

■ 論 文 ■

공항의 허브화 평가를 위한 연속연결성지수모형 개발

Development of Continuous Indirect Connectivity Model for Evaluation of Hub Operations at Airport

이 상 용

(한국항공대학교 박사과정,
인천공항공사 차장)

유 광 의

(한국항공대학교
항공교통물류우주법학부 교수)

박 용 화

(인하대학교 물류전문대학원 교수)

목 차

- | | |
|--------------|------------------|
| I. 서론 | 1. 연속 연결성지수 |
| 1. 연구목적 및 배경 | 2. 모델 수립 |
| 2. 연구범위와 방법 | 3. 연속 연결성지수와 허브화 |
| 3. 선행연구 | III. 결론 |
| II. 본론 | 참고문헌 |

Key Words : 허브-스포크, 연결성, 허브, 환승객, 환승률
Hub-and-Spoke, Connectivity, Hub, Transfer Passenger, Transfer Rate

요 약

유럽 및 미국에서 항공산업의 규제완화는 항공사가 그들의 네트워크를 허브-앤-스포크 구조로 변경토록 하는 원인이 되었다. 최근에 나타나는 아시아 항공시장의 자유화 움직임은 이 지역 항공네트워크를 변화시키는 계기가 될 것이다. 이와 같은 환경변화로 인해 항공사와 공항 당국은 허브-앤-스포크 운영에 따른 상호 연결성을 개선하기 위해 그 개념을 정의하고 연결성 지수를 수립·운영하는 것이 중요한 이슈가 되었다. 본 논문에서는 연속 연결성지수(CICI, Continuous Indirect Connectivity Index)를 제안하여 유럽, 미주 및 아시아 지역의 주요공항들에서 항공사 스케줄에 따른 허브화 조정정도를 평가하고자 하였다. 연속 연결성지수는 세 부분으로 구성된다. 첫째 출발-도착 항공편 간 환승 편의성을 파악하기 위한 시간 연결성지수 설정, 둘째 항공편의 경유 거리에 의한 매력도를 나타내는 공간 연결성지수, 셋째 환승노선의 운항빈도에 의한 상대강도지수 도출 등이다. 본 논문에서는 연속 연결성지수와 환승객수 및 로그 환승률 간 인과관계를 분석하여 지수의 유효성을 증명하였다. 연속 연결성지수와 환승객수의 결정계수는 0.94, 로그 연속 연결성지수와 환승률의 결정계수는 0.69로 Danesi와 Doganis지수보다 높은 인과성과 우수한 설명도를 나타내는 것으로 분석되었다.

The deregulation of aviation markets in Europe and the United States had led airlines to reconfigure their networks into hub-and-spoke systems. Recent trends of "Open Skies" in the Asian aviation market are also expected to prompt the reformation of airlines' networks in the region. A significant connectivity index is a crucial tool for airlines and airport authorities to estimate the degree of hub-and-spoke operations. Therefore, this paper suggests a new index, Continuous Indirect Connectivity Index (CICI), for measuring the coordination of airlines' flight schedules, applying it to the Asian, European and the American aviation markets. CICI consists of three components : (i) temporal connectivity to identify the attractiveness between connection flights, (ii) spatial connectivity to differentiate the attractiveness by de-routing distance with continuous linear function, and (iii) relative intensity to reflect the effect of direct flight frequency on transfer routes. CICI is evaluated to examine a casual relationship through regression analyses with two dependent variables of the number of transfer passengers and transfer rates. Compared with Danesi's index and Doganis' index through evaluation processes, CICI has a higher coefficient value of determination, implying that it explains the relationship between connectivity and transfer passengers more precisely.

1. 서론

1. 연구목적 및 배경

지난 20세기 북미 및 유럽지역에서 항공자유화 및 높은 경제성장을 기반으로 항공운송 시장이 발전한 것은 결코 놀라운 일이 아니다. 항공운송수요의 증가는 국가 간 규제 완화를 촉발하고 다양한 형태의 관계 변화를 가져왔다. 즉, 항공수요 증가라는 긍정적 측면 외에도 강도 높은 경쟁을 동반하게 되는 것이다.

최근 항공자유화 움직임이 아시아 지역에서도 시작되었다. 2006년 한국과 중국은 중국 산둥성과 한국 간 부분 항공자유화 협약을 체결하였고 2010년까지 점진적으로 확대기로 합의 하였다. 한국과 일본도 2007년 도쿄 노선을 제외한 항공자유화 협약을 체결하였다. 이러한 환경 하에서 동북아 항공시장은 향후 미국, 유럽 항공시장과 같은 허브-앤-스포크(H&S : hub and spoke) 운영체제로 재편될 것으로 예상된다.

허브화 경쟁력은 항공요금, 편리한 스케줄, 항공사간 제휴, 마일리지 서비스, 주변지역 개발 등 다양한 요소들을 바탕으로 설명되어질 수 있다. 본 연구에서는 허브화의 핵심요인인 항공사의 스케줄 관점에서 고객들이 느끼는 선호도(attractivity)를 지수화 함으로써 허브화를 설명하고자 하였다. 공간적(spatial), 시간적(temporal) 관점에서의 선호도 및 직항노선과 상대적(relative) 우위 관점에서 선호도를 포함하는 개념들을 제시하고자 하였다.

본 연구에서 제시하는 허브화 모형은 기존에 제시된 모델들을 개선함으로써 선행 연구에서 설명하지 못했던 범위까지 그 영역을 확대코자 하였다. 선행 연구자들에 의해 개발된 지수는 이미 허브화된 공항에서는 비교적 높은 설명력을 지니지만 허브화가 추진 중이거나 아직 허브화 되지 못한 공항에 적용할 때에는 설명도가 낮다는 지적이 있어왔다. 왜냐하면 선행 연구들이 대상으로 삼은 지역이나 항공사들은 주로 미주 및 유럽 지역에 국한되었기 때문이다. 본 연구에서는 허브-앤-스포크 운영이 활성화 되어 있지 않거나 부분적으로 허브 역할을 수행하는 공항 및 항공사들에게 적용할 수 있는 포괄적인 모형을 수립하여 적용해 보는데 초점을 두고 있다.

2. 연구범위와 방법

1) 연구범위

본 논문의 내용적 범위는 허브화 관련 스케줄 측면에서 공간적, 시간적 연결성 및 상대적 선호도 등의 개념을 포함하는 새로운 연결성지수(CI : connectivity index)를 제안하는 것이다. 따라서 선행연구에 대한 고찰을 통해 그 한계점을 도출하고 이를 보완할 수 있는 개선된 지수를 수립코자 하는 것이다.

공간적인 범위로는 유럽, 미주, 그리고 아시아 주요공항들을 대상으로 하며, 본 연구에서 제안하는 지수와 허브화 관련 변수들 간의 관계규명을 통해 연결성지수와 허브화 개념을 명확히 규명하고자 한다.

2) 종속변수

본 연구에서 제안하는 연결성지수에 대한 특성을 선행연구와 비교, 평가하고 일반화하기 위해서는 종속변수 및 분석방법을 합리적으로 설정하는 것이 무엇보다도 중요하다. “허브”라는 개념이 한 개 이상의 특정 항공사가 운항을 집중하고 항공편의 웨이브(wave)¹⁾ 구성이 가능하며, 좀 더 통합된 교환의 장소로 이해(Danesi, 2006) 되기 때문에, 허브 공항이 된다는 것은 항공편 연결이 많은 것을 의미한다고 볼 수 있다. 이를 조금 더 한정지어 말하면, 여객 허브(공항)는 출발-도착 항공편이 일정시간 간격으로 체계화 되어 운영되는 특성을 가지는 공항에서 여객들이 편하게 항공편을 갈아타며, 수하물 등 운송된 화물들이 손쉽게 교환되는 곳으로 이해할 수 있다. 이와 같이 공항과 관련된 교환은 좀 더 거시적으로 육상 또는 해상운송 및 물류로 연계되어 확대될 수 있는 것이다. 본 연구에서는 여객 허브 및 이와 직접적으로 관련된 교환특성을 가지고 접근하고자 하였다.

여객 허브에서 발생하는 교환 중에서 가장 중요하고 핵심적인 사항은 항공편간 여객의 교환, 즉 여객의 환승이 될 수 있다. 허브공항에서 항공사가 인위적으로 연결성을 개선하고 웨이브를 형성하는 이유는 환승객을 더 유치하려는 궁극적인 목적으로 귀결된다. 따라서 어느 공항이 허브화 된다는 것은 항공편 간의 순차적인 흐름을 담보하는 스케줄 구성, 시간에 따른 스케줄의 웨이브 운영 등 가시적인 공항 특성을 전제로 하여 많은 여객

1) 웨이브(wave)의 의미는 연속적인 시간대별 항공기의 운항횟수를 의미하는 것으로, 기본적으로 항공여객이 허브공항에 도착한 후 출발 항공편으로 연결되는 항공기 운항스케줄이 일정시간 간격으로 연속적으로 발생할 경우를 나타내는 것을 뜻함

(환승객)을 유치한다는 것을 의미한다.

Wenbin Wei와 Mark Hansen(2006)은 허브-앤-스포크 네트워크 특성을 파악하기 위해 항공편 운항빈도, 항공편 크기, 항공요금, 운항거리, 스포크 공항수 등 다양한 독립변수들을 검토하였는데 종속변수로는 환승객을 선택하였으며, 이를 통해 항공요금 감소 및 공항 확장에 따라 증가할 것으로 기대하는 환승객수를 예측하였다.

이상의 이유들로 인하여 본 연구에서는 허브-앤-스포크 네트워크 특성 파악을 위한 종속변수로 환승객과 환승률을 선정하였다.

3) 연구방법

선행연구의 지수들과 본 연구에서 제안하는 지수를 상호 비교, 평가하기 위해 스케줄을 활용하여 연결성지수를 해석하여야만 하는데, 이를 위한 분석을 수작업으로 할 수 없기 때문에 미국 Sybase사에서 개발한 Powerbuilder 7.0 프로그램을 활용하였다.

프로그램에 사용된 스케줄은 Sabre사에서 제공하는 OAG(Official Airline Guide)를 활용하였으며, 각 공항에서의 주 항공사의 환승객수와 환승률 자료는 Sabre사에서 제공하는 MIDT(marketing information data type)을 적용하였다.

본 연구에서 제안하는 지수와 허브화 관련 종속변수 간 관계를 분석하기 위해 회귀분석(regression analysis)을 적용하였으며, 결정계수(determinant coefficient) 값의 크기에 따라 그 설명도 수준을 판단하였다.

3. 선행연구

1) 허브-앤-스포크 운영

직항(PTP : point-to-point) 구조모델과 비교할 때 허브-앤-스포크 구조는 다른 도시들과 연계할 때, 적은 노선 수로 모든 지점의 여행이 가능하여 노선별 규모의 경제를 증가시킬 수 있어, 승객의 운임인하 효과와 항공사의 비용감소 효과를 가져 올 수 있기 때문이다.(Caves et al., 1984) 허브공항에서 지배력이 상대적으로 높은 항공사는 요금 프리미엄을 가질 수 있으며(Borenstein, 1989), 진입장벽을 설정할 수도 있게 된다.(Oum et al., 1995) 이와 동시에 허브-앤-스포크 구조는 공항의 계층에 영향을 미치게 되는데, 그것의 주요한 약점은 스포크 공항과 그 도시들의 위험이 과소평

가 된다는 것이다.(Goetz and Sutton, 1997)

미국에서 허브-앤-스포크 구조는 1978년 규제완화 이후에 출현하였다.(Reynolds-Feighan, 1998) 규제완화 이후 항공사는 자유화된 시장의 장점을 활용하여 그들의 네트워크를 재조정하였다. 간선노선을 운항하는 많은 항공사들은 그들의 네트워크를 직항운항(PTP)에서 허브-앤-스포크(H&S) 구조로 변경하였다.(Reynolds-Feighan, 1998, 2000; Viscusi et al., 1998) 여기서, 공간적 집중과 시간적 집중은 허브-앤-스포크 네트워크의 두 가지 주요한 특성인 것이다.(Reynolds-Feighan, 2001)

유럽의 주요 항공사들은 지난 수년 동안 지역 항공사들을 합병하거나 체인화하기 위해 노력을 집중하였으며(Denton & Dennis, 2000), 미국의 여러 항공사들은 주요지역 공항들을 소유하게 되었는데, 이는 해당 공항을 이용하는 주요 항공사들이 안정적으로 승객 확보할 수 있도록 하기 위함이다.(Dennis, 2001)

2) 연결성

공항의 허브화는 중요한 스케줄 중심의 제품 특성으로 대부분의 해당 공항을 주로 이용하는 항공사에 의해 발전되었는데(Doganis, 2002), 효과적인 ‘허브개념’은 다른 지선(스포크) 공항들로부터의 운항편들이 거의 동일한 시간대에 허브공항에 도착할 것을 요구하여 실현되는 것으로 볼 수 있다. 항공기는 거의 동시에 신속하게 승객과 수하물을 처리하기 위하여 주기장에서 대기하게 되며, 스포크 공항을 향해 연속적으로 출발하게 된다.

허브 웨이브 시스템(hub wave system)의 궁극적 목적은 연결성(connectivity)을 극대화하는 것이며(Danesi, 2006), 허브 연결성은 승객이 이용 가능한 허브를 경유하는 항공사들의 우회 항공편 수와 수준(질)을 의미한다.(Bootsma, 1997)

일반적으로 허브 연결성의 선호도는 여러 가지 인자와 연관이 있다.(Burghouwt and De Wit, 2005; Veldhuis, 1997; Bootsma, 1997) 먼저, 연결성의 선호도는 허브 환승시간의 증가와 반비례하여 감소한다. 두 번째, 허브 연결성은 직항 운항편과 비교한 운항시간 증가 시 감소한다. 그 외 항공편 출발 및 도착시간, 서비스 빈도, 항공기 기종 등은 승객이 느끼는 선호도에 영향을 미친다.

대형 공항은 이와 관련하여 중대한 이점을 가지는데, 연결성은 가용한 항공편 수의 제공과 비례하여 증가하는 경향이 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 소형 허브공항은 운항시간대를 집중화하여 편성하고 이를 통해 약점

을 보완할 수 있다.(Rietveld and Brons, 2001)

Doganis와 Dennis(1989)는 항공사의 허브 운영을 시간적 스케줄 조정측면에서 평가하기 위해서 연결성비(CR : connectivity ratio)를 제안하였다. 이는 도착 항공편 시간에서 최소연결시간(MCT : minimum connection time)보다 크고 최대연결시간(MACT : maximum acceptable connection time)보다 작은 시간대에서 출발하는 항공편수의 연결성(connectivity)을 항공사 운영 시간 동안 랜덤 또는 균일한 출·도착으로 예상되는 연결성으로 나눈 값으로 정의하였다.(Doganis, 1989) 또한 Doganis는 MCT를 45분, MACT를 90분으로 제안하였는데, 이 값들은 Bootsma(1997)에 의해 제안된 값에 비해 좀 더 엄격한 기준이었다.

Burghouwt와 de Wit(2005)는 항공사 허브 연결성을 측정하기 위해 Veldhuis(1997)과 Bootsma(1997)이 제안한 방법들을 사용한다. 그들은 우회 항공편에 대한 승객의 선호도(passenger attractivity)의 양적인 측면과 질적인 측면을 조사하였다. 그들은 연결성의 질적인 면을 평가하기 위해 환승시간 및 직항편과 비교한 운항시간에 집중하였다. 그들은 이른바 “가중 우회연결성 지수(WICN : weighted indirect connection number)”를 항공사 허브 연결성의 측정지표로 제안하였다.

Danesi(2006)는 Doganis와 Dennis의 방법들(Doganis and Dennis, 1989; Dennis, 1994 and 2001; Doganis, 2002)과 Burghouwt와 de Wit(2005)의 개념을 발전시켰다. 즉, 항공사의 허브화 정도를 측정하는 데 있어서 연결성의 실현 가능성과 더불어 그 질적인 측면을 보다 깊이 고찰하였다. 그는 연결성의 시간적 측면과 공간적 측면을 고려하였는데, 시간적 측면에 있어서 “시간 연결성 행렬(TCM : temporal connectivity matrix)”과 공간적 측면에서 “공간 연결성 행렬(SCM : spatial connectivity matrix)”로 정의하였다. “가중 연결성(WC : weighted connection)”은 TCM과 SCM의 곱으로 산정하였다.

TCM의 질적인 측면을 측정하기 위해서 MCT보다 크고 MACT 작은 “중간 연결시간(ICT : intermediate connect time)”의 개념을 도입하였다. 도착 항공편 기준으로 출발 항공편 시간이 MCT와 ICT 사이에 있는 경우 승객들이 환승하기에 가장 적합한 시간이 되기 때문에 TCM이 1인 것으로 판정하였으며, ICT와 MACT 사이에 있는 경우에는 승객이 환승을 위해 대기하는 시간이 늘어나기 때문에 그 선호도가 감소하는 것으로 보

아 TCM을 0.5로 계산하였다. SCM을 평가하기 위해서 “경로지수(DRI : de-routing index)”를 도입하였는데, 환승 경로의 대권거리를 직항 경로 대권거리로 나눈 것을 의미한다. DRI가 1과 1.2 사이인 경우에 SCM은 1이고, 1.2와 1.5 사이인 경우에는 0.5로 설정하였다.

Reynolds-Feighan과 Mclay(2006)는 유럽 공항의 연결성과 선호도를 시간적 운항 분포대신 접근 지수(accessibility indices) 이용하여 분석하였다. 그들은 저가 항공사 간 연결 또는 한개 이상의 전략적 제휴(alliances) 간 발생하는 연결이 항공사 제약에 의해 부과되는 추가 비용으로 매력력이 약화되어 덜 이용될 것으로 판단하였다.

Bagler(2004)는 표준 알고리즘을 만들어 이 행렬을 가지고 각 공항 간 접근하기에 필요한 최소 단계(step)를 계산하였다. Bagler가 제시한 연결성 지수는 두 공항 간 최단거리를 모두 합한 뒤, 이를 전체 해당 공항수로 나눈 값으로 정의하였다.

박용화 등(2006)은 공항의 환승 연계성의 수준을 분석하기 위해서 웨이브 구조 분석방법을 적용하였다. 항공 스케줄을 활용하여 도착과 출발 항공편의 시간 집중도를 확인하였다. 또한 박용화 등(2008)은 환승 연결성 개념을 화물 환적분야에 적용함으로써 허브공항에 대한 연구영역과 활용성을 확장시켰다.

이상에서 살펴보았듯이, 선행연구에서 제시된 연결성 지수는 절대적으로 허브공항에서 항공기 간 환승연결에 따른 네트워크 구성이 어떻게 구성되었느냐에 따라 그 정도의 차이가 있음을 알 수 있었다.

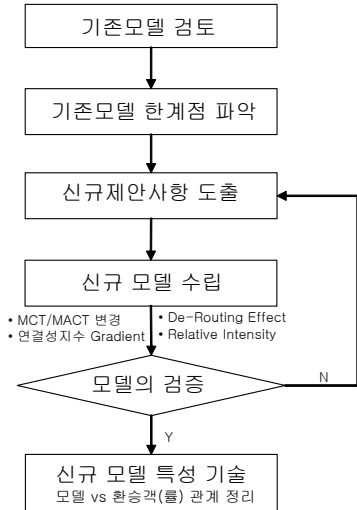
II. 본론

1. 분석체계

1) 분석단계

본 연구를 수행하기 위한 절차는 <그림 1>과 같이 진행되었다. 선행 연구들의 장점, 한계점, 일반화 관점에서 부족했던 사항, 그리고 연결성지수 모델 강화를 위해서 검토했던 사항 등을 종합하여 체계화함으로써 신규 제안 사항들을 도출하게 되었다. 이렇게 도출한 제안사항을 신규 모델 수립에 적용하였고, 그 특성이 충분히 지수에 반영될 수 있도록 하였다.

이렇게 수립된 제안모델이 기존 선행 연구와 차별성



<그림 1> 연속 연결성지수 분석 및 수립절차

을 갖는 지, 연결성지수 및 종속변수와 인과 관계가 개선되었는지에 대한 사례 검토, 세계 공항들에 대한 평가, 미주, 유럽, 아시아 대륙별 지수에 대한 평가 등 모델 검증 과정을 거쳐 신규 연결성지수 모델을 확정하였다. 연결성지수 모델의 세부 특성에 대한 부분별 평가도 수행하였다. 또한, 본 연구에서 제안한 연결성지수를 5단계로 구분하여 각 단계별 연결성지수를 도출하였다.

2) 대상 공항 및 항공사

분석 대상공항은 공항운영협의회(ACI : Airport Council International)에서 발표하는 2007년 여객실적을 기준으로 하였다. 총 여객 기준 상위 공항을 우선 대상으로 하였으며, 선택된 공항 중 자료 조사 과정에서 통계자료의 출처가 명확치 않거나 부정확한 것으로 판단되는 공항은 본 대상에서 제외하였다. 아시아, 미주 및 유럽지역에서 각 14개, 26개, 22개 공항을 선정하였다.

3) 노선구조

공항의 지역별 연결성지수 및 환승객 간 특성을 파악하기 위해서는 그 공항의 주요 운항 노선을 파악해야 한다. 공항의 운항횟수 또는 환승여객수요가 많은 노선을 중심으로 분류함으로써 손쉽게 공항의 스케줄 특성을 이해할 수 있었으며, 본 연구의 목적인 새로운 연결성지수의 환승객에 대한 설명도도 측정할 수 있게 되었다. 공항의 운항 노선을 분류하기 위하여 우선 고려해야 할 사항이 그 공항이 속한 지역이 된다. 모든 허브공항이 그러하

<표 1> 연속 연결성지수 분석 및 수립절차

구분	아시아	미주	유럽
10	일본	미서부	서유럽
20	중국	미산악	동유럽
30	동남아	미중부	남유럽
40	미주	미동부	북유럽
50	유럽	미기타	미주
60	대양주	유럽	아시아
70	기타	기타	기타

듯 배후지역의 빈번한 운항을 통한 여객 유치가 허브화에 중요 요소가 될 것이기 때문이다.

아시아, 미주, 유럽 지역의 공항에 대한 노선 대분류 체계를 <표 1>에 나타내었다. 아시아 공항에 대한 노선은 크게 일본, 중국, 동남아, 미주, 유럽, 대양주 및 기타로 분류하였다. 미주 지역의 경우에는 미국의 서부, 산악, 중부, 동부, 그 외 미주, 유럽 및 기타로, 유럽 지역에서는 서유럽, 동유럽, 남유럽, 북유럽, 아시아, 중동 및 기타로 분류하였다. 동 분류체계는 각 지역 공항의 운항횟수 및 환승객 실적을 통해 결정하였다.

2. 모델 수립

앞 절에서 살펴본 선행 연구자들의 지수들은 대부분 이산성(discrete)을 특징으로 하며, 운항편이 동일 대륙 내에 속하는 지 여부에 따라 최소연결시간(MCT)과 최대연결시간(MACT)을 다르게 정하였다. 본 연구에서 제안하는 연속 연결성지수는 선행 연구의 한계점을 보완하고, 선행 지수로는 설명하지 못했던 부분에 새로운 개념을 도입하고자 하였다.

그 동안 MCT 및 MACT는 주로 대륙 내 또는 대륙 간 항공편의 연결 여부에 따라 다르게 정의해 왔다. Doganis(1989)는 대륙 내, 외 운항여부와 상관없이 MCT 45분, MACT 90분으로 정의했으며, Burghouwt (2005)는 대륙 내 운항 간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 180분, 그리고 대륙 내 운항과 대륙 외 운항 간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 300분, 대륙 외 운항과 대륙 외 운항 간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 720분으로 정의하여 적용하였다. 반면, Danesi(2006)는 대륙 내 운항 간 연결인 경우 MCT 45분, MACT 120분, 대륙 내 운항과 대륙 외 운항 간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 180분, 대륙 외 운항과 대륙 외 운항 간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 180분으로 적용하였다.

그런데, 대륙별 연결시간을 정의하는 데 있어서 중요한 사항 두 가지에 의문을 제기할 수 있다. 첫 번째는 대륙을 어떻게 정의할 것인가 하는 문제이다. 물론 지리적 개념상 대륙은 아시아, 북아메리카, 남아메리카, 유럽, 대양주, 아프리카로 구분할 수 있으나, 국가의 위치에 따라 구분된 지리적 대륙보다 실제로 가까운 대륙이 있을 수 있다. 즉 터키가 아시아 대륙에 속했으나 유럽에 가깝고, 중앙아시아나 동유럽의 국가들은 그 위치에 따라 가까운 대륙을 명확히 구분하기 어려운 것이 사실이다.

또 다른 하나는 대륙마다 항공기 운항시간이 다르다는 것이다. 유럽의 경우 동쪽 끝부분 우크라이나 오테싸 공항(ODS)에서 서쪽 끝 아일랜드 더블린 공항(DUB)까지 대권거리는 2,711km이며 약 3시간 소요가 예상된다. 북아메리카의 경우 동쪽 끝부분에 위치한 뉴욕(JFK)에서 서쪽 끝부분인 L.A.(LAX)까지 대권거리는 3,971km이며 약 4시간 20여분이 소요될 것으로 추정된다. 반면, 아시아의 경우 동쪽 끝부분 삿포르(CTS)에서 서쪽 끝부분인 인도 봄베이(BOM)까지의 거리는 6,864km이며, 약 7시간 30분이 예상된다.

따라서, 본 연구에서는 MCT와 MACT를 대륙 내, 대륙 외 운항 여부가 아닌 항공기 운항시간에 따라 다르게 적용할 것을 제안한다. 즉, 항공기 운항시간 8시간을 기점으로 8시간 이내 항공편 간 연결인 경우 MCT 45분, MACT 180분, 운항시간이 8시간 이내인 항공편과 8시간 초과인 항공편간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 840분, 그리고, 운항시간이 8시간 초과하는 항공편 간 연결인 경우 MCT 60분, MACT 840분으로 하였다.

여기서, 8시간을 기준으로 한 것은 가장 넓은 아시아 지역의 운항 소요시간과 현존 상업 항공기의 최대 운항시간 16시간에 절반에 해당하는 시간을 동시에 고려한 것이다.

시간 연결성지수(TCI : temporal connectivity index)는 최초 Doganis(1989)가 연결성 개념을 이론화했을 때 생각했던 연결성지수 그 자체였다. TCI는 어떤 공항에서 환승이 가능한 시간, 즉 항공기 도착 후 MCT에서 MACT 시간 사이에 갈아탈 수 있는 항공편수가 몇 개인지를 연결성 지수로 정의하였다.

반면, Burghouwt(2005)는 항공기 운항시간에 따라 연결성 지수는 변화한다고 생각하였다. Danesi(2006)는 중간연결시간(ICT : intermediate connect time) 개념을 도입하여, 항공기 도착 후 MCT에서 ICT 사이에 출발하는 항공기에는 1값을, ICT에서 MACT 사이

에 출발하는 항공기에는 0.5값을 블록합수 개념으로 적용하였다. 본 연구에서는 항공기 도착 후 MCT에 출발하는 항공기에 대해서는 1값을 적용하고, 시간 경과에 따라 차이를 주어 MACT에서 0값이 되는 연속적인 1차 합수 형태로 적용하였다.(식 (2) 참조)

공간 연결성 지수(SCI : spatial connectivity index)는 두 지점(출발지, 목적지)에 있어서 중간 경유지를 이용한 경우의 총 운항거리(또는 운항시간)와 두 지점의 직행편 운항 거리(또는 운항시간)의 비를 활용하여 모델화 할 수 있다. Danesi(2006)는 블록합수 개념으로 우회정도(경유노선의 거리+직행노선의 거리)가 1.2이하인 경우 1을, 1.2에서 1.5인 경우 0.5를 적용하였다. Burghouwt(2005)는 우회정도를 1에서 1.4로 한정하여 우회정도에 따라 연결성 지수가 1에서 0.6값을 갖도록 하였다.

본 연구에서는 우회정도에 따른 연결성지수 값 변동 범위를 1에서 1.6으로 범위를 확대하였으며, SCI값이 1에서 0까지 연속적인 차등 값을 갖도록 설정하였다.(식 (3) 참조) 이는 환승노선의 우회정도가 커질수록 여행시간이 많이 소요되며, 그 결과로 고객이 느끼는 환승노선의 선호도는 감소될 것임을 나타내는 것이다.

상대 강도 지수(RII : relative intensity index)는 환승노선의 선호도를 표현하기 위해서 본 연구에서 신규 제안하는 지수로써 직행편의 빈도 영향을 반영토록 한 것이다. 직행노선 운항횟수에 따라 환승노선의 선호도는 감소하는 할 것이며, 직행노선의 운항 횟수가 충분히 많다면 환승노선의 선호도는 없어질 것이다.

반면, 직행노선 운항이 없거나 부족한 환승노선은 그 상대적 독점성으로 인해 비교적 완전하지 않은, 즉 충분하지 않은 연결편을 제공한다 하더라도 여객들은 그 노선을 선택할 수밖에 없을 것이다. 식(4)는 출발지 및 목적지 간 하루 운항편 횟수와 RII를 나타내고 있다. 두 지점 간 일 운항편이 편도기준 3회 이상인 경우 RII는 0이 되도록 설정하였다. 이렇게 설정한 이유는 일 3회 이상 직행편이 운항하게 될 때, 환승노선의 매력도는 사라진다는 것을 의미한다.

두 지점을 여행하려는 잠재 고객은 우선 스케줄 상에 있어서 편의성을 고려하여 일자별 출, 도착이 가능한 지 그리고 시간 상 오전, 오후 출발 및 도착이 가능한 지를 따져볼 것이다. 만약 직행편이 일 3회 이상 운항한다면, 그 잠재 고객은 오전, 오후, 야간 등 원하는 시간대 출발할 수도 있으며 원하는 시간대 돌아올 수도 있을 것이

며, 그 해당 노선에서의 충분한 항공사 간 경쟁으로 인해 좋은 조건의 티켓도 구매할 수 있을 것이다.

연속 연결성지수는 시간 연결성지수, 공간 연결성지수 및 상대 강도지수로 표현되며 식(1), 한 공항에서의 출발, 도착 항공편의 모든 조합에 대한 값들을 합산하여 평가한다.

$$CICI = \sum_i \sum_j w_{i,j} = \sum_i \sum_j \tau_{i,j} \delta_{i,j} \beta_{i,j} \quad (1)$$

$$\tau_{i,j} = \frac{-(TT_{i,j} - MACT_{i,j})}{MACT_{i,j} - MCT_{i,j}} \quad \text{if } MCT_{i,j} \leq TT_{i,j} \leq MACT_{i,j}$$

$$\tau_{i,j} = 0 \quad \text{if } TT_{i,j} > MACT_{i,j}, \quad TT_{i,j} = t_{dj} - t_{ai} \quad (2)$$

$$\delta_{i,j} = \frac{-(DR_{i,j} - 1.6)}{0.6} \quad \text{if } 1 \leq DR_{i,j} \leq 1.6$$

$$\delta_{i,j} = 0 \quad \text{if } DR_{i,j} > 1.6, \quad DR_{i,j} = ID_{i,j} / DD_{i,j} \quad (3)$$

$$\beta_{i,j} = \frac{-DF_{i,j}}{3} + 1 \quad \text{if } DF_{i,j} \leq 3 \text{flights/day}$$

$$\beta_{i,j} = 0 \quad \text{otherwise} \quad (4)$$

여기서, CICI : 연속 연결성지수
 $\tau_{i,j}$: 시간 연결성지수
 $\delta_{i,j}$: 공간 연결성지수
 $\beta_{i,j}$: 상대강도지수
 $DF_{i,j}$: i, j 두 지점의 직항 노선 운항편의 빈도

3. 연속 연결성지수에 의한 허브화 평가

1) 연속 연결성지수 특성 및 적용

본 연구에서 제안하는 연속 연결성지수는 출발지, 목적지 간의 직항노선이 없거나 부족한 곳, 또는 환승 독점성이 존재하는 노선에 있어서 종속변수 환승객 및 환승률에 대해 높은 설명력을 나타낸다. 기존 연구자들이 제시했던 연결성지수로는 아시아 주요공항의 연결성지수 및 연결성지수에 따른 특성을 파악하기 어려웠던 것이 사실이다.

연속 연결성지수의 특성을 구체적으로 파악하기 위해서 지수의 구성요소를 하나씩 분해하여 단계별 연결성지수를 정의하고, 그 분석결과를 지역별 환승객 수와 비교하였다.(<표 2> 참조) 독립변수 연결성지수와 종속변수 환승객수는 1차 회귀분석모형을 통해 결정계수를 구하

<표 2> 연속 연결성지수 특성 파악을 위한 분석단계

항목 단계	연결성지수	식/조건	내용
1단계	시간 연결성지수 (TCI)	$\sum_i \sum_j m_{i,j}$	시간적 요소만 고려 (MCT=45min, MACT=90min)
2단계	1단계 + MCT, MACT 변경	8hr 운항시간에 따라 MCT, MACT 조정	- 8hr이내 운항간 연결 (MCT=45, MACT=180) - 그 외 (MCT=60, MACT=840)
3단계	1, 2단계 + TCI의 시간구배	(식8)	MCT와 MACT사이에 0에서 1값 구배
4단계	1~3단계 + 공간 연결성지수 (SCI)	(식9)	직항노선대비 경우정도에 따라 0에서 1값 구배
5단계	1~4단계 + 상대강도지수 (RII)	(식10)	직항노선 운항횟수에 따른 환승노선의 선호도

여 어느 정도 설명도가 높은 지를 파악하였다.

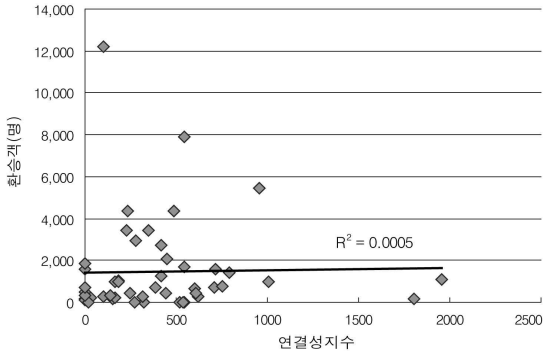
<그림 2>는 인천공항(ICN)에서 대한항공(KE)의 단계별 연결성지수와 환승객수 간의 관계를 보여주고 있다. 1단계(a)는 시간적 측면에서 연결성만을 고려한 경우로 MCT 45분, MACT 90분으로 설정하고 도착항공편 시간 기준 MCT와 MACT 시간 사이에 출발 항공편이 있는 경우 1로 산정하여 모든 항공편을 합산 한 것이다. 이 경우 ICN의 연결성지수와 환승객수와는 아무런 인과관계가 없다.

2단계(b)에서는 운항거리 8시간 기준으로 MCT와 MACT를 변경하여 연결성지수를 구한 경우이다. 연결성지수와 환승객수와 인과관계를 나타내는 결정계수가 0.26으로 향상되었다. 이는 운항거리 8시간 초과되는 장거리 운항과 단거리 운항 또는 장거리 운항과 장거리 운항이 조합되는 경우 공항의 최대연결시간(MACT)은 충분히 긴 시간을 고려해야 함을 의미한다. 즉, 장거리-장거리 노선 간 환승일 경우 승객은 해당 노선의 직항편 부재 또는 많지 않은 유사한 환승 노선편 등으로 오랜 시간(10시간 전후) 기다려서 환승하고 있음을 나타낸다.

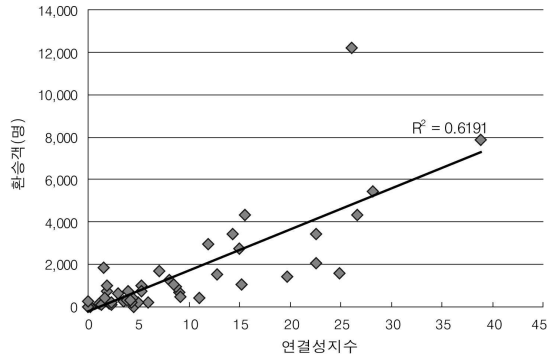
3단계(c)는 1, 2단계에 MCT와 MACT에 따른 연결성지수 구간(0~1)을 포함한 경우이며, 이 때 결정계수는 0.32로 개선되었다.

4단계(d)는 1~3단계에 환승노선의 경우정도를 포함한 것이며, 결정계수가 0.57로 개선되었으며, 마지막으로 5단계(e)는 1~4단계에 출발지 및 목적지 간 직항 운항회수의 영향을 추가한 것으로 결정계수가 0.62로 향상되었다.

다음으로는 미국의 대표공항인 LA공항(LAX)에서

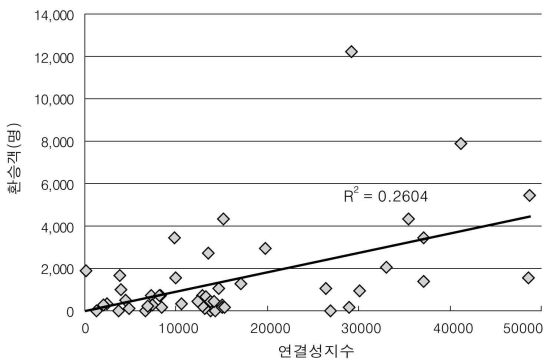


(a) 1단계 : Doganis Model

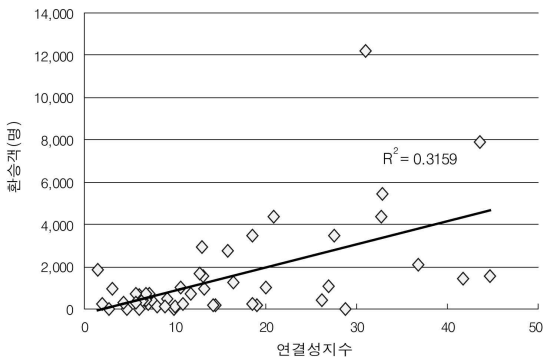


(e) 5단계 : 경쟁노선의 직항노선 영향

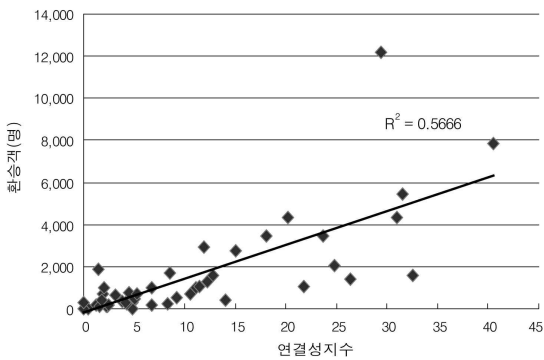
<그림 2> 인천공항에서 대한항공 사례 ('06.2월)



(b) 2단계 : 운항거리에 따른 MCT, MACT 변경



(c) 3단계 : 연결성에 시간구배 적용



(d) 4단계 : 환승노선의 유희정도 고려

의 유나이티드(UA) 항공사 스케줄에 연속 연결성지수를 적용한 사례이다. LAX의 단계별 연결성지수와 환승객수간의 관계관련 1단계에서는 연결성지수와 환승객수간의 인과관계를 나타내는 결정계수가 0.86으로 높은 설명도를 나타내고 있다. 2단계에서 결정계수는 1단계와 유사한 0.85로 기록하였다. 3단계에서 환승시간에 따른 상승효과에 따라 연결성지수의 환승객수 설명도가 개선되었으며, 결정계수는 0.87을 나타내었다.

4단계는 1~3단계에 환승노선의 경유정도를 포함하는 것으로 결정계수가 0.95로 3단계보다 많이 개선되었다.

마지막으로 5단계는 4단계와 비슷한 상태로 결정계수는 0.93을 기록하였다.

마지막으로 유럽의 대표공항으로 네덜란드 스키폴공항(AMS)의 KLM 항공사를 대상으로 연속 연결성지수 특성을 파악하였다. 1단계에서 시간 연결성지수와 환승객수의 인과관계 결정계수는 0.22를 나타내었다. 이는 시간 연결성지수만으로 환승객을 설명하기 어렵다는 것을 보여주는 것이다. 2단계에서 결정계수가 0.22에서 0.42로 향상되었으며, 3단계에서 결정계수는 2단계와 같은 0.42를 나타내었다. 1~3단계에 환승노선의 경유정도를 포함하는 4단계의 결정계수는 0.66으로 대폭 개선되었다. 마지막으로 5단계에서는 직항노선 운항횟수가 많은 경우 환승노선의 선호도가 저하되는 영향을 반영하는 연결성지수에 관한 것으로 결정계수가 0.69로 개선되었다.

유럽 및 미주의 허브공항에서 상대 강도지수 적용시에도 연결성지수와 환승객수 간 관계 개선이 크지 않은 이유는 환승노선의 선호도가 다른 경쟁 환승노선에 의해 영향 받기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 본 논문에서 제안하는 연결성지수는 허브공항 외 스포크공항, 허브화 진행 중인 공항에 대한 허브화 정도를 더욱 잘 파악하는

데 있으며, 본 연구에서 제안하는 연속 연결성지수가 이 부분을 잘 설명하고 있다.

2) 일반화 및 선행지수 간 비교

지금까지 본 논문에서 제안하는 연속 연결성지수가 아시아 지역의 대표공항에 대하여 지역별 환승객수를 얼마만큼 설명할 수 있는지를 증명하였으며, 기존 선행연구들의 지수들이 해석할 수 없었던 부분을 해결할 수 있음을 보여주었다. 본 분석에서는 연속 연결성지수를 일반화하기 위해서 세계 공항들에 대한 연결성지수 및 환

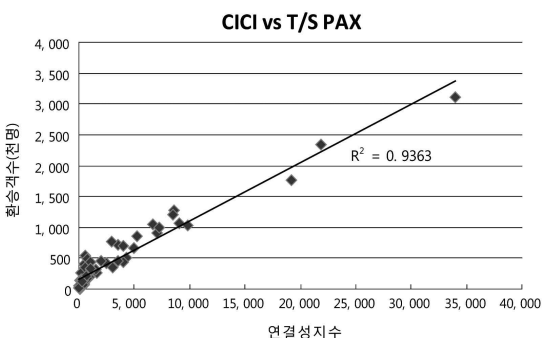
승객수와의 관계를 살펴보고자 한다.

“허브라는 의미가 한 개 이상의 특정 항공사가 운항을 집중하고 항공편의 웨이브를 운영하는 것을 포함하는, 통합된 교환의 장소로 이해(Danesi, 2006)”됨을 고려한다면, 어떤 공항을 중심기지(home base)로 사용하는 주 항공사의 스케줄에 있어서의 연결성 및 웨이브의 특성은 바로 그 결과물, 즉 환승객수 또는 환승률로 연계될 것임을 추정할 수 있다. 그 인과적 연계성의 크기가 어느 수준이 될 것인지에 대해서는 분석을 통해서 사후적으로 알 수 있을 것인데, 여기서는 본 논문에서 제안하는 연속 연결성지수가 기존 선행 연구자들의 지수에 비해 어느 수준 “허브”의 지표로 사용될 수 있는 환승객수와 환승률을 잘 설명하는지를 파악하고자 하였다.

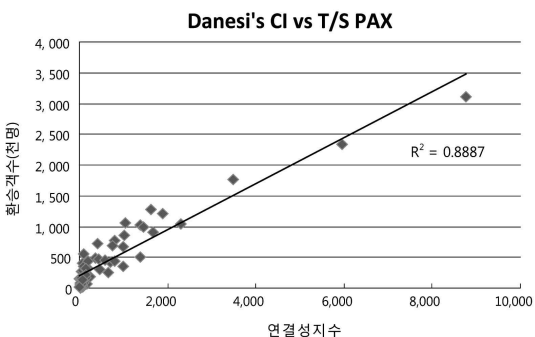
<그림 3(a)>는 세계 공항들에 대한 연속 연결성지수와 환승객수 간의 관계를 나타내고 있다. 인과관계를 나타내는 결정계수는 0.936으로 연속 연결성지수 개선이 바로 환승객수 유치와 연계됨을 알 수 있다. <그림 3(b)>는 세계 공항들에 대한 Danesi 지수와 환승객수를 나타내는 것이며, 결정계수는 0.889이다. 반면 Doganis 지수의 환승객수와 관계에 대한 결정계수는 0.903을 나타낸다. 세 지수 비교결과 연속 연결성지수가 전 세계 공항들의 환승객에 대한 설명도가 가장 높으며, 그 값이 1에 육박함으로써 다른 인자들, 즉 환승 노선 요금, 공항의 시설, 서비스 등 보다 환승객 유치에 절대적 영향을 미치는 인자임을 알 수 있다.

다음으로는 로그 연결성지수와 환승률에 관한 사항이다. 환승률은 전체 승객 중 환승객수 비율로 산정하였으며, 세계 공항에 대한 로그 연속 연결성지수와 환승률 관계를 <그림 4(a)>에 나타내었다. 인과관계를 나타내는 결정계수는 0.692로 도출되었는데, 동 결과는 연결성지수가 환승률 개선에 결정적인 역할을 하고 있음을 의미한다. 또한 연속 연결성지수는 다른 선행 연구자들의 지수의 결정계수 0.627, 0.633(<그림 4>)에 비해 우수한 값을 보여주고 있다.

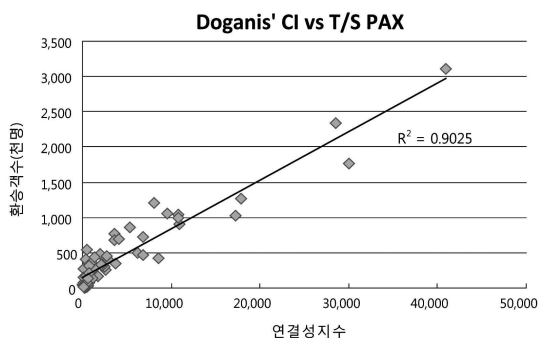
여기에는 중요한 의미 두 가지가 내포되어 있다. 첫째, 환승률 증대도 연결성지수가 주요한 인자라는 것이다. 지금까지 선행 연구는 항공사 혹은 공항의 허브 운영 정도를 “연결성 비”라는 개념을 도입하여 설명하려 하였다. 즉, 한 공항에서 항공사의 허브화 정도를 실행 가능한 연결성 값(=연결성지수)을 랜덤 값을 포함하는 전체 모든 연결성 값으로 나눈 상대 비(ratio)로 설명하려고 한 것이다. 본 연구의 결과에 따르면 실행 가능한 연결성의 절대값 크기



(a) 연속 연결성지수와 환승객수

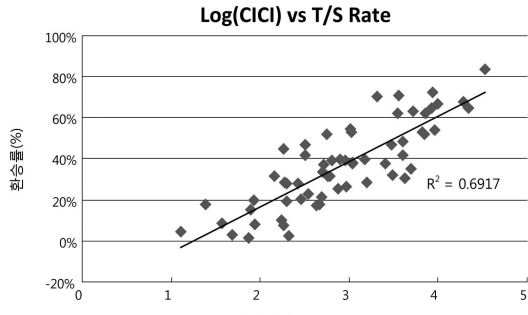


(b) Danesi 연결성지수와 환승객수

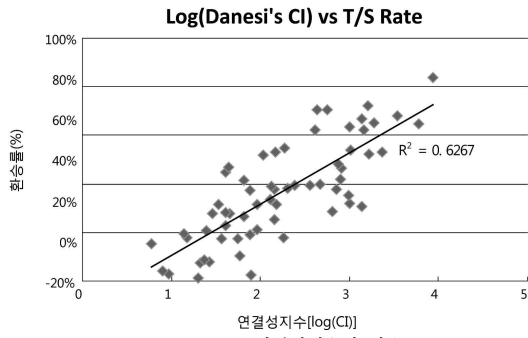


(c) Doganis 연결성지수와 환승객수

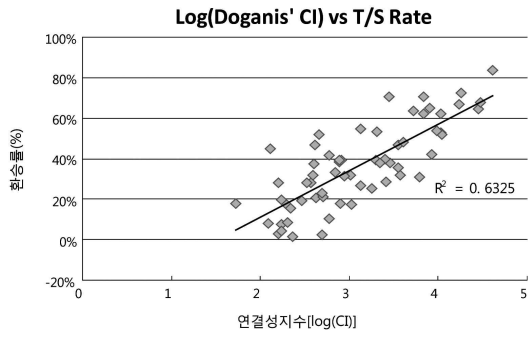
<그림 3> 연결성지수와 환승객 ('06.2월)



(a) 로그 연속 연결성지수와 환승률



(b) 로그 Danesi 연결성지수와 환승률



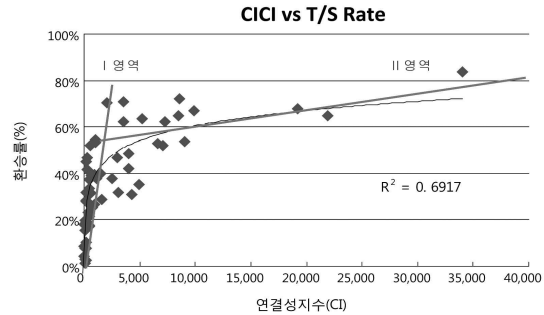
(c) Doganis 연결성지수와 환승률

<그림 4> 로그 연결성지수와 환승률 ('06.2월)

가 환승률을 결정하는 인자가 되는 것이다.

두 번째는 연결성지수의 로그값과 환승률이 비례한다는 것이다. <그림 5>에는 로그값을 취하지 않은 연속 연결성지수와 환승률 관계를 나타내는 그래프를 도시하고 있다. 자세히 보면 로그 연속 연결성지수와 환승률 관계를 두 개의 영역으로 표시될 수 있음을 알 수 있다. 즉, 연속 연결성지수 증가에 따라 환승률이 급격히 증가하게 되는 성장기 영역(I 영역)과 연결성지수 증가에 따라 완만하게 증가하게 되는 안정기 영역(II 영역)이 그것이다.

두 영역에서의 연속 연결성지수에 대한 환승률의 기울기는 각각 2.33×10^{-2} , 1.26×10^{-3} 으로써 18배 차



<그림 5> 연결성지수와 환승률 ('06.2월)

이가 나고 있다. 성장기 영역에서는 연결성지수 100이 향상되면 환승률은 2.33% 상승하게 될 것으로 예측할 수 있으나, 안정기 영역에서는 연결성지수 100 향상에 대한 증가 기대 환승률은 0.13%에 그치게 된다.

인천공항에서 대한항공은 2006년 2월 기준 연속 연결성지수 426, 환승률은 17.5%로 I 영역에 속하게 된다. 연속 연결성지수를 1,000으로 증대할 때, 기대되는 환승률은 33.2%이며, 비교적 적은 연결성지수 개선으로 허브 운영을 하는 항공사로 성장할 수 있게 된다.

III. 결론

본 연구에서는 허브화를 보다 체계적으로 분석하기 위해 연속 연결성지수를 이론적으로 제한하여 스케줄 측면에서의 여객이 느끼는 선호도를 정량화하였으며 (여객)허브화와 관련하여 스케줄 연결성과 환승객 및 환승률 간 관계를 분석하였다.

연속 연결성지수는 총 5단계의 해석 프로세스로 구성되었는데, 각 단계별로 이론적 검토를 통하여 제안하고 있는 모델이 얼마만큼 환승객을 설명하는 지를 파악하였다. 인천공항의 경우 노선별 연결성지수와 환승객의 관계를 나타내는 결정계수가 제 1단계에서 0.0에서 제 2단계 0.26, 제 3단계 0.32, 제 4단계 0.57 및 제 5단계 0.62로 향상되었다. 네덜란드 스키폴공항의 경우도 결정계수가 제 1단계에서 0.22, 제 2단계 0.42, 제 3단계 0.42, 제 4단계 0.66 및 제 5단계 0.69로 개선되었음을 알 수 있었다.

연속 연결성지수의 일반화를 위해서 세계 공항들에 대한 연결성지수와 환승객 간 회귀분석을 수행하였는데, 결정계수는 연속 연결성지수의 경우 0.94, Danesi지수는 0.89, Doganis지수는 0.90을 나타내었다. 세 지수 가운데 연속 연결성지수가 가장 높은 결정계수를 나타냄

으로써 세계 공항 대상 연결성지수와 환승객 간 설명력 측면에서 우수성을 확인할 수 있었으며, 그 결정계수 값이 1에 근접함으로써 환승노선 항공요금, 공항시설, 서비스 등 다른 인자들 보다 연결성지수가 환승객 유치와 관련하여 핵심요인임을 알 수 있었다.

또한 로그 연결성지수와 환승률 간 회귀분석을 통해 연속 연결성지수가 환승객 뿐 아니라 환승률과 관계에서 다른 지수에 비해 우수한 설명도(결정계수 0.69)를 가지고 있음을 보여주었다. 더욱이 연속 연결성지수에 따라 환승률이 급격히 증가하게 되는 영역 I 과 연속 연결성지수 증가에도 환승률 상승이 완만하게 이루어지는 영역 II로 세분화함으로써 허브화 달성을 위한 단계적 접근의 필요성을 확인시켜 주었다.

본 논문에서는 시간과 공간의 개념을 도입하여 연결성지수를 통해 공항의 허브화 정도를 측정, 분석하였는데, 실제로 여객이 직항편과 경유편을 이용하게 되는 경우에는 상당부분 요금과 깊은 관련이 있기 때문에 향후 연구에서는 경제적 측면을 고려한 허브화 평가를 실행한다면 보다 합리적이고 타당한 결과를 도출 할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Bagler, G.(2004), Analysis of the Airport Network of India as a complex weighted network, arXiv : cond-mat/0409773.
2. Borenstein, S.(1989), Hubs and high fares dominance and market power in the US airline industry, *Rand Journal of Economics* 20, pp.344~365.
3. Bootsma, P. D.(1997), *Airline Flight Schedule Development*, Elinkwijk B.V, Utrecht.
4. Burghouwt, G., Hakfoort, J.R., Ritsema van Eck, J.R.(2003), The spatial configuration of airline networks in Europe, *Journal of Air Transport Management* 9, pp.309~323.
5. Burghouwt, G., de Wit, J.(2005), Temporal configurations of airline networks in Europe, *Journal of Air Transport Management* 11, pp.185~198.
6. Caves, D.W., Christenses, L.R, Tretheway, M.W.(1984), Economics of density versus

economies of scale : why trunks and local service airline costs differ, *Rand Journal of Economics* 15, pp.471~489.

7. Danesi, A.(2006), Measuring airline hub timetable co-ordination and connectivity- Definition of a new index and application to a sample of European hubs, *European Transport*, pp.54~74.
8. Dennis, N.(1994), Airline hub operations in Europe, *Journal of transport Geography* 2, pp. 219~233.
9. Dennis, N.P.(2001), Developments of hubbing at European airports, *Air and Space Europe* 3, pp.51~55.
10. Denton N., Dennis N.(2000), Airline franchising in Europe : benefits and disbenefits to airlines and consumers, *Journal of Air Transport Management* 6, pp.179~190.
11. Doganis, R. and Dennis, N.(1989), Lessons in hubbing, *Airline Business*, March 1989, pp.42~47.
12. Doganis, R.(2002), *Flying off course Third Edition ; The Economics of International Airlines*, United States : Routledge.
13. Goetz, A.R., Sutton, C.J.(1997), The geography of deregulation in the US airline industry, *Journal of the Association of American Geographers* 87, pp.238~263.
14. Oum, T.H., Zhang, H.O., Zhang, A., Zhang, Y.(1995), Airline network rivalry, *The Canadian Journal of Economics*, pp.836~857.
15. Park, Y.H., Kim, J.Y., Park, K.(2008), Connectivity analysis of air cargo transshipment at hub airport, *Air Transport Research Society Conference*, #172.
16. Reynolds-Feighan, A.J.(1998), The impact of US airline deregulation on airport traffic patterns, *Geographical Analysis* 30, pp.234~253.
17. Reynolds-Feighan, A.J.(2000), The US airport hierarchy and implications for small communities, *Urban Studies* 37, pp.557~577.
18. Reynolds-Feighan, A.J.(2001), Traffic

- distribution in low-cost and full-service carrier networks, *Journal of Air Transport Management* 12, pp.265~275.
19. Reynolds-Feighan, A.J., McLay, P.(2006), Accessibility and attractiveness of European airports : a simple small community perspective, *Journal of Air Transport Management* 12, pp.313~323.
 20. Rietveld, P. and Brons, M.(2001), Quality of hub-and-spoke networks : the effects of timetable coordination on waiting time and rescheduling time, *Journal of Air Transport Management* 7, pp.241-249.
 21. Veldhuis, J.(1997), The competitive position of airline networks, *Journal of Air Transport Management* 3, pp.181-188.
 22. Viscusi, W.K., Vernon, J.M., Harrington, J.E.(1998), *Economics of Regulation and Antitrust*, MIT Press, Cambridge.
 23. Wenbin Wei, Mark Hansen(2006), An aggregate demand model for air passenger traffic in the hub-and-spoke network, *Transportation Research Part A* 40, pp.841~851.
 24. 박용화 · 김성영 · 김중엽(2006), 허브공항의 환승 연계성 분석연구 (인천국제공항을 대상으로), *대한교통학회지*, 제24권 제6호, 대한교통학회, pp.75~85.

✉ 주 작 성 자 : 이상용

✉ 교 신 저 자 : 박용화

✉ 논문투고일 : 2009. 4. 7

✉ 논문심사일 : 2009. 6. 5 (1차)

2009. 7. 27 (2차)

✉ 심사판정일 : 2009. 7. 27

✉ 반론접수기한 : 2009. 12. 31

✉ 3인 익명 심사필

✉ 1인 abstract 교정필