

자동차 항법 장치 Landmark의 인간공학적 설계 가이드 라인 개발

Development of Human Factors Design Guideline of Landmark for Car Navigation System

백인섭

차두원

(아주대학교 산업공학과 대학원) (아주대학교 산업공학과 대학원)

박 범

(아주대학교 산업공학과 부교수)

목 차

I. 서 론

1. 항법장치 인간공학 연구의 중요성

II. 이론적 배경

1. 랜드마크의 개념
2. 랜드마크 연구의 필요성

III. 실험 설계

1. 실험평가방법론
2. 실험절차 및 설계

IV. 실험 결과

V. 결론 및 추후 연구

요 약

차량 항법 장치의 인간-기계 인터페이스의 중요한 구성요소인 전자지도에서 운전자가 경로를 선택하고 자신의 현 위치를 파악하는데 중요한 역할을 하는 랜드마크는 현재 표준화나 인간 공학적인 요소가 고려된 설계가 이뤄지지 않고 있는 실정이며 개발 회사마다 각기 독립적인 개발이나 종이 지도의 제작 표준에 의해 제작되고 있다, 이는 운전자에게 일관성 및 양립성의 결여 및 안전에 대한 문제 발생의 가능성을 내포하고 있으며, 운전자와 도로의 안전에 직결되는 중요한 문제이다.

이에 본 연구는 운전자가 편하고 빠르게 랜드마크를 인지할 수 있게 디자인 속성 조합을 도출하여 상용화된 전자지도와의 비교를 통하여 속성 각 수준별 조합의 인지능력 평가와 그 결과를 분석해 랜드마크 제작의 가이드라인으로 제시한다. 분석 결과는 랜드마크의 속성은 색, 그래픽 차원, 형태, 외곽선, 텍스트(중복 명명)과 같이 다섯 가지로 분류했으며, 실험 결과 이미지 형태, 중복 명명, 복수 색 사용, 외곽선 사용시가 가장 최적 속성 조합으로 나타났다.

I. 서 론

1. 항법장치 인간공학 연구의 중요성

지능형 교통시스템은 운전자에게 보다 편리하고 안전한 환경을 제공하고 제반 교통 시설의 효율적 사용으로 물류비의 절감과 국가 경쟁력 제고, 교통의 효율적 통제, 운영 등을 목적으로 하고 있다. 지능형 교통시스템에서 운전자는 항법 장치와 기타 구성 요소를 통해 정보와 명령을 입출력하게 되는데, 이에 항법장치의 전자지도는 인간-기계 인터페이스 및 정보전달에 있어 중요한 역할을 하고 있다. 예를 들면, 전자지도의 정확성, 적절성, 인식성 등은 운전자의 안전과 편의적 측면에서 가장 중요한 요소 중 하나이며 [16], 항법장치의 단순 정보제공 디스플레이로서의 기능뿐만 아니라 차량의 HVAC (Heater Ventilation Air-Condition)와 그 외의 버튼 장치들의 표시장치와 입력장치로 통합되는 미래 AVS (Advanced Vehicle System)를 고려할 때, 사용자의 디스플레이상의 원하는 정보를 위해 적절한 선택과 조작을 해야 하는 부담을 감소시키기 위한 인간 공학적 연구 및 설계의 중요성을 지닌다. 이러한 일련의 운전자의 행동 모델은 수정된 PIEV 과정 (Perception-Identification & Intellection-Emotion & Judgment-Violation & Reaction)으로 표현할 수 있다 [3].

<그림 1>과 같은 행위 모델을 지닌 운전자의 이러한 항법 장치로의 간헐적 주시는 눈동자와 목 근육의 움직임의 조합으로 나타나게 되고, 눈동자의 운동은 pitch, roll, yaw의 세가지 특성으로 대표되는데 이들에 대한 개인간의 편차가 크게 발생하게 되므로 디스플레이의 적절한 설계가 필요하게 된다 [23][27][29][31][32].

이러한 상황에서 운전자가 인지 반응에 소요되는 PIEV 시간은 기존의 실험에 의하면, 0.2~1.5초 정도이나 이 시간은 피험자가 실험 상황에서 예상되는 자극에 대하여 측정된 값이므로 실제 운행 중에 발생하는 시간은 0.5~4.0초로 이보다 길다는 것이 밝혀져 있다 [3].

기존의 전자지도 관련 연구에서는 배경 색채나 전자지도의 진행방식, 텍스트 로테이션에 관한 연구 [1][14], 적절 정보 개체 수 [17] 등에 대한 연구가 이루어 졌으나 구체적인 랜드마크 적용에 대하여 인지 공학, 인간 공학적 연구는 아직 이뤄지지 않고 있다 [4][11][15][19].

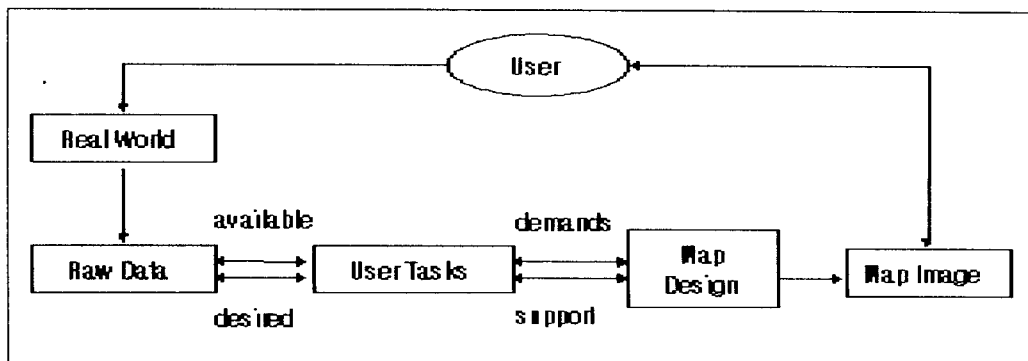
물론 랜드마크 자체에 대한 평가는 전자 지도가 아닌 종이 지도에서는 많은 연구와 평가가 이루어 졌지만 새로운 디스플레이의 특성과 한국 운전자의 특성에 맞는 새로운 연구가 필요하며, 이에 본 연구는 랜드마크에 대한 인간 공학 및 인지공학적 연구를 통한 항법장치 도로지도의 설계 표준안으로 제안하고 운전자에게 보다 편하고 빠른 랜드마크 인지환경을 제공하고자 한다 [17][20][24].

II. 이론적 배경

1. 랜드마크의 개념

일반적으로 항법 장치 화면은 5~6인치 크기를 갖는데 이렇게 제약된 공간에서 인간의 화상 인식은 평균 50bits/sec, 문자는 약 8문자/sec 정도이다 또한, 운전 중에 허용 가능한 디스플레이 주시 시간은 약 1회당 1초로 되어 있으며, 한번에 대개 3, 4회의 반복된 동작으로 원하는 정보를 습득하게 된다 [6].

전자지도의 중요한 구성 요소 중 하나인 랜드마크는 항법 장치 전자 지도의 구성 요소 중



<그림 1> 운전자의 항법 장치 사용에 대한 행위 모델

의 하나로 주요 관공서, 교육 시설, 사업 시설, 문화 시설 등의 지도상에서 간접적으로 나타나는 지형 지물 요소를 말하며 운전자는 이를 이용해서 탐색 기능을 수행한다. 또한 랜드마크는 운전자가 운행중이나 그 외 상황에서 항법장치 도로지도와 차 밖의 실제 환경의 비교를 통해 자신의 현 위치를 파악하거나 진행 방향을 결정하는데 중요한 요소이다. 측량협회의 지도 도식 규범에서는 랜드마크를 단독 물체로서 좋은 목표가 될 수 있는 지점의 식별과 지표표를 위하여 필요한 것과 역사적 학술적으로 저명한 것이라고 정의하였으며, 그 표시 원칙으로는 다음과 같이 설명하고 있다 [13].

- (1) 목표물의 기호 중 평면 도형의 것을 그 기호의 중심점 또는 중심선이 당해 물체의 진 위치가 되도록 표시한다.
- (2) 목표물의 기호는 도곽의 하변에 대하여 직립 하도록 표시한다. 단, 탑, 항구등의 기호는 그 사영 방향에 의하여 표시한다.
- (3) 목표물의 기호는 외주에 0.2mm간격을 두고 표시한다.(1:5000 축척)
- (4) 동종의 목표물이 밀집되어 있어 개개의 표시가 곤란할 경우는 적의 생략할 수 있다.

이와 같은 원칙과 함께 탑, 기념비, 등대, 독립수, 송수신탑, 옥외 광고탑, 굴뚝, 탱크, 나무, 공원등을 주된 랜드마크 적용 대상으로 권하고 있다.

2. 랜드마크 연구의 필요성

위에서 열거한 대상들은 운전자가 실제 환경에서 사용하는에는 도로상에 존재치 않거나 너무 넓은 범위, 또는 너무 협소한 범위, 변별력 등의 문제로 실제 사용에 무리가 따른다. 이와 같이 랜드마크는 항법 장치 도로 지도화면 구성 요소 중에 하나로 차두원(1998) 등에 의한 연구에서 색채 50%, 그래픽 차원 20%, 랜드마크 10%, 축척 10%의 중요도를 지니고 있으나 랜드마크의 사용 빈도와 시간 점유율, 그 사용 목적이 색채나 그래픽 차원 보다 우선이며 인지 과정이 상위 차원의 인지 리소스를 점유하고 있는 관계로 운전자 안전에 대한 그 중요성을 알 수 있으며 이에 대한 인간공학적 연구와 표준화의 필요성이 요구된다.

<표 1> 각 회사 별 항법 장치 랜드마크 속성

	회사	색채	그래픽 차원	형태	외곽선	텍스트
한국 제품	H사	단색	2D	심별		
	S사	단색	2D/3D	혼용		*
	D사	단색	2D	심별		
	K사	단색	2D	심별		
일본 제품	CASIO	단색	2D	심별	*	
	SANYO	단색	2D	심별	*	
	SONY	복수	2D	심별	*	*
	KENWOOD	단색	2D	심별		
	MASPRO	단색	2D	혼용		
	MITSUBISHI	단색	2D	심별		
	ALPINE	단색	2D	심별		
	ADDZEST	복수	2D	심별	*	
	PANASONIC	복수	2D	혼용	*	*

III. 실험 설계

1. 실험 평가방법론

실험 절차는 사용자에 대한 요구 분석과 이를 바탕으로 한 전문가들의 의견 수렴을 통한 랜드마크 인지공학적 대상의 선정과, 실제 지도 제작에 사용되고 있는 랜드마크의 기본이 되는 한국 측량 협회의 지도 도식 규범[13]에 나와 있는 정의에 근거한 기본적인 항목을 추출한 후, 사용자 요구 분석을 위한 설문지와 각 조합의 항목 평가지를 작성하여, 그 외의 사용자의 요구를 수용하는 절차와 랜드마크 각 속성의 중요도를 알아보는 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)을 실시하였다 [2][4][5][10][12]. 그리고, 컨조인트 분석 결과로 조합된 랜드마크 인지 능력의 검증을 위해 각 속성이 조합된 항목 별 인지 능력 검사를 실시하였다.

2. 실험절차 및 설계

먼저 실험을 위해 상용화된 국산 4개사와 일본 9개사의 도로지도의 랜드마크를 <표 1>과 같이 형태 별로 분류하였다[7][8][18].

<표 1>에서 랜드마크는 다섯 가지의 속성으로 분류되었다.

<표 2> 각 속성 조합의 우선 순위

	그래픽 차원	텍스트	외곽선	형태	순위
1	2D	NO	NO	심벌	14
2	2D	NO	NO	그림	15
3	2D	YES	NO	심벌	8
4	2D	YES	NO	그림	7
5	2D	NO	YES	심벌	10
6	2D	NO	YES	그림	9
7	2D	YES	YES	심벌	5
8	2D	YES	YES	그림	3
9	3D	NO	NO	심벌	13
10	3D	NO	NO	그림	7
11	3D	YES	NO	심벌	4
12	3D	YES	NO	그림	2
13	3D	NO	YES	심벌	16
14	3D	NO	YES	그림	12
15	3D	YES	YES	심벌	11
16	3D	YES	YES	그림	1

컨조인트 분석의 입력 자료를 얻기 위한 쌍대 비교 (paired-wise comparison) 실험은 교정시력이 양안 모두 1.0 이상이며 색맹, 색약이 아닌 남녀 대학생으로 이뤄진 15명(남 11명, 여 4명, 연령의 범위 : 20~29세, 평균 : 23.66세, 표준편차 : 3.41세)의 피험자에게 위에서 분류된 속성이 조합된 이미지를 랜덤 하게 8쌍의 이미지를 프로젝터 화면을 통해서 제시하고 이에 대한 쌍대 비교를 통해서 그에 대한 순위를 추출해내고 이 결과를 가지고 컨조인트 분석을 통해 각 속성의 중요도와 효용을 추출하였다.

그러나, 본 연구에서는 <표 1>에서 언급한 다섯 가지 속성들 중에서 색채, 텍스트(중복 명명), 외곽선, 형태에 대한 속성만을 고려하여 <표 2>와 같은 16개의 조합을 구성하였다. 그 이유는 위의 속성들이 랜드마크 자체 내에서 결정되어지는 속성인 반면에 랜드마크의 위치나 정보량, 그래픽 차원 등에 대한 고려는 항법장치 전자지도와의 상관 관계를 고려해야 되기 때문에 그것들에 대한 결과는 이 실험에서 다루지 않았다. 위에서 나온 결과를 바탕으로 중요도가 높게 설정되고 우성의 영향력을 갖는 속성끼리의 조합과 그렇지 못한 속성의 조합과의 인지 능력 차를 알아보기 위한 평가를 위해 실 지도에서 선택하여 자체 제작된 30가지의 랜드마크에서 한 화면에 각 속성이 조합된 8개씩의 랜드마크를 제시하고 평가에 체크하는 방식으로 17개의 화면 제시를 통해 실험을 실시하였다.

랜드마크 이미지는 HITACHI 사의 LCD Projector CP-L550을 이용해서 피험자에게 제시하였다. 인지실험은 랜드마크의 인지 능력을 검증하기 위한 절차로 실시되었는데, 일반적으로 랜드마크의 사용은 차 밖 실제 환경의 목적 개체와 전자지도의 랜드마크의 이미지를 맵핑하며 이뤄지는데 여기서 목적 개체 외의 랜드마크 개체에 의한 역향 매스킹(back masking) 효과가 나타나며 이로 인해 보존된 랜드마크 이미지의 시각 정보 처리가 힘들어지게 된다 [9][23].

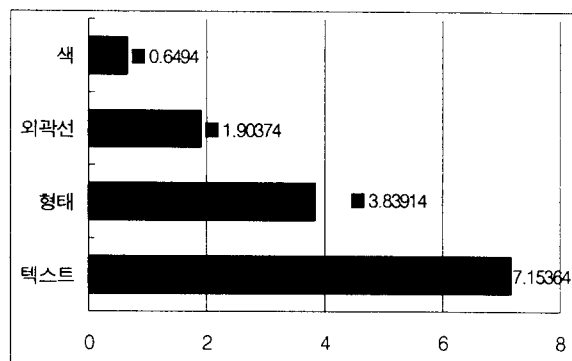
실험에 사용된 랜드마크의 외형적 디자인 가이드 라인은 미국 교통국 발간의 Technical Report FHWA-RD-98-057에 제시되어있는 Human Factors Design Guidelines for ATIS/CVO의 기준을 지켜서 제작을 했으며 한글 폰트의 굴림체를 사용하여 디자인을 하였다 [21].

IV. 실험 결과

실험 계획에 따라 각 속성의 조합에 대한 쌍대 비교 결과를 살펴보면 <표 2>와 같다.

위의 같은 결과를 기반으로 각 속성의 중요도를 구하기 위해서 SAS System for Windows V6.12를 이용해서 컨조인트 분석을 시행했다. 컨조인트 분석 결과는 <그림 2>에 나와 있듯이 랜드마크에 대한 설명을 첨가하는 텍스트 속성이 가장 중요도가 높게 나타났으며 예상외로 색에 대한 속성이 5%로 낮게 나타났으며 각각의 속성에 대한 분산 분석에 의한 결과에서도 $\alpha=0.1$ 일 때 텍스트, 형태, 외곽선의 경우가 유의하게 속성별 차이를 나타내 주고 있다.

이는 텍스트와 그림, 외곽선을 랜드마크의 속



<그림 2> 각 속성의 중요도 지수

성으로 적용시킬 때 다른 경우에 비해 더 나은 중요도를 나타냄을 이야기한다. 이에 따라 항법 장치 도로 지도 제작 시에 지도 제작자는 랜드마크의 경우에 랜드마크에 대한 문자 정보를 같이 제공하고 기호 형태의 심볼보다는 그 지형지물에 이미지에 가까운 그림을 표현하는 게 좋을 것이라고 생각된다. 이는 운전자가 항법 장치 도로지도의 랜드마크와 실제 환경의 건물이나 그 밖의 지형 지물 등에 대해 Mapping 하는데 이미지 형태의 랜드마크 속성이 우수한 인지능력을 나타내는 것을 뒷받침한다 [22].

위에서 추출된 각 속성의 중요도를 이용해서 인지 특성을 고려한 랜드마크를 제작해 각 속성별 인지 능력 차이 검정과 각 속성간의 상관 관계, 실험 전후의 상관 관계를 통해서 인지 능력을 검증하였다.

교차적비를 이용한 각 속성들에 대한 선호도와 인지 능력의 독립 정도를 알아보면 <표 3>과 같다.

여기에서 교차 적비의 값이 1에서 멀리 떨어질수록 서로 종속적인 관계를 가지고 있다고 말할 수 있는데 각 속성 모두 1보다 멀리 떨어진 값을 가지고 있는 것으로 보아 선호도와 인지 능력의 관계가 서로 종속적임을 알 수 있다.

각 속성별 인지능력 차이 검정은 <표 4>에 나와 있듯이 각 속성 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 3> 선호도와 인지능력의 독립도 분석

Type of Study Case-Control	속성	Value	95%	
			Confidence	Bounds
	외곽선	0.250	0.75	0.806
	텍스트	0.225	0.80	0.918
	색상	0.275	0.68	0.784
	형태	0.289	0.59	0.695

<표 4> 각 속성의 수준별 인지능력 차이 검증

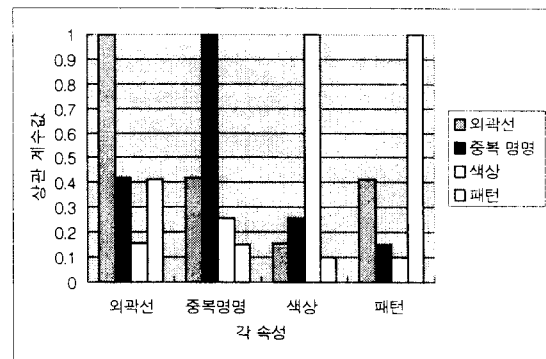
속성	각 속성의 수준	N	Mean	S.D	SE	F _{0.05(10,17)} Variance are equal
외곽선	Yes	18	12.2777	1.7083	0.4026	F [*] =3.44 DF=(17,17) Prob.>F [*] =0.0149
	No	18	11.5000	3.1669	0.7464	
텍스트	Yes	18	13.1666	1.5811	0.3726	F [*] =5.22 DF=(17,17) Prob.>F [*] =0.0014
	No	18	5.6666	3.6136	0.8517	
색상	단색	18	10.5555	3.3470	0.7889	F [*] =1.50 DF=(17,17) Prob.>F [*] =0.4115
	복수색	18	5.9444	2.7326	0.6440	
형태	이미지	18	13.0555	2.0138	0.4746	F [*] =2.22 DF=(17,17) Prob.>F [*] =0.1095
	심볼	18	9.2222	3.0010	0.7073	

그리고 <그림 3>에서 나타난 각 속성들간의 상관 관계에서는 각 속성들간의 상관 관계가 그렇게 크게 나타나지 않으므로 상호간에 미치는 영향은 무시할 만하다.

위와 같은 결과들로 미루어서 랜드마크의 최적 조합으로는 색채의 복수 사용과 중복 명명, 외곽선, 이미지 형태가 가장 인간의 인지에 적합한 형태임을 알 수 있다

V. 결론 및 추후 연구

본 연구가 실제적으로 실제 지도 제작에 도움을 주기 위해서는 실제 운전상황하에서의 전자지도를 이용한 인지 실험을 통해 지도 배경과 랜드마크의 색의 관계와 랜드마크의 한 지도에서의 제시 개수, 랜드마크를 제시했을 때와 제시하지 않았을 때의 수행도 평가를 통해서 사용자의 기대에 부응하는 랜드마크의 기준을 추출해야 한다. 이에 대한 고려로 실제 지도와 유사한 형태에 본 연구에서 나온 속성의 조합으로 이뤄진 랜드마크를 적용한 평가 시스템을 개발중이다. 또한, 본 연구 결과는 ITS 확장 시 중요한 핵심시스템인 항법장치 이외에도 HUD



<그림 3> 각 속성의 상관 관계

(Head Up Display)의 정보 안내, AHS (Advanced Highway System)의 도로표지판, TMC (Traffic Management Center)의 조작판 등의 Display에 대한 인간 공학적 설계에도 응용이 가능하다.

그리고 실제 이 랜드마크의 적용에는 문화적, 경험적인 고려를 같이 고려하여야 한다는 해를 얻을 수 있었다. 예를 들면 유명 패스트푸드점은 주로 교차로 상에 위치하고 그 광고 간판 역시 눈에 잘 띄어 랜드마크 요소로 잘 사용되고 있으나 그 대상에 대한 지식의 부족으로 운전자에게 도움을 주지 못할 수도 있음을 고려해야 한다.

참고문헌

1. 김병주, "GPS의 화면 표시 방식에 관한 연구", 96 춘계 대한 산업 공학회/한국 경영 과학회 공동 학술대회 논문집, pp.395~398
2. 김충련 (1996), SAS라는 통계 상자 - 통계 분석 및 시장조사 기법을 중심으로-, 데이터 리서치
3. 도철웅 저, "교통 공학 개론 상", 청문각
4. 문형돈, 박 범 (1997), "인간 공학적 설계를 위한 지형지물 표기에 대한 분석", 97 대한 인간공학회 추계 학술 대회
5. 박성현 (1995), "현대 실험계획법", 민영사
6. 박진한, 한광희 (1997) "아이콘 표상 방식에 따른 시각 정보 처리" 한국 인지 과학회 논문지 제 8권 제 4호, pp.19~33.
7. 삼성 자동차 네비게이션 시스템 매뉴얼, 삼성 자동차
8. 서울 도로 지도 (1996), 성지 문화사
9. 윤철호 저 (1998), "인간 컴퓨터 인터페이스", 대영사
10. 이순목, 이종구, (1993) SAS의 이해와 활용, 성여사
11. 정범진, 김기범, 박 범 (1995), "차량 항법장치 화면 표시 형태에 대한 인간공학적 비교", 95년 추계 인간공학회 발표 논문집, pp.208~213
12. 조인호 (1996), SAS 강좌와 통계 컨설팅, 한화 경제 연구소,
13. 지도 도식 규칙 (1996), 대한 측량협회,
14. 차두원, 박 범 (1998), "항법장치 도로지도의 진행 방식 및 지형지물 문자정보 회전에 관한 인간공학적 연구", 대한 교통학회지 제 16권 제1호, pp.47~58
15. 차두원, 이제근, 박 범, 이승환 (1997), "자동차 항법장치 인간 기계 인터페이스 평가 시스템 개발 및 설계 변수 추출에 관한 연구", 대한 교통학회지, 제 15권, pp.35~48
16. Navigation 시스템 제작 기술 개발에 관한 연구(2단계 2 차년도 연차 보고서), 통산 산업부, 과학 기술처, 1997.
17. Ann K. D. (1996), " Landmarks as Navigational Aids on Street Maps", Cartography and Geographic Information Systems, Vol.23, No.1
18. Bible for Car Navigation, JAF, 1997.
19. Burnett, G. E., Joyn ,S. M. (1993), An Investigation on the Man Machine Interfaces to Existing Route Guidance Systems , IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp.395~400.
20. Campbell, J. L. (1995), Development of Human Factors Design Guidelines for Advanced Traveler Information Systems (ATIS) , IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference, pp161.
21. Human Factors Design Guidelines for ATIS/CVO, Technical Report FHWA - RD - 98 - 057, Department of Transportation.
22. Park, A. M. , Burnett. G. E. (1993), An Evaluation of Medium Range Advance Information in Route-Guidance Displays for Use in Vehicles , IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference-VNIS 93, pp238~241.
23. Rockwell, T.H., Spare Visual Capacity in Driving-Revisited (New Empirical Results for an Old Idea) , Proceeding of the Vision in Vehicles II. A. G. Gale et al (Editors), Elsevier Science Publishers B. V. (North-Holland), pp317~324.
24. Spoerri, A. (1993), Novel Route Guidance Displays , IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference, 1993, pp.419~422.