, 이창현\*,이계신\*,이병철\*

## A Call Analysis and Design • Implementation of Simulation Model in the Call Center

Yunbae Kim, Changhun Lee, Kyesin Lee, Byungchul Lee

### Abstract

With recent advances in technology and the changing nature of business, call center management has become a rapidly growing industry. However theoretical analysis about the call center system is very difficult, and the forecasting of call volume also. In the situation, it is significant that we study call-flow system, design system model and perform simulation. If these are possible, it is able to control the staff schedule and the resource management efficiently.

This study introduces the process of applying the call center to simulation. So, it is feasible to break from the intuitive management by a minority manager and analyze it scientifically. The enterprise can reduce unnecessary expense, make an offer high quality to user in a keen competition

**Key Words:** call center, call volume, simulation, staff schedule, resource management

\* 성균관대학교 산업공학과

## 1. 서론

상상을 초월하는 IT혁명과 다양한 마케팅 전략이 진행되고 있는 현재, 기업들은 급변하는 환경에 적응하기 위해서 많은 도전을 시도하고 있다. 고객과의 확실한 커뮤니케이션과 신뢰도 높은 정보수집, 그것의 활용을 위해 기업들은 IT 기술을 기반으로 하는 CRM(Customer Relationship Management)을 구축하고 있으며, CRM의 핵심에 콜센터(Customer Contact Center)가 위치한다. 그러나 아직까지도 콜센터를 단순히 고객 문의나 불만을 처리하는 곳으로 인식하여 'cost center'로 생각하는 기업들이 많은 실정이다. 이러한 인식 하에서 콜센터를 운영하는 경우에는 비용 절감에만 몰두하게 되므로, 통합적인 관리 전략을 세우기 어렵다.

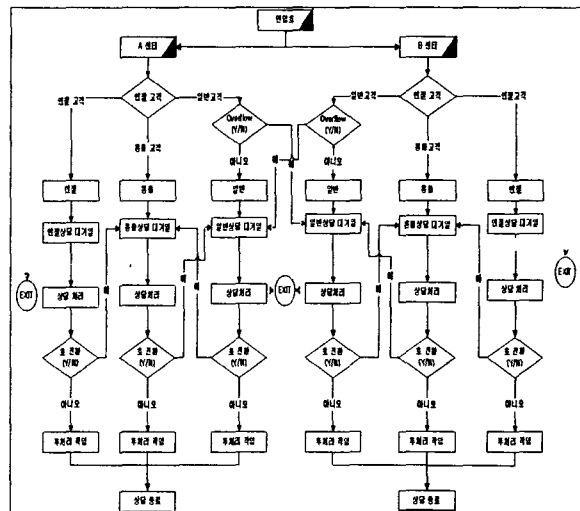
콜센터가 이러한 'cost center'로서의 위치에서 탈피하여 고객과의 만남을 통해 고객의 서비스 경험에 긍정적인 영향을 주고, 고객 정보를 축적하여 미래의 수익으로 연결시키는 'profit center'로서의 역할을 하기 위해서는 발전된 콜센터 관리 전략이 요구된다. 특히 인바운드 콜센터는 고객의 전화를 통해 서비스가 시작되기 때문에 통화량의 예측·관리, 통화 품질의 모니터링, 상담원 인력 관리 전략 등 고객 만족을 위한 통합적인 전략이 필요하다. 콜센터가 CRM 전초기지로 활용되기 위해서 콜센터 관리자는 콜량 예측, 상담원 인력 관리, 시스템에 대한 지식, 그리고 고객에 대한 이해 등 복합적인 지식을 보유하여야 한다. 하지만 관리자가 이러한 종합적인 지식을 습득하기에는 상당히 힘들고, 업체들의 고유한 특성, 매우 다양한 돌발변수들에 의하여 콜센터의 관리는 대부분 관리자의 직관이나 경험에 의존하고 있다. 또한 지금까지의 콜센터에 대한 체계적인 과학적 관리에 대한 연구는 초기 단계에 있는 것이 국내에서의 실정이다.

이러한 환경 하에서 본 논문은 국내 K사의 콜센터 시스템과 콜을 종합적으로 분석하고, 콜을 예측해 보고자 한다. 또한 콜센터 시스템을 시물레이션 툴의 하나인 ProModel을 이용하여 구축하고, 여기에 예측한 콜을 적용함으로써 실제 적정한 가용 인력을 찾아 상담원의 스케줄링을 원활하게 하고, 시스템 내에서의 비효율적인 부분이 있으면 그것을 발견하고 대안을 제시하는데 그 의의가 있다고 할 수 있다.

## 2. 시스템 개요 및 성능 척도

### 2.1 시스템 개요

K사 콜센터에 들어오는 인바운드 콜은 다음과 같은 <그림 1>의 순서에 따라 처리된다.



<그림 1> K사 콜센터의 콜의 흐름

<그림 1>을 보면 K사의 콜센터는 크게 A, B로 나누어져 있음을 알 수 있다. 시스템에 들어온 인입호는 먼저 CTI 서버에서 A, B로 나누어진 후, 고객에 따라 일반고객과 엔젤고객

으로 분리된다. 또한 통화의 내용에 따라서 일반상담전화와 통화품질상담전화로 나누어진다. 특정 센터에 들어온 일반상담콜은 상담원이 모두 바쁘면 대기하게 되는데, 대기자의 수가 미리 설정해 놓은 일정한 수를 넘어가게 되면 다른 센터로 이동하게 된다. 이것을 overflow라고 한다. 각각의 대기실에 들어있는 콜은 FIFO의 룰에 의해서 서비스를 받으며, 도중에 기다림을 중단하고 포기하기도 한다. 이것을 포기호라고 부른다. 일단 서비스를 시작한 콜에 대해서는 상담을 완료하고, 상담의 내용상 다른 특정 그룹으로 이동하여 추가적인 상담을 필요로 할 시, 호전환을 하여 다시 상담 받을 수 있다.(일반상담전화 또는 엔젤고객 → 통화품질상담) 이렇게 상담이 완료되면, 상담원은 상담한 고객에 대한 세부기재나 일처리에 대한 언급 등을 등록해야하는데 이것을 후처리 작업이라고 한다. 후처리 작업까지 끝내면 상담원은 다시 새로운 콜을 받을 수 있다.

## 2.2 시스템의 성능평가 척도

K사의 콜센터 관리자는 콜센터 시스템으로부터 성능평가를 나타내는 여러 가지 척도에 관심을 가지고 있다. 특히 다음의 세 가지 척도에 대해서는 미리 설정해 놓은 수준을 지키기 위해서 노력을 하고 있다.

- 서비스 레벨1
- 평균 대기시간
- 포기율

위의 세 가지 척도들은 서로 밀접하게 연관되어 있다. 즉, 평균 대기시간이 길어지면 포기율은 늘어나는 반면, 서비스 레벨은 낮아지게 된다. 이중에서도 콜센터의 시스템을 파악하는데 가장 선호되는 척도는 서비스 레벨이다.

왜냐하면, 평균대기시간은 개개의 인바운드 콜에 대한 고객 만족을 나타내기에는 부족한 면이 있고, 고객의 인내심에 영향을 주는 요인들은 파악하기 어려울 뿐만 아니라 수시로 변하기 때문에 포기율을 시스템의 주요 성능 척도로 삼기에는 곤란한 점이 많기 때문이다.

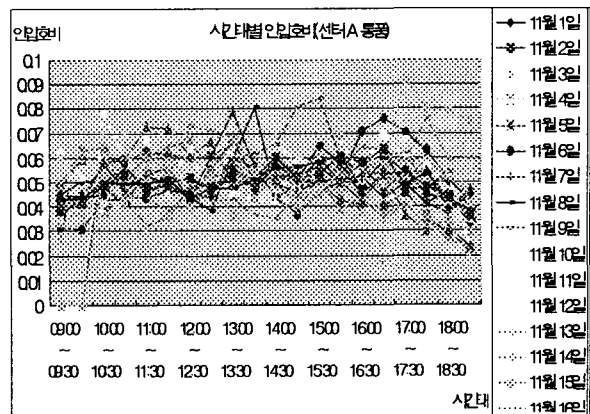
## 3. 시스템분석 및 모델링

### 3.1 인입호 분석

#### 3.1.1 시간별 인입호 분석

콜센터 시스템에 들어오는 인입호는 시간에 따라서 큰 변화를 보인다. 시간별, 요일별, 또한 그 시기가 서비스 요금 청구기 혹은 비청구기에 따라서 인입호의 수는 많은 영향을 받는다.

다음의 <그림 2>와 <그림 3>은 각각 시간대별 인입호의 비율, 날짜별 인입호를 나타낸 것이다.



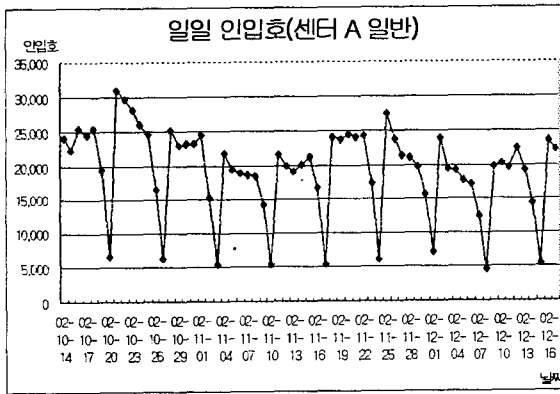
<그림 2> 시간대별 인입호의 비(2002년)

<그림 2>는 시스템 특정부분에서의 시간대별 인입호의 비를 나타낸 것이다. 시스템의 다른

부분도 양상은 비슷하므로 본 논문에서는 생략한다. <그림 2>를 보면 평일과 토요일, 일요일의 시간대별로 들어오는 인입호의 비가 다를 수 있다. 실제 시간대별 인입호비를 요일별로 통계분석 하여본 결과, 평일에 대해서는 월요일부터 금요일까지 다르지 않다는 결론이 나타난다. 또한 평일과 토요일, 일요일은 각각 다르다는 사실도 도출되었다. 평일의 인입호비는 대략 12시 직후, 오후 4시 이후에 콜이 약간 집중되는 현상이 보이지만 크게 두드러지는 않음을 볼 수 있다.

### 3.1.2 일일 인입호 분석과 예측

인입호는 요일과 시기가 요금 청구주기, 비청구주기에 따라서 확연한 차이를 보인다. 다음의 <그림 3>은 일일 인입호를 나타낸 그래프이다.

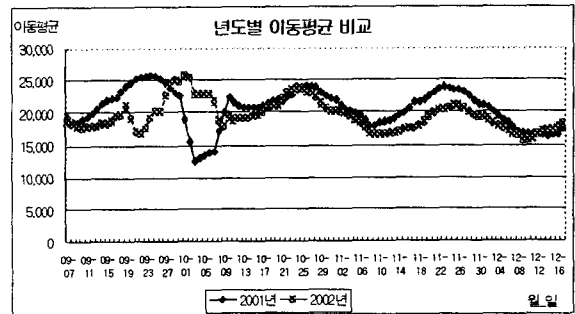


<그림 3> 일일 인입호(2002년 자료)

<그림 3>을 보면 시스템에 들어오는 일일 인입호의 양은 요일별 주기(7일 주기)를 따르고 있음을 명확히 알 수 있다. 대체로 월요일에는 콜이 많고 시간이 갈 수록 줄어드는 경향을 보이고 있다. 또한 토요일은 평일의 1/2 정도로 인입되고, 일요일은 평일의 1/4 수준

으로 떨어짐을 알 수 있다. 실제로 토요일과 일요일의 콜센터 운영시간은 평일에 비해 더 적다.

이러한 7일 주기를 없애기 위해서 7일 이동평균을 사용하기로 한다. 다음의 <그림 4>는 2001년과 2002년의 일일 인입호에 대한 7일 이동평균을 나타낸 것이다.



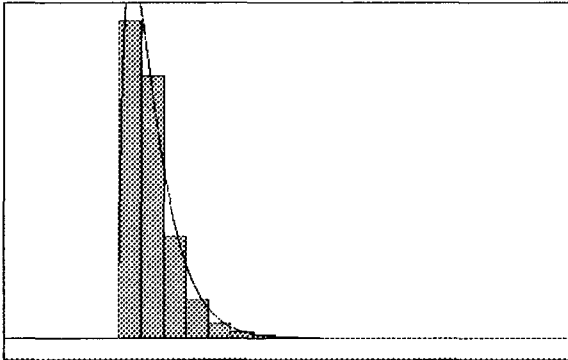
<그림 4> 연도별 인입호에 대한 7일 이동평균

<그림 4>를 보면 7일 이동평균을 취했음에도 불구하고 한달 간격으로 주기가 발생하고 있음을 알 수 있다. 이것은 사용 요금에 대한 청구주기 또는 비청구주기에 의해서 발생한 것으로 분석된다. 즉 사용 요금에 대한 청구가 고객에게 전달되는 월말에 콜이 증가함을 알 수 있다. 위의 그림에서 음력 명절인 추석 이 포함된 9월달은 다른 달에 비하여 사이클이 상당히 왜곡됨을 보이는데 이것은 콜을 예측할 때, 하나의 중요한 사항이 된다. 또한 연휴가 있는 다음 평일에는 평소보다 콜의 량이 증가함도 나타났다. 이러한 요인들을 종합적으로 고려하여 콜을 예측한 다음, 실제 시물레이션을 시행할 때에는 예측한 콜로서 시스템에 적용하였다.

### 3.1.3 통화시간 분포 추정

통화 시간은 CTI에 있는 Raw Data(02년

9,10,11월)를 통해 시뮬레이션에 적용될 분포를 추정하였다. 실제 A센터의 통화시간들에 데이터를 히스토그램으로 표현하면 다음과 같은 <그림 5>를 얻을 수 있다.



<그림 5> 실제 통화시간에 대한 히스토그램

ARENA Input Analyzer에 의하여 각각의 부분에 대한 통화시간의 분포와 모수를 구하면 다음과 같은 <표 1>을 얻을 수 있다. <표 1>에 의하면 그룹간의 통화시간은 서로 상이함을 보이고 있다. 특히 통화품질 부분은 상담 시간이 다른 부분에 비해서 길어질 수밖에 없으므로 평균값에 큰 차이를 보이고 있다.

센터	그룹	분포 및 모수	평균(초)
A 센터	일반	4 + GAMM(84.5, 1.78)	155
	엔젤	4 + ERLA(78.7, 2)	161
	통품	4 + WEIB(195, 1.09)	191
B 센터	일반	4 + GAMM(74.8, 2)	154
	엔젤	4 + GAMM(78.9, 2.06)	166
	통품	4 + GAMM(146, 1.36)	202

<표 1> 센터별 그룹별 통화시간에 대한 분포와 모수

### 3.1.4 후처리 시간

후처리 시간은 상담원이 고객과의 상담을 끝낸 이후, 무엇에 대한 상담을 하였고 거기에 대한 처리는 어떻게 하였는지에 대해서 기록하는 작업이다. 후처리 작업은 하나의 작업으로 구성되어 있는 것이 아니라 일련의 여러 가지 작업이 복합되어 구성된다. Raw Data에 작업들에 대한 정보가 포함되어 있지만, 임의의 작업에 대한 일련의 데이터로 저장되어 있는 것이 아니라 각기 분리되어 기록되고, 어떤 고객을 처리한 데이터인지 인식할 수 있는 장치가 없기 때문에 통합하는 것은 불가능하다. 따라서 실제 시뮬레이션에 적용한 것은 임의의 고객의 상담을 마친후 모든 후처리작업에 대한 평균을 쓰기로 한다. 다음의 <표 2>는 시스템의 각각의 부분에 대한 후처리 시간의 평균값을 나타낸 것이다.

센터	그룹	평균(단위 : 초)
A 센터	일반	63.1
	엔젤	119.95
	통품	247.26
B 센터	일반	52.33
	엔젤	98.88
	통품	218.15

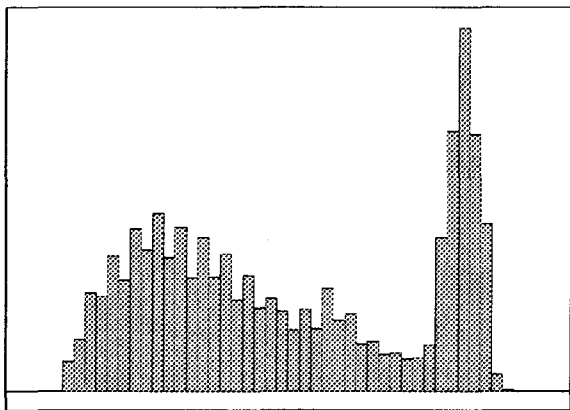
<표 2> 센터별 그룹별 후처리 시간에 대한 평균

<표 2>를 보면 센터별 그룹별로 후처리 시간에 대한 평균이 많은 차이를 보이는데 이것은 처리하는 작업에 대한 상이함과 상담원의 능력도에 의한 차이로 설명할 수 있다.

### 3.1.5 포기 시간 분포와 모수의 추정

시스템에 들어온 인입호는 상담원이 모두

바쁘면, 대기공간에서 기다리게 된다. 이때, 일정한 시간이 지나도 유희한 상담원이 나타나지 않을 시에는 서비스를 받지 않고 시스템을 빠져나오게 된다.(balking) 실제 시뮬레이션에 이러한 포기하는 호들을 표현하기 위해서는 포기하는 시간들에 대한 정보를 알아야 한다. 다음의 <그림 6><sup>3</sup>은 포기하는 시간들을 나타내는 히스토그램이다.



<그림 6> A센터 통화품질에서의 포기시간 데이터

일반이나 엔젤그룹에서는 수학적 분포에 의하여 포기시간을 잘 표현할 수 있었으나, 통화품질 그룹에서의 포기시간은 <그림 6>에서 보는 것과 같이 분포함수에 의해서는 설명력이 떨어진다. 따라서 통화품질 그룹은 경험적인 분포(Empirical Distribution)를 사용하였다. <표 3>은 센터별 그룹별 포기시간에 대한 결과값들을 나타낸 것이다.

센터	그룹	분포 및 모수	평균(초)
A 센터	일반	4 + LOGN(62.3, 65.1)	32.6
	엔젤	5 + GAMM(25.8, 2)	56.7
	통품	Empirical Distribution	91.3
B 센터	일반	4 + GAMM(31.4, 1.81)	60.9
	엔젤	4 + GAMM(32.8, 2.04)	70.9
	통품	Empirical Distribution	98.5

<표 3> 센터별 그룹별 포기시간에 대한 분포와 모수

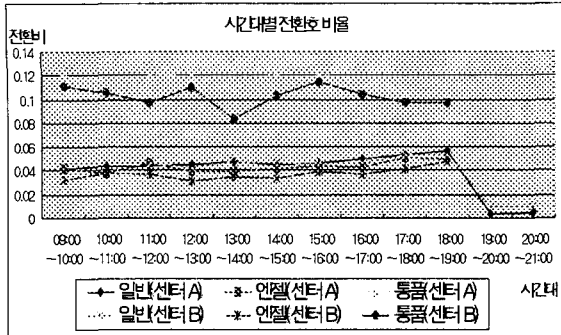
### 3.1.6 시간대별 전환호비

어떤 특정한 그룹에서 상담을 마친 고객들은 시스템을 바로 빠져나가기도 하지만, 일부는 추가적인 서비스와 정보를 얻기 위해, 다른 그룹으로 이동하게 된다. 이것을 전환호라고 한다. 전환호비는 시스템에 큰 영향을 미치는 것은 아니지만, 다른 일반적인 콜과는 달리 전환호 하나의 발생은 둘 이상의 일반적 콜의 영향과 상등하다. 다음의 <그림 7>은 센터별 그룹별 시간대 전환호비를 나타낸 것이다. 전환호비는 다음과 같이 계산할 수 있다.

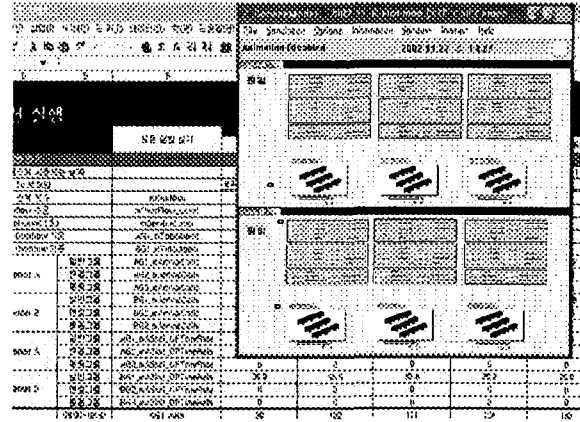
#### 시간대별 전화호비

$$= \frac{\text{특정시간대에 입력된 전환호의 총수}}{\text{특정시간대에 입력된 인입호의 총수}}$$

다음의 <그림 7>은 02년 11월의 시간대별 센터, 그룹별 전환호의 비를 나타낸 것이다. 그림을 보면 그룹간(통화품질 그룹과 타그룹)의 전환호의 비는 차이가 있음을 알 수 있다.



<그림 7> 시간대별 전환호의 비



<그림 8> 시뮬레이션의 실행

### 3.2 모델의 구현 및 검증

#### 3.2.1 시뮬레이션 구현

시뮬레이션 모델은 3.1절의 데이터들을 바탕으로 ProModel을 이용하여 구현하였다. 실제 시스템을 기본으로 하여 프로그래밍하였으므로 시스템에 인입되는 모든 콜은 <그림 1>의 흐름을 완벽하게 따른다. 하지만 콜센터 관리자의 주관이 개입되는 blending<sup>4</sup> 등은 일정한 틀에 따라 이루어지는 것이 아닌, 상황에 따라 관리자의 의사에 의해 결정되고, 또한 그 결과에 대한 정보만이 존재할 뿐 정확한 자료를 구할 수 없으므로 인해 모델링에서는 배제되었음을 밝힌다. <그림 8>은 실제로 모델이 실행되는 모습을 보여준다.

#### 3.2.2 모델의 검증

3.2.1에서 만들어진 모델을 가지고 최적의 overflow 수준을 결정하거나 상담원의 스케줄에 직접 반영을 하기 위해서는 모델이 실제 시스템을 어느 정도 반영하는지를 살펴 보아야 한다. 이것을 검증하는 단계는 다음과 같다.

- ▶ 1단계 : 임의의 날을 정해서 해당 날의 인입호와 스케줄 등을 모델에 입력한다.
- ▶ 2단계 : 시뮬레이션을 여러 번 실행하여 반복한다. 실행한 다음 여러가지 결과 값들에 대한 신뢰구간을 구한다. 실제 시스템과 비교할 척도에는 서비스 레벨, 포기호, 평균대기시간, 응대율, overflow 총량 등이 쓰인다.
- ▶ 3단계 : 해당 날의 실제 척도와 시뮬레이션 결과를 비교하여 신뢰구간 안에 그 값이 위치하였는지 판단한다.
- ▶ 4단계 : 만약 신뢰구간 안에 위치하지 않은 척도가 있을 시에는 그 원인을 분석하고 모델에 다시 반영한다. 그리고 1단계

부터 다시 반복한다.

다음의 <표 4>는 위의 4단계를 거치는 과정을 수행하고 얻은 결과이다.

		요인	WM기준	비상담시간비율	100%공용원스케줄	최적 스케줄
ACenter	일반	총인원	18922	19000.33	18894.00	18798.00
		총용량	18752	18620.67	18827.00	18669.67
		총모듈	170	379.67	67.00	138.33
		용량	99.1	98.00	99.65	99.26
		서비스레벨	85.64	64.83	87.13	79.57
		WM서비스레벨	85.3	64.81	87.13	79.57
		호대시간	0.12	0.27	0.09	0.15
	호출시간	2.47	2.85	2.85	2.85	
	인원	총인원	2477	2477.00	2477.00	2477.00
		총용량	2463	2360.33	2422.00	2458.67
		총모듈	14	128.00	55.00	18.33
		용량	99.44	94.94	97.78	99.26
		서비스레벨	89.59	72.68	84.70	93.33
		WM서비스레벨	89.35	72.64	84.70	93.26
		호대시간	0.08	0.31	0.16	0.06
	호출시간	2.68	2.66	2.66	2.66	
	비용	총인원	2179	2066.00	2149.00	2094.33
		총용량	2061	2049.33	2136.00	1994.67
총모듈		118	16.67	13.00	109.67	
용량		94.58	99.19	99.40	94.77	
서비스레벨		74.42	95.22	95.04	75.75	
WM서비스레벨		73.6	94.95	95.67	74.22	
호대시간		0.22	0.03	0.03	0.21	
호출시간	3.38	3.31	3.27	3.40		

<표 4> 여러 가지 척도에 대한 실제 모델과 시물레이션 결과 비교(02.11.06 ~ 02.11.22)

<표 4>에서와 같이 실제 시스템과 시물레이션의 결과는 차이를 보이고 있는데, 이것은 다음과 같은 세가지 원인으로 설명할 수 있다.

첫째, 실제 상담원의 상담 스케줄과 자료에 의한 스케줄간의 괴리를 지적할 수 있다. 실제로 스케줄 상에는 상담가능한 인원이라고 할지라도 교육 등을 이유로 공석이 되는 경우가 있다. 이것은 실제 콜센터 관리자와의 상담을 통하여 실제 상담원 스케줄에 근접하게 수정을 가하여 해결된다. 또한 능숙한 상담원은 신입 상담원에 비해 통화 시간이나 후처리 시간이 적게 소요된다. 즉 학습효과에 의한 상담원의 서비스 수준이 일정치 않다는 것도 하나의 원인으로 작용하는 것이다. 이는 실제

해당 날에 근무한 신입 상담원과 경험이 풍부한 상담원의 비를 계산하여 통화 시간과 후처리 시간에 일정한 가중치를 줌으로써 해결하려고 노력하였다.

둘째, 실제 시스템은 서비스 레벨 등을 유지하려는 관리자의 즉각적인 조치에 의하여 시물레이션 결과에 의한 것보다 상향하는 경향을 갖는다. 예를 들어서 3.2.1절에서 언급한 blending이 모델에는 반영되지 않음을 지적할 수 있다.

셋째, 포기호 등에서 정밀한 데이터를 입력할 수 없음으로 인해 오차가 발생하기도 한다. 즉 최적이지 아닌 차선책을 이용함으로써 발생한 오차라고 할 수 있다.

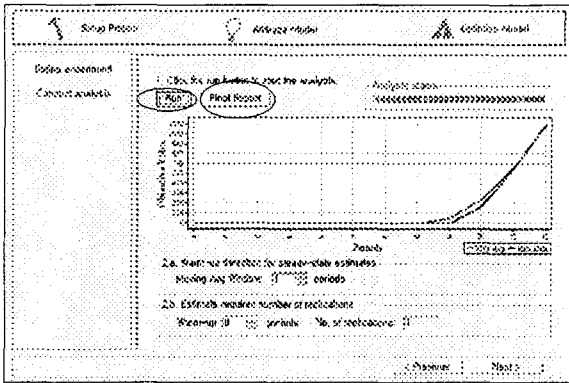
이상의 원인을 찾아낸 다음, 해결 방안을 모델에 반영하여 오차를 상당부분 줄이게 된다.

### 3.3 시물레이션 결과와 최적의 시스템 운영

#### 3.3.1 overflow 수준

많은 양의 콜이 집중했을 시에는 overflow 수준이 시스템 효율에 영향을 끼치는 부분은 많지 않다. 하지만 적은 양의 콜이 시스템에 유입했을 시에는 고정된 상담원으로 최대의 효과를 낼 수 있다. 많은 경우의 수를 조합하여 실험을 수행한 결과, 상담원 총 수의 10%를 overflow 수준으로 적용하는 것이 서비스 레벨과 응대율, 포기호, 평균 대기시간 등을 고려한 최적의 수준이라는 결론을 내리게 된다. SimRunner를 통한 최적의 overflow 수준을 찾는 과정이 <그림 9>에 나타나 있다.

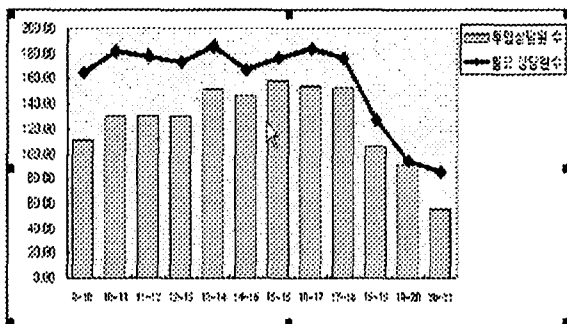




<그림 9> SimRunner를 통한 최적의 overflow 수준 도출

### 3.3.2 최적의 필요 상담 인원수

본 논문에서 시뮬레이션의 주된 목적은 미래의 콜량을 예측하여 일정한 서비스 레벨을 유지하면서 최적의 상담원 스케줄을 찾는 데 초점을 맞추고 있다. 예측된 콜량에 따라 다양한 상담원 수로 시뮬레이션을 수행해 봄으로써 서비스 레벨을 유지하는 최소의 상담원 수를 찾는 것이다. 이로서 기존의 관리자의 경험과 감각에 의하여 정해지던 상담원 스케줄이 과학적인 분석기법들을 동원하여 체계적으로 결정할 수 있다. 최적의 상담원을 찾는 결과의 예시를 <그림 10>이 보여준다.



<그림 10> 최적의 투입 상담원 수에 대한 결과 예시

<그림 10>에서 보여지는 필요 상담원 수는 해당 시간대에 실제로 상담할 수 있는 최적의 인원을 나타낸 것이다. 스케줄링하는 인원을 계산하기 위해서는 Rostered Staff Factor(RSF)를 고려해야 하는데, RSF는 현실적으로 필요한 인력을 산정하는 변수로, 기본적인 인력 산정 작업 이후 실제 스케줄을 하기 전에 계산되는 변수이다. 즉, 예측 시간 동안 기본 인력이 35명일 경우라도 그 시간동안 결근 1명, 휴식 1명, 교육 3명이 예상된다면 실제 스케줄링은 40명으로 하여야 하고 이 경우 RSF는 1.1(40/35)이 된다. 1.1의 의미는 이 시간대의 스케줄링시에는 기본 인력보다 10% 추가해 주어야 한다는 뜻이다. 또한 스케줄링은 적재적소에 최적의 인력을 배치하는 것으로 상담원의 숙련도, 근무시간, 휴식시간에 따라 그룹으로 나누어 배치한다. 하지만 이러한 부분은 콜센터 관리자가 결정해야하는 사항이므로 본 논문에서의 필요 상담원 수는 기본 인력으로 정의한다.

## 4. 결론

콜센터에서 품질을 갖춘 통화란 고객이 만족하고 고객과의 통화를 통해서 얻은 모든 입력된 데이터가 정확해야 하며, 상담원이 친절하고 정확한 응대를 해야 하고, 고객이 정확한 정보를 제공 받으며 상담원이 필요한 모든 정보를 조회할 수 있어야함을 의미한다. 또한 고객이 되도록이면 빠른 시간 이내에 상담을 시작해야하고, 한 상담원에 너무 많은 로드가 걸리는 것을 방지해 줄 수 있는 콜량에 대한 정확한 예측과 그에 맞는 최적의 스케줄링이 필요하다. 전자에 관한 사항들은 상담원들에 대한 교육에 의해서 추구될 수 있지만, 후자는 시스템적인 해결이 없이는 불가능하다고 할 수 있다. 이러한 상황 하에서 콜에 대한 정확한 분석과 시뮬레이션을 통한 최적

의 필요 인원을 구하는 것은, 치열한 기업 경쟁 속에서 기업이 불필요한 비용을 절감하고, 보다 품질 높은 서비스를 사용자들에게 제공할 수 있다는 점에서 의의가 있다고 하겠다. 또 다양한 돌출변수가 잠재해있는 콜센터의 현실을 비춰볼 때 위기상황에서의 신속한 대처능력을 배양하고, 시스템을 이해하는 능력을 길러 줄 수 있음으로 인해 기업의 경영에 많은 도움이 된다고 할 수 있다.

시스템의 특성 상, 다양한 대안의 제시는 기대할 수 없고 섬세한 부분까지 모델로서 묘사할 수는 없었지만, 콜센터에 시뮬레이션을 적용하는 과정을 소개함으로써 기존의 소수 관리자에 의한 경험적·직관적인 경영에서 탈피하게 하고, 체계적·학문적인 방향에서 접근한 것은 관심을 갖는 이들에게 많은 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 앞으로 다양한 기법들의 개발과 콜센터에 대한 이론적인 체계가 확고하게 수립된다면, 더 정확하고 의미 있는 결과를 도출할 수 있음을 기대한다.

1 콜량이 많아서 고객이 상담원 연결을 기다리는 경우, 고객은 통화연결까지 대기하기도 하고 상담원 연결 이전에 통화를 포기하기도 한다. 통화 연결까지 기다리는 고객의 인내심은 대개 서비스를 받고자 하는 고객의 동기, 다른 대안의 이용 가능성(팩스, 메일 등), 경쟁사의 서비스 수준, 고객의 기대수준, 고객의 시간, 전화요금 부담 여부, 기타 고객의 성향 등에 따라 다르다. 서비스 레벨이란 특정 시간 내에 응답되는 콜의 비율로 이러한 서비스 레벨은 고객의 만족도, 손실 콜 수준, 상담원의 피로감 등에 영향을 준다. 보통 20초 이내, 80%를 기준으로 한다.

2 본 논문에서 이후에 사용하는 분포의 모수는 다음과 같이 표기하였다.

$GAMM(\beta, \alpha)$ ,  $ERLA(ExpMean, k)$ ,  $WEIB(\beta, \alpha)$ ,

$LOGN(LogMean, LogStd)$

3 실제 K사에서는 시스템의 과부하를 막기 위해 인입된 후 3분을 넘어서는 콜에 대해서는 강제적으로 축출하고 있다.

4 A라는 그룹에 콜이 다량으로 유입되는 경우, 그 그룹의 서비스레벨은 급격하게 떨어지게 된다. 만약 이러한 상황에서 B그룹에 유휴한 상담원이 있고 B그룹으로 유입되는 콜도 안정적이라면, 콜센터 관리자의 지시에 의해서 B그룹의 상담원이 A그룹의 콜을 받아 상담할 수 있다. 이것을 *blending*이라고 한다.

#### 참고문헌

- [1] Averill, M. Law, W. David Kelton, *Simulation Modeling and Analysis(The 3rd edition)*, McGraw-Hill, 2002
- [2] Brad, C., Julia, M., *Call Center Management on Fast Forward*, Call Center Pr, 1997
- [3] Charles, H., Biman, K. G., Royce, B., *Simulation Using ProModel*, McGraw-Hill, 2001
- [4] W. David Kelton, Randall, P. Sadowski, Deborah, A. Sadowski, *Simulation with ARENA(The 2nd edition)*, McGraw-Hill, 2002
- [5] William, W. S. Wei, *Time Series Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company, 1990
- [6] 김태호, 심현철, 이청림, 「Excel 활용 실용통계학」, 청목출판사, 2000
- [7] 노형진, 「Microsoft Excel 2000에 의한 통계적 조사방법」, 형설출판사, 2000
- [8] 이덕기, 「예측방법의 이해」, SPSS 아카데미, 1999
- [9] 이상열, 「시계열 분석의 원리」, 자유아카데미, 2001
- [10] 이운복, 「실례로 배우는 시계열분석의

- 기초」, 학문사, 1999
- [11] 이호우, 「대기행렬 이론 -확률과정론적 분석-」, 시그마프레스, 1998
- [12] 허문열, 송문섭, 「數理統計學」, 박영사, 1994

---

● 저자소개 ●

김윤배

1982 성균관대학교 산업공학 학사  
1987 University of Florida 산업공학 석사  
1992 Rensselaer Polytechnic Institute 산업공학 박사  
1992~1993 미국 New Mexico Institute of Technology 조교수  
(1992~1993년)  
1993~1995 한국전기통신공사 선임연구원  
1995~1998 성균관대학교 조교수  
1998~2003 현재 성균관대학교 부교수  
2001 미국 RPI 교환교수  
관심분야 : Simulation Output Analysis, 정보통신, 네트워크 망

이창헌

2000 성균관대학교 산업공학 학사  
2002 성균관대학교 산업공학 석사  
현재 성균관대학교 산업공학 박사과정  
관심분야 : Internet Traffic, Simulation Output Analysis

이계신

2000 성균관대학교 산업공학 학사  
현재 성균관대학교 산업공학 석사과정  
관심분야 : VoIP

이병철

2002 성균관대학교 산업공학 학사  
현재 성균관대학교 산업공학 석사과정  
관심분야 : 차세대 네트워크