
수질 측정을 통한 등급별 색상 인지 반응과 무드등 제작

- 등급별 색상 인지 반응을 중심으로 -



Color Recognition Response by Physiographic Measurement of Water Quality and Making Mood a Light



권덕호, DeokHo Kwon*, 오인선, InSun Oh*, 이주현, JuHyeon Lee*



요약 현재 가정에는 반려 동물을 키우는 사례가 늘어나고 있다. 그 중 하나가 바로 수중 생물이라고 말할 수 있다. 수중 생물은 수경재배를 통한 채소를 키우거나 혹은 열대어, 해수어 등과 같은 관상어를 키움으로써 가정에서 수족관을 비치하는 경우가 늘어나고 있다. 따라서 가정에서 수족관을 비치하는 경우 주기적인 물 교체가 필요한데, 물을 교체하기 위해서는 수질의 상태를 파악하는 것이 중요하다. 그렇기 때문에 본 연구에서는 PH 센서를 통해 물의 산성도를 파악하여 간단한 수질 상태를 파악하고, 등급을 구분 짓는다. 이어서 구분된 등급을 토대로 색상을 대입하여 사용자가 수질의 상태를 색상을 통해 시각화하는데 중점을 두고 있다. 이는 등급에 따른 사용자 인지 색상을 구분하고 온/오프라인을 통해 40명의 인원에게 설문조사를 통해 색상의 특징을 파악하였다. 또한 세부적으로 수질의 상태는 LCD디스플레이를 통해 대략적 파악한 수질의 상태를 세부적으로 파악하는 제품을 제작한다.



Abstract Currently, there are growing cases of breeding animals in homes. One of them can be said to be underwater creatures. In addition to growing vegetables through hydrophysics or saltwater sharks, it is becoming increasingly necessary to house aquariums at home as pets such as tropical fish and marine fishes. Therefore if keep an aquarium at home We need regular water replacement, to replace water it is important to understand the state of water quality. Then, based on the classification of the classification, The user is focused on visualizing the status of the water through color. This identifies the color of user recognition according to the rating. Through On / offline a survey of 40 personnel showed the characteristics of the color. also in detail ,the quality of the water is the LCD display provides a detailed understanding of the status of the water quality of the liquid crystal display.



핵심어: 수질측정, 무드등 제작, 아두이노, 색상 인지 반응, 색상, 등급, LCD디스플레이



Water quality measurement, Making Mood a Light, arduino, Color cognitive reaction, Chromophyte Class, LCD Display



1. 서론

현재 가정에는 반려 동물을 키우는 사례가 늘어나고 있다. 그러나 반려 猫, 반려 犬과 같은 털이 있는 동물들에 대한 털 알레르기인 고양이와, 강아지가 아닌 다른 반려 동물을 선택하는 사례가 늘어나고 있다. 그 중 하나가 바로 수중 생물이라고 말할 수 있다. 수중 생물에는 수경재배를 통한 채소를 키우거나 혹은 열대어, 해수어 등과 같은 관상어를 키움으로써 가정에서 수족관을 비치하는 경우가 늘어나고 있다. 현재 관상이 세계 시장은 45조 규모로 유럽에서는 고부가가치 산업으로 자리매김하였으며 국내 관상어 산업은 수입에 의존하고 있다. 그에 따라 정부는 반려 猫, 반려 犬과 같이 반려 漁를 3대 애원동물로서 지칭하며 관상어 생산과 유통을 한 번에 할 수 있는 아쿠아-펫(Aqua-Pet) 수출 진흥단지 구축을 추진하면서 미래 성장 동력으로서 시장을 발전해 나가고 있다.

그러나 반려 漁는 대형 수족관의 생물보다 소형 수족관이나 유리 어항에 키우는 경우가 많다. 반려동물 전문가인 카탈 위로스딕은 애견잡지 '펫एम디(PetMD)'를 통해 "불행히도 유리 어항은 그보다 더 큰 여과장치가 달린 수족관보다 관리할 부분이 사실상 더 많다"라고 설명한다. 그 이유는 좁은 공간으로 인해 대형 수족관보다 산소 부족과 수질 오염이 잦기 때문이다. 따라서 소형 수족관과 유리 어항에는 여과장치, 산소 공급기 등 많은 장비들이 필요하며, 물을 자주 갈아주는 등의 일이 필요하다. 따라서 반려 漁를 키우기 위해서는 수질의 상태를 파악하는 것이 중요하지만, 바쁜 일상 속에 수질은 시각을 통해서 한 눈에 파악하기 힘든 것이 사실이다. 따라서 수질 측정을 통해 사용자에게 수질의 정보를 주기위해 색상으로 대체하여 보여주는 방법을 선택하였다. 또한 색상으로 표현하는 방법은 무드등, 취침등과 같은 제품으로 결합하여 소형 수족관이나 어항에 얽매이지 않고 가정의 인테리어 요소와 결합함으로써 하나의 제품으로 다양한 기능을 구현할 수 있는 융합적 제품으로 제작하였다.

본 연구에서는 아두이노를 통해 프로토 타입의 제품을 개발할 예정으로서 간단한 수질 측정을 위해 PH 산도 센서를 사용하였다. 정확한 수질 측정을 위해서는 다양한 장비가 필요하지만 프로토 타입으로서 사용자의 인지반응과 사용성에 판단을 기준으로 연구를 하였다.

연구의 절차로는 PH 산도 센서를 통해 수질의 산성도를 파악하고 LED램프-네오픽셀을 이용하여 색상으로 출력하는 방식을 선택하였다. 이에 색상을 출력할 경우 사용자가 등급에 따른 색상으로 인지 반응을 상호작용할 수 있는지에 중점적으로 실험하였다. LED램프-네오픽셀의 경우 3원색에 기준으로 색상을 발산하고, 원색을 대상으로 선도와 감성 이미지를 조사한 결과를 토대로 색상을 선택하였다.

더불어 색상으로 출력할 때 LCD디스플레이를 통해 수질

의 상태를 문자로 같이 출력할 수 있게 디자인 하였다. 이에 따라 사용자는 색상으로 등급을 파악하고, LCD디스플레이를 통해 구체적이고 정확한 수질의 상태를 알 수 있게 되고, 수족관의 상태를 최적의 상태로 유지할 수 있다. 구체적 실험 방법과 제품의 구체적 설계는 본문을 통해 설명하였다.

2. CIE 표색계

CIE 표색계는 국제조명위원회(International Commission on Illumination, 약자는 CIE)에서 규정한 색상 값으로 관측자의 눈으로 감지할 수 있는 색차와 색 공간을 좌표로 지정할 수 있는 색 체계를 말한다.

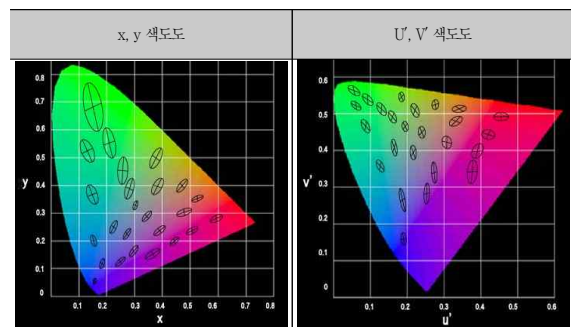
색자극의 가법 혼색을 한 결과의 색도 좌표를 그린 평면도. 원칙으로서 x, y에 의한 2차원 직교좌표계가 사용된다. 색도도상에서는 두 색자극의 혼색 자극의 색도 좌표점(색도 점이라고도 한다)은 원래의 색자극의 색도점을 이은 직선상에 있다.

색도도로 나타내는 데는 x, y좌표계 뿐 아니라 일반적으로 임의의 3색 표색계의 색도 기호가 쓰인다. 예컨대 X10 Y10 Z10 표색계에서는 X10, Y10 색도도가, 또 머케담의 UCS 표색계에서는 u, v색도도가 규정되어 있다.

2.1 U', V' 색도도

CIE 색체계는 수학적 체계를 따르기 때문에 x, y 색도 좌표는 시각적 눈금과 일치하지 않기 때문에 x, y색도도의 좌표 눈금을 시각에 균등하게 변환시킨 것이 U', V' 색도도라고 할 수 있다.

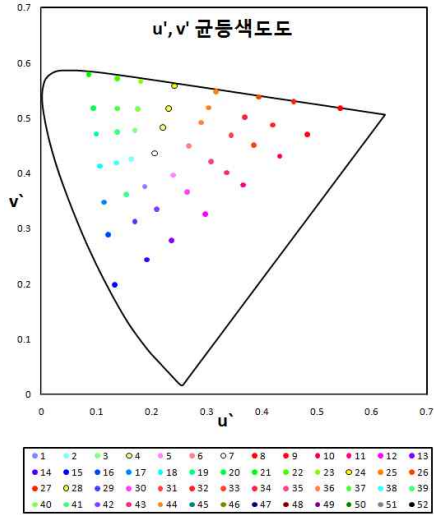
< 그림 1 > 평균 등색 타원



그리고 (R, G, B) 디지털 신호 0, 32, 64, 128, 255 조합을 이루는 125가지 색 분류하고 분광 광도계를 통해 그림 2와 같이 균등색 갖고 있는 U', V' 색도 좌표를 52가지를 선정하였다.

2.2 LED 광색의 선정 - 네오픽셀

2.1에서 설명했듯이 아래의 그림은 U' , V' 색도 좌표를 균등하게 분포되어 있는 52가지의 색상을 그림 2으로 나타낸다.



<그림 2> U' , V' 균등 색도 좌표

또한 위에 균등 색도도를 통해 U' , V' 좌표와 RGB 값을 얻었지만 네오픽셀의 특성 상 BRIGHTNESS(밝기) 값은 고정으로 값을 지정하여 명도는 120으로 고정을 하여 색상을 지정하였다. 상세한 값은 오른쪽 표와 같이 나열하였다.

< 표 1 > 선정된 52개의 네오픽셀 출력 값과 U' V' 좌표

시험색 번호	BRIGHTNESS (밝기)	RGB 입력 값			U' V' 좌표	
		R	G	B	U'	V'
1	120	128	128	255	0.19	0.38
2	120	128	255	255	0.16	0.43
3	120	128	255	128	0.17	0.48
4	120	255	255	128	0.22	0.48
5	120	255	128	255	0.24	0.40
6	120	255	128	128	0.27	0.45
7	120	255	255	255	0.21	0.44
8	120	255	0	0	0.54	0.52
9	120	255	0	32	0.48	0.47
10	120	255	0	64	0.43	0.43
11	120	255	0	128	0.37	0.38
12	120	255	0	255	0.30	0.33
13	120	128	0	255	0.24	0.28
14	120	64	0	255	0.19	0.24
15	120	0	0	255	0.13	0.20
16	120	0	64	255	0.12	0.29
17	120	0	128	255	0.11	0.35
18	120	0	255	255	0.11	0.41
19	120	0	255	128	0.10	0.47
20	120	0	255	64	0.09	0.52
21	120	0	255	0	0.09	0.58
22	120	64	255	0	0.14	0.57
23	120	128	255	0	0.18	0.57
24	120	255	255	0	0.24	0.56
25	120	255	128	0	0.32	0.55
26	120	255	64	0	0.40	0.54
27	120	255	32	0	0.46	0.53
28	120	255	255	64	0.23	0.52
29	120	64	64	255	0.17	0.31
30	120	255	64	255	0.26	0.37
31	120	255	64	64	0.34	0.47
32	120	255	32	32	0.42	0.49
33	120	255	64	32	0.39	0.45
34	120	255	32	64	0.37	0.50
35	120	255	64	128	0.31	0.42
36	120	255	128	64	0.29	0.49
37	120	64	255	64	0.14	0.52
38	120	64	255	255	0.14	0.42
39	120	64	255	128	0.14	0.47
40	120	128	255	64	0.18	0.52
41	120	64	128	255	0.15	0.36
42	120	128	64	255	0.21	0.34
43	120	255	32	128	0.34	0.40
44	120	255	128	32	0.30	0.52
45	120	0	128	128	0.11	0.41
46	120	128	128	0	0.23	0.56
47	120	0	0	128	0.13	0.19
48	120	128	0	0	0.54	0.52
49	120	128	0	128	0.29	0.32
50	120	0	128	0	0.08	0.58
51	120	128	128	128	0.20	0.43
52	120	0	0	0	-	-

120

3. 실험 장치 및 방법

3.1 실험 참가자

실험 참가자는 주 대상은 20대 부근의 남·여 40명을 대상으로 실험을 하였으며, 실험에 참여한 연령군은 아래와 같이 상세히 볼 수 있다.

< 표 2 > 실험 참가자 연령

구분	연령대	인원	비율
A	0 ~ 15세	0	0%
B	16 ~ 20세	4	10%
C	21 ~ 26세	29	72%
D	27 ~ 30세	5	12%
E	30 ~ 40세	1	2%
F	40세 이상	1	2%

실험 군은 실제 10대 후반에서 20대 후반 사이의 실험자가 대다수였는데, 이는 국내 반려 漁를 키우는 연령층이 20대가 다수인 것으로 파악하여 주 실험대상자로 선정하였으며, 그 외에 반려 漁에 관심이 있는 대상들이 실험에 참가하였다.

3.2 실험 장치 / 방법

실험은 온라인/오프라인 두 가지를 통해 진행되었으며, 실험은 리커드 척도와 5지 선다형을 통해 진행되었으며 실험에 사용된 질문 형식은 아래와 같다.

< 표 3 > 실험 질문 형식

문항	질의 응답 예시
1	수질을 판단할 경우 어떠한 감각을 사용하는가?
2	실험 전 수질 측정치에 따라 등급별 색상으로 구분이 용이한가?
3	실제 색상을 보고 연상되는 등급을 선택하십시오.(1 최상, 5 최하)
4	실험 후 수질 측정치에 따라 등급별 색상으로 구분이 용이한가?
5	LCD 디스플레이에 출력되어야 할 내용으로 어떤 것이 용이한가?

또한 위의 U' V' 색도도를 통해 얻은 52가지의 색상은 문항 3번을 통해 세부적으로 구분하였으며 실제 LED램프-네오픽셀을 통해 발산된 색상과 RGB색상을 통해 나타나는 색상은 상이하기 때문에 그림 3과 같이 온라인 실험 진행 시 LED램프의 색상을 기준으로 실험을 하였다.



< 그림 3 > 온라인을 통해 실험에 측정된 색상표

온라인 설문은 네이버 오피스의 폼을 이용하여 진행하였

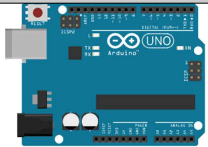
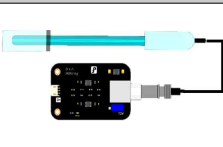

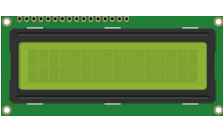
으며, 오프라인의 경우 실제 제품을 통해 52개의 색상을 직접 보고 5초 이내의 시간을 통해 연상되는 등급을 체크하게 하였다. 그 이유는 색상을 기억하는 시간을 준다면 이전에 나타난 색상과 비교를 통해 등급을 구분하기 때문에 기억하는 시간을 줄이고 연상되는 등급을 바로 답하게 하였다.

마지막 문항 5번은 추가적으로 LCD디스플레이에 어떤 내용이 출력되었으면 좋겠는가? 라는 사용자 편의성을 위한 질문사항으로 기본적으로 물의 온도, 수질의 등급, PH(산성도)의 값과 수질이 정상 등급을 기점으로 하위 등급으로 바뀌는 일자를 뜻하며 추가적인 사용자를 위해 기타 사항으로 입력하게 질문 형식을 구성하였다.

3.3 장치

실험에 사용된 장치의 모습은 다음과 같이 볼 수 있다.

< 표 4 > 실험에 사용된 장치

문항	아두이노 우노	PH 산도 센서
INPUT		
문항	네오 픽셀	LCD디스플레이
OUTPUT		

실험에서는 아두이노 우노와 PH산도 센서를 통해 값을 얻는다. 실험의 경우 52개의 색상을 출력해야 하므로, 시리얼 통신을 통해 값을 넘겨 색상을 변경할 수 있게 사용하였으며, 표1의 5번 문항에 따라 디스플레이에 출력되는 형태 또한 시리얼 통신을 통해 구분하여 출력하였다. 따라서 실험은 2번에 걸쳐서 실행하였다.

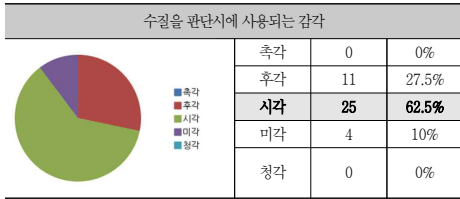
1번의 경우 아두이노 우노와 네오픽셀을 이용하여 시리얼 통신을 통해 값을 넘겨주면 네오픽셀에서는 해당하는 값에 색상을 출력한다.

2번의 경우 문항 5번을 위해 아두이노와 PH 산도 센서, LCD디스플레이를 통해 산성도를 실제 출력하거나 또는 다른 문항들을 실험자가 직접 보고 판단을 할 수 있게 하였다. 또한 5번의 경우 실험자가 어떤 값이 출력되었으면 하는지에 대한 피드백을 실시간으로 받아 LCD디스플레이에 출력하여 실험하였다.

4.1 실험 결과 / 프로토 타입 개발

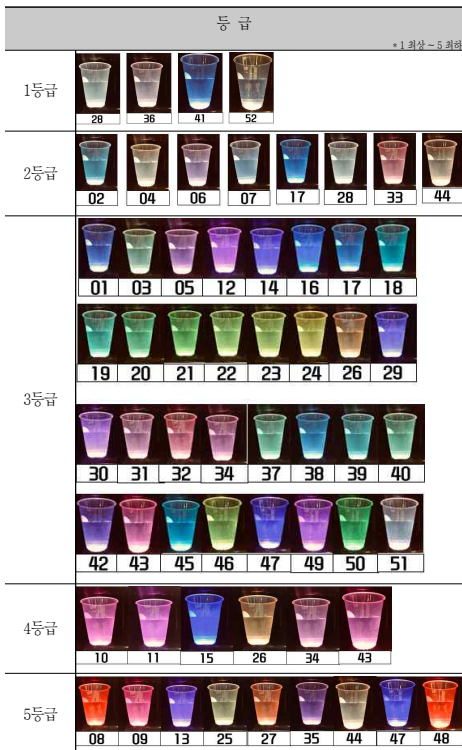
가장 먼저 실험자의 대다수는 시각을 통해 수질을 판단한다. 다음으로 후각을 사용하는데, 그 외의 감각은 잘 사용하지 않는 것으로 결과가 나왔다. 이는 예상 가능한 결과로서 시각은 수질을 판단하는데 가장 많이 사용된다. 그렇기 때문에 수질을 등급에 따라 색상을 구분하고 시각화 하는 것은 중요한 요소라 할 수 있다.

< 표 5 > 수질 판단에 사용되는 감각



두 번째는 색상에 따른 사용자 인지 반응의 결과이다. 1등급의 경우 주로 무채색에 부드러운 색상이 주로 분포되어 있으면 채도가 낮은 색상이 주로 분포되어 있는 것을 볼 수 있다. 그렇기 때문에 반대로 채도가 높은 색상의 경우는 낮은 등급인 5등급에 배치하게 되었다. 이는 채도가 높은 색상의 경우 불순물로 판단을 하여 5등급으로 책정되었다는 의견이다. 또한 주로 상위 1등급은 흰색이, 3등급의 경우 푸른색, 초록색 계열일 분포되어 있으며 또한 5등급의 경우는 붉은색이 분포되어 있는 것을 볼 수 있다.

< 표 6 > 색상 인지에 따른 등급 구분

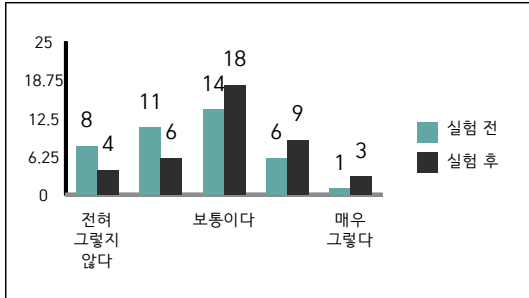


< 표 7 > 색상 인지에 따른 등급 구분/결과

시험색 번호	색상을 통한 설문 결과				
	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
1	10	10	16	2	2
2	4	14	10	11	1
3	4	6	16	7	7
4	7	12	6	5	10
5	1	5	14	11	9
6	3	16	7	9	5
7	5	13	11	9	2
8	3	5	4	7	21
9	1	4	10	11	14
10	0	8	9	15	8
11	2	6	9	14	9
12	4	3	14	11	8
13	7	6	8	8	11
14	6	9	11	8	6
15	8	7	8	10	7
16	10	7	12	7	4
17	8	10	10	6	6
18	11	4	15	7	3
19	6	5	13	9	7
20	3	8	14	7	8
21	3	10	11	7	9
22	1	10	13	9	7
23	0	8	13	10	9
24	2	6	11	11	10
25	6	10	9	5	10
26	5	4	11	12	8
27	2	5	10	11	12
28	10	9	7	7	7
29	6	11	11	6	6
30	0	8	12	12	8
31	4	7	14	6	9
32	1	5	17	6	11
33	2	11	9	8	10
34	4	4	12	11	9
35	5	6	7	10	12
36	12	9	9	4	6
37	2	6	22	6	4
38	3	13	13	9	2
39	3	12	15	7	3
40	1	12	12	10	5
41	13	10	7	5	5
42	5	7	12	11	5
43	4	4	11	11	10
44	6	10	7	8	9
45	6	11	13	7	3
46	3	5	16	8	8
47	8	8	10	4	10
48	3	4	11	5	17
49	1	6	14	11	8
50	2	8	15	10	5
51	5	13	13	6	3
52	20	5	8	5	2

위의 표는 설문 참여자 40명이 설문한 결과를 표로 나타낸 것이다. 특이점으로 1등급과 5등급의 경우 다른 등급과 중복되는 경우는 없다는 것이다. 이는 참여자들은 상위 등급과 하위등급에 대한 판단은 확연한 것을 알 수 있다.

다음으로는 위의 실험을 하기전과 실험 후의 색상을 등급으로 구분하는데 도움이 되었는가에 대한 질문의 결과로 실험 후 긍정적인 영향으로 소폭 상승하였다. 그 결과는 그림 4와 같이 볼 수 있다.



실험 전 19명이 부정적 시각을 보였지만, 실험 후 10명으로 9명이 보통 혹은 긍정적 시각으로 바뀐 것을 볼 수 있다. 이것으로 볼 때 색상에 따라 등급을 구분하여 시각화 하는 것은 효과적인 것으로 판단할 수 있다.

마지막으로 LCD디스플레이 결과를 볼 수 있다. 참여자들은 LCD디스플레이를 통해 출력에 용이한 것으로는 수질의 등급이 확연한 차이를 보였다. 사용자들은 수질의 등급을 1순위로 중요하게 생각하고 있다는 것을 볼 수 있고 차순위로 물의 온도와 PH산성도의 값이 동률을 이루고 있다. 따라서 LCD디스플레이에는 수질 등급과 물의 온도 혹은 PH산성도 값을 출력한다면 사용자의 이용에 용이할 것으로 판단된다.

< 표 8 > LCD디스플레이 출력에 용이성 평가

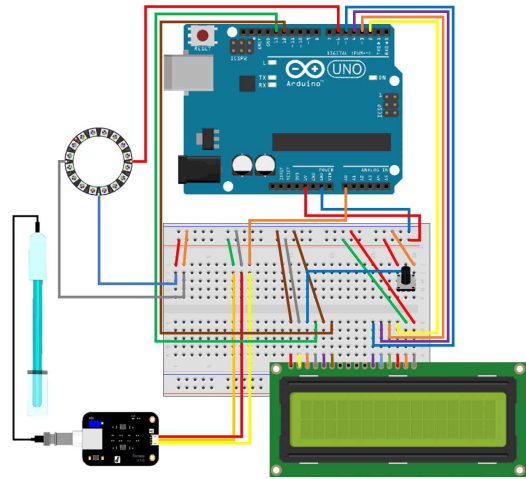
LCD디스플레이 출력 결과		
물의 온도	13	27%
수질 등급	28	58%
PH산성도의 ...	13	27%
일지(DAY)	6	12%
기타	0	0%

4. 아두이노 실제 설계

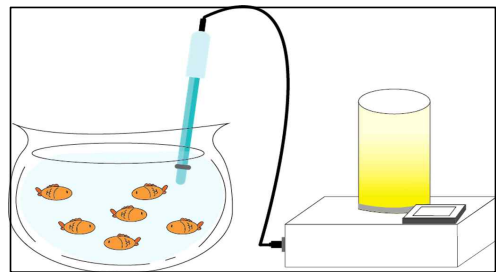
위의 실험 결과를 토대로 실제 아두이노를 제작하여 보았다. 설계에 따른 회로도는 그림 5과 같이 볼 수 있다. 또한 아두이노 제작 후 시제품을 위해 케이스를 포함하여 제작하였고 최종적으로 무드등, 취침등으로 활용 가능하게 설계하였다. 따라서 어항의 물을 통해 수질을 파악하고 1 ~ 5등급으로 구분한 색상을 통해 LED램프-네오픽셀의 색상을 지정한다. 색상은 실험을 통해 기본적인 등급을 통해 색상을 조정하였다.

< 표 9 > 결과를 통한 기본 등급 조정

등급 구분을 통한 색상 나열				
1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
				
28	33	01	10	48



< 그림 5 > 아두이노 설계 회로도



< 그림 6 > 실제 설계 케이스 모델

5. 결론

본 논문에서는 최종적으로 가정에서의 반려 魚 혹은 수중생물 육성 등 수질을 측정하는데 관점을 두고 있다. 그렇기 때문에 실질적으로 물의 상태를 PH 산도 측정을 측정 후 등급을 구분하고, 구분한 등급에 따라 색상을 지정하여보았다. 또한 LCD디스플레이를 통해 실질적인 값들을 출력하여 하나의 가정 제품으로 구성하여보았다.

현재 설계에서 가장 중요한 요소는 사용자가 등급에 따라 색상을 인지하는 지에 대한 요소라고 할 수 있다. 따라서 U' V' 색도도를 통해 52가지의 색상을 추려보았다. 추려진 색상은 총 40명의 실험자를 통해 최고 1 ~ 최하 5등급으로 연상되는 등급을 뽑는 실험을 하였다. 그 결과 1등급의 경우 채도가 낮으며 주로 무채색 이었으며, 사용자 인지에 부드러운 색상으로 주로 구성되어 있으며, 중간 등급인 3, 4등급의 경우는 주로 초록, 파랑의 푸른색 계열로 구성이 되어 있는 것을 볼 수가 있었다. 마지막 5등급은 주로 붉은색 계열과 채도가 높고 색이 뚜렷한 색상들이 부정적 인식으로 작용하였는데, 이는 뚜렷한 색상의 경우 수질에 불순물을 연상케 하여 낮은 등급으로 인식하는 것을 볼 수가 있었다. 그러나 개

인에 따라 차이는 분명히 존재하는데, 색상에 따라 선호도가 다르기 때문인 것으로 볼 수 있다.

실험 참여자들은 실험 전 수질 등급에 따라 색상 구분이 도움이 되는지 의문점을 가지는 부분이 있었지만, 실험 후 긍정적인 반응으로 돌아선 실험 참여자들이 존재하였다. 따라서 위의 실험 결과를 볼 때 색상은 등급으로 구분될 수 있으며, 이는 다양한 분야에 활용 가능할 것으로 보인다. 대략적인 예시로 수질 측정이 아닌 습도 측정으로 전환한다면 가정의 습도를 통해 습도에 따른 무드등을 제작할 수 있고, 색상 변화에 따른 경고/위험으로의 활용을 할 수 있기 등급에 따른 색상인지는 여러 분야에 활용 가능할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] 이민정, 신지예, 장자순. LED 감성조명. LED-IT융합 산업화 연구센터. 제63권. 제7호. pp. 17~21. 2014.
- [2] 백창환, 김연진, 김홍석, 박승욱. LED 광색의 색채감성 분석 I. 한국색채학회논문집. . 제24권. 제3호. 한국색채학회. pp. 67~79. 2010.
- [3] 장준호 박병철, 최안섭. LED(R, G, B) 조명기구의 색상 및 패턴 변화에 대한 선호도 및 이미지에 관한 연구. 대한건축학회 논문집-계획계. 제23권. 제3호. 대한건축학회. pp. 255~262. 2007.
- [4] 박현수, 이찬수, 장자순. LED 조명색상이정서자극의평정과재인에미치는효과. LED-IT융합산업화연구센터. 제14권. 제3호. 감성조명. pp. 371~384. 2011.
- [5] 김돈한, 서경호. 감성검색법을기초로한정보기기콘텐츠디자인연구. 한국학술진흥재단. 제14권. 제3호. 감성과학. pp. 501~510. 2010.
- [6] 정희석, 원대호, 양연모. 온습도 센서를 이용한 LED 조명의 색상 제어 시스템. 정보 및 제어 논문집. 대한전기학회. pp. 221~222. 2011.
- [7] 곽도훈(2017년). “정부, 반려犬처럼 반려魚 산업 키운다.”, 이투데이 11월 26일