

<論文>

자동화된 조종실에서의 조종사 태도에 관한 연구

권보현*, 김철영†

A study on Pilot's Behavior in the Automated Cockpit

B. H. Kwon, C. Y. Kim

Abstract

The objective of the study is to analyze the pilot's behavior such as preference and management technique to the automation of aircraft through Flight Management Attitude Questionnaire(FMAQ) survey. Participants in the survey are grouped in rank and nationality, and attitudes of those groups toward the automation are analyzed. Previous empirical studies have demonstrated large cross-nation differences in attitudes regarding task performance across several work domains including aviation. Analysis of the survey shows that the pilots in Asia region like the automation and its usage more than the pilots in western and Oceania regions. The trust in the automation is higher among glass cockpit pilots than among the conventional aircraft pilots. More foreign pilots than Korean pilots believe that the automation may deteriorate their flight skills. While more Korean pilots than foreign pilots agree that their flight skills can be kept by manual controls. The pilots also feel that the automated cockpits would require more verbal communications between crew members. For improving the automation management skills and the effective automation usage, the Situation Awareness training and Crew Resource Management(CRM) training are strongly suggested.

Keywords : Automation(자동화), Glass cockpit, Automated cockpit(자동화된 조종실), 안전성, 효율성

I. 서론

1. 연구 배경

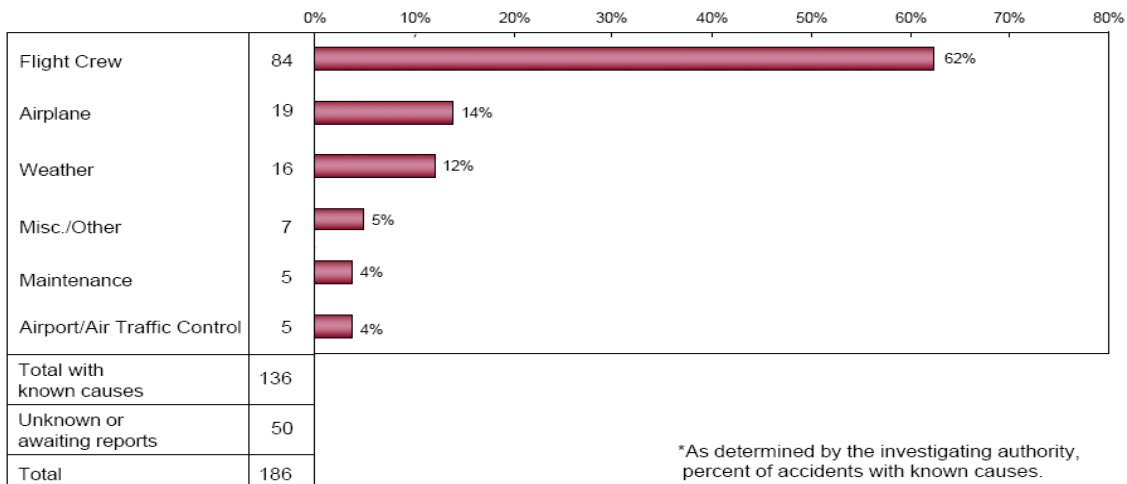
인간이 항공기를 발명하고 운영한 지 100여년이 지났다. 초기 항공기들은 조종사들의 조종 기술에 의해 운영되어 왔으며 여러 가지 요인으로 사고가 발생하였다. 그러나 2차 세계 대전을 지나면서 항공 기술의 눈부신 발달에 힘입어 항공기 결함이나 인적 외의 요인으로 인한 사고는 급감했다. 상대적으로 인적 요인에 의한 사고 비율은 높아졌다고 할 수 있다. 그러나 인간과 기계와의 상관관계는 단순하지 않다. 2004년 발표된 Boeing 자료에 의하면 1959년에서 2003년까지 발생한 186건의 사고 분석 중 원인이 불명확한 50건을 제외한 136건 중 약 62%가 인적 요인에 의한 사고로 보고 있다.(도표 -1)

* 대한항공 B777 기장

† 한국항공대학교 항공운항학과 교수
연락처 E-mail: kwon9295@kornet.net

따라서 항공기 제작사들은 인적 요인으로 인한 사고를 줄이기 위해 자동화 시스템을 개발하였으며 최근에는 대부분의 비행과정을 자동화 시스템에 의해 운영할 수 있게 됨에 따라 자동화 시스템은 제 3의 Crew로 인정을 받으면서 비행 안전과 효율성에 기여를 해 왔다. 그러나 자동화 시스템의 발달은 운항 승무원들의 상황 인식 능력을 저하시키고 자동화 시스템에 대한 의존도를 높여 새로운 Error를 발생시키는 요인으로 대두되었다. 이제까지 많은 연구들이 자동화 시스템 환경하에서 승무원들의 비행에 대한 태도와 적응 방법 등에 초점을 맞추어 왔다. 그러나 자동화 시스템으로 인한 사고 요인은 감소되지 않고 있는 추세이며 복잡해진 항공기 자동화 모드는 고도로 자동화된 민간 항공기의 사고와 준사고에 점점 심각한 영향을 미치고 있다[1]. 1994년 4월26일 나고야 공항 접근 중 추락한 중국 항공(China Airlines)의 A300-600항공기 사고는 자동화에 대한 승무원들의 잘못된 자동화 모드 사용에 기인된 대표적인 사고였다. 그러나 항공기 제작사들은 조종사들의 업무량 감소와 경제성을 이유로 계속 자동화 시스템 장비를 추가하고 있으며 2007년부터 운항을 시작할 A380항공기는 자동 착륙이 항공기 운영의 기본으로 설정되어 있다. 이 것은 새로운 자동화 시스템으로 인한 새로운 인적 Error가 발생할 여지가 많아졌다는 것을 의미할 수도 있다. 자동화를 연구하는 많은 학자들은 여러 가지 이론으로 자동화의 장단점을 말하고 있으며 어떤 유형의 태도를 가진 조종사들이 에러를 잘 발생하는지에 대해서도 연구했다. Texas 대학교 교수이며 미 항공 우주국(NASA)의 Human Factor Research Project 팀원이기도 한 Helmreich는 FMAQ를 이용하여 조종사들에 대한 설문 조사를 한 다음 Hofstede의 문화 차원을 적용하여 분석하였으며 특히 자동화에 대한 선호도는 개인주의 성향과 권력 거리가 큰 집단이 높은 선호도를 나타내고 있음[2]에 유의하였다. 경험적인 학문에 의하면 항공 분야를 포함하여 여러 종류의 업무 영역에서 업무 성과에 관련된 태도에서 국가간 커다란 차이점을 보이고 있다. 마찬가지로 기장과 부기장 간의 차이점뿐만 아니라 그들의 배경에 의하여서도 차이점을 보이고 있다. 이를 문화적 차이라고 말하기도 한다. 본 연구는 이러한 연구를 바탕으로 대한항공에서 약 5년 전 운항 승무원들을 대상으로 실시한 The Flight Management Attitudes Questionnaire (FMAQ) 자료를 기본으로 최근 실시한 설문조사를 비교하여 운항 승무원들의 태도 변화를 살펴보고 계급별, 국가별로 자동화에 대한 태도의 차이점을 연구하였다.

<표 1> 사고 발생 요인



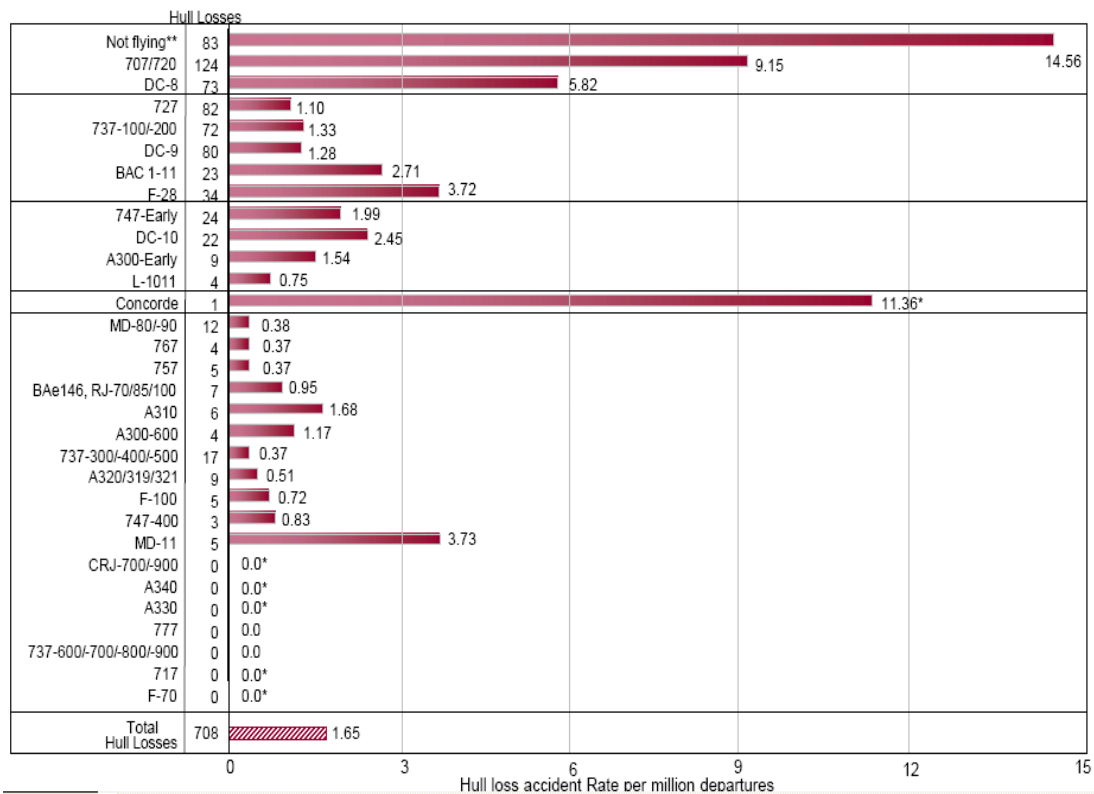
2. 연구조사 방법 및 한계

설문 조사 도구는 FMAQ를 사용하였고 설문은 대한항공에서 비행 중인 조종사(기장, 부기장, 항공 기관사)들을 대상으로 하였으며 전자 설문기법(대한항공 자체 개발 프로그램)을 활용하였다. 분석 가능한 응답을 한 기장 530명(한국인:373명, 외국인:157명), 부조종사 580명, 항공 기관사 28명에 대해 분석하였다. 본 연구는 FMAQ의 많은 부분 중 자동화 에 대한 태도에 국한 하여 분석, 비교 하였으며 내용은 부록에서와 같이 5개의 영역으로 구분하였다. 다른 요소에 의한 변화는 무시할 수 있는 수준으로 간주하여 취급하였으며 종합적인 분석은 차후 연구 과제로 남겨 둔다.

3. 자동화 시스템

예전의 항공기들은 조종사들에 의해 주로 수동으로 비행을 하였다. 따라서 민간 항공기에는 조종사, 항법사, 항공 기관사 등 많은 승무원들이 필요하였으며 이로 인해 운영에 많은 경비가 소요되었다. 항공사들은 경비를 절감할 수 있는 방법으로 승무원을 줄이고자 하는 노력을 하였으며 이 결과로 기계적인 방법으로 인간의 업무 수행을 대신할 수 있는 자동화 시스템을 개발하게 된 것이다. 이러한 자동화 시스템은 인적 과실을 줄여 운항 안전과 효율성을 제고하는데 크게 기여하였다. 조종사들은 기능적인 역할을 자동화 시스템에 맡기고 비행에 관한 전반적인 계획, 관리와 의사 결정을 할 수 있게 되어 업무 경감과 내실있는 비행을 할 수 있게 된 것이다. 자동화 시스템이 광범위하게 적용되기 시작한 1980년대부터 전체적인 사고율은 감소하기 시작했다(Paul J. Sherman, Robert L. Helmreich, & Ashleigh C. Merritt, 1999). 항공기 자동화 수준을 세대별로 나누어 볼 때 현세대의 첨단 운송용 항공기들이 상대적으로 전(前) 세대 항공기들보다 안전 기록 면에서 보다 향상되었음을 알 수 있다. (표-2, 3)

<표 2> 항공기 Type별 사고율[3]



<표 3> 항공기별 세대 분류[4]

Generation: Airplane types are classified by generation groups in order of introduction to service as follows:			
First	Second	Early Widebody	Current
707, 720	727	747-100/-200/-300/SP	MD-80/-90
DC-8	BAC 1-11	DC-10	767
Comet 4*	DC-9	L-1011	757
CV-880/-990*	737-100/-200	A300	BAe 146, RJ-70/-85/-100
Caravelle*	F-28		A310
Mercure*	Trident*		A300-600
	VC-10*		737-300/-400/-500
			A320/319/321
			F-100
			F-70
			747-400
			MD-11
			A340
			A330
			777
			737-600/-700/-800/-900
			717
			CRJ-700/-900

* These types are no longer in significant commercial service.

현대식 조종실 구조가 도입된 이후 자동화 시스템이 조종의 많은 부분을 담당하게 된 이후 운항 승무원에 의한 Error는 줄었지만 자동화로 인한 또 다른 문제점들이 발생하였다('Executive Summary' Report of the FAA Human Factor Team).

Sarter와 Woods(1992, 1994)에 의하여 '많은 조종사들이 FMC와 관련하여 부정확하거나 완전하지 않은 조작을 하고 있다'는 것이 관찰되었으며 실험실과 모의 장치를 활용하여 실험한 결과 자동화 시스템이 지나친 신뢰와 주의 집중 저하를 유발하였다. 이는 특히 자동화 시스템이 아주 신뢰할 만하고 오랜 기간 사용했을 경우 더욱 두드러졌다. 또한 자동화 시스템이 고장을 일으켰을 경우 조종사들이 너무 소극적으로 대처한 결과 사고를 유발한 경우도 있었다[2].

4. 자동화의 기능

자동화 시스템을 크게 구분하면 다음과 같이 3가지 기능으로 구분할 수 있다. 그 것은 관리 기능, 조종 기능, 모니터링(Monitoring) & 경보(Alert) 기능이다.

가. 관리 기능

관리 기능을 하는 대표적인 시스템은 FMC(Flight Management Computer)이다. 제공된 비행 계획 자료(Flight Plan Data)를 입력하면 최적 고도와 속도, 소요 시간이 계산되며 TOC(Top of climb), TOD(Top of descent)가 시현된다. 비행 중 항로 변경이나 기상 회피(Weather Deviation) 시에도 지속적인 비행정보가 제공되고 한 엔진 고장(One Engine Failure)시에도 최적 고도와 속도 정보 등이 시현된다.

나. 조종 기능

고고도 비행 상황에서는 공기 밀도가 희박하므로 속도와 고도를 유지하기 위해서는 지속적인 Throttles control과 비행경로(Altitude, Track) 조종을 해야 한다. 만약 운항 승무원이 이것을 계속 조종 한다면 쉽게 피로해 질 것이며 정확도도 낮아져 ATC 위반을 하게 되거나 승객의 쾌적성을 보

장해 줄 수 없을 것이다. 따라서 이러한 단순 반복 작업을 Auto pilot과 Auto throttles 기능에 맡기고 운항 승무원은 모니터링과 관리(Management)를 해야 한다. 이러한 기능이 조종기능(Control Function)이라고 할 수 있다. 이 기능은 FMC와 FCU(Flight Control Unit)의 정보에 의해 작동된다.

다. 모니터링 & 경보 기능

모니터링 기능은 항공기 시스템이 정상적으로 작동하고 있는지 여부를 확인하고 비정상 발생 시 조치할 내용들이 시현되도록 설계되어 있고 평시에는 비행 상황과 시스템 상황이 시현된다. 경보 기능은 운항 승무원이 즉시 발견할 수 없는 결함 내용들을 모니터링이나 경보 판넬에 시현하고 절차에 따라 조치할 수 있도록 설계되어 있으며 조치가 끝났을 경우 최종적으로 경보가 사라진다. 최근의 첨단 항공기는 일렉트릭 체크리스트(E-check list)기능이 부가되어 운항 승무원들이 수행해야 할 절차를 빠트리거나 실수하는 에러를 방지해 주고 있다. 이 외에도 방지 기능(Protection Function)을 가진 자동화 시스템이 있는데 'Alpha Floor Function'(항공기 실속을 방지하기 위해 항공기 pitch가 제한치 이상의 받음각(Angle of Attack)을 나타내면 자동으로 Power가 최대로 들어가 스로틀 걸림(Throttle 이 Latch)이 발생하는 기능)과 '자동 꺼짐(Auto shut down)' 기능이 이에 해당한다.

5. 자동화의 이점[5]

가. 경제적 효율성

자동화 시스템은 효율성 증대와 신뢰도 향상, 정비 수요 감소 및 승무원 규모 축소를 가능하게 하여 운영 경비를 줄여 주고 있다.

나. 정밀도 향상

자동화는 정밀한 항법을 위한 안내 정보를 제공 해주고, 항공기 통제 능력을 향상시켜 보다 나은 에너지 관리(energy management)가 가능하게 해 준다.

다. 안전도 향상

자동화는 승무원을 대신하여 비상 상황 또는 항공기 시스템의 이상을 감지하여 정보를 제공함으로써 안전도를 향상시키고 있다. 또한 최신 항공기는 조종사들이 수행해야 할 절차나 조치들을 시현해 줌으로써 인적 에러를 줄여주는 기능이 있다. 또한 조종사들이 졸거나 의식 기능이 저하되어 일정 기간항공기 조종 장치나 시스템을 조작하지 않을 경우 경보(alarm)를 주는 기능도 있다.

라. 효율적인 조종석 공간 확보

글라스 콕핏(Glass cockpit)에서는 정보의 효율적인 집적(集積)을 통해 계기판을 깔끔하면서도 필요한 정보를 많이 획득할 수 있게 해 준다. 구형 항공기에서는 수많은 Analog계기를 배치해 놓아 복잡하고 비효율적이었던 반면 최신 글라스 콕핏(Glass cockpit)항공기에서는 PFD(Primary Flight Display)에 조종에 필요한 대부분의 정보를 전시해 준다.

마. 승무원 업무량 감소

자동화는 운항 승무원의 업무부하(workload)를 감소시켜 구형항공기에서 3명의 승무원(기장, 부조종사, 항공 기관사)을 운영하던 것을 2명(기장, 부조종사)으로 줄여 운영할 수 있게 해 주었다. 또한 FMC(Flight Management Computer)를 장착하여 항법의 부담으로부터 자유롭게 해 주었다. 마찬가지로 관제사와 조종사간의 통화도 문자 메시지를 이용하여 원활하면서도 정확한 정보를 교환할 수 있

게 되었다. 특히 VHF Radio가 미치지 않는 HF Radio통신 구간에서는 통신장비(Radio)의 성능으로 인해 불명확한 의사전달과 소음에 시달려야 했으나 최신 CPDLC(Controller Pilot Data Link Communication)을 통해 '조용한 조종실'을 구현하였다.

II. 본 론

1. FMAQ 분석

가. 통계 현황

<표 4> 직급별 분포

Rank		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Captain	Korean	373	32.7	32.7	32.7
	Foreign	157	14	14	46.7
F/O	Korean	580	51.0	51.0	97.6
F/E	Korean	28	2.4	2.4	100.0
Total		1,138	100.0	100.0	

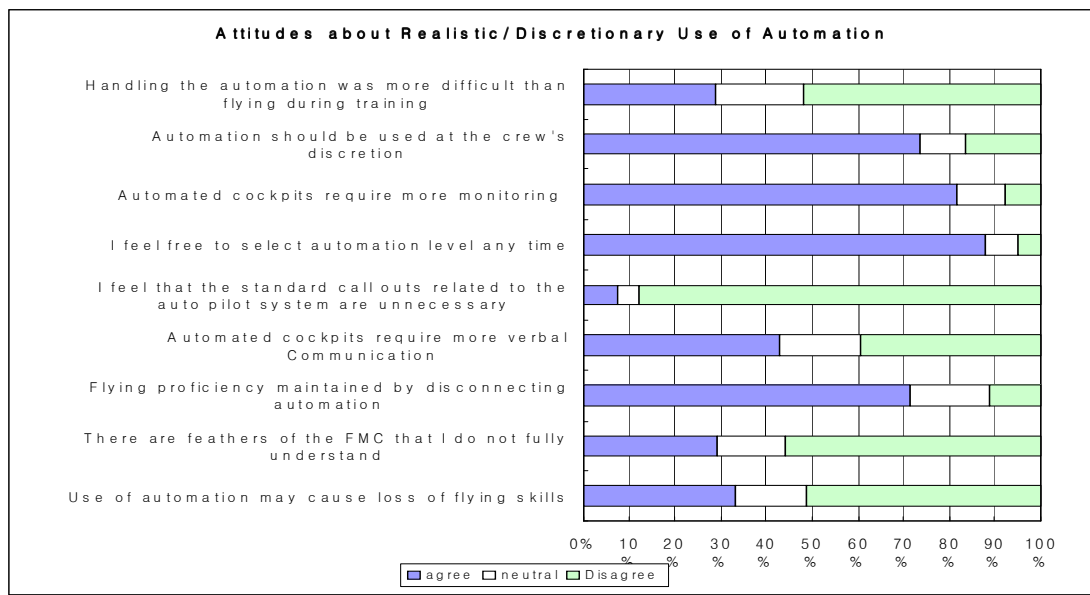
<표 5> 각 기종별 분포

Fleet	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
F100	57	5.0	5.0	5.0
A330	140	12.3	12.3	17.3
CTN	6	.5	.5	17.8
B737	148	13.0	13.0	30.8
B744	428	37.6	37.6	68.4
B747	79	6.9	6.9	75.3
B777	128	11.2	11.2	86.6
A600	88	7.7	7.7	94.3
MD11	54	4.7	4.7	99.1
MD82	10	.9	.9	100.0
Total	1,138	100.0	100.0	

나. 분석

설문 분석은 항목에 따라 직급별, 국적별, 출신별(군 출신, 민간 교육기관 출신)로 나누어 분석하였으며 각 분류 별로 중요도 관련(significant association)(<5%)이 중첩 발생한 항목에 대해 집중 분석하였다. 표-6, 표-7은 '자동화 사용의 현실성/재량성에 대한 태도'와 '자동화 과신 항목'에 대한 내용이다. 표-6에서 특이한 점은 '자동화 된 조종실에서는 보다 많은 대화가 필요하다'(Automated cockpits require more verbal Communication)에서 33.8%가 '동의'한다고 응답하였다. 그러나 질문을 바꾸어 '나는 자동 비행 상태와 관련하여 표준 콜아웃(standard call-out)하는 것은 필요하지 않다'(I feel that the standard call-outs related to the auto pilot system are unnecessary)라고 한 항목에서는 87.8%가 '동의 하지 않음'을 하여 두 항목간 응답자의 반응에 큰 차이가 있다. 즉 '표준 콜아웃(Standard Call-out)'은 반드시 필요한데 '육성 대화(Verbal Communication)'는 별로 요구되지 않는다고 생각하는 것이다. 이러한 차이점에 유의하여 세부적인 분석을 해 보았다.

<표 6> 자동화 사용의 현실성/재량성에 대한 태도



'자동화된 조종실에서는 보다 많은 언어적 대화가 필요하다(Automated cockpits require more verbal Communication)'항목에 대하여 직급별 차이점은 나타나지 않았으나 출신별로는 민간 출신 조종사, 국적별로는 10개 카테고리 나눈 분류 중 한국 조종사들이, 기종별로는 MD82 조종사들이 '동의 않음(Disagree)'을 한 비율이 높았다.

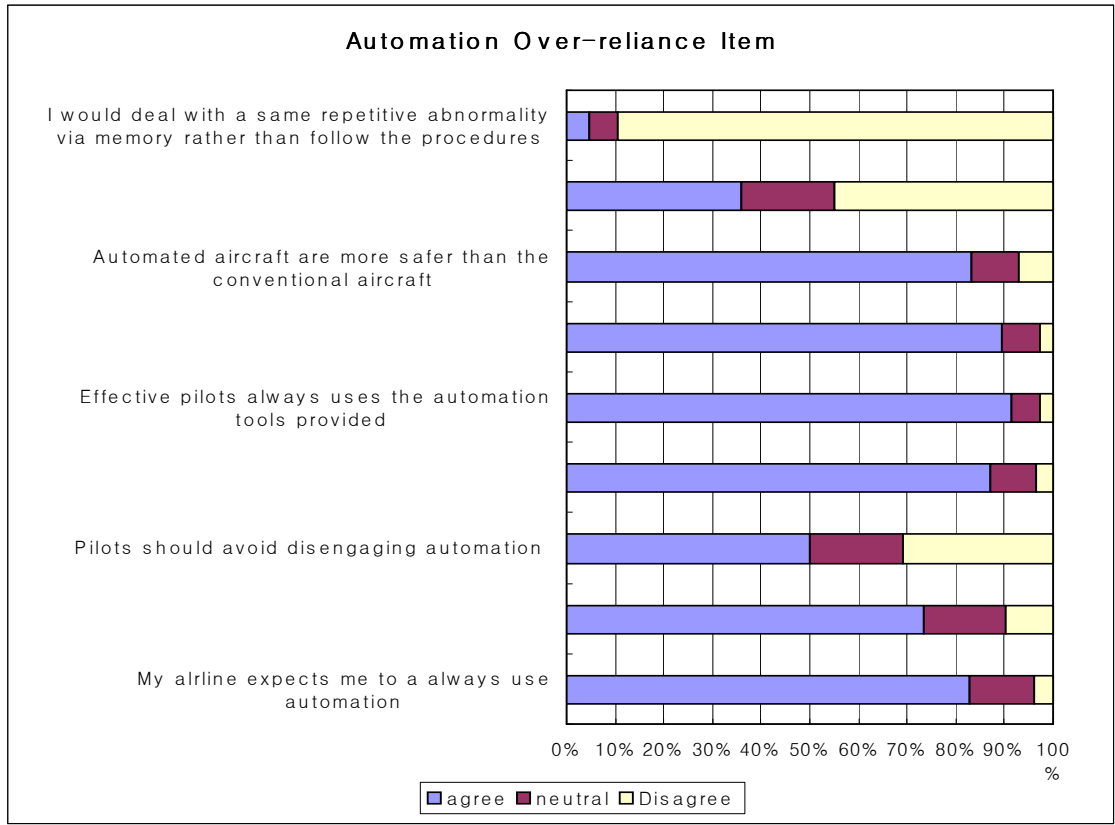
'나는 자동 조종과 관련하여 표준 콜아웃을 할 필요성을 느끼지 않는다. (I feel that the standard call-outs related to the auto pilot system are unnecessary).'라고 한 항목에서는 계급별로는 기장, 국적별로는 서 유럽, 기종별로는 B747 조종사들이 '동의(Agree)'를 선택한 비율이 높았다. 그러나 '자동화된 조종실에서는 보다 많은 모니터링을 필요로 한다.(Automated Cockpit requires more monitoring)' 항목에 대해서는 81.8%가 '동의(agree)'를 했다. 이 항목 역시 세부적으로 분석해 보면 계급별로는 부기장(F/O), 출신별로는 민간출신, 국적별로는 아프리카, 기종별로는 A330조종사들이 '동의(Agree)'를 많이 선택한 반면 계급별로는 기장, 출신별로는 민간출신, 국적별로는 아프리카,

기종별로는 MD11조종사들이 '동의하지 않음(Disagree)'을 많이 선택하였다. 이를 종합적으로 분석해 보면 '자동화된 조종실'에서 최소한의 표준 콜아웃(Standard Call-out)과 '모니터링(Monitoring)'은 반드시 필요하되 구형 항공기(Conventional Aircraft)에 비해 더 많은 '육성 대화(Verbal Communication)'는 필요하지 않다고 생각하는 것이다. 자동화 과신 부분에서는 운항 승무원들이 확고한 태도를 갖고 있지 않은 것으로 판단된다.

표-7에서는 '효율적인 조종사는 제공된 자동화 장비를 항상 사용한다.(Effective pilot always uses the automation tools provided)' 항목과 '나는 비행 중 가능한 많이 자동화를 사용하려고 노력하고 있다.(I try to use automation as much as possible during flight)' 항목에서는 비슷한 분포의 응답(80% 정도가 '동의')을 하고 있으나 '조종사들은 자동화를 해제하는 것을 피해야 한다.(Pilots should avoid disengaging automation)' 항목에서는 '동의(Agree)'가 50%로 줄어들고 있다. 또한 '자동화의 사용이 비행 기량을 저하시킬 수 있다.(Use of automation will cause to lose flying skills)' 항목에서는 33.2%만이 '동의(Agree)'를 하였으나 '수동 비행을 통해 비행 기량을 유지하고 있다.(Maintain flying proficiency by disengaging automation)' 항목에서 71.3%가 '동의(Agree)'로 응답을 하였다.

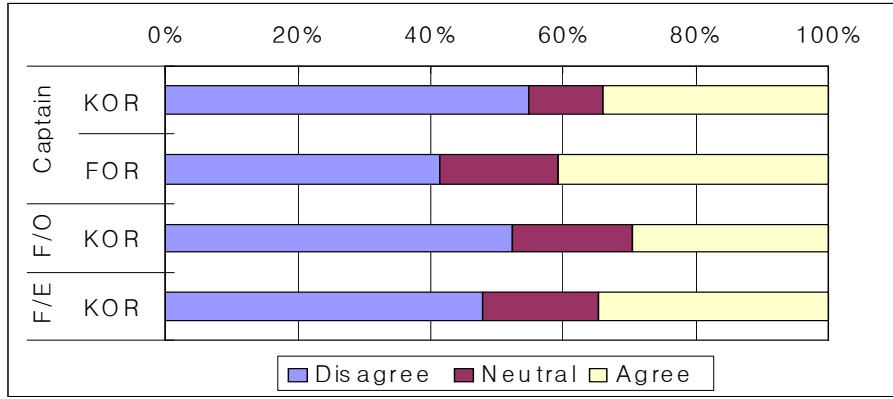
세부적으로 살펴보면 '자동화의 사용이 비행 기량 저하를 초래' 항목에서는 표-8에서와 같이 계급별 분류에서는 기장, 국적 분류에서는 서유럽(북미, 호주) 출신들이 '동의(Agree)'를 선택하고 있다. 이 부분은 1998년 때의 24% 'Agree'보다 약 9% 상승한 33.2%가 '동의(Agree)'한 것은 특이할 만하다. 특히 외국인 기장들은 약41%가 '동의(Agree)'를 선택하고 있다.

<표 7> 자동화 과신 항목



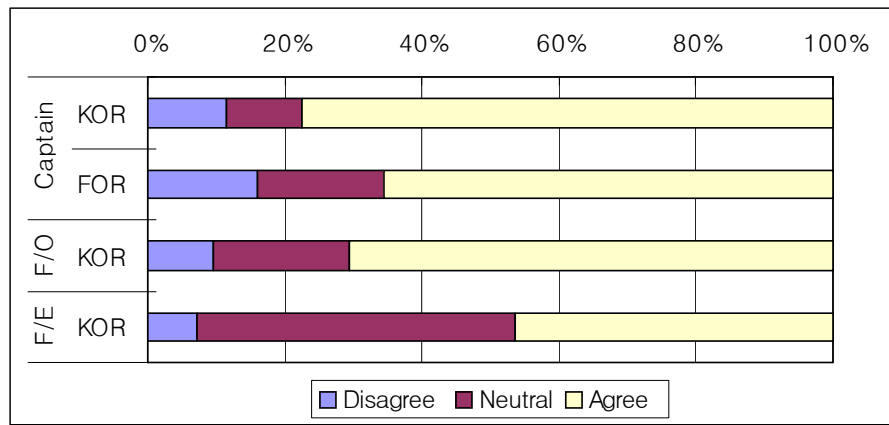
'수동 비행을 통해 비행 기량을 유지하고 있다' (Maintain flying proficiency by disengaging automation)라는 항목에서는 한국인 기장이 어느 집단보다도 높은 비율(77.5%)로 '동의(Agree)'를 선택했다. 기종별로는 최신의 글라스 콕핏(Glass Cockpit)항공기 이면서 단거리 비행을 하는 B737-800/900 항공기 조종사들이 '동의(Agree)'를 많이 선택했다.

<표 8> 자동화의 사용이 비행 기량 저하 초래 가능성



그 외의 항목에서 '나는 현재 발생한 비정상 상황에 대해 내가 알고 있는 지식과 항공기에서 지시해 주는 절차가 다를 경우 항공기에서 지시되는 절차를 따르겠다. (I would follow the displayed procedures in the aircraft when there is an abnormality even if it differs from my knowledge on how to deal with the abnormality)' 라는 항목과 '나는 주어진 시간 안에 사용할 자동화 수준을 결정하는데 부담을 느끼지 않는다. (I feel free to select the level of automation at any given time)'라는 항목에서는 직급, 국적에 따른 편차는 없었으나 기종별 분류에서 B777 조종사들이 '동의(Agree)'를 많이 선택하였다. 이는 B777항공기의 자동화에 대한 조종사들의 신뢰 정도가 높음을 나타낸다고 볼 수 있다.

<표 9> 수동 비행을 통해 비행 기량 유지



III. 결 론

본 연구에서 조종사들의 자동화된 조종실에서의 태도를 살펴보았다. 설문에 응답한 조종사들은 재래식 항공기와 첨단 Glass Cockpit 항공기 조종 여부에서 오는 차이보다는 문화적인 특성의 영향을 더 받는 것으로 판단된다. 자동화에 대한 선호도는 응답자의 82% 이상이 선호하는 것으로 나타나 Helmreich가 1996년 이전 한국 조종사들을 대상으로 조사한 자료에서 보여준 값(약 78%)[2]보다 높은 것으로 나타났다. 이는 아시아권에서 가장 높은 수치로서 자동화에 대한 선호도와 신뢰도가 높은 것을 보여준다.

Helmreich 연구에 의하면 Hofstede의 문화 차원 중 개인주의 지수와 권력 거리가 자동화 선호도와 상관관계가 높은 것으로 알려져 있다. (표-10)

<표 10> Hofstede data와 Pilot data의 상관관계[4]

Pilot composites	Hofstede's data			
	IDV	PD	UA	MAS
Independence	.92**	-.81**	-.56**	-.14
Command	-.86**	.79**	.51*	.12
Like/prefer Automation	-.74**	.74**	.63**	.22
Rules & Order	-.88**	.67**	.47*	-.10
My stress	.60**	-.71**	-.23	-.12
Relations	-.24	.10	.11	.07
Rewards	.32	-.04	-.23	.15
Others' stress	.07	-.09	-.30	-.27

Note: Hofstede's dimensions were correlated in this sample of 22 countries as follows: IDV and PD, $r = -.78$; IDV and UA, $r = -.48$; IDV and MAS, $r = +.02$; PD and UA, $r = +.29$; PD and MAS, $r = +.21$; UA and MAS, $r = +.38$.
** $p < .01$; * $p < .05$.

우리나라 조종사 역시 권력 거리가 큰 국가에 속해 자동화를 선호하는 것으로 볼 수 있다.

자동화로 인한 비행 기량의 저하에 대한 설문에서 50.5%의 조종사들이 그렇지 않다고 응답한 반면 33%의 조종사들이 그렇다고 응답하였다. 세계평균은 '그렇지 않다'는 응답이 41.23%, '그렇다'는 응답이 43.45%로 나타나고 있어[6] 기량 유지에 관하여 자동화가 큰 문제가 되지 않는다고 보고 있다.

반면 69.5%가 주기적으로 항공기를 수동 조작하여 기량을 관리하고 있다고 응답하였으며 세계 평균은 84.47%를 나타내 큰 편차를 보이고 있다. 자동화된 항공기가 재래식 항공기보다 안전하다는 것에 대해 83.1%가 그렇다고 응답을 해 서론에서 언급된 내용과 일치하였다. 또한 회사에서 자동화를 권장하고 있는 것으로 인식하고 있으며 고도로 자동화된 항공기는 승무원간 의사전달 방법을 바꾼다고 생각하고 있다. 조종사들이 자동화 시스템을 disengage하는 것에 대해 28.8%가 그렇다고 응답해 Hofstede의 문화 차원 중 '불확실성 회피'는 Helmreich 연구에서와 같이 별 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 그러나 조종사들은 자동화와 자신의 능력에 대한 과신이 많은 것으로 나타나고 있다. 즉 '나는 비정상 상황하에서도 FMC에서 필요한 정보를 신속히 구할 수 있다'는 설문에 대해 88.2%가, '유능한 승무원은 자동화 장비들을 항상 사용 한다'에 88.7%가 '그렇다'로 응답했으며 'FMC에는 내가 이해하지 못하는 기능이나 mode가 있다'에 51.7%가 '그렇지 않다'고 응답했다. 또한 '나는 어떤 상황에서도 자동화 사용정도를 결정하는데 주저하지 않는다.'에 대해 87.1%가 '그렇다'고 응답하여 세계적

인 조종사 유형과 유사한 점을 보이고 있다. 한 편 조종사들은 자동화된 조종실에서는 서로 간 의사소통이 중요하며 이러한 의사소통 방식은 변화될 수도 있다고 보고 있다. 또한 상호간 크로스 체크(Cross-check)가 보다 더 필요(80.9%)하고 자동화 시스템은 조종사 재량에 의해 사용(74.3%)되어야 한다고 보고 있다.

이상에서 조종사들은 문화적인 영향에 의해 자동화 선호도가 차이가 날 수 있으며 자동화와 자신의 능력에 대해 과신하거나 지나치게 의존하는 경향을 나타내고 있다. 이는 자동화 시스템의 기능이 저하되거나 상실될 경우 위험한 상황에 처할 수 있고 지나친 자동화로 인해 조종사 기량 저하 및 상황 인식 능력이 약해질 수 있다는 점에 대해 유의하여야겠으며 이에 대한 대응 방안으로 상황 인식 능력을 향상시키고 승무원간 협동을 원활히 할 수 있는 CRM 교육을 강화해야 인적 에러(Error)를 줄이고 안전하고 효율적인 운항을 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Asaf Degani, Michael Shafto, Alex Kirlik, *Mode usage in automated cockpits : Some initial observations*, In T.B.Sheridan(Ed.), *Proceeding of the International Federation of Automatic Control; Man-Machine Systems Conference* Boston, MA : IFAC, 1995.
- [2] Robert L.Helmreich, Ashleigh C.Merritt, *Culture at Work in Aviation and Medicine*, Ashgate, 1998. p.97, 16, 92.
- [3] Boeing Report, 'summary of Commercial Jet Airplane Accidents (worldwide operation 1959-2003)', Boeing, May. 2004. p.14.
- [4] *ibid*, p.4, 97.
- [5] Marianne Rudisill, *Crew/Automation Interaction in Space Transportation System s: Lessons Learned from the Glass Cockpit Proceedings of the Human Space Transportation & Exploration Workshop*, Galveston, TX. 2000.
- [6] BASI, *Advanced Technology Aircraft Safety Survey Report* Department of Transportation and Regional Development, 1998. 6, pp.29-30.

부 록

1. 자동화 영역별 설문 항목

Contents Area	Item
Automation Concern	<ol style="list-style-type: none"> 1. I am concerned that the use of automation will cause me to lose flying skills. 2. There are modes and feathers of the FMC that I do not fully understand. 3. It's easy to forget how to do FMC operations that are not performed often. 4. Under abnormal conditions, I can rapidly access the information I need in the FMC. 5. Handling the automation-related equipment (EFIS, FMC etc.) was more difficult than the actual flying component of the flying during fleet transition training.
Automation Discretion	<ol style="list-style-type: none"> 6. Pilots should avoid disengaging automated systems. 7. I regularly maintain flying proficiency by disengaging automation. 8. I feel free to select the level of automation at any given time. 9. My company expects me to always use automation. 10. The effective crew member always uses the automation tools provided. 11. Automated aircraft are more safer than the conventional aircraft 12. There were too many unnecessary automation systems in the cockpit. 13. Automated systems should be used at the crews' discretion.
Recognition of Communication Effects	<ol style="list-style-type: none"> 14. It is difficult to know what FMC operations the other crew member is performing. 15. Automated cockpits require more verbal communication between crew members. 16. Automated cockpits require more cross-checking of crew members actions. 17. I feel that the standard call outs related to the autopilot system (e.g. altitude, heading, and change in speed) are unnecessary. 18. Flying highly automated aircraft alters the way crew members transfer information.
Automation Preference	<ol style="list-style-type: none"> 19. I prefer flying automated aircraft. 20. I look forward to more automation the more the better. 21. I try to use automation as much as possible during flight operation.

Follow Procedure	22. I would deal with a same repetitive abnormality via memory rather than follow the established procedures (e.g. QRH, FCOM, FOM) 23. I would follow the displayed procedures in the aircraft when there is an abnormality even if it differs from my knowledge on how to deal with the abnormality
------------------	---

2. 설문 응답 분포

범례 : A : 전혀 그렇지 않다 B : 약간 그렇지 않다 C : 그저 그렇다 D : 약간 그렇다 E : 매우 그렇다					
응답 인원 (단위 : 명)					
설문 내용	A	B	C	D	E
나는 자동화된 항공기를 선호한다	10	19	94	311	1059
나는 비정상 상황하에서도 FMC에서 필요한 정보를 신속히 구할 수 있다.	10	31	136	537	779
유능한 승무원은 장착된 자동화 장비들을 항상 사용한다	13	28	98	390	964
나는 자동화 기기 사용이 나의 기량을 저하시킬 수 있다고 생각 한다	527	227	247	418	74
자주 사용하지 않는 FMC 기능은 잊어버리기 쉽다	81	152	198	839	223
나는 좀 더 자동화가 되기를 기대 한다	30	103	269	519	572
조종사들은 자동화시스템을 disengage하는 것을 지양해야 한다	184	246	298	475	290
FMC에는 내가 완전히 이해하지 못하는 기능이나 mode가 있다	435	380	249	407	22
비행 중 자동화 장비를 사용할 경우 보다 많은 의사소통이 필요하다	256	296	293	405	243
나는 주기적으로 항공기를 수동 조작하여 기량을 유지하고 있다	50	124	283	650	386
자동화된 조종실에서는 승무원간 cross-check이 보다 더 요구된다	39	81	166	449	758
회사에서는 항상 자동화장비를 사용할 것을 기대하고 있다	12	50	205	649	577
나는 어떤 상황에서도 자동화 장비 사용정도를 주저 않고 결정한다	17	53	123	528	772
자동화 장비는 조종사의 재량에 따라 사용되어야 한다	93	145	146	496	613
고도로 자동화된 항공기 조종은 승무원간 정보전달 방법을 바꾼다	90	120	310	658	315
나는 비행 중 가능한 많이 자동화장비를 사용하려고 노력한다	9	41	157	579	707
비행 중 다른 승무원이 FMC에 무슨 내용을 작업했는지 알기 힘들다	750	359	181	173	30
나는 기종 전환 훈련 중 항공기 조종보다 자동화장비가 더 어려웠다	486	263	308	339	97
항공기에 불필요한 자동화 장비가 너무 많은 것 같다	780	369	210	116	18
자동화된 항공기는 재래식 항공기보다 안전하다	41	54	158	393	847
나는 Autopilot 사용시 standard-callout은 별로 필요없다	1015	252	101	92	33
항공기에 display되는 절차와 내가 알고 있는 것이 다르면 항공기 따른다	274	355	304	362	198
비행 중 자주 반복되는 비정상 상황처치는 발간 절차보다 나의 기억의 존	976	334	109	61	13