

AHP기반 다기준 가치함수를 이용한 교통안전 경고정보 메시지 선정기법

Methodology for Selecting Traffic Safety Warning Messages Using Analytical Hierarchical Process(AHP)-based Multi-Criteria Value Function

김 태 진*
(Tae-Jin Kim)

오 철**
(Cheol Oh)

오 주 택***
(Ju-Taek Oh)

요 약

본 연구에서는 연속류 도로상에서 교통사고 발생가능성이 높은 교통상황 시 제공할 수 있는 경고정보 메시지를 제작하고, 다목적 의사결정방법을 통하여 최적 경고정보메시지를 선택하는 방법을 제시하였다. 최적 경고정보 메시지 선택을 위해 11가지의 시나리오를 메시지 구성요소에 따라 3가지 방식(텍스트 / 텍스트+픽토그램 / 픽토그램)을 적용하여 총 33개의 경고정보 메시지를 제작하였다. 운전자의 안전운전을 효과적으로 유도하기 위한 메시지의 평가를 위해 인지도, 선호도 및 판독시간의 세 가지 항목을 제시하였다. 평가항목을 측정하기 위해 중부내륙고속도로에 있는 시험도로에서 PVMS(Portable Variable Message Sign)를 이용하여 각 메시지에 대한 현장실험을 수행하였다. 체계적인 평가를 위해 세 가지 평가항목을 고려한 다기준 가치함수를 정립하였다. AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 이용하여 전문가 의사를 반영한 각 항목의 가중치를 산출하고 평가항목을 결합하여 가치함수를 완성하였다. 이를 이용하여 제작된 메시지의 가치를 평가하고 우선순위를 도출하였다. 본 연구에서 제안한 방법론은 다양한 목적을 고려한 의사결정을 효과적으로 수행하는데 활용될 수 있다. 특히 교통안전 및 소통상황에 대한 실시간 교통정보 메시지 설계 시 유용한 도구가 될 것으로 기대된다.

Abstract

The provision of warning information on upcoming hazards leading to potential crash occurrence is a significant countermeasure to prevent crashes on the highway. This study presents a methodology for selecting more effective warning messages using a multi-criteria value function. The understandability, preference level, and message reading time were used as measures of effectiveness (MOE) for messages. Expert judgements were incorporated into the value function by analytical hierarchical process (AHP) technique. Field experiments to evaluate the warning messages were conducted in a testbed section on the Jungboo-Naeryuk freeway. The proposed methodology would be a useful tool to support the design of various traffic information messages.

Key words: AHP(Analytic hierarchy process), multi-criteria decision making, traffic warning messages, value function, weighting value

† 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업으로 한국교통연구원에서 수행하는 『안전지향형 교통환경개선 기술개발』 과제(2009)의 지원으로 수행되었습니다.

* 주저자 : 한양대학교 교통공학과 석사과정

** 공저자 및 교신저자 : 한양대학교 교통공학과 교수

*** 공저자 : 한국교통연구원 도로교통연구실 연구위원

† 논문접수일 : 2010년 1월 27일

† 논문심사일 : 2010년 3월 28일

† 게재확정일 : 2010년 4월 6일

I. 서 론

최근 국·내외에서는 ITS(Intelligent Transportation System) 기술을 활용하여 실시간 교통정보를 효과적으로 운전자에게 제공하기 위한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 교통사고 예방을 위한 경고정보는 운전자의 안전과 직결되는 중요한 정보로서 운전자의 반응을 효과적으로 이끌어 낼 수 있도록 메시지가 설계되어야 한다.

위험상황에서 제공되는 실시간 경고정보 메시지는 개별차량의 속도와 운전자의 주행경로의 선정에 영향을 미치기 때문에 실시간 경고정보 메시지가 Countermeasure로서 교통안전의 효과적인 의 역할을 수행 할 수 있다. 운전자의 안전과 직결되는 충돌가능성, 위험상황 등을 사전에 효과적으로 제공하기 위해서는 제공될 경고정보에 대한 운전자의 인지-선호도 분석이 필수적이라고 할 수 있다.

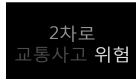
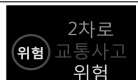

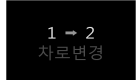


경고정보 메시지 설계를 위한 기존 연구를 살펴보면 송태진 등(2009)은 실시간 경고정보 설계에 대한 설문조사를 수행하여 이용자 선호도를 조사하였다[1]. 연지윤 등(2008)은 메시지 표출 방식 및 운영전략과 관련하여 실내 이미지 조사를 실시하였다[2]. 송태진 등(2008)은 운전자의 인적요인이 PVMS를 통해 제공되는 정보처리에 미치는 영향을 관독거리를 중심으로 분석하였다[3]. 금기정 등(2005)은 정보를 인지하고 판단하는 운전자 관점에서 보다 효과적인 정보 전달을 위하여 표출방식 간 유의성 검증을 실시하였다[4]. Miller et al.(1995)은 VMS의 적절한 위치와 VMS 메시지 설계에 관한 연구를 실시하였다[5]. Wang et al.(2006)은 운전자 시뮬레이션 실험환경에서 PVMS의 표출형식과 차로수간의 상호관계에 대하여 연구하였다[6]. Dudek(1997)은 고속 주행 중인 운전자들의 메시지 정보량에 따른 정보 처리 한계에 대하여 연구하였다[7]. Ullman et al.(2005)은 운전 모의 실험장치(Driving Simulator)를 이용하여 VMS 메시지의 표출방식에 따른 정보관독능력을 분석하였다[8]. Y. Ian Noy(1997)는 인간공학적인 요소를 고려하여 정보를 제공하는 단말기 및 제공 정보 등에 대하여 연구하였다[9]. Campbell et al.(2004)은

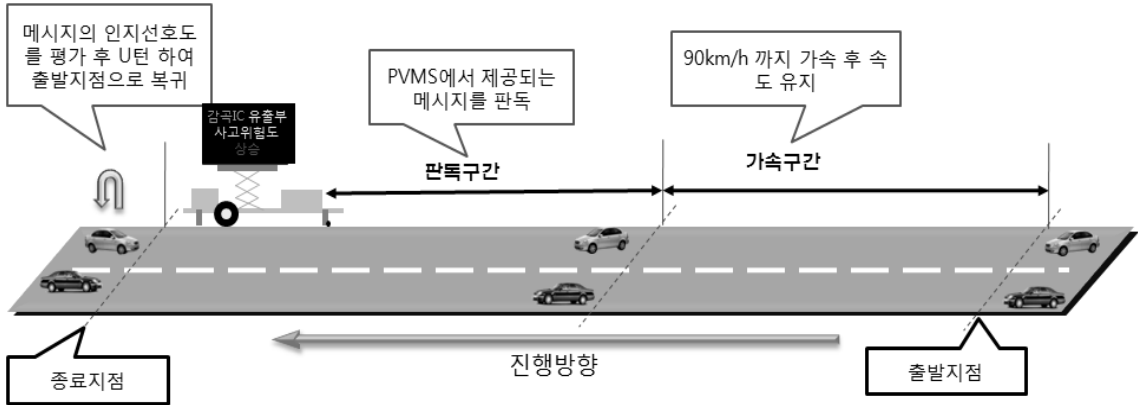
정보제공전략수립 시 관독성과 인지성, 이해성을 고려하여 설계해야 한다고 제시하였다[10]. 기존 문헌을 살펴보면 경고정보의 표출형식과 설계에 관한 많은 연구들이 수행되었지만, 설계한 메시지의 평가에서 다양한 의사결정 기준을 동시에 고려하여 메시지를 평가하고자 하는 노력은 없었던 것으로 나타났다.

본 연구에서는 이용자에게 필요한 실시간 경고정보를 제공하기 위하여 실시간 경고정보 메시지 선정에 관한 연구를 수행하였다. 이를 위해 경고정보 메시지 설계 및 설계한 메시지에 대한 운전자의 인지-선호도 조사를 수행하고, 다기준 의사결정을 위한 가치함수를 도출하였다. 이 과정에서 AHP (Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 가중치를 산정하였다. 이를 이용하여 경고정보 메시지 각각에 대해 계량화된 가치를 부여하고 우선순위를 도출하였다. 본연구의 의의는 전문가 의견을 반영한 가치함수를 이용하여 메시지의 가치를 계량화 하고 선정하는데 활용된 것이라고 할 수 있다.

II. 경고정보 메시지 설계 및 현장실험

<표 1> 경고정보 메시지 설계 예시
<Table 1> Sample of warning information message

시나리오	표출방식	메시지	설명
상황 정보	TEXT		2차로에서 상충위험도가 높게 산출되었을 경우
	TEXT + 픽토그램		
	픽토그램		
행동 정보	TEXT		차로가 통제되었을 경우
	TEXT + 픽토그램		
	픽토그램		



<그림 1> 중부내륙고속도로 시험도로 현장실험
 <Fig. 1> Field test in Jungbunaeryuk expressway

센서 및 통신기술의 지속적인 발전은 교통정보시스템의 업그레이드에도 크게 기여하였다. 실시간으로 개별차량의 주행궤적을 추출하고 상충 및 충돌을 검지하여, 상충발생 지점 주변을 주행하는 차량들에게 실시간으로 경고정보를 제공할 수 있는 환경으로 진화하고 있다[11].

본 연구에서는 기존에 사용되고 있는 교통정보인 소통정보 및 사고정보에 추가로 제공할 수 있는 상충발생에 따른 경고정보 제공을 위해 메시지를 설계하고, 이를 평가하기 위한 분석방법을 제시하였다. 경고정보 제공 수단으로는 VMS (Variable Message Sign)를 사용하였고, VMS에 표출할 경고정보 메시지를 11가지의 시나리오로 구성하였다. 11가지의 시나리오는 크게 상충정보를 제공하는 상황정보 메시지와, 상충발생에 따른 행동을 요구하는 행동정보 메시지로 구성하였으며, 각 시나리오는 <표 1>과 같이

3가지의 표출방식(텍스트 / 텍스트+픽토그램 / 픽토그램)으로 구분하여 설계하였다.

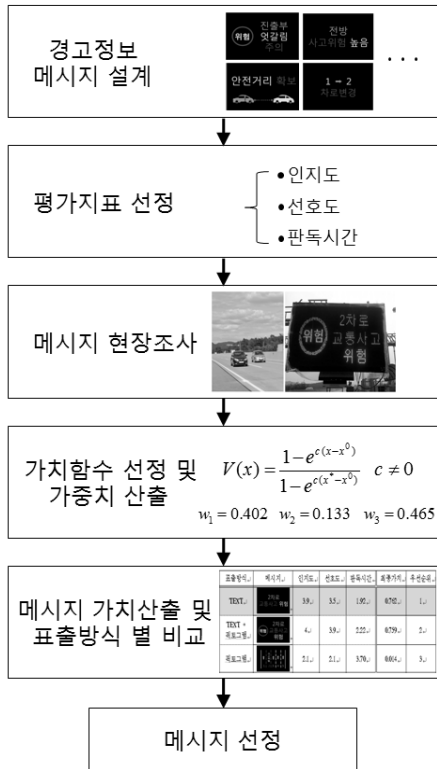
본 연구에서 설계한 상충기반 경고정보 메시지가 실제 연속류를 주행하는 운전자에게 효과적으로 정보전달이 되는지 조사하기 위하여 현장실험을 실시하였다. 실제 주행환경과 유사한 조건에서 진행하기 위하여 중부내륙고속도로의 시험도로구간(직선부, 평지, 2km 구간)에서 probe 차량들을 이용하여 현장 실험을 실시하였다.

경고정보 메시지의 평가를 위하여 인지도, 선호도 및 판독시간을 효과적으로 설정하였다. 인지도는 ‘운전자가 표출되는 경고정보 메시지를 이해하는 정도’를 조사하였고, 선호도는 ‘표출되는 메시지 내용의 배치, 색상, 조합 등의 구성요소에 대한 만족도’를 기준으로 하여 Likert 5점 척도를 통한 설문조사를 실시하였다. 판독시간은 운전자가 메시지를 판독할 수 있는 시점부터 판독이 완료되는 시점까지의 주행시간을 초시계를 이용하여 측정하였다.

피실험자는 교통공학을 전공한 운전자 20대 후반과 30대 초반의 10명을 대상으로 하였으며, <그림 1>과 같이 주행속도 90km/h로 주행 시 이동식 가변전판표지(PVMS : Portable Variable Message Sign)를 통하여 제공되는 메시지에 대한 운전자들의 인지도, 선호도 및 판독시간을 측정하였다. PVMS는 고도로 상에 고정적으로 설치되는 VMS와는 달리 도로구간에서 발생하는 돌발상황 및 도로공사, 행사 등 다양



<그림 2> 중부내륙고속도로 실험사진
 <Fig. 2> Field test in Jungbunaeryuk expressway



<그림 3> 경고정보 메시지 선정 방법
 <Fig. 3> Process of selecting warning information message

한 교통상황에 대처할 수 있도록 특정 지점에 이동하여 설치·운영 할 수 있는 장비로써, 본 연구에서는 <그림 2>와 같이 트레일러 형식으로 제작되어 노변에 설치하여 운영할 수 있는 PVMS를 사용하여 메시지를 제공하였다.

III. 방법론

본 연구에서는 경고정보 메시지의 인지도, 선호도 및 판독시간을 효과적으로 제시하였으며, 각각의 기준들을 동시에 고려하여 최적의 경고정보 메시지를 선정하기 위해 '다기준 의사결정기법(multi-criteria Decision Making : MCDM)'을 사용하였다[12].

최적의 대안을 선정하는 의사결정 과정에서 어느 하나의 기준이 아닌 여러 기준이 고려되어야 하는 경우를 '다기준 의사결정'이라 한다. 즉, 여러 개의

상충하는 목적을 고려해야 하는 의사결정으로서 상충하는 목적을 어떻게 절충할 것인가에 관한 의사결정 방법이다.

다기준 의사결정방법은 문제의 정의 및 계층구조 설정, 가치함수 선정, 상대적 중요도(가중치)산출, 가치함수를 통한 대안 선택의 과정으로 진행될 수 있으며, 본 연구에서는 <그림 3>의 순서로 교통안전 경고정보 메시지 선정을 위해 가치함수를 이용한 의사결정 방법을 적용하였다.

1. 의사결정계층

의사결정기법의 적용에서 첫 번째 단계는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들의 계층화이다. 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지게 되며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 요소들로 구성된다. 이들 요소들은 낮은 계층에 있는 것일수록 구체적인 것이 된다. 한 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 하며, 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 여러 의사결정의 대안들로 구성된다.

2. 가치함수

가치함수는 의사결정자의 선호구조를 표현하는 함수이다. 즉, 대안간의 선호도 차이가 존재하면 선호를 나타내는 가치함수가 존재하고, 또한 가치함수의 값의 크기 순서에 따라 대안 간의 선호순서가 존재하게 된다.

본 연구에서는 각 경고정보 메시지들의 가치를 산출하기 위하여 Kirkwood(1997)가 제시한 근사적으로 사용할 수 있는 지수가치함수를 사용하였다[12].

1) 증가함수일 때 가치함수

$$V(x) = \begin{cases} \frac{1 - e^{-c(x - x^0)}}{1 - e^{-c(x^* - x^0)}} & c \neq 0 \\ \frac{x - x^0}{x^* - x^0} & c = 0 \end{cases} \quad \text{식 (1-a)}$$

$$\text{식 (1-b)}$$

2) 감소함수일 때 가치함수

$$V(x) = \begin{cases} \frac{1 - e^{c(x-x^0)}}{1 - e^{c(x^*-x^0)}} & c \neq 0 \\ \frac{x - x^0}{x^* - x^0} & c = 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{식 (2-a)} \\ \text{식 (2-b)} \end{matrix}$$

여기서 x^* 는 가장 선호하는 값, x^0 는 가장 선호하지 않는 값을 나타내며, c 는 상수로서 함수의 곡률정도를 의미하며 Kirkwood (1997)에서 제시한 수표를 이용하여 적용 가능한 값을 선택할 수 있다[12].

가치함수는 한 개의 대안에 따른 가치를 나타내므로 다목적의 가치함수를 구하기 위해서는 주로 단일속성의 가치함수를 더한 형태인 덧셈 가치함수(Additive value function)를 사용한다. 단일속성 가치함수에 각 속성에 대한 가중치를 산출하여 덧셈 가치함수를 생성할 수 있다.

3. AHP를 이용한 가중치 산정

다기준 의사결정 문제를 해결하기 위해 덧셈 가치함수를 사용하려면 단일 가치함수와 가중치를 산출해야 한다. 가중치는 평가항목 간 상대적 선호도를 나타내는 척도이다.

본 연구에서는 단일속성 가치함수의 가중치를 산출하기 위하여 AHP(계층화분석법: Analytic Hierarchy Process, Saaty et al.(1979))에서 사용되는 쌍대비교를 통한 설문조사를 방법을 이용하였다[13]. 쌍대비교 과정에는 평가자의 판단을 어의적인 표현으로 나타내고 이에 상응하는 적절한 수치를 부여하는 수량화 과정이 포함된다. AHP기법에서는 Miller(1956)에서 제시한 “인간은 7±2개의 대상을 혼동이 없이 동시에 비교 가능하다”는 실험결과를 기초로 9점 척도를 이용하여 쌍대비교를 실시한다[14].

한 계층 내에서 비교 대상이 되는 n 개 요소의 상대적인 중요도를 $w_i(i=1,2,\dots,n)$ 라 하면, 가중치를 산출하기 위한 쌍대비교행렬 A 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

행렬 A 에 평가항목 간 상대적 중요도를 나타내는 가중치인 열벡터 w 를 곱하게 되면 식 (3)의 관계를 갖는다.

$$\begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} mw_1 \\ mw_2 \\ \vdots \\ mw_n \end{bmatrix} \quad \text{식 (3)}$$

이것은 선형대수론에서의 고유치방법에 의하여,

$$A \cdot w = \lambda_{\max} \cdot w \quad \text{식 (4)}$$

여기서, $w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$

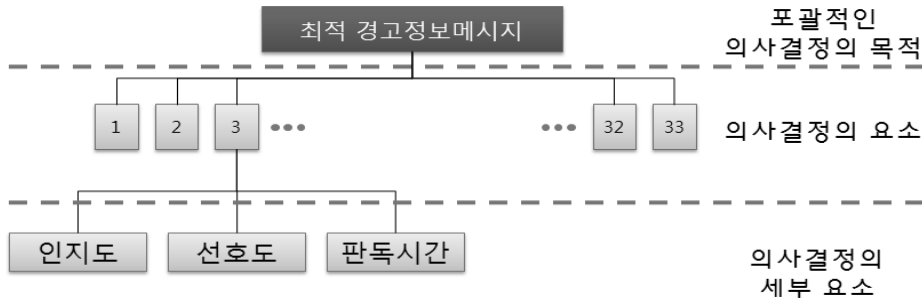
λ_{\max} : 행렬 A 의 최대 고유치

n 개의 연립방정식 체계에서 non-zero해를 구하는 고유치 문제가 된다. 이 작업은 $|A - \lambda I| = 0$ 을 만족시키는 λ_{\max} 의 값을 구하는 특성방정식을 푸는 과정이다.

AHP에서는 일반적으로 고유벡터를 통해 얻어지는 가중치(우선순위 벡터:priority vector)를 기하평균법이나 승수법을 사용하여 계산한다. n 의 크기가 3이하던 경우에는 기하평균법을 이용하여 우선순위벡터를 간단하게 구할 수 있으며 그 결과는 승수법을 이용한 방법과 동일하다.

λ_{\max} 는 항상 n 보다 크거나 같기 때문에 계산된 λ_{\max} 가 n 에 근접하는 값일수록 쌍대비교행렬 A 의 수치들이 일관성을 가진다고 말할 수 있다. 이러한 일관성의 정도는 다음과 같이 일관성지수(Consistency Index : CI)와 일관성 비율(Consistency Ratio : CR)을 통하여 구할 수 있다.

일관성 비율의 수식에 있는 RI는 난수지수(Random Index)를 의미하며, 임의로 설정한 역수행렬의 평균 일관성지수를 산출한 값으로 일관성의 허용도를 나타낸다. 일관성 지수를 통해 산출된 일관성 비율이 10% 이내에 들 경우, 응답자의 설문조사 수



<그림 4> 의사결정을 위한 계층 설정
<Fig. 4> Hierarchy for decision making

치, 즉 해당 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 할 수 있다.

$$\text{일관성 지수}(CI) = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad \text{식 (5-b)}$$

$$\text{일관성 비율}(CR) = (CI / RI) \times 100\% \quad \text{식 (5-b)}$$

보 메시지에 대한 평가지표로 선정한 인지도, 선호도 및 판독시간을 의사결정의 세부요소로 하는 계층 구조를 형성하였다. 따라서 세부요소인 평가지표를 통하여 33개의 경고정보 메시지를 평가하고 최적 경고정보 메시지를 선정하게 된다.

IV. 분석결과

1. 계층구조설정

다기준 의사결정기법 적용을 위하여 <그림 4>와 같이 의사결정을 위한 계층을 설정하였다. 경고정보 메시지 실험결과의 포괄적인 의사결정 목적을 최적 경고정보 메시지선정으로 하여, 하위 33개의 경고정보

2. 가치함수 선정

각 평가지표의 선호도 차이를 구분하기 위하여 전문가 설문조사에서 9점 척도로 조사된 평가지표의 값을 가치함수를 이용하여 표현하였다. 각 평가지표의 가치함수는 Kirkwood(1997)에서 제시한 수식을 사용하였으며, 현장조사에서 5점 척도로 조사된 인지도와 선호도의 경우는 조사된 수치가 높을수록 경고정보 메시지의 가치가 증가하므로 증가형태의 지

<표 2> 가중치 산정을 위한 전문가 설문조사
<Table 2> Survey for computing weight value

평가항목	절대 중요	매우 중요	중요	약간 중요	같다	약간 중요	중요	매우 중요	절대 중요	평가항목								
중요도	9:1	8:2	7:3	6:4	5:5	4:6	3:7	2:8	1:9									
인지도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	선호도
인지도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	판독시간
선호도	⑨	⑧	⑦	⑥	⑤	④	③	②	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	판독시간

- 인지도 : 표출되는 경고정보 메시지 내용의 이해하기 쉬운 정도
- 선호도 : 표출되는 메시지 내용의 배치, 색상, 텍스트/픽토그램 조합 등의 구성요소 만족도
- 판독시간 : 경고정보가 판독가능한 시점부터 판독 완료 시까지 소요되는 시간

수가치함수인 식 (1-a)를 사용하였고, 판독시간의 경우는 시간이 증가할수록 메시지의 가치가 감소하기 때문에 감소함수를 사용하였다. 여기서 판독시간은 메시지가 표출하고 있는 정보량에 따라 선형적인 증가 관계를 나타내므로 감소형태의 선형가치함수인 식 (2-b)를 사용하였다.

산출된 각 지표의 가치함수를 하나의 평가기준으로 통합하기 위하여 단일 가치함수를 더한 형태인 덧셈 가치함수의 형태로의 전환이 필요하다.

3. 가중치 산출

가치함수를 덧셈가치함수로 변환하는 과정에서 각 가지별 선호도에 따른 가중치의 산출이 필요하다. 본 연구에서는 전문가의 설문조사를 통해 가중치를 산출하는 AHP 기법을 사용하였으며, 이를 위하여 12명의 교통 분야 전문가들(박사 7명, 기술사 5명)에게 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 <표 2>와 같이 인지도, 선호도 및 판독시간의 3가지를 쌍대비교 형식을 통해 9점 척도로 조사하였고, 각 응답자의 응답일관성 검증을 하기 위해 10% 미만의 CR 값이 산출된 전문가의 의견을 반영하여 가중치를 산출하였다. <표 3>과 같이 12명의 응답자 중 1명에게서만 10% 이상의 CR값이 산출되었으며, 이를 제외하고 11명의 자료를 기하평균법으로 계산하여 가중치를 산정하였다. 여러 전문가의 설문조사 결과를 통합하기 위하여 기하평균법을 사용하였다. 인지도-선호도 문항에서 전문가들의 응답수치의 기하평균값은 3.210으로 계산되었고, 선호도-인지도의 기하평균값은 인지도-선호도 수치와 역수 관계인 0.312가 나왔다. 마찬가지로의 방식으로 계산된 각 항목의 수치는 <표 4>의 각 평가지표의 행렬을 구성하며, 각 행 별로 기하평균하여 그 비율에 따라 가중치를 산출하였다.

$$V(x, y, z) = 0.402 \left(\frac{1 - e^{0.27(x-2.1)}}{1 - e^{0.567}} \right) + 0.133 \left(\frac{1 - e^{0.183(y-2)}}{1 - e^{0.4026}} \right) - 0.465 \left(\frac{z - 4.69}{3.08} \right) \quad \text{식(6)}$$

- V : 메시지의 가치
- x : 메시지의 인지도 점수
- y : 메시지의 선호도 점수
- z : 메시지의 판독시간

<표 3> 응답자의 일관성 검증
<Table 3> Test of consistency

응답자	λ_{max}	CR(%)
1	3.011	0.91
2	3.009	0.79
3	3.000	0.00
4	3.002	0.17
5	3.043	3.68
6	3.040	3.41
7	3.045	3.86
8	3.024	2.05
9	3.000	0.00
10	3.037	3.18
11	3.037	3.18
12	3.217	18.74

<표 4> 가중치 산출
<Table 4> Computation weighting value

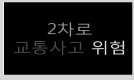
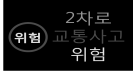

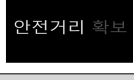
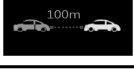
평가지표	인지도	선호도	판독시간	기하평균	가중치
인지도	1	3.210	0.810	1.375	0.402
선호도	0.312	1	0.306	0.457	0.133
판독시간	1.234	3.369	1	1.592	0.465

가중치 산출 결과 판독시간이 0.465로 가장 높은 중요도를 가지는 것으로 나타났으며, 인지도가 0.402의 가중치를 가지는 것으로 산출되었다. 선호도는 0.133의 가중치가 산출되어 판독시간과 인지도에 비해 중요성이 낮은 것으로 산출되었다. 가중치를 사용한 덧셈 가치함수는 식(6)과 같다.

4. 메시지 평가

중부내륙고속도로 현장실험에서 사용된 메시지들 중 최적의 경고정보 메시지를 선정하기 위하여, 가치함수와 가중치를 이용하여 산출된 식(6)에 현장실

<표 5> 시나리오 내 표출방식에 따른 우선순위 선정 예시
 <Table 5> Selecting prioritize of display form in scenario

시나리오	표출방식	메시지	인지도	선호도	판독시간	최종가치	우선순위
상황정보	TEXT		3.9	3.5	1.92	0.762	1
	TEXT + 픽토그램		4	3.9	2.22	0.759	2
	픽토그램		2.1	2.1	3.70	0.014	3
행동정보	TEXT		3.8	3.6	1.59	0.804	2
	TEXT + 픽토그램		4.2	4.2	2.02	0.867	1
	픽토그램		3.9	3.5	1.85	0.775	3

험에서 조사된 인지도와 선호도 및 판독시간을 대입하여 각 메시지들의 가치를 산출하였다.

전체 11개의 시나리오 내에서 표출방식에 따른 우선순위를 선정하였다. 각 경고정보 메시지는 <표 5>와 같이 인지도, 선호도 및 판독시간에 의하여 최종가치가 산출 되었고, 이에 따라 우선순위가 도출되었다. 최종가치에 따라 우선순위가 1로 선정된 각 경고정보 메시지를 <표 6>에 정리하였다. 산출된 메시지의 가치를 이용하여 상황정보 메시지와 행동정보 메시지로 구분하여 운전자들이 선호하는 메시지를 선정하였고, 상황정보와 행동정보로 구분하였을 경우 상충에 대한 정보를 제공하는 상황정보 메시지(평균가치 0.550) 보다 직접적인 행동을 요구하는 행동정보 메시지(평균가치 0.761)의 가치가 평균적으로 0.211정도 높은 것으로 분석되었다.

전체 11가지의 시나리오 중 표출방식에 따른 우선순위는 7개의 시나리오에서 텍스트로만 표출했을 경우 가장 높은 가치(평균가치 0.723)가 산출되었고, 텍스트+픽토그램 조합일 경우와 픽토그램만으로 표출할 경우는 각 2개의 시나리오에서 가치가 높게 산출

(텍스트 픽토그램 : 0.680, 픽토그램 : 0.671)되었다.

5. 메시지 선정 결과의 의의

본 연구에서는 중부내륙고속도로의 시험도로에서 PVMS를 이용하여 고속 주행환경의 운전자에게 실제 메시지를 제공하여 메시지의 적절성 여부를 세 가지 평가지표를 이용하여 조사하였다. 조사된 자료는 전문가의 의견을 반영한 AHP기반 다기준 가치함수에 의하여 분석되었으며, 이를 통해 각 메시지의 가치를 산출하여 우선순위를 선정하였다.

또한 본 연구에서는 경고정보 메시지를 상황정보와 행동정보로 구분하여 메시지를 설계하였고, 두 가지 정보를 2현시 제공 등의 방법을 이용하여 운전자에게 정확하고 신뢰성 있는 정보를 제공할 수 있도록 구성하였다.

본 연구에서 제시한 경고정보 메시지 선정 방법은 실제 주행환경과 유사한 조건에서 자료를 수집하여 운전자와 전문가의 의견을 모두 수렴하는 체계적인 분석방법을 제시하였다는데 그 의의를 가진다.


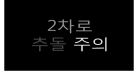
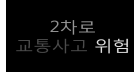
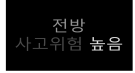
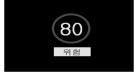
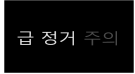

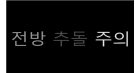
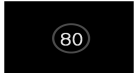

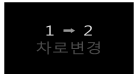
V. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구는 실시간 교통환경에서 교통사고 예방을 위해 운전자의 안전운전을 지원하는 경고정보 메시지를 설계하고, 이를 다기준 의사결정기법을 이용하여 최적의 메시지를 선정하는 방법론을 제시하였다. 실제 도로상황과 흡사한 고속주행 환경에서 피실험자에게 PVMS를 통해 경고정보 메시지를 제공하여 메시지에 대한 인지도, 선호도 및 판독시간을 조사하였으며, 이를 다기준 의사결정기법을 이용하여 메시지의 가치를 산출하였다.

분석결과 교통류의 상충 위험을 알리는 상황정보보다는 직접적인 행동을 요구하는 행동정보 메시지의 가치가 높게 산출되었으며, 정보량이 많은 메시지보다는 간결한 텍스트로 구성된 경고정보 메시지의 가치가 높게 평가되었다. 픽토그램만으로 구성된 경우에서도 운전자들이 사전에 인지하고 있는 픽토그램으로 메시지 표출을 하였을 경우는 인지도, 선호도 및 판독시간 모두 메시지의 가치가 높게 평가되었다.

본 연구의 한계 및 향후 수행되어야 할 과제는 다음과 같다.

<표 6> 선택 된 메시지
<Table 6> Selected message

시나리오	시나리오 설명	선택 된 메시지	인지도	선호도	판독시간(s)	가치
1	진출부에서 상충위험도가 높게 관측될 때 제시		3.7	3.7	2.84	0.555
2	2차로에서 상충위험도가 높게 관측될 때 제시		3.3	3.4	1.94	0.622
3	2차로에서 상충위험도가 높게 관측될 때 제시		3.9	3.5	1.92	0.760
4	전방에 상충위험도가 증가할 경우 제시		3.8	3.5	1.86	0.747
5	제한속도의 변경이 필요한 경우 제시		3.7	3.3	1.59	0.767
6	전방차량의 급정거가 야기되는 경우 제시		3.6	3.5	1.94	0.690
7	상충위험도가 극심하게 증가할 경우 제시		3.8	3.6	1.78	0.770
8	전방에 상충위험도가 증가할 경우 제시		3.6	3.4	1.87	0.697
9	제한속도의 변경이 필요한 경우 제시		4.1	4	1.29	0.960
10	안전거리의 확보가 필요한 경우 제시		4.2	4.2	2.02	0.862
11	차로가 통제되어 차로변경이 필요한 경우 제공		3.9	3.7	1.89	0.779

첫째, 본 연구에서 실시한 현장실험에서 피실험자의 계층을 20대 후반에서 30대 초반의 교통공학을 전공한 사람으로 한정하였으며, 10명의 피실험자로만 조사하였다. 또한 가중치를 위한 설문조사에서도 11명의 응답자의 의견만을 적용하였다. 따라서 보다 다양한 연령대의 많은 피실험자의 실험 자료 및 다수 전문가의 의견 수렴을 통해 분석자료의 신뢰성 및 다양성을 높여 분석할 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서 사용한 메시지 중 행동정보 메시지는 기존에 운전자들이 접해볼 수 있는 정보가 포함되어 있었다. 상황정보에 비하여 이해하기가 수월하여 가치가 높게 평가될 가능성이 존재하므로, 보다 다양한 새로운 콘텐츠의 메시지를 설계하여 기존의 메시지와 비교하는 분석도 필요할 것이다.

마지막으로 본 연구의 현장실험에서는 PVMS를 이용하여 조사를 진행하였으나, 실제 VMS와는 제공할 수 있는 문자크기나 설치 위치 등의 조건이 상이하기 때문에 실제 도로 주행환경을 완벽히 반영시키지 못한 한계를 가진다.

본 연구에서 제시된 한계점을 고려한 추가적인 실험과 분석을 통해 경고정보 메시지의 대한 신뢰성 있는 평가가 이루어져야 하며, 본 연구의 분석 방법론은 향후 실시간 정보제공을 위한 메시지 선정을 위한 기초 연구 자료로써 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 송태진, 오철, 오주택, “실시간 교통안전 경고정보 제공을 위한 이용자 선호도 분석 연구,” *대한교통학회지*, 제27권, 제4호, pp. 7-16, 2009. 8.
- [2] 연지윤, 김태형, 오철, “VMS 메시지 이용자 선호도 평가,” *한국 ITS학회 논문지*, 제7권, 제4호, pp. 36-48, 2008. 8.
- [3] 송태진, 오철, 김태형, 연지윤, “운전자 인적요인을 고려한 PVMS 메시지 관독특성 분석,” *한국 ITS학회 논문지*, 제7권, 제4호, pp. 25-34, 2008. 8.
- [4] 금기정, 손영태, 배덕모, 손승녀, “도로상 VMS 표출방식별 운전자 유의성 검증에 관한 연구,” *한국도로학회 논문집*, 제7권, 제4호, pp. 151-162, 2005. 8.
- [5] J. S. Miller, B. L. Smith, B. R. Newman, and M. J. Demetsky, “Effective use of variable message signs: Learned through development of users manuals,” *Transportation Research Board*, pp. 1-8, 1995.
- [6] J. Wang and Y. Cao, “Assessing message display formats of portable variable message signs,” *Transportation Research Record*, vol. 1937, pp. 113-119, Dec. 2006.
- [7] C. L. Dudek, *Changeable Message Signs. NCHRP Synthesis of Highway Practice 237*, TRB, National Research Council, Washington, DC, 1997.
- [8] B. R. Ullman, G. L. Ullman, C. L. Dudek and E. A. Ramirez, “Legibility distances of smaller letters in changeable message signs with light-emitting diodes,” *Transportation Research Record*, vol. 1918, pp. 56-62, 2005.
- [9] Y. I. Noy and W. Karwowski, *Handbook of Human Factors in Litigation*, CRC Press, 1997.
- [10] J. L. Campbell, J. B. Richman, C. Carney, and J. D. Lee, *In-vehicle Display Icons and Other Information Elements Volume 1 : Guidelines*, FHWA-RD-03-065, 2004.
- [11] 한국교통연구원, *실시간 교통안전 분석·평가 기술개발 3차년도 중간보고서*, 교통체계효율화 사업(U-safety 교통안전 감시 및 분석시스템 개발), 2009. 5.
- [12] C. Kirkwood, *Strategic Decision Making: Multiobjective Decision Analysis with Spreadsheets*, Duxburg Press, Belmont, CA, 1997.
- [13] T. L. Saaty and E. Erdener, “A new approach to performance measurement - the analytic hierarchy process,” *Design Methods and Theories*, vol. 13, no.2, pp. 64-72, 1979.
- [14] G. A. Miller, “The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information,” *Psychological Rev*, vol. 63, pp.81-97, Mar. 1956.

저자소개



김 태 진 (Kim, Tae-Jin)

2009년 8월 : 한양대학교 교통시스템공학과 학사
2009년 9월 ~ 현재 : 한양대학교 교통공학과 석사과정



오 철 (Oh, Cheol)

1993년 2월 : 한양대학교 교통공학과 학사
1997년 8월 : 한양대학교 대학원 교통공학과 석사
2003년 12월 : University of California, Irvine, 토목환경공학과 공학박사 (교통시스템전공)
1998년 9월 ~ 1999년 8월 : 한국건설기술연구원 도로연구부 연구원
2004년 1월 ~ 2004년 3월 : Post-Doctorate Researcher, Institute of Transportation Studies,
University of California, Irvine, CA, USA
2004년 4월 ~ 2006년 2월 : 한국교통연구원 첨단교통기술연구실 책임연구원
2006년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 교통시스템공학과 교수



오 주 택 (Oh, Ju-Taeck)

1995년 2월 : 한양대학교 도시공학과 학사
1998년 8월 : Rutgers, The State of New Jersey 도시 및 지역계획 석사
2002년 12월 : Georgia Institute of Technology 교통공학 박사
2003년 5월 : University of Arizona Post. doc
2003년 5월 ~ 현재 : 한국교통연구원 연구위원