

스마트폰 증강현실 내비게이션의 인지능력과 호응도에 관한 연구

손민국¹ · 이승태² · 이재열^{2†}

¹삼성 SDS, ²전남대학교 산업공학과

Research on Cognitive Effects and Responsiveness of Smartphone-based Augmented Reality Navigation

Min Gook Sohn¹, Seung Tae Lee², and Jae Yeol Lee^{2†}

¹Samsung SDS

²Department of Industrial Engineering, Chonnam National University

Received 14 May 2014; received in revised form 1 July 2014; accepted 14 July 2014

ABSTRACT

Most of the car navigation systems provide 2D or 3D virtual map-based driving guidance. One of the important issues is how to reduce cognitive burden to the driver who should interpret the abstracted information to real world driving information. Recently, an augmented reality (AR)-based navigation is considered as a new way to reduce cognitive workload by superimposing guidance information into the real world scene captured by the camera. In particular, head-up display (HUD) is popular to implement AR navigation. However, HUD is too expensive to be set up in most cars so that the HUD-based AR navigation is currently unrealistic for navigational assistance. Meanwhile, smartphones with advanced computing capability and various sensors are popularized and also provide navigational assistance. This paper presents a research on cognitive effect and responsiveness of an AR navigation by a comparative study with a conventional virtual map-based navigation on the same smartphone. This paper experimented both quantitative and qualitative studies to compare cognitive workload and responsiveness, respectively. The number of eye gazing at the navigation system is used to measure the cognitive effect. In addition, questionnaires are used for qualitative analysis of the responsiveness.

Key Words: Augmented reality (AR), AR navigation, Cognitive effect, Smartphone navigation, Head-up display (HUD), Virtual map-based navigation

1. 서 론

현재 제공되는 자동차 내비게이션은 운전자에게 필수항목으로 인식되었으며, 이는 GPS로부터 획득된 위치정보를 가상의 지도 위에 매핑시킨 후

Turn-by-Turn 방식이나 버브 뷰 방식의 2D 혹은 3D 가시화 방식으로 운전 경로를 제공하고 있다. 또한, 스마트폰과 같은 모바일 디바이스 기술, 증강현실(Augmented Reality, AR) 기술, 그리고 Head-Up Display(HUD)와 같은 디스플레이 기술들이 자동차 내비게이션 기술과 접목될 경우 다양한 편의성을 제공할 것으로 예측된다¹⁻⁴⁾.

증강현실은 현실 세계에 가상의 객체를 합성하

[†]Corresponding Author, jaeyeol@jnu.ac.kr
©2014 Society of CAD/CAM Engineers

여 사용자에게 보다 현실감 있고 직관적인 가치화 정보를 제공하고, 몰입감을 높여줄 수 있는 사용자 경험(User Experience, UX) 기술로 인식되어 왔다. 따라서, 엔터테인먼트나 게임과 같은 디지털 콘텐츠 뿐만 아니라 스마트폰과 같은 모바일 디바이스를 활용한 상호작용, 협업 및 제품 디자인 등에서 사용자 경험을 크게 변화시켜 가고 있다^{15,9)}. 또한, 최근에는 증강현실 기술이 자동차 내비게이션에 활용되기 시작하였다. 증강현실 내비게이션이란 가상화된 지도에 경로를 표시하는 방법이 아닌, 카메라를 통해 획득된 영상 위로 운전 경로를 증강시키는 시각화 방식이다^{10,11)}.

HUD 기술이 발전하여 자동차 앞 유리에 부착되어 이를 활용한 운전정보를 제공하기 시작하였다. HUD를 활용한 증강현실 내비게이션의 경우 기존의 내비게이션에 비해서 운전자의 주위분산이나 인지적 부담을 어느 정도 줄여준다는 연구결과도 있다²⁾. 하지만, 현 시점에서 HUD를 장착할 수 있는 자동차는 극소수이고 고가여서 바로 사용되기에는 현실성이 떨어지며, 또한, 두 개의 초점 거리가 다른 정보를 중첩해서 보여주므로 거리 측상에서의 초점 변화가 지속적으로 일어나야 한다는 문제도 내재되어 있다. 따라서, 앞으로도 많은 차량에 장착되기까지는 상당한 시일이 걸릴 것으로 예측된다.

한편, 최근에 다양한 컴퓨팅 기술과 센서 기술을 탑재한 모바일 기기나 스마트폰이 급속히 보급되고 있다. 이 기기들은 GPS 센서와 카메라를 탑재하고 있기 때문에 다양한 형태의 내비게이션 기능을 제공할 수 있으며, 증강현실 내비게이션 기능도 제공하기 시작하였다. 현재 알려진 스마트폰 혹은 모바일 증강현실 내비게이션을 살펴보면, 국내에서는 애플의 IOS용 모바일 어플리케이션인 Mapple3Di가 증강현실 내비게이션 기능을 제공하고 있다¹²⁾. 해외에서도 이와 유사한 기능을 제공해 주는 안드로이드 플랫폼 상에서 개발된 OmniGuiderTM가 있다¹³⁾. 일본의 내비게이션 개발 업체인 ‘파이오니아(Pioneer)’는 증강현실을 이용한 내비게이션을 개발하였고, 주변환경을 인식하여 도로 위에 정확한 경로 정보를 표시하려는 시도를 하였다¹⁴⁾. 그러나 이 내비게이션은 HUD를 활용하기 때문에 일반 내비게이션보다 금액이 10배 가량 높아 수백 만원 수준을 형성하고 있어서 현 시점에서 사용하기는 어렵다. 미국에서는 위

키튜드(Wikitude)에서 Wikitude Drive라는 모바일 어플리케이션을 개발하여 공개하였다. 증강현실 내비게이션으로 실제 길안내를 받을 수 있으며, 화면을 터치하면 2D나 3D 맵으로 전환하여 볼 수 있는 기능을 제공한다¹⁵⁾.

무엇보다도, 내비게이션은 궁극적으로 차량 내에서 가상의 그래픽 정보를 활용하여 운전자의 운전부하를 줄여서 주의분산을 감소시키고 인지적 부담을 줄여야 한다. 하지만, 가상화 지도기반의 내비게이션은 운전자에게 실세계 정보 변환에 따른 인지적 부담을 부과시킨다. 따라서, 이러한 인지적 부담을 줄이기 위해서는 내비게이션에 대한 운전자의 인지능력과 호응도에 관한 실증적인 연구가 필요하다.

시뮬레이터를 활용하여 증강현실 내비게이션의 인지적·행동적 운전 행위에 끼치는 영향에 대한 연구가 발표되었으며, 이는 운전자의 운전 수행과 주의 분산에 어떠한 영향을 끼치는지를 모의실험을 통하여 분석하였다¹⁶⁾. 하지만 이 연구는 연구실에서 시뮬레이터를 활용하였기 때문에 현실세계 운전과 차이점이 존재할 수 있다. 기존의 많은 연구들이 증강현실을 내비게이션에 접목시키기 위해서 HUD를 활용하였다. Kim과 Dey는 HUD를 활용한 AR 내비게이션이 기존의 내비게이션보다 노인들이 운전할 때 주위 분산을 줄일 수 있고 운전 집중할 수 있도록 도와줄 수 있다는 연구를 발표하였다²⁾. Medenica 등은 운전 시뮬레이터를 활용하여 HUD 바탕의 AR Personal Navigation Device(PND)를 기존의 방법과 비교분석하였다¹¹⁾. Kun 등은 주행 중 내비게이션을 응시하는 것이 운전 집중도에 어떠한 영향을 끼치는지 그래픽 기반의 내비게이션과 음성기반의 내비게이션을 비교분석하였다¹⁶⁾. 흥미로운 결과는 오히려 음성기반의 내비게이션이 운전자의 주위분산을 더 줄일 수 있다는 것이다. 대부분의 AR 내비게이션 연구들은 실험실에서 시뮬레이터를 활용하였을 뿐만 아니라, 증강현실 내비게이션의 경우 HUD를 바탕으로 연구가 진행되었다. 하지만, HUD가 대부분의 자동차에 장착되기까지는 비용문제로 상당한 시일이 걸릴 것으로 판단되어 현 시점에서는 현실성이 떨어진다고 판단된다.

따라서, 본 연구는 보다 현실적인 방안으로 사용이 보편화된 스마트폰을 활용하여 증강현실 내비게이션을 기존의 내비게이션과 비교 평가하여

운전자의 인지능력과 호응도를 분석하고 이를 바탕으로 증강현실 내비게이션의 발전방향을 고찰하고자 한다. 스마트폰 증강현실 내비게이션이 운전자에게 어느 정도의 운전부하를 줄일 수 있는지 알아보기 위해서 동일한 스마트폰에서 실행되는 기존방식의 내비게이션과 정량평가와 정성평가를 통한 비교 분석을 실시하였다. 정량적 분석을 위해서 내비게이션 주시횟수를 통계적으로 분석하였으며, 증강현실 내비게이션 호응도를 알아보기 위해 설문조사 분석을 함께 실시하였다. 2장에서는 스마트폰을 활용하여 기존방식의 내비게이션과 증강현실 내비게이션의 인지능력 차이를 측정하기 위한 실험 준비 과정을 설명하고, 3장에서는 정량적·정성적 실험분석을 통해서 기존의 내비게이션과 비교분석을 실시하였다. 4장과 5장에서는 토의 및 결론 그리고 추후연구방향을 제시한다.

2. 스마트폰 증강현실 내비게이션 인지능력과 호응도 측정을 위한 실험 환경

스마트폰을 활용하여 가상 맵 기반의 내비게이션과 증강현실 내비게이션의 운전 인지능력을 측정하기 위해서 20대 남녀 운전자(남성 16명, 평균 나이 25.3세)과 (여성 4명, 평균 나이 26세) 총 20명을 대상으로 선정하였다. 실험 참가자는 평균 운전 경력이 3년 이상이며 내비게이션 조작이 능숙하다고 말하는 운전자와 이전에 기존방식의 내비게이션을 사용한 경험이 있는 운전자로 선정하였다. 실험 전 실험참가자들에게 실험 목적 및 내용을 충분히 설명하였으며, 실험 참가에 관하여 동의서를 얻은 후 실험을 실시하였다. 단, 내비게이션이 제공할 수 있는 많은 정보 중 운전경로 정보만을 비교분석 하였다.

본 실험에 사용된 자동차 및 스마트폰 내비게이션은 다음과 같다.

- 운전 차량: KIA자동차 ‘소렌토 R’ 모델을 이용함.
- 실험조건: 동일한 실험 환경을 제공하기 위해서 스마트폰에 설치된 기존 내비게이션과 증강현실 내비게이션을 번갈아 가면서 사용함. 또한, 실험 중에는 스마트폰을 같은 위치에 거치시킴. 단, 실험 전에는 운전자의 선호에 따



Fig. 1 A screen capture of Mapping3Di



Fig. 2 A route for the experiment

라 위치 및 방향을 수정할 수 있음.

- 내비게이션: 기존의 지도방식의 내비게이션과 증강현실 기술이 함께 적용된 아이폰4 앱인 ‘Mapple3Di’ (Fig. 1) 사용함.
- 조수석: 실험의 중간 과정을 살펴보고자 관찰자와 동승함.
- 실험을 위한 운행구간: 피실험자가 기존에 숙지하지 못하는 구간으로 선정함. ‘전남대 정문 ~ 광주 한국 국가기술 자격 검정원’ 구간 (약 10 km) (Fig. 2)을 설정함.

실험에 앞서 실험 참가자들 중 18명의 실험참가자가 ‘SUV 차량을 운전해 본 경험이 있다’고 사전 대답하였으며, 나머지 2명의 실험참가자는 ‘SUV 차량을 운전해본 경험이 없다’고 답하였다. 하지만 SUV 차량 운전 경험이 없는 2명의 실험 참가자들도 차량 종류와 상관없이 운전대에 대하여 문제가 생기지는 않는다고 답하였다. 스마트폰 내비게이션은 자동차 전면유리 중앙부분에 설치하였고, 키와 신체 특성을 가만하여 실험 참가자와의 의견

조율을 통하여 내비게이션 방향을 조절하였다. 기존 내비게이션 사용에 익숙한 실험 참가자들을 위해 증강현실 내비게이션 사용방법에 대하여 먼저 숙지시킨 후, 약 10분 가량 증강현실 내비게이션을 자유롭게 조작하게 한 뒤, 본격적인 실험을 실시하였다. 실험 중에는 조수석에 관찰자가 동승하여 실험 참가자들이 운전하는 모습을 직접 관찰하며 주시횟수를 기록하였다.

- 인지능력 측정: 순간순간 내비게이션을 쳐다보는 주시횟수(Eye gazing)를 측정함으로써 실험 참가자의 운전부하와 운전 집중도를 측정하였음. 이를 통해 정량적 분석을 수행하였음.
- 호응도 측정: 실험 참가자들의 증강현실 내비게이션을 받아드리고 사용하는 호응도를 측정하였음. 관찰실험이 끝난 후 실험 참가자들은 리커트(Likert) 5점 척도를 이용한 설문지를 작성하게 하여 운전자의 실험 후 실험 참가자들의 의견을 수렴하여 정성적 평가를 수행하였음.

3. 증강현실 내비게이션의 인지능력과 호응도 분석

3.1 주시횟수에 따른 운전 집중도의 정량적 분석

내비게이션에 대한 주시 혹은 응시(Eye Gazing)의 측정은 운전부하나 인지능력을 측정할 수 있는 중요한 기준으로 평가되고 있다^[9,17,18]. 다양한 측정방법이 있지만 본 연구에서는 주시횟수를 바탕

으로 가설을 세웠다. 즉, 증강현실 내비게이션을 사용하면 운전부하가 줄어들어 운전집중도가 더 개선 될 것이라는 가설을 세웠다. 그에 대한 측정값을 통계적 기법에 따라 분석하였다. 비교평가를 위해 실험 참가자가 스마트폰에 함께 설치된 기존 내비게이션과 증강현실 내비게이션을 번갈아 가면서 실험을 실시하였고 (순서는 임의로 부여됨) 결과는 Fig. 3에 도시되어 있다. Table 1은 주시횟수의 대표값을 보여준다. 본 연구에서는 통계적 분석을 위해서 R-Project SW를 활용하였다^[19]. 본 연구에서 정량적 분석을 위해 아래와 같은 대립가설을 세웠다.

H_a : 스마트폰 상에서 증강현실 내비게이션을 활용할 경우 기존 내비게이션보다 주시횟수가 줄어들어 운전 집중도를 향상시킨다.

일반적으로 통계적 비교 분석을 위해서 t -검정을 활용한다. 하지만 t -검정은 데이터의 분포가 정규분포를 따라야 한다는 가정에 바탕을 두어야 한다. 따라서, 정규성 검정^[20]을 아래와 같이 우선 실시하였다. 통계분석에 따르면 신뢰수준 95%를 기준으로 $p < 0.05$ 이기 때문에 정규성을 따르지 않는다는 결과를 얻었다.

Table 1 Mean and standard deviation of the measured number of eye gazing

	AR 내비게이션	기존 내비게이션
평균	26.3	27
분산	7.06	9.44

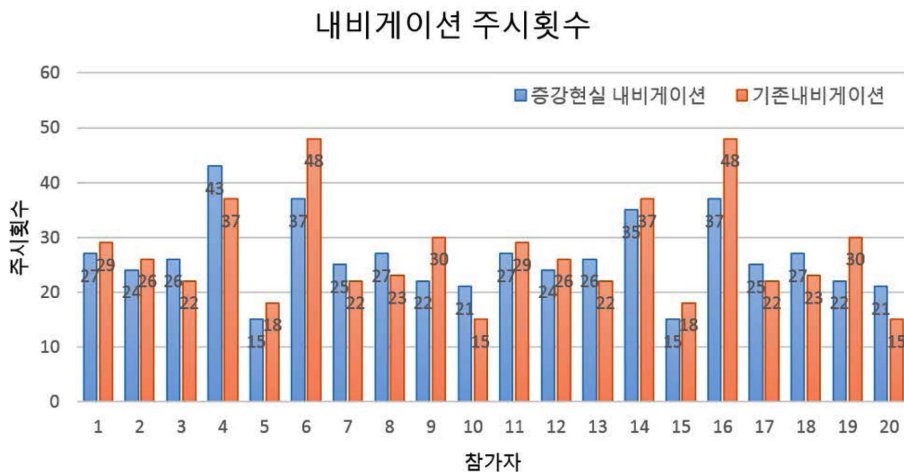


Fig. 3 Experimental result of eye gazing

Shapiro-Wilk normality test

data: young\$AR - young\$VR

W = 0.8906, p-value = 0.02762

일반적으로 실험 데이터가 정규성을 따르지 않으면 t-검정이 아니라 윌콕슨 부호순위 검정^[21]을 실시해야 한다. 따라서, 신뢰수준 95%를 기준으로 아래와 같이 윌콕슨 부호순위 검정을 실시한 결과, $p < 0.05$ 이기 때문에 스마트폰 상에서 증강현실 내비게이션과 기존 내비게이션 사용에 따른 주시횟수의 차이가 없고, 주시횟수에 따른 운전부하나 인지능력의 차이는 없다는 결과가 나왔다.

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: young\$AR and young\$VR

V = 106, p-value = 0.985

Fig. 3과 Table 1에서 도시된 실험데이터를 살펴보면 증강현실 내비게이션의 주시횟수의 대표값이 적어 기존 내비게이션보다 운전부하를 감소시켜 운전집중도를 높일 것으로 예측되지만, 윌콕슨 부호 검정의 결과에 따르면 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않아 대립가설을 기각하였다. 즉, 증강현실 내비게이션이 기존의 내비게이션보다 더 뛰어난 인지능력을 제공한다고 볼 수 없다는 결론을 얻었다.

3.2 호응도에 대한 정성적 분석

스마트폰을 활용하여 증강현실 내비게이션과 기존 내비게이션 간의 호응도를 수렴하기 위하여 실험 참가자들로부터 리커트 5점 척도를 이용하여

설문조사를 실시하였다(Table 2).

참가자들의 설문조사 결과에 따르면, 내비게이션의 가장 중요한 기능인 경로 안내에 대해서 쉽게 받아 들일 수 있었는가에 대한 질문에, 참가자들 중 55%인 11명(긍정: 9명, 매우 긍정: 2명)이 경로 안내를 받았을 때 쉽게 파악이 가능하였다고 답변하였다. 3명은 중간이라고 응답하였으며 30%인 6명(불만: 5명, 매우 불만: 1명)이 부정적으로 응답하였다. 그에 대한 이유로는 ‘증강현실 내비게이션의 경로 안내선을 쉽게 인지하기 어려웠다.’고 5명이 응답을 하였고, ‘기존 지도처럼 보여주는 방식이 아니라 이해하기가 어려웠다.’고 1명이 응답하였다.

전체적인 화면구성에 대해서는 긍정적인 답변이 많았다. 참가자 중 75%인 15명(긍정: 12명, 매우 긍정: 3명)이 화면구성이 보기 좋았다고 응답하였고, 1명이 중간이라고 응답하였다. 20%인 4명(불만: 4명)은 화면구성에 불만이 있다고 응답하였다. 또한, 조작방법에 대한 참가자들의 의견으로는 85%인 17명(긍정: 14명, 매우 긍정: 3명)이 응답하였고, 1명은 보통이었으며 2명은 불만이었다고 응답하였다. 불만의 이유로는 조작방법의 불편함에 있었다. 이에 대해 자세한 이유는 언급하지 않았지만, 이는 화면구성과 인터페이스는 개인사용자의 선호도에 따른 차이가 큰 것으로 판단된다.

실제 도로의 여러 가지 안내사항에 대해서 쉽게 인지가 가능했는다는 질문에는 10명(긍정: 9명, 매우 긍정: 1명)이 긍정적으로 응답하였으나 9명(불만: 5명, 매우 불만: 3명) 부정적이라고 응답하였다. 부

Table 2 Questionnaires

문항	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통	그렇다	매우 그렇다	평균
1. 경로를 안내 받을 때 쉽게 파악이 가능했다.	1	5	3	9	2	3.3
2. 화면 구성이 보기 좋았다.	0	4	1	12	3	3.7
3. 실제도로의 주의 사항을 쉽게 인지할 수 있었다.	3	5	2	9	1	3
4. 조작방법이 간편했다.	0	2	1	14	3	3.9
5. 운전 중 시선을 많이 빼앗기지 않았다.	0	4	5	9	2	3.45
6. 경로 안내가 정확했다.	0	0	1	14	5	4.2
7. 기존의 내비게이션보다 증강현실 내비게이션이 더 인식하기 쉬웠다.	2	7	2	8	1	2.95
8. 증강현실 내비게이션을 앞으로도 계속 사용하고 싶다.	2	6	7	4	1	2.8
9. 증강현실 내비게이션에 전체적으로 만족감을 느꼈다.	1	2	6	9	2	3.41
10. 앞으로도 증강현실 내비게이션이 주축이 될 것이다.	0	2	1	10	7	4.1

정적이었던 이유로는 ‘기존 내비게이션보다 안내가 더 적었다.’는 응답이 있었고, 그리고 ‘안내가 나오는지조차 몰랐다.’는 응답도 있었다. 이는 증강현실 내비게이션이 기존 내비게이션보다 안내가 미흡했고, 안내능력이 더 떨어진다고 해석이 된다. 이는 증강현실 내비게이션이 인지능력을 키우기 위해 반드시 해결해야 하는 과제라고 판단된다.

운전 중 시선을 많이 빼앗기지 않았냐는 질문에는 11명(긍정: 9명, 매우 긍정: 2명)이 긍정적이었다고 응답하였으나 4명(불만: 4명)이 부정적이라고 응답하였다. 5명은 보통이라고 응답하였다. 불만이라고 응답한 이유는 ‘증강현실 내비게이션이 실제 전방을 촬영 후 화면에 표시하기 때문에 자신도 모르게 그 화면에 집중하게 된다.’고 응답하였다. 이는 증강현실 내비게이션의 특징에 바탕을 둔 것으로, 실제세계가 화면에 보이기 때문에 시야각이 좁은 내비게이션만 보고도 운전이 제한적으로 가능하기 때문이다. 하지만, 아무리 실제 도로를 화면으로 볼 수 있더라도 시야에 제한이 있기 때문에 내비게이션만 응시하고 운전하는 경우는 아주 위험하다. 이를 보완할 수 있는 추후 연구가 필요하다고 판단된다.

경로안내가 정확하였냐는 질문에는 부정적인 응답이 없었다. 이는 경로안내의 정확성은 목적지로 정확하게 안내가 되었냐는 것이었는데 실제로 모두 목적지에 도착하였으니 내비게이션의 기본기능인 경로안내에는 문제점이 없는 것으로 생각된다.

기존 내비게이션에 비해 증강현실 내비게이션이 더 인지하기 쉬웠냐는 질문에는 다양한 의견이 개진되었다. 9명(긍정: 8명, 매우 긍정: 1명)이 그렇다고 응답하였고, 9명(불만: 7명, 매우 불만: 2명)이 부정적이었다고 응답하였다. 그 이유로는 ‘증강현실 내비게이션이라도 기존보다 더 인지가 잘 되지는 않는 것 같다.’는 응답이 대부분이었으며, ‘알아보기가 불편해서 인지능력이 더 떨어진다.’고 응답하는 운전자도 있었다. 그리고 오히려 ‘지도가 제공되지 않기 때문에 대략적인 경로를 볼 수 없어서 힘들었다.’고 응답하는 실험자도 있었다. 따라서, 지도가 제공되지 않아 불편했다는 것은 화면에 기존지도를 병기해 표시하는 것도 하나의 해결책이 될 수 있을 것이다. 하지만 이럴 경우 증강현실 내비게이션의 특징을 잃어버릴 수도 있다.

증강현실 내비게이션에 대해 만족감을 느꼈냐는 질문에는 11명(긍정: 9명, 매우 긍정: 2명)이 긍

정적인 응답을 하였다. 6명은 보통이라고 응답하였고 3명(불만: 2명, 매우 불만: 1명)이었다. 불만이라고 응답한 이유로는 본인과는 맞지 않는다는 응답과 기존지도가 더 인식하기 쉬운 것 같다는 응답이 있었다.

그런데 증강현실 내비게이션을 앞으로도 계속 사용하고 싶다는 질문에는 의외의 결과가 나왔다. 5명(긍정: 4명, 매우 긍정: 1명)이 긍정적인 반응을 보였으나 8명(불만: 6명, 매우 불만: 2명)이 부정적인 반응을 보였다. 7명은 보통이라고 응답하였다. 오히려 부정적인 반응이 더 많았는데 그 이유로는 지금 이 상태로는 계속 사용하기는 꺼려진다는 응답이 많았다. 그리고 본인과는 맞지 않는다는 응답도 있었고, 신기한 기능이긴 하지만 이것만을 지속적으로 사용하고 싶지는 않다는 응답도 있었다. 이는 증강현실 내비게이션이 상용화되기 위해서는 사용자 중심의 접근방법이 필요하며 기존의 내비게이션과의 차별성이 있어야만 할 것으로 생각된다. 그리고 이에 대한 세부 문항으로 증강현실 내비게이션을 사용하지 않는다면 어떤 지도 방식을 선호하냐는 질문에 8명 중 5명이 2D 형식의 기존 지도를 선호하였고, 3D 지도는 3명이 선호하였다. 이를 토대로 증강현실 내비게이션과 기존 지도를 병기하는 방법과, 기존지도로 일부 구간에선 증강현실 내비게이션으로 전환되어 사용되는 기능이 해결책이 될 수 있을 것이라고 생각한다. 그리고 참가자 중 17명이 증강현실 내비게이션이 주축이 된다는 것에 긍정적으로 대답한 것으로 보아 증강현실 내비게이션은 분명 매력적인 기술이다.

결론적으로 증강현실 내비게이션의 장점은 실세계를 화면에 투영한 후 이를 이용한다는 것이다. 그렇기 때문에 경로를 직관적으로 파악이 가능하고 정확한 지점을 찾을 수 있다는 것에 장점이 있었다. 그리고 실사 화면이기 때문에 가상의 지도보다는 이질감이 떨어지는 것도 장점이 되었다. 단점으로는 전체적인 지도가 나오지 않아서 앞으로 가야 할 경로를 예상하기가 힘들다는 것이 있었고, 실사 화면 이외에 별다른 정보가 나오지 않아 정보전달은 오히려 떨어진다는 것이다. 그리고 디스플레이 장치의 크기가 작아 알아보기가 힘들었고, 경로 안내선이 애매하게 보여 오히려 인식하기 어렵게 만든다는 단점도 있었다. 신기한 기능이긴 하지만 지속적인 사용에는 부정적인 의견

Table 3 Advantages and disadvantages of smartphone-based AR navigation

	장점	단점
증강현실 내비게이션	<ol style="list-style-type: none"> 1. 가상이 아닌 실제 도로 화면에 안내를 띄워 알아보기가 쉬움. 2. 실사 화면이 나오기 때문에 이질감이 덜어짐. 3. 경로 표시가 되기 때문에 갈림길에서 덜 헤매게 됨. 4. 매력적인 기능임. 앞으로 발전할 경우 많은 도움이 될 것으로 판단됨. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 전체적인 지도가 아닌 바로 앞의 실제 화면만 나오기 때문에 대략적인 경로를 예상할 수 없음. 경우에 따라서는 내비게이션 화면에 집중하는 경향도 있음. 2. 실사 화면 외에 별다른 정보가 나오지 않음. 디스플레이에 나오는 경로 안내선이 애매하게 보이고, 경로선이 어긋날 때 마다 조작하기가 까다로움. 3. 화면의 크기가 작아서 잘 보이지 않음. 4. 밤에는 사용이 어려움.
기존방식 내비게이션	<ol style="list-style-type: none"> 1. 항상 사용하던 방식이라 익숙함. 2. 전체 지도가 나오기 때문에 대략적인 경로 예측이 가능함. 3. 별다른 조작이 필요하지 않음. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 갈림길이 애매하면 정확히 알아보는데 시간이 걸림. 2. 가상의 지도이기 때문에 공간감각이 떨어지면 인식에 어려움이 있음. 3. 2D/3D 등 지도 종류에 따라 인지능력이 달라짐.

이 있었다. 또한, 카메라를 이용하기 때문에 나이트 비전이 아닌 이상 밤에는 사용이 불가능하다는 단점이 있었다.

기존 내비게이션은 항상 사용하던 방식이라 익숙하다는 것이 장점이며 전체적인 지도가 나오기 때문에 앞으로 가야 할 경로를 대략적으로 머리에 그릴 수 있다는 것이 장점이라고 응답하였다. 기존 내비게이션의 단점은 가상의 지도이기 때문에 갈림길 안내 시에 갈림길이 애매한 모양으로 있으면 인식하는데 오래 걸리고, 공간감각이 떨어지는 사람들은 쉽게 인식하지 못하는 단점이 있었다. Table 3은 설문조사 결과를 표로 간략히 요약하였다.

4. 토 의

주시횟수를 바탕으로 한 실험평가에 따른 증강현실 내비게이션의 운전부하 감소에 대한 가설이 통계적으로 유의미한 차이를 보여주지 못했다. 정성적 평가에서도 비록 실험 참가자들이 증강현실 내비게이션에 대해 긍정적인 반응을 보였지만, 앞에서 언급한 것처럼 여전히 여러 가지 문제점을 내포하고 있었다. 따라서, 정량적·정성적 분석을 통해 도출된 장점과 단점을 바탕으로 향후 스마트폰 증강현실 내비게이션의 발전방향을 고찰해 볼 수 있다.

주시횟수 뿐만 아니라 여러 가지 요인들이 운전부하에 영향을 끼친다고 판단된다. 예를 들면, 운전 태스크의 복잡성, 디스플레이의 친숙도, 증강현실 표시 방식 등이 원인이 될 수 있다.

운전 태스크는 단순히 내비게이션의 도움뿐만 아

니라 다양한 요인에 의해서 결정된다. 비록 이러한 문제를 최소화시키기 위해서 시뮬레이터가 아닌 동일한 조건에서 도로를 직접 주행하면서 실험평가를 했지만 주시횟수에 따른 운전부하 측정으로 운전 태스크의 복잡성을 모두 고려하기는 어렵다.

또한, 디스플레이의 친숙도 측면을 고려하자면 기존 내비게이션 방식이 더 익숙하다고 할 수 있다. 이러한 문제점을 어느 정도 해결하고자 운전자가 사용하지 않은 스마트폰 내비게이션을 대상으로 실험평가를 수행하였다. 하지만, 여기에도 여전히 불확실성이 내포되어 있다고 판단된다.

증강현실 표시 방식에도 영향을 받았으리라 판단된다. 다양한 방식의 증강현실 표시가 가능하지만 본 연구에서는 한 개의 어플리케이션만을 비교했다. 하지만, 경우에 따라서는 어플리케이션의 디스플레이나 정보 구현 특성이 사용자에게 큰 영향을 끼칠 수도 있다고 판단된다. 따라서, 이러한 문제점을 개선할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다.

무엇보다도 야간운전에서 큰 문제점을 가지고 있다. 실험 시간대를 고려했을 때 비록 몇 명의 실험자의 지적이지만, 스마트폰으로 촬영된 화면은 야간에는 화면이 매우 희미하게 보이는 단점이 있다. 이로 인해 야간에는 증강현실 내비게이션의 사용이 아주 어려웠다. 스마트폰의 카메라 특성상 야간에도 문제없이 촬영할 수 있는 카메라를 탑재하기에는 어려움이 따를 것으로 판단된다. 이를 개선하기 위해서는 야간에는 기존의 지도를 함께 증강시키는 것도 하나의 대안이 될 수 있다.

비록 몰입감을 제공하지만 증강현실 내비게이션 상에서 운전경로가 모호하게 표시되어 처음에

는 인지하기에 많은 어려움이 있었다. 이를 보완하기 위해서 카메라 영상 위에 어떻게 경로를 (예, 방향, 기호, 카메라 영상과의 정합 등) 표시하는 것이 인지능력을 효과적으로 높일 수 있는지에 대한 추후연구가 필요하다고 판단된다.

비록 스마트폰 증강현실 내비게이션은 현재 개발 초기단계에 있고 상당한 문제점을 내포하고 있지만 스마트폰의 센서기술, 디스플레이기술, 컴퓨팅기술 등이 개선되고 있기 때문에 앞으로 보다 더 효과적인 내비게이션 기능을 제공할 수 있을 것으로 예측된다. HUD 기반의 내비게이션도 앞에서 언급한 여러 가지 원인을 해결해야만 운전자의 운전부하를 줄여줄 수 있고 운전집중도를 높일 수 있을 뿐만 아니라 인지능력을 향상시킬 수 있다고 판단된다.

5. 결 론

본 논문에서는 스마트폰 증강현실 내비게이션이 기존의 2D/3D 방식의 가상 맵 화면에 익숙한 사람들에게 어떻게 다가올 것인지에 대하여 연구하였다. 기존방식의 내비게이션과 정량적·정성적 실험을 통하여 사람들의 인지 능력을 분석하여 증강현실 내비게이션의 문제점과 발전방향을 고찰하였다. 본 논문에서는 운전 중 내비게이션 주시 횟수와 설문조사를 통하여 기존 내비게이션과 비교했을 경우 운전부하 감소와 호감도 차이를 평가하였다. 하지만, 가설과는 달리 스마트폰 증강현실 내비게이션의 경우 기존의 내비게이션에 비해서 인지능력과 호응도 향상에 차이가 없다는 실험 결과를 얻을 수 있었다. 하지만, 실험 참가자들은 증강현실 내비게이션에 대해 많은 매력과 호기심을 보였으며, 사용 후에도 증강현실에 대하여 큰 관심을 보이며 앞 장에서 언급된 문제점에 대한 해결책이 어느 정도 제시된다면 활용도는 더 높아질 것으로 판단된다. 특히, 증강현실 내비게이션만의 장점이 있기 때문에 기존의 내비게이션과 상호보완적으로 활용될 경우 운전부하 감소를 통한 인지능력을 충분히 향상시킬 것으로 판단한다.

스마트폰 증강현실 내비게이션의 경우 또 다른 기술과 결합이 될 경우 현재 지니고 있는 문제점을 어느 정도 해결할 수 있다고 판단된다. 대표적인 예로는 스마트폰과 Google Glass^[22]와 같은 Wearable Device와 결합을 할 경우 증강현실의 몰

입감을 한층 높일 수 있을 것으로 판단된다.

하지만, 스마트폰 증강현실 내비게이션의 경우 제한된 크기로 인하여 증강현실의 몰입감을 느끼기에는 부족함이 있다. 비록 조금씩 크기가 커지고는 있지만 몰입감을 느끼기에는 한계가 있다고 판단된다. 따라서, 스마트폰의 사용성을 떨어뜨리지 않으면서 인지능력을 향상시킬 수 있도록 스마트폰 스크린 크기에 따른 인지능력의 차이를 알아보는 연구가 필요하다. 또한, 증강현실 내비게이션의 경우 촬영한 영상 위에 운전경로를 표시하기 때문에 운전자가 복잡하지 않은 구간에서는 증강현실 내비게이션만 보고 운전하는 경우도 목격되었지만, 주시횟수 뿐만 아니라 주시한 시간 등을 복합적으로 고려한 인지능력 측정에 관한 추가적인 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 한국연구재단 일반연구자사업(2012R1A1A2004189)에 의해서 지원되었음.

References

1. Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. and MacIntyre, B., 2001, Recent Advances in Augmented Reality, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), pp.34-47.
2. Kim, S. and Dey, A.K., 2009, Simulated Augmented Reality Windshield Display as a Cognitive Mapping Aid for Elder Driver Navigation, *Proc. CHI'09*, pp.133-142.
3. Narzt, W., Pomberger, G. and Ferscha, A., 2003, Pervasive Information Acquisition for Mobile AR-navigation Systems, *Proc. 5th IEEE Workshop on Mobile Computing Systems & Applications*, pp.13-20.
4. Takada, D., Ogawa, T., Kiyokawa, K. and Takemura, H., 2009, A Context-aware AR Navigation System Using Wearable Sensors, *LNCS*, 5612, pp.793-801.
5. Azuma, R., 1997, A Survey of Augmented Reality, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), pp.355-385.
6. Feiner, S., MacIntyre, B., Holler, T. and Webster, A., 1997, A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment, *Personal Technologies*, 1(4), pp.208-217.
7. Rhee, G.W., Seo, D.W. and Lee, J.Y., 2007,

- Ubiquitous Car Maintenance Services Using Augmented Reality and Context Awareness, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 12(3), pp.717-181.
8. Seo, D. and Lee, J.Y., 2013, Direct Hand Touchable Interactions in Augmented Reality Environments and Intuitive User Experiences, *Expert Systems with Applications*, 40(9), pp.3784-3793.
 9. Cha, M., Han, S. and Huh, Y., 2013, A Walking Movement System for Virtual Reality Navigation, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 18(4), pp.290-298.
 10. Kim, K.-H., Cho, S.-I., Lee, J.-S. and Wohn, K.-Y., 2009, Cognitive and Behavioral Effects of Augmented Reality Navigation System, *Journal of the Korean Society for Simulation*, 18(4), pp.9-20.
 11. Medenica, Z., Kun, A.L., Paek, T. and Palinko, O., 2011, Augmented Reality vs. Street Views: a Driving Simulator Study Comparing Two Emerging Navigation Aids, *Proc. MobileCHI'11*, pp.265-274.
 12. Mapple3Di AR, 2012, <https://itunes.apple.com/us/app/mapple3di-lieol3d-naebigeisyeon/id366595714?mt=8&ign-mpt=uo%3D4>.
 13. OmniGuider AR, 2012, <http://www.omniguider.com/EnglishPage/index.html>
 14. Pioneer AR. 2013, <http://pioneer.jp/>
 15. Wikitude AR, 2012, <http://www.wikitude.org/en/drive>
 16. Kun, A.L., Paek, T., Medenia, Z., Memarovic, N. and Palinko, O., 2009, Glancing at Personal Navigation Devices can Affect Driving: Experimental Results and Design Implication, *Proc. AutomotiveUI'09*, pp.129-146.
 17. Ablassmeier, M., Poitschke, T., Wallhoff, F., Bengler, K. and Rigoll, G., 2007, Eye Gaze Studies Comparing Head-up and Head-down Displays in Vehicles, *Proc. IEEE International Conf. on Multimedia and Expo*, pp.2250-2252.
 18. Tonnis, M., Sandor, C., Klinker, G., Lange, C. and Bubb, H., 2005, Experimental Evaluation of an Augmented Reality Visualization for Directing a Car Driver's Attention, *Proc. ISMAR'05*, pp.56-59.
 19. R-Project for Statistical Computing, 2013, <http://www.r-project.org>
 20. Shapiro-Wilk normality test, 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Shapiro-wilk_normality_test
 21. Wilcoxon signed-rank test, 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Wilcoxon_signed-rank_test
 22. Google Glass, 2014, <http://www.google.com/glass/start/>



손민국

2013년 2월 전남대학교 산업공학과
학사
현재: 삼성 SDS
관심분야: ICT 혁신기술, ICT 인프
라 아키텍처



이승태

현재: 전남대학교 산업공학과 학사
관심분야: IT 융합, 증강현실



이재열

1992년 포항공과대학교 산업공학과
학사
1994년 포항공과대학교 산업공학과
석사
1998년 포항공과대학교 산업공학과
박사
1998년~2002년 한국전자통신연구
원 선임연구원
2003년~현재 전남대학교 조교수/
부교수/교수
관심분야: HCI, AR/VR, MobileHCI,
Digital Product Design and
Evaluation, User Experience