

감성과학 기반기술 개발

자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성평가 및
관련 DB개발

Usability, sensibility evaluation and
DB development of vehicle interior interfaces

연구기관

아주대학교 산업공학과

과 학 기 술 부

제 출 문

과학기술부 장관 귀하

본 보고서를 “ 감성과학 기반기술 개발에 관한 연구”과제 (세부과제 “자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성평가 및 관련 DB개발”) 의 보고서로 제출합니다.

2002. 11. 13

주관연구기관명	: 아주대학교 산업공학과 인간공학연구실
주관연구책임자	: 박 범 교수(아주대학교 기계 및 산업공학부)
연 구 원	: 이수훈 교수 (아주대학교 기계 및 산업공학부)
"	: 박 호 교수 (천안공업대학 자동차공학과)
"	: 유승동 (아주대학교 산업공학과)
"	: 엄준희 (아주대학교 산업공학과)
"	: 손제성 (아주대학교 산업공학과)
"	: 김종수 (아주대학교 기계공학과)
"	: 박연우 (아주대학교 기계공학과)
"	: 김정민 ((주)동화기업 기술연구소)
"	: 김민석 ((주)동화기업 기술연구소)
"	: 김진건 ((주)동화기업 기술연구소)
협동연구기관명	: 無
협동연구책임자	: 無

보고서 초록

과제관리번호	M1-9817-02 -0003	해당단계 연구기간	아주대학교	단계 구분	2/2
연구사업명	중 사업명	선도기술개발사업			
	세부사업명	감성공학 기반기술개발			
연구과제명	중과제명	동적 환경제시 시험실 구축을 통한 감성측정 및 평가 기술개발			
	세부(단위)과제명	자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성평가 및 관련 DB개발			
연구책임자	박 범	해당단계 참여연구원수	총 : 19.7 명 내부 : 14.35 명 외부 : 5.35 명	해당단계 연구비	정부: 484,000천원 기업: 212,500천원 계: 696,500천원
연구기관명 및 소속부서명	아주대학교 인간공학연구실		참여기업명	동화기업	
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위탁연구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자이내)				보고서 면수	
<p>본 연구에서는 가변형제시기를 구축하여 운전자의 인지, 감성, 동작특성 연구를 수행하였으며 그에 따른 모델을 개발하였다. 운전자의 Instrument Panel에 대한 인지지도 측정을 위하여 Sketch Map Method와 Blind Pointing Method 개발하였으며 이런 방법을 통하여 운전자의 인지지도 형상을 추출하였다. 그뿐만 아니라 인지시간 및 정확도에 관한 연구, 인지지도 유사도와 정신적 작업부하와의 관계에 대하여 연구, 가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 특성에 관한 연구, 차량페달의 작동감 측정, 자동변속기의 변속감 측정등 수많은 연구를 수행하였으며 그에 따른 결과로 데이터를 추출하였다. 그리고 추출된 데이터를 가지고 DB를 구축하였으며 매뉴얼화 하였다.</p>					
색인어 (각 5개 이상)	한 글	인지지도, 감성공학, 운전자-자동차의 인터페이스, 인간공학, DB, 매뉴얼			
	영 어	cognitive map, Human Sensibility Engineering, Human-vehicle interface system, Human factors Engineering DB, manual			

요 약 문

I. 제 목

자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성평가 및 관련 DB개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 우리나라는 세계적인 자동차 수출국임에도 불구하고 자동차 운전자-자동차 감성 상호작용 모형과 그 인터페이스 구축에 대한 기술이나 Know-How가 매우 취약한 실정이다. 또한 자동차 제조의 경우 각 인간-기계-시스템 상호작용 모형이 구축되어 있지 않고 그 인터페이스에 대한 지침이나 규격이 정해지지 않은 상태에서 디자이너의 심미적(aesthetic)인 설계를 바탕으로 자동차의 제작이 이루어지고 있다. 따라서 이렇게 제작된 자동차는 인간의 정보 획득 능력에 대한 고려가 되어 있지 않아 정보의 인지, 해석, 반응에 대한 오류를 유발할 수 있고 반응(Reaction)시간이 길어지게 되어 사고의 위험을 내포하고 있다. 이러한 사고는 제조물 책임법(PL법)에 저촉되어 제조회사에 대한 막대한 손실을 입힐 수 있다. 또한 기능적으로는 완벽한 자동차를 설계하였을 경우라도 실제 소비자층이 되는 운전자의 자동차에 대한 감성을 반영하지 못한다면 이는 비록 자동차의 기계적 품질이 매우 우수하더라도 소비자들에게서 외면을 당하게 될 것이다. 이는 제조회사의 생산을 위축시키고 더 나아가 국가의 경제를 위축시키는 결과를 초래하기도 할 것이다.

그러므로 기계자체의 품질의 정도도 상당히 중요한 요소이지만, 현재 국내의 기계적 제조 기술은 선진국 수준에 도달해 있기 때문에, 기계적 제조 기술의 연구보다는 운전자를 고려한 자동차 설계 기술에 대한 연구가 중요한 것이다.

즉, 이와 같은 이유로 인간의 능력과 기계의 성능, 그리고 운전자의 감성들을 고려한 자동차 Interface를 구축하기 위한 연구가 필요하며, 더 나아가서 현재 개발되었거나 앞으로 개발되어 상용화될 자동차 항법장치나 첨단교통체계(ITS) 등의 인터페이스에 대한 사용성 평가와 설계지침, 그리고 운전자의 감성을 측정 및 평가하는 시스템 등의 구축 및 이에 관련된 Database의 구축이 절실하다고 할 수 있는 것

이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 결과

연구의 성격은 운전자-자동차 상호작용 모형 개발 및 Prototype 구축에 관련된 기반 연구의 성격을 지닌다. 연구의 내용은 인간(운전자)와 자동차간의 자동차 내부 인터페이스에 대한 상호작용의 인지적, 감성, 동적 모델을 구축하는 것을 골자로 연구가 수행되어졌으며 그에 따른 내용 및 결과는 다음과 같다.

- 1) 운전자의 인지특성에 관한 연구
- 2) Sketch Map Method 개발
- 3) Blind Pointing Method 개발
- 4) 인지지도 형상추출 및 실제 차량형상과의 비교에 관한 연구
- 5) 피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지시간 및 정확도에 관한 연구
- 6) 인지지도 유사도와 정신적 작업부하와의 관계에 대한 연구
- 7) 가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 조작 특성에 관한 연구
- 8) 차량에 대한 페달의 감성측정 및 페달의 작동에 따른 차량 운전상태 측정
- 9) 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 설계
- 10) 실내 조작장치의 Rapid Prototyping 과 적합성 검토
- 11) 자동차의 Seating buck 개발
- 12) 원격감성수집 시스템 설계
- 13) 음성 Interface 설계에 관한 연구
- 14) 변속충격 표시기 개발 및 변속감 DB구축 연구
- 15) IP 형상에 대한 인지공학적 연구
- 16) 운전자의 주관적인 관점에서 선호하는 제어장치들의 특성치에 대한 관계를 규명
- 17) DB Application 개발
- 18) DB 구축
- 19) 매뉴얼작성

SUMMARY

I . Usability, sensibility evaluation and DB development of vehicle interior interfaces

II . Objective and needs for this research

Korea is a major automobile exporting country, but it is weak actual circumstances about a human-vehicle interface system and sensitivity interaction. In case of vehicle manufacturing, Human-Machine Interface(HMI) model is not built yet, so vehicles have been made by a subjective view of designer. These vehicles which were made without considering a cognitive ability of human can occur human errors and become a cause for accidents. These accidents can make a loss to company because of the product liability(PL). Even though the manufacturers make vehicle without mechanical defects, if the car was made without considering human factors, the customers will not choose the car. Which will make lessen the productivity of company and cause a economic loss. It is more important to study for human factors than mechanical factors in vehicle design. Therefore, it is necessary to study for vehicle interior interfaces. Moreover, these interfaces should be considered the guideline based on data which is obtained by measuring the driver's sensibility and the DB for this study has to be established.

III . Contents and results of research

This study is concerned in a development of human vehicle interface model and prototype. Its purpose is to make a cognitive, sensitive, and dynamic model

for interaction between human and vehicle. The result is following.

- 1) A study of driver's cognitive disposition
- 2) Development of Sketch Map Method
- 3) Development of Blind Pointing Method
- 4) The study of the extraction of middle-aged driver's cognitive map on the Instrument Panel and comparison with the real vehicle
- 5) The study of Instrument Panel object cognition time and accuracy between subject groups
- 6) The study of the Relationship between the similarity of cognitive map and the mental workload
- 7) A Study on the driver's subjective control characteristics using convertible vehicle control systems
- 8) Measurement for sensation movement of pedal
- 9) Design of vehicle interior interfaces
- 10) Rapid Prototyping and estimation of vehicle interior interfaces
- 11) Development of vehicle Seating buck
- 12) Design of Sensibility collecting method in online
- 13) verbal Interface design
- 14) Development of Shift Quality Indicator of automission
- 15) A study of Cognitive engineering of interface panel
- 16) A Study on the driver's subjective control characteristics using convertible vehicle control systems.
- 17) Development of DB Application
- 18) DB establish
- 19) Manual

CONTENTS

I . Introduction.....	17
Section 1. Background and importance of research.....	17
1. Technical necessity of research.....	17
2. Economic, Industrial necessity of research.....	17
3. Social, Cultural necessity of research.....	19
Section 2. Research Objectives.....	20
II . Domestic and Foreign Current Research Status.....	22
III . Research Contents and Results	24
Section 1. The Development of convertible vehicle control systems.....	24
1. Reach objectives.....	24
2. Reach contents.....	24
3. Convertible steering wheel system.....	24
4. Convertible pedal system.....	28
5. Seat.....	30
6. Axle production.....	31
7. Convertible vehicle control systems.....	33
Section 2. A study of the disposition of driver's cognition, sensibility and action.....	36
1. A study of the measurement of driver's cognitive map on Instrument Panel.....	36
i . Introduction.....	36
ii. Background of research.....	36

iii. Sketch Map Method.....	38
iv. Experiment.....	39
v. Results.....	47
2. A study for the development of Blind-Pointing Method to extract drivers' cognitive map on Instrument Panel.....	49
i . Introduction.....	49
ii. Background of research.....	50
iii. Blind Pointing Method.....	51
iv. Experiment.....	54
v . Results.....	59
3. The study of the extraction of middle-aged driver's cognitive map on the Instrument Panel and comparison with the real vehicle.....	61
i . Introduction.....	61
ii. Background of research.....	62
iii. Experiment.....	63
iv. Analysis.....	66
v . Results.....	72
4. The study of Instrument Panel object cognition time and accuracy between subject groups.....	74
i . Introduction.....	75
ii. Background of research.....	75
iii. Experiment.....	76
iv. Results.....	84
5. The study of the Relationship between the similarity of cognitive map and the mental workload.....	85
i . Introduction.....	85

ii. Experiment.....	87
iii. Results.....	98
6. A Study on the driver's subjective control characteristics using convertible vehicle control systems.....	99
i . Introduction.....	99
ii. Background and objectives of research	99
iii. Experiment equipment.....	100
iv. Data measurement equipment.....	104
v . Experiment design.....	105
vi. Analysis.....	106
vii. Results.....	111
7. Measurement for sensation movement of pedal	112
i . Research objectives.....	112
ii. Range and design of research.....	112
iii. Contents and results of research.....	113
8. Development of Shift Quality Indicator of automission.....	120
i . Introduction.....	120
ii. Subject.....	121
iii. Development of Shift Quality Indicator.....	125
iv. Test condition.....	129
v . Test results and consideration.....	138
vi. Results.....	142
9. Sensibility collecting method in online.....	143
i . Introduction.....	143
ii. Analysis for sensibility difference.....	145
iii. Analysis for a photo size.....	146

10. Verbal Interface design	149
i . Introduction.....	149
ii. Subject.....	150
iii. Experiment design and analysis.....	152
iv. Results.....	155
 Section 3. Development of sensibility DB application	 156
1. Base screen.....	156
2. Data Input.....	156
3. Data Search.....	161
4. Image Capture.....	164
 Section 4. Manual development.....	 165
1. Contents.....	165
i . Manual of experiment design and analysis.....	165
ii. Manual of convertible vehicle control systems.....	167
 Section 5. Design of vehicle interior interfaces.....	 168
1. Introduction.....	168
i . Background and importance of research.....	168
ii. Research objective.....	169
2. Classification of vehicle interior interfaces.....	170
i . A sort of vehicle interior interfaces.....	170
ii. Comparison as to interior interfaces location.....	174
3. Production of adjustable Seating Buck.....	177
i . Design of adjustable Seating Buck.....	177
ii. Specification of adjustable Seating Buck.....	179

4. Experiment and Results.....	182
i . Estimation of Adjustable Seating Buck.....	182
ii. Rapid Prototyping.....	187
iii. Results.....	213
5. Design of vehicle interior interfaces.....	215
i . Data measurement.....	215
ii. Design of vehicle interior interfaces.....	216
iii. Results.....	221
IV. Completion and Contribution Level of Project.....	223
Section 1. Completion level of project.....	223
Section 2. Contribution.....	224
V. Results and Future Application Plan.....	227
Section 1. Technical necessity application plan.....	227
Section 2. Economic, Social application plan.....	227
Section 3. The others application plan.....	228
VI. References.....	230

목 차

제1장 서론.....	17
제1절 연구개발의 배경 및 필요성.....	17
1. 기술적 측면.....	17
2. 경제, 산업적 측면.....	17
3. 사회, 문화적 측면.....	19
제2절 연구개발 목표.....	20
제2장 국내외 기술개발 현황.....	22
제3장 연구개발수행 내용 및 결과	24
제1절 가변형 제시기 개발.....	24
1. 연구목표.....	24
2. 연구내용.....	24
3. 가변형 휠 시스템.....	24
4. 가변형 페달 시스템.....	28
5. 가변형 시트 시스템.....	30
6. 차체 프레임 제작.....	31
7. 가변형 운전시스템.....	33
제2절 운전자의 인지, 감성, 동작특성에 관한 연구.....	36
1. 운전자의 Instrument Panel에 대한 인지지도 측정에 관한 연구.....	36
가. 서론.....	36
나. 연구배경.....	36
다. Sketch Map Method.....	38
라. 실험.....	39

마. 결론.....	47
2. 자동차 instrument panel의 운전자 인지지도 추출을 위한 Blind-Pointing Method 개발에 관한 연구.....	49
가. 서론.....	49
나. 연구배경.....	50
다. BPM.....	51
라. 실험.....	54
마. 결론.....	59
3. Instrument Panel에 대한 중년 운전자 인지지도 형상 추출 및 실제 차량 형상과의 비교에 관한 연구.....	61
가. 서론.....	61
나. 연구배경.....	62
다. 실험.....	63
라. 실험결과 및 분석.....	66
마. 결론.....	72
4. 피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지시간 및 정확도에 관한 연구.....	74
가. 서론.....	75
나. 연구배경.....	75
다. 실험.....	76
라. 결론.....	84
5. 인지지도 유사도와 정신적 작업부하와의 관계에 대한 연구.....	85
가. 서론.....	85
나. 실험.....	87
다. 결론.....	98

6. 가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 조작 특성에 관한 연구.....	99
가. 서론.....	99
나. 연구의 배경 및 목적.....	99
다. 실험장비의 구성.....	100
라. 데이터 측정장비.....	104
마. 실험설계.....	105
바. 실험결과 및 분석.....	106
사. 결론.....	111
7. 차량페달의 작동감 측정.....	112
가. 연구개발 목표.....	112
나. 연구범위 및 연구수행방법.....	112
다. 연구수행 내용 및 결과.....	113
8. 자동변속기의 변속감 표시기 개발.....	120
가. 서론.....	120
나. 본론.....	121
다. 변속감 표시기 개발.....	125
라. 시험조건.....	129
마. 시험결과 및 고찰.....	138
바. 결론.....	142
9. 원격감성수집기법.....	143
가. 서론.....	143
나. 화상과 실물에 대한 감성차이 분석.....	145
다. 화상의 크기에 대한 차이 분석.....	146
10. 음성 Interface 설계에 관한 연구.....	149
가. 서론.....	149

나. 본론.....	150
다. 실험설계와 분석방법.....	152
라. 결론.....	155
제3절 감성 DB application 개발.....	156
1. 프로그램초기화면.....	156
2. 실험정보등록.....	156
3. 데이터 검색.....	161
4. 이미지 캡처.....	164
제4절 매뉴얼 개발.....	165
1. 매뉴얼 내용.....	165
가. 실험방법 및 분석에 관한 매뉴얼.....	165
나. 가변형 운전 시스템 매뉴얼.....	167
제5절 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 개발(위탁과제).....	168
1. 서론.....	168
가. 연구의 배경 및 필요성.....	168
나. 연구의 목표.....	169
2. 자동차 실내 조작장치의 종류별 조사 및 분류.....	170
가. 자동차 실내 조작장치 종류.....	170
나. 자동차 실내 조작장치의 조작방식과 위치에 따른 비교.....	174
3. 실험용 시트 제작.....	177
가. 실험용 시트의 설계 및 제작.....	177
나. 실험용 Seating Buck의 사양.....	179
4. 실험 및 결과.....	182

가. Adjustable Seating Buck의 평가.....	182
나. Rapid Prototyping.....	187
다. 결 론.....	213
5. 조작장치 구현 시스템의 개념 설계.....	215
가. 구현 시스템의 데이터 측정.....	215
나. 조작장치 구현 시스템의 개념설계.....	216
다. 결 론.....	221
제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도.....	223
제1절 연구개발 목표 달성도.....	223
제2절 대외기여도.....	224
제5장 연구개발결과의 활용계획.....	227
제1절 기술적 측면.....	227
제2절 경제·산업적 측면.....	227
제3절 기타 활용방안.....	228
제6장 참고문헌.....	230

제 1장 서론

제1절 연구개발의 배경 및 필요성

1. 기술적 측면

첨단 기술의 집약 산업이라고 불리는 자동차 산업에서의 기계적 측면에서의 기술 수준에 대하여는 국내의 자동차 제조 회사들은 어느 수준 정도까지는 접근했다고 할 수 있다. 하지만 자동차 관련 인간공학 및 감성공학 기술에서는 아직 선진국의 수준에 미치지 못하고 있는 실정이다. 구체적인 국내 자동차 제조회사의 미비 기술은 다음과 같다.

- 운전자-자동차 상호작용 연구용 시뮬레이터 설계 기술
- 자동차 내부 장치들에 대한 기능적 독자 설계 표준 기술
- 운전자-자동차 인터페이스 설계에 대한 인지평가 기술
- 운전자-자동차 인터페이스 설계에 대한 동작평가 기술
- 운전자의 감성 수집 및 평가에 관한 기술 및 감성 DB 구축

따라서 인간의 감성 및 조작 용이성, 상호 작용성, 안전성 등을 고려한 자동차의 Interface 설계에 대한 집중적 연구 및 관련 기술을 개발함으로써 선진국의 자동차 관련 제품 개발 기술을 뛰어 넘고, 더 나아가 운전자-자동차 감성 상호작용 시스템 관련 기술을 독자적으로 구축 및 표준화, 그리고 Database의 구축이 절실히 요구되어지고 있다.

2. 경제. 산업적 측면

현재 우리나라는 세계적인 자동차 수출국임에도 불구하고 자동차 운전자-자동차 감성 상호작용 모형과 그 인터페이스 구축에 대한 기술이나 Know-How가 매우 취약한 실정이다. 또한 자동차 제조의 경우 각 인간-기계-시스템 상호작용 모형이 구축

되어 있지 않고 그 인터페이스에 대한 지침이나 규격이 정해지지 않은 상태에서 디자이너의 심미적(aesthetic)인 설계를 바탕으로 자동차의 제작이 이루어지고 있다. 따라서 이렇게 제작된 자동차는 인간의 정보 획득 능력에 대한 고려가 되어 있지 않아 정보의 인지, 해석, 반응에 대한 오류를 유발할 수 있고 반응(Reaction)시간이 길어지게 되어 사고의 위험을 내포하고 있다. 이러한 사고는 제조물 책임법(PL법)에 저촉되어 제조회사에 대한 막대한 손실을 입힐 수 있다. 또한 기능적으로는 완벽한 자동차를 설계하였을 경우라도 실제 소비자층이 되는 운전자의 자동차에 대한 감성을 반영하지 못한다면 이는 비록 자동차의 기계적 품질이 매우 우수하더라도 소비자들에게서 외면을 당하게 될 것이다. 이는 제조회사의 생산을 위축시키고 더 나아가 국가의 경제를 위축시키는 결과를 초래하기도 할 것이다.

그러므로 기계자체의 품질의 정도도 상당히 중요한 요소이지만, 현재 국내의 기계적 제조 기술은 선진국 수준에 도달해 있기 때문에, 기계적 제조 기술의 연구보다는 운전자를 고려한 자동차 설계 기술에 대한 연구가 중요한 것이다.

즉, 이와 같은 이유로 인간의 능력과 기계의 성능, 그리고 운전자의 감성들을 고려한 자동차 Interface를 구축하기 위한 연구가 필요하며, 더 나아가서 현재 개발되었거나 앞으로 개발되어 상용화될 자동차 항법장치나 첨단교통체계(ITS) 등의 인터페이스에 대한 사용성 평가와 설계지침, 그리고 운전자의 감성을 측정 및 평가하는 시스템 등의 구축 및 이에 관련된 Database의 구축이 절실하다고 할 수 있는 것이다.

또한 자동차 실내 조작장치의 작동감 제시기 개발기술은 크게 두가지 산업에 응용된다. 첫 번째로 인간에게 친숙하고, 사용하기에 편리한 자동차를 설계하기 위한 시뮬레이션 테스트에 응용될 수 있고, 두 번째로 자동차 시뮬레이터, 그리고 오락 기기에 응용될 수 있다.

지금까지의 자동차는 출력이나, 최대 속도, 가속력, 안정성 등에 주력하여 개발되었다. 그러나, 자동차의 성능이 평준화되고 자가운전자가 늘어남에 따라 디자인이나, 승차감, 운전의 편이성에 대한 평가가 이루어지고 있다. 스티어링이나 기어의 손잡이 등에 의한 작동감을 자유로이 조절함으로써 자동차 시뮬레이터를 이용하여 일반 도로 주행시나 비포장도로 주행시, 혹은 충돌시에 운전자가 실제와 같은 작동감을 느낄 수 있다. 이와 같은 작동감을 정량화하여 보다 부드럽고 편안한 작동감을 제시할 수 있는 실내 조작 장치를 개발하여 적용하고자 한다. 스티어링의 경우

에는 이미 이러한 작동감에 대한 연구결과를 응용하여 고속 주행시에 무거운 느낌을 제시하여 안정성을 높이고, 저속에서는 가벼운 느낌을 제시하여 쉽게 주차를 할 수 있는 파워 스티어링이 일반화되었다. 이와 같이 자동차용 실내 조작장치의 작동감 제시기술은 인간에게 좋은 감성을 제시하는 자동차 개발에 널리 응용될 수 있다.

자동차 시뮬레이터 및 오락기기에 응용되는 경우는 운전면허 교습용 시뮬레이터, 혹은 경주용 자동차, 구급차 등의 특수 자동차와 같이 안전이나 특수한 목적으로 쉽게 접할 수 없는 자동차의 시뮬레이터, 그리고 여러 가지 실제로는 일어날 수 없는 비현실적인 자동차 경주를 묘사하는 오락기기에 현실감을 높이기 위하여 응용될 수 있다. 이와 같은 경우에는 쉽게 연습하기 힘든 자동차와 도로 상황에서 마치 실제로 자동차를 운전하는 연습을 수행할 수 있으며, 안전하고 저렴하기 때문에 쉽게 이용할 수 있다.

자동차 실내 조작장치의 작동감 제시 시스템의 개발은 대표적인 감성을 제시하는 시스템으로 손과 발에 작동감을 제시하는 것으로써 쉽게 적용할 수 있으며 그 활용 분야도 거의 전 산업에 걸쳐서 폭넓기 때문에 여러 가지 다양한 산업에 널리 응용될 수 있다.

3. 사회. 문화적 측면

이제까지 제품의 기능이나 성능만을 중요시하던 시대는 지나가고, 오늘날에는 고객의 감성에 맞는 제품만이 살아 남을 수 있는 시대로 변하고 있다. 즉, 종래에 인간의 감성을 무시하고 기능 위주로 개발되는 제품이 인간의 감성을 고려하는 제품으로 변환될 수 있으므로, 보다 쾌적한 제품 사용 환경을 제공할 수 있다.

자동차 운전석(cockpit)의 운전자-자동차 감성 상호작용 모형 개발 및 인터페이스 설계는 운전자의 안전성 향상, 소비자의 선호도 증대, 각종 계기 및 정보 표시장치의 사용성(usability) 등 하드웨어 개발에 버금가는 중요한 문제이다. 특히 계기반(Display panel)의 배치와 핸들, 기어, 각종 페달과 central panel, power window switch등(이하 설계요소) 자동차 실내 Interfaced의 배치는 기계적 기본기능의 정확성 및 신뢰성도 중요하지만, 사용성이나 편의성, 인지특성, 그리고 운전자의 감성적 특성 등도 이에 버금가는 중요성을 지닌다고 할 수 있는 것이다. 또한 이들을

고려하지 않은 설계는 조작 미숙이나 오작동(誤作動)을 유발시킴으로서 대형사고를 초래하는 결과를 나타내기도 한다.

특히 자동차의 내부 Interface 및 Interior를 설계할 경우, 판매 대상이 되는 소비자 집단이 속해 있는 사회 및 문화적 특성에 적합한 감성적 설계를 하지 않을 경우, 이 제품은 소비자들로부터 외면을 당할 수밖에 없는 것이 현재의 실정이다. 이는 경제, 산업적 측면과 맞물려 기업의 도산, 제품 경쟁력 상실, 그리고 실업문제 등 심각한 사회적 문제들을 야기시킬수 있는 것이다. 따라서, 운전자-자동차 감성 상호작용 시스템에 대한 연구 및 이의 방법론의 표준화, 그리고 이 분야의 Database를 구축하는 것이 상당히 시급한 과제라고 할 수 있다.

한편, 자동차 실내 조작장치의 작동감 제시 시스템 개발 기술은 손과 발에 대하여 작동감을 제시하는 것으로써 인공 수족을 가진 장애자에게 촉각을 느낄 수 있는 가능성을 제시해 줄 수 있으므로, 장애자의 복지를 위한 기술 개발이란 측면에서도 중요하다. 또 지체 장애자를 위해 조이스틱으로 운행하는 전동식 휠체어의 경우, 돌발 장애물의 출현시에 작동감 해석을 통해 장애물 방향으로 조이스틱에 적절한 강성의 변화를 유발시켜 충격을 회피하도록 조치할 수 있다. 의료 부분에서 사용이 가능한 원격 로봇 수술, 인간이 접근하기 어려운 환경에서 로봇을 사용한 작업, 모의 훈련 장치나 환자의 재활 프로그램, 노약자/장애인 인터페이스 기술 개발 등에 응용될 수 있으며, 사회, 문화 전반에 걸쳐서 큰 기여를 할 것이다.

제2절 연구개발목표

운전자-자동차 감성 상호작용 시스템 모델을 구축하고, 운전자와 자동차와의 Interface관련 사용 편의성 측정 및 평가 방법을 개발한다. 또한 자동차의 내부 Interface에 대한 감성을 추출할 수 있는 방법을 개발하며, 이를 분석할 수 있는 Tool을 개발한다. 또한 자동차 실내 조작장치의 작동감 제시 시스템을 개발하기 위하여 실내 조작장치를 스티어링과 기어 손잡이, 페달 등으로 나누어 제시하고자 하는 감성을 모델링하고 각 감성에 대한 제시 기법을 개발하고, 각각에 대하여 필요한 제시기를 설계, 개발한다. 손과 발에 감성을 측정하고 분석할 수 있도록 자동차 실내 조작장치의 작동감 제시 시스템을 구성한다. 작동감 제시 시스템은 한국표준과학연구원(KRISS)의 동적 환경 제시 시험실 내에 구축한다.

이러한 연구 및 실험의 결과들을 Database화하여 실제 자동차의 개발 단계에 사용할 수 있도록 DB를 구축하며, 이러한 Tool 및 DB를 통합하여 자동차 내부 Interface의 감성적 설계를 위한 시스템을 구축함을 최종 목표로 한다. 최종목표의 구체적인 내용은 다음의 표와 같다.

연구 개발의 최종 목표
<ul style="list-style-type: none">• 운전자-자동차 인터페이스 시스템에 대한 감성특성 모델 구축 및 DB구축• 운전자-자동차 인터페이스 시스템에 대한 인지특성, 동작특성 모델 구축 및 DB구축• 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 구축(H/W)• 운전자-자동차 감성 인터페이스 평가 시스템 구축(S/W)

제2장 국내외 기술개발 현황

본 프로젝트에서 연구할 내용은 운전자와 자동차간의 감성적 상호작용에 대한 인간공학/감성공학적 연구 및 Database 구축이다.

기존 선진국의 경우, 운전자-자동차 상호작용 시스템에 대한 연구는 이미 오래 전부터 중요시되어온 분야이며, 많은 연구가 되어온 영역이다. 하지만 운전자-자동차 감성 상호작용 모형 개발 및 인터페이스 개발과 관련된 연구는 우리 나라에서는 매우 진부한 형편이다. 몇몇 기업을 중심으로 몇 가지 제품에 대한 연구가 이루어지고 있으나, 연구가 일회적이어서 기초 자료가 축적되고 있지 않았으며 구체적인 디자인을 위한 지침을 주는 역할을 할 수 없는 형편이다.

인간-기계-시스템 상호작용 인터페이스 개발에 필수적인 선행 조건은 구체적인 사용성 평가 실험 자료이다. 미국 등 선진국에서는 여러 다양한 사용성 평가 기술이 개발되고 있다. 시스템과의 상호작용에서 생기는 정신적 부하(mental workload)를 측정하기 위해 주관적 보고법(subjective report), 행동적 측정법(behavioral measure), 생리적 지표(physiological index), 이차과제(secondary task)를 이용한 방법 등이 개발되고 있으며 이들 측정간의 상대적인 장단점도 연구되고 있다. 실제 이들 방법이 여러 시스템 사용에 적용되고 있다. 가장 좋은 예로, moving-base aircraft simulator에서 20가지 정신적 부하 측정 방법을 비교하는 연구를 들 수 있다(Wierwille & Connor, 1983).

미국, 독일, 일본, 영국 등과 같은 선진국에서는 이미 자동차회사를 중심으로 IVHS, TMC 등의 시뮬레이터를 제작 사용하고 있다. 독일의 BMW에서는 DRIVE II Project EMMIS(Evaluation of Man Machine Interface by Simulation Techniques)의 일환으로 가상현실을 이용한 시뮬레이터를 개발하여 운전자 행동과 교통 안전을 실험하고 있고 일본의 MAZDA 자동차에서는 ± 40 degree 의 Roll, Pitch와 ± 160 degree 의 Yaw, $\pm 3.6m$ lateral의 자유도를 갖는 Motion-based simulator를 제작하여 실제 운전환경과 유사한 가속, 감속, 회전의 중력변화 환경까지 고려한 사용성 평가를 하고 있는 등 선진국 대부분의 자동차 회사들은 자체 사용성 평가용 Simulator를 제작하여 실험하고 있다. 또한 미국의 Iowa 대학에서는 미 교통부의 의뢰를 받아 500억원 상당의 시뮬레이터 제작을 하고 있는데 완료된 상태이며, 일본에서도

VICS(Vehicle Information and communication System)의 일환으로 Simulator를 이용한 사용성 평가 실험을 수행하고 있는 등 국가 차원에서의 자동차 운전석 (cockpit)환경에 대한 평가 방법을 개발하고 있다. 또한, 자동차에 대한 효용 및 품질의 개념이 기존의 기능적, 물리적 관점에서 점차 주관적, 감각적, 그리고 개성적으로 변화되고 있는 추세이므로, 운전자-자동차 인터페이스의 설계에 있어서 감성공학의 중요성이 부각되고 있는 실정이다.

국내연구 사례를 살펴보면 운전자-자동차 상호작용 시스템에 관련된 감성공학적 연구를 수행하는 연구소 및 기관은 그리 많지 않은 형편이다. 비록 감성공학 연구가 G7 과제에 포함되어 올해 마무리 되었지만 아직까지 자동차의 인터페이스에 대한 감성공학적 연구는 부분적으로 나뉘어 연구되고 있을 뿐 통합되어 연구가 수행되어지고 있지는 않은 실정이다.

제3장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 가변형 제시기 개발

1. 연구 목표

- 가변형 제시기 시스템 제작 및 시뮬레이터와의 연동
- 매뉴얼과 실험데이터의 D/B 완성

2. 연구 내용

- 가변형 제시기 제작
- 가변형 시트 시스템 제작
- 시뮬레이터와 연동을 위한 가변형 운전 시스템의 차체 프레임 제작
- 각 제시기들의 사양, 개발과정, 사용방법 매뉴얼 작성
- 가변형 제시기를 이용한 감성공학 실험 데이터들의 DB화

3. 가변형 스티어링 휠 시스템

가. 제어변수

감성 평가에 사용하기 위해 조향 장치의 설계 변수들을 변경할 수 있도록 가변형 스티어링 휠 시스템을 설계하고 개발하였다. 스티어링 휠의 설계 변수는 핸들링을 할 때의 작동감으로 표현 될 수 있는 스티어링 휠의 토크와 각도, 전후-상하 위치로 선정하였다. 변수의 표현 기준을 그림 1.1에 나타냈고 개발된 시스템에서 변경할 수 있는 변수의 크기를 표 1.1에 나타내었다.

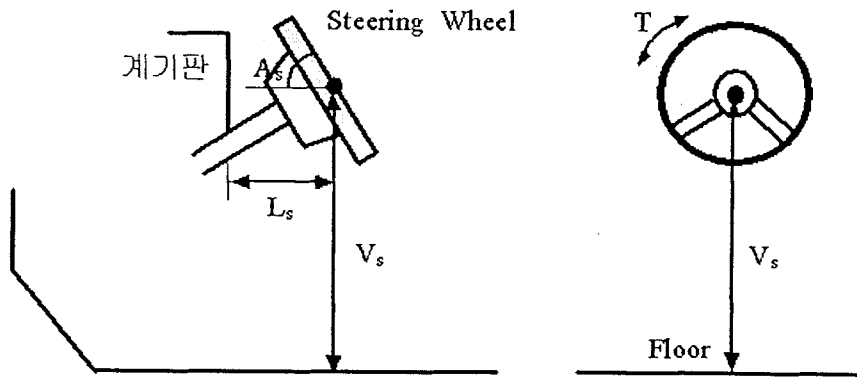


그림 1.1 스티어링 휠의 변수와 기준위치

표 1.1 스티어링 휠 시스템의 변수 가변량

Variables	Value
A_s	$30^\circ \sim 70^\circ$
L_s	15 ~ 22 cm
V_s	56 ~ 66 cm
T	1 ~ 10 kgf-m

나. 이송 시스템 제작

상하 방향 이송을 위한 이송 방식 메커니즘은 screw-lead 방식을 상용하였고 DC geared motor의 제어를 통하여 구현하도록 하였다. 전후 방향 거리 조절은 시트의 이동으로 조절할 수 있으므로 이송 장치를 만들지 않았다. 스티어링 휠의 상하방향 이송장치 제작도는 그림 1.2와 같다.

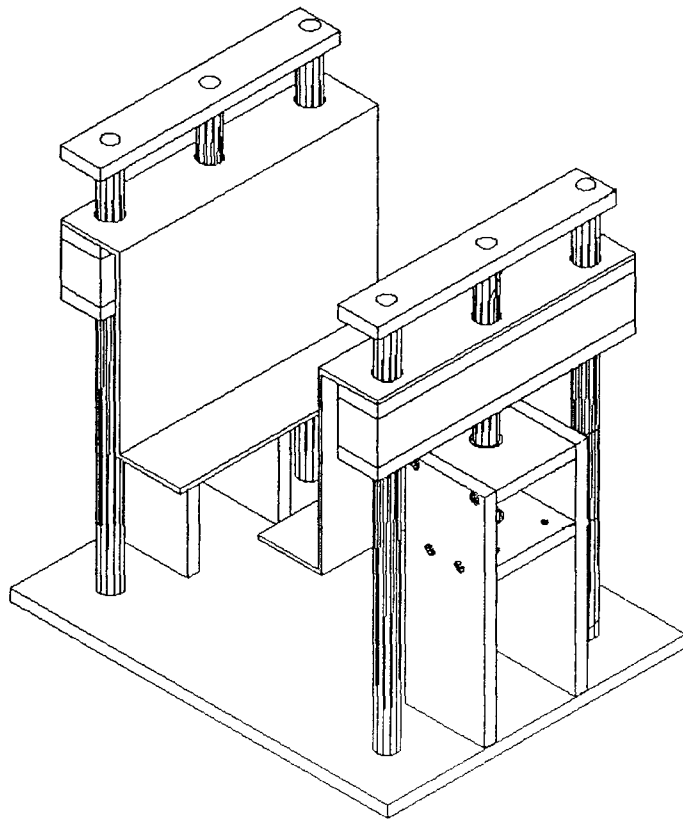


그림 1.2 스티어링 휠 상-하 방향 이송 장치 조립도

다. 휠 토크 제어 시스템 구축

스티어링 휠의 토크는 전자식 디스크 클러치 방식의 모터를 이용하였으면 A/D, D/A 컨버터를 통하여 컴퓨터로 제어할 수 있도록 하였다. 토크 제어 시스템을 그림 1.3에 나타냈다.

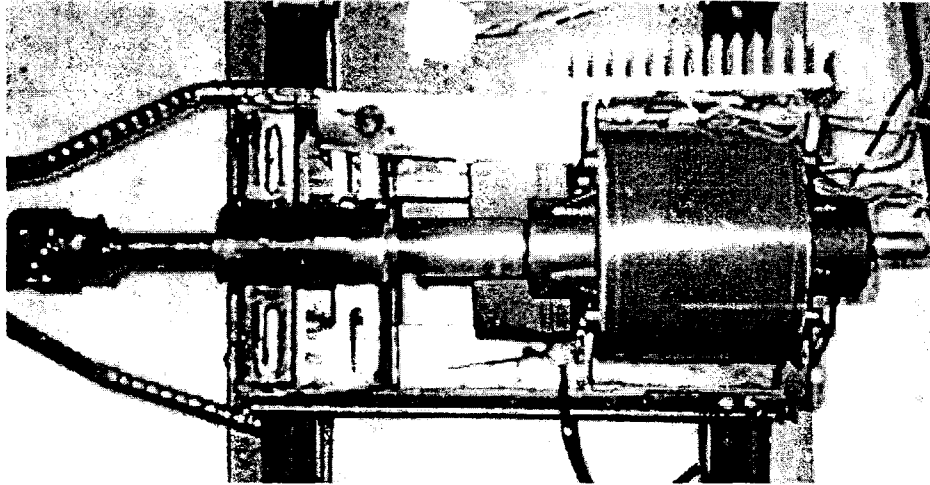


그림 1.3 스티어링 휠 토크 조절용 모터 시스템

모터 제어 프로그램을 이용하여 토크 크기를 조절할 수 있다. 프로그램 구동 후 숫자를 입력하면 입력값에 비례하여 토크 크기가 변화한다. 입력값에 대한 토크 크기를 그림 1.4에 나타냈다.

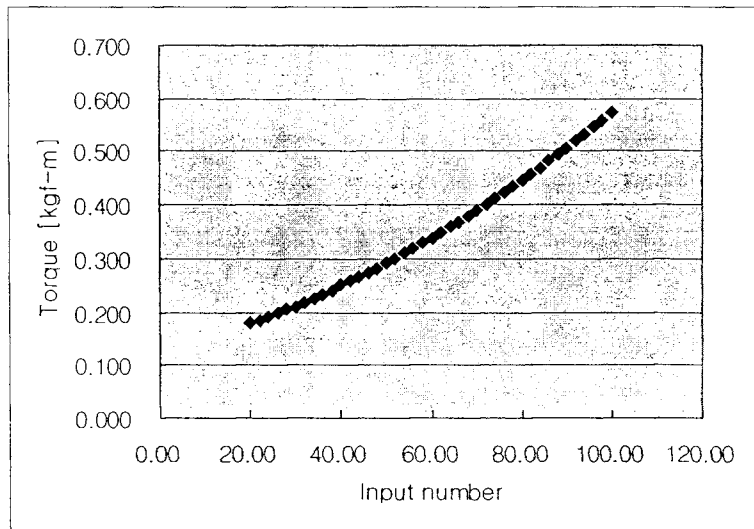


그림 1.4 입력값 대 발생 토크값

라. 스티어링 휠 제어시스템

전체 스티어링 휠 제어시스템은 그림 1.5와 같다.

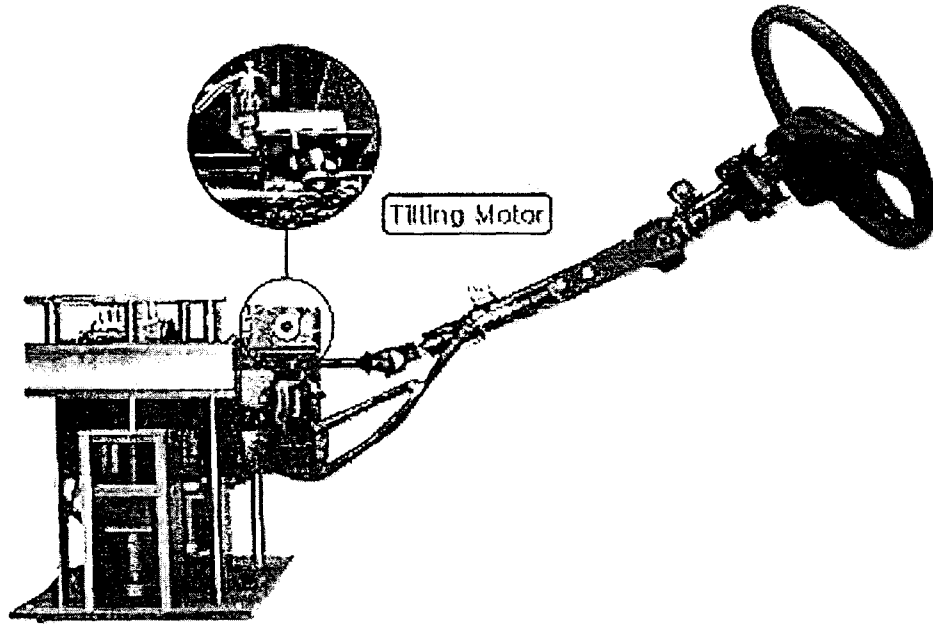


그림 1.5 스티어링 휠 제어 시스템

4. 가변형 페달 시스템

가. 제어변수

자동차의 페달은 기어 변속을 위한 클러치 페달과 가속을 위한 엑셀레이터 페달, 차륜의 정지를 위한 브레이크 페달이 있다. 자동 변속기 차량의 경우 클러치 페달이 없다. 본 연구에서 개발된 차량 실험 시스템은 현재 증가 추세에 있는 자동변속기 차량을 대상으로 하였으므로 엑셀레이터 페달과 브레이크 페달만을 고려하였다. 각 페달의 설계 변수들을 변경할 수 있도록 가변형 페달 제시기를 설계하고 개발하였다. 페달의 설계 변수는 페달을 밟을 때 느낄 수 있는 작동감으로 표현 할 수 있는 답력, 페달의 각도, 전후-좌우-상하 위치로 선정하였다.

변수의 표현 기준을 그림 1.6에 나타냈고 개발된 가변형 시스템에서 변경할 수 있는 변수의 크기를 표 1.2에 나타냈다.

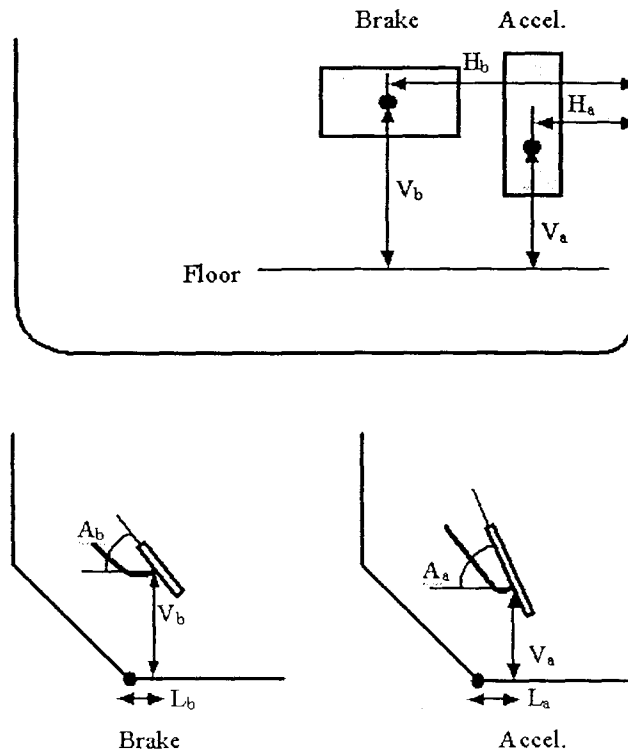


그림 1.6 페달의 변수와 기준 위치

표 1.2 가변형 페달 시스템의 변수 가변량

Variables	Accelerator Pedal	Brake Pedal
H	3 ~ 21.5cm	17.5 ~ 31.5cm
V	5 ~ 25cm	6 ~ 22cm
L	-6 ~ 9cm	-5 ~ 10cm
A	0 ~ 90°	0 ~ 90°

나. 이송 시스템 제작

시스템의 경량화를 위해 알루미늄을 주재료로 하였으며 볼트 체결로 조립과 분해를 쉽게 하도록 하였다. 3개의 모터를 이용하여 독립적으로 3축 제어를 하도록 하였다.

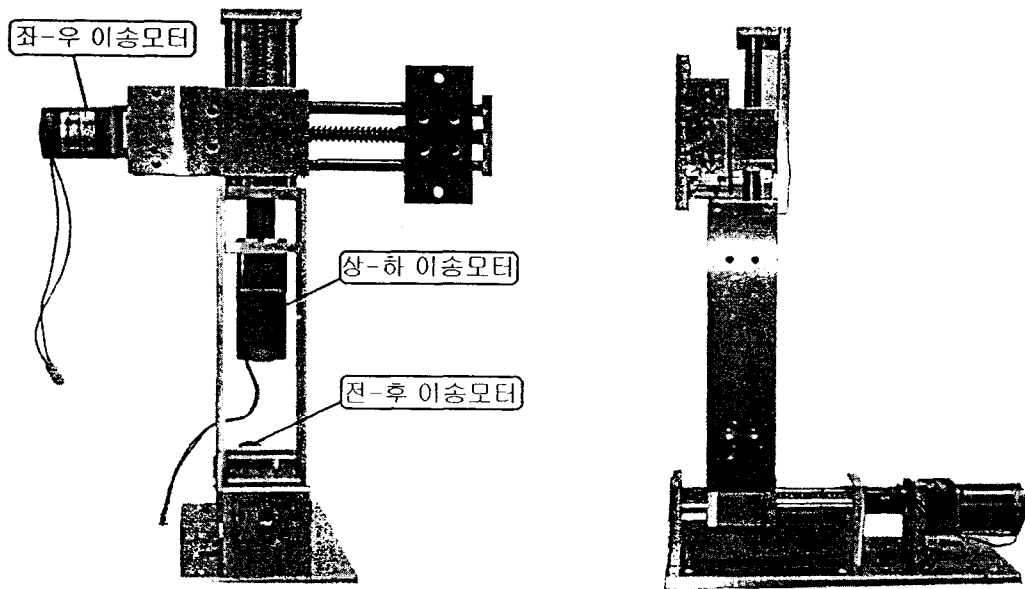


그림 1.7 가변형 페달 이송 시스템

5. 가변형 시트 시스템

가. 제어변수

가변형 시트 시스템을 구현하기 위해 시중에 판매중인 대우 매그너스의 전동식 시트를 구매하여 시스템을 제작하였다. 제어 변수는 다음과 같다.

- 1) 좌석 등받이 틸팅(tilting)
- 2) 좌석 앞뒤 이송

3) 좌석 앞부분 상하 틸팅

4) 좌석 뒷부분 상하 틸팅

나. 시트 브라켓 제작

그림 1.8에서 나타난 것처럼 차량 시스템에 부착할 수 있도록 시트 브라켓 (bracket)을 제작하여 프레임에 설치하였다.

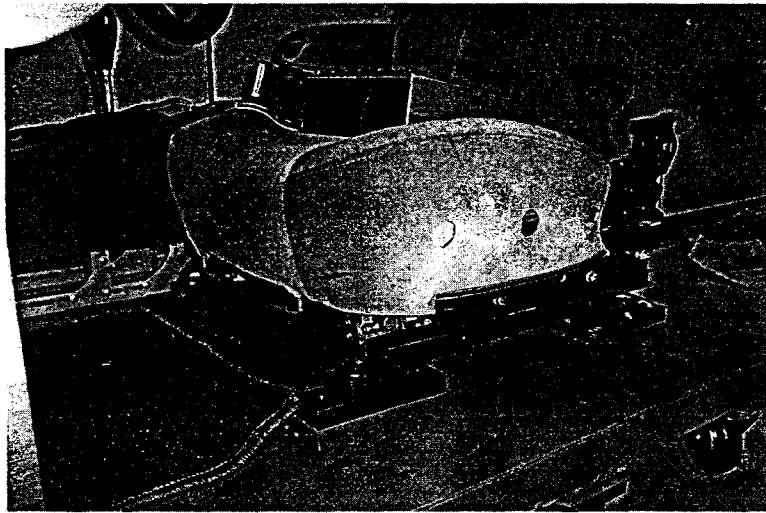


그림 1.8 가변형 시트 시스템

6. 차체 프레임 제작

가. 자동차 실내 구성

가변형 스티어링 휠, 페달, 시트 시스템을 장착하여 차량 실험을 할 수 있도록 차체 프레임을 제작하였다. 이 차체 프레임은 한국표준과학연구원의 6축 가진대에 장착할 수 있도록 제작되었다.

기본 모델로는 현대 EF Sonata를 사용하였다. EF Sonata의 대쉬보드, 계기판, 변속레버, 센터페시아 패널, 각종 버튼 등과 같은 내장재를 구매하여 사용하였다. 기본 골조는 앵글을 이용하여 구성하였고 골조 위에 내장재를 구매하였다. 자동차 실

내 구성은 그림 1.9과 같다.



그림 1.9 자동차 실내 구성

나. 기본(base)프레임 구성

사각 빔(beam)과 철판(plate)을 이용하여 상판을 제작하고 그 위에 탭을 내어 각 가변형 시스템과 차체를 조립하도록 하였다. 6축 가진대 상판과 연결할 수 있는 하판과 플랜지를 제작하여 가진대에 설치할 수 있게 하였다.

여기에서 플랜지는 차체의 높이를 높여주어 가진대 시스템의 유압실린더와의 간섭을 막아주는 역할을 한다.

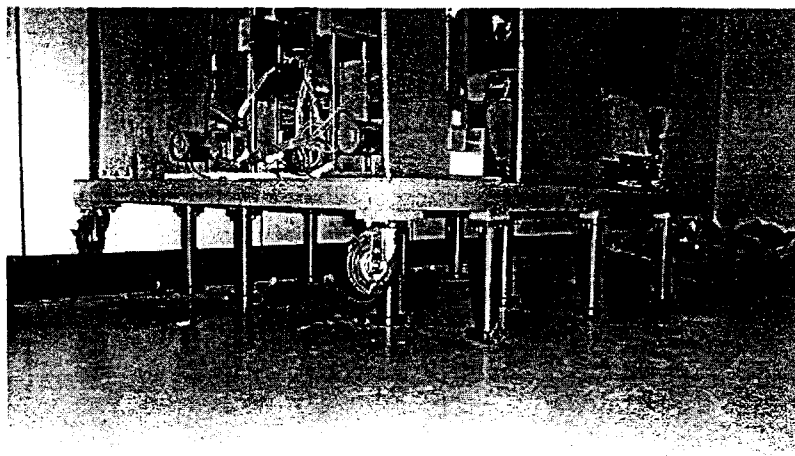


그림 1.10 기본 프레임

기본 프레임 구성은 그림 1.10과 같다.

7. 가변형 운전 시스템

전체 가변형 운전 시스템의 구성은 다음과 같다.

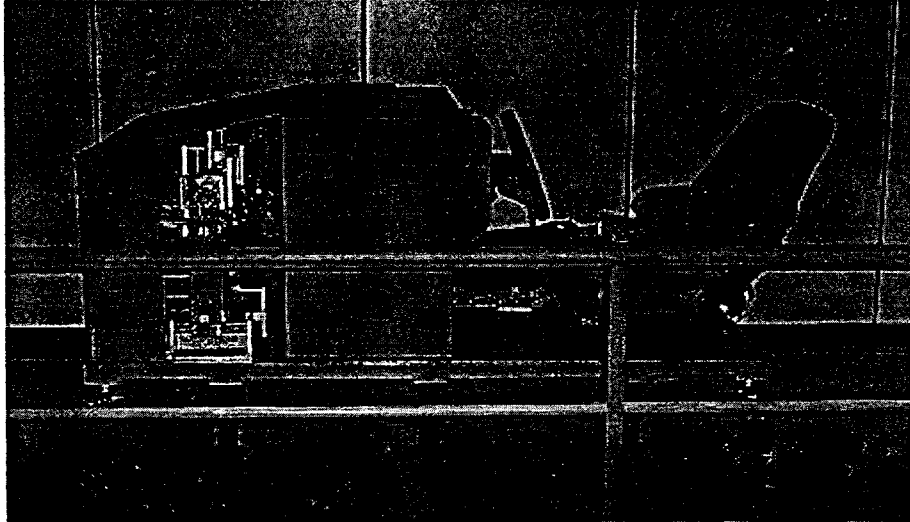


그림 1.11 가변형 운전 시스템(1)

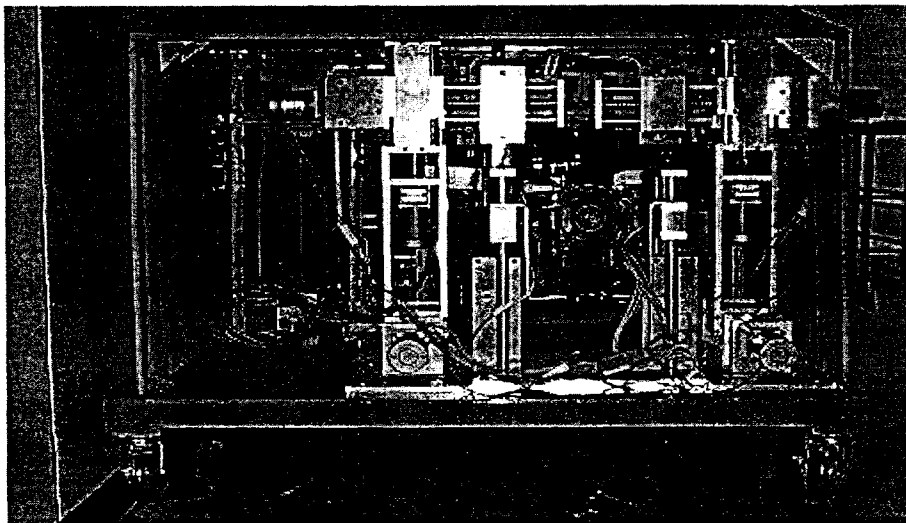


그림 1.12 가변형 운전 시스템 (2)

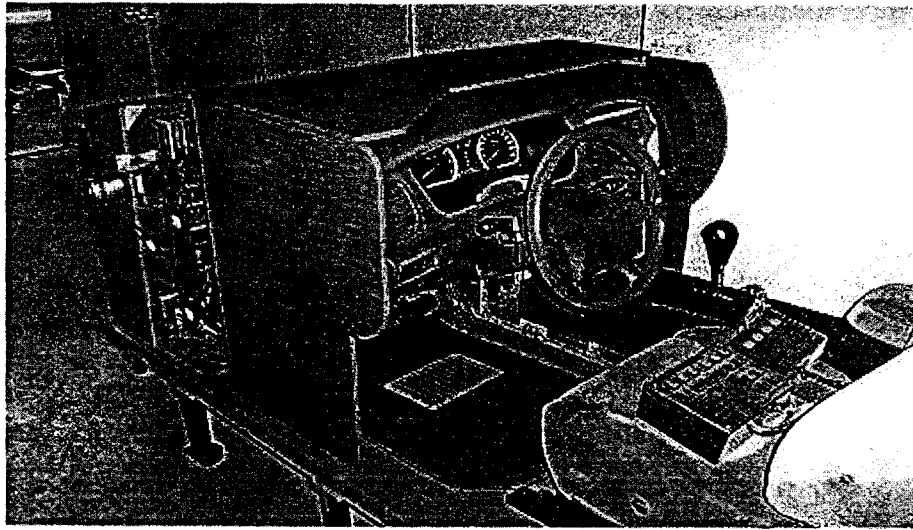


그림 1.13 가변형 운전 시스템 (3)

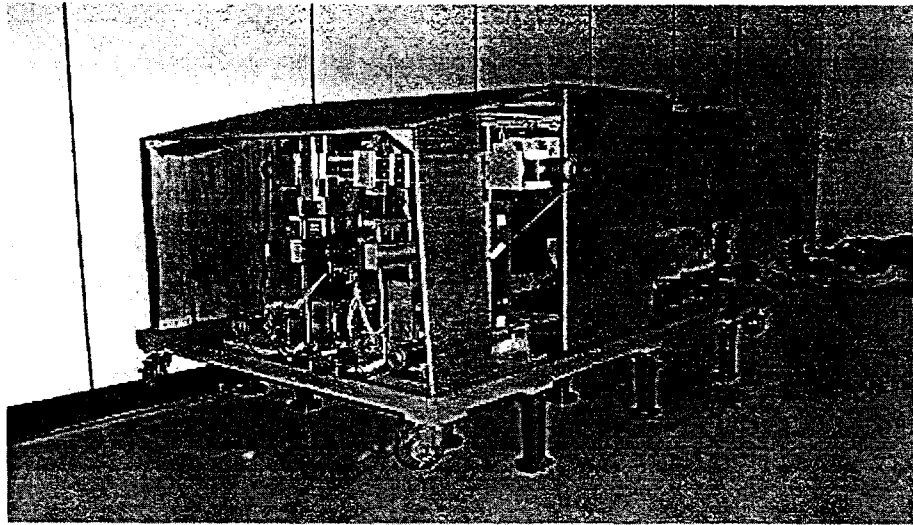


그림 1.14 가변형 운전 시스템(4)

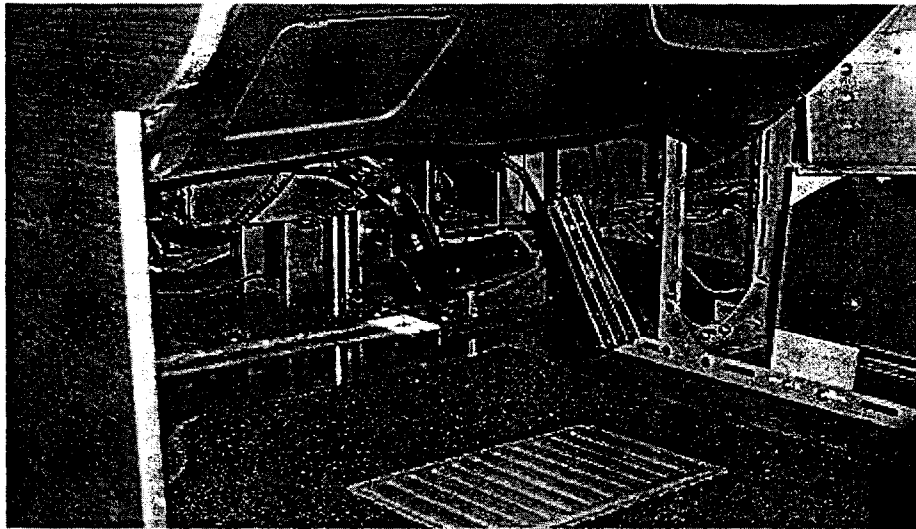


그림 1.15 가변형 운전 시스템(5)-페달

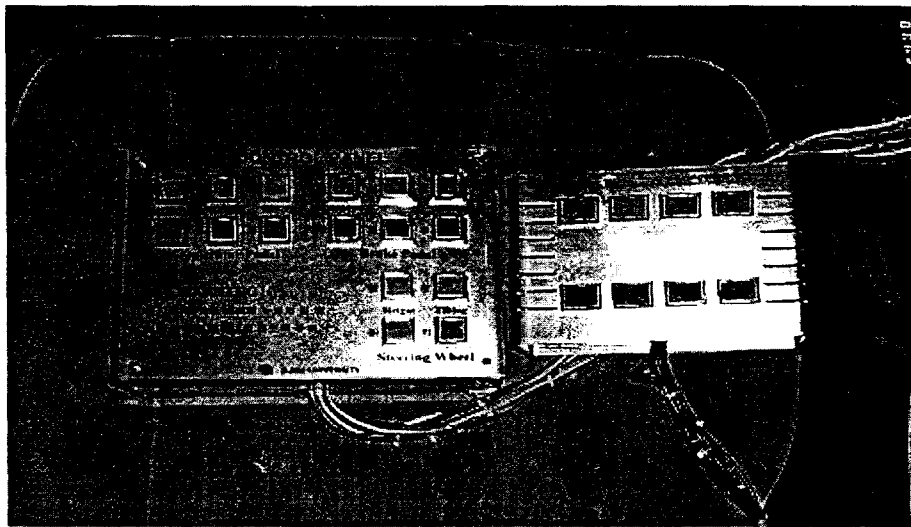


그림 1.16 가변형 운전 시스템(6)-Control Box

제2절 운전자의 인지, 감성, 동작특성에 관한 연구

1. 운전자의 Instrument Panel에 대한 인지지도 측정에 관한 연구

가. 서론

운전자를 고려한 인간공학적 자동차 설계는 현대 자동차 산업에서 제품의 품질은 물론이고 제품의 경쟁력을 확보하는데 상당한 영향을 미치고 있는 중요한 요인중의 하나이다. 하지만 국내의 자동차 제조업체들은 아직까지도 외국의 표준들을 도용하거나 디자이너의 심미적인 관점에서 자동차를 설계하고 있는 실정이다.

우리 나라 자동차 회사의 경우 인간-기계 인터페이스(Human-Machine Interface: HMI)에 있어서 아직 운전석(Cockpit)에 대한 인간공학적인 평가를 하는 경우는 매우 드물고, 대부분 실내 인테리어를 담당하는 디자이너의 차원에서 심미적(Aesthetic)인 디자인으로 설계를 하고 있으며, 이를 대상으로 한 개발자의 선택으로 자동차를 제작하였다(Yu et al., 1997).

자동차 운전석의 내부 장치들은 운전자에게 시각 정보 없이 경험적으로 작동하는 경우가 많은데, 이러한 경우 자동차의 내부 장치들의 위치 및 형태가 인간공학적으로 설계되어 있지 않다면, 한두 번의 오작동은 운전자의 주의를 분산시키는 잡음(Noise)이 되어 사고를 유발할 수 있다(Yu et al., 1997).

따라서 본 연구에서는 운전자를 고려한 운전석의 인간공학적 설계를 위한 기반 연구로서 운전자의 인지지도내에 각인되어 있는 운전석내의 IP(Instrument Panel)의 형태를 추출해 보고, 이를 사용하여 두 피험자 집단에 대한 정확도의 분석을 수행하였다.

나. 연구 배경

인간-기계 시스템(Human-machine system)이란 한 사람이나 그 이상이 하나나 그 이상의 물리적 성분과 상호 작용하여, 주어진 입력에 대하여 목적하는 출력을 얻는 것이라 할 수 있다(Sanders et al., 1993). 인간은 기계나 시스템에 대하여 크게 세 가지 형태(사용자, 수리자, 설계자)로 포함되게 된다(Chapanis, 1996). 이들 중

에서 운전자는 운전자-자동차 상호작용 시스템 내에서 주로 사용자적인 측면으로 포함되어지게 된다.

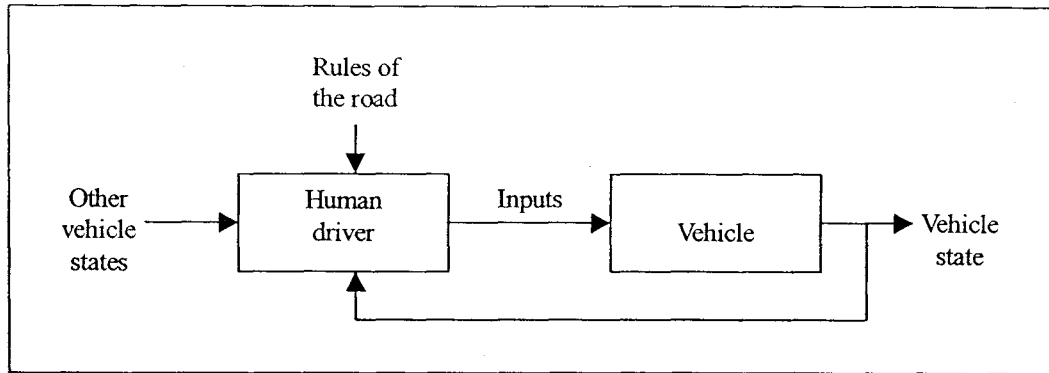


그림 2.1.1 Closed-Loop Driver-Vehicle System

운전자-자동차 상호작용 시스템을 자동차를 사용하고 제어하는 목적에서 보면 운전자-자동차 시스템은 그림 2.1.1에서 보는 바와 같이 Closed-loop control system으로 모델링 되어진다(Lanzilotta, 1995; Rockwell, 1972; Schlesinger, 1972; Sheridan, 1992). 이와 같이 운전자-자동차 상호 작용 시스템 내에서 자동차의 상태에 반응하는 행위는 운전자 단독으로 수행하기 때문에 이 상호작용 시스템 내에서 가장 중요한 부분은 운전자라고 볼 수 있는 것이다.

수동작에 관련된 시간 모델을 위한 연구에서 Graesser 등(Graesser et al., 1993)은 운전자의 Performance가 각 Device 및 Control들의 위치와 형태에 대한 주관적 표준화 정도에 따라 달라진다고 하였으며, Yu 등(1998)은 운전자에게 보다 친숙하고 인지지도내에 각인되어 있는 자동차의 운전석 형태와 보다 유사하다고 가정한 차량에 대하여 운전자의 Manual Performance가 증가한다는 것을 밝혀 내었다.

이러한 기존의 연구들에서는 운전자의 인지지도에 대한 가정하에 연구를 수행하였고, 따라서 인지지도내에 각인되어 있는 IP의 형태와 측정 방법에 대한 언급은 매우 미약하였다.

하지만 구체적으로 인지지도내에 각인되어 있는 IP의 형태를 추출해내는 방법론에 대한 연구는 이러한 연구들의 가정사항들을 위한 매우 중요한 사항들이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 운전자 중심으로 자동차 IP를 설계하기 위한 기반 연구로서

운전자의 인지지도내에 각인되어 있는 자동차 IP의 형태를 추출해내기 위한 방법에 대하여 연구를 수행하였다. 이를 위해 본 연구에서는 Sketch map method를 사용하였다.

다. Sketch Map method

Sketch map method는 여러 인지심리학자들이나 다른 분야의 학자들에 의해 쓰이고 있는 방법으로서 상당히 간단한 방법과 직관적인 분석이 가능함으로 인해 여러 분야에서 널리 쓰이고 있는 방법이다. 우선 Cognitive mapping(인지지도 제작)의 정의에 대하여 살펴보면 Downs와 Stea(1973)에 의해 다음과 같이 정의되어지고 있다. “모든 공간적 환경에서의 현상들의 상대적 위치와 속성들에 대한 정보의 획득, 부호화, 저장, 회상, 그리고 부호 번역 등에 의한 심리적인 변형의 연속으로 구성되어있는 절차이다.”

개별적 인지지도는 공간적 심상의 활성 정보 탐색 구조이며(Neisser, 1976), 인지지도는 또한 객체들과 운동감각, 시각적, 청각적 암시들의 기억으로 구성되어진다(Griffin, 1973).

이러한 인지지도에 대한 연구의 어려움은 개인별 내적 지도의 외적 표현에 대한 추출의 문제이다. 즉 각 인간들에게 내적으로 확립되어있는 추상적인 인지지도를 어떻게 외부로 표현하게 할 것인가 하는 것이 상당히 어려운 문제로 남아있는 것이다.

본 연구의 대상이 되는 IP의 형태는 공간적 정보로서 운전자들에게 인지되게 된다. 인간의 공간적 작용 기억(Spatial working memory)은 공간적 정보를 아날로그 방식의 공간적 형태로 표상 한다. Baddeley(1986; 1990)는 공간적 작용 기억을 “시공간적 기록장”으로 정의하기도 하였다. 이러한 공간적 작용기억 상의 정보들은 점차 표준화되고 정형화되어 인지지도내에 하나의 표준화된 형태로서 각인 되어지게 된다. 즉, IP 에 대한 공간적 정신 모형(Spatial mental model)을 구성하게 되는 것이다.

본 연구에서 측정하고자하는 것은 위와 같이 운전자의 인지지도 내에 각인되어 있는 운전석의 IP의 기하학적 정보를 추출하는 것이므로, 운전자 스스로의 외적 표현에 의한 인지지도 측정을 실시하였다. 여기서 기하학적 지식이란 대상 Object들이

공간상에 어떻게 분포되어 있으며, 어떠한 형태를 가지고 있는가 하는 정보들을 말한다. 기하학적 지식(Topological knowledge)은 일반적으로 미터 지식(Metric knowledge)보다 효과적인 운항 및 탐색을 위해 중요하다는 것이 밝혀졌다(Billinghurst, 1995). 기하학적 지식을 측정하기 위한 일반적인 접근법이 Lynch(1960)에 의해 제안되었는데, 그는 피험자의 정신적 모델(Mental model)의 표현을 위해 Sketch map을 사용하였다. 여기서 Lynch는 Sketch map을 기하학적 분석에 사용할 때 미터 분석에 비해 정확하다는 것을 밝혀냈다.

따라서 본 연구에서도 운전자의 IP에 대한 기하학적 인지지도를 추출해 내기 위한 방법으로 외적 표현에 의한 인지지도 추출의 한 방법인 Sketch map method를 사용하여 연구를 수행하였다.

라. 실험

본 실험은 운전자의 인지지도 내에 각인 되어있는 IP의 기하학적인 형태를 추출해 내기 위해 실시되었다. 즉 운전자에게 자신이 생각하고 있는 IP의 형태를 백지 위에 Sketch map을 작성하게 함으로써 인지지도 내에 각인 되어있는 IP의 형태를 개략적으로 추출함을 목표로 하였다.

본 연구에서는 Sketch map을 이용한 운전자의 인지지도 추출에 대한 적합성을 판단하고, 두 피험자 집단에 대한 Sketch map과 IP 간의 정확도 차이를 분석하기 위한 실험을 실시하였다.

이를 위해 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단을 피험자 집단으로 선정하고, 이들 각 집단에 대한 Sketch map을 획득하였다. 이와 더불어 피험자들이 Sketch 한 IP의 Object들의 빈도를 분석함으로써 피험자들의 인지지도내에 강하게 각인되어있는 주요 Object를 추출하고, 자차 보유 운전자들과 그들의 보유 차종, 그리고 자차 미보유 운전자들과 그들이 많이 몰아본 차종간의 IP의 장치들의 절대 위치에 대한 정확도를 비교/분석한 후, 이 두 집단간의 정확도의 차이를 검증해 보았다.

(1) 실험 계획 및 방법

본 실험을 위하여 8명의 자차 보유 운전자들(연령 평균 29.75세, 연령 표준편차 3.01, 운전 경력 평균 5.75년, 운전 경력 표준편차 4.20)과 11명의 자차 비보유 운전자들(연령 평균 26.55, 연령 표준편차 1.51, 운전 경력 평균 3.55년, 운전 경력 표준편차 2.25)을 피험자로 채택하였다. 이들 피험자들에게 A4 용지에 IP의 전체 윤곽이 표시되어있는 계측지를 제시한 후, IP내의 각 Device 와 Object들의 위치에 대하여 이들의 위치가 어디에 있는지를 Long-term memory로부터 회상하여 Sketch하도록 하였다. 실험의 신뢰성과 측정 데이터의 정확성을 기하기 위해 실험에 앞서 피험자들에게 실험에 대한 충분한 설명을 제시하였으며, 실험이 끝난 후 일정한 대가를 지불하였다.

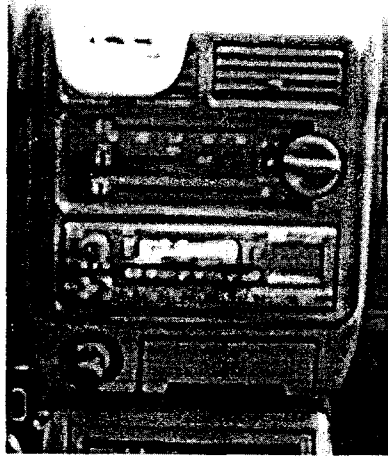
실험의 프로세스는 다음과 같다.

- 우선 피험자들에게 실험에 대한 충분한 설명과 주의사항을 숙지시킨 후, 이들에게 중앙 IP의 전체 윤곽이 표시되어 있는 계측지를 제시한다.
- 피험자는 계측지에 각자의 인지도도 내에 각인되어 있는 IP의 형태를 Sketch한다. 이때, 계측지에는 피험자들이 보유하고 있는 차종이나 많이 운전해본 경험이 있는 차량에 대한 조사 항목이 포함되어 있다.
- 자차 보유 운전자 집단에 대해서는 보유 차종의 이름, 연식을 기입하게 하였으며, 자차 미보유 운전자 집단에 대해서는 가장 많이 운전해 본 차량에 대한 이름, 연식을 기입하도록 하였다.
- 기입된 차종의 정보에 따라 각 실제 차량의 중앙 IP에 대한 사진 등을 찍음으로서 비교 데이터를 확보하였다.
- 다음으로 피험자들이 계측지에 Sketch 한 IP에 대하여 각 Device 및 Object들에 대한 발생 빈도 분석을 실시하였다.

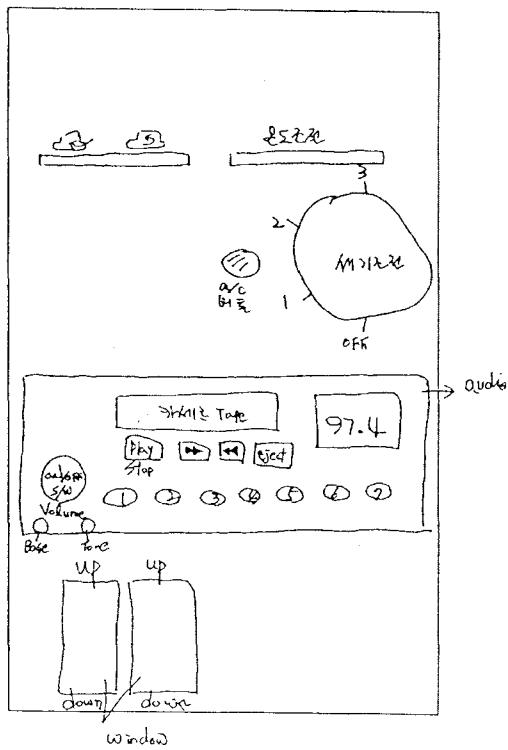
빈도 분석을 통해 정확도 분석을 위한 Object들을 선정한 후, 자차 보유 운전자 집단과 자차 비보유 운전자 집단들의 Sketch map과 실제 차량들의 IP와의 정확도 분석을 실시한다. 이때 정확도 분석에 사용되는 자료는 각각의 피험자들이 Sketch 한 map과 계측지에 기록한 차량의 실제 IP 이미지들이다. 이를 통해 두 집단간의 동일성을 검증한다.

차량 IP 에 대한 실제 이미지와 동일 차종에 대한 자차 보유 운전자의 Sketch image, 그리고 자차 미보유 운전자의 Sketch image의 예는 그림 2.1.2과 같다.

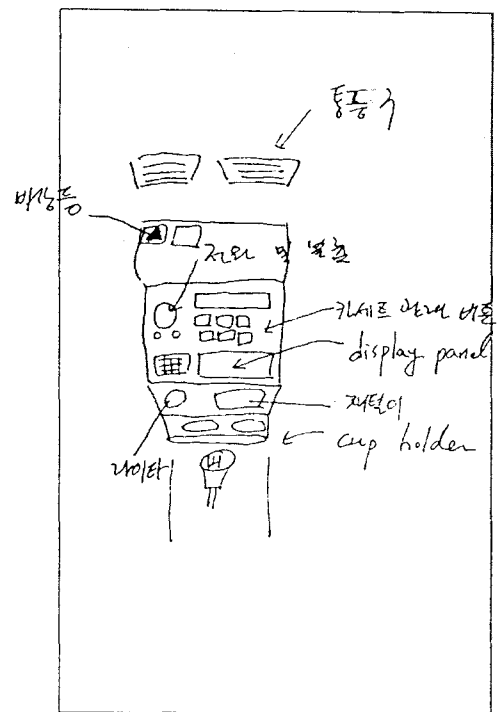
위와 같은 프로세스에 의하여 실험을 계획하고 분석을 실시하였다.



(a) 실제 차량 IP 이미지



(b) 차량 보유자의 IP Sketch 예



(c) 차량 미보유자의 IP Sketch 예

그림 2.1.2 실제 차량의 IP와 이에 대한 차차 보유자, 미보유자의 Sketch Image 예

(2) 실험 결과 및 분석

(가) 빈도 분석 결과

자차를 보유한 운전자 8명과 자차를 보유하지 않은 운전자 11명을 대상으로 IP 에 대한 Sketch map을 작성하게 하였다. 각 집단에 대한 Sketch Object들에 대한 빈도 분석 결과 그래프는 그림 2.1.3 그림 2.1.4와 같다.

Sketch map의 Object들의 빈도 분석 결과 풍향 조절 스위치, 공기 내부 순환스위치, 온도조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 On/Off 버튼, 라디오 볼륨 조절 스위치, Tape Eject Button, 카세트 데크, 라디오 채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼, 시가 잭, 비상등 스위치, 뒷열선 스위치, 안개등 스위치의 15가지의 Object에 대하여 두 그룹이 동일하게 Sketch한 반면, CD 삽입구, 이퀄라이저의 2가지 Object에 대하여 자차를 보유하지 않은 피험자들이 부가적으로 Sketch를 하였다.

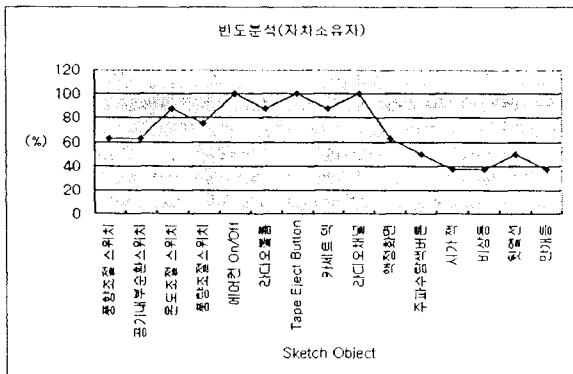


그림 2.1.3 자차 보유 피험자 집단의 Sketch Object에 대한 빈도분석

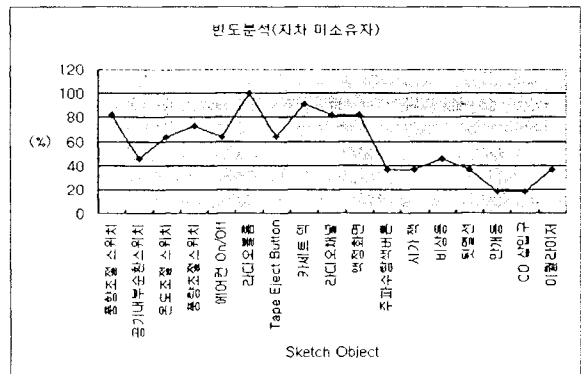


그림 2.1.4 자차 미보유 피험자 집단의 Sketch Object에 대한 빈도분석

(나) Sketch Map method의 적합성 검증

Sketch map method의 적합성을 검증하기 위해 본 연구에서는 두 피험자 집단의 Sketch Object들에 대한 순위를 검증해 보았다. 이는 자차를 보유하고 있는 피험자들과 자차를 보유하고 있지 않은 피험자들의 Sketch Object들이 유사한 빈도를 보인다다면 인지지도 추출 결과가 어느 특정 피험자 집단 및 특정 Object들에 편향되는가에 대한 판단을 나타낸다. 따라서 이러한 사실에 근거하여 Sketch map method를

사용하여 운전자의 인지지도를 추출해 내는 방법에 대한 적합성을 입증할 수 있다고 가정하였다.

이를 위해 빈도 분석 결과에서 두 피험자 집단이 공통으로 Sketch 한 Object들에 대하여 Spearman 순위상관계수법을 적용해 보았다. 적용 가설들은 다음과 같다.

$$H_0 : \rho_s = 0$$

$$H_1 : \rho_s \neq 0$$

where

ρ_s : 상관계수

Spearman 순위상관계수(r_s)는 다음 식에 의해 계산되어진다.

$$r_s = 1 - \left[\frac{6 \left(\sum_{i=1}^N d_i^2 \right)}{N^3 - N} \right]$$

where

N : 관찰쌍의 수

d_i^2 : 순위차의 제곱

Spearman 순위상관계수 분석에서 순위상관계수(r_s)가 임계치 보다 작으면 H_0 를 채택하고, 임계치보다 크거나 같으면 H_0 를 기각한다.

본 분석에서는 N 이 15이고 유의수준 α 는 0.05(양측 검정)을 사용하였다. 계산결과 r_s 는 0.675의 값이 산출되었다. 이때의 임계치는 0.522이다. 따라서 r_s 가 임계치보다 큰 값을 가지므로 H_0 는 기각된다. 즉, 두 피험자 집단의 Object 빈도는 서로 상관관계를 가진다는 것을 의미한다.

이는 두 피험자 집단의 구성원들의 인지지도내에 각인되어 있는 IP의 Object들에 대한 인지 정도가 유사하며, 어느 한쪽에 편향되지 않은 결과를 도출해 냈다고 볼 수 있는 것이다. 즉, Sketch map method는 운전자의 인지지도를 추출해 내는데 사용되어질 수 있다는 것이 증명됨을 보이고 있다.

(다) 자차 보유 집단과 자차 미보유 집단의 Sketch 정확도 분석

본 분석에서는 앞의 빈도 분석 결과 자차 보유 운전자들과 자차 미보유 운전자들이 공통으로 Sketch 한 Object 15개중에서 피험자의 50% 이상이 공통적으로 Sketch 한 Object에 대하여 위치와 형태에 대한 정확도 분석을 실시하였다. 이들 Object들은 풍향 조절 스위치, 공기내부순환 스위치, 온도조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 ON/OFF 스위치, 라디오 볼륨 조절 스위치, Tape Eject button, 카세트덱, 라디오 채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼, 비상등 스위치 등 12개의 Object들이다. 이들 Object들 중에서 비상등 스위치는 50% 이상이 Sketch 한 Object가 아니지만 상대적 중요도로 인해 정확도 분석에 포함시켰다. Object의 위치 분석은 Map 상의 절대 위치에 대하여만 분석하였다.

본 분석의 목적은 개인의 인지지도내에 각인되어있는 IP의 형태가 그들이 보유하고 있거나 많이 운전해본 차량에 의해 영향을 받는지를 검증함을 목적으로 하였다. 이를 위해 각 피험자별 보유차량과, 차량 미보유자 경우에는 가장 많이 운전해본 차량의 IP를 모두 조사하여 각 피험자별 실제 차량 IP Object들의 위치와 이들이 Sketch 한 IP Object와의 절대 위치에 대한 비교 분석을 통하여 정확도를 분석하였다. 분석 결과 12개의 Object에 대하여 자차 보유 운전자 집단의 정확도는 평균 61.46%, 표준편차는 18.33 이었으며, 자차 미보유 운전자 집단의 정확도는 28.03%, 표준편차는 14.08로 나타났다. 분석 결과는 표 2.1.1, 표 2.1.2와 같다. 표에서 '0' 은 실제 Object 위치와 Sketch map 상의 위치의 일치율을 뜻하며, '1' 은 불일치를 뜻한다.

분석 결과표에서 직관적으로 알 수 있듯이 자차 보유 운전자들과 자차 미보유 운전자들의 차량 IP와 Sketch map과의 정확도 분석 결과는 자차를 보유하고 있는 운전자 집단이 자차 미보유 운전자 집단보다 보유 차량의 실제 IP의 형태와 보다 유사한 인지지도의 형태를 각인하고 있음이 드러났다.

(라) 자차 보유 집단과 자차 미보유 집단간의 Sketch 정확도 차이 분석

이 두 집단간의 위치 정확도에 대한 차이를 검증해 보기 위해 비모수 통계 기법 중 $N < 20$ 인 소표본 Mann-Whitney U Test를 실시하였다.

표 2.1.1 자차 보유 운전자들의 위치 정확도 분석

피험자	1	2	3	4	5	6	7	8
풍향조절스위치	0	1	0	0	1	1	1	0
공기내부순환스위치	0	0	1	1	1	1	0	0
온도조절스위치	0	0	0	0	0	1	1	0
풍량조절스위치	0	1	0	0	0	1	0	0
에어콘 On/Off	0	0	0	0	1	1	0	1
라디오볼륨	1	0	1	0	1	0	0	0
Tape Eject Button	1	1	0	1	1	0	0	0
카세트 텍	1	0	0	1	1	0	0	0
라디오채널	1	0	0	0	1	0	0	0
액정화면	1	1	0	1	1	1	0	1
주파수탐색버튼	0	1	1	0	0	0	1	0
비상등	0	0	0	0	1	0	0	0
정확도(%)	58.33	58.33	75	66.67	25	50	75	83.33
평균	61.46			표준편차			18.33	

표 2.1.2 자차 미보유 운전자들의 위치 정확도 분석

피험자	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
풍향조절스위치	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
공기내부순환스위치	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
온도조절스위치	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
풍량조절스위치	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
에어콘 On/Off	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	
라디오볼륨	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Tape Eject Button	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
카세트 텍	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	
라디오채널	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	
액정화면	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	
주파수탐색버튼	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	
비상등	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	
정확도(%)	16.67	8.33	33.33	50	41.67	25	16.67	16.67	50	25	25	
평균	28.03				표준편차				14.08			

표 2.1.3 Mann-Whitney U Test를 위한 순위 테이블

점수	8.33	16.67	16.67	16.67	25	25	25	25	33.33	41.67	50	50	50	58.33	58.33	66.67	75	75	83.33
집단	B	B	B	B	B	B	B	A	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A
순위	1	3	3	3	6.5	6.5	6.5	6.5	9	10	12	12	12	14.5	14.5	16	17.5	17.5	19

본 연구의 결과 검증을 위한 가설은 다음과 같다.

H_0 : 두 집단간의 분포가 같다.

H_1 : 두 집단간의 분포가 어떠한 식으로든지 다르다.

Mann-Whitney U Test는 주로 서열 척도를 분석하는데 있어서 두 집단의 동일성을 검증하는 기법으로서, 이를 적용하기 위해 두 집단의 정확도 데이터를 서열 척도로 변환하였다. Mann-Whitney U Test를 적용하기 위해 서열 척도로 변환된 두 집단의 데이터를 표 2.1.3과 같이 순위 테이블로 작성하였다. 표 2.1.3 에서의 A는 자차 보유 운전자 집단의 구성원을 의미하며, B는 자차 미보유 운전자 집단의 구성원을 의미한다.

순위 테이블을 사용하여 순위할당의 적합성을 검증하기 위해 순위 합을 검증하였다.

$$N_S = \frac{N(N+1)}{2} = \frac{20(20+1)}{2} = 190$$

$$R_T = \sum R_i = 190$$

where

N_S : N 개의 순위들의 합

R_T : 표의 실제 순위들의 합

R_i : 표의 각 열의 순위

위의 결과 N_S 와 R_T 의 값이 190으로 동일하므로 각 열들에 대한 순위는 올바르게 할당이 되었다는 것이 증명되었다.

다음으로 가설을 검증하기 위하여 통계치 U Value를 구하였다. 여기서 유의수준은 $\alpha=0.05$ 양측 검정으로 분석하였다.

$$U_0 = n_A n_B + \frac{n_A(n_A+1)}{2} - T_A = 6.5$$

where

U_0 : U 관찰치

n_A : A집단의 개수

n_B : B집단의 개수

T_A : A 집단 순위합

분석 결과 U 의 관찰치는 6.5가 산출이 되었다. 이때 U 의 임계치는 19 ~ 69의 범위를 갖는다. 즉, U 관찰치가 U 임계치 영역 밖에 존재하므로 H_0 는 기각하게 된다. 즉 두 집단은 어떠한 식으로든 같지 않다는 것이 증명되었다. 다시 말하면 분석 결과에 의한 결과치에 의해 알 수 있듯이 자차 보유자 집단이 자신이 보유하고 있는 차종의 IP에 의해 인지도내의 IP형태가 많은 영향을 받는다는 것을 알 수가 있다. 또한 자차를 보유하지 않은 운전자들은 특정한 차종을 소유하지 않고 상황에 따라 다수의 차종을 운전해 보았기 때문에 이들의 IP형태가 혼합이 되어 인지도내에 각인되어 가장 많이 운전해본 차종의 IP와 차이가 나는 것으로 볼 수 있다.

마. 결론

본 연구는 IP의 표준화 평가에 대한 연구로서, 운전자의 인지도 내에 각인되어 있는 IP의 기하학적인 형태를 추출해내기 위해 실시되었다. 즉 운전자에게 자신이 생각하고 있는 IP의 형태를 백지 위에 Sketch map을 작성하게 함으로써 인지도내에 각인되어있는 IP의 형태를 개략적으로 추출함을 목표로 하였다. 이와 더불어 Sketch map을 이용한 운전자의 인지도 추출에 대한 적합성을 판단하고, 운전자들이 Sketch 한 IP의 Object들의 빈도를 분석함으로써 주요한 Object를 추출하고, 자차 보유 운전자들과 그들의 보유 차종, 그리고 자차 비보유 운전자들과 그들이 많이 몰아본 차종간의 정확도를 분석한 후, 이들간의 차이를 검증해 보았다.

빈도 분석 및 Sketch map method의 적합성 검증결과 두 피험자 집단에 대하여 자차 보유 운전자들과 자차 미보유 운전자들이 공통으로 Sketch 한 Object는 15개가 추출이 되었으며, 이들을 Spearman 순위상관계수법을 사용하여 검증해 본 결과 어느 한 피험자 집단으로 편향되지 않는 결과를 보인다는 것을 증명해 내었다. 즉, 운전자의 IP에 대한 인지도 측정을 위해 Sketch map method가 사용되어질 수 있음을 보였다.

다음으로 Sketch Object들중 피험자의 50% 이상이 공통적으로 Sketch한 Object에

대하여만 위치와 형태에 대한 정확도 분석을 실시하였다. 이들 Object들은 풍향 조절 스위치, 공기내부순환 스위치, 온도조절 스위치, 풍량 조절 스위치, ON/OFF, 라디오 볼륨, Tape Eject button, 카세트 데크, 라디오채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼, 비상등 스위치 등 12개의 Object들이다.

이들 Object들에 대하여 각 피험자별 보유차량과, 차량 미보유자 경우에는 가장 많이 운전해본 차량의 IP를 모두 조사하여 각 피험자별 실제 차량 IP Object들의 위치와 이들이 Sketch 한 IP Object와의 절대 위치에 대한 비교 분석을 통하여 정확도를 분석하였다.

Mann-Whitney U Test 결과, 두 집단은 어떠한 식으로든 같지 않다는 것이 증명되었다. 다시 말하면 분석 결과에 의한 결과치에 의해 자차 보유자들이 자신이 보유하고 있는 차종의 IP에 의해 인지지도내의 IP형태가 많은 영향을 받는다는 것을 알 수가 있다. 또한 자차를 보유하지 않은 운전자들은 다종의 차량을 운전해 보았기 때문에 이들의 IP형태가 혼합이 되어 인지지도내에 각인되어 가장 많이 운전해본 차량의 IP와 차이가 나는 것으로 볼 수 있다.

본 연구는 운전자의 인지지도내에 각인되어 있는 IP의 기하학적 형태를 추출해내고 분석하는 방법으로 Sketch map method의 사용을 제시하였으며, 이를 사용하여 자차를 보유한 운전자 집단이 보유 차량의 IP에 보다 일치하는 인지지도를 구성하고 있음을 밝혀내었다.

2. 자동차 Instrument Panel의 운전자 인지지도 추출을 위한 Blind-Pointing Method 개발에 관한 연구

가. 서론

최근 들어 국내 자동차 제조 업체와 관련 연구자들이 자동차 설계에 있어서의 인간공학적 연구 및 적용에 대한 중요성을 인식하기 시작하였다. 선진국들의 경우 이미 오래 전부터 자동차 설계에 대한 인간공학적 요소의 중요성을 강조해 왔던 분야이지만, 국내의 경우는 중요성에 대한 인식이 아직까지도 미비한 실정이라고 할 수 있다(Yu and Park, 1997, 1998a). 국내 자동차 관련 인간공학적 연구 사례는 자동차 수동 조작에 관한 시간 예측에 관한 연구(Yu and Park, 1998a), CAD 모델을 이용한 인간공학적 차량 설계(박성준 등, 1997), 인간-자동차 상호작용 연구에 있어서의 장치 선정에 관한 연구(Yu and Park, 1997), 자동차 시트에 대한 안락감 연구(Nahm *et al.*, 1999)등이 있다.

이러한 연구들은 운전자의 신체적 요소나 사용성 또는 선호도의 측면에서 접근하여 연구를 수행하였다. 이러한 신체적 요소들 외에도, 운전자의 인지적 측면에서의 접근을 통한 연구가 병행하여 수행되어야 한다. 그러나 운전자의 인지적 측면에서의 인간공학적 연구는 신체적 요소들을 대상으로 한 연구들에 비해 상대적으로 취약하다고 할 수 있다. 인지적 측면에서의 연구는 Sketch map을 사용한 IP의 인지지도 추출에 관한 연구(Yu and Park, 1999)등이 있다.

또한 이러한 국내 연구자들의 연구 결과가 국내 자동차 제조 업체에 많은 부분이 적용되어야 함에도 불구하고, 아직까지 우리나라의 자동차와 같은 인간-기계 시스템의 설계 요소들의 인터페이스 구축이 인간공학 요소에 대한 고려가 미비한 채로 디자이너의 이상적(ideal) 설계와 제품 개발자의 결정에 따르고 있는 실정이다. 그 원인중의 하나로는 실질적으로 현존하는 많은 수의 인간공학 참고 자료들이 디자이너들에게 '너무나 이론적이고', '너무나 일반적이고', '이해하기가 너무 어렵다'라고 구분되고 있기 때문이다(Campbell, 1996). 이로 인해 일반적인 인간공학 설계 지침조차, 각 설계 요소별 해당 설계 지침을 찾는 일이 매우 번거로워 실제 적용에 있어서 무시되어 왔다.

매년 전세계적으로 교통사고로 인해 50만명 이상이 사망하고 1천 5백만명 이상이

부상을 당하고 있으며, 국내의 경우 1996년 한해동안 교통 사고 사망자는 연간 1만 여명이 발생되고 33만 여명이 부상을 당하고 있는 실정이다(도로교통안전협회, 1996). 이러한 사고의 원인 중 약 90% 이상이 운전자의 과실로 인한 인적 오류에 의한 것으로 집계(Evans, 1991)되고 있다는 사실이 자동차에 대한 인간공학적 설계의 중요성을 나타낸다고 할 수 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 운전자를 고려한 운전석의 인간공학 및 인지공학적 설계를 위한 기반 연구로서, 운전자의 인지지도(cognitive map)내에 각인 되어 있는 운전석내의 IP 형상을 추출해 낼 수 있는 방법인 BPM(Blind-Pointing Method)를 제안하고, 이를 사용한 인지지도 추출실험을 통해 타당성을 검증해 보는 것을 목표로 연구를 수행하였다.

나. 연구배경

운전자는 운전이라는 복잡한 직무를 수행하는데 있어서 시간 분할 전략을 사용하게 되는데 이때 운전자는 각각의 직무간에 주의를 전환하게 된다. 여기서 주의의 전환은 운전 직무에 대하여 중요한 관점으로 여겨질 수 있다. 특히 운전자는 계속하여 그들의 주의를 한 공간상의 지점에서 다른 공간상의 지점으로 이동시켜야만 한다. 게다가 운전이라는 활동은 반응 선택, 기억, 계획 등과 같은 여러 가지의 인지적 절차를 포함하게 되는데, 이러한 절차들은 운전자에게 각각 주의의 할당을 요구하게 된다. 하지만 인간은 이러한 모든 절차들을 동시에 수행할 수가 없다. 따라서 운전자는 하나의 절차에서 다른 절차로의 빠른 전환을 해야할 필요가 발생하는 것이다(Kahneman *et al.*, 1973).

Kahneman등(1973)은 이러한 가정에 근거를 두고 운전자의 수행도와 주의 전환 시간과의 관계를 연구하였는데 이 둘간의 관계, 즉 수행도와 주의 전환 시간과의 관계는 역함수의 관계를 가진다는 사실을 밝혀 내었다.

운전직무의 수행시, 운전자는 자신의 인지지도 내에 각인되어 있는 운전석에 대한 구조 및 기대 기능에 근거하여 장치들을 조작하게 된다(Yu and Park, 1998b). 따라서 운전석의 장치들의 설계가 운전자의 인지지도내에 각인 되어 있는 형태와 유사할 경우, 운전자의 주의전환 시간은 감소될 것이고, 더불어 운전자의 수행도는 향상될 것이다. 이는 Yu와 Park(1998a, 1998b)에 의해 수행된 운전자의 IP에 대한 인

지지도형태와 실제 IP간의 관계에 관한 연구결과를 보면, 운전석의 IP형태가 운전자의 인지지도 형태와 유사한 차량에 대하여 운전자의 이차과제 수행 및 정신적 부하의 정도가 좋게 나타난 점에 의해서도 입증된다고 할 수 있다.

다. BPM(Blind-Pointing Method)

인적 오류의 범주에 관한 많은 연구들이 현재까지 이루어져 왔는데, 그 중에서도 Norman의 연구는 행동상의 실수인 미스테인크(mistake)와 무의식적인 실수인 슬립(slip)으로 나누는 양분법을 제시하였다(Norman, 1981). 이에 대해 Reason은 다른 경험적 연구들을 종합하여 에러발견은 물론 에러 수정의 용이성이 미스테인크 보다는 슬립의 경우 훨씬 높다고 결론을 내렸다(Reason, 1990). 이러한 요소는 의도나 규칙 혹은 진단을 재 수정하는 것보다는 행위를 수정하는 인지적 과정이 더욱 용이하다는 점과 관련된다. 그러나 피드백의 가시성이나 행위의 역전성(reversibility)과 관련된 시스템 디자인 원리들은 슬립에서 회복되는 정도에 많은 영향을 미친다. 따라서 운전자의 IP형상에 대한 인지지도를 추출하고 이를 기반으로 자동차의 운전석을 설계하는 것이 운전자의 오류 중에서 슬립에 해당하는 오류를 줄임으로서 에러의 발생 빈도를 보다 쉽게 줄일 수 있는 중요한 방법이 되는 것이다. 또한 정보의 특징, 형태, 그리고 위치에 대한 보다 많은 지식은 정보의 획득을 보다 쉽게 할 수 있다는 사실과(Barber *et al.*, 1972 ; Biederman *et al.*, 1981 ; Davis *et al.*, 1983 ; Humphreys, 1981 ; Palmer, 1975 ; Posner *et al.*, 1978), 정보에 대한 선입견이나 기대치가 그 정보의 인식에 대한 속도와 정확도에 영향을 끼칠 것이라는 연구 결과(Jones, 1977)들을 통해서도 운전자의 IP 형상에 대한 인지지도의 추출에 대한 중요성이 입증된다. 일반적으로 시스템의 동작 및 조작에 대한 내적 모형이 존재한다면, 시스템의 미래의 위치 및 상태를 계산하여 예측하고 추정하는 것이 가능하다는 사실 또한 기존 연구에 의해서 밝혀지기도 했다(Eberts *et al.*, 1985).

이러한 인지지도추출에 관한 연구는 Yu와 Park(1999)에 의해 수행되었는데, 이들은 운전자의 인지지도를 추출해내기 위해서 Sketch map method를 적용하였다. 이들의 연구는 운전자의 IP에 대한 기하학적 지식을 측정하기 위한 정적 방법론을 제시하였다. 여기서 정적 방법론이란 인지지도를 추출하기 위한 실험 환경이 실제 차량의 운전석이나 이와 유사한 환경이 아닌 일반적인 상황에서 설문형식을 갖추어 인

지지도를 Sketch 하도록 하는 방법을 의미한다. 하지만 실제 운전 상황에서의 운전자의 인지지도 추출에 대한 고려는 미약하였다.

이에 본 연구에서는 보다 실제 상황과 유사한 환경에서 운전자의 인지지도를 추출해 내기 위한 방법으로서 BPM을 개발하였다. 일반적으로 가리키는 행동(pointing action)은 인간의 무의식적 기술(skills)을 이해하기 위한 중요한 요소로서 인식되고 있는데(Keele, 1986; Meyer et al., 1990), BPM 또한 이러한 사실에 근거하여 제안되었다.

운전자들은 운전이라는 직무를 수행함에 있어서 무의식적 반응을 통해 일반적인 제어를 하게 된다. 특히 돌발 상황과 같은 위급한 상황에 처하게 될 때, 무의식적 반응이 상당히 중요한 역할을 담당하게 되는 것이다. 예를 들어 위급한 상황에서 비상등 스위치를 눌러야 하는 이차과제를 수행할 경우, 무의식적으로 손이 이르는 위치에 그 스위치가 없을 경우 운전자는 비상등 스위치를 찾기 위해 자신의 주의를 차량 제어, 장치 탐색, 장치 조작 등에 분산시켜 할당하게 된다. 이러한 경우에 주어진 과제를 무난히 완수할 수도 있지만, 그렇지 않을 경우 인적 오류를 유발 시켜서 사고로 연결이 되기도 한다. 따라서 이러한 무의식적 기술을 반영할 수 있는 가리키는 행동을 통해 운전자의 인지지도 내에 각인되어 있는 각 장치들의 위치 및 배치를 파악하는 것이 상당히 중요하다.

본 연구에서 개발된 BPM란 눈을 가린 상황에서 Verbal Protocol로 제시되어지는 자극 암시에 따라 피험자들이 손을 사용하여 가리키는 반응을 보이게 하고 이를 비디오 카메라로 기록하여 분석하는 방법이다. 다시 말하면 기존의 인지지도 추출 방법론들이 주로 정적인 상황, 예를 들면 자동차 운전석이 아닌 일반적 환경에서 설문지나 Sketch map과 같은 방법을 사용한 주관적 보고에 의해 인지지도를 추출했던 반면에, BPM은 실제 운전석에 피험자가 탑승하여 제시되는 해당 장치들의 위치에 대한 가리키는 행동을 취하게 되고, 실험자는 그 가리키는 지점의 위치를 추출해내어 분석함으로써 인지지도의 형태를 추출해 볼 수 있는 동적인 인지지도 추출 방법론이다. BPM의 절차는 그림 2.2.1과 같고 구체적인 내용은 다음과 같다.

- (1) 피험자들의 성명, 운전경력, 보유하고 있는 차종 또는 많이 운전해본 차종에 대하여 설문지를 구성한 후, 이를 사용하여 피험자들에 대한 개인적 자료들을 수집한다.
- (2) 피험자들에게 실험의 개요와 방법을 숙지시킨다. 이때, 피험자들이 충분히

학습할 수 있도록 시간적 여유를 두고 상세한 설명을 제공한다.

- (3) 눈을 가린 채로 실험 차량에 탑승시킨다. 이때 피험자들이 실험 차량을 볼 수 없거나 확인할 수 없는 곳에서부터 눈을 가리고, 실험자의 안내에 따라 실험 차량에 탑승하도록 한다. 이러한 이유는 피험자들이 실험차량을 확인함으로써 인해 발생할지도 모르는 실험 차량의 IP형태에 대한 개략적인 추측을 방지하기 위함이고, 또한 만일 차량에 탑승하여 눈을 가리게 될 경우 잠깐동안의 시각 정보로 인해 발생할 수 있는 실험 차량의 IP에 대한 단기 기억(Short-term memory)의 간섭효과를 방지하기 위함이다.
- (4) 실제 운전시의 운전석 위치와 자세를 재현하고, 편안한 자세를 유지시키기 위해 운전석의 위치를 피험자가 스스로 조정하게 한다.
- (5) 피험자들에게 Verbal Protocol을 사용한 자극 암시에 대하여 충분히 숙지시킨 후 2-3차례 연습을 수행한다.
- (6) 운전 상황을 연상하게 한 후 대상 장치의 위치에 대해 손으로 지적하게 한

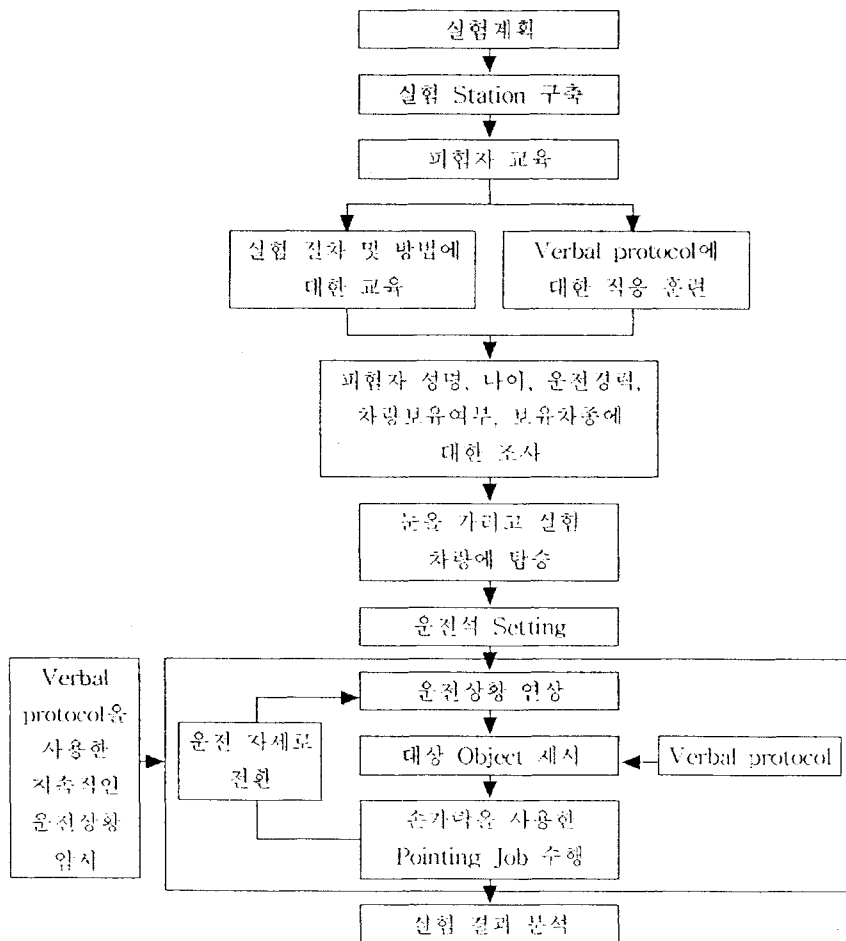


그림 2.2.1 Blind-Pointing Method Model

다. 이때 상황 및 자극의 제시는 Verbal Protocol을 사용한다. 실험에 사용된 Verbal Protocol은 대상이 되는 장치들의 이름을 자극으로 제시하는 대신, 장치를 표현할 수 있는 짧은 단어를 채택하여 사용하는 것을 의미한다. 예를 들면, '풍향 조절 스위치'라는 장치 명을 자극으로 사용하는 대신 '풍향'이라는 단어를 자극으로 사용하도록 피험자와 실험자간에 약속하는 것을 의미한다. 이는 긴 자극 명을 사용하였을 경우의 기억에 의한 간섭효과를 최소한으로 줄이기 위해 사용하였다.

(7) 실험은 각 장치에 대하여 반복적으로 실시한다.

(8) 결과에 대한 분석을 실시한다.

라. 실험

본 실험의 목적은 Yu와 Park(1999)의 사전 연구에서 피험자들의 인지지도를 외부로 표현시키기 위하여 사용한 Sketch map method가 피험자들의 정적 상황하에서의 인지지도 측정 실험이었으며 주관적 평가였던 것에 반해, 피험자들의 동적 상황하에서 객관적인 평가의 수행을 통해 인지지도를 추출할 수 있도록 제안된 BPM을 사용하여 자차 보유여부에 따른 인지지도의 차이 여부를 검증해보고 제안된 방법론의 타당성을 검증하는 것을 목적으로 하였다.

(1) 실험 계획 및 방법

본 실험은 Yu와 Park(1999)의 연구에서 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단 모두 응답한 15개의 장치들 중 안개등을 제외한 14개의 장치를 사용하여 실험을 구성하였다(표 2.2.1참조). 이 장치 중, 액정 화면은 Audio Unit 부분의 장치로서 라디오 주파수 등의 정보가 표시되는 장치를 의미한다. 피험자는 자차 보유 운전자 8명(연령 평균 29.75세, 연령 표준편차 3.01, 운전 경력 평균 5.75년, 운전 경력 표준편차 4.20)과 자차 미보유 운전자 11명(연령 평균 26.55, 연령 표준편차 1.51, 운전 경력 평균 3.55년, 운전 경력 표준편차 2.25)이다. 이와 같이 피험자 집단을 두 집단으로 구성한 이유는 인지적인 측면에서 운전자의 인지지도에 영향을 미치는 요소가 자차 보유여부이며, 운전자의 인지지도가 보유 차량의 실제 IP의 배

치에 영향을 받는다는 사전연구(Yu and Park, 1999)의 결과에 근거하여 구성하였다. 또한 두 피험자 집단간의 BPM을 적용하여 측정된 인지지도 형태의 차이를 분석해보고, BPM을 적용하여 측정된 인지지도가 자차 보유 여부에 의해 영향을 받게 되는가를 분석해 보기 위해서이다.

BPM을 적용한 실험은 각 장치에 대하여 3회 반복하여 실시하였다. 이때 자극 제시 순서는 피험자의 반복학습효과를 최소화하기 위해 Random하게 제시하였다.

본 실험에서 동작의 패턴 기록은 S사의 SV-H68 Camcoder를 이용한 촬영을 통해, 시간의 측정은 D사의 DVR-8088 Video를 사용하여 측정하였다. 분석을 위해 사용된 비디오는 30cut/sec의 분석이 가능하다. 또한 실험을 위해 Test bed로서 사용되어진 자동차는 D사의 L자동차를 사용하였다. 실험 도중 피험자들에게 실제 운전 상황이라는 암시를 Verbal로 지속해서 줌으로써 실험 상황에 대한 자기 암시를 하도록 유도하였다. 눈을 가린 상태로 운전 직무중의 일차 과제인 차량의 운전을 수행할 수 없기 때문에, 본 연구에서는 정지 상황이 아닌 실제 운전 상황에서 IP에 대한 이차과제를 수행하는 것에 대한 모사를 하기 위해 심리적 자기 암시의 기법을 사용하였다.

(2) 실험 결과 및 분석

피험자들의 Pointing 지점을 분석하기 위해 본 실험에서는 가로 15행, 세로 14열의 분석 Sheet를 준비하였다. 이중 가로 4행부터 12행까지의 9행과, 세로 5열부터 10열까지의 6열을 실험 차량의 IP영역으로 삼았다. 피험자의 반응을 기록한 Video를 분석하여 각 Pointing 지점을 Sheet 상의 각 지점과 Matching을 시켰다. 각 Pointing 지점을 가로 행과 세로 열에 대한 위치 정보로 분류한 후 각 사례에 대하여 분석을 실시하였다. 위치정보를 가로 행과 세로 열로 구분하여 분석을 실시한 이유는 대상 장치들의 IP상에서의 상하 위치와 좌우 위치에 대해 독립적으로 분석하기 위함이며, 이 두 가지의 위치정보의 분석 결과를 통합하여 IP에 대한 인지지도의 형태를 추출해내기 위함이다. 가로 행과 세로 열에 대한 위치정보는 각 사례마다 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단으로 분류하여 수집한 후 분석을 실시하였다.

(가) 위치별 빈도 분석

BPM을 사용하여 측정한 자료를 분석 Sheet에 기록한 후, 이를 가로 행 위치 자료와 세로 열 위치 자료로 분해하여 각 위치별 빈도 분석을 실시하였다. 분석에 사용된 자료의 개수는 대상 장치 14개와 피험자 19명의 실험 자료가 사용이 되었다. 이 중 자차 보유 운전자 집단에 대하여는 14개의 장치들 각각에 대하여 22개의 측정 자료가, 자차 미보유 운전자 집단에 대하여는 14개의 장치들 각각에 대하여 32개의 측정 자료가 분석에 사용되었다. 즉 각 집단별 총 측정 자료수는 자차 보유 운전자 집단에 대하여 308개, 자차 미보유 운전자 집단에 대하여 448개의 자료가 분석에 사용되었다. 분석 내용은 표 2.2.1, 표 2.2.2과 같다.

표 2.2.1, 표 2.2.2 의 분석내용에서 알 수 있듯이 IP내의 장치의 위치 정보는 세로 열의 경우 분석 Sheet의 가운데 부분(Col. 6 ~ 10)에 집중되는 경향을 보이고, 가로 행의 경우는 비상등과 뒷열선의 경우 분석 Sheet의 최상단부에(Row.2 ~ 3), 풍향조절 스위치, 공기내부순환스위치, 온도조절스위치, 풍량조절스위치, 에어컨 On/Off 등은 상단부에(Row.3 ~ 7), 라디오 볼륨 조절 스위치, Tape Eject Button, 카세트 덱, 라디오 채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼 등은 분석 Sheet의 하단부에(Row.9 ~ 13), 그리고 시가잭은 분석 Sheet의 최하단부에(Row.13 ~ 14) 위치함을 볼 수 있다. 이를 기기 별로 분류를 해보면 세로 열에 대한 위치 정보가 가운데 부분에 집중되는 경향은 분석 Sheet의 가운데 부분을 자동차의 IP위치에 할당을 하였

표 2.2.1 세로 열 빈도 분석

	풍향조 절스위 치	공기내 부순환 스위치	온도조 절스위 치	풍량조 절스위 치	에어콘 On/Off	라디오 볼륨	Tape Eject	카세트 덱	라디오 채널	액정화 면	주파수 탐색버 튼	시가잭	비상등	뒷열선
Col. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Col. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
Col. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Col. 4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
Col. 5	1	0	6	1	7	8	1	0	2	2	3	10	2	2
Col. 6	7	12	10	12	6	23	6	3	10	8	9	21	11	6
Col. 7	11	4	6	5	9	8	9	2	11	9	12	13	8	7
Col. 8	13	15	13	5	13	5	7	24	15	11	6	5	12	9
Col. 9	10	6	6	13	8	4	10	12	6	6	9	4	6	7
Col. 10	9	11	8	11	9	4	11	9	8	11	12	1	0	7
Col. 11	1	4	3	7	2	1	9	4	2	5	3	0	0	5
Col. 12	2	1	2	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Col. 13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Col. 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

표 2.2.2 가로 행 빈도 분석

	풍향조 절스위 치	공기내 부순환 스위치	온도조 절스위 치	풍향조 절스위 치	에어콘 On/Off	라디오 볼륨	Tape Eject	카세트 테	라디오 채널	액정화 면	주파수 탐색버 튼	시가잭	비상등	뒷열선
Row.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Row.2	4	2	3	1	2	4	4	2	0	2	0	0	26	9
Row.3	11	6	9	13	15	3	4	6	3	6	5	0	21	30
Row.4	9	13	8	7	6	1	2	2	5	1	3	0	1	6
Row.5	4	5	6	8	7	0	1	4	0	0	0	0	2	4
Row.6	10	8	9	8	8	6	5	0	2	6	0	0	1	1
Row.7	6	6	4	3	3	0	2	4	4	3	4	2	0	2
Row.8	2	3	4	4	1	5	2	2	3	1	5	0	1	1
Row.9	7	5	7	3	8	1	5	9	3	6	7	0	0	0
Row.10	0	2	1	3	3	4	4	9	5	11	7	1	0	1
Row.11	1	3	3	4	1	10	7	8	11	8	12	8	0	0
Row.12	0	1	0	0	0	13	11	7	12	9	8	7	0	0
Row.13	0	0	0	0	0	7	7	1	4	1	2	17	0	0
Row.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18	0	0
Row.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

기 때문이다. 가로 행에 대한 위치 자료를 살펴보면, 최상단부에 위치하는 장치들은 비상등과 뒷열선 스위치와 같이 버튼 뭉치에 포함되는 장치들이고, 다음으로 상단부에 위치하는 장치들은 HVAC (Heat, Ventilation, Air Condition) 에 포함되는 장치들이다. 다음으로 하단부에 위치하는 장치들은 Audio Unit에 포함되는 장치들이고 마지막으로 시가잭은 IP영역 밖의 영역중 IP의 하단부의 좌측에 위치하는 것

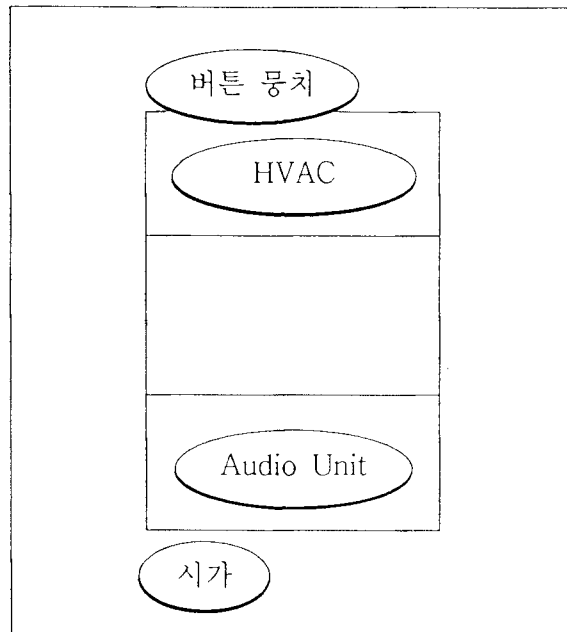


그림 2.2.2 BPM으로 분석된 운전자의 IP에 대한 인지도 형태

으로 분석되었다. 이를 도식화하면 그림 2.2.2와 같다.

(나) 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단간의 순위 상관분석

위의 분석 결과와 같이 BPM을 통하여 운전자의 인지도내에 각인되어 있는 운전

석의 형태를 파악할 수 있었다. 본 분석에서는 피험자 집단의 위치자료에 대한 빈도가 집단별로 다른가를 증명하기 위해 순위 상관분석을 실시하였다. 본 분석에 사용된 피험자 분류 기준은 자차 보유 여부이다.

다시 말하면 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단의 구성원들이 BPM으로 측정했을 경우, Pointing 하는 지점에 대한 위치 자료가 각 집단별로 차이가 있는가를 증명하기 위해 통계 분석을 실시하였다. 이때, 분석에는 각 장치별 총 빈도수가 사용되었다.

분석을 위해 사용된 기법은 비모수 기법중의 하나인 Spearman 순위상관계수 분석 기법(Spearman rank correlation coefficient)을 사용하였다.

Spearman의 순위 상관계수를 구하기 위해서는 두 변수간에 상관계수를 순위(Rank)로 변환시켜야 한다. 이는 일반 자료들에 의한 순위 상관 기법의 복잡함을 단순하게 하기 위한 방법으로 자료들의 수치가 아니라 이들의 순위에 의한 관련성의 척도를 계산하기 때문이다.

Spearman의 순위 상관계수를 구하는 식은 다음과 같다.

표 2.2.3 세로 열 위치정보에 대한 Spearman 상관계수분석 결과

	풍향조절스위치	공기내부순환스위치	온도조절스위치	풍량조절스위치	에어콘 On/Off	라디오 볼륨	Tape Eject Button	카세트 테크	라디오 채널	액정화면	주파수탐색버튼	시가잭	비상등	뒷열선
관찰치 R_s	0.880	0.725	0.777	0.736	0.908	0.699	0.851	0.904	0.751	0.813	0.854	0.781	0.891	0.336*
$\alpha = 0.05, N = 14, \text{임계치 } R_s = 0.464, * : H_0 \text{ 채택}$														

표 2.2.4 가로 행 위치정보에 대한 Spearman 상관계수분석 결과

	풍향조절스위치	공기내부순환스위치	온도조절스위치	풍량조절스위치	에어콘 On/Off	라디오 볼륨	Tape Eject Button	카세트 테크	라디오 채널	액정화면	주파수탐색버튼	시가잭	비상등	뒷열선
관찰치 R_s	0.764	0.654	0.603	0.929	0.819	0.566	0.370*	0.519	0.581	0.533	0.588	0.796	0.704	0.669
$\alpha = 0.05, N = 15, \text{임계치 } R_s = 0.447, * : H_0 \text{ 채택}$														

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

where,

r_s = Spearman의 순위상관계수

n = 관찰 쌍의 수

d = 각 관찰 쌍에서의 순위차

분석에 사용된 가설은 귀무가설 $H_0 : \rho_s = 0$ (모집단에서 뽑은 순위 자료간에는 상관성이 없다.)와 대립가설 $H_1 : \rho_s \neq 0$ (모집단에서 뽑은 순위자료간에는 상관성이 있다.)이다. 또한 이러한 가설 검정을 위한 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 분석을 실시하였다. 세로 열 위치 정보와 가로 행 위치 정보에 대한 상관계수 분석 결과는 표 2.2.3, 표 2.2.4 와 같다.

세로 열 위치 정보에 대한 Spearman 상관계수 분석결과 각 장치에 대한 자차 보유 운전자 집단과 자차 비보유 운전자 집단간의 관찰치 R_s 들이 뒷열선에 대한 관찰치만 제외하고 모두 $\alpha= 0.05$, $N = 14$ 일 때의 임계치 $R_s = 0.464$ 보다 모두 큰 값을 나타내므로, 이들 모든 장치들에 대해 귀무가설은 기각되고 두 집단은 서로 상관성이 있다, 즉 동일하다고 볼 수 있다. 이와 마찬가지로 가로 행 위치 정보에 대한 Spearman 상관계수 분석결과를 보면 각 장치에 대한 자차 보유 운전자 집단과 자차 비보유 운전자 집단간의 관찰치의 R_s 들이 Tape Eject Button에 대한 관찰치만 제외하고 모두 $\alpha= 0.05$, $N = 15$ 일 때의 임계치 $R_s = 0.447$ 보다 모두 큰 값을 나타내므로, 이들 모든 장치들에 대해 귀무가설은 기각되고 두 집단은 서로 상관성이 있다. 즉 두 집단의 인지지도는 유사하다고 볼 수 있다.

마. 결론

본 연구에서는 운전자의 IP에 대한 인지지도의 형태를 추출해내기 위한 방법인 BPM을 제안하였다. 본 연구에서 제안된 방법론인 BPM은 인지지도 추출에 있어서 기존의 방법론들이 정적인 상황, 즉 대상 시스템을 사용하는 환경이 아닌 일반적 상황에서 주관적 보고법(예를 들어 설문지법이나 Sketch법)을 사용하여 인지지도를 추출하는 방법들이었던 것에 비해 대상이 되는 시스템을 직접 사용하는 동적 상황

에서 이를 통해 인지지도를 추출해 볼 수 있는 방법론이다. 본 연구에서 제안된 BPM을 적용하여 인지지도 추출 실험을 수행해본 결과, 운전자의 인지지도내에 각인되어 있는 IP의 형태를 추출해 낼 수 있었으며, 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단의 인지지도에 각인되어 있는 IP형태의 유사성을 밝혀내었다. 이를 기반으로 자차를 보유하고 있는 운전자들과 자차를 보유하고 있지 않은 운전자들의 인지지도 내에 각인되어 있는 IP의 형태가 그리 큰 차이를 보이지 않으며, IP에 대한 이들의 인지지도내에 각인되어 있는 운전석의 구조 또한 매우 유사하다는 것을 유추해볼 수 있는 것이다. 이는 국내 자동차 제조업체들의 IP 설계 기준이 각 업체별로 다르기는 하지만 기본이 되는 틀은 유사하기 때문으로 사료되며, 운전자들이 인지지도내에 각인하고 있는 IP 배치가 보편화되어 있기 때문으로 여겨진다. 비록 Yu와 Park(1999)의 연구에서는 자차를 보유하고 있는 운전자들이 자차를 보유하고 있지 않은 운전자들에 비해 보유 차량의 IP에 의해 인지지도의 형태가 많은 영향을 받는다는 결과가 도출이 되었지만, 이는 실제 차량의 IP내 장치들의 절대 위치와 Sketch된 장치들간의 절대 위치를 비교 분석한 결과이다. 이들의 연구에서는 본 연구에서와 같이 인지지도 추출의 결과들을 바탕으로 IP를 재구성하지 않았기 때문에 Yu와 Park(1999)의 연구에서 사용된 Sketch Map Method와 본 연구에서 개발된 BPM은 상호 보완적인 결론을 도출하고 있다고 할 수 있는 것이다.

이와 같은 결과를 살펴볼 때, 본 연구에서 제안한 BPM의 인지지도 추출 방법론으로서의 타당성이 입증되었다고 할 수 있다. 따라서, Yu와 Park(1999)이 제안한 Sketch map method는 정적인 상태에서 피험자의 인지지도를 Sketch하게 하여 분석하는 방법이고, 본 연구에서 개발한 BPM은 운전자들의 해당 장치 조작 시에 인지지도내의 형상에 근거하여 무의식적으로 pointing하는 위치를 측정하는 방법이므로, 이 두 가지 방법을 병행하여 사용한다면, 보다 구체적으로 운전자의 인지지도 형상을 추출해 낼 수 있을 것으로 사료된다.

이러한 방법론들을 사용하여 자동차의 IP 설계시 운전자들의 인지지도내에 각인되어 있는 형상을 추출해 내고 이를 기반으로 IP를 설계 할 때, 운전자가 내부장치들을 조작할 경우에 실제 장치들의 위치가 이 장치에 대한 운전자의 기대 위치와 일치하지 않을 경우 발생하는 부적 전이(transfer)를 방지할 수 있으며, 운전자의 전체 운전직무의 수행도 향상 또한 기대할 수 있을 것이다.

3. Instrument Panel에 대한 중년 운전자 인지지도 형상 추출 및 실제 차량 형상과의 비교에 관한 연구

가. 서론

운전자들이 차량 인터페이스에 대하여 어떻게 인지지도 내에 각인하고 있는지를 파악하는 것은 차량 내 인터페이스의 설계 및 개발을 위해 고려되어야 할 중요한 사항중의 하나이다(Yu and Park, 1999). 이는 자동차 운전석의 내부 장치들이 운전자에게 시각 정보 없이 경험적으로 작동하는 경우가 많으므로, 이러한 경우 자동차의 내부 장치들의 위치 및 형태가 인간공학적으로 설계되어 있지 않다면, 한두 번의 오작동은 운전자의 주의를 분산시키는 잡음(Noise)이 되어 사고를 유발할 수 있기 때문이다(Yu and Park, 1997). 이러한 사항들은 Graesser 등(Graesser et al., 1993)의 수동작에 관련된 시간 모델을 위한 연구에서 운전자의 Performance가 각 Device 및 Control들의 위치와 형태에 대한 주관적 표준화 정도에 따라 달라진다고 보고한 결과와, Yu와 Park(1998)의 운전자에게 보다 친숙하고 인지지도 내에 각인되어 있는 자동차의 운전석 형태와 보다 유사하다고 가정한 차량에 대하여 운전자의 Manual Performance가 증가한다는 연구결과가 입증하고 있다. 하지만 아직까지도 우리 나라 자동차 회사의 경우 인간-기계 인터페이스(Human-Machine Interface: HMI)에 있어서 아직 운전석(Cockpit)에 대한 인간공학적인 평가를 하는 경우는 매우 드물고, 대부분 실내 인테리어를 담당하는 디자이너의 차원에서 심미적(Aesthetic)인 디자인으로 설계를 하고 있으며, 이를 대상으로 한 개발자의 선택으로 자동차를 제작하고 있는 실정이다.(Yu and Park, 1997). 따라서 본 연구에서는 실제 운전자들이 그들의 인지지도 내에 각인하고 있는 IP (Instrument Panel)형상이 그들이 운전하고 있는 차량의 실제 IP형상과 어떤 관계를 가지고 있는지를 분석해 보기 위해, Neisser(1976)와 Griffin(1973)등에 의해 정의되어진 Sketch map을 차량설계에 응용하기 위해 Yu와 Park(1999)이 제안한 인지지도 추출 방법인 Sketch Map Method(SMM)을 사용하였다. Yu와 Park(1999)의 연구에서는 인지지도 추출 방법인 Sketch map이 차량 IP에 대한 인지지도 형상 추출에 적합한가에 대한 검증을 통해 차차 보유자와 미보유자를 대상을 실험을 수행하였다. 하지만 이들의 연구에서는 Sketch map이 자동차 IP 인지지도 추출에 대하여 적합한지에 초점을 두고 SMM을

제안하였을 뿐, 구체적으로 운전자들의 IP에 대한 인지지도의 형상화에 대한 분석은 실시하지 않았었다. 따라서 본 연구에서는 SMM을 사용하여 전체 피험자들의 인지지도 형태를 추출하기 위한 방법론을 제안하였다. 그리고 이를 사용하여 중년 운전자들의 인지지도 내에 각인 되어 있는 IP에 대한 인지지도를 추출해보고, 각 장시간 상대위치 분석을 실시하여 IP 인지지도를 형상화하였다. 또한 각 개인별 인지지도의 형상과 이들이 보유하고 있는 차량의 실제 IP 형상과의 비교 분석을 실시하였다.

나. 연구 배경

Sketch map은 여러 인지심리학자들이나 다른 분야의 학자들에 의해 쓰이고 있는 방법으로서 상당히 간단한 방법과 직관적인 분석이 가능함으로 인해 여러 분야에서 널리 쓰이고 있는 방법이다. 이와 같은 Sketch map은 인지지도(Cognitive map)의 추출을 위해 사용되어질 수 있다. 개별적 인지지도는 공간적 심상의 활성 정보 탐색 구조이며(Neisser, 1976), 인지 지도는 또한 객체들과 운동감각, 시각적, 청각적 암시들의 기억으로 구성되어진다(Griffin, 1973).

다음으로 Cognitive mapping(인지지도 제작)의 정의에 대하여 살펴보면, Downs와 Stea(1973)는 '모든 공간적 환경에서의 현상들의 상대적 위치와 속성들에 대한 정보의 획득, 부호화, 저장, 회상, 그리고 부호 번역 등에 의한 심리적인 변형의 연속으로 구성되어있는 절차' 라고 정의하고 있다. 또한 Elvins(1997)는 추가적으로 'Cognitive mapping은 주변환경에 대한 공간 지식의 공식화와 유지 보수의 절차 또한 포함' 한다고 이를 부연 정의하고 있다.

일반적으로 이러한 인지지도는 거대환경(Large environment)에 대한 지도를 심상에 투영하는 것을 의미한다. 심상에 존재하는 심적 지도(Mental map)이라고 할 수 있는 것이다. 이러한 심적 지도는 지도상에 존재하는 여러 대상들의 위치 및 이들간의 상대위치에 대한 정보를 포함하고 있게 된다. Stevens(1978)등은 이러한 Mental map에 대한 위계적 구조의 체계적 왜곡에 대하여 연구를 수행하기도 하였다. 이러한 인지지도는 이전의 연구에서처럼 거대환경에 대해서만 적용되어질 수 있는 것은 아니고, 보다 작은 환경에 대하여도 적용이 되어질 수 있다. 즉, 인간은 작은 환경이나 대상을 구성하고 있는 것들에 대한 위치 정보 및 형태 정보를 지도

의 형태로 각인 할 수 있는 것이다.

심상의 조작에 대한 연구에서, Kosslyn(1978)등은 시각 심상(visual image)을 조작하는데 실제의 물체로 조작을 수행하는 것처럼 한다는 사실 밝혀내었다. 또한 Shepard(1971)등은 심적 회전(mental rotation)에 관한 연구에서 피험자들의 심리 과정이 실제 물체의 회전과 비슷하다는 사실을 입증하였다. 즉, 이것은 실제 물체에 대한 조작을 근거로 심상이 형성이 되며, 실제 물체의 조작 방법과 동일한 방법으로 심상을 조작한다는 것을 의미한다. 이를 역으로 생각해 보면, 형성되어 있는 심상에서의 조작방법을 실제 물체의 조작에 참조를 한다는 것을 의미하기도 한다. 심상의 형태가 지도의 형태로 각인되어 있는 인지지도의 경우도 동일한 의미를 지니게 된다. 실제로 Yu와 Park(1998)은 자동차 수동 조작에 걸리는 시간 예측에 관한 연구에서 인지지도에 각인되어 있는 정도가 높다고 가정한 차량에 대해 조작 시간이 적게 걸림을 밝혀내기도 하였다.

본 연구의 대상이 되는 IP의 형태는 공간적 정보로서 운전자들에게 인지되게 된다. 인간의 공간적 작용 기억(Spatial working memory)은 공간적 정보를 아날로그 방식의 공간적 형태로 표상 한다. Baddeley(1986; 1990)는 공간적 작용 기억을 “시공간적 기록장”으로 정의하기도 하였다. 이러한 공간적 작용 기억 상의 정보들은 점차 표준화되고 정형화되어 인지지도 내에 하나의 표준화된 형태로서 각인 되어지게 된다. 즉, IP에 대한 공간적 정신 모형(Spatial mental model)을 구성하게 되는 것이다. 기하학적 지식(Topological knowledge)은 일반적으로 미터 지식(Metric knowledge)보다 효과적인 운항 및 탐색을 위해 중요하다는 것이 밝혀졌다(Billinghurst, 1995). 기하학적 지식을 측정하기 위한 일반적인 접근법이 Lynch(1960)에 의해 제안되었는데, 그는 피험자의 정신적 모델(Mental model)의 표현을 위해 Sketch map을 사용하였다. 여기서 Lynch는 Sketch map을 기하학적 분석에 사용할 때 미터 분석에 비해 정확하다는 것을 밝혀냈다. 또한 Yu와 Park(1999)은 Sketch map을 사용한 IP의 인지지도추출 방법론인 Sketch Map Method(SMM)을 제안하고 SMM이 IP에 대한 운전자의 인지지도 추출 방법론으로 적합하다는 것을 입증하였다. 따라서 본 연구에서는 Yu와 Park(1999)이 제안한 SMM을 사용하여 연구를 수행하였다.

다. 실험

본 실험에는 30대 중반에서 40대 중반 사이의 연령대중, 총 23명의 남자 피험자들이 참여하였다. (연령 평균 38.43세, 연령 표준편차 4.55, 운전경력 평균 8.17년, 운전경력 표준편차 3.68, 월 평균 주행거리 1503.48km, 표준편차 859.76) 이들은 모두 자신의 차량을 소유하고 있는 사람들이다. 실험에 들어가기 전에, 우선 피험자들의 개인 신상에 관한 설문을 수행하고, SMM 절차(Yu and Park., 1999)에 따라 실험을 수행하였다. 실험 절차는 그림 2.3.1과 같다.

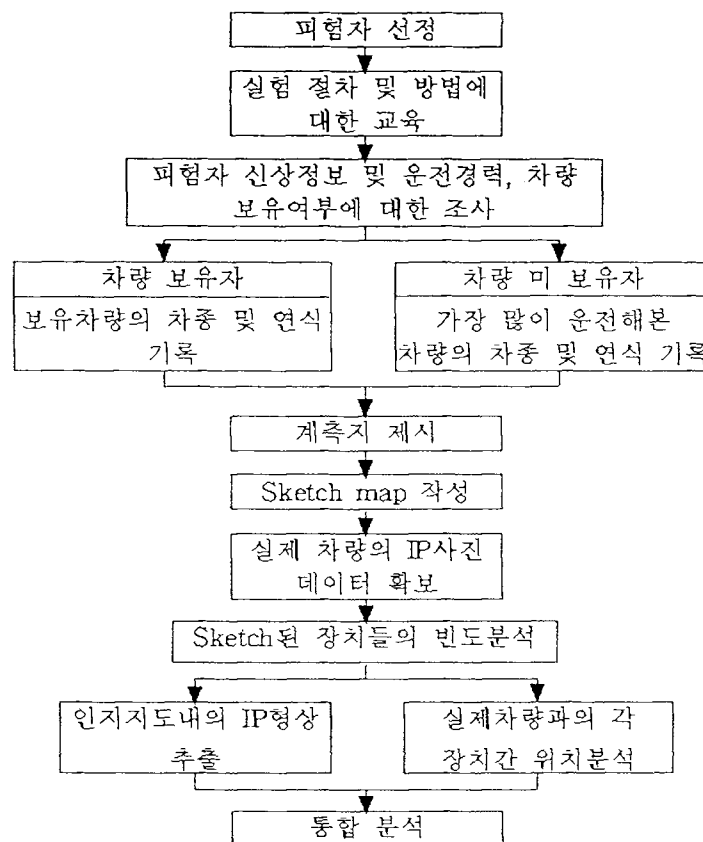


그림 2.3.1 SMM 실험 절차

Sketch 된 장치들의 빈도분석 제안된 SMM 절차는 첫 번째 단계로 실험의 신뢰성과 측정 데이터의 정확성을 기하기 위해 실험에 앞서 피험자들에게 실험에 대한 충분한 설명을 제시한다. 이때, 실험의 목적과 절차에 대하여 설명을 해주고, 주의사항들을 숙지시킨다. 두 번째 단계로 피험자들의 기본정보를 조사한다. 이때 개인 신상 정보와 함께 자차 보유 운전자 집단에 대해서는 보유 차종의 이름, 연식을 기입하게 하였으며, 자차 미보유 운전자 집단에 대해서는 가장 많이 운전해 본

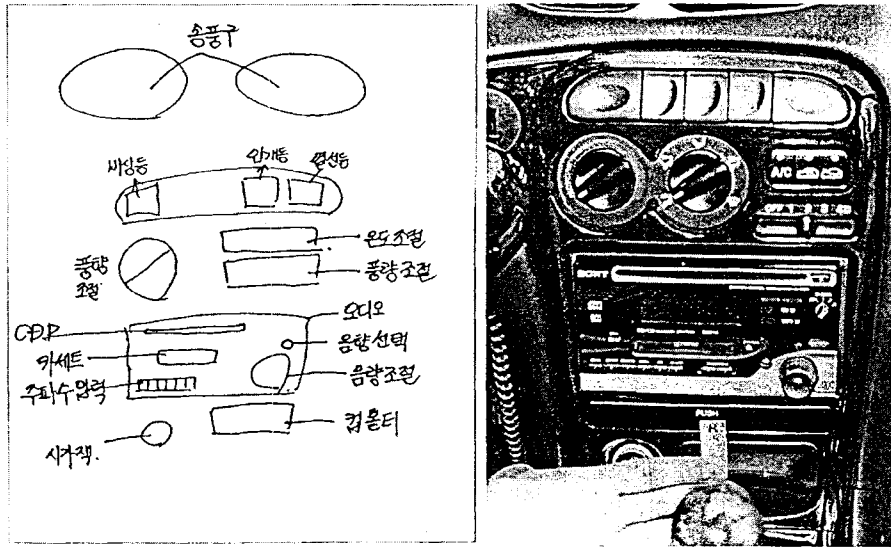


그림 2.3.2 Sketch map 이미지와 실제 차량 IP 예

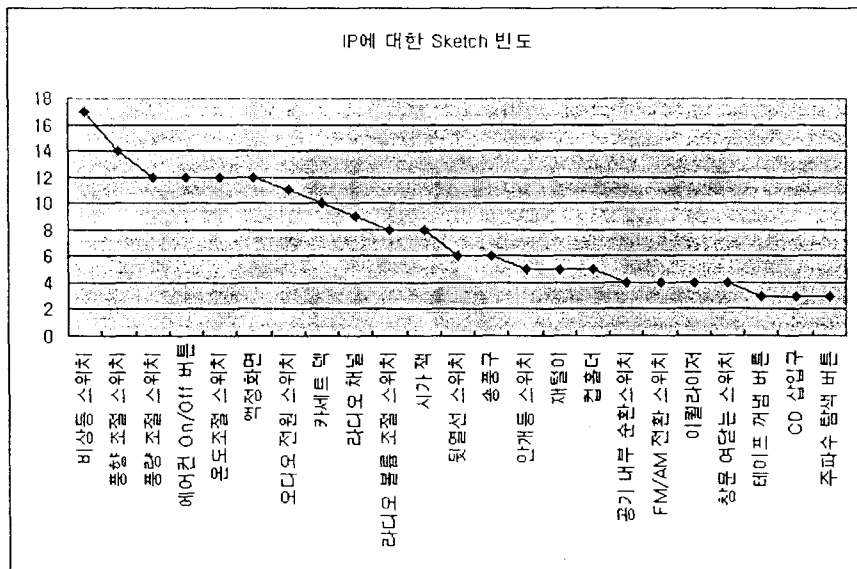


그림 2.3.3 IP에 대한 Sketch 빈도 그래프

차량에 대한 이름, 연식을 기입하도록 한다. 본 연구에 참여한 피험자들은 모두 자신의 차량을 소유하고 있으므로 보유 차종에 대한 정보만 기입하도록 하였다. 세 번째 단계로 피험자들에게 IP의 전체 윤곽이 표시되어 있는 계측지를 제시하고, 피험자가 계측지에 각자의 인지도 내에 각인 되어 있는 IP의 형태를 Sketch하도록 한다. 이때 주의할 점은 소유차량의 IP를 재인 하여 Sketch map을 작성하지 않도록 유도한다. 즉, IP에 대해 생각나는 장치들만을 빠른 시간 안에 계측지에 Sketch 하

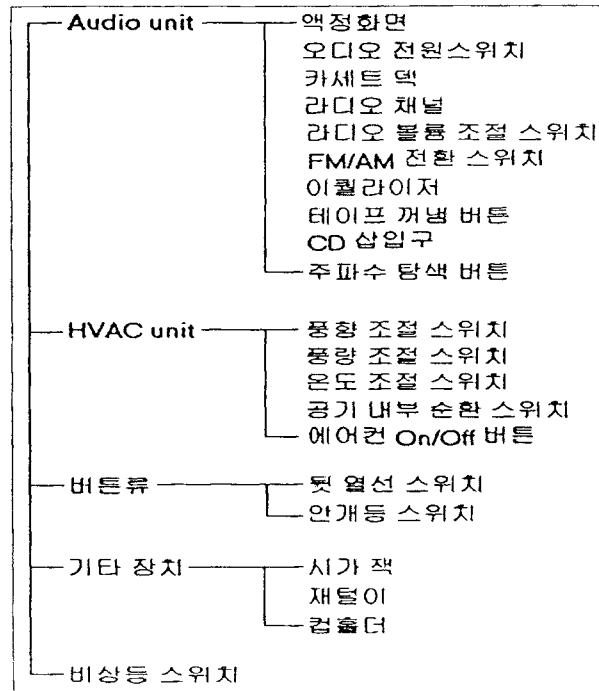


그림 2.3.4 IP Sketch 장치들의 계층적 분류도

도록 유도한다. 네 번째 단계로 두 번째 단계에서 확보된 차종의 정보에 따라 각 실제 차량의 IP에 대한 사진을 찍어 비교 데이터를 확보한다. 마지막으로 획득된 데이터들을 분석한다. 본 연구에서는 Sketch된 장치들의 빈도분석을 실시하고, 인지지도 내의 IP 형상 추출을 위한 Sketch control 들의 상대위치 분석을 계층적 분류와 단일표본 χ^2 검증(양측검정)을 사용하여 분석하였다. 그리고 인지지도 상의 IP형태와 실제 피험자들이 소유하고 있는 차량의 IP간의 관계를 파악하기 위해 Sketch map 상의 각 장치 위치와 보유차량의 실제 IP 상의 각 장치 위치 간 절대 위치 분석을 실시하였다.

이상과 같은 절차에 따라 본 연구의 실험을 수행하였으며, 피험자의 성의 있는 실험참여를 위해 실험이 끝난 후 실험에 대한 일정 대가를 제공하였다.

라. 실험 결과 및 분석

실험을 통해 피험자들이 작성한 Sketch map과 보유차량의 실제 IP 이미지의 예는 그림 2.3.2와 같다. 획득되어진 피험자들의 Sketch map을 분석한 결과 IP에

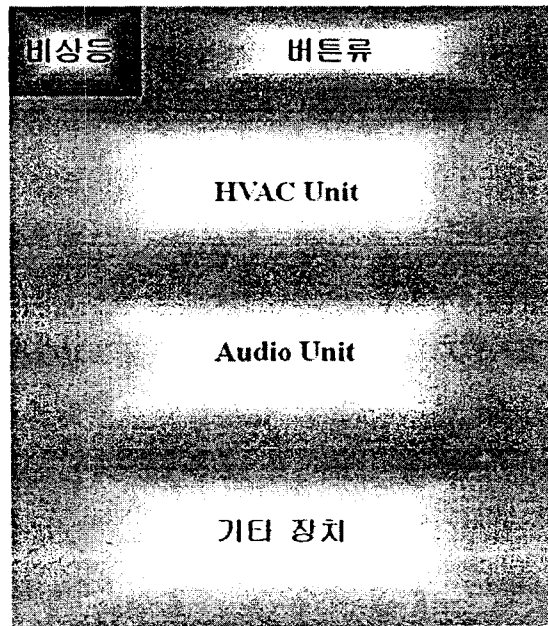


그림 2.3.5 IP 대분류에 대한 상대위치
분석 결과

대하여 23가지의 장치들을 Sketch 하였다. Sketch한 객체들의 종류는 비상등 스위치, 풍향 조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 On/Off버튼, 온도조절 스위치, 액정화면, 오디오 전원 스위치, 카세트 데크, 라디오 채널, 라디오 볼륨 조절 스위

표 2.3.12 IP 대분류의 각 축별 범주에 대한 χ^2 계산 값

범 주		X 축	Y 축
Audio unit	HVAC unit	36.11	12.71
	버튼류	0.25**	5.58*
	기타장치	12.28	12.28
HVAC unit	비상등 스위치	10.52	22.89
	버튼류	0.25**	9.58
	기타장치	10.32	10.32
버튼류	비상등 스위치	10.52	10.14
	기타장치	1.56**	1.56**
기타장치	비상등 스위치	4.25**	6.25
	비상등 스위치	8.375	8.375
df = 2 , $\alpha = 0.05$, $\chi^2 = 5.99$, 양측검정			
df = 2 , $\alpha = 0.1$, $\chi^2 = 4.60$, 양측검정			
* : $\alpha = 0.05$ 에서 H_0 채택, ** : $\alpha = 0.1$ 에서 H_0 채택			

치, 시가잭, 뒷열선 스위치, 송풍구, 안개등 스위치, 재떨이, 컵홀더, 공기내부순환스위치, FM/AM전환 스위치, 이퀄라이저, 창문 개폐 스위치, 테이프 꺼냄 버튼, CD 삽입구, 주파수 탐색 버튼들이다. 이들에 대한 빈도분석을 실시해본 결과 그림 2.3.3과 같이 비상등 스위치를 가장 많은 수의 피험자들이 공통적으로 Sketch 한 것으로 나타났고 각 장치들의 분류별로 살펴보면, HVAC 관련된 장치들(풍향 조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 On/Off 버튼, 온도조절 스위치)을 많은 수의 피험자들이 Sketch 하였으며, 다음으로 Audio에 관련된 장치들을 Sketch 한 것으로 나타났다. 여기서 빈도수가 낮게 나타난 장치들 중 일부는 차량의 Option 사항이거나 고급 차량에 장착되어 있는 장치들도 있었다(예를 들어 CD Player 관련 장치).

다음으로 피험자들의 인지도도 내에 각인 되어 있는 IP형상을 추출해 보기 위해 map상에서의 상대위치 분석을 실시하였는데, 분석을 위해 장치들을 계층적으로 구분하였다. 그림 2.3.4에서 보는바와 같이 대분류는 5가지 분류로, 소분류는 20가지 분류로 구분 지었다. 대분류중 비상등 스위치는 그 상대적인 중요성으로 인해 독립적인 대분류로 구분하였다. 소분류에 포함된 장치들은 피험자들이 Sketch한 map상의 장치들로 구성되어 있다. 하지만 이들 Sketch된 장치들 중에서 송풍구와 창문 여닫는 스위치는 제외시켰다. 그리고 분석을 위해 각 축 방향(X축, Y축)에 대해 따로 방향을 책정하였다. 각 방향에 대하여 X축으로는 좌측방향-1, 우측방향-2, 동일위치-3과 같은 수치를 할당하였으며, Y축으로는 상-1, 하-2, 동일위치-3과 같이 수치를 할당하여 각 장치들의 상대 위치를 분석하였다. 분석시 각 장치별로 쌍대 분석을 실시하여 총 69가지 경우에 대하여 분석하였다. 각 경우에 대한 데이터의 빈도를 계산하고 이들간에 차이가 있는지를 예이츠의 수정공식(Yates' corrected chi square)을 적용한 단일표본 χ^2 검증(양측검정)을 사용하여 대분류와 소분류에 대하여 검증해 보았다. 본 분석에 사용한 가정은 다음과 같다.

H_0 : 각 방향별 빈도는 이론 빈도와 다르지 않다.

H_1 : 각 방향별 빈도는 의미 있는 차이를 가진다.

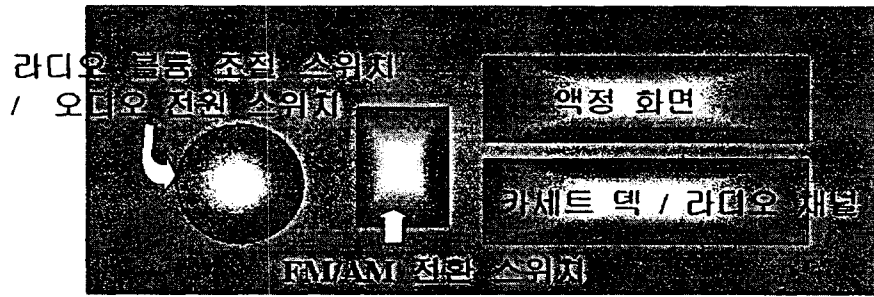


그림 2.3.6 Audio unit에 대한 상대위치 분석 결과

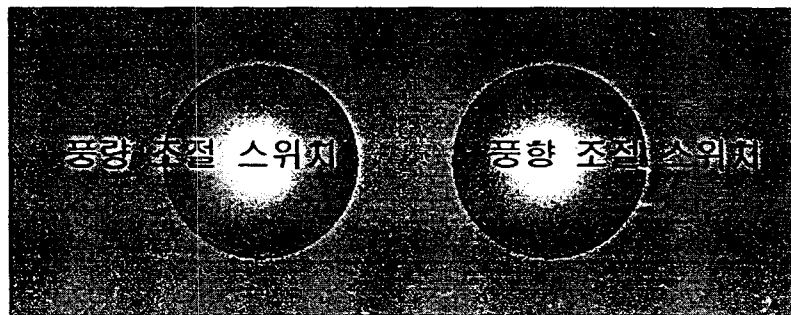


그림 2.3.7 HVAC unit에 대한 상대위치 분석 결과

대분류에 대한 χ^2 검증결과는 표 2.3.1과 같다. 표 2.3.1에서와 같이 90% 신뢰 구간에서 Audio unit-버튼류, HVAC unit-버튼류, 버튼류-기타장치, 버튼류-비상등 스위치의 네가지 범주에 대해 X축 방향으로의 빈도수에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으며, 버튼류-기타장치에 대한 Y축 방향으로의 빈도수에도 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

이러한 분석 결과를 바탕으로 빈도수에 유의한 차이가 있는 것으로 분석된 범주들을 기반으로 IP의 배치를 구성해 보면 그림 2.3.5와 같이 나타낼 수 있다.

다음으로 각 범주별 장치들의 위치에 대한 분석을 실시하였다. 우선 Audio unit에 대한 분석 결과는 표 2.3.2와 같다. 표 2.3.2에서 보는 바와 같이 액정화면, 오디오 전원 스위치, 라디오 볼륨 조절 스위치, 카세트덱, FM/AM 전환 스위치, 라디오 채널과 같은 6가지 장치들의 상대적 위치만이 유의한 차이를 보이고 있다.

동일한 방법으로 HVAC unit, 버튼류, 기타장치에 대한 분석을 실시하였으며, 이 중 HVAC unit은 표 2.3.3과 같이 풍향조절 스위치와 풍량조절 스위치간에만 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이를 기반으로 Audio unit과 HVAC unit을 구성해 보면 그림 2.3.6 그림 2.3.7과 같이 나타난다.

표 13.3.1 Audio unit의 각 축별 범주에 대한 χ^2 계산 값

범 주		X 축	Y 축
액정화면	오디오 전원 스위치	8.38	2.38**
	카세트 텍	0.38**	2.38**
	라디오 채널	0.89**	6.04
	라디오 볼륨조절스위치	10.32	3.46**
	FM/AM전환 스위치	0.75**	0.75**
	이퀄라이저	0.75**	2.75**
	테이프 꺼냄 버튼	1.13**	1.13**
	CD삽입구	#	#
	주파수 탐색 버튼	1.13**	1.13**
오디오 전원 스위치	카세트 텍	6.04	0.04**
	라디오 채널	7.78	0.78**
	라디오 볼륨조절스위치	14.25	14.25
	FM/AM전환 스위치	4.60*	1.56**
	이퀄라이저	0.25**	0.25**
	테이프 꺼냄 버튼	1.13**	1.13**
	CD삽입구	0.25**	0.25**
	주파수 탐색 버튼	1.13**	1.13**
카세트 텍	라디오 채널	1.78**	1.78**
	라디오 볼륨조절스위치	9.58	1.58**
	FM/AM 전환 스위치	0.75**	0.75**
	이퀄라이저	0.25**	0.25**
	테이프 꺼냄 버튼	1.13**	1.13**
	CD삽입구	1.13**	1.13**
	주파수 탐색 버튼	1.13**	1.13**
라디오 채널	라디오 볼륨조절스위치	7.23	1.43**
	FM/AM전환 스위치	4.60*	0.06**
	이퀄라이저	0.25**	0.25**
	테이프 꺼냄 버튼	1.13**	1.13**
	CD 삽입구	0.25**	0.25**
	주파수 탐색 버튼	0.13**	0.13**
라디오 볼륨조절스위치	FM/AM전환 스위치	4.60*	1.56**
	이퀄라이저	1.13**	1.13**
	테이프 꺼냄 버튼	1.13**	1.13**
	CD 삽입구	0.13**	1.13**
	주파수 탐색 버튼	1.13**	1.13**
FM/AM전환 스위치	이퀄라이저	#	#
	테이프 꺼냄 버튼	0.25**	0.25**
	CD 삽입구	#	#
	주파수 탐색 버튼	0.25**	0.25**
이퀄라이저	테이프 꺼냄 버튼	#	#
	CD 삽입구	#	#
	주파수 탐색 버튼	#	#
테이프 꺼냄 버튼	CD 삽입구	#	#
	주파수 탐색 버튼	#	#
CD 삽입구	주파수 탐색 버튼	#	#
df = 2 , a = 0.05 , $\chi^2 = 5.99$, 양측검정			
df = 2 , a = 0.1 , $\chi^2 = 4.60$, 양측검정			
* : a = 0.05에서 H ₀ 채택, ** : a = 0.1에서 H ₀ 채택, # : Divided by 0			

표 2.3.14 HVAC unit의 각 축별 범주에 대한 χ^2 계산 값

범 주		X 축	Y 축
풍향조절스위치	풍량조절스위치	6.75	9.48
	온도조절스위치	1.78**	0.78**
	공기내부순환스위치	0.13**	0.13**
	에어컨 On/Off 버튼	2.85**	0.45**
풍량조절스위치	온도조절스위치	2.43**	4.23**
	공기내부순환스위치	0.25**	0.25**
	에어컨 On/Off 버튼	0.56**	0.56**
온도조절스위치	공기내부순환스위치	0.13**	0.13**
	에어컨 On/Off 버튼	0.06**	1.56**
공기내부순환스위치	에어컨 On/Off 버튼	0.13**	1.13**
df = 2 , a = 0.05 , $\chi^2 = 5.99$, 양측검정			
df = 2 , a = 0.1 , $\chi^2 = 4.60$, 양측검정			
* : a = 0.05에서 H ₀ 채택, ** : a = 0.1에서 H ₀ 채택			

표 2.3.15 IP에 대한 Sketch 정확도 분석 결과

	전체 피험자에 대한 정확도(%)	Sketch한 피험자에 대한 정확도(%)
비상등 스위치	43.48	58.82
풍향 조절 스위치	34.78	57.14
풍량 조절 스위치	21.74	41.67
에어컨 On/Off 버튼	13.04	25
온도조절 스위치	26.09	50
액정화면	4.35	8.33
오디오 전원 스위치	39.13	81.82
카세트 데크	21.74	50
라디오 채널	13.04	33.33
라디오볼륨조절스위치	30.43	87.5
시가잭	26.09	75
평균	24.90	51.69

다음으로 피험자들이 Sketch 한 이미지상의 각 장치의 절대위치와, 이들이 보유하고 있는 차량 IP의 실제 배치와의 비교 분석을 실시하였다. 본 분석의 목적은 자신의 차량을 보유하고 있는 운전자들이 자신의 차량에 대하여 얼마만큼의 영향을 받는지를 알아보기 위한 것이다. 분석을 위해 피험자들이 보유하고 있는 차량 각각의 IP의 사진을 획득하였으며, 이 사진들을 기반으로 피험자들의 Sketch 이미지들과 비교 분석을 실시하였다. IP의 경우 Sketch 이미지들의 빈도가 점차적으로 감소되는 경향을 보였기 때문에 분석에 사용된 IP 장치들은 피험자들이 Sketch한 전체 이미지 중에서 8명 이상의 피험자들이 공통으로 Sketch한 이미지들을 분석에 사용하였다. 이들 장치들은 비상등 스위치, 풍향 조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 On/Off 버튼, 온도조절 스위치, 액정화면, 오디오 전원 스위치, 카세트 데크, 라

디오 채널, 라디오 볼륨 조절 스위치, 시가 잭과 같은 11가지 장치가 사용되었다. IP에 대한 절대위치 정확도 분석 결과는 표 2.2.4와 같다. 분석은 전체 피험자에 대한 Sketch 정확도와 Sketch한 피험자들에 대한 정확도로 분석하였다. 두 분석간 차이가 나타나는 것은 실험에 참여한 피험자들이 해당 장치들을 Sketch 하지 않은 사람들도 있기 때문이다.

본 연구에서는 실제로 표 2.3.4의 두 가지 분석 결과 중에서 Sketch한 피험자들에 대한 위치의 분석이 보다 타당할 것이라는 가정 하에 Sketch한 피험자에 대한 정확도를 가지고 분석을 하였다. 장치들 중에서 라디오 볼륨 조절 스위치, 오디오 전원 스위치가 높은 정확도를 보이고 있다.

마. 결론

본 연구에서는 Yu와 Park(1999)이 제안한 기존의 SMM에서 피험자들의 인지지도 형태를 형상화하지 않았던 단점을 보완하여 전체 피험자들의 공통적인 인지지도 형태를 추출하는 방법론을 제안하였다. 그리고 이를 사용하여 중년층 운전자(30대 중반에서 40대 중반) 23명의 남자 피험자들의 IP에 대한 인지지도형태를 SMM을 사용하여 추출해 보았다. 대분류 분석결과 피험자들은 비상등 스위치를 IP의 최상단 좌측에 위치하고 있는 것으로 인지하고 있었으며, 상단으로부터 버튼류, HVAC unit, Audio unit, 그리고 기타장치의 순서로 인지하고 있었다.

그리고 대분류별 해당 소분류에 대한 분석결과 Audio unit과 HVAC unit에 대한 소분류들만이 위치에 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었으며, 이들 중 주로 사용하는 장치들 다시 말하면 각 대분류들의 주 기능을 수행하는 장치들만이 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

다음으로 피험자들이 작성한 Sketch map 상의 장치들 중, 전체 피험자의 35%(8명)이상이 Sketch 한 장치들의 위치와 이들이 보유하고 있는 차량의 실제 IP상의 장치 위치에 대한 정확도 분석을 실시한 결과, 볼륨 조절 스위치와 오디오 전원 스위치가 높은 정확도를 보이고있었다. 이 두 가지 장치들은 하나의 장치에 기능이 통합되어 있는 경우가 많으므로 유사한 정확도를 보인 것으로 분석되었으며, 운전자들이 운전 중에 라디오의 볼륨을 조정하는 작업을 많이 하기 때문이라고 유추되어질 수 있다. 또한 시가 잭의 경우도 높은 정확도를 보였는데 이는 시가 잭 부근

의 다른 장치들이 거의 없으며 모든 차종에 대해 유사한 위치에 존재하기 때문에 분석되었다. 이외의 나머지 장치들의 정확도는 그리 높지 않게 나타났는데, 이는 중년층(30대 중반 ~ 40대 중반) 운전자들이 그들이 보유하고 있는 차량의 인터페이스 형태에 그리 많은 영향을 받지 않는다는 것을 의미하며, 이들의 인지지도 내에 각인 되어 있는 형상대로 실제 차량들의 인터페이스들이 설계되어 있지 않다는 것을 의미하기도 한다.

이럴 경우, 운전자가 1차 직무인 차량 주행 직무를 수행하는 도중, 2차 직무인 차량 내 장치들의 조작을 수행하기 위해 장치 위치 탐색에 보다 많은 주의를 분산시키게 되고 오랜 시간 탐색해야 하므로 이에 따른 잠재적 사고의 원인을 내포하게 된다. 물론 잘 사용하지 않는 기능에 대한 정확도가 상대적으로 떨어지는 것은 당연하고, 운전자의 정신적 주의자원이 한정적이라는 것을 고려해 볼 때, 주로 사용하는 장치들을 위주로 하는 설계가 필요할 것이다. 하지만 본 연구의 분석에서는 피험자들의 약 34% 이상이 Sketch 한 장치들에 대한 정확도분석을 수행하였으며, 실제 물체에 대한 조작을 근거로 심상이 형성된다는 사실(Shepard et al., 1971)에 비추어 볼 때 인지지도에 각인 되어 있는 장치들이 운전자들이 주로 사용하는 장치들이라는 것을 유추해 볼 수 있다. 따라서 인지지도 형상과 많이 차이가 나는 인터페이스의 조작 시, 운전자는 IP상의 장치사용에 대하여 주의 자원을 보다 많이 분산시켜야 한다. 즉, 차량 주행의 직무를 수행하기 위하여 할당되어야 할 주의 자원의 일부가 IP상의 장치조작을 위한 주의로 전이됨을 의미하며, 이로 인하여 1차 직무인 차량 주행 수행도가 영향을 받게 될 것이다.

또한 Norman(1981)의 연구에서 제시한 행동상의 실수인 미스테인크(mistake)와 무의식적인 실수인 슬립(slip) 중에서, 무의식적인 실수인 슬립을 유발시킬 수도 있는 것이다. 여기서 미스테인크는 해석의 에러나 행위선택의 에러이며, 슬립은 상황에 대한 이해자체와 행위선택은 제대로 이루어졌으나, 행동자체가 부적합하게 이행되는 경우를 말한다. 따라서, 에러발견은 물론 에러 수정의 용이성이 미스테인크보다는 슬립의 경우 훨씬 높으며(Reason, 1990), 정보에 대한 선입견이나 기대치가 그 정보의 인식에 대한 속도와 정확도에 영향을 미치므로(Jones, 1977) 상기와 같이 과도한 주의 할당과 슬립에 해당하는 오류를 방지하기 위해서 운전자의 인지지도내의 IP형태를 추출해내고 이를 기반으로 자동차 IP를 설계해야 하는 것이다.

이와 같이, 중년층을 대상으로 한 자동차의 설계에서, 이들의 인지지도내의 IP

형상을 추출하고 이를 기반으로 자동차 IP를 설계하게 된다면 운전 수행도를 보다 향상시킬 수 있을 것이며, 각종 안전사고 또는 인적 오류의 발생을 감소시킬 수 있을 것이다. 이에 더하여 중년층 운전자들의 감성에 적합한 자동차를 제작할 수 있을 것이다.

4. 피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지시간 및 정확도에 관한 연구

가. 서론

운전활동에서 운전자가 작업 혹은 조작 대상이 되는 장치들을 얼마나 빨리 그리고 잘 인지(cognition) 할 수 있도록 설계하는가는 운전자의 전체 수행도(performance) 및 안전 운전에 대한 필수 불가결한 요소라고 할 수 있다. 하지만 현재까지 국내 자동차 제조업체의 경우 아직 운전석에 대한 인간공학적, 인지공학적 평가를 통한 자동차의 설계를 하는 경우는 매우 드물며, 대부분 실내 인테리어를 담당하는 디자이너의 차원에서 심미적인(aesthetic) 디자인으로 설계를 하고 있으며 이를 대상으로 한 개발자의 선택으로 자동차를 제작하고 있는 실정이다.

운전자-자동차 상호작용 시스템을 살펴보면, 운전자가 운전활동의 주체가 되는 것을 알 수 있다. 즉, 운전자가 운전 활동의 주체이며 따라서 모든 기능들은 운전자에게 맞도록 설계가 되어야 하는 것이다. 만일 자동차 내부의 디스플레이가 인간공학적으로 설계 되어있지 않게 되면 이들 장치들은 운전 요구사항들과 충돌을 일으키게 되어 많은 문제들을 야기하게 된다는 것이 Godthelp 등에 의해서도 밝혀졌다. 즉, 운전활동에서의 오류 중 가장 심각한 형태로 발생하는 교통사고의 유형으로 문제들이 발생하게 되는 것이다. 매년 전세계적으로 교통사고로 인해 50만명 이상이 사망하고 1천 5백만명 이상이 부상을 당하고 있으며, 국내의 경우 1996년 한해동안 교통 사고 사망자는 연간 1만 여명이 발생되고 33만 여명이 부상을 당하고 있는 실정이다. 이러한 사고의 원인 중 약 90% 이상이 운전자의 과실로 인한 인적 오류에 의한 것으로 집계되고 있다는 사실이 자동차에 대한 인간공학적 설계의 중요성을 나타낸다고 할 수 있는 것이다.

따라서 본 연구에서는 운전자의 안전 및 수행도를 고려한 자동차 설계를 위한 기반 연구로서, 자차 보유여부에 의해 구분되어진 피험자집단간의 운전석 Instrument Panel (IP)내의 장치들에 대한 인지속도 및 정확도의 측정 및 분석에 관한 연구를 수행하였다.

나. 연구배경

운전중의 정보의 획득은 일반상황하에서 약 70%이상을 시각을 통해 획득하는 것과 마찬가지로 시각에 많이 의존하게 된다. 하지만 IP에 대한 정보획득을 위해서는 실제 운전상황 중 짧은 시간 응시할 수밖에 없다. Rockwell은 운전자의 glance 시간이 운전 부작업을 수행하는데 있어서의 시선 수행도(visual performance)를 측정하는 일관된 척도라고 주장하였다. 그의 연구 결과에 의하면 glance 시간의 길이는 부작업과 그의 시각적 특징보다는 운전 직무의 어려움에 의해 영향을 받는다는 것이 밝혀졌다. 또한 보다 복잡한 디스플레이는 단지 glance 횟수를 증가시킬 뿐이며 glance 의 지속시간을 증가시키지는 않는다. 물론 가독성이 떨어지는 디스플레이의 경우는 시간을 증가시키기도 한다.

이와 더불어 Wierwille 등은 운전자들이 glance 하는 시간이 대략 0.6 ~ 1.7 sec 내에서 가변적이며, 보통 1.6 sec 의 시간을 초과하지는 않는다는 것을 밝혀내었다. 또한 평균적 glance 시간의 길이는 초보 운전자와 숙련된 운전자간에 차이가 없다는 것 또한 밝혀졌다. 여러 학자들의 연구에 의해 수행도는 관찰자에게 기억, 통합, 그리고 조정의 점진적인 인지적 과정을 사용하게 하는 것 보다, 인지와 패턴 인식에 대해 보다 효과적인 절차를 제공하는 디스플레이를 제공하는 것에 의해 향상되어질 수 있다는 것이 증명되었다. 하지만 현재와 같이 차량의 Life-cycle이 점차 짧아지고, IP의 형태 및 배치도 다양화되어지고 있는 상황하에서는 운전자에게 새로운 형태 및 배치의 IP가 제시되었을 때, 자신의 기존 경험 및 인지 지도 내에 각인 되어져 있는 IP 형태에 의해 부적절이 일어나는가에 대한 연구도 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 각 device 내의 object의 인지속도와 정확도에 대하여 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 피험자들을 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단간으로 구분하고 이 두 집단간의 IP object 에 대한 인지속도 및 정확도를 측정하였다. 이를 위해 운전자의 인지지도에 각인되어 있는 IP 형태를 도출하기 위한 사전 연구들에서 도출되어진 IP object들과 이들에 대해 도출된 기본 IP 배치를 사용하여 실험용 이미지를 제작하였다. 또한 데이터를 분석하여 두 집단간의 관계를 도출하는 것을 목표로 하였다. 마지막으로 이렇게 도출되어진 결론들을 자동차 운전석 설계에 어떻게 적용할 지에 대해서도 논의 해보았다.

다. 실험

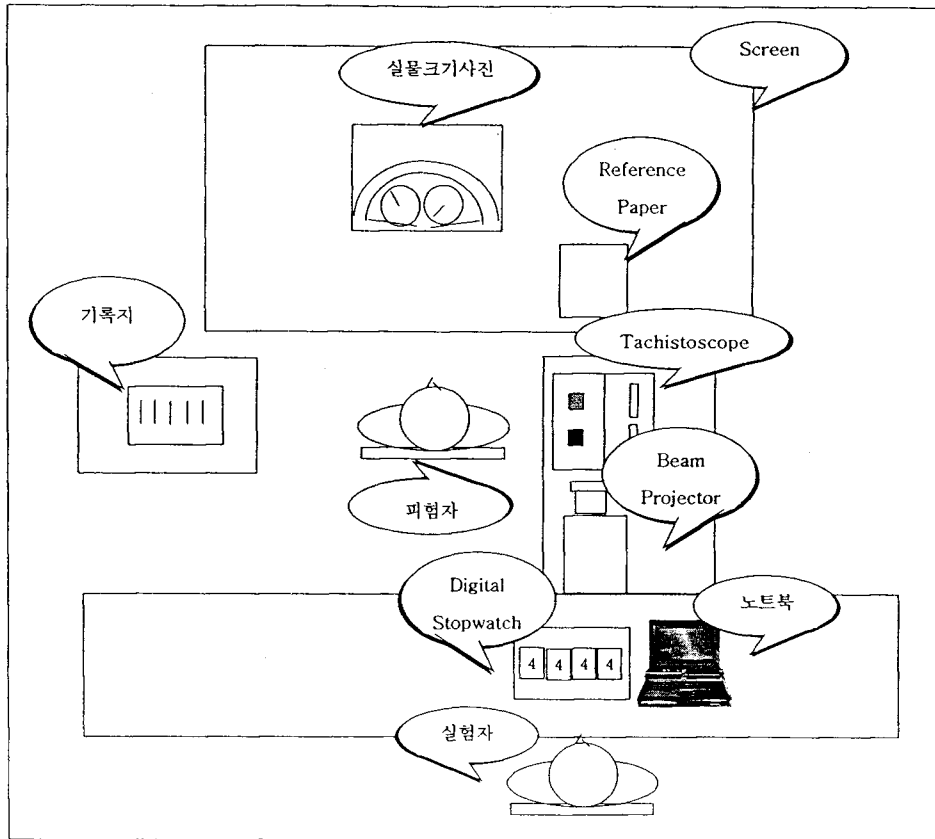


그림 2.4.1 실험 station의 구성도

(1) 실험 설계

본 실험에서는 운전자의 IP에 대한 인지속도 및 정확도를 측정하기 위하여 실험 station을 구축하였다. 본 실험 station에 사용된 장비는 Beam projector(HITACHI CP-L550E), Tachistoscope (TAKEI 270A, 1msec 정밀도), Digital stopwatch(TAKEI, 1msec 정밀도), Notebook(Intel 90Mhz), Screen(DAEWOO)의 실험장비를 사용하였다. 본 실험의 station은 그림 2.4.1과 같이 구축되었다.

본 실험에 사용된 Tachistoscope와 Digital stopwatch는 서로 다른 제조 회사의 제품으로서 연결이 되지 않지만 본 실험을 위해 개조하여 사용하였다. 또한 Tachistoscope의 shutter는 기본적으로 Slide projector에 장착하여 사용하게 되어 있고 본 실험에 사용된 Beam projector에는 장착이 되지 않는 기종이지만 실험을 위해 개조하여 Beam projector에 장착하여 실험을 수행하였다. 실험에 참여한 피험자들은 자차 보유 운전자 8명(연령 평균 29.75세, 연령 표준편차 3.01, 운전 경력 평균 5.75년, 운전 경력 표준편차 4.20)과 자차 미보유 운전자 10명(연령 평균

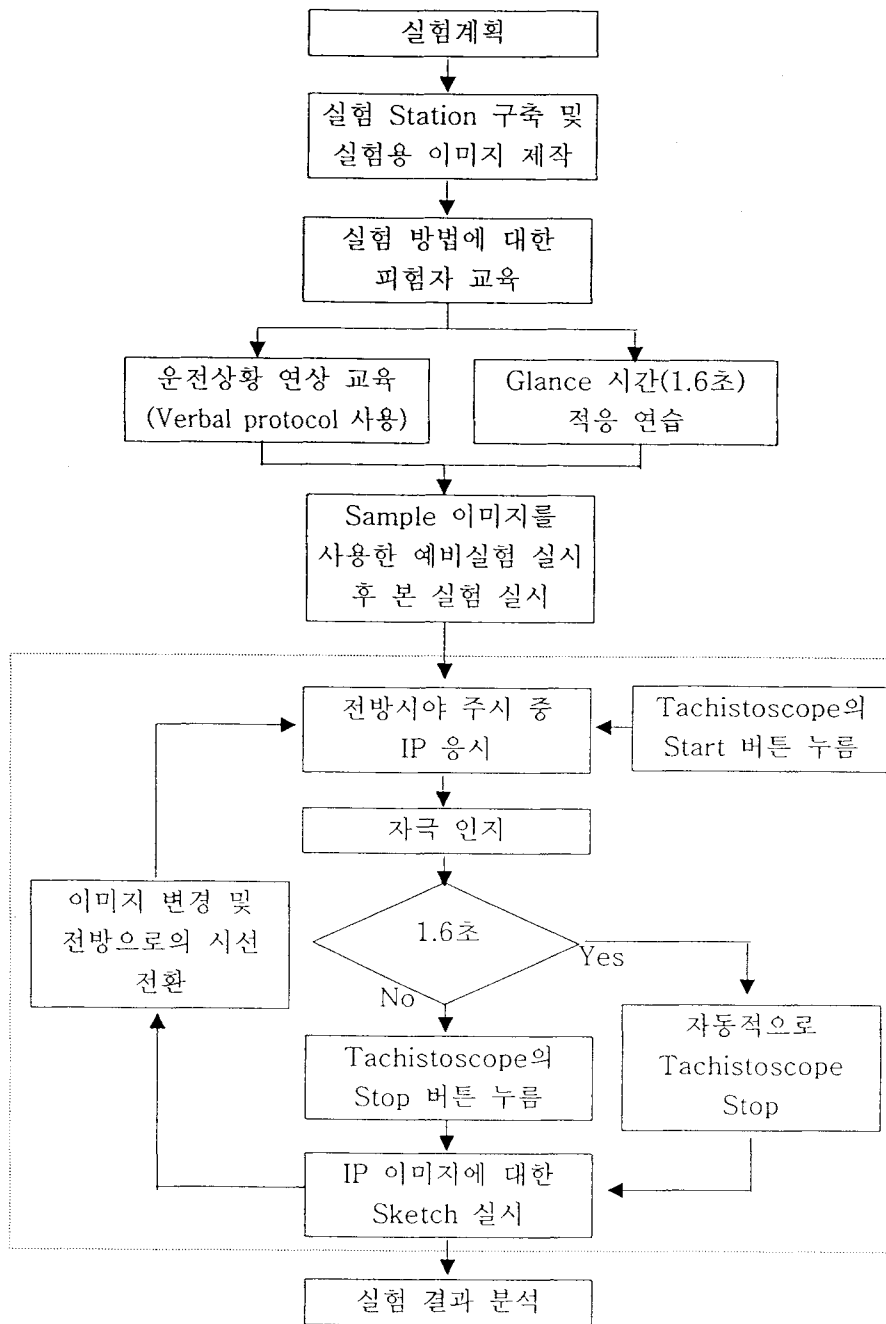


그림 2.4.2 IP 객체 인지 시간 및 정확도 측정 실험 Process

모델

26.55, 연령 표준편차 1.51, 운전 경력 평균 3.55년, 운전 경력 표준편차 2.25)으로 총 18명이 실험에 참여하였다. 이들은 모두 운전 면허증을 소지하고 있는 사람들이다. 피험자들을 자차 보유 여부에 의해 구분한 이유는 자차를 보유한 운전자들이 미보유 운전자들보다 운전활동을 많은 시간 수행하며, 따라서 자신의 차량운전적에 기반한 인지도 및 Mental model을 구축하고 있기 때문이다. 즉 특정 기준을

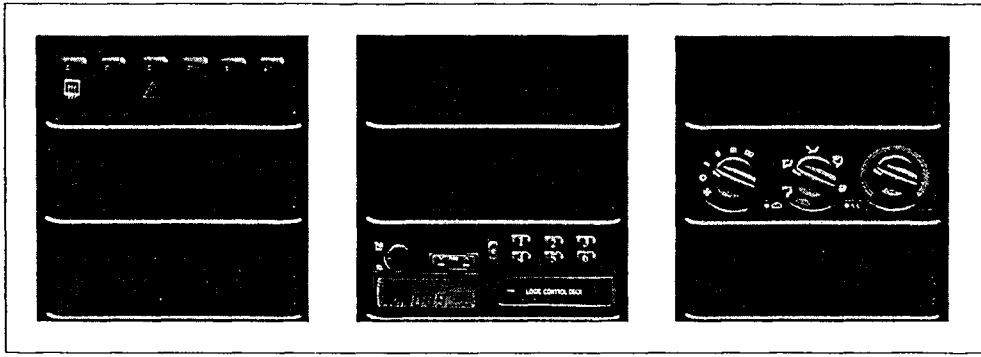


그림 2.4.3 Button, Audio unit, HVAC 이미지 예

바탕으로 확립된 인지지도를 보유하고 있는 운전자와 특정 기준이 없이 확립된 인지지도를 보유하고 있는 운전자간의 차이를 알아보기 위해 설정한 기준이다. 실험이 끝난 후 이들에 대하여 소정의 대가를 지불하였다. 전반적인 실험의 process는 그림 2.4.2와 같다.

실험 계획을 수립한 후 Station 구축 및 이미지 파일을 준비한다. 다음으로 피험자에게 실험의 개략적인 설명을 실시한다(각 device의 개략적인 layout과 각 object의 형태를 설명). 그리고 Verbal protocol을 사용하여 피험자에게 운전이라는 상황을 연상하게 한다. 실험에 사용된 Verbal protocol이란 운전환경을 제시해 줄 수 있는 의미축약형 단어를 실험자와 피험자간에 서로 사전에 약속하여 자극 제시에 사용하는 것을 의미하는데, 본 실험에 사용된 Verbal protocol은 주행, 정지, 가속, 좌회전, 우회전 등의 상황 제시 단어들이다. 이러한 자극에 대해 피험자들이 실제 차량을 운전하는 것과 동일하게 반응하게 함으로써 실제 운전 상황에 대한 모사를 수행하였다. 이때 운전 중 IP를 응시하는 시간적 지연에 대하여 피험자들에게 숙지시킨다. 우선 Sample 이미지를 사용하여 2 ~ 3회 예비 실험을 수행한 후, 본 실험을 실시한다. 실험 내용은 다음과 같다. 전방 시야를 주시하게 하다가 IP를 응시하도록 한다. 이때, IP로 시선을 바꿈과 동시에 Tachistoscope의 start 버튼을 누른다. 자극을 인지하면 stop 버튼을 누르게 한다. 피험자들에게 바로 IP에 대하여 sketch 하도록 한다. 본 실험을 실시하는데 있어서 버튼 문치, HVAC, Audio Unit 등 각 device는 서로 독립이라는 가정을 수립하였다. 이는 운전자의 IP에 대한 인지지도(cognitive map) 측정과 관련된 사전 연구들의 결과로부터 도출된 가정이다.

실험에 사용된 이미지는 이전 연구의 결과로 도출된 object들과 device layout을

사용하여 제작이 되었다. 사용된 object들 중, 풍향 조절 스위치, 공기내부순환 스위치, 온도조절 스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 ON/OFF 스위치, 라디오 볼륨 조절 스위치, Tape Eject button, 카세트 덱, 라디오 채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼, 비상등 스위치 등은 Yu와 Park의 연구에서 선택되어진 object들이고 본 연구에서는 여기에 뒤 열선 스위치를 추가하였다. 또한 이들 object 및 device들의 기준 위치는 이전연구들에서 밝혀진 배치를 기준으로 하였다. 기준 배치는 버튼 뭉치가 위쪽에, HVAC가 가운데, 오디오가 맨 아래로 결정되었다. 특히 Audio unit 부분에서는 볼륨과 액정화면, 채널선택버튼은 왼쪽으로, 주파수 탐색버튼과 Tape Eject 버튼은 대략 가운데에, 그리고 카세트 덱은 오른쪽으로 결정되었다.

버튼뭉치의 경우 6개의 버튼을 준비하고 이들 중 사전연구결과에 의해 선택된 뒤 열선과 비상등의 위치를 변화시키면서 실험을 수행하였고 나머지 네 개의 버튼에 대하여는 특정 기능을 할당하지 않았다. Audio unit의 경우는 사전연구결과에 의해 결정된 배치에 따라서 볼륨조절 스위치, 액정화면, 주파수 탐색버튼은 좌측에, Tape Eject Button, 라디오 채널, 카세트 덱은 우측에 위치시키고 이들간의 위치를 변화시키면서 실험을 수행하였다. HVAC의 경우에는 풍량조절 스위치, 풍향조절스위치, 온도조절스위치는 로터리 형태로, 공기내부순환 스위치, 에어컨 On/Off버튼은 버튼 식으로 하단에 위치시키고 이들간의 위치를 변화시키면서 실험을 수행하였다. 제작된 이미지의 예는 그림 2.4.3 과 같다.

실험을 위해 제작된 이미지는 총 30개로서 버튼뭉치에 대하여 10개, HVAC에 대하여 12개, Audio unit에 대하여 8개의 이미지가 제작이 되었다. 각 device 들에 대한 이미지의 갯수는 위에서 제시된 제약조건 내에서 가능한 위치의 조합에 대한 경우의 수와 동일하다.

또한 본 실험을 수행하는데 있어서 이미지 제시시간에 한계시간을 설정했다. 한계시간은 1.6 sec으로서 이는 Wierwille 등의 연구에서 밝혀진 운전자 내부 glance 시간의 최대 시간에 근거를 두고 선정을 하였다.

(2) 실험 결과 및 분석

본 연구의 분석 목적은 피험자별로 IP 이미지를 얼마나 정확히, 그리고 얼마나 빨리 인지하는가를 밝히는데 있는 것이 아니라 차이를 보유하고 있는 피험자 집단

과 자차를 미보유하고 있는 피험자 집단간의 동일성을 검증하는데 있다. 즉 두 집단의 인지속도 및 인지 정확도간의 차이가 있는지를 검증하고 이를 바탕으로 한 안전을 고려한 자동차 IP 설계 가이드라인을 제시하는데 목적이 있는 것이다.

이를 위해 우선 각 집단의 이미지별 정확도 및 인지 시간에 대하여 분석하기 위해 피험자를 반복수로 하는 반복이 있는 일원배치를 사용하여 분산분석을 실시하였다. 이때 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 사용하였다.

표 2.4.1 인지시간과 정확도에 대한 ANOVA table

			변동의 요인	<i>S</i>	ϕ	<i>V</i>	<i>F₀</i>	<i>P-Value</i>	<i>F(α)</i>
			버튼 뭉치	자차 보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.411	9	0.046
간차	9.741	70	0.139						
계	10.152	79							
정확도	인자(이미지)	0.966	9		0.107	1.087	0.383	2.017	
	간차	6.906	70		0.099				
	계	7.872	79						
자차 미보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.868	9	0.096	0.996	0.449	1.986	
		간차	8.710	90	0.097				
		계	9.578	99					
	정확도	인자(이미지)	0.64	9	0.071	0.895	0.533	1.986	
		간차	7.15	90	0.079				
		계	7.79	99					
HVAC	자차 보유집단	인지시간	변동의 요인	<i>S</i>	ϕ	<i>V</i>	<i>F₀</i>	<i>P-Value</i>	<i>F(α)</i>
			인자(이미지)	0.412	11	0.037	0.740	0.697	1.905
			간차	4.252	84	0.051			
		계	4.664	95					
		정확도	인자(이미지)	0.990	11	0.090	1.014	0.441	1.905
			간차	7.458	84	0.089			
	계		8.448	95					
	자차 미보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.140	11	0.013	0.402	0.952	1.878
			간차	3.421	108	0.032			
			계	3.561	119				
		정확도	인자(이미지)	0.758	11	0.069	0.784	0.656	1.878
			간차	9.493	108	0.088			
계			10.251	119					
Audio unit	자차 보유집단	인지시간	변동의 요인	<i>S</i>	ϕ	<i>V</i>	<i>F₀</i>	<i>P-Value</i>	<i>F(α)</i>
			인자(이미지)	0.075	7	0.011	0.294	0.953	2.178
			간차	2.035	56	0.036			
		계	2.110	63					
		정확도	인자(이미지)	0.208	7	0.030	0.358	0.922	2.178
			간차	4.653	56	0.083			
	계		4.861	63					
	자차 미보유집단	인지시간	인자(이미지)	0.143	7	0.020	0.825	0.570	2.140
			간차	1.785	72	0.025			
			계	1.928	79				
		정확도	인자(이미지)	0.532	7	0.076	1.276	0.275	2.140
			간차	4.289	72	0.060			
계			4.821	79					

실험의 순서는 random하게 이루어졌으며, 이때 각 수준의 주효과를 a_i , $i = 1, 2, 3, \dots, I$ 이라 할 때, “수준간의 특성치의 차이가 없다”라는 가설 검정의 귀무 가설과 대립 가설은 다음과 같다.

$$H_0: \sigma_A^2 = 0$$

$$H_1: \sigma_A^2 > 0$$

각 device 별 이미지들에 대한 두 집단별 ANOVA table은 표 2.4.1과 같다. 분석 결과를 살펴보면 각 device 이미지별로 각 집단에 대하여 모두 각 수준간의 특성치의 차이가 없다는 귀무 가설이 채택되었다. 이는 각 device내의 object들의 배치는 동일한 집단 내에서는 인지시간과 정확도에 영향을 미치지 않는다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

따라서 다음으로 집단간의 차이를 검증하기 위해 각 이미지에 대한 집단간 인지시간과 정확도에 대하여 비모수 통계 기법 중 $N < 20$ 인 소표본 Mann-Whitney U test를 실시하였다. 본 분석을 위한 가설은 다음과 같다.

H_0 : 두 집단간의 분포가 같다.

H_1 : 두 집단간의 분포가 어떠한 식으로든지 다르다.

Mann-Whitney U Test는 주로 서열 척도를 분석하는데 있어서 두 집단의 동일성을 검증하는 기법으로서, 이를 적용하기 위해 두 집단의 정확도 데이터를 서열 척도로 변환하였다. Mann-Whitney U Test를 적용하기 위해 서열 척도로 변환된 각 이미지들에 대한 두 집단의 데이터를 순위 테이블로 작성하였다. 순위 테이블을 사용하여 순위할당의 적합성을 검증하기 위해 각 이미지에 대한 정확도와 인지시간 각각에 대한 순위 합을 검증하였다.

$$N_S = \frac{N(N+1)}{2} = \frac{18(18+1)}{2} = 171 \quad (1)$$

$$R_T = \sum R_i = 171 \quad (2)$$

where,

N_s : N 개의 순위들의 합

R_T : 표의 실제 순위들의 합

R_i : 표의 각 열의 순위

위의 결과 모든 이미지에 대하여 N_s 와 R_T 의 값이 171으로 동일하므로 각 열들에 대한 순위는 올바르게 할당이 되었다는 것이 증명되었다.

다음으로 가설을 검증하기 위해 각 경우에 대하여 통계치 U value를 구하였다. 여기서 유의수준은 $\alpha=0.05$ 단측 검정으로 분석하였다. U value를 구하는 식은 다음과 같다.

$$U_o = n_A n_B + \frac{n_A(n_A+1)}{2} - T_A \quad (3)$$

where,

U_o : U 관찰치

n_A : 자차 보유 집단의 개수

n_B : 자차 미보유 집단의 개수

T_A : 자차 보유 집단 순위 합

표 2.4.2 버튼 뭉치이미지들에 대한 U -values

	이미지1	이미지2	이미지3	이미지4	이미지5	이미지6	이미지7	이미지8	이미지9	이미지10
인지시간	52.5	41.5	48	39.5	41	38	39	45	42	48
정확도	32	36	50	45	46	37	40.5	42	47	30.5

표 2.4.3 HVAC 이미지들에 대한 U -values

	이미지1	이미지2	이미지3	이미지4	이미지5	이미지6	이미지7	이미지8	이미지9	이미지10	이미지11	이미지12
인지시간	41	41	39	30	18	23.5	37	30	50.5	32.5	42	41.5
정확도	34	40.5	34.5	41	47.5	42.5	48	49.5	55	53.5	30.5	45

표 2.4.4 Audio unit 이미지들에 대한 U -values

	이미지1	이미지2	이미지3	이미지4	이미지5	이미지6	이미지7	이미지8
인지시간	41	31	34.5	35.5	43	41.5	31	38.5
정확도	38	52.5	63	54.5	37	60.5	52.5	50.5

각 이미지의 정확도와 인지시간에 대한 U value는 표 2.4.2, 표 2.4.3, 표 2.4.4와 같다. 이때의 U 임계치는 모든 경우에 대하여 $n(8,10) = 20$ 이 된다. U value가 U 임계치보다 작거나 같으면 H_0 는 기각된다. 하지만 분석 결과를 살펴보면, HVAC의 이미지 5의 경우를 제외한 모든 경우에 대한 U value가 U 임계치보다 크음을 알 수 있다. 즉 각 device에 대한 인지시간과 정확도는 집단간 차이가 없음을 보이고 있는 것이다.

따라서 인지시간과 정확도에 대한 통계치를 계산해보면, 버튼장치에 대한 정확도는 0.881 ± 0.081 이고 인지시간은 1.089 ± 0.083 sec 이며, HVAC에 대한 정확도는 0.674 ± 0.078 이고 인지시간은 1.486 ± 0.037 sec 이며, Audio unit에 대한 정확도는 0.720 ± 0.053 이고 인지시간은 1.499 ± 0.031 sec 이다.

라. 결론

본 연구에서는 운전자의 IP에 대한 인지시간과 정확도에 대하여 측정하고, 이를 자차 보유 운전자 집단과 자차 미보유 운전자 집단으로 분류하여 이들간의 관계에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과, 집단별 device 내의 object들의 위치 변화에 따른 인지시간과 정확도는 차이가 없다는 것이 입증되었으며, 집단간 비교에서도 별 차이가 없다는 것이 입증되었다. 그 이유는 본 연구가 IP에 대한 운전자의 인지지도 측정 연구의 결과들에 근거하여 device 배치 및 object들을 선정하였기 때문이라고 사료된다. 이러한 결과는 평균적 glance 시간의 길이는 초보 운전자와 숙련된 운전자간에 차이가 없다는 Nieminen 등의 연구 결과와 더불어 인지시간과 정확도도 자차 보유의 여부에 관련이 없다는 사실을 입증한 결과라고 할 수 있다.

그리고 본 연구의 결과를 고려해 볼 때, 피험자 집단들간의 IP object 들에 대한 인지시간과 정확도가 별 차이가 없음은 운전석에 대한 설계 시, 자차 보유 집단과 미보유 집단들에 대한 공통 사항들, 예를 들어 자차 보유여부에 의해 영향을 받지 않는 운전자 인지지도형태의 추출과 motor-skill processor의 performance를 고려한 장치들의 기능적 배치 형태 등을 추출해내어 설계에 반영한다면 운전자의 performance를 향상시킬 수 있다는 가능성을 확인해 보았다고 할 수 있다.

5. 인지지도 유사도와 정신적 작업부하와의 관계에 대한 연구

가. 서론

인지지도(Cognitive map)는 공간적 심상의 활성 정보 탐색구조이며(Neisser, 1976), 또한 객체들과 운동감각, 시각적, 청각적 암시들의 기억으로 구성되어지는 정신적 모형(Mental model)이다(Griffin, 1973).

일반적으로 이러한 인지지도는 거대 환경(Large environment)에 대한 지도를 심상에 투영하는 것을 의미한다. 심상에 존재하는 심적 지도(Mental map)이라고 할 수 있는 것이다. 이러한 심적 지도는 지도상에 존재하는 여러 대상들의 위치 및 이들 간의 상대위치에 대한 정보를 포함하고 있게 된다. Stevens와 Coupe (1978)는 이러한 Mental map에 대한 위계적 구조의 체계적 왜곡에 대하여 연구를 수행하기도 하였다. 이러한 인지지도는 이와 같이 거대 환경에 대해서만 적용되어질 수 있는 것은 아니고, 보다 작은 환경에 대하여도 적용이 되어질 수 있다. 즉, 인간은 작은 환경이나 대상을 구성하고 있는 것들에 대한 위치 정보 및 형태 정보를 지도의 형태로 각인 할 수 있기 때문이다(Yu and Park, 2000a). 따라서 이와 같은 작은 환경에 대한 인지지도의 추출에 관한 연구가 수행되고 있다.

특히 자동차의 IP(Instrument Panel)에 대한 인지지도를 추출해내기 위한 연구가 최근에 이루어지고 있는데, 이들 연구들을 통해 IP에 대한 인지지도 추출 정적 방법론인 SMM (Sketch Map Method)이 제안되었으며(Yu and Park, 1999), 또한 동적 방법론인 BPM (Blind-Pointing Method)도 개발되었다(Yu and Park, 2000b; Yu and Park, 2000c).

이러한 방법론들은 운전자가 자동차의 IP상의 장치들을 제어하는데 대한 부적 전이(Singley and Andersen, 1989)를 방지하기 위해, 운전자의 IP에 대한 인지지도 형태를 추출해내고, 이를 기반으로 IP 설계를 할 수 있도록 하기 위해 개발되었다.

이전의 연구들 중, Yoon등(1998)은 운전시 이차과제가 수행도와 정신적 작업부하에 미치는 영향에 대하여 연구를 수행하였다. 하지만 이 연구는 정적 운전 시뮬레이터(fixed-based driving simulator)를 사용하여 연구를 수행하였으며, 운전자의 수행도를 브레이크 페달을 밟는 정도로서 측정하였다. 또한 기존의 NASA-TLX (NASA-Task Load Index)를 그대로 적용하여 정신적 작업부하를 측정하였다. 이로

인해 Yoon등(1998)의 연구는 실제적인 운전자의 수행도 및 정신적 작업부하의 측정 및 분석에 있어서 한계점이 있다고 할 수 있다(Yu and Park, 1998b).

또한, Yu와 Park(1998a, 1998b)의 연구에서는 운전자의 운전석에 대한 주관적 표준화와 실제 차량의 운전석의 형태나 기능들이 보다 유사할 경우 운전자의 Performance가 증가한다는 가정을 수립하고 이들 간의 관계에 대한 연구를 수행하였다. 여기서 운전석에 대한 주관적 표준화(standardness)(Graesser and Marks, 1993)란 운전자들이 각기 주관적으로 '운전석이란 이렇게 구성되어 있으며 이러한 기능을 가지고 있다' 라고 인지지도 내에 표준화시켜 각인하고 있는 형태를 말한다. 이들은 운전자에게 보다 친숙하고 인지지도 내에 각인되어 있는 자동차의 운전석 형태와 보다 유사하다고 가정한 차량에 대하여 운전자의 Manual performance가 증가한다는 것을 밝혀내었다. 하지만, 인지지도의 형태와 유사하다는 가정을 하였을 뿐, 구체적으로 유사도에 대한 정량화는 하지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 운전자의 IP에 대한 인지지도 형태를 추출해보고, 실제로 인지지도 형태와 실제 차량 IP형태의 유사도가 운전자의 과제 수행에 대한 정신적 작업부하에 어떠한 영향을 끼치는지 알아보려고 연구를 수행하였다.

이를 위해 인지지도의 형태를 SMM을 사용하여 추출한 다음, 실험 차량의 IP형태와의 유사도를 정량화하기 위한 방법을 제안하였다. 그리고 정신적 작업부하를 Yu와 Park(1998b)의 연구에서 사용된 RNASA-TLX의 변형 모델을 적용하여 측정하였으며, 유사도와 정신적 작업부하 간의 관계에 대하여 분석을 수행하였다.

본 연구에서 사용된 SMM은 피험자들이 대상 장치들을 Sketch하여 주관적으로 인지지도 형태를 보고하는 인지지도 추출 방법론이다. 이 방법론은 정적인 상황에서 적용을 할 수 있으며, 이를 통해 추출된 Sketch map은 여러 가지 방법에 의해 분석될 수 있다(Yu and Park, 1999; Yu and Park, 2000a; Yu and Park, 2000b). 또한 RNASA-TLX는 운전자 판단에 의한 정신적 작업부하의 공식화 방법으로서, 이 방법은 운전자가 실제적인 실험이나 경험을 통해 자신이 느낀 정신적 작업부하의 정도를 스스로 판단하여 정량화 하는 것이다. 그러므로 이 방법은 다른 방법들에 비해 상대적으로 실행이 쉽고 피험자의 수용성이 높은 방법이다.

또한 RNASA-TLX는 미 육군에 의해 개발된 NASA-TLX(Hart and Staveland, 1988)를 근간으로 하고 있지만, 기존의 NASA-TLX의 척도들이 인간공학적인 용어와 기술적인 용어로 기술이 되어있어서 피험자들이 항목들을 이해하는데 어려움을 보고하는 문제점을

해결하기 위해, 이러한 척도들이 피험자가 이해하기 쉬운 언어로 구성하도록 하는데 초점을 두고 있다. 본 연구를 위한 정신적 작업부하의 평가 항목들은 표2.5.1에서 보는바와 같이 자동차 운전석의 평가에 직접 적용할 수 있는 6개의 척도 항목들로 구성되어 있다(Yu and Park, 1998b).

RNASA-TLX를 이용한 평가의 실행은 기존 NASA-TLX의 평가의 실행과 동일하지만, 부가적으로 측정 데이터의 일관성을 검증하기 위한 단계가 추가된다. 데이터의 일관성 검증을 위해 사용된 방법은 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법(Armacost, et al., 1994)(Saaty, 1980)에서 적용되어진 Saaty의 일관성 지수를 사용한다. 일관성 지수 C.R. 값이 0.1보다 작을 때 일관성이 있다고 판단하여 일관성이 검증된 데이터만을 정신적 작업부하 분석에 사용한다.

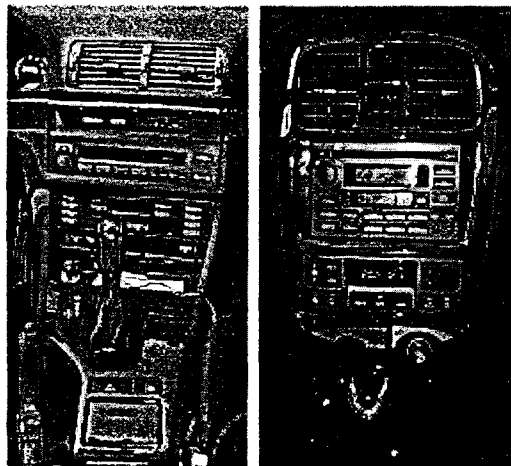
나. 실험

본 실험은 첫 번째로 운전자의 인지지도 내에 각인되어 있는 자동차 IP의 형상을 추출해 내고, 두 번째로 실험에 사용한 차량의 IP 형상과 인지지도상의 IP 형상간의 비교를 통해 유사도를 측정 한 후, 마지막으로 시험 주행 차량 주행후의 정신적 작업부

표 2.5.1 RNASA-TLX의 평가 항목 (Yu and Park, 1998b)

척도	내용
1. 정신적 능력의 요구정도	제시된 장치들의 사용에 있어서, 이러한 직무들을 수행하는데 요구되는 정신적 능력의 요구정도가 쉬웠는지 어려웠는지에 관한 질문입니다. 어려울수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.
2. 운전의 불안감	제시된 장치들의 사용에 있어서, 이러한 직무들을 수행할 때 사고 및 운전 활동의 불안감에 관한 질문입니다. 불안감이 높을수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.
3. 시간적인 스트레스	제시된 장치들을 사용하는데 있어서, 각 장치들을 운전자가 즉시 사용해야 한다는 시간적인 압박감에 관한 질문입니다. 즉 장치조작의 지연에 대한 시간적 압박감을 의미합니다. 스트레스가 높을수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.
4. 장치 탐색의 어려움	제시된 장치들을 사용하는데 있어서, 각 장치들의 위치 탐색의 어려운 정도를 의미합니다. 어려울수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.
5. 장치 조작의 어려움	제시된 장치들을 조작하는데 있어서, 각 장치들의 조작에 대한 어려운 정도를 의미합니다. 어려울수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.
6. 차량 외부 환경 인식의 어려움	제시된 장치를 조작하는데 있어서, 이러한 직무를 수행하는 동안 차량 외부 환경의 인식에 대한 어려움 정도를 의미합니다. 어려울수록 높은 점수가 부여됩니다.

하와 시험 차량의 IP 형상, 인지지도상의 IP형상 간 관계를 분석해보는 것을 목표로 수행되었다. 이를 위해 인지지도 형상 추출 방법론으로 Yu와 Park(1999)이 제안한 SMM을 사용하였으며, 운전자의 정신적 작업부하의 측정을 위한 방법론으로 Yu와 Park(1998b)이 수정 제안한 RNASA-TLX를 사용하여 주관적인 정신적 작업부하를 측정하였다. 그리고 실험을 위한 시험 주행 차량은 H사의 2,000cc 급 중형 자동차와 B사의 2,800cc 급 중형 자동차를 사용하였다. 두 실험 차량의 IP형태는 그림 2.5.1과 같다.



(a) B 실험 차량 (b) H 실험 차량

그림 2.5.1 실험 차량들의 IP형태

(1) 실험 계획 및 방법

본 실험을 위하여 9명의 피험자들이 실험에 참여하였다. 참여한 피험자들의 평균 연령은 28.7세, 표준편차 2.45, 운전경력 평균 4.3년, 그리고 표준편차는 2.24 이었다. 참여한 피험자들은 모두 실제 도로 주행 경험을 보유하고 있는 사람들이었다. 이들 9명중 3명은 자신의 차량을 보유하고 있는 운전자였으며, 나머지 6명은 자신의 차량을 보유하고 있지 않은 운전자였다. 본 연구에서는 피험자들이 주관적으로 보고한 인지지도의 형상과 운전석 장치 조작에 대한 정신적 작업부하간의 비교가 목적이므로 차량 보유여부는 고려하지 않았다.

전체 실험의 진행은 우선 SMM을 사용하여 운전자의 IP에 대한 인지지도 형태를

추출해내고, 실험차량에 탑승하여 모든 피험자가 동일 경로를 주행한 후, RNASA-TLX를 사용하여 정신적 작업부하를 측정하였다. 구체적인 실험 절차는, 우선 피험자들에게 실험에 대한 충분한 설명과 주의사항을 숙지시킨 후, 개인 신상 및 보유차종 또는 많이 운전해본 차종에 대한 이름, 연식을 기입하도록 한다. 이때 실험에 대한 의도된 결과의 도출을 최대한 방지하기 위해 피험자들에게 전체 실험 흐름과 다음단계의 실험에 대한 정보는 제공하지 않았다. 단지 매 경우마다의 실험에 관련된 주의사항만 교육하고 실험을 수행하였다. 다음으로 피험자에게 IP의 윤곽이 표시되어 있는 계측지를 제시하고, 계측지에 각자의 인지지도 내에 각인되어 있는 IP의 형태를 Sketch 하도록 한다. Sketch map 작성이 끝나면 바로 실험차량에 탑승하여 수원, 병점간 1번 국도의 왕복 20km 구간을 직접 운전하여 주행하도록 한다. 시험 주행도중 피험자들이 운전 1차 직무 외에 2차 직무를 수행하도록 유도하기 위해 IP 부분의 장치들을 조작해보도록 지시한다. 이때 자극 제시는 Verbal protocol을 사용하여 제시하며, 풍향 조절 스위치, FM/AM 전환 스위치, 공기 내부 순환스위치, 풍량 조절 스위치, 에어컨 On/Off 버튼, 라디오 볼륨 조절 스위치, 온도조절 스위치, 테이프 꺼냄 버튼, 뒷열선 스위치, 카세트 덱, 라디오 채널, 액정화면, 주파수 탐색 버튼, 시가잭, 비상등 스위치 등 15개의 장치들(Yu and Park, 1997)을 운전하면서 조작하도록 자연스러운 상황을 유도한다. 이들 자극의 제시는 피험자들의 직무에 대한 학습효과와 다음 직무에 대한 예측 수행을 방지하기 위해 무작위 순서로 제시한다. 주행이 끝난 후 바로 피험자들에게 준비된 정신적 작업부하 측정용 RNASA-TLX 설문지를 작성하게 함으로써 피험자들의 정신적 작업부하의 변형을 최소화한다.

이와 같은 절차를 거쳐 실험을 수행하였으며, 보다 정확한 비교 분석을 위해 2단계로 나누어 실험을 실시하여 보았다.

우선, B사의 자동차를 사용하여 전체 9명의 피험자들의 주행실험을 실시하고 정신적 작업부하를 측정하였다. 이로부터 24시간이 경과한 후 전체 9명의 피험자를 대상으로 H사의 자동차를 사용한 주행실험을 실시하고 정신적 작업부하를 측정하였다. 이와 같이 두 단계로 실험을 실시한 이유는, H사의 자동차는 국산 중형 차량으로 운전자들에게 비교적 친숙한 인터페이스를 가지고 있고, B사의 자동차는 외산 중형 차량으로 국내 운전자들에게 친숙하지 않은 인터페이스를 가지고 있기 때문에, 이들 간의 비교를 통해 보다 확실한 비교 분석을 실시하기 위함이다. 또한 24시간이라는 실험간 시간간격을 설정한 이유는 이전 실험 차량에서의 실험을 통한 학습이 다

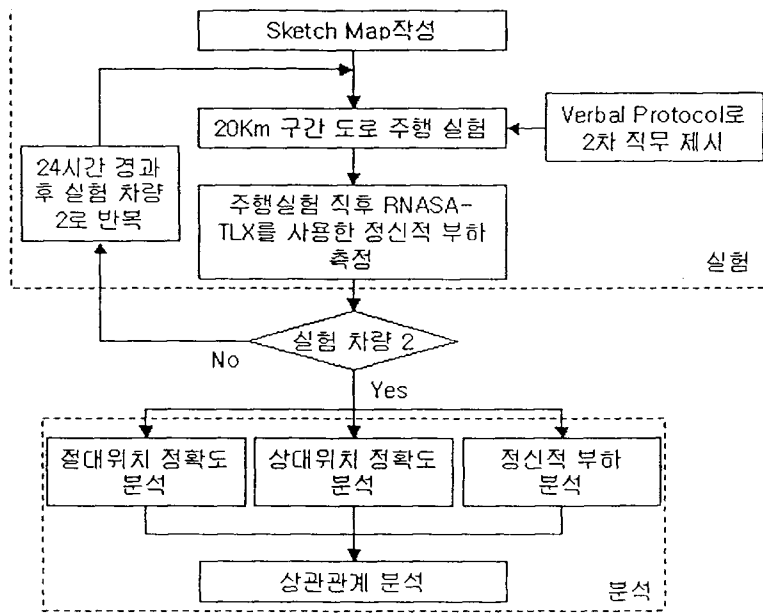


그림 2.5.2 실험 및 분석 절차

음 차량에서의 실험에 대해 영향을 미치지 않을 정도의 시간 간격, 즉, 실험을 통해 학습된 지식이 단기 기억 저장소에서 사라지기 전에 충분한 시간 간격이라는 가정에 설정하였다. 전체적인 실험 및 분석 절차는 그림 2.5.2와 같으며, 피험자들의 적극적 실험 참여를 유도하기 위해 실험이 끝난 후 실험 참여에 대한 일정한 대가를 지불하였다.

(2) 실험 결과 및 분석

(가) Sketch map상의 장치 빈도 분석

전체 피험자들로부터 획득된 Sketch map에는 총 30개의 장치들이 Sketch 되었다. 피험자들이 작성한 Sketch map의 예는 그림 2.5.3과 같으며, 이들 장치들에 대한 각각의 빈도는 그림 2.5.4와 같다. 그림 2.5.4에서 보는바와 같이 대체적으로 공조장치 조절스위치들에 대해 빈도가 높게 나타났으며, 오디오 부분의 주요 장치들에 대한 빈도 또한 높게 나타났다.

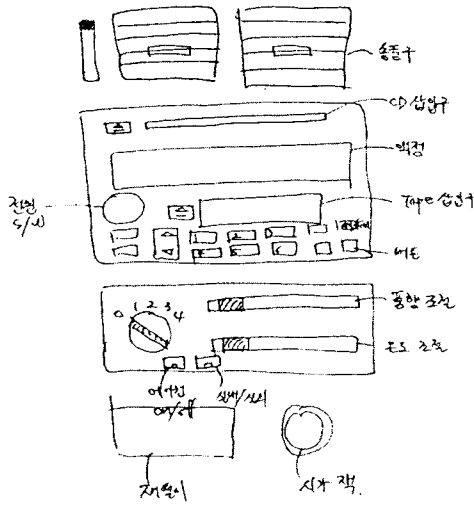


그림 2.5.3 작성된 Sketch map의 예

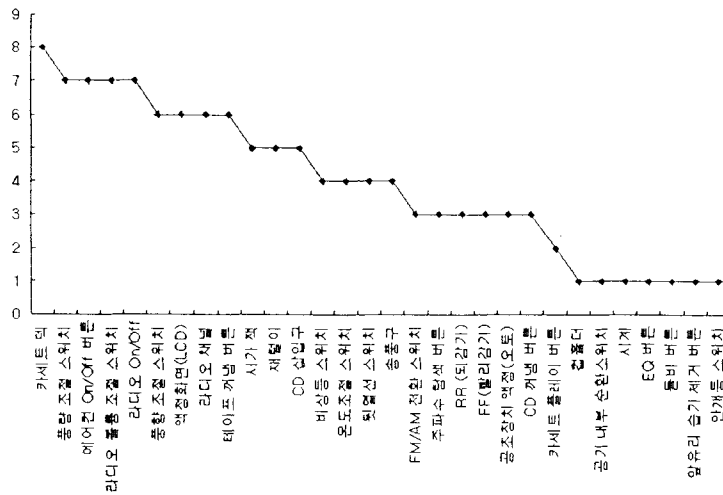


그림 2.5.4 Sketch된 장치들의 빈도

(나) Sketch map과 실험 차량간 유사도 분석

우선, Sketch map상의 인지지도의 형태와 B사 실험 차량의 IP형태와의 유사도 분석을 실시하였다. 유사도 지수로는 개인별로 작성한 Sketch map과 실험 차량 각각의 IP에 모두 존재하는 장치들의 절대위치 및 상대위치 정확도를 사용하였다. B사 실험 차량의 분석에 사용한 장치는 전체 30개의 장치 중에서 실험차량에 없는 장치들을 제외한 26개의 장치들이며, H사 실험 차량의 분석에는 29개의 장치를 사용하

였다.

우선 실험 차량별 공통 장치들과 개인별 Sketch 장치들에 대한 위치 분석을 실시하였다. 절대위치 정확도는 Sketch map상의 IP형태와 실험차량의 IP형태간 절대위치를 검토하여 산출하였다. 그리고 상대위치 정확도는 우선 공통 장치들을 Device에 관한 계층으로 구분하고, 각 계층별 정확도를 비교하였다. 즉, 상위 계층은 Device별로, 하위 계층은 각 피험자가 작성한 Sketch map상의 장치들 중, 각 Device내의 장치들로 구성된 계층도를 작성한 뒤, AHP(Analytic Hierarchy Process)분석과 동일한 프로세스로 각 장치 쌍들의 상대위치를 비교하였다. 본 연구에서 작성된 계층도의 예는 그림 2.5.5와 같다.

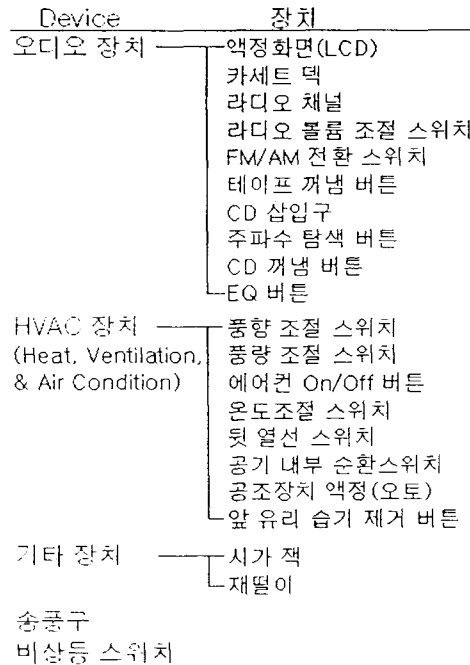


그림 2.5.5 계층도의 예

상대위치의 정확도 점수는 각 Device별 장치 쌍들의 쌍대 비교(상, 하, 좌, 우)를 한 후, 피험자별 쌍의 합계 대비 정확도 비율을 계산하였다. 그리고 여기에 Device별 상대위치(상, 하) 정확도 비율을 가중치 요인으로 곱하여 피험자별 상대위치 정확도 데이터를 계산하였다. 양자 중 0값이 발생하는 경우를 방지하기 위해 정확도 비율과 가중치에 모두 각각 0.1을 가산해주었으며, 계산된 최대치가 1이 되도록 하기 위해 상수항을 곱해주었다. 또한 공통 장치들의 개수에 따른 정확도 데이터의 편중을 방지하기 위해 실험 차량별 전체 공통 장치 개수를 기준으로 한 평할 지수를 곱해주었다.

본 연구에서 제안하고 사용한 상대위치 정확도 점수를 계산하는 식은 식 (1)과 같다.

$$CS = \left\{ \left(\frac{\sum I_{iC}}{P_{iC}} + 0.1 \right) \cdot w_i \right\} \cdot \alpha \cdot \frac{N_{iC}}{N} \quad (1)$$

where

CS : 정확도 점수

i : i 번째 피험자

w_i : i 번째 피험자의 가중치 계수

$$w_i = \frac{\sum I_{iD}}{P_{iD}} + 0.1$$

$\sum I_{iC}$: i 번째 피험자의 장치 쌍에 대한 상대위치 정확도 Index(0 or 1) 합

$\sum I_{iD}$: i 번째 피험자의 Device 쌍에 대한 상대위치 정확도 Index(0 or 1) 합

P_{iC} : i 번째 피험자의 전체 장치 쌍 개수

P_{iD} : i 번째 피험자의 전체 Device 쌍 개수

N_{iC} : i 번째 피험자의 공통 장치 개수

N : 실험 차량별 전체 공통 장치 개수

α : 상수항 (1/1.21)

이와 같은 방법으로 계산된 두 실험 차량에 대한 절대위치 및 상대위치 정확도 점수는 표 2.5.2와 같다.

표 2.5.2 절대위치 및 상대위치 정확도 점수

피험자	B 실험 차량		H 실험 차량	
	절대	상대	절대	상대
1	0.1	0.143	0.3	0.226
2	0.5	0.092	0.867	0.400
3	0	0.018	0.182	0.014
4	0.588	0.305	0.667	0.397
5	0.7	0.169	0.5	0.153
6	0	0.004	0.2	0.047
7	0.313	0.350	0.5	0.403
8	0.286	0.235	0.563	0.358
9	0.417	0.160	0.769	0.303

다음으로 두 실험 차량 간 절대위치 및 상대위치 정확도 점수들에 차이가 있는지를 검증하기 위해 T-test를 수행하였다. 분석 결과는 표 2.5.3에서 보는바와 같이 유의수준 0.05에서 절대 및 상대 위치 모두에 대해 유의한 차이를 보이며, B실험 차량 보다 H실험 차량에 대한 절대 및 상대위치 정확도 점수가 높게 산출되어 있는 것을 볼 수 있다. 즉, 피험자들의 인지지도 형상이 B실험 차량보다 H실험 차량에 더 유사하다는 것을 알 수 있다.

표 2.5.3 위치 분석에 대한 T-test 결과

		평균	분산	관측수	t 통계량	P(T<=t)	t기각치
절대위치	H차량	0.505	0.059	9	3.235	0.006	1.860
	B차량	0.323	0.064	9			
상대위치	H차량	0.256	0.024	9	2.837	0.011	1.860
	B차량	0.164	0.014	9			

($\alpha=0.05$, 단측 검정)

(다) 정신적 작업부하 점수 계산

다음으로 RNASA-TLX를 사용한 정신적 작업부하 점수를 계산하였다. 정신적 작업 부하는 실험 계획 및 방법에서 언급한 바와 마찬가지로 B실험 차량으로 20km구간 주행

후 측정하고, 24시간 이상 경과한 후에 H실험 차량으로 20km구간 주행 후 다시 측정하였다. 주행 중에는 피험자의 이차과제 수행을 유도하기 위해 Verbal protocol을 사용하여 자극 제시에 대한 반응 과제를 수행하도록 실험을 진행하였다. 정신적 작업부하 측정 데이터는 9명 피험자 모두에 대하여 일관성 있는 것으로 계산되었으므로 모든 피험자들의 데이터를 분석에 사용하였다. 각 피험자들의 척도별 정신적 작업부하와 Mean WWL(Mean Weighted Workload) 점수는 그림 2.5.6, 그림 2.5.7과 같다. 그리고 Mean WWL 점수의 실험 차량 간 비교는 그림 2.5.8과 같다.

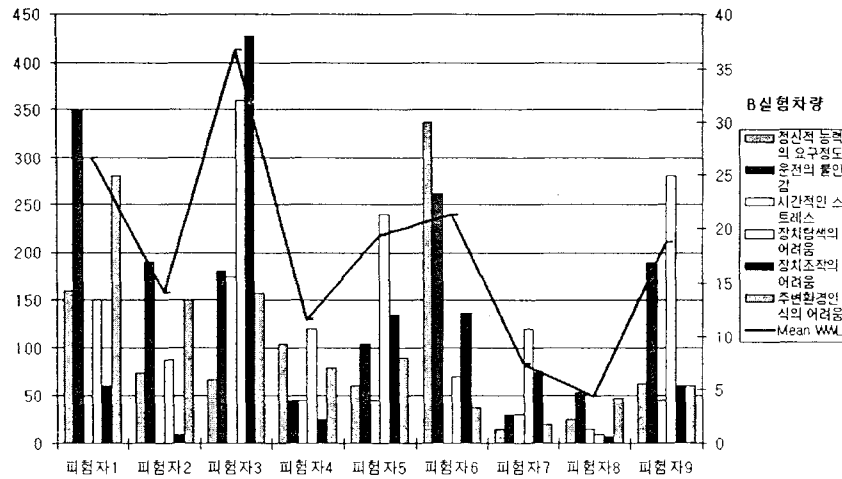


그림 2.5.6 B실험 차량에 대한 정신적 작업부하

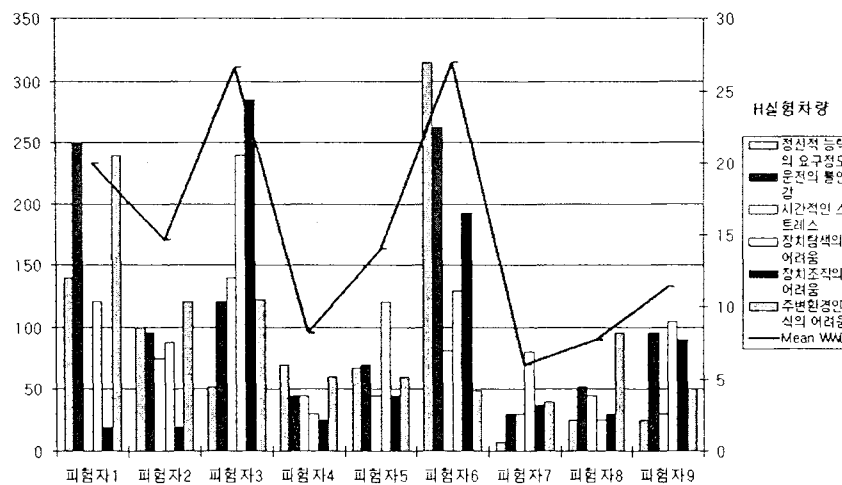


그림 2.5.7 H실험 차량에 대한 정신적 작업부하

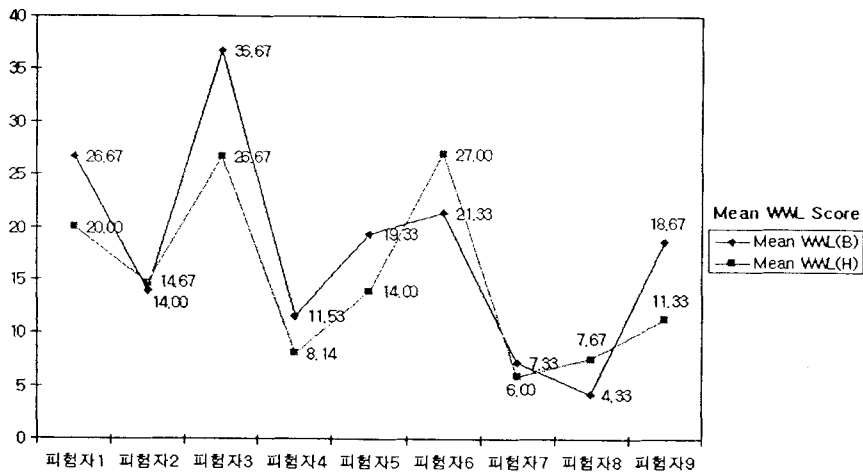


그림 2.5.8 Mean WWL 점수의 차량 간 비교

다음으로 실험 차량에 따른 정신적 작업부하의 정도가 차이가 있는지를 검토하기 위해 6개의 척도와 Mean WWL에 대하여 각각 T-test를 사용하여 분석해 보았다. 분석은 B실험 차량에 대한 정신적 작업부하가 H차량보다 높은지를 검증하기 위해 유의수준 0.1에서 단측 검정을 하였다. 분석 결과는 표2.5.4와 같다. 표2.5.4에서 보는바와 같이 피험자들은 B차량에 대하여 H차량보다 더 높은 정신적 작업부하를 받는 것으로 분석되었다. 이를 각 척도별로 살펴보면, 정신적 능력의 요구정도, 운전의 불안

표 2.5.4 정신적 작업부하에 대한 T-test 결과

척도	실험 차량	평균	분산	관측수	t 통계량	P(T<=t)	t기각치
1.정신적 능력의 요구정도	B	100.833	9695.313	9	1.730	0.061	1.397
	H	89.167	8848.438	9			
2.운전의 불안감	B	156.111	11672.05	9	2.834	0.011	1.397
	H	113.333	7354.688	9			
3.시간적인 스트레스	B	50.556	2477.778	9	-0.554	0.297	1.397
	H	54.583	1610.938	9			
4.장치탐색의 어려움	B	159.722	12494.44	9	2.196	0.030	1.397
	H	104.167	4031.25	9			
5.장치조작의 어려움	B	104.167	16979.69	9	1.017	0.169	1.397
	H	82.778	8808.507	9			
6.주변 환경 인식의 어려움	B	102.5	6664.063	9	0.966	0.181	1.397
	H	92.917	4000.781	9			
Mean WWL	B	17.762	99.357	9	1.559	0.079	1.397
	H	15.052	62.693	9			

($\alpha=0.1$, 단측 검정)

감, 장치 탐색의 어려움의 세 가지 척도에 대하여 B차량에서 더 큰 정신적 작업부하를 받는 것으로 나타났으며, 시간적 스트레스, 장치 조작의 어려움, 주변 환경인식의 어려움의 세 가지 척도에 대해서는 정신적 작업부하에 대한 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

(라) 유사도와 정신적 작업부하 간 비교 분석

이와 같은 방법으로 계산된 유사도 점수와 정신적 작업부하 점수를 사용하여, 이 둘 간의 상관관계를 분석해 보았다. 즉, 운전자의 인지 지도 내에 각인되어 있는 IP형태와 운전하는 차량의 IP형태의 유사도에 따라 정신적 작업부하가 어떻게 변화하는지를 분석해 보았다.

우선, 각 실험 차량별로 위치 정확도와 RNASA-TLX척도 점수와의 상관계수를 계산해 보았다. 계산 결과는 표2.5.5에서 보는 바와 같이 두 실험 차량 모두에 대해 위치 정확도와 정신적 작업부하 점수 간에는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 동일한 차량에 대해서도 피험자들의 인지지도내의 IP형태와의 유사성이 높을수록 정신적 작업부하가 낮아지는 양상을 보이고 있는 것이다.

표 2.5.5 위치정확도 점수와 RNASA-TLX 척도 점수들 간의 상관 계수 값

실험차량	위치 비교	RNASA-TLX 척도						Mean WWL
		척도1	척도2	척도3	척도4	척도5	척도6	
B	절대 위치	-0.490	-0.547	-0.311	-0.041	-0.499	-0.240	-0.509
	상대 위치	-0.570	-0.721	-0.513	-0.315	-0.552	-0.350	-0.744
H	절대 위치	-0.476	-0.608	-0.329	-0.628	-0.653	-0.266	-0.718
	상대 위치	-0.522	-0.608	-0.564	-0.832	-0.824	-0.120	-0.888

다음으로는 실험 차량간의 위치 정확도와 RNASA-TLX척도 점수와의 관계를 살펴보았다. 이미 앞의 절에서 정확도 점수와 정신적 작업부하 각각에 대해서는 B실험 차량보다 H실험 차량에 대한 절대 위치 및 상대위치 정확도가 높은 것으로 분석 되었으며 ($\alpha=0.05$, 단측), 또한 H실험 차량보다 B실험 차량에 대한 정신적 작업부하가 높게 측정 된 것으로 분석되었다($\alpha=0.1$, 단측). 즉, 이 두 가지 분석 결과들을 살펴보면, 피험자들의 인지지도 형태와 보다 유사한 H실험 차량에 대하여 피험자들이 느끼는 정신적

작업부하의 수준이 낮아진다는 것을 알 수 있다.

다. 결론

본 연구에서는 운전자들의 IP에 대한 인지지도 형태와 실제 차량의 IP형태와의 유사도에 따라 운전 1차, 2차 직무를 수행함에 있어서의 정신적 작업부하가 어떤 관계를 가지는지에 대해 연구를 수행하였다. 인지지도 추출을 위해 Yu와 Park(1999)의 연구에서 제안된 SMM을 사용하였으며, 정신적 작업부하의 측정을 위해서는 Yu와 Park(1998b)의 RNASA-TLX의 변형 모델을 사용하였다. SMM을 통해 추출된 인지지도형태와 실험 차량의 실제 IP형태와의 유사도를 정량화하기 위해 상대위치 정확도 계산 방법을 제안하였다.

제안된 식(1)을 사용하여 계산된 상대위치 정확도 점수와 피험자의 정신적 작업부하 간 관계를 분석한 결과, 피험자들은 정확도 점수가 높은 실험 차량에 대해 낮은 정신적 작업부하를 느끼는 것으로 나타났으며, 또한 동일한 차량에 대해서도 정확도 점수가 높은 피험자가 낮은 정신적 작업부하를 느끼는 경향이 있는 것으로 나타났다.

즉, Yu와 Park(1998a, 1998b)의 이전 연구에서 가정하였던 인지지도 유사도를 정량화 할 수 있었으며, 또한 이들의 연구 결과와 동일한 결과를 도출할 수 있었다.

따라서 자동차 운전석 설계 시 본 연구에서 제안된 방법 및 결과를 적용한다면 사용자에게 보다 친숙하고 사용자가 최적의 수행도를 도출 할 수 있는 인터페이스를 설계하는데 도움이 될 수 있을 것이라 사료된다. 또한 본 연구 결과를 확장하여 생각한다면, 다른 HMI (Human-Machine Interface) 설계에도 적용 가능할 것으로 여겨진다.

6. 가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 조작 특성에 관한 연구

가. 서론

Human-Machine Interface의 특성차이는 인간의 사고 해석과 행동의 판단을 포함하는 의사결정과정에서 커다란 영향을 미치며, 그 결과 동작시간과 반응 행동에 대하여 각 개인마다 차이를 보이게 된다^[1]. 또한, 운전자들의 개인적 선호도, 습관, 신체적, 물리적 특성, 정신적 특성 등 내적, 외적 특성에 의한 개인적 차이에 의하여, 운전자세나 시트에서의 착석위치는 다양하게 분포되며, 운전의 효율성 및 운전자의 편안함에 서로 다른 영향을 나타내기 때문에 운전자가 제어하는 제어장치들은 각각이 하나의 중요한 인간공학의 연구 대상일 뿐 아니라, 다른 부분들의 상호의존적 연관성을 바탕으로 상호보완적이며 통합적인 시스템 설계가 이루어져야 한다. 그러나, 대부분의 연구들은 컴퓨터 기반 모델을 이용한 운전자세의 정량적인 데이터 분석이 차지하고 있으며, 운전자의 자세에 중요한 영향을 미치는 조작기에 대한 연구는 극히 미미한 실정이다.

이에 본 연구는 운전자 주관적 관점에서의 운전자세 및 제어장치들의 위치특성을 측정하였으며, 제어장치의 감성공학적 평가를 실시하였다. 본 연구를 위하여 실제 차량에 장착된 위치이동 및 각도조절이 가능한 가변형 스티어링휠 (steering wheel) 제시기와 페달(pedal) 제시기를 개발하였으며, 이들을 사용하여 운전자세 및 스티어링휠, 페달에 대한 인간공학적 분석과 감성공학적 분석을 실시하였다.

나. 연구의 배경 및 목적

운전자세에 관한 기존의 연구들은 대부분 운전석 설계를 위한 운전자 신체 특성치의 정량적 측정 및 평가에 초점이 맞추어져 왔다. Weichenrieder와 Haldenwanger(1985)의 연구에서는 운전자세 중 운전자의 관절을 10개의 관절각도로 나누어 자세를 측정하였으며, Niels *et al.*(1985)의 연구에서는 신체각도에 대한 범위에 관하여 제시하였다. 최근 SAE paper (Katja Nagel, 1999)의 연구에서는 피 실험자를 percentile별로 다리길이와 다리관절각도의 높이와 각도를 측정하여 운전자세의 불편도에 대해 제시하였으며, 국내 연구에서도 한국인의 체형에 관련한 승

용차 설계에 관한 연구(기도형, 1997; 박세진, 1997; 박성준, 강동석, 1998)가 있었고, 박성준(1999)의 차량설계를 위한 운전자세 연구의 문제점 및 개선방향에서는 관절간의 상호 연관성으로 인하여 자신이 느끼는 가장 편안한 자세로서 관절별 최적각도를 단순히 조합한 자세와는 차이가 있음에 관하여 연구하였다. 그 밖에도, 3차원 인체 모델링 소프트웨어인 Safetwork를 이용하거나 컴퓨터를 사용한 Ergonomics Human Model을 이용하여 운전석의 위치에 관하여 연구하는 등, 최근 실제 운전자 대신 컴퓨터로 개발된 소프트웨어를 사용하여 컴퓨터 인체모형으로 운전자세를 평가하거나 사용성을 평가하였다.

Casey와 Rogers (1987)의 액셀러레이터와 브레이크 페달의 설계 방향에 관한 연구에서 반응 시간의 시스템적 평가, 행동 예러와 제어 역학, 인체 측정학과 페달의 설계, 근운동 감각 feedback과 제어변조 등에 바탕한 각 제어장치들 간의 연관성을 기준으로 인간공학적 연구를 수행하였다. 또한, Scott (1996)의 연구에서는 자동차 시뮬레이터에서 청, 적의 두 불빛을 보고 페달의 깊이에 따른 반응시간을 운전자의 신장에 따라 분류하여 반응특성을 제시하였으며, Shuichi Takeuchi (2000)의 스티어링휠에 대한 연구에서는 티어링휠 스위치의 작동 특성면에 관한 디자인에 대한 연구 등이 진행되어 왔지만^[1], 스티어링휠, 페달 등 조작기에 관한 사용자 중심의 인간공학적 설계 및 평가에 관한 연구는 그 중요성에 비하여 미미한 실정이다.

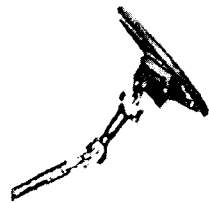
이에 본 연구는 운전자가 선호하는 주관적 운전자세 및 제어장치의 거리 및 각도 등의 특성치에 대한 측정 및 평가를 실시하였으며, 운전자의 관점에서 승용차 제어장치들의 객관적이고 보편적인 특성치에 대한 관계를 규명하였다. 또한, 운전자의 주관적 편안함을 느끼는 자세에서의 신체각도를 측정하여 운전자세의 불편도를 평가하였으며, 페달 위치 및 각도측정을 통하여 운전시 발의 위치에 대한 주관적 선호의 측정 및 스티어링휠의 토크에 대한 감성평가를 실시하였다.

다. 실험장비의 구성

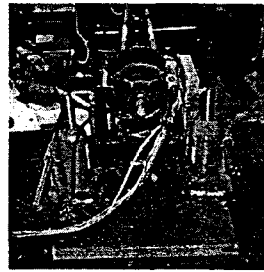
(1) 가변형 스티어링휠 제시기 개발

개발된 스티어링휠 제시기의 설계 변수는 감성 평가에 사용하기 위해 핸들링을 할 때 작동감으로 표현 될 수 있도록 토크(T)와 각도(A_s), 전후(L_s) 및 상하(V_s) 위치

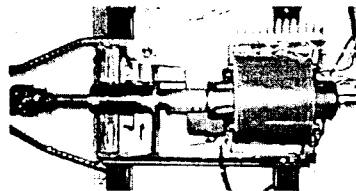
로 선정하였다. 그림 2.6.1은 구현된 가변형 스티어링휠 제시기를 보여주며, 그림 2.6.2는 각 위치별 변수의 정의를, 표 2.6.1은 각 변수의 허용범위를 보여준다. 스티어링휠의 토크는 전자식 디스크 클러치 방식의 모터를 이용하였으며 A/D, D/A 컨버터를 사용하여 컴퓨터 프로그램을 통하여 제어할 수 있도록 설계하였다. 높이 조절은 유압식 잭을 사용하였고, 각도는 기존의 단계별 틸팅(tilting) 방식이 아닌 연속적인 틸팅이 가능하도록 설계되었다.



(a) Height control



(b) Angle control



(c) Torque control by motor

그림 2.6.1 Variable type steering wheel system

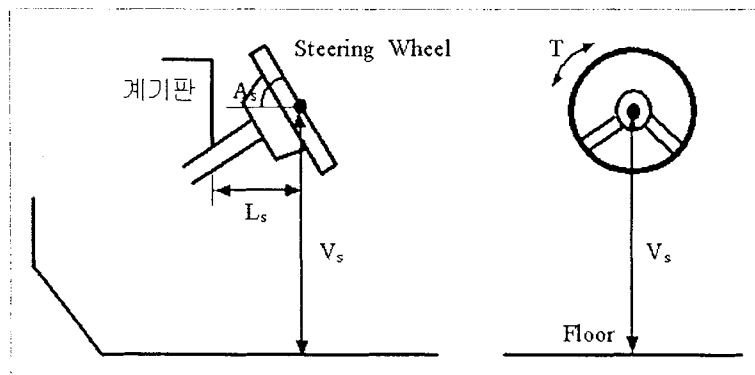


그림 2.6.2 Variables of steering wheel

표 2.6.1 Tolerance of convertible steering
wheel system variables

Variables	Value
A_s	30 ~ 70°
L_s	15 ~ 22 cm
V_s	56 ~ 66 cm
T	1 ~ 10 kgf-m

(2) 가변형 페달 제시기

본 연구에서 개발된 차량 실험 시스템은 현재 증가 추세에 있는 자동변속기 차량을 대상으로 액셀러레이터 페달과 브레이크 페달만을 고려하였다. 페달의 설계 변수는 페달의 각도(A_a, A_b), 전후(L_a, L_b) 및 상하(V_a, V_b)·좌우(H_a, H_b) 위치로 선정하였다.

그림 2.6.3은 가변형 페달 시스템의 설계도를 보여주며, 그림 2.6.4는 시스템의 실제 제작된 페달 시스템을 보여준다. 또한, 그림 2.6.5는 변수의 표현 기준을 나타내며, 표 2.6.2는 개발된 제시기에서 변경가능한 있는 변수의 범위를 표시하였다.

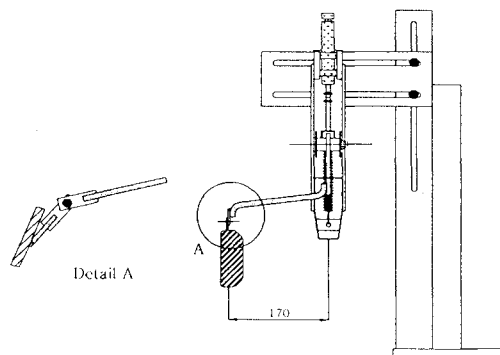
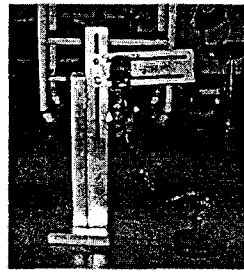


그림 2.6.3 Drawing of accelerator pedal system



(a) Accelerator pedal (b) Brake pedal

그림 2.6.4 Variable type pedal system

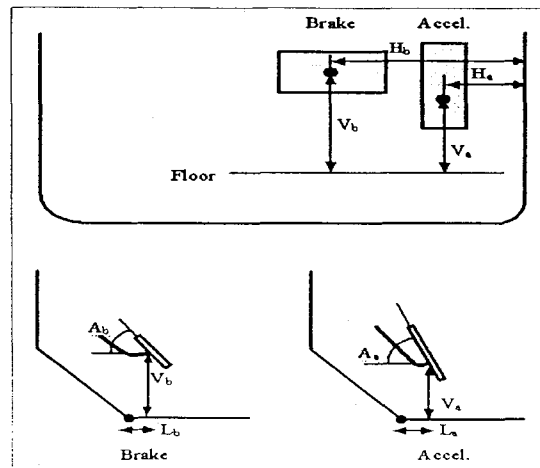


그림 2.6.5 Variables of pedals

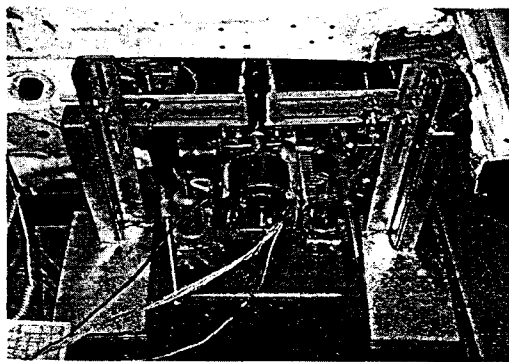
표 2.6.2 Tolerance of convertible pedal system variables

Variables	Accelerator	Brake pedal
H	3 ~ 21.5 cm	17.5 ~ 31.5 cm
V	5 ~ 25 cm	6 ~ 22 cm
L	-6 ~ 9 cm	-5 ~ 10 cm
A	0 ~ 90°	0 ~ 90°

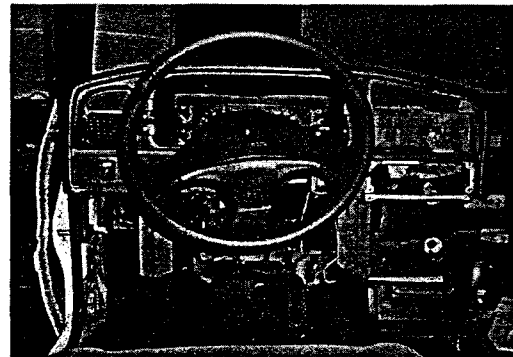
본 시스템에서 페달을 밟을 때 느낄 수 있는 작동감을 표현 할 수 있도록 답력조절은 유압실린더를 이용하여 조절할 수 있게 구성하였으며, 위치나 각도 조절은 볼트 체결 시스템을 이용하여 조정한 후 고정할 수 있도록 하였다.

(3) 가변형 시스템의 설치

실험용 시스템은 cabin으로만 구성된 H사의 중형 승용차를 사용하였으며, dash board가 고정된 상태에서 스티어링휠, 페달(brake, accelerator) 및 시트의 위치와 각도의 변경이 자유롭게 조정 가능하도록 설계·제작되었다. 제작된 가변형 시스템을 실험용 차량에 장착하여 평가 시스템을 구축·사용하였다. 그림 2.6.6은 시스템의 장착모습을 보여준다.



(a) Exterior view



(b) Interior view

그림 2.6.6 Installed variable type system to experimental vehicle

라. 데이터 측정 장비

피실험자의 인체특성 데이터는 Martin식 인체측정기를 사용하여 측정하였으며, 각 관절각도를 측정하기 위하여 3차원 동작 분석기인 Motion Tracking Sensor (Fastrak™)가 사용되었다. Motion Tracking Sensor는 3차원상의 공간 좌표를 Transmission을 중심으로 각 위치의 X, Y, Z 축의 좌표를 얻을 수 있으며, 수집된 데이터를 수학적 계산 과정을 통해 관절 각도를 측정하였다. 그림 2.6.7은 Motion Tracking Sensor를 나타내었고, 그림 2.6.8은 데이터 수집과정을 보여준다.

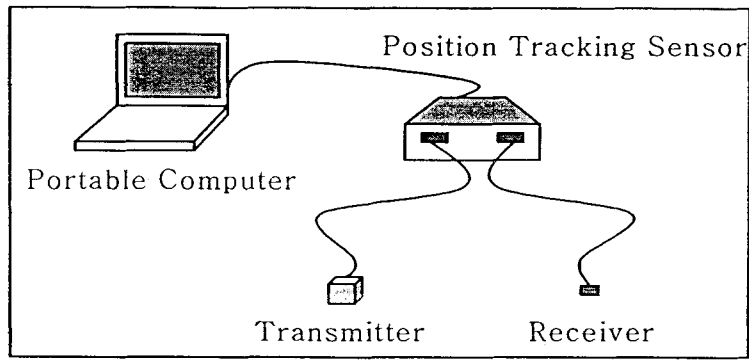


그림 2.6.7 Motion Tracking Sensor

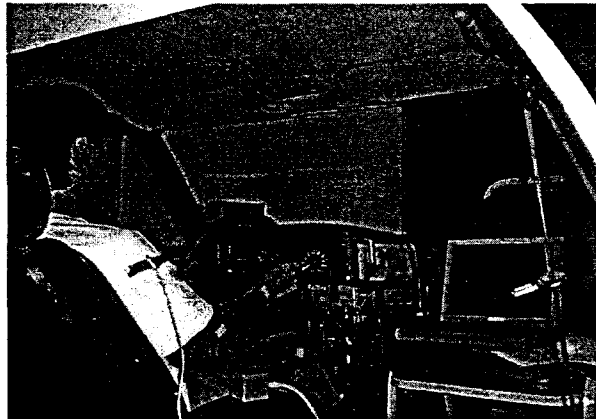


그림 2.6.8 Data acquisition

마. 실험설계

(1) 피실험자

실험에 참여한 피실험자는 남자 대학생 및 대학원생 18명으로서 연령범위는 23세~32세(평균: 27.6세, 표준편차: 1.86세)이다. 평균 운전경력은 3.2년(표준편차: 2.6년)이며, 과거에 다리 관절 및 타 관절을 다치거나 치료를 받은 적이 없었으며, 피실험자 중 6명이 한국남성의 인체치수 데이터의 95 Percentile 이상이었다^[1].

(2) 측정변수 및 실험과정

데이터 획득을 위하여 피실험자가 자유롭게 제시기를 조정한 최대한 편한 자세를 유지한 상태에서의 신체특성치를 측정하였다. Torso angle를 평가하기 위해 Hip angle의 값을 측정하였고, 다리 자세의 편안함을 측정하기 위해 Knee angle을 측정하였으며, 운전시 발의 주관적 선호를 측정하기 위하여 페달의 위치와 각도를 측정하였다. 그리고, 조향장치의 선호 특성치를 평가하기 위하여 핸들링 시의 Torque를 변화시키면서 핸들에 대한 감성을 평가하였다. 신체 각도 및 페달의 정량적 측정은 SAE handbook을 기준으로 측정하였다. 실험 순서는 그림 2.6.9와 같으며, 실험 전 피험자에게 충분히 실험에 관해 인식 및 교육을 시킨 후 실험을 진행하였다.

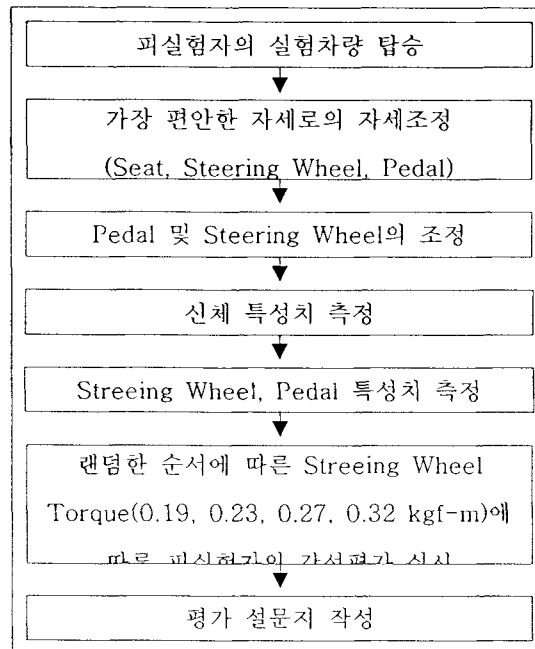


그림 2.6.9 Procedure of experiment

바. 실험결과 및 분석

(1) 운전자 주관적 선호 자세 측정

피실험자가 실험 차량에 탑승한 후 제어장치들을 피실험자에게 맞도록 조절하고, 피실험자가 편안하게 느끼는 상태에서 Shoulder (A), Hip (B), Knee (C), Ankle (D), Pedal (R)의 각도를 측정하였다. 표 2.6.3은 실험차량의 시트 작동 범위를 나

타내었으며, 측정된 신체 관절의 각도는 그림 2.6.10과 같고, 각 각도들의 범위와 평균을 표 2.6.4에 나타내었다. 피험자들 중에서 95 Percentile에 속하며 운전경력이 1년 이상인 6명의 운전자들의 선호 운전자세를 상관분석 하였고, 결과는 표 2.6.5와 같다.

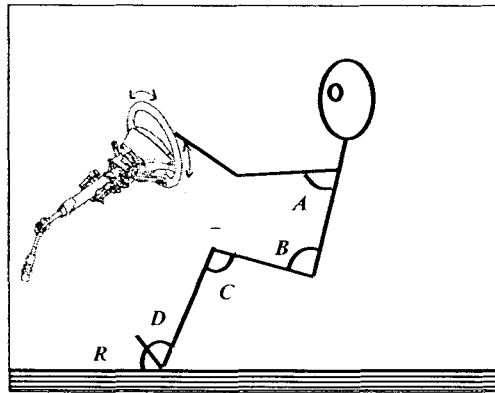


그림 2.6.10. Measured angles

표 2.6.3. Controllable tolerance of seat

시트	전후	높이
범위(cm)	15.5	2

표 2.6.4 Comparison of angel of joint(°)

Angle	SAE 9301130	Result of this study	
		Range	Average
A	0 ~ 50	16.6 ~ 77.4	41.1
B	95 ~ 120	83.1 ~ 107.3	98.5
C	95 ~ 135	106.4 ~ 140	136.8
D	78 ~ 105	77 ~ 118	98.4
R	40 ~ 70	38 ~ 59	51.8

표 2.6.5 Correlation of driving posture

Angle	A	B	C	D
A	1			
B	0.894	1		
C	-0.655	-0.479	1	
D	0.235	0.332	-0.495	1

표 2.6.5에서 운전자의 몸이 스티어링휠에서 멀어질수록 Shoulder angle(A)이 커지므로 Hip angle(B)이 커지는 것을 알 수 있으며, Knee angle이 상대적으로 줄어드는 것을 알 수 있다. Ankle angle은 다른 신체 각도에 영향이 없는 것을 알 수 있다.

Steering Wheel Dimension과 운전자 선호자세 관계를 알아보기 위해 각 관절의 각도와 Steering Wheel의 거리, 차바닥에서의 높이, 각도를 측정하였다. 두 종류의 변수집합간에 종속변수들이 상관관계가 타당성을 보이므로 정준상관분석(Canonical Correlation Analysis)을 통한 운전자의 주관적 최적 상태에서 관계를 규명하였다. 정준상관분석은 회귀분석과 상관관계분석의 확장된 개념으로, 독립변수 집합 각각의 변수들, 종속변수 집합 각각의 변수들이 서로 상관관계가 있으며, 독립변수들과 종속변수들도 서로 상관관계를 가지고 있을 경우 독립변수의 집합과 독립변수의 집합 사이의 관련성을 조사하고자 할 때 사용되는 분석방법이다. 또한, 정준상관분석은 각각의 변수의 집합의 관계를 선형 결합식으로 표현하며, 이러한 선형 결합식을 바탕으로 변수간의 상관관계를 최대로 하는 정준식을 찾는 분석이다. 본 연구에서 정준분석의 실시를 위하여, 종속변수를 신체각도로 정하고, 독립변수를 스티어링휠의 물리적 특성치로 선정하여 정준분석을 실시하였으며, 유의한 정준계수를 제시한 두번째 정준상관계수를 정리하여 다음과 같은 정준식을 도출하였다.

$$V2 = (0.016 \cdot A) - (0.001 \cdot B) - (0.029 \cdot C) - (0.050 \cdot D) + (0.1199 \cdot R) \dots \text{equation(1)}$$

$$U2 = (0.194 \cdot \text{휠각도}) - (0.136 \cdot \text{휠높이}) - (0.115 \cdot \text{휠거리}) \dots \text{equation(2)}$$

분석의 결과로 운전자의 주관적 자세의 만족도를 결정짓는 가장 중요한 계수로 정준적재량(괄호내의 수치)을 살펴보면, V2에서는 R(0.7460), D(0.6525), A(0.2893), C(-0.3541), B(0.0131)의 순서로 도출되었으며, U2의 경우 스티어링휠의 각도

(0.8457), 거리(0.4220), 높이(-0.265)의 순서로 나타났다. 또한, Redundancy Analysis 결과에 의하여, 설명변수에 대한 R^2 는 0.6650으로 위의 정준식은 비교적 높은 설명력을 가지고 있다고 할 수 있으며, 결론적으로 운전자의 주관적인 운전자 세의 선호도에 영향을 미치는 주요한 요소로는 발목과 페달각도이며, 스티어링휠 특성치의 경우에는 스티어링휠의 각도가 가장 유의한 영향을 미치는 요소로 판명되었다.

(2) Steering Wheel Torque 변화에 따른 운전자 감성의 평가

차량관련 잡지와 기존 연구 등을 바탕으로 수집된 100여 개의 감성형용사를 대상으로 설문을 통하여 선정된 스티어링휠의 조작과 관련이 깊은 최종 19개의 형용사(부드럽다, 고급스럽다, 경쾌하다, 균형적이다, 안정적이다, 완전하다, 정교하다, 기능적이다, 묵직하다, 자연스럽다, 만족스럽다, 시원스럽다, 스포티하다, 명확하다, 실용적이다, 역동적이다, 여유롭다, 편안하다)를 추출하였다. 선정된 감성형용사를 대상으로 다시 스티어링휠의 가장 중요한 감성요소 중 하나인 ‘운전감’에 관한 대응일치분석 (Correspondence Analysis)을 실시하여 연관성이 높은 형용사로서 시원스럽다(12.1443), 편안하다(11.2520), 균형적이다(8.0058), 명확하다(6.3480), 스포티하다(4.8721), 안정적이다(4.7459), 고급스럽다(4.3571), 완전하다(4.2851)를 추출하였다(괄호 안의 수치는 각 형용사의 기여도를 나타냄, 기여도 = $(\text{관찰값} - \text{기대값})^2 / \text{기대값}$).

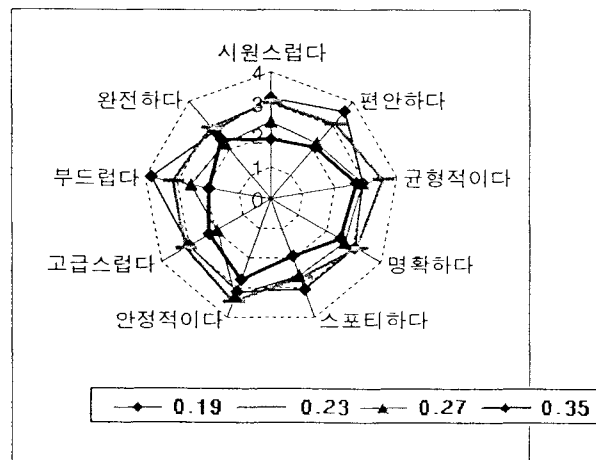


그림 2.6.11. SD evaluating result

이에 개발된 스티어링휠 제시기를 이용하여 스티어링휠의 torque에 대한 감성평가를 위하여 파일럿 테스트를 거쳐 선정된 4종류의 torque (0.19, 0.23, 0.27, 0.32 kgf-m)를 랜덤한 순서로 변화시켜 운전자가 느끼는 감성을 ‘운동감’ 관련 형용사를 대상으로 SD 분석을 시행하였다. 그림 2.6.11은 SD 분석(Semantic Differential method) 결과를 나타낸다. Fig. 11에서 0.23 torque 상황에서의 운전자의 감성이 ‘균형적이다’, ‘고급스럽다’, ‘안정적이다’, ‘완전하다’의 형용사에 대하여 높은 감성 만족도를 획득하였으며, 0.19 torque의 경우 ‘시원하다’, ‘편안하다’, ‘스포티하다’, ‘부드럽다’의 형용사가 0.23 torque보다 높은 감성 만족도를 획득하였다. 그러나, 실제적으로 0.19 torque의 경우 일반적인 차량의 torque보다 낮은 상태이지만, 운전자에게 유연한 스티어링휠의 조작을 제공하는 상태이다. 추후 보다 세부적인 torque의 분류를 통한 감성적인 평가가 요구된다. equation(3)은 피실험자와 스티어링휠의 torque에 대한 ‘운동감’의 만족도를 나타내는 회귀식으로 0.88의 R² 값을 보여준다.

$$\text{만족도} = 4.37 - (0.0417 \times \text{torque}) \dots\dots\dots \text{equation(3)}$$

표 2.4.6 Controllable tolerance of pedal

Pedal	Accelerator	Brake
Width (cm)	4.6	11.15
Length (cm)	15.2	6.15

표 2.4.7 Pedal measurement

Pedal	Accelerator	Brake
Range(°)	38 ~ 59	33 ~ 53
Average(°)	51.83	46.17

(3) 운전자에 따른 페달의 주관적 선호 위치와 각도 평가

가변형 페달 제시기를 통해 피실험자들이 편안한 운전자세를 취한 후 선호하는 페달의 위치와 각도를 측정하였다. Table 6은 실험차량의 페달 넓이와 길이를 나타내

었다. 측정 방법은 SAE handbook을 따랐으며, 측정된 페달의 범위 및 각도는 Table 7에 나타내었다.

액셀러레이터 페달의 경우 실차량의 대부분은 페달의 각도가 15. 정도 유격이 있다. 본 연구에서 제안한 각도는 피실험자가 힘을 주지 않고 액셀러레이터 페달에 발을 올렸을 때 피실험자가 편안하다고 느껴질 때의 각도를 측정하였으며 페달의 각도는 키 또는 발사이즈에 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다($R^2 = -0.2$).

사. 결 론

본 연구에서는 실제 차량을 기반으로 구축한 가변적으로 움직일 수 있는 스티어링 휠 제시기와 페달제시기를 사용하여 정량적인 운전자세와 선호 페달 위치, 각도 등을 측정하였고, 정성적인 torque 변화에 따른 핸들링 시의 운전자 주관적인 힘을 알아보았으며, 핸들에 대한 감성을 평가하였다. 본 연구의 경우 정적인 상태에서의 운전자의 주관적 선호자세 및 스티어링휠 특성치를 대상으로 연구를 진행하였다. 그러나, 실제적으로 운전자의 운전자세는 동적인 주행 상태에서의 평가가 보다 정확한 데이터의 획득을 가능할 것이다. 운전자세의 경우 피실험자 수가 적은 점은 있으나 데이터 분석의 결과 본 연구의 운전각도가 외국 연구¹⁾와 큰 차이점을 발견할 수 없었다. 핸들링 시의 torque 변화에 따른 감성 형용사의 평가는 구체적인 작업을 부과할 수 있는 운전환경 제시와 운전자의 객관적 수행도 평가가 불가능하였지만, 스티어링휠의 감성 및 작동감을 평가했다는 것에 연구의 의의가 있다. 추후 보다 많은 피실험자와 다양한 분류의 피실험자로 세분화 된 torque 변화를 통한 감성의 평가 및 실제환경에서의 운전자세의 평가가 필요할 것이다.

효과적으로 시스템을 제어하기 위해서는 인간공학적으로 디자인된 제어장치를 바탕으로 운전자의 주관적인 감성을 고려한 제어장치들로 시스템을 컨트롤한다면 운전자들이 빠른 주변 환경의 변화에 따른 선택적 인식에 신속히 대처하기 쉬울 것이며, 향상된 Human-Machine Interface로 기존의 객관적 연구와 함께 중요한 연구대상이 될 것이다.

7. 차량 페달의 작동감 측정

가. 연구개발 목표

자동차 실내 조작장치 중 가속 페달(Accelerator), 브레이크 페달, 클러치 페달에 대한 감성을 정의하고 분류하며 이를 측정한다. 페달에 대한 감성은 페달을 밟을 때 사람이 발로 느끼는 작동감으로 표현할 수 있다. 액셀레이터를 밟음으로써 자동차의 엔진에 보다 많은 공기와 연료가 분사, 연소되어 엔진의 회전수가 증가한다. 이에 따라 운전자는 기어를 변속하게 되고 이 때 바퀴 및 엔진에 기어비가 변함에 따라 걸리는 부하가 변화한다. 따라서 액셀레이터를 밟는 감성이 변화한다. 그리고 브레이크를 밟을 때에는 엔진의 회전수와 주행속도, 주행 노면 상태 등에 따라 뻑뻑한 정도가 변화한다. 바퀴와 노면의 마찰력과 바퀴에 걸리는 엔진의 회전력에 따라서 브레이크의 감속력이 변화하기 때문이다.

운전시 사람이 더 편안하게 느끼는 페달의 작동감을 구현하기 위해 다양한 운전조건 하에서의 감성 측정 실험을 통해 감성을 측정하고 분류하는 것은 인간 친화적인 자동차 설계에 큰 도움을 준다.

평가의 착안점은 다음과 같다.

- (1) 페달 조작에 대한 감성 측정 여부
- (2) 페달 조작에 따른 차량 운전상태 Database
- (3) 감성을 제시하기 위한 모델링

나. 연구범위 및 연구수행 방법

(1) 연구 범위

먼저 현재 시판되는 차량에 대한 페달의 감성을 측정하였고 차량의 운전상태와 페달의 작동감이 밀접한 관계가 있기 때문에 페달의 작동에 따른 차량 운전상태 또한 측정하였다.

(2) 연구수행 방법

페달에 대한 작동감은 페달을 발로 밟는 압력으로 표현할 수 있다. 로드셀 타입의 답력계를 실제 차량의 각 페달에 부착한 후 시험자가 평시 운전상태와 같은 조건으로 페달을 작동하고 그 때의 힘을 데이터 획득장치를 이용하여 측정하였다. 실험 차량은 새시 다이노미터(Chassis Dynamometer) 장치 위에 셋팅(Setting)하였고 차량의 속도는 새시 다이노미터 프로그램을 이용하여 측정하였다. 두 신호를 이용하여 페달의 작동압력에 대한 차량의 운전상태를 측정하였다.

페달 제시기는 기본적으로 강성과 감쇠를 이용하여 모델링 할 수 있다. 페달 제시기 제작을 위한 데이터 획득을 얻기 위하여 차량 정지 상태에서 페달의 변위에 따른 힘을 측정하여 페달 제시기의 강성을 측정하였다.

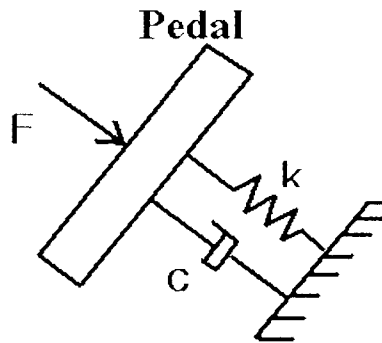


그림 2.7.1 페달의 기본 모델

다. 연구수행 내용 및 결과

(1) 실험 차량 및 장치

실험 차량은 대우자동차의 중형차인 레간자를 이용하였으며 수동변속기를 가진 차량이다. 차량속도 측정은 새시 다이노미터 프로그램으로부터 측정하였고, 페달의 작동감은 로드셀을 이용한 답력계를 이용하였다. 답력계로부터의 데이터는 아날 로드/디지털 변환보드를 이용하여 퍼스널 컴퓨터에서 획득하였다. 실험도로조건은 아

스팔트 평탄면을 기준으로 하였고 공기저항 계수는 0.100, 구배저항계수는 0.013으로 하였다. 실험장치의 개념도는 그림 2.7.2와 같고 실제 실험장면은 사진 1, 2, 3과 같다.

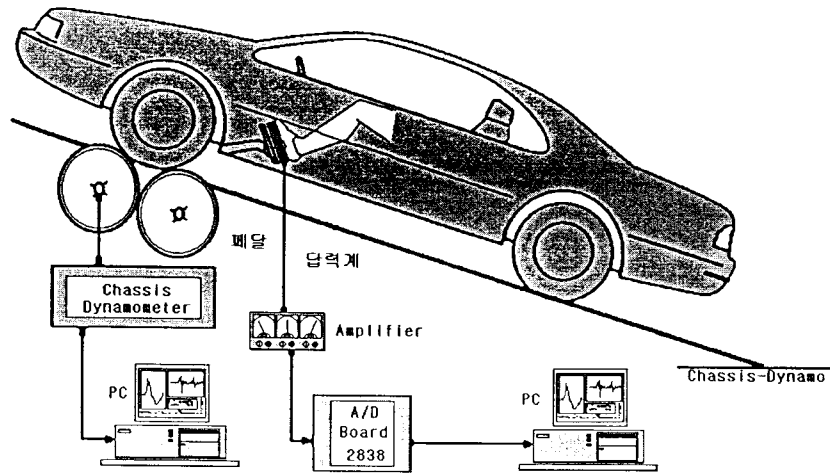


그림 2.7.2 실험장치 개념도

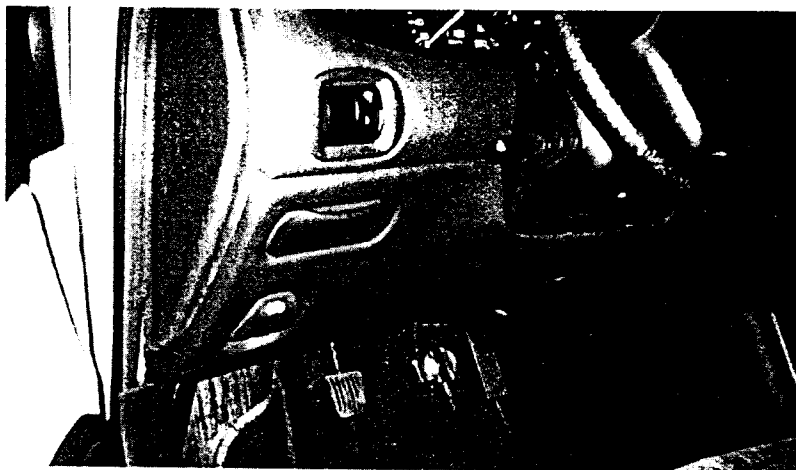


사진 1. 압력계 부착 모습

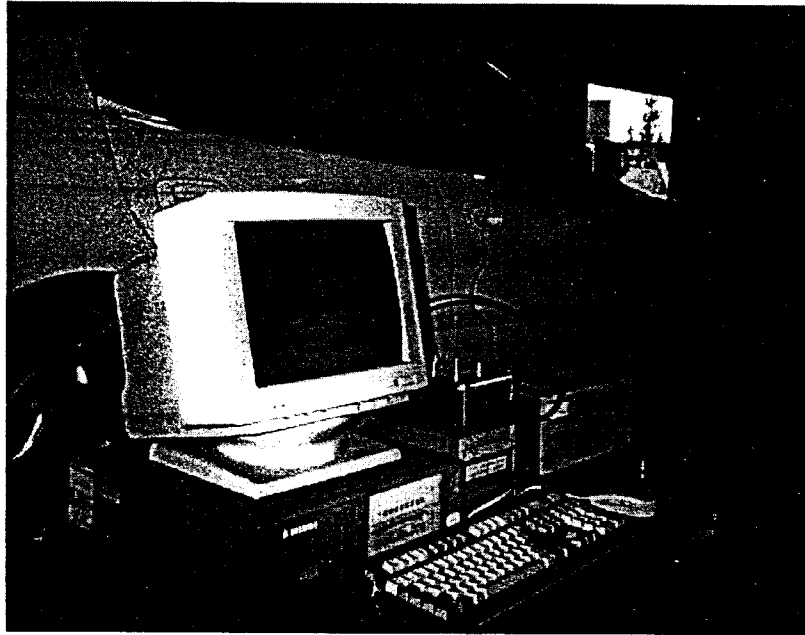


사진 2. 답력계 신호 획득 장치



사진 3. 새시 다이내모미터 프로그램

(2) 실험 조건

실험은 다음과 같은 3가지 경우에 대해 수행하였다.

(가) 정지상태에서 페달의 작동감 측정 실험

(나) 0 ~ 120Km/h까지 가속하면서 액셀레이터 페달의 작동감에 따른 차량 가속 상태 측정 (2,500rpm에서 변속, 정상 운전상태)

(다) 120Km/h에서 기어 중립상태로 브레이크 작동. 브레이크 페달 작동감과 차량 감속상태 측정 (정상운전상태)

(3) 실험 결과

(가) 페달의 작동감 측정

현재 차량은 브레이크 페달이 액셀레이터보다 더 뻑뻑하고, 변위와 작동감은 선형적인 관계로 나타났다. 이러한 작동감은 운전자의 감성공학적인 측면에 중점을 두지 않은 것이므로 추후 가변형 페달 제시기를 이용한 감성측정 평가를 통해 최적의 페달을 설계하도록 해야 할 것이다.

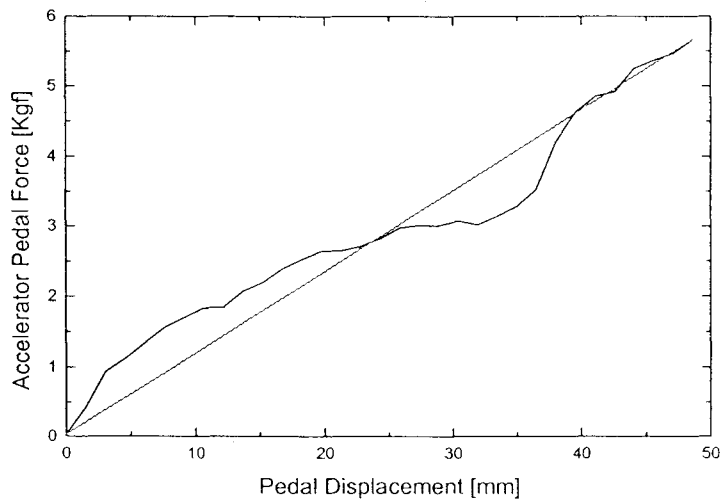


그림 2.7.3 액셀레이터 작동감 (K=117Kgf/m)

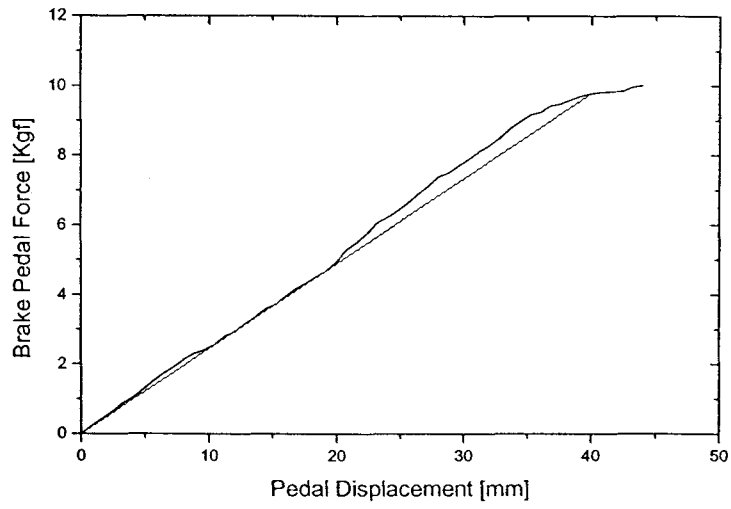
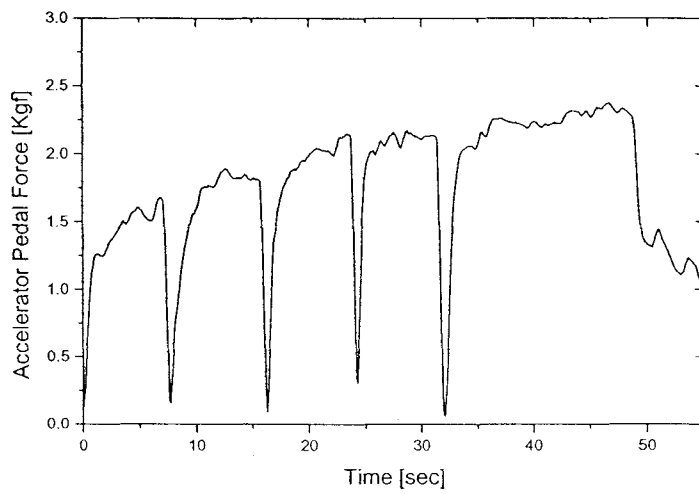
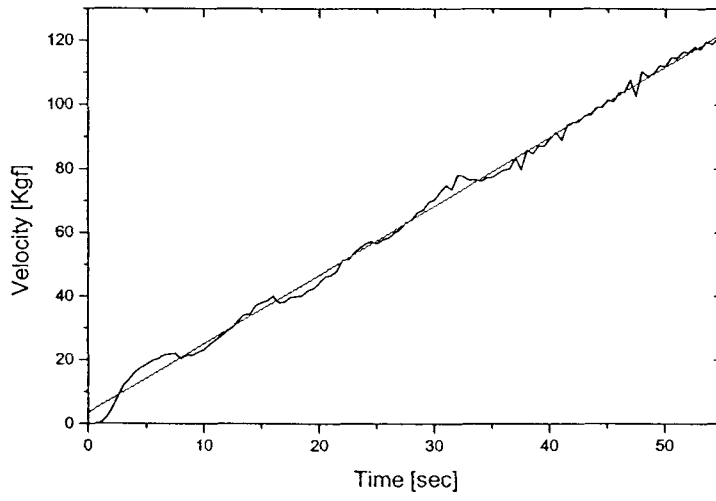


그림 2.7.4 브레이크 페달 작동감 ($K=245\text{Kgf/m}$)

(나) 액셀레이터 작동감과 차량 가속상태 측정



(a) 액셀레이터 작동감

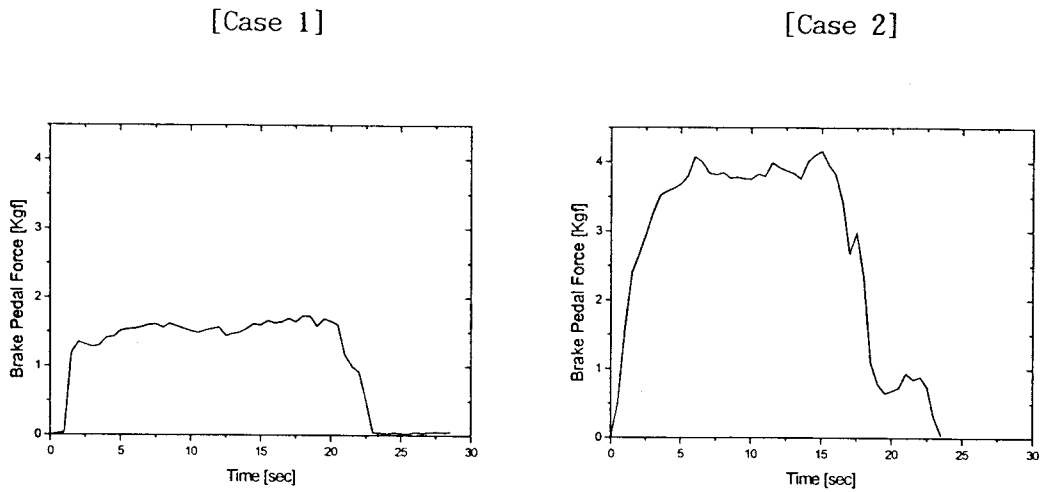


(b) 차량 가속상태

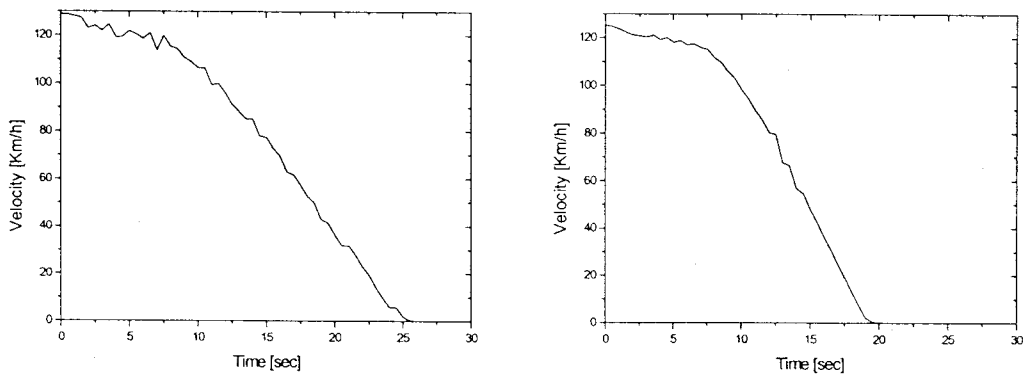
그림 2.7.5 가속 실험

정상 운전상태에서 차량의 가속도는 평균 0.61g(g: 중력가속도)이다

(다) 브레이크 페달 작동감과 차량 감속상태 측정



(a) 브레이크 페달 작동감



(b) 차량 감속상태

그림 2.7.6 감속 실험

브레이크 페달의 작동감이 약 1.6Kgf일 때 평균감속도는 1.30g이며, 3.7Kgf일 때의 평균감속도는 1.55g로 나타났다.

8. 자동변속기의 변속감 표시기 개발

가. 서론

(1) 연구의 배경

최근 수동변속기의 잦은 레버조작등 불편함을 벗어나 편리함을 추구하고자 자동변속기 장착이 필수화되고 있다. 이러한 자동변속기의 보급확대에 따라 변속과 관련된 승차감 등 요구성능이 증대하고 있으며 자동변속기의 변속충격에 의한 불쾌감 증대 및 승차감 저하가 완성차 업체에서도 소비자의 불만을 사고 있는 실정이다. 다음과 같은 변속충격으로 소비자들의 불만이 발생하는 사례가 종종 나타나고 있다.

“현재 8천킬로가량 주행했구요....오토의 변속충격때문에 속이 많이 상한 상태입니다.

1단에서 2단으로 넘어가는 순간요, 시속 20킬로되기 바로전쯤에 충격이 옵니다. 약간 차가 움찔하는 느낌이 들다가 툭 튀어나가는 느낌인데요, RPM의 변화도 변속 순간 급상승했다가 떨어지네요..(2->3, 3->4 때 보다 무척 많아요..) 정체되는 도로에서 서행중 악셀을 살짝 밟았다가 놓으면 차가 울컥하고요..“(D 자동차 R차량 운전자)

이와 같이 자동변속기가 장착된 차량을 운전하는 운전자는 변속에 별다른 지식이나 조작없이도 차량을 편하게 운전할 수 있다는 장점이 있으나 운전자가 변속시점을 예측하지 못한다는 점 때문에 변속충격이 발생할 경우 불쾌감을 느끼게 된다.

수동변속기의 경우 스스로 운전하면서 변속시점에 변속하기 때문에 충격이 발생하더라도 운전자는 그러한 충격에 관대한 편이지만 자동변속기의 경우 예측하지 못하는 상황에서 변속이 발생한다. 따라서 비록 작은 충격이라도 운전자가 미처 모르는 상태에서 느끼게 되므로 상대적으로 크게 받아들이는 경향이 있으므로 자동변속기와 관련된 고객불만의 주요요인이 되고 있다. 변속기 개발시 항상 염두에 두고 있는 것이 바로 이러한 변속충격을 최소화하는 방향으로 목표를 두고 있는 추세이다.

각 자동차회사에서는 따로 변속감(Shifting Quality)팀을 두고 개발에 임할 정도로 중요성을 부여하고 있다.

자동변속기의 변속충격을 최소화하기 위해서는 모든 변속조작시 발생하는 충격의 양을 정량화하여 관리할 필요성이 있으며 또한 이것을 변속감 즉 주관적 판단량과 연관시켜 정량화하여야 한다.

승차감의 측면에서도 가속도는 관련이 있다. 달리보면 인간이 느낄수 있는 수준이상의 가속도에 노출되면 편안함을 잃어 버린다고 할 수 있다. 특히 차량에 탑승하였을 경우 가속도에 대한 편안함의 손실정도를 변속감이라고 할 수 있을 것이다. 이러한 것은 주관적으로 불쾌함을 나타낸 것이나 변속감은 편안함의 손실정도를 수치적으로 정량화 한 값이라고 할 수 있다.

그동안의 연구를 살펴보면 충격량의 정량화를 위하여 General Motors의 Robert Anderson등이 가속도 미분치의 파형해석을 통한 충격량 분석방법을 발표한 바 있고 그 뒤를 이어 Leo Schwab는 Neural Network를 이용한 일종의 다변량 해석 방식을 도입하여 변속성능을 객관적으로 평가한 적이 있다.

나. 본론

(1) 변속충격

차량의 변속시 발생하는 변속 충격은 변속과정에서 일어나는 것으로 세부적으로 살펴보면 변속과정에서 속도차이로 일어난다. 일반적으로 자동변속기에 사용되는 습식다판클러치는 적은 체적에 비해 동력전달용량이 매우 크며 접촉면의 개수를 조정하여 용량을 조정하기 용이한 이점을 지니고 있다. 또한 회전부분에서도 사용시 원주방향의 편심력이 없어 정회전 또는 역회전시에 동일한 성능을 지니고 있으며, 변속시 밴드브레이크에 비해 변속충격을 완화할 수 있는 특성을 지니고 있다. 변속시 클러치는 마찰에 의해 변속과도토키를 흡수하다. 변속시간이 길면 순간흡수에너지가 작고, 변속시간이 짧으면 순간흡수에너지가 커져 변속의 질뿐만 아니라 구동축에 작용하는 과도토키도 나빠지게 된다. 클러치에 있어 순간흡수에너지는 클러치 내구도에 영향을 미치며, 변속감에도 상당한 관계를 갖게된다. 이와 같이 변속이라는 것은 현재까지의 기술수준상 엔진과 변속기에 있어서 반드시 나타나는 현

상이므로 이를 어떻게 각종 설계요소 및 제한요소에 맞추어 구현하느냐가 현재의 과제인 것이다. 그동안 최적변속시점이라든가, 변속알고리즘설계에서 고려하지 않은 것이 변속감이라고 할 수 있다. 최종단계에서만 이를 고려한 사례가 보여졌다. 변속감에 의한 변속시점조정은 최종 튜닝작업이라고 할 수 있다.

또한 향후 자동변속기 개발방향이 변속충격의 최소화에 목표를 두고 있으므로 그동안 감각에만 의존해온 변속감을 정량화하는 하는 것이 필요한 것이 현 실정이다. 따라서 본 연구를 통하여 변속충격을 정량화할 수 있는 객관적인 기준을 설정하여 차량의 품질관리, 개발업무에 활용가능할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

(2) 주파수의 영향

변속충격에 관한 인체공학적 연구결과를 보면 다음과 같다. 승객의 몸은 보통 시트에 밀착되어 있고 목과 머리부분이 헤드레스트에 대해 약간의 유격을 갖고 있기 때문에 몸의 균형감각을 유지해주는 내이(內耳)가 상하부분이나 횡방향 진동보다 차량의 이동방향 즉, 전후방향의 진동을 보다 쉽게 느끼는 것으로 알려져 있다. 특히 인간이 불쾌하게 느끼는 속도변화의 주파수 성분은 약 5-7Hz의 대역으로 이 영역보다 높거나 낮은 주파수를 갖는 진동성분에 대해서는 크게 느끼지 못한다는 특징이 있다.

(3) 가속도의 영향

가속도의 경우도 여러 가지 특징을 갖게된다. 가속도는 속도의 시간변화율로 정의되는 벡터량으로 시간에 대한 속도의 1차도함수, 변위의 2차도함수 이다. 가속도는 통상 중력가속도에 비교되며 g 로 표시된다.

물체를 가속시키는 데 요구되는 힘은 질량과 가속도의 곱이므로 물체의 무게 W 를 g 로 나누어 표시한다, 인간요소(Human factor)의 고찰에 있어서 중요한 것은 가속도에 대한 인체의 반응이 신체 및 그 구성요소의 관성의 결과로서 체내에서 발생하는 반력에 의해 결정되는 것이다. 이러한 반력은 크기는 같지만 방향은 서로 반대인 것이다. 예를 들어 25g의 가속도는 물체무게의 25배에 해당하는 힘을 발휘한다. 즉 무게가 25배 증가되어 반작용을 하게된다. 세부적으로 살펴보면 다음과 같다. 변속

시 발생하는 가속도의 변화는 주로 선형가속도로 볼 수 있다.

이러한 선형가속은 기간 및 생리학적 영향에 따라 3가지 범주로 분류된다.

- (가) 급작(Abrupt) : 2초이하의 가속
- (나) 단기(Brief) : 2-10초 동안의 가속
- (다) 장기(prolonged) : 10초이상 동안의 가속

장기범주내의 가속은 오직 이론적인 관심사이며 단기가속은 자동차 설계자가 약간의 관심을 갖는 분야이다. 일반적으로 외부의 기계적인 스트레스로 인한 가속력의 크기와 가속기간은 역관계에 있으며 기간이 짧을수록 인내수준이 향상되는 것을 표 2.8.1에서 볼 수 있다.

표 2.8.1 자동차에 있어서 선형 가속도

구분	가속상황	가속도	
		크기(g)	간격(sec)
자동차	정상적인 정지	0.25	5-8
	비정상적인 정지	0.45	3-5
	최대 허용	0.7	3
	충돌(인체 생존상태)	20-100	<0.1

급작가속도에 대한 인간의 인내한계를 추측할 때 가속의 초기비율이 중요한 변수이며 이 밖에 신체의지지 및 구속의 정도, 힘의 방향에 대한 신체의 위치, 힘의 크기 등의 변수에 따라 인내한계가 구별된다. 변속이 일어나는 순간은 약 0.5초 이내로 판단되므로 급작가속도에 속한다고 할 수 있다.

(4) 흡수에너지의 영향

진동하에서 인체는 탄성 혹은 비탄성 형태의 반응을 나타내게 된다. 진동에너지가 탄성형의 인체를 원위치로 복귀시킬려는 복원력이 발생하게 된다. 이 과정에서 행

하여진 일과 외력이 균형을 이룬다. 결국 인체의 탄성으로 말미암아 변위에 따른 복원력이 생기게 되고 인체에 전달되어진 에너지가 소멸될 때까지 인체의 진동은 계속되게 된다. 인체에 전달되어지는 에너지의 시간변화율을 흡수에너지(Absorbed Energy)라고 한다. 사실 흡수에너지에 대한 개념은 1963년 미육군에서 차량진동에 대한 인체반응을 예견하기 위한 기초연구를 시작하여 1966년에 정립되었다. 이 개념은 스펙트럼을 알지 않고도 시간영역(time domain)에서 인체의 전달함수를 이용하여 입력만으로도 승차감을 하나의 수치로 정량화할 수 있다는 이점이 있다. 일반적으로 흡수에너지의 단위로는 Watt가 쓰이고 군용기동장비의 승무원의 한계치로는 각방향에서 6-10 Watt로 설정되어 있고 0.5-1.0Watt범위에 있을 경우 매우 안락함을 느끼게 된다.

(5) 변속감의 정의

충격량의 강도를 가속도 성분의 피크 대 피크 양이나 가속도의 시간변화율 등으로 정의한 기존의 연구와는 달리 가속도의 변화량에 대하여 주파수 성분의 기여도를 반영하기 위하여 확률밀도함수로 표현되는 가중치 함수를 도입하여 변속감을 정량화한 것이다.

$$IMP = \Delta a \times w(f)$$

여기서,

Δa 는 가속도의 변화값으로 최고치와 최저치의 차이로 정의된다.

$w(f)$ 는 주파수값을 감마함수로 치환하여 주파수변화에 따른 값을 변속감에 맞추어

적용시킨 값이며 이는 $w(f) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} f^{\alpha-1} e^{-\frac{f}{\beta}}$ 으로 정의된다.

다. 변속감 표시기 개발

(1) 변속감 표시기의 구성

변속감 표시기는 자동차의 변속시 발생하는 가속도를 측정하는 가속도센서와 신호의 처리장치인 Microprocessor와 차량의 변속신호를 처리하는 유닛으로 구성되어 있다. 가속도센서는 반도체센서로 다음의 사양으로 구성되어 있다.

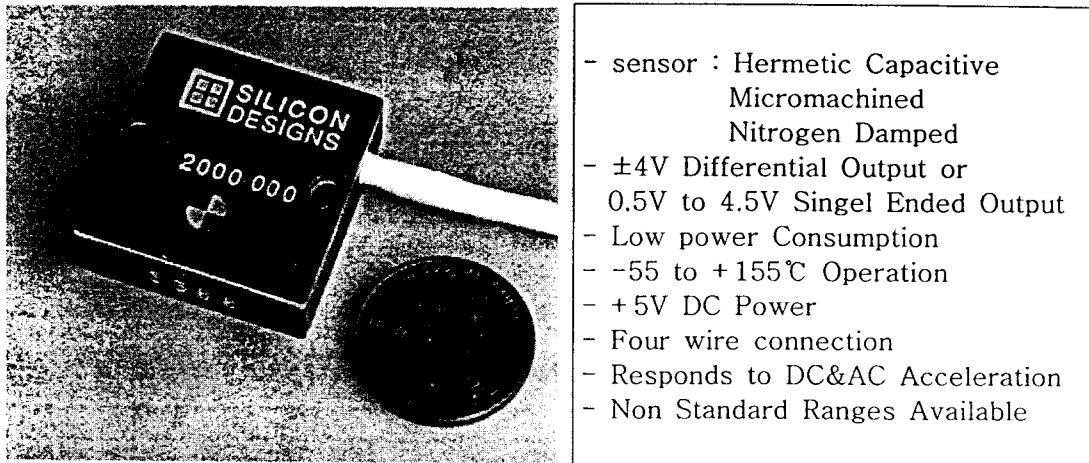


그림 2.8.1 Acceleration Sensor

이 가속도센서는 단축 가속도센서로서 $\pm 10G$ 의 가속도를 측정할 수 있다. 여기서 발생하는 가속도는 상당한 노이즈를 포함한 데이터로서 필터회로가 필요하다.

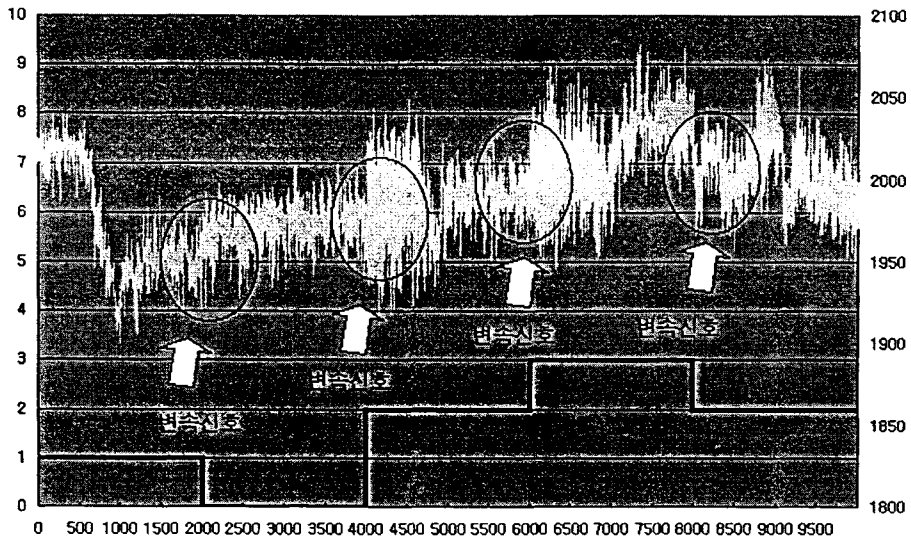


그림 2.8.2 Noise data and shift signal

이러한 노이즈 제거회로를 포함한 전체회로를 구성하였다. 다음과 같은 구조로 변속감표시기가 제작되었다.

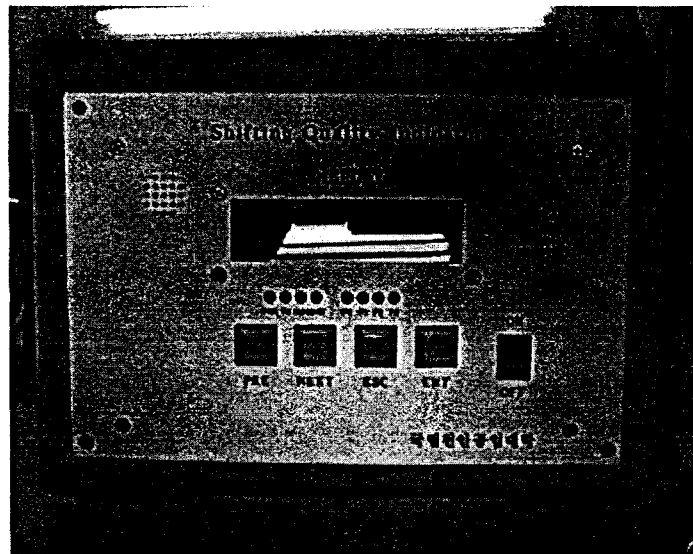


그림 2.8.3 Shift Quality Indicator

실제적인 작동구조는 다음과 같다.

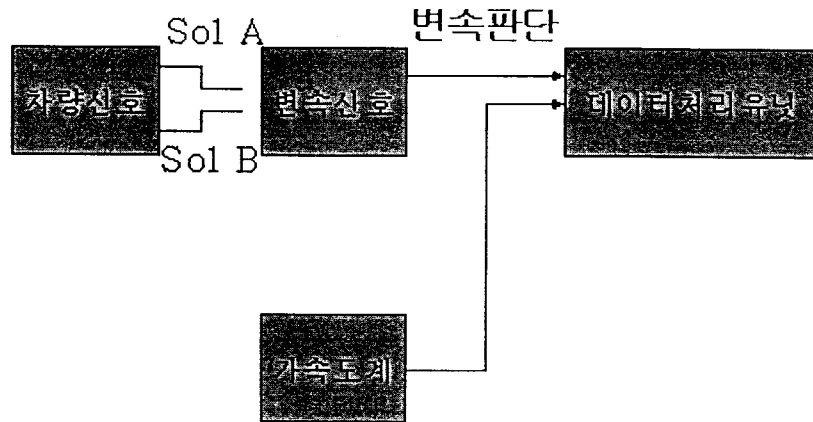


그림 2.8.4 Shift Feeling Indicator Structure

각 센서의 연결부위와 변속감표시기는 다음과 같다.

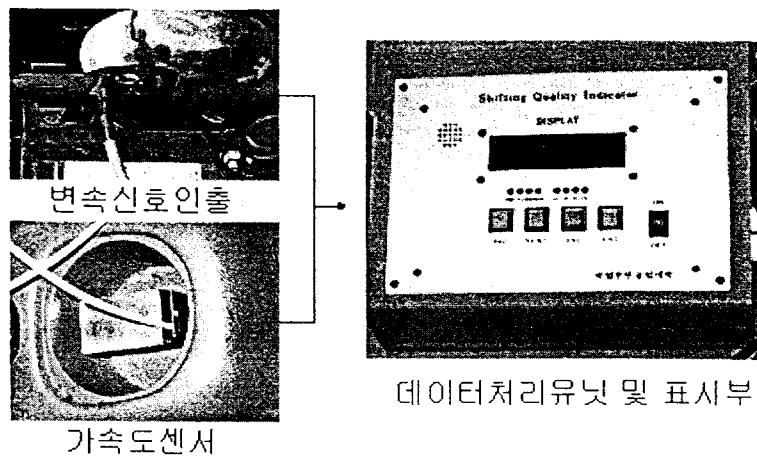


그림 2.8.5 Shift Feeling Indicator Connector

(2) 변속감 표시기 알고리즘

자동변속기 장착차량이 변속을 시작하기전에 TCU와 변속기 연결코드 즉 솔레노이드 A,B작동 신호가 발생한다. 이 발생신호를 측정하면 사전에 변속순간을 찾을 수

있다. 이전에는 엔진속도와 차속도를 측정하여 변속순간을 찾을 수 있었지만 변속감표시기에서는 솔레노이드 작동신호를 이용하여 변속순간을 포착하였다. 일단 변속순간이 포착되면 가속도신호를 일정시간(1-5초)을 메모리에 저장하여 신호처리를 하게된다. 이러한 신호처리기간이 상당시간 걸리기 때문에 마이크로프로세서의 교체를 추후 고려하고 있다. 기억된 데이터에서 최고 최저 값을 추출하여 그때의 피크투피크 값과 주파수를 계산하여 weight 함수에 적용하여 변속감 표시기에 표시를 하였다.

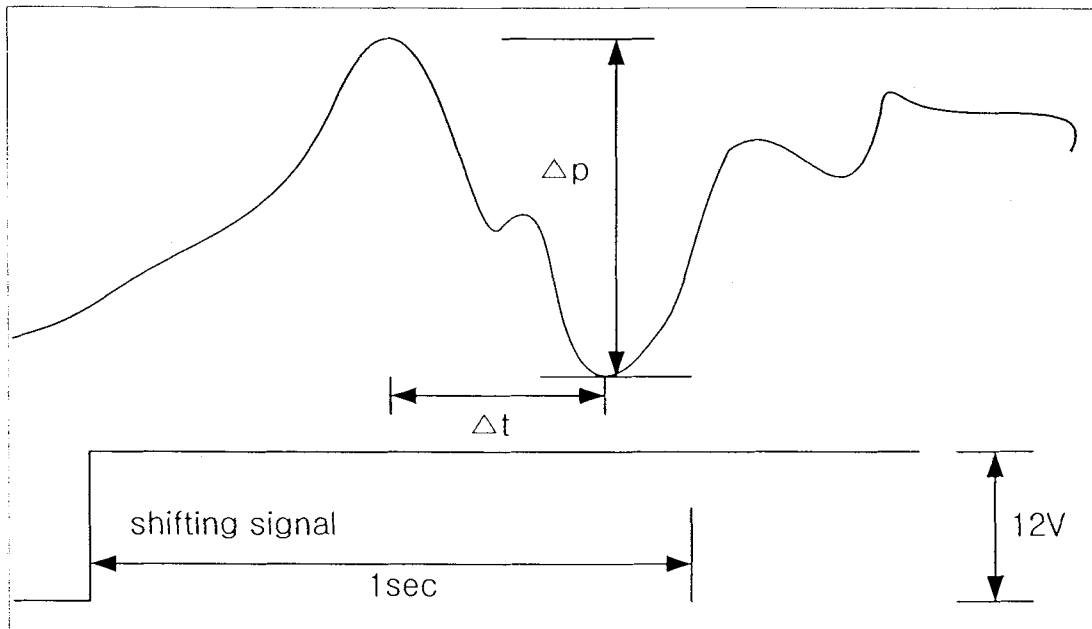


그림 2.8.6 Shifting Signal VS. Acceleration

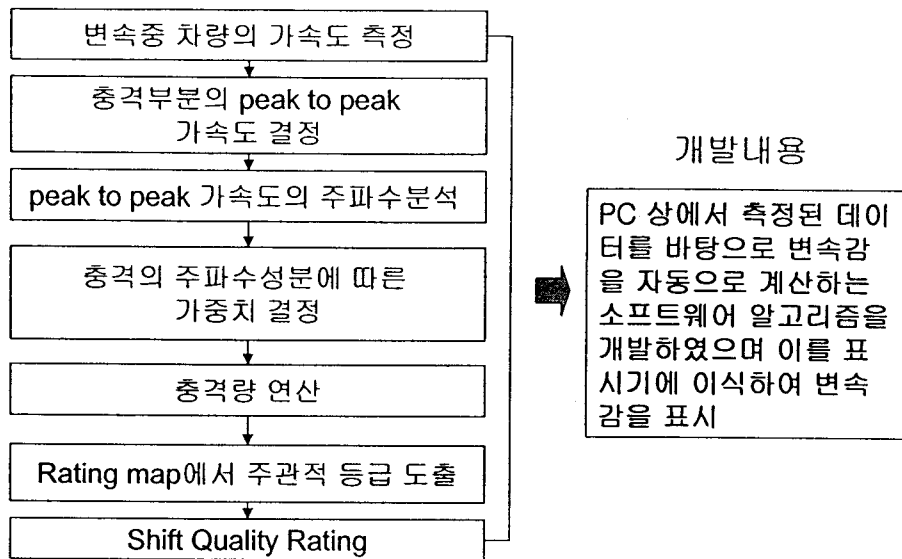


그림 2.8.7 Shift Feeling Display Algorithm

라. 시험조건

(1) 대상차량 및 변속기

대상차량은 2.0 SOHC 엔진을 장착한 LPG 차량으로 자동변속기(50-40LE)는 전륜 구동 차량의 4단 자동변속기로서 주차·중립 뿐만 아니라 전진 4단 및 후진 1단으로 구성되어 있으며 또한 컨버터(로크-업)클러치가 장착되어 있어 특정 구동속도에서 자동적으로 결합됨으로써 연비 및 주행성능을 향상시키는데 도움을 준다.

변속기는 TCM(자동변속기 컨트롤 모듈)에 의해 제어되는데 TCM으로부터 공급되는 전자제어 시그널은 4개의 솔레노이드로 전달되어 유압회로를 형성하고 결국 모든 주행조건에서 적절하게 유로와 유압을 조정하여 범핑 현상없이 부드럽게 기어변속이 이루어지도록 한다. 최적 주행 프로그램에 따른 변속으로 연비가 향상되도록 되어 있으며 이코노믹/파워/홀드 등 다양한 프로그램이 선택 가능하다.

변속점 제어는 연료소모 감소 및 주행성능 향상을 위해 적정기어단수로 변속시켜 주는 역할을 한다. 변속제어장치(TCM)는 변속 프로그램에 따라 변속 솔레노이드 1,2를 ON 또는 OFF시켜 변속기의 기어단수를 결정한다. 입력 변수는 :스로틀 밸브 개도, 차량속도를 사용한다.

(2) 변속감 표시장치의 구성

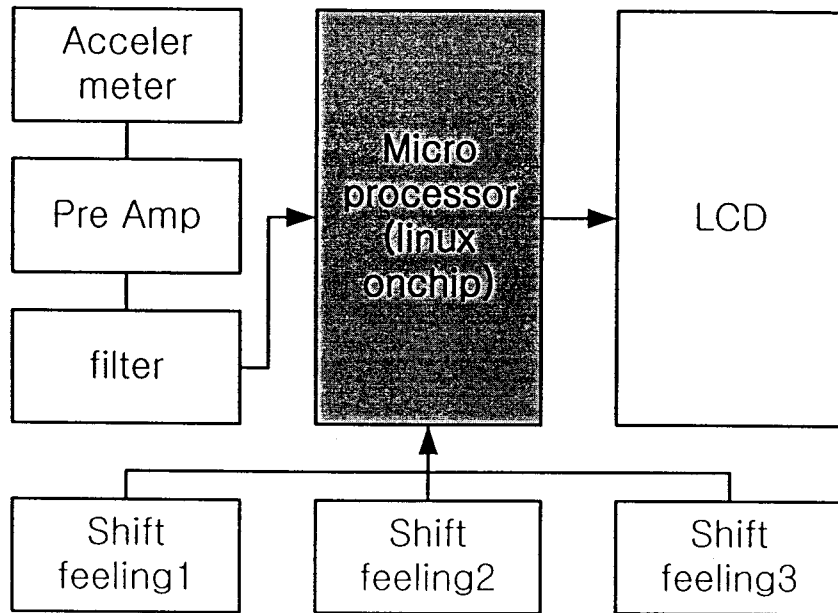


그림 2.8.8 Structure of Shift Quality Indicator

(3) 시험장치

시험장치를 Fig. 4-1과 같이 구성하였다. 자동변속기와 변속제어장치(TCU)와 연결되어 있는 선에서 차량속도와 엔진속도를 추출하고 가속도센서를 차량의 가운데 중심의 위치에 고정하여 측정하였다. 변속시점은 초기에는 엔진rpm으로 추정하여 판단하였으나 시험결과 정확한 변속시점 파악이 곤란하여 변속제어장치(TCU)에서 출력되는 솔레노이드밸브 SCSV A,B신호를 받아서 적용하는 것이 보다 정확할 것으로 예상되어 2신호를 입력받아 변속시점을 결정하였다. 변속신호의 변화에 따른 변속단 수변화는 표 2.8.2와 같다.

표 2.8.2 Shift Table by Solenoid Valve

변속단수	SCSV A	SCSV B
1단	ON	ON
2단	OFF	ON
3단	OFF	OFF
4단	ON	OFF

* SCSV : Shift Control Solenoid Valve

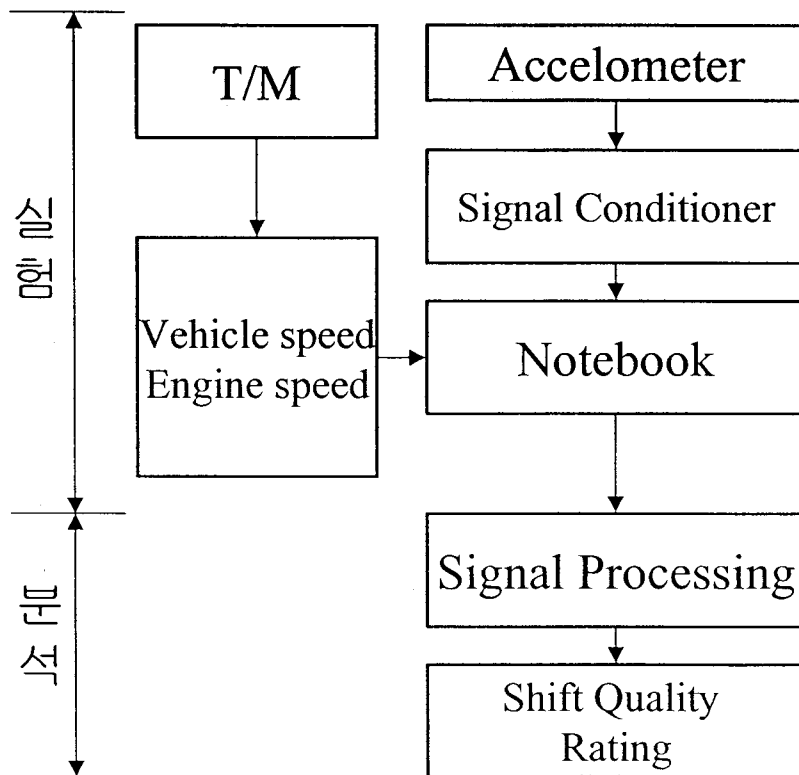


그림 2.8.9 Test Apparatus of Shift Quality

일단은 변속기에서 나오는 신호중에서 TCU에서 연결되어 있는 라인에서 속도센서 즉 차속센서와 엔진센서에 해당하는 신호를 추출하였다. 이 신호를 A/D 컨버터에 연결하여 카운트입력을 사용하였다. 이 신호를 처리하여 변속시점을 파악할 수 있었다. 즉 엔진의 회전속도가 변하는 부분 즉 상당한 차이를 보이는 부분을 변속으

로 판단하였다, TCU에서 직접 신호를 받을 수도 있으나 12V에 해당하는 값이 추출되므로 측정장치에 오차 및 차량에 오작동을 일으킬 수 있는 것으로 예상되어 손쉬운 속도센서의 변화를 갖고 변속시점을 파악하였다. 이러한 값과 변속감표시기 값을 비교평가하였다.

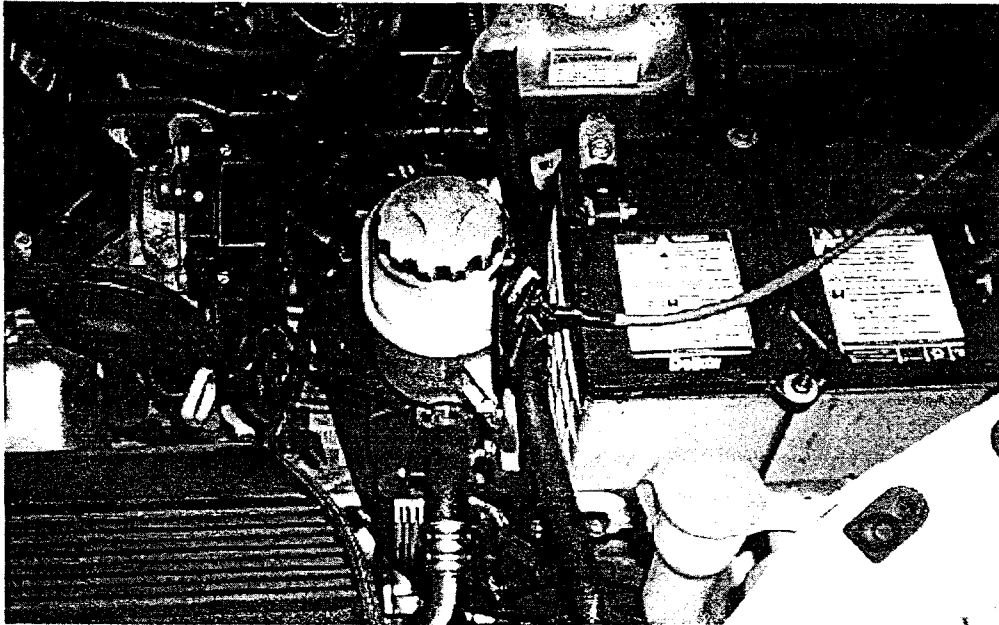


그림 2.8.10 Sensor Connected Part.

그림 2.8.10에서 보는 바와 같이 변속기에서 나오는 신호중에서 초기에는 변속기 출력속도와 엔진회전수 즉 변속기 토크컨버터로 입력되는 신호를 받아서 변속시점을 활용하였으나, 변속감표시기에서는 솔레노이드에서 나오는 신호를 받아 변속신호로 활용하였다. 솔레노이드밸브에서는 12V의 값이 나오므로 이 신호를 입력받아 소프트웨어적으로 신호가 변환될 때 변속된다는 소리를 일으켜 시험자들이 변속감을 입력할 수 있도록 알고리즘을 구성하였다.

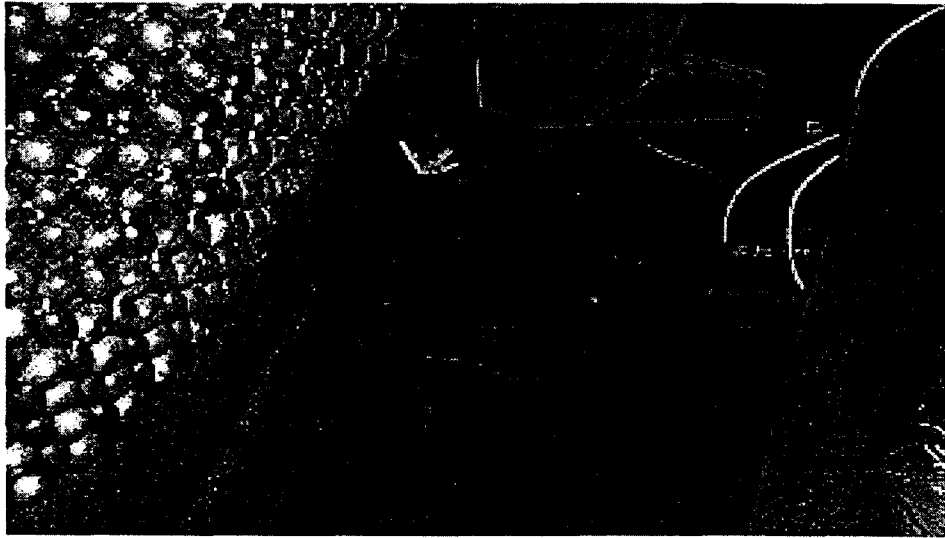


그림 2.8.11 Acceleration Sensor Position

가속도계의 측정위치는 차량의 중심위치에서 측정하였다. 이는 승차자가 4인기준으로 타는 경우를 가정하였다. 보통 변속감의 불쾌감을 느끼는 것은 운전자보다는 승차자인 경우가 많을 것으로 예상된다. 따라서 각 승차자의 변속감을 평균한다고 할 수 있는 위치로서 중심에 잡았다. 이 중심은 승차자간의 중심거리를 대략 보고 설정하였다. 그러나 이러한 측정위치에 따라 변속감을 느끼는 것은 상당히 다를 것으로 예상되는 바 위치관계에서도 상당한 관계가 변속감과 있을 것으로 보인다. 다음 변속감 측정기가 설계되면 이를 활용하여 상관관계를 알아보아야 할 것으로 판단된다.

(4) 시험조건

각 시험조건은 평지주행과 경사지주행으로 상단변속, 강단변속, 킥다운으로 나누어 시험하였다. 이는 각 주행에서도 각 경우에 따라서 1-2단에서 3, 4단까지 되는 경우가 있으며 2단출발하는 경우, 1단출발하는 경우 등이 발생할 수 있기 때문에 설정하였다. 또한 킥다운은 실제로 가장 변속충격이 많이 발생하는 경우이므로 어떤면에서는 강제로 변속을 시키는 경우이므로 시험을 실시하는데는 유리한 조건을 만들 수 있다.

또한 경사지주행도 이와 마찬가지로 영향을 줄 수 있기 때문에 각 변속이 발생하는 경우로 설정하였다.

○ 평지주행

구분	시험순서	가속도값(Δa)	주파수(Hz)	충격량(IMP)	주관적 변속감(s)
상단변속	1-2				
	2-3				
	3-4				
강단변속	4-3				
	3-2				
	2-1				
킥다운	1-3				
	2-4				

○ 경사주행

구분	시험순서	가속도값(Δa)	주파수(Hz)	충격량(IMP)	주관적 변속감(s)
오르막	상단변속	1-2			
		2-3			
		3-4			
내리막	강단변속	4-3			
		3-2			
		2-1			
오르막 킥다운	1-3				
	2-4				

변속감은 표 2.8.3과 같이 5단계로 구분하였다.

표 2.8.3 Shift Feeling Grade

단계	변속감	기준
1단계	Very Good	충격변화가 없으며 변화가 감지되지 않는다.
2단계	Good	미묘한 충격이 있으며 변화가 부드럽다.
3단계	Normal	보통 충격이 감지되며 기분변화가 없다.
4단계	No Good	약간 충격이 있으며 기분이 나쁘다.
5단계	Bad	상당한 충격이 있으며 불쾌하다.

(5) 데이터처리

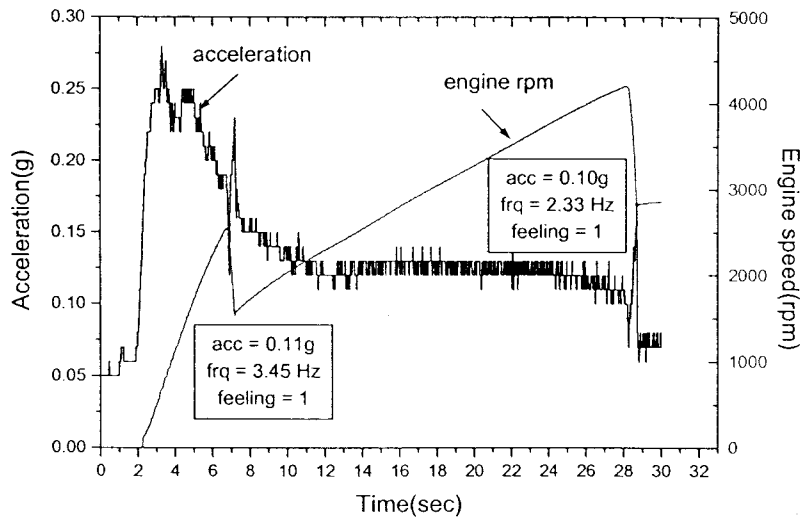


그림 2.8.12 Test Results of Acceleration

그림 2.8.12에서 보는 바와 같이 시험결과를 살펴보면 변속시에 가속도의 변화가 현저함을 알 수 있다. 첫 번째 변속시에 가속도는 0.11g, 주파수는 3.45Hz를 보이고 있다. 이 때의 변속감은 1단계를 표시하였다. 이러한 변속감은 시험대상자의 주관적 판단하에 결정하였다. 2번째 변속시에는 0.10g, 주파수는 2.33Hz를 나타내었다. 변속감은 1단계를 표시하였다. 가속도차이는 별로 없었으나 주파수에서는 1Hz 정도의 차이를 보였다. 그러나 변속감에서는 차이가 없었다, 이는 주관적감각평가

에서 시료의 부족으로 확실하지 않지만 주파수에 따라서는 감성이 즉시 반응하기 어렵기 때문에 판단된다. 실제로 변속이 순간적으로 연속적으로 발생되기 때문에 느끼는 감각을 표시하는데는 상당한 어려움이 따른다. 따라서 변속감 표시기에서는 1단에서 4단까지 변속한 후에 측정된 값을 기록하였다. 전체적인 변속과정을 살펴보면 1단에서 2단으로 변속한 후에 시험자가 입력스위치를 누른 후에 기록되며 4단까지 변속될 때까지 3회기록이 이루어진다. 이 기록이 이루어진 후에 변속감을 연산하여 표시한다.

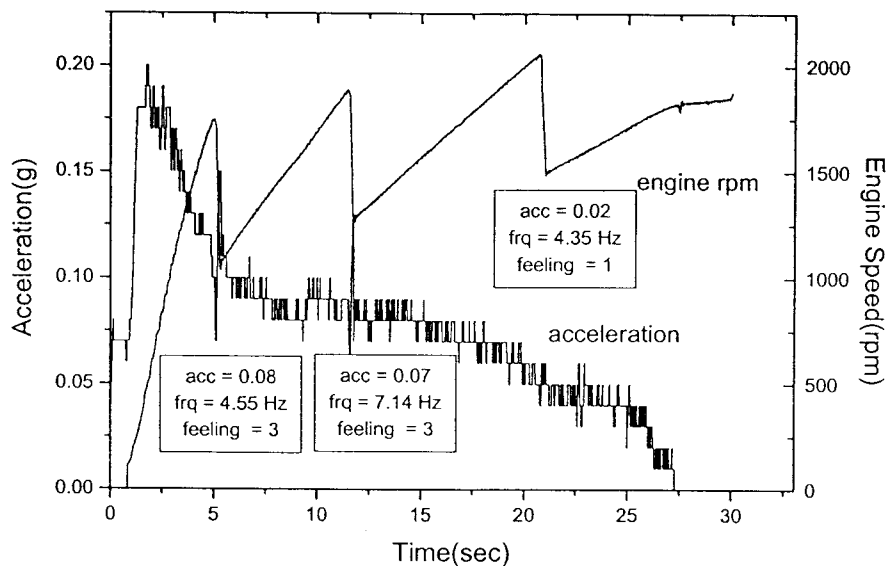


그림 2.8.13 Test Results of Acceleration

그림 2.8.13에서 살펴보면 1단에서 4단까지 각변속시 마다 가속도 변화가 발생되어 변속충격이 발생하는 것을 알 수 있다. 1번째 충격에서 가속도 0.08g, 주파수 4.55Hz이며 변속감은 3, 2번째 충격에서 가속도 0.07g, 주파수 7.14 Hz이며 변속감은 3, 3번째 충격에서는 가속도 0.02g, 주파수 4.35Hz이며 변속감은 1로 나타나 있다.

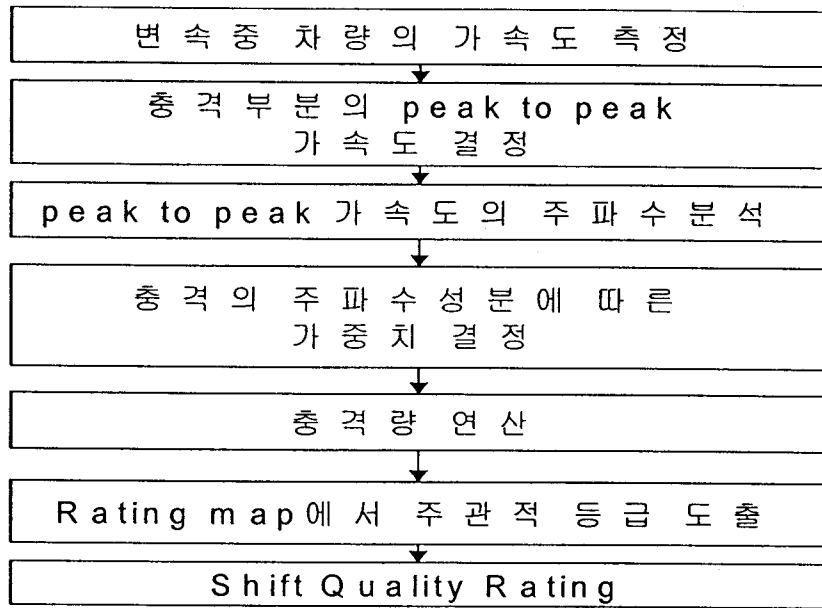


그림 2.8.14 Shift Quality Rating Flowchart

지금까지의 데이터 처리과정을 살펴보면 Fig. 4-7과 같이 먼저 변속중 가속도를 측정한다. 그후 충격부분의 최대 가속도값의 차이를 계산하고 이 때 가속도차이가 발생하는 주파수를 분석한다. 주파수의 경우 성분에 따른 가중치값을 적용한다. 이러한 주파수성분치와 최대가속도값차이를 연산하여 충격량을 도출한다. 그리고 주관적 등급과의 관계를 계산하여 변속감을 추정한다. 이상이 변속감을 추정하는 데이터처리과정이다.

마. 시험결과 및 고찰

표 2.8.4 Map Table of Shift feeling and Ratings for 20 ages

Δa	Hz	gamma	rating	feeling
0.07	7.14	0.29	2.04138	3
0.02	4.35	0.24	0.48543	1
0.08	4.76	0.28	2.21515	2
0.06	5.56	0.32	1.89438	4
0.03	25.00	0.00	2.8E-05	1
0.09	4.35	0.24	2.18442	5
0.07	6.67	0.31	2.17246	1
0.03	5.88	0.32	0.96261	2
0.08	12.50	0.04	0.31591	1
0.08	4.17	0.23	1.80285	3
0.06	16.67	0.00	0.02064	1
0.11	3.33	0.14	1.49525	4
0.11	2.38	0.05	0.51471	1
0.10	3.70	0.18	1.76611	5

표 2.8.5 Map Table of Shift feeling and Ratings for 30 ages

Δa	Hz	gamma	rating	feeling
0.11	3.45	0.15	1.63356	1
0.10	2.33	0.04	0.42944	3
0.08	4.55	0.26	2.08059	2
0.07	7.14	0.29	2.04138	2
0.02	4.35	0.24	0.48543	1
0.09	4.35	0.24	2.18442	3
0.07	6.67	0.31	2.17246	1
0.03	5.88	0.32	0.96261	2
0.08	12.50	0.04	0.31591	2
0.08	4.17	0.23	1.80285	3
0.06	16.67	0.00	0.02064	1
0.11	3.33	0.14	1.49525	3
0.11	2.38	0.05	0.51471	1
0.10	3.70	0.18	1.76611	4

표 2.8.6 Map Table of Shift feeling and Ratings for 40 ages

Δa	Hz	gamma	rating	feeling
0.07	7.14	0.29	2.04138	3
0.02	4.35	0.24	0.48543	2
0.08	4.76	0.28	2.21515	2
0.06	5.56	0.32	1.89438	4
0.03	25.00	0.00	2.8E-05	1
0.09	4.35	0.24	2.18442	4
0.07	6.67	0.31	2.17246	1
0.03	5.88	0.32	0.96261	2
0.08	12.50	0.04	0.31591	1
0.08	4.17	0.23	1.80285	3
0.06	16.67	0.00	0.02064	2
0.11	3.33	0.14	1.49525	4
0.11	2.38	0.05	0.51471	1
0.10	3.70	0.18	1.76611	4

표 2.8.7 Map Table of Shift feeling and Ratings for 50 ages

Δa	Hz	gamma	rating	feeling
0.11	3.45	0.15	1.63356	1
0.10	2.33	0.04	0.42944	4
0.08	4.55	0.26	2.08059	2
0.07	7.14	0.29	2.04138	3
0.02	4.35	0.24	0.48543	1
0.09	4.35	0.24	2.18442	3
0.07	6.67	0.31	2.17246	2
0.03	5.88	0.32	0.96261	2
0.08	12.50	0.04	0.31591	1
0.08	4.17	0.23	1.80285	3
0.06	16.67	0.00	0.02064	1
0.11	3.33	0.14	1.49525	3
0.11	2.38	0.05	0.51471	1
0.10	3.70	0.18	1.76611	5

상기의 시험을 반복하여 표 2.8.4, 표 2.8.5, 표 2.8.6, 표 2.8.7같이 연령대별로 객관적인 충격량과 주관적인 변속감 사이의 상대분포를 얻었다. 상단변속(upshift) 시와 강단변속(downshift)에 따른 변화는 크게 작용하지 않은 것으로 나타났다. 이와 같은 상대분포에 최소자승법을 이용하여 2차 다항식의 R회귀곡선을 구하고 이 평균화 곡선으로부터 그림 2.8.15에 나타낸 그래프를 작성하였다. 이 그래프는 본 시스템에서 얻은 객관적인 평점과 운전자가 느낀 주관적인 평점의 상호관계를 보인 것으로서 가속도 센서로부터의 충격량과 주파수의 결합에 의한 감각 충격량을 계산하면 이 그래프에 의해 전문가의 평점에 근접하는 어느정도 근사화된 주관적 평가를 간접적으로 예측하게 된다.

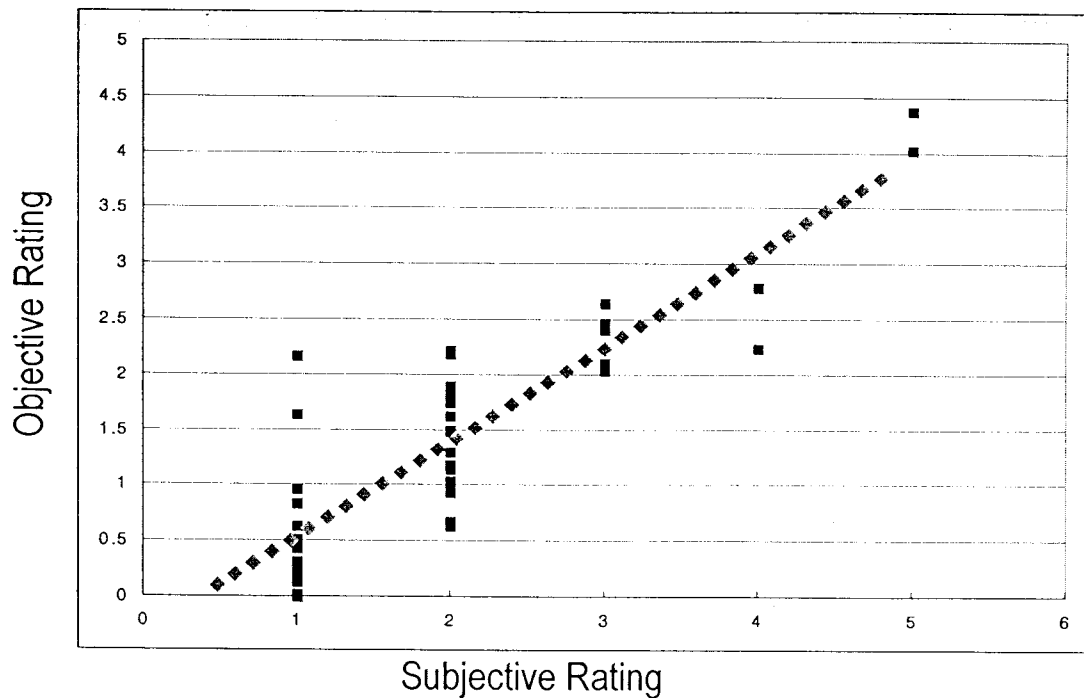


그림 2.8.15 Objective Rating Vs Subjective Rating

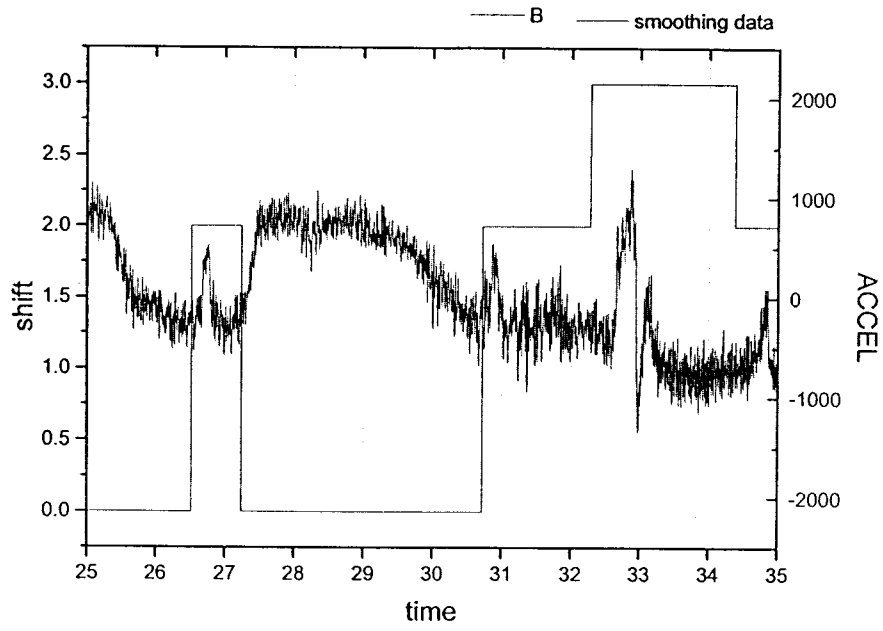


그림 2.8.16 The Data of Shift Quality Indicator.

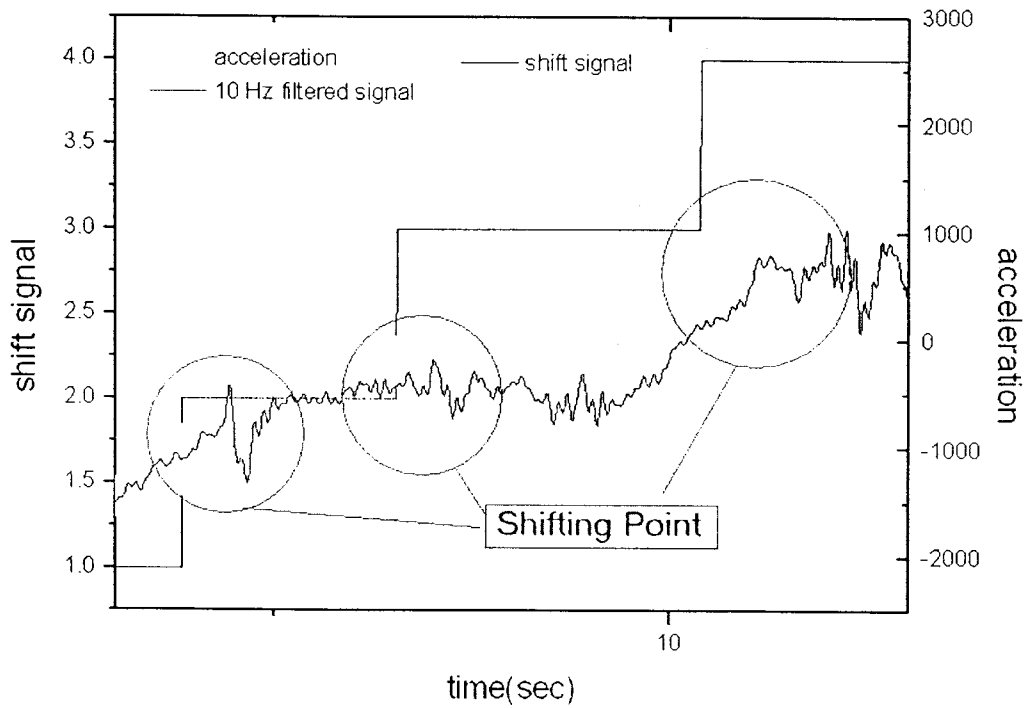


그림 2.8.17 Data of Shift Signal in SQI

그림 2.8.17과 같은 신호를 볼 때 변속 관련 신호는 상당히 많은 주파수를 갖는 신호를 갖고 있다. 이들 신호를 시험자에게 가장 민감한 주파수대역인 10Hz이하로 필터링하여 추출하였다. 이 신호를 바탕으로 변속감 표시기의 값을 제시하였다.

바. 결론

자동변속기의 변속감을 정량화하는데 주파수 분석법을 도입하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 변속충격에 있어서 피크대 피크 가속도 뿐만아니라 가속도의 주파수성분이 매우 밀접한 관계가 있음을 알았다.
- (2) 피크대피크 가속도에 충격주파수를 가중치함수를 도입하여 승객이 느끼는 변속감을 수치화하여 주관적인 Rating의 상관관계를 구하여 객관화된 변속 충격으로부터 주관적인 변속감을 도출하였다.
- (3) 실차상태에서 가속도센서를 활용하여 변속시 발생하는 충격량을 정량화할 수 있는 변속감 표시기를 개발하였다.
- (4) 변속감 표시기를 개발하여 기존의 작업에 비해 변속감을 효율적으로 제시할 수 있었다.
- (5) 기존의 값을 토대로 변속감의 정량적인 값은 제시할 수 있었으나 향후 데이터 축적에 따른 변속감의 변화에 대한 알고리즘의 개발이 필요하다.
- (6) 변속감제시 알고리즘을 변속신호와 연계하여 측정하는 방법을 제시할 수 있었다.

본 시스템은 자동변속기 장착차량의 변속감을 측정할 수 있는 장치로서 그동안 시험자의 감에 의존하던 감성평가를 정량화된 수치로 제시할 수 있게 됨으로써 향후 자동차회사의 품질관리를 좀더 개선시켜 소비자들의 요구사항을 더욱 더 만족시킬 수 있을 것으로 생각된다. 향후에는 자동변속기 및 TCU부분의 Trouble Shooting에도 기여할 수 있을 것으로 전망된다.

9. 원격 감성수집 기법

가. 서론

어떤 제품에 대한 구매나 선호도가 다른 제품보다 뛰어나다는 것은 그 제품들에 대해 소비자들이 갖고 있는 감성이 유사함을 반영해 준다고 할 수 있다. 따라서 그러한 보편적인 감성이 무엇인지를 찾아내고, 그것을 제품개발이나 환경개선에 이용하기 위해 감성을 수집하고 분석하는 것이 매우 중요하다. 제품의 성능과 기능, 품질의 수준이 비슷한 상태에서 우리 제품을 다른 제품과 차별화시킬 수 있는 것은 외부로 나타나는 디자인에 크게 좌우되며 이러한 디자인은 사용성과 관련 있는 인터페이스를 포함한다. 제품의 디자인과 인터페이스는 주로 인간의 감각과 관련되며, 이들에 대한 사용자의 만족은 개인적이며, 유동적인, 그리고 명확한 표현이 어려운 감성에 의하여 좌우된다. 인간의 감각과 감성에 대한 이해와 연구 없이 소비자를 만족시키는 제품을 개발하는 것은 불가능하다고 할 수 있다.

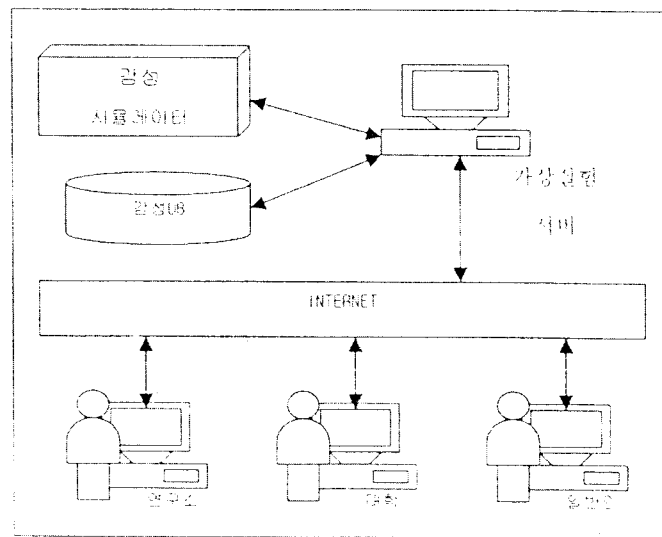


그림 2.9.1 원격 감성수집시스템 개요도

따라서 본 연구에서는 자동차의 인테리어에 대한 소비자들의 감성을 수집하고 분석함에 있어서 인터넷을 이용한 원격 설문 시스템을 구축함으로써 보다 비용적, 시간적, 공간적 제약을 최소화하고 감성 자료의 신뢰성을 높이는 방법론을 제시한다.

이를 위하여 제시되는 감성자극을 실물을 대상으로 하여 감성을 수집하는 경우와 동일한 대상에 대하여 사진/그래픽을 대상으로 하여 수집한 감성에 대한 차이를 유발하는 변수에 대한 분류를 실시하였고 일부 주요 변수들에 대하여 실험을 통한 분석을 실시하여 원격 감성수집 시스템 설계 시 반영하여 소비자들의 감성수집 및 분석을 원활 하게 하였다.

현재 온라인상의 설문에 대한 관련된 기술이나 연구가 정보통신 분야에서 활발하게 진행이 되고 있으므로 기술적인 문제는 생략하고 온라인 감성수집에 영향을 미치는 분야를 중심으로 연구를 진행하였다.

표 2.9.1 감성 영향 변수

Environmental variables	Subjective Variables		Stimulative Variables	
	Sensibility Variables	Temporal Variables	Controllable Variables	Uncontrollable Variables
Noise	Age	Alertness	Quality of image	Subject's computer
Light	Income	Concentration	Size	Monitor Size
Temperature	Region	Motivation	Partial/Total Image	Resolution
Weather	Gender	Stress	Dimension	Dot pitch
Day/Night	Academic Background	Experience	Gamma Value	# of Colors
On the Duty/Off the Duty	Inclination	Alcohol/Drug	Hue(image)	Contrast(monitor)
			Contrast(image)	brightness (monitor)
			brightness(image)	

온라인 설문조사의 경우 직접적인 설문조사에 비하여 제시되는 샘플이 소비자의 감성에 미치는 영향이 평가 되지 못하였다. 그러므로 디지털 화상이 실물에 비하여 소비자 감성에 미치는 영향을 평가 하는 것이 우선이다.

다음 표 2.9.1는 감성에 영향을 미치는 변수들이다. 감성에 영향을 미치는 변수들 중 제어가 가능한 변수들을 대상으로 영향력을 평가 하였다. 대부분의 제어가 가능한 변수들은 컴퓨터의 조정을 통해 제어가 가능하나 화상의 크기에 따른 감성의 변화는 실험을 통하여 측정하여야 한다. 그러므로 본 연구에서는 실물과 화상의 감성의차 영향력 평가와 크기에 따른 감성의 차이에 대하여 평가를 실시하였다.

나. 화상과 실물에 대한 감성 차이 분석

감성 영향 평가는 자동차에 대해 관심이 있는 피실험자를 대상으로 실물과 컴퓨터 모니터 상에 구현된 동일한 감성 자극을 통하여 감성 측정을 실시하고 이를 분석함으로써 실물과 컴퓨터 그래픽간의 감성의 차이가 존재하는지 실험하였고 IP와 계기반을 대상으로 실험함으로써 2차원적인 디자인요소와 3차원적인 디자인요소에 차이가 있는지 실험 하였다.

본 연구에서는 SD법을 이용한 감성 욕구 설문은 5점 척도법을 사용하여 작성하였다. 이 감성 욕구 설문은 소비자가 조사 대상 제품을 보면서 설문 항목에 자신의 느낌 정도를 표시하도록 하였다.

실험에 참여한 피실험자는 25-31세의 남자 대학원생과 연구원으로 자동차에 대해 관심이 많은 사람 20명으로 구성되어 있다. 학습 효과에 대한 영향을 평가하기 위하여 피실험자는 각각 10명의 두 그룹으로 나뉘어 한 그룹은 그래픽을 먼저 측정하고 실차를 나중에 측정하였으며 다른 한 그룹은 반대의 순서로 측정하였다.

설문에 앞서 피실험자를 대상으로 실험방법에 대한 충분한 교육을 실시하였으며, 첫 번째 그룹은 samsung SyncMaster 17G1i 모니터에 1152×864의 해상도에 16bit 컬러로 표현된 전문가가 촬영한 사진을 고해상도로 스캐닝하여 최대한 화질의 손상을 줄인 IP와 계기반의 2부분에 대한 그래픽을 보며 설문을 실시한 후에 음료와 다과가 준비된 장소로 이동하여 충분한 휴식을 취하게 한 후에 실제 자동차가 있는 장소로 이동하여 실물을 보며 설문을 실시하게 하였고 다른 그룹은 반대의 순서로 진행하였다. 정확하고 원활한 실험진행을 위해 모니터 요원이 각각 설문 장소에 위치하였으며, 1인당 설문소요 시간은 20~30분 이었다.

표 2.9.2 Number of Different(more then |1|)

	>+ 1	<-1	Total
IPC	63	69	132
Display Panel	56	46	102

표 2.9.3 Results of Wilcoxon sign test

	+	-	SUM	z-value
Display	330	291	621	1.61
IPC	320	288	608	1.34

표 2.9.4 Results of Direct-Difference method

	IPC			Display Panel		
	Mean	Std Dev	P> T	Mean	Std Dev	P> T
Real	2.866	0.970	0.806	3.070	1.006	0.160
Image	2.841	0.976		3.029	1.044	

감성의 경우 환경이나 여러 변수들의 영향과 5점 척도의 불확실성으로 인하여 ± 1 이내의 오차는 무시하고 오차가 있는 문항의 빈도를 측정한 결과 총 1120문항 중 계기반은 10%이내의 오차를 보였고 IPC의 경우 10%를 약간 상회하는 차이를 보였다. 또한 윌콕슨의 사인분석에서도 계기반은 90%이상을 상회하는 신뢰도를 보여주었다. 또한 설문간의 차이에 대한 t-test결과도 계기반의 경우 p-value가 0.160으로 차이가 없음을 보여주었다. 그러므로 입체적인 이미지인 IPC의 경우 그래픽에 대한 설문과 실물에 대한 설문에서 차이가 있다고 볼 수 있고 실차에서도 거의 2차원(평면)인 계기반은 통계적으로 유의한 차가 없는 것으로 종합해 볼 수 있다.

다. 화상의 크기에 대한 차이 분석

두 번째 실험으로 제품의 실제 크기의 화상과 1/2사이즈의 화상에 대하여 감성의 차이가 있는지 여부를 실험을 통하여 분석하였다.

이를 위하여 앞의 실험에서 사용한 계기반의 실제 크기의 화상과 1/2크기의 화상을 준비하여 실험에 사용하였다. 실험은 모니터 상에 검은색 바탕화면에 샘플의 화상만 올려놓은 샘플 A와 브라우저상에 웹 페이지로 구성된 샘플 B로 구분하여 실험을 실시하였다. 이는 웹 페이지의 다른 구성요소가 감성에 미치는 영향을 분석하기 위함이다.

실험을 위하여 앞의 실험에 참가하였던 20명의 피실험자를 대상으로 학습효과를

줄이기 위하여 각 피실험자 마다 하루 한 가지 조건에 대한 실험을 실시하였고 매 실험은 피실험자의 정신상태나 기상조건, 실험시간, 기타 외부환경을 최대한 동일한 조건 하에 실시하였다.

실험은 20명의 피실험자중 유효한 결과를 얻을 수 있었던 17명의 데이터를 분석하였다. 분석은 피실험자의 답변이 명확한 수치가 아님으로 이를 퍼지집합으로 간주하여 분석하였다.

각 피실험자으 응답을 하나의 퍼지집합으로 간주하고 각 형용사에 대한 답변을 소속척도로 간주하여 분석을 실시하였다.

이 퍼지 집합에 대한 근접도를 구하기 위하여 퍼지 질의 처리를 위한 근접관계 도출 함수를 사용하였다.

$$P(\theta_i, \theta_j) = 1 - \frac{\sum_{x \in X} |\mu_{\theta_i}(x) - \mu_{\theta_j}(x)|}{|X|} \dots\dots\dots (5. 1)$$

여기서 θ_i 는 각 피실험자를 의미하는 퍼지 집합이고 μ_i 는 각 감성어휘에 대한 소속 척도이다.

그림 2.9.2에 표현된 결과를 살펴보면 피실험자 개개인의 차이는 있지만 전반적으로 0.8 내외의 근접관계를 보이고 있다. 이는 화상 정보의 크기에 대한 감성의 영향은 거의 없다는 것을 알 수 있다. 또한 검은 바탕화면에 화상정보만 포함된 샘플 A형은 브라우저 상에 웹 페이지에 포함된 화상 정보인 샘플 B형보다 감성의 차이가 많은 것으로 나타났다. 이는 화상정보 주변에 상품에 대한 다른 정보가 상당히 많은 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다.

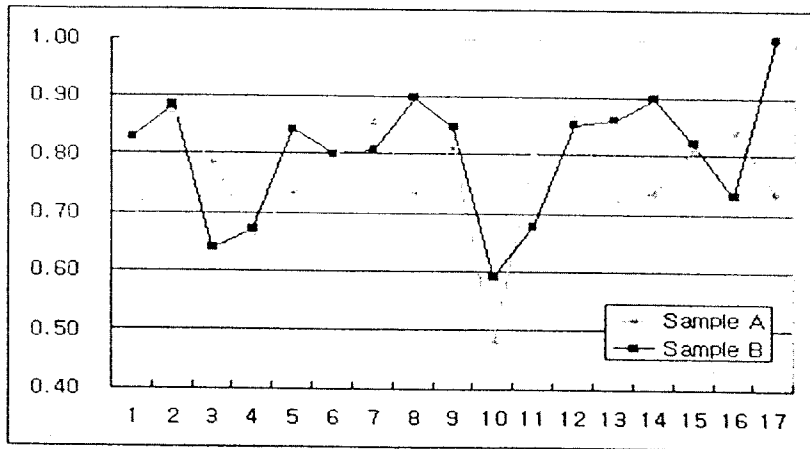


그림 2.9.2 피실험자별 근접관계

10. 음성 Interface 설계에 관한 연구

가. 서론

첨단 교통 관리 시스템, 첨단 교통 정보 시스템, 첨단 대중 교통 시스템, 첨단 화물 운송 시스템, 첨단 차량 및 도로 시스템으로 구성된 지능형 교통 시스템은 적절히 설계, 전개, 운용된다면 교통 체증, 연료, 공해, 사고 등의 감소와 함께 운전자의 수행도 및 효율성의 향상을 꾀할 수 있다. 그러나 이는 운전자 및 조작자의 새로운 기술과 시스템들에 대한 수용성 및 시스템의 통합 기술이 중요한 요점으로 반영되며 운전자와 시스템의 물리적 인지적 한계를 규명하고 이를 시스템 설계에 반영하는 과정이 선행되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 연구의 한 과정으로 첨단 차량 및 도로 시스템의 구성 요소 중 자동차 Domain의 음성 인터페이스에 대한 고찰과 그 평가 방법에 대해 기술하려 한다. 지금까지의 Complex System에서의 인터페이스는 어느 한쪽에 치우친 형태의 구조를 보여주고 왔다. 하지만 패턴 인식이나 음성 합성, VR(Virtual Reality) 등의 기술 발달로 인해 Multi-Modal Interface의 구현이 점차 현실화되어 가고 있으며 특히 Human-Machine System에서 보다 인간에 가까운 음성 인터페이스가 각 분야에서 각광을 받고 있다. 단편적인 예로 컴퓨터나 그 외 Visual Interface의 크기가 작아지고 있으며 이는 사용자의 시각적 인지 부하를 증가시키며 인터페이스 설계자로 하여금 또한 많은 양의 정보를 작은 화면 안에 함축해서 넣어야 한다는 부담을 가지고 있으며 장치 조작을 위한 충분한 C/R 비를 제공하지 못하는 경우가 발생하게 된다. 이에 대한 해결책으로 음성 명령과, 음성 정보 제공이라는 기술이 충분히 기여하고 있다. 하지만 이 또한 음성이나 운전자, 시스템의 상호 연관적인 인지 특성이나, 인간공학적 고려 없이 설계되어지고 적용되어진다면 이는 음성 인터페이스의 제 기능을 십분 활용치 못하고 결국은 사용자들에게 외면 받을 수밖에 없을 것이다.

이런 일은 음성 인터페이스의 장점을 생각한다면 절대로 생겨서는 안 된다는 것을 누구나 동감할 수 있다. 운전자의 인지적인 관점에서 운전행위는 운전자가 목적지까지 원하는 운행 목적을 안전하게 달성하기 위하여 계기반, 항법 장치, 교통 방송 등의 차량 내부 정보 및 가변 정보 표지판(VMS), 신호등, 표지판 등의 차량 외부 정보의 인지와 인지된 정보의 복합적인 반응에 의한 경로 선정, 차선 변경, 등

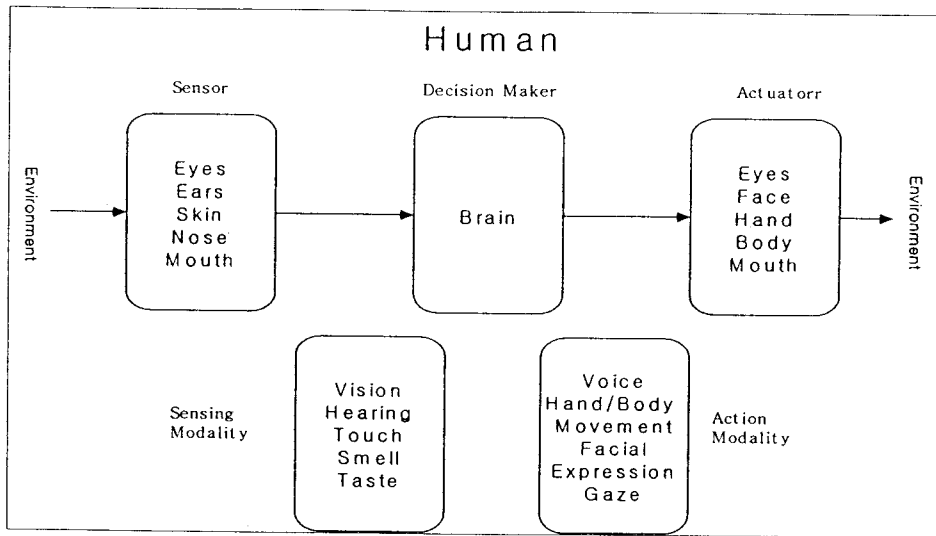


그림 2.10.97 Modalities for human sensing and action

의 의사결정을 행하는 지속적인 정보 인지와 처리, 판단 및 반응을 수행하는 작업으로 정의 할 수 있다. 이러한 공간적 인지 및 해석 능력과 학습규칙에 연관된 고난도의 인지작업인 운전행위에 근래에 들어 많은 부가적인 장치들이 사용되어 지고 있다. 이러한 부가장치들은 운전자에게 기존의 단순한 인터페이스의 개념에서 한 차원 높은 인지 처리 과정을 요구하는 복합적인 인지적, 시각적인 정보 판독 작업의 부하를 가중시킨다. 그 일례로 자동차 항법 장치나 운전자의 편의를 위한 Cellular Phone, Multimedia Units 사용에 따른 여러 문제점이 있다. 운전자는 운전이라는 일차 작업(First task)뿐만 아니라 간간이 또는 종종 편의 장치 조작을 위한 이차 작업(Secondary Task)을 수행해야 하는데 이는 Wickens가 정의한 시각적 경쟁상태(visual resource competition)를 유발하게 되고 이는 동시적 이중작업과 시간 분할적 작업이라는 새로운 운전 형태로의 변화를 가져온다. 이와 같이 새로운 인터페이스의 변화는 운전자에게 기능적인 편의성의 제공과 안전의 감소라는 이중적인 성격을 지니게 되며 인터페이스 설계자는 시스템 인터페이스의 설계를 운전자의 인지 능력을 고려해 불안전 요소의 감소를 위한 기술을 개발해야 한다.

나. 본론

서론에서 설명한 것과 같이 하나 또는 복수의 시스템과 인간 또는 다른 시스템과

의 연동, 정보의 흐름, 교환, 반응을 목적으로 하는 일련의 행위와 그 과정이 일어나는 부분을 인터페이스라 정의할 때 멀티 모달 인터페이스의 개념은 Intuitive, Parallel, Efficient한 다중 Input-Output Methodology라고 정의할 수 있다.

그 구조는 Application Layer, Coordination Layer, Modality Integration Layer, Modality Analysis Layer, Modality Device Layer로 이뤄져 있으며 주된 그 응용 분야는 Automatic Lip-Reading, Speech Recognition, On-Line Cursive Handwriting Recognition, Gesture Recognition, Eye Tracking, Haptic Interface, 3D Sound 등이 있다. 주로 이런 기술들은 컴퓨터-휴먼 인터페이스에 기초해서 실제 생활에 적용되어지면 단지 하나의 기술이 독립적으로 쓰이는 경우는 거의 드물며 서로 간에 높은 연관 관계를 갖으며 첨단 차량의 인터페이스를 각 특성 별로 분류를 하면 그림 2.10.2와 같다.

- **Visual : IP, Window, HVAC, Button, Knob, Multimedia Unit, etc**
- **Auditory : Radio, Cellular phone, Alert system, etc**
- **Extrinsic : Scene(Primitive), Vibration, RDS-TMC, VMS, Sign, Signal**
- **Intrinsic : HVAC, IP, CNS, Gear Lever, Button, Knob, Steering Wheel**

그림 2.10.98 자동차 Domain에서의 Interface

위의 항목 중에서 음성 인터페이스는 첨단 차량의 부가 기능으로 졸음 방지나 과속, 기어 토크 부하 등의 경고 기능이나, 도로나 주행 환경에 대한 여행정보의 음성 제공과 같이 단순한 형태로 적용되고 있으며 또한 음성 명령 분야에서는 간단한 차량내 조작 장치(HVAC, CNS)의 구동과 휴대폰의 음성 다이얼링, 자료 검색 기능 등에 활용되고 있다. 최근 음성으로만 작동 가능한 자동차 항법 장치가 Pronounced Technology(PT) LLC 사에서 개발되어 오디오 생산 업체인 Fujitus Ten 의 Eclipse에 공급하기로 했으며 미화 약 1000달러 상당의 가격에 팔릴 예정이다. 이와 같이 음성 인터페이스가 자동차 Domain에서 적절히 활용되지 못하고 있는 것은 국내외 자동차, 항법 장치 제조 회사의 상용화된 제품들은 음성 인터페이스의 인지 공학적, 인간 공학적인 고려없이 각 회사의 기준에 따라 제작되고 있는데 이는 사용자에게 비효율적이며 비직관적인 환경을 만들어 준다.

특히 자동차와 같이 안전과 밀접한 관련을 갖는 시스템에서는 음성과 시각 정보의

인지 특성을 비교 평가해서 서로의 기능을 분담, 정의 할 필요가 있다. 이를 위해서는 음성 정보와 음성 명령을 사용했을 때 사용자의 수행도 나 반응에 대한 연구와 이 결과를 바탕으로 한 설계 가이드라인이 필요하다.

일반적으로 음성 인터페이스를 적용할 때 다음과 같은 점을 고려해야 한다는 것이 선행 연구[Deatherage, etc]에서 밝혀져 있다.

• WHEN TO USE ✓ 손이나 눈의 사용이 계속되고 움직임이 필요할 때 ✓ 높은 인지능력과 시각, 수동 조작이 필요한 복잡한 시스템	• WHEN NOT TO USE 위치 지정이나 조작에 관련된 TASK - 어휘의 애매모호함
---	--

그림 2.10.99 General Consideration of VUI in Complex System

• RESTRICTIONS ON USE 현재 기술 수준을 고려해 다음 조건하에서 음성 인식 장치를 사용	
✓ 화자 학습 과정 ✓ 필요 어휘가 작다(15~30단어) ✓ 조용한 주변 환경	✓ 작은 에러 비용 및 에러의 확인과 수정의 용이 ✓ 음성 인식 외의 시스템을 통제할 수 있는 수단 필요 ✓ 스트레스 조건하에서도 음성 인식 수준 보장

그림 2.10.3 VUI 사용시 제약 조건

위와 같이 새로운 인터페이스를 실제 시스템에 적용할 때는 근본 기술에 대한 연구도 많이 이뤄져야 하겠지만 인지 특성 고려에 필수적인 작업 부하 측정, 기능 정의 방법론 등에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 기존 인터페이스 평가 방법과 새로운 방법의 비교, 평가를 통해 실제 음성 인터페이스를 평가하고 결과를 토대로 한 기준을 제시하려 한다

기존 인터페이스 평가 방법으로는 정신적, 물리적 작업 부하 측정, 수행도 평가, 정확도, 에러율, 반응 시간, 작업 시간, 선호도 등에 의한 것들이 있다. 본 논문의 주요 적용 분야가 자동차라는 특정 환경이기 때문에 이들 평가 방법 중 작업 부하 측정, 수행도 평가 등에 의한 인터페이스 평가를 행하여야 할 것이며 기존 시각 인터페이스에서 구축된 일련의 평가 방법이 음성 인터페이스, Multi-modal 인터페이스에서 적용되기에는 다소 무리가 따른다. 이런 문제점을 해결하기 위해 다음과 같이 세 가지의 실험 시나리오를 구축했다.

다. 실험 설계와 분석 방법

본 연구에서 실험은 세 가지 실험으로 구성되어 있는데 첫 번째 시나리오는 음성

정보에 다른 운전자 반응 평가 실험이고 두 번째 실험은 음성 명령의 기능 정의와 그 적용 방법에 대한 평가를 하고 있으며 마지막 실험은 앞의 두 가지를 통합해서 실장을 위한 Prototype 기반의 시스템 Evaluation을 행한다.

시나리오 #1은 음성 인터페이스의 대상 설정과 음성 정보 제공시의 수행도 평가를 통해 자동차 환경에 적절한 항목을 선택하고 이에 사용자의 설문으로부터 얻은 자료를 참고하여 음성 인터페이스의 Structuring과 기능 정의를 한다. 이에는 운전 작업의 직무 분석이 필요하기 때문에 대표적 직무 분석 모델링 틀인 GOMS(Goals, Operators, Methods, Selection rules) 모델을 써서 운전자의 조작이나 정보인지 활동을 분석하고 이를 각 속성 별로 분류한다. 여기서 GOMS 모델은 Card등에 의해 개발된 절차적 지식(procedural knowledge) 시뮬레이션으로서 인간의 정보 처리 행동을 예측, 분석하는 모델이다. GOMS 모델은 일견 복잡해 보이는 인간의 인지 활동을 단순화시키고 또한 인지 활동의 성능을 예측함으로써 이를 이용하여 사용자 인터페이스의 설계등에 적용할 수 있다.

시나리오 #2는 음성 인식 시스템 선정과 SMR을 평가하기 위해 여러 종류의 음성 인식 엔진을 이용해 자동차 환경에 알맞은 음성 인식 방법을 도출해 내고 이 결과를 이용해 자동차 조작에 관련된 어휘를 생각나는 대로 나열하고 이 어휘에서 중복되거나 음성 인식 엔진이 인식하기 힘든 어휘를 필터링해서 이를 속성별 clustering 했다.

clustering된 결과를 가지고 실험실내에 설치된 Test Battery에서 SMR(Safety Mechanism Rule)에 적용시켜 시스템의 Fidelity를 제고한다.

SMR은 음성 명령이 가능한 자동차 조작 중 그 작업 중요도, 안전에 영향을 미치는 정도에 따른 등급을 분류해서 운전자에게 다시 Feedback 시키거나 내부 오류 메시지를 넘겨주는 일종의 시스템 운영 규칙이다. 이 운영 규칙은 음성 인식 기술의 발달 정도에 상관없이 음성 인터페이스의 Usability를 결정짓는 아주 중요한 요소이

표 2.10.1 실험 목적과 기대효과

시나리오	실험 목적	기대효과
#1	음성정보 제공 대상선정과 수행도 분석	운전자의 인지적, 심리적 정보 습득 능력 제고를 위한 가이드 라인 제시
#2	음성인식 시스템 선정과 SMR평가	자동차 환경에 적합한 음성 인식 시스템 선정과 Error Recovery 기준 마련
#3	음성 인터페이스의 자동차 실장	음성 인터페이스의 실장을 위한 실험실 내부 실험으로 각 인터페이스 간의 역할과 기능정의

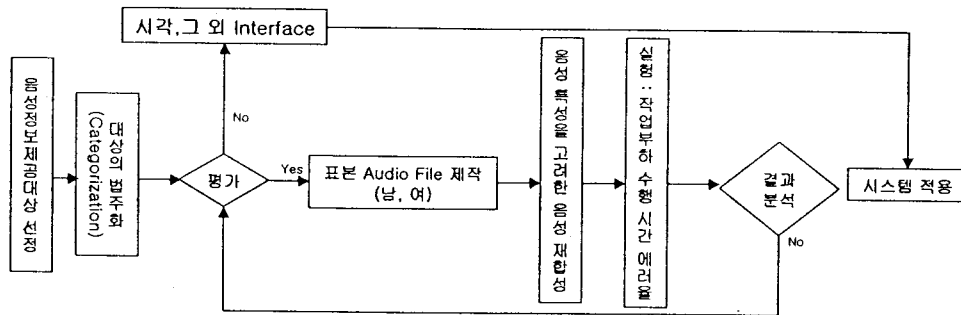


그림 2.10.4 실험 시나리오 #1의 Flow chart.

방향	숫자	동작
(어간)	(어간)	전진, 후진, 회전, 정지, 진행
앞, 뒤, 왼, 오른, 바른	하나(한), 둘(두), 셋(세)....	On, Off, 크게, 작게, 작동
왼, 오른	일, 이, 삼, 사...십, 백, 천, 만, 억...	열기, 닫기, 확인, 점검, OK
전, 후, 좌, 우	첫째, 둘째, 셋째....	변속, 에어컨, 라디오, 카세트
(어미)	(어미)	항법장치, 검색, etc.
쪽, 손, 방향,	번, 개,	

그림 2.10.5 음성 명령을 위한 어휘 필터링 결과(IP 조작 관련)

므로 인공 지능의 개념이 필수적이다.

시나리오 #3은 앞서 수행된 실험이 하나로 합쳐 우선 음성 인터페이스 실장을 위한 Prototype을 만들고 특정 지역의 전자 지도를 NAVI-HEGS(HMI Evaluation & Guideline System) 구축하고 실제 그 지역의 도로 정보를 MPEG-Encoder를 이용해 동영상 파일로 저장한다. 여기서 피실험자는 두 가지 대조되는 상황에서 실험을 하게 되는데 음성 인터페이스를 사용한 경우와 그렇지 않은 경우에 대한 수행도 평가와 작업 부하 측정을 하게 된다. 평가의 수단으로는 RNASA-TLX와 운전자의 시각 부하 감소 정도를 정량적으로 측정할 수 있는 EMG와 EOG를 사용하게 된다.

RNASA-TLX는 기존의 NASA-TLX를 우리나라 실정에 맞게 표현이나 평가 항목을 수정한 것으로 그 내용은 다음과 같다.

- (1) Mental Demand
- (2) Visual Demand
- (3) Auditory Demand
- (4) Temporal Demand
- (5) Difficulty in Driving

(6) Difficulty in Understanding Information

그리고 EMG와 EOG는 각각 목 근육(좌, 우)과 안구 주변에 2 ch 씩 부착해서 실시간으로 데이터를 수집하게 된다.

라. 결론

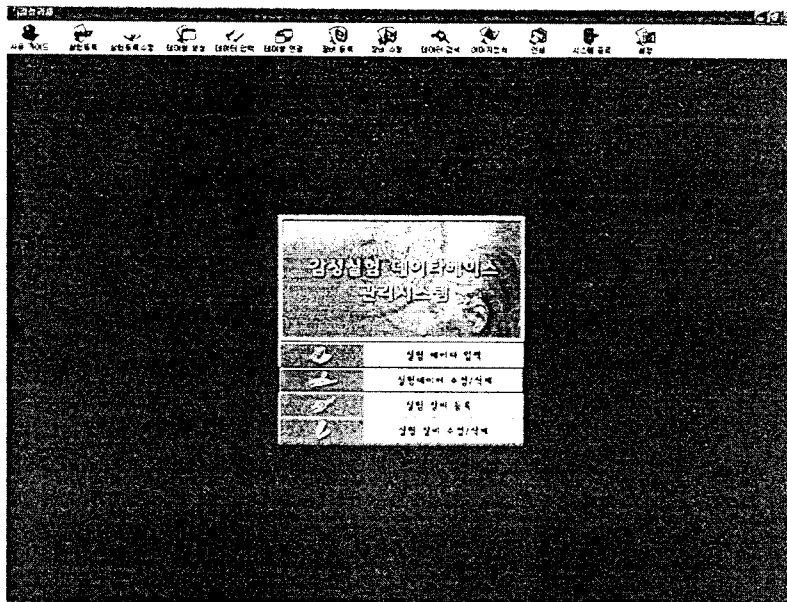
위와 같은 실험과 그 결과의 분석을 통해서 우리는 음성 인터페이스 실장 시 고려해야 하는 항목들의 가이드라인을 제시할 수 있으며 음성 인터페이스 평가 방법의 유효성을 검증할 수 있는 자료로 쓸 수 있을 것이다.

제3절 감성 DB application 개발

개발된 Database를 효율적으로 관리하고, 응용하기 위해 O/S를 MS Windows 계열 (98, NT, 2000)을 플랫폼으로 하여 Microsoft Visual Basic을 사용한 DB Application을 개발하였다.

1. 프로그램 초기화면

시스템이 구동되었을 때, 사용자가 무엇을 해야 할 지에 대한 의사 결정을 도울 수 있도록 하는 것이 본 화면의 목적이다. 또한, 본 화면을 통하여 즉각적으로 본 시스템의 사용 목적 및 범위가 드러날 수 있도록 간결하고, 인상적으로 디자인 하였다. 시스템 구동 시, 시스템 사용 가이드를 통하여 쉽게 해당 작업을 수행할 수 있도록 유도한다. 제시되는 항목은 실험 데이터 등록, 실험 데이터 조회, 실험 데이터 상세 검색, 실험 데이터 수정 및 삭제이다.



Database Application 초기화면

2. 실험 정보 등록

실험 데이터 등록, 피험자 기본 정보 등록, 피험자 신체 정보 등록의 세부부분으로 이루어져 있다. 실험 데이터 등록 화면은 실험 제목 및 실험에 대한 일반적인 사항을 등록하는 화면이다. 실험 중에 생길 수 있는 다양한 형식의 데이터를 수렴할 수 있도록, 외부 파일(.hwp, .doc, .ppt, .txt 등)을 첨부할 수 있도록 설계되어 있다. 실험 정보 등록에 있어서, 실험 사항을 직접 입력하는 부분과 이미 작성된 문서를 첨부하는 두 가지 방식을 모두 지원한다. 실험정보등록을 하기위한 방법은 다음과 같다.

가. 실험등록

데이터를 입력하기 우선 실험코드 및 실험제목 그리고 키워드를 기입한다.

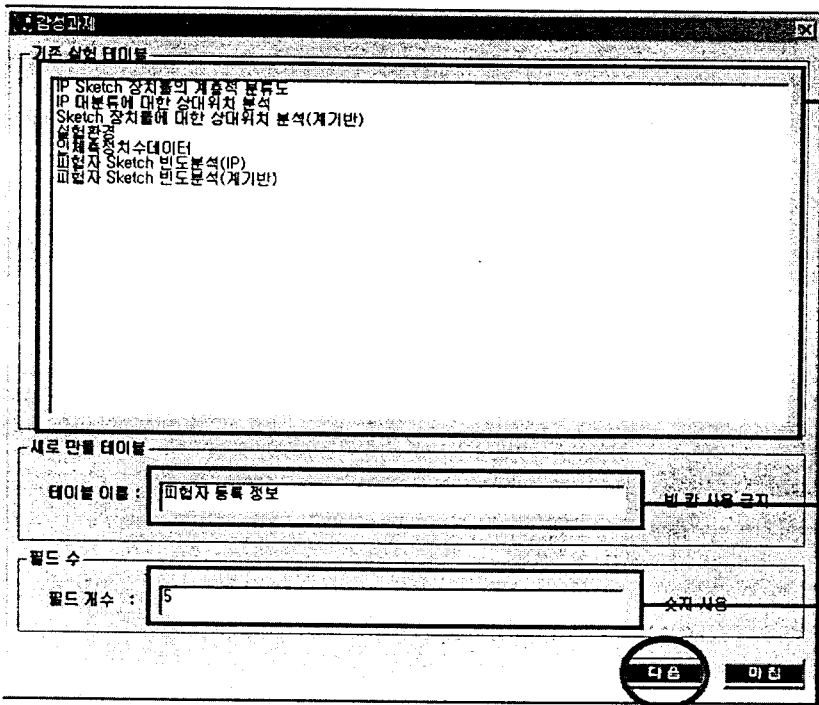
입력초기화 : 입력란을 초기화 시킨다.

입력 : 실험 코드와 실험 제목 그리고 키워드를 저장한다.

마침 : 현재 입력 폼을 닫는다.

나. 테이블생성

다음의 그림과 같이 테이블 이름과 필드 수를 입력한다.



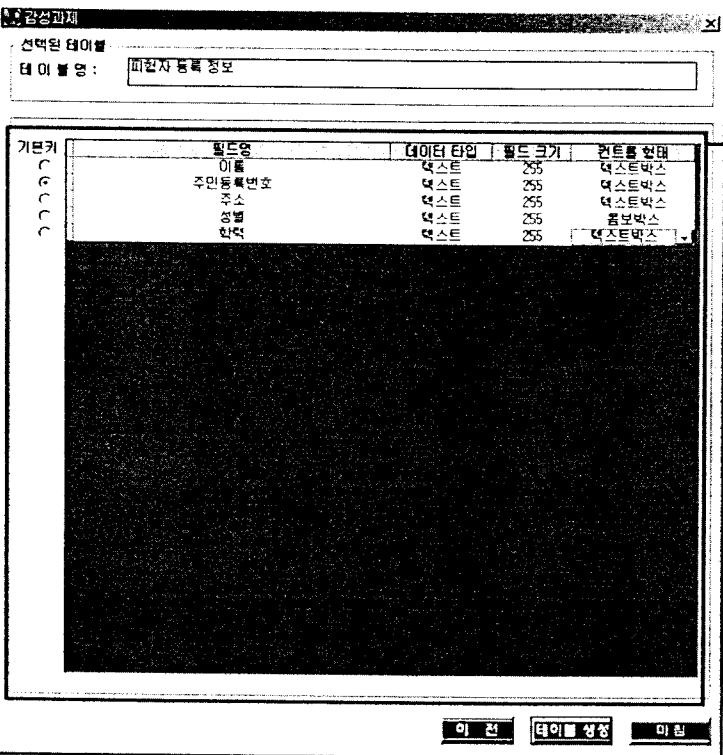
기초 실험 테이블 명 List화 하여 Display 된다.

다음
테이블 이름과 필드 수를 입력 후 다음 버튼을 누릅니다.

마침
현재 입력 폼을 닫는다..

테이블 이름을 입력한다..

필드 수는 숫자만을 사용한다.

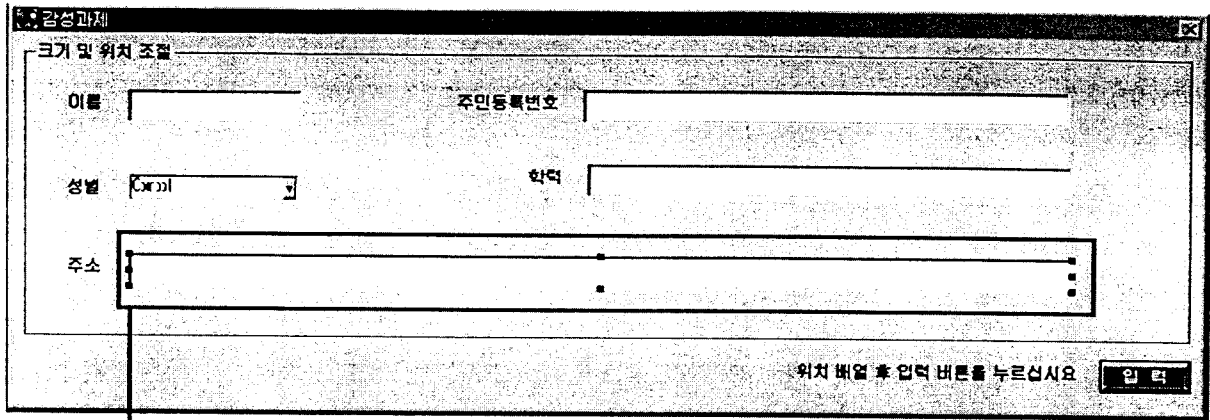


필드 명과 데이터 타입, 필드 크기 및 컨트롤 형태를 입력 또는 선택 후 테이블 생성 한다.

이전
테이블 명이나 필드 수를 잘못 입력 시 이전으로 돌아간다.

데이터 생성
입력한 테이블 명과 필드 명으로 테이블을 생성 한다.

마침
현재 입력 폼을 닫는다.

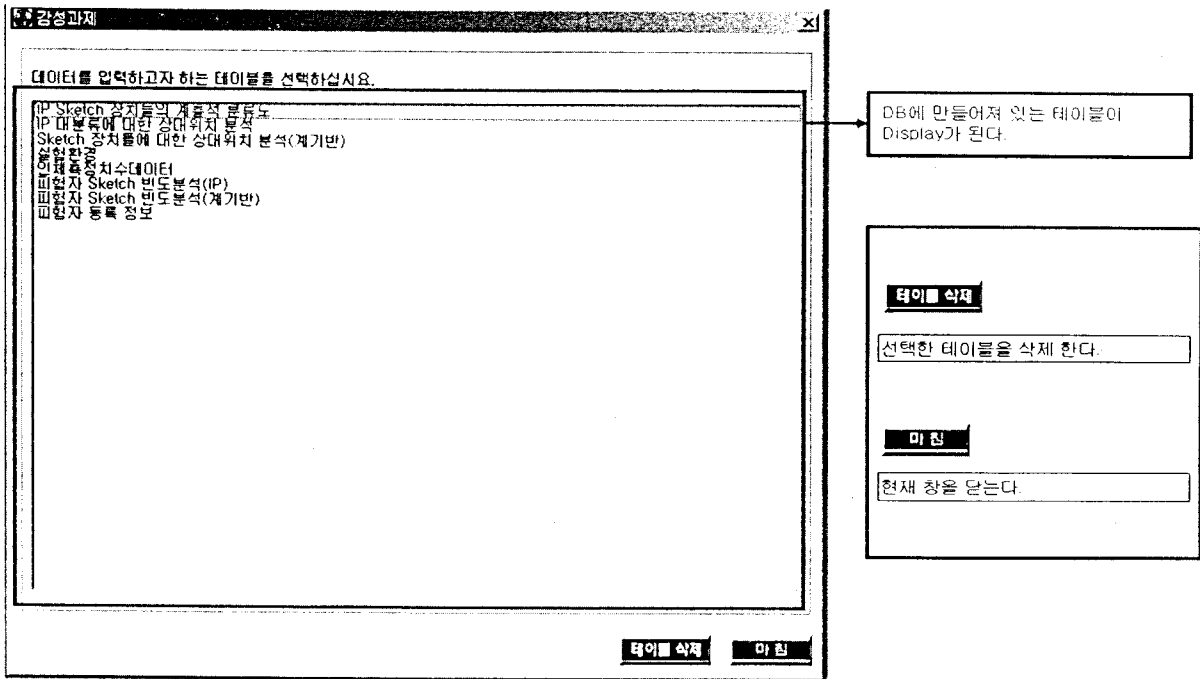


사용자가 입력할 품의 형태를 사용자 스스로 만듭니다.

입력
컨트롤들의 크기와 위치를 조절 후 입력 버튼을 누릅니다.

다. 데이터 입력

테이블생성 과정에서 만들었던 테이블명이 Display창에 나타난다.



Display창에 있는 테이블명을 클릭하면 다음의 그림과 같이 사용자가 디자인한 품의 형식으로 입력창이 나타난다.

입력 할 데이터는 선택 후 실험 코드나 실험 제목을 선택하고 나머지 데이터를 입력한다.

위치변경
입력 품의 위치를 변경 할 때 사용한다.

입력초기화
입력 품을 초기화 한다.

입력
데이터를 입력 한다.

미입력
현재 입력 품을 닫는다.

파일 종류 : 텍스트 파일(txt), MS워드(doc), 엑셀(xls), 파워포인트(ppt) 파일

파일을 첨부하거나 첨부한 파일을 삭제 할 때 사용한다.
파일 종류 : 텍스트 파일(txt), MS워드(doc), 엑셀(xls), 파워포인트(ppt)

라. 테이블 연결

서로 연관된 데이터를 연결해 주는 방법이다.

조인된 테이블 List

조인 삭제
조인된 List 중 삭제할 항목을 선택하고 클릭한다.

Parent Table과 Child Table을 선택한다.

리스트에 나온 필드명 중에 조인할 필드명을 더 클릭한다.
단, 필드명이 동일한 경우

데이터베이스를 클릭한다.

조인할 필드	Parent	Child
Parent	번호	번호
Child	번호	번호

리스트에 나온 필드명을 더블 클릭 하십시오.

마. 장비등록

실험 코드 및 실험 제목 선택
: 해당 실험 코드나 실험 제목을 선택한다.

데이터 입력
: 해당 데이터를 입력한다.

파일을 첨부 또는 삭제
: 해당 이미지들 첨부 또는 삭제 한다.

저장
: 입력한 데이터를 저장한다.

파일을 첨부하거나 첨부한 파일을 삭제할 때 사용한다.
파일 종류) JPG 파일

입력초기화
데이터 입력란을 초기화 한다.

입력
입력한 데이터를 저장한다.

미입
현재 폼을 닫는다.

3. 데이터 검색

검색창은 다음의 그림과 같이 구성되어있다.

키워드 검색을 할 것인지를 표시한다.

검색할 실험 코드 또는 실험 제목이나 키워드를 선택한다.

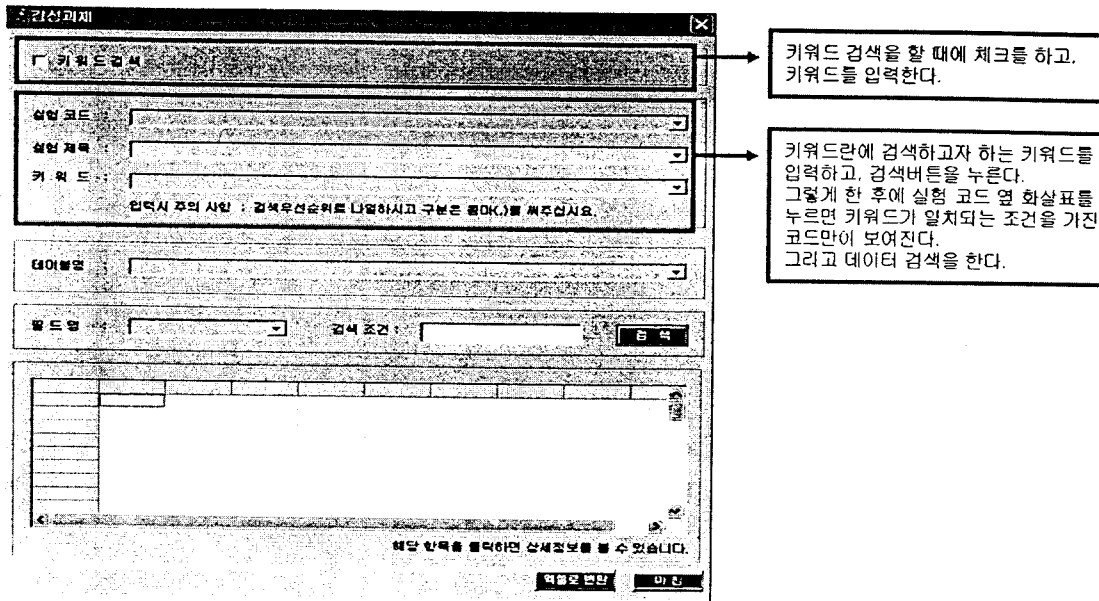
검색할 테이블 명을 선택한다.

조건 검색을 하고자 할 때 사용한다.

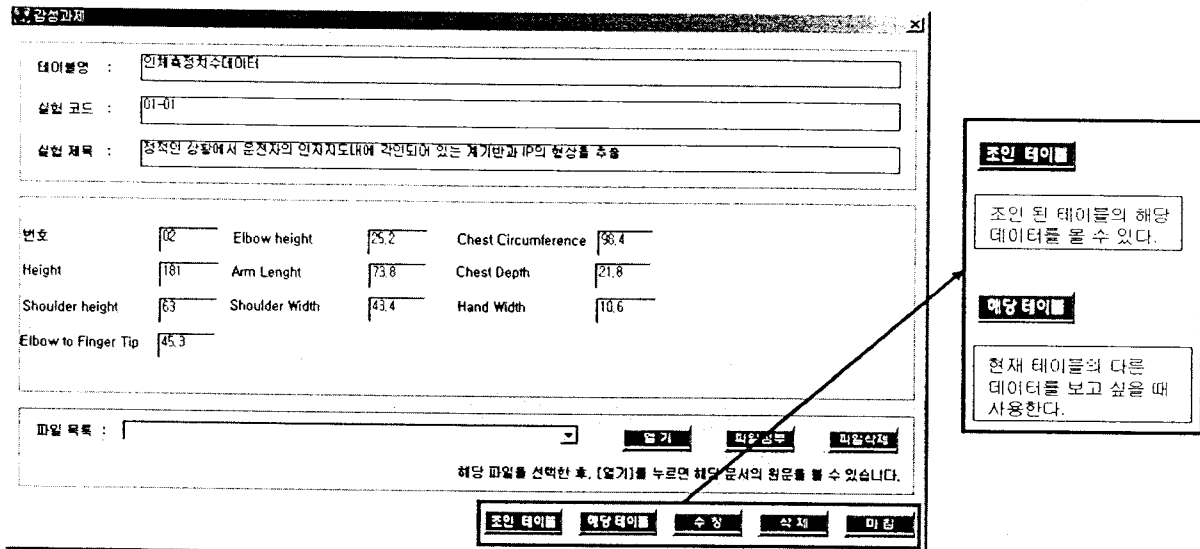
역설로 변환
검색된 데이터를 역설로 변환한다.

미입
현재 폼을 닫는다.

검색 조건에 따른 목록을 Display 하고 해당 항목을 선택 시 상세정보를 보임



가. 해당항목을 선택했을 경우



나. 조인 테이블을 선택했을 경우

(사용자가 조인된 테이블의 데이터를 검색하고 싶을 경우)

테이블명 : 피합자 Sketch 빈도분석(IP)

f_Code	f_Jd	번호	Sketch	No Sketch
01-01	2	02	이 비상등	이 카세트

해당 항목을 클릭하면 상세정보를 볼 수 있습니다.

마침

조인된 테이블의 목록이 폼보 박스에 나열 되고, 폼보 박스를 선택 시 해당 데이터를 Display 한다.

해당 항목을 클릭하면 상세 정보를 볼 수 있다.

다. 해당 테이블을 선택했을 경우

(사용자가 현재 테이블의 다른 데이터를 검색하고 싶을 경우)

테이블명 : 인체 측정치수데이터

f_Code	f_Jd	번호	Height	Shoulder	Elbow to	Elbow he	Arm Leng	Shoulde
01-01	1	01	166	58.9	42.9	24.5	69.8	40.
01-01	2	02	181	63	45.3	25.2	73.8	43.
01-01	3	03	179	63	46.2	25.6	74	42.
01-01	4	04	170	62.1	43.9	25.4	71.1	37.
01-01	5	05	168	58.2	42.6	27.7	69	41.
01-01	6	07	175	62.6	45	26.6	73.3	42.
01-01	7	08	164	57.5	42.3	22.9	65.2	39.
01-01	8	09	182	57.7	47.8	21.3	75	41.
01-01	9	10	171	65.3	43.7	31.2	68.8	47.
01-01	10	11	163	54.7	42.2	20.8	65.4	40.
01-01	11	12	177	63.8	46.1	28.5	72	36.
01-01	12	13	173.7	60.7	44.4	23.8	70.4	40.
01-01	13	15	165	61.3	42	26.7	68.2	33.
01-01	14	16	186	63.6	50.1	25.7	76.9	45.
01-01	15	17	175	65.1	45	27.5	73.4	40.
01-01	16	18	167	59.5	42	26.1	69	41.
01-01	17	19	182	64.8	45.4	28.1	71.3	36.
01-01	18	20	172	58.3	45.3	22.5	72	41.
01-01	19	21	177	62.1	44.1	28.2	68.9	40.
01-01	20	23	161	54.5	39.7	23.7	62.7	35.

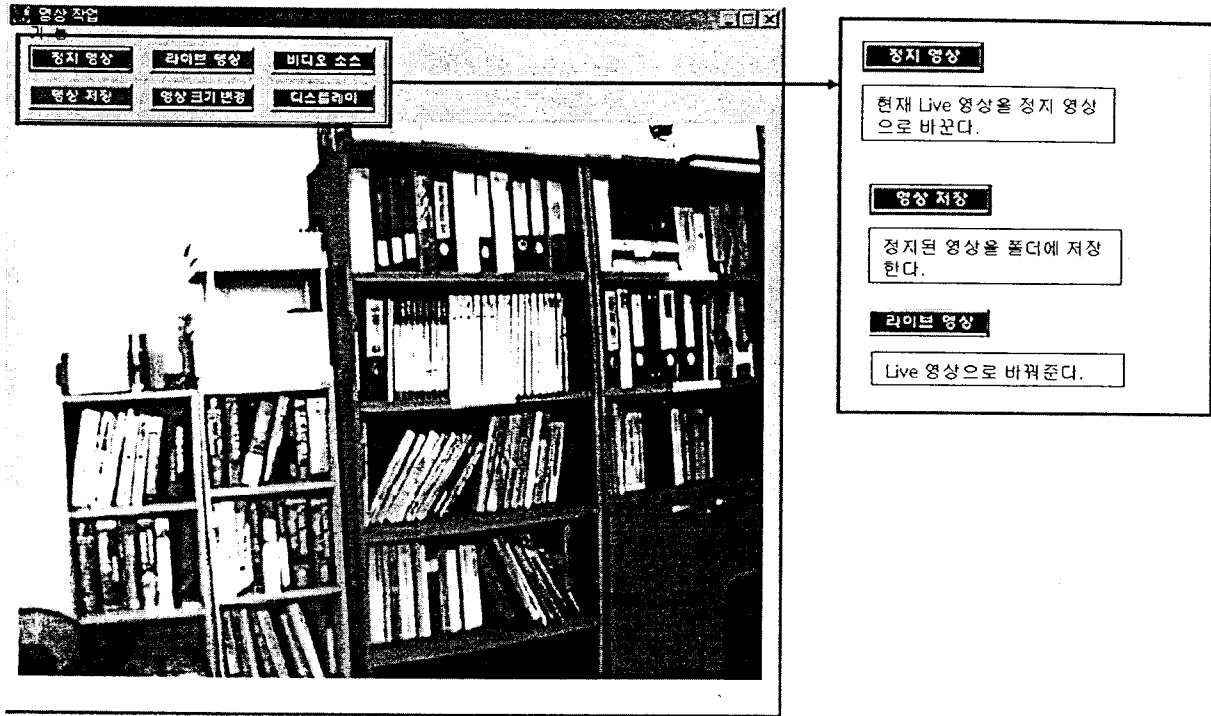
해당 항목을 클릭하면 상세정보를 볼 수 있습니다.

마침

현재 테이블 명과 데이터를 Display 한다.

해당 항목을 클릭하면 상세 정보를 볼 수 있다.

4. 이미지 캡처



제4절 매뉴얼 개발

1. 매뉴얼 내용

매뉴얼에 포함된 내용을 서술하자면 다음과 같다.

- 제작된 Cockpit 및 실험 제시기의 사용방법 및 평가방법
- DB사용에 필요한 Application의 사용방법
- 실험 방법 및 가이드라인
- 데이터 분석 방법 및 가이드라인

매뉴얼은 자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성평가 및 관련 DB개발에 관련된 실험방법 및 분석에 관한 매뉴얼과 가변형 운전 시스템 매뉴얼 두가지로 제작하였으며 현재 ISO 품질경영매뉴얼 작성지침에 따른 매뉴얼로 편집중이며 현재 작성된 매뉴얼은 다음의 그림과 같다.

가. 실험방법 및 분석에 관한 매뉴얼 (부록 I)

자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성평가 및 관련 DB 개발
(실험방법 및 분석에 관한 매뉴얼)

아주대학교 인간공학연구실

■ 실험 제목

운전자의 Instrument Panel 에 대한 인지지도 측정에 관한 연구

1. 연구 목적

운전자의 인지특성에 관한 연구

2. 측정 방법

Sketch Map Method

Sketch Map Method 는 여러 인지심리학자들이나 다른 분야의 학자들에 의해 쓰이고 있는 방법으로서 상당히 간단하고 직관적인 분석으로 외적표현에 대한 운전자가 인지하고 있는 IP 의 형상을 추출하기 위한 방법이다. 즉 운전자에게 자신이 생각하고 있는 IP 의 형태를 백지 위에 Sketch map 을 작성하게 함으로써 인지지도 내에 각인 되어있는 IP 의 형태를 개략적으로 추출하는데 있다.

3. 실험 절차

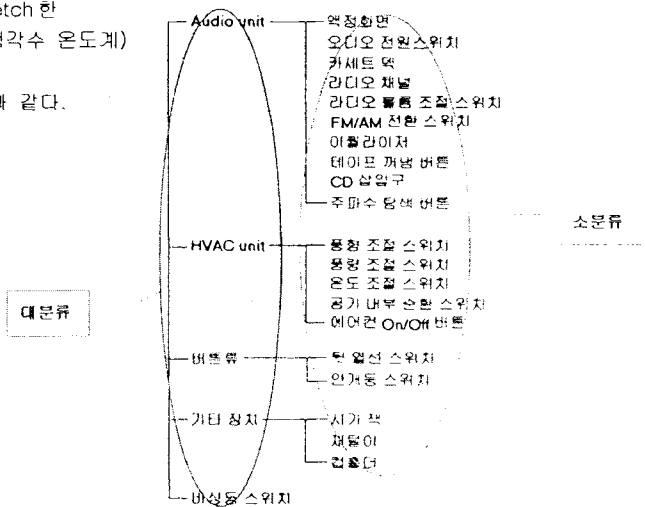
- 1) 피험자를 선정한다.
- 2) 실험절차 및 방법에 대한 교육을 실시한다.
- 3) 피험자 신상정보 및 운전경력, 차량 보유여부에 대한 조사를 실시한다.
 - 차량 보유자의 경우 - 보유차량의 차종 및 연식을 기록하게 한다.
 - 차량 미 보유자의 경우 - 가장 많이 운전해본 차량의 차종 및 연식을 기록하게 한다.
 (이름, 성별, 나이, 시력(교정/비교정), 면허취득년, 운전경력, 차량소유(유/무), 차량명, 년식, 배기량, 제조회사, 변속기(수동/자동), 개조여부, 1개월주행(km), 누적주행(km))

5. 상대위치분석

피험자들의 인지지도 내에 각인 되어 있는 IP 형상을 추출해 보기 위해 map 상에서의 상대위치 분석을 실시

1) Sketch 이미지 상의 장치들의 Map 상에서의 상대위치를 분석하기 위해 계층적 분류를 하였다.

- 계기반의 경우 피험자들이 가장 많이 Sketch 한 4 가지 장치(속도계, 타코미터, 연료계, 냉각수 온도계) 들에 대하여 분석을 실시
- IP 에 대한 계층적 분류도는 다음의 그림과 같다.



나. 가변형 운전 시스템 매뉴얼(부록 II)

1.1.2 이송 시스템 제작도

상하 방향 이송을 위한 이송 방식 메커니즘은 screw-lead 방식을 사용하였고 DC geared motor의 제어를 통하여 구현하도록 하였다. 전후 방향 거리 조정은 시트의 이동으로 조정할 수 있으므로 이송 장치를 만들지 않았다. 스티어링 휠의 상하방향 이송장치 제작도는 그림 12와 같고 주요 상세도는 그림 13과 같다.

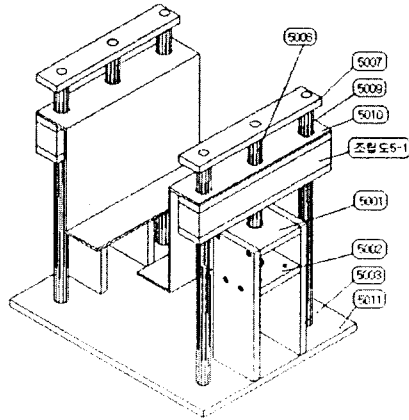


그림 12 스티어링 휠 상-하 방향 이송 장치 조립도

[참고 도면 번호]

조립도 5, 5001, 5002, 5003, 5007, 5008, 5009, 5010, 5011

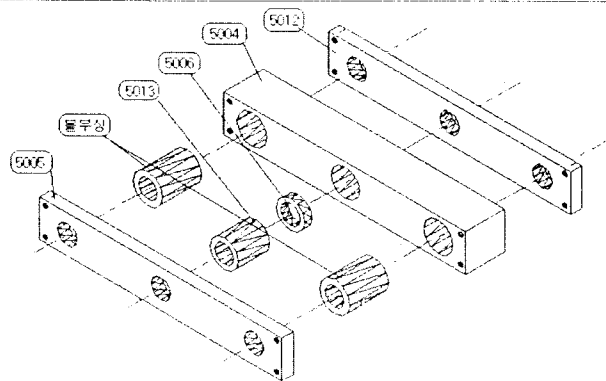


그림 13 조립도 5의 상세도

[참고 도면 번호]

5004, 5005, 5006, 5012, 5013

제5절 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 개발(위탁과제)

1. 서론

가. 연구의 배경 및 필요성

생활소득의 향상에 따라 인간은 제품의 기본적인 요구조건을 넘어 사용성과 감성을 충족시켜주기를 원하고 있다. 자동차의 경우 인간에게 이동수단을 제공할 뿐만 아니라 레저생활 및 작업대상으로서 인간과 매우 밀접한 관계에 있다. 그러나 인간은 자동차를 이동 및 운송수단으로서의 기본적인 역할뿐만 아니라, 운전시의 즐거움, 마음을 편히 할 수 있는 공간의 확보 또는 자기 개성의 표현 등 많은 요구 사항을 가지고 있다. 즉, 각종 첨단기술의 발전에 따라 자동차의 성능이 크게 향상되고 있음에도 불구하고 사용상의 불편함을 느끼는 소비자들이 늘고 있다.

자동차의 man-machine system의 interface를 이루는 Display panel, Center fascia, Steering wheel, Rear view, Gear, Power window switch, Seat 등과 이들의 Layout은 운전자의 안락감과 밀접한 부분으로 알려져 있으며, 따라서 이러한 설계요소들의 Man-machine interface의 최적화를 위한 인간공학적 접근이 필요하다. 자동차의 인간공학적인 연구는 미국을 중심으로 이루어져 오고 있으며, 국내에서는 Display panel, Warning control, Seat, 시계성 등에 대한 사용성 평가와 모델링 평가를 통한 연구가 진행되어왔다.

운전자세는 조종장치들의 위치, 시야 범위, 그리고 천장 쪽의 가용공간 등의 조절 가능성 뿐만 아니라 시트면의 형상, 쿠션성, 등판과 좌판의 각도, 요추지지와 같은 시트 특성들에 의해 결정되고 영향을 받는다. 그러므로 운전자세는 자동차 시트 및 내부 조종장치의 레이아웃 결정에 있어서 매우 중요한 부분이다. Rebiffe는 작은 사람부터 큰 사람에 이르는 운전자들을 모두 수용할 수 있는 운전대와 페달들에 대한 안락한 영역을 제시하였다[Rebiffe, 1969]. 이와 비슷한 연구가 Preuschen과 Dupuis, 그리고 Verriest에 의해 행해졌다. 비록 이 연구들의 결과들은 선호하는 안락함을 느끼는 각도의 범위가 매우 넓고 실제적인 3차원상의 각도가 아니라 2차원 상에서의 평면 각도였지만 이 연구들은 초기의 자동차 내부 설계자들에게 매우 중요한 지침을 제공하여 주었다[박세진, 1995].

또한, 운전자세와 조종장치의 적합한 위치에 대한 연구로서, Drury와 Searle은

트럭 운전자를 위한 운전자세와 조종 장치들의 선호 위치에 대해 연구하였다[C. G. Drury et al., 1965]. 이 연구에 따르면 그 최적 위치의 범위가 매우 넓게 분포되어 있었다. Verriest는 운전자들이 가장 선호하는 운전자세의 변수들을 측정할 수 있는 가변적인 시험장치를 소개하였다[J. P. Verriest, 1986]. 또한, Schneider등은 운전자의 선호하는 시트 위치 결정에 페달의 위치와 운전대의 위치 사이에 복합적인 상호 작용을 보여주었다[J. W. Schneider, 1979]. 이러한 복합적인 상호작용을 간과하지 않기 위해 Grandjean(1980)은 기존의 Seat의 Configuration에 의한 안락감 연구의 문제점을 지적하고 Seat, Pedal, Steering wheel의 3가지를 고려하여 눈의 위치(Eye Point: EP), 발의 위치(Accelerated Heel Point: AHP), 손의 위치(Steering Wheel Point: SWP) 등을 이용한 이론적 모델을 이용하여 운전환경 설계 요소들간의 위치에 따른 최적자세를 도출하였다. 이와 같이 실제 운전자의 안락감은 Seat, Pedal, Steering wheel 등이 종합적으로 고려되어야 할 뿐만 아니라 각종 조작장치(Audio, Switch, ...)도 함께 연구되어야 한다.

따라서, 자동차의 실물크기의 모형에 앉아서 가속기, 각종 제어장치 그리고 조향장치들을 실내차량 내에서처럼 Simulation 할 수 있는 Seating Buck이 필요하다. 미국의 경우 운전자/차량 상호작용 및 인간공학 연구, 고속도로 교통안전연구, 건강 및 신체적 장애요소가 안전 및 이동에 미치는 영향, 지능차량/고속도로 시스템 연구 및 시험, 고속도로 설계 및 안전평가 등의 다양한 연구를 진행하기 위하여 National Advanced Driving Simulator(NADS)를 아이오와 대학에 설치하였으며, 다양한 3D시나리오, 교환 가능한 Cab, 6 자유도, 고성능 음향장치 등의 기능을 가지고 있다. 국내의 경우 시뮬레이터 관련 장비는 연구용이나 훈련용 또는 오락용 모두 수입에 의존하고 있으며, 자동차 Simulator의 경우 일부 기능만을 구현하는 Simulator가 활용되고 있다.

따라서, 인간공학적인 자동차 설계를 위하여 다양한 자동차 실내 모의환경을 종합적, 통합적으로 제시하고, 구현할 수 있는 실험 장비 필요하며, 사용 편의성 및 감성을 측정, 평가할 수 있는 실험장치가 필요하다.

나. 연구의 목표

운전자의 감성 및 사용성, 안전성 등을 고려한 사람과 자동차 사이의 optimum Interface 설계에 대한 연구가 필요하다. 즉, 새로운 자동차의 설계 개발시 Seat, Pedal, Steering wheel, Lever 등의 각종 조작장치는 운전자의 안전과 안락함을 보장할 수 있도록 설계 및 배치되어야 한다. 실내조작장치 구현시스템은 자동차 관련 연구의 입자가속기와 같은 역할로써 그 필요성이 있다.

따라서 본 연구의 목표는 통합 동적환경 제시시스템 내에서 다양한 자동차 실내 환경을 재현할 수 있는 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 개발하는 것이다.

2. 자동차 실내 조작장치의 종류별 조사 및 분류

가. 자동차 실내 조작장치 종류

자동차 실내 조작장치는 방향을 전환하기 위한 스티어링과 변속을 위한 기어 손잡이, 가감속을 위한 페달과 각종 스위치로 이루어져있다. 스티어링과 기어 손잡이, 페달은 자동차를 조정하기 위한 장치이면서 동시에 자동차의 주행 상태와 엔진의 상태, 즉 속도, 가속도, 노면의 상태 등을 감각적으로 전달하여 주는 장치이다. 본 연구에서는 다음과 같이 조향장치, 제동장치, 동력전달장치, 전기장치, 원격조정장치로 나누어 접근하였다.

(1) 조향장치

조향장치(steering system)는 자동차의 진행 방향을 임의로 바꾸기 위해 조향을 하는 장치이다. 운전자가 직접 조향조작을 하여 그 조작력을 조향 기어 및 링크 등에 전달하는 조작기구 부분, 조향축의 회전을 감속하여 조작력을 크게 함과 동시에 조작기구의 운동방향을 바꾸어 링크기구에 전달하는 기어장치 부분, 기어 기구의 작동을 앞바퀴에 전달하고 또 좌우 바퀴의 관계위치를 바르게 지지하는 링크 기구 부분등의 3가지 기구로 구성되어 있다.

(2) 제동장치

제동장치(brake system)는 주행하는 자동차를 감속 또는 정지시킴과 동시에 주

차상태를 유지하기 위해 사용하는 중요한 장치이며, 일반적으로 마찰력을 이용하여 자동차의 운동 에너지를 열에너지로 바꾸어, 그것을 대기 속으로 방출시켜 제동작용을 하는 마찰식 브레이크를 사용하고 있다. 제동장치에는 주행할 때 사용하는 주 브레이크(service brake)와 자동차를 주차할 때 사용하는 주차 브레이크(parking brake)가 있으며, 주 브레이크는 운전자가 발로 조작하기 때문에 foot brake라 하고 주차 브레이크는 보통 손으로 조작하기 때문에 핸드 브레이크라 한다. 브레이크 장치의 조작기구는 로드나 와이어를 사용하는 기계식과 유압을 이용하는 유압식이 있으며, 일반적으로 주 브레이크는 유압식이고 주차 브레이크는 기계식을 사용하고 있다.

(3) 동력전달장치

동력 전달장치는 기관에서 발생된 동력을 구동바퀴(drive wheel)에 전달하기 위한 장치로 클러치(clutch), 변속기(transmission), 추진축(propeller shaft), 종감속 기어(final reduction gear), 차동장치(differential), 액슬 샤프트(axle shaft) 등으로 구성되어 있다. 클러치는 플리이 휘일과 변속기 입력축 사이에 설치되어 변속기로 전달되는 기관의 동력을 필요에 따라 단속하는 일을 하며 기관을 시동할 때 또는 변속기의 기어를 변속할 때에는 기관과의 연결을 끊고, 발진할 때에는 기관의 동력을 서서히 연결하는 일을 한다.

(4) 전기장치

(가) 등화장치

자동차의 등화장치(lighting system)는 대상물을 잘 보는 것을 목적으로 하는 조명기능과 다른 차나 기타 도로 이용자에게 자기차의 주행 상태를 알리는 것을 목적으로 하는 신호기능을 갖는다. 전조등(head lamp)이나 안개등(fog lamp)은 조명을 목적으로 한 것이고 방향지시등(turn signal lamp), 후미등(tail lamp), 제동등(stop lamp) 따위는 신호를 목적으로 한 것이다. 신호 및 표지용 램프는 그 사용 목적에 따라 구조와 기능은 다르나 공통된 요구 성능을 종합하면, 너무 어둡지 않고, 너무 밝아서 눈부시게 하지 않고, 불빛의 색이 선명하고, 점멸하는 것은 점멸 신호가 정확하게 전달되어야 한다.

(나) 계기장치

자동차의 계기는 자동차의 주행 상태와 각 장치의 작동에 관한 정보를 정확하게 운전석에 전달 표시하여 운전자에게 알려, 자동차를 안전하게 운행하고, 정비 및 점검을 예고하여 사고를 미연에 방지하게 하는 장치이다. 표시 방법은 지침식 계기와 표시등이 있으며 최근에는 전자회로를 이용한 전기식미터, 발광 다이오드, 형광 표시판 등의 새로운 형식을 채용하여 숫자(digital) 표시나 bar 그래프 표시도 쓰고 있다.

자동차용 계기에는 속도계(speedmeter), 적산거리계(total counter), 구간거리계(trip counter), 운행 기록계(tachograph), 속도 경고장치(speed warning device), 기관 회전계(engine tachometer), 수온계(water temperature gauge), 유압계(oil pressure gauge), 연료계(fuel meter), 전류계(ammeter)등이 있다.

(다) 냉난방장치

냉난방 장치는 모든 기후와 주행 조건에서 자동차에 승차한 사람에 쾌적한 환경을 갖게 하고 또 유리창이 흐리거나 서리가 끼는 것을 방지하여 운전자의 시계를 확보하여 안전하고 쾌적한 운전을 할 수 있게 하는 것이다.

(라) 기타 전기장치

기타 전기장치로는 다른 자동차나 보행자에게 주의를 주고자 할 때 사용하는 경음기(horn), 비 또는 눈이 올 때 운전자의 시계가 방해되는 것을 막기 위해 앞면 유리를 닦아내는 일을 하는 윈드 시일드 와이퍼(wind shield wiper) 등이 있다.

자동차 실내 조작장치의 분류, 기능 및 조작방법에 대한 도표는 표 5.1.1과 같다.

표 5.1.1 자동차 실내 조작장치의 분류

구분	조작장치	기능 / 조작방법	비고	
조향장치	Steering Wheel	조향축의 회전	Power Tilt	
제동장치	Foot Break	Pedal		
	Parking Break	Lever + Button		
동력전달 장치	Clutch	Pedal		
	변속레버	Lever		
전기장치	등화 장치	실내등(룸램프, 맵램프, 리어 룸램프), 방향지시등, 비상점멸등, 위험신호등		
	계기 장치	연료계, 속도계, 적산거리계, 구간거리계, 충진경고등, 주행비임 표지등		
	냉난방 장치	Aircon Heater	풍향조정, Aircon/Heater 선택 온도 조절, 외부 공기 유입 선택	
	오디오	Cassette		
		Equalizer		
		CDP		
	기타	경음기	button	
		Wiper	Dial식 미세속도조정 Lever (Off, 속도조정)	
		Power Window	Pull Up / Push Down One Touch	
		사이드미러	Button	접이식 전동식
원격조정 장치	트렁크	Button, Lever		
	본넷	Button, Lever		
	연료 주입구	Lever		

나. 자동차 실내 조작장치의 조작방식과 위치에 따른 비교

(1) 자동차 실내 조작장치의 조작방식에 따른 비교

사이드 미러는 전동식과 수동식으로 분류할 수 있다. 표 5.1.2에 사이드 미러의 기능과 조작방법을 제시하였다. 윈도우 개폐장치는 전동식과 수동식이 있으며, 이에 대한 조작방법을 표 5.1.3에 제시하였다. 카오디오 시스템은 기본적으로 카세트와 라디오로 구성되며, 옵션으로 전자 이퀄라이저, CDP 등이 추가될 수 있다. 표 5.1.4에서 카세트와 라디오, 이퀄라이저를 중심으로 카오디오 시스템의 기능과 조작방법을 제시하였다. 자동차의 냉난방 장치에는 크게 에어컨, 히터, 외부공기 유입조절기 등이 있으며, 표 5.1.5에 냉난방 장치의 기능과 조작방법을 제시하였다.

표 5.1.47 사이드 미러의 기능분류

기 능		조 작 방 법	비 고
전동식	rotate, tilt	button 4EA	
	좌, 우 미러 선택	button	
	부착 위치	센터페시아 하부 or 핸들 좌측 통풍구 하부	
수동식		조작 레버	

표 5.1.48 윈도우 개폐장치의 분류

기 능	조 작 방 법	비 고
power window	Pull Up & Push Down or One Touch	
수동식	조작 핸들	

표 5.1.4 카오디오 시스템의 기능별 분류

조작장치	기능	조작방법	비고	
Audio System	Cassette /Radio	전원, Volume 조정	button + dial	
		저음, 고음 조절기	button + dial	
		AM/FM 선택	button	
		자동방송기억	button	
		방송기억	button	
		SEEK/SCAN	자동방송선택 버튼(라디오) FF/REW(카세트)	
		빨리감기/되감기	button	
		TUNE	button	
		테이프/라디오 선택	button	
		테이프면 선택	button	
	테이프 빼냄	button		
	전자 이퀄라이 저	Memory Free Set	button	
		선택된 주파수 레벨조정 (G-EQ 모드)	Up/Down button	
		주파수 레벨 변경	button	
		패턴선택	button (JAZZ, CLASSIC, VOICE, ROCK)	
		음레벨 표시	button	
		레벨표시크기 축소	button (SPEC ANA 모드)	
		이퀄라이너 ON/OFF	button	

표 5.1.5 냉난방 장치의 기능분류

기능	조작방법	비고
에어컨 On/Off	button (Aircon ↔ Heater)	
풍향 조정	수평 slider, dial, button	
온도 조절	dial (Off, 1, 2, 3)	
외부 공기 유입	수직/수평 slider, button	
앞 유리 열선 On/Off	button	

(2) 자동차 실내 조작장치의 위치에 따른 비교

차종별 상이한 설치위치를 가지는 조작장치는 전동식 사이드미러, 비상등 버튼, 트렁크 개방장치 등이 있으며 표 5.1.6에 각 설치위치를 제시하였다. 또한, 차종별 동일한 설치위치를 가지는 조작장치는 Steering wheel, Wiper lever, Light lever, 방향지시등, 냉난방 장치, 계기판, 변속레버, 실내등, 경음기 등이 있으며 표 5.1.7에 각 설치위치를 제시하였다.

표 5.1.6 상이한 설치위치를 가지는 조작장치

조작장치	설치 위치	비고
전동식 사이드미러	좌측 arm rest, 센터페시아 하부, 핸들 좌측 통풍구 하부	
비상등 버튼	운전석 전면 센터페시아 내부	
트렁크 개방 장치	페달 하부 좌측 arm rest	

표 5.1.52 동일한 설치위치를 가지는 조작장치

조작 장치	설치 위치	비 고
Steering Wheel	운전석 전면	
wiper lever	핸들 우측	
light lever	핸들 좌측	
방향지시등	핸들 좌측	
냉난방 장치	센터페시아	
계기판	운전석 전면	
변속레버	핸들 우측	
실내등	천장	
경음기	Steering Wheel	

3. 실험용 시트 제작

가. 실험용 시트의 설계 및 제작

실험용 시트는 자동차 실내공간 설계 및 시트의 layout 설계시 설계 개념 및 적합성의 평가뿐만 아니라, 최적의 설계안을 도출하기 위하여 필요한 장비로써 여러 용도로 사용될 수 있다.

본 연구에서 자동차 실내 조작장치 구현 시스템을 개발하기 위한 하나의 기초단계로써 관련문헌과 승용차 생산업체의 내부규격을 조사하여 적정운전자세, 선호운전자세를 광범위하게 제시, 조절할 수 있는 실험용 시트를 설계, 제작하였으며, 각 조절 가능한 축은 그림 5.1.1과 같다. 실험용 시트는 지그, 액셀레이터, 시트로 구성되어 있고, 액셀레이터의 높이(3), 앞 좌판의 높이(5), 뒤 좌판의 높이(6), 시트의 Sliding(7), 등판의 높이(9)를 조절할 수 있는 총 5개의 모터가 부착되어 있으며 사용자가 리모콘을 이용하여 상태를 조절할 수 있다. 또한, 쉽게 이동할 수 있도록 지그에 바퀴를 장착하였다.

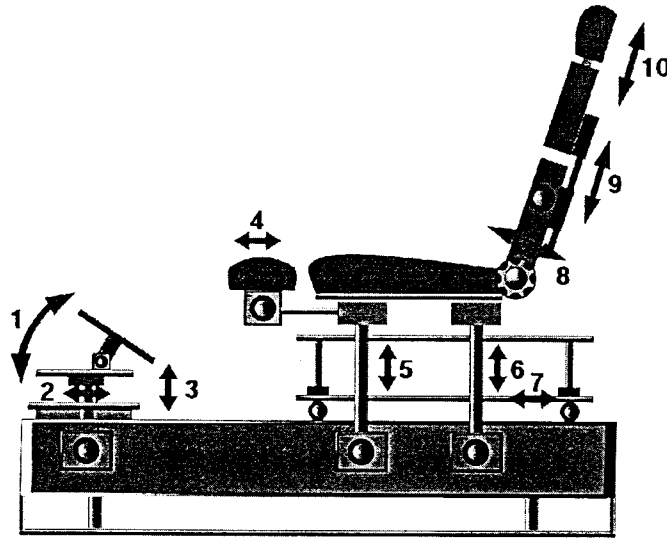


그림 5.1.1 Adjustable Seating Buck

나. 실험용 Seating Buck의 사양

본 연구에서 제작한 실험용 adjustable seating buck의 전경은 그림 5.1.2에 제시하였다. 실험용 Seating Buck의 각 부위별 조절 위치와 범위는 자동차 seat의 dimension을 포함하고 있으며 그 범위는 다음과 같다.

(1) 액셀레이터

- 각도: 수평면 기준 125-180도까지 수동으로 조절이 가능함
- Sliding 거리: 좌판 앞쪽 기준 445-795mm까지 조절 가능
- 높이: 전동식 모터에 의해 지그에서 150-365mm까지 조절 가능

(2) 좌판

- 좌판 깊이: 등판을 기준으로 앞쪽으로 330mm 나간 지점을 절단하여 등판부분과

접하고 있는 뒷부분은 고정시키고 앞부분은 앞쪽으로 슬라이딩이 가능하도록 제작하여 좌판의 깊이의 조절이 가능하도록 하였다.



그림 5.1.2 실험용 시트의 전경

전동식 모터에 의하여 좌판 깊이를 등판으로부터 410-580mm까지 조절가능 하도록 하였으며, 좌판의 폭은 430mm이다.

- 좌판의 앞부분: 좌판의 앞부분 높이를 전동식 모터를 이용하여 각각 조절할 수 있도록 함으로써 좌판의 각도조절이 가능하도록 하였다. 지그에서 185-425mm까지 좌판의 앞부분의 높이 조절이 가능하다.
- 좌판의 뒷부분: 좌판의 앞부분과 동일
좌판의 Sliding: 최대 235mm

(3) 등판

- 등판각도: 시트 왼쪽에 레버를 부착하여 보통의 자동차 시트처럼 각도조절이 가능하게 설계되었고, 좌판과 180도 이루는 범위까지 조절하여 등판을 눕힐 수

있다. 등판의 폭은 490mm이다.

- 등판길이(머리받침 포함): 좌판 면으로부터 위로 350mm 올라간 지점을 절단하여 등판의 위쪽이 위로 sliding이 가능하여 등판길이의 조절이 가능하도록 하였다. 전동식 모터를 이용하여 좌판을 기준으로 587~712mm까지 조절가능 하다.
- 운전자 척추의 측정: 운전자가 운전자세를 취하였을때 필요에 운전자의 운전자세 및 척추 형상은 실제 시트를 제작함에 있어 아주 중요한 요소로서 그 의미를 갖게 된다. 본 Adjustable Seating Buck의 등판부분에 척추 형상을 따라 홈을 파서 운전자의 척추 형상을 측정할 수 있도록 한 그림을 5.1.3에 제시하였다.

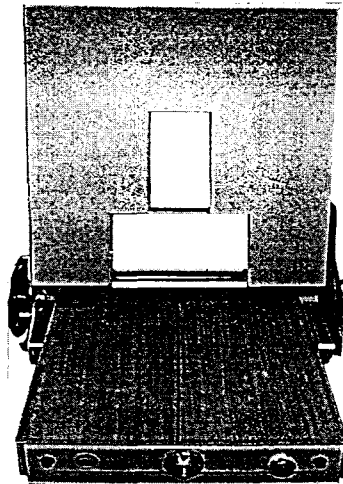


그림 5.1.3 등판모양

(4) 머리받침

- 높이: 등판으로부터 총 30mm의 이동 높이가 조절이 가능하다. 180도까지 앞뒤로 틸팅이 가능하며 나사를 조이는 방식으로 제작되어 어느 각도로도 조절과 고정이 가능하다.

(5) 지그의 설치

- Seating Buck의 기능을 극대화하기 위해서는 실내에서 도로주행 환경까지를 구성하여야만 한다. 이러한 동 환경의 설정은 실제도로 주행 상황을 재현하여 주고 이런 상태에서 각종 장비를 사용하는 측면에 보다 실전에 가까운 결과를 얻어낼 수가 있기 때문이다. 따라서 Seating Buck과 동환경이 서로 연합할 수 있는 지그의 설치는 필수적이라 할 수 있다.

4. 실험 및 결과

가. Adjustable Seating Buck의 평가

(1) Seat 조절량

아래의 표 5.2.1은 실 차량에서 운전자들이 선호하는 Seat의 조절범위를 나타낸 것이다. 주종 차량은 H사 차량으로 각 차종별로 선호하는 seat의 위치를 선택하게 하고 그 range를 정리한 것이다. 여기에서 Adjustable Seating Buck의 조절 범위는 이러한 조절 범위를 모두 초과 할 수 있는 상태가 되므로 Adjustable Seating Buck으로서 실차 Seat의 여타 변화에 따른 범위를 선정 할 수 있다는 것을 의미하는 것이다.

표 5.2.1 차량 Grade 별 시트 조절량

		등판각	좌판각	Sliding	Height
차량A	Mean(SD)	98.7(3.9)	17.3(0.5)	70.7(4.5)	18.2(0.4)
	Range	90.6~115.6	16.1~18.6	64.4~79.6	17.5~20.6
차량 B	Mean(SD)	101.3(4.8)	19.2(2.9)	70.6(4.8)	25.5(3.7)
	Range	91.1~119.4	10.4~26.7	58.0~82.9	17.8~37.3
차량 C	Mean(SD)	101.0(5.6)	17.6(3.3)	72.3(6.7)	20.7(2.6)
	Range	90.9~114.9	11.7~26.9	60.5~86.8	18.0~27.0
차량 D	Mean(SD)	102.1(4.6)	17.1(3.6)	72.7(5.6)	23.3(5.1)
	Range	93.7~111.7	10.3~22.3	62.9~86.2	20.8~28.2
차량 E	Mean(SD)	101.0(3.7)	19.8(2.6)	69.2(4.7)	24.5(2.3)
	Range	93.7~110.4	15.1~24.5	60.6~77.7	19.0~29.2

(2) Adjustable Seating Buck의 조절량

이를 기본 data로 하고 Adjustable Seating Buck을 이용해 Seat 조절량을 확인하기 위해 실제 차량내부 와 물리적으로 동일한 환경을 구성하였다. 여기에서 중심은 핸들로 선택하고 이를 중심으로 하여 각 Seat 끝선의 최대 이동 길이를 맞추고 높이 브레이크 면까지의 길이를 실차와 동일하게 맞추었다. 또한 실험환경은 밀폐된 환경으로 하여 다른 주변 상황에 영향을 적게 받도록 하였다. 인체측정은 신발을 신었을 때와 신발을 벗었을때를 모두 측정했으며 실험은 신을 신은 상태에서 실시하였다.

(가) 실험 환경

차량 실내와 동일환경 구성

핸들크기: 지름 38.4cm

핸들높이: 차량 지면부터 핸들중심까지 65cm

핸들거리: 핸들에서 브레이크까지 거리 59.7cm

(나) 피 실험자

연령: 22~53

키: 143.9~182.8 신급높이: 1.3~9 신급+키: 146~186

운전경력: 0~5년 이상

인원: 남:22 녀:16

표 5.2.2 Adjustable Seating Buck의 조절량

	등판각도	좌판각도	sliding	height
Mean(SD)	109.927(3.2)	5.7763(2.1)	43.8(5.2)	33.5(3.9)
Range	101.8~119	2~11.8	36.4~53.5	11.6~53.9

Adjustable Seating Buck의 조절량은 실차의 그것과 큰 차이를 보이지 않고 있다. 기본적인 차이를 보이는 것은 각 각도의 처음 시작크기에 관한 문제로 실차의 경우 조절 각도를 측정점의 차이에서 나타나는 것으로 보인다. 즉 실차의 경우 측정점이 스폰지에 의해 기준점 자체가 앞으로 튀어나와 있는 부분 때문에 각도 자체가 작은 부분에서 시작되었다는 것이다.

(다) 상관관계: 각 인체특성과 조절 범위와의 상관 관계는 역시 그리 큰 값을 보이지 않고 있다. 이것은 연구동향에서 밝혔듯이 피 실험자들의 능력이 제한되어 있기 때문으로 보여진다. 여기서 가장 크게 나타난 것은 키와 슬라이딩과의 관계로 상관 계수는 0.66을 나타내고 있으며 여기서 신급 높이를 제하였을때는 0.69의 상관성 정도를 나타내고 있다.

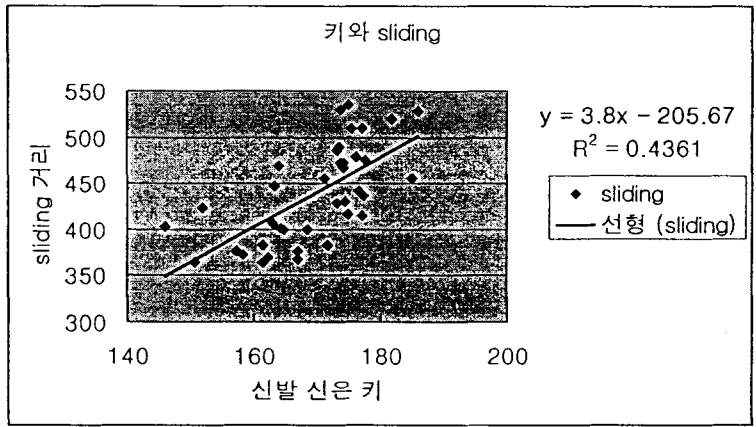


그림 5.2.1 신발신은 키와 Sliding과의 관계

그림 5.2.1에 나타냈듯이 R^2 값이 0.4361의 값을 나타내고 있는데 이 값은 기존 연구 [이 정우, 권 규식., 1998] 등에 의해 연구된 의 0.355보다 큰 수치를 보이고 있다. 또한 회귀식은 $y=3.8x-205.67$ 의 식을 보여주고 있다. 이러한 이유는 스폰지 등에 의해 느끼지 못하는 부분을 Seating Buck에서는 보다 정밀하게 찾아낼 수가 있다는 것을 의미하는 말이 될 것이다.

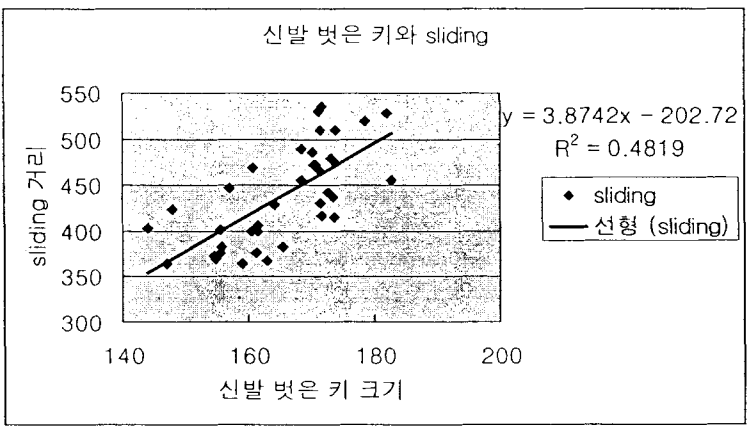


그림 5.2.2 신발 벗은 키 크기와 sliding 과의 관계

키와 sliding과의 관계는 다른 수치에 비해 보다 높은 R^2 값을 보여주고 있다. 특히 신발을 신지 않은 상태의 R^2 값이 신발을 신은 상태의 R^2 값보다 크게 나타나고 있으며 상관계수에 있어서도 비슷한 경향을 보이고 있다. 또한 회귀식 역시 $y=3.8742x-202.72$ 를 보이고 있는데 이값은 $y=3.8x-205.67$ 값과 거의 유사한 값이된

다. 즉 신발을 신었을때의 키와 신발을 벗었을때의 키에 따라 sliding 거리를 추정할때 거의 동일한 값을 보이게 될 것이라는 것을 의미한다.

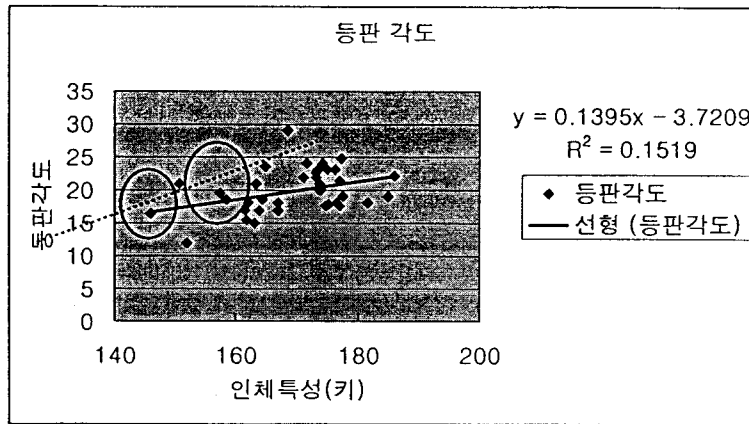


그림 5.2.11 키와 등판 각도와의 관계

키와 (키+신굽높이)와의 상관 계수는 0.39값이 나왔다. 또한 여기에서 R^2 의 값은 0.15의 값을 보여주고 있는데 이 경우 등판 각도와 키와의 관계는 크지 않기 때문 인것으로 보여진다. 그러나 여기에서 추정할 수 있는 것은 160~170사이의 값과 170~180사이의 키를 가진 사람들에 있어서 대체적으로 두개의 점에 몰리는 것을 볼 수가 있다.

이것은 키의 그룹별로 등판각도의 변화를 추정할 수 있다는 것을 의미하며 점선은 두 그룹 중심점을 연결한 직선으로 두 그룹 이상 및 이하의 키를 갖는 집단에 대해서 제시 가능한 등판 각도의 변화량이 될 수 있을 것이다.

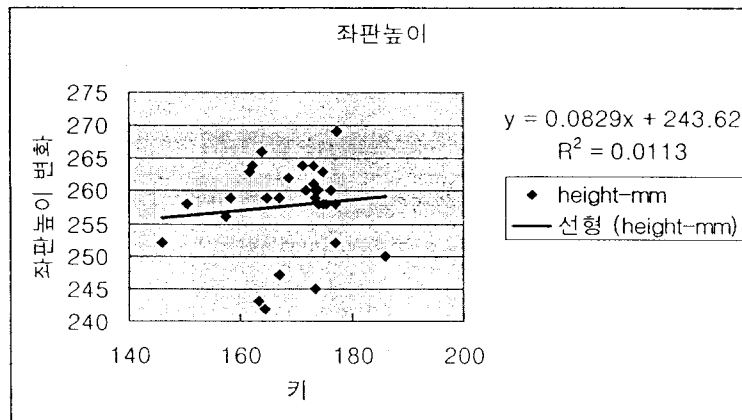


그림 5.2.4 키와 좌판 높이와의 관계

좌판 높이와 키와의 관계에 있어서 이상치를 보이는 값들을 제거하고 R^2 는 0.113을 보이고 있으며 상관계수는 0.11의 값을 얻었다. 이것은 키 및 기타 정보로부터 좌판 높이의 변화를 추정하기란 힘들다는 것을 의미한다. 따라서 좌판 높이 및 각도의 변화를 추정하기 위한 별도의 방법 개발이 필요함을 의미하는 것이다.

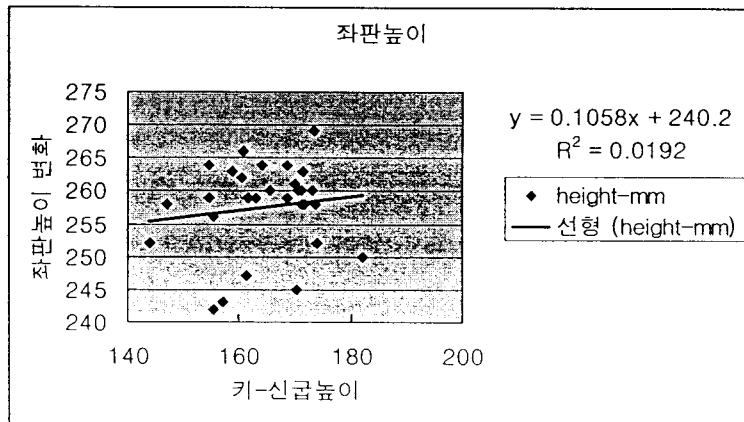


그림 5.2.5 신발벗은 키 와 좌판높이와의 관계

키에서 신굽 높이를 뺀 값들과 height와의 상관계수 역시 낮은 값을 나타내고 있다. 또한 R^2 값 역시 지나치게 낮은 값으로 신발 높이를 포함한 키나 신발 높이를 제거한 키로써 좌판높이의 변화를 추정하기란 부적절 하다는 것이다.

이것은 전설 했듯이 운전자들의 능력에 관한 문제로 그들은 좌판높이의 변화에 따라 편안함 불편함의 변화를 감지하지 못하고 그 변화에 따라 거의 좋다라는 평가를 내리게 됨으로써 특별한 자기만의 선호 높이를 찾지 못하고 있음을 의미한다. 모든 인체 측정치 즉 눈 높이와 앉은키 등 좌판의 높이 변화와 관련성이 있을 것으로 기대되는 값들을 중심으로 좌판 높이와의 관계를 추정하기 위해 시도해 보았으나 모든 R^2 값들이 1이하의 값들을 보이고 있었다. 따라서 좌판 높이의 변화는 인체 특성치 들과의 관련성을 찾을 수가 없으며 좌판의 높이 추정에 관련해 다른기법 개발이 필요하다.

나. Rapid Prototyping

(1) 동작분석기를 이용한 조작장치 평가

(가) 동작 분석기(Zebris)를 이용한 인체특성과 조작장치와의 상관분석

동작분석기 Zebris는 피험자의 신체 및 각 실험 장치들에 marker를 부착하고 이를 분석기 sensor가 실시간으로 측정하여 각 marker들간의 사각 변화를 mapping 하여 그 변화 각도를 제시하여 주는 장비이다. 이를 통하여 작업시간의 변화 및 작업 신체 각도의 변화 또는 seating buck의 변화를 추적하였다. 이 실험은 Rapid Prototyping을 위한 가능성 여부를 확인하는 예비 실험적인 성격을 가지고 있다. 본 실험에서 취득된 data와 인체 특성간의 관계를 확인함으로써 추후 수행될 실험 설계의 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다. 즉 Rapid Prototyping을 함에 있어 변수 선택의 기준을 제공할 수 있으며 실험 수행 방법의 한 방안을 찾기 위한 실험으로써 실행되었다.

- 피 실험자: (남: 4 여: 7)

키: 157.6~187.1 팔길이: 68.5~97.7

- 실험 장비: Zebris CMS 70P system(동작분석기), 마커9개(floor 2개, 눈썹 1개, 어깨 1개, 팔꿈치:1, 손목: 1, 손등:1 및 모니터:2)

Notebook(Data Acquisition), PC(Rapid Prototyping된 조작장치 제시용) Seating Buck

- 실험환경: 실차와 동일한 위치에 Rapid Prototyping된 조작장치제시

- 실험내용: Seating Buck의 등판 각도 조절

5종류의 자동차 조작장치 조작 작업 3회 반복 하면서 동작분석기를 이용 작업간 신체의 움직임 측정

모니터 기울기 조절로 운전자가 선호하는 조작장치 사각 측정

피험자 인체측정(신발 벗지 않음: 3~7cm)

- 작업내용: 5가지 종류의 작업

1: 비상정지 버튼

- 2: 풍향조절버튼
- 3: 카세트 삽입
- 4: Seek 버튼 1
- 5: Seek 버튼 6

(나) 조작장치

그림 5.3.1은 D사 N 차종을 고속조형한 것이다. 이를 기준으로 하여 각 스위치의 위치별 특성을 파악하고 인체 특성과의 상관성을 파악함으로써 다음 실험에서 조절하여야 할 변수를 선택할 수 있을 것이다.

예비 실험에서는 그림 5.3.1 하나만을 사용하였다. 그림 5.3.1 이외에 두 가지를 더 고속조형 하여 본 실험에서 그 특성을 평가하였다. 즉 각 조작장치 스위치의 위치를 변경하여 사용함으로써 최적의 각 버튼 위치를 찾고자 하였다. 이를 설계하기 위한 가능성을 파악하기 위한 실험으로 시행된 이 실험의 고속조형물은 두개의 실

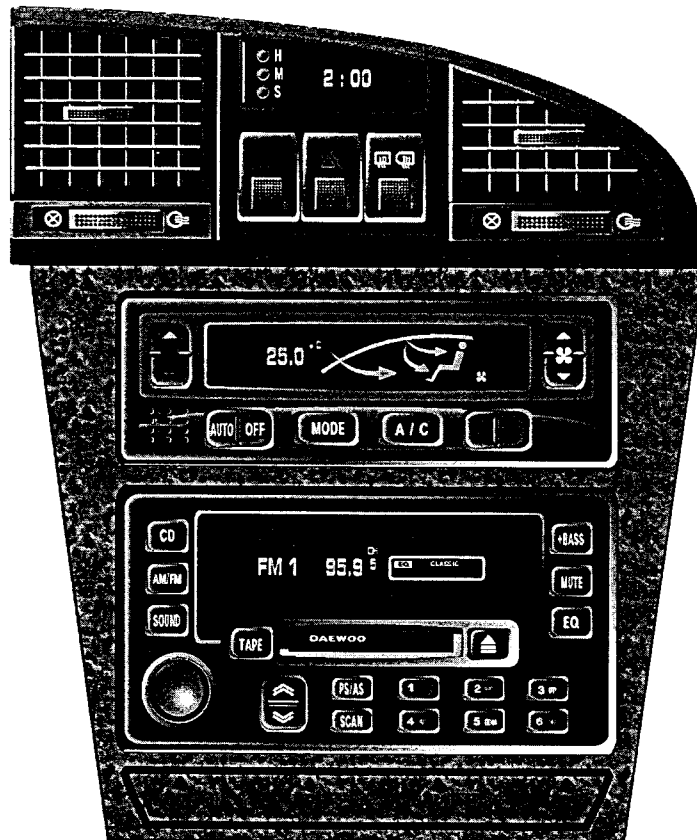


그림 5.3.1 고속 조형물

험에서 공이 기본적인 형태로 사용함으로써 이를 기준으로 하여 다른 두개의 특성을 파악하고자 하였다.

또한 예비 실험에서는 그림에 포함되는 조작장치들이 운전자들의 시선과 사각을 이루고 있는 면에 착안하여 운전자들이 선호하는 조작장치의 기울기를 선택하도록 하였다. 그러나 이는 다분히 앞뒤 면의 기울기 일뿐 좌 우측의 기울기는 포함하지 않았는데 이유는 조수석 탑승자의 사용빈도를 감안하여 조작장치의 기울기를 선택하여야 함에도 불구하고 Seating Buck에서는 조수석을 구현하지 않았기 때문에 좌 우측 기울기는 포함하지 않았다. 또한 여기에서 터치 스크린을 사용하지 않았고 단지 동작분석기를 이용한 분석만 이루어 졌다.

(다) 사상을 통한 Vector각 측정

동작분석기를 이용해 측정된 공간상의 사각을 실제 분석 가능한 data로 변형하기 위해서는 일정 면에 대해서 mapping을 실시하여야 한다. 정면 및 측면등 두면 이상에서 일치하는 Vector 이면 이 Vector의 사이각은 사상할 필요없이 바로 그 각의 변화를 측정 할 수가 없다. 그러나 실제 공간상의 Vector들은 한점을 기준으로 하지 않기 때문에 그 사이각을 측정하기 위해서는 일정한 한 면에 사상시켜서 그 각을 측정할 수밖에 없다. 그림 5.3.2는 그러한 사상과정을 그림으로 표현한 것이다.

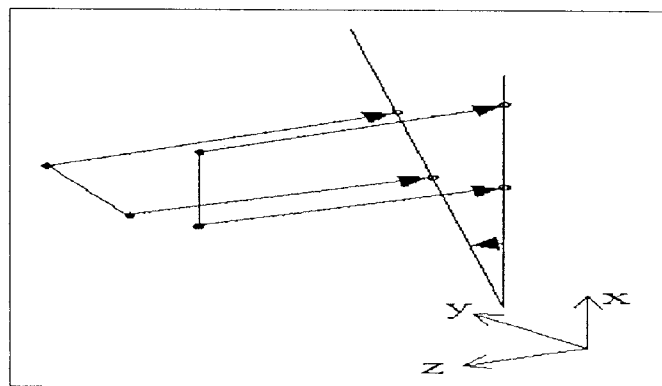


그림 5.3.2 동작분석기 Vector Mapping

- 명령제시 내용: 평가를 위해서 사용된 명령은 각 버튼을 한번씩 눌러 나가는 방식을 취하도록 하였다. 각각의 명령에 대해 따로 명령을 제시하지 않고 처음 실험 시작 할때 모든 작업 내용을 설명하고 Seating Buck의 위치를 피 실험자가 원하는 형태로 조절한 후 모니터의 각도를 피 실험자가 선호하는 형태로 맞춘 후 모든 작

업을 순차 적으로 실시하도록 하였다. 즉 비상정지 버튼을 시작으로 하여 온도조절 버튼 라디오 선곡 버튼 카세트 사용 버튼 거기다 자동선곡 6개의 버튼을 차례대로 눌러 나가는 방식을 3회 실시하여 그 결과를 기초로 하여 통계 처리하였다.

- 결과 분석: 결과분석은 등판의 선호 각도 및 조작장치가 가져야할 선호 각도 등을 평가하였다. 또한 작업 내용과 인체특성간의 상관 분석을 실시하였다.

등판선호 각도: Max:11.9° Min:25°

Mean: 17.536° SD:4.042°

조작장치 선호 각도: Max:6.2° Mean:15°

Mean:11.018° SD:2.665°

최빈값: 12°

동작분석기 상관분석(작업번호 증가시 사용자와 거리 증가)

키, 앉은키 및 팔길이: 지면과 상체와의 각도(작업이 완료 순간)

작업번호 증가=상관계수 증가 (0.76~0.88)

키 및 기타: 조작장치 선호각도: 상관성 없음

(상관계수: -0.38~0.23)

(2) 고속조형 (Rapid Prototyping)

(가) 자동차 실내 조작장치 고속조형의 적합성

실제 운전자의 안락감은 Seat, Pedal, Steering wheel 등이 종합적으로 고려되어야 할 뿐만 아니라 각종 조작장치(Audio, Switch, ...)도 함께 연구되어야 하다. 그러나 각종 특성을 반영한 모든 종류의 조작장치 및 seat를 제작하기란 그 비용 및 시간적인 측면에서 과도한 비용과 시간을 필요로 하기 때문에 유사한 환경을 제시할 수 있는 Seating Buck 및 고속조형물을 제시함으로써 그 연구를 대치할 수 있는 것이다. Keyson and Parsons등은 이미 사용중인 expert system의 menu interface를 평가하고 개선하기 위해 고속조형 기법을 사용하였다[Keyson and Parsons., 1990]. 프로토타입(prototype)은 목업(mock-up)등과 같이 모델의 재형상

과 원형의 개선을 위한 것으로 객체(object)의 최초 또는 예비판(first or primary version)으로 정의하고 있다[Treu, 1994]. 프로토타이핑 기법은 크게 Rapid prototyping, Evolutionary prototyping, Incremental prototyping, Requirements animation 등으로 나누는데 Rapid prototyping은 간단하고 재빨리 개발하는 형태를 가지고 있으며 주로 요구사항과 적합성 파악에 쓰이며 노력의 상당부분을 Prototype의 사용성 평가에 치중하고 있다[Jenny, 1994]. 원래 래피드 프로토타이핑은 소프트웨어 공학전략으로 소프트웨어가 실제로 사용자의 요구를 충족시키는 지를 개발 완료 전에 먼저 확인하는 것으로 개발 초기에 적용(early availability)하여 개발자, 고객, 사용자 모두에게 만족스러운 효과(full benefits)를 제공하기 위해서 사용되었다[Floyd, 1984]. 또한, 이 방법은 명세화 단계에 국한되지 않고 개발된 prototyping은 종종 대체 설계안을 탐구하는 것과 새로운 설계의 가능성 내지는 적절함을 평가하는 데 유용하고 실제 개발된 시스템과의 비교 모형으로서의 테스트에서도 기준이 된다. 최근에 이르러 제품을 디자인할 때 interface의 설계나 개선이 매우 복잡하고 시간과 비용 등이 많이 소비되어, 이 단점을 보완하기 위해 최종 제품을 개발하기 위한 것이 아니고 가능한 디자인의 요구사항과 적정성에 대한 정보를 수집하기 위해 사용되는 빠르고 간단한 형식으로 사용 가능한 고속조형 기법이 활용되기 시작하였다. 고속조형기법을 지원하기 위한 prototyping software 도구들은 prototype의 생성을 빠르게 수행할 수 있는 스피드가 필요하다. 즉, 표준적인 작업량의 감소를 말한다. Prototyping의 종류와 수준에 따라 적절한 도구들이 있다.

실험용 자동차 실내 조작장치의 종류는 모두 버튼형으로 되어있는 형태를 선택하였다. 로타리형태의 경우 기존연구에 따라 적합성이 없는 것으로 나타났다. 즉 로타리 형태를 고속조형하여 비교할 경우 touch screen의 표면 감촉이 달라져 동일한 trend를 보이지 않는 결과를 보이고 있다. 따라서 고속 조형기법을 이용해 로타리 형태의 조작장치를 평가할 수 없다. 이것은 단지 접촉 이질감 및 동작논리에서 차이가 없는 스위치형태의 조작장치만을 평가할 수 있다는 것을 의미한다. 게다가 버튼의 크기에 따라 수행도가 다르게 나타날 수 있는데 스위치크기와 안전사고와의 관계를 밝힌 연구에서 실제 제작하여 사용이 가능하면서 가장 적절한 스위치의 크기를 1.5 inch로 제안하고 있다[박세진, 이남식, 김철중., 1990]. 그러나 조작장치의 경우 이러한 크기를 실제로 프로토타이핑하여 사용하기란 힘든 상황이며 본 실험

의 경우 touch screen의 크기에도 제약을 받기 때문에 그 적용 자체가 힘든 상황에 있다.

(나) 고속조형물

조작장치의 위치별 특성에 따른 performance를 파악하기 위해 다음 3가지의 자동차 실내 조작장치를 prototyping 했다. 기본형으로 주어진 prototyping은 D사 N차종을 실물 크기와 동일하게 design되어 Seating Buck을 평가하기 위한 실험 및 동작 분석기를 이용한 실험에서도 기본 형태로 제시되었다. 즉 이를 기준으로 잡고, 다른 조작장치의 위치들을 변경해 가면서 각각의 수행도를 파악하고 주관적 평가를 실시하여 실제 운전자가 선호하는 구조와 수행도에서의 결과를 비교할 수 있도록 하였다. 그림 5.3.3은 기본형으로 주어진 prototype이고 동작을 할 경우 각 스위치의 색깔이 변함으로써 동작되고 있음을 나타내었다. 그림 5.3.3을 변형하여 다음 두개의 자동차 실내 조작장치가 고속 조형 되었다. 이들의 변화는 단지 조작

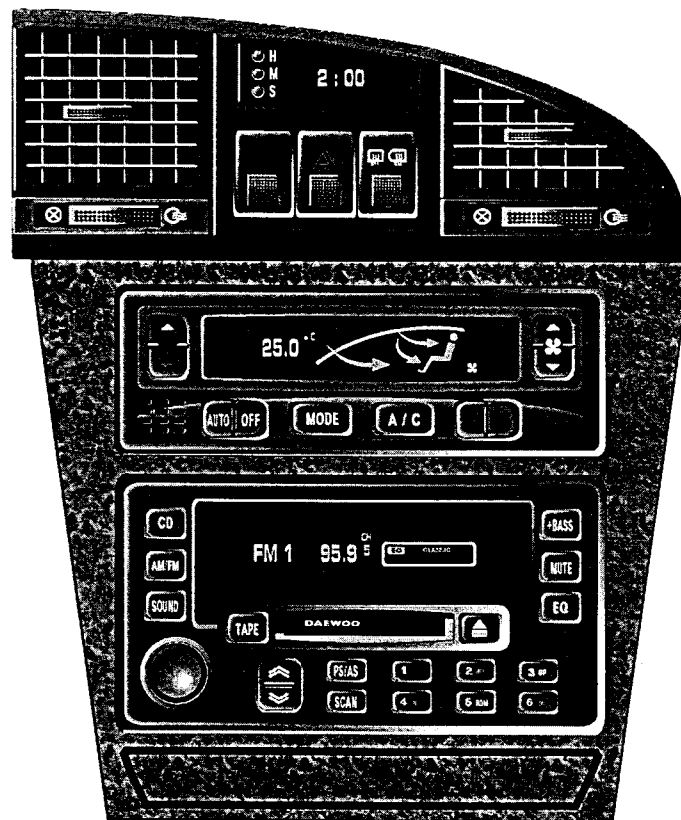


그림 5.3.3 고속 조형물 1

장치의 스위치 위치의 변화일뿐 다른 구조를 갖지는 않는다. 즉 동일한 크기와 동일한 동작 논리를 가지고 있으며 명령 제시 방법을 동일하게 사용하였다. 그림 5.3.4는 그림 5.3.3의 라디오 및 카세트 관련 조작장치를 가장 높은 위치에 위치하게 함으로써 비상정지 버튼을 중간 부분으로 이동시켰다. 이를 통해 비상정지 버튼의 위치에 따른 수행도의 차이를 파악할 수 있을 것이다. 게다가 다른 두 장치 즉 라디오 카세트 및 온도 조절 버튼의 위치에 따른 수행도의 차이도 확인할 수 있을 것이다. 그림 5.3.5는 Rapid Prototyping을 이용한 조작장치 평가 실험에 사용된 마지막 조형물로 다른 조형물에 비해 갖는 특성은 라디오 카세트 조작장치 및 온도조절 버튼의 위치가 변했다는 것 외에도 비상정지 버튼의 위치가 핸들의 중심부로 이동했다는 것이다. 즉 비상정지 버튼의 위치를 핸들로 이동하기 위해 data를 외부에서 직접 컴퓨터로 전송하여 주는 장치인 D/I 보드를 사용하였다. 본 실험에서 사용된 D/I (Digital Input)보드는 37개의 채널로 구성되어 있어 보다 다양한 종류의 Signal을 동시에 받아들일 수 있는 기능을 가지고 있다. 하나의 earth channel과 Input channel 및 out channel로 구성되어 있다. 따라서 하나의 신호뿐



그림 5.3.4 고속조형물 2

만 아니라 다수의 신호를 처리 할 수 있어 필요에 따라 보다 다양한 고속조형을 가능하게 한다.

또한 D/I보드를 적절히 이용할 경우 접촉감 에서 실물형태와 같은 일반 형태의 조작장치를 고속조형할 수 있는 방안으로써 사용될 수 있을 것으로도 기대 된다.



그림 5.3.5 고속조형물 3

(3) Rapid Prototyping 평가

(가) Rapid Prototyping 평가

0 예비 설문 조사: 먼저 조작장치를 고속 조형하기 위해 운전자들에 의해 사용 빈도가 높은 것들이나 조작장치들 중에서 없어서는 안 된다고 생각하는 부분에 대해서 주관평가를 실시하였다.

표 5.3.1 조작장치 사용빈도

라디오	16
비상등	12
카세트	11
온도조절	11
외부공기유입	8
냉온선택	8
바람세기	8
씨디플레이어	4
바람방향	4
안개등	3
시거잭	1

비상등	14
라디오	12
온도조절	9
냉온선택	6
카세트	4
외부공기유입	3
안개등	2
바람세기	1

참여 인원: 남 14명 여 3명

조작장치 평가 대상의 선정은 사용 빈도설문에서 선택된 라디오, 비상정지 버튼, 카세트 및 온도조절버튼이 선택되었다. 이 중에서 비상정지버튼, 라디오 및 온도조절 버튼은 필요성 여부를 묻는 설문에서도 많은 사람들이 그렇다라는 대답을 하였다.

- 비교대상: 3종류의 고속 조형물

기준: D사 N 차종과 동일한 형태로 고속 조형된 그림 5.3.3 type 실차와 동일한 형태 및 동작 논리로 구현된 그림 5.3.3을 기준으로 하여 각각의 사용버튼 위치를 변경한 다른 두 종류의 조작장치를 평가하는 방법을 선택하였다.

작업시간 위주의 Performance 및 주관적 평가를 실시하였다.

- 실험 장비:

- Adjustable Seating Buck: 자유로운 조절 범위를 갖음으로써 피 실험자로 하여금 보다 안락한 상태의 자세를 선택할 수 있게함
- Touch Screen: 실제로 조작장치를 사용하는 듯한 환경을 제시하기 위한 필수 도구로 화면을 제시하고 Data를 취득하는 interface
- Corel Draw: 고속조형물을 디자인하기 위해 사용된 software
- Vb 6.0: 고속조형된 조형물 programming
- D/I Board: 본 실험에서 특징적인 비상정지버튼의 위치를 보다 색다른 핸들에 위치 시키는것을 가능하게 하는 도구

- Handle set: 실제 운전상황을 제시하고 다른 모든 환경 배치의 기준점
- Cool Edit: 명령제시를 위한 음성화일 처리용 software
- etc...

- 작업내용 및 시나리오

표 5.3.2는 본 실험에서 사용된 작업의 종류를 표현한 것이다. 먼저 라디오 주파수 선택작업은 3가지 형태로 주어졌으며 항상 시작하는 주파수는 같게 하였다. 즉 라디오 주파수 선택작업의 경우 FM 88.2의 온도에서 시작하여 각 주파수를 맞추는 작업명령을 제시함으로써 performance 측정시에 일관성을 유지할 수 있도록 하였다. 자동선국의 경우 1, 3, 5번은 흰색을 제시하고 2, 4, 6은 노란색으로 제시하여 색상 변화에 따른 수행도의 변화를 추할 수 있도록 하였다. 또한 온도 조절명령의 경우 작업을 시작할때 항상 23.5°C로 기본 온도를 설정하도록 programming 하여 항상 같은 조건에서 작업을 시작할 수 있도록 환경을 구성하였다. 카세트 조작 명령은 카세트 on-off 명령으로 구성되어 있으며 비상정지 버튼 역시 on-off 명령으로 구성하였다.

표 5.3.2 작업 내용 및 종류

작업종류 \ 작업내용	작업종류	작업1	작업2	작업3	작업4	작업5	작업6
라디오	주파수 선택	99.1	96.9	94.7			
	자동 선국	1	2	3	4	5	6
카세트	on-off	on	off				
온도조절	up-down	up					
비상정지	on-off	on	off				

또한 작업 시나리오는 총 16개의 작업으로 구성되었다.

- ① 라디오를 99.1 Mhz에 맞추시오
- ② 라디오를 96.9 Mhz에 맞추시오
- ③ 라디오를 94.7 Mhz에 맞추시오
- ④ 카세트를 켜시오
- ⑤ 카세트를 끄시오
- ⑥ 비상정지버튼을 켜시오
- ⑦ 비상정지버튼을 끄시오

- ⑧ 온도를 20°C에 맞추시오 ⑨ 온도를 25°C에 맞추시오
- ⑩ 온도를 30°C에 맞추시오
- ⑪ 자동선국 1번을 누르시오 ⑫ 자동선국 2번을 누르시오
- ⑬ 자동선국 3번을 누르시오 ⑭ 자동선국 4번을 누르시오
- ⑮ 자동선국 5번을 누르시오 ⑯ 자동선국 6번을 누르시오

위의 작업 시나리오를 학습을 관련 실험에서 3회 본실험에서 3회등 총 6회를 제시 하였다.

표 5.3.3 각 명령제시에 소요되는 시간 (단위 sec)

작업번호	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
소요시간	3.162	3.337	3.272	1.359	1.438	1.955	1.801	2.164
작업번호	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯
소요시간	2.322	2.174	2.055	1.977	2.083	2.096	1.998	2.061

표 5.3.3은 피 실험자에게 각 명령을 제시하는 동안에 소요되는 시간이다. 이것은 실제 운전자들이 실험에 참여함에 있어서 명령제시가 완료된후에 각 작업을 수행하도록 하였고 작업시간의 저장은 최초 명령이 제시되는 순간부터 timer가 작동하므로 분석을 위해서는 각기 다른 시간을 갖는 명령 제시시간을 제외할 필요가 있는 것이다.

- 명령제시

작업 명령은 20대 젊은 남성의 목소리로 각 명령을 제시하였다. 총 16개의 명령 제시용 음성화일을 만들어 필요한 순서에 따라 제시하였다. 또한 명령제시 순서는 랜덤하게 구성된 16개의 작업내용이 학습을 제거를 위한 실험 및 본 실험에서 3회씩 총 96개의 시간 data를 취득하도록 하였다.

표 5.3.4 각 실험별 명령제시 순서

학습을 제거위한 예비실험	⑭①⑧⑫④⑤⑬⑨③⑥⑪⑦⑮②⑩⑬
	⑮⑨⑬④⑤①⑩⑧⑫⑥⑭②⑪⑦⑬③
	⑪②⑨⑥⑭①⑧⑦⑬④⑤⑩③⑫⑮⑬
본 실험	④⑤⑪①⑭⑥③⑩⑮⑦②⑬⑨⑫⑬⑧
	⑪①⑩⑭④⑤⑫②⑨⑥⑧⑬⑦⑮③⑬
	①⑬⑨⑬④⑤⑧⑮②⑩⑥⑭③⑪⑦⑫

표 5.3.4는 예비 실험과 본 실험에 대해 각각 주어진 명령의 순서를 나타낸 것이다. 명령의 수가 많기 때문에 이를 암기하여 작업하지는 못할 것으로 보인다. 또한 작업 수행시에도 명령이 완전히 완료된 후에 작업을 수행하도록 하였다.

- Programming

- 명령제시간격: 각 음성명령을 제시하기 위해 하나의 명령에 따른 작업이 완료 되고 나서 7초간의 음악제공후 2초를 대기하고 다음 명령이 제시되어 진다.
- 오작동의 제어: 운전자는 각각의 명령에 따라 작업을 수행하여야 한다. 그러나 운전자가 조작장치를 오작동을 할 경우에는 다음 명령을 제시하지 않고 대기 한다. 또한 제대로된 명령 이행을 하였다고 하더라도 2초 이내에 다른 스위치를 작동시킬 경우에는 오작동 으로 간주하고 계속해서 대기한다.
- Data 저장: 실험의 특성상 명령을 일률적으로 제시 할 수가 없다. 따라서 랜덤 한 배열로 작업 명령을 제시하였는데 data를 저장할 경우에는 각각 3회 제시 된 명령에 대해 1에서 16번까지 정렬하여 자동 저장하도록 하였다.
또한 data는 1/100초까지 계산하여 저장하도록 하였고 작업이 최초에 시작되는 시간(touch screen에 접하는 시간)과 명령에 따른 작업이 완료 되는 시간 2가 지를 동시에 저장하도록 하였다.
- 색상변환: 제시된 명령을 수행하는 작업을 실시함에 있어 touch screen의 표면 과 실제로 수행되어야할 접촉면과는 모니터의 두께에 의해 정확한 위치를 잡 기란 어렵다. 또한 각각의 위치와 인체 특성별로 다른 눈 높이에 의해 실제 운전자가 접하게 되는 사각이 달라질 수밖에 없다. 따라서 제 대로된 조작장 치의 위치를 선택할 경우 내지는 잘못된 영역을 선택하였을 때에 조작장치의

각 스위치별 색상이 변하여 선택된 위치를 운전자가 확인할 수 있도록 하였다.

- 자동 탐색기능: 주파수 및 온도를 자동으로 탐색하여 선택하고 잘 할 경우에는 계속해서 스위치를 누르고 있어야 한다. 따라서 05초 이상을 계속해서 누르고 있을 경우에 자동으로 주파수가 up-down 하고 온도의 경우도 자동으로 up-down 되도록 하였다. 이때 스위치에서 손을 뗄 경우에도 계속해서 주파수는 탐색되고 두 번째 switch press 작업이 이루어지면 멈추어 지도록 하였다. 또한 주파수 up-down 중에 일정한 주파수가 탐색되었을 경우에는 05초를 대기 하면서 주파수가 잡혔음을 알리도록 하였다.
- 결과제시: 명령이 라디오 주파수 선택의 경우나 자동 선국의 선택 또는 카세트 on-off의 경우에는 7초 크기의 음악화일을 구성해 제시하였다. 주파수 up-down 중 05초 대기중, 자동선국 6개선택할 경우, 카세트 on의 경우, 라디오 주파수 선택 3가지의 경우등 총 10개의 음악화일을 준비해 각 작업마다 제공 하였다.

- 전체적인 System 구성환경

조작장치 평가를 위해서 그림 5.3.6과 같은 통합적인 driving system을 구축하였다. 이것은 3부분으로 분리할 수가 있는데 첫 번째가 Adjustable Seating Buck 파트, 두 번째가 높이 및 거리가 조절되는 핸들을 조절하여 실제 차량과 동일하도록 구성된 Handle 파트로서 실제 실험에 있어 이 핸들을 기준으로 하여 HP의 위치 및 AHP의 위치등을 맞추어 나갔다. 실제차량의 시트를 설계할 때는 AHP와 Handle 을 기준으로 하여 다른 모든 부분을 설계해 나가지만 본 실험에서는 핸들 및 악세레다 등이 다 조절이 가능하므로 Handle을 기준점으로 잡았다. 마지막으로 세 번째가 터치 스크린, 컴퓨터 및 컴퓨터에 내장된 D/I보드 세트와 program 파트로 분리할 수가 있다.

- 실험 진행 순서

- Seat 위치 조절: 피 실험자가 느끼기에 가장 편안한 위치로 seat의 sliding, height, 좌판 및 등판의 각도를 조절하여 가장 편안한 상태에서 실험에 임하도록 하기 위한 작업을 하였다.

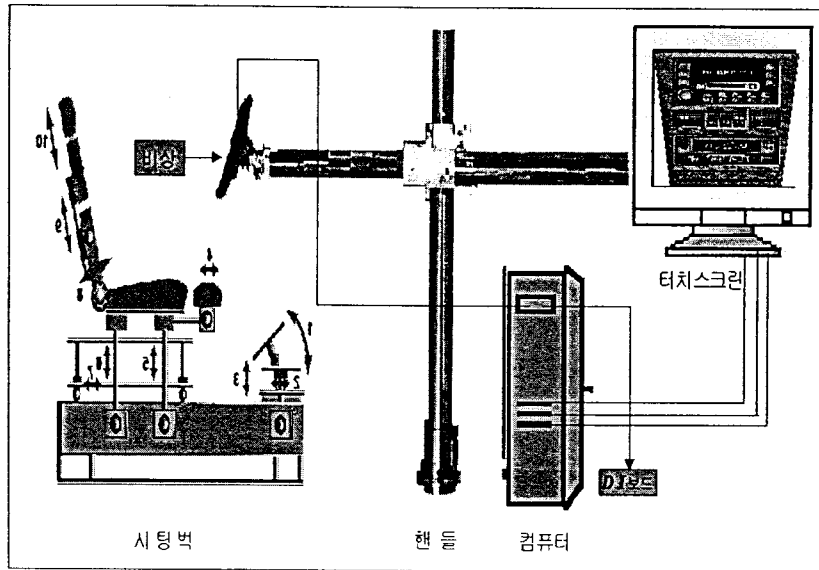


그림 5.3.6 시스템 구성도

Touch Screen Calibration: Touch Screen의 표면과 실제동작이 이루어지는 부분과는 약간의 간격이 있어서 터치스크린을 바라보는 각도에 따라 조작장치 버튼의 위치 파악이 달라지게 된다. 이러한 부분을 보정하기 위해 운전자의 신체 조건에 맞춰 Calibration을 실시함으로써 약간의 오조준이 되나 실제적으로 운전자가 느끼는 부분은 정조준 되어있는 듯한 환경을 구성하기 위해서이다.

작업시작점: 실험의 결과가 시간 data로 주어지기 때문에 명령이 제시되고 작업이 이루어지기까지 작업자의 작업시작점은 일관성을 유지하고 있어야 한다. 때문에 운전자는 항상 Handle을 잡고 있어야 하며 명령을 수행하기 위해서만 핸들에서 손을 떼어낼 수 있게 하였다.

명령완료후 작업시작: 각각의 명령이 음성명령으로서 수차 반복되어 제시되기 때문에 운전자는 음성명령이 끝나기 전에 작업내용을 파악 하는게 가능하게 된다. 하지만 실험의 일관성을 위해서는 항상 같은 기준에서 작업을 시작하여야 한다. 따라서 피 실험자는 항상 음성명령이 완료되고 난 후에 작업을 실시하도록 하였다.

조작장치 특성 숙지: 조작장치의 위치 및 프로그램의 동작논리등 조작장치 전반에 관한 설명을 하였다.

설문 및 인체측정: 각 인체특성 및 개인적인 선호도와 수행도와의 관계를 파악 하기 위한 기초자료로서 설문조사 및 인체측정을 조작장치 실험 완료 후 실시

하였다.

- 학습을 제거를 위한 예비 실험

조작장치 평가 실험에 앞서서 거의 대체적으로 touch screen을 사용한 경험은 은행 자동지급기 단말기 사용경험 등에 한정되어 있다. 따라서 이로 인한 학습을 곡선을 안정시키기 위해 어느 정도의 예비 연습을 요하는지 확인하기 위하여 4명에 대해 예비실험을 실시하였다.

- 실험장면

그림 5.3.7은 실험환경 내에서 실험을 실시하는 장면을 도시하여 나타낸 것이다. 고속조형된 touch screen의 실적인 interface와 논리적인 interface가 다르게 나타나는 문제를 해결하기 위해 개인별로 다르게 calibration 되어졌다.

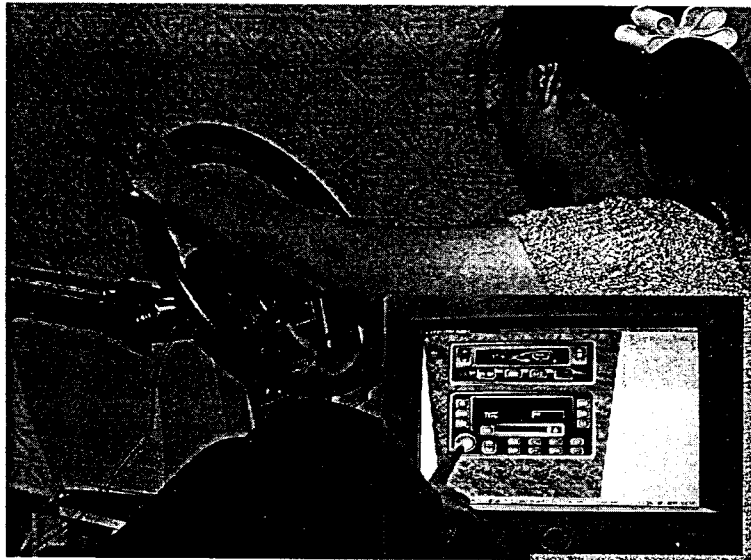


그림 5.3.7 실험장면

그림 5.3.8은 작업 횟수에 따른 수행시간의 변화를 도식화한 그림이다. 이 값들을 수치적으로 따져 보면 최초 1번에서 30까지의 표준편차는 81.036의 값을 보이고 있다. 또한 31에서 70까지의 표준편차는 68.788의 값을 나타내고 있으며 마지막 26개의 표준편차는 66.990을 나타냄으로써 31에서 70까지의 값과 큰 차이를 보이지 않고 있다.

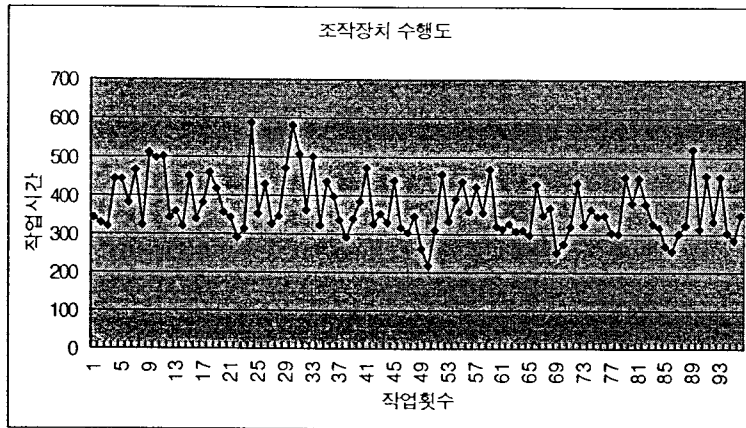


그림 5.3.8 조작장치 예비실험 수행도

따라서 예비 연습횟수를 70회 정도 제공하여야 어느 정도 신뢰성 있는 data를 얻을 수 있다는 것을 의미한다. 또한 높게 튀는 값들이 점차 줄어들다 일정한 비율로 발생하는 작업 횟수를 찾게 되면 이지점이 60~70회 사이에 존재함을 알 수 있다.

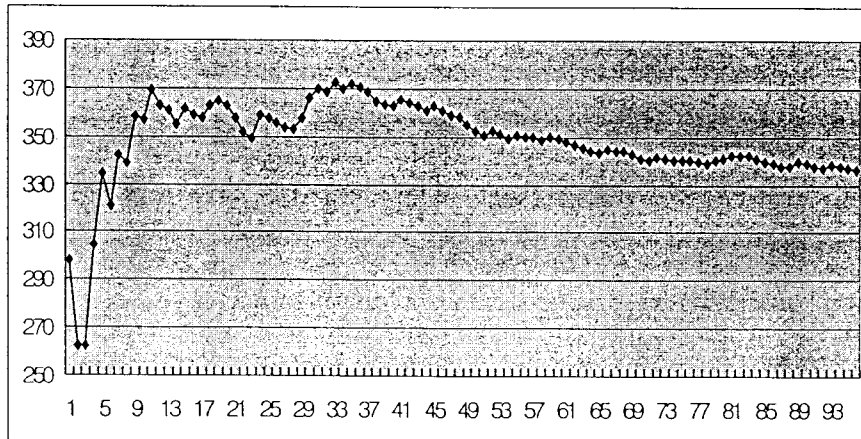


그림 5.3.9 수행도의 가중평균

그림 5.3.9는 4명의 평균에 대한 가중평균을 다시 구한 값이다. 이것은 튀는 값들의 영향을 줄이면서 전체적으로 나타나는 경향을 파악하기 위함이다. 이 값을 통해서도 57회에서 61회 사이에서 수행도가 안정곡선으로 접어들기 시작하는 것으로 보아 연습을 위해 제공 해야할 작업량을 결정할 수 있게 한다. 이러한 것이 가능한 것은 작업자가 미지의 작업을 시작할 때 일정한 학습율에 의해 안정한 곡선을 그리며 수행도가 증가 된다는 것은 이미 밝혀진 사실이다. 그러나 실험의 특성상 순간

적인 운전자의 실수로 인해 큰 값으로 전체적인 결과에 영향을 미치고 있기 때문에 이를 줄이기 위해 적용한 방법이다. 이 결과에 따라 본 실험에서도 예비연습에 투입되는 작업량은 그림 5.3.3 형태의 조형물에 대하여 62회의 예비실험 작업을 실시하였다.

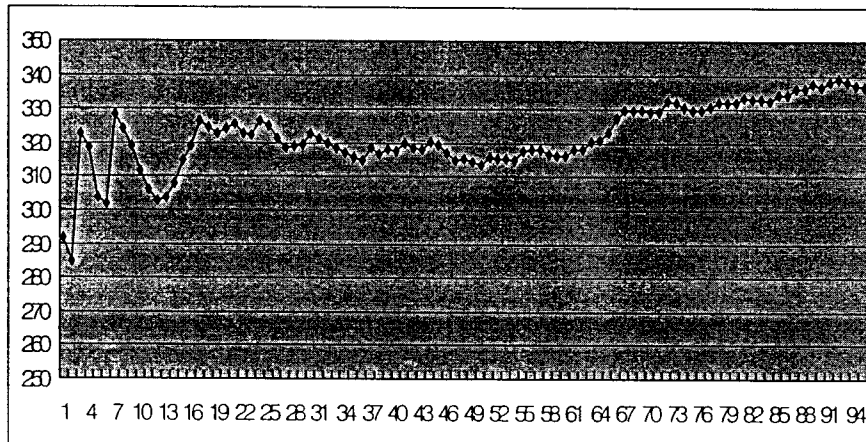


그림 5.3.10 수행도의 역 가중평균

그림 5.3.10은 그림 5.3.8의 data를 역가중 평균하여 도시한 것이다. 이 경우역시 60-70회 사이에서 안정된 값을 보이고는 있지만 전체적으로 봤을때 안정되는 값들이 점점 증가되어 가면서 안정적인 값을 찾아가고 있다는 점이 다르게 나타난다. 또한 초반에 결과치가 크게 나오는 점들 또는 다시 증가하는 점들은 그 값에서 이상치들이 발생하여 그 값이 커지고 있는 것이다.

(나) 고속조형에 의한 조작장치 평가

전설 했듯이 3종류의 조작장치가 고속조형 되어졌다. 조형 목적은 각기 조작 특성에 따라 사용 빈도가 높은 것일수록 작업 수행도가 높은 부분에 설치되어야 한다는 것이다. 또한 그 기능이 안전과 절대적인 연관이 있을 경우에 보다 찾기 편하고 사용이 간편한 지역에 배치되어야 할 것이다.

따라서 이러한 가장 performance가 뛰어난 위치를 파악하여 제안하기 위한 방법 중에서 보다 간편하고 비용 측면에서도 저렴한 방법을 개발하고 제안하고자 한다.

- 통계적 유의성

3 type의 고속조형물의 사용성 평가에서 그 수행도의 차이를 T-Test한 결과 자동선국, 온도조절 및 카세트 조작에서 그 특성이 나타났다. 그러나 그 특성이 단지 버튼의 위치에 의해서만 결정되는게 아니라 다른 요소들이 작용함을 본 실험을 통해 알게 되었다. 또한 그 특성들이 장시간의 작업을 요하는 작업내용에 대해서는 유의한 차이를 보이지 않고 있다. 단지 한번의 선택으로 작업이 가능한 부분들에 대해서만 차이가 나타나고 있다. 그 이유는 주파수를 선택하는 작업의 경우 한번의 실수에 의해 그 작업시간이 장시간 늘어나는 작업내용이기 때문에 한번 또는 몇 차례의 실수가 전체 작업에 큰 영향을 미치기 때문인 것으로 보인다. 또한 비상정지 버튼의 경우 그 위치별 시간의 차이를 크게 보이지 않고 있는데 이것은 디자인 특성상 독특하게 다른 조작장치들과 별개의 형태로 구성되어 있기 때문인 것으로 사료된다. 즉 위험을 표시하는 도형인 삼각형을 사용하여 누구라도 한번에 위치를 파악할 수 있도록 하고 있기 때문인 것으로 보인다.

표 5.3.5 통계적 유의성

($\alpha \leq 0.1, \alpha \leq 0.05$)

고속조형	작업내용		평균	표준편차	유의성
1:3	카세트	1	121.6833	30.2406	*
		3	101.2917	8.1671	
1:3	자동선국	1	129.5889	16.8050	*
		3	106.4775	10.5334	

고속조형	작업내용		평균	표준편차	유의성
2:3	온도조절	2	107.2667	6.7187	*
		3	83.32778	1.9083	
2:3	자동선국	2	112.4861	10.7528	**
		3	106.4775	10.5334	

- 자동선국: 자동선국 버튼에 있어서 유의한 차이를 보이고 있는 고속조형 2 및 3 번에 대한 결과를 그림 5.3.11에 나타내었다. 그림에서 보면 자동선국 3번을 제외하고는 전체적으로 고속조형 2가 고속조형 3보다 우수한 수행 시간치를 나타내고 있다. 그러나 그 결과시간치의 차이가 크지는 않다. 시간의 측정은 1/100초 단위까지 측정하였다.

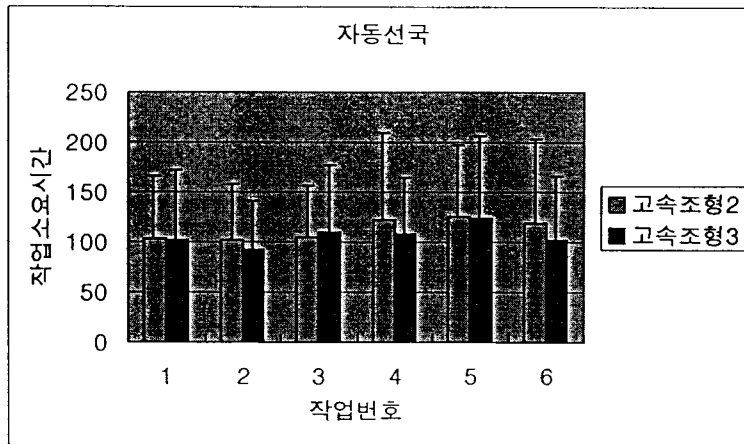


그림 5.3.11 자동선국

- 온도조절: 온도조절버튼에 있어서 유의한 차이를 보이고 있는 고속조형2번과 3번 type에서 차이를 보이고 있는데 3번의 온도조절 작업에 대해 전체적으로 2번 타입이 3번타입보다 우수한 결과를 나타내고 있음을 그림 5.3.12을 통해서 알 수 있다.

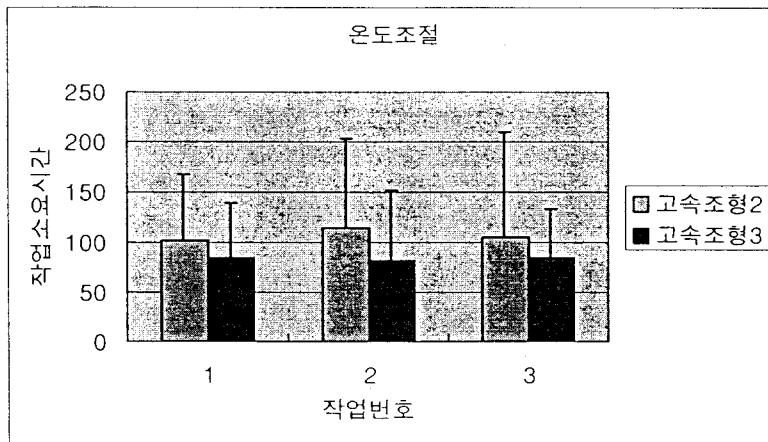


그림 5.3.12 온도조절

- 카세트: 그림 5.3.13의 카세트 조작작업에 있어서 1번 작업은 카세트 on 작업을 2번 작업은 off 작업을 나타내고 있다. T-Test 결과 통계적으로 유의성을 보이고 있는 1번 고속조형물과 3번 고속조형물의 수행도 비교에 있어서 3번 조형물보다는 1번 조형물이 보다 우수한 결과를 나타내고 있는 것으로 나왔다. 그러나 1번 고속조형물과 2번 고속조형물 그리고 2번 고속조형물과 3번 고속조형물 사이에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않고 있는 결과를 본 실험을 통해서 보았다.

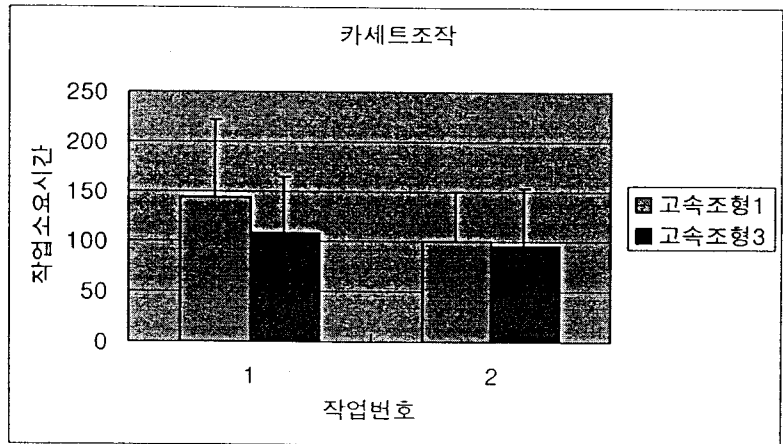


그림 5.3.13 카세트 조작

- 자동선국: 그림 5.3.14는 자동선국 버튼 사용시의 수행도에 대해 도시한 그림이다. 자동선국버튼의 사용시 고속조형 1~2 및 2~3에 대해서는 유의한 차이를 보이지 않고 있다. 그러나 고속조형 1~3에 대해서는 유의한 차이를 보이고 있으며 전체적으로 1번이 3번에 비해 우수한 결과치를 보여주고 있다.

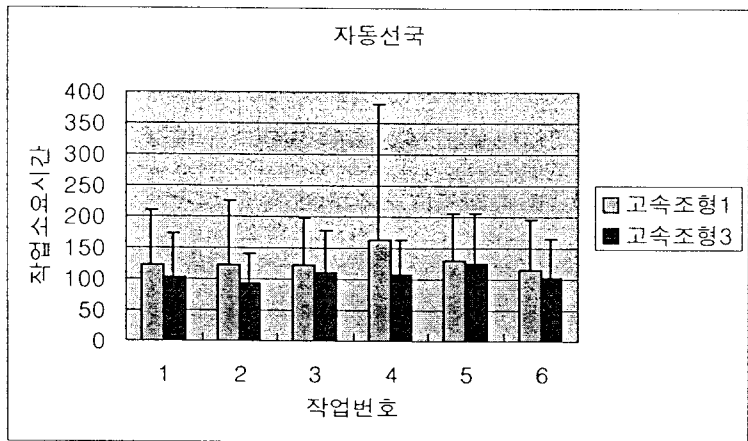


그림 5.3.14 자동선국

- 총 작업시간: 그림 5.3.15는 16개의 작업에 대해 총 작업시간을 도표화 한 그림이다. 그림에서 가장 많은 작업시간을 소요하고 있는 조형물은 1번으로 총 11개의 작업에서 가장 많은 시간을 소요하고 있다. 그 다음으로 많은 시간을 소요하는 것은 2번 조형물이 보다 여러 작업에 대해 많은 작업시간을 요하고 있으며 3번 작업의 경우가 총 작업시간을 최소로 하고 있다.

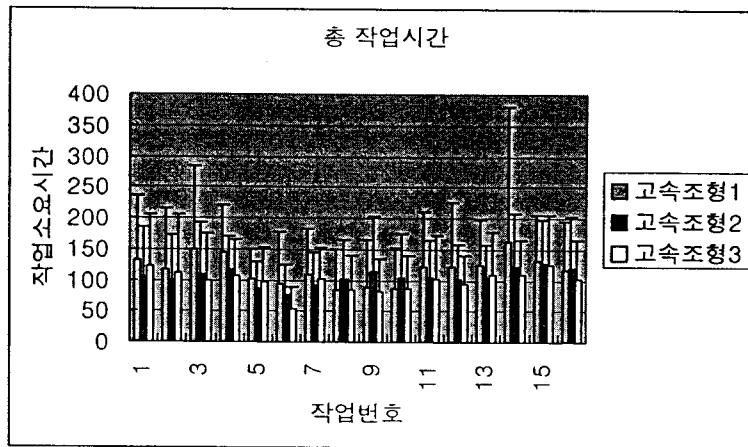


그림 5.3.15 총 작업시간

(다) 인체특성과 수행도상관성

각 작업의 수행 시간과 실험을 수행한 피 실험자들간의 인체 특성간의 상관 관계를 분석해 보았다. 이러한 방법은 기본적인 인체 특성치 들을 근거로 하여 각종 자동차 조작장치들의 위치 설정에 적용할 수 있을 것이다.

- 키와 각 작업간의 상관성: 키와 작업 수행도와의 상관성을 그림 5.3.16에 나타내었다. 그림에 나와있듯이 키와 작업시간과는 큰 상관성을 발견할 수 가 없다. 그러나 전체적으로 봤을 때 작업을 순서적으로 하지 않았음에도 불구하고 작업번호가 높은 것에 대해 상관성이 높아짐을 볼 수 있다. 즉 앞부분의 작업번호 보다는 7번 이후부터 전체적으로 상관성이 높아짐을 알 수 있다. 이러한 문제는 작업명령제시에 있어서 피 실험자들이 명령 초반에 이미 작업내용을 미리 숙지하고 명령문이 끝나기를 기다리거나 명령문이 끝나고 나서야 명령 내용을 알 수 있는 경우등에 의한 차이로 보여진다.

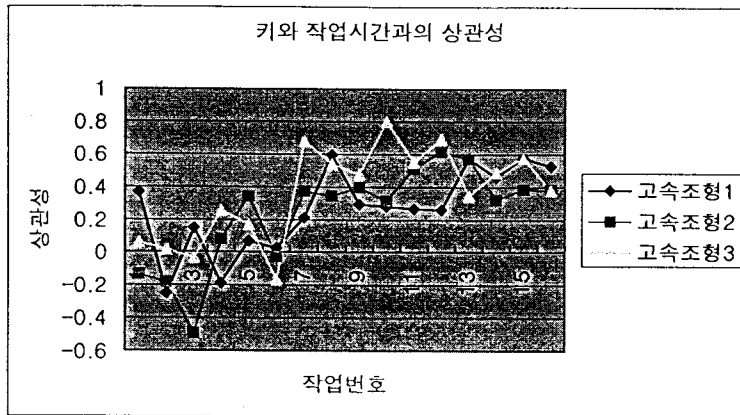


그림 5.3.16 키와 작업시간과의 상관성

- 신발 벗은 키와 각 작업간의 상관성: 그림 5.3.17은 신발의 높이를 제외하고 순수한 인체 키의 크기와 각 작업간의 상관성을 나타내는 그림이다. 이 그림 또한 인체의 키에 비해 신발 굽이 차지하는 비중이 상당히 작기 때문에 그림 5.3.16과 비슷한 경향을 보이고 있음을 할 수 있다. 인체측정 data의 경우 대다수가 신발을 벗고 측정하며 신발의 높이는 그날 그날의 상황에 따라 개인별로 수시로 변화하기 때문에 그 적용자체가 문제가 되기 때문에 신발을 벗은 키 크기와 각 작업간에 나타나는 연관성을 파악하여 사용할 수밖에 없는 것이다. 이것이 가능한 것은 대체적으로 신발 굽의 높이가 인체에서 차지하는 비중이 낮기 때문일 것이다.

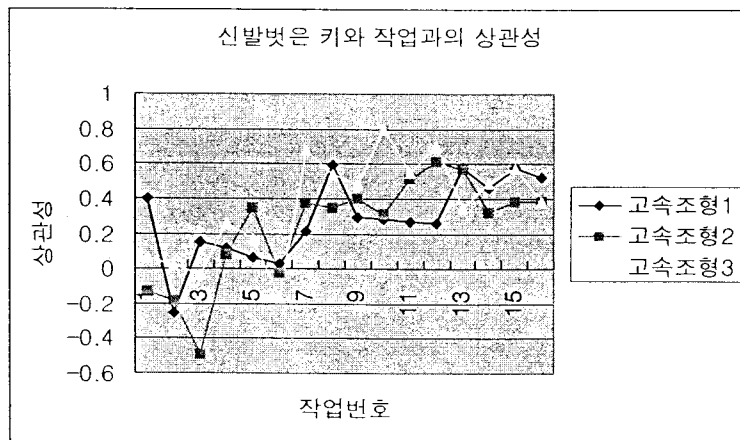


그림 5.3.17 신발 벗은 키와 작업시간과의 상관성

- 얇은키와 작업시간과의 상관성: 얇은키와 작업시간간의 상관성을 그림 5.3.18 에 제시하였다. 위의 그림과 다른 특성을 보이는 것은 보다 많은 작업량이 다른 작업

에 비해 상관성이 높다는 것이다. 이것은 차량내의 조작장치 조작작업을 항상 앉아서 하기 때문인 것으로 보인다. 즉 차량의 조작장치를 설계할때 인체 특성치를 참고하고자 할때는 서 있는 키보다는 앉아 있는 키를 중심으로 하여 조작장치의 위치를 설정함이 바람직하다는 결과를 도출 할 수 가 있는 것이다. 또한 조작장치 뿐만 아니라 차량 지붕의 높이 뿐만 아니라 seat head rest의 위치 및 기타 조절이 필요한 부분에 대해 적용이 가능한 정보가 될 수 있을 것이다.

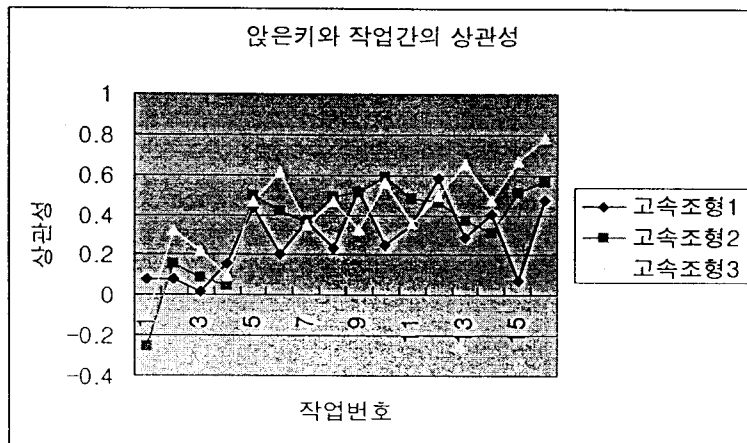


그림 5.3.18 앉은키와 작업시간과의 상관성

- 팔 길이와 각 작업간의 상관성: 전체적으로 봤을때 다른 인체 특성치에 비해 높은 값을 전체적으로 나타내고 있음을 알 수 있다. 그러나 그 불균형으로 인해 다른 특성치와 적절한 혼합을 기해야만 적용이 가능할 것으로 보인다.

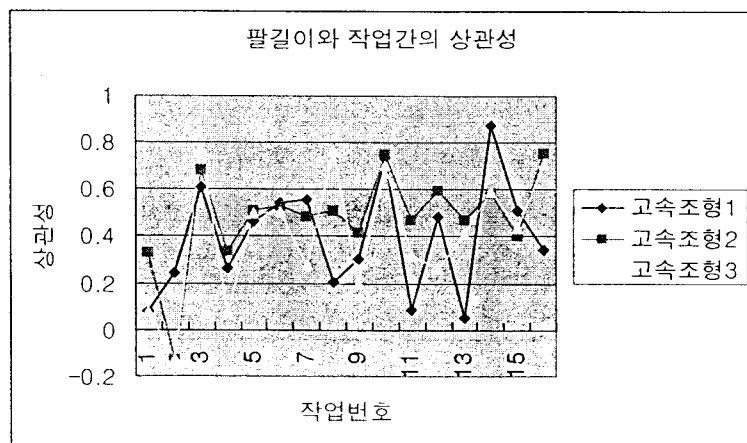


그림 5.3.19 팔길이와 각 작업간의 상관성

- 눈 높이와 각 작업간의 상관성: 눈 높이가 또한 낮아있을 때를 가장 잘 나타내주는 인체 특성이라 할 수 있을 것이다. 이 눈 높이는 또한 운전을 할 때에 시계를 확보하는 문제와 연관성이 가장 높게 나타나기 때문에 상당히 중요한 변수로서 사용이 가능할 것이다.

따라서 이 눈 높이가 나타나는 특성에 따라 시트조절 높이가 설정되어 질 수 있으며 그 외에 room mirror 및 side mirror 등 다양한 부분에 적용될 수 있다. 게다가 정확한 눈 높이 data의 확보는 조작장치와 지면이 이루어야 하는 적절한 각도의 변화 추적을 가능하게 할뿐만 아니라 핸들의 높이 및 정면 시야 확보량을 유도할 수도 있을 것이다.

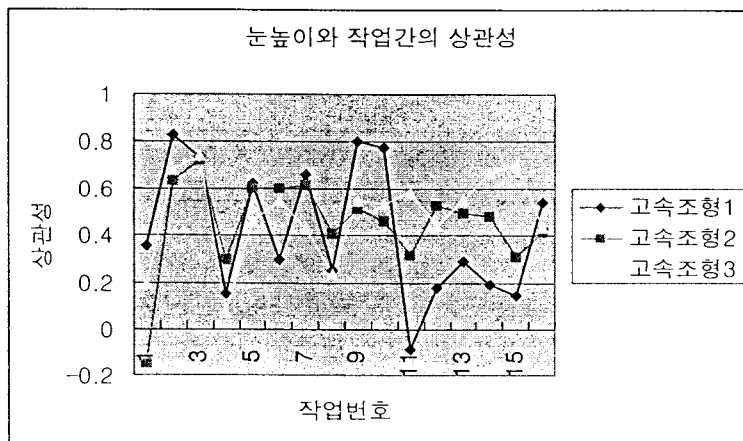


그림 5.3.20 눈 높이고각 작업간의 상관성

(라) 주관적평가

조작장치 관련한 주관평가는 다음 4가지에 대해 5점 척도로서 실시되었다.

첫째: 고속조형된 조작장치를 사용함에 있어 어느 정도나 사용이 간편한가

둘째: 각 조작장치에 대해 어느 형태의 고속조형이 마음에 드는가.

셋째: 흰색과 노란색의 자동선풍버튼의 색상중 어느색이 좋은가

넷째: 전체적으로 3가지 타입중 어느것을 선호하는가

- 위의 첫번째 질문에 대해 피 실험자들은 그림 5.3.21과 같은 대답을 하고 있다. 즉 라디오 주파수 조작장치에 대해 가장 높은 점수를 부여하고 다음으로 온도조절 장치가 사용이 간편하다는 답을 하고 있다. 같은 조작장치에 대해서도 이런 차이를 나타내고 있는것은 심리적인 문제로 보인다. 즉 라디오 주파수 조작버튼과 온도조절버튼은 버튼의 사용에 있어서 실제로 장시간에 걸쳐 동작결과가 화면에 표시되기 때문에 피 실험자들이 버튼을 사용할 때 실물과 같은 심리적인 효과의 표현이라고 판단되어진다.

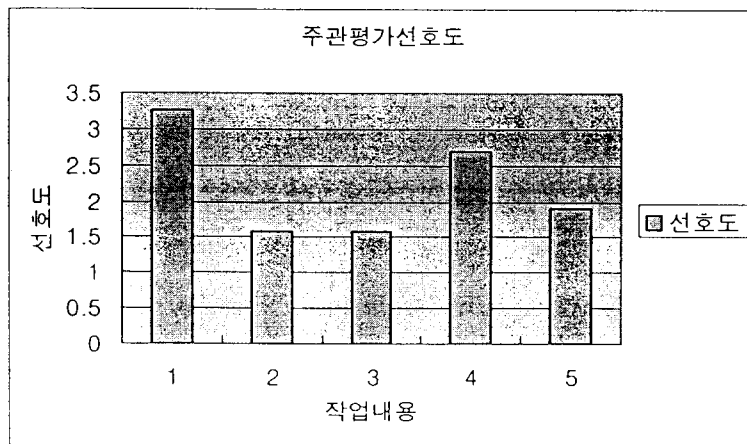


그림 5.3.21 주관평가 선호도

(1. 라디오 주파수 조작, 2. 카세트 on/off, 3. 비상정지, 4. 온도조절, 5. 자동선국)

- 조작장치 종류별 선호인 수

각 조작장치별로 선호하는 조작장치의 형태를 선택하게 했다. 그림에 보는 바와 같이 라디오 주파수 조작장치 와 카세트 on-off 및 자동선국 선택버튼의 경우 2번 타입을 선호한다는 대답이 가장 많이 나왔다. 다음으로 온도조절버튼의 경우는 1번 타입을 가장 많은 사람들이 선호한다는 대답을 했으며, 마지막으로 비상정지 버튼의 경우 3번 타입을 가장 선호한다는 대답을 하고 있다.

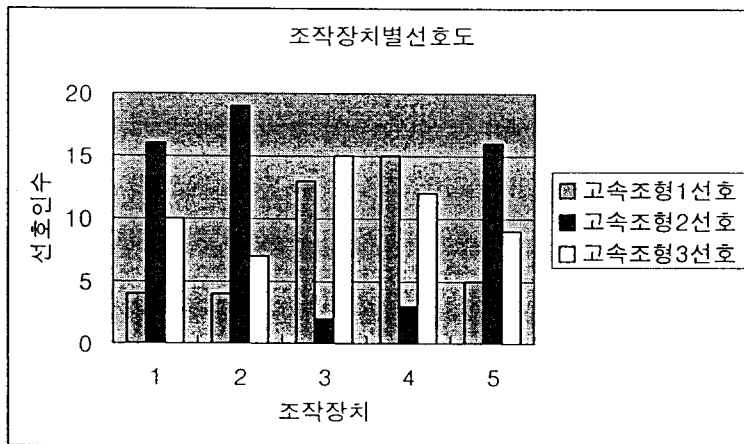


그림 5.3.22 조작장치별 선호도

- 색상에 따른 자동탐색기능 performance

자동탐색기능 제시 색상에 따라 수행도에 영향을 미치는 가를 파악하기 위해 흰색과 노란색을 사용하여 자동차 조작장치가 고속조형 되었다. 그러나 T-Test 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있지는 않다. 그 이유는 흰색과 노란색이 대비되어 표현되었기 때문에 각기 서로 다른 색을 확인함으로써 원하는 버튼의 위치를 확인할 수 있기 때문일 것으로 보인다.

하지만 주관평가의 경우 흰색의 seek 버튼보다는 노란색으로 표시된 것을 선호하는 경향을 보이고 있다.

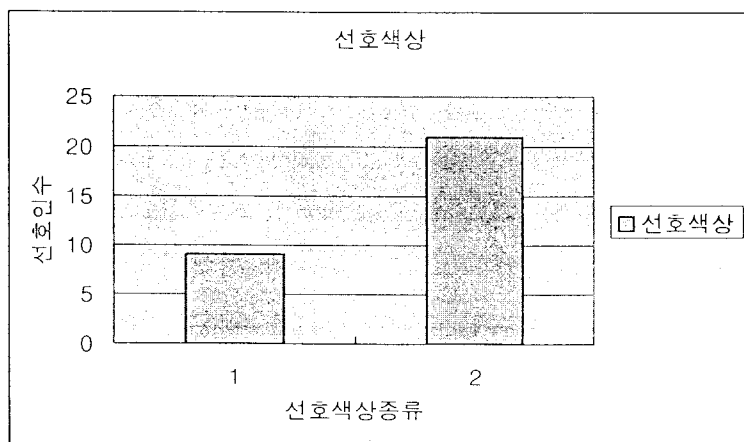


그림 5.3.23 색상별 선호도

- 고속조형 전체에 대한 선호도

피 실험자들로 하여금 전체적인 고속조형의 3가지 형태중 가장 선호하는 형태를 선택하라는 질문에 대하여 피 실험자들중 가장 많은 수가 3번 타입의 형태를 그 다음으로 2번 타입의 형태를 그리고 마지막으로 1번 타입의 형태를 선호한다는 대답을 하고 있다.

이것은 단지 사용상의 편의성만이 반영된 결과라고 보기에는 힘들다. 3번 고속조형의 경우 특이하게 핸들의 중심에 비상 정지 버튼이 부착되어 있었다. 이를 근거로 하여 피 실험자들이 관념적으로 생각할 때 핸들의 중심에 있으면 보다 사용이 간편하지 않겠느냐는 생각이 반영된 결과로 보여진다.

또한 시각적인 안정성을 고려한 배색이 필요하며 화려함보다는 기능성이 우선된 배색을 사용함이 타당할 것이다.

거기에 특수한 버튼 즉 안전성과 관련된 비상정지 버튼 및 사용빈도가 높은 버튼들은 주행중 전방주시에 영향을 미치지 않으면서도 한눈에 즉시 파악될 수 있는 배색을 사용하여야 할 것이다.

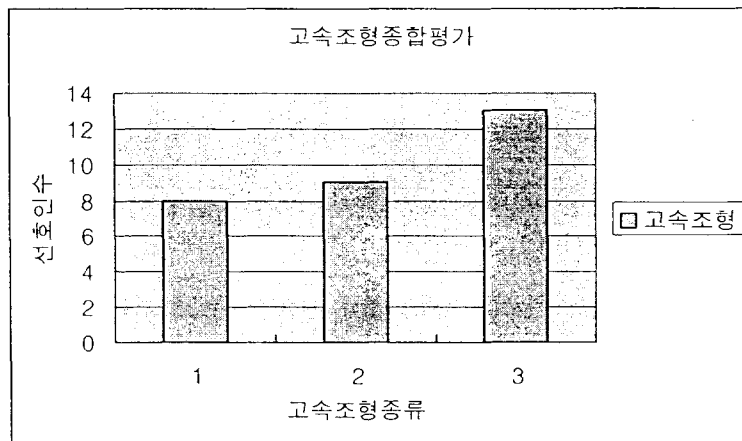


그림 5.3.24 고속조형 종합평가

다. 결 론

자동차 실내조작장치의 다양한 평가 및 Adjustable Seating Buck이 개발되어 평가되었다.

Seating Buck을 평가한 결과 그 dimension이 일반 자동차 시트의 범위를 모두 포함하고 있으며 그 평가 결과 또한 비슷한 결과치를 보여주고 있다. 여기에 일부분

에서는 상관관계 및 설명력이 실제 시트보다 우수한 결과를 보이고 있는 측면도 관찰되었다.

또한 시트 등판 각도의 변화에 대하여서는 키와의 상관성을 크게 나타나지 않고 있지만 운전자들의 키의 군집에 따라 일정한 부분에 분포함으로써 보다 정밀한 결과치 설정을 가능하게 할 수 있는 기본적인 결과를 얻었다.

그러나 자동차 실내 조작장치의 경우 각 조작장치의 배치 위치적인 특성에 비해 그 상관성 정도가 매우 낮게 나타나고 있다. 따라서보다 완벽한 설계를 위해서는 단지 그 위치만을 가지고는 그 성능을 평가할 수 없음이 본 연구를 통해서 밝혀졌다. 또한 one-touch만으로 작업이 완료되는 경우와 장시간의 작업을 투자해 작업이 완료되는 경우를 분류해 볼때, 장시간의 작업을 요하는 작업의 경우에는 단 한번의 실수만을 하더라도 다시 정정하는데 소요되는 시간이 장시간 필요하기 때문에 이로 인해 결과에 치명적인 영향을 미치므로 그 평가 방법을 달리 선택해야 할 것으로 보인다.

즉 디자인의 특성과 배색의 관계 또한 중요한 설계요소로서 작용할 수 있음을 나타내는 것이다. 따라서 시각적인 측면에서 자동차 실내 조작장치의 평가를 위해서는 다양한 종류의 디자인을 개발함으로써 가능할 것이다.

또한 이러한 다양한 종류의 조작장치들을 평가하기 위한 가장 효과적인 방법으로써 고속조형기법을 사용함으로써 보다 빠르고 많은 결과를 취득하기에 가장 적절한 방법으로서 그 역할을 할 수 있을 것이다.

하지만 본 연구에서 수행된 연구 결과들이 동환경 상에서 실제로 운전상황을 제시하고 수행된 연구 결과는 아니다. 때문에 보다 실제 운전상황에 근접한 결과를 얻고자 한다면 동환경 system을 구성하여 피 실험자들에게 제시하고 실제 운전상황 하에서 취득된 결과를 분석한다면 보다 다용도로 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

5. 조작장치 구현 시스템의 개념 설계

자동차 실내 조작장치 평가 시스템은 자동차 내부에 있는 운전석 시트의 안락감이나 핸들, 각종 페달, 기아변속기, 여러 스위치류 등의 조작 편의성을 평가할 수 있도록 각 조작장치의 위치나 기능의 변화를 주어가며 데이터의 측정 및 분석을 할 수 있는 시뮬레이터이다. 잘 보이지 않는 스위치를 조작하려고 2-3초 도로에서 눈을 떼면 차는 상당한 거리를 보지 않은 상태로 달리게 되는 위험 상황에 직면하게 된다. 따라서 이러한 위험 상황의 방지를 위해서도 각종 조작장치들은 운전자가 쉽게 조작할 수 있어야 한다. 또한 인체공학적인 운전석 설계의 관점에서 오디오를 포함한 각종 스위치들이 운전 중에도 손쉽게 조작이 가능한 위치에 있어야 하며, 고개를 숙이거나 허리를 구부리지 않아도 쉽게 조작할 수 있는 최적의 위치에 있는 것이 유리하다. 본 장에서는 이러한 자동차 실내 조작장치의 평가를 할 수 있는 시스템을 구축하기 위한 데이터의 측정 방법 및 조작장치 각각에 대한 개념설계에 대하여 기술한다.

가. 구현 시스템의 데이터 측정

자동차 실내 조작장치의 편의성을 평가하기 위한 시스템의 설계에 있어 각 조작장치를 조작하고 있는 운전자 신체 각 부위의 위치와 각도 등의 측정이 필요하다. 기준점에 대한 선형 변위의 측정에는 reach bar와 scale을 이용한 기계적인 측정과 linear scale, potentiometer, LVDT, optical pherometer등을 이용한 전기적 측정 방식이 있다. 측정된 길이는 digital display를 이용하여 평가자가 쉽게 값을 읽을 수 있는 interface를 사용한다.

각도 측정에는 각도계, 경사계, encoder 등이 사용될 수 있다. 본 시스템에서는 길이의 측정에는 reach bar와 scale을 각도 측정에는 각도계와 encoder를 사용하고 자 한다.

그림 5.4.1은 reach bar를 이용한 상대 위치 측정의 개략도를 나타낸다.

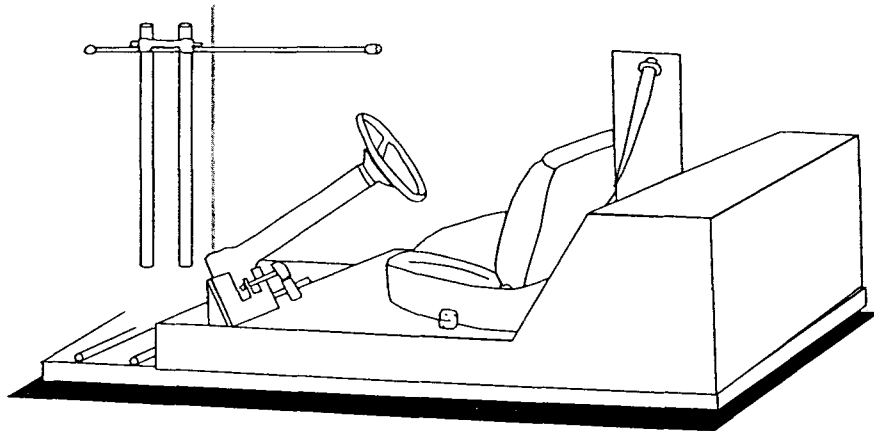


그림 5.4.1 상대 위치 측정

나. 조작장치 구현 시스템의 개념설계

(1) Seat

자동차 실내 조작장치의 사용성 평가를 위한 실험을 하는데 있어 운전자의 안정감과 편안함에 관련된 seat 각 부분들의 위치나 각도는 실험 결과에 큰 영향을 미치는 중요한 요인이다. 이미 상품화되어 있는 각종 seat나 새로 개발된 seat를 부착하여 측정 및 실험을 하기 위해서는 seat mounting을 착탈식으로 하는 것이 유리하다. seat의 주요 조절기능은 그림 5.4.2와 같으며 이미 일반 seat에 적용되고 있는 seat sliding, seat back reclining, seat height, cushion tilting등에 seatback height, cushion depth와 같은 운전자 신체 특성을 고려한 seat를 적용할 예정이며, 조작장치 평가 시스템에 쉽게 부착하여 실험하도록 설계한다.

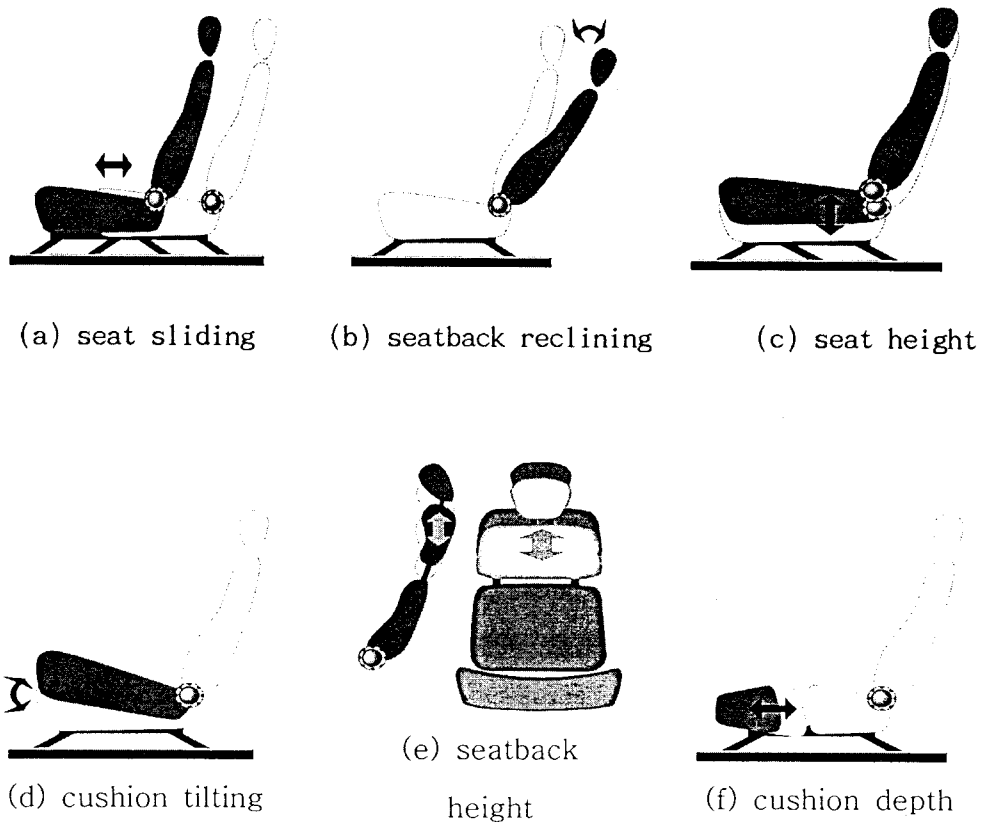


그림 5.4.2 운전석 시트의 조절 기능

(2) Handle

자동차의 조종의 용이함과 안전성을 논할 때에 조종장치의 기계적인 성능이 기본이 되는 것이 조향(steering) 성능이며, 기계적 성능에 인간적인 특성이 부가된 조종성이나 안전성은 핸들링(handling)특성이라 한다. 예를 들어 가볍고 쉽게 꺾이는 핸들의 응답은 응답성(response)은 좋으나 너무 많이 꺾여서 다시 되돌리는 동작을 취하면 차가 흔들려서, 조종은 불안정하게 된다. 핸들을 꺾는 각도가 같아도 다시 말하면 같은 회전반경에서도 주행속도가 빠르면 속도의 제곱에 비례하여 차체의 방향이 변할 뿐만 아니라 원심력도 같은 비율로 증가하므로 차체는 급격히 방향을 바꾸고 심한 롤링이 발생한다.

따라서 고속주행에서는 당연한 결과로 핸들이 너무 꺾여서 핸들이 가볍고 잘 꺾이는 경우와 같이 조종이 불안정하게 된다. 그렇다고 너무 무거운 핸들이나 고속주행시에 잘 꺾이지 않는 핸들은 육체적인 피로나 심리적인 피로를 주기 때문에 여기에도 한도가 있다. 최근에는 저속에서는 가볍게, 고속에서는 무겁게 움직이는 파

위 스티어링 휠에 높이를 조절할 수 있는 틸팅 기능을 적용하고 있다.

핸들링 특성 평가를 위한 측정 항목은 기준점에 대한 핸들의 높이와 거리 그리고 틸팅 각도로 설정하며, 높이 측정의 기준은 핸들의 중심점으로 한다. 핸들의 틸팅 각도는 각도계를 이용하여 측정한다. 핸들과 방향지시등, 와이퍼를 일체형으로 착탈 및 각도조정을 수행한다.

(3) Pedal

자동차의 브레이크, 클러치나 악셀레이터 등의 페달은 위치, 작동거리, 조작력, 간격 등이 운전자의 성별이나 신체에 따라 다르게 설정되어야 한다. 그러나 현재의 자동차 페달은 위치가 고정되어 있고 의자의 위치로 조절하고 있지만 여성 운전자나 키 작은 운전자에게 상당히 자세가 불편하다. 따라서 신체 구조와 관계없이 편안하게 운전할 수 있는 최적 설계 또는 조절 가능한 구조에 접근 할 수 있는 실험 시설이 필요하다. 페달은 기준점에 대한 위치와 각도의 변화를 측정한다. 초기의 각도는 피험자가 편안한 상태일 때 고정하며, 높이는 표준 규격에 따른다.

(4) Dashboard

자동차용 계기는 자동차의 주행 상태와 각 장치의 작동에 관한 정보를 정확하게 운전석에 전달 표시하여 운전자에게 알려, 자동차를 안전하게 운행하고, 정비 및 점검을 예고하여 사고를 미연에 방지하게 하는 장치이다. 표시 방법은 지침식 계기와 표시등이 있으며 최근에는 전자회로를 이용한 전기식 미터, 발광 다이오드, 형광표지판 등을 채용한 숫자 표시나 바아 그래프(bar graph) 표시도 쓰고 있다.

실내조작장치 중에서 운행중 가장 많이 주시되는 부분이므로 시인성 향상을 위해 각 계기 정보의 표시 방법이나, 배치 등이 각 제조회사에 따라 매우 다양하다. 또한 계기판의 디자인과 기능이 운전자가 운전중에 여러 정보를 일목요연하게 감지할 수 있어야 한다.

다양한 dashboard의 사용성 평가를 위해서 모든 종류의 dashboard를 부착하여 실험한다는 것은 아주 힘든 일이 되며, 새로운 디자인에 대한 평가가 불가능하다. 이러한 점을 고려하여 벽걸이형 액정 모니터를 통해 나타나는 dashboard를 이용하여 시인성 평가를 하고자 한다. dashboard의 각도 및 위치 조정은 모니터가 부착된 테이블을 이용하여 조정한다. 모니터는 dashboard의 외부 패널로 감싸 실제 환경과

유사하도록 하며, GUI(Graphic User Interface) 프로그래밍에 의한 다양한 형태의 dashboard에 의한 평가가 수행될 수 있다.

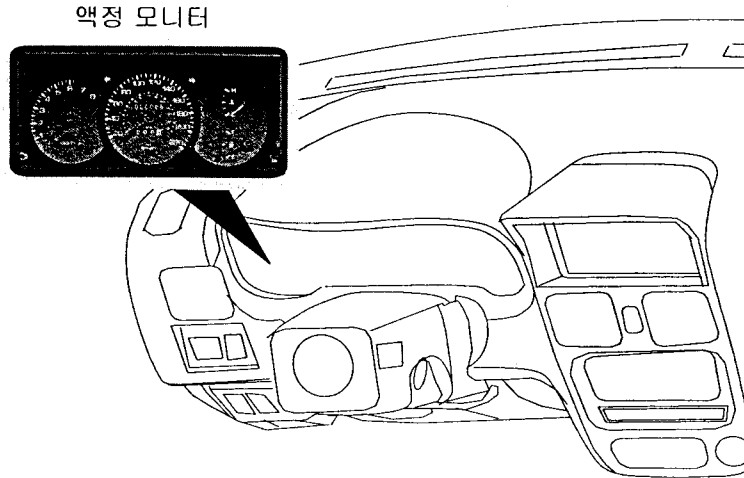


그림 5.4.3 사용성 평가용 Dashboard 개념도

(5) 변속 레버

승용차는 보통 조향 컬럼에 부착된 변속 레버를 수동 조작하는 방식을 사용한다. 현재 변속 레버는 위치가 고정되어 있어 신체 조건에 따라 조작의 편의성이 다르다. 변속 레버의 위치 및 높이의 이동이나 고정을 위하여 자석을 사용하고자 한다. 기준점에 대한 위치의 측정은 바닥에 표시된 grid를 이용하며, auto와 stick에 대해 호환성을 갖도록 한다.

(6) 냉난방 장치

냉난방 장치는 모든 기후와 주행 조건에서 자동차에 승차한 사람에 쾌적한 환경을 갖게 하고 또 유리 창이 흐리거나 서리가 끼는 것을 방지하여 운전자의 시계를 확보하여 안전하고 쾌적한 운전을 할 수 있게 하는 것이다. 냉난방 장치는 풍향조정, Aircon/Heater의 선택, 온도조절, 외부공기유입 선택 등의 기본적인 기능은 크게 변하지 않으나, 차종이나 시대에 따라 디자인이나 작동 방식의 변화가 심하다. 송풍기 전동기의 회전은 난방효과를 조절할 수 있도록 고속 또는 저속으로 변하게 되어 있으며 보통 다이얼식이나 버튼식으로 구성되어 있다. 다양한 장치 외형의 효과적 평가를 수행하기 위하여 touch screen을 이용한 평가를 한다. 모니터는 외부

패널로 감싸 실제 환경과 유사하도록 구성한다. 또한 운전자가 시선의 이동없이 스위치를 조작하기 위해서는 냉난방 장치가 부착된 센터페시아를 운전자 쪽으로 기울이는 것이 사고 위험의 방지에 유리하다. 이를 위해 장치가 부착된 판을 기울여 각도를 조절한다.

(7) 기타 스위치류 조작장치

운행중 운전자가 안전하게 조작할 수 있도록 파워윈도우 스위치, 오토도어록 버튼, 에어컨, 오디오 등의 각종 스위치를 최적의 자리에 배치하여야 하며, 이를 위해 다양한 위치에 부착하여 실험할 수 있어야 한다. 스위치류 조작장치는 블록 위에 설치하며, 블록의 고정을 위해 자석식 고정 방식을 사용한다.

(8) 개념설계의 구체화

그림 5.4.4와 그림 5.4.5는 각각 구현된 자동차 실내 조작장치 시스템의 측면도와 입체도의 개략도를 나타낸다. 개념설계를 통해 구체화된 각종 조작장치의 위치, 각도, 크기, 형태 등의 조절 가능성 및 측정 용이성에 초점을 두었으며, 전체 시스템의 크기는 1400(W)×2000(L)×1200(H)이다.

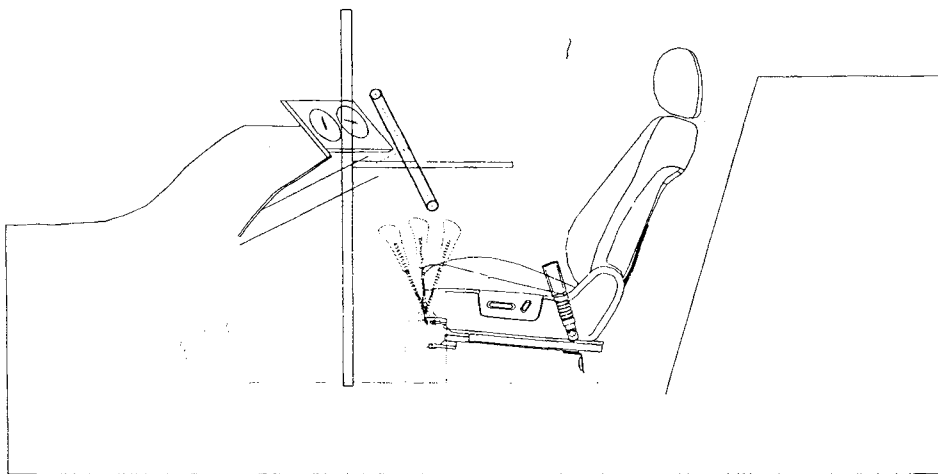


그림 5.4.4 자동차 실내 조작장치 시스템의 측면 개략도

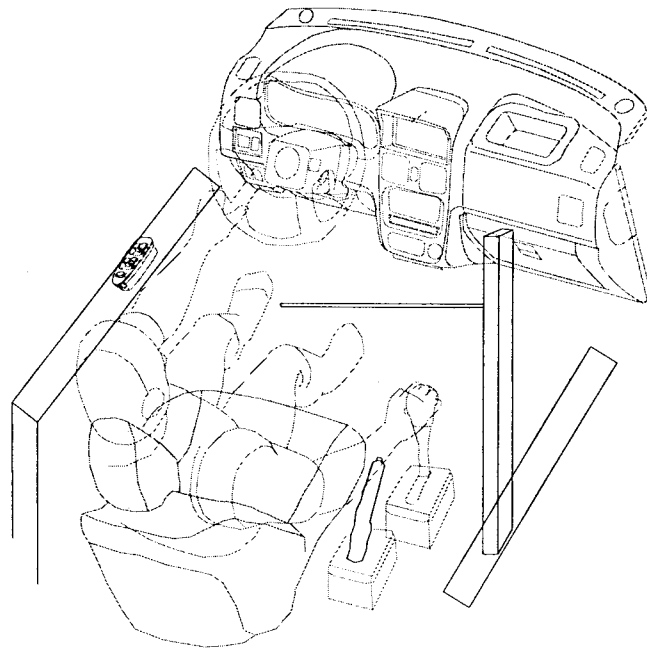


그림 5.4.5 자동차 실내 조작장치 시스템의 입체 개략도

다. 결론

생활소득의 향상에 따라 인간은 자동차의 기본적인 요구조건을 넘어 사용성과 감성을 충족시켜주기를 원하고 있다. 자동차 man-machine system의 interface를 이루는 Display panel, Center fascia, Steering wheel, Rear view, Gear, Power window switch, Seat 등과 이들의 Layout은 운전자의 안락감과 밀접한 부분으로 알려져 있으며, 따라서 이러한 설계요소들의 Man-machine interface의 최적화를 위한 인간공학적 접근이 필요하다. 운전자의 안락감은 어느 한 부분만을 고려해서는 안되고 Seat, Pedal, Steering wheel 등이 종합적으로 고려되어야 할 뿐만 아니라 각종 조작장치(Audio, Switch, ...)도 함께 연구되어야 한다. 따라서 자동차의 실물크기의 모형에 앉아서 가속기, 각종 제어장치 그리고 조향장치들을 실내차량 내에서처럼 Simulation 할 수 있는 Seating Buck이 필요하다. 따라서 본 연구의 목표는 통합 동적환경 제시시스템 내에서 다양한 자동차 실내 환경을 재현할 수 있는 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 개발하기 위한 기초연구로써 자동차 실내 조작장치 구현 시스템을 설계하는 것이다.

통합 동적환경 제시시스템 내에서 다양한 자동차 실내 환경을 재현할 수 있는

자동차 실내 조작장치 구현 시스템 설계하기 위하여 본 연구에서는 자동차 실내 조작장치의 종류별 조사 및 분류, 실험용 시트 제작, 실내 조작장치의 Rapid prototyping과 적합성 검토, 조작장치 구현시스템의 개념 설계에 대한 연구를 주요 내용으로 수행하였다.

본 연구의 결과 자동차 실내 조작장치를 조사하고 분류하여 조작장치 구현 시스템의 개발에 구현 범위결정에 활용할 있을 것이다. 제작된 실험용 시트의 문제점 등을 개선하여 조작장치 구현시스템 내에 활용할 것이며, 래피드 프로토타입 제작 시 결과에서 제시한 고려사항은 기타 조작장치의 프로토타입의 설계시에도 활용될 것이다. 각종 조작장치의 위치, 각도, 크기, 형태 등의 조절 가능성 및 측정 용이성을 확보한 개념 설계안은 자동차 실내조작장치 구현시스템 개발에 큰 효과를 가져다 줄 것이다.

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절 연구개발 목표 달성도

본 연구기간 4년 동안 각년도별 세부 연구 목표하에 자료 수집 및 실험 수행을 하였으며 다음의 목표달성을 이루었다.

목 표	달성도 (%)	내 용
정적 및 동적 환경에서의 운전자의 인지특성에 대한 연구 및 모델 개발과 DB 설계	100%	1) 운전자의 인지지도 추출을 위한 방법론과 모델 개발 2) DB 설계에 대한 항목들 추출
차량 페달의 작동감 측정	100%	1) 차량 페달의 변위와 힘 측정으로 페달 작동감 측정 2) 가변형 페달제시기 제작을 위한 기반 데이터로 활용함
페달 감성을 제시하기 위한 모델링 및 실험 및 평가	100%	1) 페달 제시기의 모델링(강성과 감쇠) 2) 가속/감속시 페달의 작동감 측정 3) 가변형 페달제시기 개발 및 응용 연구 수행
자동차 실내 조작장치 구현 (위탁연구)	100%	1) 개념설계 완료 2) 자동차 Seating buck 개발.
음성 인터페이스의 기반 기술 조사	100%	음성 인터페이스 실장시 고려해야 하는 항목들에 대하여 가이드라인을 제시
온라인 감성분석 시스템(CES) 환경 구축	100%	1)화상/실물에 대한 감성 차이 분석 2)화상의 크기에 대한 차이 분석
자동변속기의 변속충격이 차량의 승차감에 미치는 영향을 분석하고 객관화 방안 제시	100%	1) 변속충격의 정량화 방안 제시 2) 변속감에 대한 정의와 변속충격과의 관계 정의 3) 변속충격감 DB 구축
자동차 실내 조작장치인 스티어링 휠의 작동감 제시	100%	1) 가변형 스티어링 휠 제시기 개발 및 응용 연구 수행
운전자의 동작특성관련 사용성 및 감성측정과 평가에 관한 연구 (Dashboard & IP)	100%	1) 동작특성에 관한 모델 개발 및 실험 모델 개발 2) 정신적 부하와 수동작 특성과의 관계에 대한 연구 수행
운전자-자동차 감성 인터페이스 평가 시스템 개발 및 구축	100%	최종 운전자-자동차 감성 인터페이스 평가 시스템 구축
가변형 실내 조작장치 제시기의 개발	100%	가변형 실내 조작장치 제시기의 최종 구축

목 표	달성도 (%)	내 용
Database 및 DB Application 개발 완료	100%	최종 통합 DB Application System 구축
매뉴얼 개발 완료	100%	ISO 품질경영매뉴얼 작성지침에 따른 매뉴얼을 편집중

제2절 대외기여도

본 연구기간 4년에 걸쳐서 국내학술대회에 13편, 국외학술대회에 2편, 국내저널에 10편 국외저널에 1편, 총 26편의 논문을 발표, 게재하였다.

이러한 논문은 연구내용의 구체적인 결과물이라고 할 수 있으며 이러한 연구결과는 향후 본 연구의 확장 및 응용에 있어서 기여도가 높다고 할 수 있다.

제 목	저널/학회명	발표일	비 고
지능형 교통 시스템에서 음성 인터페이스의 실장을 위한 연구	1999 대한 산업공학회 한국 경영과학회 춘계 공동 학술 대회	1999. 4	학술발표
Similarity analysis between real-product and graphic image of automotive interior in performing sensibility evaluation	제2회 한-일 감성공학 회	1999. 4	학술발표
Human Sensibility Ergonomics Approach for Car Navigation System Digital Map Color Preferences using CIE Color Space	제2회 한-일 감성공학 회	1999. 4	학술발표
랜드마크의 인간 공학적 가이드 라인 제시	1999 대한 인간공학회	1999. 5	학술발표
지능형 교통 체계 기반 경로 제공 시스템 적용을 위한 운전자 주관적 선호를 고려한 경로 제공 알고리즘의 개발	1999 대한 인간공학회	1999. 5	학술발표
Development Human Factors Evaluation System for Car Navigation System	IE-INTERFACES	1999.6	학회지
안전운전 환경 제공을 위한 자동차 IP 구성 요소의 긴급도와 사용 빈도 분석	산업안전 학회지	1999.9	학회지
가상현실 기법을 활용한 PC-based Low level Driving Simulator Prototype(VISVEC System)설계 및 구축에 관한 연구	대한인간공학회 '99추계 학술발표대회 논문집	1999.10	학술발표

원격감성 수집을 위한 방법론 제시 및 환경 변수의 제어를 위한 영향 평가	대한산업공학회 '99추계학술발표대회 논문집	1999.10	학술발표
피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지 시간 및 정확도에 관한 연구	공업경영학회지	1999.11	학회지
Similarity analysis between real-product and graphic image on CRT monitor in performing sensibility evaluation	AU-FIT-NUST Joint Seminar	1999.11	학술발표
Prototype Development of Route Guidance System Based on the Drivers Subjective Preferences using Parallel Genetic Algorithm	6th World Congress on ITS	1999.11	학술발표
운전자의 IP에 대한 인지도 측정에 관한 연구	대한인간공학회지	2000.3	학회지
A Study on the Objects Arrangement of Display Panel and the Cognitive Accuracy under the Virtual Reality Evaluation Tool	인지과학회지	2000.3	학회지
A study for the development of Blind-Pointing Method to extract drivers' cognitive map on Instrument Panel	대한산업공학회지	2000.3	학회지
가상현실 기법을 적용한 평가도구를 활용한 계기반 배치 및 인지 정확도에 관한 연구	한국인지과학회지	2003.3	학회지
Effects of a cellular phone use on driver's performance and vehicle operation while driving	Conference of ESK and International Ergonomic	2000.4	학술발표
자동차 항법장치 Landmark의 인간공학설계 가이드라인 개발	한국산업경영시스템학회 춘계학술대회	2000.5	학술발표
Instrument Panel에 대한 중년 운전자 인지도 형상과 실제 차량 형상간 비교에 관한 연구	한국산업경영시스템학회	2000.5	학술발표
자동변속기차량과 수동변속기 차량의 페달에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석	한국감성과학회	2000.6	학술발표
Effects of a cellular phone use on driver's mental workload by the change of conversation difficulty level in an urban road situation	Japan Automobile Research Institute Research Journal	2000.7	학회지
Comparative research of subjective mental workload assessment technique for the application of human-machine interface evaluation of ITS-oriented Human-machine information systems	IE-Interface	2000.8	학회지

Effect of a hands-free cellular phone use on driver's mental workload and performance in an urban area	대한교통공학회지	2000.8	학회지
AVHS의 인간공학 적용에 관한 연구	자동차공학회지	2000.8	학회지
가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 조작특성에 관한 연구	대한설비관리학회지	2000.9	학회지
한국형 AVHS 안전도 및 사용자 만족도 향상을 위한 인간공학분야의 역할 정의	2000년도 한국자동차 공학회 전기, 전자, ITS 부분	2000.09	학술발표
자동차 환경에서의 무선인터넷 서비스 구성방식에 관한 연구	대한인간공학회 추계 학술대회	2000.10	학술발표
Human Sensibility Ergonomics investigation of car navigation system digital map color structure	한국산업경영시스템 학회지	2000.11	학회지
Similarity Comparison between Real Product and Graphic Image through Human Sensibility	한국산업경영시스템 학회지	2000.11	학회지
가변적 페달 제시기를 이용한 제어장치의 인간공학적 연구	대한산업공학회	2000.11	학술발표
A Study of the Formulating Cognitive Map about the Center Fascia and the Difference between Two Age Groups	CSEPC 2000	2000.11	학술발표
자동변속기 변속충격에 의한 변속감의 정량화 연구	한국기계기술학회지	2000.12	학회지
The study of extraction of middle-aged driver's cognitive map on the Instrument Panel and comparison with the real vehicle	Journal of The Society of Korea Industrial	2000.12	학회지
Instrument Panel에 대한 중년 운전자 인지 지도 형상 추출 및 실제 차량형상과의 비료에 관한 연구	산업경영시스템 학회지	2000.12	학회지
차량의 변속형태에 의한 페달 위치에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석 연구	한국감성과학회 학회지	2001.8	학회지
Development of Blind-Pointing Method to extract driver's cognitive map on Center Fascia	Proceedings of 6th PPCOE	2001.8	학술발표
Development of Fixed-base AHS Simulator for Human Factors Researches	2002 JES-ESK Joint international Conference	2002.5	학술발표
인지지도 유사도와 정신적 작업부하와의 관계에 대한 연구	대한인간공학회지	2002.10	학회지
시뮬레이터 환경에서 속도변화에 따른 운전자의 이차과제 수행시간과 정신적부하와의 관계	한국감성과학회	2002.11	학술발표

제5장 연구개발결과의 활용계획

제1절 기술적 측면

현재 미국, 일본, 유럽 등 자동차 선진국의 경우 자동차 Cockpit 설계 및 In-vehicle Information System 등의 설계 시, 안전에 관한 가이드라인 및 표준이 정해져 있으며, 자국의 표준을 ISO 등의 국제표준으로 삼으려는 노력을 기울이고 있다. 예를 들면, UK Department of Transport의 지원하에 European Conference of Ministers of Transport (ECMT)에서 차내 정보 및 기타 전장장치들의 인간공학 적 안전에 대한 원칙들이 개발되어 실제 시스템의 개발에 적용이 되었으며, ATT(Advanced Transport Telematics) 프로젝트 하에서도 이미 이들 평가에 대한 명확한 정의와 목표 방법론 등이 제시되어 있는 실정이다. 하지만 선진국들은 자국의 표준 및 평가방법 등의 공개를 꺼리고 있는 실정이며, 자동차를 수출 주력 상품으로 삼고 있는 우리나라는 그들의 수출규제를 피하기 위해서는 우리의 표준안 및 안전에 관한 표준 및 방법론의 개발이 절실히 요구되고 있는 상황이라고 할 수 있다. 즉 국내의 자체 연구를 통한 운전자-자동차 감성 인터페이스 구축을 통한 국내 표준의 설립이 필요하다.

본 프로젝트를 통해 운전자-자동차 감성 인터페이스 평가 시스템 및 실험 Station이 구축되어질 경우, 차량 운전석 설계에 대한 감성적 인터페이스 설계표준으로 사용되어질 수 있을 것이며, 현재 국내 자동차 업계의 부족한 차량 설계 기술을 독자적 설계 기술로 진보시킬 수 있을 것이다. 또한 서구인들과는 다른 우리 고유의 감성적 설계기술을 보유하게 될 것이며, 자동차 이외의 운송체계 즉 철도, 비행기, 선박등의 운전석 설계에도 본 기술이 확대 적용되어질 수 있을 것이다.

제2절 경제·산업적 측면

당해기술인 운전자-자동차 감성 인터페이스 설계 및 평가 기술이 완료됨으로 인해, 현재 외국의 표준 및 설계 기술에 종속되어 있는 자동차 회사에 독자적인 기술을 제공할 수 있을 것이며, 이로 인해 자동차 운전석의 독자적 감성 설계를 함으로 인해

외국 및 국내의 자동차 시장에서 확고한 입지를 구축할 수 있을 것이다. 이는 국내 제조업의 큰 비중을 차지하고 있는 자동차 분야 제조업의 활성화를 유도할 수 있을 것이며, 이로 인해 신고용 창출 및 국산 자동차의 품질 대 가격 경쟁력을 향상시킴으로 인해 수출의 확대에 연계되어질 수 있을 것이다. 또한 향후 구축되어질 지능형 첨단 교통 체계의 각종 인터페이스 설계와 맞물려서 이 분야에 대한 독자적인 인터페이스 설계기술로의 확장을 할 수 있을 것이며, 이는 지능형 첨단 교통 체계의 독자 설계 및 관련 기술의 수출에 막대한 영향을 미칠 것으로 예측되어진다.

제3절 기타 활용방안

본 연구가 완료되었을 경우, 자동차 실내 조작 장치 구현 시스템과 운전자-자동차 감성 인터페이스 평가 시스템이 구축이 되어질 것이다. 본 연구의 최종 결과 시스템들은 한국표준과학연구원(KRISS)의 통합 동적 환경 제시 시험실의 Sub system으로 구축되어질 것이며, 이를 통해 운전자에게 보다 완벽한 감성측정을 위한 환경을 제시해줄 수 있게 될 것이며, 본 연구의 Database를 기반으로 종합적인 환경에 대한 감성 Database로 확장 할 수 있을 것이다.

또한 이 두 시스템에 대한 기술을 국내 자동차 제조 업체에 이전하여, 이들의 자동차 운전석 설계에 대한 표준 가이드 라인으로 활용할 수 있을 것이다. 또한 국내의 자동차 회사의 차원을 벗어나 범 국가적인 자동차 운전석에 대한 감성 인터페이스 설계 표준안을 확립하는데도 사용되어질 수 있을 것이다.

또한, 이 두 시스템을 하나의 시스템으로 통합하여 운전자-자동차 감성 인터페이스 제작 시스템으로 상품화 할 수 있을 것이며, 이를 국내의 연구 기관 및 자동차 제조 업체, 그리고 외국의 연구 기관, 학교, 자동차 제조업체 등에 판매할 수도 있을 것이다.

본 연구의 결과는 다음과 같은 분야에 대하여 활용되어질 수 있다.

- 감성공학 연구를 위한 통합환경 실험실의 Sub-system으로 활용
- 운전자-자동차 감성 인터페이스 평가시스템의 상용화
- 운전자-자동차 감성 인터페이스에 대한 Database server 구축
- 자동차 실내의 각종 조작장치에 대한 인간공학적 사용성 평가 및 감성평가

- 자동차 실내 layout 평가 및 설계
- 운전자세 평가 및 동작분석
- 시트 기능에 대한 인간공학적 평가
- 시계성 및 reach envelop 측정 및 평가
- 자동차 Simulator로의 확장
- 철도, 항공기, 선박 등의 시트 설계로의 확장 활용

제6장 참고문헌

- [1]김기범, 운전자의 빈도-중요도와 Performance를 고려한 자동차 Instrument Panel의 인간공학적 설계 방법, 아주대학교 석사학위논문, 1998.
- [2]도로교통안전협회, “1996년 교통사고 통계분석”, 1996
- [3]류성현, 신계옥, 이은주, 이현주., “ 인터넷에서의 뉴멀티미디어 디자인 개발에 관한 연구” korea society of design studies, 1998
- [4]백승렬, 퍼지이론을 적용한 효율적 감성 수집과 분석에 관한 연구, 아주대학교 석사학위논문, 1997.
- [5]박세진, 박수찬, 윤정선, “자동차 시트의 감성평가 기술”, 한국표준과학 연구원, KRISS-95-081-IR, 1995.
- [6]박세진, “자동차 설계와 인간공학”, 측정표준, 제 14권 제 4호, 1991
- [7]박세진, 이남식, 김철중., “A Study on the Optimum Design Parameters for Robot Teach Pendant” Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers Vol. 16, No. 2, Dec., 1990
- [8]백인섭 외. 1999. “ 지능형 교통 시스템에서 차량 내 조작 장치와 정보 제공 장치의 음성 Interface 설계에 관한 연구” '99춘계 한국 경영 과학회/대한 산업 공학회 학술 대회. p77
- [9]박성준, 강동석(1997), “Human CAD Model을 이용한 인간공학적 차량설계”, 대한 산업공학회 97년 추계학술대회(CD Version), 19-2.
- [10]박성준, 강동석, “Ergonomic Human Model을 이용한 인간공학적 차량설계”, 산업공학, 제11권 제2호, pp.125-137, 1998.
- [11]이순요 외1, 감성공학, 청문각, 1996.
- [12]아주대학교 인간공학연구실, 인간-기계-시스템 상호작용 모형 개발 및 시범 인터페이스 구축, 소프트과학연구개발사업 1차년도 연차실적보고서, 1997.
- [13]아주대학교 인간공학연구실, 인간-기계-시스템 상호작용 모형 개발 및 시범 인터페이스 구축, 소프트과학연구개발사업 2차년도 연차실적보고서, 1998.
- [14]이정우, 권규식, “체형과 자동차 시트 조절량 간의 관계” Journal of the Institute of Engineering Research Jeonju Univ. Vol. 4, No. 1, pp.11~17,

1998

- [15] 어홍준 외. 1996. “ 음성 인식을 이용한 사용자 인터페이스 평가 지침” p336-341.
- [16] 윤철호. 1996. “인간 컴퓨터 인터페이스” 대영사. p63-79.
- [17] 유승동, 박 범, “BPM을 사용한 운전자의 IP에 대한 인지지도 형태 추출”, 1999년 대한산업공학회 인지공학연구회 춘계 Workshop : 인지적인 사용자 인터페이스의 설계 문제, pp.145-152, 1999년 3월.
- [18] 이영신, 이석기, 김철중, 박세진, “한국인 20대 청년의 팔 관절 동작범위 측정 연구”, 대한인간공학회지, 제15권 제1호, pp. 40-52, 1996.
- [19] 이영숙, “제품 설계를 위한 한국남성의 인체치수 데이터”, 새봄출판사, 1999.
- [20] 정완섭, 조영건, 박세진, “국내외 승용차들의 승차감 지수의 비교 및 분석”, 한국소음진동공학회, 1997
- [21] 차두원, 자동차 항법장치 도로지도의 인간공학적 평가 및 적용에 관한 연구 - 인지공학 및 감성공학을 중심으로 -, 아주대학교 석사학위논문, 1998.
- [22] 최경남, “신경망과 퍼지를 이용한 차량의 자동변속기 변속패턴 제어알고리즘”, 광운대학교
- [23] 차두원 외. “자동차 항법 장치 인간-기계 인터페이스 평가 시스템 개발 및 설계 변수 추출에 관한 연구” 대한 교통학회지. p35-48. 1997
- [24] 한국표준과학연구원, 감성공학기술.
- [25] 한창수, “자동차용 전동조향장치의 조향감 향상에 관한 연구”, 한양대학교 박사학위논문, 2000
- [26] 한국표준과학연구원, “자동차 승차감 및 피로감 평가기술 개발” KRISS-99-131-IR, 1999
- [27] 한국표준과학연구원, “자동차 실내 조작장치 구현 시스템 개발” KRISS-99-112-IR, 1999
- [28] 한국표준과학연구원, “사용자 인터페이스 디자인을 위한 프로토타이핑 기술개발과 디자인 평가시스템 구축” KRISS-98-121-IR, 1998
- [29] 한국표준과학연구원, “자동체형 감지 시트 시스템 개발” KRISS-98-093-IR, 1998
- [30] Akerblom, B, “Standing and Sitting Posture”, Unpublished Thesis, Stockholm, Nordiska Bokhandeln, 1948.

- [31] Alexander I. Rudnicky etc. 1990. "Spoken Language Interaction in a Goal-Directed Task", *IEEE*. p287-303
- [32] Armacost, R.D., Compton, P.J., Mullens, M.A. and Swart, W.W.(1994), An AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: An industrialized housing application, *IIE Transactions*, 26(4), pp.72-79.
- [33] Baddeley, A.D., *Working memory*, Oxford: Clarendon Press, 1986.
- [34] Baddeley, A. *Human memory: Theory and practice*, Boston, MA: Allyn and Bacon, 1990.
- [35] Barber, P.J., and Folkard, S.(1972), Reaction time under stimulus uncertainty with response certainty, *Journal of Experimental Psychology*, 93, pp.138-142.
- [36] Bernhard Suhr etc. "Empirical Evaluation of Interactive Multimodal Error Correction"
- [37] Biederman, I., Mezzanotte, R.J., Rabinowitz, J.C., Francolin, C.M., and Plude, D.(1981), Detecting the unexpected in photo interpretation, *Human Factors*, 23, pp.153-163.
- [38] Billinghamurst, M., and Weghorst, S., "The Use of Sketch Maps to Measure Cognitive Maps of Virtual Environments", *IEEE*, pp.40-47, 1995.
- [39] Brian Peacock, Waldemar Karwowski, *Automotive Ergonomics*, Taylor & Francis, 1993.
- [40] Brigham, F.R., "Some Quantitative Considerations in Questionnaire Design and Analysis", *Applied Ergonomics*, Vol. 6, No. 2, pp. 90-96, 1975
- [41] Bush, T.R., F.T. Mills, K. Thakurta, R.P. Hubbard, and J. Vorro, "The Use of Electromyography for Seat Assessment and Comfort Evaluation", *SAE Paper*, No. 950143. 1995
- [42] Campbell, J.L.(1996), The development of human factors design guidelines, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18, pp.363-371.
- [43] C. G. Drury and J. A. Searle, "A Study of the Seating and Control Positions in Commercial Vehicle Cabs.", *Motor Industry Research Association*, Warwickshire England, Report No. 1965-17, 1965.

- [44]Chapanis, A., *Human Factors in Systems Engineering*, Wiley - Interscience, pp.16-17, 1996.
- [45]Chow, W.W. and Odell, E.I., "Deformation and Stresses in Soft Body Tissues of a Sitting Person", *Journal of Biomechanics Engineering*, Vol. 100, pp. 79-87, 1978
- [46]Corlett, E.N. and Bishop, R.P., "A Technique for Assessing Postural Discomfort", *Ergonomics*, Vol. 19 pp. 175-182, 1976
- [47]Davis, E.T., Kramer, P., and Graham, N.(1983), Uncertainty about spatial frequency, spatial position, or contrast of visual patterns, *Perception and Psychophysics*, 5, pp.341-346.
- [48]Dempsey, C.A., Chapter 9: "Posture and Sitting", McGraw- Hill, pp. 165-180. 1963
- [49]Diebschlagm, W., and Muller-Limmeroth, W., "Physiological equirements on Car Seats: Some Results of Experimental Studies", *Human Factors in Transport Research*, pp. 223-230, 1980
- [50]Diebschlagm W., F. Heidingerm B. Kuurz, and R. Heiberger, "Recommendation for Ergonomic and Climatic Physiological Vehicle Seat Design", SAE Paper, No. 880055, 1988
- [51]D.K.Keyson and K.C.Parsons., "Designing the user interface using rapid prototyping" *Applied Ergonomics* 1990, 21.3. 207-211
- [52]Downs, R.M., and Stea, D., "Cognitive Maps and Spatial Behavior: Process and Products", In *Image and Environment*, Downs, R.M., and Stea, D.(Eds.), Aldine Publishing Co., Chicago, pp.8-26, 1973.
- [53]Drummond, D.S., "A Study of Pressure Distributions Measured During Balanced and Unbalanced Sitting", *Journal of Bone and Joint Surgery*, Vol. 64(A), pp. 1034-1039, 1982
- [54]Drury, C.G. and Coury, B.G., "A Methodology for Chair Evaluation", *Applied Ergonomics*, Vol. 13, No. 3, pp. 195-202, 1982
- [55]Drury C.G. and Searle, J.A., "A Study of the Seating and Control Positions in "Commercial Vehicle Cabs." *Motor Industry Research*

- Association, Warwickshire England, Protrt No. 1965-17, 1965.
- [56]Eberts, R., and Schneider, W.(1985), Internalizing the system dynamics for a second-order system, *Human Factors*, vol.27, No.4, pp.371-393.
- [57]Elvins, T.T.: "VisFiles: Virtually Lost in Virtual Worlds-Way finding Without a Cognitive map", *Computer Graphics*, 31(3): 15-17, 1997.
- [58]Evans, L., *Traffic Safety and the Driver*, NY: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [59]Floyd, C., *A Systematic look at prototyping, approaches to prototyping*, springer-verlag, 1984.
- [60]G.G.Lucas, "Road Vehicle Performance Method of Measurement and Calculation", Gordon and Breach Science Publishers, 1986.
- [61]Godthelp, H., Färber, B., Groeger, J., and Labiale, G., "Chapter 2. Driving: task and environment", *Generic Intelligent Driver Support*, Taylot & Francis, London: Washington, DC., p.26, 1993.
- [62]Gordon, V. and Bieman, J., *Rapid prototyping: lessons learned*, IEEE SOFTWARE, pp. 85-95. 1994.
- [63]Graesser, A.C., and Marks, W., "Models that simulate driver performance with hand controls", in Peacock, B., and Karwowski, W. (ed.), *Automotive Ergonomics*, pp.383-399, 1993.
- [64]Griffin, D.R., "Topographical Orientation", In *Image and Environment*, Downs, R.M., and Stea, D.(Eds.), Aldine Publishing Co., Chicago, pp.296-299, 1973.
- [65]Habsburg, S and Middendorf, L., "What really connects in seating comfort?, Studies of cirrelates of static seat comfort", SAE Paper, No. 770247, 1977.
- [66]Hart, S.G. and Staveland, L.E.(1988), Development of NASA-TLX(Task Load Index): Results of empirical and theoretical research, In Hancock, P.A. and Meshkati, N.(Eds.), *Human Mental Workload*, Amsterdam: North-Holland, pp.138-139.
- [67]Hertzberg, H.T.E., "The human buttocks in sitting: Pressures, patterns,

- and palliatives, SAE Paper, No. 720005, 1972
- [68]Hiromichi Nakata, " Prediction of the Life of Friction Material and Shift Quality of an Automatic Transmission", SAE Publication, ppl-12, 1968
- [69]Humphreys, G.W.(1981), Flexibility of attention between stimulus dimensions, Perception and Psychophysics, 30, pp.291-302.
- [70]Huston, R.L. and A.M. Genaidy, "Design Parameters for Comfortable and Safe Vehicle Seats", SAE Paper, No. 971132, 1997
- [71]Jones, R.A.; Self-fulfilling prophecies: Social, psychological and physiological effects of expectancies, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1977.
- [72]J. P. Verriest, "Driving Posture and Comfort", *Recherche Transport Securite*, pp. 38-44, 1986.
- [73]Judic, J. M., Cooper, J. A., Truchot, P., Effenterre, P. V., and Duchamp, R., "More Objective for the Integration of Posture Comfort in Automotive Seat Design", SAE paper 930113, Society of Automotive Engineers, 1993.
- [74]Kahneman, D., Ben-Ishai, R., and Lotan, M.(1973), "Relation of a test of attention to road accidents", Journal of Applied Psychology, 58, pp.113-115.
- [75]Kamijo, K.m, Tsujimura, H.m Obara, H. and Kastsumata, M., "Evaluation of Seating Comfort", SAE Paper, No. 820761, 1982.
- [76]Kathleen K. Molnar etc. 1996 " The impacts on user performance and satisfaction of a voice-based front-end information for a standard software tool" Int. Journal Human-Computer Studies
- [77]Katja Nagel, "Comfort Evaluation as Ergonomic Tool with Application to Interior Concepts of Vehicles", SAE Technical Paper Series, 1999-01-1921.
- [78]Keele, S.W.(1986), "Motor control", in J.K. Boff, L. Kaufman and J.P. Thomas(Eds.), Handbook of Human Perception and Performance, Vol.II, pp.30:1-60, New York:Wiley.
- [79]Klebensberg, D., Verkehrspsychologie, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg

New York, 1982.

- [80]Kohara, J. and Sugi, T.m "Development of Biomechanical Manikins for Measuring Seat Comfort", SAE Paper, No. 720006, 1972.
- [81]Kosslyn, S.M., Ball, T.M., and Reiser, B.J.; "Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning", Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 4: 47-60, 1978.
- [82]Lanzilotta, E.J., "Using the Safety State Model to Measure Driver Performance", 950968, *Human Factors in Vehicle Design: Lighting, Seating, and Advanced Electronics*, SAE/SP-95/1088, pp. 175-184, 1995.
- [83]Lee, Pradko, "Analytical Analysis of Human Vibration", SAE 680091
- [84]Limmeroth 1980, Diebschlag et al., 1988, Hertzberg, 1972, Weichenrieder and Haldenwagner, 1985-Weichenrieder, A. and Haldenwagner, H., "The Best Function for the Seat of a Pallenger car", SAE Paper, No. 850484, 1985
- [85]L. W. Schneider, C. K. Anderson, and P. L. Olson, "Driver Anthropometry and Vehicle Design Characteristics Related to Seat Positions Selected Under Driving and Non-driving Conditions", *SAE Paper*, No. 790384, 1979
- [86]Lynch, K., "*The Image of the City*", MIT Press, Cambridge, Massachusetts", 1960.
- [87]Mankoff, J., <http://www.cc.gatech.edu/people/home/jmankoff/hci/rapid-prototyping.html>, 1999.
- [88]Meyer, D.E., Smith, J.E.K., Kornblum, S., Abrams, R.A., and Wright, C.E.(1990), "Speed-Accuracy Tradeoffs in Aimed Movements: Toward a Theory of Rapid Voluntary Action", in M. Jeannerod(Ed.), *Attention and Performance XIII*, pp.173-226, Hillsdale, New Jersey:Erlbaum.
- [89]Minh Tue Vo etc. "Multimodal Human-Computer Interaction"
- [90]Nahm, Y.E., Lee, Y.S., Park, S.J., and Min, B.C.(1999), A Study on the Development of Comfort Evaluation Method for Automotive Seat, Journal of

- the Korean Institute of Industrial Engineers, Vol.25, No.1, pp.75-86.
- [91]Neisser, U., *Cognition and Reality*, WH Freeman, San Francisco, 1976.
- [92]Newstead, S.E., P.Pollard, and D.Reixebos, "The Effect of Set Size on the Interpolation of Quantifiers Used in Rating Scales", *Applied Ergonomics*, Vol. 18, No. 3. pp. 178-182, 1987.
- [93]Nieminen, T., and Summala, H., "Novice and experienced drivers' looking behaviour and primary task control while doing a secondary task", *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting*, pp.852-856, 1994.
- [94]Norman, D.A.: "Categorization of action slips", *Psychological Review*, 88: 1-15, 1981.
- [95]Palmer, S.E.(1975), The effects of contextual scenes on the identification of objects, *Memory and Cognition*, 3, pp.519-526.
- [96]Peter A. Hancock etc. 1988 "Human Mental Workload" *Advance in Psychology* Vol 52 Elsevier Science Publishers B. V. 1988
- [97]Petra Geutner etc. " Conversational Speech Systems for On-Board Car Navigation And Assistance " Carnegie-Mellon Univ.
- [98]Porter, J.M. and Diane, E.G., "Exporting the optimum posture driver comfort", *International Journal of Vehicle Design*, Vol. 19, No. 3, pp.255-266,1998.
- [99]Posner, M.I., Nissen, J.M., and Ogden, W.C.(1978), Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location, In H.L. Pick and E.J. Saltzman(Eds.), *Modes of perceiving and processing*, Hillsdale, NJ:Erlbaum, pp.137-157.
- [100]Poulton, E.C., "Based in Quantitative Judgements", *Applied Ergonomics*, Vol. 13, No. 1, pp. 31-42, 1982.
- [101]Preece, J.(et al.). "Human Computer Interaction". Addison Wesley, 1994.
- [102]Rasmussen, J., and Vicente, K., "Coping with human errors through system design: Implications for ecological interface design", *International Journal of Man-Machine Studies*, 31, pp.517-534, 1989.

- [103]Reason, J.; Human error, New York: Cambridge University Press, 1990.
- [104]Rebiffe, P., "Le Siege du Conducteur : Son Adaptation aux Exigences Fonctionnelles et Anthropometriques", *Ergonomics*, Vol.12, No. 2, 1969.
- [105]Reed, M.P., Saito, M., Kakishima, Y., Lee, N. S and Schneider, L.W., "An Investigation of Driver Discomfort and Related Seat Design Factors in Extended Duration Driving", SAE Paper, No. 910117, 1991
- [106]R.Oliverm R., "A Study of the Comfort Characteristics of Production Car Seats", MIRA, 1970
- [107]Robert L, Anderson and Robert L. Bierly, "Measuring Automatic Transmission Shift Performance", SAE Publication, pp. 1-7, 1965
- [108]Rockwell, T., "Skills, Judgement and Information Acquisition in Driving", in Forbes, T.W.(ed.), *Human Factors in Highway Traffic Safety Research*, Wiley - Interscience , pp.133-164, 1972.
- [109]Rockwell, T.H., "Spare visual capacity in driving revisited", in A.G. Gale, M.H. Freeman, C.M. Haslegrave, P. Smith, and S.P. Taylor(Eds.), *Vision in Vehicles II*, Amsterdam: Elsevier, pp.317-324, 1988.
- [110]Saaty, T.L.(1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
- [111]SAE Handbook, Passenger Car Components and Systems, Vol. 9, Section 34, Society of Automotive Engineers, 1996.
- [112]SAE, Human Factors in Vehicle Design, SAE SP-1088, 1995.
- [113]Sanders, M. and E. McCormick, *HUMAN FACTORS IN ENGINEERING AND DESIGN(7th ed.)*, McGraw-Hill, Inc., New York, 1993.
- [114]Schlesinger, L.E., "Human Factors in Driver Training and Education", in Forbes, T.W.(ed.), *Human Factors in Highway Traffic Safety Research*, Wiley-Interscience, pp. 254-287, 1972.
- [115]Schneider, L.W., Anderson, C.K. and Olson, P.L., "Driver Anthropometry and Vehicle Design Characteristics Related to Seat Positions Selected Under Driving and Non-driving Conditions", SAE Paper, No. 790384, 1979
- [116]Scott, P. A., Candler, P. D. and Li, J.-C., "Stature and seat position as

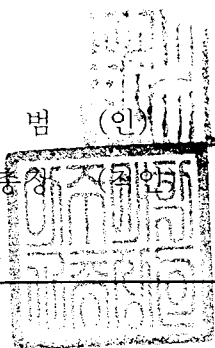
- factors affecting fractionated response time in motor vehicle drivers” ,
Applied Ergonomics, Vol 27, No. 6, pp. 411-416, 1996.
- [117]Shackel, B., K.D.Chidsey, and P.Shipley, “The Assessment of Chair
Comfort”, Ergonomics, Vol. 12, No. 2, pp. 269-306, 1969
- [118]Shepard, R.N. and Metzler, J.: “Mental rotation of three-dimensional
objects”, Science, 171: 70-1703, 1971.
- [119]Sheridan, T.B., *Telerobotics, Automation, and Supervisory Control*, MIT
Press, pp.28-29, 1992.
- [120]Shuichi Takeuchi, Masato Nishikawa, Takashi Suzuki, Takashi Shinzato and
Masahiko Miyata, “Ergonomic Considerations in Steering Wheel Controls
” , SAE paper 2000-01-0169, Society of Ergonomics Engineers, 2000.
- [121]Shunji Ichiyama etc. 1995 .” Natural Language Interface for Personal
Computer Users” NEC 技報 vol 48. No 11. 1995. p75-81
- [122]Singley, M.K. and Andersen, J.R.(1989), *The transfer of cognitive skill*,
Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [123]Stevens, A., and Coupe, P.:“Distortions in judged spatial relations”,
Cognitive Psychology, 10: 422-437, 1978.
- [124]T.Ishihara, “A Study of Hydraulic Torque Converters”, report of
Institute of Industrial Science, University of Tokyo Vol.5, No.7, 1955.
- [125]T.Ishihara, “An Experimental Analysis of Fluid Flow in Torque
Converter”, SAE 830571.
- [126]Their, R.m., “Measurement of Seat Comfort”, Automobile Engineer Feb,
1963.
- [127]Tishitake Naruse, “ A Study on Evaluation Method and Improvement of
Shift Quality of Automatic Transmission”, SAE Publication, pp93-97, 1968
- [128]Treu, S., User interface design-a structured approach, plenum press,
1994.
- [129]Verriest, J.P., “Driving Posture and Comfort”, Research Transport
Securite, pp. 38-44, 1986
- [130]Vicente, K.J., and Rasmussen, J., “The ecology of human-machine systems.

- II: Mediating "direct perception" in complex work domains", *Ecological Psychology*, 2(3), pp.207-249, 1990.
- [131]Wachsler R.A. and Learner D.B., "An Analysis of Some Factors Influencing Seat Comfort", *Ergonomics*, Vol. 3, pp. 315-320, 1960
- [132]Weichenrieder, A. and Haldenwanger, H., "The Best Function for the Seat of a Passenger Car" , SAE paper 850484, Society of Automotive Engineers, 1985.
- [133]Wenqi Shen and A. M. Vertix., "Redefining Seat Comfort", Sae Paper, No. 970597, 1997
- [134]Wickens, C.D., and Andre, A.D., "Proximity compatibility and information display: Effects of color, space and objectness on information integration", *Human Factors*, 32(1), pp.61-78, 1990.
- [135]Wierwille, W.W., Hulse, M.C., Fischer, T.J., and Dingus, T.A., "Visual adaptation of the driver to high demand driving situations while navigating with an in-car navigation system", in A.G. Gale, C.M. Haslegrave, I. Moorhead, and S.P. Taylor(Eds.), *Vision in Vehicles III*, Amsterdam: Elsevier, pp.79-89, 1991.
- [136]Woods, D.D., "The cognitive engineering of problem representations", In G.R.S. Weir and J.L. Alty(Eds.), *Human-Computer Interaction and Complex Systems*, London:Academic, pp.169-188, 1991.
- [137]Yoon, S.Y., Yi, G.H. and Kim, J.Y.(1998), The Effects of Secondary Task on Driving Performance and Subjective Workload, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 21(45), pp.145-154.
- [138]Yu, S.D. and Park, P.(1997), The Study of Object Selection for Human-Vehicle Interaction, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 20(44), pp.463-473.
- [139]Yu, S.D. and Park, P.(1998a), A Study of the Time Prediction with Hand Control in Vehicle, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 24(2), pp.199-209.
- [140]Yu, S.D. and Park, P.(1998b), A Study of the Relationship between the

Time to implement of Driving Secondary Task and Mental Workload to Standardness of Cockpit, *Korean Journal of Cognitive Science*, 9(4), pp.95-106.

- [141] Yu, S.D. and Park, P.(1999), A Study of the Measurement of Driver's Cognitive Map on Instrument Panel, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 18 (2), pp.35-45.
- [142] Yu, S.D. and Park, P.(2000a), The study of the extraction of middle-aged driver's cognitive map on the Instrument Panel and comparison with the real vehicle, *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 23(61), pp.1-11.
- [143] Yu, S.D. and Park, P.(2000b), A Study of the Formulating Cognitive Map about the Center Fascia and the Difference between Two Age Groups, *Proceedings of CSEPC2000 (Cognitive Systems Engineering in Process Control)*, pp.71 -78.
- [144] Yu, S.D. and Park, P.(2000c), A study for the development of Blind-Pointing Method to extract driver's cognitive map on Instrument Panel, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 26(1), pp.9-16.
- [145] Yu, Seung-Dong, and Park, Peom, "A Study of the Time Prediction with Hand Control in Vehicle", *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol.24, No.2, pp.199-209, 1998.
- [146] Yu, Seung-Dong, and Park, Peom, "The Study of Object Selection for Human-Vehicle Interaction", *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, Vol.20, No.44, pp.463-473, 1997.

특정연구개발사업 연구결과 활용계획서

사업명	중사업명	선도기술개발사업			
	세부사업명	감성공학 기반기술개발			
과제명		자동차 실내 조작장치의 구축을 통한 감성측정 및 평가 기술개발			
연구기관		아주대학교 인간공학연구실	연구책임자	박 범	
총연구기간		1998년 12월 14일 - 2002년 11월 13일 (4 년)			
총 연구비 (단위 : 천원)		정부출연금	민간부담금	합계	
		484,000	212,500	696,500	
기술분야		원천요소기술분야			
참여기업		동화기업			
공동연구기관					
위탁연구기관		표준과학연구원			
연구결과활용 (해당항목에(√) 표시)		1. 기업화 ()	2. 기술이전 ()	3. 후속연구추진(√)	4. 타사업에 활용()
		5. 선행 및 기초연구()	6. 기타목적활용(교육연구)(√)	7. 활용중단(미활용)()	
<p>특정연구개발사업 처리규정 제 31조(연구개발결과의 보고) 제 2항에 의거 연구결과 활용계획서를 제출합니다.</p> <p>첨부 : 1. 연구결과 활용계획서 1부. 2. 기술요약서</p> <p style="text-align: right;">2003년 2월 7일</p> <p style="text-align: right;">주관연구책임자 : 박 범 (인)</p> <p style="text-align: right;">주관연구기관장 : 아주대학교 총장</p>					
<p>과학기술부장관 귀하</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>					

연구결과 활용계획서

1. 연구목표 및 내용

운전자-자동차 감성 상호작용 시스템 모델을 구축하고, 운전자와 자동차와의 Interface 관련 사용 편의성 측정 및 평가 방법을 개발한다. 또한 자동차의 내부 Interface에 대한 감성을 추출할 수 있는 방법을 개발하며, 이를 분석할 수 있는 Tool을 개발한다. 또한 자동차 실내 조작장치의 작동감 제시 시스템을 개발하기 위하여 실내 조작장치를 스티어링과 기어 손잡이, 페달, IP, 계기반등으로 나누어 제시하고자 하는 감성을 모델링하고 각 감성에 대한 제시 기법을 개발하고, 각각에 대하여 필요한 제시기를 설계, 개발한다. 손과 발에 감성을 측정하고 분석할 수 있도록 자동차 실내 조작장치의 작동감 제시 시스템을 구성한다. 이러한 연구 및 실험의 결과들을 Database화하여 실제 자동차의 개발 단계에 사용할 수 있도록 DB를 구축하며, 이러한 Tool 및 DB를 통합하여 자동차 내부 Interface의 감성적 설계를 위한 시스템을 구축함을 최종 목표로 한다.

2. 연구수행결과 현황

가. 특허(실용신안) 등 자료목록

발명명칭	특허공고번호 출원(등록)번호	공고일자 출원(등록)일자	발명자 (출원인)	출원국	비고

나. 프로그램 등록목록

프로그램 명칭	등록번호	등록일자	개발자	비고

다. 노하우 내역

- 1) 운전자의 인지특성에 관한 노하우
- 2) 인지도도 형상추출에 관한 노하우
- 3) 피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지시간 및 정확도에 관한 노하우
- 4) 운전자의 주관적 조작 특성에 대한 노하우
- 6) 자동차 실내 조작장치 구현 시스템 설계에 대한 노하우

- 7) 자동차의 Seating buck 개발에 관한 노하우
- 10) 원격감성수집 시스템 설계에 관한 노하우
- 11) 음성 Interface 설계에 관한 노하우
- 12) 변속충격 표시기 개발 및 변속감 연구에 대한 노하우
- 13) IP 형상에 대한 인지공학적 연구에 대한 노하우

라. 발생품 및 시작품 내역

- 1) 가변형 실내 조작장치 구현 제시기
- 2) DB application system

마. 논문게재 및 발표 실적

○ 논문게재 실적

학술지 명칭	제 목	게재연, 월	호	발행기관	국 명	SCI계 재여부
IE-INTERFA CES	Development Human Factors Evaluation System for Car Navigation System	1999.6	No.2	대한산업공학회	대한민국	×
산 업 안 전 학회지	안전운전 환경 제공을 위한 자동차 IP 구성요소의 긴급도와 사용 빈도 분석	1999.9	No.3	한국산업안전학회	대한민국	×
공업경영학회지	피험자 집단간 Instrument Panel 객체 인지시간 및 정확도에 관한 연구	1999.11	No. 52	한국공업경영학회	대한민국	×
대한 인간 공 학회지	운전자의 IP에 대한 인지지도 측정에 관한 연구	2000.3	No. 2.	한국인간공학회	대한민국	×
인 지 과 학 회 지	A Study on the Objects Arrangement of Display Panel and the Cognitive Accuracy under the Virtual Reality Evaluation Tool	2000.3	No.1	인지과학회	대한민국	×
대 한 산 업 공 학회지	A study for the development of Blind-Pointing Method to extract drivers' cognitive map on Instrument Panel	2000.3	No.1	대한산업공학회	대한민국	×
한국인지과학회지	가상현실 기법을 적용한 평가도구를 활용한 계기반 배치 및 인지 정확도에 관한 연구	2003.3	No.1	한국인지과학회	대한민국	×
Japan Automobile Research Institute Research Journal	Effects of a cellular phone use on driver's mental workload by the change of conversation difficulty level in an urban road situation	2000.7	No.7	Japan Automobile Research Institute	일본	×
IE-Interface	Comparative research of subjective mental workload assessment technique for the application of human-machine interface evaluation of ITS-oriented Human-machine information systems	2000.8	No.3	대한산업공학회	대한민국	×

대한교통공학회지	Effect of a hands-free cellular phone use on driver's mental workload and performance in an urban area	2000.8	No.4	대한교통학회	대한민국	×
자동차공학회지	AVHS의 인간공학 적용에 관한 연구	2000.8	.	자동차공학회	대한민국	×
대한설비관리학회지	가변형 자동차 제어장치를 이용한 운전자의 주관적 조작특성에 관한 연구	2000.9	No.3	대한설비관리학회	대한민국	×
한국산업경영시스템학회지	Human Sensibility Ergonomics investigation of car navigation system digital map color structure	2000.11	No.60	한국산업경영시스템학회	대한민국	×
한국산업경영시스템학회지	Similarity Comparison between Real Product and Graphic Image through Human Sensibility	2000.11	No.60	한국산업경영시스템학회	대한민국	×
한국기계기술학회지	자동변속기 변속충격에 의한 변속감의 정량화 연구	2000.12	No.2	한국기계기술학회	대한민국	×
Journal of The Society of Korea Industrial	The study of extraction of middle-aged driver's cognitive map on the Instrument Panel and comparison with the real vehicle	2000.12	No.59	The Society of Korea Industrial	대한민국	×
산업경영시스템학회지	Instrument Panel에 대한 중년 운전자 인지지도 형상 추출 및 실제 차량형상과의 비효에 관한 연구	2000.12	No.61	한국산업경영시스템학회	대한민국	×
한국감성과학회학회지	차량의 변속형태에 의한 페달 위치에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석 연구	2001.8	No.1	한국감성과학회	대한민국	×
대한인간공학회지	인지지도 유사도와 정신적 작업부하와의 관계에 대한 연구	2002.10	No.3	대한인간공학회	대한민국	×

○ 학술회의 발표 실적

학술회 명칭	제 목	발표일	호	발행기관	국 명	SCI계재 여부
1999 대한 산업공학회 한국 경영 과학회 춘 계 공동 학술 대회	지능형 교통 시스템에서 음성 인터페이스의 실장을 위한 연구	1999. 4		대한 산업공학회 한국 경영과학회	대한민국	×
제2회 한-일 감성공학회	Similarity analysis between real-product and graphic image of automotive interior in performing sensibility evaluation	1999. 4		대한감성공학회	대한민국	×
제2회 한-일 감성공학회	Human Sensibility Ergonomics Approach for Car Navigation System Digital Map Color Preferences using CIE Color Space	1999. 4		대한감성공학회	대한민국	×
1999 대한 인간공학회	랜드마크의 인간 공학적 가이드 라인 제시	1999. 5		대한인간공학회	대한민국	×

1999 대한 인간공학회	지능형 교통 체계 기반 경로 제공 시스템 적용을 위한 운전자 주관적 신호를 고려한 경로 제공 알고리즘의 개발	1999. 5		대한인간공학회	대한민국	×
대한인간공학회 '99추계학술발표대회 논문집	가상현실 기법을 활용한 PC-based Low level Driving Simulator Prototype(VISVEC System)설계 및 구축에 관한 연구	1999.10		대한인간공학회	대한민국	×
대한산업공학회 '99추계학술발표대회 논문집	원격감성 수집을 위한 방법론 제시 및 환경변수의 제어를 위한 영향 평가	1999.10		대한산업공학회	대한민국	×
AU-FIT-N U S T J o i n t Seminar	Similarity analysis between real-product and graphic image on CRT monitor in performing sensibility evaluation	1999.11		NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY		×
6th World Congress on ITS	Prototype Development of Route Guidance System Based on the Drivers Subjective Preferences using Parallel Genetic Algorithm	1999.11		Intelligent Transport System World Cogress	캐나다	×
Conferenc e of ESK and Internatio nal Ergonomic	Effects of a cellular phone use on driver's performance and vehicle operation while driving	2000.4		Korea-Japan Ergonomics Society	대한민국	×
한국산업경영시스템학회 춘계학술대회	자동차 항법장치 Landmark의 인간공학적 설계 가이드라인 개발	2000.5		한국산업경영시스템학회	대한민국	×
한국산업경영시스템학회	Instrument Panel에 대한 중년 운전자 인지지도 형상과 실제 차량 형상간 비교에 관한 연구	2000.5		한국산업경영시스템학회	대한민국	×
한국감성과학회	자동변속기차량과 수동변속기 차량의 페달에 따른 운전자세 비교 및 감성차이 분석	2000.6		한국감성과학회	대한민국	×
2000년도 한국자동차공학회 전기, 전자,ITS 부분	한국형 AVHS 안전도 및 사용자 만족도 향상을 위한 인간공학분양의 역할 정의	2000.09		한국자동차공학회	대한민국	×
대한인간공학회 추계학술대회	자동차 환경에서의 무선인터넷 서비스 구성방식에 관한 연구	2000.10		대한인간공학회	대한민국	×
대한산업공학회	가변적 페달 제시기를 이용한 제어장치의 인간공학적 연구	2000.11		대한산업공학회	대한민국	×
C S E P C 2000	A Study of the Formulating Cognitive Map about the Center Fascia and the Difference between Two Age Groups	2000.11		Cognitive Systems Engineering in Process Control	대한민국	×
Proceedings of 6th PPCOE	Development of Blind-Pointing Method to extract driver's cognitive map on Center Fascia	August 21-24, 2001		Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics	중국	×

2002 JES-ESK Joint international Conference	Development of Fixed-base AHS Simulator for Human Factors Researches	2002.5		Japanese Ergonomic Society	일본	×
한국감성과 학회	시뮬레이터환경에서 속도변화에 따른 운전자의 이차과제 수행시간과 정신적부하와의 관계	2002.11		한국감성과학회	대한민국	×

3. 기술이전 및 연구결과 활용계획

- 자동차 산업의 설계개발 부서의 인터페이스 설계개발시 guideline 으로 활용
- 자동차 회사에서 내장 인터페이스 시뮬레이터를 구축시 prototype model로 사용 가능
- 유사한 실험장비, 제품설계를 위한 사전 know-how축적으로 이용

4. 기대효과

연구결과들은 향후 자동차 운전석에 대한 감성공학적, 인간공학적 연구들의 효시가 될 수 있을 것이며, 많은 연구들이 본 과제의 연구 내용을 응용하여 이루어질 수 있을 것이다. 이로 인해 국내 자동차 제조 업체들의 운전석 설계 기술 수준을 선진국 수준으로 끌어올릴 수 있을 것이며, 유사한 동적 시스템의 운전석 인터페이스 장치들의 개발에 대해서도 상당한 파급 효과를 지닐 것으로 보인다.

5. 문제점 및 건의사항

향후 본 연구의 확장을 위해 다양한 차종과 휴면 인터페이스 사용성 평가등에 적용하고 실용성 확보 및 응용 과제들이 추진되어야 한다.

기술 요약서

■ 기술의 명칭

- 자동차 인터페이스 운전자의 인지지도 측정기술 (Sketch Map Method, Blind Pointing Method)
- 자동차 인터페이스 운전자의 정신적 부하측정기술 (RNASA-TLX)
- 자동차 변속충격 표시기 개발에 관한 기술
- 가변형 자동차 Cockpit 인터페이스 제어장치 설계에 대한 기술

■ 기술을 도출한 과제현황

과제관리번호	M1-9817-02-0003			
과제명	자동차 실내 조작장치의 편의성, 감성측정 및 평가 기술개발			
사업명	선도기술개발사업			
세부사업명	감성공학 기반기술개발			
연구기관	아주대학교 인간공학연구실	기관유형	대학	
참여기관(기업)	동화기업			
총연구기간	1999.11.14 ~ 2002.11.13 (4년)			
총연구비	정부(484,000)천원	민간(212,500)천원	합계(696,500)천원	
연구책임자 1	성명	박 범	주민번호	
	근무기관 부서	기계 및 산업공학부	E-mail	ppark@ajou.ac.kr
	직위/직급	부교수	전화번호	031-219-2426
연구책임자 2	성명		주민번호	
	근무기관 부서		E-mail	
	직위/직급		전화번호	
실무연락책임자	성명	손제성	소속/부서	산업공학과 인간공학연구실
	직위/직급	대학원생	E-mail	jesung@ajou.ac.kr
	전화번호	031-219-2428	FAX	031-219-1610
	주소	(442-749) 경기도 수원시 팔달구 산 5번지 아주대학교 팔달관 223호		

■ 기술의 주요내용

[기술의 개요]

Sketch Map Method

여러 인지심리학자로나 다른 분야의 학자들에 의해 쓰이고 있는 방법으로서 상당히 간단하고 직관적인 분석으로 외적표현에 대한 운전자가 인지하고 있는 IP의 형상을 추출하기 위한 한 방법이다. 즉 운전자에게 자신이 생각하고 있는 IP의 형태를 백지 위에 Sketch map을 작성하게 함으로써 인지지도 내에 각인 되어있는 IP의 형태를 개략적으로 추출하는데 있다

Blind-pointing Method

일반적으로 가리키는 행동(pointing action)은 인간의 무의식적 기술(skills)을 이해하기 위한 중요한 요소로서 인식되고 있는데 BPM 또한 이러한 사실에 근거하여 제안된 방법으로 눈을 가린상황하에서 Verbar Protocol(대상이 되는 장치들의 이름을 자극으로 제시하는 대신, 장치를 표현할 수 있는 짧은 단어를 채택하여 사용하는 것을 의미, 긴 자극 명을 사용하였을 경우의 기억에 의한 간섭효과를 최소한으로 줄이기 위한 목적이다.)로 제시되어지는 자극 암시에 따라 피험자들이 손을 사용하여 가리키는 반응을 보이게 하고 이를 비디오 카메라로 기록하여 분석하는 방법이다.

변속감 표시기

자동차의 변속시 발생하는 가속도를 측정하는 가속도센서와 신호의 처리장치인 Microprocessor와 차량의 변속신호를 처리하는 유닛으로 구성되어 있다

가변형 자동차 제어장치

운전자의 인지, 감성, 동작특성 연구를 수행하기 위하여 자동차의 실내 조작장치의 설계변수를 변경할 수 있도록 가변형 스티어링 휠 시스템, 이송 시스템, 휠 토크 시스템, 페달시스템, 시트시스템을 구성된 가변형 자동차 제어장치를 설계하였다.

[용도·이용분야]

- 1) 자동차 산업의 설계개발 부서의 인터페이스 설계개발시 guideline 으로 활용
- 2) 자동차 회사에서 내장 인터페이스 시뮬레이터를 구축시 prototype model로 사용가능
- 3) 유사한 실험장비, 제품설계를 위한 사전 know-how축적으로 이용
- 4) 인지지도 측정에 이용

■ 본 기술과 관련하여 추가로 확보되었거나 개발중인 기술

[기술개요]

기술명	Virtual Interface Design Expert System
개발단계	<input checked="" type="checkbox"/> 연구개발 계획 <input type="checkbox"/> 연구개발 중 <input type="checkbox"/> 연구개발 완료
기술개요	Rapid Prototype Human Interface를 설계 개발하기 위한 전문화 시뮬레이션 시스템

[기술을 도출한 과제현황]

과제관리번호			
과제명			
사업명			
세부사업명			
연구기관		기관유형	
참여기관(기업)			
총연구기간			
총연구비	합계 : ()백만원 - 정부 : ()백만원 민간 : ()백만원		
연구책임자	소속		성명
	전화번호		E-mail
연구개발 주요내용			