

# 차세대 텔레매틱스 햅틱 인터페이스의 개념적 모델 개발

진범석<sup>1</sup>, 고상민<sup>2</sup>, 지용구<sup>3</sup>  
연세대학교 정보산업공학과<sup>1 2 3</sup>  
{kbf2514jin<sup>1</sup>, sangminko<sup>2</sup>, youngguji<sup>3</sup>}@yonsei.ac.kr

## Development of a Haptic Interface Conceptual Model for the Next Generation Telematics

Beom Suk Jin<sup>1</sup>, Sang Min Ko<sup>2</sup>, Yong Gu Ji<sup>3</sup>  
Yonsei University Information Industrial Engineering<sup>1 2</sup>

### 요약

다양한 정보기기들의 복합화 형태로 진화하는 차세대 텔레매틱스 시스템에서는 운전자의 안정성 확보와 workload 감소가 중요한 이슈로 대두되어 Interface의 단순화, GUI Interaction의 극복 등의 대한 문제해결이 중요시되고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 사용자의 mental model를 고려한 운전자의 자유로운 navigation을 지원할 eyes-free 기술인 haptic interface를 지원하는 모델 개발을 목표로 기존 haptic interface를 지원하는 기기들의 문제점을 도출하고 차세대 텔레매틱스 시스템의 분석을 통해 기능적 요구사항을 정의하였다. 이를 기반으로 사용자에게 haptic interface를 통한 interaction을 제공함으로써 차세대 텔레매틱스 시스템을 지원하는 conceptual model을 개발하였다. 또한 haptic device design시에 고려되는 평가지표들을 선별하여 평가지표의 계층적 구조도를 작성한 후 AHP 평가 모델을 개발하여 haptic device design시의 중요 고려사항을 도출하고 중요도를 산정하여 초기 design 단계에서의 prototype에 대한 객관적이고 정량적인 평가를 제공하였다.

Keyword : Haptic interface, Telematics, AHP

## 1. 서론

### 1-1. 연구배경 및 목적

기존의 텔레매틱스 시스템은 단순한 교통정보만을 제공하던 형태에서 다양한 첨단 정보기기들과 고도의 통신기술이 부합하여 매우 다양한 서비스를 운전자에게 제공하는 차세대 텔레매틱스 시스템으로 진화할 것으로 예상되고 있으며 텔레매틱스 단말기의 특성상 운전자는 primary task인 주행 중에 서비스를 제공받기 위해 secondary task인 단말기를 조작하여야 하므로 운전자의 주의를 분산시켜 항상 사고 위험을 동반하고 있다. 그러나 대부분의 텔레매틱스 단말기는 interaction 수단으로 push 버튼, 터치스크린, 음성인식 등의 방법을 사용하고 있으며 조작의 어려움과 multi-modal 형태

의 interface가 요구되는 차세대 텔레매틱스에서는 multi-function display와 control을 모두 처리하는데 기술적인 한계 등의 이유로 운전자에게 만족할 만한 interface를 제공하지 못하고 있다. 따라서 운전 중에 텔레매틱스 시스템과의 interaction 상에서 distraction 저하를 통한 운전자의 안정성 확보와 텔레매틱스 단말기 조작에서의 workload 감소가 중요한 이슈로 대두되고 있으며 또한 차량 내에서 텔레매틱스 단말기의 제어를 위한 단말기의 사용자 interface는 고도의 정확성, 신뢰성, 내구성뿐만 아니라 사용자의 mental model을 기반으로 한 직관적이고 단순한 interface가 요구되고 있다.(Aaron Marcus, 2004)

이를 지원하기 위해서는 현재의 터치스크린과 일부 음성인식기술의 한계를 극복하고 운전자가

텔레매틱스 시스템의 기능을 손쉽게 조작할 수 있는 다기능 지원의 haptic interface 기술 개발이 필요하다. 그러나 기존의 haptic interface model 은 초기 design 단계에서 사용자의 요구사항을 반영하지 못하여 운전자에게 조작방법의 어려움과 복잡성으로 인해 사용성 측면에서 효과적이지 못하다. 그러므로 본 연구에서는 사용자의 요구사항을 포함하여 haptic device 개발에서 고려되는 평가지표를 반영한 AHP 평가 기법을 이용해 개발자에게 초기 design 단계에서 정량적인 평가를 제공함으로써 haptic device design 시에 중요 고려사항 제시와 함께 사용자에게 사용성 높은 haptic device 를 제공할 수 있을 것이다. 또한 AHP 평가 모델을 통해서 초기 design 단계에서 개발된 prototype 에 대한 정량적이고 객관적인 평가를 제공함으로써 개발자에게 시간적 비용적 측면을 줄여주는 효과를 제공하게 된다.

따라서 본 논문은 운전자의 자유로운 navigation 을 지원할 eyes-free 기술인 사용자 중심의 haptic interface conceptual model 을 개발함과 동시에 사용자와 개발자 양측 모두에게 이익을 가져다 줄 수 있는 haptic interface model 에 대한 객관적이고 정량적인 평가를 제공하기 위한 AHP 평가 모델을 개발하였다.

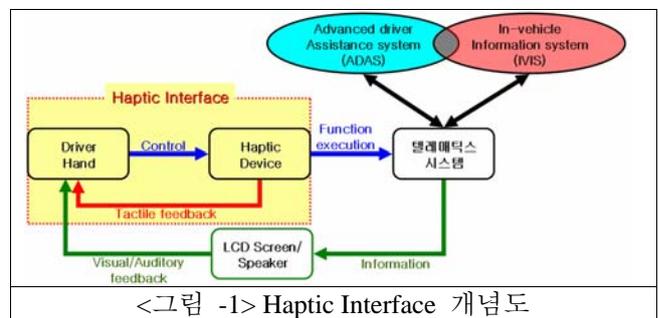
### 1-2. Haptic Interface & Device

Haptic Interface 란 넓은 의미로는 가상 환경과 촉각적 interaction 을 하는 시스템 전체를 일컫기도 하지만 좁은 영역의 의미로 사람에게 촉감을 전달하기 위한 물리적 장치(device)를 말하며 일반적으로 haptic device 라고 부르기도 한다. <그림-1>은 haptic interface 의 개념도를 나타내고 있다.(Hong Z. tan, 2000)

이러한 haptic device 는 크게 force feedback 과 tactile feedback 형태의 device 로 분류되며 force feedback 형태의 device 는 기계적인 interface 를 이용해 사용자에게 힘을 느끼도록 만드는 기술로써 힘이 전해지는 감각을 제시할 수 있도록 근육과 상호작용하는 장치를 다루며 tactile feedback 형태의 device 는 온도, 압력, 질감 등을

표시할 수 있도록 피부의 신경 말단과 상호작용하는 장치를 말한다.(Akamatsu et al., 1994)

Zhai(1995)가 제시한 haptic device 는 “ Isotonic Device” , “ Isometric Device” , “ Elastic Device” 로 분류하였다. Manipulation task 에 적합한 Isotonic device 는 controller 의 position/displacement 를 통하여 정보를 주고 받으며 navigation task 에 적합한 isometric 은 controller 의 force/torque/pressure 를 통하여 정보를 주고 받는다. Elastic 은 isotonic 과 isometric 의 중간형태로써 navigation task 에 가장 적합하다.

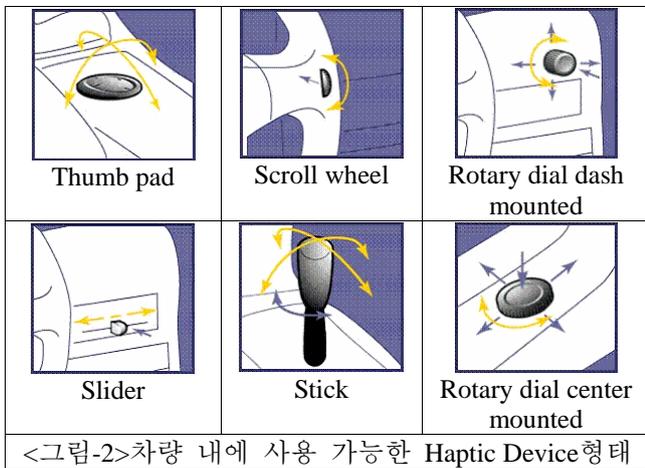


### 1-3. 텔레매틱스 단말용 Haptic Device 의 기술 & 형태

다양한 텔레매틱스 단말기의 사용자 interface 를 좀 더 쉽고 정확하며 직관적인 조작을 가능하게 하기 위한 기술이 개발되고 있으며 이를 haptic 기술이라 한다. Haptic 기술은 이미 가상현실, 군사, 의료, 게임 등의 분야에서 광범위하게 기술적 진화를 이루고 있으며 다양한 응용분야를 확보하게 된 기술이다. 국내의 텔레매틱스 단말기의 경우 텔레매틱스 시스템과 운전자 사이의 interaction 은 push 버튼, 터치스크린, joystick, 음성인식 등을 사용하고 있으며 아직까지 force feedback 또는 force reflective 형태의 device 인 haptic device 를 사용하는 단말기는 개발되지 않았다.

현재 Haptic device 는 원격 의료도구, 산업용 원격 로봇, 사이버 공간에서의 제품 광고, 첨단 오락기기 등 여러 산업 분야에 널리 사용되고 있다. 그러나 차량용 텔레매틱스 시스템을 지원하기 위한 haptic device 기술에 관한 연구는 아직 부족한 편이다. Haptic 기술을 차량 내장

시스템에 사용하기 위한 연구는 미국의 Immersion 사가 텔레매틱스 단말기에 haptic 기술을 응용하여 텔레매틱스 시스템에 적용 가능한 haptic device 를 개발 및 생산을 하고 있다. 또한 BMW 는 dynamic force feedback 기술을 이용하여 Immersion 사와 공동으로 개발한 single input device 인 center mounted rotary 형태의 haptic device I-Drive 를 텔레매틱스 시스템의 중앙 제어 장치로써 사용하고 있으며 Audi 또한 haptic device 기술을 적용한 man-machine interface 형태인 DIS(drive information system)를 차량에 탑재하고 있다. 그 외에 Siemens VDO 는 touch pad 기능을 가진 rotary input controller 인 “ Easy-Control” 을 개발하였으며 Johnson Control 사는 touch-sensitive material 를 이용한 또 다른 형태의 haptic device 인 “ Elek Tex control” 을 개발하여 push 버튼 없이 자동차와 interaction 을 취할 수 있는 미래형 시스템을 제시하였다. 차량 내에서 사용 가능한 haptic device 형태는 <그림-2>와 같다.



## 2. Haptic Interface 분석

### 2-1. Functional Requirement Specification

Haptic interface conceptual model 을 개발하기 위해서는 텔레매틱스 시스템에 대한 분석이 선행되어야 한다. 따라서 텔레매틱스 시스템에서 지원 가능한 기능 및 서비스에 대한 분류와 각 기능 및 서비스를 실행하기 위한 메뉴구조 및 navigation 구조를 분석하여 haptic device 로

지원하기 위한 task 형태를 분석하였으며 haptic device 로 지원 할 각 task 들은 사용자와 시스템의 요구사항을 반영하여 functional requirement 를 정의하였다.

텔레매틱스 시스템에 대한 사전분석에 따라 본 연구에서는 haptic interface 로 지원할 텔레매틱스 시스템의 task 형태를 분석하여 각 task 에 따른 기능적 요구사항을 도출하였다. 각 task 에 대한 기능적 요구사항은 텔레매틱스 시스템의 function 수행과 관련하여 haptic device 의 조작 방법에 해당하는 “ Control” 측면과 function 수행 시 운전자에게 제공되는 feedback 과 관련한 “ Information” 측면, 그리고 운전자의 metal model 를 기반으로 function 을 수행하기 위해 haptic device 조작과 관련한 “ Cognition” 측면에 대해서 분석하였다. <표-1>은 task 형태 별 기능적 요구사항에 대한 분석을 나타내고 있다.

### 2-2 Haptic Interface 의 Controller 및 Feedback 분류

Haptic Interface 의 functional requirement 를 반영하여 각 task 별 haptic interface 를 지원할 수 있는 haptic device controller 유형의 분류와 운전자에게 제공할 수 있는 feedback 의 유형을 분류하였다. Haptic interface 를 지원할 수 있는 haptic device controller 는 <표-2>와 같이 3 가지 형태인 ‘ Force’ , ‘ Direction’ , ‘ Position’ 으로 분류되었다.

Haptic device controller 는 운전자가 손으로 누르는 힘을 통해 버튼이나 thumb pad 와 같은 형태의 device 를 이용하여 haptic interface 지원하는 “Force”형태의 controller 와 joystick 과 같은 형태의 device 를 이용해 방향 별로 설정된 기능이나 메뉴로 이동시켜 텔레매틱스 시스템을 조작할 수 있도록 하여 haptic interface 를 제공하는 “Direction”형태의 controller 그리고 rotary 나 wheel 과 같이 device 를 운전자가 특정 방향으로 회전시켜 텔레매틱스 시스템을 조작할 수 있는 “Position”형태로 haptic interface 를 지원하는 controller 로 분류되었

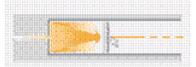
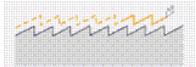
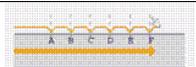
Task 형태		Functional Requirement Specification	
Function selection / Function execution	<ul style="list-style-type: none"> <li>특정 기능/mode의 선택, 확인 및 실행</li> <li>각 level별 메뉴 선택, 확인 및 실행</li> </ul>	Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 상위 메뉴 별 하위메뉴의 수를 고려</li> <li>사용자가 원하는 특정 기능 및 메뉴를 빠르고 쉽게 선택과 실행할 수 있도록 제공</li> <li>기능 및 메뉴의 선택과 실행이 단일 task 또는 분리된 task인 경우를 고려</li> </ul>
		Information (Feedback)	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자에게 현재 위치에 대한 정보와 선택 및 실행된 기능에 대한 feedback제공</li> <li>Tactile feedback/Visual feedback의 제공 정도</li> </ul>
		Cognition	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 mental model에 기반한 조작(Positive=상/오른쪽, Negative=하/왼쪽)</li> </ul>
List selection / List Browsing	<ul style="list-style-type: none"> <li>검색된 list의 선택 및 확인</li> <li>다중 메뉴 및 기능의 탐색</li> <li>자판 mode에서의 입력을 위한 탐색</li> <li>지도화면에서의 상/하/좌/우 이동</li> </ul>	Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>List의 검색/선택/확인에 대한 조작은 Function 선택/확인과 동일 조작방법을 사용</li> <li>빠른 탐색을 제공</li> <li>List의 선택과 실행이 단일 task 또는 분리된 task인 경우를 고려</li> </ul>
		Information (Feedback)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feedback 사용 여부</li> <li>Feedback 사용 시 제공 방법(단일 feedback 사용 또는 혼용된 feedback의 사용)</li> </ul>
		Cognition	<ul style="list-style-type: none"> <li>List의 display 방식 따른 조작방법(전화번호부 list와 개인일정관리 list)</li> <li>사용자 mental model에 기반한 조작(Positive=상/오른쪽, Negative=하/왼쪽)</li> <li>Navigation에서 사용되는 검색 list에 따른 조작방법</li> </ul>
Amount control	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volume 조절</li> <li>특정 기능/메뉴에서의 quantity 조절</li> <li>지도화면에서의 zoom in/out</li> </ul>	Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>모든 mode에서 동일한 조작방법을 사용</li> <li>사용자가 Amount 수준을 간단하고 빠르게 조작할 있도록 제공</li> <li>한 수준씩 증가/감소보다는 press time이나 velocity를 적용한 조작방법을 제공</li> </ul>
		Information (Feedback)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Boundary 도달 시에 feedback을 제공</li> <li>Visual과 tactile feedback 혼용 여부</li> </ul>
		Cognition	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용자 mental model에 기반한 조작(Positive=상/오른쪽, Negative=하/왼쪽)</li> </ul>

Haptic device controller 형태		Control 방식		
Force	Button	On/off		
	Button(Reverse)	On/off		
	Button	Click	Once	Double
		Press Time		
		Pressure		
	Thumb pad	Click		
Press Time				
Pressure				
Direction	Stick	Return		
		Adjust		
	Stick-bar	Pull/Push	Return	Adjust
Position	Slider	Return		
		Adjust		
	Rotary	Return		
		Adjust		
	Wheel	Return		
		Adjust		

다. Haptic device 를 통해 텔레매틱스 시스템 조작 Haptic device 를 통해 제공 할 수 있는 tactile feedback 은 wave, barrier, damper, spring, texture 형태로 구분되며 haptic interface 를 통해 제공되는 feedback 형태를 <표-3>에서 보여주고 있다.

Haptic interface 상에서 device 를 통해 tactile feedback 을 제공 할 경우 운전자에게 주행 중 overload 로 인한 텔레매틱스 시스템의 오작동 확률을 줄여주며 텔레매틱스 기능 실행에 대한 안내와 확인을 제공하여 좀 더 직관적인 조작을 가능하게 함으로써 distraction 을 감소시켜 차량의 안전운전 향상에 기여할 수 있으며 종합적으로 차량 사고 위험 가능성을 감소시킬 수 있다. 또한 이러한 tactile feedback 을 여러 개의 조합을 통하여 haptic device 에서 사용하게 되면 매우 다양한 haptic interface 를 제공할 수 있으며

운전자에게 텔레매틱스 시스템에 대한 보다 직관적인 조작이 가능하게 된다.

<표-3> Type of feedback		
Type of feedback		
Auditory	Voice	
	Sound	Melody
		Beat
Visual	Text	
	Color	
	명암	
	채도	
	밝기	
Touch	Flash	
	Wave	
	Barrier	
	Damper	
	Spring	
	Texture	
	Detent	

### 3. AHP 평가 모델 개발

#### 3-1. AHP 평가모델을 위한 평가지표 조사 및 선별

본 연구의 AHP 평가모델에서 사용될 평가지표를 추출하기 위하여 문헌조사를 통해 일반적으로 사용되는 device 평가지표와 haptic interface 에 대한 평가 관련 논문을 기반으로 기존 연구에서 haptic interface model 의 기능성 및 사용성 평가 기준으로 사용된 haptic interface model 에 대한 평가지표를 포함하여 총 50 개의 평가지표를 추출하였다. 이 추출된 50 개의 평가지표는 haptic interface model 을 평가하는데 있어서 객관적이고 개념적으로 명확해야 하므로 2 차에 걸쳐 50 개의 평가지표에 대한 선별 작업을 실시하였다.

1 차 선별 작업은 전문가의 그룹토의 분석을 실시하였으며 이를 통해 평가지표를 선별하기 위한 선택 기준, 통합 기준 및 제외 기준을 수립하였다. 선택 기준으로는 haptic interface model 를 객관적으

로 평가할 수 있으며 다른 평가지표와 개념 및 의미가 독립적인 평가지표를 통합 기준 및 제외 기준은 평가지표간에 유사한 의미를 나타내거나 중복 되는 의미를 지닌 평가지표는 통합 또는 제외 하였다. 이러한 1 차 선별 작업에서 나온 평가지표는 2 차 선별 작업으로 개념의 크기(지표가 내포하고 있는 개념의 포괄성 또는 일반성의 범위 크기) 및 개념의 상하관계(두 개의 서로 다른 지표의 개념적인 포함관계), 개념의 상관관계(서로 다른 지표들이 갖는 개념간의 인과관계 또는 상관관계) 등의 기준을 적용하여 최종적으로 haptic interface model 을 평가할 수 있는 25 개의 평가지표를 선별하여 AHP 평가 모델을 수립하게 되며 haptic interface conceptual model 개발 시 중요 고려사항을 도출하고 prototype 에 대한 평가를 실시하게 되었다. <표-4>는 최종적으로 선별된 25 개의 평가지표와 각 평가지표에 대한 설명을 나타내고 있다.

#### 3-2. 평가지표의 계층적 분류

AHP 분석을 위하여 <표-4>에 나타난 25 개의 평가지표를 바탕으로 계층적 분류를 실시하였다. 계층적 분류는 각 평가지표들에 대해서 관련성이 높은 지표들을 그룹핑 함으로써 haptic device model 평가 시에 보다 효과적이고 효율적인 평가를 위한 이해력을 높여주기 위해서다. 이를 위해 평가지표들 중에서 관련성이 높은 지표는 2 점을 관련성이 중간 정도인 것은 1 점을 관련성이 없는 지표는 0 점을 부여하여 25 개의 평가지표들에 대해서 9 명의 평가자들을 통해 관련성 정도를 측정하였다. 이 평가지표들 간의 관련성을 측정한 데이터는 요인분석을 통해 관련성이 높은 평가지표들을 체계화하며 계층적 구조도를 생성하게 되었다. 평가지표의 계층적 구조도와 각 평가그룹에 대한 설명은 <표-5>과 같다.

#### 3-3. AHP 평가모델

각 평가지표들의 중요도를 산정하기 위해 최하위 단계인 평가지표들 간의 요인분석을 통해 나온 계층적 구조도는 AHP 평가모델에서 평가요소의 단계별 수준을 나타내게 된다. 각 평가 지표들의

<b>&lt;표-4&gt; 25개의 평가지표와 각 평가지표에 대한 설명</b>	
<b>평가지표</b>	<b>평가지표에 대한 definition</b>
<b>Learnability</b>	• 초보자도 배우기 쉽도록 조작방법이 디자인되어야 한다.
<b>Memorability</b>	• 사용자가 학습한 내용을 쉽게 기억할 수 있도록 device controller의 조작방법이 디자인되어야 한다.
<b>Ease</b>	• 사용자가 device controller를 이용하여 기능의 선택/실행/level 조절 등이 사용하기 쉽도록 디자인되어야 한다.
<b>Flexibility</b>	• Device controller는 각 메뉴/모드에서 조작방법이 유연하게 연동되도록 디자인되어야 한다.
<b>Efficiency</b>	• Device controller는 효율적으로 작동해야 한다.(최소한의 키 작동으로 기능 수행이 이루어져야 한다.)
<b>Effectiveness</b>	• Device controller는 효과적으로 작동해야 한다.(사용자의 손/Brain의 workload를 최소화하도록 기능이 수행되어야 한다.)
<b>Performance</b>	• 사용자가 원하는 특정한 task 수행능력이 뛰어나야 한다.
<b>Fast</b>	• 메뉴/리스트의 검색과 task 수행이 빠르게 조작할 수 있도록 해야 한다.
<b>Accuracy</b>	• Device controller를 통하여 기능의 선택/실행/level 조절 등이 사용자가 원하는 입력 값으로 시스템에 정확히 전달되도록 해야 한다.
<b>Controllability</b>	• Device는 사용자에게 사용권한을 제공해야 한다.(사용자가 통제권을 가지고서 스스로 제어할 수 있도록 해야 한다.Device의 조작감도 포함됨)
<b>Feedback</b>	• 사용자가 error에 대해서 쉽게 인지할 수 있도록 error 발생 시에 명백하게 표시하여 제공해야 한다.(Tactile, Visual, Auditory feedback을 모두 포함) • 사용자에게 적절한 시간에 적절한 방법을 사용하여 상태의 변화(기능/모드 실행 또는 선택), error, 현재의 위치에 대한 정보를 제공해야 한다.
<b>Prevention</b>	• 사용자의 잘못된 입력이나 오작동을 하지 않게 사전에 방지할 수 있도록 해야 한다. • 실행 또는 선택할 수 없는 기능/모드는 사전에 선택할 수 없도록 해야 한다.
<b>Recoverability</b>	• 사용자가 잘못된 입력이나 원치 않는 메뉴에서 빠져나올 수 있도록 exit 또는 cancel을 제공해야 한다. • 사용자가 잘못된 입력이나 오작동으로 인한 error 발생 시에 이에 대한 해결방안이나 복구할 수 있는 방법을 제공해야 한다.
<b>Visibility</b>	• Device/System의 현재의 상태를 시각적으로 확인할 수 있도록 제공해야 한다. • Device의 조작 시에 시각적으로 정보를 제공해야 한다.(Tactile로 제공할 수 없는 정보에 대해)
<b>Durability</b>	• Device controller는 고장이나 파손이 쉽게 되지 않도록 디자인되어야 한다.
<b>Safety</b>	• Device controller는 부자연스러운 작동방식은 배제하여 사용자에게 전달되는 overload를 최소화하여야 한다. • Feedback(tactile/auditory/visual) 제공 시에 사용자에게 악영향(질병 또는 손상)을 미쳐서는 안된다.
<b>Size</b>	• 일반적인 사용자의 손 크기를 고려하여 device controller를 디자인하여야 한다.
<b>Familiarity</b>	• Device controller는 사용자의 손에 느껴지는 grip감을 높일 수 있도록 디자인되어야 한다.(Device controller의 모양/형태/표면/탄력/중량감/촉감 등)
<b>Arrangement</b>	• Device controller는 사용자의 손 행동반경 내에 설치되어 조작하는데 불편함이 없도록 위치하여야 한다.(위치 조절이 가능하도록 디자인되어야 한다.) • 여러 개의 device controller가 필요 시에 적절한 배열을 통하여 다른 controller로 인해 조작하는데 방해를 주어서는 안된다.(일정한 간격을 유지하여 불편함을 제거해야 한다.)
<b>Attractiveness</b>	• Device controller의 조작방식이나 형태는 사용자에게 흥미를 유발할 수 있도록 디자인되어야 한다.
<b>Complexity</b>	• 기능 수행/선택/navigation을 위한 복잡한 조작방법은 배제되도록 한다.
<b>Simplicity</b>	• Device controller는 기능 또는 모드의 수행/선택/navigation을 간단하게 조작할 수 있도록 해야 한다.(사용자의 workload를 최소화) • Device controller의 수는 되도록 최소화하여야 한다.
<b>Cognition</b>	• Device controller는 사용자가 보았을 때 어떠한 방식으로 조작하는 지와 어떠한 기능을 수행할 것인지에 대한 것으로 특정 메뉴/모드에서 사용자가 예측하는 방식으로 조작되도록 디자인되어야 한다. • 사용자의 mental model과 일치하도록 디자인되어야 한다.(예: 오른쪽/위=positive, 왼쪽/아래=negative)
<b>Consistency</b>	• 각 메뉴/모드에서 기능 조작방식이 비슷하거나 같은 것은 같은 조작방식을 사용하여 일관되게 디자인되어야 한다.(예: 음량조절(+/-)과 밝기조절(+/-))
<b>Discriminability</b>	• 조작방식이 다른 기능은 조작방식이 다르게 디자인되거나 다른 controller를 사용하도록 디자인되어야 한다.

중요도를 산정하기 위해 최하위 단계인 평가지표들 간에 수평적으로 상호비교를 실시하였으며 총 18 명의 HCI 전문가 및 개발자를 대상으로 평가그룹을 구성하여 checklist 를 통해 최하위 단계인 평가지표들 간의 상대적 비교평가 값을 수집하여 비교 matrix 를 작성하였다. 수집된 평가지표들 간의 상대적 비교평가 matrix 를 토대로 AHP 분석 tool 인 expert-choice 를 통하여 분석을 실시하여 평가지표의 고유값(eigen

value)을 산출하였고 고유값을 토대로 각 단계 별 평가기준에 대한 평가지표들 간의 상대적 중요도를 추정하고 상위단계인 평가그룹에 대한 하위단계의 평가지표의 상대적 중요도 및 절대적 중요도를 계량적으로 추정하게 되었으며 이를 통해 중요 평가지표를 도출하게 되었다.

AHP 평가 모델에 의해서 산출된 각 평가지표의 가중치인 절대적 중요도와 상대적 중요도를 이용하여 haptic interface conceptual model 과 실제 사용

평가그룹		Definition	평가지표
Manipulation	Interaction Support	Device를 control하기 위한 user와 device간에 발생하는 interaction과 관련된 평가지표 그룹	Learnability
			Memorability
			Ease
	Function Support	Device의 기능성과 관련된 평가지표 그룹	Flexibility
			Efficiency
			Effectiveness
	User Support	특정 task를 수행하기 위한 사용자의 사용성과 관련된 평가지표 그룹	Performance
			Fast
			Accuracy
	Information Support	Feedback 또는 device의 상태정보와 관련된 평가지표 그룹	Controllability
			Feedback
			Prevention
Device	Device Capacity	실제 hardware의 설계 시에 내구성 및 capacity와 관련된 평가지표 그룹	Recoverability
			Visibility
			Durability
	Device Appearance	Device controller의 외관(모양/크기/배열)과 관련된 평가지표 그룹	Safety
			Size
			Familiarity
	Device Control	Device controller를 이용하여 기능의 선택/실행 등에 대한 조작방식과 관련된 평가지표 그룹	Arrangement
			Attractiveness
			Complexity
			Simplicity
			Cognition
			Consistency
			Discriminability

되고 있는 haptic device 인 BMW I-Drive 를 대상으로 개발자 및 HCI 관련 전문가를 통해 비교평가를 실시하였다. 이를 통해 haptic interface conceptual model 의 design 에 대한 validity 와 reliability 를 확보하게 된다.

#### 4. Results

##### 4-1. AHP 평가모델을 통한 결과

AHP 평가 모델에서 절대적 중요도인 global 결과에서는 <표-9>와 같이 ‘Interaction support’ 평가그룹이 0.183 으로서 가장 높게 나타났으며 ‘Information support’, ‘Function support’ 평가그룹 순으로 결과 값이 높게 나타났다. ‘Manipulation’에 속한 평가그룹이 ‘Device’에 속한 평가그룹보다 절대적 중요도인 global 결과값이 높게 나타났으며 평가지표 중에서는 haptic device model design 시에 ‘Learnability’, ‘Ease’가 가장 더 중요하다고 나타났다.

이는 haptic interface model design 시에 우선적으로 고려해야 할 것은 사용자들에게 haptic device 와의 interaction 방법을 단순하고 간단하게 설계하여

haptic device 의 조작방법을 배우기 쉽게 함으로써 haptic device 의 조작에 대한 학습효과를 높여주어야 하며 텔레매틱스 시스템의 작동상태인 기능의 실행 유/무와 현재 위치에 대한 정보 및 feedback 에 대한 정보를 제공함으로써 haptic device 를 통한 텔레매틱스 시스템의 기능 수행이 효과적이고 효율적으로 수행되어야 한다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 사용자들에게 haptic device 에 대한 사용성을 향상을 제공할 수 있게 된다.

##### 4-2. Haptic Interface Conceptual Model

텔레매틱스 시스템의 메뉴구조 및 navigation 에 대한 분석과 haptic interface conceptual model 개발 process 에 따라 2 개의 conceptual model 을 개발하였다.

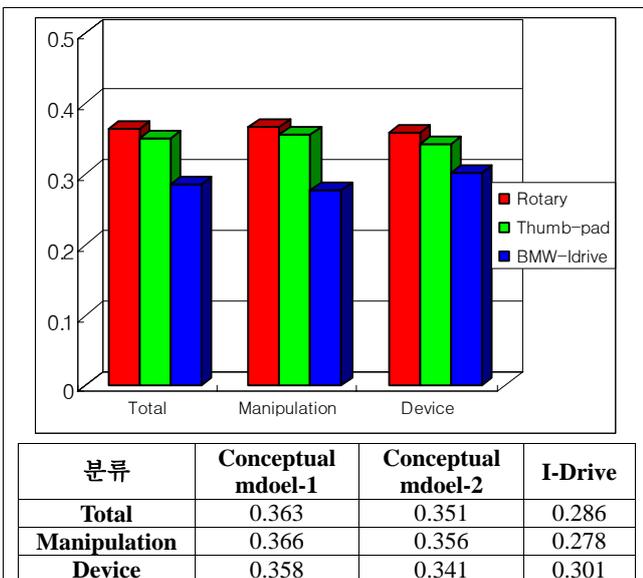
Haptic interface conceptual model-1 은 중앙의 rotary 형태의 controller 를 이용하여 slider 와 turn, 버튼의 press 작동방식을 조합한 것으로 텔레매틱스 시스템에 대한 사용 조작방법과 함께 운전자에게 tactile feedback 을 제공함으로써 조작 버튼의 개수를 줄이고 장치가 차지하는 공간을 최소화하여 운전자가 차량운전에 방해받지

않고도 한 손으로 손쉽게 장치를 직관적인 조작할 수 있도록 하였다. Haptic interface conceptual model-1의 조작방식은 하나의 function 수행을 달성하는데 있어서 운전자의 task 수를 최소화함으로써 조작방식의 효율성을 높이고 사용자의 workload를 감소시켜준다.

Haptic interface conceptual model-2는 thumb pad의 방향별 key를 누르는 방식을 통해 메뉴의 선택 및 navigation을 수행하고 중앙의 버튼을 눌러 메뉴 및 기능의 확인이나 실행을 수행하게 된다. Haptic interface conceptual model-2는 기본적인 device의 navigation key 형태인 방향키 형태의 thumb pad를 사용하여 일반적인 사용자의 mental model에 적합한 조작방식을 제공하고 텔레매틱스 시스템을 조작하기 위한 버튼의 수를 줄임으로써 device의 사용성을 높여주게 된다.

### 4-3. AHP 평가모델을 통한 Haptic Interface Conceptual Model의 평가

AHP 평가 모델을 통해 본 논문에서 제시한 haptic interface conceptual model인 rotary 방식과 thumb pad 방식인 2개의 prototype과 BMW I-Drive와 비교평가를 실시한 결과 전반적인 평가는 rotary 방식의 conceptual model-1이 우수하게 나타났다.



<그림-3> AHP평가 모델 결과(Haptic interface conceptual model-1, 2 & BMW I-Drive)

BMW I-Drive는 'Manipulation'과 관련하여

function을 수행하기 위한 조작방법의 복잡성과 어려움으로 뒤따르나 그에 반해 rotary 방식과 thumb pad 방식은 function을 수행하기 위한 task의 수를 최소화함으로써 조작방법을 단순하고 효율적으로 수행할 수 있어 사용자의 workload를 감소시킨다. 'Device'와 관련한 평가에서는 rotary 방식의 conceptual model-1이 thumb pad 방식의 conceptual model-2와 BMW I-Drive보다 높게 나타났다. 그러나 conceptual model-1과 2는 실물로 구현되지 않은 추상적인 model에 대한 비교평가 결과이므로 validity와 reliability가 미약하다. 따라서 conceptual model-1과 2는 추후 실제로 구현하여 추가적인 평가가 필요로 할 것이다.

### 5. Conclusion

본 연구는 haptic interface conceptual model을 개발하기 위해 텔레매틱스 시스템에 대한 분석과 기능적 요구사항을 바탕으로 2가지 방식의(rotary 방식 & thumb pad 방식) haptic interface conceptual model을 개발하였다. 2개의 model은 사용자의 mental model에 기반한 직관적인 조작방식과 기능 수행을 위해 두 가지 control 방식을 조합하여 사용함으로써 사용자의 task 수를 최소화함으로써 효율적이고 기능 수행 시간을 단축시켜 텔레매틱스 시스템의 사용성을 향상시킬 수 있으며 운전자의 distraction과 workload를 감소시켜 궁극적으로 운전자의 주행 중 안전성 확보와 텔레매틱스 시스템의 사용에 대한 만족도를 향상시킬 것으로 예상된다.

또한 본 연구에서 사용된 AHP 평가모델은 haptic interface model에 대한 초기 design 단계에서 전문가의 정성적인 평가내용을 이용하여 통계적 방법에 의해 구해진 중요도를 통해 정량적인 평가를 제공하였다. 이는 haptic device design 시에 중요 고려사항을 제시하여 개발자로 하여금 사용자 중심의 haptic device 설계를 가능하게 하며 또한 AHP 평가모델을 이용하여 haptic interface의 prototype에 대한 초기 design 단계에서 사용자의

요구사항을 충족시키면서 객관적이고 정량적인 평가가 가능함으로써 haptic interface 설계 및 개선에 효과를 가져다 줄 것이다.

앞으로 발전될 차세대 텔레매틱스 시스템은 고속 무선망의 발전과 고성능 마이크로프로세서의 발전에 힘입어 매우 다양한 서비스 요구 사항을 만족시키기 위하여 다양한 부가서비스를 제공할 것이다. 이러한 차세대 텔레매틱스 시스템을 사용하기 위해서는 운전자의 mental model 에 기반하여 주행 중 안정성 확보와 복잡화와 고도화 되어가고 있는 텔레매틱스 시스템에 대한 사용성 높은 haptic interface 를 지원 할 수 있는 haptic device 를 개발해야 할 것이다.

## Reference

- [1] 마진석, “ 텔레매틱스 단말용 Haptic 디바이스 개발 동향” ,ITFIND 주간기술동향 제 1181 호.
- [2] 이창효, “ 다기준 의사결정론” , 세종출판사, 1999.
- [3] Aaron Marcus, “ The next revolution: vehicle user interfaces” , Interactions Vol. 11(1), 2004 .
- [4] Akamatus M., Sato S., Mackenzie I.S. “ Multimodal mouse: a mouse-type device with tactile and force display” , Presence. Vol. 3 No. 1, pp. 73-80, 1994.
- [5] Dufresne A., Martial O., Ramstein C. “ Multimodal user interface system for blind and ‘ visually occupied’ user: ergonomic evaluation of the haptic and auditive dimensions” , Proc. Interact ’ 95, 1995.
- [6] Ellis R.R., Ismaeil O.M., Lipsett M., “ Design and evaluation of a high-performance prototype planar haptic interface” , Proceedings Advance in Robotics Mechatronics and Haptic Interface(ASME), DSC-Vol. 9, pp. 55-64, 1993.
- [7] Gery Casiez et al., “ Elastic Force Feedback with a New Multi-Finger Haptic Device” , 2004.
- [8] Hayward v. et al., “Haptic Interface and device”, Sensor Review, Volume 24-Number 1, pp.16-29
- [9] Hayward V., Astley O.R. “ Performance measure for haptic interface” , Robotics Research: The 7th

International Symposium, Springer-Verlag, Berlin, pp. 195-207, 1996.

- [10] Hong Z. Tan, “ Haptic Interfaces” ,Communications of the ACM, Vol. 43, No. 3, 2000.
- [11] Phil Magney, “ In-Vehicle Telematics: Current & Future Directions” , Telematics Research Groups.
- [12] Xianghong Sun, Kan Zhang, “ In-Vehicle Navigation Information Display: Integration of Visual and Auditory Presentation” , IEA, 2003.