

컴퓨터차의 인간공학적 평가 (An Ergonomic Evaluation of the Computer Car)

권 영 국

관동대학교 산업공학과

요약

미래의 차의 선택사항이 될 여행정보시스템을 설치하여 그 성능의 인간공학적 조사를 수행하였다. 이 시스템을 실제로 GM자동차 Oldsmobile Toronado형 100대에 설치하여 사용자가 얼마나 쉽게, 빨리 그리고 안락하게 갈 수 있고, 어떻게 하면 좀 더 이것을 인간공학적으로 향상시킬 수 있는가를 연구하였다.

100대중 23대는 대학교에서 연구를 하고 나머지는 AAA회사의 회원권을 가진 지역사용자들에게 AAA회사와 AVIS회사를 통하여 대여를 하여 컴퓨터차(TravTek시스템)의 성능과 효율성을 시험하였다. 그 내용을 살펴보면, 차에 부착된 컴퓨터의 컬러화면으로 사용자에게 도로를 보여주고, 컴퓨터가 최단거리를 제시하여 운전자에게 컴퓨터음성과 화면으로 길을 안내한다. 그 파급효과로 도로 체증현상을 막고, 기름의 낭비도 절약하고, 밤에도 안전하게 운행할 수 있게 할 뿐만아니라 처음보는 거리라고 하더라도 컴퓨터가 안내하면서 목적지까지 무사히 도착할 수 있게 하여 준다.

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

I. 서론

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

II. 본론

Rillings와 Lewis (1991)가 컴퓨터차 (TravTek 시스템)를 전반적으로 기술했고, Dingus, Carpenter, Szczublewski, Krage, Means와 Fleischman (1991)등이 컴퓨터차의 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 컴퓨터차 (TravTek 시스템)를 개발하였다.

먼저 컴퓨터차 (TravTek 시스템)의 구성요소를 살펴보기로 하자. 그림 1과 2에 나와 있는 것처럼 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 무선전화를 설치하고, 자동차뒤에는 인공위성이 자동차의 위치를 파악 할 수 있게, 위치파악기(GPS)를 설치했다. 여러 운행정보 조정스위치가 접촉화면과 운전대에 설치되어 있다. 그리고 운행중 파악된 교통정보는 교통관제센터로 모뎀으로써 발신되고, 현재의 교통정보는 FM 라디오로 수신되며, 운행자료는 자동적으로 컴퓨터의 이동식 20M 하드드라이브에 저장된다.

단순화된 여행정보 시스템 (TravTek System)의 구성도와 단순화된 안내지도화면이 그림 3과 4에 나타나 있다. 교통통제센터와 자동차간에 연결된 컴퓨터 네트워크로 자료가 교환되고 있다. 차, 교통통제센터, 인공위성, AAA회사와 SAIC연구소로 부터의 도움말등을 통하여 총체적으로 운전자에게 여행정보를 제공한다.

여행정보 시스템의 주메뉴에서 "MAP OF LOCAL AREA"라는 항목을 "DONE"이라는 위치에 손가락을 대어 선택하면, 자동차가 운행하고 있는 위치의 컴퓨터지도가 컬러 화면에 나타난다. 자주 가는 위치들은 저장이 가능하며, 이 위치들 (SAVED DESTINATION)중에서 하나를 손가락으로 접촉해서 선택하면 그림 4와 같은 화면이 나타난다. 그림 4는 안내지도(Guidance Map)라 불리우며, 목적지까지의 거리와 시간이 맨 윗줄에 나와 있으며, 우회전까지의 거리가 0.8마일이라고 나와 있으며, 차가 우회전으로 접근함에 따라 컴퓨터가 음성으로 운전자에게 주의를 환기시켜 준다.

표 1에는 OTNS연구의 실험계획법이 나와 있는 데, Between Variables는 컴퓨터음성을 사용했을 때 (Voice Cueing)와 사용하지 않았을 때 (No Voice)이며, 이것의 각각의

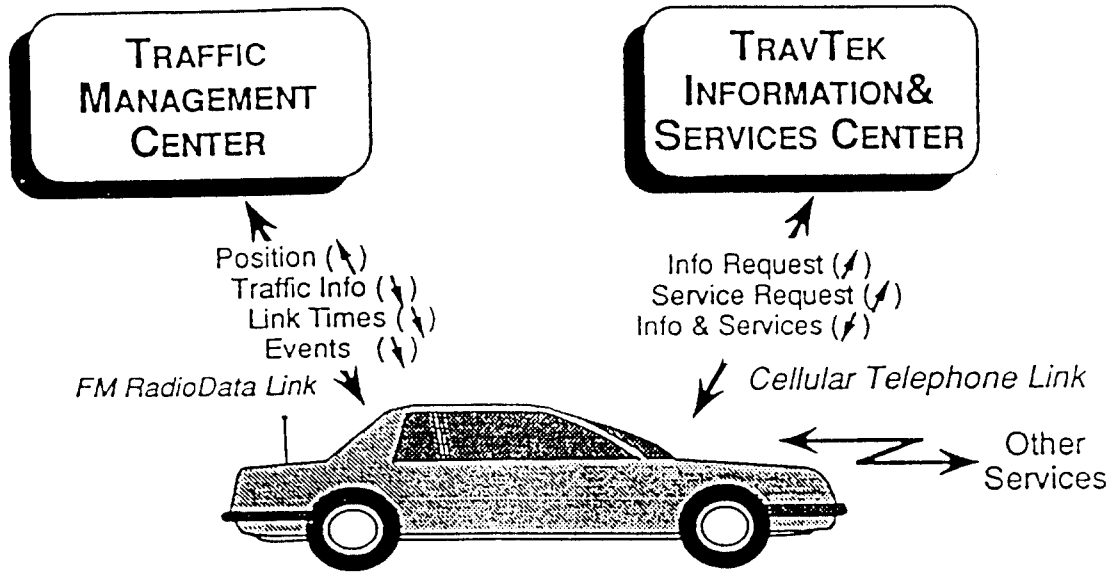


그림 1. TravTek 시스템의 자료흐름도

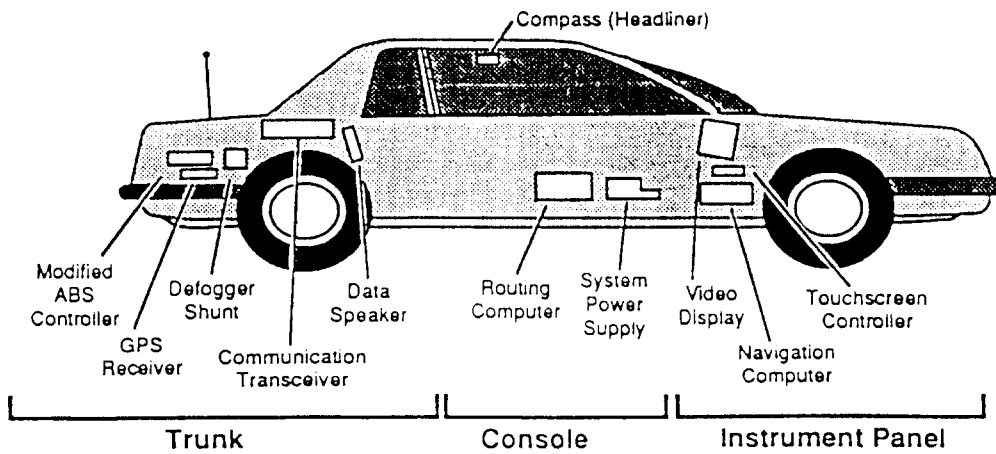


그림 2. 차에 설치된 TravTek 시스템 장비

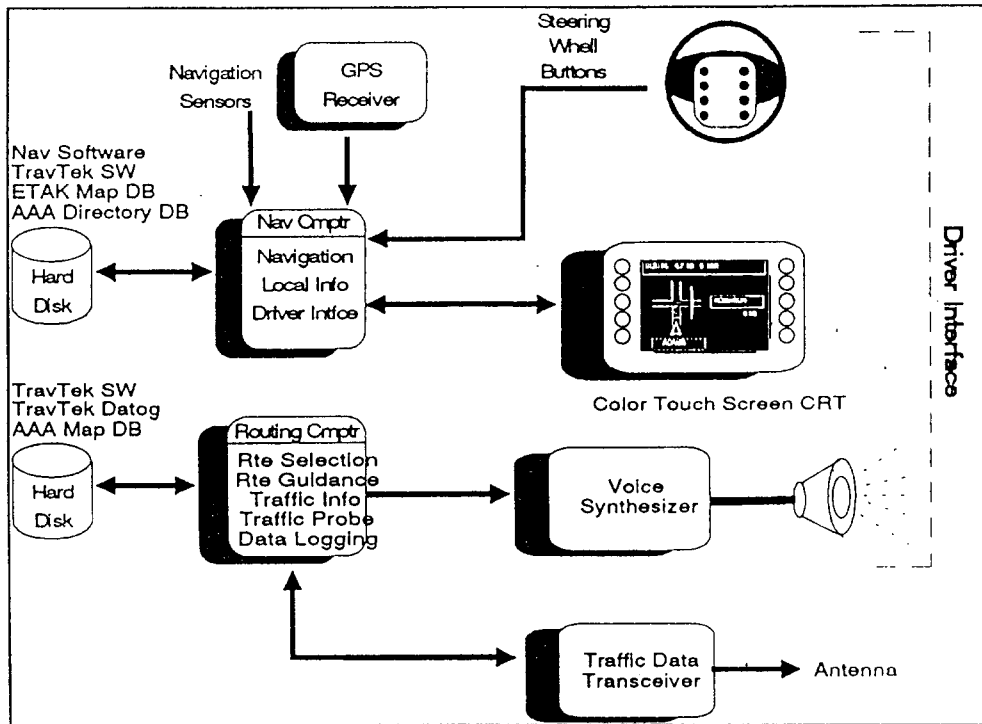


그림 3. 단순화된 TravTek 시스템 구조 adapted from Rillings and Lewis (1991).

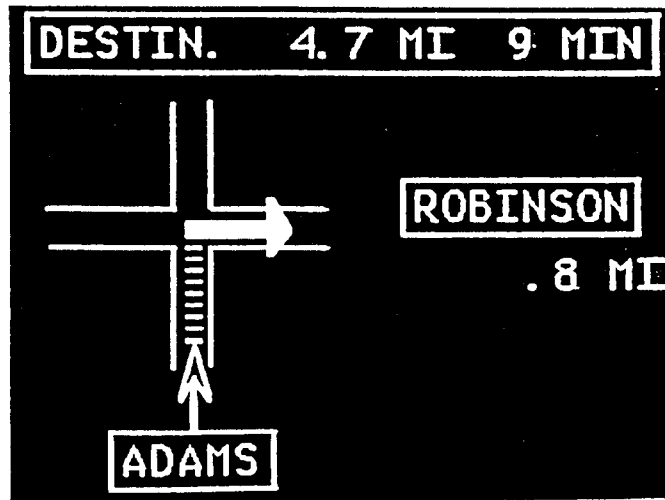


그림 4. 단순화된 안내지도 (Guidance Map) 화면

표 1. OTNS 실험계획법

Between Subject Variables	Within Subject Variables			
	Route Map	Guidance	Control	<i>n</i>
Voice Cueing				
Day				72
Night				72
No Voice				
Day				72
Night				72

경우에 낮 (Day)과 밤 (Night)의 경우 2가지 모두 4가지의 경우와 Within Variables는 단순화한 직선형의 컴퓨터 안내 지도 (앞의 그림 4)와 일반 컴퓨터지도 (그림 6과7)와 종이지도 (Control)등의 3가지이다. 그리고 Between Groups는 성별 (Gender), 나이 (Age), 지도 보는 기술 (Map Skill)이며, Within Groups는 발표방법 (Presentation Method), 교통 혼잡정도 (Congestion Level), 운행시간대 (Time of Day)등이다.

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

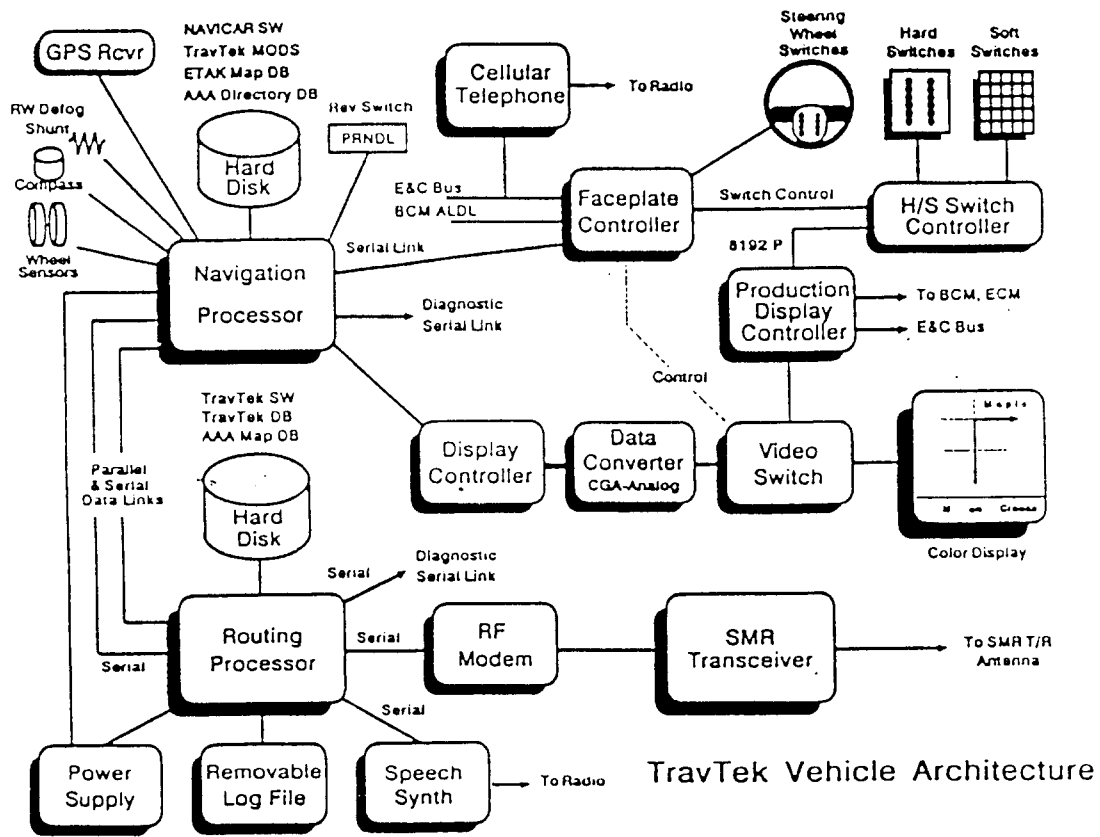
1. 여행거리의 단축
 - 여행시간, 여행거리, 여행계획시간
2. 운행실수의 감소
 - 실수로 회전한 횟수, 계획된 도로에서 이탈한 시간, 재계획하는 데 소요된 시간,
 - 정지한 상태에서 소요된 시간, 정지한 횟수, 목적지까지의 도달여부
3. 향상된 운전성능과 여행효율성
 - 속도의 변화, 정지한 상태에서 소요된 시간,
 - 정지한 빈도수, 갑작스러운 조정
4. 향상된 안전성과 도로정보시스템에 대한 지불의사
 - 운행시의 주의산란정도, 사용의 쉬움정도, 정보의 시간적 적절성, 안전성의 향상

그림 5는 컴퓨터차 (TravTek System)의 보조시스템구조를 앞 그림 3보다 비교적 자세히 보여주고 있다. 그림 6은 여행자 정보 시스템 (TravTek)의 운행지도 (Route Map) 화면인데, 컴퓨터가 제공하는 컴퓨터지도는 앞의 그림 4와 같은 (1) 단순화된 안내 지도 (Guidance Map)와 그림 6의 (2) 운행지도 (Route Map)의 2가지가 있다.

그림 7은 지금 가고 있는 도로근처에서 사고 (별표)와 교통체증 (원)이 일어난 것을 보여 주고 있는 데, 빈원은 중간정도의 정체현상, 채워진 원은 심한 정체 현상을 나타낸다. 화살표는 차가 나가고 있는 위치를 말해 주고 있는 데, 이것은 위치파악기 (GPS)에 의해 파악된다. 교통이 혼잡하다는 것을 동그라미로써 표시하고, 동그라미가 채워져 줄여 부로 정체현상의 심각성정도를 표시하며, 도로의 올라오고 내려오는 모든 차선에 표시가 가능하다.

그림 8은 여행정보시스템의 안내지도인데, 그림 4에서 이미 설명을 하였듯이 목적지까지의 시간과 거리, 그리고 우회전할 거리등이 나와 있다.

숙박지를 고르고 싶을 때, "WHERE TO STAY"를 고르면, 여관, 모텔, 호텔등의 주소와 전화번호가 나오며, 무선전화의 기능을 접촉화면을 사용하여 전화예약을 할 수 있으며, 운행정보를 사용하면 호텔의 주소로 컴퓨터가 음성과 화면으로써 정확히 데려 줄 수가 있다. 이것의 예가 그림 9인데, 지역안내 (Local Guidance) 화면이다. 여기서 Hyatt Orlando Hotel의 주소와 전화번호를 보여주고 있으며, 이 호텔은 AAA회사의 가맹점이며 (요금할인가능), 별 3개짜리의 급수를 보여주고 있으며, "CALL"부분을 손으로 접촉하면 자동차에 설치된 무선전화로 직접 수화기를 들지 않고 (차의 상단에 설치된 스피커폰으



TravTek Vehicle Architecture

그림 5. TravTek 자동차 보조시스템 구조

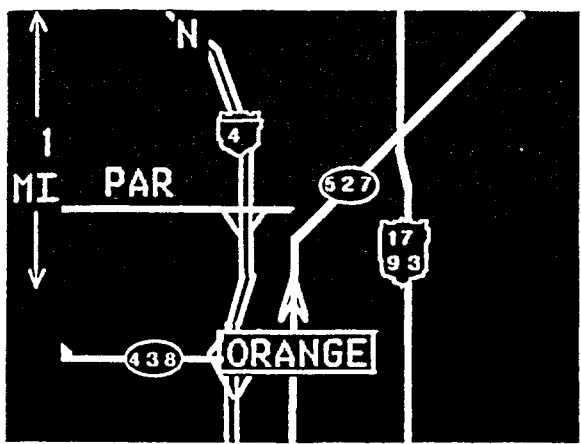


그림 6. TravTek 운행정보 지도 화면

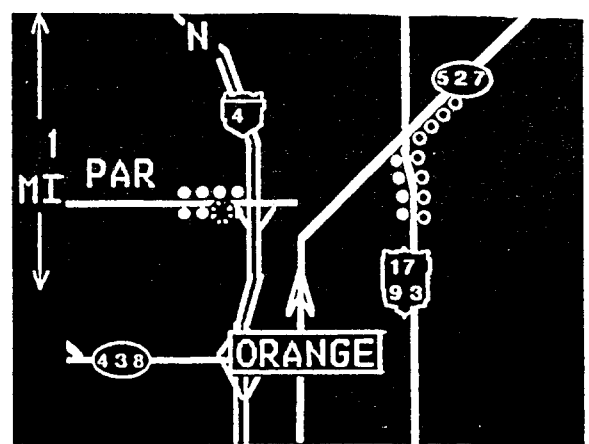


그림 7. 사고 (별표)와 교통체증 (원)을 나타내는 화면 (중간정도정체: 빈원, 심한 정체: 채워진 원)

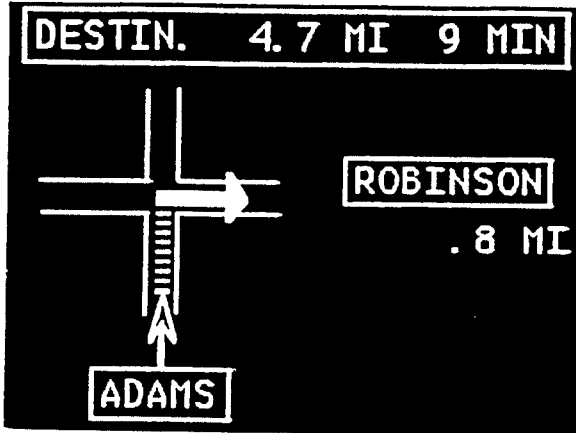


그림 8. TravTek 안내 지도: Adams거리에서 Robinson 거리로 0.8마일지나서 우회전하라는 표시. 최종목적지까지 4.7마일 남았고 현재속도로 약 9분남았음을 위에 표시.



그림 9. TravTek 자동차 지역안내 화면: Hyatt Orlando 호텔의 주소와 전화번호를 나타내고 있으며, CALL을 누르면 호텔에 직접 전화연결이 되고, MAKE DEST를 누르면 목적지까지 컴퓨터지도와 음성으로 안내를 한다.



그림 10. TravTek 지역안내정보: Ming Garden레스토랑의 주소와 요금, 전화번호를 나타내고 있다. 그림 9에서와 같은 전화와 안내기능이 가능함

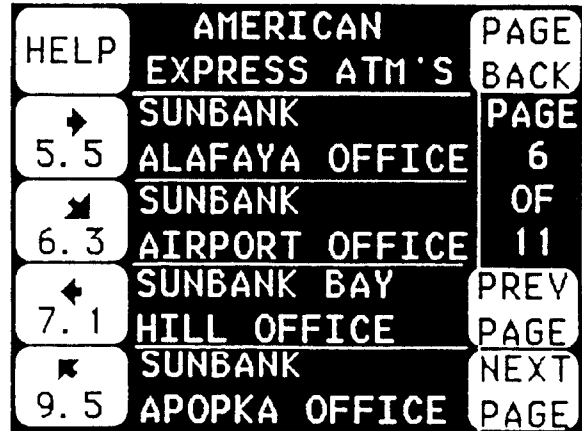


그림 11. TravTek 지역안내정보: American Express 금전자동지급기의 위치와 거리의 선택화면

로) 말할 수 있으며, “MAKE DEST”를 역시 손으로 누르면 목적지까지 컴퓨터 지도와 음성으로 차가 안내를 하므로 초행길의 여행자에게는 매우 편리한 기능으로 보인다.

그림 10은 Ming Garden이라는 음식점의 정보를 보여 주고 있다. 역시 AAA회사의 가맹점이며 음식점의 급수, 요금정도, 장애자의 출입가능여부, 금연등의 정보를 제공하고 있으며, 그림 9에서 설명한 바와 같이 “CALL”과 “MAKE DEST”기능이 가능하다.

그림 11은 갑자기 현금을 찾고자 할 때, 근처의 American Express회사의 24시간 동되는 금전자동 지급기 (ATM)들의 위치와 거리가 나타나 있으며, 이 중에서 하나를 고르면, 거기까지 컴퓨터가 제공하는 지도와 음성정보로 목적지까지 찾아 간다.

긴급상황이 발생하였을 때 취할 수 있는 선택사항으로, “POLICE/FIRE/MEDICAL”을 고르면 앞의 그림처럼 주소와 전화번호가 나온다.

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: OTNS)
- 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), 10) Global Evluation (Task G)

효율성 (MOE)과 성능 (MOP)으로서 각각의 실험을 평가한다. 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 운전과실벌칙금이 각각 1번이하로 낸 사람이어야 한다. 실험도중에 차의 여행자정보 시스템을 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 4에서와 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 질문도 가능하다. 단 이과정이 끝난 후의 2시간가량의 정식실험시에는 질문이 불가능하다.

III. 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 쳐다 봐야 하므로, 좀더 컴퓨터음성이 운전자에게 미리 음성으로 가르쳐 주면, 급하게 화면을 쳐다보면서 운전을 할 수고를 덜 수가 있을 것이다. 예를 들면, 좌회전이나 우회전시에 2번의 음성경고가 나오지만, 한번은 너무 빠르고 한번은 너무 늦게 나오므로, 급히 음성경고에 따라 회전을 하다보면 사고를 초래할 수가 있기때문이다.

컴퓨터음성의 개량과 AAA회사에서 미전국의 지도를 CD (컴팩디스크)에 수록하는 작업을 계속 진행중에 있으며, AAA회사에서 차후에는 미국의 종이지도를 파는 것이 아니라 마치 음반처럼 CD지도를 판매할 예정이라고 한다.

IV. 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.

본 평가연구에서 다음 4가지의 요소들에서 향상을 기대하고 실험을 하였는데, 비록 몇가지의 구성요소들에서 약간의 불만을 나타내었지만, 현재까지 거의 대부분의 피실험자들이 편리하고 획기적인 시스템인 데는 동의를 하고 있다.

1. 여행거리의 단축
2. 운행실수의 감소
3. 향상된 운전성능과 여행효율성

4. 향상된 안전성과 도로정보시스템에 대한 지불의사.

실험이 지연되어, 교환교수의 마지막 시간까지 자료수집과정이 다 끝나지 않아, 확정적 결론을 제시할 수 없고, 통계처리도 마지막 자료까지 모두 수집되어야 가능하므로 차 후에 발표해야 하는 아쉬움이 남는다.

사용자 대부분 이 여행정보 시스템을 가지고 싶어하였으며, 대부분 좋은 평가결과를 내렸으나, 컴퓨터음성을 좀 더 사람의 목소리에 가까운 것으로 교체해 줄 것을 요구하였고, 간혹 인공위성에서 흐린 날이나 비락이 치는 날등에 차의 위치를 잘못 파악하는 단점을 개선해야 겠고, 도로정보를 1달 혹은 보다 더 짧은 시간에 수정해야 새로 만들어 진 건물이나 도로를 파악할 수 있을 것 같았다.

아직도 실험이 계속되고 있어 완전한 결론을 내릴 수는 없지만, 현재까지는 성공적인 도로및 여행정보시스템인것으로 추정되며, 1990년중반부터 말까지 미국에서 대대적으로 보급될 것으로 예상된다.

V. 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. Rillings, J. H., "TravTek," In Conference Record of Papers at the 2nd Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS '91) Conference, Dearborn, Michigan, October, 1991.

5. 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.

6. 권 영국, "TravTek 시스템의 인간공학적 평가," 대한인간공학회 춘계학술대회, 포항공대, 4월, 1993년 (출판예정).