

## 계층화 의사결정법(AHP)을 이용한 여객기의 기종 선정에 관한 연구

### A Study on the Application of Analytic Hierarchy Process to the selection of Airliners

은 희 봉<sup>1</sup>    김 봉 선<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국항공대학교 항공운항학과    <sup>2</sup>인하대학교 산업공학과

#### Abstract

This paper was studied to present a model for the application of AHP to the selection of airliners. For this study, a questionnaire was developed in respect to the criteria of airliner and given to 80 airline pilots and 30 maintenances in airlines to ask their opinions about the candidates for the middle-range airliners. The AHP software developed by Korean Advanced Institute of Science Technology (KAIST) was used to process the data. The result was analyzed by the criteria of selecting airliners and the several alternatives for the middle-range airliners.

#### I. 서론

항공사나 군 또는 항공기를 운영하는 기관에서 새로운 항공기를 구입시 그 운영목적에 합당한 기종을 선정하는 것은 전형적인 다기준의사결정의 문제이다. 다수의 유사한 성능 또는 가격의 항공기를 경제성, 안전성, 정비성, 환경요인, 기술과급효과 등의 기준들을 종합적으로 심도있게 고려하여 효과적으로 선정하여야한다. 현재 국내선에 투입되는 민항공 여객기들이 국내 항공로선의 거리, 지선 공항들의 활주로길이 등에 비추어 고성능인 중·대형 제트항공기로 경제성이나 안전성에 적합치 못하다는 지적이 있다. 따라서 이러한 항공기의 기종을 선정시 다수의 전문가 집단의 의견을 종합할 수 있다면 실패의 확률을 줄일 수 있을 것이다.

그러나 현재 대부분의 항공사나 소규모 항공기 운영기관들의 경우 기종선정을 위한 특별한 절차나 규정을 가지고 있지 않으며 주로 임원회의나 경영자의 결정에 의거하고 있는 실정이다.

본 연구는 대당가격이 수백억 또는 천억대에 이르는 대형여객기의 기종선정시 다기준의사결정(MCDM; Multiple-criteria decision making)방법의 하나로서 1970년대초에 T.L. Saaty에 의해 개발되어 현재 많은 이론 및 응용연구가 진행되고 있는 계층화 의사결정법(AHP; Analytic Hierachy Process)을 이용한 모델을 제시하고자 하였다.

#### II. 본론(계층화 의사결정법(AHP)에 의한 문제의 해결)

##### 2.1 평가대안의 설정

이 연구를 위한 평가대안은 현재 민항공사의 중거리용으로 부각되고 있는 보잉사의 737 계열(B737-500, 600, 700, 800)과 에어버스의 A320 계열(A320-200, A321-100, A321-200)로 하였다. (표 2-1)

##### 2.2 평가기준의 설정

여객기의 기종선정 대안을 평가하기 위한 평가기준은 "계층화 의사결정법을 이용한 전투기의 기종선정에 관한 연구" 논문과 A항공사의 기술기준팀 관계관들의 자문을 받아 6개의 주 항목과 17개의 세부항목으로 구분하여 (표 2-2)와 같이 설정하였다.

##### 2.3 의사결정 계층도 작성

도출된 평가대안 및 평가기준을 기초로 하여 AHP의 의사결정 계층도를 [그림2-1]과 같이 작성하였다. 최상위 계층에는 의사결정 문제의 일반적 목표인 기종선정 문제가 위치하고, 계층2와 계층3에는 평가기준이 위치하며, 최하위 계층에는 평가대안이 위치하게 된다.

<표2-1> 평가대안 항공기의 제원 및 성능

기종	B-737 Series				A-320 Series					
	B737-600	B737-700	B737-800	B737-900	A-319	A-320	A-321	A321-200		
제조사	Boeing	Boeing	Boeing	Boeing	Airbus	Airbus	Airbus	Airbus		
가격 (million \$)	40	45	55	58	35	39	48	51		
일반 성능	기장 (m)	31.2	33.6	39.5	42.1	33.8	37.6	44.5	44.5	
	기고 (m)	12.6	12.6	12.6	12.6	11.8	11.8	11.8	11.8	
	기폭 (m)	34.2	34.3	34.3	34.3	34.1	34.1	34.1	34.1	
	자중 (Kg)	36,900	38,010	41,080	42,460	39,900	41,600	47,500	71,500	
	최대 이륙 중량 (Kg)	65,540	70,080	79,010	79,010	64,000	73,500	83,000	89,000	
	연료 탑재량 (liter)	26,025	26,025	26,025	26,025	21,285	21,285	23,700	23,700	
	엔진 모델	CFM56-7	CFM56-7	CFM56-7	CFM56-7	V2500	V2500	V2500	V2500	
	엔진 제작사	CFMI	CFMI	CFMI	CFMI	IAE	IAE	IAE	IAE	
	엔진 추력 (lb)	22,000	24,000	27,300	27,300	22,000	25,000	30,000	33,000	
	화물 탑재량 (m)	20.4	27.3	44	51.9	27.6	38.8	51.8	51.8	
	순항 성능	항속거리 (nmi)	3,150	3,300	2,950	2,765	2,000	2,850	2,350	3,000
		항속속도 (Mach)	0.785	0.785	0.785	0.785	0.82	0.82	0.82	0.82
		최대 비행 고도	39,700	38,150	35,950	36,000	39,000	39,000	39,000	39,400
이착륙 성능	활주로 요구 강도 (ACN)	34	38	46	46	33	40	46	46	
	이륙거리	5,840	6,300	7,570	8,200	5,500	6,300	6,500	7,140	
	착륙거리	4,410	4,700	5,440	5,590	3,980	4,400	5,120	5,190	

<표2-2> 평가기준의 요약

주항목	세부항목	요약
1. 경제성	1.1 구입비	항공기 최초 구입시 투자되는 비용
	1.2 유지비	항공기 운영에 필요한 경비의 단가. 연료소모율, 엔진성능, 경소재 사용에 따른 무게감소 등에 따라 변화
	1.3 감가상각	항공기 수명이나 신기종 개발후 효율감소에 따른 감가상각비
2. 운용성	2.1 시장변화 수용도	승객/화물 변화 등에 따른 시장수요 변화에 대처할 수 있는 설계변형 용이도 및 Series별로 시장대처 유연성 등
	2.2 승객서비스 편의성	항공기 내부의 인테리어 및 각 Class 배분에 따른 Seat 배열, 또는 승무원들의 승객서비스 편의성 등
	2.3 지상조업 용이성	승객 탑승/하기의 편의성 및 신속성이나 화물탑재 및 하기 시스템, 연료나 승객 서비스 용품의 탑재 등 지상조업의 용이도와 신속성
	2.4 신기술 적용도	각 시스템에 대한 진보된 신기술의 적용도 및 GPS, FMS 등의 신항법장치의 활용도, 또는 엔진 성능향상에 따른 ETOPS의 적용도 등
3. 항공기 성능	3.1 이착륙성능	이착륙에 필요한 활주로길이(Field Length)를 포함한 이착륙성능 및 필요 활주로강도(Runway Loading) 등
	3.2 순항성능	초기 순항고도, 최대순항고도, 경제적 순항속도, 순항거리를 포함한 순항성능
	3.3 승객/화물 탑재능력	항공기에 탑재할 후 있는 승객이나 또는 탑재 가능한 화물의 용량.
4. 정비성	4.1 정비의 용이도	항공기 정비를 위한 기술의 난이도 및 사용 시스템에 따른 정비 또는 점검주기 등의 문제
	4.2 보유기술의 활용도	회사가 기 보유하고 있는 동일계통의 기종 등에 따른 축적된 보유기술의 활용도
	4.3 세계적 지원망	항공기 제작회사가 가지고 있는 정비기술, 부품 등을 지원할 수 있는 세계적인 지원망(Network)
5. 안전성	5.1 시스템 신뢰도	항공기내 각 시스템에 있어서 Back-Up SYS를 포함한 Fail-Safe 개념의 적용도 등 신뢰성의 문제
	5.2 조종석 설계	조종석 계기판, 조종장치(Flight Control) 및 각종 SYS Control 장치가 얼마나 인간중심적(Human Factors)이며 인적과실(Human Errors)을 방지할 수 있는가의 문제
	5.3 조종시스템 안전성	조종장치(Flight Control) 시스템(예; FLY By Wire 등)에 따른 신뢰도 및 이·착륙, 상승, 순항중의 조종성(Controllability), 안정성(Stability), 기동성(Maneuverability)의 문제
6. 환경	6.1 환경오염	항공기의 엔진형태, 용량 등에 따른 대기오염과 환경친화적 재사용 소재의 사용 등의 환경오염에 대비한 기술의 적용 문제
	6.2 항공기 소음	항공기 소음에 따른 피해를 방지하기 위한 기술의 적용도

2.4 평가기준의 쌍별 비교 및 가중치 도출

[그림2-1]의 의사결정 계층도에 따라 평가기준들에 대한 판단행렬(Judgement matrix)을 작성하기 위해서는 평가기준들간의 쌍별비교가 필요하며, 본 연구에서는 이러한 쌍별비교를 위한 자료를 위하여 K항공사 및 A항공사에 근무하는 조종사(기장/부기장)에게 80부, 정비사에게 30부 등 총 110부를 배포하였으며 이중 94부가 회수되었다. 총 응답자 94명 중 일관성비율(Consistency ratio)이 양호한(CR < 0.1) 45부를 자료분석에 이용하였다. 쌍별 비교는 Satty의 9점 척도를 이용하여 평가하였으며, 그룹평가자료의 종합방법으로는 기하평균법을 이용하였다. 즉, 각 개인의 자료를 기하평균한후 새로운 행렬을 작성하여 한국과학기술원이 개발한 AHP 소프트웨어를 이용하여 가중치를 도출하였다.

III. 평가결과의 분석

3.1 평가기준의 상대적 중요도.

여객기의 구입시 기준을 선정하기위한 6가지의 주 평가기준에 대한 상대적 중요도의 우선 순위는 안전성(51.6%), 항공기성능(15.5%), 정비성(11.9%), 환경친화성(7.1%), 경제성(6.9%), 운용성(6.9%)의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 많은 승객을 탑승하고 비행하게되는 여객기의 경우에 안전측면에 대한 중요성은 매우 높게 인식되어야 하며, 특히 최근의 빈번한 여객기 사고와 무관하지 않은 것으로 생각된다. 한편, 안전성에 있어서는 조종석시스템의 안전성(55.8%), 시스템 신뢰도(32%), 조종석 설계(12.2%)의 순으로 나타났으며, 항공기 성능면에 대하여는 이착륙성능(69.1%), 승객/화물 탑재능력(16%), 순항성능(14.9%)의 순으로 평가되었다. 또한 상대적으로 높은 중요도를 나타낸 환경친화성(7.1%)은 최근에 널리 인식되고 있는 환경에 대한 높은 관심을 반영한 결과로 보여진다.

3.2 평가대안의 상대적 중요도

이번 연구에서 중거리형 여객기의 평가대안인 B737 Family와 A320 Family 기종에 대하여 조사에 응하였던 전문가 집단(민항공 기장/부기장 및 정비사)은 B737Family 62%, A320Family 38%로 선호도를 나타내었다. B737 Family 기종에 대하여는 유지비, 지상조업용이도, 보유기술의 활용, 세계적 지원망시스템 신뢰도에서 높은 가중치를 나타냈으며, A320 Family 기종은 구입비, 신기술 적용도, 승객/화물 탑재능력, 조종석 설계에서 높은 가중치를 나타내었다.

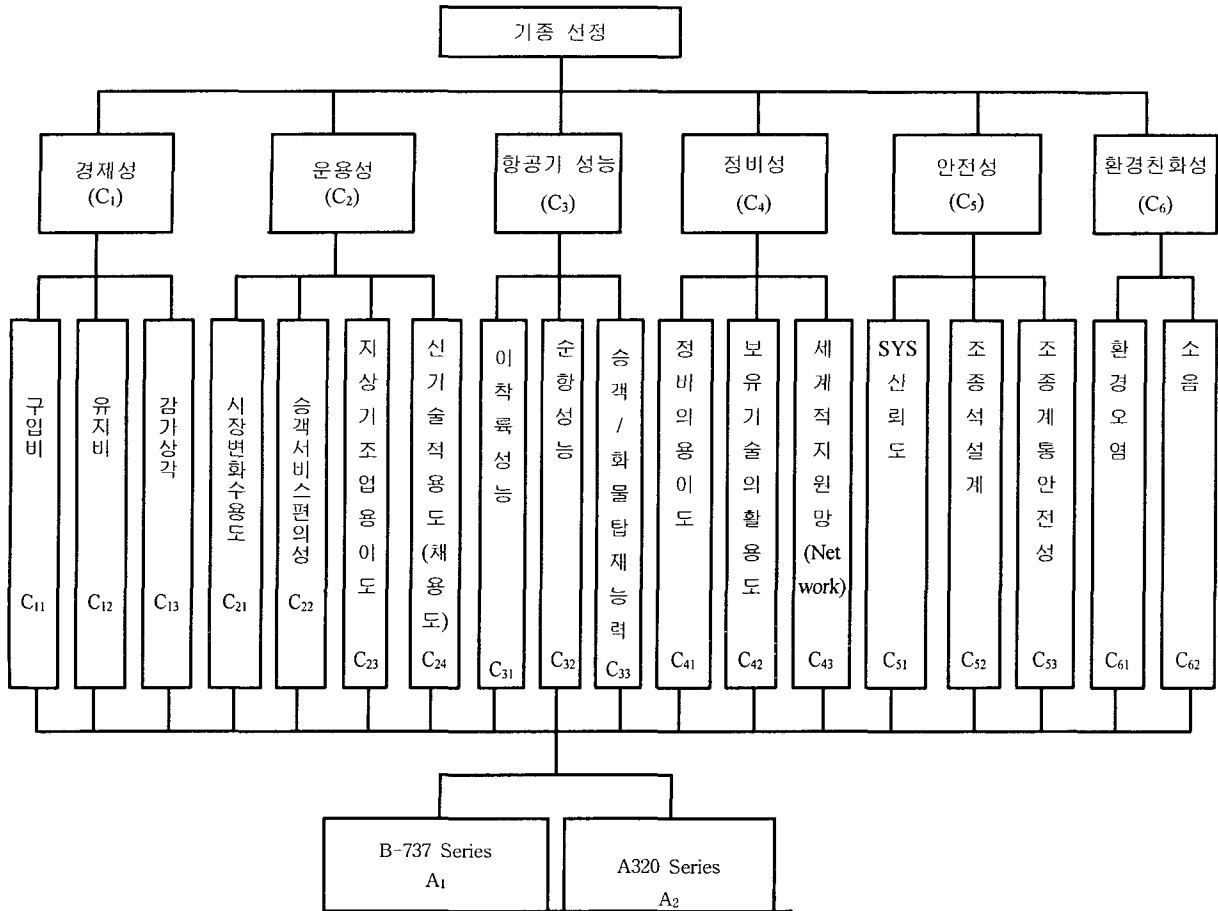
IV. 결론

이 연구는 여객기의 구입시 그 운용목적에 합당한 기준을 선정함에 있어 다기준의사결정법으로서 계층화 의사결정법의 활용방안을 제시하고자 하였다. 즉, 여객기의 기종선정시 전문가 집단의 의견을 계층화 의사결정법에 의거 반영함으로써 소수에 의한 비전문가적 의사결정에서 오는 실패의 확률을 줄일 수 있도록 그 모델을 제시하는데 그 목적이 있다.

이를 위해 이 연구에서는 평가자들의 판단자료를 계량화하기 위하여 Satty의 9점 척도를 사용하였으며, 또한 평가요소들의 가중치를 도출하기 위하여 고유치방법(Eigenvalue Method)과 그룹평가에 있어서 다수 전문가들의 평가자료를 종합하기 위하여

<표2-3> 가중치 계산 결과

의사결정 목표 (Level 1)	평가기준 (Level 2)	평가기준 (Level 3)	Level 3 가중치	평가 대안 (Level 4)		
				B737 Family	A320 Family	
기종 선정	경제성=0.069	구입비=0.21	0.015	0.333	0.667	
		유지비=0.55	0.038	0.667	0.333	
		감가상각=-0.24	0.017	0.667	0.333	
	운용성=0.069	시장변화 수용도=0.289	0.02	0.5	0.5	
			0.02	0.5	0.5	
		승객서비스 편의성=-0.289	0.012	0.667	0.333	
		지상조업 용이도=0.175	0.017	0.333	0.667	
	항공기 성능=0.155	신기술 적용도=0.246	이착륙성능=0.691	0.107	0.667	0.333
			순항성능=-0.149	0.023	0.5	0.5
			승객/화물 탑재능력=-0.16	0.025	0.333	0.667
	정비성=0.119	정비 용이도=0.55	0.065	0.667	0.333	
			보유기술 활용=0.21	0.025	0.667	0.333
세계적 지원망=0.24			0.029	0.75	0.25	
안전성=0.516	시스템 신뢰도=0.32	0.165	0.75	0.25		
		조종석 설계=122	0.063	0.333	0.667	
		조종시스템 안전성=0.558	0.288	0.667	0.333	
환경친화성=-0.071	환경오염=-0.5	0.036	0.5	0.5		
		항공기 소음=-0.5	0.036	0.5	0.5	
대안의 종합 가중치				0.6205	0.3795	



[그림 2-1] 여객기의 기준선정에 대한 계층도

기하평균과 한국과학기술원의 AHP 소프트웨어를 이용하였다.

이 연구의 결과로서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 여객기의 구입시 6개의 주 평가요소에 대하여 안전성과 항공기 성능이 매우 높은 평가를 받았으며, 이는 다른 평가요소에 비하여 무엇보다도 실제로 여객기의 기준선정시 높게 평가되어야 할 것이다.

둘째, 이제까지 비교적 중요하게 인식되었던 경제적 측면이나 운용면에 대하여 상대적으로 환경친화성이 높게 평가되었음은 최근 널리 확산되고 있는 환경보호에 대한 높은 인식을 의미하며, 향후 항공기의 기준선정에 있어서뿐만 아니라 신기종의 개발에 있어서도 부품의 재활용이나 환경오염, 소음등을 줄이기 위한 노력이 필요함을 의미한다 하겠다.

셋째, 이 연구에서의 중·단거리형 여객기의 평가대안인 B737Family와 A320Family 기종에 대하여 전문가집단은 유지비, 보유기술의 활용, 시스템 신뢰도, 세계적 지원망에서는 B737 Family를 구입비, 신기술 적용도, 승객/화물 탑재능력에서는 A320Family를 높게 평가하였으며, 전체적으로는 B737Family를 높게(62%) 평가하였다.

끝으로, 이 연구는 여객기의 기준선정에 있어서 전문가 집단의 의사를 반영할 수 있도록 계층화의

사결정법을 활용할 수 있는 모델을 제시하고자 하였으며, 앞으로 더욱 심도 있는 연구가 수행되어 실제로 기준선정시 효과적으로 활용되었으면 한다.

### ◎ 참고도서

1. 김 형준, " 계층화 의사결정법을 이용한 전원구성 비율 설정에 관한 연구", 인하대학교, 박사학위 논문, 1996.
2. 오 덕수, 윤 봉수, 김 영중, " AHP를 이용한 비행대대의 안전도 평가모델 개발에 관한 연구", 건교부, 제 2회 비행안전과 Human Factors 세미나, 1996.
3. 은 희봉, " 계층화 의사결정법을 이용한 훈련용 항공기의 기준선정에 관한 연구", 한국항공운항학회, 1996.
4. 은 희봉, " 계층화 의사결정법을 이용한 전투기의 기준선정에 관한 연구", 대한산업공학회 '98춘계 학술발표회, 1998.
5. 이 재관, 의사결정과 경영과학, 박영사, 1995.
6. A320 Family, Airbus, 1998.
7. B737 Product Review, Boeing, 1998.
8. Thomas L. Saaty, Analytic Hierachy Process, McGraw-Hill, New York, 1980.