

여행자정보시스템의 인간공학적 평가

(An Ergonomic Evaluation of TravTek System)

권영국 *

요약

TravTek이란 Travel Technology의 합성어이며, 미래의 여행자들이 차를 사용하여 여행할 때, 보다 편리하고 쾌적한 여행이 될 수 있도록 차에 컴퓨터단말기를 부착하여 현재 주행하고 있는 도로를 차안에서 화면을 통하여 볼 수 있고, 컴퓨터가 최단경로를 운전자에게 제시하고, 도로의 상황과 여행정보 (즉 호텔, 관광명소, 행사안내등)를 컴퓨터화면으로 나타내고, 그 정보를 컴퓨터음성으로 들려주는 것등이 TravTek 시스템의 주된 요소들이다.

현재 미국 플로리다주의 올란도에서 GM회사가 TravTek 시스템을 설치한 차 100대를 가지고 10여개의 기관이 합작으로 평가연구중에 있으며, 이 논문에서 다루고자 하는 것은 그중에서 이차의 인간공학적 평가로 제한하고자 한다.

이러한 시스템을 설치한 차를 타고 여행할 때, 여행자가 과연 얼마나 안락하게 여행할 수 있으며, 도로의 체증현상을 줄이고, 사고를 예방하며, 차의 설계와 목적이 인간공학적으로 합당한가를 알아보하고자 하는 연구이다.

인간공학적 평가 인자들은 (1) 운전자의 수행도, (2) 사용자 선호도, (3) 사용자 인식, (4) 운행정보등이다. 그리고 컴퓨터음성을 사용하였을 때와 사용하지 않았을 때의 두 가지 경우와 (1) 움직이는 컴퓨터지도 사용하였을 때, (2) 단순화한 도로안내를 사용하였을 때, (3) 컴퓨터 지도를 사용하지 않았을 경우(종이지도사용)에 관해 위의 4가지 인간공학적 인자들을 평가하고자 한다.

이 연구는 아직도 진행중이라 발표하고자 하는 논문역시 현재까지의 연구결과를 토대로 발표하는 것이므로 완전한 결론을 내릴 수는 없고, 진행과정의 내용과 토의사항과 잠정적인 결론을 제시하고자 한다.

[1] 서론

TravTek은 거대한 공동연합 프로젝트로써 운전자에게 여행자정보시스템을 제공한 후 이것의 효율성을 인간공학적으로 평가하는 실험이다. 이 실험지로서 플로리다주의 올란도시가 선정되었고, 컴퓨터화된 지도도 올란도시로 한정하여 1992년부터 연구를 하였다. 물론 최종적으로는 미전국을 대상으로 모든 서비스가 제공되겠지만, 현 단계에서는 평가목적으로 제한적으로 연구를 하고 있다.

* 관동대학교 산업공학과

[2] 본론

Rillings와 Lewis (1991)가 TravTek 시스템을 전반적으로 기술했고, Dingus, Carpenter, Szczublewski, Krage, Means와 Fleischman (1991)등이 TravTek 운전자 인터페이스를 기술했다. Dingus, Antin, Hulse와 Wierwille (1989)등이 운전자 성능 (performance)에 대한 컴퓨터 지도화면의 효과에 관해 문제점을 언급했다. Dingus등이 움직이는 지도화면에 관한 인간공학적 연구결과를 제시했으며, 이들의 연구를 바탕으로 하여, 새로운 TravTek 시스템을 개발하였다.

먼저 TravTek 시스템의 구성요소를 살펴보기로 하자. 그림 1과 2에 나타난 바와 같이 GM회사의 1992년도 Oldsmobile의 Toronado 자동차에 2대의 IBM 386컴퓨터를 설치하고, 칼라 접촉화면 (touch screen)을 운전석 오른쪽에 부착하고, AAA회사의 도움말 (help desk)을 얻을 수 있게 무선전화기를 설치하고, 자동차뒤에는 인공위성이 자동차의 위치를 파악 할 수 있게, 위치파악기 (GPS)를 설치했다. 접촉화면과 운전대에 부착된 여러 운행정보 조정스위치가 그림 3과 4에 나와 있다. 그리고 운행중 파악된 교통정보는 교통관제센터로 모뎀으로써 발신되고, 현재의 교통정보는 FM 라디오로 수신되며, 운행자료는 자동적으로 컴퓨터의 이동식 20M 하드드라이브에 저장된다.

TravTek 시스템의 주된 요소를 항목별로 나열하면, 다음과 같이 될것이다.

1. Integral Color CRT with Touch Screen Matrix
2. 운전대에 위치한 조정단추 스위치 (Control Buttons)
3. Hands-Off Cellular Telephone & Integral Digital Communication Bus
4. 2대의 80386 컴퓨터 (One for Navigation, One for Routing)
5. 20M Removable Hard Disk Drive

여행정보 시스템의 대략적인 구성도가 그림 5에 나타나 있는 데, 컴퓨터음성과 접촉화면, 2대의 운행및 도로선정에 관여하는 컴퓨터, 위치파악기 (GPS), 모뎀과 FM 라디오등으로 시스템이 구성되어 있다. TravTek 연구 계획표는 그림 6에 나와 있으며, 마지막 단계인 평가가 1993년초까지 끝날 계획으로 되어 있다.

도로정보시스템이 효과적이라면, 아래 4가지 항목에서 향상이 일어날 것으로 기대가 되며, 이것을 평가하기 위해, 다음과 같은 항목들을 조사연구하였다.

1. Reduced Trip Length (여행거리의 단축)
 - Travel Time (여행시간)
 - Travel Distance (여행거리)
 - Trip Planning Time (여행계획시간)
2. Reduced Navigation Error (운행실수의 감소)
 - Number of Wrong Turns (실수로 회전한 횟수)
 - Time Off Route (계획된 도로에서 이탈한 시간)
 - Route Replanning Time (재계획하는 데 소요된 시간)
 - Time at Zero Speed (정지한 상태에서 소요된 시간)
 - Number of Stops (정지한 횟수)
 - Reach Destination (yeo or no) (목적지까지의 도달여부)
3. Improved Driving Performance, Trip Efficiency (향상된 운전성능과 여행효율성)

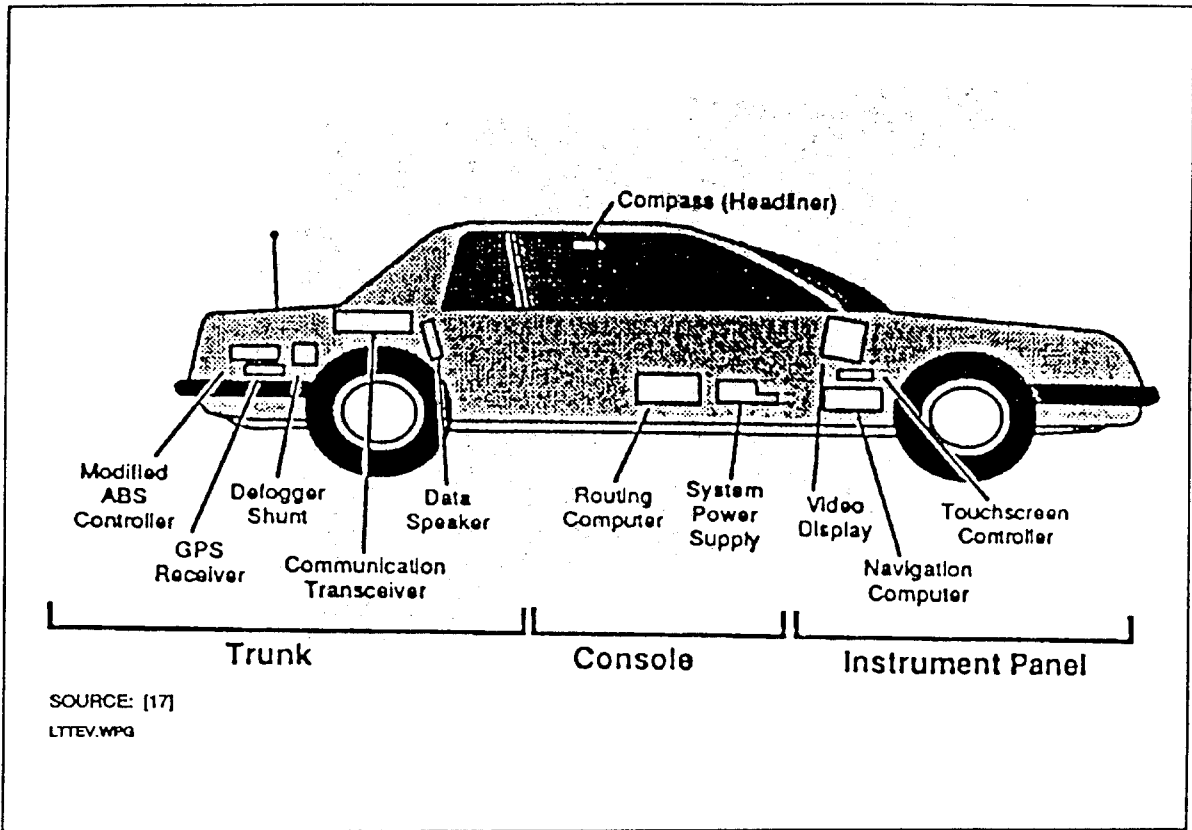


그림 1. 차에 설치된 TravTek 설비의 구조

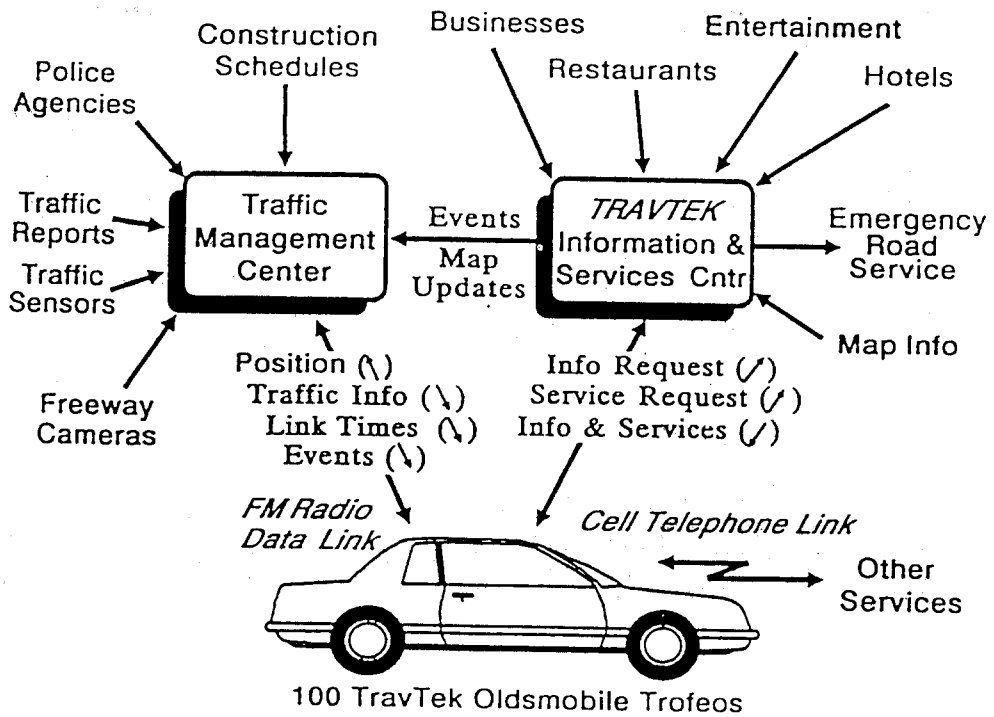


그림 2. TravTek 시스템 Architecture

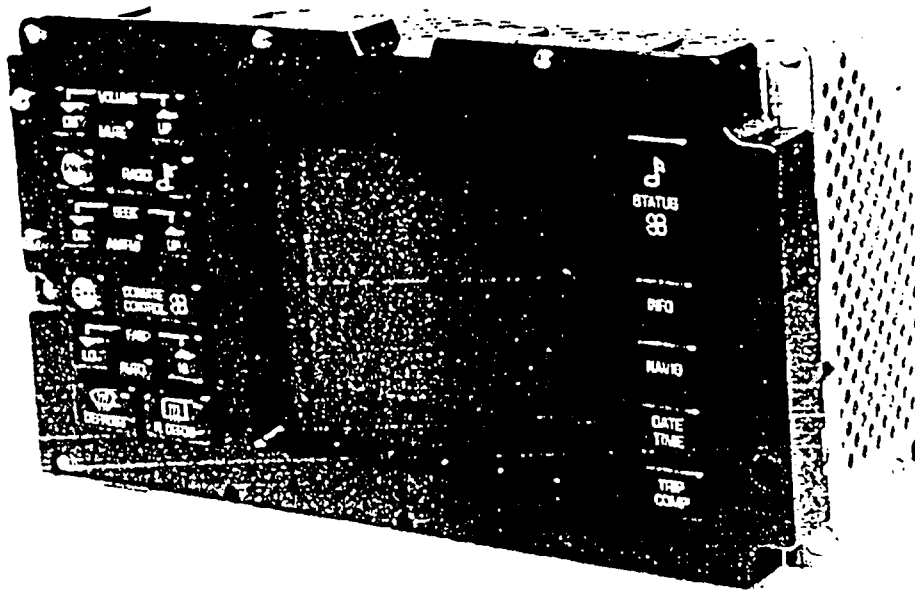


그림 3. 컬러 접촉 화면 (CRT Touch Screen) 인터페이스

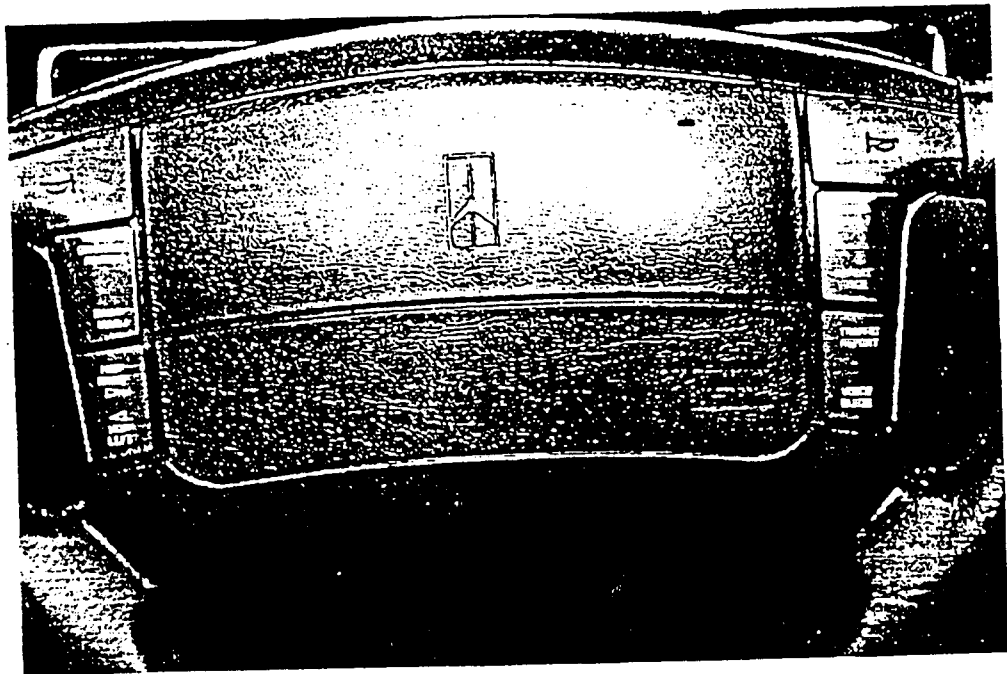


그림 4. 운전대에 부착된 TravTek 조정단추 스위치

TravTek Vehicle Architecture

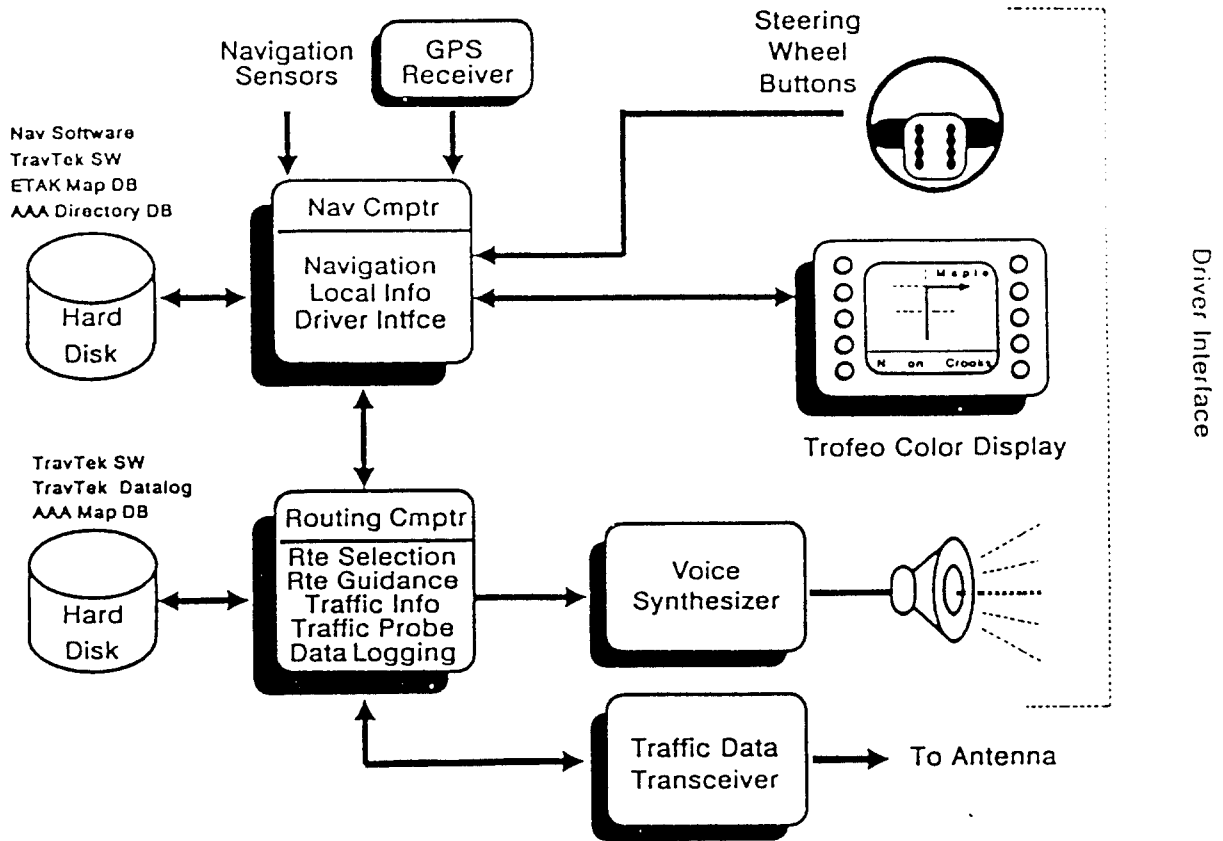


그림 5. 단순화한 TravTek 자동차 구조

TravTek Schedule

Task	1990	1991	1992
Reqmts	[Timeline bar with diamond marker]		
Dsgn & Devl	[Timeline bar]		
Prototypes	[Timeline bar with diamond markers 1, 2, 3]		
Production	[Timeline bar with diamond markers 1, 2, 3]		
Shakedown	[Timeline bar]		
Operations	[Timeline bar]		
Evaluation	[Timeline bar]		

그림 6. TravTek 계획표

- Speed Variability (속도의 변화)
- Time at Zero Speed (정지한 상태에서 소요된 시간)
- Frequency of Stops (정지한 빈도수)
- Maneuver Abruptness (갑작스러운 조정)

4. Improved Safety & Willingness to Pay (향상된 안전성과 도로정보시스템에 대한 지불의사)

- Distraction from during Task (운행시의 주의산란정도)
- Ease of Use (사용의 쉬움정도)
- Timeliness of Information relative to Required Maneuvers (정보의 시간적 적절성)
- Direct Safety Benefits (안전성의 향상)

그림 7은 여행자 정보 시스템의 주메뉴이며, 여기서 “MAP OF LOCAL AREA”라는 항목을 “DONE”이라는 위치에 손가락을 대어 선택하면, 그림 8과 같이 자동차가 운행하고 있는 위치의 컴퓨터지도가 컬러화면에 나타난다. 그림 9는 자주 가는 위치들을 저장해 두었을 때, 고르는 항목 (SAVED DESTINATION)이며, 그림 10에서 처럼 그중에서 하나를 역시 손가락으로 접촉해서 선택하면 된다.

그림 11은 여행자를 위한 항목으로 숙박지를 고르고 싶을 때, “WHERE TO STAY”를 고르면, 여관, 모텔, 호텔등의 주소전화번호가 나오며, 바로 무선전화로 접촉화면을 통하여 수화기를 들지 않고도 예약을 할 수 있으며, 운행정보를 사용하면 호텔의 주소로 컴퓨터가 음성과 화면으로써 정확히 데려 줄 수가 있다. 초행길의 여행자에게는 참으로 편한 시스템이라 할 수가 있겠다. 그림 12는 가는 길에 교통이 혼잡하다는 것을 동그라미로써 표시해 주고 있다. 동그라미가 채워져 있는 것은 정체현상이 더 심각한 것을 의미하며, 도로의 올라오고 내려오는 모든 차선에 표시가 가능하다.

그림 13은 긴급상황이 발생하였을 때 취할 수 있는 선택사항으로, “POLICE/FIRE/MEDICAL”을 고르면 그림 14에서처럼 주소와 전화번호가 나온다.

그림 15에서 18은 TravTek 시스템에 의한 여러 가지의 도로표시방법을 나타내 보이고 있다. 달리고 있는 차에서 교통통제센터, 인공위성, AAA회사와 SAIC연구소로부터의 도움말등을 통하여 서로 상호작용을 함으로써 교통정보를 전달받아 차의 여행정보와 함께 여러 가지 편리한 기능을 제공하여, 여행자나 운전자에게 목적지까지 안전히 안락하게 가도록 유도하는 것이다.

이상에서 살펴본 바와 같이 도로정보시스템은 여러 가지 다양한 기능을 제공하고 있으며, 이러한 것들을 아래와 같은 10가지 항목에 대해 인간공학적으로 평가연구를 실시하고 있다.

1. Rental Users Field Study (B1)
2. Local Users Field Study (B2)
3. Yoked Driving Study (C1)
4. Orando Test Network Study (C2)
5. Camera Car Study (C3)
6. Debriefing and Interviews (C4)
7. Questionnaire Study (Task D)
8. Modeling/Safety/Analyses (Task E)
9. System Architecture Evaluation (Task F)

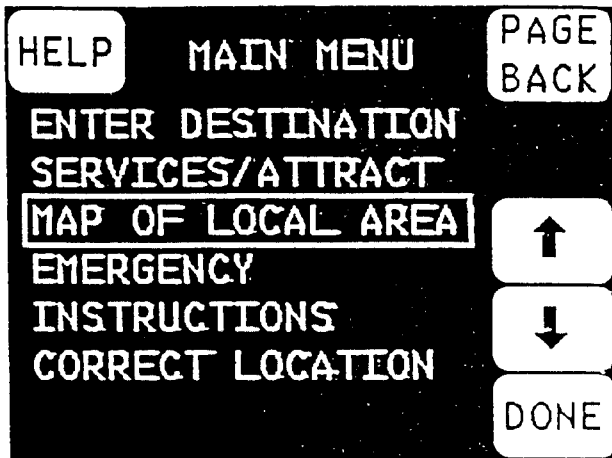


그림 7. 주메뉴 화면

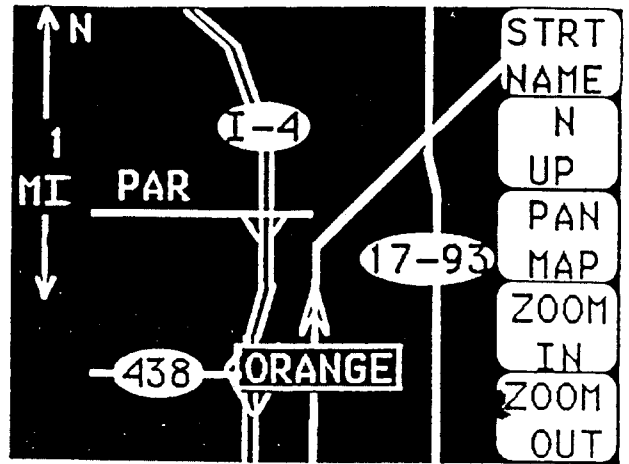


그림 8. 지역지도 (Local Map) 화면

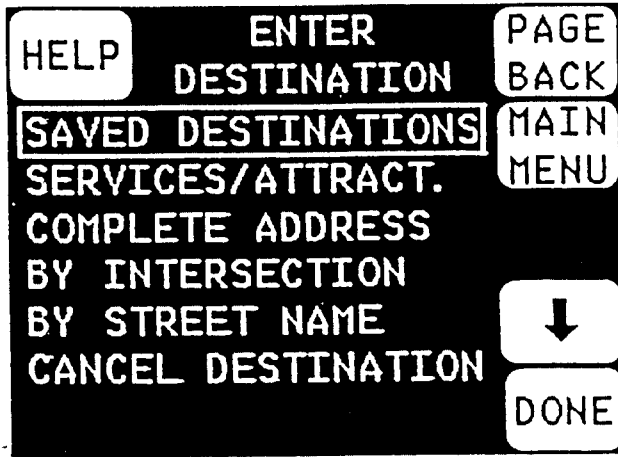


그림 9. 목적지 설정화면

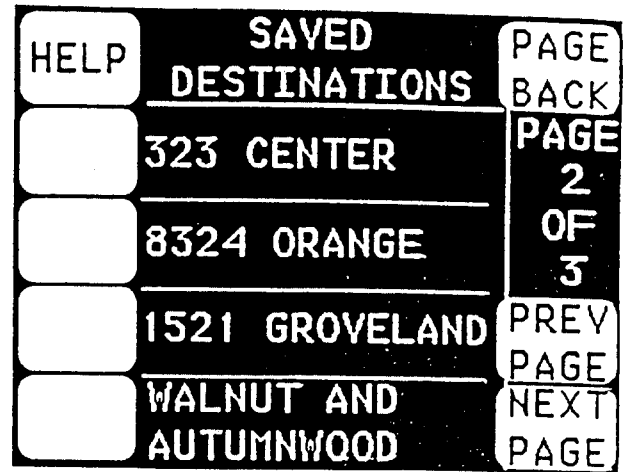


그림 10. 예약된 목적지 화면



그림 11. 서비스와 볼만한 것의 화면

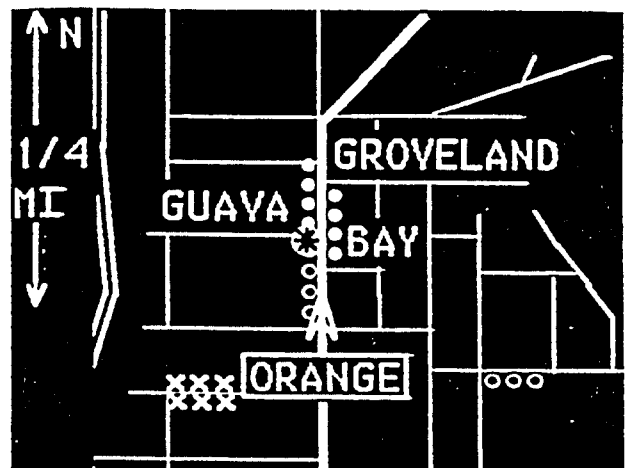


그림 12. 심한 정체현상의 도로표시

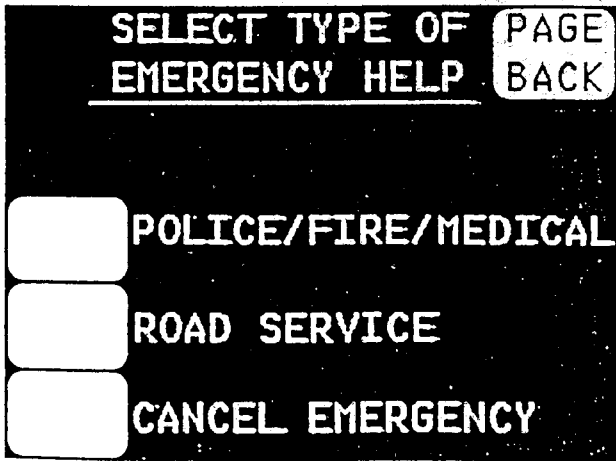


그림 13. 비상사태 도움말 화면

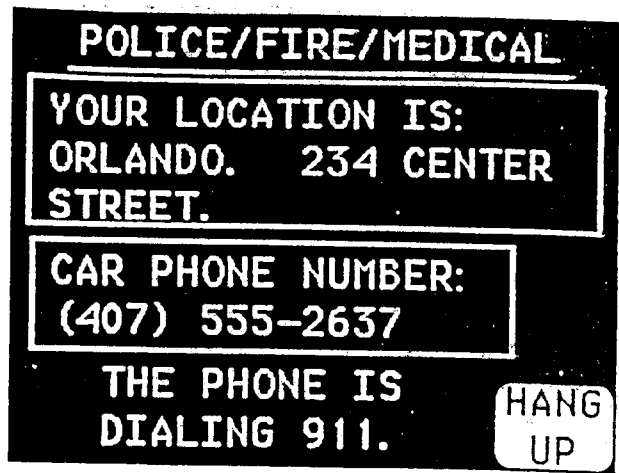


그림 14. 경찰/화재/병원 안내 화면

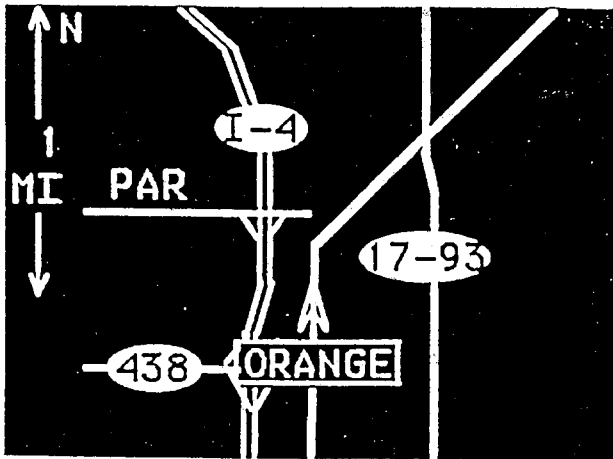


그림 15. 차가 움직일 때의 정보화면

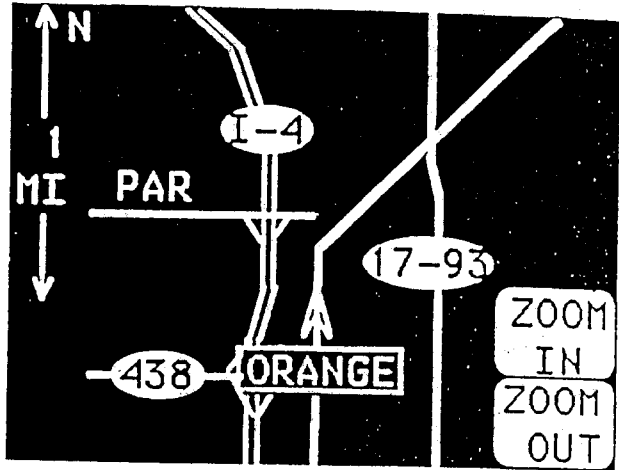


그림 16. 차가 정지했을 때의 정보화면

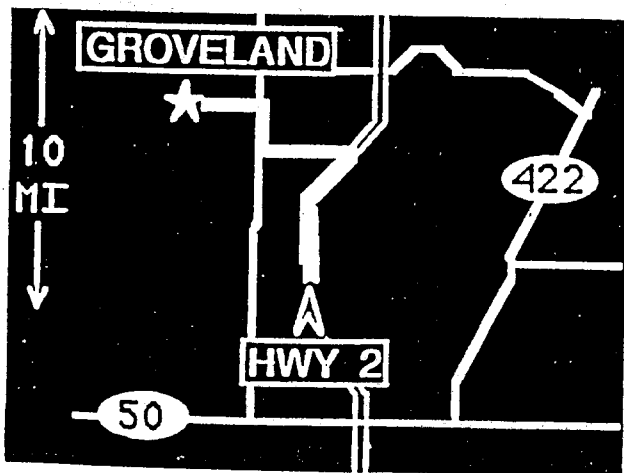


그림 17. 최단거리 제시 화면

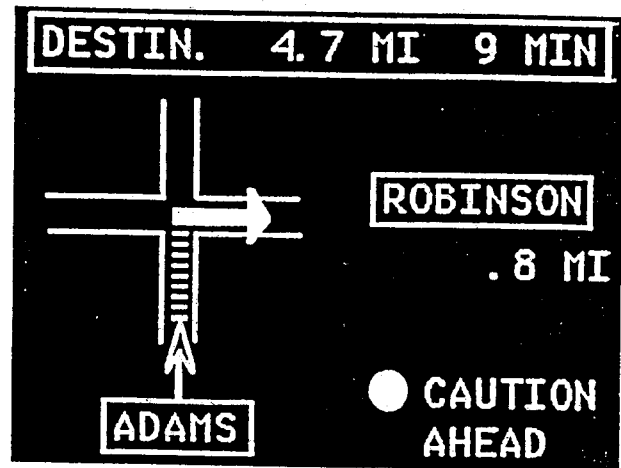


그림 18. 단순화된 도로정보 (Guidance Map)

10. Global Evaluation (Task G)

아래 9가지의 평가목적 (Objectives & Evaluation Goals)을 전부 혹은 부분적으로 위의 10가지의 분야에 대한 연구평가방향 (Evaluation Approaches)으로 설정하였다.

1. Trip/Network Efficiency (여행및 도로망의 효율성)
2. Benefits to Non-TravTek Users (TravTek 시스템차를 사용하지 않는 사람들의 이득)
3. Driver Performance/Behavior Satisfaction (운전자의 수행도및 만족도)
4. Safety (안전성)
5. System and Subsystem Performance (시스템과 보조시스템의 성능)
6. Image (이미지)
7. Impact Future Transportation/Travel (교통수단과 여행에 대한 장래 영향)
8. Price/Cost (가격대 비용)
9. Local Area Impact (지역사회 영향)

표 1에는 이 실험의 기준이 되는 효율성 (MOE)과 성능 (MOP)의 측정내용이 개략적으로 나와 있다. 표 2에는 연구 4 (OTNS)를 한번 실험하는 데, 소요되는 시간이 285분으로 나와 있으나, 실제로는 5시간에서 길게는 8시간 혹은 9시간까지 걸리기도 하였다. 피실험자들은 울란도시의 지리를 잘 모르는 사람을 선정하기 때문에 시간이 오래 걸리는 경우도 종종 있었다. 각 실험에 530명정도의 운전자를 선정하였다. 자격은 25세이상이어야 하고, 보험관계상 과거 5년동안에 교통벌칙금과 운전과실 벌칙금이 각각 1번이하로 낸 사람이어야 한다. 실험도중에 차의 여행자정보시스템을 사용하지 않고, 종이지도로 목적지까지 찾아가는 실험이 한번 있는 데, 만일 피실험자가 여기서 시간을 많이 쓰게 되면, 실험이 예정보다 2내지 3시간정도 초과되기도 하였다.

실험과정의 습득도구로써 AAA회사의 비디오테이프와 안내서등으로 30명가량의 보조연구자들 (RAs)이 예비지식을 가질 수 있으며, 필요에 따라서는 피실험자들도 볼 수 있으나, 표 2에서와 같이 대부분의 피실험자들은 오리엔테이션시간에 OHP를 통하여 사전교육을 받는다. 계획은 5분으로 되어 있으나 대부분 15분정도가 소요되었다. 오리엔테이션의 마지막 부분에 도로와 지도의 감지능력을 알아보기 위해 다음과 같은 테스트 (Factor-Referenced Tests)를 실시하였다.

1. Building Memory
2. Map Memory
3. Card Rotation Test
4. Map Planning Test
5. "How good is your sense of direction?" (in 7-point scale)

오리엔테이션이 끝난 후, 다음과 같은 예비테스트를 실시한다.

1. 시력검사 (Ferri and Rand Visual Acuity)
2. 컴퓨터음성을 판별하는 청력검사
3. Pelli-Robson Contrast Sensitivity

피실험자들은 예비실험시에 여러 가지의 화면선택사항과 음성의 선택사항등을 택하여 배울 수 있는 기회가 1시간가량 있으며, 이 경우에는 어떤 질무도 가능하다. 단 이과정의 끝난 후, 2시간가량의 정식실험시에는 질문이 불가능하다.

실험자료는 여러 가지의 근원들 (sources)에서 나오는 데, 이것들을 열거해 보면,

표 1. TravTek 시스템의 실험목적과 가정, 효율성과 수행도측정 및 분석 방법

Objectives	Hypothesis	Measure of Effectiveness (MOE)	Measure of Performance (MOP)	Data Source	Method of Analysis
Assess the incident detection and reporting capabilities of the TravTek system	The TravTek system provides drivers and TIN users with accurate, credible, and timely information of the location, cause, and nature of incidents on the Orlando street network	System operations	<ul style="list-style-type: none"> • Reported incidents • Confirmed incidents • Reported incident cleared • Average duration of incident • Average number of sources confirming an incident 	<ul style="list-style-type: none"> • TMC incident logs • TMC output logs • Video from FMC • TIN logs 	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptive Statistics • Inferential Statistics
		Detecting and reporting errors	<ul style="list-style-type: none"> • Average number of incidents never confirmed • False Alarms • Reporting errors 	<ul style="list-style-type: none"> • TMC incident logs • TMC output logs • Video from FMC • TIN logs 	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptive Statistics • Inferential Statistics
		Timeliness	<ul style="list-style-type: none"> • Average detection time • Average confirmation time 	<ul style="list-style-type: none"> • TMC incident logs • Video from FMC 	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptive Statistics • Inferential Statistics
		User perceptions	<ul style="list-style-type: none"> • Driver perceptions • TIN user perceptions 	<ul style="list-style-type: none"> • Interviews with TIN users • Questionnaire and debriefings 	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptive Statistics • Inferential Statistics

표 2. OTNS 실험내역과 소요시간

Activity	Duration (Minutes)
Greeting & Orientation	5
Pretesting	45
Pre-drive Training	15
Training/Practice O/D	40
Test O/Ds and Debriefs (3)	180
Final Debrief	20
Total Time	285

표 3. OTNS 실험계획표

Between Subject Variables	Within Subject Variables			
	Route Map	Guidance	Control	n
Voice Cueing				
Day				72
Night				72
No Voice				
Day				72
Night				72

표 4. OTNS의 ANOVA 표와 독립변수들

Source	Computation of <i>df</i>	<i>df</i>
Between Subjects	$npqr - 1$	287
Gender (G)	$p - 1$	1
Voice Cueing (C)	$q - 1$	1
Ambient Light (L)	$r - 1$	1
G × C	$(p - 1)(q - 1)$	1
G × L	$(p - 1)(r - 1)$	1
C × L	$(q - 1)(r - 1)$	1
G × C × L	$(p - 1)(q - 1)(r - 1)$	1
error _(sub. within)	$pqr(n - 1)$	280
Within Subjects	$npqr(v - 1)$	576
Visual Display (V)	$v - 1$	2
V × G	$(v - 1)(p - 1)$	2
V × C	$(v - 1)(q - 1)$	2
V × L	$(v - 1)(r - 1)$	2
V × G × C	$(v - 1)(p - 1)(q - 1)$	2
V × G × L	$(v - 1)(p - 1)(r - 1)$	2
V × C × L	$(v - 1)(q - 1)(r - 1)$	2
V × G × C × L	$(v - 1)(p - 1)(q - 1)(r - 1)$	2
error _(v × sub. within)	$pqr(n - 1)(v - 1)$	560

1. TravTek 차의 하드드라이브에 수록된 운행정보 (vehicle log)
2. 교통통제센터의 정보 (TMC log)
3. 교통안전센터 정보 (TISC log)
4. 피실험자 선정시 운전자 정보
5. 경찰 보고서
6. 예비시험후의 자료
7. 실험후 설문서 자료 (debriefs)
8. 보조연구자들의 측정자료
9. 연습시 (training)의 기록 (record)
10. 예비시험때 (pre-tests)의 기록

표 3에는 실험계획법이 나와 있는 데, Between Variables는 컴퓨터음성을 사용했을 때 (Voice Cueing)와 사용하지 않았을 때 (No Voice)이며, 이것의 각각의 경우에 낮 (Day)과 밤 (Night)의 경우 2가지 모두 4가지의 경우와 Within Variables는 단순화한 직선형의 컴퓨터 안내 지도 (앞의 그림 18)와 일반 컴퓨터지도 (그림 15-17)와 종이지도 (Control)등의 3가지이다.

표 4에는 ANOVA표가 연구 4 (OTNS)의 경우에 대해 나와 있다. Between Groups인 성별 (Gender), 나이 (Age), 지도 보는 기술 (Map Skill)이며, Within Groups는 발표방법 (Presentation Method), 교통혼잡정도 (Congestion Level), 운행시간대 (Time of Day)등이다.

[3] 토의사항

남성과 여성 모두가 컴퓨터음성이 보다 사람의 목소리에 가깝게 되도록 요구하였고, 남성과 여성 2가지의 컴퓨터 음성을 선택 할 수 있게 해 달라는 주문이 많았다. 그리고 차가 달리고 있는 동안에는 안전을 위하여 다른 메뉴나 지도의 크기를 조정할 수 없게 하여 놓았는데, 조정의 가능여부를 사용자가 메뉴에서 선택을 할 수 있게 해 달라는 주문이 많았다. 그 이유는 여행시에는 다른 동행자들과 함께 여행을 하므로 다른 사람이 조작을 가능하게 해 주면, 조정이 필요 할 때마다 번번히 차를 세워서 메뉴를 바꾸지 않아도 되기 때문이다. 그리고 컴퓨터지도가 컬러화면으로 나타나기때문에 자주 화면을 쳐다보아야 하므로, 좀더 컴퓨터음성이 운전자에게 미리 음성으로 가르쳐 주면, 급하게 화면을 쳐다보면서 운전할 수고를 덜 수가 있을 것이다. 예를 들면, 좌회전이나 우회전시에 2번의 음성경고나 나오지만, 한번은 너무 빠르고 한번은 너무 늦게 나오므로, 급히 음성경고에 따라 회전을 하다보면 사고를 초래할 수가 있기때문이다. 실제로 실험을 하다가 앞에서 이야기한 음성경고때문에 피실험자가 급회전을 함으로써 사고를 났던 한적이 몇번 있었다.

현재 울산도시의 디즈니랜드에서 확대실험을 하고 있지만, 관광지와 관광객을 상대로 확대실험하는 관계로 법률적인 책임문제로 실험이 1992년 12월에 완료예정이었으나, 예정보다 지연되고 있다.

[4] 잠정적 결론

이상에서 살펴본 바와 같이 TravTek 시스템은 여러 가지 유익한 정보를 여행자및 운전자에게 제공하여서, 도로에서 체증현상을 줄이고, 연료의 낭비도 줄일 수 있고, 안전하게 목적지까지 갈 수

있다는 장점이 있다. 여행의 효율성뿐만이 아니라, 차에서 소모하는 시간도 줄일 수 있으므로 안전성도 높일 수가 있을 것이다. 다만 어느 정도의 효율성과 연료절감과 안전성의 향상이 되느냐 하는 문제가 남는다.

현 단계에서는 아직도 기본설계를 좀더 좋게 바꾸어야 할 점들도 있고, 구성요소들을 좀더 개선해야 되는 문제점들도 여전히 존재하고 있다. 하지만 현재까지의 실험경험으로는 여행자정보시스템이 효과적이며 사용자들에게 비교적 좋은 평가를 받고 있으며, 약간의 개선을 효과적으로 첨가한다면, 90년대말의 자동차판매시에 획기적인 인기 선택품목이 될 것으로 사료된다.

본 평가연구에서 다음 4가지의

1. Reduced Trip Length (여행거리의 단축)
2. Reduced Navigation Error (운행실수의 감소)
3. Improved Driving Performance & Trip Efficiency (향상된 운전성능과 여행효율성)
4. Improved Safety & Willingness to Pay (향상된 안전성과 도로정보시스템에 대한 지불의사)

요소들에서 향상을 기대하고 실험을 하였는데, 비록 몇가지의 구성요소들에서 약간의 불만을 나타내었지만, 현재까지 거의 대부분의 피실험자들이 편리하고 획기적인 시스템인 데는 동의를 하고 있다.

실험이 지연되어, 교환교수의 마지막 시간까지 자료수집과정이 다 끝나지 않아, 확정적 결론을 제시할 수 없고, 통계처리도 마지막 자료까지 모두 수집되어야 가능하므로 차후에 발표해야 하는 아쉬움이 남는다. 우리나라도 이런 분야의 연구에 빨리 진입하여, 연구를 완성시켜야만 선진국들의 경제적 속박에서 벗어 날 수가 있을 것이다.

[5] 참고문헌

1. Aerde, M. V. and Krage, M., "A Simulation of the Traffic Responsive Guidance Function of TravTek in Orlando, Florida," In Conference Record of Papers at the 2nd Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS '91) Conference, Dearborn, Michigan, October, 1991.
2. Burgett, A. "Safety Evaluation of TravTek," In Conference Record of Papers at the 2nd Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS '91) Conference, Dearborn, Michigan, October, 1991.
3. Fleischman, R. N., Carpenter, J. T., Dingus, T. A., Szczublewski, F. E., Krage, M. K., and Means, L. G., "Human Factors in the TravTek Demonstration Project: Getting Information to the Driver," In Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting, San Francisco, California, September, 1991.
4. Mooney, F. W. "Terrestrial Evaluation of GPS Standard Positioning Service," Navigation, Vol. 32, 1986.
5. Rillings, J. H., "TravTek," In Conference Record of Papers at the 2nd Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS '91) Conference, Dearborn, Michigan, October, 1991.
6. Rilling, J. H. and Lewis, J. W., "TravTek," In Conference Record of Papers at the 2nd Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS '91) Conference, Dearborn, Michigan, October, 1991.