한국심리학회지: 산업 및 조직
Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology
2004. Vol. 17, No. 1, 1-17

운전자와 자동차 항법 시스템의 상호작용에 관한 연구: 시간압력과 시스템 메뉴구조의 효과를 중심으로

최 원 범 이 재 식†

부산대학교 심리학과

본 연구는 운전자와 자동차 항법 시스템의 상호작용이 어떠한 방식으로 이루어지는지 살펴보기 위해 실시되었다. 이를 위해 자동차 항법 시스템의 메뉴 구조와 운전 난이도 및 항법 시스템 메뉴 항목의 선택에 대한 시간 압력이 체계적으로 조작된 운전 시뮬레이션 상황에서 운전자의 메뉴 항목 선택 수행(선택 반응시간과 에러율)과 운전 수행(차량의 종적 및 횡적 통제)이 측정되었다. 실험 1에서는 항법 시스템의 메뉴 항목 선택에 시간 압력이 주어졌을 때의 효과가 주로 검토되었는데, 그 결과 시간 압력이 없는 조건에 비해 시간 압력이 있는 조건에서 운전자의 메뉴 선택 수행과 운전 수행이 모두 더 우수한 것이 관찰되었다. 실험 2에서는 메뉴 항목 선택에 대한 시간 압력뿐만 아니라 운전 난이도(직선도로 vs. 곡선도로) 및 항법 시스템의 메뉴 구조(좁고-깊은 구조 vs. 넓고-얕은 구조)도 변화시켰다. 실험 2의 결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 실험 1과 마찬가지로 시간 압력이 있는 경우 메뉴 선택 수행이 더 우수하였으며, (2) 좁고-깊은 메뉴 구조에서 보다 넓고-얕은 메뉴 구조에서의 메뉴 선택 수행이 더 우수하였다. (3) 운전 수행의 두 가지 측면인 종적 통제와 횡적 통제는 곡선도로에서보다 직선도로에서 더 우수하였다. 그러나 (4) 시간 압력 조건과 메뉴 구조에 따라서는 차량의 종적 통제와 횡적 통제가 다른 결과를 보였다: 차량의 종적 통제는 시간 압력이 있는 조건과 넓고-얕은 메뉴 구조 조건에서의 수행이 더 우수하였으나, 차량의 횡적 통제는 시간 압력이 없는 조건과 좁고-깊은 메뉴 구조에서의 수행이 더 우수하였다.

주요어 : 메뉴구조, 시간압력, 항법 시스템, 운전수행, 운전시뮬레이션

---

† 교신저자 : 이재식, 부산대학교 심리학과, jslee100@pusan.ac.kr, 051-510-2131

정부는 1990년대에 국민총생산의 3%에 가까운 교통 시설 투자 비용을 매년 투입하여 심각한 교통문제를 해결하고자 많은 노력을 기울였으나 우리나라의 교통 환경은 계속 악화되고 있는 실정이다. 교통개발연구원은 2000년 전국 교통 혼잡 비용은 총 19조 2,282억 원으로 당해연도 국내 총생산(GDP)의 3.76%를 차지하고 있어 교통혼잡으로 인한 사회적 손실비용이 국가 경제에 막대한 영향을 미치고 있는 것으로 보고하였다.

이러한 문제를 해결하기 위해 제시된 방법 중 한 가지가 지능형 교통체계(Intelligent Transportation System; ITS)인데, 이것은 교통체계의 효율성과 안정성을 제고하기 위하여 기존의 교통체계에 전자·컴퓨터·정보·통신 등의 지능형 기술을 접목시킨 차세대 교통체계이다. 이러한 지능형 교통체계 중에서 GPS(Global Positioning System)를 이용한 자동차 항법 시스템은 ITS 분야 중 가장 먼저 상용화 단계에 있는 분야이다(최종욱, 민준영, 남궁성, 이원하, 1997). 그러나 이러한 항법 시스템의 사용은 운전 중에 있는 운전자에게는 부가적인 정보처리를 요구하므로 부가적인 항법 시스템 자체가 위험요인으로 작용할 수 있다는 우려가 있어 왔다. 일본에서 연구한 자료에 따르면 운전 중 핸드폰과 자동차 항법 시스템의 사용은 충돌 위험을 증가시키는 것으로 나타났다(Green, 2000). 따라서 운전자의 주의를 분산을 최소화할 수 있는 자동차 항법 시스템 인터페이스의 설계가 필수적이며(Green, 1999), 이는 자동차 항법 시스템을 통한 정보 제공의 효율성뿐만 아니라 운전자의 정보처리 특성과 같은 인간 요인도 고려하여 보다 안전한 운전을 보장할 수 있는 시스템 설계가 병행되어야 한다는 것을 시사한다.

항법 시스템의 메뉴 구조

항법 시스템 설계에 있어서 시스템의 메뉴구조는 매우 중요한데, 그 이유는 항법 시스템이 방대한 정보 데이터베이스에서 운전자가 필요로 하는 정보를 위계적인 구조로 제공해야 하기 때문이다. 위계적인 메뉴구조에서 중요한 문제들 중 하나는 메뉴의 깊이와 너비를 정하는 것이다. 메뉴의 깊이는 위계적으로 배열된 메뉴 구조에서 목표 정보에 도달하기 위해 최상위 수준에서 최하위 수준까지 선택되어야 하는 단계의 수로 정의될 수 있으며, 이것은 본질적으로 순차적으로 처리된다. 예를 들어, 각각의 선택 단계마다 항법 시스템의 스크린이 갱신되는 경우이다. 이에 비해 메뉴의 너비는 한 화면에 동시에 제시되는 메뉴 항목들의 수로 정의될 수 있다. 사용자가 각 메뉴 항목이 목표 정보로 향하는 올바른 선택인지를 판단하는 과정 중에, 동시에 제시되는 정보의 양이 작업 용량을 초과하는 경우 처리 부담으로 인하여 정보 처리 효율성이 감소할 수 있다.

최적의 메뉴 구조를 구성하기 위해서는 메뉴의 항목 수에 따라 메뉴 구조의 깊이와 너비 수준의 상호 교환적 관계(trade-offs)를 고려하여 효과적으로 조합하여야 하고, 사용자의 제한된 인지적 자원을 고려하여 정보 처리 효율성을 높이도록 해야 한다. 깊이와 너비 수준의 상호 교환적 관계란, 한 화면에 제시된 항목들 중 목표 항목을 선택하는데 소요되는 시간과, 깊이 수준이 증가됨에 따라 소요되는 시간 간의 관계를 말한다. 메뉴 구조를 깊게 한 경우에는 거쳐야 하는 단계의 수가 많지만 한 화면 당 제시되는 항목들의 수가 적기 때문에, 각 단계의 항목들을 훑어보고 적절한 반응을 선택하는데 걸리는 시간이 짧게 된다. 반면에 메뉴의 구조를 넓게 한 경

우에는, 각 화면을 훑어보는 데 더 오랜 시간이 걸리지만, 어떤 항목을 선택하는 반응과 거쳐야 할 단계의 수가 줄어들게 된다. 따라서 메뉴 구조를 결정할 때 고려해야 하는 중요한 문제는 하나의 긴 목록을 탐색하는데 걸리는 시간과 여러 번의 선택과 반응을 하는데 걸리는 시간 사이에서 어떻게 균형을 맞출 것인지의 문제이다 (Mayhew, 1992).

메뉴 구조에 대한 연구들은 전반적으로 메뉴 구조의 깊이가 깊은 경우 이용자는 정보를 찾는데 더 많은 인지적 노력이 필요할 뿐만 아니라 이동을 위해 많은 조작이 필요하기 때문에 메뉴 구조의 깊이가 깊을수록 정보 탐색과 학습에 부정적인 영향을 미치는 것을 발견하였다 (Shneiderman & Kearsley, 1989). 예를 들어, Kiger (1984)는 메뉴 구조의 깊이가 깊을수록 정보 탐색에 더 많은 시간이 소요되었고, 실패율도 더 높았으며, 이용자의 선호도도 더 낮음을 밝혀냈다. 또한 메뉴 구조의 깊이가 깊을수록 이용자가 느끼는 복잡성도 함께 증가하여 이용자의 반응시간이 증가하고 정확도가 떨어지기 때문에, 메뉴 구조의 깊이를 얕게 구성하는 것이 정보 탐색에 효과적이라고 주장하였다.

Miller(1981)는 네 가지 다른 메뉴 구조에 따른 정보 탐색 효과를 분석하였다. 가장 깊은 구조는 64개의 메뉴 항목을 각 화면 당 2개씩 6단계(2 breadth × 6 depth, 이하 breadth는 'b', depth는 'd'로 표기함)로 제시하였고, 중간 구조는 각 화면 당 4개씩 3단계(4b×3d)로, 그리고 낮은 구조는 각 화면 당 8개씩 2단계(8b×2d)로 구성되었다. 마지막으로, 가장 낮은 구조는 한 화면에 64개의 모든 항목을 제시(64b×1d) 하였다. 이러한 네 가지의 메뉴 구조에서 하나의 메뉴 항목을 찾는 과제를 실행한 결과, 가장 깊은 메뉴 구조에서 가장 느린 정보 탐색 속도와 가장 높은 에러율을 보였고, '8b×2d'와 '4b×3d'로 구성된 메뉴 구조가 탐색 시간과 오류 측면에서 가장 효과적이었다.

메뉴 항목 선택에 대한 시간 압력 스트레스

사람들이 운전 중 필요한 지도 정보나 시설물 정보를 자동차 항법 시스템을 통해 찾고자 하는 경우에는 운전이라고 하는 일차과제와 목표 항목 선택이라고 하는 이차과제 사이에 제한적인 인지 자원을 적절히 분배해야 할 것이다. 그러나 급하게 목표 항목을 선택해야 하거나 운전의 난이도가 매우 높은 경우는 (운전에 좀더 주의를 집중해야 하기 때문에) 메뉴 항목 선택에 대해 시간 압력을 경험할 것이다. 따라서 안전하고 효율적인 항법 시스템 설계에는 시스템 메뉴 구조뿐만 아니라 시간 압력과 같은 스트레스 요인이 메뉴 선택에 어떠한 영향을 미치는지 고려할 필요가 있다. 스트레스 요인들에는 물리적 요인뿐만 아니라 불안, 피로, 욕구좌절, 및 분노와 같은 심리적 요인도 포함되며 이는 정보처리에 영향을 미친다(Wickens, Gordon, & Liu, 1997). 일반적으로 인간 오퍼레이터가 스트레스를 경험하게 되면 오퍼레이터의 주의폭이 좁아지는, 이른바 주의 협소화가 일어나기 때문에 탐지나 정보 처리 수행의 저하를 보인다. 그러나 스트레스에 의한 주의의 협소화는 수행을 저하시킬 때도 있지만 초점주의가 요구되는 경우에는 오히려 수행을 촉진시킬 수도 있다. Stroop 과제를 사용한 Houston(1969)의 실험에서 인쇄된 단어의 색명을 보고하는 반응은 그 단어가 동일 색명일 때 오히려 감소하였는데, 이는 다른 색명이 간섭을 일으켜서 주의 집중의 실패를 가져왔기 때문이다. 반면 스트레스는 적합한 색명에 더 많은 주의를 집중하도록 함으로써 Stroop 과제 수행을 향상시켰다. 따라서 스트레스에 의한 주의의 협소화는

주의 범위를 협소화시켜서 수행을 저하시키기도 하지만 주관적 중요성이 큰 과제의 수행은 향상시킨다.

인간이 기계와 상호작용 하면서 처리해야 하는 새로운 정보가 장기기억으로 부호화되는 과정에서 작업기억의 역할은 매우 중요하다. 그러나 스트레스는 일반적으로 작업기억을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, Davies와 Parasuraman(1982), Berken(1964), 그리고 Wickens (1991)의 연구에서 불안, 공포, 소음과 같은 스트레스는 제한된 용량을 가진 작업기억의 기능을 방해하였다. 그러나 스트레스는 장기기억으로부터의 정보 인출에는 별 지장을 주지 않는다 (Wickens, 1991).

스트레스 요인 중 시간 압력은 의사결정에도 영향을 미친다. Edland와 Svenson(1993)은 시간압력 하에서 의사결정을 할 때에는 일부의 입력정보를 선택적으로 받아들이고, 중요한 정보 원천이 더 큰 비중을 갖게 되며, 정확도가 감소하고, 복잡한 심적 계산 능력이 저하되고, 한 가지의 방략에만 집착한다고 하였다. 그리고 시간압력 하에서는 자신들이 가장 중요하다고 믿는 과제나 정보에만 주의를 기울이는 경향이 있다 (Svenson & Maule, 1993; Raby & Wickens, 1994; Chao, Madhavan, & Funk, 1996).

Wallace 등(1987)은 메뉴 구조와 시간 스트레스 사이의 관련성에 대한 실험을 실시하였다. 이 연구에서 사용된 메뉴 시스템의 구조는 좁고-깊은 형태와 넓고-얕은 형태로 조작되었다. 좁고-깊은 메뉴 구조에서는 3단계에 걸쳐서 한 화면에 4개의 항목이 제시되었고, 넓고-얕은 메뉴 구조에서는 한 화면에 2개의 항목이 제시되었지만 목표 항목까지는 6단계를 거치도록 하였다. 그들의 연구 결과는 시간 스트레스가 수행 속도도 느리게 하고, 에러도 증가시켰다는 것을 보여주었다. 특히, 시간 스트레스는 넓고-얕은 메뉴 구조보다 좁고-깊은 메뉴구조에서 수행 속도와 에러에 더 많은 영향을 미쳤는데, 이러한 결과에 대해 Wallace 등은 항목을 탐색하는 동안의 인지 처리 요구량 즉, 기억 부하가 좁고-깊은 메뉴 구조에 비해 넓고-얕은 메뉴 구조에서 상대적으로 더 적었기 때문이라고 설명하였다.

자동차 항법 시스템의 사용은 정보제공 측면이나 편리성으로 인해 점차 운전에서 필수적인 요소로 바뀌어 가고 있으나 부가적인 항법 시스템 자체가 안전한 운전 수행을 보장할 수 없다는 결과들도 제시되었다. 운전자는 한정된 주의 자원을 운전 수행뿐만 아니라 항법 시스템의 사용에도 할당해야 한다. 두 가지 이상의 과제에 주의를 할당하고 과제를 모두 처리하기 위해서는 시간-분할이 필요하다. 비록 중다-자원이론에서는 서로 다른 차원의 과제는 효율적인 시간-분할이 가능하다고 주장하고 있지만(예를 들어, Navon & Gopher, 1979; Wickens, 1984, 1992), 기본적으로 운전 수행은 시각 주도적인 과제이며 이것은 필요한 정보를 얻기 위해 항법 시스템에서 메뉴 항목을 탐색하고 선택해야 하는 것에도 적용된다. 따라서 안전한 운전을 보장하고 효율적으로 항법 시스템을 사용하기 위해서는 인간공학적인 측면이 반드시 고려되어야 한다. 그러나 메뉴 구조에 대한 대부분의 연구들은 차량 내에 설치된 항법 시스템의 단말기 크기가 아닌 일반적인 크기의 컴퓨터 모니터로 수행되었다. 뿐만 아니라 수행도 운전과 같은 동적 상황보다는 컴퓨터의 사용 과제와 같은 정적 상황에서 주로 평가되었다. 또한 기존의 메뉴 구조에 대한 연구는 메뉴 항목을 탐색하고 선택만 하면 되었지만 항법 시스템의 경우에는 운전이라는 일차과제와 항법 시스템의 작동이라는 이차과제를 함께 수행해야 하기 때문에 주의를 적절하게 분배해야

한다. 이러한 이유 때문에 기존의 메뉴 구조에 관한 연구 결과를 항법 시스템의 메뉴 구조에 그대로 적용시키는 것은 무리가 있을 것이다. 그리고 앞에서도 언급하였듯이 스트레스는 수행을 저하시키기도 하지만 적절한 각성 수준은 오히려 수행을 향상시키기도 하므로 주의가 협소해지더라도 오퍼레이터가 책략을 변경시킴으로써 수행이 더 향상될 수도 있다. 본 연구는 운전자가 스트레스를 경험하게 되는 상황의 하나인 시간 압력하에서 운전 난이도(도로의 유형)와 항법 시스템의 메뉴 구조를 조작하였을 때 운전자의 메뉴 탐색과 운전 수행에 어떠한 변화가 관찰되는지 살펴보고자 한다.

실 험 1

실험 1에서는 자동차 항법 시스템의 메뉴 항목을 선택하는데 시간 압력이 주어졌을 때와 그렇지 않았을 때 메뉴 항목 선택과 운전 수행에는 어떠한 차이가 있는지를 살펴보았다. 이를 위해 운전자들에게는 모두 동일한 형태의 메뉴 구조를 제시하였으며, 운전 난이도가 낮은 직선 도로만을 주행하도록 하였다.

방 법

실험참가자

부산대학교 학부생과 대학원생 중 운전면허증을 소지한 50명이 실험에 참가하였다. 실험참가자들의 평균 연령은 22.6세이며 남자 43명, 여자 7명이었다. 항법 시스템의 메뉴 항목을 선택하는데 충분한 시간을 준 시간 압력이 없는 조건과 제한된 시간 안에 메뉴 항목을 선택하게 한 시간압력이 있는 조건으로 나누어 각 조건 당 25명씩 실험참가자들이 할당되었다.

시뮬레이터 및 기구

본 실험에서 사용한 시뮬레이터는 고정형 시뮬레이터(fixed-based simulator)이며 차체는 90년식 엑셀이었다. 운전상황은 차체 전방 1.5m에 위치한 3×4m 크기의 스크린에 50×40도 크기의 화면을 지원하는 프로젝터(EIKI KD7000)로 제시하였으며, 엔진 소음은 증폭기(Inkel, CTA-4)를 이용하여 스피커(Inkel, DJ-81, 100W급) 두 대로 제시하였다. 운전상황을 모사하기 위해서 Visual C++로 제작한 프로그램을 사용하였다. 운전 프로그램을 통해 운전자의 행동에 따른 운전상황의 변화를 줌으로써 실제 운전상황과 유사한 환경을 제공하였으며 운전자의 행동은 1/16초 단위로 데이터베이스에 저장되었다. 운전상황 묘사와 운전행동 데이터를 실시간으로 저장하는 주 통제 컴퓨터는 Pentium Ⅲ-500MHz급을 사용하였다.

자동차 항법 시스템의 구현은 차량 대쉬보드 중앙 상단(운전자의 우측 상단)에 설치된 7인치 Pen Mount LCD 터치스크린 모니터에 Borland

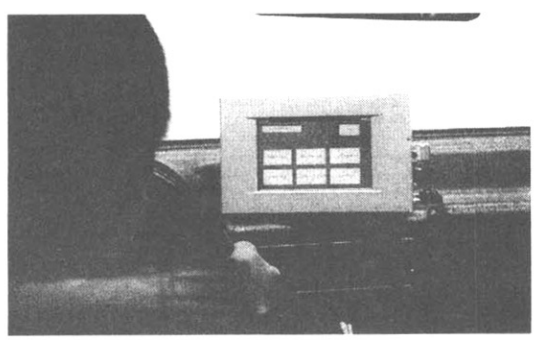


그림 1. 실제 운전상황에서의 차량 항법 시스템

Delphi 7로 제작한 프로그램을 사용하였으며(그림 1은 실제 운전상황에서 항법 시스템을 통해 운전자에게 정보가 제시되고 있는 상황을 나타내 주고 있다), 실험참가자의 메뉴 선택수행은 시간 측정 프로그램인 Winhrt를 사용하여 1/1000초 단위로 데이터베이스에 저장되었다.

실험 시나리오 및 절차

실험참가자들은 본 실험에 앞서 항법 시스템의 시설 정보 안내를 이용하여 목표 시설물을 찾는 과정에 대하여 간단하게 설명을 들은 다음 운전 시뮬레이션 적응을 위해 액셀러레이터와 브레이크, 핸들을 직접 조작해 보도록 하였다. 그리고 항법 시스템을 통해 목표 시설물을 찾는 연습을 6회 실시하였고 실제로 시뮬레이터를 연습 운전해 보도록 하였다.

본 실험에서 실험참가자가 해야 할 과제는 운전을 하는 것과 동시에 항법 시스템의 기능 중 시설 정보 안내 기능을 이용하여 주어진 목표 시설물을 가능한 신속하고 정확하게 찾는 것이었다. 항법 시스템은 터치스크린 방식으로 메뉴 항목을 선택하도록 되어 있었고, 운전자가 버튼을 누른 각각의 시점이 컴퓨터에 자동적으로 계산되어 저장되었다. 항법 시스템의 메뉴 항목들은 모두 6단계의 스크린을 통해 제시되었는데, 첫 번째 스크린에는 목표 시설물과 탐색의 시작을 알리는 확인 버튼이 제시되었고, 마지막 스크린은 운전자가 탐색의 결과 얻어진 시설물의 명칭과 과제의 종결을 의미하는 확인 버튼이 제시되었다. 두 번째 스크린에서부터 다섯 번째 스크린상에는 각각 모두 6개의 선택 메뉴 항목들이 동일한 수로 제시되었다.

실험참가자들은 70km/h의 속도로 차량을 운전하도록 지시를 받았으며 도로 상황은 한적한 지방 국도(직선도로)로 묘사되었다. 운전 연습을 마친 뒤 본 실험이 시작되면 시뮬레이터 차량 뒤쪽에 있는 실험자의 "시작"이라고 지시에 따라 운전자들은 운전을 시작하였다. 운전을 시작 한 후 5분 후에 항법 시스템 스크린상에 첫 번째 목표 시설물이 제시되었다. 목표 시설물을 찾기 시작하기 위한 "확인" 버튼을 누른 시점부터 목표 시설물을 찾아 다시 "확인" 버튼을 누르는 시점(이 측정치를 이후부터 "과제완료 시간"으로 명칭함)까지 측정되었으며 이것이 종속변인의 하나로 사용되었다. 첫 번째 목표 시설물을 찾은 뒤 30초 후에 두 번째 목표시설물이 스크린에 제시되었으며 이후에 총 6개의 목표물이 실험참가자마다 무선적으로 제시되었다. 실험1과 실험2에서 제시된 메뉴 항목들은 모두 단어(즉, 지시어나 목표물의 명칭)로 된 텍스트 자극이었다.

시간 압력의 정도를 조작하기 위하여 시간 압력이 없는 조건의 실험참가자에게는 메뉴 항목 선택에 충분한 시간을 제공한 반면, 시간 압력이 있는 조건의 실험참가자에게는 다른 실험참가자들이 한 개의 목표시설물을 찾는데 걸린 평균 과제 완료 시간을 알려주고, 그 시간 안에 목표 시설물을 찾는가를 체크한다고 지시하였다. 이 때 실험참가자에게 알려준 평균 과제 완료 시간은 예비 연구 결과로 얻은 평균 수행 시간의 1 표준편차 이하의 시간으로 대략 10초 정도였고, 실험참가자에게 10초 내에 한 개의 목표시설물을 찾도록 하였다. 그리고 실험자가 시간을 재고 있다는 것을 실험참가자가 볼 수 있도록 운전석의 옆에 있는 의자에 앉아서 스톱워치로 시간을 재다가 5초가 남았을 때부터 1초 간격으로 카운트다운을 하였으며 실험참가자들에게 10초 안에 목표 시설물을 찾은 수행과 그렇지 못한 수행을 체크한다고 말하였다.

본 연구에서는 항법장치를 이용하지 않고 도

로상의 지형지물이나 표지판을 이용하여 목표시설물을 찾아가는 통제조건은 사용되지 않았는데, 이는 연구목적이 항법장치의 효용성을 검증하는 것이 아니라 항법장치의 사용을 전제로 한 상태에서 시스템 메뉴 구조간의 수행 차이 비교에 있었기 때문이었다.

종속변인 및 분석

본 연구에서는 시간압력에 따라 실험참가자들이 보인 반응을 분석하기 위해 사용된 종속측정치들을 크게 두 가지 측면, 즉 시스템 메뉴 선택수행과 운전수행으로 구분하였다. t-검증으로 각 측정치들을 분석하였고, 통계적 유의도 수준은 5%로 정하였으며, 통계적으로 유의한 결과는 그림으로 그 결과를 제시하였다(그림 안의 오차 막대는 표준편차임).

첫째, 시스템 메뉴 선택수행을 살펴보기 위해서 메뉴 선택 과제 완료 시간과 에러(잘못된 항목을 선택하는 것)의 빈도를 측정하였다. 메뉴 선택 과제 완료의 시간이 짧고 에러 빈도가 적을수록 시스템 메뉴 항목 선택 수행이 우수하다는 것을 나타낸다.

둘째, 시스템 메뉴를 선택하는 동안의 운전수행을 살펴보았으며, 운전 수행 측정치는 차량의 종적통제와 횡적통제로 나누었다. 차량의 종적통제를 살펴보기 위해 운전 수행 중에서 속도유지 변산성, 목표속도 이탈 정도, 그리고 차간거리 변산성을 알아보았다. 속도유지 변산성은 실험참가자들이 시스템 메뉴를 선택하면서 얼마나 운전 속도를 일정하게 유지하였는지를 알아보는 지표로 속도유지 변산성이 적을수록 실험참가자들은 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다. 목표속도 이탈 정도는 실험참가자들이 지시한 목표 주행 속도인 70km/h를 얼마나 잘 준수하고 운전하였는지를 알아보는 지표로 목표속도 이탈 정도가 적을수록 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다. 차간거리 변산성은 선행 차량의 뒤 범퍼에서 실험참가자들이 운행한 시뮬레이터 차량의 앞 범퍼까지의 거리를 얼마나 일정하게 유지하였는가를 나타내는 것이며 차간거리 변산성이 적을수록 실험참가자들은 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다.

차량의 횡적통제를 알아보기 위해서 차선 내 횡적위치 변산성을 측정하였다. 차선 내 횡적위치 변산성은 차량이 차선 내에서 얼마나 많이 좌우로 흔들렸는가를 나타내는 지표로, 차선 내 횡적위치 변산성이 작을수록 실험참가자들은 안정적으로 차량을 통제했다는 것을 나타낸다.

결과 및 논의

메뉴 선택 수행(과제 완료 시간)

그림 2는 시간 압력의 유무를 조작하였을 때의 메뉴 선택 과제 완료 시간이다. 먼저 시간 압

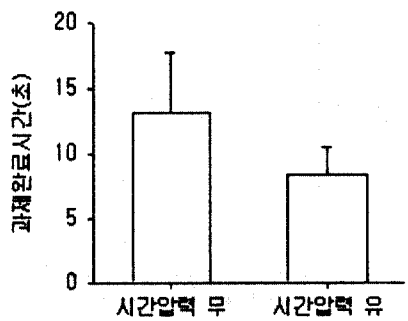


그림 2. 시간압력 유무에 따른 과제완료 시간의 차이

력 유무에 따라 메뉴 선택 과제 완료 시간이 차이가 있는지 분석한 결과, 시간 압력이 있을 경우가 시간 압력이 없는 경우에 비해 메뉴 선택 과제 완료 시간이 통계적으로 유의하게 빠른 반면[$t(48) = 4.71$, $p < .01$], 에러 빈도의 비교에서는 시간 압력이 있는 경우가 없는 경우에 비해 대체적으로 많은 에러를 보이는 경향이 있었다. 즉, 6개의 목표물을 찾아가는 동안 시간 압력이 있는 조건의 운전자들은 대략 1.0회의 에러를 범한 반면 시간 압력이 없는 조건에서는 대략 0.6회의 에러를 보였다. 그러나 이것은 통계적으로는 유의하지 않았다.

운전 수행

차량에 대한 종적통제 측면 중 속도유지 변산성은 통계적으로 유의한 차이가 있었는데 [$t(47) = 2.21$, $p < .05$, 이 종속측정치의 경우 극단치를 하나 제거한 결과 자유도에 변화가 있었음], 시간 압력이 있는 조건에 비하여 시간압력이 없는 조건에서의 변산성이 더 컸다(그림 3 참조).

종적통제의 또 다른 측면인 목표속도 이탈도

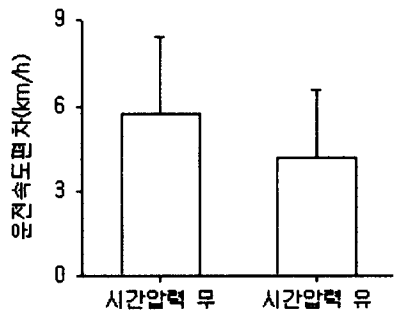


그림 3. 시간압력 유무에 따른 속도유지 변산성

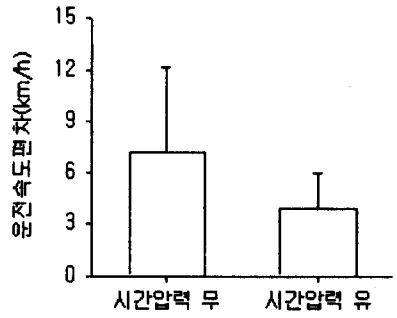


그림 4. 시간압력 유무에 따른 목표속도이탈

조건 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었는데 [$t(48) = 3.01$, $p < .01$], 시간압력이 없는 조건에서의 이탈 정도가 더 컸다(그림 4 참조). 그러나 차간거리 변산성과 운전수행의 횡적통제인 차선 내 횡적위치 변산성은 조건 간 차이가 없었다(시간압력이 없는 조건과 있는 조건 각각에 대해 차간거리 변산성은 12.8m 대 11.7m, 그리고 횡적위치 변산성은 0.142m 대 0.144m).

본 실험 1에서 메뉴 항목에 대한 선택 시간이 더 빠르고 에러율에는 차이가 없다는 결과는 시간 압력 하에서 선택 속도도 늦어지고 에러율도 증가했던 Wallace 등(1987)의 결과와는 차이를 보인다. 이에 대한 한 가지 가능한 설명은 정적 상황에서 메뉴 선택 과제가 일차과제였던 Wallave 등(1987)의 실험과는 달리 본 실험에서는 운전이라는 동적 상황에서 메뉴 선택 과제가 이차과제로 추가되어 시간 압력 스트레스가 전반적인 각성 수준을 더 향상시켰고, 그 결과 주어진 과제들에 대한 전반적인 수행 촉진을 유발하였기 때문인 것으로 생각된다.

또한 운전 시나리오 자체가 교통량이 많지 않은 한적한 지방 국도(직선도로)로 구현되어 차간거리를 조절하거나, 차선 변경 등의 조작을 할 필요가 없었기 때문에 운전자가 운전을 수행함

과 동시에 메뉴 항목을 선택하는데 필요한 인지적/운동적 처리 용량에 여유가 있었으며, 이로 인해 시간 압력 스트레스가 오히려 더 수행을 촉진할 수 있었던 것으로 판단된다. 따라서 일차과제인 운전 수행의 난이도를 좀더 높인 후에 시간 압력이 메뉴 항목 선택이나 운전 수행에 어떠한 영향을 주는지 살펴볼 필요가 있다.

실 험 2

실험 1의 결과를 살펴보면, 시간 압력이 있는 경우 메뉴 선택 수행과 운전 수행에서 더 나은 수행을 보였다. 실험 2는 운전난이도(곡선도로 대 직선도로)와 메뉴 구조를 변화시킨 후 실험 1의 결과와 어떠한 차이는지를 살펴보고자 수행되었다. 즉, 실험 1과 마찬가지로 시간 압력이 조작된 상황에서 운전난이도 및 시스템 메뉴 구조가 항법 시스템 메뉴 항목 선택 수행과 운전 수행에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다.

방 법

실험참가자

부산대학교 학부생과 대학원생 중 운전면허증을 소지한 104명이 실험에 참가하였다. 실험참가자들의 평균 연령은 22.3세이며 남자 75명, 여자 28명이었다.

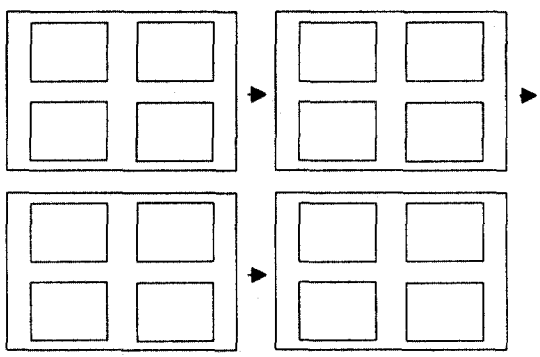
시뮬레이터 및 기구

실험 1과 동일하였다.

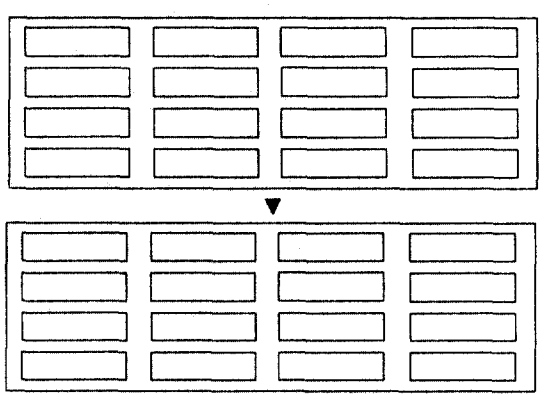
항법 시스템

실험 1에서는 항법 시스템에서 제공하는 시설정보 항목이 두 번째 스크린에서부터 다섯 번째 스크린상에 각각 모두 6개씩 제시된 반면, 실험 2에서는 이와는 달리 두 가지 메뉴 구조로 변경되어 설계되었다.

그림 5에서 보듯이, 좁고-깊은 메뉴 구조는 터치스크린에 4개의 항목이 제시되고 그 중에서 하나의 항목을 선택하면 그 항목에 속해 있는 하위 항목이 다시 4개가 제시되고 그러한 단계가 4개가 있는 형태였다. 이에 비해 넓고-얕은



(a) 좁고-깊은 메뉴구조



(b) 넓고-얕은 메뉴구조

그림 5. 실험 2에 사용된 두 가지 메뉴구조

메뉴 구조는 단계는 2개이지만 한 화면 당 16개의 항목이 제시되고 그 중에서 하나의 항목을 선택하면 다시 16개의 항목이 제시되는 형태였다.

실험 시나리오 및 절차

실험참가자들은 본 실험에 앞서 항법 시스템에서 시설정보안내를 이용하여 목표시설물을 찾는 과정에 대하여 간단하게 설명을 들은 후, 좁고-깊은 시스템 메뉴구조와 넓고-얕은 시스템 메뉴 구조 둘 중에서 자신이 하게 될 실험조건과 부합하는 한 가지를 먼저 연습하고 간단한 테스트를 거친 후 본 실험에 참가하였다. 테스트에는 목적지를 찾아가는 문제가 8개 제시되었으며 실험참가자들은 이 문제들을 다 맞추고 난 후에 본 실험에 참가할 수 있었다.

실험참가자들은 3분 동안 운전 시뮬레이션 적응을 위해 액셀러레이터와 브레이크, 핸들을 조작해 보았으며 실험 1과는 달리 직선도로와 곡선도로를 모두 주행하였다. 직선도로 조건과 곡선도로 조건을 제시하는 순서를 일정하게 한다면 실험참가자들에게 연습효과가 나타나게 될 것이므로, 이를 방지하기 위해 직선도로 조건과 곡선도로 조건을 제시하는 순서에 따라 운전 상황을 2가지 상황으로 나누어 실험참가자들에게 무선적으로 한 조건씩 할당하였다. 그리고 실험참가자들은 각 도로 조건에서 4개의 목표시설물을 찾아야 했으며 직선도로 조건과 곡선도로 조건에 제시되는 목표시설물은 서로 달랐고 무선적으로 제시되었다. 나머지는 실험 1과 동일하였다.

종속변인 및 분석

종속변인은 실험 1과 동일한 반면 결과의 처리는 변량분석을 사용하였다.

결과 및 논의

메뉴 선택 수행(과제 완료 시간)

그림 6에서 보듯이, 우선 시간 압력이 없을 때보다 시간 압력이 있을 때 메뉴 선택과제 완료시간이 빨랐고[$F(1, 100) = 45.380$, $p < .001$], 곡선도로 조건에 비해 직선도로 조건에서 메뉴 선택과제 완료시간이 빨랐으며[$F(1, 100) = 18.292$, $p < .001$], 좁고-깊은 메뉴 구조 조건에 비해 넓고-얕은 메뉴 구조에서 메뉴 선택 과제 완료시간이 빨랐다[$F(1, 100) = 6.362$, $p < .05$]. 실험 1에서도 나타났듯이 시간압력은 수행촉진 효과를 보였고, 일차과제가 더 쉬운 즉, 스티어링 휠이나 브레이크 조작이 상대적으로 덜 필요한 직선도로에서의 수행이 더 나았으며, 그리고 메뉴 구조가 깊을수록 반응시간과 에러율이 증가한다는 선행연구들의 결과처럼 좁고-깊은 메뉴 구조보다는 넓고-얕은 구조가 더 효과적인 것으로 보인다.

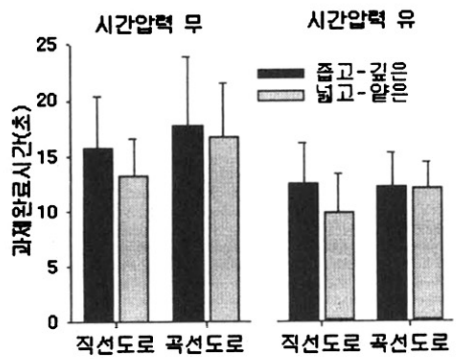


그림 6. 시간압력, 메뉴구조 및 도로종류에 따른 메뉴 선택과제 완료시간

도로 종류와 메뉴 구조간의 상호작용 효과가 유의하였는데[$F(1, 100) = 4.792$, $p < .05$], 이것은 좁고-깊은 메뉴 구조는 도로 조건간의 차이가 없었지만 넓고-얕은 메뉴 구조는 직선도로보다 곡선도로에서 메뉴 선택 과제 완료시간이 더 증가하였기 때문이다. 특히 시간 압력이 있는 경우 곡선도로에서는 메뉴 구조에 따른 효과가 없지만 직선도로에서는 좁고-깊은 메뉴 구조에 비해 넓고-얕은 메뉴구조에서 메뉴 선택 과제 완료시간이 더 빨랐다. 이것은 시간 압력이 있는 경우에는 메뉴 선택을 빨리 하려고 해도 곡선도로에서는 일차과제인 운전 수행에 주의가 많이 할당되었기 때문에 넓고-얕은 메뉴구조에서도 메뉴를 빨리 선택하기가 힘들었지만, 직선도로일 경우에는 운전을 하는데 주의가 많이 필요하지 않기 때문에 넓고-얕은 메뉴 구조에서 메뉴를 빨리 선택할 수 있었던 것으로 여겨진다.

또한 도로 종류와 시간 압력 간의 상호작용도 통계적으로 유의하였다[$F(1, 100) = 4.294$, $p < .05$]. 이것은 시간 압력이 있는 경우에는 메뉴 선택 수행에 더 많은 주의를 기울여 전체적으로 과제 완료 시간이 감소하는 대신 직선도로나 곡선도로에 따라서는 거의 차이가 나지 않은 반면, 시간 압력이 없는 경우에는 운전 수행에 주의를 더 많이 기울여 과제 완료 시간은 전체적으로 더 증가하였기 때문이다. 특히 시간 압력이 없는 경우 곡선도로에서의 메뉴 선택 과제 완료시간이 직선도로에 비해 상대적으로 더 큰 것은 운전자가 운전에 주의를 더 많이 기울였음에도 불구하고 운전자의 전반적인 각성 수준이 낮아 주의 용량을 넘어선 결과로 해석된다.

운전 수행

속도 유지 변산성의 분석 결과를 표시한 그림 7을 살펴보면, 시간압력이 있는 조건에 비해 시간 압력이 없는 조건에서 속도 유지 변산성이 컸다[$F(1, 100) = 5.346$, $p < .05$]. 이는 실험 1에서 보았듯이 시간 압력 때문에 생긴 적절한 각성이 운전자가 속도유지를 하는데 도움을 주었다는 것을 나타낸다. 그리고 넓고-얕은 메뉴 구조 조건에 비해 좁고-깊은 메뉴 구조 조건에서 [$F(1, 100) = 4.286$, $p < .05$], 그리고 직선도로 조건에 비해 곡선도로 조건에서 속도 유지 변산

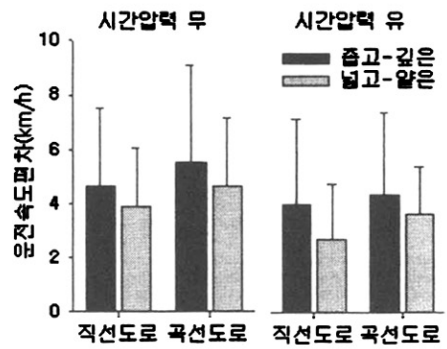


그림 7. 시간압력, 메뉴구조 및 도로종류에 따른 속도유지 변산성

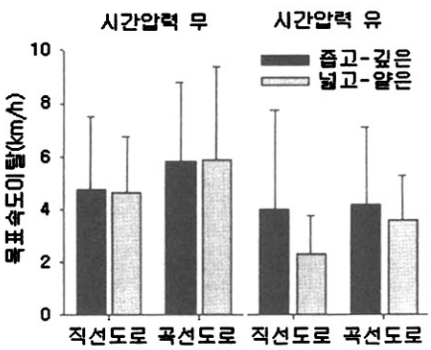


그림 8. 시간압력, 메뉴구조 및 도로종류에 따른 목표속도이탈 정도

성이 컸다[$F(1, 100) = 6.826$, $p < .05$]. 각 조건 간의 상호작용은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

목표속도이탈에 대한 분석 결과를 표시한 그림 8에서 시간 압력이 있는 조건에 비해 시간 압력이 없는 조건에서 목표속도이탈이 컸으며 [$F(1, 100) = 14.932$, $p < .001$], 직선도로 조건에 비해 곡선도로 조건에서 목표속도이탈이 컸으나 [$F(1, 100) = 9.808$, $p < .01$], 메뉴구조 조건에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았으며 조건들 간의 상호작용도 유의하지 않았다.

그림 9을 살펴보면, 우선 시간 압력이 있는 조건에 비해 시간 압력이 없는 조건에서 차간거리 변산성이 컸으며[$F(1, 100) = 6.096$, $p < .05$], 넓고-얕은 메뉴 구조 조건에 비해 좁고-깊은 메뉴 구조 조건에서 차간거리 변산성이 컸으나[$F(1, 100) = 6.620$, $p < .05$], 도로 종류에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았고 각 조건들 간의 상호작용도 유의하지 않았다.

그림 10에 제시된 것은 도로 종류에 따른 차선내 횡적위치 변산성의 분석 결과이다. 우선 시

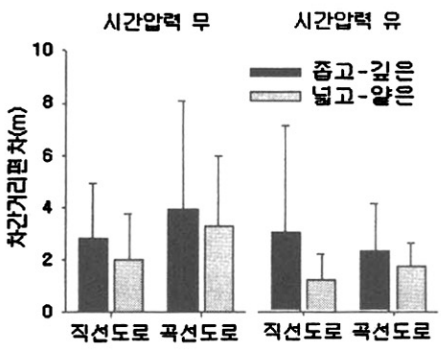


그림 9. 시간압력, 메뉴구조 및 도로종류에 따른 차간거리 변산성

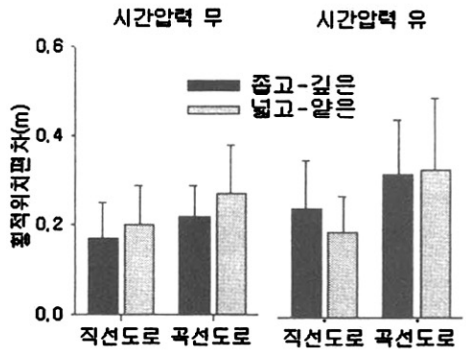


그림 10. 시간압력, 메뉴구조 및 도로종류에 따른 차선내 횡적위치 변산성

간 압력이 없는 조건에 비해 시간 압력이 있는 조건에서 차선 내 횡적위치 변산성이 더 컸고 [$F(1, 100) = 9.368$, $p < .01$], 직선도로 조건에 비해 곡선도로 조건에서 차선 내 횡적위치 변산성이 더 컸다[$F(1, 100) = 46.139$, $p < .001$]. 그러나 메뉴 구조에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 도로 종류와 메뉴 구조간의 상호작용[$F(1, 100) = 4.053$, $p < .05$]과 도로 종류와 시간 압력간의 상호작용은 통계적으로 유의하였다 [$F(1, 100) = 3.937$, $p < .05$].

도로 종류와 시간 압력간의 유의미한 상호작용은 직선도로에서는 시간 압력이 없는 경우와 시간 압력이 있는 경우에서의 차선 내 횡적위치 변산성의 차이가 거의 없으나, 곡선도로에서는 시간 압력이 없는 경우보다 시간 압력이 있는 경우에 차선 내 횡적위치 변산성이 증가함을 보여준다. 이것은 시간압력이 있는 경우 운전자들은 메뉴 선택 수행을 더 빨리 하고자 시도하고, 직선도로보다 곡선도로를 운전하는 데에 주의가 더 많이 필요하기 때문에 차선 내 횡적 위치 변산성이 더 컸을 것으로 여겨진다. 도로종류와 메뉴 구조간의 유의미한 상호작용은 직선도로일 경우 좁고-깊은

메뉴 구조와 넓고-얕은 메뉴구조의 차선 내 횡적 위치 변산성이 거의 차이가 나지 않았으나, 곡선 도로에서는 좁고-깊은 메뉴 구조보다 넓고-얕은 메뉴구조에서 차선 내 횡적위치 변산성이 더 증가하였기 때문이다.

종합논의

본 연구는 운전 시뮬레이션 실험을 통해서 시간압력, 운전난이도(도로종류) 및 항법 시스템 메뉴 구조가 항법 시스템의 사용과 운전자의 운전 수행에 어떠한 영향을 미치는가를 검토하고자 하였다. 실험 1은 현재 사용되고 있는 기본적이고 일반적인 터치스크린 방식의 항법 시스템 메뉴 구조를 이용하여, 시간 압력이 없는 조건과 시간 압력이 있는 조건을 변인으로 조작한 후 항법 시스템을 통해 목표시설물을 찾는 것이었다. 도로의 교통량이나 보행자 등과 같은 도로 상황은 제시되지 않았으며 직선 도로만을 주행하였다. 실험 1의 결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 항법 시스템 메뉴 탐색 수행의 측면에서 시간 압력이 있는 경우가 시간 압력이 없는 경우에 비해 메뉴 선택 과제 완료 시간은 빨랐으나 메뉴 선택 에러에서는 조건 간에 차이가 나타나지 않았는데 이는 전형적인 속도-정확성 교환을 벗어나는 것으로, 낮은 과제 난이도 때문인 것으로 여겨진다. (2) 운전자의 운전 수행에서 차량의 종적통제 측면은 시간 압력이 없는 경우에 비해 시간 압력이 있는 경우 실험참가자들이 더 안정적으로 목표 속도를 유지하는 것으로 보인다. (3) 차량의 횡적통제 측면은 시간 압력의 유무에 따라서 차선 내 횡적위치 변산성에는 차이가 없었다. 실험 1의 연구 결과를 종합하면 시간 압력이 없는 경우에 비해 시간 압력이 있는 경우 메뉴 선택 수행과 운전 수행에서 더 우수한 것으로 보인다.

이러한 결과는 주의에 대한 인지적 자원은 제한적이기 때문에 두 과제를 동시에 수행하게 되면 하나의 과제나 두 과제 모두에서 수행 저하를 보인다는 일반적인 결과와는 다른 결과이다. 이러한 결과가 나타난 이유는 도로의 여건이 단순한 직선도로만 있었기 때문에 운전을 하는데 많은 주의가 필요하지 않았고, 따라서 항법 시스템을 사용하는 데에 주의를 기울여도 일차과제인 운전 수행에는 부정적인 영향을 미치지 않았으며, 오히려 시간 압력이 운전자의 각성을 적절한 수준으로 올렸기 때문에 운전 수행에 긍정적인 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

실험 1에 사용된 운전 시나리오에서 도로 여건은 곡선도로를 배제한 단순한 직선도로만 있는 조건이었으며 보행자나 차량 그리고 운전 신호와 같은 운전 상황이 없어 실제 운전 상황과는 다르게 인위적이었기 때문에 도로의 상황을 살피고 거기에 맞는 적절한 반응을 하기 위해서 많은 주의를 필요로 하지 않았다. 그러므로 직선도로뿐만 아니라 곡선도로에서의 항법 시스템의 사용과 운전 수행을 살펴 볼 필요가 있을 것이며 기존의 항법 시스템의 메뉴구조와 다른 메뉴구조, 즉 메뉴의 깊이와 넓이를 변화했을 때의 항법 시스템의 사용과 운전수행도 살펴보았다(실험 2). 실험 2에서는 직선도로와 곡선도로에서 항법 시스템 메뉴 구조와 시간 압력 유무에 따른 항법 시스템의 사용과 운전자의 운전 수행을 비교 분석함으로써 안전하고 효율적인 항법 시스템의 메뉴구조의 설계 형태를 모색하고자 하였다. 실험 2의 결과를 요약하면 다음과 같다. (1) 항법 시스템 메뉴 탐색 수행의 측면에서 시간 압력이 있는 경우와 직선도로에서 메뉴 선택 과제 완료 시간이 빨랐으며, 좁고-깊은 메뉴 구

조에 비해 넓고-얕은 메뉴 구조에서 메뉴 선택 과제 완료시간이 빨랐다. 특히 시간 압력이 있는 경우 곡선도로에 비해 직선도로에서 좁고-깊은 메뉴 구조보다 넓고-얕은 메뉴구조에서 메뉴 선택 과제 완료시간이 빨랐다. 이는 넓고-얕은 메뉴 구조를 탐색할 때 시간 압력 때문에 생긴 각성으로 인해 운전자들이 모든 항목을 탐색하지 않고 필요한 항목만을 탐색하는 책략을 써서 메뉴 선택 과제 완료시간이 빨라진 것으로 생각된다. 운전하는데 주의가 많이 필요하지 않는 직선도로를 달릴 때에는 이러한 책략이 성공적이었으나 곡선도로를 운전하는 데에는 주의를 많이 요구하기 때문에 이러한 책략을 사용하지 못한 것으로 여겨진다. (2) 운전자의 차량에 대한 종적 통제 측면에서 속도 유지와 목표속도 유지는 곡선도로보다 직선도로에서 수행이 우수하였고, 속도 유지와 차간 거리 유지는 좁고-깊은 메뉴구조에 비해 넓고-얕은 메뉴구조에서 수행이 우수하였다. 시간 압력이 있을 때 차량의 속도, 목표속도, 그리고 차간거리를 더 잘 유지하는 것으로 나타났다. 반면 (3) 차량의 횡적통제는 직선도로와 시간 압력이 없는 경우가 수행이 우수하였다. 차량의 종적통제에서 시간 압력이 있는 경우 수행이 우수한 것과는 대조적으로 횡적통제에서는 시간 압력이 있는 경우 수행이 저하된 것은 운전자의 운전 수행 노력이 시간 압력에 따라 차별적으로 영향을 받는다는 것을 시사한다. 다시 말해 종적통제에 비해 횡적통제는 차선에 대한 추적과제가 병행되어야 하기 때문에 더 많은 인지적 자원이 차선 유지에 요구되지만 운전자들은 메뉴 항목 선택에 대한 시간 압력 스트레스 때문에 차선 유지에는 비교적 적은 양의 인지적 자원만을 할당했을 가능성이 있다. 예를 들어 메뉴 항목 선택에 필요한 인지적 자원과 차선 유지에 필요한 인지적 자원이 같은 자원을 사용할 가능성이 있다.

본 연구에 사용된 운전 시나리오는 실제 상황보다 많이 단순화되어 있어 도로의 상황을 살피고 거기에 맞는 적절한 반응을 하기 위해서 주의가 많이 필요하지 않았다. 그리고 속도를 도로 여건에 비해 비교적 저속인 70km/h를 일정하게 유지하도록 하였기 때문에 속도를 변화시켜야하는 운전 상황이나 고속으로 운전할 때도 고려되어야 할 것이다. 즉, 여러 가지 운전 상황에서 항법 시스템을 사용할 때의 운전 수행과 항법 시스템의 사용을 살펴볼 필요가 있으며, 운전 속도의 변화가 운전 수행이나 항법 시스템 사용에 미치는 영향도 살펴볼 필요가 있다고 여겨진다. 그리고 효율적인 항법 시스템을 설계하기 위해서는 메뉴 구조 외에 메뉴 항목의 크기나 자주 쓰이는 메뉴 항목의 위치와 같은 다른 여러 요인들도 함께 살펴볼 필요가 있을 것이다.

그리고 결과의 분석에서는 각각의 목표물들에 대해 종속치들을 각각 분석하는 대신 목표물들에 대한 측정치들을 합한 후 그 평균치를 분석에 사용하였으나 운전자들이 특정 목표물에 대해 갖고 있는 친숙도가 다를 수 있다는 점을 감안하면 추후 연구에서는 친숙한 목표물과 그렇지 않은 목표물에 대해 시간 압력이나 메뉴 구조의 효과가 어떻게 다른지 관찰하는 것도 바람직할 것으로 보인다.

최근 세계 여러 나라에서 자동차 내 항법 시스템을 개발하고 있으며 몇몇 나라에서는 거의 상용화 단계까지 이르렀다. 우리나라도 자동차 주요 생산 업체에서 항법 시스템의 개발에 많은 투자를 하고 있으며 얼마 지나지 않아 상용화가 될 것으로 여겨진다. 항법 시스템의 사용은 운전자에게 필요한 지도 정보나 시설물 정보, 최적 경로 정보와 같은 것들을 제공함으로써 보다 효율적인 운전을 할 수 있도록 해주지만 그러한

장점과 더불어 운전자의 주의를 운전이 아닌 다른 부가적인 장치에 기울이게 하여 안전 운전에 위협을 줄 수도 있다는 우려도 여러 연구들에서 제기되었다. 그러므로 아직 상용화 초기 단계에 있는 항법 시스템의 설계를 함에 있어서 인간공학적인 부분을 고려하여 효율적인 시스템을 만들려고 노력해야 한다. 본 연구를 통해 제공된 시스템 설계 및 운전자 행동에 관한 정보들은 안전하고 효율적인 항법 시스템의 설계에 중요한 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

교통개발연구원 (2000). 2000년 전국 교통혼잡비용 산출과 추이분석. 정책연구 2000-14.

최종욱, 민준영, 남궁성, 이원하 (1997). ITS와 첨단정보기술. 서울: 참말.

Berken, M. M. (1964). Performance decrement under psychological stress. *Human Factors, 6,* 21-30.

Chao, C. D., Madhavan, D., and Funk, K. (1996). Studies of cockpit task management errors. *The International Journal of Aviation Psychology, 6,* 307-320.

Davies, D. R., Parasuraman, R. (1982). *The psychology of vigilance.* London: Academic Press.

Edland, A., and Svenson, O. (1993). Judgement and decision making under time pressure: Studies and findings. In O. Svenson and A. J. Maule(eds.), *Time pressure and stress on human judgement and decision making*(pp.27-40). New York: Plenum Press.

Green, P. (1999). Estimating Compliance with the 15-Second Rule for Driver-Interface Usability and Safety. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 43rd Meeting.*

Green, P. (2000). Crashes Induced by Driver Information Systems and What Can Be Done to Reduce Them(SAE paper 2000-01-C008), *Convergence 2000 Conferenc Proceedings*, (SAE publication P-360), Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 26-36.

Huston, B. K. (1969). Noise, task difficulty and Stroop color-word performance. *Journal of Experimental psychology, 82,* 403-404.

Kiger, J. I. (1984). The depth/breath tradeoff in the design of menu-driven interface. *International Journal of Human-Machine Studies, 20,* 201-213.

Mayhew, D. J. (1992). *Principles and guidelines in software user interface design.* New Jersey: Prentice Hall.

Miller, D. P. (1981). The depth/breath tradeoff in hierarchical computer menus. *Proceedings of the Human Factors Society 25th Annual Meeting,* 296-300.

Navon, D., & Gopher, D. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review, 86,* 254-255.

Raby, M., and Wickens, C. D. (1994). Strategic workload management and decision biases in aviation. *International Journal of Aviation Psychology, 4,* 211-240.

Shneiderman, B., and Kearsley, G. (1989). *Hypertext hand-on!: An introduction to a new way of organizing and accessing information.* Reading: MA, Addison-Wesley Publishing Company.

Svenson, S., and Maule, A. J. (1993). *Time pressure and stress in human judgement and decision making.* New York: Plenum Press.

Wallace, D. F., Anderson, N. s., and Shneiderman,

B. (1987). Time stress effects on two menu system. In G. Perlman, G. K. Green, and M. S. Wogalter(eds.), *Human Factors Perspectives on Human-Computer Interaction*(pp.105-109). Santa Monica, CA: HFES.

Wickens, C D. (1984). *Processing resources in attention*. In R. Parasuraman and R. Davis(eds.), Varieties of attention(pp. 63-101). New York: Academic Press.

Wickens, C D. (1992). *Engineering psychology and human performance*(2nd ed.) New York: Harpercollins.

Wickens, C. D., Stokes, A. F., Barnett, B., & Hymann, F. (1991). The effects of stress on pilot judgement in a MIDIS simulator. In O. Svenson & J. Maule(eds), *Time pressure and stress in human judgement and decision making* (pp.271-292). New York: Plenum Press.

Wickens, C. D., Gordon, S. E., & Liu, Y. (1997). *An Introduction to Human Factors Engineering* (pp.307-308). Addison-Wesley Educational Publishers Inc.

1차원고접수 : 2004. 3. 2
최종게재결정 : 2004. 4. 12

한국심리학회지: 산업 및 조직
Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology
2004. Vol. 17, No. 1, 1-17

A Study on Interaction Between Driver and In-Vehicle Navigation System: Focused on Time Pressure and the System Menu Structure

Wonbum Choi Jaesik Lee

Department of Psychology, Pusan National University

The purpose of the present study was to compare menu searching performance and driving performance when the experimental conditions of time pressure, driving difficulty, and the system menu structures(narrow-deep vs. broad-shallow) were systematically varied. Driving performances of longitudinal and lateral vehicle control, and menu searching performances(i.e., menu selection time and error rate) were measured as the dependent variables. The results of the Experiment 1 showed that the drivers' menu searching and driving performance under time pressure condition were better than enough time pressure condition. The results of the Experiment 2 can be summarized as the followings: (1) As indicated in the Experiment 1, the drivers' menu searching performances under time pressure were better than enough time condition. (2) Menu searching performances were better when the drivers were required to select menu items from broad-shallow menu structure than narrow-deep menu structure, and to drive on the straight highway than curved highway. (3) Both aspects of driving performances were better in the straight highway condition than in the curved highway condition. However, (4) each aspect of driving performances appeared to be affected differently according to the time pressure condition and the system menu structure: longitudinal vehicle control was better when the drivers were asked to drive under time pressure condition and to select menu item from broad-shallow menu structure than they were asked to drive under enough time condition and to select menu item from narrow-deep menu structure. However, the drivers showed smaller lane position variability(lateral vehicle control) when there was enough time and they were provided narrow-deep menu structure. Finally, implication and issues related to this study were discussed.

key words : menu structure, time pressure, navigation system, driving performance