

## 자동차 실내 조작장치의 Rapid Prototyping과 적합성 검토 Rapid Prototyping and Verify of Manipulable Component of Car Interior

최 철\*, 박 세진\*\*, 김 철중\*\*, 권 규식\* , 김 진선\*\*  
\* 전주대학교 기계산업공학부, \*\* 한국표준과학연구원

### Abstract

자동차 man-machine system의 interface를 이루는 Display panel, Center fascia, Steering wheel, Rear view, Gear, Power window switch, Seat 등과 이들의 Layout은 운전자의 안전뿐만 아니라, 안락감과 밀접한 부분으로 알려져 있다. 따라서 이러한 설계요소들의 Man-machine interface의 최적화를 위한 인간공학 적 접근이 필요하다. 운전자의 안락감은 Seat, Pedal, Steering wheel 등 뿐만 아니라 각종 조작장치(Audio, Switch, Gear, ...)도 함께 연구되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 실험용 Seating buck을 제작하여 실내 조작장치 중 오디오를 대상으로 터치스크린과 Rapid Prototype을 이용해 사용성 평가에 대한 적합성을 검증하고자 하였다. Rapid Prototyping 기법은 디자인단계에서 제품 사용상의 문제점을 발견 개선할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 본 연구 결과에서 3가지 항목 중 1가지만이 실제 Audio와 Prototype에서 차이가 없었다. 따라서, Prototype의 접촉감과 입체감의 개선, 실사용과 동일한 환경의 제시, 소리와 같은 정확한 반응의 제시, Glare의 제거, 사용자 분석에 따른 실험 데이터의 축적 등을 고려하여 Rapid Prototyping을 구현하여야 할 것이다.

### 1. 서론

자동차의 인간공학적인 연구는 미국을 중심으로 이루어져 오고 있으며, 국내에서는 Display panel, Warning control, Seat, 시계성 등에 대한 사용성 평가와 모델링 평가를 통한 연구가 진행되어 왔다. Rebiffe는 작은 사람부터 큰 사람에 이르는 운전자들을 모두 수용할 수 있는 운전대와 페달들에 대한 안락한 영역을 제시하였다[1]. 이와 비슷한 연구가 Preuschen과 Dupuis, 그리고 Verriest에 의해 이루어졌다. 비록 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[2]. Verriest는 운전자들이 가장 선호하는 운전자세의 변수들을 측정할 수 있는 가변적인 시험장치를 소개하였다[3]. 또한, Schneider 등은 운전자의 선호하는 시트 위치 결정에 페달의 위치와 운전대의 위치 사이에 복합적인 상호 작용을 보여주었다[4]. Grandjean(1980)은 기존 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 조작장치도 함께 연구되어야 한다.

### 2. 실험용 시트

실험용 시트는 자동차 실내공간 설계 및 시트

의 layout 설계시 설계 개념 및 적합성의 평가뿐만 아니라, 최적의 설계안을 도출하기 위하여 필요한 장비로써 여러 용도로 사용될 수 있다. 그림 1에 제시된 Seating bug은 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 부착하였다.

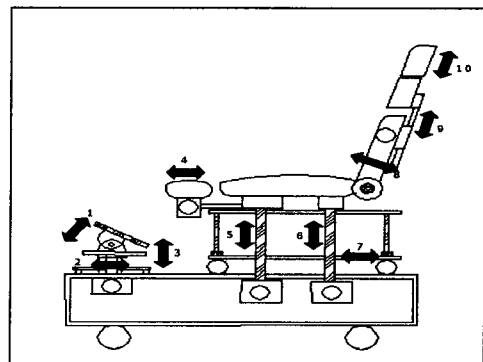


그림 1. 실험용 시트

#### 2.1 사양

##### 액셀레이터

각도: 수평면 기준 125~180도까지 수동조절가능  
Sliding 거리: 좌판의 앞쪽을 기준으로 최소 445mm에서 최대 795mm까지 조절가능.

높이: 전동식 모터에 의하여 지그에서 최소 150mm에서 365mm까지 조절가능.

##### 좌판

좌판깊이: 등판기준 330mm앞에서 최소

410-580mm까지 조절가능 폭-430mm  
 좌판앞부분: 지그에서 최소 185-425mm까지 좌판  
 앞부분 조절가능  
 좌판의 뒷부분: 좌판의 앞부분과 동일  
 좌판 총 Sliding: 235mm  
 등판  
 등판각도: 좌판과 180도 이루는 범위까지 조절  
 등판폭-490mm  
 등판길이: 좌판면기준 350mm 올라간지점 절단  
 587-712mm 조절가능  
 머리받침  
 높이: 등판부터 30mm의 높이조절가능 180도 조절  
 가능

2.2 평가대상

평가대상으로 선정된 모델은 H사 중형승용차  
 의 오디오와 K사 중형승용차의 오디오로서 주로  
 제어-표시부에 집중하여 사용자 인터페이스를 프로  
 타이핑한 모델을 그림 2, 3에 제시 하였다.

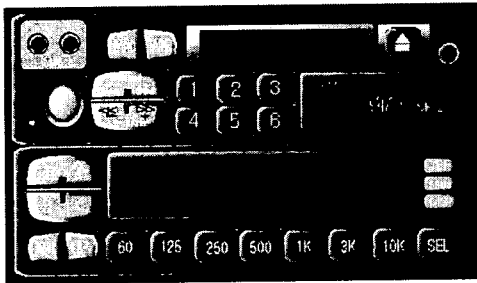


그림 2. H사 오디오의 프로토타입

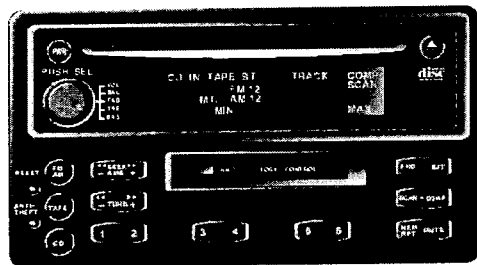


그림 3. K사 오디오의 프로토타입

2.3 적합성검토

프로토타입을 제작하기 위하여 형태와 기능분석  
 을 실시하였다. 또한, Corel Draw, Visual Basic을  
 사용하여 실제제품과 모양뿐만 아니라 동작논리도 동  
 일하게 작동하도록 2종류의 카오디오 프로토타입을  
 모델링하였다.

3 실험

실험에 참가한 인원은 20~30대의 남자 3명과  
 여자 2명이 참여하였다. 남자의 경우 운전경력이 2  
 년 이상이었고, 여자는 경력이 없었다. 터치 스크린  
 에 대한 사용경험은 은행의 현금지급기를 통해서  
 모두 가지고 있었으며, 실험에서 사용되는 프로토타  
 타이핑 된 모델을 다루어 본 경험이 있는 사람은  
 한명도 없었다. 실험에 사용된 실험장비는 Pentium

200MHz CPU를 장착한 PC이며, 스피커, 실험장면  
 을 녹화할때는 LG LC-AH40D 8mm 비디오 카메라  
 를 사용하였다. 터치스크린은 초음파를 이용한  
 (주) 대아산업정보의 17" 터치스크린을 사용하였다.  
 실험변수에서 사용된 독립변수는 2(실험대상)\*2(차  
 종)\*5(작업내용)이며, 종속변수는 작업수행시간, 전  
 원작동시간, 버튼조작 횟수이다. 피실험자는 20가지  
 의 실험을 모두 수행하며, 순서는 랜덤하게 실시하  
 였다. 실험대상은 실물 오디오와 프로토타입이며,  
 차종은 H사와 K사의 중형승용차이고, 작업내용은  
 총 5가지로서 표 1에 제시하였다.

표 1. 작업내용과 작업시나리오

작업	작업 시나리오
T1 자동선풍(seek)를 이 용한 특정 주파수 찾기	power on(94.7)→seek (목표 주파수: 102.9MHz)
T2 seek를 이용한 주파수 Memory 작업	power on(94.7)→ seek→ memory (총 3개를 기억)
T3 Memory된 버튼을 이용한 특정 주파수 선택	power on(94.7)→memory button (목표 주파수: 102.1MHz)
T4 라디오-테이프 변환작업	power on(라디오)→테이프→ 테이프 변환(reverse)
T5 테이프 제거(eject) 작업	power on(라디오)→테이프→ 테이프 변환→테이프 제거(eject)

프로토타입 오디오의 실험시 실제 차의 오디오  
 에서 찾아지는 주파수와 동일하게 제시하였다. 먼  
 저 시트의 위치와 각도, 핸들의 위치를 피실험자에  
 게 편하도록 조절하게 하였으며, 작업내용과 시나  
 리오에 따라 실험을 실시하여 버튼조작의 순서와  
 시간을 측정하였다. 실험 후 주관적 평가를 실시하  
 여 카 오디오의 사용경험, 작업난이도, 사용성의 문  
 제점 등을 조사하였다.



그림 4. 카오디오의 실차 사용성 평가실험 모습



그림 5. 프로토타입의 평가 실험장면

카 오디오의 실차 사용성 평가실험 모습은 그  
 립 4와 같다. 프로토타입 실험과 같이 먼저 시트의  
 위치와 각도, 핸들의 위치를 피실험자에게 편하도록

록 조절하였으며, 작업내용과 시나리오에 따른 실험을 그림 5에 제시하였다. 버튼조작의 순서와 시간을 분석하기 위하여 Stop-Watch를 오디오 옆에 부착하여 비디오 카메라로 측정하였다. 실험 후 주관적 평가를 실시하여 카오디오의 사용경험, 작업의 난이도, 사용상의 문제점 등을 조사하였다.

#### 4. 결과 및 토의

사용성 평가 척도로 작업수행 시간, 전원 작동 시간, 버튼 조작 횟수, 설문지 문항 등을 사용하였으며, 이들 중에서 정량적인 분석이 가능한 작업수행 시간, 전원 작동 시간, 버튼 조작 횟수에 대하여 SPSS Package를 이용하여 통계분석을 실시하였다. 5명에 대하여 실험을 실시하였으나 비디오 카메라의 오류로 인하여 통계분석에서는 4명의 데이터를 분석하였다.

##### 4.1 기초 통계량 분석

기존 연구내용과 동일하게 위 분석항목에서 실물 오디오보다 프로토타입에서 시간, 조작수 등이 많게 나타났다. Task 3~5는 실물 오디오에서 차종간에 작업시간의 차이가 없었으나, 프로토타입에서는 K사 차종의 작업시간이 증가하였다. 이는 접촉감과 입체감에 대한 정보의 Feedback이 없기 때문에 프로토타입에서 전반적으로 작업시간이 증가하였으며, 차종에 따라서 작업시간에 민감하게 차이를 나타낸 것으로 판단된다. 즉, Task 3은 전원 스위치에서 메모리 버튼까지의 거리가 상대적으로 K사 차종이 더 크기 때문에 작업시간의 증가를 보인 것으로 판단된다.

오디오 프로토타입과 실물과의 사용성을 비교해보면 총 작업 평균시간과 전원 작동 평균시간, 총 버튼 조작 평균수를 나타내었다. 프로토타입의 총 작업 평균시간 항목에서 "자동선풍(seek)을 이용한 특정 주파수 찾기(Task 1)" 작업이 가장 많은 시간이 소요되었으며, "라디오-테이프 변환(Task 4)" 작업내용에서 가장 적은 시간이 나타났다. 실물 오디오의 총 작업 평균시간 항목에서는 "seek을 이용한 주파수 Memory 작업(Task 2)"이 가장 많은 시간이 소요되었으며, 역시 "라디오-테이프 변환(Task 4)" 작업내용에서 가장 적은 시간이 나타났다. Task 2에서 프로토타입보다 실물 오디오의 시간이 더 소요된 이유는 실물의 경우, 2초 이상을 누르고 있어야 기억이 되는 반면에 프로토타입의 경우, 내부 타이머가 없었기 때문에 1초 정도만 누르고 있으면 기억이 되기 때문으로 판단된다. 버튼 조작 평균횟수에서 실물 오디오의 시간은 일정한 것에 반하여 프로토타입의 시간이 더 많이 소요되고, 일정하지 않게 나타난 이유는 터치 스크린에 제시되는 프로토타입에 돌출부분이 없어서 피실험자에 정보의 feedback이 어렵기 때문으로 생각된다.

##### 4.2 분산 분석

실험대상과 차종, 작업내용의 3가지 요인(factor)이 총작업수행시간, 전원 on 시간 및 버튼 조작수에 대한 영향력 유무의 판정을 시도하기 위해 분산분석을 실시하였다. 표 2에서와 같이 작업수행 시간(Task completion time)의 경우 차종에 따라서는 영향력이 없었으며, 작업내용과 실험대상에 따라서는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p=0.00).

또한, 실험대상과 차종사이, 실험대상과 작업내용사이 상호작용이 유의미하게 나타났다 (p=0.02, p=0.00). 표 3에서 같이 전원 작동 시간에 대하여 영향을 미치는 것은 단지, 실험대상에 따라서 통계적인 차이가 있는 것으로 분석되었다(p=0.00). 차종, 작업내용에서의 영향력은 나타나지 않았다. 표 4의 버튼 조작수에 대하여 알아보면, 작업내용에 따라서 조작수에 차이가 있었으며, 교호작용이 존재하는 것은 실험대상과 작업내용, 차종과 작업대상, 실험대상과 차종 그리고 작업내용에서 각각 유의하게 나타났다(p=0.00). 그러나, 프로토타입과 실물 오디오의 실험대상에 따라서 유의미하게 차이가 있지 않은 것으로 나타났다(p=0.60).

표 2. 총 작업수행 시간의 분산분석 결과 (\* $\alpha=0.05$ 에서 유의, \*\* $\alpha=0.01$ 에서 유의)

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Prototvpe Product	1	196.66	196.66	15.74	0.00**
Car	1	3.49	3.49	0.28	0.60
Task	4	1983.08	495.77	39.68	0.00**
Prototvpe Product*Car	1	73.58	73.58	5.89	0.02**
Prototvpe Product*Task	4	301.70	75.43	6.04	0.00**
Car*Task	4	12.19	3.05	0.24	0.91
Prototvpe_Product*Car*Task	4	63.48	15.87	1.27	0.29
Corrected Total	79	3383.81			

본 연구의 결과, 전원 작동시간을 제외한 버튼 조작수와 총 작업시간에서 프로토타입과 실제 오디오의 사용성을 평가하였을 때 차이가 있었다. 이러한, 프로토타입과 실제 오디오의 사용을 다르게 하는 요인들을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 터치 스크린의 사용으로 실제오디오와 달라서 접촉감과 입체감이 떨어진다는 것이다.

둘째, 실제 오디오를 조작하는 주변환경과 프로토타입이 제시되는 공간의 차이이다. 실제 오디오 사용성 평가시 불편사항이 기어가 손에 걸린다는 것이었으나, 프로토타입의 경우에는 빛이 반사되어 조작부가 잘보이지 않았다는 의견이 있었다.

셋째, 오디오가 평가대상이었기 때문에 소리의 재생력이 실제 오디오와 프로토타입에 차이가 있었다.

넷째, 터치 스크린 화면상의 굴절에 의한 오류가 많이 발생하였다. 따라서 실제 보다 약간 크게 모델링하는 것도 하나의 방안이 될 수 있을 것이다.

다섯째, 실험 데이터의 수가 적기 때문에 이러한 결과가 발생할 수 있다.

이상에서 실제 오디오와 프로토타입의 사용시 작업시간이나 오류 측면에서 차이점을 유발시킨 중요한 원인을 살펴보았다.

##### 4.3 정성적 분석

피실험자 5명을 대상으로 실험 후에 설문조사를 실시하여 결과를 표 5, 6에 제시하였다.

먼저, 실차의 오디오 불편사항으로 기어가 오디오 조작시 손에 걸린다는 의견이 많았다. 그 이유는 사용된 승용차가 정적인 상태에서 실험이 실시되기 위하여 자동 변속기를 주차(P)에 위치를 시켰기 때문이다. 프로토타입의 경우, 터치 스크린의 사용으로 접촉감과 입체감이 없어서 불편하였

다는 의견이 가장 많았다. 또한, 승용차 전용 스피커를 사용하지 않았기 때문에 소리의 재생력이 다소 떨어지는 점도 지적하였다.

표 3. 전원 작동 시간의 분산분석 결과

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Prototype_Product	1	28.54	28.54	20.58	0.00**
Car	1	2.30	2.30	1.66	0.20
Task	4	3.36	0.84	0.61	0.66
Prototype_Product*Car	1	2.17	2.17	1.56	0.22
Prototype_Product*Task	4	2.73	0.68	0.49	0.74
Car*Task	4	4.18	1.05	0.75	0.56
Prototype_Product*Car*Task	4	3.59	0.90	0.65	0.63
Corrected Total	79	130.06	1.39		

표 4. 버튼 조작수의 분산분석 결과

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Prototype_Product	1	0.11	0.11	0.28	0.60
Car	1	0.31	0.31	0.79	0.38
Task	4	128.30	32.08	81.03	0.00**
Prototype_Product*Car	1	0.11	0.11	0.28	0.60
Prototype_Product*Task	4	15.95	3.99	10.07	0.00**
Car*Task	4	8.50	2.13	5.37	0.00**
Prototype_Product*Car*Task	4	8.95	2.24	5.65	0.00**
Corrected Total	79	185.99	0.40		

표 5. 실차 오디오에 대한 작업내용별 불편사항

	H사 실물 오디오	K사 실물 오디오
T1	주파수의 지속적인 관찰이 어려움	Seek버튼: 너무 밀에 있다 주파수 변환 느낌.
T2	기억작업후 확인소리가 없어서 불편. 기어 간섭	기어 간섭
T3	기억시간이 길다. 메모리 버튼을 누를때 기어 간섭	메모리 버튼 2개씩 붙어서 불편. 기어 간섭
T4	Band와 Tape버튼이 혼동	테이프 변환시 기어에 손이 걸림
T5	테이프 제거 버튼이 멀다	테이프 변환시 기어에 손이 걸림
기타	Credos에 비해 기어와의 충돌이 없고, 주파수 자동 기억버튼이 Seek, Tune버튼 옆에 있으면 좋겠다. 전체적 오디오 조작장치가 멀다	테이프 방향전환(power 버튼이 혼동) power 버튼이 작다. 전체적으로 오디오 조작장치가 멀다

## 5. 결론

본 연구에서 자동차 실내 조작장치 중에서 오디오를 대상으로 터치스크린과 래피드 프로토타입을 이용하여 사용성 평가에 대한 적합성을 검증하고자 하였다. 래피드 프로토타이핑 기법은 디자인 과정의 어느 단계에서든지 제품에 대한 사용성 평가를 용이하게 할 수 있고, 따라서 디자인의 초기 단계에서 제품 사용상의 문제점을 발견함으로써 디자인을 개선하는 것을 용이하게 하는 장점이 있다. 그러나, 본 연구 결과

에서 3가지 항목 중에서 1가지 항목만이 실제 오디오와 프로토타입에서 차이가 없었다. 따라서, 프로토타입의 접촉감과 입체감의 증가, 실사용과 동일한 환경의 제시, 소리와 같은 정확한 반응(Feedback)의 제시, 화면상의 굴절의 제거, 사용자 분석에 따른 실험 데이터의 축적 등을 고려할 한 상태에서 래피드 프로토타이핑을 구현하여야 할 것이다.

표 6. 프로토타입 오디오에 대한 작업내용별 불편사항

	H사 프로토타입	K사 프로토타입
T1	돌출부분이 없어서 Feed-back 없고 입체감이 없어서 불편. 버튼이 작아서 불편.	버튼이 작다. 돌출부분이 없어서 Feedback 없음.
T2	Tune버튼과 충돌. 손을 떼는 순간 실행됨. 주파수 변환이 느림.	소리가 빨리 나지 않아서 혼돈. 버튼을 정확히 누르기 힘들.
T3	Tune버튼과 충돌. 손을 떼는 순간 실행됨.	
T4	정확한 button push 힘들.	
T5		정확 button push 힘들.
기타	실험시 모니터에 빛이 반사되어 흐리게 보임. 소리의 재생력이 다소 떨어짐 (현실감이 떨어짐). 주파수 변화에 대한 Display가 느리다.	글씨가 작아 잘 안보임. Tape버튼과 제거 버튼이 너무 멀다. 테이프 변환 버튼이 Pro로 따로 있어 불편. 소리의 재생력이 떨어짐 주파수 변화에 대한 Display가 느림.

## Reference

- [1] Rebiffe, P., "Le Siege du Conducteur : Son Adaptation aux Exigences Fonctionnelles et Anthropometriques", Ergonomics, vol. 12, No. 2, 1969
- [2] 박세진, 박수찬, 윤정선, "자동차 시트의 감성평가 기술", 한국표준과학 연구원, KRISS-95-081-IR, 1995.
- [3] J. P. Verriest, "Driving Posture and Comfort", Recherche Transport Securite, pp. 38-44, 1986.
- [4] 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.