

시뮬레이션을 활용한 옴니채널 컨택센터의 상담사 배치 최적화 연구

류기동 · 장성용 · 김우제[†]

A Study on the Omni-Channel Contact Center Agent Staffing Optimization Using Simulation

Ki-Dong Ryu · Seong-Yong Jang · Woo-Je Kim[†]

ABSTRACT

Recently, the traditional call center, which has an important role as the customer's primary contact point, has been transformed into the omni-channel contact center which supports an additional variety of access channels in addition to phone calls in order to improve customer accessibility and convenience. The omni-channel contact center has agents on each channel which are vital in determining the response rate and waiting time for the customer. In traditional call centers, agents can be assigned to a call based on the characteristics of the call, however in omni-channel contact centers, the characteristics of issues vary and come in through multiple channels, each with their own characteristics, making it difficult to assign the appropriate agent for the issue. Customers must also be processed at the same time, adding an additional layer of complexity to the issue. This paper analyzes and simulates an omni-channel contact center that accommodates email, chat, voice calls and video consultation, and investigates how to optimize the allocation of agents.

Key words : Call Center, Contact Center, Omni-Channel, Simulation, Optimization of Staffing Agents

요약

기업의 고객 접점으로 중요한 역할을 하는 콜센터는 최근 고객 접근성과 편의성을 향상하기 위해서 전화 외에 다양한 접근 채널을 지원하는 옴니채널 컨택센터로 변화하고 있다. 다양한 채널을 지원하는 옴니채널 컨택센터는 채널별로 상담사를 운영하고 있다. 상담사 배치에 따라 채널별 응대율, 대기시간과 같은 옴니채널 컨택센터의 성과가 결정되기 때문에 채널별 상담사 배치는 중요하다. 기존 전화 콜센터의 경우 전화 상담의 특성에 맞게 상담사를 배치하면 되었으나, 채널의 종류가 다양해지고 서로 다른 성격을 가진 채널들을 동시에 처리해야 하는 옴니채널 컨택센터의 경우 전화 상담을 기반으로 한 기존의 상담사 배치 전략만으로는 효과적인 상담사 운영이 어렵다. 이에 본 연구는 전화 외에 이메일, 채팅, 영상상담을 수용하는 옴니채널 컨택센터를 시뮬레이션하기 위한 모델을 개발하고, 시뮬레이션을 통해 상담원 배치 최적화 방안에 대해 연구하였다.

주요어 : 콜센터, 컨택센터, 옴니채널 컨택센터, 시뮬레이션, 상담원 배치 최적화

1. 서론

기업의 고객 접점으로 중요한 역할을 하는 콜센터는 최근 다양한 고객 채널을 수용하여 고객 접근성과 편의성을 향상하기 위해서 전화 외에 다양한 접근 채널을 지원하는 컨택센터로 변화하고 있다(Sue, 2004).

고객과의 접점인 채널의 발전은 초기에는 독립된 다수 채널을 운영하는 멀티채널로 시작하여 채널 간 시너지를 향상하기 위해 크로스 채널로의 통합을 통해 고객 신뢰를 높이고 교차판매 기회를 늘려 영업에 도움을 줄 수 있

* 이 연구는 (주)이씨에스텔레콤의 지원으로 연구되었습니다.

이 논문은 2016 한국시뮬레이션학회 학술대회에 발표된 “시뮬레이션을 활용한 옴니채널 컨택센터의 상담원 배치 최적화 연구”를 확장한 논문입니다.

Received: 26 March 2018, Revised: 4 May 2018,

Accepted: 11 June 2018

[†] Corresponding Author: Woo-Je Kim

E-mail: wjkim@seoultech.ac.kr

Seoul National University of Science and Technology,
Industrial & Information Systems Engineering

었다(Cao and Li, 2015).

크로스채널을 통해 채널 간의 물리적 통합은 이루어졌으나 화학적 통합은 이루어지지 않았다. 많은 채널을 통해 고객을 둘러싸는 것이 아니라 한 채널에서 다른 채널로 넘어갈 때 매끄러운 경험을 할 수 있게 도와주는 것이 필요하다(Kotler et al., 2016).

이를 위해 옴니채널(Omni Channel)이란 개념이 나왔으며 이것은 온-오프라인 채널의 동기화된 서비스를 통해 고객에게 일관된 경험을 제공함으로써 전통적인 소매방식과의 차별화를 통해 시장을 넓혀 가고 있는 마케팅 전략(David et al, 2014; Son and Kang, 2017)이다.

고객센터도 초기에는 단순히 전화만 응대하는 단일 채널 상담 센터에서 고객의 채널이 다양화 되면서(Table. 1.) 이메일, 채팅 등의 다수의 채널을 지원하는 멀티채널 컨택센터로 발전하였다.

Table 1. Contact handled by channel(Dimension Data)[2]

Channel	2014	2015	2016
Telephon	66.0	65.7	57.7
E-Mail	13.3	15.5	15.2
IVR	10.9	8.4	10.0
Web Portal	5.8	4.3	6.0
Chat/SNS	3.4	4.7	6.3
Video	0.0	0.2	0.3
ETC	0.6	1.2	4.5

하지만 멀티채널 컨택센터는 다양한 채널에 대한 고객 응대를 개별로 처리하기 때문에 동일한 내용의 상담이라도 채널별로 따로 문의해야 하며, 채널별 상담의 일관성이 유지되지 않아 고객에게 불편을 제공하였다(Gong, 2016). 그리고 상담사 운영 측면에서도 채널별 독립적인 운영을 하여야 했기 때문에 특정 채널의 업무가 증가하거나 감소할 때 대기가 늘어가고 여유 있는 채널의 상담사를 활용하기가 어려운 문제가 있었다. 그래서 컨택센터에서도 고객의 사용 채널에 관계없이 채널 간의 동기화된 고객 경험을 제공할 수 있는 옴니채널의 개념을 도입하여 고객에게 일관된 경험과 서비스를 제공하고 상담자원을 효율적으로 사용할 수 있는 옴니채널 컨택센터로 진화 하고 있다(Kim, 2015).

옴니채널 컨택센터는 전화 외에 채팅, 이메일, 영상 상담 등 다양한 방식의 상담 채널을 제공 한다. 컨택센터는 고객의 이런 다양한 채널 요구에 응답하기 위해서 채널

별로 상담사를 운영하고 있다. 컨택센터의 경우 고객의 요청을 상담사가 직접 처리하기 때문에 상담사의 배치가 상당히 중요한 역할을 한다. 하지만 기존 전화 콜센터의 경우 전화 상담의 특성에 맞게 서비스별 인입 콜 량에 따라 상담사를 배치하면 되었으나, 옴니채널 컨택센터의 경우 채널의 종류가 다양하고 채널의 처리 방식이 다르기 때문에 전화 상담을 기반으로 한 상담사 배치방식은 효과적인 상담사 운영이 어렵다.

특히 전화와 영상의 경우는 상담사가 동시에 한 건만 처리할 수 있지만, 채팅의 경우 다수의 요청 건을 한 상담사가 동시에 처리할 수 있다. 또한, 전화, 영상, 채팅은 고객 요청 시 실시간으로 처리해야 하는 동기식이지만, 이메일이나 게시판 상담의 경우는 비실시간으로 처리할 수 있는 비동기 방식이다(Kim et al., 2010). 즉 동기식 처리와 비동기식 처리가 섞여 있기 때문에 상담사와 채널간의 배치가 중요하며 기존의 콜센터와 다른 방식으로 상담사 배치를 해야 할 필요성이 있다.

이에 본 연구는 전화 외에 이메일, 채팅, 영상 상담을 모두 수용하는 옴니채널 컨택센터에 대해서 상담원 배치에 방식에 따라 채널별로 인입과 대기량을 시뮬레이션을 통해 분석하여 최적화된 상담사 배치 방안에 대해서 연구한다.

2. 선행 연구 검토

지금까지의 콜센터 또는 컨택센터의 콜 대기 관련 연구들은 M/M/N 기반의 Erlang-C를 이용한 대기 행렬 모형 기반에서의 연구가 많았다(Kim et al., 2011). Brown et al.(2005)의 연구에 따르면 일반적인 콜센터 대기모델인 M/M/N(Erlang-C) 모델에서 포기 콜과 대기 콜을 고려했을 경우에는 Erlang-A (M/M/N+M)로 모델링하는 것이 효과적이라는 것을 실제 은행의 콜 데이터를 통해 설명하고, 이를 콜센터 용량산정에 활용할 필요가 있음을 제시하였다. 하지만 그의 연구에는 전화 외의 채널에 대한 부분은 고려되지 않은 한계가 있다.

Atalson et al.(2008)은 인바운드 콜센터에서 상담사 Staffing에 대한 비용 최적 해를 평면 절단법(Cutting-Plane Method)을 통해서 도출하는 방안을 제시하였다. 하지만 그의 연구는 인바운드 콜센터의 대기행렬을 M/M/s 큐잉시스템으로 가정하고 시뮬레이션하였으며, 콜 이외에 다른 채널에 대해서 가정하지 않았다. 그래서 비동기 채널이 섞여 있는 옴니채널 컨택센터에서 사용하기에는 한계가 있다.

시뮬레이션 관련 연구들을 살펴보면 Yun(2013)은 고

객 대기시간을 고려한 ATM의 효율적 운영 방안에 대하여 연구하였다. ATM의 이용율을 높이고 고객 대기시간은 적정하게 유지하는 ATM 대수와 창구 직원 수를 시뮬레이션을 통해 제시하였고, 실제 창구 ATM의 이용 데이터를 3개월 동안 실측하여 Arena Analyzer를 통해 인입 모델을 정의하였다. 하지만 인입에 대한 처리 프로세스가 동일하기 때문에 동기식과 비동기식 처리가 섞여 있는 옴니채널 컨택센터에 적용하기에는 한계가 있다.

Kim et al.(2004)은 ProModel을 이용해 콜센터의 콜량을 시뮬레이션하고 시뮬레이션 결과와 실제 값에 대해 서비스레벨, 포기호, 평균 대기시간, 응대율, 오버플로우 값을 비교하여 시뮬레이션을 검증하고 이를 바탕으로 최적 필요 상담 인원수를 예측하는 시뮬레이션 방법을 제시하였다. 하지만, 시뮬레이션의 목적이 미래의 전화 콜량을 예측하여 최적 상담사 스케줄을 찾는 것이 목적으로 전화 인입량에 따른 최적 상담사의 수만 예측할 뿐 다수 채널에 대해 고려는 되지 않았다.

Kim et al.(2011)은 콜센터에서 설정한 주간, 일간, 각 시간대 별 최대 허용가능 포기율 및 기타 제약조건식들을 만족시키면서 총 비용을 최소화하는 최적 인력을 산출하고 시간대별로 각 업무에 적정 인원을 배치하는 것에 대하여 비선형 정수계획 모형을 통해 시뮬레이션하였다. 타 연구와 차이점은 큐잉 모델을 사용하지 않고 인바운드 콜의 수와 해당 업무를 실제 담당할 서버 수를 결합한 인바운드 콜 업무 부하 지수를 개발하여, 궁극적인 관심사인 평균 포기율과 그에 따른 금전적 손실을 직접적으로 구하는 방법을 제시하였다. 비선형 정수계획 모형을 통해 제약 조건 내에서 적절한 인원을 시뮬레이션하였지만 채널에 대한 제약 조건과 동기, 비동기 처리에 대한 부분은 고려하지 못한 한계가 있다.

Choi and Lee(2013)의 연구에서는 시뮬레이션을 이용해서 공항 보안 검색 시스템 개선으로 이용객 서비스 수준을 향상하기 위한 연구를 진행하였다. 프로세스를 바꿀 수 있는 업무에서는 유용한 결과를 도출하였지만 프로세스를 바꿀 수 없는 콜센터의 적용은 어려운 한계점이 있다.

선행 연구 조사 결과 최근 도입되고 있는 전화, 이메일, 채팅, 영상 통화 등 다양한 컨택채널을 제공하는 옴니채널 컨택센터와 다양해진 상담사 업무에 대한 상담사의 효율적인 운영 전략이나 배치에 대한 연구는 부족하였다. 본 논문에서는 동시에 여러 건을 상담할 수 있는 채팅 방식을 포함하여 전화, 채팅, 영상 상담과 같은 동기 처리 방식과 이메일과 같은 비동기 처리 방식이 혼재된 옴니채널 컨택센터에서 고객의 대기시간을 최소화하는 최적의

상담사의 배치 방안에 대해 연구하는 것을 목표로 한다.

컨택센터의 상담사 배치는 대기 행렬 이론을 활용하여 해결이 가능할 것 같지만, 컨택센터도 응급실시스템과 유사하게 상담사들의 근무시간, 상담사별 채널 대응 여부, 채널에 대한 우선순위 정책, 채널별 동기/비동기 특성들이 복잡하기 때문에 대기행렬 이론을 사용하기가 어렵다 (Rossetti, 2015).

특히 본 문제와 같이 수리적 모델링이 복잡하고 표현의 한계가 있을 수 있는 경우 시뮬레이션 모델을 이용한 방안이 적합하기에 본 연구는 시뮬레이션 기법을 활용하였다(Gu et al., 2013).

3. 문제 정의

3.1 옴니채널 컨택센터 업무 정의

옴니채널 컨택센터는 전화, 이메일, 채팅, 영상 상담 등 다양한 채널을 수용할 수 있다. 본 연구에서는 최근 많이 사용되는 전화, 이메일, 채팅, 영상 4가지 상담을 수용하는 것으로 가정을 하였으며, 구성은 Fig. 1.과 같다. 본 연구에서는 옴니채널 컨택센터의 업무 범위를 아래와 같이 정의 하였다.

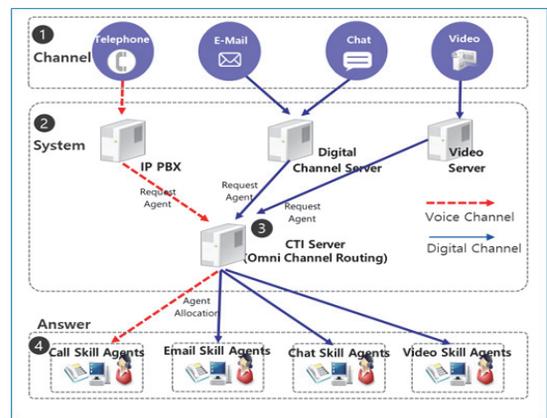


Fig. 1. Omni-channel contact center Architecture

- (1) 상담사는 1가지 채널 상담만을 전담으로 할 수도 있고 2가지, 3가지 또는 4가지 채널을 모두 상담할 수도 있다.
- (2) 전화, 채팅, 영상은 가용 상담사가 있으면 즉시 처리하며 재 인입은 없는 것으로 한다.
- (3) 메일은 처리 중에 다른 업무가 들어오면 메일 처리를 잠시 중단하고 다른 상담 업무를 처리할 수 있다.

- (4) 채팅은 동시 3개까지 처리할 수 있다.
- (5) 전화, 영상은 동시에 한 개만 처리할 수 있다.
- (6) 가용 상담사가 없으면 대기 시간이 발생할 수 있다.
- (7) 영상 상담의 경우 비디오 상담 장비와 상담석의 배경 인테리어가 필요하므로 최대 상담 가용 인원이 제한적이다.
- (8) 인입 요청은 포기가 발생할 수 있다. 포기는 일정 비율로 랜덤하게 발생한다.

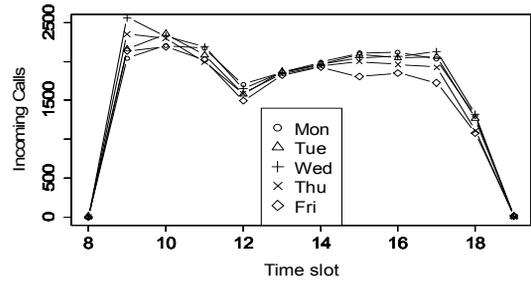


Fig. 2. Incoming calls by time slot & weekday

3.2 실제 현황 분석

시뮬레이션은 실제 구현하기에는 어려운 복잡한 상황들을 실제와 유사하게 모델링하여 그들 간의 상호 작용을 반영하여 실제 구축하지 않고 분석할 수 있게 해준다 (Rossetti, 2015). 그렇기 때문에 실제 일어나는 사건들을 기반으로 모델을 만드는 것이 중요하다.

실제 모 인터넷 유통 업체의 콜 현황을 분석하여 보면 일 평균 19,259 콜이 들어오고 포기율은 5.4%이다(Table. 2.). 이메일의 처리 시간은 평균 9분 50초가 소요되었으며 채팅 상담은 타 콜센터의 사례를 기준으로 9분 30초가 소요 되었다.

Table 2. Inbound contact status

Day	Email	Call	ANS ¹⁾	ABD ²⁾	ABD ³⁾ Rate	ACT ⁴⁾	Agents	AWT ⁵⁾
Day1	1575	19551	18573	978	5.0%	0:02:58	452	0:05:17
Day2	1588	19512	18459	1053	5.4%	0:03:00	435	0:04:53
Day3	1750	20139	19207	932	4.6%	0:02:59	482	0:05:02
Day4	1441	19022	17977	1045	5.5%	0:03:03	427	0:05:01
Day5	1589	18073	16918	1155	6.4%	0:02:59	434	0:05:11
Total	1589	19259	18227	1033	5.4%	0:03:00	446	0:05:05

영상 상담은 전화 업무와 특성이 유사하므로 전화 상담시간과 동일한 평균 통화 시간을 예상 할 수 있다. Fig.2를 보면 콜 인입은 시간대별로 차이가 있다. 오전 9 시에서 10시 사이에 콜량이 급격히 증가했다가 점심시간 까지 줄어든다. 그리고 다시 늘어나서 16시경 이후에 다시 줄어드는 패턴이 반복되는 것을 알 수 있으며, 이를 시뮬레이션에 반영해야 한다.

1) ANS : Answer Calls, 응대콜
 2) ABD : Abandon Calls, 포기콜
 3) ABD Rate : Abandon Calls Rate, 포기율
 4) ACT : Average Call Time, 평균통화시간
 5) AWT : Average Atfer Call Work Time, 평균 후처리 시간

4. 모델링 및 시뮬레이션

4.1 모델링

본 연구는 인바운드 컨택센터의 일반적인 성과 지표들을 시뮬레이션을 통해 분석하여 최적의 상담원 배치 전략을 분석하는 것이다.

콜센터 성과에 대한 연구는 Anton의 연구가 전 세계적으로 사용되고 있다(Cheong, 2004). 그는 인바운드 콜센터에 있어서 고객 만족에 영향을 미치는 핵심 지표로 최초 콜 처리율, 스케줄 준수율, 평균 대기시간, 평균 포기율, 평균 응대 속도를 강조하였다(Anton, 1997).

앞 절의 옴니채널 컨택센터의 업무 범위 정의에 따르면 재 인입이 없는 것으로 가정하였기 때문에 최초 콜 처리율은 고정이 된다. 일정 비율로 포기가 발생하도록 가정하였기 때문에 평균 포기율도 일정 비율을 유지한다.

평균 응대 속도는 대기 시간과 상담원 연결 시간의 합산으로 계산되는데 최근의 컨택센터는 CTI(Computer Telephony Integration)를 활용하여 고객 요청이 상담사 연결 시 고객 정보 표시와 함께 자동으로 콜이 연결되기 때문에 대기 시간만이 시뮬레이션에 의해 변하는 지표가 된다. 그래서 본 연구는 대기시간을 핵심 성과 지표로 해서 시뮬레이션을 통해 분석할 수 있도록 모델링을 한다.

옴니채널 컨택센터에서 업무 처리 프로세스에 대한 모델링은 크게 동기식 업무와 비동기식 업무로 나누어진다. 전화, 채팅, 영상 상담은 고객 요청이 왔을 때 가용 상담사가 있으면 즉시 처리해야 하는 동기식 업무이다. 그리고 이메일의 경우는 즉시 처리하지 않아도 되는 비동기식 업무이다. 동기식 업무의 경우는 도착에 따라 바로 큐로 보내게 되는데 이때 평균 포기율에 따라 일정 비율로 포기를 하도록 모델링 하였다.

콜센터는 상담 요청이라는 이벤트를 중심으로 처리가 되므로 이산 시뮬레이션방식이 적합하다. 이에 본 연구에서는 모델링과 시뮬레이션을 Arena를 이용하여 진행하였다.

동기식 업무의 경우는 Fig. 3. 과 같이 인입 부분에서 대기시간에 따라서 포기율을 조정할 수 있도록 모델링하였고, 처리 부분은 지체 없이 대기 큐에 넣도록 설계하였다. 그리고 평균 포기율은 기존 상담센터의 데이터를 기준으로 5.4%로 설정하였다.

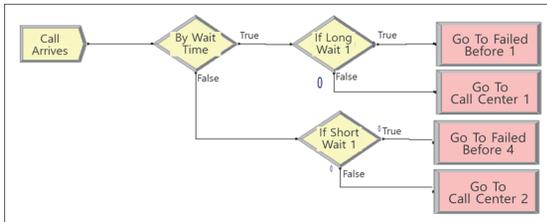


Fig. 3. Synchronous service - incoming part

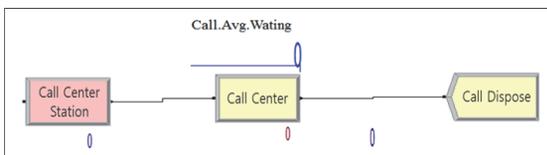


Fig. 4. Synchronous tasks - processing part

이메일의 경우 이메일 업무를 처리 중에 다른 동기식 업무인 전화, 채팅 또는 영상 상담이 들어올 경우 이메일 처리 업무를 중단하고 동기식 업무를 처리할 수 있어야 한다. 이 부분을 시뮬레이션하기 위해 Fig.5 와 Fig.6.과 같이 이메일 업무는 1분 단위로 업무를 쪼개서 처리하는 것으로 모델링 하였다.

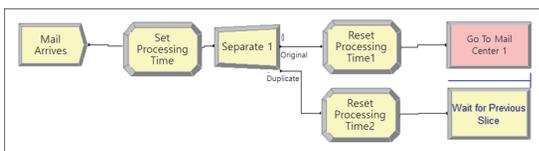


Fig. 5. Asynchronous tasks - incoming parts

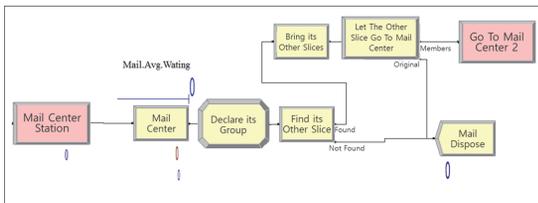


Fig. 6. Asynchronous tasks - processing parts

4.2 시뮬레이션

시뮬레이션을 위해서 인입 요청에 대한 모델링을 해야

하는데 콜센터의 경우 요일별 시간대별 콜 인입 유형이 다르므로 실제 콜센터의 요일별 시간대별 인입량을 근거로 콜에 대한 일주일 기간의 인입 스케줄을 설정하였다 (Fig. 7.). 그 외에 이메일, 채팅, 영상은 일일 평균 건수를 기반으로 Poison 분포에 따라 들어오는 것으로 가정하였다(Brown, 2005).

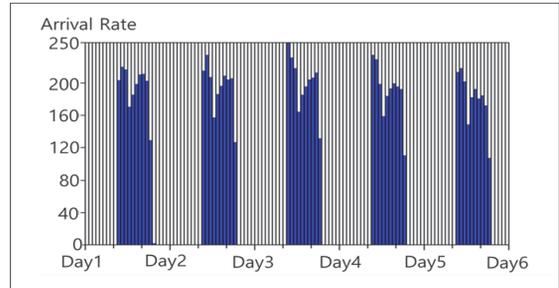


Fig. 7. Schedule of call arrival

전체 ARENA시뮬레이션 모델의 결과 화면은 Fig. 8. 과 같다.

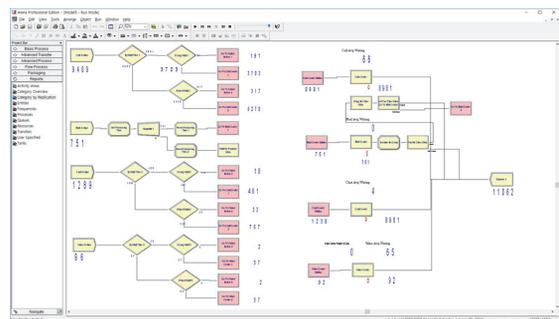


Fig. 8. Simulation result in ARENA

Table 2. Resource definition

No	Resource	Available Response Channel
1	R_Ca	Call Only
2	R_Ma	Mail Only
3	R_Ch	Chat Only
4	R_Vi	Video Only
5	R_Ca_Ma	Call and Mail
6	R_Ca_Ch	Call and Chat
7	R_Ca_Vi	Call and Video
8	R_Ma_Ch	Mail and Chat
9	R_Ma_Vi	Mail and Video
10	R_Ch_Vi	Chat and Video
11	R_Ca_Ma_Ch	Call, Mail and Chat
12	R_Ca_Ma_Vi	Call, Mail and Video
13	R_Ca_Ch_Vi	Call, Chat and Video
14	R_Ma_Ch_Vi	Mail, Chat and Video
15	R_Ca_Ma_Ch_Vi	Call, Mail, Chat and Video

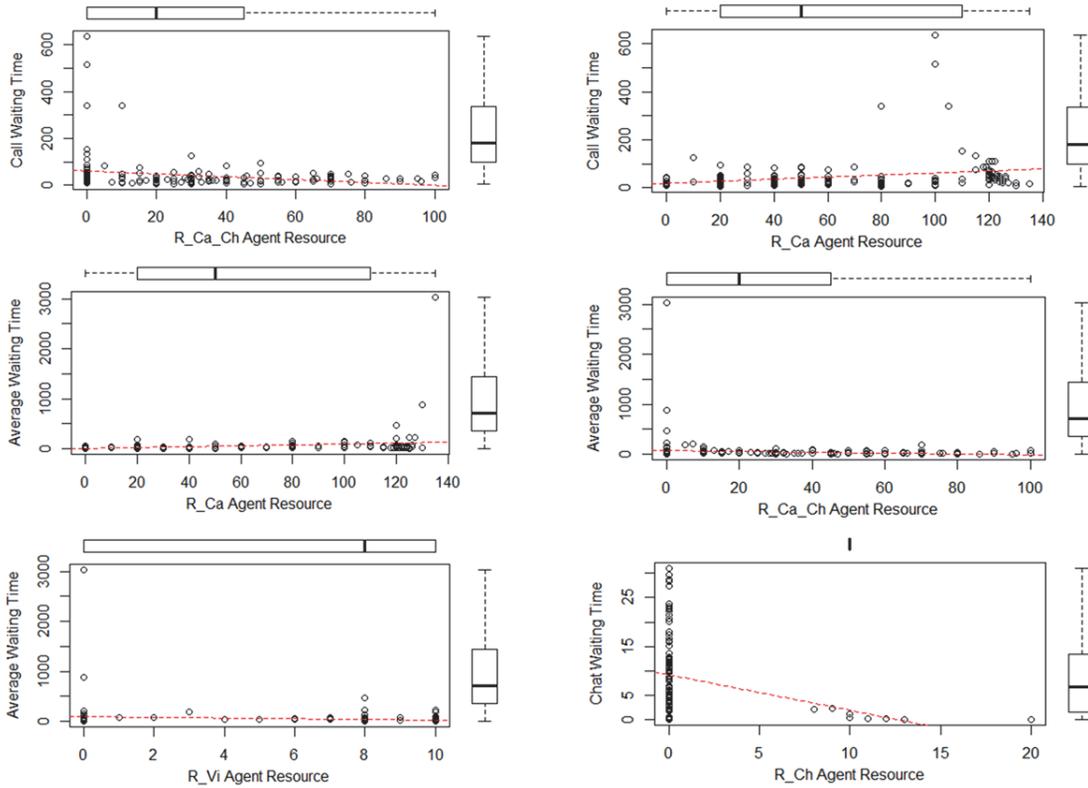


Fig. 9. The relationship between key resources and waiting time(the dashed line is the regression line)

온니채널 컨택센터에서 상담사의 채널별 배치 전략이 실제 고객의 대기시간에 어떤 영향을 미치는 지 분석하기 위해 상담사 배치를 상담업무 처리를 위한 리소스로 정의하였다. 업무별 처리 프로세스(전화, 이메일, 채팅, 영상 상담)에서 업무 처리할 수 있는 상담사를 리소스로 할당해서 업무 처리를 하는 것으로 시뮬레이션하였다.

실제 컨택센터에서 상담사들은 근무시간 중에 휴식이나 교육 등의 응대 외의 다른 업무를 처리하는 스케줄이 있다. 하지만, 채널과 상관 없이 동일한 비중의 휴식시간과 기타 스케줄을 가지므로 본 시뮬레이션에서는 휴식시간이나 기타 비 응대 스케줄은 고려하지 않았다. Table. 2는 시뮬레이션에서 설정한 리소스 테이블이다. 리소스별 응대 가능한 채널이 지정되어 있다.

예를 들면 R_Ca는 콜만 받을 수 있는 상담사이고, R_Ca_Ma는 콜과 이메일을 같이 받을 수 있는 상담사이다. 채널별로 상담사가 동시 처리 할 수 있는 건수가 다르다. 전화와 영상의 경우 동시식 처리이면서 동시에 한 건만 처리할 수 있다. 채팅의 경우는 동시에 다수 채팅 상담을 상담사가 처리 할 수 있다. 일반적으로 채팅은 한

명의 상담사가 2~5명 까지 동시에 처리하는 경우가 있으나, 미국 메트릿넷사의 조사에 따르면 2.74명을 응대하는 것이 일반적이라는 결과(Hwang, 2018)를 참조하여 최대 3개의 채팅을 처리 하는 것으로 모델링 하였다.

전체 상담원 수는 실제 모델링 대상인 콜센터 상담사 수를 기준으로 해서 140명으로 잡았으며, 영상 상담의 경우 영상 장비와 인테리어를 고려하여 10명을 최대 인원으로 제약하였다. 즉, 전체 리소스의 합계는 140이며, 영상 상담을 지원하는 리소스의 합계는 10을 넘지 못한다.

4.3 시뮬레이션 결과 분석

시뮬레이션의 결과 분석을 위해 Arena의 리포트 저장 기능을 사용하여 CSV 파일로 시뮬레이션 결과를 저장하고 통계 분석 패키지인 R을 이용해서 CSV 파일을 읽어 들여 분석하였다. 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있는 지표는 인입 요청 건수인 Request, 처리시간에 관한 지표인 WIP, 채널별 Queue Waiting Time, 대기 중에 포기한 요청 건수인 Abandon 카운트, 실제 리소스가 프로세스에 참여한 비중인 Resource Utilization 정보 등이 있다.

그 중에서 본 연구에서는 4.1절에 설명한 바와 같이 Anton(1997)이 제시한 고객만족 지표인 대기 시간을 분석하기 위해 채널별 Queue의 Waiting Time, Max Waiting Count를 평가 지표로 분석하였다.

실험 순서는 전체 상담사 수의 합계를 140명으로 하고 전화, 메일, 채팅, 영상상담을 단독으로 처리하는 R_Ca, R_Ma, R_Ch, R_Vi 리소스 만 설정한 상태에서 먼저 실험을 시작한다. 이 상태에서 영상 상담 전담 리소스(R_Vi)의 수를 조정해 본 결과 R_Vi가 8미만이면 급격히 영상 상담 대기가 늘어나는 것을 발견하였다(Fig. 10). 그래서 R_Vi 또는 영상 상담이 가능한 상담사 그룹은 항상 8~10 사이를 유지하게 하고 다른 리소스들의 숫자를 변화 시켜 가면서 지속적으로 실험을 하였다.

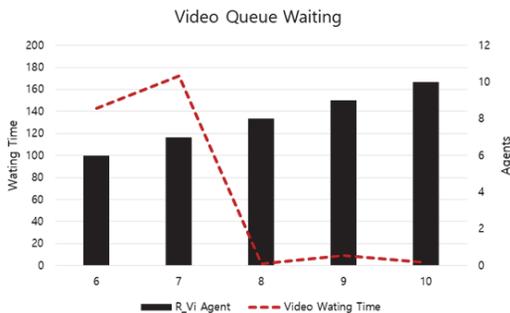


Fig. 10. Video queue waiting by agents

채팅의 경우도 5명 미만으로 줄어 들면 채팅 대기시간이 급격히 증가했다(Fig. 11). 채널별 대기가 없어지는 최소 리소스를 파악한 다음, 다른 리소스를 중복으로 응대할 수 있는 리소스의 숫자를 조정하면서 채널별 대기 시간을 조사 하였다.

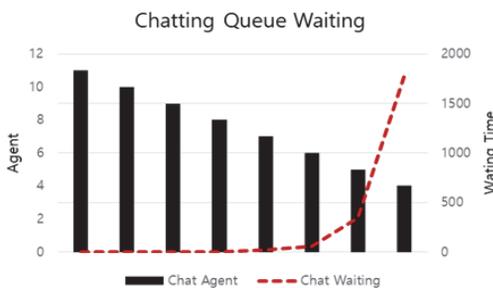


Fig. 11. Chatting queue waiting by agents

위낙 많은 변수가 존재하기 때문에 전수 조사는 불가

능 하여, 단독 리소스에 대해서 영향도 파악을 하기 위해 각각을 고정한 상태에서 리소스 수치를 바꿔가며 각각 10회씩 실험하여, 급격히 대기 시간이 변하는 구간을 찾고, 그 구간을 중심으로 연관된 멀티 리소스들의 수치를 각각 16회 변화 시켜서 실험을 하고, 특별히 대기 시간이 낮은 실험결과에 대해서 세밀하게 수치를 변화 하는 방식으로 8회 더 실험을 하여 최종적으로 224번의 실험을 수행하였고 결과에 대해서 리소스와 대기시간과의 관계를 선형회귀분석을 수행하였다. 그 중에 영향도가 큰 리소스에 대한 산점도와 회귀선, Box-Plot을 Fig.9.에 도식 하였다.

R_Ca 리소스(전화 전담 상담사)는 많이 할당하면 Call Waiting 시간이 오히려 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 전화의 경우 인입 요청이 4개 채널 중에 가장 많고 전체 상담사가 전화만 받아도 대기가 발생한다(실제 콜센터의 현황이 그렇다). 그렇기 때문에 R_Ca를 줄이고 R_Ca_Ma와 같이 채널 인입 요청이 적은 메일과 같은 다른 채널과 전화 채널을 동시에 수용하는 리소스를 늘리는 것이 더 효과적인 것을 시뮬레이션을 통해 알 수 있다.

시뮬레이션의 결과(Table. 3.)에서도 알 수 있듯이 상담원 배치 전략의 핵심은 전담 상담사(Single Channel) 방식보다는 멀티채널을 지원하는 멀티채널 상담사(Multi Channel) 방식이 효과적이라는 것이다.

Table 3. Multi channel & single channel

Div.	Channel	Single	Full Multi
Request	Total	11625	11713
	Call	9489	9464
	Chat	1289	1315
	EMail	751	831
	Video	96	103
WIP Average	Call	11.58	10.48
	Chat	1.71	1.63
	EMail	0.00	0.01
	Video	0.12	0.09
Queue Waiting Time	Call	66.39	15.81
	Chat	3.51	3.09
	EMail	0	2.71
	Video	65.47	8.29
Resource Instantaneous Utilization	Call	0.34	0.30
	Chat	0.21	
	EMail	0	
	Video	0.1	

두 전략에 따른 고객 대기시간 분석을 위한 시뮬레이션결과 상담사 배치를 채널별로 단독으로 하였을 경우와 상담사가 다수 채널을 동시에 처리할 수 있도록 멀티로 할당 하였을 경우 요청수의 차이는 크지 않으나 전화, 비디오에서 고객 대기시간의 차이가 큰 것을 알 수 있다. 단독 업무 형태의 배치에서는 R_Ca 120명, R_Ma 4명, R_Ch 8명, R_Vi 8명으로 하였다. 이 경우 전화 대기시간이 66.39초, 영상 대기 시간이 65.47초였다. 하지만 멀티 업무 형태로 배치 전략을 시뮬레이션 하였을 경우 전화 대기 시간이 15.81초, 영상 대기 시간이 8.29초로 줄어 드는 것을 확인할 수 있다.

Full 멀티 채널 수용 방식의 경우 전담 상담원과 비교하기 위해 모든 채널을 수용하는 R_Ca_Ma_Ch에 140명을 모두 할당했다. 메일의 경우 단독 처리 방식일 경우 대기시간이 없었지만 멀티처리 방식으로 바꾼 이후 2.71초의 대기 시간이 발생하였지만 비동기 업무의 특성상 약간의 대기 시간이 발생하여도 고객 서비스에는 지장이 없다. 전체 채널의 평균 대기 시간은 전담 상담사 방식일 경우 33.84(sec)인데 비해 Full 멀티 채널 상담사 방식의 경우 7.48(sec)로 77% 대기 시간이 감소함을 알 수 있다.

위 실험은 전담 상담사와 멀티채널 수용 상담사와의 배치 전략 비교를 위한 극단적인 실험이었고, 실제 가장 효율적인 배치를 위해서 4개 채널에 대한 Average Waiting Time을 기준으로 가장 우수한 조합을 찾아보았다. 총 224번의 실험을 하였다. 실험 결과 가장 우수한 결과를 나타낸 상담사 조합은 Table. 4.와 같다.

Table 4. Optimal agents staffing simulation

Ranking		1st	2nd	3rd
Resource	R_Ca	0	20	0
	R_Ca_Ch	0	80	0
	R_Ca_Ma	0	30	0
	R_Ca_Ma_Ch	132	0	130
	R_Vi	8	10	10
Request	Call	9,666	9,579	9,623
	Chat	1,238	1,199	1,300
	Mail	823	827	807
	Video	99	87	96
Waiting Time	Call	15.03	22.14	19.57
	Chat	3.77	4.92	4.00
	Mail	5.59	0.01	4.79
	Video	1.51	0.00	2.75
	Average	6.48	6.77	7.78
Max Waiting Count		430.92	407.41	568.80

가장 우수한 배치 전략은 영상 전담 상담사를 8명 배치하고 나머지 132명은 전화, 메일, 채팅을 모두 응답할 수 있는 멀티 채널 리소스(R_Ca_Ma_Ch)에 배치했을 때 평균 대기시간이 가장 적었다.

2위와 3위도 영상 상담을 제외한 나머지 채널들을 멀티로 수용하는 리소스에 적당한 수를 할당한 배치가 우수한 결과를 나타내는 것을 확인 할 수 있다.

본 시뮬레이션의 결과로 옴니채널 컨택센터에서 상담사의 채널 배치는 가능한 멀티 채널을 수용할 수 있도록 상담사를 배치 하는 것이 효과적임을 확인 할 수 있다.

5. 결론 및 향후 과제

기존의 콜센터 시뮬레이션은 단순히 콜에 대한 상담사 연결 요청에 대한 시뮬레이션만 있었는데 본 연구에서는 최근 늘어나는 옴니채널 콜센터를 모델로 하여 전화 외에 이메일, 채팅, 영상 등 다양한 채널에 대한 시뮬레이션을 통해 옴니채널 콜센터 운영 시 인력 운영 방안에 대한 아이디어를 제시하고 구체적인 효과를 도출하였다. 특히 이메일의 경우 비동기 처리방식 때문에 전화와 채팅 같은 실시간 반응형 동기 방식과 시뮬레이션 방식이 다르고 채팅의 경우 상담사가 동시에 다수의 건을 처리할 수 있는 부분은 기존의 전화 대상 콜센터의 시뮬레이션과 차별화되는 부분이다.

옴니채널 컨택센터의 경우 실제 상담원 운영에 대한 구체적인 실험이나 연구가 전혀 없었는데, 본 연구에서는 ARENA시뮬레이션을 통해서 수학적 모델링이 어려운 동기/비동기 업무가 섞여 있는 옴니채널 컨택센터의 업무를 시뮬레이션하고 실제로 배치 전략에 따른 구체적인 성과 지표를 시뮬레이션 하였다라는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다.

본 연구에서는 옴니채널 컨택센터의 상담사 운영 방식에 대한 부분만 제시하였으나 향후 채널 요청 건수별 최적 상담사 할당 방안과 예상 대기 시간 등에 대한 연구가 추가로 필요하다.

또한, 휴리스틱 한 실험 방법을 통해 전수 조사를 못하고 일부 케이스에 대한 실험을 통해 제한적인 최적 조합을 발견 하는 방식으로 접근한 한계가 있다. 리소스의 변화에 대한 규칙을 머신러닝 기법 등으로 파악하여 회귀 분석이나 수학적 모델을 만든 후 유전자 알고리즘 등의 최적화 기법을 통한 최적 해를 찾을 수 있는 방안에 대한 연구가 향후 필요할 것이다.

References

1. Sue, S., Fjermestad, J., and Romano Jr, N. C., "E-relationship marketing: changes in traditional marketing as an outcome of electronic customer relationship management.", *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 17, No. 6, pp. 410-415, 2004.
2. McNair, A.(Ed), "Dimension Data's 2016 Global Contact Centre Benchmarking Report", Dimension Data, 2016.
3. Cao, L., and Li, L., "The Impact of Cross-Channel Integration on Retailers' Sales Growth", *Journal of Retailing*, Vol. 91, No. 2, pp. 198-216, 2015.
4. Kotler, P., Kartajaya, H., and Setiawan, I., "Marketing 4.0: Moving from traditional to digital", John Wiley & Sons, 2016.
5. David, R., Bell, S. G., and Antonio, M., "How to Win in an Omnichannel World", *MIT Sloan Management Review*, Vol. 56, No. 1, pp. 44-53, 2014.
6. Son, J. Y., Kang, I. W., "A Study on the Applicability of Omni-Channel Service", *The e-Business Studies*, Vol. 18, No. 5, pp. 19-35, 2017.
7. Gong, Y. B., "Design Omni Channel Engagement Center", *Contact Journal*, Vol. 196, No. 7, pp. 34-36, 2016.
8. Kim, S. Y., "Report of Contact & communication channels using survey - consumer culture trends (showrooming, reverse showrooming) and channel management strategy", *Contact Journal*, Vol. 185, No. 8, pp. 24-27, 2015.
9. Kim, I. H., Gi, J. S., Park, K. H., Ahn, J. H., and Seo, Y. H., "A Study on the Improvement of Consulting Service for the Changing Environment of ICT, such as smartphones", Ministry of Employment and Labor, Korea, pp. 29-30, 2010.
10. Kim, S. M., Nah, J. E., and Kim, S., "The Staffing Problem at the Call Center by Optimization and Simulation", *IE interfaces*, Vol. 24, No. 1, pp. 40-50, 2011.
11. Brown, L., Gans, N., Mandelbaum, A., Sakov, A., Shen, H., Zeltny, S., and Zhao, L., "Statistical Analysis of a Telephone Call Center : A Queueing-Science Perspective", *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 100, No. 469, pp. 36-50, 2005.
12. Atlason, J., Epelman, M. A., and Henderson, S. G., "Optimizing Call Center Staffing Using Simulation and Analytic Center Cutting-Plane Methods", *Management Science*, Vol. 54, No. 2, pp. 295-309, 2008.
13. Yun, Y. S., "Efficient Operation Plan of Bank Tellers and ATMs Considering Waiting Time of Customers", *Review of business & economics*, Vol. 26, No. 5, pp. 2253-2273, 2013.
14. Kim, Y. B., Lee, C. H., Kim, J. B., Lee, K. S., and Lee, B. C., "Enhancing the Performance of Call Center using Simulation", *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 12, No. 4, pp. 83-94, 2004.
15. Choi, S. G., and Lee, C. L., "A study for improving passenger service level at the airport security checks by using simulation", *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 18, No. 3, pp. 59-68, 2013.
16. Rossetti, M. D., "Simulation modeling and Arena", John Wiley & Sons, 2015.
17. Gu, S. H., Noh, S. M., and Jang, S. Y., "A Study on Improvement of the Logistic System in Social Commerce using Simulation", *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 22, No. 3, pp. 43-53, 2013.
18. Cheong, K. J., Kim, J. J., Ryu, I., So, S. H., and Park, D., "A Study on the Factors Affecting the Performance of Call Center", *The Journal of Information Strategy*, 2004.
19. Anton J., Monger J., and Perkins D. S, "CallCenter Management By the Numbers", Purdue University Press., 1997.
20. Hwang, K. M.(Ed), "Listen to the field officer, a small question on the website", *Contact Journal*, Vol. 216, No. 3, pp. 10-13, 2018.



류 기 동 (kdryu@ecstel.co.kr)

1999 부산대학교 전기공학과 학사
2013 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 산업정보시스템 전공 석사
2002~ 현재 (주)이씨에스텔레콤 통신기술연구소

관심분야 : 컨택센터, 데이터마이닝, 최적화, 머신러닝, 딥러닝, 시계열 예측



장 성 용 (syjang@seoultech.ac.kr)

1980 서울대학교 산업공학과 학사
1982 서울대학교 산업공학과 석사
1991 서울대학교 산업공학과 박사
1987~ 현재 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과(산업정보시스템공학) 교수

관심분야 : 컴퓨터시뮬레이션, 제약경영(TOC), 프로젝트관리



김 우 제 (wjkim@seoultech.ac.kr)

1986 서울대학교 산업공학과 학사
1988 서울대학교 산업공학과 석사
1994 서울대학교 산업공학과 박사
1999~ 2001 University of Michigan Visiting scholar
2003~ 현재 서울과학기술 대학교 글로벌융합산업공학과 교수

관심분야 : 최적화, IT서비스, 소프트웨어공학, 스마트그리드