

Solution Lab 최종보고서

사회취약계층을 위한 미세먼지 솔루션: 유아 및 어린이를 대상으로

작성: 박철민, 정지윤, 김관표, 윤동근, 백준상
DESIS Lab at Yonsei
2019.4.1.

1 배경

세계보건기구(WHO)에 따르면 세계 인구의 92%가 대기 오염의 영향을 받고 있으며, 이로 인해 해마다 600 만명 이상이 목숨을 잃고 있다. 이 가운데 미세먼지는 중금속을 포함하는 유해성 발암물질로 호흡기/심장/폐 질환의 원인이 되며, 한국인들은 WHO 기준 두 배 넘는 미세먼지를 마시고 살고 있기 때문에, 오늘날 미세먼지는 사회문제로 대두되었다. 유아, 어린이, 노인은 미세먼지에 특히 취약하다. 이들은 미세먼지의 유해성을 제대로 이해하지 못하고 마스크 착용을 불편해하는 경우가 많아 미세먼지의 위험에 더 노출되어 있다. 경제적 어려움 때문에 마스크를 사지 못해 미세먼지의 위험에 노출되어 있는 저소득층도 있다. 사회취약계층이 미세먼지의 피해에 더 노출되어 있다는 가정 아래, 본 연구에서는 기존 마스크, 공기청정기 등 미세먼지에 대처하는 제품들이 갖는 한계를 이해하고 사용자 중심의 합리적인 가격에 (affordable), 매력적이고 (attractive), 사용하기 쉬운 (usable) 솔루션을 탐색하고 이를 사회취약계층을 중심으로 확산시키는 방법을 고민하고자 한다.

2 개발 목표 및 범위

사회취약계층 안에는 다양한 사용자 그룹이 있으며 이들의 특성과 요구사항도 각기 다르다. 본 연구에서는 사회취약계층 가운데에서도 특히 8 세 이하의 미취학 아동을 타겟 사용자로 설정하였다. 이들은 성장기의 신체적 특성과 많은 야외활동 때문에 미세먼지에 영향을 많이 받지만 미세먼지의 유해성에 대한 인지와 이해가 부족해 가장 취약한 그룹이기도 하다. 본 연구의 목표와 범위는 다음과 같다:

목표: 유아 및 어린이를 미세먼지로부터 지켜주는 기술, 제품, 및 서비스의 개발.

개발범위:

- 기존 솔루션 분석
- 사용자 요구사항 분석
- 새로운 기술-제품-서비스 아이디어 발굴 및 제안

3 기존 솔루션 분석

기존 미세먼지 대응 제품/서비스를 다음과 같이 4 종류로 분류할 수 있다:

- 1) Masks
- 2) Wearable air purifiers
- 3) Mask and wearable air purifier combined
- 4) Air purifiers

3.1 Mask 타입



Woobi Play by Kilo / 덴마크 / 가격 \$27-45 (35,000-55,000 원)



Xiaomi Purely / 중국 / 가격 약 46,000 원

3.2 Wearable air purifier 타입



Aria / 일본 / 가격 14,904 엔 (약 15 만원)

2,000,000 Negative Ions/cm³
100 times more than natural negative ion concentration.

Super Lightweight
Dedicated efforts had been made to achieve the lightweight.

Ergonomic Bracket
Flexible bracket provides comfortable wearing.

No Further Supplies
Self sustainable design only requires simple regular cleaning.



Key Features
Thoughtful, Innovative Design

32 hours Long Life Battery
incredibly small built-in battery keeps you worry-free for days.

USB Rechargeable
The Most common way of recharging for your convenience.

Perfect Balance
Airvida is carefully weighted for wearing balance.

Silent Operation
Fanless design for pleasant noise free operation.

Airvida / 한국 / 가격: 233,100 원



EOS / 한국 / 가격 98,000 원



Wein / 미국 / 가격: 118,000 원

3.3 Mask + wearable air purifier 타입



(좌: Freeair / 일본 / 가격정보 없음, 우: Airclean Neckband / 일본 / 가격: \$127.99 약 150,000 원)

3.4 Air purifier

시장에는 다양한 용도, 크기, 방식의 공기청정기가 있음.



(좌: 샤오미 차량용 공기청정기 / 중국 / 가격: 약 12 만원, 우: Air Engine / 일본 / 가격: 80 만원)

4 사용자 연구

사용자 데이터 수집을 위해 문헌연구, 맥락적 질의, 그리고 인터뷰 방법을 사용했다.



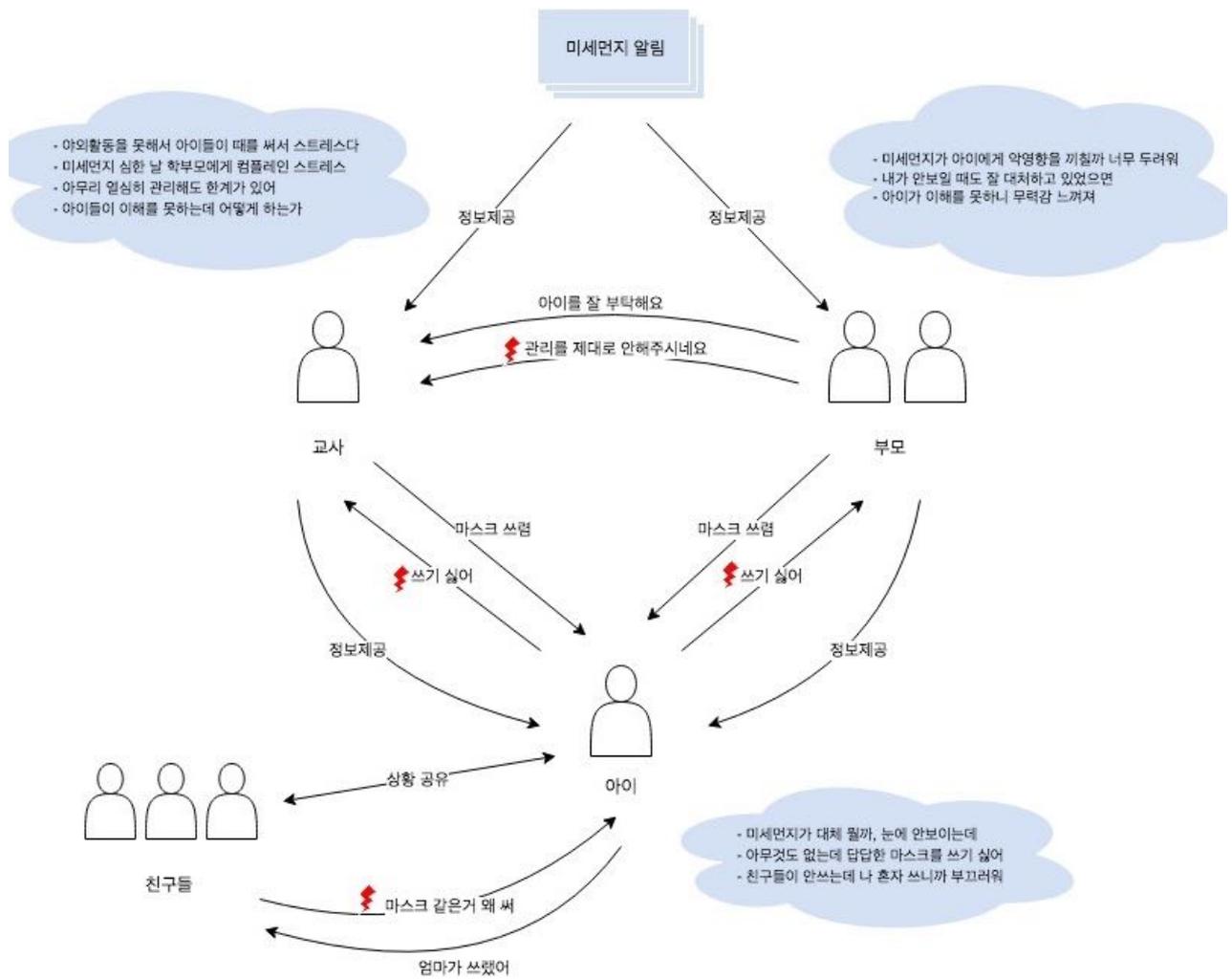
4.1 아이들의 일상

미세먼지와 관련된 아이들의 일상은 다음과 같다:

무지 상태 -> 부모나 어린이집 선생님으로부터 교육 받음 -> 마스크 착용 -> 어린이집 등교 -> 교사 지도하에 대응 -> 하교 -> (친구들과 놀기) -> 귀가 -> 취침



4.2 아동의 미세먼지 활동에 관련된 이해관계자들



4.3 인사이트

사용자 연구를 통해 우리가 얻은 인사이트는 다음과 같다:

4.3.1 아동들에게는 '건강'으로 미세먼지를 이해시킬 수 없다.

아동들은 미세먼지라는 개념을 이해하지 못하는 것 보다도, 그로 인해 파생되는 '건강문제'에 대해 공감하지 못하는 모습을 보인다. 아이들은 주변 어른들로부터 '미세먼지' 환경을 이유로 여러 활동에 제약을 받고 있다. 아동들은 건강이 나빠진다는 스트레스 보다 그렇게 활동을 제약당하는 데서 오는 스트레스가 더 크다.

(마스크를 안 쓰면 건강이 나빠져서 죽을 거라는 말에) "죽어도 상관없어" - 인터뷰
 "미세먼지 방송 듣고 (또 못 놀까봐) 울음을 터트리는 아이도 있어요" - 인터뷰

4.3.2 아동들에게는 친구가 마스크를 쓰는지 안쓰는지가 매우 중요하다.

어린이집이라는 사회적 공간에서 친구들과 관계를 맺으며 상호작용하는 아이들은, 친구가 마스크를 쓰지 않으면 마스크 쓰기를 부끄러워하고 거부하는 경향을 보였다. 실제로 발달심리학에서는 아동들은 상호작용을 통해 또래의 행동을 관찰하고 모방하며 이를 내면화함으로써 자신의 것으로 삼는다. 또한 가정의 울타리를 벗어나 동년배 또래들이 모여

있는 유아원이나 유치원에 입학하게 되며 부모뿐만 아니라 또래가 자신의 행동에 대해 나타내는 칭찬과 비난에 민감하게 반응한다. 이에 따라 자신의 행동을 바꾸거나 비난을 주고받는 강화의 상호성을 보인다.¹

(왜 안쓰고 싶냐는 질문에) “친구들도 안 쓴단 말이야” - 인터뷰

4.3.3 호감이 가는 마스크는 거부감이 줄어든다.

단색의 마스크보다 자신이 좋아하는 캐릭터가 그려져 있는 경우, 마스크를 착용하는 것에 대한 거부감이 줄어들었다. 마스크를 쓰면서 오는 물리적 답답함을 보상해주는 심리적 만족감 및 경험을 제공할 경우, 여전히 거부감은 있지만 쓰려는 시도 및 노력을 보이는 경향이 있었다.

뽀로로 마스크를 코 부위를 제외하고 착용함 - 사용자 관찰

메타몽 마스크에 대해 호기심을 보임 - 사용자 관찰

4.3.4 반복적이고 엉뚱한 행동을 통해 놀이하는 걸 좋아한다.

사용자 관찰 결과, 아이들은 특정 행위를 필사적으로 해야 하는 상황, 그리고 극단적이고 큰 행동을 해야 하는 것을 재미있는 놀이로 생각하고 열심히 하는 경향이 있었다. 이 행동은 아이들이 생각했을 때 엉뚱한 것으로, 맥락에서 벗어난 특이한 행동에 대한 호감도를 강하게 보였다.

“반복적인 아동용 리듬게임은 재미없게 하다가, 그 노래를 춤추고 노래하니 훨씬 즐거워 했었다”. - 사용자 관찰 인터뷰

4.3.5 게임도 ‘학습’에 대한 개념이 붙어 있으면 거부감을 보인다.

학습형 게임을 하자고 하면, 그 과정도 공부라고 받아들이고 거부하거나 집중하지 못하는 경향이 있다.

(베이비 시팅을 하다가) “아이한테 학습 게임을 같이 하자고 하면 싫다고 한다” - 사용자 관찰 인터뷰

5 아이디어

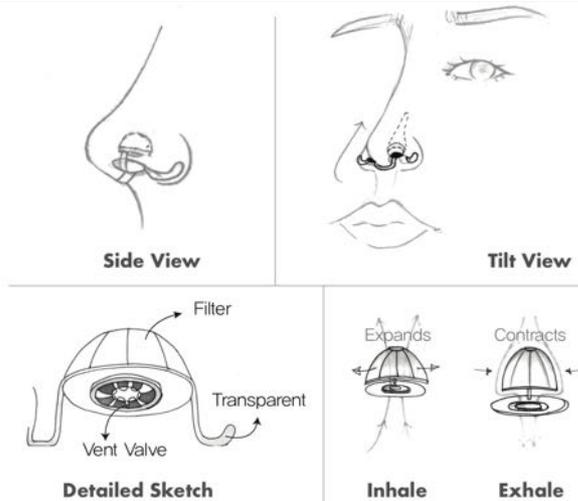
5.1 아이디어 전개

아래와 같이 네 가지 form factors 를 정하고 아이디어를 전개하였다.

| | 사용 시 고려사항 | 아이디어 |
|----------|---|---|
| 1) 코 삽입형 | 코틀 나오면 젖음 착용감 있으나 적응하면 괜찮아짐 효과 검증 어려움 | 기존 디자인과 차별화 어떻게? (이지윤, 2018*) 아동이 착용할 수 있을까? |

¹ 송영혜 (2007), “또래관계: 진단과 치료”, 집문당

| | | |
|-------------------|---|---|
| 2) 마스크형 | 착용감 불편함 보기 안 좋음 얼굴을 가리는 것에 대한 사회적 거부감 -> 얼굴 가림을 최소화 | 3D printing 을 이용한 맞춤형 코마스크. 프레임은 투명실리콘으로, 필터만 교체. |
| 3) 휴대용 선풍기형 | 추운 날씨에는 얼굴에 찬바람 싫음 정작 휴대용 선풍기가 필요한 여름에는 미세먼지 적음 사용 시 항상 들고 있어야 하는 불편함 | |
| 4) 목 착용형 | 디자인 형태에 따라 착용감 차이 남 점퍼, 후드티, 목도리 등 의복 착용 시 불편할 수도 추운 날씨에는 얼굴에 찬바람 싫음 팬 돌아가는 소리 신경 쓰임 외부에 노출되는 디자인이 싫을 수도 청정 성능과 배터리 수명 무게는 가능한 가볍고 부피는 가능한 작아야 필터 방식 vs. 음이온 방식 가격이 높아지는 단점 | 인간공학적 디자인 Flexible design 다양한 패션이 소화할 수 있는 (튀지 않는?) 디자인 정화된 공기 + 작은 물입자를 뿌려주자? |



*코 삽입형 마스크 컨셉 (이지윤, 2018)

결론

마스크 착용에 거부반응이 있거나 어려움을 겪는 아동의 특징을 고려해 1) 코 삽입형과 2) 마스크형은 제외했으며, 3) 휴대폰 선풍기는 활동량이 많은 아동에게는 부적합한 폼팩터라고 판단했다. 따라서 최종 컨셉은 4) 목 착용형으로 발전시키기로 하였다.

5.2 최종 디자인 1: 목 착용형 웨어러블 공기청정기

5.2.1 배경

현재까지 외부 환경에서의 미세먼지 대책안은 마스크 밖에 없는 실정이다. 마스크는 실로 매우 효과적으로 미세먼지를 막아준다. 그러나 최근 조사에 따르면 국민들 중 60% 넘게 미세먼지 '나쁨'에도 마스크를 착용 않는다고 한다. 착용하지 않는 이유로는 '불편하다.'가 19%으로 가장 많았고 '귀찮다.(13%)', '답답하다.(13%)' 등으로 편의성에 대한 부분이 전체의 50%가 넘었다². 이처럼 유일한 대책안인 마스크의 사용이 부진함에 따라 일반 국민들의 건강이 위험한 상태이다. 성인남녀 97%가 미세먼지 때문에 신체·심리적 고통을 받는다고 답하였으며, 그 증상으로 '안구질환(16%)', '환기공포(16%)', '호흡기질환(15%)'를 이야기하였다³. 실제로 '날씨가 뿌옇다.'라는 느낌 외엔 눈에 보이지 않는 미세먼지는 사람들에게 답답하고 불안한 일상을 만들어주는 주원인이 되고 있다. 우리는 실내, 실외 어디서나 착용 가능하고 편리한 웨어러블 공기청정기를 제안해 그 문제들을 제품으로 해결해보고자 하였다.

5.2.2 관련 규정

한국공기청정협회에서는 실내공기청정기에 대한 단체표준인증제도를 실시하고 있다. 이 인증을 통과한 공기청정기에 한하여 CA 마크를 부여하고 있으며, 청정화 능력, 오존발생농도, 소음도, 유해가스(탈취) 제거 효율을 기준으로 성능 시험을 진행한다. 하지만 현재 웨어러블 공기청정기와 관련한 인증제도는 아직 마련되지 않은 상태로 2018년 12월 13일 산업통상자원부의 보도자료에 따르면 2019년 6월을 목표로 기준 마련 및 적합성 신청이 가능하게끔 산업부와 식약처가 협의를 이어나가겠다고 한다.

☐ 웨어러블 공기청정기 안전인증기준 개선 (산업부)

- (현행) 웨어러블 공기청정기가 “보건용 마스크의 기준 규격에 대한 가이드라인”에 따라 시험항목에는 부적합하여 시장출시 예로
 - 유입되는 외부공기를 차단하여 HEPA필터로 미세먼지를 여과하여 미세먼지를 차단하여 착용자의 안전보장
- (개선) 웨어러블 공기청정기 산업융합신제품 적합성인증제도 인증기준 마련
 - ⇒ (계획) 산업부·식약처 협의를 거쳐 인증기준 마련('18.12)
 - 해당 기업과 협의를 거쳐 '산업융합 신제품 적합성 인증'신청 예정('19.6)
 - ⇒ [기대효과] 융합신제품 인증 등을 통해 동 제품군의 신뢰성 확보와 시장 확대 건인



<그림> 2018년 12월 13일 산업통상자원부의 보도

따라서 우리는 실내공기청정기의 인증 기준 중 가장 웨어러블 기기와 적합하다고 생각되는 소형 공기청정기의 기준을 따라 실험을 설계하였다. 소형 공기청정기의 시험 항목인 청정화능력, 오존발생농도, 소음도 중 청정화능력과 소음도만이 가능한 실험이었으며 이를

² 노컷 뉴스 <미세먼지 '나쁨'에도 국민 63%는 불편해서 마스크 안써>

³ 프라임 경제 <초미세먼지 기승, 성인남녀 97% “미세먼지로 고통 받아”>

통해 휴대용 웨어러블 공기청정기에서 가장 필요한 디자인 요소가 무엇인지 알아보고자 한다.⁴

▶ 소형 공기청정기 시험항목 및 인증기준

| No | 시험항목 | 인증기준 |
|----|-------------|---|
| 1 | 청정화능력(CADR) | 0.1 m ³ /min ~ 1.6 m ³ /min |
| 2 | 오존발생농도 | 0.03 ppm 이하 |
| 3 | 소음도 | 40 dB(A) 이하 |

<표> 소형 공기청정기 시험항목 및 인증기준

5.2.3 디자인 요소

웨어러블 공기청정기에 필요한 주요 디자인 요소를 아래와 같이 총 6 가지로 나누었다. 또한 각 요소에 따라 어떤 부분을 결정해야 하는지 밑에 나열해보았다.

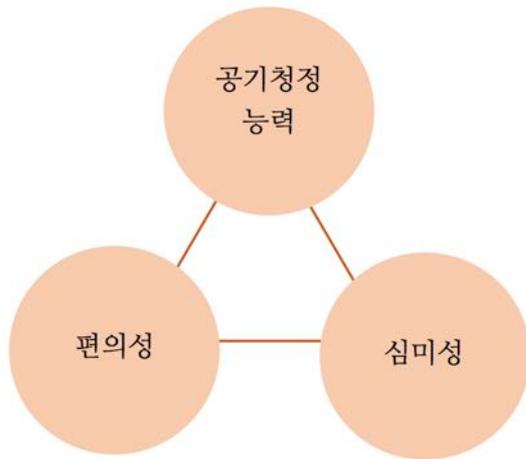


먼저 본체와 모든 구성 요소들의 형태나 크기에 관여하는 것은 착용 방법에 의해 많은 부분이 결정될 것이라고 보인다. 앞선 두 실험을 통해 총 세가지 결론을 얻을 수 있었는데 바람이 나오는 부분이 호흡기관과 가까워야 하며, 바람이 직선으로 호흡기관 내부로 들어가고, 넓은 바람이 나와야 한다는 것이다.

⁴ 이미지 출처: 한국공기청정협회



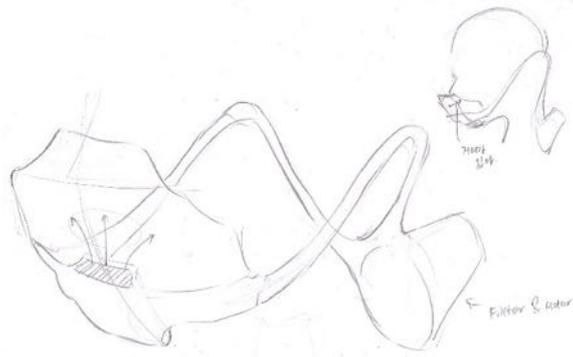
위의 세가지 요소를 모두 충족시킬 착용 방법은 호흡기관 바로 앞에서 바람을 불어줘야 하므로 바람 구멍이 목 위 쪽에 존재해야 한다는 결론을 얻었다. 고개를 돌릴 때에도 호흡기관의 움직임과 같이 돌아가야 한다. 마치 기존 마스크의 방식처럼 호흡기관 가까이에 붙어있어야 하지만, 또 마스크처럼 불편하거나 답답해서는 안되며, 웨어러블 기기이므로 신체와 어울려야 한다.



5.2.4 형태

호흡기관과 짧은 거리를 유지하면서도 마스크의 불편함은 줄여야 한다는 점을 생각하며 마스크가 불편함과 답답함을 유발시키는 원인을 생각해 보았을 때, 피부와 닿고 차폐되어 숨쉬기가 힘들고 이물감이 드는 등 직접적인 접촉으로 인한 문제들이 많았다. 따라서 우리는 피부와 닿는 면적을 최소화하되 공기청정능력을 위해 정화된 바람이 코와 입 주변으로 원활히 불어주기 위해서 위생 마스크의 디자인을 참고해보았다.

위생마스크는 오른쪽 그림과 같이 턱부분을 지지대로 하고 귀에 걸어 착용하는 방식이다. 단순히 입 속 분비물을 차단하기 위한 디자인으로 완전히 차폐되어 있지 않고 피부에 닿는 부분이 최소화되어 있어 일반 마스크보다 훨씬 편의성이 좋다. 또한 지지하기 위한 최소 면적을 제외하고서 투명한 재질로 되어있어 얼굴을 가리는 부분이 적어 사용자의 표정이나 입 모양 등을 알 수 있다는 장점이 있다. 위생마스크의 착용 방법 및 지지 방식을 참고하여 디자인 스케치를 해 보았다.

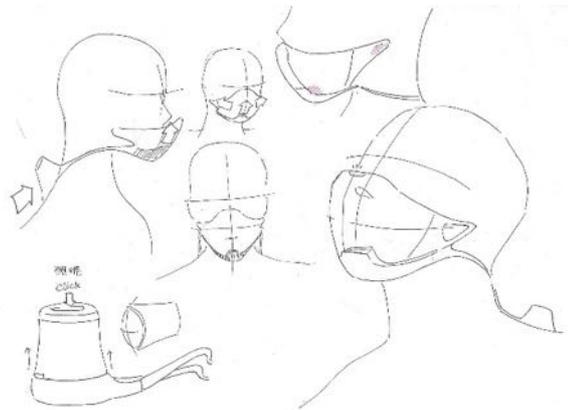
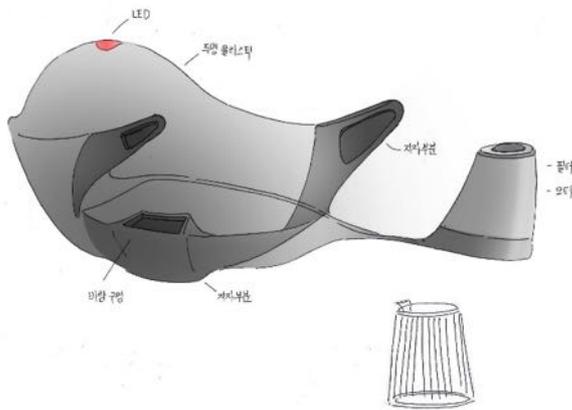


왼쪽 그림은 첫번째 디자인 스케치로 위생마스크와 거의 흡사한 형태이다. 턱부분의 지지대와 플라스틱 막을 그대로 사용하고, 목 뒤쪽으로 필터와 모터가 위치한다. 턱지지대와 모터 부분을 연결해 턱지지대를 바람 구멍으로써 사용하면서 연결 선을 귀 위로 넘겨 걸이 역할을 하게끔 만들었다.

첫번째 스케치

위생 마스크의 형태를 거의 그대로 가져다 쓰며 따라 편의성과 청정능력을 확보하였지만 실외에서 돌아다니면서 쓰기에는 심미성이 떨어져 부적합하다는 의견이 나왔다. 따라서 기존의 장점은 유지시키되 조금 더 얼굴에 어울리게끔 디자인을 바꾸어 보았다.

위생 마스크의 형태를 거의 그대로 가져다



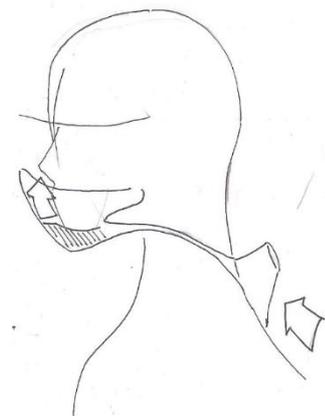
두번째 스케치 및 착용 장면

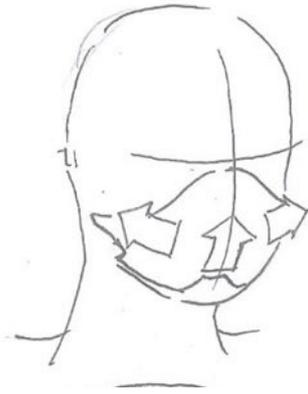
5.2.5 기능

우리가 제안하는 웨어러블 기기에 들어가는 기능들은 다음과 같다:

<공기 청정>

먼저 가장 기본이 되는 공기청정기능이다. 오른쪽 그림과 같이 목 뒤로 들어온 공기가 턱지지대의 바람 구멍을 통해 코와 입 주면으로 분사된다. 소음도 측정 실험 시 가장 큰 소음이 나는 부분은 팬이 돌아가는 모터 부분과 바람이 나오는 구멍이었는데, 이 두 부분을 귀와 최대한 멀리 떨어뜨림으로써 기기에서 발생하는 소음의 불편함을 최소화하고자 했다.



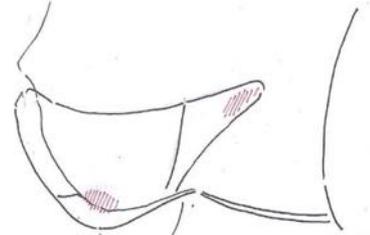


또한 지지대로 나온 공기는 투명한 재질의 플라스틱 막을 따라 코와 입 주위로 넓게 퍼진다. 얇은 바람보다 두껍고 넓은 바람이 국소 부위의 공기청정도를 높이는 데에 효과적이므로 이를 극대화시키기 위한 장치가 플라스틱 막이라고 할 수 있다.

<지지 및 착용 방법>

지지 및 착용 방법은 오른쪽 아래 그림과 같이 앞의 턱과 양 옆의 턱을 사용하는 방식으로 바뀌었다. 귀걸이의 불편함과 심미성이 떨어지는 것을 방지하기 위한 새로운 방법을 시도해 보았다.

착용성은 실제로 프로토타입을 만들어 실험해 봄으로써 결정할 수 있을 듯하다. 피부와 닿는 곳은 고무와 같은 쿠션감이 있는 재질을 사용하여 피부에 손상이 가지 않도록 해야 할 것이다.



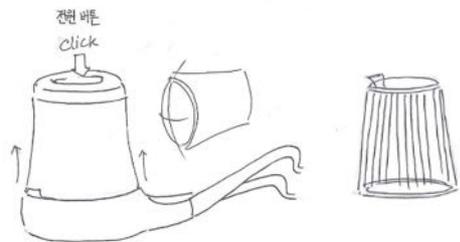
<필터와 필터 교체>

EOS 와 aria 의 필터는 직육면체 모양을 필터이다. 소형의 웨어러블 기기에서 가장 간단하고 부피를 적게 차지하는 필터인 것은 확실하지만 필터가 작을수록 그 교체 주기가 빨라진다. 실제로 aria 는 권장 교체주기가 일주일이며, EOS 의 경우도 권장은 3~4 개월이지만 몇 번의 실험 후 필터가 까맣게 변하는 현상이 나타났다.



EOS 의 소형 효과 필터

따라서 최소한의 부피 대비 필터의 면적을 높이기 위해 등근 원기둥 형의 필터를 사용하고자 한다. 필터 교체는 모터가 있는 부분의 뚜껑을 빼고 교체하는 원터치 방식의 쉬운 과정을 적용시켰다. 또한 모터 부분의 밑면을 둥글게 해 목 뒤와 등 사이의 굴곡에 맞춰지도록 하였다.



<미세먼지 센서와 LED>

현대인이 미세먼지 안전에 불감하는 원인 중 하나는 미세먼지가 눈에 보이지 않는다는 것이다. 실제로 미세먼지의 농도를 실시간으로만 알아도 그 관리에 있어 더욱 신경 쓰게 된다. 날씨가 흐린 것과 자주 혼동되는 미세먼지가 측정되는 센서를 넣고 이를 LED 로 사용자에게 정보를 제공해 사용자가 실시간으로 현 미세먼지 농도를 알고 마스크 착용을 유도하도록 하였다.



5.3 최종 디자인 2: 미세먼지 사용을 독려하는 교육 서비스

5.3.1 배경

사용자 연구를 바탕으로 아이들의 마스크 착용에 있어 마찰이 생기는 상황을 아래와 같이 정리하였다.

- 1) 올바른 착용법을 모른다
- 2) 미세먼지 개념을 이해하지 못한다
- 3) 마스크에 대한 거부감이 심하다
- 4) 친구들이 쓰지 않으면 쓰기 싫어한다

따라서, 본 프로젝트에서는 약 5 세 가량의 아동들을 대상으로, 아이들의 미세먼지에 대한 인식 개선 및, 마스크 착용을 즐겁게 도와주는 놀이를 서비스 디자인으로 제시하고자 한다. 앞서 발굴한 인사이트와 문제 상황을 토대로 설정하는 디자인 프로세스의 목표는 다음과 같다.

- 1) 건강이 나빠진다는 개념을 앞서워 이해시키려 강제하지 않기
- 2) 미세먼지를 가시화 시키기
- 3) 또래와 상호작용할 수 있는 기능이 들어가기
- 4) 마스크라는 물체에 호감이 가도록 유도하기
- 5) 아이들이 즐거워하는 경험을 끼워넣기

5.3.2 컨셉

앞선 아이디어이션 시간을 통해 발굴한 여러 문제 상황 및 디자인 목표점을 토대로, 여러 아이디어를 발산하는 과정을 거쳤다. 마스크에 대한 아이들의 거부감 및 미세먼지 개념에 대한 직관적이고 즐거운 이해를 이끌어내는 것을 가장 큰 목표로 삼고 여러 아이디어를 내놓고, 그를 스케치해 보았다. 이 때 나온 아이디어는 앞서 문제되는 상황들 여러가지를 다 해결하는 아이디어부터, 하나의 문제 상황을 국소적으로 해결하는 해결책까지 그 범위가 다양했다. 최종으로 선정된 컨셉은 다음과 같다.

아동들은 경험하며 성장한다. 약 5 세 아동들의 삶은 주로 가정 및 어린이집 등의 교육기관에서의 시간으로 이루어진다. 이 때 미세먼지라는 환경적 요소는 이 두 공간에서의 경험을 바꿔 놓았다. 대부분의 경우 무력감이 느껴지는 장벽, 장애물로 작용한다. 그 과정에서 마찰의 원인은 보통 아동과 어른이 세상을 이해하는 방식의 차이에서 나온다. 이 차이로 인해 아이가 마스크를 쓰기 거부하는 것이 주로 이 이해관계자들에게서 발생하는 마찰 문제의 원인이다.

‘말콩미몬’은 5 세 아동이 가정 혹은 어린이집의 환경에서, 부모 혹은 선생님의 도움을 받아 실행하는 증강현실 교육 게임이다. 이 게임은 크게 세 개의 굵직한 경험을 제공한다. 첫 번째는, 아동들이 말콩과 미몬이라는 캐릭터를 통해 증강현실로 보여지는 미세먼지라는 개념을 직관적으로 이해하도록 돕는다. 두 번째는 마스크에 대한 장벽을 낮추고 몰입과 재미를 주는 미세먼지 죽이기 게임이다. 아동들은 이 가상의 미세먼지를 없애기 위해

마스크를 필수로 써야 한다. 마지막으로, 마스크의 장벽을 낮춰주는 마스크 꾸미기 시간이다. 이 경험을 통해 아이들은 개인화된 물건을 만드는 과정을 통해 마스크라는 물건에 대한 심리적 장벽을 낮추며 게임을 반복해서 플레이하도록 유도된다.

1) 페르소나

페르소나 1 : 5 세 자녀 부모

특징 : 34 세 김상옥씨는 5 살 짜리 어린 딸이 있다. 서울에 거주하고 있다. 김상옥씨는 매일 뉴스와 기사에 나오는 미세먼지에 대한 스트레스와, 그 미세먼지가 자신의 자녀에게 특히나 악영향을 미친다는 기사를 읽으며 매일 고민한다. 자녀가 환경에 영향을 받지 않고 건강하게 자랐으면 하는 마음이다. 그러나 5 세 아이에게 마스크를 씌우려고 하니 말을 전혀 안듣는다. 수없이 이해시키려고 하고, 억지로라도 씌워보았으나 여전히 눈에 안보이면 벗고, 짜증내고, 힘들어한다. 그 모습을 보는 김상옥씨도 어떻게 해야할지 모르겠다. 귀여운 뽀로로 마스크를 주니까 쓰긴 하는데 코를 빼놓고 쓰고 있다. 올바른 방법을 알려주려 해도 어디서부터 알려줘야 할지 모르겠고, 부담이 된다.

니즈 :

- 아이가 마스크에 대한 거부감을 줄였으면
- 아이의 주의를 잠깐 집중시켜서 마스크 쓰는 법을 가르쳐줄 수 있게 돕는 도구
- 아이가 미세먼지라는 개념을 이해할 수 있게끔 돕는 도구
- 집에서 간편하게 1 시간 이내로, 또 여러번 사용할 수 있는 도구

페르소나 2 : 유치원 교사

특징 : 29 세 최지현씨는 어린이집 선생님이다. 서울 연희동에 소재한 어린이집에서 일하고 있다. 미세먼지의 문제점이 대두되면서 최지현씨의 하루 일과는 완전히 바뀌었다. 아침을 유치원 앞의 '미세먼지 알람표'를 작성하는 것으로 시작한다. 미리미리 아이들과 할 다음 활동 계획을 세워놓지만, 변덕스러운 미세먼지 수치가 '나쁨'이 되면 미리 세워놓은 바깥놀이 계획은 무조건 없어진다. 빈 시간을 채우기 위해 계단을 오르내리는 게임을 하기도 했다. 미세먼지로 인해 바깥놀이를 못하는 아이들에게서 돌아오는 불만과 스트레스, 그리고 마스크를 쓰지 않으려 하는 아이들을 쫓아다니며 씌우기까지 그 부담이 크다. 아이들은 미세먼지에 대해 이해하지 못하거나, 이해하더라도 상관이 없다고 생각하기도 한다.

니즈 :

- 간단하게 실내에서 공유할 수 있는 아이들 놀이
- 아이가 미세먼지라는 개념을 재밌게 이해할 수 있기

페르소나 3 : 5 세 아동

특징 : 5 세 이가현 아동은 미세먼지가 심한 요즘 짜증이 난다. 바깥에서 친구랑 놀기로 했는데, 미세먼지라는 게 나쁘고 그게 나한테 해롭다고 부모님도 선생님도 못하게 막는다. 그러면서 자꾸 마스크를 씌우려고 하는데 가현양은 마스크가 답답하고 축축해서 불편하다. 쓰기 싫다.

미세먼지는 눈에 보이지도 않는다. 마스크를 안쓰면 나중에 아파지고, 죽을 수도 있다는데, 건강이 나빠지는게 뭐 대수인가 싶다. 잠깐 감기 걸리더라도 지금 당장 놀고싶다. 친구들이

쓰지 않는 마스크를 내가 쓰는건 싫다. 내가 마스크를 쓰고 갔다가 친구들이 유치하다고 보거나, 내가 이상하다고 생각하면 어찌지?

니즈 :

- 재미있는 시간 보내기
- 친구들도 같이 마스크를 써야 한다.

2) 사용 시나리오

페르소나 1 의 시나리오

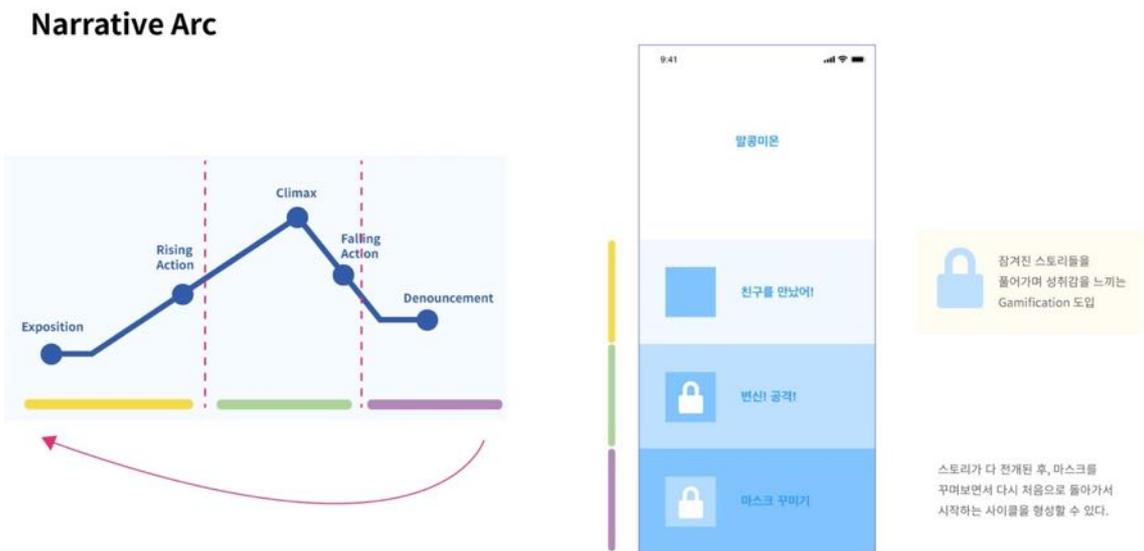
- 1) 미세먼지는 역대 최악 수준이라고 하는데, 아이가 마스크를 또 쓰기 싫어한다.
- 2) 썩워놓고 유치원에 보내봤자 어차피 버스 타자마자 벗을 것이 뻔하기 때문에 답답하고 무력하다.
- 3) 유치원 선생님/ 뉴스/ 인터넷에서 아이들에의 미세먼지 교육을 위해 'OOO'라는 증강현실 게임이 나왔다는 소리를 듣는다.
- 4) 집에 와서 아이패드에서 깔아본다.
- 5) 화면에 제공되는 설명서를 읽는다.
- 6) 직접 해보며 숙지한다.
- 7) 아이가 하교한 뒤, 숨돌릴 시간을 주고 아이에게 아이패드를 들고 접근한다.
- 8) 아이에게 재밌는 놀이가 있다고 설명하며, 먼저 증강현실을 경험하게 한다.
- 9) 아이가 뚱뚱 떠다니는 이게 뭐냐고 물으면 '미세먼지'라고 말한다.
- 10) 아이와 함께 어플의 절차를 따라 '자기만의 마스크 꾸미기'를 한다. 이 과정에서 어플에서 설명해주는 마스크 착용법도 반복해서 말해준다.
- 11) 아이와 함께 어플 절차를 따라 '춤추며 미세먼지 없애기'를 한다.
- 12) 타블렛 PC 가 두개일 경우, 자녀와 부모, 혹은 두 자녀들이 함께 멀티플레이를 하도록 한다.
- 13) 아이가 질릴 때 까지 몇일 간격을 두고 4~5 번 정도 반복한다.
- 14) 아이가 어느 정도 이해했거나, 혹은 이 놀이에 흥미를 잃었을 때 어플을 삭제한다.

페르소나 2 의 시나리오

- 1) 미세먼지가 나쁜 날이다. 아침에 등원하자마자 나쁨 표시를 알림판에 적어넣으며 걱정이 된다.
- 2) 전날 세운 계획으로는 오늘 바깥놀이를 했어야 한다. 아이들이 바깥놀이를 안한지 너무 오래되어서 아마 또 힘들어 할 것이다.
- 3) 그 빈 시간동안 무엇을 해야 하는지 고민이 된다.
- 4) 등교하시는 부모님들이 미세먼지 신신당부를 하시고, 아이가 미세먼지를 이해할 수 있게 도와달라는 말씀도 하신다.
- 5) 유치원 선생님/ 뉴스/ 인터넷/ 학부모에게서 아이들에의 미세먼지 교육을 위해 'OOO'라는 증강현실 게임이 나왔다는 소리를 듣는다.
- 6) 유치원에 비치된 타블렛 pc 교구에 해당 어플을 깔다.
- 7) 화면에 제공되는 설명서를 읽는다.

- 8) 직접 해보며 숙지한다.
- 9) 빈 시간에 아이들과 함께 미세먼지 마스크를 예쁘고 멋있게 꾸미는 실내활동을 1시간 진행한다. 과정 중 아이들을 지도한다.
- 10) 아이들이 마스크를 다 꾸몄으면, 증강현실을 통해 마스크를 낀 아이들에게만 나타나는 증강현실 앱을 돌아가면서 보여준다.
- 11) 태블릿 PC가 여러대일 경우, 각 아동들이 멀티플레이로 미세먼지를 없애는 게임을 하도록 한다.
- 12) 아이들이 질릴 때 까지 몇일 간격을 두고 4~5번 정도 반복한다.
- 13) 아이들이 어느 정도 이해했거나, 혹은 이 놀이에 흥미를 잃었을 때 어플을 삭제한다.

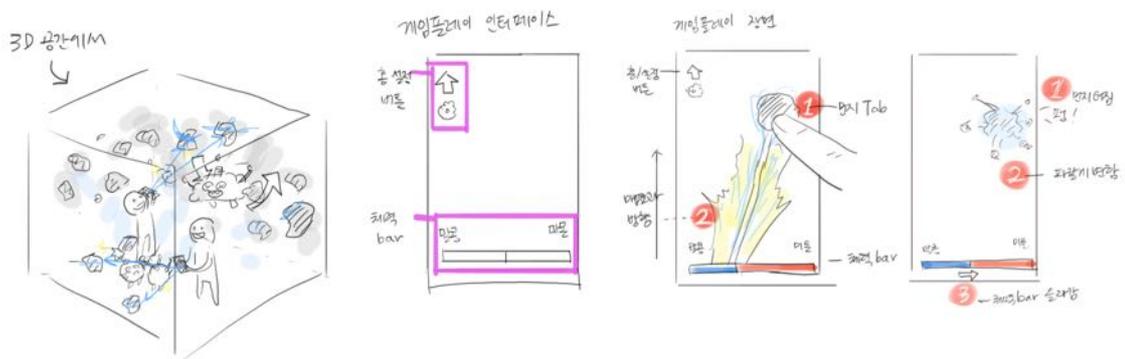
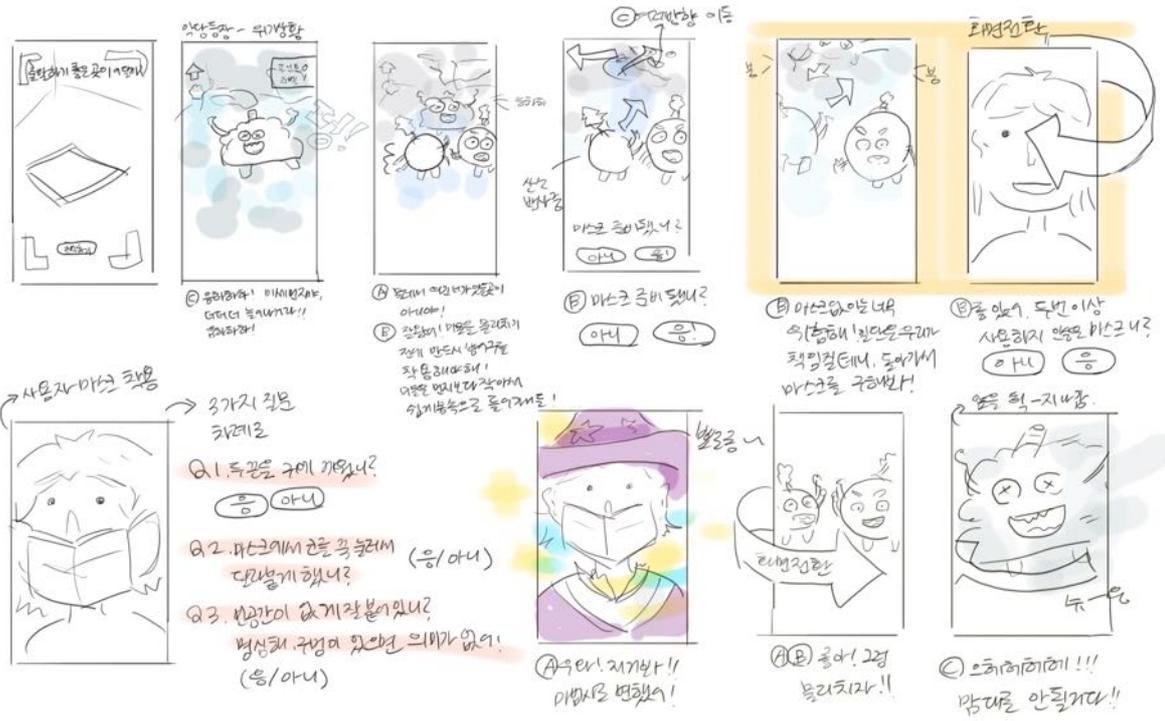
3) 스토리 구조



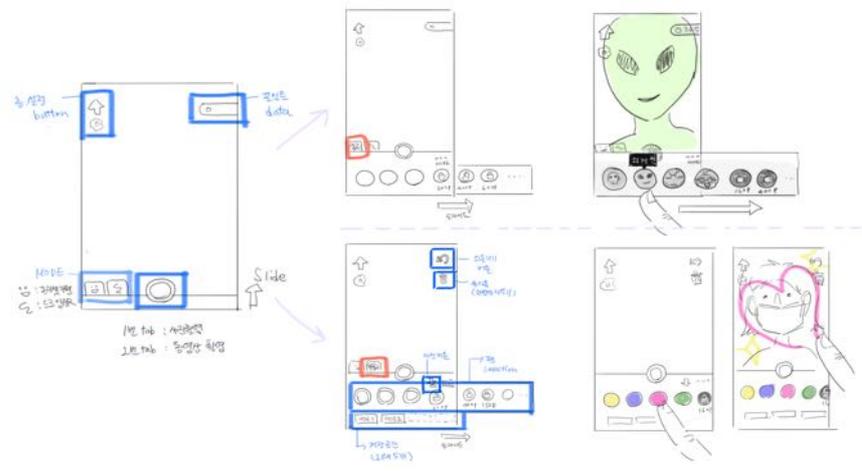
Three Steps



4) 주요 기능



#3. 마스크 꾸미기





6 결론

미세먼지는 석탄 위주의 에너지 생산과 국외의 환경적 요소 등 정책적으로 풀어나가야 할 과제가 이유인 경우가 많다. 하지만 우리는 현재 미세먼지와 함께 살아가며 이는 일상에 큰 영향을 미치고 있다. 외교와 국내 정책을 통해 미세먼지를 줄이고 환경을 살리는 것도 중요하지만 지금 당장의 문제를 해결하는 것도 시급해 보인다. 따라서 환경을 빠른 시일내로 바꿀 수 없다면 제품을 통해 시민의 안전을 지키는 것이 중요할 것이다. 웨어러블 휴대용 공기청정기는 외부 환경에서도 쓸 수 있다는 점에서 마스크란 하나뿐인 대책안을 늘려주는 역할을 한다. 우리가 제안한 제품을 더욱 잘 활용하기 위해서는 스마트폰 어플과의 연동을 통해 청정을 제어하거나 사용자 맞춤 청정 서비스를 제공할 수도 있을 것이다. 또한 머리카락 부위에 착용하는 기존의 제품에 공기청정 기능을 넣는다면 사용자가 거부감을 줄일 수 있는 디자인이 될 것이다.

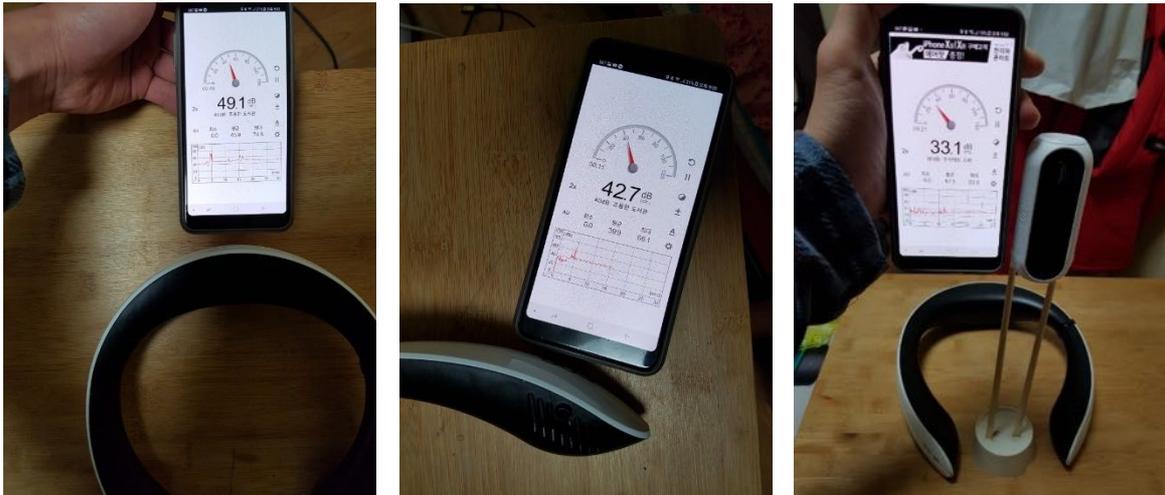
본 연구에서 나온 제품 컨셉을 더 발전시켜 디자인 공모전에 출품하고, 엔지니어와의 협업을 통해 내부 구조를 발전시켜 상품화 기회를 모색하고자 한다. 서비스 컨셉은 사회문제해결형 게임으로 발전시키기 위해 관련 연구 기회를 찾고 있다.

7 부록

7.1 2.3 소음도 측정

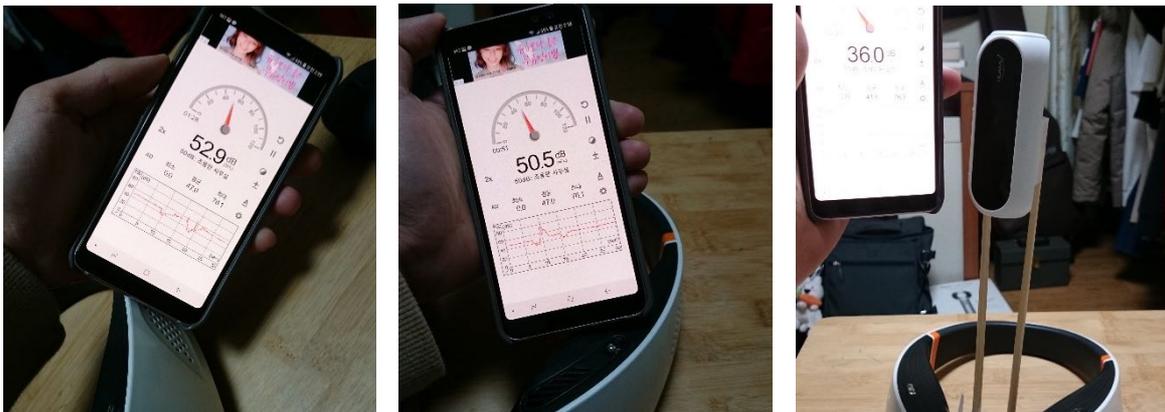
각 제품별로 소음도 측정을 진행하였으며, 실험에 사용된 측정기는 실험자의 휴대폰 ‘갤럭시 A8 (2018)’에 구글 플레이 스토어 Abc Apps 의 ‘소음측정기 (Sound Meter)’ 어플을 설치하여 사용하였다. 각 제품에서 소음이 가장 많이 난다고 생각되는 부분들에 휴대폰의 마이크를 향하게 하여 측정하였다.

① 현대 WACO - EOS



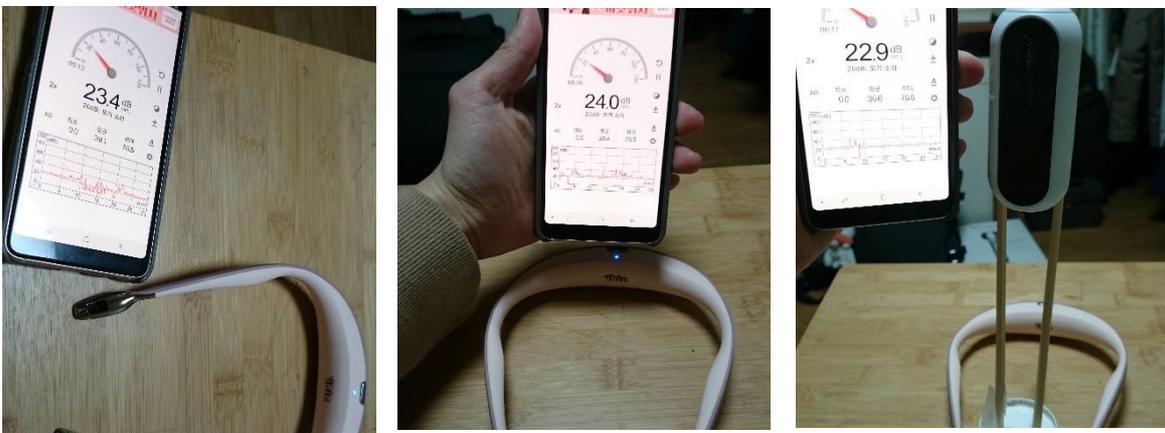
모터: 49.1dB/ 바람 구멍: 42.7dB/ 미세먼지 측정기: 33.1dB

② 에어비다 - aira



모터: 52.9 dB/ 바람 구멍: 50.5dB/ 미세먼지 측정기: 36.0dB

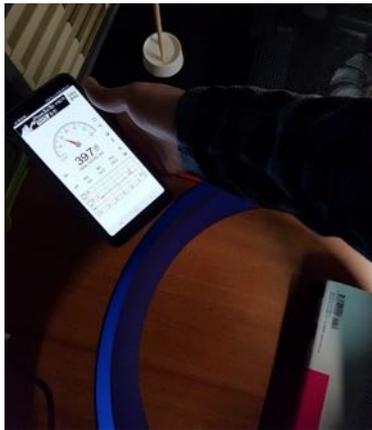
③ 에어비다 - ible



모두: 22~24dB

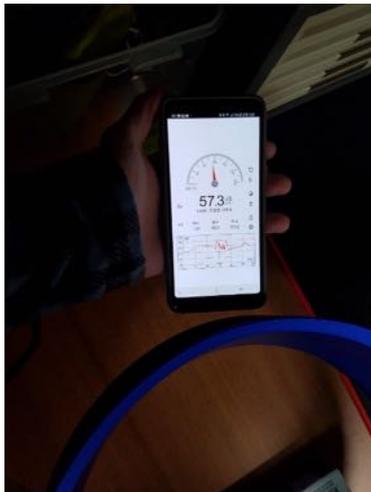
④ 다이슨 - pure cool link

1) 세기: 3



모터: 45.0dB/ 바람 구멍: 39.7dB/ 미세먼지 측정기: 32.7dB

2) 세기: 10



모터: 64.6dB/ 바람 구멍: 78.4dB/ 미세먼지 측정기: 78.4dB

⑤ 샤오미 - 미에어 2



모터: 31.3dB/ 바람 구멍: 37.7dB/ 미세먼지 측정기: 24.9dB

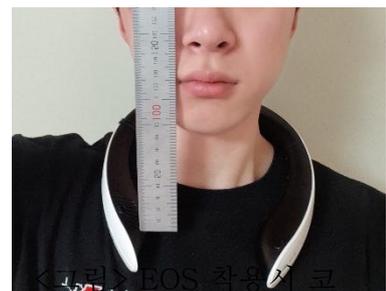
결과적으로 모터가 돌아가는 팬의 위치와 직접적으로 바람이 나오는 구멍에서 소음도가 가장 컸다. 따라서 두 위치와 함께 미세먼지 청정도 실험에서 측정기의 위치까지 총 세 부분에서 소음도를 표기하였다. 웨어러블 기기의 경우 40 ~ 50dB 정도였으며 이를 기준 삼아 다이슨과 샤오미에서 타 제품과 비슷한 정도의 데시벨이 나오는 바람 세기를 결정하였다. 다이슨의 경우 세기 3, 샤오미의 경우는 가장 약한 세기였으며 샤오미는 위의 웨어러블 기기보다 약한 소음이 나는 바람세기이지만 청정도 실험에서 탁월한 효과를 보여 가장 약한 바람세기로 결정하였다. 또한 음이온만을 사용하는 ible 는 팬이 존재하지 않아 소음이 거의 없었으며 다이슨의 경우는 가장 센 바람세기 또한 소음도와 청정도 실험을 실시하였다.

| | EOS | aria | ible | pure cool link | 미에어 2 |
|-------|------|------|-------|-------------------|-------|
| 모터 | 49.1 | 52.9 | 22~24 | 45.0(3)/ 64.6(10) | 31.3 |
| 바람 구멍 | 42.7 | 50.5 | | 39.7(3)/ 57.3(10) | 37.7 |
| 측정기 | 33.1 | 36.0 | | 32.7(3)/ 78.4(10) | 24.9 |

<표> 제품별 소음도 실험값 (단위: dB)

7.2 2.4 청정도 측정

청정도 측정을 위해 실제로 웨어러블 기기를 착용하였을 때, 바람이 나오는 구멍으로부터 실제 숨을 쉬는 코까지의 거리를 재 보았다. EOS 와 aria 두 웨어러블 기기 모두 15cm 정도가 나왔으며 실제 aria 의 사용 설명서에도 15cm 까지의 청정 능력을 강조한 바 있다.



따라서 아래와 같이 휴대용 미세먼지 측정기를 젓가락으로 연결해 바닥에서부터 19cm(기기 높이 4cm + 15cm) 위로 떨어뜨리는 구조물을 만들었다. 미세먼지 측정기에는 '휴마테크'사의 'HI-100' 제품이 사용되었다.

실외에서 사용되는 웨어러블 기기를 위한 실험인 만큼 외부 환경과의 미세먼지 농도를

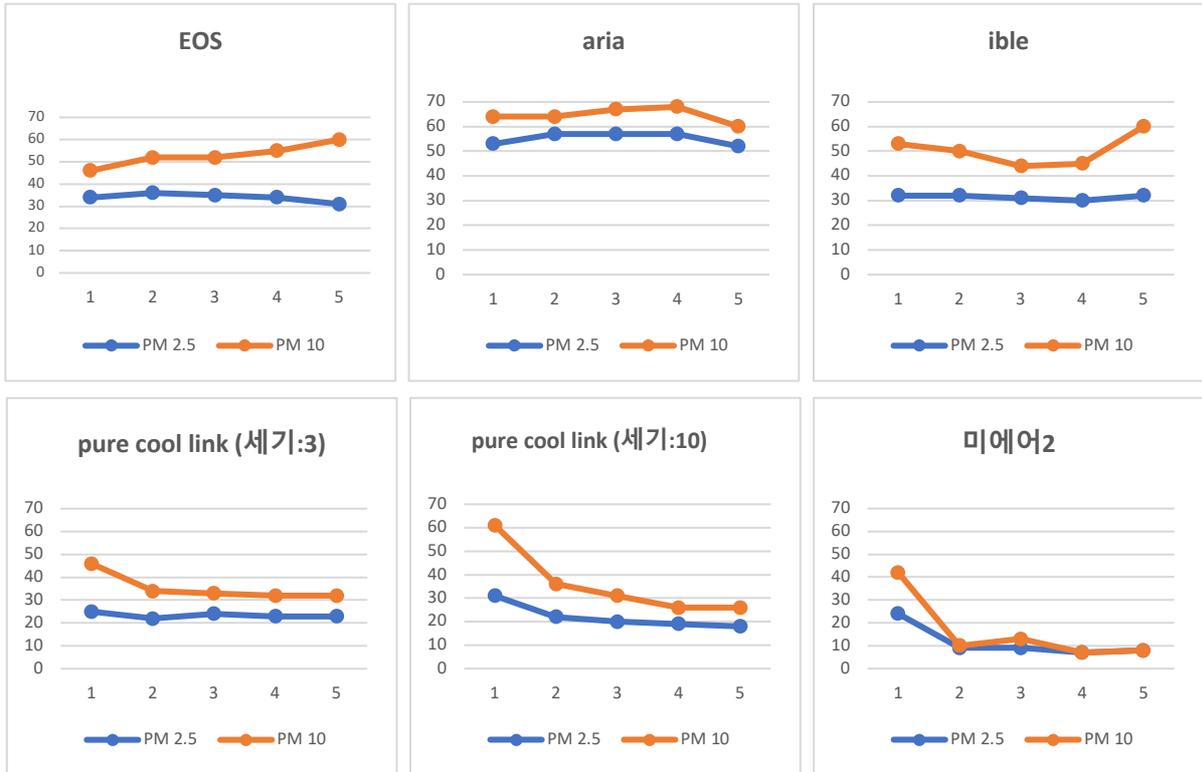


<그림> 미세먼지 측정기

맞추기 위해 방문의 창문을 열고, 창문에서 가장 가까운 책상 위에서 실험을 진행하였다. 또한 미세먼지 농도를 맞추기 위해 매 실험 전에 10 분간 환기시킨 후 0 분에서 20 분까지 5 분 단위로 측정하여 미세먼지 농도 변화 추이를 살펴보았다.

<표> 제품별 청정도 실험값 (단위: $\mu\text{m}/\text{m}^3$)

| | EOS | | aria | | ible | |
|------|--------------------|-------|---------------------|-------|--------|-------|
| | PM 2.5 | PM 10 | PM 2.5 | PM 10 | PM 2.5 | PM 10 |
| 0 분 | 34 | 46 | 53 | 64 | 32 | 53 |
| 5 분 | 36 | 52 | 57 | 64 | 32 | 50 |
| 10 분 | 35 | 52 | 57 | 67 | 31 | 44 |
| 15 분 | 34 | 55 | 57 | 68 | 30 | 45 |
| 20 분 | 31 | 60 | 52 | 60 | 32 | 60 |
| | pure cool link (3) | | pure cool link (10) | | 미에어 2 | |
| | PM 2.5 | PM 10 | PM 2.5 | PM 10 | PM 2.5 | PM 10 |
| 0 분 | 25 | 46 | 31 | 61 | 24 | 42 |
| 5 분 | 22 | 34 | 22 | 36 | 9 | 10 |
| 10 분 | 24 | 33 | 20 | 31 | 9 | 13 |
| 15 분 | 23 | 32 | 19 | 26 | 7 | 7 |
| 20 분 | 23 | 32 | 18 | 26 | 8 | 8 |



<그래프> 제품별 청정도 실험값

다이슨의 pure cool link 는 세기를 3 과 10 으로, 샤오미의 미에어 2 는 세기를 가장 약한 것으로 하였는데 그 이유는 2.3 절의 소음도 측정에 나와있다.

위 그래프를 보면 바깥의 미세먼지 환경에 따라 초기 값은 다르지만 그 기울기가 말해주듯 실제 웨어러블로 몸에 착용하는 세 기기는 청정능력이 거의 없거나 오히려 외부 환경에 의해 미세먼지 농도가 올라가는 모습을 보였다. 아래의 실내용 공기 청정기의 경우에만 미세먼지 농도가 떨어지는 것을 볼 수 있었으며, 그 중에서도 샤오미 공기청정기가 가장 빠른 효과를 보였다. 5 분 안에 미세먼지 농도가 $10 \mu\text{m}/\text{m}^3$ 이하로 떨어지는 효과를 내었는데, 이 차이가 어디서 비롯되었는지 알고 이를 해결할 디자인 아이디어가 무엇인지 다음 장에서 살펴보고자 한다.

다음은 시간에 따른 농도의 변화가 아닌 위치에 따른 실시간 미세먼지 농도 변화를 알기 위해 공기청정기를 켜 놓은 채로 여러 부분에 측정기를 대며 측정해보았다. 이는 15cm 시간별 실험에서 미세먼지 농도 변화가 없던 EOS 와 어느정도 변화가 있었던 pure cool link, 가장 확실한 변화가 있었던 미에어 2 의 세가지 실험을 진행하였다.

④ 현대 WACO - EOS

바람 구멍과 가까울수록 미세먼지 농도가 떨어지고 다시 멀리하면 농도가 높아짐을 알 수 있다.



<그림> EOS 위치별 실시간

<표> EOS 위치별 실시간 미세먼지 농도

| EOS | 미세먼지 농도 | |
|------------|---------|-------|
| | PM 2.5 | PM 10 |
| 초기 | 21 | 33 |
| 바람 구멍과 멀리 | 21 | 33 |
| 바람 구멍과 가까이 | 11 | 12 |
| 바람 구멍과 멀리 | 18 | 19 |

② 다이슨 - pure cool link (세기: 3)



<그림> pure cool link 위치별 실시간

<표> pure cool link 위치별 실시간 미세먼지 농도

| pure cool link | 미세먼지 농도 | |
|----------------|---------|-------|
| | PM 2.5 | PM 10 |
| 초기 | 19 | 35 |
| 바람 구멍과 멀리 | 15 | 27 |
| 바람 구멍과 가까이 | 8 | 10 |
| 바람 구멍과 가운데 멀리 | 19 | 32 |
| 바람 구멍과 가운데 가까이 | 19 | 22 |

다이슨의 pure cool link 는 얇은 구멍을 통해 바람을 빠르게 내뿜는 기능을 더한 제품이다. 하지만 EOS 와 비슷하게 바람 구멍과 가까울수록 미세먼지 농도가 떨어지는 모습만을 보였다.

③ 샤오미 - 미에어 2



<그림> 미에어 2 위치별 실시간 미세먼지

<표> 미에어 2 위치별 실시간 미세먼지 농도

| 미에어 2 | 미세먼지 농도 | |
|----------------|---------|-------|
| | PM 2.5 | PM 10 |
| 초기 | 24 | 31 |
| 바람 구멍과 멀리 | 9 | 19 |
| 바람 구멍과 가까이 | 1 | 1 |
| 바람 구멍과 가운데 멀리 | 8 | 8 |
| 바람 구멍과 가운데 가까이 | 3 | 3 |
| 바람 구멍 옆 | 21 | 23 |

샤오미의 미에어 2는 시간별 미세먼지 농도 변화 실험과 같이 가장 탁월한 효과를 보였다. 바람 구멍과 어느 정도 거리가 있더라도 미세먼지의 농도는 현저히 줄어들었고, 매우 근접한 거리에서는 거의 0에 가까운 수치를 보였다.

위의 두 실험을 통해 우리는 미세먼지 웨어러블 기기에 필요한 몇 가지의 결론을 낼 수 있었다. 먼저, EOS의 시간별로 측정한 실험에서는 시간이 지나더라도 미세먼지의 농도는 줄지 않았지만, 거의 같은 시간대에 측정한 위치별 실험에서는 거리가 가까울수록 농도가 분명하게 줄어들었다. 이는 외부에서 사용될 웨어러블 공기청정기의 경우, 제품을 켜놓는 시간 길이보다는 우리가 숨을 쉬는 호흡기관과의 거리가 중요하다는 것이다. 즉, 가장 입, 코와 가장 가까운 거리에서 직접적으로 정화된 공기를 불어주어야 한다.

두번째, 오히려 적은 소음도에도 불구하고 샤오미 공기청정기가 시간별, 위치별 실험에서 모두 가장 좋은 공기청정 효과를 보였다. 이는 실시간 실험에서 보면 넓은 팬이 두꺼운 공기층을 밀어내 직선적으로 길게 공기를 불어넣어 주기 때문이다. 우리의 사고 실험에서는 다이슨의 얇은 바람이 에어 커튼과 비슷한 효과를 내어 미세먼지를 막아줄 것으로 생각하였으나, 얇고 빠른 바람보다는 넓은 바람이 더욱 효과적이었다.

마지막으로, 거리가 가까울수록 미세먼지 농도가 줄지만 측정 위치가 바람이 닿는 직선 방향이어야 한다는 것이다. 샤오미 미에어 2의 경우에도 거리가 가까워도 팬을 기준으로 상하가 아닌 좌우로 거리를 늘려주면 청정효과가 급격히 줄어들었다. 이는 주변의 미세먼지가 꾸준하게 존재하는 외부환경에서 사용될 웨어러블 공기청정기에서 중요한 포인트이며 단순히 코나 입의 주변이 아닌 바람이 코 안과 입 안으로 들어가는 방향에서 나와야 한다는 것이다.