

□ 論 文 □

# 항법장치 도로지도의 진행방식 및 지형지물 문자정보 회전에 관한 인간공학적 연구

Ergonomic Research of the Map-Rotation and the Text-Rotation  
Method of the Navigation System Digital Map

**차 두 원**

(아주대학교 산업공학과 박사과정)

**박 범**

(아주대학교 산업공학과 조교수)

— 목 차 —

I. 서론

II. 실험설계 및 절차

1. 실험변수 및 수준의 선정
2. 실험절차 및 방법

III. 평가기준

1. 반응시간의 측정 및 에러분석
2. RNASA-TLX를 이용한 운전자의  
정신적부하 분석

IV. 결과분석

1. 교차로별 반응시간 분석
2. 운행 에러 분석
3. 정신적부하 평가의 결과

V. 결론

참고문헌

— 요 약 —

자동차 항법장치의 디스플레이는 도로, 교통정보, 부가정보 등 ITS 정보를 운전자에게 직접 전달하는 부분으로, 그 핵심부품인 도로지도는 정보의 정확성 및 신뢰성의 획득과 함께 운전자의 안전 및 수행도 향상, 항법장치의 사용성 향상을 위하여 운전자가 쉽고, 빠르고, 정확하게 자신이 원하는 정보를 획득할 수 있도록 운전자 중심의 설계가 실시되어야 한다.

이에 97년 G7 Navigation 시스템 제작기술 프로젝트의 일환으로 실시된 본 연구는 지도의 회전방법(map-rotation) 방법인 Heading-Up 및 North-Up과 지도상 지형지물 명칭 문자정보의 회전(text-rotation)을 실험변수로 하여 운전자의 반응시간, 에러발생 정신적부하의 측면에서 교차로 유형별, 지도진행방법에 따른 인간공학적 평가를 실시하다. 본 연구의 결과로, 한국인의 정보인지형태에 적합한 항법장치 도로지도 진행방법을 제시하며 각 진행방법의 특징 및 운전자의 정보인지에 영향을 주는 요인을 추출한다.

## I. 서론

현재 차내정보장치 중 가장 보편화되어 있는 항법장치에 있어 서비스정보의 품질과 신뢰성은 매우 중요한 요소이지만, 기본적 기능인 차위치 표시기능 및 경로안내기능의 인터페이스 형태는 운전자의 편의성 및 항법장치의 사용성과 직접 연결되는 중요한 문제임에 틀림없다. 즉, 운전자의 인지적·시각적·정신적부하를 감소시키는 인터페이스 형태를 취함으로써 운전자의 전방시야에 대한 응시율을 향상시키고, 정보의 획득 및 획득된 정보에 대한 반응을 보다 운전자에게 용이하고 편안한 형태를 취함으로써 운전자 및 도로의 안전성 확보와 크게는 ITS의 전체적인 효율성 및 안전에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 또한 운전의 편의성 및 선호도, 시스템과의 양립성 및 친근감에 영향을 주는 중요한 요소이다.

North-Up과 Heading-Up형태로 대별되는 도로지도의 진행방식 중 North-Up형태는 항상 도로지도의 북쪽이 항법장치 화면의 위쪽(도로전방)을 향하는 상태를 지칭하며, Heading-Up형태는 지도의 방위와는 상관없이 차량진행 방향이 항상 화면의 위쪽을 향하도록 지도가 회전을 하는 방식을 의미한다. 또한, 지형지물명칭의 회전은 Heading-Up방식에 있어서 도로지도의 회전에 따라 지형지물의 명칭이 지도와 평행하게 회전하는지, 지도의 회전과 관계없이 고정된 위치를 유지하는지에 관한 문제로 지형지물을 나타내는 문자정보는 하나의 객체로 취급되며, 실질적으로 항법장치 하드웨어의 능력과 깊은 연관을 지니고 있는 문제이다.

이러한 문제는 인지공학분야의 공간적인식(spatial orientation)과 연관된 인지지도(cognitive map)와 깊은 연관이 있으며, 이는 인간의 움직임에 대하여 구조적으로 자신의 위치와 방향의

내적인 표현이라고 정의된다.<sup>10,13)</sup> 공간적인식은 일반적으로 인간이 공간 내에서 어떻게 이동 및 위치를 인식하는지를 다룬다. 인지지도는 지도를 이해하는 능력을 가지고 있으며, 참조의 구성을 제시하며, 환경에 기반을 둔 정신지도(mental map)의 프로세스를 담당한다. 이러한 인지공학에 기반을 둔 연구는 운전자의 인지지도를 이용한 그리기방법(drawing method), 운전자의 정보 인지형태 분석, 작업수행시간, 지도참조시간, 인지도 등의 평가를 통해 이루어져왔으나, 대부분의 경우 국내 항법장치 도로지도의 형태가 아닌 선과 면을 중심으로 구성된 미국 및 유럽 형태 도로지도를 실험대상으로 실시되어 왔으며, 정보의 인식의 측면보다는 경로 탐색작업에 치중해 온 것이 사실이다.<sup>1, 6,13,15)</sup>

이에 97년도 G7 Navigation 시스템 제작기술 개발 프로젝트의 일환으로 시행된 본 연구는 1996년 자동차부품연구원에서 제작된 표준 형태의 도로지도(1/5000)를 이용하여 다양한 형태의 교차로를 대상으로 제시된 형태의 도로지도의 진행방법 및 지형지물 문자정보 회전방식에 대한 인간공학적 평가를 통하여 운전자의 정보인지에 유리하고 주관적으로 선호되는 도로지도의 형태를 추출하여 제시한다.

## II. 실험설계 및 절차

### 1. 실험변수 및 수준의 선정

본 실험의 실험변수는 크게 Heading-Up과 North-Up의 두 가지 형태를 지니고 있으며, Heading-Up의 경우 Text-Rotation·Not Text-Rotation, North-Up의 경우 Moving-Map·Moving-Car의 2가지 속성으로, 총 4수준의 실험을 실시하였다. 자세한 실험변수의 설명은 <표 1>과 같으며,

〈표 1〉 본 연구를 위한 실험변수 및 수준

변수	수준	정의 (위치)		실험상 정의
Heading-Up	Text-Rotation	차량	진행방향이 항상 위 (지도의 정중앙에 위치)	TYPE 1
		지도	자차표시를 중심으로 지도가 회전	
		문자 정보	지형지물 명칭이 지도의 회전과 독립적 (항시 운전자에게 일정한 형태로 제시)	
	Not Text-Rotation	차량	진행방향이 항상 위	TYPE 2
		지도	자차표시를 중심으로 지도가 회전	
		문자 정보	지형지물 명칭이 지도의 회전과 관계없이 일정한 형태로 지도의 방향에 따라 회전	
North-Up	Moving-Map (Fixed-Car)	차량	경로를 따라 자차의 앞부분 방향의 이동 (항시 지도의 정중앙에 위치)	TYPE 3
		지도	자차표시를 중심으로 상하좌우로 이동	
	Moving-Car (Fixed-Map)	차량	고정된 지도위에서 경로를 따라 이동	TYPE 4
		지도	고정된 형태로 차량의 위치에 따라 일정 이동시 지도의 갱신	

Heading-Up형태의 경우 도로지도의 회전각도가 인간공학 및 인지공학적으로 가장 운전자에게 유리하다고 입증된 8분위(45°)를 사용하였다.<sup>15)</sup>

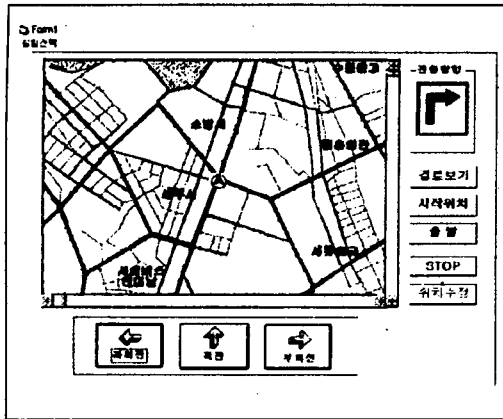
## 2. 실험절차 및 방법

항법장치 디스플레이와 같은 재질인 지닌 Pentium 90MHz 노트북 컴퓨터를 이용한 항법장치 시뮬레이터를 사용하였으며, 제시되는 4가지의 지도 진행방식에 대하여 피실험자는 지도 상을 이동하는 자차위치표시를 교차로에서 마우스로 제어하며, 수원지역의 출발점에서 목적지까지 13개의 교차로를 거쳐 경로를 이동하게 된다. 이미 밝혀진 연구결과에 의하여 화면사이즈는 운전자들이 가장 선호하는 6인치 크기에 12포인트의 굴림체를 사용하였으며,<sup>2)</sup> 실험용 시뮬레이터는 Visual Basic™ Professional Edition 4.0을 사용하여 구성되었다. 피실험자 집

단은 항법장치에 대한 지식을 지닌 평균 4.2년의 운전경력을 지닌 24세~32세의 평균 28.4세의 신체적으로 운전이 문제가 없는 석박사과정의 대학원생 12명으로 구성되었으며, 각각의 도로지도 형태에 따라 12번의 반복이 있는 실험으로 진행되었다.

〈그림 1〉은 본 실험에서 사용된 도로지도 진행방식의 평가 실험을 위한 시뮬레이터의 실행화면을 나타낸다.

96년 동 프로젝트 1차년도에서 개발된 Navi-HEGS(Navigation HMI Evaluation & Guideline System)<sup>9)</sup>에 추가된 본 평가 모듈에서 운행시 교차로 진입직전 각각의 교차로 진입 직전 일정시간(시뮬레이터상의 거리)전에 박스 형태의 진행방향이 우측 상단에 제시되며, 피실험자는 마우스를 사용하여 이 명령에 대하여 좌회전·직진·우회전의 명령어 박스를 클릭하여 실험을 진행한다.



〈그림 1〉 평가용 시뮬레이터의 예제 화면

### III. 평가기준

제품 및 시스템의 평가는 대안의 속성이나 성질을 파악하는 객관적 입장의 평가 이외에 대안에 대한 주관적 선호가 개입된 주관적 평가가 존재한다. 이러한 평가의 측면에 대하여 J. Doblin은 주관적평가와 객관적평가로 나누어 설명하고 있다.<sup>12)</sup> 주관적평가는 의견 또는 선호정도에 근거한 간접적인 성향을 갖게 되며, 객관적평가는 크기, 무게, 내구성, 용량 등의 데이터를 같은 정량적인 속성에 관한 것이다. 실제적인 도로실험의 경우 도로지도의 평가는 주로 운전자의 시각분석을 통하여 이루어지나, 실제 도로실험의 경우 교통상황, 실험상황 등에 의한 교통시스템·차량·운전자에게 부과되는 위험때문에 항법장치의 인간공학적 평가는 주로 실험실 환경의 실험으로 이루어지고 있다. 이에 본 실험은 객관적평가 및 인지적 평가로서 운전자의 교차로에서의 반응시간(RT: Reaction Time)과 운행에러를 측정하며, 주관적평가로 기존에 개발된 RNASA-TLX(Revision of National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index)<sup>7)</sup>를 이용하여 피실험자의 주관적부하를 측정한다.

### 1. 반응시간의 측정 및 에러분석

반응시간은 피실험자의 반응을 요구하는 사건(자극)의 발생으로부터 요구되는 반응의 시작까지의 시간을 의미하며, 반응시간의 측정목적은 사용자가 얼마나 빨리 자극의 시작에 반응하는지를 측정하는 것이다. 그러므로, 운전자에게 정보를 자극을 전달하는 항법장치의 도로지도는 정보인식의 반응인 운전자의 경로선택 행위에 있어 정확히 자극을 인지시키며, 직접적이고 정확한 반응을 유도하는 형태이어야 한다. 그러므로, 반응시간을 평가척도로 사용하는 경우 자극에 대한 반응시간은 빠를수록 좋은 유리한 인지상태를 지닌 시스템 및 작업으로 판명되나, 시간구동적(time-driven) 작업이 아닌 경우 무의미한 척도로 간주된다. 또한, 에러(정확성의 반대개념)의 측정은 가장 보편적이고 가장 유용한 인간의 수행도를 측정하는 척도이다.

### 2. RNASA-TLX를 이용한 운전자의 정신적 부하 분석

최근 인간의 정신적 부하를 측정하는데 가장 많이 사용되는 SWAT(Subjective Work-load Measurement Technique), SWORD(Subjective Workload Dominance) Cooper-Harper Scale, NASA-TLX 가운데 NASA-TLX는 다른 방법들간의 비교를 통해 감도와 피실험자의 수용성, 결과의 일관성, 실행의 용이성 등의 우수성으로 인해 차내 정보시스템 운전자의 정신적부하를 측정하는데 가장 널리 사용되고 있으며,<sup>8,14)</sup> 인간의 정신적 부하를 측정하는 가장 적합한 척도로 인정받고 있다. 그러나, 항공기 운전자의 정신적부하의 측정을 위하여 개발된 NASA-TLX는 항법장치에의 적용에는 많은 문제점이 따르며, 본 연구에서는 NASA-TLX를 한국운

전자에게 적용하는 실험의 과정 및 결과를 통하여 개발된 RNASA-TLX를 사용하며 그 구체적인 척도는 다음과 같다.<sup>8)</sup>

1) 정신적 능력의 요구 정도

제시된 도로지도 형태에 있어서 계산, 생각, 판단, 기억등 본 형태의 도로지도가 요구하는 정신적인 능력의 정도가 쉬웠는지 어려웠는지, 간단했는지 복잡했는지, 정확성을 요구했는지 아니었는지에 관한 질문입니다.

2) 문자 정보인식의 어려움

제시된 도로지도의 형태에 있어 운행중 주변에 제시되는 지형지물, 지명 등의 문자정보인식의 어려움에 대한 평가항목입니다. 즉, 정보인식이 어려울수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.

3) 운행의 불안감

제시된 도로지도를 사용한 항법장치 운행을 가정할 때, 사고 및 운행의 불안감을 의미합니다. 즉, 제시된 도로지도 사용할 때 사고 및 운행에 대한 불안감이 높을수록 높은 점수를 부과하면 됩니다.

4) 시간적인 스트레스

제시된 도로지도의 사용에 있어서 지시 정보의 표현이 운전자가 즉시 실행을 하여야 한다는 시간적인 압박감에 관한 질문입니다. 즉, 방향지시정보의 제시와 운전자의 행위(화살키의 조작)간의 timing에 관한 항목입니다.

5) 시각적 불편함

제시된 형태의 도로지도를 사용한 실험시 운전자에게 부가되는 시각적 불편함을 의미합니다. 즉, 각 형태의 도로지도에 있어서 지도의 움직임과 문자정보간의 조화, 자차위치 확인의 어

려움 등을 의미합니다.

6) 진행방향 인식의 어려움

제시된 형태의 도로지도를 사용한 실험시 화살키를 이용한 진행방향의 인식의 어려운 정도를 말합니다.

이러한 내용을 지닌 RNASA-TLX는 다음과 같은 실행절차를 지닌다.

① 1단계 : 사용된 부하의 측정

피실험자인 운전자가 직접 6개 정신적부하 구성요소에 대해 자신이 소비하였다고 생각되는 부하정도를 평가한다(0: 낮은 정신적부하, 100: 높은 정신적부하).

② 2단계 : 각각의 항목에 대한 가중치 결정

주어진 6개 척도의 쌍대비교를 통해 6개 척도 각각의 중요도에 대한 가중치를 추출한다.

③ 3단계 : 실제 부하의 산정

위의 두 단계의 결합을 통해 실질적인 운전자의 부하 정도를 산출한다.

IV. 결과분석

1. 교차로별 반응시간 분석

본 실험에 사용된 도로지도의 전체 13개 교차로를 유형별로 분류하여, 4가지의 도로지도 진행방법에 대한 분산분석을 실시하여 각 교차로 유형별 반응시간을 분석하였다. 교차로에 이르기 일정한 시간전에 제시되는 방향정보에 관하여 마우스를 이용하여 출발지에서 목적지까지 자차위치 표시를 이동시키는 본 실험은 제시되

는 방향정보라는 자극에 대하여 피실험자의 반응인 마우스 클릭까지의 반응시간은 짧을수록 운전자의 인지에 보다 효율적이며 안전하다는 가정하에 평가를 실시한다. 전체 13개의 교차로에 대한 유형의분류 및 정의는 <표 2>와 같다.

<표 2> 각 교차로의 형태별 분류 및 정의

교차로번호	교차로형태	회전방향	정의
교차로 1	삼거리 (└자형)	우회전	유형 1
교차로 2, 5, 8	삼거리 (Y자형)	좌회전	유형 2
교차로 3, 4, 10, 11, 12	사거리 (+자형)	우회전	유형 3
교차로 6	삼거리 (T자형)	좌회전	유형 4
교차로 7	오거리 (방사형)	우회전	유형 5
교차로 9	사거리 (+자형)	직진	유형 6
교차로 13	삼거리 (┘자형)	좌회전	유형 7

그러나, 분산분석의 결과로 알 수 있는 가정의 유의성은 모든 실험의 변수 집단의 평균치가 모두 다르다는 것을 의미하는 것은 아니며, 이들중에는 평균값이 통계적으로 서로 같은 것이 있을 수도 있고, 일부는 서로 다를 수도 있다. 이에 보다 세밀한 데이터의 분석을 위하여, 이들 각각의 집단끼리의 평균치 차이를 분석하는 것이 다중비교(Multiple Comparison)방법이다.<sup>5,7)</sup> 다중비교방법에는 최소유의차에 의한방법, DUNCAN방법, TUKEY방법, Scheffe 방법 등의 여러 가지가 있으며, 본 연구에서는 감도가 가장 좋고, 널리 쓰이는 DUNCAN 방법을 사용하였다. 본 연구의 결과는 유의수준은 0.05 하에서 SAS를 이용하여 분석되었으며, 본 연구에서 제시되는 시간의 단위는 ms(1/1000초)를 의미한다.

1) 교차로 유형 1의 분석결과

▶ 가설 : 교차로 유형 1의 반응시간은

도로지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

다음 <표 3>은 교차로 유형 1에 관한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타낸다. 분산분석표의 Pr값은 0.05보다 작으므로 위의 가설은 기각되며, 교차로 1의 형태에 대한 반응시간은 도로지도 회전형태에 따라 유의한 차이를 보임을 알 수 있다. 여기서 Pr 값은 자유도가 (3, 40)의 F분포에서 F-value가 3.30보다 클 확률을 의미한다. <표 4>는 DUNCAN 검정의 결과를 나타낸다.

<표 3> 교차로 유형 1의 반응시간 분산분석표

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	864058.74	288019.58	3.30	0.0299
잔차	40	3489198.05	87229.95		
전체	43	4353256.79			

<표 4> 교차로 유형 1에 관한 DUNCAN 검정결과

Duncan Grouping	Mean	N	Rotation Type
A	643.5	11	TYPE 3
B	506.0	11	TYPE 2
B	443.9	11	TYPE 4
B	253.8	11	TYPE 1

위의 <표 4>를 예로들면, A문자로 연결된 도로지도회전방식 TYPE 2, TYPE 3, TYPE 4는 평균간의 차이가 없다고 볼 수 있으며, B문자로 연결된 TYPE 1, TYPE 2, TYPE 4도 서로 반응시간간의 차이가 없다고 볼 수 있다. 그러나, TYPE 1과 TYPE 3의 경우 같은 문자로 표기

가 되어 있지 않기 때문에 두 집단간의 평균차이가 있음을 의미한다. 여기서 A, B, C등의 문자는 별 의미가 전혀 없고 단지 평균치차이의 여부만을 표시한 것이다. 즉, TYPE 1의 도로지도회전형태가 다른 TYPE보다 짧은 피실험자의 반응시간이 요구하므로, 교차로 형태 1에 대하여 도로지도회전 TYPE 1이 다른 방법보다 운전자의 진행방향의 인지에 보다 적당한 형태라고 말할 수 있다.

2) 교차로 유형 2의 분석결과

- ▶ 가설 : 교차로 유형 2의 반응시간은 도로지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

<표 5>는 교차로 유형 2에 관한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타낸다. 분산분석표의 Pr값은 0.05보다 커다란 0.2298의 값을 지니므로, 위의 가설은 채택되며, 교차로 유형 2에 대한 반응시간은 도로지도 정보제시의 형태에 따라 유의한 차이가 없음을 알 수 있으므로, DUNCAN 검정의 필요성은 없어진다.

<표 5> 교차로 형태 2의 분산분석 결과

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	399535.76	133178.59	1.46	0.2298
잔 차	123	11246308.22	91433.40		
전 체	126	11645843.98			

3) 교차로 유형 3의 분석결과

- ▶ 가설 : 교차로 유형 3의 반응시간은 도로지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

다음 <표 6>은 교차로 유형 3에 관한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타낸다. 분산분석표의 Pr값은 0.05보다 작으므로 위의 가설은

기각되며, 교차로 유형 3에 대한 반응시간은 도로지도진행방식에 따라 유의한 차이를 보임을 알 수 있다. DUNCAN 검정의 결과는 <표 7>과 같다.

<표 6> 교차로 유형 3의 분산분석 결과

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	1783624.35	594541.45	6.36	0.0004
잔 차	216	20193550.54	93488.65		
전 체	219	21977174.90			

<표 7> 교차로 형태 3의 DUNCAN 검정 결과

Duncan Grouping	Mean	N	Rotation Type
A	557.43	55	TYPE 2
A			
B A	477.48	55	TYPE 1
B			
B C	389.84	55	TYPE 4
C			
C	318.38	55	TYPE 3

즉, 교차로 유형 3은 도로지도회전방식 Type 4와 Type 3에 대하여 유의한 차이없이 가장 낮은 반응시간을 요구되었으며, 이는 North-Up형태가 Heading-Up형태보다 운전하게 유리한 형태의 지도회전 형태라고 할 수 있다.

4) 교차로 유형 4의 분석결과

- ▶ 가설 : 교차로 유형 4의 반응시간은 도로지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

<표 8>은 교차로 유형 4에 관한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타낸다.

<표 8> 교차로 유형 4의 분산분석 결과

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	57313.77	52437.92	0.57	0.6402
잔 차	40	3701642.44	92541.06		
전 체	43	3858956.22			

분산분석표의 Pr값은 0.05보다 크므로, 위의 가설은 채택되며, 교차로 유형 4에 대한 반응시간은 도로지도회전방식에 따라 유의한 차이를 보이지 않음을 알 수 있다.

5) 교차로 유형 5의 분석결과

▶ 가설 : 교차로 유형 5의 반응시간은 도로 지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

<표 9>는 교차로 유형 5에 대한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타내며, <표 10>은 DUNCAN 검정의 결과를 나타낸다. 분산분석표의 Pr값은 0.05보다 작으므로 위의 가설은 기각되며, 교차로 유형 5에 대한 반응시간은 도로지도 정보제시의 형태에 따라 유의한 차이를 보임을 알 수 있다.

<표 9> 교차로 유형 5의 분산분석 결과

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	929786.78	309928.92	4.29	0.0103
잔 차	40	2892918.88	72322.97		
전 체	43	3822705.67			

위의 결과에서 교차로 형태 5의 경우 Type 1 혹은 Type 3의 도로지도회전방식이 피실험자에게 유리한 반응시간을 제공하는 것으로 나타났다.

<표 10> 교차로 유형 5의 DUNCAN 검정

Duncan Grouping	Mean	N	Rotation Type
A	566.1	11	TYPE 2
A			
A	523.5	11	TYPE 4
A			
B A	392.2	11	TYPE 3
B			
B	192.6	11	TYPE 1

6) 교차로 유형 6의 분석결과

▶ 가설: 교차로 유형 6의 반응시간은 도로 지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

다음 <표 11>은 교차로 유형 6에 관한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타낸다. 분산분석표의 Pr값은 0.05보다 작으므로 위의 가설은 기각되며, 교차로 유형 3에 대한 반응시간은 도로지도 정보제시의 형태에 따라 유의한 차이를 보임을 알 수 있다. <표 12>는 DUNCAN 검정의 결과를 나타낸다.

<표 11> 교차로 유형 6의 분산분석결과

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	1436689.38	478896.46	7.04	0.0007
잔 차	40	2721095.97	68027.39		
전 체	43	4157785.36			

<표 12> 교차로 형태 6의 DUNCAN 검정 결과

Duncan Grouping	Mean	N	Rotation Type
A	665.6	11	TYPE 3
A			
A	663.9	11	TYPE 4
A			
B	392.2	11	TYPE 2
B			
B	245.1	11	TYPE 1



위의 결과에서 교차로 유형 6의 경우 Type 1과 Type 2가 같은 범주에서 유의한 차이는 보이지 않으며, Type 3, Type 4보다 피실험자에게 유리한 결과를 나타낸다.

7) 교차로 유형 7의 분석결과

▶ 가설 : 교차로 유형 7의 반응시간은 도로지도진행방식에 대하여 유의한 차이가 없다.

다음 <표 13>은 교차로 유형 4에 관한 반응시간에 대한 분산분석의 결과를 나타낸다. 분산분석표의 Pr값은 0.05보다 크므로, 위의 가설은 채택되며, 교차로 유형 4에 대한 반응시간은 도로지도 정보제시의 형태에 따라 유의한 차이를 보이지 않음을 알 수 있다.

<표 13> 교차로 유형 7의 분산분석 결과

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	3	419751.77	139917.25	1.51	0.2263
간 차	40	3703462.50	92586.56		
전 체	43	4123214.27			

2. 운행 에러 분석

본 실험에서 측정된 에러의 정의는 피실험자

가 경로를 따라가는 작업에 있어서, 제시된 진행경로를 인식한 후, 다음 경로를 인식하지 못하고 지나친 경우와 진행방향을 오판하여 다른 경로를 선택하는 경우의 두가지경우로 나뉘어진다. 경로를 인식 못하여 교차로 통과시 교차점의 끝점에 이르면 벨소리를 통하여 에러를 제시하여 재작업을 시행하며, 경로를 오판할 경우 부저소리와 함께 '위치수정' 명령을 이용하여 에러위치로 복귀하여 계속적으로 실험을 진행하게 된다. <표 14>는 도로지도진행방식에 따른 교차로 유형별 에러의 횟수를 나타낸다. 표에 의하면, 형태별 에러의 빈도는 진행방식 TYPE 3(North Up-Moving Car) 형태의 도로진행방식에서 가장 많이 발생하였으며, 교차로 유형에 대해선 교차로 유형 2(Y자형-좌회전)와 교차로 유형 4(삼거리-T자형)에 가장 많은 에러가 발생하였다. 또한, 이들 에러데이터를 교차로 유형별 반복이 없는 이원배치를 실시한 분산분석의 결과는 다음 <표 15>와 같다. 즉, 교차로 유형별, 도로지도회전방식에 따라 에러의 발생은 유의한 차이를 보임을 알 수 있다.

<표 16>은 교차로 형태별 DUNCAN검정의 결과를 나타내며, 이 결과에 의하면 유형 2·유형 4가 높은 에러를 발생시키는 교차로의 유형으로 나타났으며, <표 17>은 도로진행방향형태에 따른 에러분석결과를 나타내며, TYPE 1·TYPE 2, TYPE 3·TYPE 4가 각각 유의성이

<표 14> 교차로 유형별 에러의 횟수

교차로형태 \ 지도회전형태	교차로	교차로	교차로	교차로	교차로	교차로	교차로	총 계
	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4	유형 5	유형 6	유형 7	
TYPE 1	0	0	1	0	0	1	0	2
TYPE 2	0	2	0	1	1	0	0	4
TYPE 3	0	5	4	4	1	0	0	14
TYPE 4	0	3	1	3	2	0	0	9
총 계	0	10	6	8	4	1	0	

〈표 15〉 교차로 유형별 분산분석의 결과

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	36.60	9	4.06	3.27	0.0154
교차로유형	24.21	6	4.03	3.25	0.0242
지도회전방식	12.39	3	4.13	3.33	0.0431
잔차	22.35	18	1.24		
전체	58.96	27			

〈표 16〉 교차로 유형별 에러의 DUNCAN분석 결과

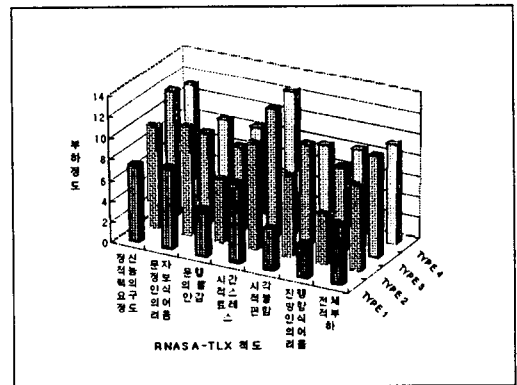
Duncan Grouping			Mean	N	Rotation Type
	A		2.5000	4	형태 2
	A				
	A		2.0000	4	형태 4
B	A				
B	A	C	1.5000	4	형태 3
B	A	C			
B	A	C	1.0000	4	형태 5
B		C			
B		C	0.2500	4	형태 6
		C			
		C	0.0000	4	형태 1
		C			
		C	0.0000	4	형태 7

〈표 17〉 지도의 진행방식에 따른 에러발생의 DUNCAN 검정

Duncan Grouping		Mean	N	Rotation Type
	A	2.0000	7	TYPE 3
	A			
B	A	1.2857	7	TYPE 4
B				
B		0.5714	7	TYPE 2
B				
B		0.2857	7	TYPE 1

없는 그룹으로 분류되어 Heading-Up방식과 North-Up방식 사이에는 유의한 에러발생의 차이가 존재함을 알 수 있다. 또한, 〈표 18〉에서 Heading-Up(GROUP HU)과 North-Up(GROUP NU)형태와의 평균치 차이를 t-test로 분석한 결과를 보면, Heading-Up의 에러와 North-Up의 에러의 평균은 각각 약 0.23과 0.88회로, Prob>|T|가 Cochran의 근사 t통계량에 의한 것이 0.0098, Satterwaite의 근사자유도에 의한 방법에 의한 것이 0.0114로 0.05보다 작으므로 두 개의 집단은 유의한 평균치의 차이를 가지고 있으며, Heading-Up의 경우가 적은 사용자 에러를 발생시킨다고 볼 수 있다.

3. 정신적부하 평가의 결과



〈그림 2〉 정신적부하의 평가그래프

정신적부하 측정의 결과는 〈그림 2〉와 같다. RNASA-TLX를 이용하여 측정한 6개 항목의 부하에서 각 항목에 대하여 점수가 높을 수록 운전자에게 보다 높은 부하를 요구하는 지도진행 방법임을 의미한다. 예를 들어, Type 2의 경우 '운행의 불안감'이나 '진행방향 인식의 어려움' 같은 항목은 다른 TYPE보다 낮은 점수로, 다른 형태보다 더 피실험자에게 유리한 환경을 제공하나 '문자인식의 어려움' 항목에서는 최고

<표 18> Heading-Up과 North-Up 에러에 의한 t-test

Variable : ERROR						
GROUP	N	Mean	Std Dev	Std Error	Minimum	Maximum
HU	26	0.23076923	0.51440780	0.10088367	0	2.00000000
NU	26	0.88461538	1.10731831	0.21716299	0	4.00000000
		Variances	T	Method	DF	Prob> T
		Unequal	-2.7306	Satterthwaite	35.3	0.0087
				Cochran	25.0	0.0087
		Equal	-2.7306		50.0	0.0087
For H0 : Variances are equal			F'=4.63	DF = (25,25)	Prob>F'=0.0003	

의 점수를 지녀 운전자에게 좋지 못한 평가를 환경을 제시하는 것으로 나타나 있다. 또한, 본 연구의 하나의 주요한 주제인 지형지물 정보의 인식과 연관된 '문자정보인식의 어려움' 항목의 경우 TYPE 2(Heading Up-Not Text Rotation)의 형태가 운전자에게 가장 높은 정신적 부담을 주는 형태로 나타났으며, TYPE 1(Heading Up-Text Rotation)의 형태가 가장 문자정보의 인식에 있어 운전자의 정신적부하를 가장 적게 요구하는 만족도가 높은 형태로 나타났다.

### V. 결론

실제 프로젝트 참여기업체 들의 의견수렴을 통해 제시된 문제 중 하나로 시행된 본 연구는 인지시간, 에러측정, 정신적부하 측정 등을 통하여 다양한 도로지도의 제시형태에 대한 인간공학적인 평가를 실시하였다. 특히, 교차로유형에 따른 도로지도진행 방식에 따른 운전자의 정신적

부하 분석을 통하여, 도로의 복잡성과 연관이 있는 도로형태에 대하여 적절한 형태의 지도진행방법의 형태를 추출하였다. 또한, 이와 같은 평가를 통하여 Heading-Up의 경우 전방의 진행 방향이나 교차로에서의 회전에서 North-Up보다 운전자에게 유리하나, 지도의 위치가 자주 바뀌는 복잡하고 교차로간 거리가 짧은 도로의 경우 운전자의 기억된 지도의 혼란을 야기시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한, North-Up의 경우 대부분의 피실험자들은 고정된 지도의 형태로 인하여 쉽게 목적지를 인식하고 찾는 경향이 있으나, 자차위치 표시의 복잡한 움직임 및 방향으로 인해 자신의 위치의 상실에 따른 어려움이 많이 발생되었다.

실험실 상황하에서 시행된 본 실험은 기존의 연구와는 달리 교차로 유형 및 다양한 도로진행 방식에 따른 인간공학적인 평가를 실시하였다. 그러나, 이러한 연구는 실질적으로 항법장치를 사용한 주행시 돌발상황, VMS와의 연동 및 다양한 도로 주행환경에서의 평가가 필요하리라 사

려되며, 현재보다 다양한 상황에서 폰트 및 색채 등 다른 도로지도 요소의 변형도 가능하며 도로주행환경을 갖춘 항법장치 시뮬레이터가 G7프로젝트의 일환으로 제작이 진행 중이다.

## 참고문헌

1. 김병주 외, "GPS의 화면 표시방식에 관한 연구", 96 춘계 대한산업공학회/한국경영과학회 공동학술대회 논문집, pp.395~398.
2. 네비게이션 시스템 제작기술 개발에 관한 연구(2단계 2차년도 연차보고서), 통산산업부, 과학기술처, 1997.
3. 박성현, "현대실험계획법", 민영사, 1995.
4. 서울도로지도, 성문문화사, 1996.
5. 이순목, 이종구, SAS의 이해와 활용, 성역사, 1993.
6. 정법진, 백승렬, 김기범, 박 범, "차량 항법장치의 화면표시 형태에 대한 인간공학적 비교", 95년 추계 인간공학회 발표논문집, pp.208~213, 1995.
7. 조인호, SAS 강좌와 통계컨설팅, 한화경제연구소, 1996.
8. 차두원, 박 범, "Simulator-Based Work-load Assessment of In-Vehicle Navigation System Driver Using Revision of NASA-TLX", IE-Interfaces, 제10권 제1호, pp.145~154, 1997.
9. 차두원, 이제근, 박 범, 이승환, "자동차 항법장치 인간-기계 인터페이스 평가시스템 개발 및 설계변수 추출에 관한 연구", 대한교통학회지, 제15권 제2호, pp.35~48, 1997.
10. Baired, J. C., et. al., "Cognitive representation of spatial relations : II. A familiar environment", Journal of Experimental Psychology : General, pp.92~98, 1979.
11. Burnett, G.E., Joyer, S. M., "An Investigation on the Man Machine Interfaces to Existing Route Guidance Systems", IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information System Conference Ottawa-VNIS93, pp.395~400.
12. Doblin, J., Information and Design in the Information Evaluation, Alfred A. Knopf, New York, Chapter 2-5, 1985.
13. Obeta, T, et al, "A Cognitive Study of In-Vehicle Navigation Systems : Applying Verbal Protocol Analysis to Usability Evaluation", IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference, Ottawa-VNIS 93, pp.232~236.
14. Pauzi, Annie., Anne Sarpedon., Ga l Saulnier., "Ergonomic Evaluation of a Prototype Guidance System in an Urban Area", IEEE, pp.390~396, 1995.
15. Satoshi, Ma., et. al, "Drivers Characteristics for Map Information Representation(North up Map/Heading up map) in Navigation Displays", IEEE-IEE Vehicle Navigation & Information Systems Conference, Ottawa-VNIS 93, p.410.