

저자 (Authors)	서봉균, 이석원, 김가슬, 김기범 Bong Gyun Seo, Seok Won Lee, Ga Seul Kim, Kibum Kim
출처 (Source)	<a href="#">한국HCI학회 학술대회</a> , 2018.1, 735-739(5 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">한국HCI학회</a> The HCI Society of Korea
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07401498">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07401498</a>
APA Style	서봉균, 이석원, 김가슬, 김기범 (2018). 색약인과 색맹인을 위한 아두이노 센서를 기반으로 한 게임 소프트웨어 개발. 한국HCI학회 학술대회, 735-739
이용정보 (Accessed)	한양대학교 ERICA캠퍼스 166.***.218.44 2019/06/17 19:03 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# 색약인과 색맹인을 위한 아두이노 센서를 기반으로 한 게임 소프트웨어 개발

## Development of Game Software based on Arduino Sensor for Color Weakness and Color Blindness

서봉균

Bong Gyun Seo

계명대학교

게임모바일공학

Keimyung University

Dept. of Game Mobile

Engineering

gess475@gmail.com

이석원

Seok Won Lee

계명대학교

게임모바일공학

Keimyung University

Dept. of Game Mobile

Engineering

kalee7878@gmail.com

김가슬

Ga Seul Kim

계명대학교

게임모바일공학

Keimyung University

Dept. of Game Mobile

Engineering

rktmf0411@naver.com

김기범

Kibum Kim

계명대학교

게임모바일 공학

Keimyung University

Dept. of Game Mobile

Engineering

kibumkim@kmu.ac.kr

### 요약문

국내 남성의 5.9%, 여성의 0.4%가 색각이상으로 알려져 있다. 국내에서 색각이상을 진단할 수 있는 도구로 한천석 박사가 고안한 한식색각검사표를 주로 사용하지만 이를 제외한 전문적인 검사 도구 연구가 거의 이뤄지지 않고 있다. 본 연구에서는 색각이상을 진단할 수 있는 도구로 게임 소프트웨어를 개발하고 이를 제시한다. 이 소프트웨어는 색각 이상의 여부와 관계없이 정상인과 색각 이상자도 동등하게 즐길 수 있다. 파일럿 스터디를 포함하여 정상인 11 명을 대상으로 게임 테스트와 설문조사를 한 결과, 다수의 응답자가 색각 검사 도구로서 신뢰성을 느꼈다. 하지만 색각 이상이 있는 피실험자를 찾지 못해 정확한 신뢰성은 판정할 수 없다는 한계가 있다. 사용자 피드백을 꾸준히 보완한다면 색각 검사 소프트웨어로 사용할 수 있을 것으로 예상된다.

### 주제어

색각이상, 색각 검사 도구, 한식색각검사, 아두이노, 아두이노 센서, 게임 소프트웨어

## 1. 서론

대한민국 전체 남자의 5.9%, 여자의 0.4%가 색각 이상을 가지고 있다. 색각이상은 형질에 따라 추상체 또는 간상체에 이상이 존재하는 선천성 이상과 사고, 약물, 노화 등으로 인한 후천성 이상으로 나뉜다. 색각이상 중에서는 일반적으로 녹색약이 전체 색각이상의 25~45%를 차지하고 그 다음으로 녹색맹, 적색맹, 적색약의 순서로 분포돼 있다.[1] 이들은

자신이 색각 인지에 이상이 있는지 확인하는 방법으로 의료기관에서는 한식색각검사표와 이시하라 검사표를 보완한 방법을 주로 사용한다. 그 중 한식색각검사표는 여러 안과와 건강진단 센터에서 높은 사용률을 보이지만 색각이상을 정확히 검사하는 도구로는 적절하지 않다.[2]

우리는 색각 검사의 새로운 도구로써 색각의 인지 범위를 늘리고, 또한 색약인 사람과 일반인도 즐길 수 있는 게임 소프트웨어를 개발하였다. 또한 일반인들에게 색깔 인식 테스트가 가능한지 실험을 통해 검증한다.

## 2. 본론

### 2.1 기획

색각이상 자가 검사를 위한 게임을 개발하기 위해서 이미 검증된 색맹 검사하는 도구를 이용할 필요가 있다. 따라서 국내에서 가장 많이 쓰이는 검사 도구인 한식색각검사표를 이용하였다.



그림 1. 한식 색각 검사표

한식 색판은 색점으로 숫자나 패턴이 그려져 있는데, 색각이 정상인 사람들은 이 숫자나 패턴을 볼 수 있지만 색각 결함이 있는 사람들은 그것을 볼 수 없거나 다른 것이 보이도록 색점들이 배치되어 있다. 그림 1 의 경우, 색각이상의 강도를 알 수 있는

시표들(좌로부터 13 번, 15 번, 17 번 시표)로서 한 가지 예로, 13 번 시표를 강한 제 1 색각이상자는 2 로 읽고 강한 제 2 색각 이상자는 5 로 읽는다(그림 1 참조).

### 2.2 맵 디자인

색각 결함이 있는 사람들이 색점 패턴을 잘 보지 못한다는 점을 착안하여 색점 패턴을 맵 디자인의 게임 장애물로서 구현하기로 하였으며 피검사자들이 좀 더 자연스럽게 재밌게 검사를 받을 수 있도록 미로 게임의 형식을 차용하기로 했다(그림 2 참조).

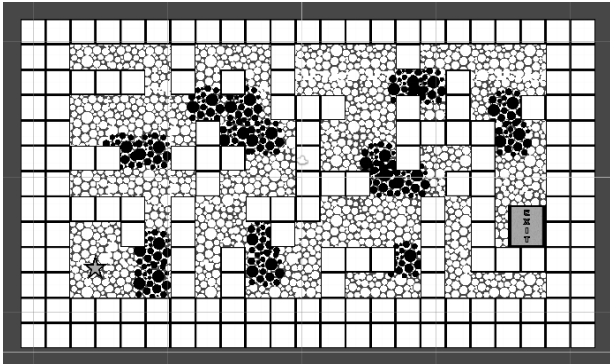


그림 2. 맵 디자인 컨셉

소프트웨어 개발을 위한 엔진으로 Unity 3D 를 사용하였다. 게임은 탑뷰(Top-view) 방식으로 사용자가 위에서 아래로 수직으로 바라보는 형식이며 미로의 바닥과 길을 가로막는 장애물들은 색점으로 표현하였다(그림 3 참조).

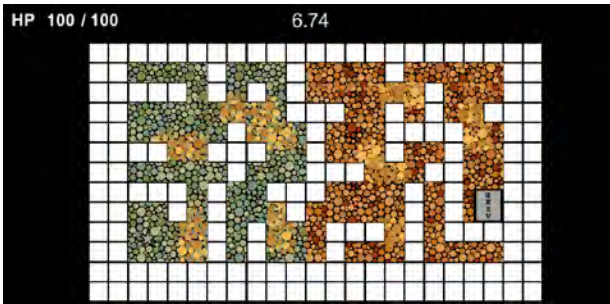


그림 3. 초기 맵 디자인

개발 중간 단계에서 20 대 성인 정상인 남성 1 명, 여성 2 명을 대상으로 테스트를 시행한 결과, 참가자 모두 색각 검사를 받고 있다는 느낌이 들지 않았다고 평가하였다. 따라서 카메라의 위치를 사용자가 조작하는 캐릭터와 장애물에 가까운 곳에 배치했고 장애물의 개수를 줄였다.

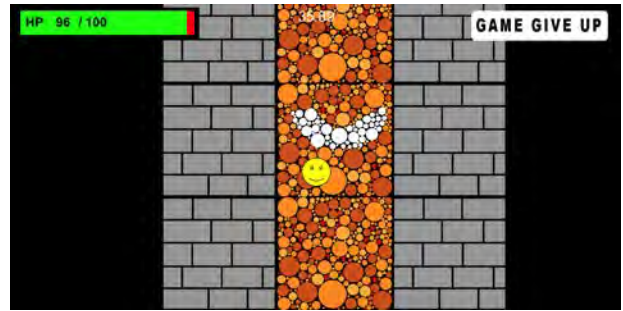


그림 4. 현재 제작한 맵 디자인

추가된 구성으로, 왼쪽 상단에 HP 바를 배치하여 장애물과 바닥에 대한 색각 판정을 알 수 있다. 만약, 색점을 구분할 수 없는 상황이라면 게임을 포기하는 버튼을 오른쪽 상단에 배치하였다(그림 4 참조).

### 2.3 게임 진행 방식

사용자는 키보드를 조작하여 입력값을 넣고 장애물의 색깔을 제어할 수 있다. 적색, 녹색, 청색의 3 가지 색을 조절할 수 있으며 각각의 값을 조절하여 장애물의 색을 미로의 바닥의 색과 비슷한 색으로 맞추게 되면 통과할 수 있다. 입력값 제어 장치는 아두이노 포텐서미터를 이용하였다.

만약 사용자가 장애물의 색을 바닥에 색과 전혀 비슷하지 않은 색으로 맞춘 상태로 지나가려 한다면 플레이어 캐릭터의 체력이 감소하게 된다.

이런 방식으로 진행해서 사용자가 무사히 탈출구로 이동하게 되면 게임은 클리어가 되며 체력이 0 이 되면 게임을 종료하는 방식이었다(그림 5 참조).

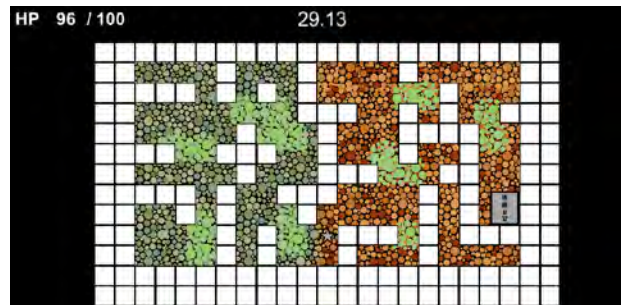


그림 5. 초기 게임 진행 장면

사용자는 키보드를 조작해서 캐릭터를 움직이지만, 아두이노 포텐서미터로 장애물의 색상을 제어한다. 색상을 제어하면 아두이노 LED 가 각 색상마다 5 단계의 세기로 불빛이 변한다. 그와 동시에 사용자가 조작하고 있는 포텐서미터에 해당하는 색상을 게임 상에서 실시간으로 이미지 형태로 화면에 띄운다(그림 6 참조).

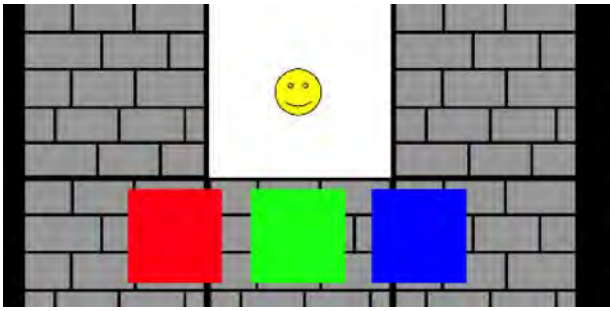


그림 6. 현재 제작한 게임 진행 장면

### 2.4 아두이노 센서 디자인

Unity 3D 엔진을 사용한 이 게임 소프트웨어는 키보드로 동작한다. 아두이노 공식 홈페이지에서 Unity 3D 엔진과 아두이노를 연결해주는 플러그인을 지원하고 있다.

이 플러그인은 아두이노에서의 입력을 Unity 3D 상에서 인풋으로 변환해준다.

표 1. 설문조사 내용

평가 내용	질문내용	답변				
색각이상 여부	본인은 색맹 또는 색약입니까?	예 / 아니오				
게임 흥미도	이 게임의 흥미는 어땠는가	매우 재미없음	재미없음	보통	재미있음	매우 재미있음
게임 난이도	이 게임의 난이도는 어땠는가	매우 어려움	어려움	보통	쉬움	매우 쉬움
테스트 수용	게임을 진행하는 내내 본인이 색맹 검사를 받고 있다는 느낌이 강했는가	예 / 아니오				
조작 편의성	컨트롤러의 조작 편의성은 어땠는가	매우 불편함	불편함	보통	편함	매우 편함
도구 신뢰성	본 게임이 색맹 또는 색약 검사 도구로서 신뢰성이 있다고 생각하는가	예 / 아니오				
피드백 선호도	게임 조작 시 컨트롤러에 부착된 LED 에 의한 시각적 피드백과 게임 화면 상에 표시되는 시각적 피드백 중 어느 것을 선호하는가	컨트롤러에 부착된 LED		게임 화면에 표시되는 시각적 피드백		
기타 의견	개선했으면 하는 부분이 있다면 자유롭게 기술해주세요	(자유서술)				

포텐서미터 3 개를 가지고 게임의 장애물의 색깔을 제어하는 역할을 부여한다. 아날로그 인풋으로 포텐서미터 장비를 사용하여 장애물의 색상을 적색, 녹색, 청색의 값을 직접적으로 변경할 수 있게 한다. 아두이노 LED 를 통해서 포텐서미터로 조절한 색상을 방출한다. 이 LED 등은 게임이 진행 중인 장면의 색을 방출하게 한다. 색각 인지 스펙트럼을 직관적으로 이해가 가능하게 설계한다.

### 3. 설문조사

20 대 성인 정상인 8 명을 대상으로 색각 검사 도구로서 게임 소프트웨어 테스트를 실시하였다.

실험 내용 이해를 돕기 위해 게임 플레이 방법을 사전에 고지했고, 실험은 게임을 끝낼 때까지 진행했으며 게임을 끝낸 후 간단한 설문조사를 시행했다. 설문조사 내용은 리커트 척도 방식과 자유의견을 묻는 문항으로 구성했다(표 1 참조).

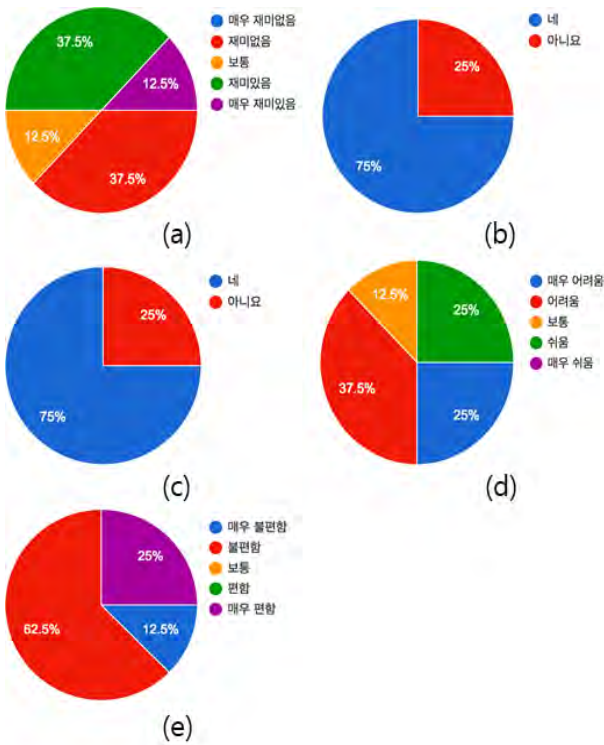


그림 7. 설문조사 히스토그램

개인마다 본 게임에 대해 흥미를 느끼는 정도가 다양했으며 재미있다고 느끼는 쪽이 우세했다. 시각적 피드백 추가와 RGB 조절 레벨 값을 줄였음에도 어렵다고 느끼는 쪽이 매우 우세했다. 색상 혼합에 대한 개념이 부족하여 어렵다는 의견이 많았다. 본 게임이 사용자로 하여금 자신이 검사를 받는다고 느낀 쪽이 매우 우세했다. 또한 색각 검사 도구로서 신뢰성이 있다고 생각한 쪽이 우세했다. 아두이노로 제작한 컨트롤러의 편의성에 대해서는 컨트롤러 자체의 개선사항은 없었기에 지난 파일럿 스터디 결과와 마찬가지로 불편하다는 의견이 다수 존재했다(그림 7 참조). 피실험자 모두 게임 화면에 표시되는 시각적 피드백을 선호했다(표 2 참고). 기타 의견으로는 컨트롤러의 인식이 느린 문제, 색상 조합의 예시와 장애물 통과 기준 등에 대해 의견을 내었다. 또한 피실험자의 일부는 학습게임이나 오락용 퍼즐게임의 요소로 사용한다면 좋을 것 같다는 의견을 내기도 했다.

표 2. 피드백 선호도 조사

평가 인원	1	2	3	4	5	6	7	8
컨트롤러에 부착된 LED								

게임 화면에 표시되는 시각적 피드백								
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 4. 결론 및 제언

제작한 게임을 이용하여 색약/색맹 이상 테스트로 활용하기 위해서는 미로의 바닥 색과 장애물의 색이 다르다는 것을 인지하고 사용자 스스로 조작을 한다는 방식이 실제 색맹 검사처럼 객관적이고 신뢰성이 있어야 한다. 우리는 검사도구로서의 신뢰성을 보장하기 위해 한식색각검사표라는 색맹검사도구의 방식을 적용하였다.

게임을 무사히 끝낸다면 사용자는 정상적인 색각을 지니고 있는 것으로 판단해도 되며 사용자가 도중 포기를 한다거나 플레이 시간이 너무 길게 걸린다면 색맹이거나 색약이 있는 것으로 판단할 수 있다.

파일럿 스터디를 실행한 정상인 3명과 사용성 평가를 실행한 정상인 8명, 총 11 명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 대체로 다수의 피실험자가 색각 검사 도구로서 신뢰성과 흥미를 느꼈지만 색각 이상이 있는 피실험자를 대상으로 실험을 하지 못해서 정확한 신뢰성을 보증할 수 없다는 한계점이 존재한다. 또한 맵 구성과 조작 방식을 변경했음에도 어려워하는 피실험자가 많았기 때문에 좀 더 세밀한 레벨 디자인이 필요하다고 자체 평가를 하였다.

성인 남성과 여성을 대상으로 파일럿 스터디와 사용성 평가를 진행한 결과 복잡하지 않은 조작에도 불구하고 색 조합 자체에 어려워하는 피실험자가 많았지만 사용자 피드백을 꾸준히 보완한다면 색각 검사 소프트웨어의 지표로 사용할 수 있을 것으로 예상된다.

## 참고 문헌

1. 질병관리본부 국가건강정보포털. 색각이상(색맹)  
[HTTP://HEALTH.CDC.GO.KR/HEALTH/HEALTHINFOARE/HEALTHINFO/VIEW.DO?IDX=4550](http://health.cdc.go.kr/health/healthinfo/foarea/healthinfo/view.do?idx=4550)  
DECEMBER 05. 2016.
2. 한지원, 문은배. 한국색채학회논문집. 색채 유니버설 적용을 위한 검사도구 활용에 관한 연구. 2016. PP. 31~34
3. COLORWISE. TORE KNUDSEN, JUSTIN DANEMANN.[HTTP://WWW.TOREKNUDSEN.DK/WORK/COLORWISE/](http://www.toreknudsen.dk/work/colorwise/) 2016.
4. KAZUYA TAKEMATA, TSUBASA TAKEDA, MISA TANAKA, AKIYUKI MINAMIDE. 2016 IEEE 16<sup>TH</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED LERNING TECHNOLOGIES. DEVELOPMENT OF GAME SOFTWARE BASED ON COLOR UNIVERSAL DESIGN. 2016. 123~124