

# 고령자 친화형 차량내부 정보시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 도출

배성현\* · Jose Fernando Sabando\* · 김상호\*

\*금오공과대학교

## Elder Drivers and Age-related Changes: A User Requirement Analysis for In-Vehicle Information System

Sung-Hyun Bae\* · Jose Fernando Sabando\* · Sang-Ho Kim\*

\*School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

### Abstract

The objective of this study is to analyze the needs and determine the requirements of elder drivers for effectively using In-vehicle Information Systems (IVIS), by reducing cognitive and physical impact on this vulnerable group. The persona method was used to determine the relevant characteristics of older drivers. Task analysis was performed in order to obtain general interaction problems of the personas when using a common function of recent days IVIS. The results were classified in the different usability goals as general requirements, specific needs. This study suggest improvement directions in order to develop an elderly friendly IVIS; in addition, different usability metrics were suggested. In this way, elder drivers would easily interact with new powerful functions supplied by IVIS of modern cars; while improving safety and comfort of an rapidly aging society.

**Keywords:** Driving, Elderly drivers, IVIS, Requirement, Persona

## 1. 서론

오늘날 대한민국의 사회적 이슈 중 하나인 인구의 고령화는 사회적으로 많은 문제를 발생시키고 있고 교통 측면으로 바라보면 고령운전자들의 증가로 인해 많은 사고를 야기하고 있다. 현재 우리나라의 고령자 기준은 55세부터 65세까지 법에 따라 다르게 적용되고 있다. 국가 통계의 기준이 되는 통계청에서는 국제적으로 통용되고 있는 65세 이상을 고령자로 규정하고 있으며 경찰청과 도로교통공단의 교통사고분석시스템(TAAS)에서도 65세 이상을 기준으로 고령자 관련 통계를 분석하고 있다.

<Table 1> Driver statistics(2010~2014)

| Category | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Total    | 26,40 | 27,25 | 28,26 | 28,84 | 29,54 |
| Driver   | 2,364 | 1,153 | 3,317 | 8,040 | 4,245 |
| Elderly  | 1,299 | 1,451 | 1,658 | 1,869 | 2,078 |
| Driver   | ,913  | ,437  | ,560  | ,155  | ,855  |
| %        | 4.9   | 5.3   | 5.9   | 6.5   | 7     |

†본 논문은 금오공과대학교 교내학술연구비 지원에 의한 연구결과임.

†Corresponding Author : Sang-Ho Kim, Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology, 61 Daehak-ro, Gumi, Gyungbuk 39177, Korea

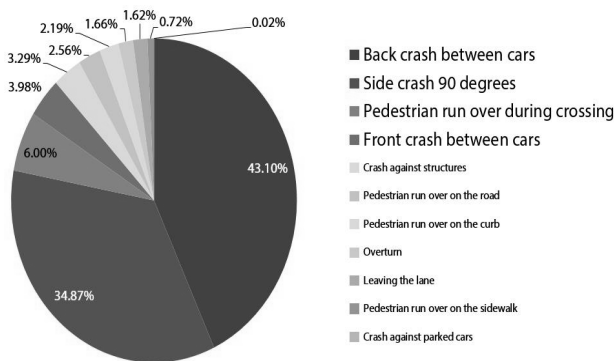
Received January 20, 2017; Revision Received February 11, 2017; Accepted March 11, 2017.

<Table 1>은 전체 면허소지자와 고령 면허소지자의 증가 추세로 전체 면허소지자 대비 고령운전자의 비율은 `10년 4.9%에서 `14년 7%로 5년 간 2.1%p 증가한 것으로 나타났으며, 전체 면허소지자의 경우 5년간 12% 증가한 반면 고령 면허소지자는 5년간 60%가 증가한 것을 알 수 있다.

고령자 교통사고 발생건수의 경우 도로교통공단 자료에 따르면 `10년 36,595건에서 `14년 73,691건으로 5년 사이에 2배 가까이 증가했고 전체 교통사고 사망자 중 고령운전자의 비율은 `10년 9.9%에서 `14년 16%로 증가하였다. 특히 눈여겨 볼 점은 전체 교통사고 사망자는 `10년 5,505명에서 `14년 4,762명으로 감소하는 경향을 띄는 반면 고령운전자는 `10년 547명에서 `14년 763명으로 증가하고 있다는 것이다. 이는 고령운전자의 경우 같은 사고를 당하더라도 신체능력의 약화, 노화로 인해 일반운전자보다 더 부상을 당하기 쉽고, 사망에 이를 수 있다는 사실을 보여준다.

대중교통인 택시의 경우 지난 7월 말 기준으로 65세가 넘는 고령운전자는 전체 택시기사 중 22.4%에 달하며 60세 이상으로 확대해보면 47.1%로 거의 절반에 가까운 택시기사가 고령운전자라는 것을 교통안전공단의 자료에 의해 알 수 있다. 이에 따라 택시를 이용하는 승객들까지 잠재적으로 고령운전자 관련 교통사고에 위협받고 있는 실정이다.

교통사고분석시스템에 따르면 고령운전자들로 인해 발생한 사고 중 가장 큰 비율을 차지한 사고 유형은 Figure 1에서 보이는 것처럼 추돌이 43.1%, 측면직각 충돌이 34.9%로 나타나고 있다.



[Figure 1] Accidents Types : Elderly Drivers

이와 같은 고령운전자 관련 사고가 갈수록 증가하고 있는 요인 중 하나로 현재 IVIS가 고령운전자를 고려하지 않고 일반운전자에 좀 더 초점이 맞춰져 있다는 것을 들 수 있다.

IVIS란 In-vehicle Information System의 약자로

써 차량 내 정보시스템을 말한다. IVIS는 자동차의 모든 시스템으로 자동차의 기능이 증가함에 따라 이를 더 효과적으로 조작하고 표시하기 위해 많은 개발이 이루어지고 있다. 이전의 자동차는 기계적인 요소에 집중하고 장소의 이동에 초점을 두었지만 IT기술이 발전함에 따라 많은 새로운 기능들이 차량에 탑재되었고 운전자와 IVIS간의 원활한 인터랙션에 초점을 두게 되었다.

하지만 현재 상용화 된 IVIS를 살펴보면 사용자와 기능 간의 인터랙션에 초점을 두었지만 급증하고 있는 고령운전자를 위한 설계는 미흡한 실정이다. 장치환(2010)은 자동차산업에서 인간공학에 대한 관심과 중요성이 날로 증가하고 있으며, 보다 체계적인 연구를 통해 해당분야의 발전을 가속화시켜야함을 강조하였다. 이 연구에 따르면 자동차 인간공학의 연구에 있어 연령을 포함한 운전자 특성차를 반영할 수 있는 유니버설 디자인에 대한 관심이 필요하며, 운전 상황에 대해 정확하게 인지하고 판단할 수 있도록 적절한 정보를 적절한 시점에 제공하는 지능형 운전자 정보시스템의 개발이 필수적이라고 하였다. 또한 강병도(2011)는 고령사회로의 진입을 대비하여 현재 국내에서 진행 중인 고령자의 이동편의증진을 위한 다각적인 정책을 소개하고 고령자친화형 자동차 안전성향상 기술개발 연구현황을 정리하였다. 연구현황을 세부적으로 살펴볼 때 고령자들의 인지적 부담을 경감시킬 수 있는 차세대 HVI를 개발하기 위한 연구는 다소 부족함을 알 수 있다. 또 고령자 친화형 자동차의 개발방향에 대해서 김동성(2010)은 소비자 진술선호조사를 바탕으로 고령자 친화형 자동차의 등장에 따른 자동차 수요시장의 변화와 이에 따른 국가적 과급효과를 분석하였다. 이 연구결과에 따르면 가격별, 장착 기능별, 연도별 시나리오별에 따라 고령자 친화형 자동차의 수요와 과급효과가 크게 달라진다. 따라서 사용자들의 선호도에 부합하며, 경제적 과급효과를 이끌어낼 수 있는 개발방향의 설정이 중요함을 알 수 있다.

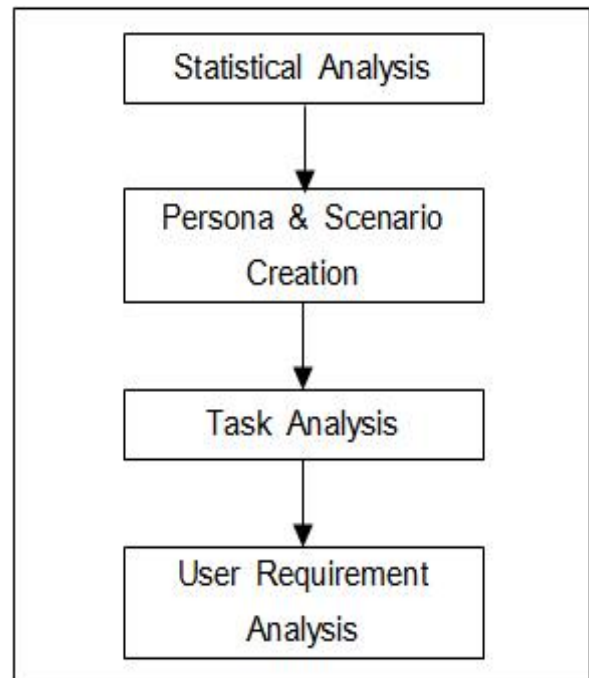
고령 운전자 관련 사고를 줄이고 예방하기 위해서는 고령 운전자의 신체적, 인지적 특성을 반영하여 IVIS 기능을 설계할 필요가 있다. 일반적으로 운전자가 65세 이상인 고령의 나이가 되면 시력, 청력, 근력을 비롯한 신체적 작업 능력과 단기 기억, 공간 지각과 같은 인지적 작업 능력이 일반 운전자에 비하여 떨어지는 특징을 가지고 있다. 정세빈(2014)은 30년 이상의 운전경험과 나이에 맞는 신체적 특징을 가진 65세, 70세, 60세 3명의 피험자들을 대상으로 주행실험을 한 결과 운전 시작 후 10분이 경과 되었을 때 피험자들은 눈의 피로를 느꼈고 20분이 지난 후 목의 통증과 눈의 피로를 함께 느꼈으며 30분이 지나자 흐릿한 시야와

목과 등의 통증, 청력의 저하를 호소한다고 하였고 김만호(2009)은 연령별 운전자의 반응 특성을 분석하여 적절한 경고음의 범위를 제안하기 위해 20대, 40대 그리고 60대 운전자를 대상으로 경고음의 특성에 따라 제작한 경고음을 무작위로 발생시킨 뒤 가속 페달에서 발을 떼는 시간과 제동 페달을 밟는 시간을 측정하였다. 고령운전자의 인지적 작업능력의 경우 연령에 따라 뇌의 구조와 기능적 변화로 인해 인지기능도 함께 변화하며 이는 인지기능의 쇠퇴로 이어진다. 일반적으로 인지기능은 20대부터 서서히 감소하는 경향을 보이는 데 눈에 띄게 감소하는 부분은 인지 처리의 속도, 억제, 작업 기억과 장기 기억능력으로 볼 수 있다. 특히 인지 처리의 억제 부분에서 고령자는 젊은 사람에 비해 불필요한 소리에 대한 인지를 억제하는데 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 이용태(2009)은 연령증가에 따른 운전자의 인지 특성 및 운전특성에 대한 평가 지표 설정을 위하여 20대, 40대 그리고 60대 운전자를 대상으로 도심 구간과 고속도로 구간의 모의 주행 실험을 수행하였다. 이 연구결과에 따르면 인지부하의 난이도를 증가시킴에 따라 60대에서 인지처리능력의 저하가 두드러지게 나타났으며, 이러한 현상은 고속도로 조건보다 도심주행 조건에서 더욱 심하였다. Leversen 등(2013)은 35~45세 연령그룹과 65세 이상인 고령자 그룹을 대상으로 시뮬레이터를 이용하여 세 가지 조건에서 이중과업을 수행하도록 하고 그 과정에서 나타나는 수행도의 차이를 측정, 평가하였고 낮은 시각작업 부하 조건에서 선택반응시간을 측정한 실험조건과 시각작업 부하를 높이고 단순반응시간을 측정한 실험 조건에서는 고령자 그룹이 일반 그룹에 비해 각각 27%와 46% 느린 응답시간을 보임을 확인하였다. 또한 고령 운전자들이 실제로 요구하는 사항을 인터페이스에 투영시키기 위해 체계적인 방법을 통해 고령 운전자들의 요구사항을 알아봐야 한다. Maguire 등(2002)은 정보시스템의 설계와 성공적인 상호작용을 위해 사용자 요구분석의 실시가 필수적임을 주장하고 사용자 요구분석을 위한 개별적 방법론과 이를 적용한 사례들을 종합적으로 정리하였다.

본 논문에서는 고령자 친화형 IVIS 개발 방향을 이끌어 내기 위하여 고령운전자의 요구사항을 도출하는데 목적을 두고 연구를 진행하였다. 특히 사용자를 기준으로 의사결정을 할 수 있게 해주고 요구사항을 쉽게 알아낼 수 있는데 많이 사용되어 온 Persona기법을 이용해 고령운전자의 특성을 확인하고 Task Analysis로 행동을 분석하여 요구사항을 도출함으로써 고령자 친화형 IVIS의 개발 방향을 제안하고자 한다.

## 2. 연구 방법

본 연구에서는 사용자 요구사항 분석 방법론을 사용하여 고령운전자의 요구사항을 이끌어내고 이를 통해 개선이 필요한 기술적인 요소를 정리하여 고령자를 위한 IVIS의 방향성을 제시해 보고자 하였다. 고령운전자 요구사항 분석 과정은 통계 분석, Persona Model 정립, Task Analysis, 사용자 요구사항 분석 순으로 진행하였으며 프레임워크는 [Figure 2]와 같다.



[Figure 2] User Requirement Analysis Process

연구방법은 먼저 통계 분석에 의한 Persona Model 개발부터 시작하였다. Persona 기법을 사용한 이유는 고령자 친화형 자동차 인터페이스가 상대적으로 새로운 시스템이기 때문에 직접 사용한 사용자를 찾는 데 어려움이 있고 사용경험 또한 부족한 실정하기에 Persona 기법을 사용하게 되었고 이로 인하여 부득이하게 조건적 Persona로 연구를 진행하기로 하였다.

### 2.1 페르소나 도출

Persona는 사용자 인터뷰, 사용자 자료와 같은 실제 리서치를 기반으로 만들어져야 하며 한 명의 사용자로 표현되는 Persona는 사용자의 특성과 니즈를 한 명의 사람으로 친숙하게 표현하기 때문에 감정이입에 도움을 주고 한 명의 Persona는 다수의 특정 사용자 그룹을 나타낸다. 하지만 시간과 근거 자료가 충분하지 않

은 경우에는 조건적 Persona를 만드는 것이 좋다. 조건적 Persona는 실제 Persona와 매우 유사하며 구할 수 있는 자료를 바탕으로 부족한 부분은 인터랙션 디자이너가 판단하고 사용자의 행동 패턴과 목표, 동기를 결정한다. 조건적 Persona는 팀원 모두가 디자인과 사용자에게 초점을 맞추는 데 큰 도움이 되지만 잘못된 사용자에게 초점을 맞출 수 있고 제대로 된 사용자에게 초점을 맞추더라도 중요한 행동패턴을 놓칠 수 있으며 조건적 Persona 제작에 참여하지 않은 사람을 이해시키기 어렵고 Persona에 대한 신뢰가 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 조건적 Persona를 사용한 예로 Castro 등(2008)은 HCI 원칙에 의거하여 사용자 관련 자료를 수집하고 분석하여 획득한 사용자 집단의 특성을 바탕으로 가상의 인물을 설정한 후 이를 사용자의 요구분석에 활용하는 페르소나 기법을 소프트웨어 정보시스템의 설계과정에 활용하였다.

고령자 친화형 자동차 인터페이스 개발을 위해서는 가능한 많은 고령운전자들의 요구사항이 포함되어야 하기 때문에 대다수의 고령운전자를 포함하는 Persona 모델을 설정하여야 하며 이를 위해 IVIS에 대한 숙련도가 높은 Persona Model과 숙련도가 낮은 Persona Model을 설정하였고 IVIS에 대한 숙련도가 높은 Persona를 1순위 Persona, 숙련도가 낮은 Persona를 2순위 Persona로 지정하였다. Persona Model의 개인적 특성 중 나이를 설정하기 위해 앞서 정의한 65세 이상의 운전자를 기준으로 1순위 Persona는 68세, 2순위 Persona는 65세로 설정하였고 Persona Model의 직업은 운수업 종사자 자료에서 택시 운전자 중 절반에 가까운 운전자가 고령운전자라는 것을 근거로 하여 IVIS에 대한 숙련도가 높은 1순위 Persona의 직업을 택시운전사로 설정하였고, 통계청의 연령별·성별 고용률을 통하여 고령자의 고용률이 2000년부터 2014년까지 지난 15년간 30% 전후에 머물고 있으며 여성 고용률은 23%에 불과한 것에 근거하여 숙련도가 낮은 2순위 Persona를 전업주부로 설정하였다.

## 2.2 작업 분석

Task Analysis는 작업을 평가하고 인간의 에러를 감소시키기 위한 기본적인 방법으로써 인간의 요소기술을 광범위하게 포함하고 적용할 수 있고 Decision/action flow diagram은 양자택일 결정 그리고 중간 작업을 기반으로 하고 있으며 의사결정, 사분할 혹은 복잡한 조건 그리고 만일의 사태 등을 대표하기 위해 사용될 수 있다.

Task Analysis를 진행하기 위해 전방 추돌 위험 상황 시나리오를 2010년에서 2014년간 고령운전자 사고 유형별 교통사고 건수에서 가장 큰 비율을 차지하는 사고 유형이 전방 추돌인 것과 IVIS 중 ADAS(Advanced Driver Assistance Systems)에 해당하며 전방 추돌 위험 상황에서 경고 신호를 주는 FCWS(Front Crash Warning System)의 기능을 고려하여 고속도로 주행 시 전방의 사고를 발견한 상황을 Flow diagram으로 작성하였다. 전방 추돌 위험 상황 시나리오를 이용하여 FCWS에 대해 단계별로 나누었고 2개의 배경이 다른 Persona Model들은 서로 다른 문제점을 발생시키게 되므로 두 Persona Model이 야기하는 문제점을 나누어 도출하였다. FCWS 단계 중 시스템만의 기능을 제외한 사용자와 시스템 간의 인터랙션 부분을 중심으로 두 Persona Model이 겪을 수 있는 문제점에 번호를 부여하고 이 번호를 나열하여 정리하였으며 이 문제점들이 발생하는 원인이 인간의 정보처리 과정 중 어떤 부분에 해당하는지 명확히 알아보기 위하여 인간의 Metal process 모델에 근거하여 집중, 지각, 기억, 의사결정, 반응 실행 총 5개 부분에 앞서 부여한 번호를 그룹화 하였다. 또한 모든 운전자가 겪을 수 있는 문제점과 고령운전자가 겪을 수 있는 문제점에 차이가 있으므로 각각의 문제점 그룹에서 일반운전자가 겪을 수 있는 문제점과 고령운전자만이 겪을 수 있는 문제점을 따로 분리하여 정리하였다.

## 2.3 사용자 요구사항 분석

이어서 앞서 정리한 고령운전자만이 겪을 수 있는 문제점들을 기초로 하여 고령운전자들의 요구사항을 도출하였고 높은 사용성을 가진 인터페이스를 제시하기 위해 사용성 목표를 기준으로 사용자 요구사항을 분석하였다. 도출된 고령운전자의 요구사항을 사용성의 목표인 효과성(Effectiveness), 효율성(Efficiency), 안전성(Safety), 실용성(Utility), 학습용이성(Learnability), 기억용이성(Memorability) 중 해당하는 목표에 구분하여 정리하였고 각각의 요구사항을 통해 고령운전자에게 필요한 특정한 요구와 이를 개선하기 위한 사용성 측정 기준을 제시 하였다.

## 3. 연구 결과

### 3.1 페르소나

3.1절을 통해 정리한 바와 같이 앞서 언급한 고령운

전자의 특성과 자료들을 기반으로 1순위 남성 Persona 모델과 2순위 여성 Persona 모델을 설정한 결과 다음과 같은 Persona 모델을 설정할 수 있었다.

### 3.1.1 1순위 페르소나

**\* 배경**

이름 : 박○○  
 나이 : 68세  
 성별 : 남  
 직업 : 택시기사  
 기술친화력 : ●●●●○

**\* 정보**

늦은 밤에도 운전을 한다.  
 거친 승객들로 인해 자주 스트레스를 받는다.  
 네비게이션 시스템을 능숙하게 사용한다.  
 항상 택시 운행으로 인해 서두른다.  
 일반적으로 황색 신호를 무시하는 경향을 보인다.

1순위 Persona인 박○○씨는 운전이 능숙한 Persona이다. 직업이 택시기사이므로 이른 아침부터 늦은 야간까지 운전을 하며 차량 내 정보기기 조작에도 능숙한 편이다.

### 3.1.2 2순위 페르소나

**\* 배경**

이름 : 김○○  
 나이 : 65세  
 성별 : 여  
 직업 : 전업주부  
 기술친화력 : ●○○○○

**\* 정보**

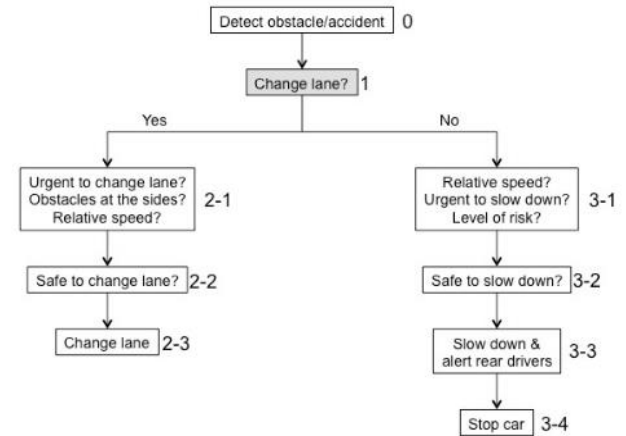
아들 가족과 같이 살고 있다.  
 차량을 이용해 손자를 등/하교 시켜준다.  
 자주 목관절과 무릎관절에 통증을 느낀다.  
 빠른 속도로 주행하는데 두려움을 느낀다.  
 가족이나 친구들과 이야기 하는 것을 즐긴다.

2순위 Persona인 김○○씨는 운전면허를 소지한 지는 10년이 넘었지만 운전을 하는데 부담을 느끼고 있는 여성 Persona이다. 현재 직업은 따로 없으며 전업 주부로 생활하고 있다. 운전을 하더라도 시간이 짧고 주로 익숙한 길만 주행하므로 차량 내 정보기기 조작에 미숙하다.

## 3.2 작업 분석 결과

다음으로 두 Persona Model을 이용해 Task

Analysis를 하기 위해 앞서 분석한 Persona Model의 개인적인 특성과 FCWS의 기능을 중심으로 전방 추돌 위험 상황을 Flow diagram 형식으로 작성하여 Task Analysis를 진행하였다. 전방 추돌 위험 상황에 대한 운전자의 인지과정은 [Figure 3]을 통해 확인 할 수 있다.



[Figure 3] Scenario : Highway driving, accident happens upfront.

운전자는 사고를 감지한 후 차량의 속도에 따라 차선을 변경할 것인가 변경하지 않을 것인가를 결정해야 한다. 차선을 변경한다고 결정을 했다면 변경할 차선에 차가 오고 있는지 오지 않는지 확인을 해야 하며 변경할 차선에 차량이 진행 중 이라면 현재 차선에서 진행하는 차량과 상대적으로 적절한 속도를 유지하며 안전한 거리가 확보된 후에 차선 변경을 시도해야 된다. 차선을 변경하지 않는다고 결정을 했다면 후방에서 진행하는 차가 있는지 확인한 후에 후방에 차량이 있다면 브레이크를 이룬 시간에 조작해야 한다. 하지만 고령운전자의 경우 위급 상황에 대한 인지적 판단이 늦고 이에 따라 반응속도가 일반운전자보다 느리기 때문에 사고의 위험성이 크다.

전방 추돌 위험 상황에서 FCWS를 중심으로 Step을 설정하고 두 Persona Model이 FCWS를 사용함에 있어서 야기할 수 있는 문제점들에 번호를 부여하여 나열한 결과는 Table 2를 통해 확인할 수 있다.

FCWS에 대한 두 Persona Model의 문제점을 정리한 결과, 운전이 능숙한 1순위 Persona(Male)의 경우와 운전이 미숙한 2순위 Persona(Female)의 경우에 따라 발생하는 문제점이 다소 다른 면을 보인다는 것을 알 수 있다. 신호를 감지하는데 있어 두 Persona Model은 동승자의 말과 라디오 등 외부자극에 대한 인지를 억제하는데 어려움을 느끼고 동시에 서로 다른 신호가 주어지면 주의력이 분산되어 모두 감지하지 못하는 것으로 나타났다.

<Table 2> FCWS(Front Crush Warning System) Task Analysis

| STEP | ACTION  | INTERACTION PROBLEM PERSONA (FEMALE)   | INTERACTION PROBLEM PERSONA (MALE)   |
|------|---|--|--|
| 0, 1 | Detect possible front/rear crash<br>Provide signal      |  |  |
| 2    | Detect the signal                                       | <p>Chat with friends on the car or takes care of grandson, gets distracted and miss the alert sound.</p> <p>Neck problems makes it uncomfortable to monitor the displays.</p> <p>She is following GPS instructions and misses the signal alert displayed on dashboard.</p> <p>The signal comes at the same time she was trying to change lane.</p> | <p>Missing the signal due to looking for passengers on the streets or on cell phone (apps, call).</p> <p>Not hearing the sound alert due to radio playing.</p> <p>Environment noise distorts signal detection.</p> <p>Having a chat with the passenger makes him distracted and has to reframe attention to detect the signal.</p> <p>Not seeing the visual alert because it' s not on his field of sight or because of glare caused by the sunlight</p> |
| 3    | Distinguish and understand the visual / auditory signal | <p>Takes some time to get over the surprise of the signal and then works to remember what it means.</p> <p>Thinks if the signal is small and not visible, it' s not important.</p> <p>Gets an initial shock because don' t know what to do with the alarm</p>  | <p>Confuses the signal with a cell phone alert.</p> <p>Ignores the visual display thinking it' s a simple car problem.</p> <p>Has trouble for deciding what to do next.</p> <p>Has to gather information on several displays in order to change lane and avoid accident.</p> <p>Detects the sounds but it' s not distinguishable.</p>  |
| 4    | Decide time and pressure to apply on brakes             | <p>Thinks if the alarm sounds, she needs to activate the brakes right away and with full pressure.</p> <p>Higher processing time due to initial shock.</p>   | <p>Thinks he has more time than he actually needs because of a misjudgment of relative speeds or rely on own experience instead of the system.</p>   |
| 5    | Activate brakes   | <p>Applies too much pressure on the brakes and gets hit on the back by the following driver.</p> <p>Confuse pedals and accelerate instead of braking.</p>  | <p>Slow reaction time.</p> <p>Discomfort and pain with sudden physical movements.</p>  |

브레이크를 작동하는 압력과 시간에 대한 결정을 할 때는 두 Persona Model이 서로 다른 문제점을 가지고 있었으며 1순위 Persona는 FCWS가 경고 신호를 주더라도 시스템을 믿지 않고 자신의 경험에 더 의존하여 충분히 사고를 피할 수 있는 시간적 여유가 있다고 생각하고 2순위 Persona는 경고 신호에 당황하여 브레이크를 조작해야 할 시간과 압력을 결정하는데 긴 처리시간이 요구되고 필요 이상의 압력으로 브레이크를 조작할 가능성이 있을 것으로 나타났다. 브레이크를 작동하는데 있어 1순위 Persona는 시스템의 경고신호를 무시하고 자신의 경험을 더 믿는 경향으로 인해 브레이크를 늦게 조작하고 브레이크를 조작하기 위한 갑작스러운 움직임에 불편함과 통증을 느끼게 되고 2순위 Persona는 경고 신호에 당황하여 급정거를 하게 되어 후방 차량과의 사고를 야기할 수 있고 엑셀 페달과 브레이크 페달을 혼동하여 엑셀 페달을 조작할 수도 있다.

정리된 두 Persona Model의 문제점들을 앞서 언급한 Mental process의 단계에 따라 분류하고 일반운전자도 겪을 수 있는 문제점과 고령운전자만의 문제점을 정리한 결과는 Table 3과 같다.

정리된 두 Persona Model의 문제점들을 앞서 언급한 Mental process의 단계에 따라 분류하고 일반운전자도 겪을 수 있는 문제점과 고령운전자만의 문제점을 정리한 결과는 Table 3과 같다.

<Table 3> FCWS(Front Crush Warning System) Interaction Issues: General / Elderly Driver

| CATEGORY           | DRIVER ISSUE  | USER PROBLEM       | ELDER DRIVER ISSUE   |
|--------------------|---|--------------------|--|
| ATTENTION          | Divided attention on secondary and non-driving related tasks. | 1, 3, 5, 6, 8      | Longer time to switch between tasks.   |
|                    | Multitasking while performing primary tasks.                  | 4                  | Divided attention.   |
|                    | Excess of sources of information.                             | 2, 16, 24          | Information overload.<br>Physical capabilities diminishment.   |
| PERCEPTION         | Signal is not detectable.                                     | 7, 9               | Physical capabilities diminishment.  |
|                    | Signal is not distinguishable.                                | 11, 17             |  |
| MEMORY             | Trouble recalling or recognizing the signal meaning.          | 10, 12, 13, 14     | Trouble recalling or recognizing the signal meaning.   |
| DECISION MAKING    | Wrong mental model & response selection.                      | 15, 18, 20, 21, 22 | Preconceived ideas about signals.<br>Doesn't rely on the system.<br>Doesn't know appropriate next steps. |
|                    | Slow decision making time.                                    | 23                 | Don't assess environment:<br>Physical capabilities.<br>Cognitive capabilities diminishment.              |
| RESPONSE EXECUTION | Wrong response execution.                                     | 21                 | Physical capabilities diminishment.  |
|                    | Slow response time.   | 19, 23             |  |

Mental process의 단계에 따라 분류된 문제점들을 살펴보면 집중 부분이 9개, 지각 부분이 4개, 기억 부분이 4개, 의사 결정 부분이 6개, 반응 실행 부분이 3개로 부주의로 인해 발생하는 문제점이 가장 많은 것으로 나타났으며 고령운전자의 사고 원인 중 가장 높은 비율을 차지하는 원인이 부주의라는 통계청의 자료와도 일치하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 집중 측면에서 두 Persona Model이 일으키는 문제점을 종합해 본 결과 고령운전자만의 문제점은 작업 간 전환시간이 오래 걸리고 주의력이 쉽게 분산되며 정보처리능력의

저하로 인해 인지부하가 자주 찾아오고 관절 등 신체적인 능력의 감퇴로 인하여 주의력에 방해가 되는 것으로 나타났다.

### 3.3 고령운전자 요구사항 도출 결과

Task Analysis를 통해 정리된 고령자들만의 문제점을 이용하여 사용자 요구사항 분석을 실시하였다. 향후 개발될 고령자 친화형 자동차 인터페이스가 높은 사용

성을 가지기 위해 사용성의 목표 5가지를 기준으로 요 <Table 4>와 같다.  
 구사항을 정리하였고 각각의 요구사항을 통해 개선방  
 안과 사용성 측정 기준을 도출해내었다. 결과는

<Table 4> Elderly Driver Requirement Analysis

| USABILITY GOAL | REQUIREMENT   | SPECIFIC NEEDS  | USABILITY METRICS  |
|----------------|---|---|--|
| EFFECTIV ENESS | I need to prevent dangers from the road and drive my car with the assistance that is appropriate for my age.  | An information design, providing relevant information to support driver simple reaction under low cognitive load conditions is necessary so that elderly drivers can take appropriate actions to avoid the risk even under the constraints of short time. | Accidents avoided<br>Correct response<br>Response time                                   |
| EFFICIENCY     | I do not need a lot of information since I get confused when I look at too much information at the same time, only processed information should be displayed in a particular situation. | For those who have difficulty to process a lot of information at the same time, central displays such as dashboard or HUD (head-up display), should be presenting only necessary information at a particular situation, and not constantly.               | System false alarms<br>Transmitted information<br>Information quality                    |
|                | I need to detect the signal as soon as possible even while engaged in other activities while driving.   | Make a salient, noticeable signal, which is enough to get attention, from elderly drivers who have difficulty to detect multiple signals at the same time and have lower stimulus discriminability and noise filtering capabilities.                      | Response rate<br>Simple reaction time  |
|                | I need to get all necessary information from the IVIS, without looking around the surrounding environment.  | Provide all the integrated work information on a single display rather than a distributed display, to reduce the difficulty that elderly drivers feel to gather information.  | Distribution of information<br>Choice reaction time<br>Eye movement                      |
|                | Since I need a lot of thinking in a short time, the system should tell the meaning of the signal for me.  | In order to reduce the cognitive load of elderly drivers, intuitive commands are required instead of unprocessed information which is currently being provided in vehicles.   | Mental workload<br>Choice reaction time<br>Processed information                         |
| SAFETY         | It is difficult to operate the brakes in time to prevent accidents, so a warning signal should be a bit faster than now.  | Considering the response time of the elderly driver's brake pedal application, which is slower than the general driver, the warning signal is required to be delivered earlier than those of regular drivers.   | Response time<br>Effort necessary for body movement                                      |
|                | Necessary information should be displayed in the center of my viewing range, since I feel uncomfortable moving my   | Currently, the scope of driver's information gathering with eyes is widely distributed to both side mirrors, but in consideration of elderly drivers with narrow viewing  | Range of motion<br>Eye movement<br>Effort necessary for body movement<br>Distribution of |



|               |  |   |   |
|---------------|--|---|---|
|               | neck and have difficulty to identify the information at the peripheral areas.  | angles, it is appropriate to provide information on dashboard or HUD, that can display information at the center of the viewing range.  | information on displays   |
|               | Visual signals should be more visible because visual texts sometimes are too small or blurry.  | Considering elderly drivers' minimum visual acuity, visual display and clear contrast of color are required; it is also appropriate to design auditory signals centering on the bass range for elderly drivers, whose hearing drops mainly in the high region.                  | Hit rate<br>False alarm rate<br>Font Size<br>contrast of colors<br>Learning time<br>System understanding test |
|               | When I concentrate elsewhere, it is difficult to hear auditory signal because it is weak, so the signal must be stronger.                            |   |   |
| LEARN-ABILITY | Since it is hard for me to re-learn a new system, the system should be easy to learn.  | In order to reduce the learning burden of elderly drivers, familiar interfaces that match driver's driving experiences, should be maintained. The information presented need to be designed by taking into account user' s experience, not the convenience of display location. | Learning time<br>System understanding test  |
|               | Since I have difficulty finding where information is displayed, the necessary information should be displayed in a location that I am familiar with. |   |   |
| MEMOR-ABILITY | It should be easier to memorize than it is now, as it is difficult to remember what the signal means.  | For elderly drivers, who have difficulty to memorize many signals, standardization of elderly-friendly IVIS is necessary, in order to reduce the diversity of warning signals.  | Recalling & recognition time<br>Quantitative memorability survey  |

#### 4. 토의 및 결론

본 연구에서는 고령자 친화형 자동차 인터페이스를 개발하기 위한 사전연구의 일환으로 Persona, Task Analysis를 통해 고령운전자의 요구사항을 도출해보았다. 연구 결과를 통해 정리한 바와 같이 고령자의 신체적, 인지적 작업능력의 저하와 고령운전자가 유발하기 쉬운 사고유형, 고령운전자 사고 요인, 택시운전자 중 고령운전자 비율, 여성고령자의 고용률을 고려해 2개의 Persona Model을 설정하고 정황시나리오를 작성했을 때 몇 가지 심각한 문제점이 발견되었다. 2개의 고령운전자 Persona들은 주변 환경에 대한 주의가 부족하고 신호 인지 시간이 일반운전자에 비해 느리며 운전 중 관절 통증으로 인해 주변 환경을 살피기 힘들어 한다는 것을 알 수 있었고 판단 착오로 인해 위험한 상황을 발생시키고 IVIS에 대한 조작이 미숙하며 방해 자극에 대한 인지억제력이 떨어진다는 결론을 얻을 수 있었다.

이러한 문제점을 좀 더 깊이 분석해보기 위해 실시

한 Task Analysis에서는 FCWS를 통해 고령운전자가 판단하고 인지하는데 선택하게 될 방향에 대해 고찰을 해보았다. 전방 추돌 상황에 대해 Task Analysis를 해봤을 때 인간의 Mental process 모델 중 주의(Attention) 부분에서 가장 많은 문제점이 발견된 것으로 보아 고령운전자의 집중력 저하 현상을 보완하고 집중력을 좀 더 향상시킬 수 있는 방향으로 IVIS의 재설계가 시급하며 다른 부분 또한 개선이 필요해 보인다. Task Analysis의 결과로 도출한 고령운전자의 요구사항을 사용성 평가 기준 측면에서 볼 때, 효율성과 안전성 측면에서 가장 많은 요구사항을 도출할 수 있었다. 효율성을 높이기 위한 요구사항들은 모두 고령운전자의 인지적 작업능력과 관련이 있었으며, 이는 고령운전자들이 현재 IVIS를 사용하는데 인지적으로 많은 어려움을 느끼고 있음을 알 수 있다. 본 연구에서 도출한 고령운전자 요구사항에 따르면 효율성을 높이기 위해 IVIS를 개선해야 된다고 생각되는 부분은 주어지는 정보의 양과 질, 수집방법으로 나누어 볼 수 있었고 고령

운전자에게 맞는 정보의 양과 질에 대해서는 꼭 필요한 경우와 현재 상황과 관련이 있거나 처리된 정보를 제공하고 적절한 정보의 수를 정의함으로써 고령운전자의 인지부하를 감소시킬 수 있다고 보이며 낮은 수준의 정보 대신 좀 더 직관적인 명령을 제공하여 고령운전자의 반응 시간을 감소시킬 수 있다고 생각된다. 예를 들면 방향지시등 조작 시 시각적 디스플레이인 화살표와 청각 신호인 효과음을 포함하여 차선변경이 안전한 경우에는 음성메시지로 “차선변경이 가능합니다.” 라고 알려주고 차선변경이 위험한 경우에는 “위험합니다.” 라고 차량에서 직관적인 지시를 한다면 차선 변경에 의한 고령운전자 사고는 감소할 것이라고 생각된다. 정보의 수집방법에 대해서는 선택반응시간과 동공의 움직임 측정하여 단일 디스플레이에 모든 작업 관련 정보를 통합하여 정보를 배치함으로써 고령운전자가 정보를 수집하는데 겪는 어려움을 해결할 수 있을 것으로 생각된다. 단, 이렇게 단일디스플레이에 모든 작업 관련 정보를 통합하여 제시하게 되면 고령운전자는 수많은 정보를 효율적으로 습득할 수 없기 때문에 계기판이나 HUD와 같은 중앙 디스플레이에 항상 일정한 정보를 표시하는 것이 아닌 필요한 시점에 필요한 정보만 표시되었다가 사라지는 형태로 설계를 하여야 한다.

안전성을 높이기 위한 요구사항들은 효율성을 높이기 위한 요구사항과는 다르게 고령운전자의 신체적 작업능력의 저하로 인해 발생하는 요구사항이 많은 것으로 나타났다. 이는 신체의 노화로 인해 관절에 통증을 느끼게 되고 시야각이 좁아지며 시력과 청력의 저하로 인해 나타나는 요구사항으로 볼 수 있다. 또한 앞서 언급한 인지능력의 저하로 인한 반응 속도가 늦어져 적절한 시간에 브레이크를 조작하지 못하는 요구사항도 도출할 수 있었다. 이러한 안전성에 문제가 되는 고령운전자의 운전능력을 보완하기 위해서는 신체의 동작 범위와 동공의 움직임, 신체를 움직이는데 필요한 힘을 측정하고 이를 통해 표시할 정보를 중앙 디스플레이에 제공하여 관절의 통증과 좁아진 시야각을 지원하고, 시력과 청력의 저하를 보완하기 위해 감지와 구별이 용이한 신호를 설계해야 하는데 이는 시력, 색의 대비, 음압 수준 등에 따른 고령운전자의 반응률을 측정하여 IVIS에 적용하는 것이 바람직하다고 판단된다. 또한 고령운전자의 신호에 대한 반응시간을 측정하여 적시에 제동 페달을 조작할 수 있도록 일반운전자에 비해 비교적 빠른 신호를 제공해야 한다.

그 밖에 효과성을 높이기 위한 고령운전자의 요구사항에 대해서는 짧은 시간 제약 하에서 위험을 회피하기 위해 적절한 행동을 취해야 하므로 고령운전자가 효과적으로 위험요소를 인지할 수 있도록 일반운전자

와 차이를 보이지 않는 낮은 작업부하조건에서 단순반응을 유도하는 설계가 필요하다고 생각된다. 또한 새로운 시스템에 대해 학습하는데 어려움을 느끼는 고령운전자의 학습용이성을 높이기 위해 현재 바뀌고 있는 헤드라이트, 사이드미러, 사이드브레이크의 조작방법과 같은 사용자와의 인터랙션 부분에서 새로운 조작방법에 대한 학습 부담을 줄일 수 있도록 익숙한 조작방법은 유지하고 정보를 배치할 때는 디스플레이 배치 상 디자인적으로 적절한 위치가 아닌 IVIS의 사용자인 고령운전자의 경험을 토대로 정보의 배치가 이루어져야 한다. 이를 위해서는 시스템에 대한 학습시간을 측정하고 시스템 이해도 테스트를 진행하여 자료를 수집할 필요가 있다. 고령자 친화형 IVIS의 기억용이성을 높이기 위해서는 나이가 들수록 기억력이 떨어지고 많은 신호를 외우는데 어려움이 있기 때문에 고령운전자의 재인지 시간을 측정하고 정량적 기억력조사를 통해 고령운전자의 기억력 수준을 판단한 후 다시 기억해내는데 많은 과정이 필요한 recall보다는 즉각적인 기억을 할 수 있는 recognition을 중심으로 설계를 해야 하며 효과적인 recognition을 위해 고령자 친화형 IVIS의 신호를 표준화하는 것이 고령운전자의 기억용이성을 높이는데 도움이 될 것이라고 생각된다. 또한 현재 계기판에 나타나는 시각적 심볼의 개수는 약 64개이다. 빨강, 노랑, 초록, 파랑 4가지 색 코딩으로 구별하기 쉽게 설계해놓았지만 이 중 운전자가 실질적으로 자주 보게 되는 심볼은 10개 내외로 나머지 경고 심볼들은 일반운전자조차 구별하기 힘들고 기억하지 못하는 실정이므로 고령운전자에게 익숙한 심볼을 제외한 나머지 심볼에 대해서 필요한 시점에 직관적인 신호의 설계가 필요하다고 생각된다.

본 연구는 인터뷰와 설문조사로 이루어진 리서치 기반 Persona가 아닌 조건적 Persona를 사용했기 때문에 Persona Model에 대한 신뢰성과 정확도가 부족한 한계를 가지고 있다. 추후 연구에서는 인터뷰와 설문조사를 보완하고 좀 더 구체적인 Persona Model을 정립하여 신뢰성과 정확도가 높은 결과를 도출할 수 있을 것으로 생각한다. 추후 연구로는 Abstraction Hierarchy Process(AHP)를 통해 작업영역을 좀 더 세분화하고, 작업 영역 모형(Work Domain Model)을 설정하는 연구를 실시하며 최종적으로 고령자의 신체 능력과 인지능력 부담을 줄일 수 있도록 IVIS를 재설계하는 방향으로 연구를 진행할 계획이다.

## 5. References

- [1] Jeong-cheol Huh(2015), "Analysis of Commercial Older Drivers Riskiness using Transport Workers Management System." Ajou University master's thesis
- [2] Korean National Police Agency(2016), "65 세이상 고령운전면허 소지자 현황(10-14년)"
- [3] KoROAD(2015), "2014년 교통사고 통계", [http://taas.koroad.or.kr/web/bdm/srs/selectStat icalReportsList.do?menuId=WEB\\_KMP\\_CSC\\_S RS\\_TAS](http://taas.koroad.or.kr/web/bdm/srs/selectStat icalReportsList.do?menuId=WEB_KMP_CSC_S RS_TAS)
- [4] Korea Transportation Safety Authority,(2016) "연령별, 업종별 사업용 운전자 현황"
- [5] KoROAD, (2016), "Traffic Accident Analysis System", [http://taas.koroad.or.kr/sta/acs/exs/typical.do?menuId =WEB\\_KMP\\_STA\\_UAS\\_ASA#](http://taas.koroad.or.kr/sta/acs/exs/typical.do?menuId =WEB_KMP_STA_UAS_ASA#)
- [6] Sang-ho Kim, Sabando, J. F.(2016), "An Ecological Interface Design Approach for Developing Integrated and Advanced In-Vehicle Information System." *Indian Journal of Science and Technology*, 9(16)
- [7] Chi-hwan Jang, Seong-hyeon Im(2010), "Current Trends and Future Issues of Automotive Ergonomics", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(1):1-5
- [8] Korea Automobile Manufacturers Association, (2011), "고령자친화형 자동차 안전성향상 기술개발 연구현황", [http://www.kama.or.kr/webzine/ Webzine?cmd= content&wz\\_ym=201103 &wz\\_kind=contribution&wz\\_id=2](http://www.kama.or.kr/webzine/ Webzine?cmd= content&wz_ym=201103 &wz_kind=contribution&wz_id=2).
- [9] Dong-seong Kim, Su-gyeong Lee, Seung-yeong Go, Chang-ho Park(2010), "Demand estimation of elderly friendly vehicles using the stated preference method.", *Journal of the Intelligent Transport System Society of Korea*, 204-209.
- [10] Ministry of Health & Welfare Presidential Committee on Ageing and Future Society(2005), "A Study on Analyzing Industries for the Elderly and Developing their Cultivation Plans," *Ministry of health & welfare*, 25-38.
- [11] Se-bin Jung(2014), "Driving Concept Development for Elderly Drivers." *Journal of the Korean Society of Automotive Engineers*, 22(3):234-240.
- [12] Man-ho Kim, Yong-tae Lee, Joon-woo Son, Chi-Hwan Jang(2009), "Age-related Deficits in Response Characteristics on Safety Warning of Intelligent Vehicle." *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 26(12):131-137.
- [13] Eun-sam Sim(2013), "Age-related neurocognitive changes and exercise-induced benefits : A review of cognitive neuroscientific research." *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*, 24(1):1-24.
- [14] Monica, F., Kathy, A. L., Emily, W., Jeffrey, J. S., Gabriele, G.(2006), "Reduced Suppression or Labile Memory? Mechanisms of Inefficient Filtering of Irrelevant Information in Older Adults.", *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(4):637-650.
- [15] Yong-tae Lee, Man-ho Kim, Joon-woo Son(2009), "Effects of Advancing Age on Drivers' Cognitive Workload.", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(3):73-79.
- [16] Jonas, S. R. Leversen, Brian, H., and Hermundur, S.(2013), "Ageing and driving: Examining the effects of visual processing demands.", *Transportation Research Part F*, 17:1-4.
- [17] Martin, M. and Nigel, B.(2002), "User requirements analysis: A review of supporting methods." *Proceedings of IFIP 17th World Computer Congress, Montreal, Canada*, pp. 133-148.
- [18] Alan, C. and Robert, R. and Dave, C. (2010), *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*, Acorn Publishing Co.
- [19] John, W. C., Silvia T. A., Natalia J.(2008), "Enriching Requirements Analysis with the Personas Technique.", *Proceedings of the First Workshop on the Interplay between Usability Evaluation and Software Development, Pisa, Italy*.

- [20] Statistics Korea, (2016), “2015 고령자통계 통계표”,  
[http://kostat.go.kr/portal/korea/kor\\_nw/2/1/index.board?  
bmode=read&aSeq=348565](http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/1/index.board?bmode=read&aSeq=348565).
- [21] David, E. (2000), “TASK ANALYSIS  
TECHNIQUES.” Human Reliability  
Associates Ltd

## 저 자 소 개

배 성 현



금오공과대학교 산업공학부 산업경  
영공학과를 졸업하고 현재 금오공  
과대학교 산업공학부에서 석사 과  
정 중이다. 관심분야는 산업안전공  
학, 인간공학 등이다.

김 상 호



성균관대학교 산업공학과를 졸업  
하고, POSTECH 대학원에서 석,  
박사학위를 취득하였다. 현재 금오  
공과대학교 산업공학부 교수로 재  
직 중이며, 인간공학기술사로서 관  
심분야는 Human Interaction  
Design, Human-Vehicle  
Interface 설계 및 평가, 산업안전  
공학 등이다.

Jose Fernando Sabando



Escuela Superior Polit cnica  
del Litoral (ESPOL) 산업공학부  
를 졸업하고 현재 금오공과대학교  
산업공학부에서 석사 과정 중이다.  
관심분야는 인간공학, 데이터 과학  
등이다.