

서비스 공급사슬을 위한 객체지향 시물레이션 모델링

문종혁¹ · 이영해^{1*} · 조동원¹

Object-oriented Simulation Modeling for Service Supply Chain

Jong Hyuk Moon · Young Hae Lee · Dong Won Cho

ABSTRACT

Recently it is important to understand service supply chain because the economy moves from manufacturing to services. However, most of existing supply chain research focuses exclusively on the manufacturing sector. To overcome this situation, it needs to investigate and analyze service supply chain. Simulation is one of the most frequently used techniques for analysis and design of complex system. Service supply chain is complex and large systems that require an accurate designing phase. Especially, it is important to examine closely the dynamically interactive behavior of the different service supply chain components in order to predict the performance of the service supply chain. In this paper, we develop a conceptual model of service supply chain. Then, we present a new procedure to develop simulation model for the developed conceptual model of service supply chain, based on the UML analysis and design tools and on the ARENA simulation language. The two main characteristics of the proposed procedure are the definition of a systematic procedure to design service supply chain and of a set of rules for the conceptual model translation in an ARENA simulation language. The goal is to improve the knowledge on service supply chain management and support the simulation model development efficiency on service supply chain.

Key words : Service supply chain management, Object-oriented, Simulation

요약

최근 경제는 제조업에서 서비스업으로 이동하고 있기 때문에 서비스 공급사슬을 이해하는 것이 중요하다. 그러나, 공급사슬과 관련된 기존연구의 대부분은 제조업에 집중하고 있다. 이러한 상황을 극복하기 위해서, 서비스 공급사슬을 조사하고 분석할 필요가 있다. 시물레이션은 복잡한 시스템을 분석하고 설계하는데 가장 자주 사용되는 기법 중에 하나이다. 서비스 공급사슬은 정교한 설계 단계가 필요한 복잡하고 거대한 시스템이다. 특히, 서비스 공급사슬의 성과를 예측하기 위해서 서비스 공급사슬을 구성하고 있는 구성요소 사이의 동적인 상호작용의 행위를 밀접하게 조사하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 첫 번째로 서비스 공급사슬의 개념적 모델이 개발된다. 다음으로 개발된 서비스 공급사슬의 개념적 모델에 대한 시물레이션 모델을 개발하기 위한 새로운 절차를 제시한다. 시물레이션 모델링의 절차는 UML 분석과 설계 도구를 이용하며 ARENA 시물레이션 언어로 구현된다. 제안된 절차의 두 가지 주요한 특성은 서비스 공급사슬을 설계하는데 체계적인 절차의 정의와 또한 ARENA 시물레이션 언어로 개념적 모델의 변환에 대한 규칙을 제공한다. 본 연구의 결과는 서비스 공급사슬의 지식을 개선하는데 이용될 수 있으며, 또한 서비스 공급사슬 시물레이션 모델의 개발을 효율적으로 할 수 있도록 지원한다.

주요어 : 서비스공급사슬경영, 객체지향, 시물레이션

*이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2009-0076847).

접수일(2012년 1월 30일), 심사일(1차 : 2012년 3월 21일), 게재 확정일(2012년 3월 26일)

¹⁾한양대학교 산업경영공학과

주 저 자 : 문종혁

교신저자 : 이영해

E-mail; yhlee@hanyang.ac.kr

1. 서론

최근 세계 경제에서 서비스업은 제조업에 비하여 큰 비중을 차지하고 있으며, 향후에도 이러한 현상은 계속해서 진행될 것으로 예상되고 있다. 특히, 더욱더 주목해야 할 상황으로 최근 자료에 의하면 세계 경제에 미치는 영향력이 큰 선진국들의 산업별 비중이 제조업에 비해 서

스업이 높은 것으로 나타났다(통계개발원, 2008). 과거에 서비스업은 제조업의 보조적인 역할이었으나, 이제는 서비스업이 생산하는 부가치는 제조업에 비하여 더 높다.

서비스업의 발전과 더불어 서비스 기업들의 경쟁이 더욱더 치열해져 가고 있다. 그러나 서비스 기업들을 효율적으로 관리 및 운영하기 위한 경영 기법은 미흡한 것이 현실이다. 최근 서비스업의 혁신하기 위한 일환으로 지난 19세기 후반부터 주로 제조업에 속하는 기업들을 대상으로 적용되어 상당한 성과를 거두고 있는 공급사슬경영을 서비스업에 적용하려는 시도가 있다(안성화 외 2인, 2010; Ellram et al., 2004; Baltacioglu et al., 2007; Zhang et al., 2009). 그러나 제조 중심의 제조 공급사슬은 유형의 제품에 초점을 두고 관리 및 운영되기 때문에 무형의 서비스를 주로 다루는 서비스업에 제조 공급사슬경영을 그대로 적용하는데 한계가 있다. 서비스는 제품과는 다르게 무형성(intangibility), 소멸성(perishability), 동시성(simultaneity), 이질성(heterogeneity)이라는 독특한 특성을 갖고 있다. 결과적으로, 서비스업에 제조 공급사슬경영을 적용하기 위해서는 서비스 특성을 반영한 서비스 공급사슬에 대한 이해를 높이고 성과를 사전에 예측할 수 있는 표준화된 모델의 개발이 절실히 필요하다.

서비스 공급사슬의 표준화된 모델은 제조 공급사슬과는 다르게 서비스 특성으로 인해 불확실하고 복잡하며, 또한 성과의 예측은 더욱더 어렵다. 결과적으로 서비스 공급사슬의 효율적인 운영 및 관리를 위한 표준화된 모델의 설계 및 구축은 더욱더 어렵다.

시뮬레이션은 수리적 모형이 어려운 불확실하고 복잡한 시스템을 과학적인 방법으로 설계 및 구축하여 분석한 후에 시스템의 이해를 높이고 성과를 사전에 예측하는데 이용될 수 있는 효율적인 도구이다(Narayanan et al., 1998). 그러므로 시뮬레이션은 시스템의 설계 및 구축하는데 이용될 수 있는 최후의 수단으로 알려져 있다(Law and Kelton, 2000).

시뮬레이션의 이러한 장점은 서비스 공급사슬의 표준화된 모델의 설계 및 구축에 가장 효과적이고 효율적으로 이용될 수 있는 방법이다. 시뮬레이션 소프트웨어로는 ARENA, AutoMod, GPSS, Simscript 등이 있으며, 최근에 ARENA가 학계 및 실무에서 많이 사용되고 있다(Kelton et al., 2003).

일반적으로 객체지향 모델링은 강력한 도구로 알려져 있으나, 개발자가 개발 시스템에 대한 아이디어와 시뮬레이션 도구를 연계하여 개발할 수 있는 일정한 방법이 없으면 객체지향 모델링을 이용한 시뮬레이션 모델의 구현

은 어렵다. 그러므로 현재의 시뮬레이션 소프트웨어는 다양하게 개발되어 있음에도 불구하고, 서비스 공급사슬을 시뮬레이션으로 구현하는데 있어 어려움이 많으며 아직까지 대부분이 직관적인 방법에 의한 모델링에 의존할 수밖에 없다.

ARENA는 서비스 공급사슬의 모델을 개발하는데 필요한 많은 과업을 구현할 수 있는 높은 수준의 모듈들을 포함하고 있다. 특히, 이러한 모듈들은 프로세스 사이의 독립적인 객체의 흐름을 중점적으로 다루는 거래지향(transactional-oriented)의 모델링과 실제 시스템의 구성 요소의 행위와 기능에 기초한 객체지향(object-oriented)의 모델링이 모두 가능하다(Anglani et al., 2002).

본 연구에서는 아직까지 서비스 공급사슬에 대한 표준화된 모델이 모호한 상황에서 표준화된 모델을 정의하고 설계한다. 그리고 서비스 공급사슬의 표준화된 모델을 개발하는데 있어 가장 효과적으로 활용될 수 있는 객체지향 모델링 절차를 제안한다. 모델링 단계는 UML(unified modeling language)을 이용한다. UML은 객체지향 시스템을 표현하는데 표준화된 모델링 언어이다(Costa et al., 2001). 그리고 개발된 절차에 대한 효율성과 효과성을 입증하기 위해 ARENA를 이용하여 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델을 개발한다. 마지막으로 개발된 절차를 관광 서비스 공급사슬 네트워크에 적용하고 ARENA를 이용하여 구현한다.

기존에 공급사슬의 시뮬레이션 모델은 대부분이 제조 공급사슬과 관련되어 있기 때문에 이를 서비스의 특성이 반영된 서비스 공급사슬의 시뮬레이션 모델에 적용하기에는 한계가 있다. 그러므로 본 연구의 결과는 서비스 공급사슬의 시뮬레이션 모델의 설계 및 구축에 활용될 수 있을 것으로 기대한다. 그리고 향후에 더 향상된 서비스 공급사슬의 표준화된 모델을 개발하는데도 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 다음의 순서로 진행한다. 2장에서는 본 연구와 관련된 기존연구를 고찰한다. 3장에서는 서비스 공급사슬의 표준화된 모델과 모델링 개발 절차를 제시한다. 4장에서는 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델을 ARENA를 이용하여 개발한다. 5장에서는 개발된 절차를 관광서비스 공급사슬 네트워크에 적용하고 ARENA로 구현한다. 마지막 장에서는 결론과 추후 연구방향을 제시하였다.

2. 기존연구

본 연구에서는 앞서 언급한 것처럼 서비스 공급사슬의

표준화된 모델의 개발과 함께 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델링 절차를 개발하는 것으로서 서비스 공급사슬과 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델링과 관련된 기존연구를 고찰할 필요가 있다.

2.1 서비스 공급사슬

서비스 공급사슬과 관련된 기존연구는 대부분이 제조 공급사슬을 서비스 산업의 공급사슬에 응용하여 적용하는데 초점이 있었다(Baltacioglu et al., 2007; Ellram et al., 2007; Sengupta et al., 2006). Sampson(2000)은 서비스 공급사슬에서 서비스 공급자와 고객 사이의 관계와 방향에 따라 서비스 공급사슬의 구조를 구별하였다. 서비스 공급사슬의 프레임워크의 개발에 대한 연구로서, Ellram et al. (2004)은 서비스 공급사슬을 최초의 공급자부터 마지막 고객까지 서비스를 전달하는데 정보, 프로세스, 용량, 서비스 성과 및 자금의 관리를 하는 것으로 정의하고 프로세스를 정보 흐름, 용량 및 기술 관리, 수요관리, 서비스전달관리, 재무관리, 수요관리, 공급자관계관리(supplier relationship management), 고객관계관리(customer relationship management)로 나누었다. Baltacioglu et al. (2007)은 Ellram et al.(2004)의 연구와 차별화된 새로운 서비스 공급사슬의 프레임워크를 개발하였다. 그들은 서비스 공급사슬의 프로세스를 수요관리, 용량 및 자원 관리, SRM, CRM, 주문프로세스관리, 서비스성과관리, 정보 및 기술 관리로 나누었다. Lin et al.(2010)은 서비스 공급사슬을 Baltacioglu et al.(2007)의 정의와 비슷하게 정의하고 있으나 취급하는 제품을 무형의 서비스와 함께 기존의 유형의 제품에 서비스를 추가하는 제품의 서비스화(servitized product)까지 고려하고 있다. 그리고 서비스 공급사슬을 서비스 공급자, 서비스 조정자, 고객으로 구성된 네트워크라고 하였다. 그들의 연구에서 서비스 공급자는 핵심적인 역할을 수행하기 때문에 제조 공급사슬의 핵심기업(focal company)과 같으며, 서비스 조정자는 고객과 서비스 사이에서 조정하는 역할을 담당한다. Zhang et al.(2009)은 서비스 공급사슬과 제조 공급사슬의 차이점과 유사점을 비교한 후에 제조 공급사슬과 서비스 공급사슬은 동일한 전략이 적용될 수 없음을 강조하였다. 특히, 서비스 공급사슬은 제조 공급사슬과는 다른 구조를 갖기 때문에 서비스 프로세스에 따른 공급사슬내의 구성원들의 역할과 이에 따른 관계, 정보, 재무의 흐름을 파악하는 것이 중요하다고 주장하였다. 그들은 이러한 내용을 바탕으로 서비스 공급사슬의 개념적 모델을 제시하였다. 한편, 서비스 공급사슬의 성과를 측정하기 위한 연구로서,

Giannakis(2011)는 경영 컨설팅 서비스 공급사슬의 성과를 측정하기 위해 제조 공급사슬의 성과를 측정하는데 활용되고 있는 SCOR(supply chain operation reference)를 응용하였다. 안성화 외 2인(2010)은 서비스 공급사슬의 성과 측정연구에 Fuzzy-AHP를 이용하여 성과측정 프레임워크를 개발하였다.

앞서 고찰한 기존연구들은 서비스 공급사슬의 구성요소를 파악하는데 통찰력을 제공하고 있다. 그러나 대부분이 서비스 공급사슬의 개념적인 측면만을 집중적으로 다루고 있기 때문에 보다 구체적인 서비스 공급사슬의 표준화된 모델을 개발할 필요가 있다.

2.2 서비스 공급사슬 시뮬레이션

Anderson과 Morrice(1999)는 서비스 공급사슬의 역동적인 행위를 분석하기 위해서 시뮬레이션을 이용하였다. 그들은 4 단계로 구성된 서비스 공급사슬을 대상으로 각 단계에서는 소멸성, 무형성 등의 서비스의 특성을 반영하기 위해 재고를 두지 않았으며, 추후의 서비스 제공은 용량의 조절을 통해서만 관리되도록 하였다. 서비스 공급사슬의 역동적인 행위를 분석하기 위해 서비스 공급사슬의 용량관리의 다양한 전략에 따라 서비스 완료율, 총비용, 추후 서비스 수준에서 어떤 결과가 발생하는지를 시뮬레이션을 이용하여 분석하였다. 또한 Anderson과 Morrice(2002)는 재고를 가질 수 없는 2 단계 서비스 공급사슬을 대상으로 첫 번째 단계에서 용량과 조달시간의 변화가 양쪽 단계의 추후 서비스의 양, 대기시간, 용량 변화의 성과에 어떤 영향을 미치는지를 시뮬레이션을 이용하여 분석하였다. 그 결과는 서비스 공급사슬의 단계 사이에 더욱 더 향상된 조절을 지원하는데 이용될 수 있도록 하였다.

Akkermans과 Vos(2000)는 무선통신 산업의 서비스 공급사슬의 채택효과를 연구하기 위하여 시스템 다이믹스 모델링을 기초로 시뮬레이션을 수행하였다. 그들은 서비스 공급사슬에서 채택효과의 현상을 입증하기 위해 각 단계의 부하작업량을 측정하였으며, 시뮬레이션은 공급사슬의 상위단계로 올라갈수록 부하작업량이 커지는 현상을 보였다. 그러나 그들은 자원 집약적인 서비스 산업에서 자원관리, 자원계획, 서비스실행계획과 같은 세부적인 내용은 다루지 않았다.

Anderson et al.(2004)은 2 단계 서비스 공급사슬의 관리와 조절을 위해 선형제어이론모델의 적용에 대한 평가를 위해 시뮬레이션을 이용하였다. 시뮬레이션은 서비스 공급사슬이 중앙집권적, 분산, 정보공유가 없는 상황에서 선형모델과 비선형모델의 적용에 따른 추후 서비스의 양

을 비교하였다. 시뮬레이션의 결과는 모든 상황에서 선형 모델이 비선형모델에 비하여 6%보다 적은 추후 서비스의 양이 발생하였다.

현재까지 객체지향 방법을 이용한 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델링과 관련된 기존연구는 존재하지 않는다. 다만, Rossetti와 Chan(2003)은 객체지향 방법론을 이용하여 제조 공급사슬의 시뮬레이션 모델링을 구축하면서 객체지향 모델링의 재사용성과 확장성이 뛰어난을 입증하였다.

이상의 서비스 공급사슬 시뮬레이션과 관련된 기존연구는 대부분이 서비스 공급사슬의 전체적인 분야의 설계 및 성과 보다는 부분적인 분야에 제한되어 있다. 또한 서비스 산업의 전체를 대표할 수 있는 서비스 공급사슬이 아닌 특정 산업을 대상으로 시뮬레이션이 수행되었다. 그러므로 서비스 산업을 대표하면서 서비스 공급사슬의 전체적인 분야를 대상으로 하는 시뮬레이션 모델링이 필요하다. 그리고 서비스 공급사슬과 제조 공급사슬 사이의 근본적인 차이는 있지만, 객체지향 방법을 이용한 제조 공급사슬의 시뮬레이션 모델링의 장점은 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델링을 구축하는데도 활용될 수 있다

3. 서비스 공급사슬의 시뮬레이션 모델링 개발 절차

3.1 서비스 공급사슬의 개념적 모델

일반적인 시뮬레이션의 절차는 실제 환경을 개념적 모델로써 변환한 후 이것을 컴퓨터 모델로 코딩을 하고 시뮬레이션 실험 후 나온 값에 대한 평가를 다시 실제 상황의 문제에 적용하는 과정이다(Law and Kelton, 2000). 시뮬레이션의 전 과정 중에서 가장 중요한 부분은 실제 환경을 개념적 모델로 변환하는 과정이다. 개념적 모델 설계는 시뮬레이션 연구의 첫 단계이며, 모든 단계에서 가장 큰 영향을 주는 부분이다. 따라서 잘못된 개념적 모델 설계는 시뮬레이션 연구의 모든 것을 잘못된 상태로 만들어 버린다.

본 연구의 서비스 공급사슬의 표준화된 모델은 Zhang et al.,(2009)이 제시한 모델을 변형하여 활용한다. 제조 공급사슬에서 핵심기업이 중요한 역할을 담당하는 것처럼, 서비스 공급사슬에서는 서비스 에이전트(service agent)가 핵심적인 역할을 한다. 서비스 공급사슬은 서비스 에이전트를 중심으로 고객, 서비스 오퍼레이터(service operator), 서비스 공급자(service provider)의 네 가지 영역으로 나

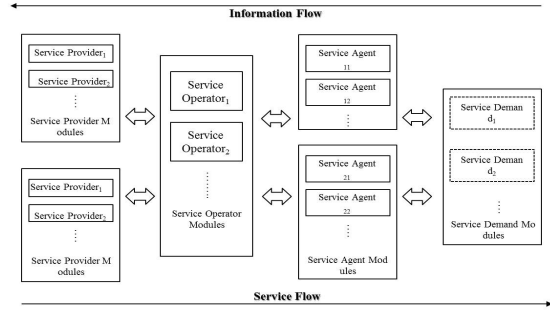


그림 1. 서비스 공급사슬 시뮬레이션 프레임워크

누어진다. 그리고 서비스 공급사슬 시뮬레이션은 4가지 모듈로 구성되며 수행하는 세부적인 역할은 다음과 같다.

서비스 수요 모듈은 고객 접점에서 이루어지는 활동으로 고객의 서비스 주문발생과 주문한 서비스를 제공 받는 부분이다. 고객은 받고자 하는 서비스 종류를 직접 선택하거나, 고객의 상태나 환경을 고려하여 선택 받게 된다. 즉, 관광 서비스의 경우 고객이 직접 관광 패키지를 선택할 수가 있고, 병원이나 제품 서비스 센터의 경우 고객의 건강 상태나 제품의 상태로 적절한 서비스 유형을 선택 받게 되는 것이다.

서비스 에이전트 모듈은 고객의 서비스 주문에 따른 서비스 생산 능력을 확인하고, 이에 대한 주문을 처리하는 것으로 서비스 공급사슬관리에서 가장 중심이 된다. 고객이 요구하는 서비스의 종류에 따라 서비스 용량을 체크하고, 가장 최적의 서비스 활동을 할당하는 역할을 한다.

서비스 오퍼레이터 모듈은 고객의 요구에 대응하는 서비스 활동의 설계를 담당하는 역할을 한다. 즉, 관광서비스 산업에서 서비스 오퍼레이터 역할은 관광 패키지를 디자인하고 서비스 활동에 필요한 서비스 자원을 증계하는 역할이라고 할 수 있다.

마지막으로 서비스 제공자 모듈은 서비스 제공에 필요한 서비스 자원을 공급하는 공급자 역할을 수행한다. 예를 들어, 의료 서비스 공급사슬에서 고객의 의료서비스에 필요한 의료진, 장소, 의약품 등이나, 그 밖의 보험사와 같은 기타 서비스 파트너들이라 할 수 있겠다.

4가지 영역별 서비스 공급사슬을 이루는 객체는 시뮬레이션의 개념적 모델링 설계에 이용 될 수 있다. 영역별 객체의 흐름도는 그림 1과 같다.

3.2 모델설계 절차

객체지향 방법론은 시뮬레이션 모델링에 객체지향적

설계 혹은 개념을 도입한 것이다. 객체지향 방법론은 확장성을 증가시키고, 재사용성을 가능하게 하여 시뮬레이션 모델링의 복잡성을 줄여준다. 특히, 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델링은 그 복잡성이 매우 크기 때문에 시뮬레이션의 개념적 모델링에 많은 어려움을 내포한다. 본 연구의 모델링 단계는 객체지향 시스템을 표현하는데 표준화한 모델링 언어로서 알려진 UML을 이용하며, 시뮬레이션 모델의 구축은 ARENA를 이용한다.

ARENA는 SIMAN 언어로 만들어진 것으로 애니메이션, 입력, 출력 분석 등의 기능을 GUI(graphical user interface) 환경으로 강화한 것이다. ARENA는 기본적으로 Block들을 조합하여 만들어진 모듈(module)을 기본으로 한다. 이러한 모듈들의 조합을 템플릿(templates)이라고 한다. 템플릿은 여러 시뮬레이션 케이스를 표현하며, 사용자에게 고차원적인 시뮬레이션 모델링 환경을 제공한다. 그러나 템플릿은 모든 경우의 시뮬레이션 모델링 기능을 제공하지 못하는 단점이 있다. 본 연구에서는 ARENA에 포함된 Block을 사용하여 객체 모델을 설계한다.

UML은 다양한 형태의 소프트웨어를 적절하게 모델링하는 설계도와 같은 역할을 한다(Booch et al., 1999). UML 다이어그램은 클래스 다이어그램, 객체 다이어그램, 유스케이스 다이어그램, 시퀀스 다이어그램 등의 다양한 형태의 다이어그램을 가지고 있다. 객체지향 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델에서 UML은 가시적으로 각 모듈들에 대한 객체의 정의와 변수, 오퍼레이션 등을 표현한다.

본 연구의 서비스 공급사슬 시스템의 추상적 개념을 UML로 표현하게 된다. 이를 통해 표현하고자 하는 시스템의 개념적 모델을 객체지향 관점에서 설계하게 된다. 그리고 이렇게 설계된 개념적 모델은 ARENA에서 구현한다. 서비스 공급사슬은 앞에서 언급된 4개의 주요 객체로 표현이 가능하다. 이러한 객체는 상호작용할 수 있는 구성요소로 메시지가 전달되고, 시스템이 흘러가게 된다. 즉, 하나의 이벤트는 각 객체를 연결시키는 구성요소들의 내적 상태의 변화를 수반하는 오퍼레이션을 실행시키고, 객체의 각 활동으로 인한 산출물을 생성하게 된다. 모델의 설계 절차는 다음과 같다.

첫 번째 단계는 기능적 모델 설계 단계이다. 이 단계의 목적은 시뮬레이션의 UML 개념적 모델링 단계를 위한 서비스 공급사슬의 모듈 분석 단계이다. 기능적 모델 설계 단계는 UML 사용예(use case) 다이어그램과 구성요소의 정의를 통하여 이루어진다. 즉, 서비스 공급사슬을 이루는 서비스 수요, 서비스 에이전트, 서비스 오퍼레이

터, 서비스 제공자의 기능과 공급사슬 내에서의 역할을 분석하는 단계이다. 따라서 각 모듈이 가지는 구성요소와 시뮬레이션에서 이동되는 메시지의 절차를 분석하는 단계이다.

두 번째 단계는 동적 모델의 설계단계이다. 구성요소들의 상호작용을 위한 메시지와 동작을 UML의 시퀀스 다이어그램을 통하여 표현하는 단계이다. 시퀀스 다이어그램에서는 한 객체에서 다른 객체로 전송되는 메시지는 한 객체의 생명선에서 다른 객체의 생명선으로 이동하는 것을 의미한다. 객체는 자기 자신에게도 메시지를 보낼 수 있다.

세 번째 단계는 객체모델 설계이다. 이 단계에서는 UML 클래스 다이어그램과 구성요소들의 내부구조, 관계를 통하여 이전 단계의 기능적 모델, 동적 모델을 적당한 클래스 그룹으로 묶는 단계이다. 이 클래스 다이어그램은 객체 내부 구조를 명확하게 하는 것으로 각 객체의 이름과 속성, 다른 객체와의 관계 등을 정의한다.

마지막 단계는 일반적 모델의 구현이다. 분석된 UML 개념적 모델에서 ARENA 환경으로 시뮬레이션 구현을 위한 각 클래스를 설계하고, 구현하는 단계이다. 우선은 UML 모델의 각 객체를 ARENA 시뮬레이션 패키지에서 사용되는 클래스로 표현하기 위한 분석을 한다. 그리고 ARENA 코딩을 위한 객체지향 시뮬레이션의 프레임워크를 설계한다. 프레임워크는 두 번째 단계에서 구현된 객체지향 모델을 참고하여 실질적인 ARENA 시뮬레이션 실행을 위한 모델 구성을 한다.

4. 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델

4.1 기능적 모델

일반적으로 기능적 모델은 시스템 내부의 정보 흐름을 보여준다. 내부 정보의 흐름이란 자원과 이를 이용하는 대상, 그리고 자원을 활용한 활동에 관한 기능을 말한다. UMISIS의 기능적 모델의 단계는 각 서비스 공급사슬의 영역을 분석하는 단계이다. 따라서 이 단계의 목적은 시스템을 구성하는 구성요소들의 추상화를 사용예 (use case) 다이어그램으로 표현하는 것이다.

사용예는 시스템의 기능적인 요구사항을 수집하는데 사용 된다. 사용예 다이어그램은 계층적으로 조직화하는 것인데, 이는 시스템의 기능적인 요구사항을 추상적 수준의 단계(상위 수준)로 표현하는 것을 말한다. 이렇게 하여 최종적으로 만들어진 사용예 다이어그램은 시스템 설계와 개발에 대한 토대를 제공하게 된다. 여기서 정의된 시

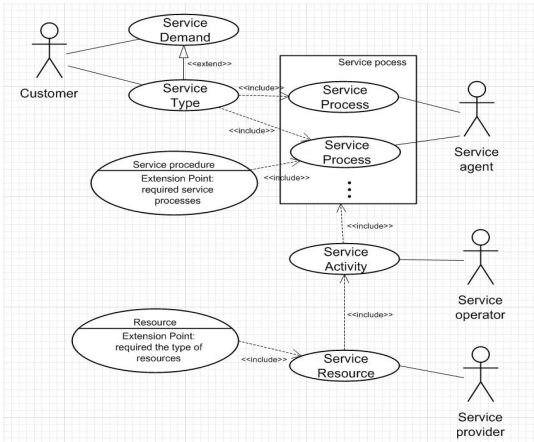


그림 2. 서비스 공급사슬의 사용예(use case) 모형

시스템의 구성요소는 클래스에 반영이 된다.

결과적으로 이 단계는 시뮬레이션 적용 영역에 관한 개발자의 관점을 반영하는 중요한 단계이다. 결과적으로 이 단계는 시뮬레이션 적용 영역에 관한 개발자의 관점을 반영하는 중요한 단계이다. 여기에는 시뮬레이션 모델 개발에서 기본적인 추상적 개념을 제공하게 된다. 기본적인 추상적 개념은 일반적인 서비스 공급사슬 환경에서의 구성요소를 말한다.

일반적인 서비스 공급사슬의 시스템은 3장에서 설명된 것처럼 4개의 객체로 이루어져 있다. 4개의 영역은 서비스 수요, 서비스 에이전트, 서비스 오퍼레이터, 서비스 제공자이며, 이들은 각기 고유한 특성과 활동을 가진다. 그림 2는 네 가지 서비스 공급사슬의 영역에 관한 사용예 다이어그램이다.

그림 2와 같이 서비스 공급사슬 시스템 행위자는 Customer, Service agent, Service operator, Service provider이고, 시스템 사용예는 Service Demand, Service Type, Service Processes, Service Activity, Service Resource, Resource이다. 이 중에서 Service Procedure, Resource은 Service Processes와 Service Resource의 확장 사용예이다.

다음 단계는 각 사용예의 포함관계와 확장관계를 표현하는데, 이는 화살표와 ‘<<include>>’와 ‘<<extend>>’로 표현된다.

4.2 동적모델

사용예 다이어그램을 통해서 서비스 공급사슬을 이루는 각 영역에 대한 구성요소와 관계를 알아보면, 네 가지

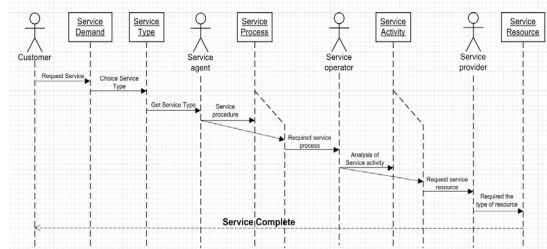


그림 3. 서비스 공급사슬의 순차 다이어그램(sequence diagram)

각각의 영역은 서로 포함관계와 확장관계로 하나의 시스템을 이루는 것을 볼 수 있다. 동적 모델 설계 단계에서는 이러한 각 영역의 구성요소들을 UML의 순차 다이어그램(sequence diagram)을 통하여 객체간의 상호작용을 설명할 수 있다(Roff, 2003).

메시지는 행위자로부터 객체에 전달되며, 객체와 객체, 객체에서 행위자로의 시스템 제어흐름을 보여준다. 순차 다이어그램은 사용예가 시뮬레이션 모델의 현재 설계에 어떻게 반영되어 있는지를 문서화함으로써, 사용예에 대한 적용성을 인지하게 해준다. 순차 다이어그램은 상위수준의 클래스 인스턴스들 사이에서 발생하는 상호작용을 모형화하며, 처리의 흐름이 각각의 통신 처리과정이 어느 부분에서 발생하는지를 세부적으로 나타낸다. 따라서 순차 다이어그램은 가능한 모든 경로를 보여주거나 단일 경로를 보여주는데 이용된다. 그림 3은 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델을 순차 다이어그램으로 표현한 것이다.

순차 다이어그램은 고객이 서비스 공급사슬 시스템으로 들어오면, 서비스를 요청하는 단계부터 시작된다. 고객이 요청하는 서비스는 고객의 욕구나 상태에 따라 서비스 종류가 나뉜다. 각각의 서비스 종류에 따라 서비스 에이전트는 서비스 프로세스를 파악한 후 이에 대한 정보를 서비스 오퍼레이터에게 넘긴다. 서비스 오퍼레이터는 서비스 프로세스에 따른 서비스 활동을 분석하여 각 활동에 필요한 자원을 서비스 제공자에게 공급받는다. 모든 서비스 활동 준비가 끝나면 이는 고객에 대한 서비스 활동으로 이어진다.

첫 번째 단계인 기능적 모델링 단계의 결과는 명확한 활동에 대한 결과를 표현하는 것이 아니고, 단지 정적인 상태의 시스템을 설명한다. 클래스의 속성과 동작을 나타내는 구조를 정의하기 위해서는 동적인 상태에서의 시스템을 분석해야 한다. 따라서 두 번째 단계인 동적 모델 설계가 필요하다.

4.3 객체모델

기능적 모델과 동적 모델이 정의되면, 다음 단계는 객체 모델을 설계하는 단계이다. 개발자는 이 단계에서 어떤 시뮬레이션 소프트웨어를 쓸 것인가에 따라 관계되는 클래스를 고려해야 한다. 그에 맞는 클래스 간의 관계를 정의하는 것도 매우 중요하다. 객체 모델 설계는 다음의 세가지 분석 범주를 기반으로 한다.

- 클래스 정의: 시스템에서 클래스를 정의하는 것은 개발자마다 고려하는 상황이 모두 다르다. 따라서 클래스를 정의하는 것에 대한 명확한 기준이나 일반적인 방법은 존재하지 않는다. 본 연구에서는 클래스 정의를 사용에 다이어그램을 통하여 찾는 것으로 제한한다.
- 클래스 관계 정의: 클래스들간의 관계를 정의하는 것은 모델의 일반화를 통한 실제 시뮬레이션 구현의 시간을 단축시키고자 하는 것이다. 게다가 일반화된 관계 정의는 새로운 클래스를 정의하는데 기여 할 수 있다.
- 클래스 구조 정의: 각각의 클래스에 대한 속성과 동작에 대한 정의는 기능적 모델과 동적 모델 단계에서 나온다. 여기서 속성에 대한 정의는 사용에 다이어그램에서 정의되고, 동작에 대한 정의는 순차 다이어그램에서 볼 수 있다.

그림 4는 서비스 공급사슬의 네 가지 영역에 대한 클래스 다이어그램이다. 서비스 모듈 클래스는 네 가지 영역을 표현하기 위한 개념적 클래스이다. 즉, 모듈 클래스는 고객, 서비스 에이전트, 서비스 오퍼레이터, 서비스 제공자의 네 개 영역의 메시지 교환에 사용되는 공통된 속성을 나타낸다고 할 수 있다. 그리고 네 개의 영역을 나타내는 클래스는 서비스 공급사슬 시뮬레이션에서 수행되는 동작과 속성을 나타내고 있다.

다음은 서비스 공급사슬 시뮬레이션의 일반적인 모델

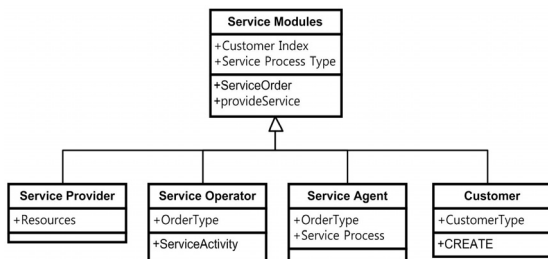


그림 4. 서비스 공급사슬의 4가지 모듈

을 나타내는 클래스 다이어그램이다. 일반적으로 시뮬레이션 소프트웨어는 복잡한 생산 및 물류 시스템의 모델링을 위한 모듈을 포함하고 있다. ARENA의 템플릿 중에 ELEMENTS, BLOCK은 가장 기본적인 패널이다. 이 두 개의 패널은 SIMAN 코드의 한 라인에 상응하는데, ARENA에서 제공하는 또 다른 템플릿은 ELEMENTS와 BLOCK 패널을 사용하여 만들어진다. 이와 같은 템플릿은 높은 수준의 우수한 기능을 제공하지만, 특정 분야만을 위한 모델링 환경을 제공한다.

ARENA는 EXPERIMENT(정적구조)와 MODEL(동적구조)로 두 개의 구조로 구성되어 있다. ELEMENTS 패널은 EXPERIMENT의 도구가 되고, BLOCK 패널은 ELEMENTS의 정보를 활용하여 모델의 프로세스 실행의 도구가 된다. 서비스 공급사슬의 객체지향 시뮬레이션을 구현하기 위해서 각각의 객체는 ARENA가 제공하는 템플릿을 이용하여 나타낸다. 따라서 정적인 구조의 객체 클래스는 ELEMENTS 패널을 사용하며, 동적 구조의 객체 클래스는 BLOCK 패널과 필요에 따라서 또 다른 패널을 사용한다. 서비스 공급사슬 객체지향 시뮬레이션에 사용되는 클래스를 ARENA로 변환하기 위한 맵핑 테이블은 표 1과 같다.

이를 바탕으로 서비스 공급사슬을 이루는 모듈은 ARENA 템플릿을 고려하여 UML 클래스 다이어그램으로 표현된 시뮬레이션 일반적 모델의 개념적 모델은 그림 5이다. 이것의 목적은 ARENA 모델(즉, 시뮬레이션 소프트웨어 모델)로 변환하기 위한 것이다.

UML 클래스 다이어그램을 살펴보면, 고객 수요 클래스는 ARENA의 ELEMENTS 템플릿인 Entities, Expressions, Attributes 모듈과 BLOCK 템플릿의 Create, Assign, Dispose 모듈이 이용된다. Entities 모듈은 시뮬레이션 모델의 이벤트를 발생시키는 것으로 고객이나 서비스를 받으려는 개체(예: 병원의 환자, 서비스 수리센터의 물품 등)를 말한다. 이러한 개체의 도착정보(수요정보)는 Expressions 모듈에서 표현된다. Assign 모듈은 시스템에 도착하는 개체의 변수의 특성을 표현한다. Attributes 모듈은 Assign 모듈에서 정의된 개체의 변수 특성을 정의한다.

서비스 에이전트 클래스를 표현하는 ARENA 모듈은 ELEMENTS 템플릿의 Attributes, Sequences, Stations 모듈이다. Attributes 모듈은 도착 개체의 종류 및 서비스 종류의 수요정보를 나타내고, Stations와 Sequences 모듈은 서비스 프로세스를 정의한다.

서비스 오퍼레이터 클래스는 ELEMENTS 템플릿의 Expressions, BLOCK 템플릿의 Route, Advanced Transfer

표 1. ARENA mapping table

Template Panel	ARENA Class	Modules Class			
		Customer Demand	Service Agent	Service Operator	Service Provider
ELEMENTS Template Panel	Entities	●			
	Expressions	●		●	
	Attributes	●	●		
	Resources				●
	Sequences		●		
	Stations		●		
BLOCK Template Panel	Create	●			
	Assign	●			
	Route			●	
	Dispose	●			
	Size				●
	Delay				●
	Release				●
Advanced Transfer Template Panel	Stations			●	

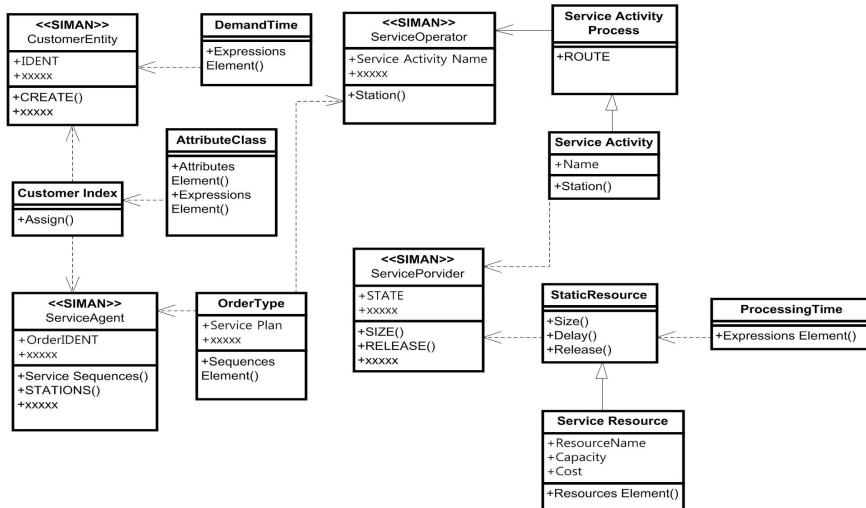


그림 5. 서비스 공급사슬 시뮬레이션의 일반적 모델

템플릿의 Station 모듈이다. Expressions 모듈은 각 서비스 활동의 시간 변수를 정의하고, Route와 Station 모듈은 서비스 에이전트 클래스에서 정의된 서비스 프로세스에 따른 서비스 활동을 실행하게 된다.

마지막으로 서비스 제공자 클래스는 ELEMENTS 템플릿의 Resources, BLOCK 템플릿의 Size, Delay, Release

모듈로 정의된다. Resources 모듈은 서비스 제공자가 제공하게 될 서비스 자원을 정의하는 것이고, BLOCK 템플릿에서 사용되는 모듈들은 서비스 자원 공급 활동을 나타낸다. 서비스 공급사슬의 네 가지 영역의 모듈간 정보교환은 표 2의 클래스들로 이루어진다.

표 2. 정보교환 Class

	Modules Class		
	Customer Demand-Service Agent	Service Agent-Service Operator	Service Operator-Service Provider
Information Sharing Class	Customer Index	Order Type	Service Activity
Related ARENA Class	Assign Expressions Element	Sequences	Station Route

5. 관광서비스 공급사슬의 적용 예

관광서비스는 흔히, 호텔, 여객 운송, 관광지 등의 다양한 서비스가 복합되어 있는 서비스 산업이다. 서비스 공급사슬은 고객에 의해 다양한 서비스 구성요소가 하나의 가치 서비스 네트워크로 구성되어 있다(Zhang, et al., 2009). 이러한 네트워크는 하나의 거대한 관광기업(여행사)을 중심으로 관리되는 효율적인 공급사슬관리자가 경쟁적인 기업환경에서 매우 중요하다. 하지만 대부분의 서비스 산업에 대한 연구는 공급사슬 측면보다는 마케팅에 중점을 두고 있다(Smith, 1994). Sinclair과 Stabler(1997)은 공급사슬 측면에서의 관광산업의 중요성을 강조하였으며, Page(2003)은 관광 상품과 서비스의 제공이 공급사슬 구조가 전제되어야 한다는 것을 지적하였다. 이는 관광서비스를 공급사슬 측면에서 접근해야 하는 이유를 말해주고 있다.

관광서비스 공급사슬은 고객(customer), 관광에이전트(travel agent), 관광오퍼레이터(tour operator), 공급자(supplier)로 구성된 공급사슬이다. 네트워크에서 관광에이전트는 고객에게 관광서비스를 연결해주는 역할을 수행하고, 관광오퍼레이터는 적절한 서비스를 선택하여 여행상품을 개발한 후에 관광에이전트에게 이를 제공하는 역할을 수행한다. 공급자는 호텔, 비행기, 버스, 식당과 같은 관광서비스에 필요한 유·무형의 자원을 공급하는 역할을 수행한다.

5.1 관광 서비스 공급사슬의 시뮬레이션 모델

본 연구에서 제안된 프로세스는 관광에이전트가 관광 오퍼레이터로부터 설계한 여행 상품 패키지를 고객에게 전달하고, 각 패키지의 프로세스를 관리하는 역할을 수행하며, 관광오퍼레이터는 각 여행 패키지에 따른 관광서비스 활동을 수행한다. 서비스공급자는 관광오퍼레이터가 수행하는 관광서비스에 대한 자원을 공급하는 역할을 수행한다. 그림 6은 관광서비스 공급사슬의 네트워크이다.

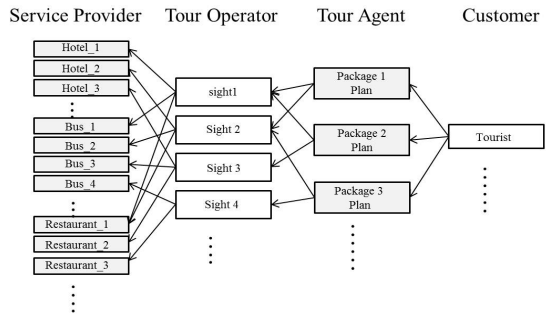


그림 6. 관광서비스 공급사슬의 네트워크

5.2 개념적 모델

서비스 공급사슬 객체지향 시뮬레이션을 구현하기 위한 개념적 모델로 3장에서 제시된 일반적인 개념적 모델을 기반으로 UML 모델을 구현하면 그림 7과 같다.

시뮬레이션 모델을 이루는 모듈은 여행자 수요(traveler demand), 관광에이전트, 관광오퍼레이터, 서비스 제공자로 구성된다.

여행자 수요 모듈은 고객을 발생시키고 각 고객이 가지는 고유한 특성을 부여시킨다. 즉, 고객이 서비스 받게 될 각각의 여행상품에 대한 수요 정보와 그것들을 표현하는 클래스로 구성된다. 관광에이전트 모듈은 여행자 수요 모듈에서 보내온 각 고객의 수요정보에 따른 주문을 확인하고, 고객의 주문에 맞는 여행 패키지 프로세스를 각 고객에게 할당한다. 관광오퍼레이터 모듈은 관광에이전트 모듈에서 각 고객에게 할당된 서비스 종류에 따른 서비스 프로세스를 기반으로 서비스 활동에 고객을 할당한다. 서비스 제공자 모듈은 각 서비스 활동에 필요한 자원을 공급하는 역할을 하며, 이는 각 서비스 활동에서 제공된 자원의 이용은 서비스 비용 계산에 활용된다.

5.3 ARENA 시뮬레이션 모델에 적용

시뮬레이션을 구현하기 위한 관광서비스 공급사슬은 총 6개의 여행상품 패키지로 구성되며, 각 여행 패키지에

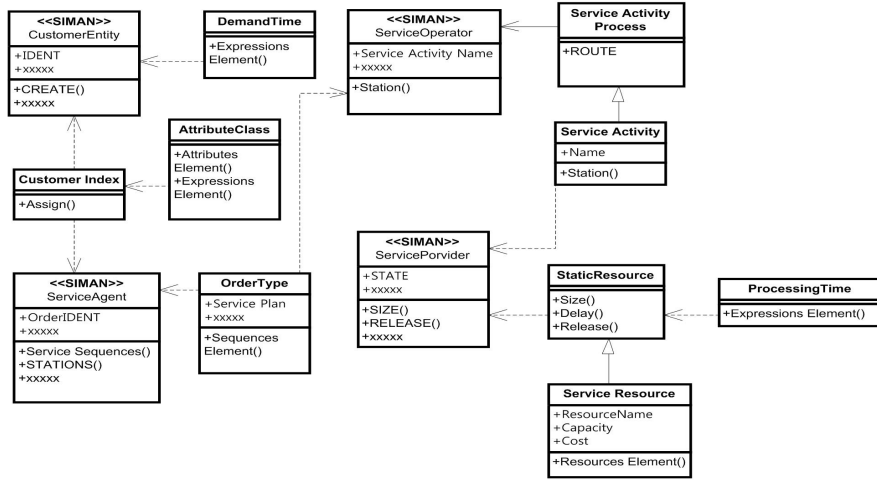


그림 7. 관광서비스 공급사슬 시뮬레이션의 개념적 모델

표 3. 여행상품 패키지에 대한 프로세스

Tour Type	Plan				
Package 1	Sight 1	Sight 2	Sight 3	Sight 4	End of Tour
Package 2	Sight 2	Sight 3	End of Tour		
Package 3	Sight 1	Sight 2	Sight 4	End of Tour	
Package 4	Sight 4	Sight 5	Sight 6	End of Tour	
Package 5	Sight 6	Sight 5	Sight 1	End of Tour	
Package 6	Sight 3	Sight 4	Sight 5	Sight 6	End of Tour

표 4. 서비스 활동에 따른 자원과 처리시간

Type	Sight 1	Sight 2	Sight 3	Sight 4	Sight 5	Sight 6
Resource	Hotel 1	Hotel 2	Transportation 3	Transportation 4	Hotel 5	Hotel 4
	Transportation 1	Transportation 2	Restaurant 3	Excursion 1	Transportation 5	Restaurant 3
	Restaurant 1	Restaurant 2	Hotel 3		Excursion 2	Excursion 3
Processing Time	UNIF (24, 48)	24	UNIF (24, 36)	UNIF (12, 24)	UNIF (24, 36)	36

표 5. 자원에 대한 용량과 비용

Resources	Capacity	Cost			Resources	Capacity	Cost		
		Busy/Hour	Idle/Hour	Per Use			Busy/Hour	Idle/Hour	Per Use
Hotel 1	100	5	1	20	Restaurant 1	100	0.5	0.1	10
Hotel 2	100	10	2	40	Restaurant 2	200	0.6	0.05	15
Hotel 3	200	8	1	50	Restaurant 3	150	0.4	0.2	8
Hotel 4	150	7	2	30	Restaurant 4	100	0.5	0.1	12
Hotel 5	100	12	3	45	Restaurant 5	150	1	0.2	20
Transportation 1	100	2	0.2	5	Excursion 1	200	0.5	0.2	5
Transportation 2	200	1	0.1	4	Excursion 2	150	0.6	0.3	6
Transportation 3	200	1.5	0.15	10	Excursion 3	100	0.5	0.2	5
Transportation 4	70	2	0.25	15					
Transportation 5	150	1.5	0.15	10					

대한 프로세스는 표 3과 같다. 고객의 도착시간 간격은 현재의 서비스 상황만을 고려하여 평균 6.5시간인 지수분포를 따르며, 도착시간 간격이 긴 경우는 수요분포를 10시간인 지수분포를 고려한다. Warm-up period는 EXPO(6.5)일 경우에 2000시간을, EXPO(10)일 경우는 1000시간으로 설정한다. 고객이 여행 상품을 선택하는 비율은 패키지1, 패키지2, 패키지3, 패키지4, 패키지5, 패키지6가 각각 13%, 12%, 10%, 20%, 23%, 22%이다. 각 관광지로 이동하는 시간은 고려하지 않았으며, 시뮬레이션 실행 시간은 1년(365일)을 5번 반복 실행한다.

여행상품 패키지1의 프로세스는 관광지1, 관광지2, 관광지3, 관광지4를 거치는 상품이며, 각 여행상품에 대한 서비스 프로세스의 활동은 프로세스를 거치는 관광지가 된다. 각 서비스 활동의 자원과 처리시간은 표 4이며, 각

자원에 대한 용량과 비용은 표 5와 같다.

그림 8은 객체지향의 개념적 모델을 ARENA 환경에서 가상의 관광서비스 공급사슬의 시뮬레이션 모델을 구성한 것이다.

5.4 모델 유효성을 위한 실험 결과

설계된 서비스 공급사슬의 시뮬레이션 모델은 수요의 변동에 따른 모델의 유효성을 검사하기 위하여 평균 6.5시간의 평균을 가지는 지수분포와 10시간의 평균을 가지는 지수분포를 비교 실험하였다. 각 고객 수요의 변동에 따른 고객 수요 모듈의 고객 데이터, 관광에이전트의 서비스 프로세스 데이터, 관광오퍼레이터의 서비스 활동 데이터, 서비스 제공자의 서비스 자원 이용에 관한 데이터의 요인분석 결과 수요 요인의 변화는 각 출력 데이터에

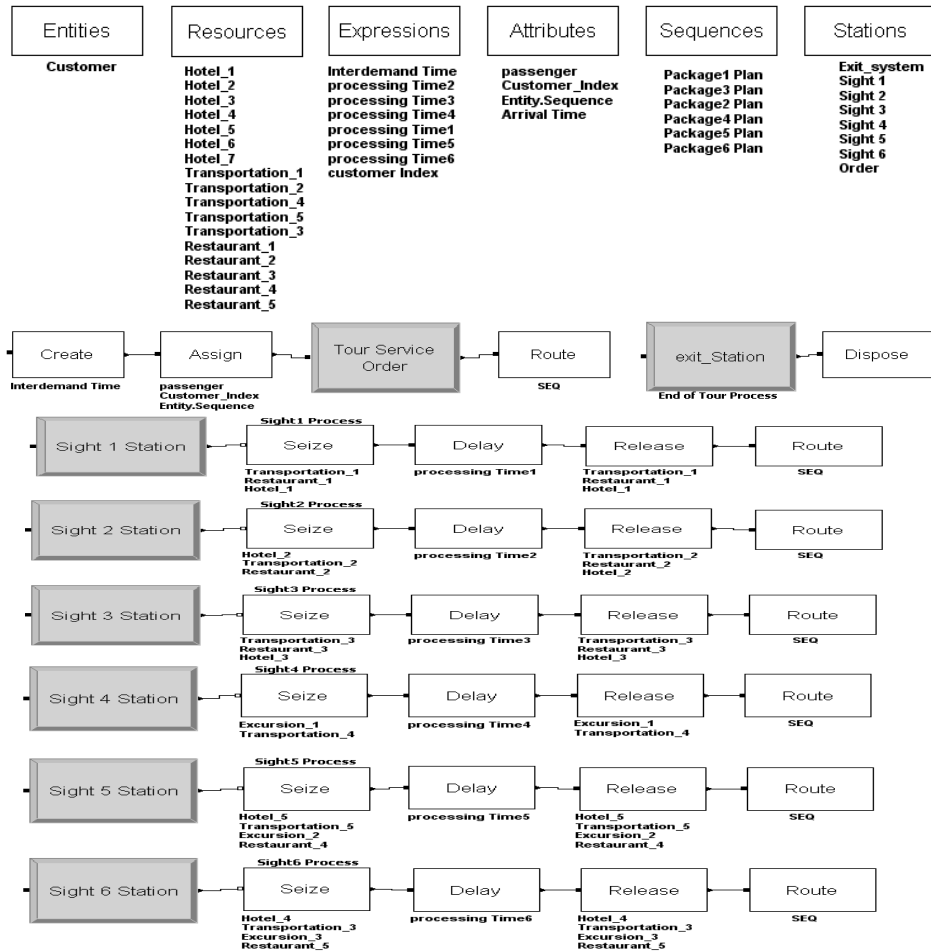


그림 8. ARENA로 구현된 관광서비스 공급사슬의 객체지향 시뮬레이션 모델

영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

또한 시뮬레이션 모델의 검증은 모델링을 위한 가정들이 만들어진 의도대로 모델이 제대로 동작하는지에 대

한 유효성 확인(validation)은 오직 하나의 개체만을 발생시키고, 그 개체의 흐름을 추적함으로써 모델의 논리와 데이터를 확인하였다.

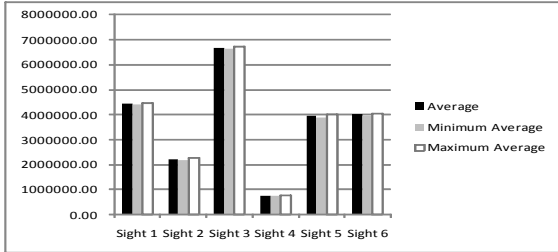


그림 9. EXPO(6.5)수요의 관광지별 총누적시간

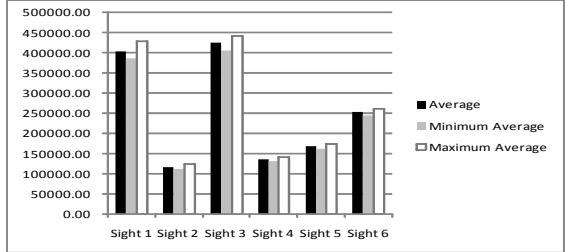


그림 10. EXPO(10)수요의 관광지별 총누적시간

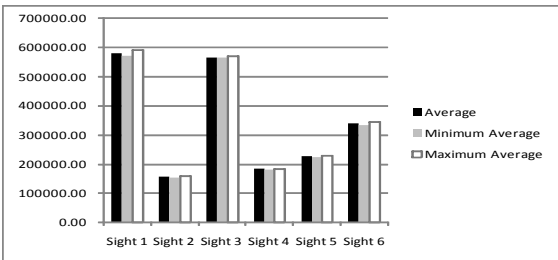


그림 11. EXPO(6.5) 수요의 관광지별 총누적비용

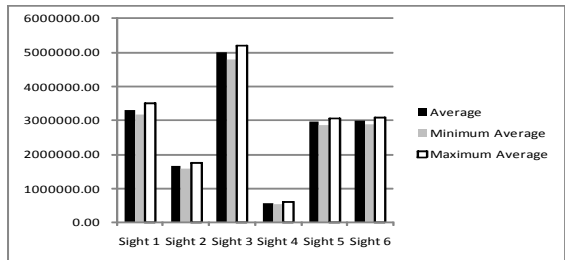


그림 12. EXPO(10) 수요의 관광지별 총누적비용

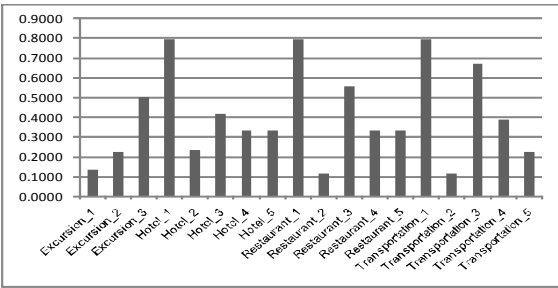


그림 13. EXPO(6.5) 수요의 서비스 자원별 활용율

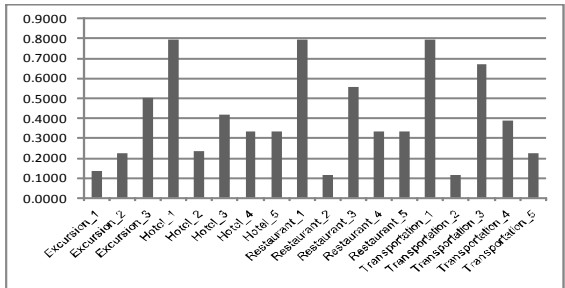


그림 14. EXPO(10) 수요의 서비스 자원별 활용율

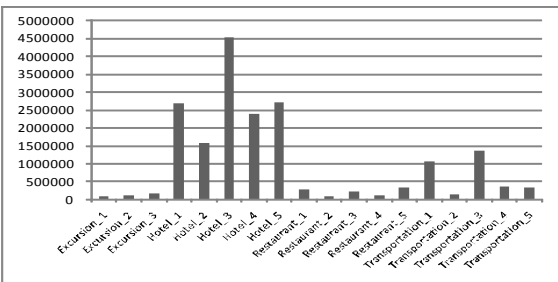


그림 15. EXPO(6.5) 수요의 서비스 자원별 Busy 비용

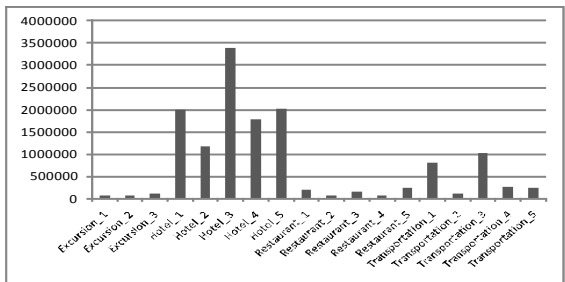


그림 16. EXPO(10) 수요의 서비스 자원별 Busy 비용

6. 결 론

본 연구에서는 아직까지 서비스 공급사슬에 대한 개념적 모델이 매우 모호한 상황에서 서비스 공급사슬 표준적인 모델을 개발하는 것이다. 또한 개발된 표준적인 모델을 이용하여 서비스 공급사슬 시뮬레이션 모델링이 일정한 절차에 따라 용이하게 진행될 수 있도록 객체지향 방법을 이용한 모델링 절차를 개발하는 것이다.

본 연구의 세부적인 결과는 다음과 같다. 첫째, 시뮬레이션을 위한 각 서비스 공급사슬의 구조를 정의하고, 각 공급사슬을 이루는 영역을 구분하여 이들이 서비스 공급사슬에서 수행하는 역할을 제시하는 새로운 서비스 공급사슬의 개념적 모델을 제시하였다. 둘째, 개념적 모델을 객체지향 방법을 이용한 시뮬레이션 모델링의 절차와 방법을 제시하였다. 모델링의 구현은 ARENA 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하였다.

이러한 연구의 결과는 서비스 공급사슬을 대상으로 하는 시뮬레이션 연구에 관한 최초의 연구로서 향후 서비스 공급사슬의 연구의 기초로 활용될 수 있으며, 학계 및 실무자가 참고하여 시뮬레이션 모델을 재사용을 함으로써 서비스 공급사슬 모델링을 하는데 용이하게 할 수 있다.

향후 연구로는 실제 예제로 표현된 관광서비스 공급사슬의 여러 가변적인 항목들을 모델링에 반영하고, 시뮬레이션을 수행하여 여러 상황에 따른 비교 및 분석의 연구가 있다. 이밖에, 다른 서비스 산업군인 의료 서비스, 제품 수리 서비스, 소프트웨어 개발 서비스와 같은 다양한 서비스 산업에 적용하는 연구, 수리적 최적화 모델과 혼합된 방법에 의한 공급사슬 계획에 관한 연구가 있다.

참 고 문 헌

1. 안성화, 이영해, 황민규 (2010), Fuzzy-AHP를 이용한 서비스 SCM의 성과측정 프레임워크 개발, 한국SCM학회, Vol. 10, No. 2, pp. 1-9.
2. 통계청 통계개발원 (2008), 한국의 서비스 산업, 강문인책사.
3. Akkermans, H., and Vos, B. (2000), Amplification in Service Supply Chains: An Exploratory Case Study from the Telecom Industry, Production and Operations Management, Vol. 12, No. 2, pp. 204-223.
4. Anderson, E. G. and Morrice, D. J. (1999), A Simulation Model to Study the Dynamics in a Service-Oriented Supply Chain, Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, pp. 742-748.
5. Anderson, E. G., and Morrice, D. J. (2002), Capacity and Backlog Management in Queuing-Based Supply Chain. In Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference, pp. 1302-1305.
6. Anglani, A., Grieco, A., Pacella, M., and Tolio, T. (2002), Object-Oriented Modeling and Simulation of Flexible Manufacturing System: a Rule-Based Procedure, Simulation Modeling Practice and Theory, Vol. 10, No. 3-4, pp. 209-234.
7. Baltacioglu, T., Ada, E., Kaplan, M. D. Yurt, O., and Kaplan, Y. C (2007), A New Framework for Service Supply Chains, The Service Industries Journal, Vol. 27, No. 2, pp. 105-124.
8. Booch, G., Rumbaugh, J., and Jacobson, I. (1999), The Unified Modelling Language User Guide, Addison-Wesley, MA.
9. Costa, C. A., Harding, J. A., and Young, R. I. M. (2001), The Application of UML and an Open Distributed Process Framework to Information System Design, Computers in Industry, Vol. 46, No. 1, pp.33-48.
10. Ellram, L. M., Tate, W. L., and Billington, C. (2004), Understanding and Managing the Services Supply Chain, Journal of Supply Chain Management, Vol. 40, No. 4, pp. 17-32.
11. Ellram, L., Tate, W., and Billington, C. (2007), Services Supply Management: The Next Frontier for Improved Organisational Performance. California Management Review, Vol. 49, No. 4, pp. 44-66.
12. Giannakis, M. (2011), Management of Service Supply Chains with a Service Oriented Reference Model: The Case of Management Consulting Source. Supply Chain Management: An International Journal, 16(5), on-line print.
13. Kelton, W. D., Sadowski, R. P., and Sturrock, D. T. (2003), Simulation with Arena, 3rd edition, McGraw-Hill, New York.
14. Law, A. M., and Kelton, W. D. (2000), Simulation Modeling and Analysis, 3rd, McGraw-Hill, NY.
15. Lin Y., Shi, Y., and Zhou, L. (2009), Service Supply Chain: Nature, Evolution, and Operational Implications, Proceedings of the 6th CIRP-Sponsored International Conference on Digital Enterprise Technology, Vol. 6, pp. 1189-1204.
16. Morrice, D. J., Anderson, E. G. and Bharadwaj, S. (2004), A Simulation Study to Assess the Efficiency of Linear Control Theory Models for the Coordination of a Two-Stage Customized Service Supply Chain, pp. 1128-11353.
17. Narayanan, S., Bodner, D. A., Sreekanth, U., Govindaraj, T., McGinnis, L. F., and Mitchell, C. M. (1998), Research in Object-oriented Manufacturing Simulations: An Assessment of the State of the Art, IIE

- Transaction, Vol. 30, No. 9, pp. 795-810.
18. Page, S. J. (2003), *Tourism Management: Managing for Change*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
 19. Roff, J. (2003), *UML: A Beginner's Guide*, McGraw Hill, NY.
 20. Rossetti, M. D., and Chan, H. T. (2003), A Prototype Object-Oriented Supply Chain Simulation Framework, *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*, pp. 1612 - 1620.
 21. Sampson, S. (2000), Customer-Supplier Duality and Bidirectional Supply Chains in Service Organization, *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 11, No. 4, pp. 348-364.
 22. Sengupta, K., Heiser, D. R., and Cook, L. S. (2006), *Manufacturing and Service Supply Chain Performance: a Comparative analysis*, *The Journal of Supply Chain Management*, Vol. 42, No. 4, pp. 4-15.
 23. Sinclair, M. T., and Stabler, M. (1997), *The Economics of Tourism*, Routledge, London.
 24. Smith, S. L. J. (1994), The Tourism Product, *Annals of Tourism Research*, Vol. 21, No. 3, pp. 582-595.
 25. Zhang, R., Chen, R., and Zhang, Y. (2009), The Conceptual Model of the Service Supply Chain Research Based on Business Processes, *Management and Service Science*, pp. 1-4.
 26. Zhang, X., Song, H., and Huang, G. Q. (2009), *Tourism Supply Chain Management: A New Research Agenda*, *Tourism Management*, Vol. 30, No. 3, pp. 345-358.



문 중 혁 (moonjh@hanyang.ac.kr)

2009 한성대학교 산업경영공학과 공학사
2011 한양대학교 산업경영공학과 공학석사

관심분야 : 공급사슬관리, 시뮬레이션



이 영 해 (yhlee@hanyang.ac.kr)

1977 고려대학교 산업공학과 공학사
1983 Univ. of Illinois 산업공학과 공학석사
1986 Univ. of Illinois 산업공학과 공학박사
1986~현재 한양대학교 산업경영공학과 정교수

관심분야 : 공급사슬관리, 물류관리, 시뮬레이션 출력분석 및 최적화



조 동 원 (dwcwj@naver.com)

1997 서울과학기술대학교 산업공학과 공학사
1999 한양대학교 산업공학과 공학석사
2011 한양대학교 산업공학과 공학박사

관심분야 : 공급사슬관리, 생산 및 서비스 운영관리, 시뮬레이션 모델링 및 출력분석