

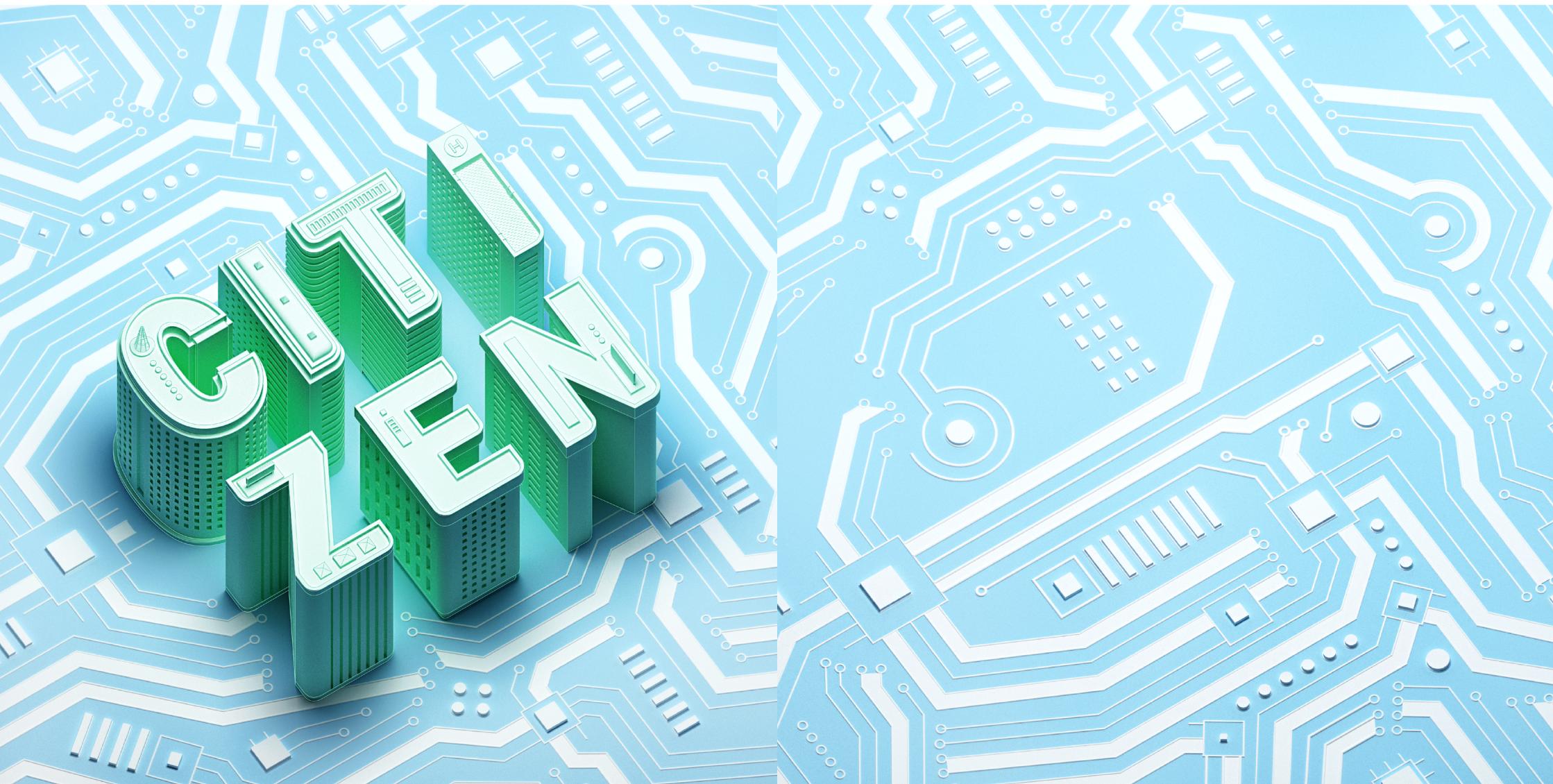
시민이 만드는 도시

DIGITAL DATA × SMART CITY COMMUNITY PROJECT

김재범
박지선
양혜리



서울디지털재단 지원사업의 프로젝트 중 하나로,
스마트시티로 나아가는 길에 시민들의 자취가 남길 기대하며
디지털데이터를 활용한 센서 제작 과정을 담았다.



시 티 즘
CITIZEN

김재범

박지선

양혜리

INDEX

-SEOUL DIGITAL FOUNDATION / CITIZEN LAB

-TEAM MEMBER

1. SMART CITY

2. 2020 SEOUL ARCHIVING

-TRANSPORT

-ENVIRONMENT

-LIFESTYLE

3. DIGITAL TECHNOLOGIES

-ARDUINO

-3D PRINTING

4. PROJECT, 'WALK TOGETHER'

-URBAN PROBLEM

-DISTRICT SELECTION

-SENSOR PRODUCING

-SMOKING MAP

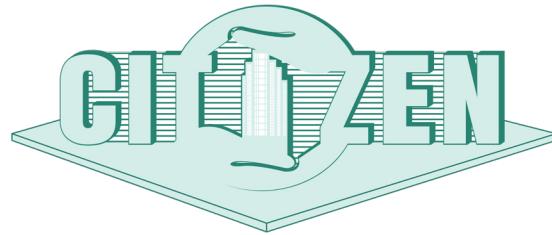
5. SENSOR JOURNALISM

서울디지털재단

2020 서울디지털재단 커뮤니티 지원사업

2016년 설립된 현 재단은 "시민이 행복해지는 디지털 서울 건설"^[1]이라는 비전 하에 시민이 참여하는 개방형 혁신, 시민과 정부를 연결하는 플랫폼을 구축하고 있다. 또한 시민과 함께 성장하는 디지털 생태계를 조성하고 디지털 정책 전문가와의 네트워크 강화에 힘쓰고 있다. 예를 들어, 디지털과 관련하여 데이터 정보를 활용하는 방식이 낯설 시민들을 위하여 도시데이터에 대한 특강 등 스마트시티와 관련된 시민 참여 행사를 진행한다. 스마트시티에 대한 정책 연구와 함께 자치구 스마트 컨설팅을 진행하고 있고, 현재 도시데이터사이언스 연구소를 운영 중이다. 격차해소 로봇 개발이나 스마트시티서비스 혁신지원 등을 하면서 혁신과제에 관한 발굴 및 적용을 하과 더불어 타국가와의 디지털 협력이나 기술기업의 해외전시 참가를 지원하는 등 국제적인 위치에서도 일을 진행하고 있다. 재단에서 운영하는 사이트인 sdf.seoul.kr를 참고하면, 정기간행물과 연구보고서 등이 지식마당이라는 카테고리에 공개되어 있다. 이를 통해 재단에서 시행 중인 작업에 대한 동향을 일반 시민들도 손쉽게 파악할 수 있다. 2019년에 이어 제2회를 맞이한 스마트

시민랩 커뮤니티 지원사업^[2]은 시민참여를 통한 스마트시티 구축의 저변을 마련하기 위해 추진되었다. 본 사업은 형태를 제한하지 않고, 디지털 기술을 활용한 도시문제 해결 서비스 연구 및 개발 진행을 지원한다. 또한 디지털 활용으로 세대간, 지역간 등 시민들 간에 생길 수 있는 격차를 해소하는 과정 또한 발굴하여 서비스 개발에 도움을 제공한다. 서울형 통합 길찾기 서비스를 제공하는 <카찹>, 지구를 지키는 아이스팩 재사용 캠페인 솔루션을 제안하는 <환경오너 시민모임>, 세대차이 토크 플랫폼을 제작하는 <세대차이 해우소>, 센서를 통한 공공공지의 흡연량 연구를 진행하는 <시티즌> 등 다양한 연령대와 분야의 커뮤니티들이 모여서 현재 발현되고 있는 도시문제를 시민의 입장에서 풀어나간다. 서울디지털재단은 다양한 연령대의 시민들이 참여할 수 있는 행사를 진행하고 있으며 현 도록은 스마트 시민랩에 참여하며 서울의 시민으로서 경험하는 서울디지털재단의 지원사업 과정을 보여주고자 한다.



DESIGN / MANUFACTURE TEAM

양혜리 HYERI YANG / 강인해 INHAE KANG



시민랩 커뮤니티는 시민으로서 낼 수 있는 아이디어를 지원하는 점에서 관심이 생겼습니다. 도시에서 생활하며 시민의 입장에서 해결책을 제안해볼 수 있다는 것 자체가 흥미로웠습니다. 직접 문제를 알아보고 다른 시민의 이야기를 들어보면서 저희가 사는 도시에 대한 애착이 생겼습니다. 그리고 학생의 신분에서 목업비 지출에 어려움이 있거나 아니면 학교에서 주어진 과제 내에 수행해야 하기 때문에 관심가는 분야의 작업을 하기가 쉽지 않습니다. 하지만 현 프로젝트에서는 저희가 직접 그리고 자유롭게 하고픈 작업을 진행해보아서 과정에서도 흥미가 컸습니다. 도시에 대한 행태를 파악하고 조사하는 도시공학과, 디지털 기술을 구사하는 컴퓨터공학도, 그리고 시각화하는 산업디자인과 등 다양한 분야의 학생들로 구성되어 같은 목표를 위해 협업하며 의견을 조율해볼 기회였다는 점에서도 의미가 컸습니다.

RESEARCH TEAM

김재범 / JAEBUM KIM



대학 수업에서 이론과 계획만 세워보던 단계에서 지원을 받아 실제로 도시문제에 참여를 해볼 수 있다는 점에서 좋은 경험이 될 것 같아서 참여하게 되었습니다. 행정적인 절차를 통해 직접 설치하고, 일어나는 어려움에 대처하며 프로젝트를 진행해보았고, 그로인해 제가 도시문제 해결에 도움이 될 수 있었다는 점이 매우 뿌듯했습니다. 첫 조사부터 개발, 설치, 분석까지 모든 과정을 경험해보는 것 또한 훗날 저희에게 긍정적인 도움이 되리라고 생각합니다. 프로젝트가 끝난 이후에도 도시문제에 관심을 가지는 능동적인 시민이 될 것이라는 다짐을 얻어가는 시간이었습니다.

PLATFORMS TEAM

박지선 JISUN PARK / 최주리 JURI CHOI



스마트시티는 최첨단 기술이 밀집해 있는 전문가들을 위한 도구라고만 생각해왔습니다. 그래서 처음 시민랩 프로젝트 참여 제의를 받았을 때, 과연 학교에서 배운 지식만으로 제가 기여할 수 있는 부분이 있을까 고민했습니다. 그러나 컴퓨터공학 전공자로서 제가 가진 역량으로 프로젝트에 기술적으로 좀더 도움을 줄 수 있지 않을까 해서 함께하게 되었습니다. 처음 다뤄보는 아두이노와 차트, 스모킹맵, 웹을 제작하는 일은 쉬운 일이 아니었습니다. 그러나 모든 경험과 자료들을 오픈소스로 제공함으로써 다른 이들에게 도움이 될 수 있다는 일은 의미 있다고 생각합니다. 스마트시티란 결국 우리 모두를 위한 도시를 스스로 만들어가는 것이 아닐까요.

• **SMART CITY** 스마트시티



각 국가마다 도시의 경쟁력과 삶의 질을 향상시키기 위해 발전하고 있는 기술들과 더불어 방대한 데이터를 모으고 그것을 분석하는 일이 진행되고 있다. 이를 바탕으로 다양한 도시서비스를 제공할 수 있고, 제공되는 서비스를 통해서 지속가능한 도시의 형태를 이루는 것이 스마트 시티라고 할 수 있다. 초기에는 CCTV와 신호등 제어, 대중교통 서비스를 기본으로 안전, 교통 분야에 집중되어 발전했다. 나아가 지금은 에너지와 자율주행 정보통신 등 더 넓은 분야로 확대되어 개발되고 있다.

스마트시티란 무엇인가

시민들의 삶 속에서 발전하는 우리의 터전

우리가 살고 있는 도시를 과거로부터 뛰어보자면 연료와 이동수단의 발전으로 대량생산이 가능해졌고 이것이 바탕이 되어 급격한 인구와 경제성장으로 거대한 도시들이 발생하기에 이르게 되었다.^[3] 하지만 급격한 성장으로 인해 생태계 파괴와 과한 에너지 소비 등의 부작용이 발생되게 되었다. 위와 같은 현상을 줄이기 위해 현대의 도시를 혁신하기 위한 목적으로 스마트시티가 대두되었다. 이는 도시에서 일어나는 일상적인 활동을 편리하고 효율적이게 하며 나아가 생길 수 있는 환경문제까지 최소화시키는 방안을 모색하는 것이다.^[4]

각종 미디어를 통해 ‘스마트시티’라는 단어를 어렵지 않게 접할 수 있지만 웬지 낯설고 어색하기 마련이다. 하지만 생각보다 가까운 곳에 이미 우리의 생활을 돋고 있는 부분들이 많이 존재한다.



지하철이나 버스 등의 대중교통을 이용하여 도시 내 이동을 한다고 생각해보자. 약속 장소까지 이동하는 대중교통 시간, 걷는 시간을 포함한 소요시간이 얼마나 되는지 스마트폰을 통해 알 수 있다. 나아가 지금 집에서 가장 가까운 정거장에 버스가 도착하려면 얼마나 걸릴지까지도 알 수 있다. 과거에는 단순하게 경험과 추측으로 해결하던 일들을 조금 더 효율적인 방법을 통해서 낭비하지 않도록 도와주고 있는 도시의 모습이 바로 스마트 시티다. 출근하는 아침 날씨와 교통상황 데이터를 고려해서 AI가 자동으로 기상시간을 조정해주고, 세수하고 씻는 사이 간단한 건강 체크를 통해 식단을 추천받고, 그날 일정에 따라 맞는 옷을 추천받아 입을 수 있는 등 영화에서나 볼 법한 일들이 머지않아 우리의 삶 속에 녹아들 날이 올 것이다.

대한민국을 비롯하여 다른 국가들 역시 시대에 발맞추어 스마트시티를 구축하기 위해 꾸준한 노력을 보여주고 있다. 하지만 자본이나 하고자하는 열망만 있다고 만들어지는 것은 아니다. 그곳에서 생활하는 시민들과 국가의 정책, 자본을 바탕으로 하는 기술력 있는 기업체까지 모두가 협업하는 상황이 나와야 비로소



가능할 것이다. 단순히 기술력을 자랑하는 장소가 아니라 그 기술력이 실제로 살아가는 도시민들에게 적용되고, 편안하고 행복하게 해줄 수 있어야 하기 때문이다.

스마트시티와 관련하여 외국의 다양한 사례 중 대표적인 몇 가지를 소개해보자면, 시민의 주도로 스마트시티를 꾸며나고 있는 네덜란드 암스테르담이다. 암스테르담은 온라인 홈페이지에서 민간의 주도로 다양한 도시 프로젝트를 꾸려나가고 있다. 그러한 건의 중 하나는 도시개발이 되며 녹지가 부족해지고, 온난화 현상에 집중한 것이었다. 도시 환경의 변화로 인해 늘어나는 홍수 폭염 등의 발생을 조금이라도 줄여보고자 건물 옥상에 도움이 될 만한 식물들을 자동센서를 기반으로 길러보는 프로젝트를 진행했다. 녹지가 부족한 도심지의 열을 내리고, 각종 재해를 막는데 도움이 되기 때문이다. 놀랍게도 이 아이디어의

시작은 정부의 주도가 아니라 인근 레스토랑에서 시작되었고, 이후 수자원관리회사와 연구기관들이 함께 진행해 나가고 있다. 도시민들이 겪을 수 있는 불편한 사항들을 직접 참여하면서 바꾸어 나갈 수 있다는 점에서 모범사례로 꼽을 수 있다.

다음으로 오픈데이터를 활발하게 이용하는 미국 뉴욕이다. 뉴욕은 현재 한국처럼 실시간 지하철 운행시간을 표시하며 편리한 생활을 돋는다. 그리고 한발 더 나아가 지역에서 봄비는 인구 밀도를 알려준다. 역마다 몰리는 정도에 따라 사람들이 유동적으로 움직이는데 효과적인 정보가 될 수 있다. 장시간 데이터를 축적하고 그것을 기반으로 교통상황을 파악하면서 열차의 배차를 조절하여 인구밀도가 높아지는 문제를 해결하는데 도움이 될 수 있다. 이는 다양하고 방대한 양의 데이터를 긍정적으로 활용하는 사례로 볼 수 있다.

Doer가 필요한 시대

TSP 공간의 파티, 강진규 대표와의 인터뷰



스타트업 회사들을 지원하는 서울 스마트시티센터의 공유오피스공간에서 건축·디자인회사 ‘공간의 파티’(The Spatial Party)의 강진규 대표를 만날 수 있었다. 인터뷰를 진행하면서 2020년 한국을 바라보는 건축가의 시선을 알 수 있었다.

Kang_

안녕하세요, 건축디자이너 강진규입니다. 저는 미국과 UAE의 건축설계회사에서 건축 실무를 하다가, 한국에 귀국하여 ‘TSP 공간의 파티’로 본격적인 건축·디자인 활동을 하고 있습니다. 2012년부터 성균관대학교 서비스학과, 세종대 건축학과에서 스튜디오 수업을 진행했고, 현재 Digital fabrication을 결합한 건축, 전시 프로젝트들을 진행하고 있습니다. 저는 다양한 공간정보데이터를 활용해서 도시를 시각화하고, 콘텐츠를 입히는 작업을 하고 있는데요, 최근에는 시각장애인의 익숙한 장소만 다

니고, 낯선 곳은 기피하게 만드는 불친

절함에 안타까움을 느끼고 이를 개선할 수 있는 방법에 대해 고민해보았습니다. 시각장애인들은 새로운 거리나 건물들을 파악하기가 어렵다는 점을 고려하여, 광화문 광장이나 동대문 같은 서울의 특정 공간에 대한 구체적이고 명확한 시각 지도가 있다면, 새로운 공간을 가보고 싶다는 생각이 들지 않을까 싶었습니다. 그래서 저희 회사의 강점인 3D 모델링을 활용해서 시각장애인들이 들고 다니면서 사용할 수 있는 촉각 지도를 만들었습니다. 이전에 이러한 촉각 모형을 맹학교 등에서 전시하면서 시각장애인 학생들의 긍정적인 반응을 확인할 수 있었고, 이후 그들이 살고 있는 지역에서 확장된 장소나 공간에 대해 파악할 수 있는 촉각지도를 만들기 위해 노력하고 있습니다. 효율적이고 빠르게 작업하기 위해서 GIS 데이터셋과 지적데이터, 오픈 3D수치데이터를 3D모델링화하는 알고리즘을 만들었습니다.

Interviewer_

작업을 보면 사회에 관심이 많으신 것 같습니다.

Kang_

사람마다 각자의 생각이 있고 자신의 솔

루션을 낼 수 있다고 생각합니다. 예를 들어서, 도시 재생을 한다고 하면 한 아티스트는 ‘색을 칠하면서 환경 미화를 해보자’라고 벽화에 대한 이야기를 합니다. 어떤 엔지니어들은 쓰레기를 집에서부터 보관할 수 있는 시스템을 만들어서 수거하는 형태를 만든다거나요. 어떤 사람은 그런 문제에 대해 실태 파악부터 해보자라고 하겠죠, IoT를 활용하자면서요. 각자가 고민할 수 있는 솔루션을 찾아야 하는게 중요하다고 생각을 해요. 저희가 사는 도시이기 때문에 본인과 주변 사람들의 입장에서 생각하고 실천해보아야 살기 좋은 세상이 되잖아요? 아시다시피 저희는 입법하고, 쟁점을 다투는 그런 사람들이 아니죠. 하지만 그런 걸 디자인으로 풀어보는 방향성은 어떨까하는 것이 제가 생각하는 현재 도시와 건축의 흐름입니다.

Interviewer_

끝으로 건축이나 디자인 계열의 학생들에게 해주고 싶은 이야기가 있을까요?

Kang_

이전 세대는 하나의 생각이 대량생산으로 이어지고 이에 맞추어져 사는 경향이 있었지만 지금은 스마트폰, SNS 등 다양한 채널을 통해 문화나 생각들을 쉽고 빠르게 공유하고 있어요. 다시 말하자면, 이제는 우리가 무슨 이야기를 할

지가 중요한 것 같습니다. 그리고 그 이야기를 자신의 방식으로 풀어나가는 것이죠. 조금 어색하고, 이상하더라도 해보는 것이 중요한 것 같아요. 특히 젊기에 할 수 있는 일인 것 같습니다. 영어에 Doer라는 표현이 있습니다. 행동하는 자, 실천하는 자라는 뜻인데요, 금전적 이득이 아니더라도, 자신에게 의미 있는 프로젝트를 진행해보았으면 해요. 그 과정 속에서 자신을 돌아보고 더 발전시킬 수 있을 것이라고 생각합니다.



▲ 공간의 파티, 강진규 대표
앞에는 시각장애인들을 위한
촉각지도가 놓여있다.

..
**2020 SEOUL
ARCHIVING**
도 시 아 카 이 빙

스마트시티라는 말이 아직도 영화에서나 불법한 첨단의 기술력으로 생각하는 사람들이 많다. 그러나 우리가 인지하지 못한 사이에 벌써 많은 기술들이 편의성과 안전을 도모하고, 환경적인 요소까지 관여하고 있다. 이것들이 모여 우리의 삶의 질을 한층 더 향상 시키고 있다. 지속적으로 쌓이고 있는 오픈데이터와 발전되고 있는 기술력을 바탕으로 꾸준하게 나아가고 있는 대한민국이다. 이번 챕터에서는 2020년의 우리가 직접 경험하고 있는 다양한 스마트시티, 한국의 모습을 몇 가지 분류로 나누어 소개하고자 한다. 이미 우리가 흔히 접하면서 인지하고 있는 것도 있어서 ‘아 이곳에도 스마트 기술이 접목되었구나!’라는 생각이 들 수도 있을 것이다.



01

교통
Transport



버스 노선 개편

방대한 데이터 분석을 통한 편의성 향상

도시의 인구 밀집이 심화되고, 승용차의 보급률은 상승하면서 교통 체증의 문제는 더욱 심각한 단계가 되었다. 대중교통 이용이 대안이었지만 버스는 지하철보다 느리고 불편하다는 인식이 강했기 때문에 상대적으로 이용률이 저조했다. 이를 해결하기 위해 2004년 버스전용 중앙 차로제를 도입하게 되었다.^[5] 지하철보다 설치비용이 매우 저렴했기 때문에 시도할 가치가 있었고, 결과적으로 시민들의 버스 이용률을 상승과 더불어 자가용의 수가 줄어들면서 자동차로 인해 생기는 대기오염도 감소되었다. 교통요금 역시 카드결제와 환승 시스템을 도입하여 체계적인 관리를 하고 있다. 교통수단 마다 요금을 따로 부과했던 과거에 비해 비용적 측면 역시 획기적인 방법이다.

다른 버스노선도 마찬가지였지만 '올빼미버스'라고 부르는 심야버스 노선을 만들 때에는 축적된 데이터를 이용해 더욱 효율적인 노선을 꾸릴 수 있었다. 시민들이 탑승, 하차할 때 찍는 카드 기록을

바탕으로 주로 어느 지점이 유동인구가 많은지 측정할 수 있었다. 단순히 추측이 아니라 정확한 수와 시간대별 집계가 가능했기 때문에 데이터가 매우 중요한 역할을 해낼 수 있었다.

지속적인 교통 데이터 축적을 바탕으로 출퇴근 시간 때처럼 수요가 많을 경우는 배차 간격을 줄이고 운행 대수를 늘리는 반면, 한가한 시간에는 운행 수를 줄여 효율적인 운영이 가능하도록 했다. 또한 이용밀집도가 높은 지하철 9호선의 경우에는 출근시간대에 혼잡도가 최고 297%에 육박하는 극단적인 상황이 나왔다 데이터를 파악한 후 이를 해결하고자 지하철 노선과 같은 방향으로 지상 버스중앙차로를 이용하여 지하철 급행처럼 일정 구간을 통과하여 시간을 단축시키는 급행버스라는 대처를 만들어냈다. 이와 같이 꾸준한 데이터 관리와 축적, 분석을 통해 시민들에게 빠르고 편한 운송수단으로 진화되고 있다. 지속적인 변화를 위해 지금도 데이터 축적은 계속되고 있다.

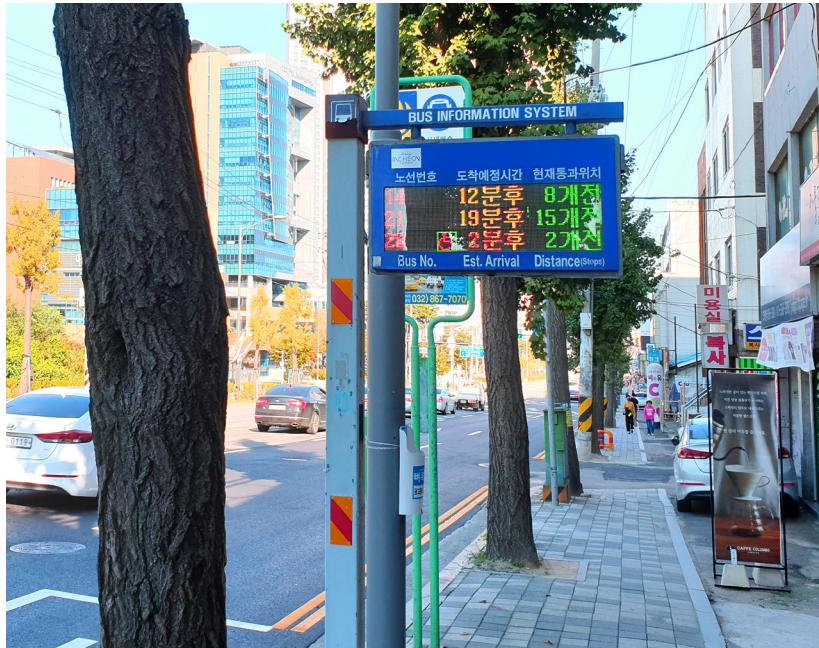
대중교통 서비스

시간의 효율적인 사용

과거에는 버스나 지하철을 타고 어딘가로 이동을 해야 할 경우 혹은 중간에 환승을 해야 할 때에도 배차간격이 적혀있는 것을 보고 내가 정류장에 도착하기 방금 전에 버스가 지나가지 않았기를 빌며 무작정 기다릴 수밖에 없었다. 하지만 지금은 밖에서 오래 기다릴 필요 없이 스마트폰을 이용해 내가 타고자 하는 정거장에 버스, 지하철이 몇 분 뒤에 도착하는지 알아볼 수 있다. 만약 찾아보지 않고 왔더라도 전광판에 현재의 대중

교통 위치와 내가 있는 정류장까지 도착하는데 걸리는 시간을 한 눈에 알 수 있고, 나아가 버스안의 혼잡도 표시까지도 나오는 경우도 있다.

덕분에 우리는 정류장에 도착해서 남은 버스의 도착시간을 확인하고, 마음 줄이지 않고 바로 앞 편의점에서 음료 한잔 사서 마실 여유를 얻게 되었다. GPS를 통한 실시간 위치정보, 스마트기술이 도입되면서 대중교통의 스마트함은 날마다 발전되고 있다.



스마트 주차

자동차, 주차 도시문제 해소

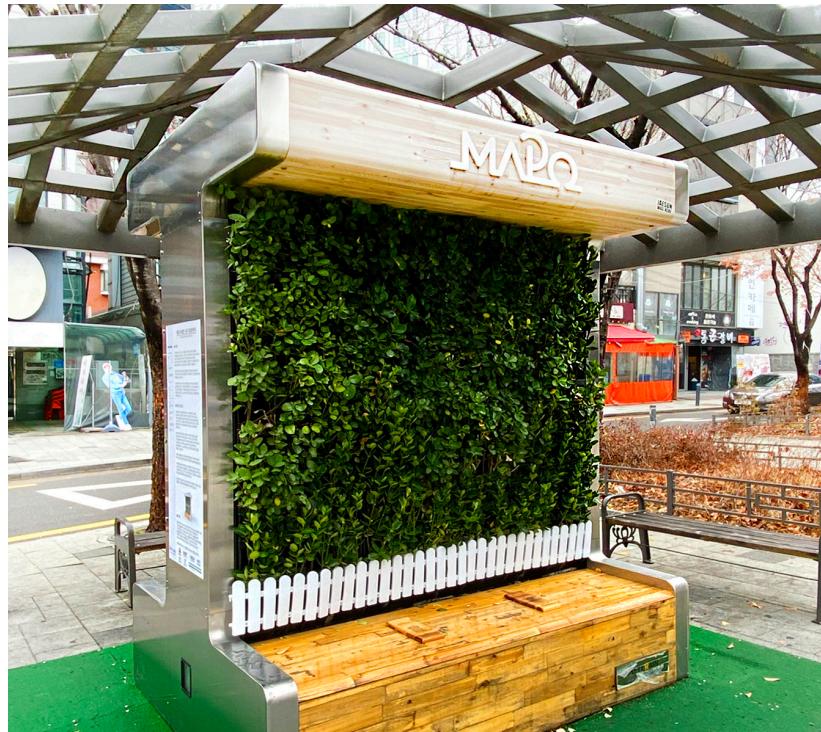
코로나로 인해 사회의 많은 모습이 변화했다. 예전보다 빠르고 편리해진 대중교통을 이용했던 모습에서 코로나 감염이라는 변수가 생겼기에 사회적 거리두기가 불가피해졌고, 이로 인해 다시 자가용을 이용하는 사람들이 증가되고 있는 추세이다. 자가용은 타고 갈 때는 매우 편하지만 목적지에 도착하고 나면 새로운 문제가 발생한다. 바로 주차 공간 확보이다. 도착한 장소에 주차장이 있는 곳이라면 좋겠지만 만약 아닌 장소라면 주변을 계속 빙빙돌며 차를 세울 곳을 찾아야한다. 주차장을 찾았더라도 만차라면 또 다른 곳으로 발을 돌릴 수밖에 없다. 너무 급할 때는 불법주차를 하

는 경우도 빈번하게 볼 수 있다. 이러한 문제를 해결하는 기술이 스마트주차이다. 어플리케이션을 통해 도착할 장소를 입력하면 주변에 있는 주차장을 검색할 수 있고 각 주차장마다 빈자리까지 실시간으로 찾아낸다. 원한다면 그 위치로 네비게이션 연결이 가능하기 때문에 처음 방문하는 곳에서도 찾아 헤맬 필요 없이 주차공간을 파악할 수 있다. 주차장에 빈자리를 찾았다면 그다음은 주차이다. 운전 초보라서 주차가 어렵거나 다른 일로 시간이 촉박한 사람은 원격 스마트주차를 활용할 수 있다.^[6] 시스템을 켜고 빈자리를 인지시키고 직각주차 혹은 평행주차를 설정한다. 그 후 운전자는 내린 후 스마트 주차 키를 누르면 좌우 센서를 기반으로 자동차가 알아서 주차를 하는 기술이다. 주차 후 좌우가 너무 좁아 문을 열기 힘들다면 스마트키를 이용해 RC카처럼 차를 전진 후 진으로 원격 조종 후 탑승하는 기능도 가능하다. 마지막으로 용무를 마치고 주차장을 나갈 때에도 스마트폰을 이용해 미리 정산 역시 가능하다.



02

환경
Environment



미세먼지 저감벤치

홍대 걷고 싶은 거리를 미세먼지 없는 거리로

마포구에 설치되어 있는 저감벤치는 스마트 기술력을 활용하여 환경에 도움을 주고 있다. 사진에서 보이는 바와 같이 벤치 뒤편에 식물이 있으나 사람이 직접 관리하러 가지 않아도 된다. 이는 스마트 기술을 바탕으로 자동관리가 가능하다. 이 벤치는 하루 동안 약 41,742m²의 공기를 정화하는 능력이 있다고 한다. 정화의 능력과 더불어 시민들에게

편의시설도 될 수 있는 시설이다. 기존의 시설물들은 보통 꾸준하게 사람들이 직접 찾아가 관리해야 하는 방식이었기 때문에 인력투자가 불가피하게 많이 발생했다. 하지만 스마트기술이 도입되면서 각 문제가 발생되는 경우와, 그에 맞는 데이터를 센싱함과 더불어 효율적이고 즉각적인 행동을 더 적은 인력으로 대응할 수 있다는 장점이 있다.



이끼타워

식물과 함께하는 도시환경개선

이끼는 주변 온도를 냉각시키고, 공기 중 다양한 오염물질을 정화하는 능력을 갖추고 있다. 이 미세먼지 타워를 직접 설치함으로써 실시간으로 대기의 질과 관련된 데이터를 센싱할 수 있고, 주변을 정화하는 기능도 할 수 있다. 이러한 이끼를 도시 조경에서 사람의 손길 없이도 타워를 활용해 스스로 자란다. 사물인터넷(IOT, Internet Of Things)을 바

탕으로 수분이 필요할 시 즉각적으로 물을 주고, 그날의 온도와 습도에 따라 관리가 가능하다. 편의성만을 생각한 것이 아니라 시민들이 도시에 살며 생겨나는 환경오염을 줄이는 데에도 스마트 기술이 이용되고 있다. 기능적인 측면을 위해 에너지를 투자해야하는 것이 아니라 식물자체를 사용하면서 이점을 얻어간다는 점이 흥미롭다.

IOT 쓰레기통

자연에너지를 활용한 공공시설물

길거리를 다니다가 생긴 쓰레기를 버릴 수 있도록 쓰레기통에 비치되어있지만 막상 버리려고 다가가보면 이미 가득차서 넣을 수 없을 뿐 아니라 쓰레기통 위, 주변까지 넘쳐 악취를 내뿜는 경우를 볼 수 있다. 그렇다고 미화원분들이 24시간 돌아다니며 직접 확인하고 매번 치우기에는 역부족이다. 쓰레기통이 꽉 차면 치워달라고 말할 수 있으면 좋지 않을까? 하는 상상이 스마트 기술력으로 현실화되었다. 스마트 쓰레기통은 내용물의 적재량이 일정량 이상 넘어가면 미화원에게 알림이 가게 되고, 곧 알림을 받은 미화원이 도착해 청소를 한다. 꼭 알림이 오지 않더라도 실시간으로 현재 쓰레기통 내부의 부피를 실시간으로 확인



할 수도 있다. 또 이 스마트 쓰레기통은 내부에 압축기가 설치되어 있어 일반 쓰레기통보다 약 8배나 많은 쓰레기의 양을 처리 가능하다. 이 압축기를 사용하는 데 드는 전기는 쓰레기통의 윗면에 태양광판을 설치하여 생산해내는 에너지로 충당하기 때문에 별도의 외부전압 없이 작동이 가능하다.^[7]

실시간으로 쓰레기의 누적 정도를 파악 할 수 있어 도시미관을 저해할 수준에 도달하기 전에 미리 해결할 수 있고, 매 모든 지역을 돌며 수거할 때 보다 수거 필요지역, 시간을 정확하게 예측할 수 있기 때문에 탄력적인 인력운용관리와 더불어 관리 비용 절감효과까지 기대할 수 있다.



도시환경 측정

대기정보 모니터링 시스템

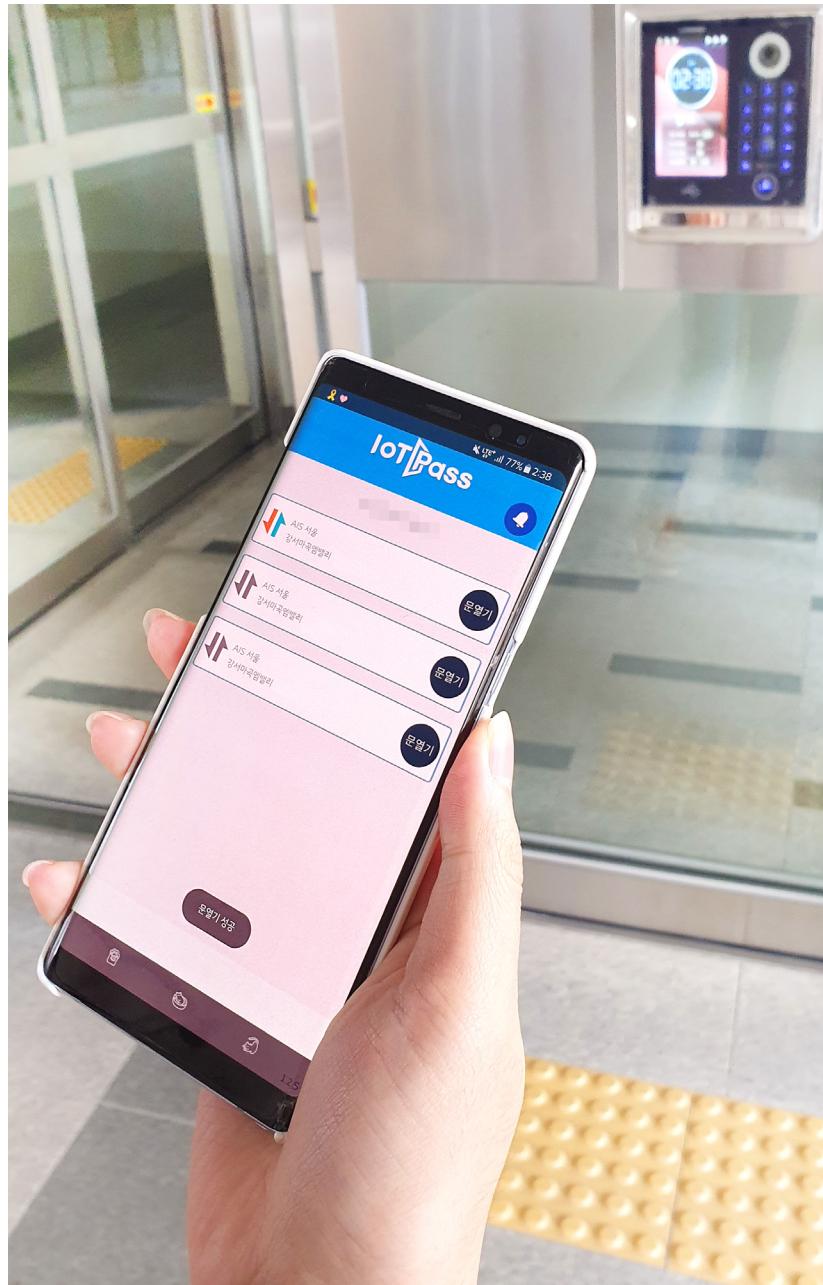
집을 나설 때 비가 오나 날씨예보를 보던 것이 요즘은 미세먼지의 정도도 따지게 되는 세상이다. 하지만 비처럼 단순한 예보로 보여주기에는 시시각각 변화하는 실시간 변동 폭도 크고 지역적으로 편차도 심하다. 내가 오늘 갈 목적지

혹은 가는 길이 미세먼지가 심한지 바로 확인 할 수 있다면 경각심을 가지고 대처를 할 수 있을 것이다. 국가 차원에서도 예보, 경보를 통해 시민행동요령을 권고할 수 있고, 수치에 따른 대책도 마련하기 수월할 것이다.



03

생활
Lifestyle



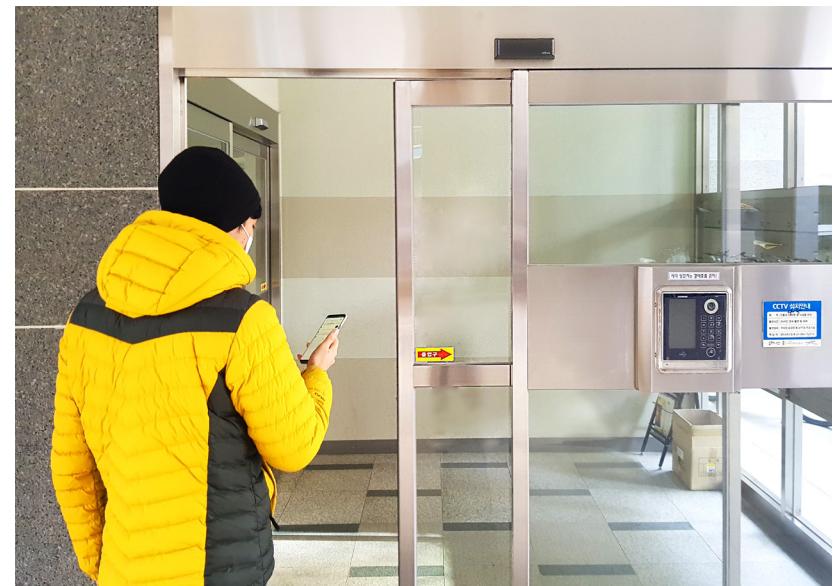
Smart Door

IOT를 활용해 보안은 기본, 편리함이 증진

최근 건설된 아파트의 대부분은 공동 현관으로 들어가는 1층에 보안을 위한 문이 설치되어 있다. 각 세대로 들어가기 위해 비밀번호를 누르거나 카드, 칩을 이용해 출입한다. 하지만 사물인터넷을 활용하면 주거공간으로 들어가는 길이 더 간편해질 수 있다. 핸드폰에 출입 어플을 설치 한 후 GPS와 블루투스 기능을 활성화 시키고 현관문 앞으로 걸어가면 자동문처럼 열린다. GPS를 활용한

위치 파악을 통해 동 주민을 인식하는 플랫폼이다.

회원가입 등 휴대폰 인증으로 인터넷 사이트에서 스마트폰이 신분증과 같은 역할을 한다. 이처럼 현대 사회는 스마트폰이 각자를 인증해줌으로써 인터넷 뿐만 아니라 자신의 집 열쇠가 되어주기도 한다. 사물들의 연쇄작용으로 사용자 행동을 인지하여 작동되면서 우리의 생활이 한층 편리해져간다.



FinTech

바이오 인증으로 입출금

핀테크는 금융을 의미하는 ‘Finance’, 기술이란 의미의 ‘Technology’ 두 단어를 합쳐 만들어졌다. 금융서비스에 기술력을 이용한 것이라고 이해할 수 있다. 단순히 은행에 가야만 했고, ATM기계를 이용한 거래만 가능했던 상황에서 이제는 스마트폰만 있다면 송금 및 다양한 금융서비스를 이용해 나갈 수 있다. 공인인증서와 복잡했던 보안 절차도 홍채, 지문인식 등의 생체인식을 통해 보안의 수준은 더욱 높아졌고, 사용자에게 편의성은 더욱 향상되었다. 특정 지점에

는 현금 인출시에 ATM에서 카드대신 바이오인증을 통해 서비스까지 받을 수 있다. 사전에 은행에서 본인의 손바닥을 스캔하여 등록하는 절차를 진행해두면 카드 없이 간단하게 현금을 인출할 수 있다. 결제방식이 현금에서 카드로 변화하는 수준을 넘어 이제는 스마트폰 앱을 이용해 결제 할 수 있다. 스마트폰과 나의 몸만 있으면 계산과 현금인출까지 가능한 시대이다. 우리가 들고 다녀야 할 짐이 점점 더 줄어들고 있다.

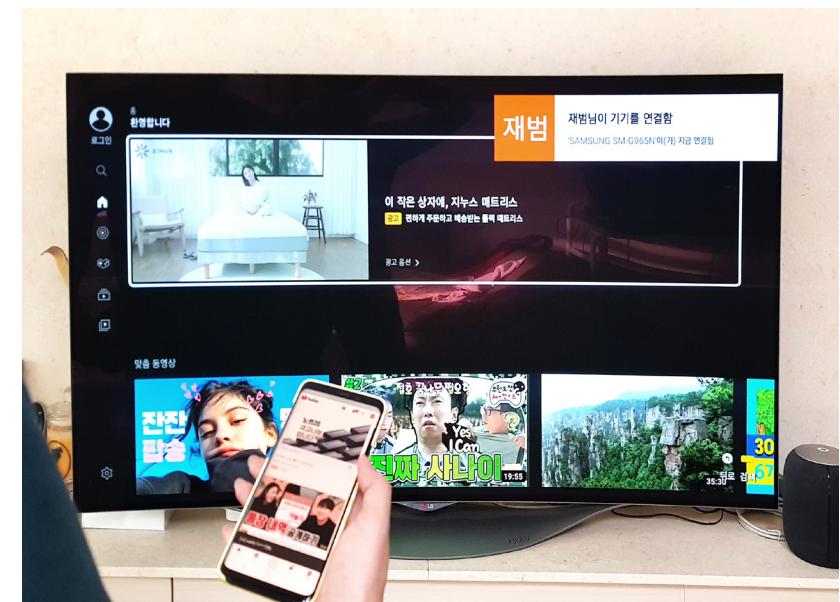


가정용 전자기기

인공지능, 스마트폰과의 연결로 손쉽게

스마트TV라고 광고하는 상품들의 대부분을 보면 기존 TV의 역할을 넘어선 다양한 기능을 제공함으로써 여러 컨텐츠를 원하는 시간대에 볼 수 있다. 예를 들어, 사용자가 늘어나고 있는 넷플릭스나 유튜브 같은 플랫폼을 스마트폰과 연동해 OTT서비스를 제공하고 있다. 또한 AI를 탑재한 음성 인식 기능까지 이용해 리모컨을 누르지 않고도 채널 검색이나 쇼핑용으로도 사용 가능하다. 이 시스템은 TV에만 적용되는 것이 아니라 집에서 쓰고 있는 다양한 기기들 모두에게

적용되고 있다. 추운 겨울 집에 도착하기 전 미리 난방을 가동시켜 둘 수 있고, 집을 나오고 나서만 궁금해지는 가스밸브도 스마트폰을 통해 확인이 가능하다. 냉장고에 있는 품목들을 핸드폰으로 확인 후 효과적으로 장을 보기도 가능하고 연결된 화면이 있다면 조리법을 앞에 띄워놓고 요리할 수 있다. 각각의 가전기들이 본연의 목적으로 한 가지 일만 하는 것이 아니라 유기적인 연결망을 가지고 데이터를 주고받으며 이용하는 사람들의 삶을 윤택하게 해주고 있다.



04

미래
DAYSTOCOME



2030 Smart City

앞서 생각해보는 도시 모습

앞서 제시한 사례들을 보면 이미 도시의 많은 부분에 스마트 기술이 스며들어 있음을 알 수 있다. 스마트시티가 현재 진행형인 도시문제와 환경파괴를 완전하게 없앨 수는 없지만 문제의 발생을 최소화으로 줄이는 일에도 많은 기여를 하고 있다.

그 중 곧 도입될 기술은 '스마트 미터링'^[1]이다. 집에서 생활할 때 날씨가 추우면 난방을 가동하거나 여름에 에어컨을 사용한다. 지금은 실시간 온도를 확인하고 냉난방기의 온도를 설정하지만 앞으로는 현재 상황을 제공하는 것에서 나아가, 가스나 전기사용에서 센싱을 활용해 현재 사용량이 얼마인지 바로 파악할 수 있게 된다. 스마트폰의 데이터처럼 어디에 얼마나 사용되었는지 직접 보고 관리할 수 있는 것이다. 이를 바탕으로 가정에서의 효율적인 에너지 사용을 통해 낭비를 줄일 수 있다. 또한 재난 상황 측면에서도 디지털 기술을 활용하려는 움직임을 보이고 있다. 지금은 화재 시 시설물 내부에 설치된 센서로 즉각적인 경보와 신고가 진행되고 있는데, 미래에는 시설물 내에 화재가 일어난 구체적인

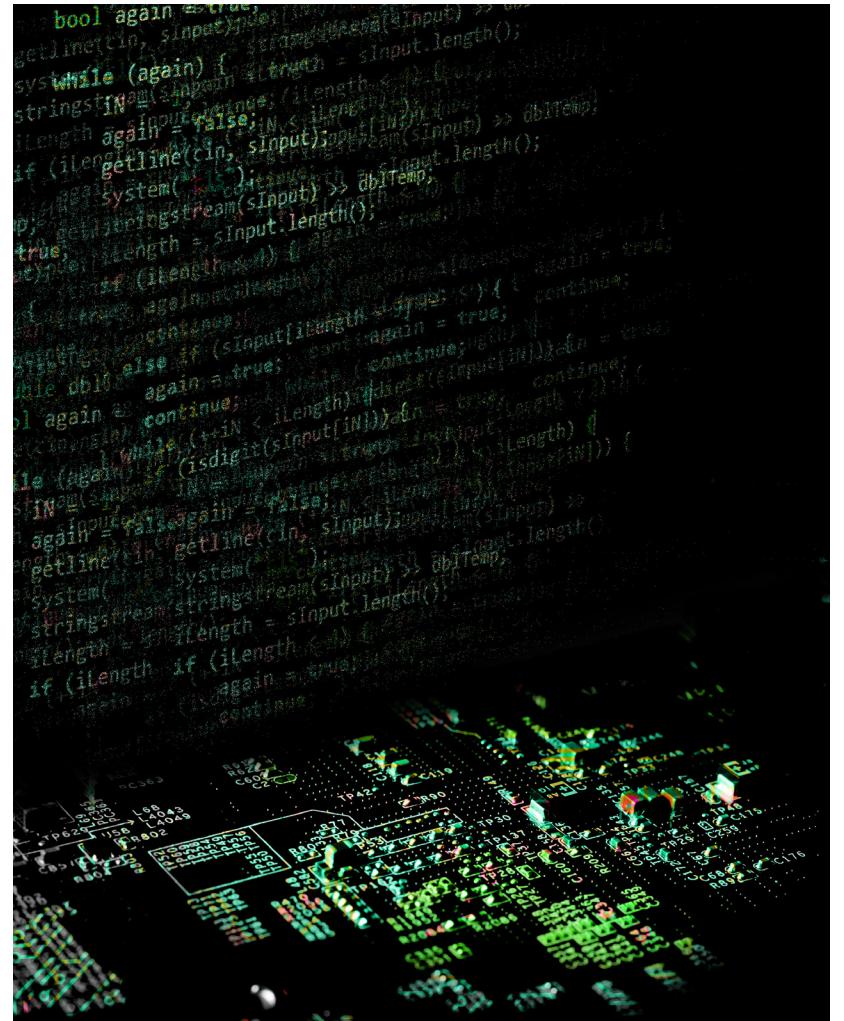
장소를 파악하여 그에 맞는 대피 유도를 제공할 수 있도록 변화될 예정이다. 교통에서는 이제 하늘길이 더 다양하게 열릴 예정이다. 서울과 제주도 등 각지에서 사람이 직접 탑승 가능한 드론택시를 테스트 중이다. 현재 80kg의 무게를 채워 사람의 역할을 대신하고 비행에 성공, 안정성을 확인받았다. 비행기처럼 장거리 비행이 아니라 단거리도 날아갈 수 있는 날이 머지않았다.

앞으로의 스마트시티는 삶의 질을 향상시키고 편의성을 제공하는 것에서 멈추지 않고, 감소하는 지구의 자원을 효율적으로 관리하고 재난과 재해의 상황에 시민들의 안전에 최적화된 상태를 고민하며 발전하고 있다. 이제는 아이디어를 실현시키는 개발에서 멈추는 것이 아니라 방대한 양의 데이터를 축적하고 그것을 바탕으로 지속적인 개발이 가능하다는 점이 중요하다. 과거에서 지금까지 변화된 모습보다 앞으로 우리가 만날 미래는 더욱 나은 모습으로 발전되어 있음과 동시에 환경 오염은 최소화된 상상 그 이상의 도시가 되리라 생각해본다.

...

DIGITAL TECHNOLOGIES

디지털기술



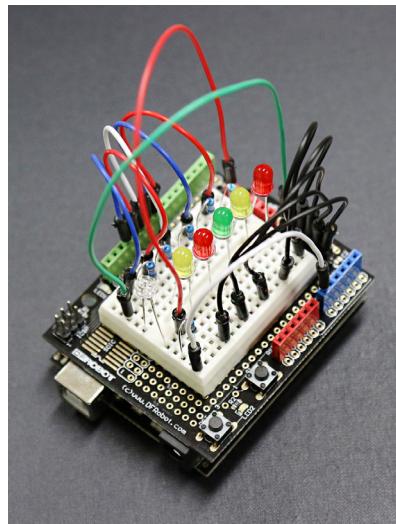
2020년 해의 최대 이슈는 코로나19와 디지털 사회로의 변환 이 두가지라고 할 수 있다.^[8] 코로나(COVID-19)라는 거대 전염병이 확산되는 동안 시민들은 두려움에 가만히 있지만은 않았다. 오히려 확산 초기엔 코로나 확진자 이동 동선을 알려주는 일명 '코로나맵'이 학생에 의해 개발되었고,^[9] 코로나 종식이 늦어짐에 따라 점점 언택트(Untact)^[10] 문화가 확장됐다. 디지털 기술들을 활용하여 비대면 온라인에서 강의, 공연, 문화예술 등을 얹음으로써 우리의 원래 삶을 지탱시키며 적응해가고 있다.

Arduino

이름만 들어도 생소한 아두이노, 무엇일까?

디지털 기술은 더 이상 삶의 질을 높여주는 보조적 도구가 아닌 우리 삶의 중심이 되었다. 단순히 디지털 기술을 인터넷을 통해 수동적으로 정보를 얻는 정도가 아닌 우리 삶의 문제를 해결하기 위해 직접 적극적으로 이용할 수 있어야 하는 시대가 되었다. 우리는 그 중 시민들이 쉽게 활용해볼 수 있는 아두이노를 소개하고자 한다.

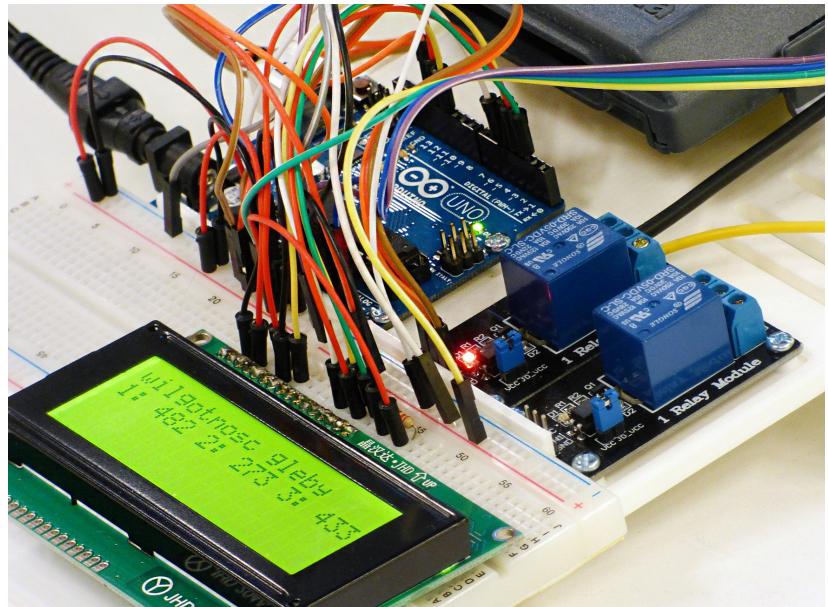
아두이노란 오픈소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로컨트롤러로, 완성된 보드와 관련 개발 도구 및 환경을 말한다. 아직도 어렵다. 다시 쉽게 말해서, 센서, 모터 등을 동작시킬 수 있는 작은 컴퓨



터(하드웨어)와 이를 프로그래밍으로 제어할 수 있는 소프트웨어 모두를 아두이노 한다.

우리가 어떤 문제를 제시하고자 할 때, 이를 뒷받침하기 위한 근거로 객관적인 지표를 제시할 수 있다면 더욱 확실하게 문제를 보여줄 수 있을 것이다. 객관적인 지표라 하면 사람의 생각 혹은 주장과 같은 주관적인 지표가 아닌, 기계가 측정하고 계산하여 디지털 값으로 표현한 수치들을 의미한다(정확히는 기계 안의 컴퓨터, 즉 임베디드 시스템^[11]이 계산한 수치들이다. 아두이노도 임베디드 시스템의 종류 중 하나이다.). 이를 위해서 우리는 기계장치와 그 안에 내재한 임베디드 시스템, 그리고 이를 제어하는 소프트웨어를 배워야하는 것은 피할 수 없는 사실이다.

그러나 현대 사회에서 우리는 복잡한 기술을 배우기엔 너무 바쁘다. 우선, 측정하고자 하는 것에 맞는 기계 장치와 센서 및 모듈을 골라야한다. 그리고 동작 로직과 사용법을 배워야한다. 또한, 시스템을 제어하는 프로그래밍 언어를 배워야하는데, 정의부터 문법까지 언어를 익히고 익숙해지는데 최소 6개월이 걸린다. 이 모든 것을 준비하다보면 우리



가 지치거나, 문제가 심각해지거나 둘중 하나로 끝나기 마련이다. 그렇기에 우리 시티즌은 우리의 복잡한 문제를 해결할 방법으로 아두이노를 가져왔다. 그 이유는 다음과 같다.

우선, 아두이노는 누구나 쉽게 만들 수 있다. 메인 보드를 포함한 호환 가능한 다양한 센서, 모터 등과 같은 모듈이 있다. 아두이노는 쉽게 조립이 가능하고, 소프트웨어 코딩 수준도 간단해서 어린 아이들의 학습용 도구로 활용될만큼 접근성이 좋다. 또한 아두이노는 적게는 몇 백원에서 많아도 몇 만원 정도의 비

교적 저렴한 가격으로 구할 수 있기 때문에 부담이 없다. 인터넷이나 유튜브 강의 자료도 풍부하기 때문에 빠르고 쉽게 많이 만들어보며 다양한 나만의 기계장치를 만들어볼 수 있다.

해당 도록은 아두이노 각각의 모듈에 대한 설명뿐만 아니라 아두이노를 만들고 측정하는 과정을 모두 담았다. 이를 통해 아두이노를 처음 접하는 분들도 우리 도록은 아두이노 각각의 모듈에 대한 설명뿐만 아니라 아두이노를 만들고 측정하는 과정을 모두 담았다. 이를 통해 아두이노를 처음 접하는 분들도 우리 도록은 아두이노 각각의 모듈에 대한 설명뿐만 아니라 아두이노를 만들고 측정하는 과정을 모두 담았다. 이를 통해 아두이노를 처음 접하는 분들도 우리 도록은 아두이노 각각의 모듈에 대한 설명뿐만 아니라 아두이노를 만들고 측정하는 과정을 모두 담았다. 이를 통해 아두이노를 처음 접하는 분들도 우리

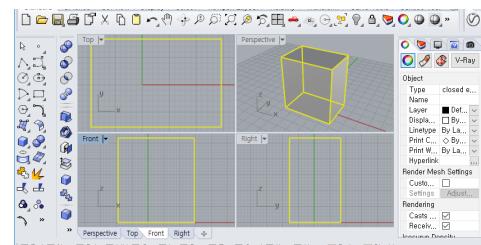
HAPPY ARDUINO :)

3D Printing

나만의 3D 작업물, 프린터로 문서를 인쇄하듯

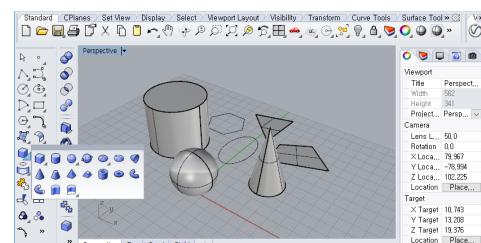
만약 자신이 머릿속에 상상하는 모양을 현실로 만들어내고 싶다면, 우선 시간을 가지고 모델링을 단계별로 배워야한다. 그러한 방법은 강의나 유튜브 영상에서 구체적으로 배울 수 있다. 이 글에서는 3차원 모델링을 하기 위해서 어떠한 소프트웨어를 활용하는지, 3D 프린팅이란 무엇이고 어떻게 진행되는지 간단하게나마 소개해 보고자 한다. 모델링 작업에 사용되는 대표적인 툴 중 하나는 '라이노(Rhino)'이다.

1. 4개의 창으로, 다각도로 작업을 보며



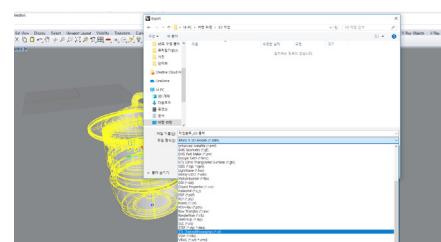
라이노는 2D 소프트웨어와는 다르게 4개의 창을 띄워준다. 3 차원의 작업을 해야하기 때문에 위에서, 옆에서, 사선에서 본 모습 등을 알려주는 것이다.

2. 직관적인 아이콘의 Tool Box를 활용



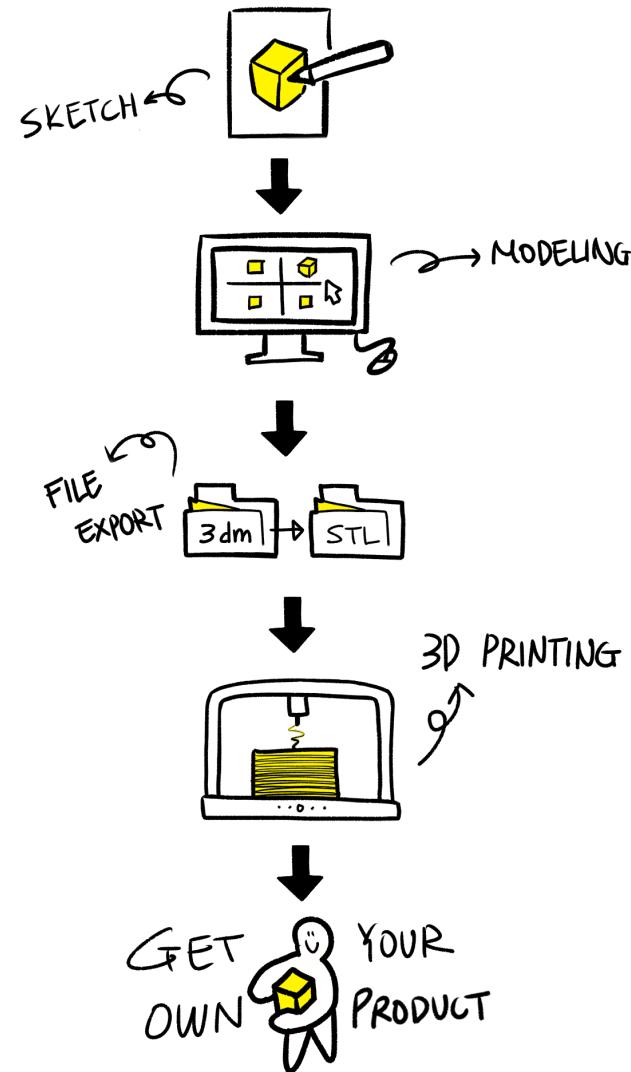
사방에 배치된 아이콘과 글씨들을 살펴보면 어떤 작업을 실행할 것인지 알 수 있다. 예를 들어, 선 아이콘을 클릭하면 원하는 라인을 그릴 수 있다.

3. 모델링을 완료했다면, Export(내보내기)를 STL파일로



형태가 만들었다면, File(파일)을 클릭하여 STL파일 형태로 Export(내보내기)를 해야 한다. 이후 3D 프린터로 모델링한 제품을 출력할 수 있다.



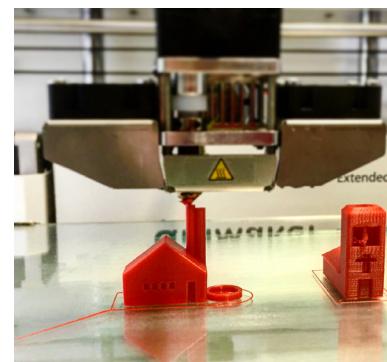


4. 어떻게 3D로 프린트되는가

3D 프린터의 작동 방식을 설명하자면 우선 필라멘트 등 제품을 구성할 물질을 삽입한다. 고온으로 인해 물질이 녹고 이는 반대쪽 파이프로 다시 배출된다. 이 배출 과정에서 물질을 연속적으로 적층을 하면서 제품의 형태가 만들어진다. 쉽게 말하자면 벽돌을 쌓아올리는데, 이 벽돌이 매우 얇아서 매끈하고 견고한 벽이 만들어지는 것이다.

5. 한번도 사용해보지 못했다면

디자인이나 제조 분야에 종사하지 않더라도 3D 프린팅이라는 제조 기술은 대다수 알고 있을 것이다. 그러나 아무래도 3차원 작업을 해본 적이 없기에 3D 프린터를 이용해보고자 한다면 막막하리라고 판단된다. 하지만 사실상 STL 확장자를 가진 작업 파일만 가지고 있다면, 누구든 손쉽게 사용할 수 있다.



6. 왜 STL 파일이여야하는가

STL파일은 컴퓨터로 제품 등의 형태 작업(이를 모델링이라고 부른다)을 끝낸 후, 3D 프린터가 형태를 뽑아낼 수 있도록 폴리곤 포맷(삼각형의 면)으로 변환시킨 것이다.^[12] 이러한 STL파일을 ‘큐라’와 같은 슬라이싱 소프트웨어(Slicing Software)로 읽으면, 얼마나 정교하게 프린팅할지를 설정할 수 있다. 이후 출력 버튼을 누르면 프린터에서 제품이 출력되는 것이다.

7. 그렇다면 내가 만들고픈 제품의 모델링은 어떻게 하는가

위의 설명처럼 프린터를 사용하는 것은 큰 어려움이 아니다. 작성되어 있는 문서를 인쇄하기만 하면 되듯. 하지만 그 문서를 내가 원하는대로 작성하는 것은 쉽지 않은 것처럼, 모델링하는 작업은 차근히 배워야 할 것이다. 그래서 아직 모델링이 힘들다면 myminifactory.com 아니면 thingiverse.com에서 사람들이 공유플랫폼에서 오픈 소스로 공유해둔 STL파일이 많다. 이곳에서 다운로드 후 원하는 작업을 프린팅해보는 것을 제안해본다.

메이커 스페이스

집에 3D 프린터가 없어도 무한상상실에서 자유롭게

무한상상실이란, 과학기술정보통신부, 교육부, 문화체육관광부 등 여러 기관의 참여로 만들어진 메이커 공간이다. 메이커(Maker)란, 디지털 기기와 다양한 도구를 사용하여 창의적인 만들기 활동을 통해 자신의 아이디어를 실현하는 사람을 말한다. 무한상상실은 이러한 메이커들에게 창의적 만들기를 실천하고 자신의 경험과 지식을 공유할 수 있는 흐름을 만들어준다. 그래서 자신의 아이디어를 기반으로 제품을 시험해보거나 제작하고, UCC나 스토리 창작 등을 할 수 있는 공간을 제공해준다.^[13]

전국에 20개 이상의 과학관, 대학교, 구



청 등에서 무한상상실이 운영되고 있다. 제한된 집단의 공간이 아닌, 아이들부터 어른까지 모두 이용이 가능하다. 프로그램으로는 유튜브 영상제작부터 코딩 체험 프로그램, 드론 기초교육, 다양한 메이커스 관련 강좌가 진행되고 있다. 장비는 3D 프린터와 3D 스캐너, 레이저 조각기 등을 예약해서 사용할 수 있고 일정양까지는 무료로 제작해준다.



공간마다 장비의 유무에 차이가 있지만 무한상상실 홈페이지 <https://www.ideaall.net/>에서 지역별 장비 검색과 사용 예약을 신청할 수 있다. 또 다른 메이커 공간으로는 종로 세운상가에 위치한 팹랩(Fab Lab)이 있다. 3D프린터를 체험하고 교육받을 수 있고 사전 예약 후 3D 프린터를 저렴하게 대여할 수 있다. 서울시에서 운영하는 구로구의 서울스마트시티센터에서도 사전 교육 및 허가를 받는다면 3D 프린터를 사용할 수

있다. ABS 재질로 보다 부드럽고 견고한 샘플을 제작해볼 수 있다. 기기의 작동법을 몰라도 각 기관마다 테크니컬 어드바이저의 도움을 받아 손쉽게 프린팅할 수 있다. 본인이 직접 제품을 제작해보는 과정에서 기기를 구매하거나 작동하는 것에 부담이 있다면 메이커스 공간을 이용하는 것도 작업에 효과적일 것이다.

....

CITIZEN PROJECT 'WALK TOGETHER'

프로젝트 - 동행



동행 프로젝트는 특별한 능력이 있거나 굉장히 번뜩이는 아이디어로 뭉친 것이 아니다. 우리가 살고 있는 도시 안에서 매일 겪을 수 있는 불편함을 생각의 단계에서 멈추는 것이 아니라 몸소 부딪혀보고자 하는 작은 움직임에서 시작하게 되었다. 특정 대상을 규제하거나 이득을 볼 수 있게 하는 것이 아니라 모두에게 삶의 질을 향상 시킬 수 있는 방향으로 진행해보고자 한다. 도시의 불편한 문제들에 싫다는 표현을 넘어서 관심을 가지고 같이 참여하고, 나아가 해결책을 내기위해 머리를 맞대어 고민해보는 첫 걸음을 보여주고 싶었다. 우리가 살아가는 이 도시, 그 도시의 문제를 우리가 모여 고민한다면 뜻밖의 해결책도 만들어 낼 수 있다고 생각한다.

URBAN PROBLEM

산업화가 진행되는 시점을 기준으로 도시에 인구 밀집은 지금까지도 계속되고 있다. 끊임없는 발전과 시민들이 만들어내는 문제는 시간이 갈수록 더욱 더 다양해지고, 거대해 질 수 밖에 없다. 인구 증가와 지나친 밀집으로 일어나는 주택 문제와 더불어 한정적 공간으로 인한 주차문제를 마주하고 있다. 또한 많은 교통수단으로 인한 교통체증도 매일매일 겪고 있고, 그로인한 환경오염도 무시할

수 없을 만큼 진행되고 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 도시의 모습 역시 끊임없이 변화하고 있다. 보전할 수 있는 환경을 최대한 보전하고 오염도를 낮추어 자연의 훼손을 줄이고, 대중교통의 편리성과 속도를 향상시켜 교통체증에도 긍정적인 영향을 주고자 많은 노력을 하고 있다. 크고 작은 문제가 즐비한 도시에서 우리 <시티즌>팀은 흡연문제에 집중해 보았다.



동행의 가치

공공공지 안에 함께 걷는 도시

빌딩 숲으로 가득 찬 도심지를 거닐다보면, 다리가 아플 때 즐음 나타나는 벤치와 삭막한 회색도시에 녹색의 호흡을 불어넣어주는 공간을 볼 수 있다. 우리는 그 곳을 공개공지(open space)라고 부른다. 사전적인 의미로는 ‘도시환경을 쾌적하게 조성하기 위하여 일정 용도와 규모의 건축물 혹은 대지에 일반인이 사용할 수 있도록 소규모 휴게시설을 설치한 공간’이다.

간단하게 벤치와 녹지공간이 조성되어 있는 경우도 있고, 때에 따라서는 분수나 조형물이 설치되어 있다. 바쁘게 살아가는 직장인들에게 잠시나마 바깥 공기를 쐬는 공간이 되기도 하고, 길거리에 지나가는 도시민들에게는 잠시 앉아 쉴 수 있는 휴식처가 되기도 한다.

그러나 본 목적과는 다르게 점심시간이 되면 삼삼오오 모여 흡연하는 모습도 찾아볼 수 있다. 공기를 정화하는 기다란 수풀은 어느새 흡연자들을 가려주는 가림막이 되어버리는 경우도 허다했다. 이를 흡연자들의 잘못이라고 말할 수 없다. 가까운 곳에 흡연 공간이 마련되지 않았거나 흡연 구역에 대한 안내 부족하여 공공공지가 자연스럽게 담배를 피우는 장소로 변질되기 때문이다.

그래서 우리는 센서를 활용하여 흡연과 비흡연자의 구역을 구분하고 이를 시민들에게 알려주고자 했다. 누구에게나 열려있는 공개공지를 비흡연자에게는 본래의 목적인 휴식공간 사용될 수 있도록, 그리고 분리를 통해 흡연자에게는 편히 흡연할 수 있는 공간을 제공하고 싶었다. 이 프로젝트는 흡연할 권리와 협연할 권리 모두를 존중하는데 도움이 될 수 있는 방안을 모색했다. 도시의 가까운 미래에는 흡연자와 비흡연자의 충돌이 아닌, 공생이 가능해지길 기대하며 프로젝트<동행>을 진행했다.



DISTRICT SELECTION



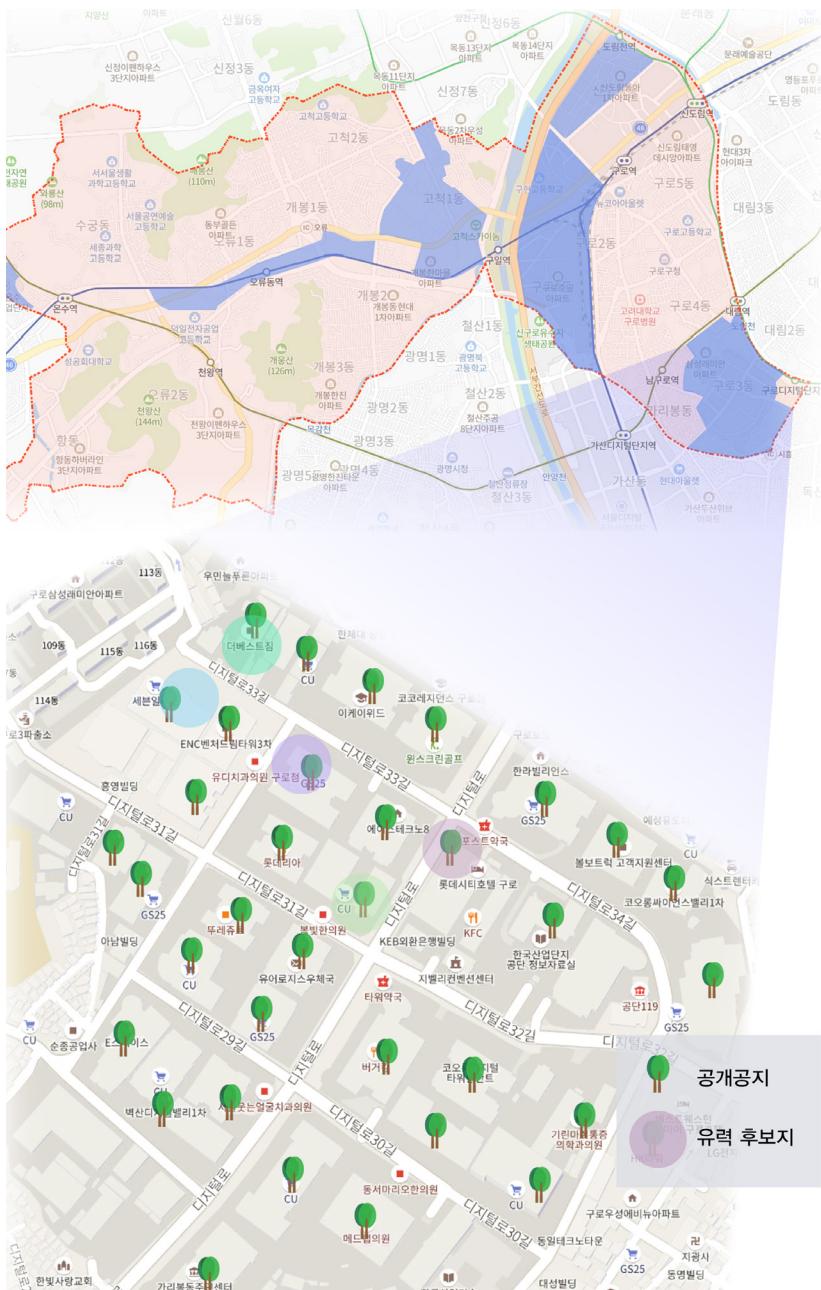
스마트 도시로 나아가는 구로구, Smart Guro

아두이노 센서를 이용한 흡연 데이터를 수집하고, 분석하는 것이 프로젝트의 가장 중요한 과정이었다. 따라서 안정적인 데이터 수집을 위한 장소를 확보해야 했다. 시작 단계에서 아두이노 센서의 측정범위, 변화를 감지할 수 있는 폭을 정확하게 알지 못했기 때문에 보다 다양한 흡연 데이터를 확보할 장소를 선정하는 것이 주요사항이었다. 흡연 센서를 항상 가동한다고 해도 흡연자들이 상대적으로 불특정한 시간대에 흡연할 수 있는 주거지역 보다는 특정 시간대에 몰리거나 흡연량이 집중적으로 발생할 수 있는 지역을 고려해 보기로 했다. 그리고 대형 빌딩이 밀집되어 공개공지가 다수 분포하고 있고 유동인구수가 많을수록 데

이터를 얻는데 효과적이라고 판단했다. 그래서 25개의 크고 작은 구로 구성되어 있있는 서울 중, 구로구를 우리의 첫 부지로 설정했다. 신도림에서 스마트시티와 관련된 홍보관도 운영 중이며 다양한 스마트시티 선도 사업을 이끌어 나가고 있는 구로구가 프로젝트의 목표와 연관성이 높다고 판단했다.

이후 위 조건들을 바탕으로 찾아낸 곳이 스타트업 기업들이 다수 자리잡고 있는 구로디지털단지역 부근이다. 출퇴근 시간과 점심시간에 집중적인 유동인구가 발생하고 흡연량 역시 많음을 직접 답사하며 겪어볼 수 있었다. 또한 매 블록마다 각 건물에 위치한 공개공지들을 쉽게 찾을 수 있었고 그곳에서 흡연중인 시민들 역시 쉽게 마주칠 수 있었다. 프로젝트의 취지에 가장 부합하는 장소라는 확신을 할 수 있었고 이것을 발판으로 프로젝트가 시작되었다.





부지 선정

국가 기관 홈페이지의 민원을 활용한 정보 수집

구로디지털단지역 부근 중에서도 센서 설치 지역에 적합한 부지를 찾기 위해서 공개공지에 대한 정보를 찾아보았다. 구로구의 경우 외부에 제공된 정보가 없어서 구청에 민원요청을 진행했다. 그러나 필요한 목적을 설명하는 과정에서 흡연이라는 단어 때문에 보건 관련 부서로 민원이 신청되어 직접 연락이 왔다.

프로젝트에 대한 소개와 함께 자초지종을 설명한 후 구청이 아니라 정보공개 포털 사이트(www.open.go.kr)에서 신청해보라는 해결책을 듣게 되었다. 해당 사이트에 재신청한 결과, 며칠 후 구로구 내에 있는 130여개의 공개공지 데이터를 받을 수 있었다. 그 중 구로디지털 단지역이 속해있는 구로3동 36개소를 정리 후 직접 답사하기로 결정했고, 방

문에 앞서 부지선정에 고려해야 할 조건이나 상황에 대한 논의가 이루어졌다. 먼저 센서를 설치하는 위치에 따른 분류이다. 공중에 매달아 놓는 형태가 될지 바닥이나 기타 벽에 붙이는 형식으로 제작할지에 대한 확정이 나지 않은 상황이었기에 각 부지를 선정하게 된다면 설치할 수 있는 방법을 기록해야 했다. 다음으로는 센서의 반응물질과 반경에 대한 조사가 진행됐다. 도로와 지나치게 인접한 경우 매연에서 나오는 물질로 인해 데이터 오류가 발생될 수 있다는 가정이 있었다. 때문에 설치 지역에 도로가 인접해 있는 거리도 고려사항이었다. 마지막으로 어느 구역에서 흡연이 행해지고 있는지 실제 답사를 진행하며 확인해보아야 할 사항 중 하나였다.

공개공지 방문

답사를 통한 부지 특성 파악

논의를 통해 중점적으로 확인해야 할 환경과 상황을 정리한 후 답사에 나섰다. 각 구역마다 흡연이 이루어지는 정도와 공개공지 중 어느 장소에서 흡연이 자주 일어나는지 기록했다. 다수의 흡연자들이 주변에 모여 있어서 사진을 찍기 어려운 공지도 있었고, 그와는 반대로 아무도 흡연하지 않고 공공공지의 본래의 목적인 시민들의 쉼터로 잘 운영되고 있는 곳도 볼 수 있었다.

지나치게 넓은 광장형태나 혹은 주변 관리가 매우 깔끔하고 개방된 형태로 이루어져 흡연자를 볼 수 없던 공간은 우선적으로 배제하였다. 공개공지가 아니어도 사유지 내에 보행로와 지나치게 인접한 곳에 흡연 장소를 지정해 둔 곳이 상당히 많았다. 여러 인원이 흡연을 하는 때에는 비흡연자들이 지나다니는 길목

까지 연기가 뿐어져 나오며 간접흡연을 하는 경우가 있었고, 벼젓이 흡연 지정 장소가 존재함에도 그 외의 공지에서 흡연을 하는 사람들도 볼 수 있었다. 또한 휴식을 위한 목적으로 만들어진 벤치에 금연 문구가 붙어있어도 흡연을 하는 사람들도 있었다. 건물 일부 구역에 흡연 구역을 설정해 두었지만 그에 대한 안내가 한눈에 알아볼 수 있는 곳은 손에 꼽힐 정도였다.

답사를 하며 스모킹 맵의 활용가치가 있음에 확신을 가질 수 있었다. 고정된 센서 뿐 아니라 거리를 보행하는 사람들의 끊임없는 참여로 데이터를 축적할수록 더욱 더 그 가치는 높아질 것이라고 생각했다. 그렇게 된다면 도시와 흡연에 관한 다양한 연구의 바탕이 될 자료로 사용이 가능할 것이라고 예측한다.



건물의 출입구

구로구디지털단지의 출퇴근, 점심시간을 관찰해본 결과, 건물의 주출입구를 이용하기 위해 지나가야하는 길인데도 불구하고 흡연자들이 있어 비흡연자들이 피해 돌아가는 모습을 자주 볼 수 있었다.



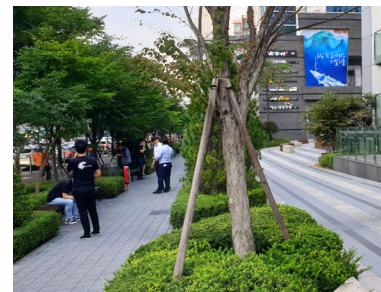
보행구간과 밀접

건물 외부에 모여 흡연을 할 장소로 지정한 곳인 듯 보였으나 흡연 장소와 건물의 사이로 보행자들이 이동하는 공간이다. 최대한 멀리 돌아간다고 해도 담배냄새를 피하기 힘들다. 최소한의 시설을 배치하거나 혹은 위치의 조정이 필요하다.



광장, 흡연자와 비흡연자의 공존

건물의 뒤편이지만 구로디지털단지 역으로 가는 계단이 있기 때문에 인구유동이 많은 광장이다. 녹지를 조성하고 주변에 벤치까지 설치했고 카페도 있어서 앉아 쉴 수 있게 되어 있지만 흡연자만 앉아있다.



안내되지 않은 흡연구역

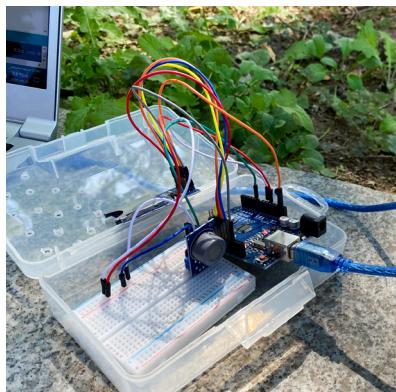
흡연구역을 찾지 못하는 경우 한명이 흡연을 시작하면 그곳으로 가서 같이 흡연을 한다. 올바른 가이드를 해줄 수 있다면 방황하는 사람들을 제대로 된 흡연 장소로 인도해줄 수 있고, 편한 흡연을 도울 것이다.

03

SENSOR PRODUCING

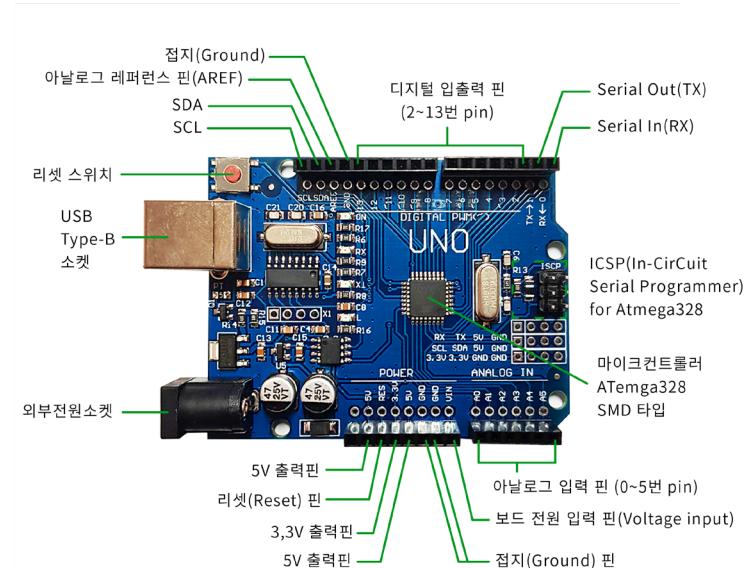
프로젝트의 목표가 그러하듯 아두이노를 구상할 당시 일반 시민들도 함께 참여할 수 있도록 쉽게 구할 수 있는 재료들로 구성하고자 하였다. 납땜과 같은 번거롭고 위험한 과정을 생략할 수 있게 브레드 보드와 점퍼 케이블을 이용하였다. 케이블을 브레드 보드에 단순히 꽂았다가 뺄 때 아두이노 보드와 센서 모듈들을 쉽게 연결할 수 있기 때문이다. 또한 담배 가스 센서 모듈도 아두이노 전용 센서를 이용해 어떠한 장애나 호환이 안될 가능성을 원천에 막고자 하였다.

담배 센서를 제작하기 앞서 센서 자체에 대한 공부가 필요했다. 예를 들어, 배터리 문제 또한 아두이노 프로젝트의 성패



를 결정하는 아주 중요한 요인이다. 테스트 환경에서는 PC와 연결해서, 혹은 콘센트를 통해 안정적으로 전원을 공급 받는 것에 비해, 실제 외부에서 하나의 패키지처럼 홀로 동작해야 하는 아두이노에게 안정적인 전원 공급이란 매우 어려운 일 중 하나이다. 실제로 우리 프로젝트도 테스트를 다 마치고 외부에 설치하기 직전에 배터리 문제 때문에 SD카드가 망가지는 일이 발생하였다. 이는 아두이노에 대한 충분한 지식이 없는 상태에서 외부 전원을 그대로 5V핀에 꽂았기 때문이었는데, 아두이노 보드에 외부 전원을 공급할 땐 반드시 VIN핀을 연결해야 안정적인 전원을 공급받을 수 있다. 또한 기본적으로 배터리를 직렬로 연결하는 것과 병렬로 연결하는 것의 차이를 알고 있어야 원하는 전압과 배터리 동작 시간을 맞출 수가 있다.

이처럼 사용하려는 센서 등의 모듈들의 동작전압까지도 잘 살펴볼 필요가 있다. <시티즌>의 개발팀도 이번 프로젝트를 통해 아두이노를 처음 접해보았기에 시행착오가 많았다. 센서의 선정 고민 및 해결 방식이 담긴 아두이노 구성품과 작동 방식 설명을 자세히 살펴보자.



아두이노 우노Uno R3

아두이노 보드 종류 중 하나로, 컴퓨터의 머리라고 생각하면 쉽다. 아두이노의 보드에 여러 다양한 센서, 모터, 쉴드 등의 다양한 모듈을 조립하여 제어하는데 사용할 수 있다. 14개의 디지털 입/출력 핀과 6개의 아날로그 입력핀을 통해 센서 등의 다양한 정보를 입력하고 출력할 수 있다. 동작 전압은 5V이고, 3.3V와 5V의 출력핀이 있다.



MQ-7 가스센서모듈

해당 센서는 담배의 주요 3대 성분 중 하나인 일산화탄소^[14]를 감지할 수 있는 센서로, 감지되는 일산화탄소의 양에 따라 가변하는 저항값을 측정할 수 있게하는 모듈이다. 해당 센서는 아두이노 우노 보드에 적용하기 용이하고, 관련 라이브러리를 적용하기에 수월한 센서이기에 채택하게 되었다. MQ-7 센서는 VCC(전원입력핀), GND(접지), DO(디지털출력), AO(아날로그출력) 총 4개의 핀이 있다. 측정되는 저항값에 따라 DO는 0 또는 1의 디지털값을 출력하고, AO는 0~1023 값을 출력한다.

우리가 사용한 MQ-7 센서는 일산화탄소의 ppm값을 측정하는 것이 아닌, 센서의 저항값을 측정하는 것이다. 그렇기에 센서가 측정하는 값을 그대로 쓰게 되면 담배 연기가 감지되는지의 여부와 측정값간의 차이를 알 수 있을 뿐, 정말 우리가 원하는 유의미한 담배 연기의 수치값(일산화탄소)을 알 수 없다. 이를 해결하는 것은 두가지 방법이 있다. 측정되는 저항값을 통해 ppm값을 계산하는 코드를 직접 개발하는 방법과, 누군가 짜둔 오픈 소스 코드를 공유하는 것이다. 우리 프로젝트는 후자의 방법을 사용하여 MQ7-Library를 가져와 사용함으로써 해당 문제를 쉽게 해결하였다.

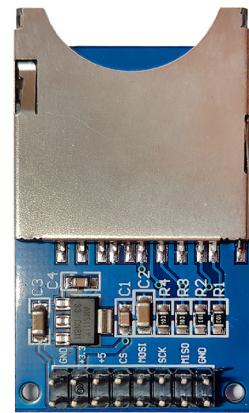


리튬이온 18650배터리

리튬이온 18650배터리이다. 우리는 센서를 별도의 패키지처럼 만들어 실내가 아닌 실외에서 측정을 할 것이기 때문에 별도의 휴대성 있는 외부 전원을 선택해야했다. 이를 위해 선부피가 크지 않고 작동 시간이 최소 반나절은 지속되어야하며 일회성보단 충전을 통해 재사용이 가능한 전원이어야했다. 이러한 조건에 딱 맞는 것이 바로 리튬이온배터리이다. 우리가 사용한 배터리는 가로길이 약 7cm의 비교적 작은 사이즈에, 3500mAh의 대용량 배터리이며, 약 1000회 정도 충전이 가능한 재사용 배터리이기에 선택하게 되었다

SD카드 & SD카드 소켓리더기모듈

SD카드와 MQ-7 센서로 측정한 담배 데이터를 SD카드에 저장하기 위해선 아두이노 보드와 연결할 SD카드 소켓 리더기가 필요하다. 주의해야할 점은 SD카드가 기본 SD카드이거나, 마이크로SD나에 따라 리더기도 일반 리더기와 마이크로 리더기로 구분해서 준비해야한다는 점이다.



Source Code

아두이노 다운로드와 오픈소스 활용방법

1. 아두이노 IDE

위에서 설명한 바와 같이 아두이노의 하드웨어 부분인 보드와 센서 등의 재료들이 모두 준비되었다면, 이를 제어할 수 있는 소프트웨어인 소스코드(Source Code)를 짜야한다. 소스코드를 개발하고 아두이노 보드에 넣기 위해선 아두이노 IDE(통합개발환경)가 컴퓨터에 깔려 있어야 하는데, 아두이노 공식 사이트에

서 본인의 운영체제에 맞게 다운받을 수 있다. [아두이노 공식 사이트- <https://www.arduino.cc/en/software>] 우리는 MacOS Catalina 환경에서 현시점 최신버전인 아두이노 1.8.13 을 다운받았다. 그러면 오른편에 보이는 것과 같이, 코드를 짤 수 있는 IDE를 사용할 수 있게 된다.



Downloads

Arduino IDE 1.8.13

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. This software can be used with any Arduino board.

Refer to the [Getting Started](#) page for Installation instructions.

SOURCE CODE

Active development of the Arduino software is [hosted by GitHub](#). See the instructions for [building the code](#). Latest release source code archives are available [here](#). The archives are PGP-signed so they can be verified using [this gpg key](#).

DOWNLOAD OPTIONS

- Windows** Win 7 and newer
- Windows** ZIP file
- Windows app** Win 8.1 or 10 [Get](#)
- Linux** 32 bits
- Linux** 64 bits
- Linux** ARM 32 bits
- Linux** ARM 64 bits
- Mac OS X** 10.10 or newer

[Release Notes](#)

[Checksums \(sha512\)](#)

```

sketch_dec02d | 아두이노 1.8.13

sketch_dec02d
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```



2. 라이브러리 다운로드

[swatish17 / MQ7-Library](https://github.com/swatish17/MQ7-Library)

Code Issues Pull requests Actions Projects Wiki ...

master ▾ Go to file Add file ▾ Code ▾

Clone
HTTPS SSH GitHub CLI
<https://github.com/swatish17/MQ7-Library>

example Add files
MQ7.cpp Update 1
MQ7.h Update 1
README.md Update 1

MQ7 ppm of CO (Carbon Monoxide) concentration

Readme

Releases
No releases published

Packages

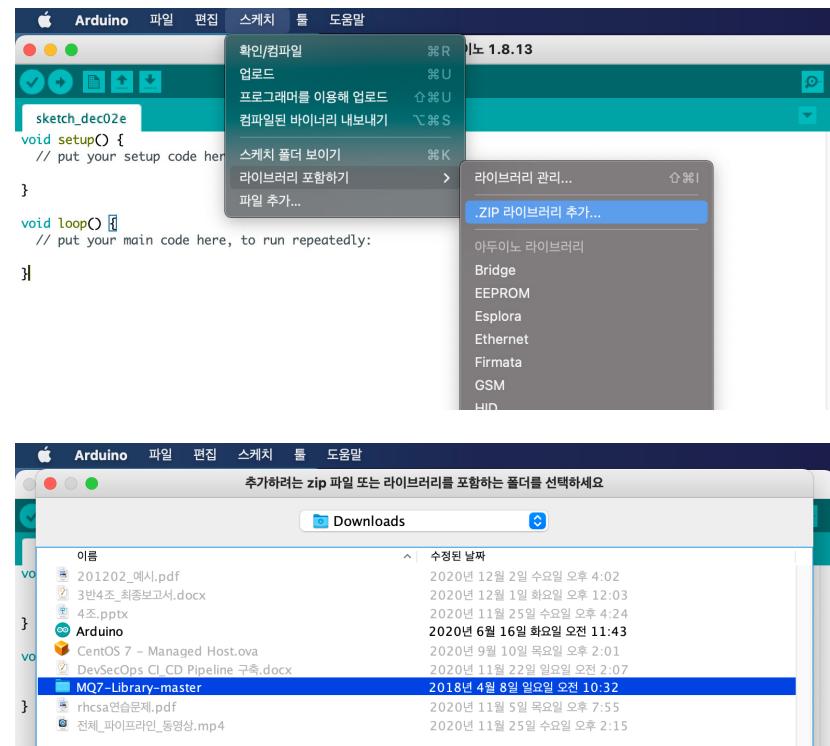
Download ZIP

README.md

다음으로는 필요한 라이브러리를 다운 받아야 한다. 라이브러리란 쉽게 말해서 누군가 미리 짜놓은 코드 뭉치이라고 생각하면 된다. 마치 도서관에서 내가 필요한 자료를 가져다 쓸 수 있듯, 외부의 잘 만들어진 코드 모음을 내 소스코드에 포함시킬 수 있다.

이 과정이 필요한 이유는 MQ-7 센서의 특성 때문이다. 앞서 재료 준비 부분에서 설명했듯이, MQ-7 센서는 일산화탄소의 ppm값을 측정하는 것이 아닌, 센서의 저항값을 측정하는 것이다. 그렇기에 센서가 측정하는 값을 그대로 쓰게 되면 담배 연기가 감지되는지의 여부와 측정값간의 차이를 알 수 있을 뿐, 우

리가 원하는 유의미한 담배연기의 수치값(일산화탄소)을 알 수 없다. 이를 해결하기 위해서는 측정되는 저항값을 통해 ppm값을 계산하는 코드를 직접 짜는 방법과, 똑똑한 누군가 미리 짜놓은 코드를 가져다 쓰는 쉬운 방법이 있다. 우리 프로젝트는 후자의 방법을 사용하여 MQ7-Library(<https://github.com/swatish17/MQ7-Library>)를 활용함으로써 해당 문제를 쉽게 해결할 수 있다. 해당 링크로 들어가서 zip파일을 다운받자. 그리고 스케치 → 라이브러리 포함하기 → .ZIP 라이브러리 추가로 들어가 방금 다운받은 파일을 선택하면 라이브러리를 사용할 준비는 모두 마쳤다.



3. 최종 소스코드

이제 본격적으로 소스코드를 짜보도록 하자. 최종소스는 마지막에 사진으로 첨부하였고 총 네부분으로 설명하고자 한다.

i. 라이브러리 가져오기

직접 다운받아서 넣은 MQ7 라이브러리를 포함하여 SD카드를 사용하기 위해 아두이노에서 기본적으로 제공하는 SPI와 SD 라이브러리를 해당 코드에서 사용할 수 있게 선언하는 부분이다.

ii. 변수 선언

우리가 최종적으로 얻고픈 데이터는 측정 횟수, 일산화탄소 ppm값, mq-7센서가 측정한 저항값 이렇게 세가지이다. 해당 값을 저장할 변수를 정리하자면 다음과 같다.

- 데이터 측정 횟수(정수): cnt
- 일산화탄소 ppm값(실수): smoke_ppm
- 저항값(정수): smoke_level

또한 MQ-7센서로부터 읽어들일 핀 번호를 담을 변수와, 파일을 쓰기위한 객체, MQ7 라이브러리를 이용하여 ppm값을 읽어들일 객체를 선언해야 한다.

- 센서값을 읽어들일 핀번호(정수): smokePin
- 파일 객체(File): myFile
- MQ7 객체(MQ7): mq7(아날로그핀번호, 전원)

iii. 아두이노 시작 후 한번만 실행되는 준비함수

아두이노를 시작하고 맨 처음 한번만 수행되야하는 단계를 정의하는 부분이다. 우선, 아두이노가 잘 동작하는지 확인할 수 있는 시리얼 모니터(툴 → 시리얼모니터)를 사용하기 위한 코드, mq-7 센서값을 읽어들일 아날로그 핀을 초기화하는 코드, 그리고 SD카드를 초기화하는 코드를 작성하였다.

iv. 아두이노가 실행되는 동안 반복해서 실행되는 반복함수

아두이노에 전원이 들어가있는 동안 계속해서 수행되어야 할 일을 코드로 작성하는 부분이다. 이 부분이 바로 담배 연기를 측정할 핵심 코드라 할 수 있다. 우선, analogRead() 함수를 통해 mq-7센서값과 연결된 핀으로부터 저항값을 읽어들이고, getPPM() 함수를 통해 일산화탄소 ppm값을 읽어들인다. 그리고 test.txt 이름의 파일을 쓰기능으로 열어서 측정 횟수와 ppm 값, 저항값을 콤마(,)로 구분해서 기록한다. 위의 코드에선 map() 함수를 통해 측정된 저항값 0~1023을 0~100000으로 맵핑해서 측정값들의 차이를 크게 보고자 하였으나, 해당 과정은 생략해도 무방하다. 아두이노의 동작 속도는 우리가 체감하지 못할정도로 빠르기 때문에 1초 단위의 측정 시간을 두기위해 delay() 함수를 통해 1000ms=1s 동안 아두이노가 대기하도록 한다. 마지막으로 파일을 닫음으로써 아두이노 동작 코드 작성은 마치도록 한다.

```

sd_cnt_ppm_100000
/*
 * 1. 라이브러리 가져오기 */
#include "MQ7.h" // mq-7 라이브러리
#include <SPI.h> // arduino와 sd카드가 데이터를 주고받기 위한 라이브러리
#include <SD.h> // sd카드 파일시스템을 사용하기 위한 라이브러리

/*
 * 2. 변수 선언 */
File myFile; // 파일 선언
int smokePin = 0; // A0핀
MQ7 mq7(smokePin, 5.0); // param[1] : Analog pin number, param[2] : Sensor Vcc value
unsigned long cnt = 1; // 기록 횟수 세기
int smoke_level; // 측정된 mq-7 센서 저항값
float smoke_ppm; // 측정된 딥바이 ppm

/*
 * 3. 아두이노 시작 후 한번만 실행되는 준비함수 */
void setup() {
    Serial.begin(9600); // 시리얼 모니터 초기화
    pinMode(smokePin, INPUT); // 핀 초기화

    // SD카드 초기화
    Serial.print("Initializing SD card...");
    if (!SD.begin(10)) { // cs핀 번호
        Serial.println("initialization failed!");
        return;
    }
    Serial.println("initialization done.");
}

/*
 * 4. 아두이노가 실행되는 동안 반복해서 실행되는 반복함수 */
void loop() {
    smoke_level = analogRead(smokePin); // 저항값 측정
    smoke_ppm = mq7.getPPM(); // ppm값 측정
    myFile = SD.open("test.txt", FILE_WRITE); // test.txt 파일을 쓰기 가능으로 열기
    myFile.print(cnt++); // 측정 횟수 기록하기 1, 2, 3, ...
    myFile.print(",");
    myFile.print(smoke_ppm); // ppm값 기록하기
    myFile.print(",");
    myFile.println(map(smoke_level, 0, 1023, 0, 100000)); // 0~1023의 저항값을 0~100000값으로 맵핑하기

    delay(1000); // 1초 대기
    myFile.close(); // 파일 닫기
}

```

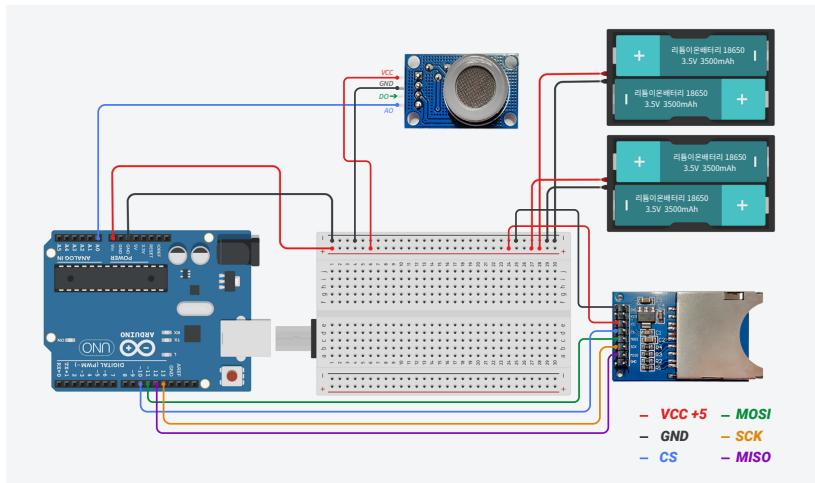
저장 원료.

▲ 일산화탄소 값을 수집할 수 있는
아두이노 최종코드

프로그래밍을 처음 접하는 분들에겐 코드를 작성하는 과정이 매우 낯설고 힘들 수 있다. 그러나 위의 소스코드를 참고하여 동작 로직을 잘 생각해보고 이를 어떻게 코드로 옮겼는지 유심히 보다보면 그리 어렵지 않을 것이다. 아두이노를 위한 제일 큰 산을 넘었다고 생각하고, 열심히 따라와준 여러분들을 응원하며 다음 장에서 아두이노를 조립하고 우리가 만든 소스 코드를 넣고 최종적으로 동작해보는 것까지 해볼 것이다.

아두이노 회로도

회로도를 기반으로 실물 센서 제작 과정



앞서 아두이노 재료들을 소개하는 것처럼, 모듈 하나하나의 연결 방법과 주의해야할 점을 설명하고자 한다.

우선, 리튬이온배터리 2개를 직렬로 연결할 수 있는 배터리 홀더 2쌍을 병렬로 연결하였다. 우리가 사용한 배터리는 3.5V의 전압을 가지고 있다. 그러나 3.5V는 5V에서 동작하는 아두이노 모듈에 비해 다소 낮은 전압이기에 모듈들이 제대로 동작하지 않을 수 있다. 그렇기에 배터리 2개를 직렬로 연결하여 7V의 전압으로 맞춰주고, 2쌍을 병렬로 연결함으로써 더 오래 배터리가 동작할 수 있게 하였다.

배터리를 아두이노 보드에 연결할 때 주

의해야할 점이 있다. 바로 전원 연결을 보드의 5V나 3.3V 핀에 연결하는 것이 아닌 Vin 핀에 연결해야한다는 점이다.

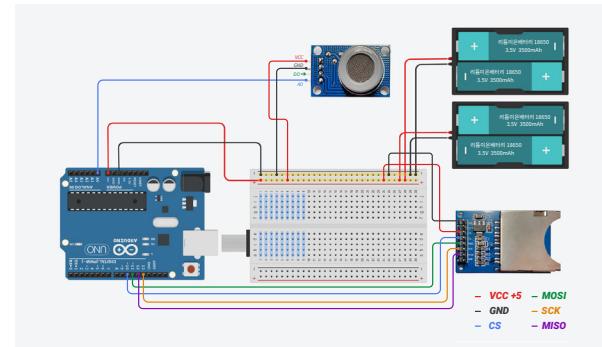
전원 문제는 아두이노 프로젝트의 성패를 결정하는 아주 중요한 요인이다. 테스트 환경에서는 PC와 연결해서, 혹은 콘센트를 통해 안정적으로 전원을 공급받을 수 있지만, 실제 외부에서 하나의 패키지처럼 홀로 동작해야하는 아두이노에게 안정적인 전원 공급이란 매우 어려운 일 중 하나이다. 실제로 우리 프로젝트도 테스트를 다 마치고 외부에 설치하기 직전에 전원 공급 문제때문에 SD 카드가 망가지는 일이 발생하였다. 이는 아두이노에 대한 충분한 지식이 없는 상

태에서 외부 전원을 그대로 5V핀에 꽂았기 때문이었는데, 아두이노 보드에 외부전원을 공급할땐 반드시 VIN핀을 연결해야 안정적인 전원을 공급받을 수 있다.

핀을 어디에 연결하느냐에 따라 아두이노 코드가 바뀔 수 있다는 점을 유의해야 한다. 회로도에 따라 MQ-7 센서

의 아날로그 출력핀(AO)을 보드의 A0 핀에 연결했기 때문에 아두이노 코드의 smokePin이 0값이 되어야 한다. 마찬가지로 SD카드 소켓 리더기의 CS핀이 10번 핀에 연결되어있기 때문에 코드에서 SD카드가 준비가 되어있는지 확인하는 begin() 함수에 10을 argument로 넘기는 것을 확인할 수 있다.

▼ 회로도 변형



▼ 아두이노 PC와 연결



추가적으로 브레드보드의 특성에 대해 잠깐 설명을 하면, 브레드보드는 회로도 변형 사진의 노란색선과 하늘색선과 같은 방향으로 회로가 연결되어 있다. 그

렇기에 케이블선이 짧거나 선과 선끼리 연결하고 싶을 때에는 예시 사진의 보라색 선처럼 연결하는 것이 가능하다.

아두이노 모듈 연결이 모두 끝나면, 앞서 짠 소스코드를 아두이노 보드에 넣기만 하면 된다. 아두이노와 PC를 전용 연

결선으로 다음과 같이 연결한 후, IDE에 있는 오른쪽 방향 화살표 버튼을 누르면 코드가 아두이노 보드에 심어지는 것을 확인할 수 있다.

이로써 아두이노 센서 제작을 마무리지 을 수 있다. 우리의 과정과 시행착오 및 어려웠던 점을 공유함으로써 이 글을 읽는 분들이 우리가 겪은 에러사항을 피해 좀더 수월하게 아두이노를 이용하기를 바란다.

커버 디자인

아두이노 보호용 커버 제작 과정

센서가 외부에 설치되기 때문에 우천과 같은 물리적 손상으로부터 보호할 커버를 만들어야 했다. 커버는 아두이노를 위한 용도이므로, 센서를 하기 위해 가장 적합한 형태로 만들어져야 했다. 제작된 아두이노의 고려해야 할 부분을 체크하기 위해서 아래 사진과 같이 테스트를 진행했다.

테스트를 하기 전에는 날씨가 주된 고려 사항이라고 생각했다. 하지만 담배 연기는 기체이기 때문에 공기의 흐름에 따라 상승한다는 것이 가장 큰 문제가 되었다. 초기에는 센서를 벤치 아래에 두거나 공지의 바닥에 고정시켜서 담배 연기 데이터를 수집하려고 했으나 이는 위로 올라오는 연기를 센서가 감지할 수 없는

형태였다. 그래서 바닥이 아닌 나무나 가로등, 정자의 틀에 아두이노를 매달아야 했고, 그러기 위해서 봉과 같은 곳에 걸 수 있는 커버를 만들었다. 그러면서도 연기를 모을 수 있도록 아래 부분을 나팔 형태로 제작했다.

또 다른 문제는 배터리 교체였다. 하루 이상 켜둔 결과, 배터리는 24시간 정도 지속됐다. 일주일 동안의 흡연량을 파악하기 위해서는 배터리를 갈아주어야 했다. 교체 과정상 커버를 여는 것이 간단해야 했다. 그러면서도 공중에 있는 커버가 열려 떨어지지 않도록 안전하게 디자인하는 것을 고민하게 되었다. 아두이노의 하중을 버틸 수 있으면서도 흔들림을 주지 않는 것을 함께 고려했다.



모델링

조건① 비가 흘러 들어가지 않게

조건② 상승하는 연기를 모으게

조건③ 열고 닫을 수 있게

조건④ 사람들 위에 매달아도 안전하게

파악한 특징들을 고려하며 스케치 후, 모델링 했다. 렌더링으로 작업물의 예상 형태와 작동 원리를 팀원들과 공유했다.



프린팅

모델링한 파일을 STL 파일로 변환하여 3D 프린팅을 진행했다. 재료는 시중에서도 쉽게 구할 수 있고 비교적 저렴한 PLA를 사용하였다. 샘플을 프린팅하면서 서포트가 과다하게 만들어지는 형태상 오류가 발생하여 커버의 구조를 변경했다.



서포트 제거

'서포트'는 사진에서 비늘처럼 보이는 부분이고, 지지대이다. 프린팅을 통해 3차원인 높이까지 만들어내면서 윗부분의 무게가 아래를 무너뜨릴 수 있다. 이러한 형태 변형을 서포트는 기둥을 설치해서 방지해주는 역할을 한다. 프린팅이 완료된 후 떼어낼 수 있다.



실물 완성

전체적으로 지붕과 몸통을 곡선으로 만들어서 바람이 불어도 흔들림을 최소화한다. 구조적으로는 돌려서 개폐하되 안전성을 고려하여 경계가 이중으로 잡기도록 디자인했다. 센서가 스스로는 절대 분리되거나 떨어지지 않기 때문에 사람들 위에 매달 수 있었다.



허가 절차

각 건물 관리사무실에 방문하여 프로젝트 설명을 기반으로 센서설치 허가를 받았다. 지금 적 관리를 하고 측정이 종료되면 원상복귀한다는 조건에 모두 허락을 받을 수 있었다.



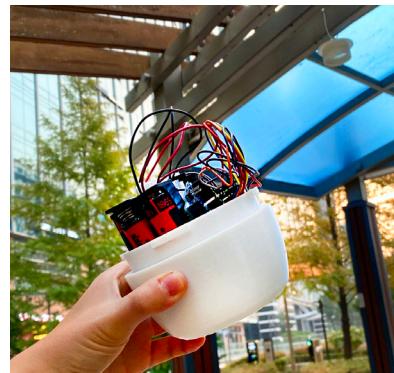
작동 여부 확인

첫날 설치 후, 새벽 이슬이나 바람에도 측정이 원활하게 되는지, 또 SD카드에 값에 대한 기록이 잘 되는지 확인했다. 되근시간이 지난 늦은 저녁 직접 분석을 시도했고 이상없이 진행되고 있음을 알 수 있었다.



부지에 설치

공중에 설치가 가능한 곳을 선정하기 때문에 사람이 드문 시간대에 설치했다. 관심을 보이는 사람도 있지만 소음이나 빛이 전혀 없어서 설치 여부를 알아채지 못하는 사람도 많았다.



배터리 교체

매일 배터리를 교체하며 기록했다. 사람이 많아지기 전 교체를 해야 사람들이 의식하지 않고 흡연을 할 것이라는 판단에 새벽에 진행했다. 센싱하는 기간 내에 비가 왔으나 커버 덕분에 무리 없이 진행 할 수 있었다.

센서 설치

외부에서의 흡연량 데이터 수집

센서 테스트를 기반으로 부지선정에 가장 중요한 요소로 결정된 사항은 담배 연기의 특성상 흡연자보다 높은 위치에 센서를 매달아 놓을 수 있어야 한다는 점이었다. 다양한 조건으로 분류해 두었던 공개공지 후보지 중 공중에 띄워 설치할 수 있는 후보지로 약 4곳을 선정하게 되었다. 공중에 설치하되 너무 높은 곳일 경우는 흡연기 감지에 제한이 될 가능성이 있었고, 반대로 너무 낮은 장소일 경우에는 이용하는 사람들에게 불편감을 초래 할 수 있기 때문이다. 커버와 센서 샘플이 모두 제작 완료된 시점에서 다량의 센서 제작을 위한 주문을 해두고, 프로젝트를 설명하는 안내서와 함께 후보지로 뽑은 장소를 관리하는 건물 관리사무실에 찾아갔다. 샘플을 보여드리며 이 테스트에 대한 목적을 함께 설명하며 허가 요청을 구했고, 대부분의 장소에서 받은 질문은 설치할 위치와 센서 작동 시 소음이나 발열의 여부였다. 아무래도 관리를 하는 입장에 있는 직책의 사람들이었기 때문에 테스트로 인해 건물 내 혹은 주변 시민들의 공지 사용에 피해가 갈 수 있는지에 대한 문의가 대다수였다. 다행히 준비단계에서 우리가 고려했던 부분이었기 때문에 당황하지 않고 차근차근 답할 수 있었다.

고려했던 장소 중 조건에 맞는 부지로 최종 3곳을 결정했고 각 부지에 센서를 2개씩 설치하기로 마무리 지었다. 각 장소 모두 천막과 같은 철제 구조물이 있어 설치하기 매우 용이했고, 그 높이가 대략 흡연하는 위치에서 1m~1m 50cm정도 떨어져 가장 이상적인 위치였다. 매일 아침 출근시간 보다 빠른 오전 6시와 7시 사이에 배터리 교체를 하고, 전날 측정동안 파손된 곳은 없는지에 대한 확인을 진행했다.

04 USE OF DATA

아두이노 센서를 통해 수집된 데이터는 바로 활용할 수 있는 것이 아니다. 우리가 예상치 못한 변수가 있을 수 있기 때문이다. 예를 들면, 배터리 전원 공급이 원활하지 않을 경우 연속적으로 수집되어야 할 데이터가 중간에 끊겨있을 수 있기 때문이다. 그렇기에 측정이 끝난 후 SD카드 안에 파일을 열어봐서 첫번째 열의 데이터 측정 횟수값이 끊긴 부분이 없는지 확인하고, 있으면 해당 데이터를 잘라내야 한다.

수집된 데이터를 확인 및 분류하고 정리하는 과정은 매우 중요하다. 아두이노 센서를 조립하고, 3D프린팅으로 커버를 제작하고, 선정한 부지에 사다리를 타고 올라가 센서를 다는 기나긴 여정을 거쳐 힘들게 얻은 데이터가 잘 정리되지 못하면 제대로 활용할 수 없을 것이다. 그런 의미에서 꼼꼼하게 데이터를 확인하고 정리해두길 바란다.

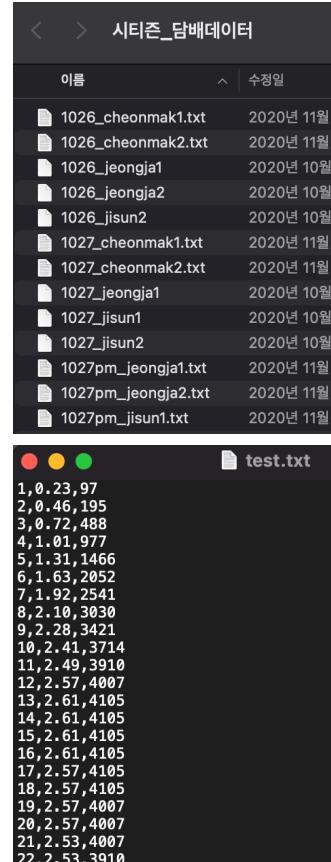
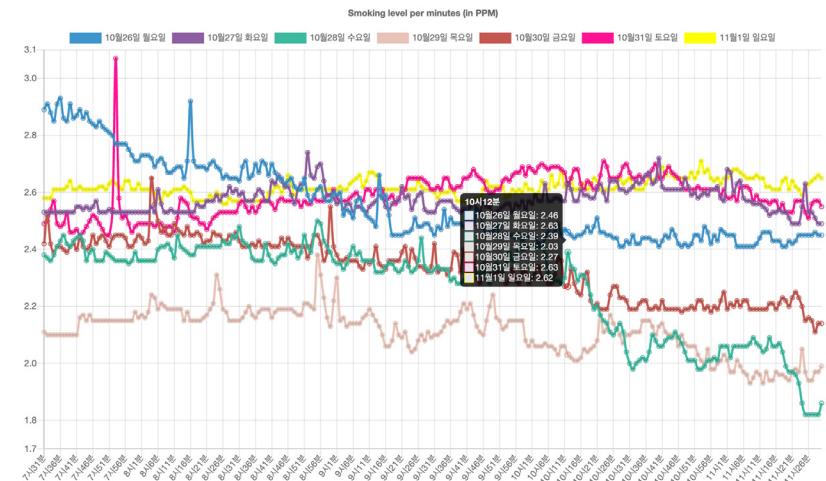


차트 제작

파이썬 데이터 가공 코드



담배연기데이터를 시작적으로 세밀하게 보여주기 위해서 라인 차트로 보여주는 것이 적합하다고 생각했다. 하여, 시간별 흡연 데이터를 일별로 색을 다르게 해서 차트로 표현하였다. 차트는 자바스크립트 기반의 오픈소스인 Chart.js를 이용하여 표현하였고, 데이터 가공은 파이썬을 이용하였다.

우리 시티즌이 측정한 담배 연기 센서 값은 1초단위로 측정된 데이터다. 그러나 차트에 그대로 초단위로 데이터를 보여주면 차트가 너무 길어지고, 가시성이 떨어진다. 그렇기에 60초동안의 데이터의 평균을 내서 1분 단위로 차트위에 표현하였다. 더 러프하게 데이터를 보여주기 위해선 초를 더 늘리면 가능하다.

또한 여기서 중요한 포인트는 앞에 900초동안 측정된 데이터를 쓰지 않았다는 점이다. 아두이노 센서는 처음 전원이 연결되고 가열되어서 수치값이 안정될 때 까지 시간이 조금 걸리는데, 앞선 수집된 데이터(test.txt)에서도 얼마간 센서 값이 제대로 측정되지 않은 것을 확인할 수 있다. 그렇기에 평균값을 쓰는 상황에선 센서가 조금 달궈질때까지 15분 정도의 여유를 두고 측정된 데이터를 사용하는 것이 좀더 안정적일 것이라 판단하였다. 측정 상황에 따라 버릴 데이터의 양은 파이썬 코드의 '900'을 다른 숫자로 수정해서 사용하면 될 것이다.

```

1 # read smoking level data function
2 def read_data(hours, minutes, data_file, labels, values, time_interval):
3     cnt = 0
4     tmp_sum = 0
5     total_cnt = 0 # 3600:1시간, 14400:4시간, 18000:5시간, 21600:6시간, 46546:대략13시간
6
7     f = open(data_file, 'r', encoding='utf-8')
8     rdr = csv.reader(f)
9     for line in rdr:
10         total_cnt += 1
11         if total_cnt < 900: # 15분 skip
12             continue
13         tmp_sum += float(line[1]) # ppm 수치 기준
14         cnt += 1
15         if cnt==60:
16             labels.append(str(int(line[0])//60)) # per minutes
17             minutes += 1
18             if minutes==60:
19                 hours += 1
20                 minutes = 0
21             labels.append(str(hours)+"시"+str(minutes)+"분")
22             values.append(str(round(tmp_sum/60, 2))) # ppm
23             cnt = 0
24             tmp_sum = 0
25         if total_cnt==time_interval:
26             break
27     f.close()
28     return

```

▲ 파이썬 코드로 제작한 차트 식

<동행> 프로젝트의 목표가 그려하듯, 흡연자와 비흡연자 모두에게 유용한 정보를 제공하는 것은 매우 중요하다. 이를 위해 흡연자에겐 흡연구역으로 이용하기에 적당한 장소를 알려주고, 비흡연자에겐 흡연이 많이 이루어지는 곳을 알려주어 동선상 조심해야함을 알려주는 지표를 제공해야한다. 흡연 데이터를 보

여주는 지도의 필요성을 느꼈고 그래서 모집한 데이터를 활용하여 '스모킹맵'을 제작하였다. 결과적으로 '스모킹맵'을 기획하게 된 계기는 앞선 과정들이 흡연량에 대한 데이터를 차트로 시각화시킴으로써 사람들이 어디에서 흡연하고 있는지에 대한 정보를 가시적으로 보여주기 위함이었다.

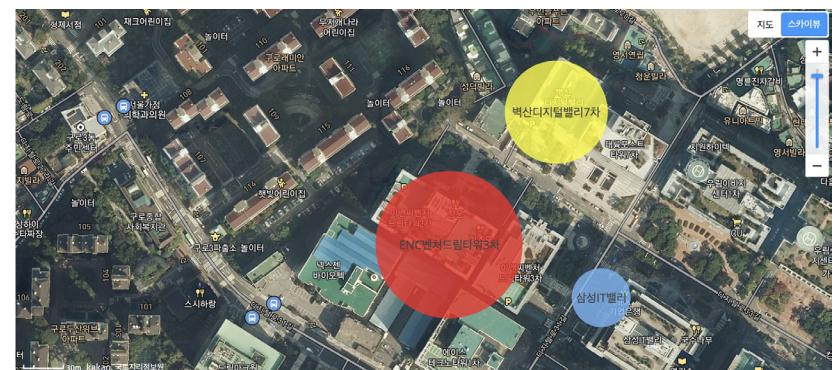
Smoking Map

흡연자, 비흡연자 모두에게 데이터 활용

스모킹맵이 제공해야하는 필수 정보는 다음과 같다. 첫째, 장소가 어디인지. 둘째, 흡연량이 얼마나 되는지. 셋째, 장소 간의 흡연량의 차이는 얼마나 되는지. 이 세가지 조건을 충족시키기 위해서 카카오맵 API를 이용하여 구로구의 지도를 불러들이고, 지도 위에서 각 장소간의 흡연량의 차이를 원을 그려서 색깔과 크기의 차이로 표현하였다. 예를 들면, 2.5ppm 이상은 빨간색, 2.0ppm 이상은 노란색, 그리고 그 아래는 파란색으로 칠하고, 원의 크기도 차이를 둘으로써 2가지 차이점으로 인해 좀더 정보를 잘 받아들일 수 있게 하였다. 또한, 각

장소를 표현하는 원을 클릭하면 밑에 주소와 평균값을 보여주는 이벤트를 발생시킴으로써 추가적인 정보를 제공하고자 하였다.

스모킹맵은 다른 이들이 오픈소스를 활용해 추가적으로 수집한 데이터가 모여서 보완을 거듭하며 완성도를 가지는 지도가 될 것이다. 여러 장소의 흡연 데이터를 통해 다양한 흡연장소 정보를 제공할 수도 있고, 비흡연 길찾기 경로 안내를 해줄 수도 있을 것이다. 많은 시민들의 참여를 통해 더 빛날 수 있는 스모킹맵은 우리 시티즌의 센서저널리즘의 중요한 결과 중 하나라 할 수 있다.



삼성IT밸리

서울 구로구 디지털로33길 27

평균: 1.57

05 CITIZEN WEBSITE



<http://www.citizen-dongheng.tk/>
since. 2020.12.05

프로젝트의 결과물을 최대한 많은 이들에게 보여주기 위해서는 인터넷으로 공유하는 것이 적합하다 생각했고 웹사이트를 제작했다. 센서제작과정을 담은 <Citizen> 책자를 다운로드할 수 있는 링크와, 앞서 설명한 스모킹맵, 차트를 포함한 오픈소스로 공개되는 소스 코드와 시민들의 의견을 수렴할 수 있는 게시판으로 구성된다.

각각의 서비스는 위에 있는 QR코드를 통해 웹사이트를 방문함으로써 확인 할 수 있다. 또한, 웹사이트를 제작하면서 작성한 소스 코드는 개발자의 개인 github 저장소(<https://github.com/JisunParkRea/citizen-web>)에 올려두었으니 필요한 이들은 참고할 수 있다.

웹사이트를 제작한 과정을 간략히 소개 하자면 도메인 구매, 서버 구매, 웹 애플리케이션 배포로 나눌 수 있다.

① 도메인 구매

우리가 원하는 웹사이트를 찾아야 할 때, 인터넷에서 사용되는 주소인 172.217.25.78과 같은 IP주소를 검색해야 한다. 하지만 이를 사람들이 외우기 쉽게 www.google.com과 같은 문자로 매핑해서 표현한 것이 도메인이다. 이런 도메인은 원래는 소액을 내고 구매해야 하는데, 우리 시티즌은 freenom (<http://www.freenom.com/en/index.html>)이라는 무료 도메인 제공 사이트에서 적절한 도메인을 무료로 선점해서 사용하였다.

② 서버 구매

실제로 웹 소스코드를 배포해서 서비스 가 가능하게 하는 서버를 선택해서 구매해야한다. 간단하게 배포할 수 있는 웹호스팅부터 다양한 클라우드 벤더사 가 있지만, 우린 AWS(Amazon Web Services)의 Elastic Beanstalk 서비스를 이용하였다. 왜냐하면 우리 웹은 파이썬 기반 웹 프레임워크인 Flask 기반 으로 만들어졌는데, 국내 웹호스팅은 Java와 PHP 위주로 지원을 하고, 파이썬에 대한 지원은 아직 미미하기 때문이

시간	유형	세부 정보
2020-12-08 17:34:44 UTC+0900	INFO	Added instance [REDACTED] to your environment.
2020-12-08 17:27:44 UTC+0900	INFO	Added instance [REDACTED] to your environment.
2020-12-08 14:38:53 UTC+0900	INFO	Environment health has transitioned from Warning to Ok.

었다. 그래서 국내외 클라우드 벤더사의 서비스 중, PaaS 형태로 개발자들이 웹 환경, 배포, 그리고 관리에 대해 신경쓰지 않아도 되는 서비스를 찾다가 AWS Beanstalk을 선택하게 되었다.

③ 웹 어플리케이션 배포

AWS Beanstalk을 설명하자면, 웹 애플리케이션을 간단한 클릭 몇번으로 배포 할 수 있게 하는 PaaS(Platform as a Service)로 AutoScaling, ELB 등을 자동으로 지원해주는 서비스다. 해서, 이렇게 배포한 웹을 AWS Route 53를 통해 우리가 구매한 도메인과 연결시킬 수 있다. 추가적으로, 요즘엔 필수로 여겨지고 있는 보안을 위한 SSL 인증 설

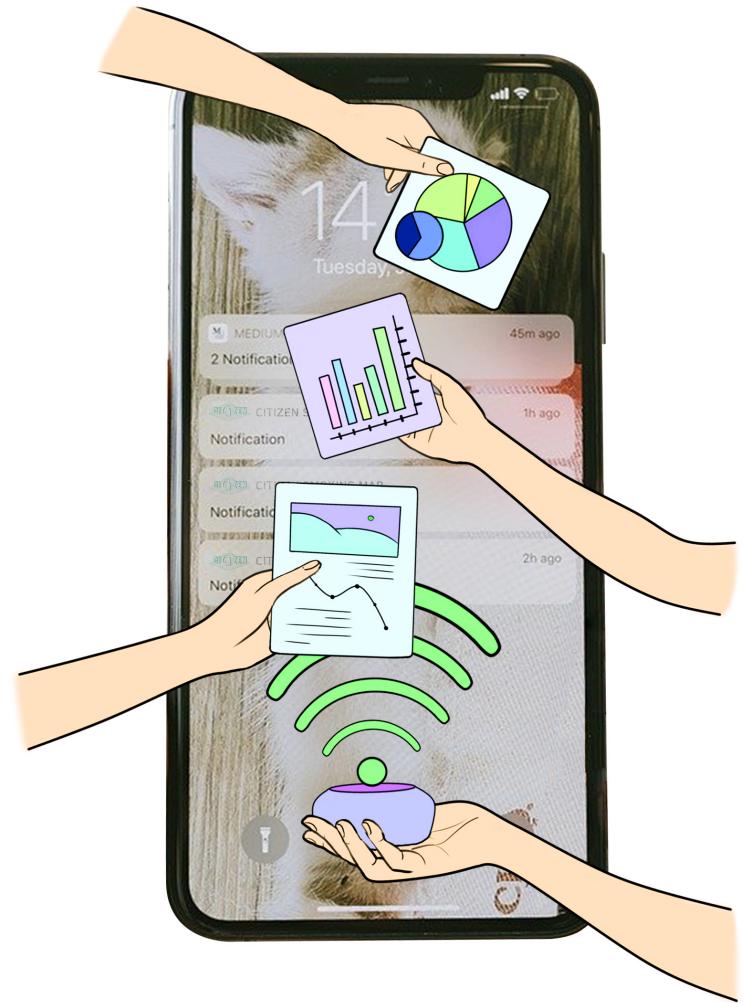
정(Http 대신 Https)을 ACM(Amazon Certificate Manager)을 통해 적용시킬 수 있다.

이로써 시티즌 프로젝트의 결과물을 웹으로 만드는 과정까지 모두 마쳤다. 시티즌 웹은 간략하게 기획된 웹이기에, 만드는 과정에 대한 설명 또한 쉽게 풀어보았다. 원래 웹을 만드는 일은 복잡한 일이며, 전문 개발자들에게도 어렵다. 따라서, 간단한 포트폴리오나 개인 공부를 위한 웹 이외에 실제 상용 서비스 목적이 있다면, 전문가에게 자문하는 것을 추천한다.

.....

S E N S O R JOURNALISM

센서 저널리즘



스모킹맵은 구로구 내에 흡연량이 많은 장소를 지도에 표시해 흡연 구역을 알려주고, 시간에 따른 흡연 지수의 동향까지 사람들이 파악할 수 있도록 시각화했다. 프로젝트 <동행>은 흡연 데이터를 수집하는 과정에서 아두이노를 활용한 센서를 사용했다. 프로젝트 진행 과정과 아두이노 활용 방식을 다른 시민들도 자유롭게 찾아볼 수 있도록 오픈소스로 제공을 통해 시민들의 데이터 수집 및 공유가 이루어지는 센서 저널리즘으로 확장 가능하다.

Open Source

빅데이터를 넘어, 오픈데이터 시대로

센서 저널리즘(Sensor Journalism)이란 무엇일까. 더 넓은 개념의 데이터 저널리즘(Data Journalism)은 용어는 낯설지 몰라도 뉴스에서 사건에 대해 증명하기 위해 데이터를 첨부하는 것은 한번쯤 접해보았을 것이다. 예를 들어, 최저 임금의 매년 증가율에 대한 그래프를 기사로 보았다면 그것이 데이터를 활용한 저널리즘이다. 즉, 뉴스를 보도할 때 독자들의 흥미를 불러일으키기 위해 기사에 측정 내용을 사용한 것에서부터 시작됐다. <KBS 데이터룸>, <MBN 데이터

로 본 세상>, <SBS 마부작침>이 데이터 저널리즘 활동을 위주로 하고 있다.^[15]

센서 저널리즘은 센서로 데이터를 수집했다는 점이 데이터 저널리즘과는 다소 다르다. 센서를 활용해서 빛의 조도, 바닥에 가해지는 압력, 공기 중 습도 등을 파악할 수 있다. 이를 인포그래픽과 같은 시각화로 시민들이 데이터 정보를 이해하게끔 보도한다.^[16] 초기에는 기자들이 수집한 데이터에 그쳤으나 다양한 정보를 얻기 위해 일반인들의 도움이 필요했고 각지에 있는 시민들이 자신의 센서를 활용해서 모든 데이터를 기자들에게 판매하면서 개념이 확장됐다.^[17]

우리도 카메라, gps 위치추적, 애플 위

치의 심장박동 측정 등 일상에서 데이터를 활용^[18]하고 있고, 기술에 대한 공유가 활발해지면서 직접 센서를 설치하거나 데이터를 파악하는 것이 해당 분야 전문가만의 영역이 아니게 되었다. 이제는 빅데이터를 활용하는 것에 그치지 않고 각자의 주변 상황을 측정하면서 다른 이들과 공유할 수 있고, 방대한 데이터를 축적해서 보다 세부적으로 분석할 수 있게 됐다. 시민이 데이터를 수집할 수 있는 오픈 데이터 저널리즘의 시대가 다가온 것이다.

프로젝트 <동행> 또한 센서나 아두이노를 접해보지 못하거나 개념이 낯설 시민들에게 활용 방법을 오픈소스로 제공하고자 책과 웹사이트로 < C I T I Z E N >을 제작했다. 센서를 설치하면서 겪은 과정을 공유하면서 다른 사람들이 필요한 데이터를 수집하는 활동에 도움이 되었으면 한다. 시티즌 사이트는 게시판을 운영하면서 다른 시민들이 우리가 제공한 오픈소스로 만들어낸 흡연데이터를 공유할 수 있다. 시민들의 참여로 이를 데이터의 축적은 흡연지도를 견고하게 만들고자 한다. 이를 통해 다른 시민들도 자신의 입장에서 지향하는 도시의 모습을 제안할 수 있길 기대해본다.

Citizen

[Home](#) [About](#) [Services](#) [Portfolio](#)

우리 시티즌은 '모두'를 위한 '스모킹맵'을 만듭니다

흡연자와 비흡연자의 '동행'을 위한
스마트 시민랩 프로젝트입니다

[제작 과정 도록 다운로드](#)



Services

시민들을 위한 서비스입니다.

스모킹맵

구로구에 지역별 흡연 현황을 스모킹맵으로 시각화

차트 및 통계

시간대별 흡연 차트 및 일별, 주별 흡연량 통계

오픈소스

누구나 프로젝트에 참여할 수 있게 무료로 공개하는 오픈소스

게시판

시민들의 의견 및 데이터를 모으는 게시판

Citizen

[Home](#) / [ChartStatistics](#) [그래프](#)

Chart

구로구에 걸친 시각화를 사용한 시각화입니다.

[제작자페이지](#) [제작자페이지](#) [제작자페이지](#)

Statistics

정말, 주제, 험, 시각화 등 선택합니다.

[정말](#) [체험](#) [제작자페이지](#)

Citizen

[Home](#) / [SmokingMap](#) [스모킹맵](#)

백산디지털밸리7차

Citizen

[Home](#) / [ChartStatistics](#) / [제작자페이지](#)

[제작] 백산디지털밸리7차

Smoking Level Average (pm in 100m)

Citizen

[Home](#) / [ChartStatistics](#) / [Statistics - Average](#)

[통계] 평균

Smoking Level Average (pm in 100m)

▲ Citizen 웹사이트

CITIZEN

지은이 김재범 박지선 양혜리

편집 양혜리

Reference

책, 논문 및 자료

- [1] 서울디지털재단 > 서울디지털재단 소개, <https://smart.seoul.go.kr/content/view/MN03010100.do>
- [2] 스마트서울포털 > 시민랩 소개, <https://smart.seoul.go.kr/content/view/MN03010100.do>
- [3] 이승일, 「스마트 도시계획」, 커뮤니케이션북스, 2019
- [4] 이근형 외 10명, 「한눈에 읽는 스마트시티」, 지식공감, 2019
- [5] 버스 중앙차로, 에듀넷 티클리어,
http://www.edunet.net/nedu/contsvc/viewWkstCont.do?clss_id=CLSS0000000362&menu_id=81&contents_id=d9dedc67-fd3d-4365-90a5-2da0a438560b&svc_clss_id=CLSS0000017378&contents_openapi=naverdic
- [6] 스마트 주차, HMG저널
<https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=12621875&memberNo=10759501&vType=VERTICAL>
- [7] IOT쓰레기통, 새서울신문 <https://blog.naver.com/coreap6/221544846399>
- [8] 디지털 리터라시가 국가 경쟁력이다, ScienceTimes, <https://www.scientetimes.co.kr/news/디지털-리터라시가-국가-경쟁력이다/>
- [9] 대학생이 만든 신종 코로나 국내 확진자 이동 경로 지도, YTN & YTN plus, https://www.ytn.co.kr/_In/0103_202002011750063605
- [10] '접촉하다'라는 의미를 가진 영단어 'Contact'에 부정의 의미를 담은 접두사 'Un-'을 합성한 신조어로 접촉하지 않고 연결하는 디지털 기술, https://www.hyosungfms.com/fms/promote/fms_news_view.do?id_boards=13547, <https://www.mobiinside.co.kr/2020/06/30/pen-untact/>
- [11] 기계장치를 사용하기 위해 기계 '내부에 탑재된' 컴퓨터, https://namu.wiki/w/임베디드_시스템
- [12] 김천환, 실전, 「3D 프린팅 활용가이드」, 비제이퍼블릭, 2009
- [13] 무한상상실 > 무한상상실 소개, <https://www.ideaall.net/intro/intro.php?tsort=1&msopt=6>
- [14] 전주시보건소건강증진 > 금연클리닉 > 금연자료실 > 담배의 유해성분, http://health.jeonju.go.kr/index.jeonju;jsessionid=A3EC2AF3A2C25C11AFC45F054A4FD323?menuCd=DOM_000000105002001001
- [15] Amy Schmitz Weiss, "Sensor Journalism: Pitfalls and Possibilities", *Palabra Clave*, vol. 19, no. 4, 2016
- [16] 위키백과, 센서저널리즘, https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor_journalism
- [17] 뉴스젤리, 데이터저널리즘 이해하기, <https://www.slideshare.net/Newsjelly/1-29697640>
- [18] Catherine D'Ignazio, "Sensor Journalism A Guide For Educators", Engagement Lab