

다차원 시각적 분석방법을 이용한 공항 정시운항 분석에 관한 연구*

조재희** · 이덕규***

Airport Punctuality Analysis Using Multi-Dimensional Visual Analysis Method*

Jae-Hee Cho** · De-Kui Li***

■ Abstract ■

Punctuality is one of the key performance indicators of the airline industry and an important service differentiator especially for valuable customers. In addition, improvement on time performance can help achieve cost saving, i.e. the cost of airline report, which could range from 0.6% to 2.9% of their operating revenues. Therefore efficient management of punctuality is crucial for the industry.

This study overcomes the limitations of existing analyses on punctuality and develops a multi-dimensional model for airport punctuality analysis. In addition to analysis of airport punctuality, visual analysis is also proposed in the study.

Data was collected from actual flight data of Incheon International Airport. Using the new visual analysis method, the study discovered the pattern of the punctuality that has never studied before.

Keyword : Information Visualization, Data Warehouse, Punctuality

논문투고일 : 2010년 10월 25일 논문수정완료일 : 2010년 12월 01일 논문게재확정일 : 2010년 12월 10일

* 본 논문은 2010년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

** 광운대학교 경영학부 교수

*** 광운대학교 경영정보학과 박사과정

1. 서 론

여객기를 이용하는 고객에게 신뢰를 주기 위한 가장 중요한 것 중 하나가 공표된 시간에 따른 운항이 이루어져야 한다는 것이다. 이를 항공운항의 정시성(punctuality)이라 한다. 항공기의 정비, 공항의 기상상황, 운항 허가처리, 활주로나 공항 시설의 보안 등과 관련된 문제는 항상 발생할 수 있으며 이런 요인들은 정시성에 영향을 미친다. 이런 정시성을 항공사와 공항은 운항능력과 운영품질의 지표로 사용하고 있다[5].

각 항공사는 고객의 시간체감 관용성을 고려하여 별도의 정시성 관리 기준을 부여하고 운영하고 있다. 현재 정시성 분석에 있어서 항공사는 항공기 출발과 도착 프로세스를 분석하여 각 단계의 Gap을 분석하고 있으며 공항은 분기마다 각 항공사별로 정시운항 현황을 분석하여 항로별로 지연 통계를 공시하고 있다[20].

그러나 이런 분석에는 한계점이 있다. 첫째, 정시성에 영향을 미치는 다양한 영향요인을 반영하지 못한다. 둘째, 정시성 분석을 위해 생성, 수집된 데이터를 지속적으로 축적할 수 있는 방법론을 제시하지 못하고 있다. 마지막으로 기존 분석은 통계적인 리포트 형식으로 되어 있어서 공항 운영관리자가 원하는 다양한 시각적 분석을 할 수 없다.

본 연구에서는 이와 같은 기존 정시성 분석의 한계를 극복하기 위해 다양한 정시성 영향요인을 고려하여 정시성 분석 다차원 모델을 제안하고자 한다. 또한 시각적 분석방법을 활용한 정시운항분석 시나리오를 제시하고자 한다. 이를 위해 인천공항 웹 사이트에서 1개월 간(2010년 5월 19일~2010년 6월 19일)의 국제선 여객기 운항데이터를 직접 수집하여 사용하였다. 먼저 분석을 위해 정시운항 분석의 요구에 맞추어 데이터의 전처리 과정을 거쳐 파생데이터를 추가적으로 생성하였다. 그리고 공항의 정시운항 분석과 정시운항에 따른 청사 내 게이트 분석을 위해 정시운항 다차원모델과 청사 게이트 다차원모델을 구분하여 제안하였다. 제안

된 다차원모델을 활용하여 세계지도와 그래프를 활용한 시각적 정시성분석을 실시하였고 인천공항의 게이트별 정시운항 상황을 파악하기 위해 인천공항 평면도 위에 시각적 정시성분석을 실시하였다. 시각적 분석을 위해 TableauSoftware 5.0을 사용하였다.

2. 관련연구

2.1 정시성에 관한 연구

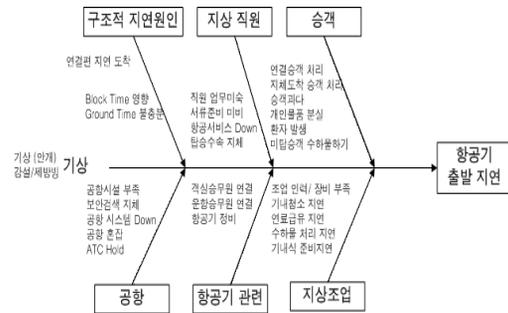
운송업의 서비스 평가에서 정시성은 매우 중요한 지표이다. 운송에서 정시란 계획된 시간에 출발과 도착이 이루어진 것을 의미하며, 버스, 지하철, 철도, 항공업무에서는 계획된 시간보다 빨리 도착하거나 출발하는 것보다 정시에 출발·도착하는 것이 더 중요하다[3, 6, 9, 10]. 하지만 정시성 확보는 결코 쉽게 달성 가능한 목표가 아니며, 그 구성요인이 다양한 만큼 종합적이고 체계적인 처방이 요구된다. 아래에서는 항공운송업의 특성에 따른 정시성의 측정 지표와 정시성에 영향을 미치는 요인들을 살펴보겠다.

항공운송업에서 공항과 항공사는 항공기 정시운항의 정도를 측정하기 위해서 정시성이라는 지표를 사용한다. 정시성이란 정해진 스케줄에 따라 운항이 정확하게 이루어지는 정도이다[7]. 항공기 정시운항 여부는 공항과 항공사에 대한 신뢰도에 영향을 미친다. 따라서 대부분의 공항과 항공사는 운항시간표 대비 15분을 기준으로 정시성을 관리하고 통계치를 산출한다[4].

항공사의 항공기 운항에 있어서 지연(delay)은 정시 출발·도착과 대칭되는 개념으로서 항공기 출발·도착 중에 발생하는 어떤 원인으로 인하여 정시 출발·도착이 이루어지지 못하고 추가적인 시간이 소모되고 있음을 의미한다. 항공지연이 발생하면 항공기를 이용하는 고객에게 직접적인 피해를 줄 뿐만 아니라 공항과 항공사의 이미지에도 부정적인 영향을 미친다[1, 2, 7, 8]. 또한 지연으로

인해 항공사에는 연평균 0.6~2.9%의 추가비용이 발생한다[8].

[그림 1]은 항공기 출발지연 요인을 나타내고 있다. 항공기 출발지연의 주요원인은 기상, 연결편 지연, 사람(항공사의 지상 직원, 승객), 공항, 지상 조업 등 총 7개의 큰 범주로 나뉜다. 이 중에서 기상, 연결편 지연도착, 공항혼잡이 큰 비중을 차지한다 [4, 5, 12, 14, 15]. 다시 말해서 지연을 발생시키는 주요 원인은 공항, 항공사, 기상 세 부분으로 나눌 수 있고, 이에 대한 분석이 필요하다.



[그림 1] 항공기 출발 지연 요인

정시성 향상을 위해 공항과 항공사는 많은 노력을 하고 있으며, 정시성 관리를 위해 사용하고 있는 측정지표는 <표 1>과 같다[7].

<표 1> 정시성 측정지표

지표	측정방법
항공기 운항율	실제운항횟수/운항계획횟수
운항 정시율	예정시간 운항횟수/총 운항횟수
운항 지연율	지연 횟수/총 출발편수
운항 결항율	결항 건수/총 출발편수
회항율	회항 건수/총 출발편수
운항실패성 비율	지연, 결항, 회항건수/총운항편, 출발편수

세계 각 공항은 공항의 특성에 따라서 정시성을 관리하고 있으며 그 중 인천공항은 다음 <표 2>와 같이 평가 기준을 두고 있다.

<표 2> 인천공항의 정시지표

항목	내용	점수
정시성 (5점)	평균 미만	-1
	90% 미만	1
	90%~92.5%	2
	92.5%~95%	3
	95%~98.5%	4
지연시간 (5점)	98.5% 이상	5
	20분 이상	1
	20분~15분	2
	15분~10분	3
	10분~5분	4
운항편수 (5점)	5분 미만	5
	일 1편 미만	1
	일 1편~2편	2
	일 2편~3편	3
	일 3편~4편	4
일 4편 이상	5	
정시율개선(5점)(*전월 대비)		
정시율 92.5% 미만 개선지수 0.05% 미만 또는 정시율 92.5%~98.5% 개선지수 -0.1% 미만		1
정시율 92.5% 미만 개선지수 0.05%~0.0% 또는 정시율 92.5%~98.5% 개선지수 -0.1%~0.0%		2
정시율 92.5% 미만 개선지수 0.0%~0.11% 또는 정시율 92.5%~98.5% 개선지수 0.0%~0.06%		3
정시율 92.5% 미만 개선지수 0.11% 이상 또는 정시율 92.5%~98.5% 개선지수 0.06% 이상		4
정시율 98.5% 이상		5

위에 인천공항의 정시성 평가기준을 보면 정시성, 지연시간, 정시율 개선, 운항편수를 고려하여 구성했지만 항공사 대상으로만 평가해서 공항의 문제를 발견하기 어렵고 다양한 지연원인을 반영할 수 없다. 그래서 항공사와 공항을 연동하여 동적으로 관리 분석할 수 있고 각 지연 원인을 반영할 수 있는 분석 방법이 필요하다.

2.2 시각적 분석에 대한 연구

시각적 분석은 오래 전부터 사용해온 분석 기법으로서 지도 위에 분석하는 것이 그 원형이다. 시

각적 분석 기법을 사용하여 통계 데이터를 분석하는 것은 이미 2세기 전부터 시작됐다[16]. 시각적 분석의 목적은 대량 데이터, 추상적인 데이터를 그래프형식으로 표현하여 간결하게 설명할 수 있도록 하는 것이다. 이 기법의 기반은 인간의 시각 인식 방식에 있다.

인간은 문자데이터보다 이미지를 볼 때 그 내용을 더 간결하고 단순하게 인식한다. 특히 많은 양의 정보를 작은 공간에 표현해야 할 때(예를 들면 컴퓨터 모니터에서) 시각적 분석은 더욱 중요해진다. 새로운 시각적 분석은 IT기술을 통하여 인간의 데이터 인식에 도움을 주고 복잡한 데이터에서의 패턴 발견을 훨씬 용이하게 해준다[18].

Tufte는 시각적 분석의 이론을 인지과학과 심리학적인 관점에서 설명하였다[16, 17]. Ware는 컴퓨터 공학의 관점에서의 시각적 분석에 기술적인 노력을 많이 들였으며[18], 이후 Few는 두 연구자의 연구를 비즈니스 분야에서 적용하여 대시보드의 개념을 제시하였다[13]. 또한 Few는 시각화의 연구와 실제 비즈니스 간의 Gap을 채우기 위해 노력하였다.

정보의 시각화는 수집된 정보를 시각적으로 표현하는 것뿐만 아니라 표현된 그래프 요소간의 관계를 설명하고 연관시키는 것이 더 중요하다. 시각적 분석을 하는데 있어 하나의 그래프 혹은 왜곡된 그래프로 해석한다면 잘못된 분석결과를 가져올 것이다. 그러나 적합한 데이터를 다양한 형식의 표현으로 제시한다면 독자는 더 쉽게 이해할 수 있고 데이터 간에 숨겨진 관계를 발견할 수 있다. 그래서 데이터에 어떤 표현 방식을 사용하는가는 더욱 중요하다. 데이터의 표현 방식은 라인, 막대, 스파크 그래프 등이 있다[13, 17].

2.3 다차원 모델에 대한 연구

E.F.Codd[1993]는 기업의 데이터 모델을 정적 모델과 동적 모델로 구분하고 OLAP을 “동적 모델로

부터 정보를 생성, 조작, 활성화, 종합하는 데 필요한 역동적 기업분석”이라고 정의하였다. OLAP을 통하여 최종 사용자는 심층 분석(Drill Down), What-if 분석, Goal-seeking 등이 가능하며 다차원적으로 데이터를 분석할 수 있다. 다차원 모델의 설계가 필수적으로 수반되어야 한다.

다차원 모델은 비즈니스 정보에 대한 논리적 모델로, 비즈니스를 표현하는 가장 자연스러운 형태이며, 전적으로 사용자의 분석목적에 맞도록 사용자 관점에서 설계되어야 한다. 다차원 모델을 구성하는 가장 기본적인 요소는 차원이며, 차원은 차원항목을 갖는다. 차원항목은 항목들의 특성을 기술하는 애트리뷰트를 가질 수 있으며, 비즈니스 룰을 반영한 관계식이 설정된다.

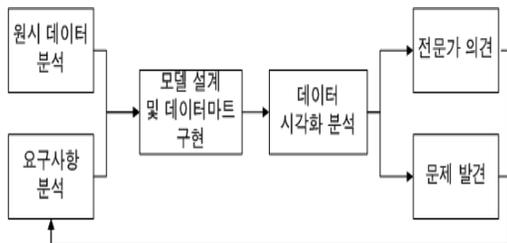
지금까지의 다차원 모델 개발 방법은 데이터 중심적, 목적 중심적, 사용자 중심적의 세 가지 방법이 있다[11]. 먼저 데이터 중심적 방법은 소스데이터를 분석하여 논리적인 데이터 스키마를 설계하는 것이다. 이 방법은 데이터의 패턴을 탐색하거나 데이터 마이닝을 할 때 주요 사용한다. 그리고 사용자 중심적 방법은 사용자의 요구 사항을 분석 프로세스에 초점을 맞추어 최종 사용자의 참여를 촉진시킨다. 일반적인 프로토타입을 개발하고 이에 대한 사용자의 요구사항을 수집 및 분류하여 프로토타입에 적용하는 방법이다. 이 방법은 특정 부서를 위한 일상 의사결정 지원시스템을 구축할 때 많이 사용한다. 마지막으로 목적 중심적 방법은 기업의 전략과 비즈니스 목적에 맞추어 데이터 웨어하우스를 구현하는 것이다.

본 연구에서는 연구의 특성에 따라 데이터 중심적 방법과 사용자 중심적 방법을 혼용하여 구축하였다. 즉 일차적으로 소스데이터와 인칭공향에서 사용중인 정시성 분석지표를 분석하여 프로토타입(데이터 마트와 분석화면)을 완성하였고 인천공항 관계자에게 프로토타입과 그 결과물을 제공하여 피드백을 얻고 그 피드백을 기초로 수정 보완 작업을 진행하였다.

3. 공항 정시운항 분석을 위한 다차원 모델

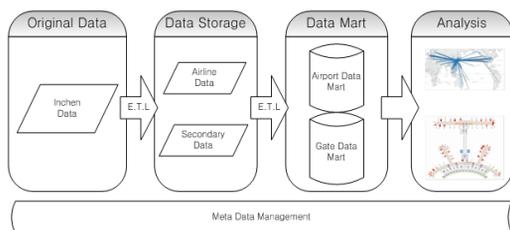
3.1 프로세스와 아키텍처

본 연구는 [그림 2]와 같은 프로세스로 진행되었다. 먼저 원시데이터의 속성분석, 사용자 요구사항 분석을 실시하였으며, 분석결과를 바탕으로 다차원모델 설계와 데이터마트를 구현하였다. 이 과정에서 시각적 분석을 위한 각 공항의 지리좌표를 추가하였고 공항 게이트의 가상 좌표를 부여하였다. 구현된 데이터마트에 시각적 분석도구를 연결하여 분석을 실시하면서 프로토타입 업그레이드를 진행하였다. 그 후에 항공운영 관계자에게 프로토타입과 그 결과물을 제공하여 피드백을 얻고, 그 피드백을 기초로 후반작업을 진행하였다.



[그림 2] 시스템 개발 프로세스

시스템의 아키텍처는 아래 [그림 3]과 같다. 먼저 원시데이터를 수집하고 파생데이터를 추가하여 분석요구에 따라서 두 개의 데이터마트를 구축하였다. 시각적 분석 툴인 TableauSoftware 5.0[19]을 이용하여 분석을 실시하였다.



[그림 3] 시스템 아키텍처

3.2 원시 데이터

본 연구를 위해 2010년 5월 19일부터 6월 19일까지 1개월간 인천공항 웹사이트에서 국제선 여객기 운항데이터를 직접 수집하였다. 수집된 데이터의 기본정보는 아래 <표 3>과 같다. 인천공항은 두 곳의 터미널로 구성되어있으며 탑승구(게이트)는 150번까지 있지만 실제 78개를 사용하고 있다. 운항 현황은 출발, 도착, 취소로 구분되어있다. 본 연구에서는 인천공항을 운항하고 있는 항공사의 코드 공유(code sharing)는 제외하고 실제 운항한 항공사의 항공편 데이터만을 사용하였다.

<표 3> 공항 운항 데이터 기본정보

구 분	내용
항공사 수	55
기간	2010년 5월 19~2010년 6월 19일
운항현황	Arrived, Departed, Canceled
운항도시	132
터미널	2
탑승구	78
출구	6
운항건수	15,588

원시데이터의 필드는 항공사, 항공편 번호, 계획 시간, 실제 시간, 운항현황, 탑승구로 구성되어있다. 이러한 정보를 상세하고 다각적으로 분석하기 위해서 주어진 필드로부터 새로운 필드(항공사 이름, 항공사 국가, 운항도시 국가 등)를 추가하였으며, 2차적 데이터(운항도시의 지도좌표, 각 게이트의 좌표)를 추가 하는 등 일련의 전처리 과정이 수행되었다.

3.3 다차원 데이터 모델링과 데이터마트 구현

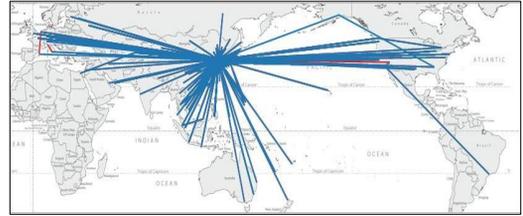
공항 정시운항 다차원 모델은 데이터를 다차원적으로 분석하기 위한 논리적인 모델구조로서 [그림 4]와 같이 구현하였다. 이 다차원 모델은 7개 차

원과 3개 측정지표를 갖고 있다. 출발지, 경유지, 도착지 차원은 대륙-국가-도시 순으로 계층구조를 가지고 있다.

공항 정시성에 영향을 많이 주는 요인 중 하나는 기상이다. 그래서 기상청 웹사이트를 통해서 5월 19일~6월 19일 인천 지역의 날씨정보를 수집하였다. 차원은 별도 기상 차원으로 추가하였다.

지도를 이용한 데이터의 시각적 표현은 사용자의 사고 프로세스에 가장 적합하다고 할 수 있다. 지도 위에 각 도시의 운항데이터를 시각적으로 분석하려면 위도 좌표와 경도 좌표를 각각 행과 열에 배치하면 된다.

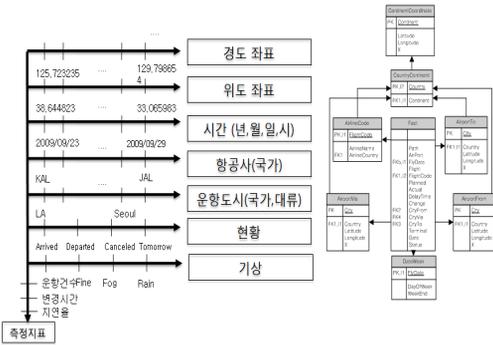
로서도 그 기능이 우수한 TableauSoftware 5.0을 사용하였다. 인천공항의 취항도시 상황은 [그림 6]과 같다.



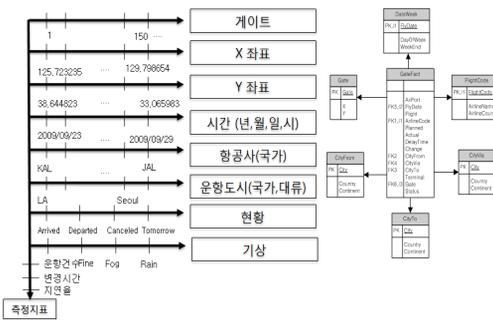
[그림 6] 인천공항 취항도시

아래는 이 틀을 사용하여 인천공항 운항 정시성 분석의 시나리오를 제시한다. 시나리오의 진행은 전체지연상황을 파악하고 지연의 요인을 발견한다. 그리고 다른 요인을 탐색한다. 추가분석을 통하여 지연으로 발생할 수 있는 다른 문제를 확인한다.

[그림 7]은 인천공항에 취항하고 있는 항공편의 출발 지연율과 도착 지연율 분석결과이다. 이에 의하면 5월 19일부터 6월 19일까지 인천공항에서 출발하는 항공편의 평균 지연율이 높음을 쉽게 알 수 있다. 인천공항의 출발 평균 지연시간은 17분이며, 평균 지연율은 47%이다. 하지만 도착 지연율은 높지 않고 평균 10분정도 일찍 도착하는 것으로 나타났다. 다시 말하면 인천공항에 운항하는 비행기 편은 평균 10분정도 일찍 도착하지만 평균 17분정도 늦게 출발하였다. 이 문제의 원인을 규명하기 위해서 아래 항공사에 대한 분석을 실시하였다.



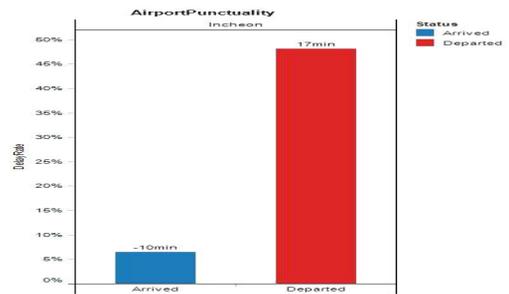
[그림 4] 정시운항 분석용 다차원모델 구조



[그림 5] 공항 게이트 분석용 다차원모델 구조

4. 분석 및 해석

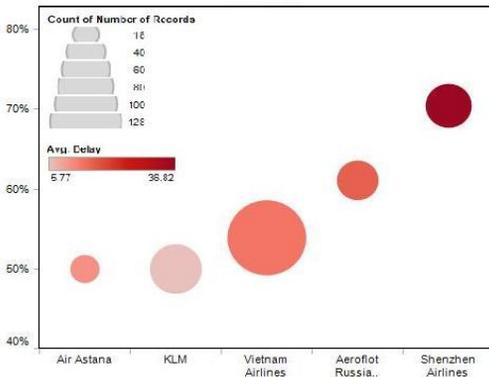
구축된 공항 정시운항 데이터마트를 시각화 분석하기 위하여 시각적 분석 툴로서 BI 분석 도구



[그림 7] 출·도착 지연율 비교

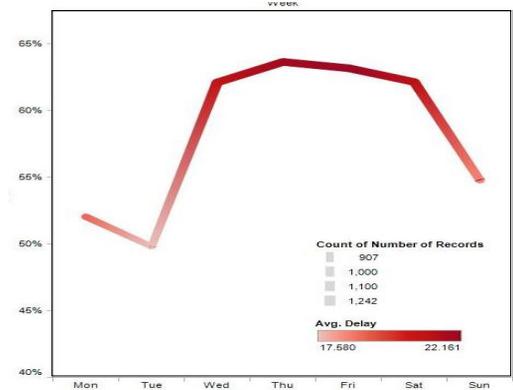
[그림 8]은 출발 지연율이 40% 이상인 항공사의 5월 19일부터 6월 19일까지의 운항 상황 분석이다. 원의 크기는 항공사별 운항 횟수를 의미하며, 원의 색상이 짙을수록 지연시간이 길다는 의미이다. 따라서 [그림 8]에 나타난 일부 항공사의 운항상황을 해석해보면 (1) Shenzhen Airlines, Aeroflot Airline, Vietnam Airlines는 항상 지연 출발하였고, (2) Vietnam Airline는 지연율이 50%이면서 운항 횟수가 많은 것을 알 수 있으며, (3) Shenzhen Airlines는 지연율이 70%이며, 지연시간이 가장 긴 것으로 분석되었다. 이 결과를 보면 Shenzhen Airlines는 출발 지연시간이 가장 길어서 탑승객들이 제일 많이 기다렸고, Vietnam Airlines는 출발 지연 항공편수가 가장 많아서 지연으로 피해를 본 탑승객수가 제일 많았다.

이런 항공사들의 지연이 항공사 문제인지 공항의 문제인지 아니면 다른 지연 요인에 의해서 발생한 것인지 규명하기 위해서 인천공항의 요일별, 시간대별 지연분석을 실시하였다.



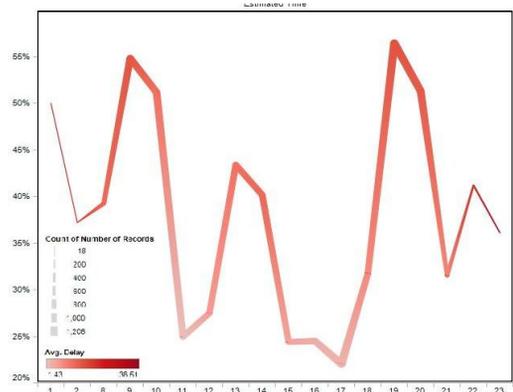
[그림 8] 인천공항 출발지연율 40% 이상 항공사

요일별 지연율 분석에서는 아래 [그림 9]와 같은 분석 결과가 나왔다. 선의 굵기는 항공편수이고 색이 짙을수록 지연시간이 길다는 의미이다. 인천공항의 출발 지연율은 수요일부터 토요일까지가 높은 것으로 나타났고 일요일, 월요일, 화요일은 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.



[그림 9] 요일별 출·도착 지연율

[그림 10]은 인천공항의 시간대별 출발 지연율 분석결과이다. 가로축은 시간대이며, 세로축은 출발 지연율이다. 선의 굵기는 운항 횟수이며, 지연시간이 길수록 짙은 색을 보인다. 이 그림은 (1) 인천공항은 아침 9시, 밤 8시에 출발 지연이 많이 발생하였고, (2) 오전 9시, 오후 1시, 밤 8시 전후로 출발 지연 운항 횟수가 많으며, (3) 밤 22시 전후로 지연시간이 길다고 해석할 수 있다.



[그림 10] 시간대별 출발 지연율 비교

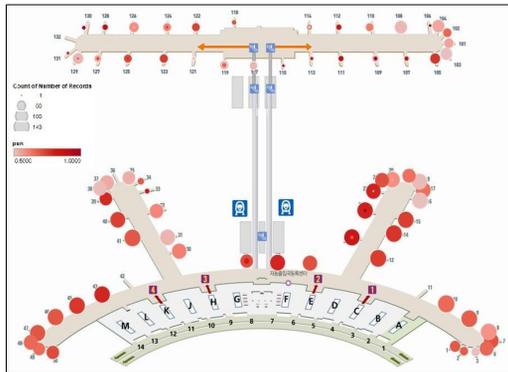
[그림 11]은 인천공항에서 취항하는 도시별 출발 지연율 분석이며, 원의 크기는 평균 지연시간을 표시하고, 지연율은 색상 농도로 표현되었다. 분석 결과는 아시아로 출발하는 항공기 편에 지연이 많이 발생하였고 유럽이나 미국으로 가는 항공

기는 지연이 많지 않았음을 알 수 있다.



[그림 11] 인천공항 취항도시별 출발지연율 비교

추가적으로 공항을 이용하는 고객이 느끼는 공항의 혼잡은 고객이 대기하는 대기실의 혼잡도에서 살펴볼 수 있다. 이런 혼잡도는 게이트에 대한 분석으로 알아낼 수 있다. [그림 12]는 인천공항 게이트의 출발지연율 분석 결과이다. 공항의 게이트는 아래쪽에서 지연이 많이 발생한 것으로 분석되었다.

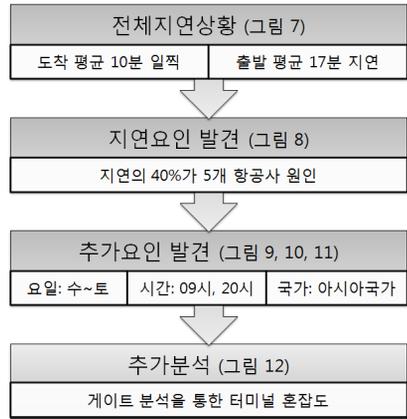


[그림 12] 게이트별 출발 지연

[그림 7]~[그림 12]의 분석 시나리오를 통해서 문제의 발생과 그 원인을 발견하기 위하여 분석을 실시하였다. 분석 시나리오를 요약하면 [그림 13]과 같다.

인천공항의 예전 통계적 리포트와 비교해보면 위의 분석 방법을 이용할 때 사용자가 정보를 탐색하기 편리하고, 지연의 원인을 규명하기 위해 드릴

다운(Drill-Down), 드릴쓰루(Drill-Through) 등의 방식을 사용하여 분석의 용이성과 조작성을 높일 수 있음을 알 수 있다. 또한 시각적 분석이 가능하여 하나의 분석화면에서 지연율, 지연시간, 지연항공편수 등의 정보를 한 번에 습득할 수 있어 정확한 지연 원인을 발견할 수 있다.



[그림 13] 분석 시나리오 요약

5. 결론 및 향후 과제

본 연구는 기존의 정시성 분석의 한계점을 극복하고자 정시성에 영향을 미치는 다양한 영향요인을 반영할 수 있는 방법론을 제시하였다. 그리고 분석을 요구하는 운영관리자가 원하는 다차원적인 시각적 분석의 가능성을 제시하였다. 인천 국제공항의 실제 여객기운항 데이터를 수집, 분석하여 이제까지 파악하지 못했던 다각적인 정보패턴을 발견하였고, 공항 게이트 혼잡도와 항공사의 지연요인을 분석하여 새로운 지연분석 방식을 도출하였다. 물론 인천공항 운항 지연의 문제를 해결하지는 못하였으나 연구의 범위가 해결방법 도출을 위한 원인분석에 필요한 데이터마트 구현과 시각적으로 데이터 분석이 가능하다는 것을 제시하는 수준은 충족하였다. 특히 기존의 통계방법이 있지만 새로운 방법을 통해서 새로운 시각으로 정보를 발견했다는 점에서 본 연구의 의미가 있다고 할

수 있겠다.

본 연구의 한계는 직접 수집하여 사용한 데이터가 단기간(1개월)의 적은 양이었다는 점이다. 이에 지속적인 데이터 분석을 통한 패턴발견이나 원인 규명에 어려움이 있어 아쉬움이 남았다. 향후에는 현재까지 개발된 프로토타입을 인천공항 관련 부서에 제시하고, 계절적 요인을 포함한 더욱 구체적인 분석을 위해 좀 더 장기간의 데이터를 요청할 필요성이 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김계섭, 조주은, “항공사 서비스품질 중요도-성과와 만족간의 관련성”, 『관광연구』, 제19권, 제2호(2004), pp.35-61.
- [2] 백운일, 박정열, 전성숙, “공항 서비스품질이 이용객 만족도에 미치는 영향에 관한 연구”, 『한국항공경영학회지』, 제7권, 제2호(2006), pp. 139-153.
- [3] 심중섭, 전기홍, “지하철 이용만족도 결정요인에 관한 실증적 연구 : 서울지역을 중심으로”, 『산학경영연구』, 제13권(2000), pp.49-66.
- [4] 유승권, 장찬혁, “국내공항의 항공기운항 침투 특성과 침투시 주기장소요 산출모델 연구”, 『유신기술회보』, 제12호(2003), pp.6-29.
- [5] 이영혁, 김은정, 김도현, “DEA 분석에 의한 아시아 공항 운영 효율성 연구”, 『대한교통학회지』, 제22권, 제4호(2004), pp.7-18.
- [6] 이재학, “국내 철도물류 이용실태 및 개선방안 연구”, 『한국물류학회지』, 제16권, 제4호(2006), pp.89-114.
- [7] 장대성, 김영택, 전순란, “인천국제공항 서비스품질 평가에 관한 연구”, 『경영학연구』, 제32권, 제4호(2003), pp.983-999.
- [8] 조경희, “항공사 이미지 요인이 고객만족 재방문의도 추천의도에 미치는 영향에 관한 연구”, 『Tourism Research』, 제27호(2008), pp. 181-199.
- [9] 지원석, 박상범, “고객이 항공사 선택시 중요시하는 요인에 대한 연구”, 한국항공경영학회 추계학술발표대회, 2005.
- [10] 황치영, “시내버스 정시성 확보방안”, 『도시문제』, 제33권(1998) pp.98-107.
- [11] List, B., “A Comparison of Data Warehouse Development Methodologies Case Study of the Process Warehouse”, *DEXA*, (2002), pp. 203-215.
- [12] Booz, A., “Punctuality : How Airlines Can Improve On-Time Performance”, *White paper*, 2001.
- [13] Few, S., *Information Dashboard Design : The Effective Visual Communication of Data*, O'Reilly, 2006.
- [14] Jonathan, P. Caulkins., Arnold, Barnett., “The On-Time Machines : Some Analyses of Air-line Punctuality”, *Operations Research*, Vol. 41, No.4(1993), pp.710-720.
- [15] Markovic, D., T. Hauf, P. Rohner, and U. Spehr, “A Statistical Study of the Weather Impact on Punctuality at Frankfurt Airport”, *Royal Meteorological Society*, Vol.15, No.2 (2008), pp.293-303.
- [16] Tufte, E., *The Visual Display of Quantitative Information*, Graphics Press, second edition, 2001.
- [17] Tufte, E., *Visual Explanations : Images and Quantities, Evidence and Narrative*, Graphics Press, second edition, 1997.
- [18] Ware, C., *Information Visualization : Perception for Design*. Morgan Kaufmann, second edition, 2004.
- [19] Tableau Software, www.tableausoftware.com.
- [20] 인천공항 웹 사이트, www.airport.kr.

◆ 저 자 소 개 ◆

**조 재 희 (mis1@kw.ac.kr)**

연세대학교에서 경영학 학사, Miami University(Ohio)에서 경영학 석사, University of Nebraska at Lincoln에서 경영정보학 박사를 취득하였다. 펜타시스템테크놀로지과 엘지씨엔에스에서 컨설턴트로 근무하였고, 현재 광운대학교 경영학부 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 데이터자산의 전략적 활용, 다차원모델링, OLAP, 데이터웨어하우스, 비즈니스 인텔리전스, 시공간데이터 분석 등이다.

**이 덕 규 (jerrykn@kw.ac.kr)**

청다오대학교에서 경영정보학 학사, 광운대학교 일반대학원에서 경영학 석사 학위(경영정보 전공)를 취득하였다. 현재 광운대학교에서 경영정보학 전공으로 박사과정에 재학 중이다. 주요 관심분야는 비즈니스 인텔리전스, OLAP, 데이터웨어하우스 등이다.