

GPS 의 화면 표시 방식에 관한 연구

Presenting a Map on Global Positioning System

김병주*, 남기원**, 박재호**, 한승아*, 한성호*
*포항공과대학교 산업공학과
**포항공과대학교 전자계산학과

Abstract

A Global Positioning System(GPS) in an automobile can provide navigational information for identifying the current location of the automobile and helping the driver determine a desirable route to the destination. Usefulness of such a system depends on many design factors. This study examined two critical design factors from a human factors standpoint. The rotation methods and updating schemes of a map were manipulated in a simulated driving environment. Design guidelines are suggested based on the experimental results.

I. 서론

1.1 연구의 배경

최근 컴퓨터와 위성통신의 발전에 힘입어, 이동통신이 광범위하게 실생활에 적용되고 있다. 이와 관련하여 운전의 편의를 돕는 경로 안내 시스템(Global Positioning System, 이하 GPS)은 향후 범 국가적으로 구축될 종합 교통 자동화 시스템(ITS, Intelligent Transportation System)과 함께 널리 보급이 이루어질 전망이다[1]. 이러한 GPS 는 화면을 통하여 지도, 길 이름, 이정표, 현재 위치, 방위, 출발점, 도착점 등의 정보를 사용자에게 알려줌으로써, 현재의 위치는 물론 향후 진행 경로까지 파악할 수 있도록 하는 시스템이다. 그 중 자동차에 있어서의 GPS 라 하면 디스플레이 장치에 위성에 의해 파악된 자동차의 운행 경로를 표시해줌으로써 낯선 길이라도 쉽게 찾아갈 수 있도록 도와주는 시스템을 지칭한다.

1.2 GPS 관련 기존 연구 내용

아직 GPS 가 대중화되어 있지 않기 때문에 현재까지는 주로 GPS 의 기술적인 측면들이 연구되어 왔다. 기존의 GPS 관련 연구는 공간 감각과 인지적 사상으로 대표되는 이론적인 접근[3,6], 종이 지도와 전자 지도의 비교[3,4], 전자 지도상에서 북쪽이 위인 경우와

진행 방향이 위인 경우의 비교[3], 전자지도 상에서의 외견형과 내견형의 비교[2] 등이 수행되어 왔다. 그러나 이러한 기존의 연구 결과는 운전 시의 인지적 부하를 고려하지 않은 점, 실제 실험을 통한 검증이 미흡한 점 등의 한계점을 내포하고 있다.

1.3 연구의 목적

본 연구에서는 기존 연구의 미흡한 점을 보완하여 GPS 화면의 표시 방식을 구성하는 요인들을 살펴보고, 실험을 통해 최적의 조합을 제시하고자 한다. 이를 위해 GPS 의 사용 편의성에 결정적인 영향을 미칠 것으로 판단되는 두 가지의 요인을 선정하였다. 실험 변수로는 GPS 화면에 나타나게 되는 자동차와 지도의 상대적인 이동과 회전이라는 두 가지가 선정되었다. 이와 같은 실험 변수에 대해 인간공학 실험을 계획하고, 프로토타입(Prototype)을 개발하였다. 각각의 실험 조건에 대해 작업 수행 시간, 작업 효율성 등의 여러 측면에서 사용편의성을 평가한다. 마지막으로 실험 결과를 바탕으로 효과적인 설계 지침을 제시하였다.

II. 실험 방법

2.1 피실험자

피실험자로는 평균연령 23세의 12명의 학부 및 대학원생이 참여하였다. 피실험자는 최소한 5년 이상 컴퓨터를 사용한 경험이 있으며, 따라서 실험 진행에 필요한 키보드나 마우스 조작에 대해서는 별도의 훈련이 필요 없었다.

2.2 실험 장비

실험에서는 OS 환경이 UNIX(IRIX)인 Silicon Graphics Indigo 2 워크스테이션에서 3D GL(Graphics Library), X, X-Motif 로 개발된 프로토타입을 사용하였다. 프로토타입은 크게 2D 형태의 GPS 와 실제 운전 환경과 비슷하게 하

기 위한 3D의 전경으로 이루어졌다. 피실험자가 키보드의 방향키를 이용하여 목적지까지 자동차를 가상적으로 운전해 가면 이에 맞춰 화면의 3D 전경 GPS에 자동차의 위치와 방향이 반영되도록 하였다. 또한 목적지와 현재의 위치 모두를 파악할 수 있는 전체 지도를 제공함으로써, 방향 감각을 상실하였을 때 도움이 되도록 하였다.

2.3 실험 변수

본 연구의 사전 조사에 의하면 GPS 화면의 표시 방식은 화면에서 회전하는 대상과 이동하는 대상의 조합에 따라 크게 좌우된다. 이는 인간이 지도를 통해 현재의 위치를 파악하기 위해서는 정신적 이동(Mental Movement), 정신적 회전(Mental Rotation)의 과정을 필연적으로 거쳐야 한다는 기존의 연구 결과가 뒷받침해 준다[7]. 즉 GPS의 화면은 회전 변수(Rotation)와 이동 변수(Movement)에 의해 결정되는 것이다. 각 변수에 대한 2가지씩의 수준은 [표 1]에 간략하게 설명하였다.

[표 1] 실험의 변수와 수준

변수	수준	정의
Rotation	HeadUp	지도가 회전 (GPS 화면 상에서 진행 방향이 위로 향한 경우)
	NorthUp	차가 회전 (GPS 화면 상에서 북쪽이 위로 향한 경우)
Movement	Fixed-Car	지도가 이동 (GPS 화면 중간에 차의 위치가 고정)
	Moving-Car	차가 이동 (GPS 화면 상에서 지도가 고정)

2.4 실험 계획

본 실험은 실험 조건에서의 소요시간이 길지 않기 때문에 12명의 피실험자가 4가지 조건에 대해 모두 실험하는 실험 계획(Within Subject Design)이 이용되었다. 다음의 [표 2]는 4가지 실험 조건을 나타낸 것이다.

[표 2] 4가지 실험 조건

	NorthUp	HeadUp
Fixed-Car	실험조건 1	실험조건 2
Moving-Car	실험조건 3	실험조건 4

[그림 1]은 실제 실험에 사용되는 프로토타입에서 4가지 실험 조건이 GPS 화면 상에

구현된 예를 각각 보여주고 있다. 우측 상단의 방향계가 동서남북을 지시하고 있으며, 중앙의 작은 삼각형 모양이 차량을 나타낸다.



[그림 1] 실험 조건 1, 2, 3, 4의 표현 방식 예 (좌측 상단으로부터 시계방향으로 배열)

또한 모든 피실험자가 같은 순서로 실험을 실시할 경우 실험 조건의 순서에 의하여 편향된 결과가 나타날 수도 있으므로, Balanced Latin Square Design을 이용하여 각 피실험자의 실험 순서를 모두 다르게 결정하였다[5]. 실험 결과의 신뢰도를 확보하기 위하여 각 실험 조건에 대해 지도의 형태, 즉 목적지를 찾아가는 문제에 차이를 두어 3회씩 반복 실험하게 하였다. 이에 사용된 지도 형태는 출발지와 목적지가 각기 서로 다른 3가지였는데, 사전 실험을 한 결과 3가지의 지도 형태에 대해서는 유의한 차이가 없는 것으로 판명되었다.

2.5 평가 기준

본 연구에서는 실험측정치(Measure)로서 작업 수행 시간(Task Completion time), 비효율성(Inefficiency) 및 지도 참조 시간(Map Reference Time) 등을 고려함으로써 GPS의 전반적인 사용편의성을 평가하도록 하였다. 작업 수행 시간은 출발 지점에서 목적지까지 도달하는 데 소요된 시간을 측정하는 것이다. 피실험자가 목적지를 찾는 데 있어서 인지적 부하를 유발하는 교차로 수가 적은 경로를 이용할 것이라는 점에 착안하여 비효율성이라는 평가기준을 설정하였다. 이는 목적지를 찾아가는 동안 거친 실제 교차로(Node) 수와 최적 경로 상의 교차로 수의 차이로 정의하였다. 마지막으로 프로토타입에는 방향 감각을 잃어버렸을 때를 위해 전체 지도가 준비되어 있는데, 지도 참조 시간은 이러한 지도를 참조한

전체 시간의 합으로 정의하였다. 지도 참조 시간을 측정치로 정한 것은 GPS가 주는 이러한 정보의 완전함(Perfectness), 및 충분함(Sufficiency)을 평가하기 위한 것이다.

2.6 실험 절차

실험은 피실험자 훈련 및 본 실험으로 구성되었다. 피실험자의 훈련 단계에서는 연구의 개요 및 실험 수행 목적을 설명하고, 프로토타입의 이용 방법을 숙지 시켜 조작 방법을 직접 연습하도록 하였다. 본 실험에서는 실험자가 서로 다른 4가지의 실험 조건에 대해 3번의 반복 실험을 하였다. 각 실험에서는 먼저 전체 지도를 일정시간 보여주어 방향을 잡게 한 뒤 피실험자로 하여금 키보드를 조작하여 목적지를 찾아가게 하였다.

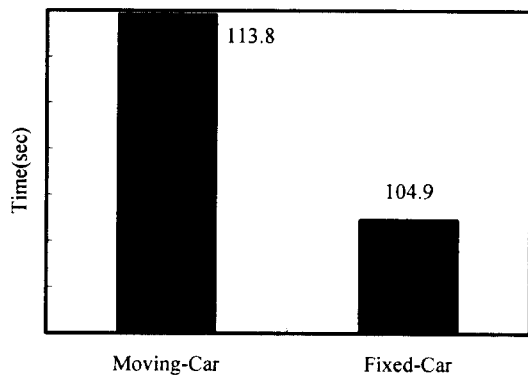
III. 실험 결과 및 분석

본 연구에서는 각 실험 변수가 사용편의성에 미치는 효과를 통계적으로 검증하기 위해서 분산분석을 실시하였다. 사용편의성의 세 가지 평가기준 중에 대해 분석한 결과 작업 수행 시간, 지도 참조 시간은 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 것으로 밝혀졌으나, 비효율성은 유의하지 않은 것으로 판명되었다. 다음에 이어지는 설명에서는 유의한 평가기준에 대한 추가 분석 내용을 다루고 있다.

3.1 작업 수행 시간

작업 수행 시간에 대해 분산분석 결과 두 가지 변수 중에서 Movement 변수가 작업 수행 시간에 미친 영향은 $F=5.30$ 로서 통계적으로 유의한 것으로 판명되었다($p<0.05$).

다음의 [그림 2]는 Movement 변수의 두 수준 간의 차이를 보여주고 있다.



[그림 2] Movement 주체에 따른 작업 수행 시간의 차이

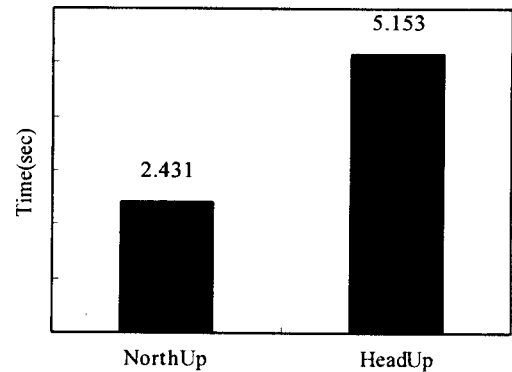
Moving-Car의 경우 자동차가 GPS 화면의

일정 공간을 넘어서는 경우 화면이 바뀌어 인접한 지도를 보여주게 된다. 화면의 갑작스러운 변화는 피실험자로 하여금 GPS 상의 자동차 위치를 놓치게 만들어 교차로 부근에서의 진로 결정을 어렵게 만든다. 즉 Moving-Car의 표현 방식이 주는 이러한 혼란으로 인한 잘못된 진로 결정으로 인해 작업 수행이 지연된 것으로 나타났다. 그러나 Fixed-Car의 경우에는 GPS 상의 자동차 위치가 항상 중앙에 고정되어 있기 때문에 Moving-Car의 경우에 비해 비교적 쉽게 진로를 결정할 수 있었다. 따라서 교차로가 많거나 사용자의 인지적 부하가 많은 경우에는 화면의 급격한 변화가 적은 Fixed-Car 방식이 추천된다.

3.2 지도 참조 시간

지도 참조 시간에 대해 분산분석한 결과 Rotation 변수가 지도 참조 시간에 영향을 미치는 효과와, Rotation 변수와 Movement 변수 사이의 교호작용(Interaction)이 지도 참조 시간에 영향을 미치는 효과는 각각 $F=9.90$, $F=7.24$ 로서 통계적으로 유의한 것으로 판명되었다($p<0.05$).

다음의 [그림 3]은 Rotation 변수의 두 수준 차이를 나타내고 있다.



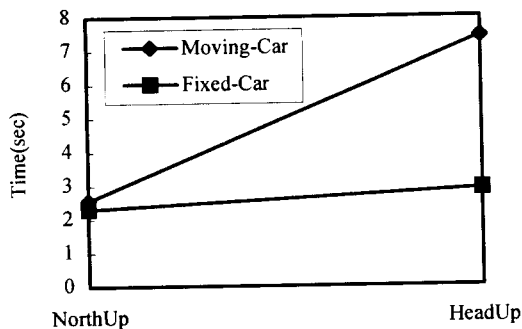
[그림 3] Rotation 주체에 따른 지도 참조 시간 차이

HeadUp의 경우에는 3D 전경의 자동차 진행 방향과 GPS 상에서의 자동차 방향이 서로 일치하여 교차로에서 쉽게 진로를 결정할 수 있어서 전체 지도 참조 시간이 NorthUp에 비해 짧다. 그러나 HeadUp의 경우 실험 시작 시에 보여주는 전체 지도와 GPS의 전자 지도의 방향이 서로 일치하지 않아 목적지로의 방향 감각을 쉽게 상실하게 만든다. 이는 전체 지도 참조 시간을 증가시키는 효과를 가져오게 되는데, 이에 반해 NorthUp의 경우에 GPS

가 전체 지도와 잘 일치하여 목적지로의 방향 감각을 비교적 오랫동안 유지할 수 있기 때문에 지도 참조 시간이 HeadUp의 경우보다 짧은 것으로 분석된다. 따라서 목적지까지의 거리가 긴 경우 사용자의 방향 감각을 오랫동안 유지시킬 수 있는 NorthUp 방식을 제공하는 것이 바람직하다.

Rotation과 Movement 변수의 교호작용에 대해 Newman-Keuls Test를 실시하여 각 실험 조건 간의 차이를 검증하였다. HeadUp-Moving-Car의 결과가 다른 3가지의 실험 조건의 결과와 비교할 때 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다.

다음의 [그림 4]는 Rotation과 Movement 변수의 교호작용을 나타내고 있다.



[그림 4] 지도 참조 시간에 대한 Rotation과 Movement 변수의 교호작용

[그림 4]에 나타난 바와 같이 교차로 부근에서 진로를 결정할 충분한 여유가 있는 Fixed-Car의 경우는 전체 지도 참조 시간에 차이를 보이지 않는데 반해, Moving-Car의 경우는 HeadUp, NorthUp 방식에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 이는 전체 지도로부터 얻는 방향 감각을 GPS에 해석, 적용하기 힘든 HeadUp 방식의 단점과 화면의 급격한 변화가 많아 혼란을 주는 Moving-Car의 단점이 복합적으로 작용하였기 때문인 것으로 보인다.

IV. 결론

본 연구는 자동차의 위치와 진행 경로를 화면에 표시함으로써 운전자의 편의를 돕는 GPS라는 경로 안내 시스템의 화면 표시 방식 설계에 관한 것이다. 화면 표시 방식의 사용 편의성을 연구하기 위해 실험을 수행하였고, 그 결과를 바탕으로 다음과 같은 설계 지침이 제안된다.

- 목적지까지 도달하는 시간을 최소화하고

자 하는 경우 Fixed-Car 방식이 바람직하다.

- 교차로가 많거나 사용자의 인지적 부하가 많은 경우에는 화면의 급격한 변화가 잦은 Moving-Car 방식은 피해야 한다.
- 자동차의 진행 속도가 느리거나 화면의 축척이 커서 화면 변화가 많지 않은 경우는 실제 자동차의 움직임을 GPS 상에서 확인할 수 있는 Moving-Car 방식을 사용할 수도 있다.
- 사용자의 방향 감각이 주로 종이 지도에 의한 것이라면 NorthUp 방식을 채용하는 것이 좋다.
- 목적지까지의 거리가 긴 경우 사용자의 방향 감각을 오랫동안 유지시킬 수 있는 NorthUp 방식을 제공해야 한다.
- 교차로가 많은 짧은 구간을 운전하는 경우는 진로 결정이 용이한 HeadUp 방식을 사용하도록 한다.
- 방향 감각을 상실하기 쉬우며 화면이 혼란스러운 HeadUp-Moving-Car 방식은 피하는 것이 좋다.

이상에서 설명된 바와 같이 상황에 따라 요구되는 GPS 화면 표시 방식에 차이가 있을 수 있으므로, 4가지 화면 표시 방식 모두를 GPS 내에 지원하는 것이 바람직하다.

V. 참고문헌

- [1] 권오성, 박민용, ITS에서의 인간 공학의 역할, 1995년 대한인간공학회 추계 학술발표대회 논문집, 1995.
- [2] 정범진 외, 차량 항법장치의 화면 표시형태에 대한 인간공학적 비교, 1995년 대한인간공학회 추계 학술발표대회 논문집, 1995.
- [3] Antin, J. F., Information Aspects of Car Design: Navigation, *Automotive Ergonomics*, pp.321-335, 1993.
- [4] Antin, J. F., An Evaluation of the Effectiveness and Efficiency of an Automobile Moving-map Navigational Display, *International Journal of Man-Machine Studies*, pp.581-594, 1990.
- [5] Keppel, G., *Design and Analysis: A Researcher's Handbook*, London: Taylor and Francis, 1982.
- [6] Schlegel, R. E., Driver Mental Workload, *Automotive Ergonomics*, pp.359-382, 1993.
- [7] Wickens, C.D., *Engineering Psychology and Human Performance*, New York: Harper Collins Publishers, 1992.