

승용차 Combination Meter의 가독성 향상을 위한 색상 설계

기도형*

Color Design of Combination Meter in Passenger Car for Improving Readability

Dohyung Kee

〈Abstract〉

The purpose of this study is to survey colors of background, marker, and pointer being used in passenger car's combination meter, and to suggest ergonomic design guidelines of combination meter to enhance driver's readability. An experiment was conducted, in which colors of background, marker, and pointer were selected as independent variables, and reading time, reading error, and preference for combination meter were measured as dependent variables. Most of passenger cars sold in Korea were found to have combination meter with black background, white marker. The experimental results showed that reading time of combination meter with white background, black marker and pointer was shortest, reading error was lowest in combination meter with black background, yellow marker and pointer, and preference for combination meter with white background, black marker and black or red pointer was highest. The results implied that combination meter with white background, black marker and black pointer should be used for comprehensively optimizing reading time, reading error, and preference for it. It was expected that these results could be used as valuable design guidelines when designing combination meter of passenger car.

1. 서론

현재 자동차는 일상 생활에서 주요한 교통 수단이 되고 있으며, 우리 나라는 1997년 7월 자동차 등록 대수가 1,000만대를 넘어 대중화 시대를 지나 포화기로 접어들고 있다. 자동차의 역할이 과거에는 단순한 이동 수단이었으나, 현재는 생활의 중요한 도구가 되어 운전자의 안락과 안전을 추구하고 있다. 2,000년대의 자동차는 전세계적으로 개발과 생산에 관련된 하드웨어 기술의 평균화로 안전, 안락, 환경 친화성 등의 소프트웨어적인 면을 중시하는 방향으로 발전해 나갈 것으로 예측되고 있다[2].

안전하고 안락한 자동차의 설계를 위해서는 body layout의

설계가 중요하며, 자동차 설계 시 body layout은 거주성, 조작성, 시인/시계성, 승강성, 적재성, 안전성 등의 관점에서 평가된다[2]. 이 중 시인/시계성은 운전자의 시야 확보 및 운전 상황을 나타내 주는 정보를 빠르고 정확하게 취할 수 있게 하여 주는 역할을 하며, 시야 확보를 위해서는 windshield, rear view mirror 등의 설계가 중요하다. 운전자의 시인성 제고를 위해서는 combination meter의 인간공학적 설계가 중요한 역할을 하며, 본 연구에서는 이에 대한 연구를 수행하고자 한다. 우리나라에서는 자동차 내장에 대한 연구를 찾아보기가 어려우며, 주로 미국을 중심으로 외국에서 이 분야에 대한 연구가 이루어져 오고 있다.

1982년 Whitehurst는 black-on-white dial과 white-on-black

* 계명대학교 산업공학과

dial의 비교에서, dial 판독시간(reading time)은 거의 동일하고 에러(error)는 white-on-black에서 낮게 나타났으나, 반대로 black-on-white를 선호하는 것으로 나타났다[7]. 같은 연구에서 combination meter의 설계 요소를 이루는 눈금 숫자의 단위 및 크기, interpolation은 판독시간에 유의한 영향을 미치는 반면, 눈금 방향(scale orientation), 눈금폭(marker width), 지침 설계(pointer design), clutter, 눈금 숫자 위치 등은 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 제시하였다. 1987년 Boles와 Wickens는 analog, digital, verbal 형태의 표시기에 관한 연구를 수행한 결과, analog 표시장치(display)에서 반응시간(reaction time)이 가장 빠르게 나타남을 보였으며, 표시장치를 디자인하기 위한 guideline을 제안하였다[5]. 1991년 Payne과 Lang은 rapid communication(RAP COM) display와 spatial display에 관한 연구를 수행하여, RAP COM display의 경우 반응시간은 짧지만, 반응시간에 비해 에러가 많이 발생함을 밝혔다[6]. 1997년 Jindo와 Hirasago는 감성공학을 통해 승용 자동차의 내부 디자인 중 combination meter의 속도계(speedometer)에 관한 연구를 수행한 결과, 디자인 측면에서 meter cluster 수가 4개나 6개일 때 가장 높게 평가되고, 피실험자들이 가장 선호함을 보였다[4]. 국내 연구로는 이면우 등이 인간공학적 CAD 모델을 이용하여 자동차 steering wheel의 기울기에 따른 combination meter의 가시도를 조사하여, steering wheel의 기울기가 45°일 때 가시도가 가장 좋음을 보인 것을 들 수 있다[3]. 이상에서 살펴 본 바와 같이 현재까지의 연구들은 combination meter를 구성하는 세부 요인, 표시장치의 종류, 가시도 등에 대한 연구는 수행되어 왔으나, combination meter의 시인성 및 선호도에 결정적 역할을 할 것으로 기대되는 표시장치를 구성하는 요소들의 색상을 포괄적으로 고려한 연구는 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 combination meter를 구성하는 주요 요소인 바탕(배경), 눈금, 지침(pointer)의 색상이 시인성에 미치는 영향을 고찰하고자 한다. 이를 위하여 기존의 자동차에 대한 combination meter의 색상에 대한 현황을 조사하며, 조사된 자료를 바탕으로 실험을 수행하여 combination meter를 구성하는 요소들의 색상이 combination meter의 판독시간, 판독 에러(reading error)와 선호도(preference)에 미치는 영향의 정도와 방향을 조사하여, combination meter 색상 설계(design)에 대한 지침 마련을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

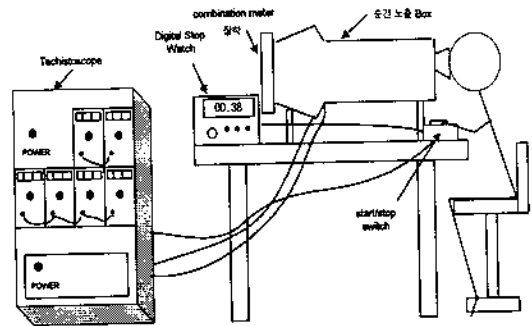
2. 실험방법

2.1 피실험자

본 연구에서 수행한 combination meter에 대한 판독시간, 판독에러 및 선호도 측정에는 15명의 대학 및 대학원 학생이 피실험자로 참여하였으며, 이들은 남자 10명과 여자 5명으로 구성되어 있다. 피실험자의 연령은 24.6 ± 2.1 세, 신장은 167.93 ± 7.01 cm, 체중은 62.13 ± 11.4 kg, 시력은 좌측이 0.95 ± 0.14 , 우측이 0.99 ± 0.11 을 보였다. 실험에 참여한 15명의 피실험자는 과거에 근골격계 및 색맹 등의 시각 이상의 경력이 없는 학생으로 하였다.

2.2 실험장치

본 실험은 tachistoscope를 이용하여 피실험자의 판독시간, 판독에러를 측정하는 실험을 수행하였다. 실험 장치의 구성은 <그림 1>과 같으며, 실험 장치는 본체인 tachistoscope, 여러 가지 combination meter를 장착할 수 있는 순간 노출 box와 피실험자의 판독시간을 측정하기 위한 digital stop watch로 구성되어 있다. tachistoscope는 원래는 주어진 시간 동안만 노출하고 닫히게 되어 있으나, 본 연구에서는 판독시간의 측정을 위하여 피실험자가 start/stop switch를 누르면 열리고, 다시 switch를 누르면 닫히도록 개조하여 사용하였다.

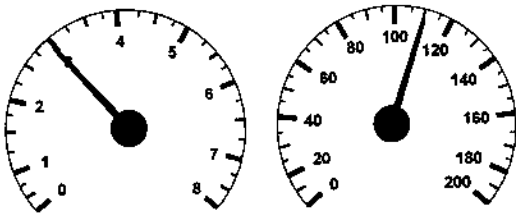


<그림 1> 실험 장치의 구성

2.3 실험계획

실험에 사용되는 combination meter는 tachometer와 속도계(speedometer)로 구성되며(<그림 2>), 전체 배열, 눈금과 지침

의 크기는 국내 H 자동차(주)의 중형급 승용차와 같게 하였으며, 사용된 색상은 기존 자동차에 사용되고 있는 것과 색상과 색상 대비를 고려할 때 사용 가능성이 있는 것으로 하였다. 실험은 바탕색, 눈금색과 지침색의 세 변수를 실험 변수로 하는 within-subject design으로 하였으며, 그 내용과 수준(level)은 다음 <표 1>과 같다. 표에 나와 있는 변수의 조합으로 바탕, 눈금과 지침의 색상에 따른 40개의 조합을 만들어 판독시간, 판독에러 및 선호도를 측정하였다. 40개의 combination meter의 조합은 PC의 'visio' software에서 그린 다음, color deskjet printer(HP 870K)로 출력하여 사용하였다.



<그림 2> 실험에 사용된 combination meter의 예

<표 1> 실험 변수 및 수준

바탕색	눈금색	지침색
흑색	백색, 황색, 녹색	백색, 적색, 황색, 녹색
백색	흑색, 녹색	흑색, 적색, 황색, 녹색
청색	백색, 황색	흑색, 백색, 적색, 황색
녹색	흑색, 백색, 황색	흑색, 백색, 적색, 황색

2.4 실험절차

실험은 피실험자에게 combination meter의 구성과 실험 내용에 대하여 충분히 주지시키고, 5-10회 정도의 예비실험을 실시하고 난 후, 40개의 combination meter에 대하여 각 실험별 -판독시간 측정, 판독에러 측정, 선호도 측정-로 실험을 수행하였으며, 판독시간과 판독에러 측정 실험은 3회 반복하였다. 실험은 반복과 피실험자간에 나타날 수 있는 bias를 최소화하기 위하여 완전 random한 순서로 수행하였다. 그리고, 15명의 피실험자는 제시되는 실험 처치(treatment)는 같고, 순서만 다른 실험을 3회 반복 수행하였다. <그림 2>에는 큰 눈금, 중간 눈금, 작은 눈금의 3종류가 있고, 지침이 제시되는 눈금의 종

류에 따라 판독시간과 판독에러에 차이가 나타날 수 있으므로, 본 연구에서는 이러한 bias를 최소화하기 위하여 3회 반복 실험 중에 각 눈금이 한번만 나타나게 하고, 각 눈금이 제시되는 순서는 random하게 하였다. 실제 자동차는 tachometer와 속도계가 동시에 움직이지만, 본 연구에서는 tachometer는 일정한 값으로 고정시키고 단지 속도계의 눈금을 random하게 제시하고, 이를 읽는데 소요되는 시간과 판독에러를 측정하였다.

판독시간 측정 실험은 실험자가 순간 노출 box에 눈금의 값이 표시된 combination meter를 장착하고 난 후, 피실험자가 <그림 1>에서처럼 순간 노출 box에 눈을 대고 start/stop switch를 누르면, tachistoscope에 장착된 형광등에 불이 들어와 장착한 combination meter가 보이게 된다. 피실험자는 이 combination meter 중 속도계의 눈금을 가능한 한 빨리 읽은 후 start/stop switch에서 손을 떼며, 판독시간은 자동적으로 start/stop switch에 연결된 digital stop watch에 기록되어진다. 여기서, 판독시간은 피실험자가 start/stop switch를 누르는 순간부터 속도계의 값을 읽은 후 start/stop switch에서 손을 떼 때까지로 정의한다.

판독에러 측정 실험에서는 피실험자에게 짧은 시간동안 combination meter를 제시하고 얼마나 정확하게 속도계의 눈금을 읽는가를 측정한다. 제시 시간을 길게 하면 피실험자가 속도계의 눈금을 정확하게 읽게 되고, 너무 짧으면 피실험자가 속도계의 눈금을 인지할 수가 없게 되므로, 피실험자에게 combination meter를 제시하는 시간이 중요하게 된다. 인간이 시각 정보를 인지하는데 걸리는 최소 시간이 0.2초이므로[1], 본 연구에서는 피실험자에게 combination meter를 제시하는 시간을 0.2초로 하였다. 여기서, 판독에러는 실험자가 제시한 combination meter 상의 눈금값과 이에 대하여 피실험자가 판독한 값과의 차이로 정의하였다.

combination meter에 대한 선호도는 40개의 조합 각각에 대하여 7-point scale로 조사하였다. 동시에 바탕색, 눈금색과 지침색 각각에 대하여 7-point scale로 선호도를 조사하였다. 선호도 평가 시에는 피실험자에게 7-point scale의 각 점수에 대한 기준(예, 매우 좋음, 나쁨 등)을 제시하지 않고, 점수가 낮을수록 선호도가 떨어지며 점수가 높을수록 선호도가 좋아진다는 방향만을 제시하여, 추후에 분산분석이 가능하도록 하였다.

실험은 판독시간 측정 - 판독에러 측정 - 선호도 측정의 순서로 하였다. 판독시간과 판독에러 측정 실험에서 1회 실험이 끝나면 피실험자는 2분 정도의 휴식을 취하고, 실험자는 다음

실험 조건에 해당하는 combination meter를 tachistoscope에 장착한다. 매 20회 실험마다 피실험자가 실험실 밖을 잠시 보게 하여 눈의 피로를 줄일 수 있도록 하였다. 한 명의 피실험자가 모든 실험을 수행하는데는 약 5-6시간이 소요되었고, 실험은 두 번으로 나누어서 2일에 걸쳐 수행되었다.

3. 결과

3.1 기존 자동차 조사

현재 국내 자동차 업체에서 생산, 시판되고 있는 승용차 및 jeep차와 카탈로그나 사진을 구할 수 있는 외국 승용차를 대상으로 combination meter에 사용되고 있는 바탕색, 눈금색과 지침색을 조사하였으며, 그 내용은 다음 <표 2>에 정리되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 대부분 차종의 combination meter의 바탕색은 흑색이었으며, 아벨라와 티코와 같은 소형 승용차는 바탕색으로 청색을 사용하고 있다. 스텔라 차종은 바탕색으로 흑색, 눈금색으로 녹색, 지침색으로 적색을 사용하고 있으며, 프레스토, 르망, 콩코드와 캐피탈은 바탕색으로 흑색, 눈금색과 지침색으로 주홍색을 사용하고 있다. 그리고, 쏘나타와 같은 경우는 동일한 차종이더라도 생산 년도가 다르면 combination meter의 색상도 달랐다. 또한, (4)에 속한 르망과 캐피탈 차종은 (2)의 형태를 취하는 경우도 있고, 티코는 (2), (5)의 2가지 종류를 취하고, 아벨라는 (1)과 (5)의 2가지 종류의 combination meter로 되어 있는 것으로 조사되었다.

3.2 판독시간

combination meter의 바탕색, 지침색, 눈금색이 피실험자의 판독시간에 미치는 영향의 유의성을 알아보기 위하여 분산분석을 실시하였으며, 그 결과가 <표 3>에 정리되어 있다. 여기에서 각 피실험자별 판독시간은 3회 반복한 실험에 대한 판독시간의 산술 평균치이며, 이를 대교값으로 추후의 분석에 사용하였다. 표에서 보는 바와 같이 바탕색, 지침색, 눈금색 등의 주효과(main effect)는 유의수준 1%에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 바탕색과 지침색의 교호작용도 판독시간에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

바탕색, 눈금색과 지침색에 따른 판독시간의 크기가 다음 <그림 3>에 제시되어 있으며, 바탕색이 백색일 경우 판독시간이 가장 작았고, 다음으로는 청색 - 흑색 - 녹색의 순서로 판

<표 2> combination meter의 색상 현황 조사

번호	바탕색	눈금색	지침색	차종
1	흑색	백색	백색	레간자, 프린스, 세피아, 싼타모, 라노스, 아벨라, 갤로퍼, 스포티지, 마르샤, 쏘나타 I, 무쏘, 쿠파 406, Honda Civic ML, Ford Mondeo, Mitsubishi Galant
2	흑색	백색	적색	그랜저, 에스페로, 쏘나타 II, III, 프라이드, 캐피탈, 엘란, 엑센트, 갤로퍼 II, 프라이드 β, 아반떼, 엘란트라, 르망, 포테샤, 티뷰론, 티코, Chrysler Neon, Nissan Altima, Benz S280, Toyota Camry, 캐탈락 스틸 STS
3	흑색	녹색	적색	스텔라
4	흑색	주홍색	주홍색	프레스토, 르망, 콩코드, 캐피탈,
5	청색	백색	백색	아벨라, 티코

<표 3> 판독 시간에 대한 분산분석표

요인	DF	SS	MS	F	P
바탕색	3	1.721	0.574	37.99	0.000*
눈금색	3	1.776	0.592	24.60	0.000*
지침색	4	0.200	0.050	9.260	0.000*
성별	1	1.012	1.012	1.060	0.322
바탕색*눈금색	3	0.019	0.006	0.720	0.546
바탕색*지침색	8	0.292	0.037	5.660	0.000*
바탕색*성별	3	0.085	0.028	1.880	0.149
눈금색*지침색	12	0.120	0.010	1.420	0.160
눈금색*성별	3	0.054	0.018	0.740	0.532
지침색*성별	4	0.050	0.012	2.300	0.071
바탕색*눈금색*지침색	6	0.056	0.009	1.580	0.164
피실험자(성별)	13	12.421	0.955	.	.
바탕색*피실험자(성별)	39	0.589	0.015	.	.
눈금색*피실험자(성별)	39	0.938	0.024	.	.
지침색*피실험자(성별)	52	0.280	0.005	.	.
바탕색*눈금색*피실험자(성별)	42	0.365	0.009	.	.
바탕색*지침색*피실험자(성별)	112	0.723	0.006	.	.
눈금색*지침색*피실험자(성별)	168	1.176	0.007	.	.
바탕색*눈금색*지침색*피실험자(성별)	84	0.496	0.006	.	.
total	599	22.103	0.037	.	.

* : significant at α = 0.01

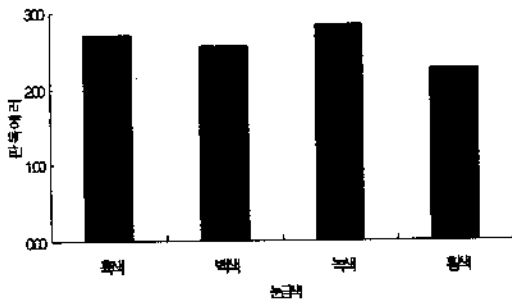
응시간이 증가함을 보였다. 백색은 다른 세 가지 색에 비하여 판독시간이 서로 독립인 모집단간의 t-test 결과 통계적으로 유의하게 작았으며(p(0.01), 청색도 흑색에 비하여 유의하게 작

〈표 4〉 판독에러에 대한 분산분석표

요 인	DF	SS	MS	F	P
바탕색	3	12.921	4.307	1.310	0.286
눈금색	3	27.031	9.010	3.060	0.039*
지침색	4	10.302	2.575	0.910	0.464
성별	1	13.918	13.918	1.830	0.200
바탕색*눈금색	3	6.763	2.254	1.030	0.391
바탕색*지침색	8	5.096	0.637	0.320	0.957
바탕색*성별	3	4.893	1.631	0.500	0.688
눈금색*지침색	12	17.352	1.446	0.610	0.832
눈금색*성별	3	8.279	2.760	0.940	0.432
지침색*성별	4	11.181	2.795	0.990	0.421
바탕색*눈금색*지침색	6	6.231	1.039	0.660	0.682
피실험자(성별)	13	99.101	7.623	.	.
바탕색*피실험자(성별)	39	128.483	3.294	.	.
눈금색*피실험자(성별)	39	114.796	2.943	.	.
지침색*피실험자(성별)	52	146.705	2.821	.	.
바탕색*눈금색*피실험자(성별)	42	92.356	2.199	.	.
바탕색*지침색*피실험자(성별)	112	222.500	1.987	.	.
눈금색*지침색*피실험자(성별)	168	398.326	2.371	.	.
바탕색*눈금색*지침색*피실험자(성별)	84	132.083	1.572	.	.
total	599	1576.697	2.632		

* : significant at $\alpha = 0.05$

나타났고, 다음으로는 백색 - 흑색 - 녹색의 순서로 판독에러가 증가하는 것으로 나타났다. 그러나, SAS의 Duncan multiple range test에서는 눈금색간에 판독에러의 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.



〈그림 5〉 눈금색에 따른 판독에러

3.4 선호도

combination meter의 바탕색, 지침색, 눈금색이 피실험자의 주관적 선호도에 미치는 영향에 대한 분산분석 결과가 〈표 5〉에 정리되어 있다. 본 연구에서 실험 변수로 정한 바탕색과 지침색은 유의수준 5%에서, 눈금색은 유의수준 1%에서 유의차가 있는 것으로 나타났으며, 바탕색과 지침색, 눈금색과 지침색의 교호작용은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

〈표 5〉 선호도에 대한 분산분석표

요 인	DF	SS	MS	F	P
바탕색	3	75.303	25.101	4.190	0.012*
눈금색	3	45.650	15.217	8.850	0.000**
지침색	4	23.483	5.871	3.280	0.018*
성별	1	8.104	8.104	1.310	0.272
바탕색*눈금색	3	3.809	1.270	1.310	0.284
바탕색*지침색	8	24.309	3.039	3.580	0.001**
바탕색*성별	3	29.069	9.690	1.620	0.201
눈금색*지침색	12	19.056	1.588	2.330	0.008**
눈금색*성별	3	2.386	0.795	0.460	0.710
지침색*성별	4	3.430	0.858	0.480	0.750
바탕색*눈금색*지침색	6	5.461	0.910	1.560	0.168
피실험자(성별)	13	80.184	6.168	.	.
바탕색*피실험자(성별)	39	233.845	5.996	.	.
눈금색*피실험자(성별)	39	67.052	1.719	.	.
지침색*피실험자(성별)	52	92.942	1.787	.	.
바탕색*눈금색*피실험자(성별)	42	40.688	0.969	.	.
바탕색*지침색*피실험자(성별)	112	95.054	0.849	.	.
눈금색*지침색*피실험자(성별)	168	114.558	0.682	.	.
바탕색*눈금색*지침색*피실험자(성별)	84	48.925	0.582	.	.
total	599	1143.84	1.906		

* : significant at $\alpha = 0.05$, ** : significant at $\alpha = 0.01$

바탕색, 눈금색과 지침색에 따른 피실험자의 주관적 선호도의 크기가 다음 〈그림 6〉에 제시되어 있으며, 바탕색으로 백색을 가장 선호하고, 다음으로는 청색 - 흑색 - 녹색의 순서로 선호도가 떨어지는 것으로 나타났다. 이것은 판독시간의 결과와 유사하며, 피실험자가 combination meter를 빠르게 읽을 수 있는 색상에서는 선호도도 높게 나타남을 보이고 있다.

눈금색에 따른 선호도의 크기는 백색 눈금일 경우에 가장 크게 나타났고, 그 다음으로는 황색 - 흑색 - 녹색의 순서로

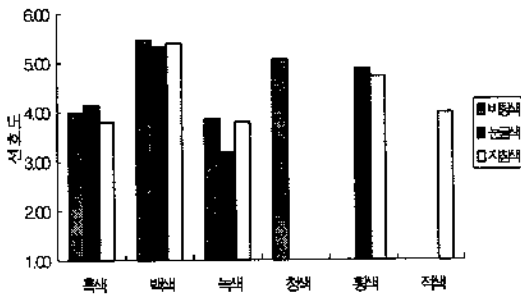
들어들을 보이고 있다. 지침색에 따른 선호도의 크기는 백색 - 황색 - 적색 - 흑색 - 녹색의 순서로 나타났다. 지침색간 선호도에 대한 t-test에서는 백색과 녹색간에만 유의수준 5%에서 유의한 차이를 나타내고, 기타 색간에는 유의한 차이를 보이지 않았다.

위의 결과를 종합하여 보면, 바탕색, 눈금색과 지침색으로는 백색을 가장 선호하고 있으며, 현재 시판되고 있는 자동차에서 주로 사용되고 있는 흑색의 경우는 선호도가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

른 색상일 때보다 선호도가 대체적으로 높게 나타났다. 선호도는 바탕색이 백색, 눈금색이 흑색, 지침색이 흑색 혹은 적색인 combination meter에서 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 바탕색이 흑색, 눈금색이 백색, 지침색이 황색, 그리고 바탕색이 청색, 눈금색이 황색, 지침색이 백색의 순서로 나타났으며, 바탕색이 흑색, 눈금색이 녹색, 지침색이 녹색인 combination meter에서 가장 낮게 나타났다.

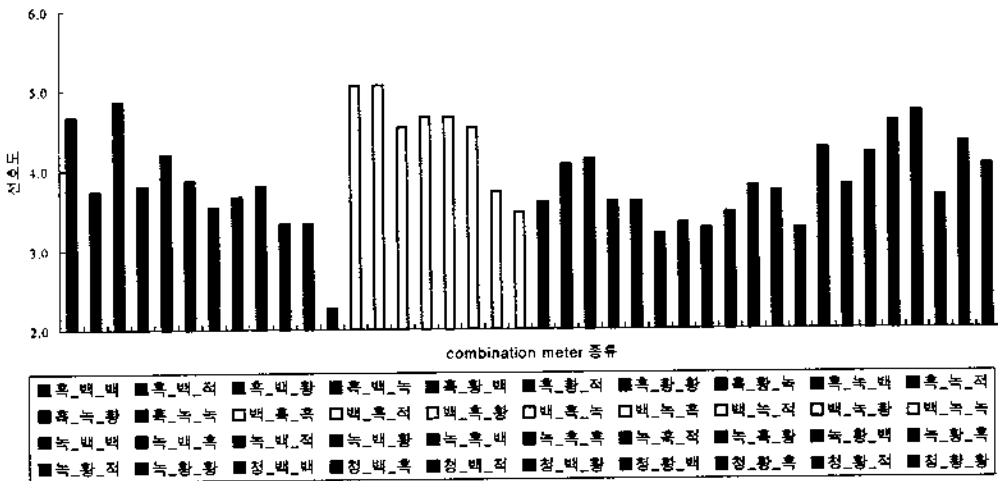
3.5 Combination meter의 Grouping

40개 combination meter의 판독시간에 대하여 SAS Duncan multiple range test를 이용하여 grouping한 결과가 <표 6>에 정리되어 있으며, combination meter는 판독시간에 따라 10개 (A-J)의 group으로 나누어졌다. 표에서 group이 A에서 J쪽으로 갈수록 판독시간이 빨라진다. 표에서 이탤릭체로 표시된 것은 현재 국내에서 시판되고 있는 차종의 combination meter의 색상을 나타낸다. 청_백_황과 백_흑_흑이 판독시간이 가장 빠른 그룹으로 분류되었고, 현재 많이 사용되고 있는 흑_백_백은 이들과 통계적 유의차를 보이며 다음 group에 속하고 있다. 현재 스텔라에서 사용되고 있는 흑_녹_적은 반응시간이 가장 나쁜 group에 속하며, 가장 많이 사용되고 있는 흑_백_적도 중간 group에 속하여 판독시간의 관점에서 좋지 않으므로 수정되어야 할 것으로 생각된다.



<그림 6> 바탕색에 따른 선호도

실험에 사용한 40개의 각 combination meter에 대한 선호도는 <그림 7>에 제시되어 있으며, 바탕색이 백색일 경우가 다



<그림 7> 색상에 따른 선호도

〈표 6〉 combination meter의 판독시간에 대한 grouping

Group	combination meter 색상
A	후_녹_적, 후_녹_녹
B	녹_후_황, 녹_후_후
C	녹_후_백, 녹_후_적, 청_백_후, 후_녹_백, 후_녹_황, 청_황_후
D	녹_백_적, 녹_황_적, 청_황_적, 후_황_적
E	백_녹_황, 청_황_백, 후_백_적
F	후_황_백, 후_황_녹, 녹_황_백
G	청_백_적, 녹_백_후, 녹_황_황
H	녹_황_적, 후_황_황, 백_녹_적, 후_백_황, 청_황_황, 후_백_녹, 녹_백_황, 백_후_황
I	후_백_백, 녹_백_백, 백_녹_후, 백_후_적, 청_백_백, 백_녹_녹, 백_후_녹
J	청_백_황, 백_후_후

* 제시된 순서는 바탕색_눈금색_지침색임

판독에러에 대한 grouping 결과는 〈표 7〉에 정리되어 있으며, 4개(A-D) 그룹으로 나누어져 combination meter의 색상때 따른 차이가 판독시간에 비하여 작은 것으로 나타났다. 여기서, group이 A에서 D쪽으로 갈수록 판독에러가 작아진다. 현재 아벨라, 티코 등에서 사용되고 있는 청_백_백은 판독에러가 가장 작은 group에 속하고 있으며, 가장 많이 사용되고 있는 후_백_적은 다음 group에 속하고 있다. 두 번째로 많이 사용되고 있는 후_백_백은 후_녹_적과 더불어 판독에러 관점에서 좋지 않은 것으로 분석되었다.

〈표 7〉 combination meter의 판독에러에 대한 grouping

Group	combination meter 색상
A	후_녹_녹, 녹_후_백, 청_백_후, 후_녹_백, 청_황_후, 녹_후_후
B	녹_황_적, 녹_후_적, 후_백_백, 청_황_적, 녹_백_황, 후_백_녹, 후_녹_황, 녹_후_황, 백_녹_적, 녹_백_적, 녹_백_후, 청_백_황, 후_녹_적, 후_황_백, 청_백_적
C	백_후_후, 백_녹_후, 녹_황_황, 후_황_녹, 녹_황_백, 후_백_황, 후_백_적, 청_황_백, 백_후_적, 백_녹_황
D	후_황_적, 백_후_황, 청_황_황, 백_후_녹, 녹_백_백, 청_백_백, 녹_황_후, 백_녹_녹, 후_황_황

선호도에 대한 grouping 결과는 〈표 8〉에 정리되어 있으며, 7개(A-G) 그룹으로 나누어졌다. 여기서, group이 A에서 G쪽

으로 갈수록 선호도가 낮아진다. 판독시간에서의 같이 백_후_후이 선호도가 가장 높은 group에 속하며, 현재 두 번째로 많이 사용되고 있는 후_백_백은 두 번째 group에, 가장 많이 사용되고 있는 후_백_적은 중간 정도인 다섯 번째 group에, 스텔라에서 사용되고 있는 후_녹_적은 선호도가 가장 낮은 group에 속하는 것으로 분석되었다.

〈표 8〉 combination meter의 선호도에 대한 grouping

Group	combination meter 색상
A	백_후_후, 백_후_적, 후_백_황
B	청_황_백, 백_후_녹, 후_백_백, 백_녹_후, 청_백_황, 백_녹_적, 백_후_황
C	청_황_적, 청_백_백, 청_백_적, 후_황_백, 녹_백_적
D	녹_백_후, 청_황_황
E	후_황_적, 후_백_녹, 청_백_후, 녹_황_후, 후_녹_백, 후_백_적, 백_녹_황, 녹_황_적
F	후_황_녹, 청_황_후, 녹_백_황, 녹_백_백, 녹_후_백, 후_황_황, 백_녹_녹, 녹_황_백
G	후_녹_적, 후_녹_황, 녹_후_적, 녹_후_후, 녹_황_황, 녹_후_후, 후_녹_녹

이상에서 현재 사용되고 있는 4개의 combination meter의 색상 - 흑색_백색_백색, 청색_백색_백색, 흑색_백색_적색, 흑색_녹색_적색 - 중 바탕색이 흑색, 눈금이 녹색이고 지침색이 적색인 combination meter가 판독시간, 선호도, 판독에러 모두 나쁜 것으로 나타나, 이러한 색상의 combination meter는 다른 색상으로 수정되어야 할 것으로 보인다. 가장 많이 사용되고 있는 바탕색이 흑색, 눈금이 백색이고 지침이 적색인 경우는 중간 group으로 평가되었고, 두 번째로 많이 사용되고 있는 흑색_백색_백색인 combination meter는 각각 판독시간에서 두 번째, 판독에러에서 세 번째, 선호도에서 두 번째 group에 속하고, 아벨라, 티코 등에서 사용되고 있는 청색_백색_백색인 combination meter는 판독시간에서 두 번째, 판독에러에서 첫 번째, 선호도에서 세 번째 group에 속하여 비교적 양호한 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 자동차 combination meter의 인간공학적 설계를 위하여 combination meter의 바탕, 눈금, 지침의 색에 따

른 판독시간, 판독에러, 선호도를 측정하여, 이들의 영향의 정도를 제시하였다. 실험 결과는 combination meter의 바탕색, 눈금색, 지침색 모두 본 연구에서 설정한 종속변수인 판독시간, 판독에러, 선호도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타나, combination meter 설계 시 색상이 중요한 요인임을 보였다. 기존 자동차 조사에서는 대부분의 경우 바탕색으로 흑색을, 눈금색으로 백색을, 그리고 지침의 색으로는 백색 혹은 적색을 사용하고 있는 것으로 나타났다. 그러나, 본 연구의 결과에서는 바탕이 흑색일 경우가 판독시간이 가장 크고, 판독에러와 선호도도 좋지 않게 나타나 실제 사용되고 있는 combination meter는 본 연구에서 측정된 판독시간, 판독에러, 선호도 등의 관점에서 좋지 않음을 보이고 있다. 특히, 현재 가장 많이 사용되고 있는 바탕이 흑색, 눈금이 백색, 지침이 적색인 combination meter는 판독시간, 판독에러, 선호도 모두에서 중간 group에 속하여 좋지 않은 것으로 나타나, 색상의 개선이 요구된다 하겠다.

본 연구의 결과로부터의 combination meter의 색상 설계는 판독시간, 판독에러와 선호도의 관점에서 바탕이 백색이고, 눈금과 지침이 흑색인 것이 가장 좋은 것으로 판단되며, 다음으로는 바탕색_눈금색_지침색이 백_흑_흑, 백_흑_적, 청_백_백, 백_흑_흑 그룹이 권고된다 할 수 있다. 그리고, 본 연구에서 제시한 판독시간, 판독에러 및 선호도에 대한 grouping은 combination meter 설계 시 guideline으로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 combination meter 중 tachometer와 속도계를 따로 떼어내 tachistoscope를 이용하여 실험을 수행하였으나, combination meter는 자동차의 내장을 구성하는 다른 부분과의 조화가 중요하므로 실제 자동차나 simulator를 이용한 확장된 실험이 요구된다.

[참 고 문 헌]

[1] 권영국, 산업안전공학, 형설출판사, 서울, 1996.

[2] 쌍용자동차, 자동차편람, 한국교재, 서울, 1995.
 [3] 이면우, 이달호, 장성록, "인간공학적 작업공간 설계를 위한 CAD 응용방안", 대한산업공학회지, Vol. 12, No. 2, pp. 13-19, 1986.
 [4] Jindo, T. and Hirasago, K., "Application studies to car interior of kansei engineering", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, pp. 105-114, 1997.
 [5] Boles, D.G. and Wickens, C.D., "Display formatting in information integration and non integration tasks", Human Factors, Vol. 29, No. 4, pp. 395-406, 1987.
 [6] Payne, D.G. and Lang, V.A., "Visual monitoring with spatially versus temporally distributed displays", Human Factors, Vol. 33, No.4, pp. 443-458, 1991.
 [7] Whitehurst, H. O., "Screening designs used to estimate the relative effects of display factors on dial reading", Human Factors, Vol. 24, No. 3, pp. 301-310, 1982.



기도형

1987년 서울대학교 산업공학과 (학사)
 1989년 서울대학교 산업공학과 (석사)
 1993년 포항공과대학교 산업공학과(박사)
 현 재 계명대학교 산업공학과 조교수
 관심분야 시각영역 및 탐색, reach posture 예측 알고리즘, postural classification sche..., 산업안전