*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 26, No. 4 pp.127-133, November 2007 

# 자동차 계기판 개발을 위한 WDA (Work Domain Analysis) 적용

남택수[1] · 명노해[1] · 홍승권[2]

[1]고려대학교 정보경영공학부 / [2]충주대학교 산업경영공학과

# The Application of Work Domain Analysis for the Development of Vehicle Control Display

TaekSu Nam[1], Rohae Myung[1], Seung-Kweon Hong[2]

[1]Division of Information Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713
[2]Department of Industrial and Management Engineering, Chungju National University, Chungju, 380-702

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to apply WDA (Work Domain Analysis) for the development of EID (Ecological Interface Design) of vehicle control display. At first, a work domain model on the automobile operation was developed using the AH (Abstraction Hierarchy) which is one of WDA tools. Secondly, information requirements that should be included in vehicle control displays were extracted on the basis of the completed model. The vehicle control information that typical automobiles interface displays currently provide occurred on the low level of the work domain model. This implies that current control displays impose too heavy cognitive workload on automobile drivers. Information requirements that can be included new vehicle control display are also discovered in the high level of the work domain model. The detailed information for EID was not proposed in this study. In the further study, the development of vehicle control display will be deeply conducted, using the results of this study.

Keyword: Ecological Interface Design (EID), Work Domain Analysis (WDA), Information Requirements

## 1. 서 론

1770년 오늘날 자동차의 시조 격인 증기기관을 동력으로 한 세계 최초의 3륜 증기 자동차가 개발된 이래 현재까지 자동차는 다양한 주행 목적과 주행 환경, 그리고 관련 개발 기술을 바탕으로 현대 생활 속에 없어서는 안될 필수생활 요소로서 발전하였다. 그러나 이러한 자동차 기술의 발전과 주행 환경의 변화와 함께, 운전자가 자동차 운행을 위해 처리해야 하는 정보의 양은 증가하였고, 정보의 획득 및 처리 과정 그리고 운전자의 기타 과업들은 더욱 복잡해졌다.

운전자는 주행 중 필요한 정보의 80% 이상을 시각을 통해 획득한다. 이러한 정보의 주요 제공 원 중 하나는 자동차 계기판이다(Korea Appraisal Board of Traffic Accident, 2007). 운전자의 인지부하를 적게 하고, 자동차의 운행을 용이하게 하기 위해서는 이러한 시각정보 디스플레이를 인간공학적 관점에서 분석하고 설계하여야 할 것이다.

디스플레이의 부 적절한 설계로 인해 유발된 안전사고의

*이 연구에 참여한 연구자는 2단계 BK21사업 지원비를 받았음.
교신저자: 남택수
주 소: 136-713 서울시 성북구 안암5가, 전화: 02-3290-3905, E-mail: basrack@korea.ac.kr

예는 원자력 발전소, 비행기, 선박, 그리고 다양한 컴퓨터 디스플레이 시스템에서 찾아볼 수 있다. 이중에서도 가장 대표적인 예로는 원자력 발전소 제어실의 제어판 설계에 있어 인간공학적 결함으로 인한 쓰리마일 아일랜드(Three Mile Island) 원전사고가 있다.

현재 자동차의 시각 디스플레이 방법은 자동차 개발 초기에 제시된 형태와 거의 유사하다. 한가지 정보를 하나의 센서에 의해 추출하고, 디스플레이 상에 표현할 때에도 하나의 단일정보로서 표시하는 경향이 있다. 이러한 시각정보 디스플레이는 인간 중심의 디스플레이 설계보다는 기계 중심의 디스플레이 설계를 수행하던 과거 전통적 방법을 계속 사용하고 있기 때문이다.

그러나 이러한 방식은 운전자가 정보를 탐색하고 통합, 추론하는 과정에서 많은 인지부하(Cognitive Workload)를 가중시키게 된다(Goodstein, 1981). 이렇게 가중된 인지부하는 치명적인 사고의 원인이 될 수 있기 때문에 효과적으로 디스플레이를 디자인하고 사용함으로써 운전자의 에러나 작업부하를 감소시켜 줄 필요가 있다(Woods, 1991).

자동차 운전자의 편의를 위한 운전자 지원장치들(자동 순항 시스템, 충돌 방지 시스템, 주차지원 시스템 등)은 다양한 방면으로 연구되고 있다. 하지만 자동차 운전의 최종 책임을 지고 있는 운전자를 위한 디스플레이 연구는 상대적으로 미비한 실정이다. 운전자의 부주의와 태만으로 인한 사고가 전체 충돌사고의 78%를 차지한다는 사실(Sheila et al., 2005)은 신뢰할 수 있는 운전자 지원장치의 개발과 함께 운전자에게 주행정보를 적절하게 제공할 수 있는 디스플레이 개발의 중요함을 말하고 있다.

본 연구에서는 먼저 현 자동차 계기판 형태가 현재 복잡한 주행 환경과 복잡한 자동차 시스템에 적절한지 평가할 것이다. 다음으로 미래의 자동차에 사용될 수 있는 시각정보 디스플레이는 어떤 정보를 담고 있어야 하는지 도출할 것이다. 이를 위해서 생태적 인터페이스 디자인(EID: Ecological Interface Design) 방법을 사용할 것이다.

## 2. 생태적 인터페이스 디자인

자동차 시스템과 같이 복잡한 시스템을 효과적으로 조작하기 위해 사용되는 디스플레이를 설계하는 것은 간단한 작업이 아니다. Vicente (2002)는 이러한 복잡한 시스템의 디스플레이 설계를 위한 시스템 분석과 설계방법을 제시하였다. Vicente (2002)가 제시하는 EID(Ecological Interface Design)의 특성은 다음과 같다.

- 작업환경의 제한요소들을 반영한 인터페이스이며, 이 인터페이스를 사용하는 사용자들이 적은 인지부담을 갖고 시스템의 상황을 지각할 수 있음.
- 사용자들은 이 인터페이스를 갖고 효과적으로 시스템을 작동할 수 있으며, 이 인터페이스는 사용자의 조작행위가 설정된 목적에 어떻게 영향을 미치고 있는지를 나타내며, 복잡한 시스템과 환경의 관계를 쉽게 표시해 줌.

생태학적 인터페이스 디자인(EID)을 위해서는 먼저 인터페이스에 포함되어야 할 정보는 무엇이며 그러한 정보들 사이에 어떤 관계가 있는지 확인하기 위해 작업(Work)을 분석해야 한다. 작업분석방법으로는 일반적으로 직무분석(TA: Task Analysis)과 인지직무분석(CTA: Cognitive Task Analysis), 그리고 인지작업분석(CWA: Cognitive Work Analysis)등이 있다. TA는 시스템의 목적을 달성하기 위해 사용자에게 요구되는 행동, 또는 수행과정을 확인하는 것이다(Kirwan and Ainsworth, 1992). CTA는 인간-기계 시스템에서 사용자가 목적을 달성하기 위해 수행하는 물리적 활동 보다 인지적 기술이나 능력을 설명하는데 초점을 두는 방법이다(Militello and Hutton, 1998). CWA는 시스템이 예상할 수 없는 상황 또는 작업환경의 변화에 직면할 때 사용자의 적절한 대응을 지원할 수 있는 인터페이스 디자인을 위한 것으로 작업영역분석(WDA: Work Domain Analysis)을 포함한 5종류의 독특한 분석방법을 총칭한다(Vicente, 1999).

본 연구에서는 작업환경이 역동적이고 변화가 많은 자동차 주행 환경의 특성을 고려하여 인지작업분석(CWA)을 하였다. 특히 시스템 운영 목적을 달성하기 위해 필연적으로 작업영역에서 발생되는 제한사항과 각 요소들간의 관계를 명확히 표현할 수 있는 WDA를 하였다. WDA를 통해 EID에 필요한 필요정보를 추출하고, 이후에 이를 근거로 인터페이스를 설계하는 것이다.

한편 WDA를 용이하고 체계적으로 수행할 수 있는 도구도 제시되었다(Rasmussen and Vicente, 1989). 이 도구는 Abstraction Hierarchy(AH)으로 불리며, 시스템(또는 작업영역)의 목적을 달성하기 위해 필요한 기능(function)들을 계층적으로 분석하고 표현하는 도구이다. AH의 5계층은 다음과 같이 구성되어 있다.

- "무엇을 위해 작업영역이 디자인 되었는가?"라는 목적을 의미하는 Functional Purpose.
- 어떠한 법칙과 원칙아래 이루어지는가를 나타내는 Abstract Function.
- 관련된 프로세스는 무엇인가를 나타내는 Generalized Function.

- 어떤 장비가 관련되어 있으며, 어떤 능력을 갖고 있는가를 나타내는 Physical Function.
- 장비의 물리적 외형과 위치는 어떻게 되는가를 나타내는 Physical Form.

AH의 상위계층은 시스템의 주 목적에 밀접한 정보를 표현하며 이것은 시스템을 운영하기 위해 다양한 정보가 종합적으로 표현되어야 하는 디스플레이의 디자인에 유용한 정보를 제공할 것이다. 하위계층의 기능들은 시스템의 목적달성을 위한 하위기능이며, 세분화된 기능을 의미하게 된다. 한편 AH의 각 계층간에는 Means-End 관계로 연결되어 있다. 예를 들어, Abstract Function을 수행하는 이유(Why)는 Functional Purpose가 되고, Abstract Function들을 수행하기 위한 수단(How)은 Generalized Function들이 된다. 하위계층에서도 동일한 관계가 성립된다. Generalized Function들을 수행하는 이유(Why)는 Abstract Function들이다. 그리고 수행하는 방법(How)은 Physical Function들이다. 이러한 특성은 시스템의 목표달성을 위한 체계적인 정보구조를 도출하는데 AH가 사용될 여지를 주고 있다.

각 계층에 포함된 기능들은 시스템의 특성이나 환경적 특성에 따라 기능변화의 폭이 존재하고, 이 변화의 폭은 그 시스템의 제한사항(constraints)이 된다. 각 계층의 기능들과 기능들의 변화 폭은 또한 EID를 위한 주요정보가 된다.

## 3. 연구방법 및 결과

### 3.1 연구절차

본 연구는 그림 1과 같이 3단계로 수행되었다. 단계 1은 작업영역분석(WDA)을 통해 자동차 주행에 대한 하나의 WDM(Work Domain Model)을 만드는 것이다. 단계 2는 도출된 WDM을 평가하고 보완하는 단계이다. 단계 3은 선정된 모델로부터 EID에 필요한 필요정보(Information Requirements)를 추출하는 단계이다. 이 단계에서 현 자동차 계기판이 제공하는 정보의 성격이 무엇이며, 운전자에게 적절한 형태로 정보를 제공하고 있는지 평가할 것이다. 또한 미래 자동차에 사용될 수 있는 시각정보 디스플레이는 어떤 정보를 담고 있어야 하는지 도출할 것이다.

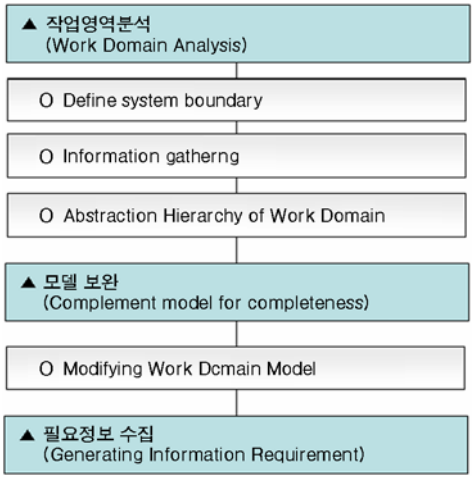


**그림 1.** 연구절차

### 3.2 작업영역 분석(Work Domain Analysis)

#### 3.2.1 시스템 경계 설정

단계 1인 작업영역분석(WDA)을 위해서는 세 가지 과업을 수행하여야 한다. 세 가지 중에 첫 번째가 시스템 경계를 설정하는 것이다. WDA는 인간을 중심으로 분석하는 것이 아니라, 분석하려는 시스템과 시스템을 둘러싼 환경을 면밀히 분석하는 시스템 분석방법이다. 따라서 시스템 분석의 목적, 주어진 문제의 종류 그리고 분석결과의 용도에 따라 시스템의 경계가 다르게 결정될 수 있다(Vicente, 2002). 따라서 시스템의 경계를 결정하는 것은 분석결과에 지대한 영향을 미치는 첫 번째 중요한 단계이다.

본 연구는 자동차 주행 환경 속에서 "어떻게 운전자가 안전하고 신속하게 자동차를 운전하는가?"에 대한 분석을 수행하고 이로부터 자동차 디스플레이에 표현되어야 하는 정보를 식별하려고 하는 것이다. 따라서 본 연구에서 시스템의 분석 범위는 자동차의 물리적 Process(중형 승용차 기준)와 자연 환경, 도로 환경 및 운전자로 구성된 주행 환경을 포함한다(그림 2).

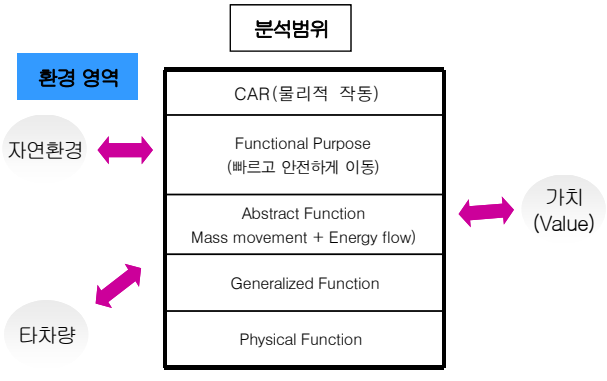


**그림 2.** 시스템 경계설정

#### 3.2.2 정보수집

단계 1에서 시스템 경계설정 다음으로 수행하는 단계는

AH분석을 위해 관련정보를 수집하는 것이다. 본 연구에서는 다양한 운전경력을 가진 운전자를 지원하기 위한 디스플레이 개발이 목적이기 때문에 운전경력이 다양한 운전자 11명(최소 1년 미만, 최대 9년)을 대상으로 운전의 목적, 애로사항, 요구기능을 조사하였으며 추가로 자동차 주행 환경분석을 위한 의견을 반영하였다. 자동차의 물리적 Process 분석은 관련서적(한영출 2004; 지창헌, 2006)을 참고하였다.

### 3.2.3 작업영역에 대한 AH분석

Abstraction Hierarchy를 기초로 한 Work Domain Model의 개발을 위해서는 AH 5계층의 기능(Function)들을 도출하는 것이 우선되어야 한다(Burns and Hajdukiewicz, 2004). 본 연구에서는 Physical Form은 제외하고, Functional Purpose, Abstract Function, Generalized Function, Physical Function들을 도출하였다. Physical Form은 본 연구의 목적인 자동차 계기판과 직접적인 관련성이 없어서 제외시켰다.

Functional Purpose를 결정하기 위해 Burns & Hajdukiewicz(2004)가 제안한 다음의 5가지 중요 고려사항을 참고하였다.

1. 무엇을 하기 위해 설계된 작업영역인가?
   (What was the work domain designed to do?)
2. 올바르게 작동된다면 어떻게 알 수 있는가?
   (How do I know if it is working correctly?)
3. 잘못된 수행과 대비하여 옳은 수행은 무엇인가?
   목적은 이런 조건을 표현하는가?
   (What is good performance as opposed to bad performance? Do my purposes express these criteria?)
4. 두 가지 이상의 목적을 찾았는가?
   (Have I found at least two purposes?)
5. 목적이 일반적인가?
   모든 가능한 작업을 포함하는가?
   (Are my purposes generic? Do they hold across all possible tasks?)

Functional Purpose는 'A에서 B로 빠르게 이동(Move from A to B quickly)'과 'A에서 B로 안전하게 이동(Move from A to B safely)'으로 결정하였다. Abstract Function은 Functional Purpose를 달성하기 위해 필요한 자연법칙과 원칙을 표현한 '질량이동(Mass movement)'과 '에너지 흐름(Energy flow)'으로 결정하였다. 한편 Generalized Function은 이를 달성하기 위한 자동차 내부에서 이루어지는 다양한 과정들로 정하였으며 Physical Function은 과정을 수행하기 위해 필요한 구체적인 자동차 구성 부품으로 하였다. 도출된 각 단계 내용들은 AH의 상-하위 단계에 걸

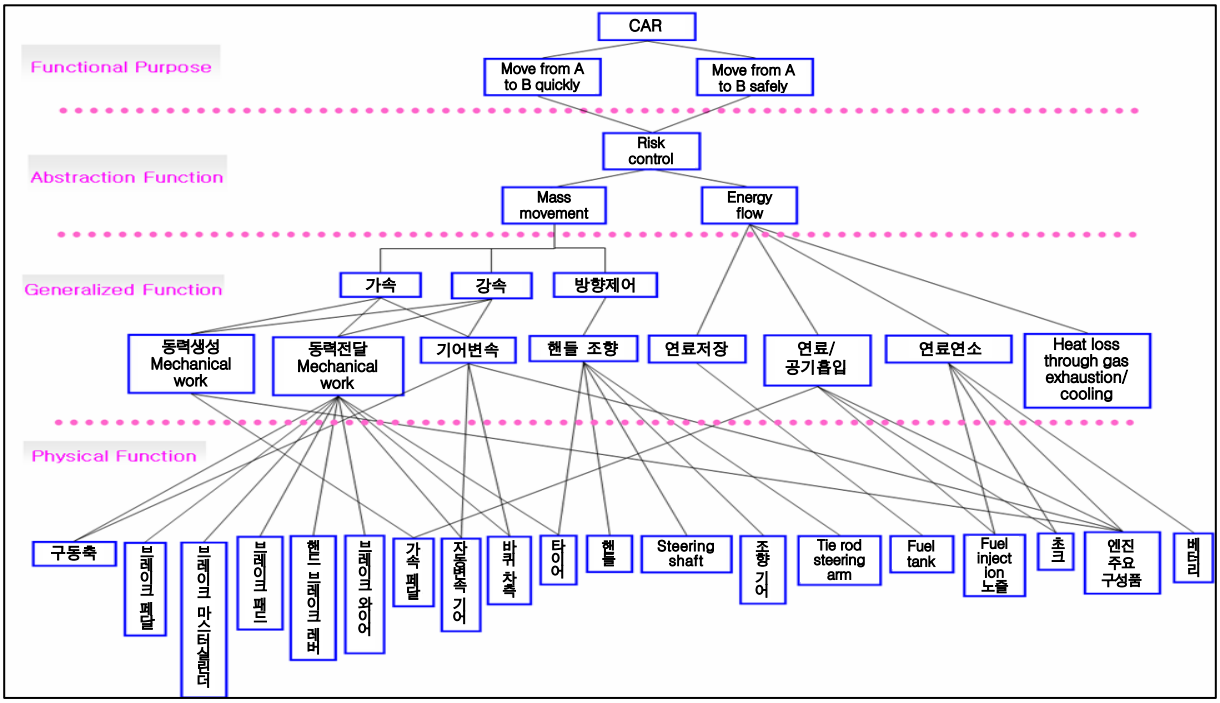


**그림 3.** Work Domain Model(Physical process of the car)

쳐 Means(수단)-End(결과)의 관계로 연결하였다. Means-Ends 관계는 시스템 목적을 달성하기 위한 시스템 운용 흐름을 보여주며 시스템 운용 과실의 원인을 보여주기도 한다. 즉, Means-Ends 관계를 통해 디스플레이 디자인을 위해 고려되어야 할 정보와 정보구조를 얻을 수 있다(Burns and Hajdukiewicz, 2004).

그림 3은 AH의 각 구성 요소를 Means-Ends 관계로 연결한 Work Domain Model이다.

### 3.3 WDM (Work Domain Model) 평가

완성된 WDM에 대한 평가를 위해 본 연구에서는 Burns (2001)에 의해 처음 제안된 Scenario Mapping 테스트 방법을 사용하였다. 개발된 WDM은 차량의 기본적인 물리적 Process(중형 승용차 기준)를 표현하고 있다. 따라서 WDM을 평가하기 위한 시나리오는 자동차 주행을 위해 이루어지는 기본적인 가속, 감속, 주행 중 방향 전환 및 연료 관리에 초점을 맞추었다. WDM 평가를 위해 사용된 시나리오는 표 1과 같이 정하였다.

**표 1.** Events for Scenario Mapping Test

| No. | Events |
|---|---|
| 1 | 정지 상태에서 50Km/h로 증속 |
| 2 | 주행 중 정지 상태로 감속 |
| 3 | 현재 50Km/h의 속도에서 20Km/h로 감속 |
| 4 | 주행 중 전방의 장애물을 피하기 위한 조작 |
| 5 | 차선을 변경하기 위한 조작 |
| 6 | 차량 주차를 위한 조작 |
| 7 | 주행 환경에 따른 안전 주행 관리<br>(야간, 악천 후, 저속 및 고속주행 등) |
| 8 | 적정 연료 소모율 관리 |
| 9 | 현재 잔여 연료량을 고려하여 추가, 주유시점 결정 |

시나리오 1번부터 3번까지는 주행 중 보편적으로 일어나는 차량 속도의 증가와 감소를 표현하였다. 4번부터 6번은 차선변경을 포함한 차량의 방향 전환을 표현한 것이다.

Scenario Mapping 테스트는 운전경험이 풍부한 운전자 2명(운전경력 7년 및 3년)과 자동차 구조에 대해 전문지식을 보유한 현직 자동차 정비사 1명(경력 13년)을 대상으로 실시하였다. 먼저 참가자에게 테스트 목적을 설명한 후 동의서를 작성토록 했다. 참가자에게 완성된 WDM을 보여주고 자동차 주행중인 상황을 가정하게 하였다. 이때 각 Events를 피실험자에게 제시하고 Events 달성을 위해 AH의 최상위 수준인 Functional Purpose에서 시작하여 최하위 수준인 Physical Function까지 각 수준의 요소와 Means-Ends 연결을 적도록 하였다. 그림 4는 Event 4번에 대한 Scenario Mapping 테스트 결과의 예이다.

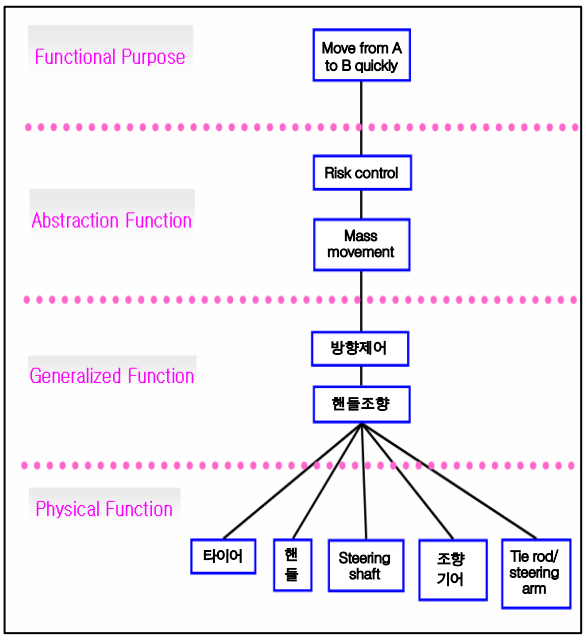


**그림 4.** Event 4번에 대한 Scenario Mapping 테스트 결과 예

테스트 결과 참가자들은 완성된 WDM으로 제시된 Events를 모두 설명할 수 있었다. 또한 계기판 개발이라는 목적에 비추어 추가되어야 할 내용은 없는 것으로 확인되었다. 따라서 완성된 WDM이 자동차의 물리적 Process를 충분히 설명하여 본 연구의 목적에 적절한 것으로 확인되었다.

### 3.4 필요정보(Information Requirement) 추출

단계 3인 Information Requirements 추출 단계는 Work Domain Model에서 EID 설계에 필요한 정보를 추출하는 단계이다. 정보추출을 위해 운전경력이 다양한 운전자 11명에게 완성된 Work Domain Model을 보여주고 Model의 각 수준에서 나타나는 기능 중 자동차 계기판에 포함되어야 할 것을 설문조사를 통해 얻었다. 그리고 자동차의 환경요인들이 자동차의 물리적인 프로세스에 어떻게 영향을 미치는지 설문하였다. 이 두 가지 정보는 Within Domain Requirements와 Between Domain Requirements이다 (Burns et al., 2005).

상위계층에 있는 기능들은 설정된 시스템의 주목적에 직접적으로 연관된 기능이다. 그러나 그 기능에 관련된 정보들은 시스템으로부터 직접적으로 얻기 힘든 경우가 많다. 또한 하위계층의 기능과 관련된 정보들은 시스템으로부터

습득하기는 용이하지만, 시스템의 목적과 관련성이 낮다. 현재 상용되는 일반적인 자동차에 대부분의 계기판들은 Work Domain Model 상에서 가장 하위의 계층에 나타나고 있다. 이는 표시되는 정보가 시스템의 주목적(신속한 이동과 안전)과 관련성의 정도가 낮고, 종합적인 정보를 제시하지도 못한다는 것을 의미한다. 또한 제시된 정보를 사용하여 주행을 할 때는 주어진 정보를 운전자 스스로 통합 및 추론하는 과정이 필요하기 때문에 인지부하가 크며, 주행상황에 대한 상황인식이 미흡할 수 밖에 없다. 표. 2a의 1번부터 8번까지가 자동차에서 공통적으로 볼 수 있는 계기판들이다. 이들은 WDM에서 가장 하위 수준인 Physical Function에서 확인될 수 있었다. 따라서 현재 상용되는 자동차 계기판이 포함하고 있는 정보 내용의 변화에 필요성을 확인할 수 있다.

**표 2**. 추출된 Information Requirements
(별표는 현재 자동차 디스플레이에서 기본적으로 표시되는 정보 내용임.)

**a)** 자동차의 물리적 Process

| No. | Information Requirements (Within) |
|---|---|
| 1* | 주행 속도 |
| 2* | RPM 상태 |
| 3* | 기어변속 상태 |
| 4* | 브레이크 작동 여부 |
| 5* | 배터리 상태 |
| 6* | 유압상태 |
| 7* | 엔진 상태 |
| 8* | 잔여 연료량 상태 |
| 9 | 차량 조향능력 표시 |
| 10 | 현재 연료 소모율 표시 |

**b)** 자동차 물리적 Process ↔ 주행 환경

| No. | Information Requirements(Between) |
|---|---|
| 1 | 도로 구간별 적정 주행속도 표시(차량 + 자연환경) |
| 2 | 안전 주행 상태 표시(주행속도 + 노면상태 + 시정 등) |
| 3 | 잔여 연료에 따른 주행 가능 거리<br>(연료 잔여 량 + 주행속도 + 노면상태 등) |
| 4 | 차선변경 참고 표시(주행속도 + 교통흐름 정도) |
| 5 | 주차 지원 디스플레이(차량 + 다른 차량 + 주차장 환경) |

미래 자동차에서 계기판에 표시되면 유용할 수 있는 정보들은 상위계층에 있는 정보들이다. 표. 2a의 9번(휠 얼라인먼트 상태 및 차축, 타이어 등의 상태 표시)과 10번(차량 무게, 타이어 마모 정도, 차량속도에 따른 연료 소모율 표시)은 현재 자동차들에 표시하고 있지 않는 정보들이지만, 통합화된 정보로 자동차 주행에 요구되는 정보들이다.

한편, 본 연구에서는 Within Domain Requirements 이외에 Between Domain Requirements를 추출하였다. 자동차 주행 프로세스에 직간접적으로 영향을 주는 타 차량 및 다양한 주행 환경(도로상태, 습도, 눈, 비, 사회적 규범 등)을 분석하여 표. 2b와 같은 정보들을 추출하였다. 자동차와 주변 환경의 다양한 조합에 의해 나타나는 요구되는 정보들이다. 이러한 정보들이 적절하게 EID로 표현된다면, 운전자들은 적은 인지부하로 편안한 주행을 하게 될 것이다.

## 4. 결론 및 검토

본 연구에서는 자동차 주행에 관련된 영역에 대한 Work Domain Analysis를 실시하여 Work Domain Model을 개발하였고, 모델에 대한 테스트를 실시하여 그 타당성을 확인하였다. 그리고 현재 사용되고 있는 자동차 계기판의 정보내용들은 대부분 하위 수준의 정보들로 구성되어 있으며, 이러한 정보들은 운전자의 머리 속에서 각각 정보처리 과정을 거쳐 서로 융합되고 추론되어 과도한 인지부하(Work load)를 발생시킬 수 있음을 확인하였다. 또한 미래 자동차에서 표시되어야 할 정보들이 추출되었다.

지금까지의 연구는 정보추출 단계까지의 연구였다. 이 결과는 자동차 주행관련 영역에서 EID 기법을 통한 계기판 개선의 가능성을 시사하고 있다. 추후 연구에서는 본 연구를 통해 추출된 정보를 기초로 계기판에 포함될 정보내용의 우선순위 식별과 Ecological Design을 구체화시킬 것이다.

## 참고 문헌

Burns, C. M., Bryant, D. J. and Chalmers, B. A., "Scenario mapping with work domain analysis", *Proceedings of the 45th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, 424-428, 2001.

Burns, C. M., and Hajdukiewicz, J. R., *Ecological Interface Design*, CRC Press, 2004.

Burns, C. M., Bryant, D. J. and Chalmers, B. A., "Boundary, Purpose, and Values in Work Domain Models: Models of Naval Command and Control", *IEEE Transactions of system, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, 35(5), 603-616, 2005

Goodstein, L. P., Discriminative display support for process operators. In Rasmussen J., Rouse WB(Ed), *Human detection and diagnosis of system failure*, New York: Plenum Press, P. 433-449, 1981.

한영출, *자동차공학개론*, 문운당, 2004.

지창헌, *자동차공학*, 동명사, 2006.

Kirwan, B. and Ainsworth, L. K. *A guide to task analysis*, London: Taylor & Francis, 1992.

Korea Appraisal Board of Traffic Accident, http://www.carsago119.co.kr, 2007.

Militello, L. G. and Hutton, R. J. G., "*Applied cognitive task analysis*: A practitioner's toolkit for understanding cognitive task demands", *Ergonomics*, 41, 1618-1641, 1998.

Rasmussen, J. and Vicente, K. J., "Coping with human errors through system design: Implications for ecological interface design", *International Journal of Man-Machine Studies*, 31, 517-534, 1989.

Sheila G. Klauer, Vicki L. Neale, Thomas A. Dingus, David Ramsey, and Jeremy Sudweeks., "Driver inattention: a contributing factor to crashes and near-crashes", *Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1922-1926, 2005

Vicente, K. J., *Cognitive Work Analysis: Toward Safe, Productive, and Healthy Computer-Based Work*, Mahwah, NJ: Erlbaum and Associates, 1999.

Vicente, K. J., "Ecological Interface Design: Progress and Challenges", *Human Factors*, 44(1), 62-78, 2002.

Woods, D. D., The cognitive engineering of problem representations, In Weir GR, Alty JL(Ed), *Human-computer interaction and complex systems*, Academic Press, New York, 1991.

## ◐ 저자 소개 ◑

❖ 남 택 수 ❖ basrack@korea.ac.kr

공군사관학교 기계공학 학사
현 재: 고려대학교 정보경영공학부 석사과정
관심분야: HCI, 제품개발, 인지공학

❖ 명 노 해 ❖ rmyun@korea.ac.kr

Texas Tech University Industrial Engineering 박사
현 재: 고려대학교 정보경영공학부 교수
관심분야: HCI, 인지공학

❖ 홍 승 권 ❖ sksk-hong@hanmail.net

State University of New York at Buffalo 산업공학과 박사
현 재: 충주대학교 산업경영공학과 교수
관심분야: HCI, 인지공학, Macroergonomics

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 07월 10일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2007년 09월 12일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2007년 09월 27일