

시스템다이내믹스를 이용한 항공여객 수요예측에 관한 연구

김형호¹, 전준우², 여기태^{3*}

¹세한대학교 정보물류학과, ²싱가폴 난양이공대학, ³인천대학교 동북아물류대학원

Forecasting Model of Air Passenger Demand Using System Dynamics

Hyung-Ho Kim¹, Jun-woo Jeon², Gi-Tae Yeo^{3*}

¹Dept. of Information & Logistics, Sehan University

²Nanyang Technological University, Singapore

³Graduate school of Logistics, Incheon University

요 약 우리나라의 항공여객 운송실적은 지속적으로 성장하고 있다. 본 연구에서는 우리나라 항공여객 운송 실적의 성장추이를 확인하기 위해 시스템다이내믹스를 활용한 항공여객 수요예측 모델을 제안하였다. 항공여객 수요예측은 항공여객 운송수요를 종속변수로 하고 국제항공유가, GDP 및 환율을 외생변수로 하여 시뮬레이션 하였다. 모델의 정확도는 MAPE와 R²를 이용하여 검증하였고 검증 결과 제안된 예측모델은 정확한 예측모델로 확인되었다. 수요예측 결과 국적 항공사의 항공여객 처리실적은 앞으로도 지속적으로 성장하며, 특히 저비용항공사의 수송 분담률이 크게 증가할 것으로 예측되었다. 향후 한국에 진출해 있는 외국계 항공사들의 내국인 처리 실적 및 국적항공사들의 Alliance 체결에 따른 실적 등을 추가하여 보다 정확한 항공여객 수요예측 모델을 제안하고자 한다.

주제어 : 항공여객 수요예측, 시스템다이내믹스, 시뮬레이션, 저비용항공사, 수송 분담률

Abstract Korea's air passenger traffic has been growing steadily. In this paper, we propose a forecasting model of air passenger demand to ascertain the growth trend of air passenger transportation performance in Korea. We conducted a simulation based on System Dynamics with the demand as a dependent variable, and international oil prices, GDP and exchange rates as exogenous variables. The accuracy of the model was verified using MAPE and R², and the proposed prediction model was verified as an accurate prediction model. As a result of the demand forecast, it is predicted that the air passenger demand in Korea will continue to grow, and the share of low cost carriers will increase sharply. The addition of the Korean transportation performance of foreign carriers in Korea and the transportation performance of Korean passengers due to the alliance of airlines will provide a more accurate forecast of passenger demand.

Key Words : Forecasting air passenger demand, System Dynamics, Simulation, Low Cost Carrier, Transportation share ratio

1. 서론

국내선 항공여객운송 실적은 1997년까지 지속적으로 증가하다가 1998년 IMF사태와 2004년 고속철도(KTX)

개통의 영향으로 완만한 감소세를 보였으나, 2006년 이후 저비용항공사의 운항시작으로 다시 급격한 증가세를 보이고 있다. 국제선의 경우 1998년 우리나라의 IMF사태 및 2008년 리먼 브라더스 사태 등과 같은 경제 위기 발생

*This Paper was supported by the Sehan University Research Fund in 2018.

*Corresponding Author : Gi-Tae Yeo(ktyeo@inu.ac.kr)

Received February 20, 2018

Accepted May 20, 2018

Revised March 30, 2018

Published May 28, 2018

시점에 일시적인 감소세를 보였으나 1970년대부터 최근까지 지속적인 증가세를 보이고 있다. 국내선과 국제선을 합한 우리나라의 항공여객운송 실적은 1997년 약 4천 200여만 명이었으나 2016년 우리나라 항공운송산업 태동 이후 최초로 1억 명을 돌파하는 등 1997년 이후 20여 년 동안 2.5배의 성장세를 보이고 있다[12].

지속적인 항공법시행규칙 개정 등을 통해 항공운송산업의 진입규제는 대부분 완화되었고 국내 저비용항공사의 항공시장 진입기회가 확대되고 있다.

2016년 말 현재 우리나라의 민간 항공운송 사업자는 대한항공 및 아시아나항공 2개의 대형 항공사와 티웨이항공(2008년 한성항공에서 변경, 2010.9 취항), 제주항공(2006.6 취항), 에어부산(2008.1 취항), 진에어(2008.7 취항), 이스타항공(2009.1 취항) 및 에어서울(2016.7 취항) 등 6개 저비용항공사가 취항하고 있다. 취항 초기 내륙공항과 제주공항을 연결하는 국내선을 위주로 경쟁력을 확보해가던 저비용항공사들이 최근 중국, 일본 및 동남아 등 근거리 국제선 노선으로 서비스를 늘려가면서 기존의 대형항공사와 항공여객 확보 경쟁이 점차 가속화 되고 있다. 2005년 이후 국내선 항공시장에서 저비용항공사는 2012년 48.3%의 점유율을 보였고, 2014년 처음으로 50%를 돌파한 이후 2016년 56.8%까지 점유율을 높이고 있으며, 2012년 11.3%였던 국제선 점유율은 2016년 30.3%까지 점유율을 확대하고 있다.

이러한 상황에서 본 연구는 항공여객 수요예측 모델을 제시하는 것을 연구의 목적으로 하였다. 본 연구는 2장에서 항공 수요예측 관련 선행연구를 기술하였고, 3장에서 연구의 방법론인 시스템다이내믹스에 대해 설명하고 항공여객 수요예측 모델을 설계하여 결과를 확인하였으며, 4장에서 결론을 제시한다.

2. 선행연구 고찰

항공운송 수요의 정량적 예측에 관한 연구는 다양하게 이루어지고 있다.

김경범 외[1]은 계절 ARIMA 모델을 이용하여 제주공항의 여객수요를 예측하고 효율적인 공항 운영관리 방안을 제시하고자 하였다. 김영주[2]는 계절형 ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) 모델을 이용하여 항공운송 수요의 계절변동성이 반영된 항공운송

수요를 예측하였다. 모수절약 법칙에 근거한 가장 단순화된 수요예측모형을 제시하였고, 분석결과 제주 노선은 계절변동성이 일정하고 항공수요는 지속적으로 늘어날 것으로 예측되나, 내륙 노선은 정체 또는 포화 상태로 항공운송 수요가 점차적으로 감소할 것으로 예측하였다. 김미숙[3]은 정량적 수요예측 방법을 위주로 선형, 지수형, 포물선형의 시계열분석과 회귀모형 및 중력모형을 통한 인과분석을 사용하여 우리나라 실정에 적합한 수요예측 모형을 제시하였다. 과거 여객수송실적 외에 항공여객 수요에 영향을 미치는 경제성장 및 소득수준 자료(GNI, 환율, 인구, 수출입액, 경제위기 영향 등을 사용하여 항공수요를 하였다.

윤지성 외[4]는 기존의 백터자기회귀모형을 이용한 예측모형을 바탕으로 항공유가(싱가폴 국제 항공유가 기준), 수출액(원/달러기준)을 변수로 추가하여 계절형 VAR 모형을 통해 수요예측 모형을 설정하고 실제 항공화물 및 항공여객 운송실적 자료와 예측치를 비교하여 정확도가 높은 계절형 VAR 모형을 제안하였다. 계절형 VAR 모형은 변수가 많을 경우변수 사이의 관계가 복잡해지거나 상호연관성이 떨어져 예측 정확도가 낮아지는 것을 확인하였으며, 국제여객과 국제화물에 대한 예측은 싱가포르 국제 항공 유가를 추가해 분석한 결과가 최소자승평균오차(RMSE)가 작은 것을 확인하였다. 이러한 결과는 항공 유가는 국제 유가의 변동에 영향을 받으며, 그 영향에 따라 항공기의 운임 책정이 달라지는 것이 반영된 결과 때문이라 하였다.

Miller 외[5]는 항공운송 인프라의 전략적 가치, 특히 시장의 변화에 신속하게 대응하는 능력에 관한 이익을 평가하는 방법을 제시하고자 하였다. “항공운송 인프라의 전략적 가치를 인식하고 활용하는 것이 항공 인프라의 정비를 위한 보다 나은 계획을 수립할 수 있을 것이다”라는 가설을 설정하고 항공 수요에 영향을 미치는 내부변수로 항공운임 지수와 서비스 수준을 선정하여 시스템다이내믹스를 통해 항공수송 인프라의 전략적 가치를 평가하는 모델을 제시하였다. Suryani 외[6]은 항공료, 서비스 수준, GDP, 인구, 일일 운항횟수 및 체류시간 등을 외적 변수로 하고, 시스템다이내믹스를 이용하여 승객의 수요를 예측하고 수요 충족을 위한 활주로 및 터미널의 용량 확대 시나리오 분석을 실시하였다. Lyneis[7]은 항공 수요는 외적요인과 내적요인 두 가지에 의해 결정된다고 하였다. 항공기 운임을 내적요인, 국내총생산(GDP)

와 인구를 외적요인으로 하여 시스템다이내믹스를 통해 항공수요를 예측하였으며, 사람이 도시생활에 있어서 지배적 역할을 하며 인구의 규모는 항공여객 수요를 결정하는 주요인이라고 주장하였다.

Young[8]은 부분조정 모형과 영구소득 모형을 혼합하여 미국의 국내선 항공여객수요를 예측하였다. 국내선 여객수를 종속변수로 1인당 가처분 소득과 항공요금을 설명변수로 사용하였다. 김형호 외[9]는 시스템다이내믹스를 활용하여 중국의 컨테이너화물 처리 수요예측 모델을 제안하였고[9], 다양한 분야에서 시스템다이내믹스를 활용한 예측모델 구현이 가능함을 보여주고 있다[10, 11].

항공여객 수요예측 관련 선행연구를 살펴보면 변수 간의 피드백 관계를 고려한 수요예측 모델과 FSC와 LCC의 국제선 및 국내선 수요 예측에 접목한 논문은 많지 않은 실정이다. 이러한 측면에서 본 연구는 시스템다이내믹스를 이용하여 변수 간의 영향관계를 규명하고, 국적항공사의 국제선 및 국내선 항공여객 수요를 정확하게 예측할 수 있는 모델을 제시하였고, 시스템다이내믹스를 활용함으로써 외생변수의 추가 확장 및 다양한 시나리오 분석이 가능한 수요예측 모델로 확장이 용이하다는 것을 확인한 것에 연구의 차별성이 있다.

3. 항공여객 수요예측 모델

3.1 시스템다이내믹스

시스템다이내믹스는 1956년 MIT의 Forrest 교수가 제시한 산업동태론에서 태동되었다. 경제나 사회, 자연환경 등 복잡한 피드백을 갖는 시스템을 해석하고 바람직한 변화를 만들어 내는 방법론이다.

시스템다이내믹스는 변수간의 상호 연관관계를 통해 시스템의 변화를 분석하여 앞으로의 변화 추이를 추정하는 방법론이며, 정량·정성적인 자료를 이용하여 비선형 피드백 특성을 갖는 복잡계의 동적양상을 분석할 수 있다.

시스템다이내믹스를 활용한 항공 여객수요 예측 모델 설계는 Fig. 1의 과정에 따라 진행된다.

‘문제의 개념화’ 단계에서는 문제를 인식하여 인과모형을 작성하며, ‘동적진제 설정’ 단계에서는 항공여객 수요예측에 사용되는 영향 변수를 선정하여 상호간의 피드백 관계를 정의한다. ‘시뮬레이션 모델구성’ 단계에서는

항공여객 수요예측 Stock-Flow 다이어그램을 작성하고, ‘시험 및 검증’ 단계에서 Stock-Flow 다이어그램을 통한 항공여객 수요예측 모델의 시뮬레이션을 수행한다. 마지막으로 ‘정책 설정 및 평가’ 단계에서는 시뮬레이션 결과를 평가한다.

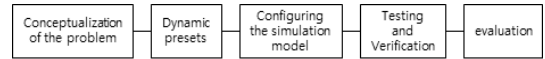


Fig. 1. Process of system dynamics modelling

3.2 모델구성(Stock-flow diagram)

항공여객 수요예측을 위해 사용된 데이터는 2013년 1월~2015년 12월까지 항공사별 월간 여객운송 실적데이터이며, 2016년 데이터는 모델의 검증을 위해 사용되었다. 실적 데이터는 항공정보 포털에서 수집했으며, 시뮬레이션 기간은 2013년부터 2020년까지다. 항공여객 수요예측은 대형항공사(FSC)와 저비용항공사(LCC)의 국제선 및 국내선으로 구분하여 수행하였다. 항공유가, GDP 및 환율을 외생변수로 하여 이들 외생변수와 항공여객 수요와의 관계를 stock-flow diagram으로 구성하였다. 시뮬레이션을 위해 사용된 식은 식(1)에 제시하였다.

$$\begin{aligned}
 PD[x Carrier] = & \int_0^t [PD_{na}[x Carrier](t) + irPD[x Carrier]]dt \\
 & + iPD[x Carrier] \times sPD[x Carrier] \times \\
 & GDPeffect[x Carrier] \times EReffect[x Carrier] \\
 & \times JPEffect[x Carrier]
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식(1)에서 [xCarrier]는 FSC와 LCC를 의미하며, PD는 항공여객 수요를 뜻한다. irPD는 항공여객 수요의 증가율을 의미하며, iPD는 항공여객 수요의 초기 값이다. sPD는 항공여객 수요의 계절성이며, GDP effect는 GDP 성장률이 항공여객 수요에 미치는 영향을 의미한다. ER effect는 원 달러 환율이 항공여객 수요에 미치는 영향이며, JEP effect는 싱가포르 국제 항공유가가 항공여객 수요에 미치는 영향이다.

각 변수의 Parameter 값은 Table 1에 제시하였고, 식(1)을 표현한 Stock-flow 다이어그램은 Fig. 2에 제시하였다.

Table 1. Parameter value

Variables	Parameter Value					
p i PD(FSC IF)	2,201,140					
p i PD(FSC DF)	837,500					
p i PD(LCC IF)	297,800					
p i PD(LCC DF)	718,400					
p iC PD(FSC IF)	0.0109975					
p iC PD(FSC DF)	0.0278					
p iC PD(LCC IF)	0.0357					
p iC PD(LCC DF)	0.2694					
p PD seasonal effect (FSC IF)	1M	1.000	5M	0.986	9M	1.033
	2M	1.008	6M	1.015	10M	1.055
	3M	0.995	7M	1.039	11M	1.032
	4M	0.997	8M	0.996	12M	0.640
p PD seasonal effect (FSC DF)	1M	1.000	5M	0.993	9M	1.068
	2M	0.977	6M	1.007	10M	1.104
	3M	0.933	7M	1.096	11M	1.080
	4M	0.916	8M	1.074	12M	1.640
p PD seasonal effect (LCC IF)	1M	1.000	5M	1.023	9M	0.961
	2M	1.017	6M	0.973	10M	1.076
	3M	1.032	7M	0.971	11M	1.047
	4M	1.082	8M	0.906	12M	0.935
p PD seasonal effect (LCC DF)	1M	1.000	5M	1.016	9M	1.053
	2M	0.973	6M	1.034	10M	1.083
	3M	0.992	7M	1.074	11M	1.073
	4M	0.914	8M	1.077	12M	1.379
GDP effect(FSC IF)	0.4897					
GDP effect(FSC DF)	0.864364					
GDP effect(LCC IF)	0.49072					
GDP effect(FSC DF)	0.981092					
JFP effect(FSC IF)	0.099847					
JFP effect(FSC DF)	0.0912					
JFP effect(LCC IF)	0.01					
JFP effect(LCC DF)	0.0827					
ER effect(FSC IF)	0.09784					
ER effect(FSC DF)	0.117836					
ER effect(LCC IF)	0.116615					
ER effect(LCC DF)	0.100059					

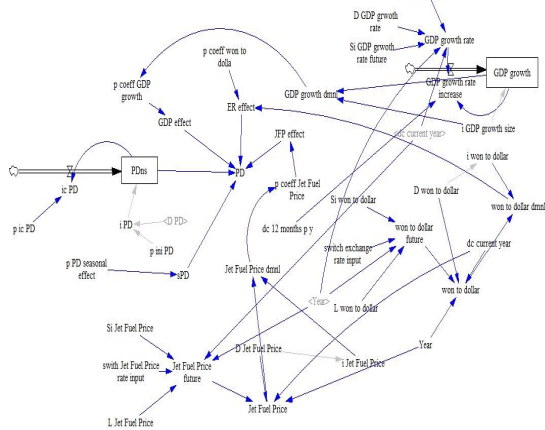


Fig. 2. Stock-flow diagram: Forecasting for Air Passenger Demand

3.3 모델 검증 및 결과

시뮬레이션 모델의 정확도를 검증하기 위해 MAPE (Mean Absolute Percentage Error)와 R²를 적용했다. MAPE는 신뢰도가 높고 예측 오차의 비교가 명확한 절대 평균오차 비율을 의미한다.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100 \quad (2)$$

- 0% ≤ MAPE < 10%: 매우 정확한 예측
- 10% ≤ MAPE < 20%: 비교적 정확한 예측
- 20% ≤ MAPE < 50%: 매우 합리적인 예측
- 50% < MAPE: 부정확한 예측

R²는 예측 모형이 통계적으로 유의한지 검증하는 방법으로, R²값은 0 ≤ R² ≤ 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 예측 모델의 정확도는 높다고 할 수 있다.

Fig. 2에 제시한 Stock-Flow diagram을 활용한 시뮬레이션 결과와 실제 데이터를 비교했으며, 그 결과는 Fig. 3 - Fig 6에 제시하였다.

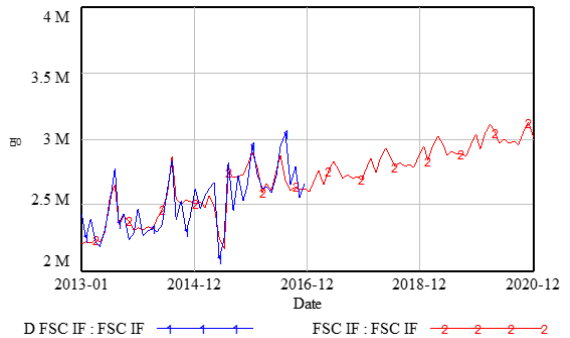


Fig. 3. Comparison of FSC international simulation values and actual data

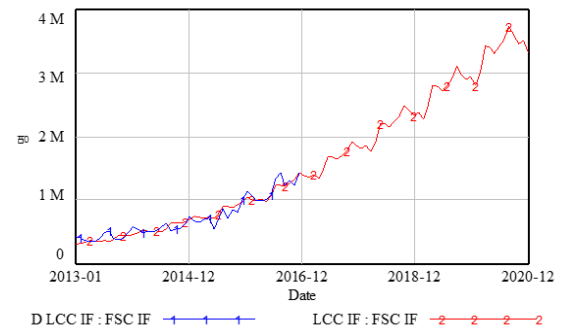


Fig. 4. Comparison of LCC international simulation values and actual data

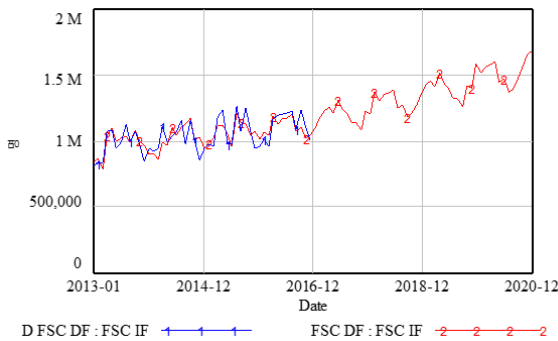


Fig. 5. Comparison of FSC domestic simulation values and actual data

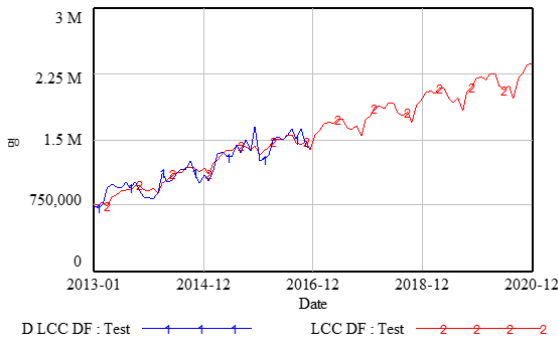


Fig. 6. Comparison of LCC domestic simulation values and actual data

예측 모델의 정확도를 검증하기 위해, 2013년부터 2015년까지(Test 구간)의 데이터를 사용하여 시뮬레이션 한 후 2016년(검증구간) 데이터를 사용하여 정확도를 검증하였다. 2013년부터 2015년까지 테스트구간의 FSC의 국제선과 국내선의 여객 수요 시뮬레이션 모델의 MAPE 값은 각각 3.8%(0.038)와 5.6%(0.056)로 나타났으며, R² 값은 0.644와 0.619로 나타났다. 2016년 검증 구간에서 FSC의 국제선과 국내선 여객 수요 시뮬레이션 모델의 MAPE 값은 각각 2.7%(0.027), 4.8%(0.048)로 나타났으며, R² 값은 각각 0.462, 0.679로 나타났다. 두 모델 모두 매우 정확한 예측 모델에 속해, FSC 수요예측 모델은 합리적이라고 판단할 수 있다.

2013년부터 2015년까지 테스트구간에서 LCC의 국제선과 국내선 여객 수요 시뮬레이션 모델의 MAPE 값은 각각 12.3%(0.123), 6.3%(0.063)로 나타났으며, R² 값은 각각 0.828과 0.759로 나타났다. 2016년 검증구간에서 LCC의 국제선과 국내선 여객 수요 시뮬레이션 모델의

MAPE 값은 각각 4.3%(0.043), 10.0%(0.100)로 나타났으며, R² 값은 각각 0.808과 0.124로 나타났다. 2016년 검증 구간에서 LCC의 국내선의 예측 모델의 R² 값이 낮게 분석되었지만, 국제선과 국내선의 MAPE 값이 매우 정확한 예측 모델에 속해, LCC 모델 또한 합리적이라고 판단할 수 있다.

여객수요 예측을 위한 모델의 정확도 검증결과를 Table 2와 Table 3에 제시하였다.

Table 2. FSC Passenger Demand Simulation Model Accuracy Verification

Date	FSC International (2013-2015)	FSC Domestic (2013-2015)	FSC International (2016)	FSC Domestic (2016)
MAPE	3.8%(0.038)	5.6%(0.056)	2.7%(0.027)	4.8%(0.048)
R ²	0.644	0.619	0.462	0.679

Table 3. LCC Passenger Demand Simulation Model Accuracy Verification

Date	LCC International (2013-2015)	LCC Domestic (2013-2015)	LCC International (2016)	LCC Domestic (2016)
MAPE	12.3%(0.123)	6.3%(0.063)	4.3%(0.043)	10.0%(0.100)
R ²	0.828	0.759	0.808	0.124

4. 결론

국적항공사의 항공운송실적과 GDP, 환율 및 항공 유가를 활용한 항공여객 운송수요 예측을 수행하였다.

시뮬레이션 결과 FSC의 국제선 항공여객 처리 실적의 경우 2013년 약 2,800여만 명 정도에서 2020년 약 3,600여만 명 정도를 처리하는 것으로 나타났고, 2013년부터 2020년까지 연평균 약 3.72% 정도 증가하는 것으로 나타났다. FSC의 국내선 항공여객 처리 실적은 2013년 약 1,150여만 명 정도에서 2020년 약 1,800여만 명 정도를 처리하는 것으로 나타났고, 동기간 연평균 약 6.61% 정도 증가하는 것으로 나타났다. FSC의 국제선과 국내선을 합하면 2013년 3,970여만 명에서 2020년 약 5,400여만 명으로 증가하며 동기간 연 평균 약 4.61% 증가하는 것으로 예측되었다.

LCC의 국제선 항공여객 처리 실적의 경우 2013년 약 490여만 명 정도에서 2020년 약 4,000여만 명 정도를 처리하는 것으로 나타났고, 동기간 연평균 약 37.7% 정도

증가하는 것으로 나타났다. LCC의 국내선 항공여객 처리 실적의 경우 2013년 약 1,070여만 명 정도에서 2020년 약 2,500여만 명 정도를 처리하는 것으로 나타났고, 동기간 연평균 약 13.54% 정도 증가하는 것으로 나타났다. LCC의 국제선과 국내선을 합하면 2013년 1,500여만 명에서 2020년 약 6,600여만 명으로 증가하며 동기간 연평균 약 23.65% 증가하는 것으로 예측되었다.

2015년 대비 2016년 증가율은 김제철 외[13]의 결과에 비해 국제선증가율은 약 3~4%높게 예측되었고, 국내선은 약 4~6%정도 낮은 증가율을 보일 것으로 예측되었다. 2015년에서 2020년까지의 연평균증가율은 IATA의 예측결과[14]보다 3.8%정도 높게 예측되었다.

본 논문에서 제안한 항공여객 수요예측 모델은 변수간의 상호 연관관계를 통해 시스템의 변화를 분석하여 앞으로의 변화 추이를 추정하며, 정량·정성 자료들을 통해 비선형 피드백 루프를 갖는 복잡계의 동적양상을 분석할 수 있는 시스템다이내믹스를 활용하여 외생변수를 활용한 단순 항공여객 수요예측 뿐 아니라 항공사의 경제지표 등을 외생변수로 부가하여 개별 항공사별 예측도 가능한 모델로 확장할 수 있다. 또한 국내에 진출해 있는 외국계 항공사들의 내국인 처리 실적 및 국적항공사들의 Alliance 체결에 따른 실적 등을 추가 한다면 보다 정확한 항공 수요 예측이 가능하고, 항공사의 경제지표 등을 반영한 시뮬레이션 모델을 구현한다면 다양한 시나리오 분석이 가능할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] K. B. Kim & K. S. Hwang. (2012). A study on the demand forecasting and efficient operation of Jeju national airport using seasonal ARIMA model. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 13(8), 3381-3388.
DOI : 10.5762/KAIS.2012.13. 8.3381
- [2] Y. J. Kim. (2014). Study on Low Cost Carrier Demand Forecasting Using Seasonal ARIMA Model: Domestic Jeju Route-Inland Route Forecast Comparison Analysis. *Journal of Tourism Studies*, 26(1), 3-25.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06564214>.
- [3] M. S. Kim. (2001). A Study on Prediction of Air Passenger Demand, *Journal of Aviation Development of Korea*, 2, 102-135.
<http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02070365>.
- [4] J. S. Yoon, N. K. Huh, S. Y. Kim & H. Y. Hur. (2010). A study on international passenger and freight forecasting using the seasonal multivariate time series models. *Communications for Statistical Applications and Methods*, 17(3), 473-481.
DOI : 10.5351/CKSS.2010.17.3.473
- [5] B. Miller & J. P. Clarke. (2007). The hidden value of air transportation infrastructure. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(1), 18-35.
DOI : 10.1016/j.techfore.2004.03.011.
- [6] E. Suryani, S. Y. Chou & C. H. Chen. (2010). Air passenger demand forecasting and passenger terminal capacity expansion: A system dynamics framework. *Expert Systems with Applications*, 37(3), 2324-2339.
DOI : 10.1016/j.eswa.2009.07.041
- [7] J. M. Lyneis. (2000). System dynamics for market forecasting and structural analysis. *System Dynamics Review*, 16(1), 3.
DOI : 10.1002/(SICI)1099-1727(200021)16:1<3::AID-SDR183>3.0.CO;2-5
- [8] K. H. Young. (1972). A synthesis of time-series and cross-section analyses: Demand for air transportation service. *Journal of the American Statistical Association*, 67(339), 560-566.
DOI : 10.1080/01621459.1972.10481248.
- [9] H. H. Kim, J. W. Jeon & G. T. Yeo. (2017). Forecasting of Container Cargo Volumes of China using System Dynamics. *Journal of Digital Convergence*, 15(3), 157-163.
DOI : 10.14400/JDC.2017.15.3.157
- [10] H. T. Chung, K. H. Kim, H. G. Park & K. S. Lee. (2013). A Study on Networking Effects of Financial Leverage in Middle-Sized Hospitals. *Journal of Digital Convergence*, 11(1), 339-347.
UCI : G100:1100-KOI(KISTIL.1003/JNL.JAKO2013.13660604416)
- [11] H. C. Kwon & J. S. Yoo. (2013). A Study on Forecasting Model of the Apartment Price Behavior in Seoul. *Journal of Digital Convergence*, 11(2), 175-182.
UCI : G100:1100-KOI(KISTIL.1003/JNL.JAKO2013.13660603619)
- [12] J. C. Kim, J. S. Park, M. J. Ahn & S. W. Park. (2016). Changes in domestic air transportation market due to LCC market participation and meaning. Sejong : The Korea Transport Institute.
- [13] J. C. Kim, J. S. Park, M. Y. R. Choi, J. W. Lim & J. K. Lee. (2015). *Aviation Demand Forecasting Research*. Sejong : The Korea Transport Institute.

[14] Korea Civil Aviation Association. (2017. January).
Aviation Market Trend & Analysis, 55, 121-166.

김 형 호(Kim, Hyung Ho) [정회원]



- 1992년 8월 : 경희대학교 전자계산 공학과 (공학사)
- 1992년 8월 : 경희대학교 전자계산 공학과 (공학석사)
- 2015년 3월 ~ 2018년 2월 : 인천대학교 동북아물류대학원(박사과정)

정)

- 1998년 3월 ~ 현재 : 세한대학교 정보물류학과 교수
- 관심분야 : 신경회로망, 항공운송, System Dynamics
- E-Mail : hhkim@sehan.ac.kr

전 준 우(Jeon, Jun Woo) [정회원]



- 2012년 2월 : 성결대학교 유통정보학과
- 2014년 2월 : 인천대 동북아물류대학원(물류학 석사)
- 2017년 2월 : 인천대 동북아물류대학원(물류학 박사)

- 2017년 5월 ~ 현재 : 싱가포르 난양이공대학 객원연구원
- 관심분야 : 해운물류, 항만물류, System Dynamics
- E-Mail : jwjeon0329@gmail.com

여 기 태(Yeo, Gi Tae) [정회원]



- 1999년 2월 : 한국해양대학교 (공학사, 공학석사, 공학박사)
- 2005년 : University of Plymouth (경영학 석사)
- 2007년 : University of Plymouth (경영학 박사)

- 2008년 ~ 현재 : 인천대학교 교수
- 관심분야 : 해운·항만물류, System Dynamics, Fuzzy
- E-Mail : ktyeo@incheon.ac.kr