

안전운전 환경 제공을 위한 자동차 IP 구성요소의 긴급도와 사용빈도 분석
— 소비자 설문을 바탕으로 —

**Emergency Degree and Usage Frequency Analysis of Vehicle IP
Composition Factors to Provide Safety Driving Environment**

백 승 렬* · 박 범*

Seung-Youl Paik · Peom Park

(1999년 5월 4일 접수, 1999년 7월 5일 채택)

ABSTRACT

By the report of KISCO, the 54.20% of total disaster and the 20.87% of death disaster was caused by unsafe position-control. However, it is possible to decrease this kind of disaster rate by designing the control device in the consideration of safety. One of the most popular control device is vehicle instrument panel. Therefore, not only basic function but safe control under the driving environments should be considered when the vehicle instrument panel is designed. For safe control at the driving time, it is especially important to determine the priority of each part using emergency degree and usage frequency, and to set them with this priority for easy control position.

In this paper, developing method to determine the priority of each part by pair-wise comparison for emergency degree and usage frequency was suggested and generated the mutual order weights to give them orders. To apply this method to the parts of instrument panel such as function button, audio, air conditioner, and other several detail parts, the direct questionnaire was implemented to drivers about the emergency degree and usage frequency of each part.

1. 서 론

산업안전공단이 집계한 통계자료에 따르면

불안전 자세동작으로 인한 재해의 발생이 전체 재해의 54.20%, 사망자 발생 재해의 20.87%에 이른다고 보고되고 있다. 이러한 불안전 자세동

* 아주대학교 공과대학 기계 및 산업공학부

작에 기인한 재해는 지속적인 교육과 관리 감독 등으로 재해를 감소시킬 수는 있지만 근원적인 재해 예방에 대한 시도가 필요하다. 조정장치의 배치를 긴급도와 사용 빈도에 따라 우선순위를 부여하여 배치를 하면 대부분의 불안전 자세동작에도 치명적인 오류를 사전에 방지할 수 있어 재해 예방에 효과적이다¹⁾.

이러한 조정 장치중 많은 시간을 작업하고 사고의 위험성이 큰 대표적인 것이 자동차이다. 자동차 인테리어 구성요소의 하나인 IP(instrument panel) 구성요소의 설계는 그 기본 기능들에 대한 고려뿐만 아니라, 주행 중 조작에 대한 안전성의 확보가 주된 설계 변수이다²⁾. 자동차의 내부 설계는 대부분 조형미를 중심으로 설계되어 안전에 대한 고려는 거의 전무하다고 하여도 과언이 아니다. 그러나 자동차의 주행 중 지속적으로 조작하여야 하는 IP의 구성요소의 배치에 대하여 안전성을 확보 하지 못한다면 사고율의 증가와 함께 기업 이미지에 치명적인 손실을 입을 수 있다.

주행 중 조작에 대한 안전성 확보를 위해서는 각 설계요소에 대한 사용 빈도와 긴급성 등과 같은 운전자의 주관적인 평가와 운전자의 performance 등과 같은 객관적인 평가가 IP 구성요소의 설계 특성에 따라 적절히 수반되는 설계가 필요하다³⁾.

그러한 설계는 사용빈도와 조작에 대한 위험성을 고려하여 사용빈도와 긴급성이 높은 설계 변수를 주관적인 평가를 통하여 도출해 내어 우선 순위를 부과 하고 이러한 우선 순위에 따라 거리, 크기, 위치등 운전자가 조작하기 용이하도록 우선적으로 배치를 하는 설계개념이 도입되어야 한다.

자동차 설계에 대한 선행 연구들은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 미국과 유럽에서 주로 행하는 운전자의 객관적인 평가방법론과 일본과 한국에서 주로 행하는 주관적인 평가 방법이다. 주관적인 평가방법의 경우 Nagamachi⁴⁾, Nakada⁵⁾, 박범 외⁶⁾, 정희승 외⁷⁾등 감성공학자를 중심으로 심미적인 설계를 중점으로 두고 있어 사용빈도나 긴급성등 안전성에 관한 항목은 제외되어 있고 객관적인 평가의 경우 Human-Ma-

chine Interface 개념으로 오래전부터 연구가 진행 되어 왔으나 국가별, 인종별, 연령별 운전 습관의 차이로 인해 외국의 연구를 우리나라에 그대로 적용시키기엔 많은 무리가 따른다.

본 연구에서는 IP의 각 구성 요소들에 대하여 운전자의 인지패턴이나 조작과정 등에 대한 과업을 분류하였고 운전자의 주관적 평가인 설문 조사를 통하여 사용빈도와 긴급성에 대한 분석을 실시하였고 이를 바탕으로 배치에 대한 우선순위를 설정하였다. 일반적으로 IP는 기능버튼, 오디오(audio), 에어 컨디셔너(air conditioner) 등의 구성요소로 이루어져 있다. 이상의 3가지 구성 요소들에 대해 자동차를 설계하는 회사나 차종, 국가마다 IP에 포함시키는 구성요소에는 다소 차이가 있으므로 기능버튼에서는 안개등, 뒷유리 열선, 비상등 버튼을, 오디오에서는 라디오와 관련된 기능을 수행하는 구성 요소들 즉, 볼륨 조절 노브, 파워 On/Off 버튼, LCD 패널, 기능 선택 버튼 만을 고려하기로 한다. 그리고 에어 컨디셔너에서는 풍량, 풍온, 풍향조절 노브 만을 고려한다.

2. 이론적 배경

이상적으로는 IP의 각 구성요소를 운전자의 인지-수행도 및 사용 목적에 맞는 최적의 위치에 배치하는 것이 좋다. 이 최적 위치는 인간의 감각 기능을 포함한 능력 및 특성과 인체측정학적 생체학적 특성, 그리고 운전자의 구성요소들에 대한 선호도에 기초하여 예측할 수 있다. 그러나 불행하게도 모든 구성요소를 최적 위치에 배치할 수 없는 것이 일반적이다.

따라서 인간공학에서는 중요도나 사용빈도의 원리 등을 사용하여 물리적 공간 안에서 구성요소를 배치하고 있다. 이 원리들을 바탕으로 자동차 IP 구성요소를 살펴본다면 중요도와 사용빈도는 운전자의 주관적인 평가에 의해서 파악될 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 IP의 구성 요소에 대해 쌍대 비교 기법을 적용하여 빈도-중요도 복합 지수를 사용한 설문을 실시하며, 이 설문으로부터 각 구성요소들에 관한 운전자의 주관적인 정보를 수집하여 설계에 있어서 고

려해야 할 사용 빈도와 중요도를 결정한다.

쌍대 비교(paired comparison) 기법은 복잡하고 다양한 특성을 가진 여러 개의 대안들을 대상으로 의사결정을 하는 기법으로, 대부분의 의사결정자는 이들 여러 가지 대안이나 요소들의 중요도를 동시에 고려하는 데에는 어려움을 느끼나, 두 가지 대안이나 요소를 상대적으로 비교하는 것은 큰 어려움이 없다는 인간의 비교 성향을 이용하여 대상 요소들을 두개의 쌍으로 묶어 의사 결정자에게 제시하여 이로부터 상대적인 중요도를 평가하는 쌍대 비교 측정 방식을 채택한다.

이상의 쌍대 비교 측정 방식을 사용하여 피실험자로 하여금 측정 대상을 평가하여 얻어지는 측정결과는 간격척도(interval scale)로서, 이것은 측정 대상을 표현하는 수치들 간의 크기 차이도 의미를 갖고, 척도의 연속성이 존재한다. 따라서 산술평균과 표준 편차, Pearson product-moment coefficient 등을 통계량으로 사용할 수가 있다.

쌍대 비교 기법은 사회 현상의 측정, 제품의 추가비용의 산정, 작업 부하의 측정 등에 많이 사용되고 있으며, 본 논문에서는 구성요소의 개수에 따라서 AHP 및 LPC 기법을 달리 적용하여 자동차 IP에 대한 구성요소 및 각 구성요소의 부품들에 대한 운전자의 선호도 및 중요도를 파악한다. 개수에 따라서 적용 기법을 달리하는 이유는 각각의 판단 행렬로부터 도출되는 scale value의 선형성(linearity)에 따라서 두 기법을 비교하면, 비교 대안이 3개 이하일 경우는 AHP 기법이 우수하고 4개 이상일 경우는 LPC 기법이 우수하기 때문이다⁸⁾.

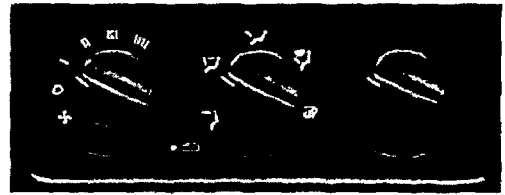
3. 실험 설계

AHP 기법에서 사용되는 척도는 비율 관계를 갖으며 LPC 기법의 척도는 AHP 기법과는 다르게 exponential 관계를 갖는다⁸⁾. 따라서 AHP 기법은 간격과 비율 관계를 사용함으로써 간격 척도를 만들어 내고, LPC 기법은 간격과 exponential 관계를 사용함으로써 간격 척도를 만들므로 비슷한 형식을 취하나 분석 단계에 있어서

는 서로 상이하다.

이와 같은 두 척도법을 동시에 적용하기 위해 본 논문은 5점 척도법을 사용하여 다음 Fig. 1과 같은 중요도 설문과 빈도 설문을 작성하였다.

이 빈도-중요도 설문은 Fig. 1의 제시된 구성요소들에 대해서 설문 항목에 자신의 사용 빈도 및 긴급의 정도를 표시하게 된다.



중요도	매우 많이 중요	중간	많이 중요	중간	비슷하다	중간	많이 중요	중간	매우 많이 중요	중요
빈도	매우 많이 중요	중간	많이 중요	중간	비슷하다	중간	많이 중요	중간	매우 많이 중요	중요

Fig. 1 Sample of question

일반적으로 쌍대 비교 기법에서 사용되는 척도법에는 5점, 7점, 9점 척도법이 있으나 평가 대상의 성질, 평가자의 능력, 숙련도에 따라 척도가 달라진다. 따라서 본 논문에서는 초보자 즉, 잘 훈련되지 않은 소비자들을 대상으로 하기 때문에 5점 척도법을 택하였다.

AHP 기법은 {1/9, 1/8, ..., 1, ..., 8, 9}와 같은 유한 집합으로 구성되는 유리수 판단 행렬이고 LPC 기법은 {-8, -7, ..., 0, ..., 7, 8}와 같은 유한 집합으로 구성되는 실수 판단 행렬이므로 각 판단 행렬 AAHP와 ALPC에 대해 각각 eigenvector 알고리즘을 적용하여 scale value를 구한다. 그러나 이 scale value를 구하는 과정에서 AHP 기법의 모든 scale value의 합은 1이 되고, LPC 기법의 모든 scale value의 합이 0이 되므로 LPC 기법의 모든 scale value의 합이 1이 되도록 정규화를 실시하였다⁹⁾. 정규화를 실시하는 이유는 앞에서 기술하였듯이 LPC 기법이 exponential 관계를 사용하기 때문에 모든 scale value의 합이 0이 되기 때문에 각 요소들에 대한 상대적인 순위 가중치를 부여하기 위해서이다. 정규화식은 다음과 같다.

$$\frac{\text{value}_i - \text{value}_{\min}}{\sum_{j=1}^n (\text{value}_j - \text{value}_{\min})}$$

선호도 조사를 실시할 IP의 구성요소와 그 구성요소를 이루는 부품들을 파악하고 그 개수에 따라 3개 이하이면 AHP 기법을 4개 이상이면 LPC 기법을 적용하였다.

각 요소를 두개의 쌍으로 중복을 피해 배치하여 5점 척도를 이용한 설문을 작성하고, 피실험자로 하여금 개별 비교를 실시토록하며, 피실험자로부터 수집된 자료를 바탕으로 판단 행렬을 구축하였다.

4. 설문 조사 및 분석 결과

실험은 피실험자 54명을 대상으로 실시하였고 설문 조사를 실시하기 전 다양한 차종에 대한 실물크기의 IP의 사진을 제공하고 실험에 대한 개요를 설명하여 실험의 취지를 명확히 하였고 설문용지에 대상에 대한 그림을 첨부하여 비교가 용이하도록 하였다(Fig.1 참조). 피실험자들은 자동차 운전 경력 1년 이상으로 20대 후반에서 40대 중반까지의 다양한 연령과 학생과 직장인, 자영업, 가정주부 등 다양한 직업을 대상으로 선정하였고 조사원과의 1:1 설문방식으로 진행하였다. 설문을 분석한 결과는 Table 1과

같다. 우선 IP의 구성요소 중 오디오가 중요도는 2위이지만 사용빈도가 압도적으로 많아 상대적 순위 가중치에선 1위를 하여 운전자의 performance에 대하여 가장 최적의 위치에 배치하여야 한다. 기능버튼은 사용 빈도는 낮지만 비상등, 안개등 스위치등 긴급상황에서 사용하는 요소이므로 상대적 순위가중치가 2위로 분석되었다. 에어 컨디셔너는 사용 빈도는 높지만 대부분 정차 중에 작동하므로 긴급도는 낮아 상대적 순위가 가장 낮아 위치에 크게 구매되지 않는 것으로 나타났다.

각 구성요소별 세부 항목을 살펴보면 기능버튼에선 비상등 버튼이 가장 빈도도 높고 중요도도 높게 나타났다. 또한 상대적 순위가중치도 0.94545로 다른 항목에 비해 가장 높게 나타났는데 이는 비상등 버튼이 IP의 구성 요소 중 가장 중요하며 이에 대한 배치를 우선적으로 고려해야 한다는 것을 의미한다. 오디오의 경우 LCD패널이 상대적 순위가중치가 가장 중요한 것으로 나타났지만 이는 visual primary task로 분류됨으로 시선의 이동이 적고 인지하기 편한 위치에 배치하여야 하고 파워 버튼을 작동하기 편한 곳에 배치하여야 한다¹⁰⁾. 에어 컨디셔너의 경우 풍량 조절 노브가 중요도와 사용빈도가 높아 우선적으로 배치해야 한다.

Table 1 Emergency degree and usage frequency of IP composition factors

구 분		중 요 도		빈 도		중 합	
		가중치	순위	가중치	순위	가중치	순위
IP의 구성요소	기능 버튼	0.39314	1	0.19115	3	0.58429	2
	오디오	0.30848	2	0.56002	1	0.86850	1
	에어 컨디셔너	0.29838	3	0.24883	2	0.54721	3
기능 버튼	비상 경고등 버튼	0.55770	1	0.38775	1	0.94545	1
	뒷유리 열선 버튼	0.19833	3	0.36854	2	0.56678	2
	안개등 버튼	0.24397	2	0.24370	3	0.48767	3
오디오	파워 On/Off 버튼	0.33589	2	0.37661	2	0.71250	2
	기능 선택 버튼	0.28921	4	0.26740	3	0.55661	4
	LCD 패널	0.40211	1	0.37724	1	0.77935	1
에어 컨디셔너	블람 조절 노브	0.31102	3	0.26117	4	0.57219	3
	풍량 조절 노브	0.36779	1	0.33090	2	0.69869	1
	풍향 조절 노브	0.29598	3	0.35047	1	0.64645	3
	풍온 조절 노브	0.33623	2	0.31862	3	0.65485	2

5. 결 론

본 연구에서는 의사 결정 기법인 AHP와 LPC 기법을 사용한 설문을 통하여 안전을 위한 설계 방법 중 가장 중요한 고려 대상인 사용빈도와 긴급도를 상대적으로 측정할 수 있는 기법을 개발하고 측정된 사용빈도와 긴급성에 대하여 우선 순위를 결정하고 이를 통합한 상대적 가중치를 부여할 수 있는 기법을 개발하여 설계단계에서의 안전성 고려에 대한 배치기준을 마련하였으며 이를 적용하여 자동차의 IP에 대한 사용빈도와 긴급도에 대한 순위와 상대적 가중치를 부여하였다.

이 기법은 자동차의 설계 뿐만 아니라 Human-Machine Interface를 요하는 각종 조정장치와 작업대 설계에서 긴급도와 사용빈도를 고려하여 배치, 설계에 적용함으로써 위험 요소를 사전에 제거할 수 있는 효율적인 기법으로 사용될 수 있다.

그러나 본 연구를 효율적으로 적용하기 위해서는 사전에 각 구성 요소들에 대한 visual-manual task 분류와 작업자에 대한 performance 측정이 이루어져야 한다.

본 연구는 운전자의 사용빈도와 긴급도를 측정하는 것을 과제로 삼아 manual task를 중심으로 진행하였으나 시각적 특성과 인지 특성 등을 고려한 visual task에 연구가 필요하다. 또한 이러한 두가지 과업에 대한 연구를 하나로 통합하여 적용할 수 있는 visual-manual task를 고려한 구성요소의 배치 기준 설정 기법의 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

- 1) K. Kroemer, et. al. "Ergonomics", Prentice Hall, p. 543, 1994.
- 2) J.J. McGrath, "SAE Study of Vehicle Controls Location", Santa Babara, CA, Anacapa Sciences, Inc., pp.182~211, 1974.
- 3) J.J. McGrath, "Driver Expectancy and Performance in Locating Automotive Controls", SAE SP-407, SAE, 1976.
- 4) C. Tanoue, K. Ishizaka, M. Nagamachi, "Kansai Engineering: A Study on perception of vehicle interior Image", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, pp. 115~128, 1997.
- 5) K. Nakada, "Kansai Engineering reserch on the design of construction machinery", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 19, pp. 129~146, 1997.
- 6) 백승렬, 강선모, 박범, "운전자 인지특성을 고려한 자동차 IP설계에 관한 연구", 한국감성과학회 논문지, 제1권 2호, pp. 81~90, 1998.
- 7) 정의승 외, "자동차 내장설계를 위한 감성공학 접근방법에 관한 연구", 대한산업공학회 97춘계학술대회, pp. 124~127, 1997.
- 8) A.D. Turner, "A Paired-comparison method for interval scaling", Human Factors, 38(2), pp. 362~374, 1996.
- 9) T.L. Saaty, "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures", Journal of Mathematical Psychology, Vol. 15, No. 3, pp. 234~281, 1985.
- 10) W.W. Wierwille, "Visual and Manual demands of in-car controls and displays", Automotive Ergonomics, Taylor & Francis, pp. 301~302, 1993.

1) K. Kroemer, et. al. "Ergonomics", Prentice