

항공산업의 수익관리모형에 대한 조사연구

Overview of Airline Revenue Management Models

이광렬, 홍기성

고려대학교 정보경영공학부

Abstract : The practice of revenue management has become increasingly important in a number of industries, notably in the airline, hotel, and rental car industries. A common interest of these industries is to maximize their revenue by developing a variety of products from perishable and limited resources over a finite time horizon. This paper provides review of revenue management models and classifies them with 2 different criteria. Finally, this paper concludes with several promising future research topics.

1. 서론(Introduction)

수익관리(Revenue Management)는 시간이 지남에 따라 가치가 소멸되는 제품(Perishable)을 소비자가 원하는 시기에 합리적인 가격으로 판매함으로써 매출을 증대시키는 것이다.

1978년 미국의 항공업에 대한 규제가 풀리면서 가격경쟁이 주요한 경쟁방법으로 등장하였다. 이때 군소항공사의 저가 공세에 효과적으로 대응하기 위하여 대형 항공사들은 까다로운 조건이 붙은 값싼 가격의 항공운임을 만들어 냈다. 그 후로 동일한 서비스를 받는 좌석에 수많은 종류의 가격이 형성되었다. 뿐만 아니라 가격규제가 풀린 후에는 공시가와 별도로 수많은 프로모션 운임(Promotion Fare)이 만들어졌다. 하지만 항공편 좌석 공급이 수요의 변동폭을 모두 흡수할 수 없으므로 어떤 경우에는 승객을 거절해야 하고, 어떤 경우에는 항공편 좌석이 비기도 한다.(김선자, 1998) 이러한 환경에서 가격 경쟁을 하면서 수익을 극대화

하기 위해서는 수요초과 시 승객을 선별적으로 받고, 공급초과 시 가격 정책을 통해서 수요를 창출할 수 있어야 한다.

항공사에 있어서 수익관리(Revenue Management)란 기존 항공편 스케줄과 운임 구조 하에서 회사의 수익을 극대화할 수 있도록 예약 좌석을 통제하고 관리하는 것이라고 할 수 있다.(Smith and Leimkuhler, 1991) 따라서 항공사의 시장 규모와 그 복잡성을 고려할 때 체계적이고 효과적인 좌석 통제가 얼마나 복잡하고 어려운 일인가를 짐작할 수 있다. 따라서 항공사는 컴퓨터의 도움 없이는 재고관리의 최적화가 어렵다. 이러한 항공사의 수익관리 시스템은 IT의 발전에 따라 정교화되고 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 항공운송산업에서 적용되고 있는 수익관리 모형의 주요연구를 정리하여 소개하며, 특히, 항공사의 입장에서 자원(Resource)은 좌석(Seat)이 되고 상품(Product)은 각 비행구간인 여정(Itinerary)이 되므로, 수익관리문제 중 좌석할당모형

(Seat allocation)과 구간통제(Segment Control) 문제를 중심으로 기존의 연구모형들을 분석하고 이에 대한 분류틀(Taxonomy)을 제공한다.

본 논문의 나머지 구성은 다음과 같다. 2절에서는 항공사 수익관리에 고려되는 주요 요인들에 대해 설명한다. 3절에서는 수익관리의 문제에 대한 기존의 연구모형에 대한 소개와 분류틀(Taxonomy)을 나타낸다. 4절에서는 수익관리모형의 추후 연구에 대한 몇몇 제안을 한다.

2. 수익관리의 연구요소(The research elements of Revenue Management)

수익관리를 적용하기 위해서는 여러 가지 제약조건이 만족되어야 한다. 우선 제공 가능한 공급량이 고정되어 있고, 추가적인 공급을 위해서는 많은 비용과 시간이 소요되는 특성이 있다. 즉, 서비스 제공시점에서의 공급능력을 증대하기 위해 많은 비용과 시간이 소요된다. 또한, 항공기수, 노선일정, 운항 횟수, 승무원 할당 등도 제약조건이 된다. 이밖에도 초과예약으로 탑승거절에 따른 비용 등이 있다.

1992년, Weatherford와 Bodily는 수익관리를 다루는 요소를 Table 1과 같이 분류하고 있다. Table 1의 수익관리 분류에 대해 항공운송산업의 관점에서 살펴보면 항

Table 1. 수익관리 연구요소 (Lawrence R. Weatherford and Samuel E. Bodily, 1992)

요소 (Resources)	유형 (Descriptors)	내용(Contents)
자원(Resource)	이산형(discrete) / 연속형(continuous)	수익관리모형에 적용될 수 있는 자원을 말함. 항공기 좌석은 이산형이며, 전기과 통신은 연속형이다
용량(Capacity)	고정적(fixed) / 가변적(non-fixed)	서비스 제공시점에서 최대용량. 즉, 항공기 경우 고정적인 좌석을 가지며, 렌터카인 경우 차량수가 변동될 수 있다
가격수준(Prices)	사전에 정의 / 모형에 의한 최적	사전에 정의된 일괄적인 가격제공과 수익관리 모델 적용으로 최적가격을 제공하는 경우
요금 의사 지불(Willingness to Pay)	지불(build-up) / 포기(draw-down)	제공시점에 따른 요금지불의사를 말함. 즉, 수요가 증가하는 경우 높은 가격 임에도 불구하고 요금을 지불하는 경우(build-up), 수요가 하락하는 경우에 낮은 가격임에도 포기하는 경우(draw-down)
예약 수요(Reservation Demand)	확정적 수요 / 확률적 수요 / 요금 수준에 따른 종속적 수요	복수요금을 고려한 소비자의 수요를 말함
할인요금수요와 정상요금수요의 탑승(Show-up of Discount and Full-Price Reservations)	확실성을 고려 / 취소와 예약부도를 고려한 불확실성 고려	각각의 요금에 대한 수요의 특성을 말함
그룹 예약(Group Reservation)	고려한다 / 고려하지 않는다	그룹 단위의 예약을 말함
수요 전이(Diversion)	고려한다 / 고려하지 않는다	할인좌석이 많아 높은 가격을 지불한 사람이 낮은 가격으로 이동하려는 수요를 말함
초과 예약 처리(Bumping Procedure)	고려하지 않는다 / 일반 요금 / 할인요금 / 선착순(First Come First served, FCFS)	초과예약된 승객을 처리하는 방법
좌석 할당 방식(Asset Control Mechanism)	구분(Distinct) / 네스팅(nested)	일반요금좌석과 할인요금좌석의 통제 방식
의사 결정방식(Decision Rule)	정태적(static) / 동태적(dynamic)	수요의 변동에 따라 좌석용량할당 조절을 고려/고려하지 않음

공기 좌석이 자원이 되며, 이러한 좌석은 이산형의 특성을 지니게 된다. 용량은 각 항공기의 종류에 따라 고정된 용량을 지니며, 비행구간에 따라 단일 비행구간과 복수 비행구간을 가정한다. 또한 비행구간에 따른 가격 수준을 일반요금과 할인요금으로 제공될 수 있으며, 예약 기반으로 이루어지는 항공사의 입장에서 단체고객과 개인고객의 예약을 허용하여 최적화 된 좌석할당 모형을 적용한다. 이밖에도 초과예약(Overbooking)방식에 따른 취소(Cancellation)와 예약부도(No-Show) 등이 주요요인으로 고려되고 있다.

본 연구에서는 항공사 수익관리 모형에 대한 기존 연구들을 분석하고 좌석재고관리 모형과 구간제어모형으로 나누어 개별적으로 분석하고 분석된 모형의 특성과 가정을 바탕으로 관련된 연구들을 분류하였다.

3. 항공사 수익관리의 대한 분류틀(The Taxnomy of Revenue management)

일반적으로 수익관리모형은 요금수준별 좌석 할당 문제(Seat Allocation)와 초과예약한계(Overbooking Limit)결정문제가 주로 다루어져 왔지만 네트워크의 효과가 점차적으로 중요해 짐에 따라 기존의 단일노선에 대한 좌석통제는 네트워크를 고려한 수익관리를 제대로 설명할 수 없기 때문에 본 연구에서는 좌석재고 관리 모형과 초과예약 모형 그리고 네트워크를 고려한 구간통제

(Segment Control)를 가지고 중심으로 분석한다.

3.1 좌석재고관리모형(Seat Allocation)

수익관리(Revenue Management)의 좌석재고 관리모형은 추정된 수요를 가지고 전체계획동안 동일하게 좌석을 할당하는 정태적 모형(Static)과 매시점마다 좌석판매량을 달리 적용하여 좌석을 할당하는 동태적 모형(Dynamic)으로 연구가 진행되었다.

이러한 정태적 모형(Static) 중에 하나인 Littlewood모형은 할인요금 수요가 일반요금수요보다 먼저 발생한다는 가정 하에 미래에 발생할 수 있는 정상요금 예약의 기대수익보다 현재 요구된 할인요금의 수익가치가 더 크다면 할인요금 예약은 수용되어야 한다고 제안하였다. 이밖에도 복수요금 등급의 기대한계수익(Expected Marginal Seat Revenue, EMSR)을 고려한 Bellobaba(1987) 모델은 일반요금에 대한 고객의 예약수요는 할인요금 좌석의 예약가능성에 영향을 미치지 않는다고 보고 할인요금의 예약을 거절해야하는 경우, 할인좌석 할당을 기대한계분석(정상등급 한계좌석으로부터의 기대수입과 할인등급 요금의 비교)을 통해서 제시하였다. 기존의 이러한 정태적 모형보다 수요의 변동에 따라 좌석용량할당을 조정함으로써 최대 수익을 얻을 수 있는 동태적 좌석할당모형인 Subramanian의 모형은 마코브 모델

Table 2. 수익관리모델에 대한 분류

자원(Resource)	좌석(Seat)재고 관리 모형	정태적(Static)	Littlewood [8] Belobaba [5][6]	
좌석(Seat)		동태적(Dynamic)	Subramanian [12]	
상품(Product)	초과예약모형 (Overbooking)	정태적(Static)	Thompson [14] Rothstein [10]	
구간(Segment)		출발-목적지제어 (Origin-Destination control)	Bid-price	Chatwin [7] Alstrup et al. [3]
				Simpson [11] Williamson [16] Talluri and Rynzin[13]

(Markov Model)을 접목하여 동일한 요금 수준의 수요가 발생할 확률이 시간적으로 다르게 될 수 있음을 고려하여 서비스가 제공되는 시점까지 기대이익이 최대가 될 수 있는 모형을 연구 하였다.(Subramanian and Lautenbacher, 1999)

3.2 초과예약모형(Overbooking)

수익관리 문제와 관련한 주요 연구들은 초기에는 초과예약에 대한 통제를 중심으로 이루어 졌다. 초과예약 추정치는 출발 전까지 나타나는 승객수의 확률분포를 예측함으로써 산출되었는데, 이러한 소비자의 주요 행동변수인 수요(Demand), 예약취소(Cancellation), 예약부도(No-show)를 고려해야 함으로 동적계획법(Bellman Equation)이나 마코브 모형(Markov Chain) 이론이 적용되었다. 이러한 통계적 모델은 1970년 이전(Beckmann,1958, Tompson, 1961, Taylor,1962)에는 동적계획법을 고려하지 않은 초과 예약 모형을 연구하였고, 이후 Rothstein(1974)은 초과예약에 대한 문제를 해결하기 위해서 마코브의 동적 계획법을 적용하여 아메리칸 항공(American Airline)에 시험 적용 결과를 제시하였다. 이후 Chatwin(1993)은 복수요금 등급을 고려한 초과예약 모형을 연구하였다. 또한 Alstrup et al.(1986)의 단일노선에 대한 복수요금을 고려한 모델을 스칸디나비아 항공(Scandinavian Airline System, SAS)에 적용시켜 수익증가를 창출하였다.

3.3 구간통제(Segment Control)

1980년대 이후에는 수익관리에 있어서 네트워크의 효과가 점차적으로 중요해 졌다. 그 이유는 허브 앤 스포크(Hub and Spoke System) 네트워크의 확장으로 다른 비행편과 연결되는 여행일정의 수를 급진적으로 증대시켰기 때문이다.

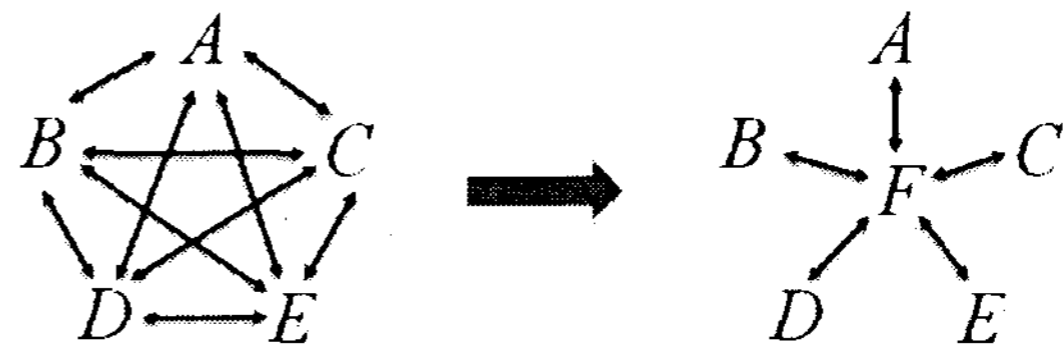


그림 1. Hub and Spoke로 인한 구간 변경

위의 그림처럼 총 20구간이었던 것이 네트워크의 확장으로 인해서 10가지의 경로로 축소할 수 있다. 이러한 네트워크를 고려한 효과는 지금까지의 단일노선에 대한 통제로는 제대로 설명할 수가 없다. 본 연구는 이러한 구간통제에 대한 접근법 중 Bid-Price 연구를 중점적으로 분석한다.

Bid-price란 네트워크상에서 출발-목적지(Origin-Destination)에 대한 가치를 말한다. 이러한 Bid-price는 전체 여정(Itinerary)에 대한 단일구간(Single-leg)과 복수구간(Multi-leg)을 고려하여 입찰가격의 총합이 제공되는 운임(Origin-Destination Fare, ODF)을 넘을 경우 그 구간을 제공하고, 반대로 입찰가격의 총합이 제공되는 운임보다 낮다면 그 등급은 예약에 대해 제공하지 않는 기법이다. 이러한 접근법은 좌석에 대한 할당량(Capacity)과 ODF의 상태(예약에 대한 open/close)를 고려하는 것이다. 더욱이 좌석보호수준인 네스팅(Nesting) 또한 만족하게 된다. Bid-price는 Simpson(1989)에 의해 처음으로 제안되었고 이후 Williamson (1992)에 의해 더욱 연구가 진행되었다. 이후 Talluri and Ryzin(1998)은 기존의 Bid-price가 지닌 문제점을 분석하고 점근적인 방법을 통해서 최적의 모델을 제시하였다.

4.결론(Conclusion)

수익관리 시스템에 관한 연구와 개발은 좌석할당모형과 초과예약 모형, 구간통제 모형으로 진행되어져 왔다. 또한 대부분의 연구가 문제의 복잡성으로 인하여 단일노선을

고려한 연구에 치중되어왔다. 하지만, 최근 허브 앤 스포크(Hub and Spoke System) 네트워크 확장으로 인해 기존의 단일노선에 관한 연구들은 네트워크를 고려한 모델에 적용하지 못하고 있는 실정이다.

본 연구는 이러한 수익관리에 관한 연구를 분석하고, 관련 연구를 분류하였다. 하지만 기존의 연구들은 오늘날의 현실문제에 부분적으로 적용될 뿐 최적의 방법을 제시하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 기존 연구 분석을 바탕으로 앞으로의 연구 방향에 대해 몇 가지를 제안한다.

최근의 연구는 수요에 따른 요금수준 결정과 좌석용량할당을 동시에 고려하는 Joint Pricing/Allocation 모형에 대한 연구가 진행되고 있다. 따라서 수익관리 모형에 관하여 지금까지의 연구를 바탕으로 지속적으로 다양한 분야로 확장하면서 수요에 따른 요금수준 결정과 좌석용량할당을 동시에 고려하는 모델(Joint Pricing/Allocation)에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

일반적으로 기존의 연구들은 고정 용량(Fixed-Capacity)과 단일구간(Single-leg)만을 고려한 문제들을 연구해 왔다. 이러한 기존의 연구들은 오늘날의 네트워크를 고려한 수익관리 모델에서는 적용되기 힘들다는 것을 알 수 있다. 네트워크를 고려한 문제 접근 방법은 아직 연구가 미흡하며 최적의 분석 방법이 개발되지 않고 있어 이에 대한 연구가 활발히 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 윤문길, 이희영, 항공사 수익경영모형에 관한 조사연구, 한국경영과학회지, 제30권 2호, 2005, pp.41-61
- [2] 김선자, 혁신적인 경영기법 수익관리(Revenue or Yield Management)에 관한 고찰, 고려대학교, 1998
- [3] Alstrup, J., Andersson, S.E., Boas S., Madsen, O.B.G., Booking Control Increases Profit at Scandinavian Airlines, *Interfaces*, Vol.19, 1989, pp.10-19
- [4] Bodily, S., Weatherford, L., Perishable-Asset Revenue Management : Generic and Multiple-Price Yield Management with Diversion, *Omega*, Vol.23, 1995, pp.173-185
- [5] Belobaba, P.P., Airline Yield management : An overview of seat inventory control, *Transportation Science*, Vol.21, 1987, pp.63-73
- [6] Belobaba, P.P., Application of a probabilistic decision model to airline seat inventory control. *Operations Research*, Vol.37, 1989, pp.183-197
- [7] Chatwin, R.E., Optimal Airline Overbooking, Ph.D. Thesis, Stanford University, 1992
- [8] Littlewood, K., Forecasting and Control of Passengers. *12th AGIFORS Symposium*, 1972, pp.95-128
- [9] Robinson, L.W., Optimal and Approximate Control Policies for Airline Booking with Sequential Non-monotonic Fare Classes. *Operations Research*, Vol.43, 1991, pp.252-263
- [10] Rothstein, M., Operation Research and the Airline Over-booking Problem, *Operations Research*, Vol.33, 1985, pp.237-248
- [11] Simpson, R.W., Using Network Flow Techniques to Find Shadow Prices for Market and Seat Inventory Control. MIT, Cambridge, MA, 1989
- [12] Subramanian, J., Stidham Jr., S. and Lautenbacher, C.J., Airline

- Yield Management with Overbooking, Cancellation, and No-show. *Transportation Science* Vol.33(1999), pp.147-167.
- [13] Talluri. K., Ryzin. G.V., An Analysis of Bid-price Controls for Network Revenue Management. *Management Science*, Vol.44, 1998, pp.1577-1593
- [14] Thompson, H., Statistical Problems in Airline Reservation Control. *Operations Research*, Vol.12, 1961, pp.167-185
- [15] Weatherford, L., Bodily, S., A Taxonomy and Research Overview of Perishable-Asset Revenue Management, *Operations Research*, Vol.40, 1992, pp.831-844
- [16] Williamson, E.L., Airline Network Seat Control. Ph.D. Thesis, MIT, Cambridge, MA, 1992