



## 산학 Capstone Design 과제 실행 계획서

### 1. 과제의 개요



<강남역 길거리 쓰레기 사진>



<2020년 환경운동연합의 쓰레기 수거 분석>

사회적 거리 두기가 완화된에 따라 사람들의 외부 활동이 활발해졌고 길거리를 걷다 보면 일회용 플라스틱 음료 잔을 들고 다니는 사람을 어렵지 않게 찾아볼 수 있습니다. 음료를 다 마신 후 플라스틱 잔을 처리할 때 근처에 가로 쓰레기통이 없어 쓰레기를 무단 투기하거나 근처에 버려진 플라스틱 잔 옆에 줄지어 세워 놓는 등의 행동은 도시의 미관을 해치고 생활 폐기물 무단투기로 인해 환경미화원의 쓰레기 수거를 어렵게 합니다. 광주시는 담배꽂초 및 플라스틱 컵 등의 무단투기를 예방하기 위해 다양한 환경 캠페인과 과태료 부과, CCTV 설치 등의 노력에도 불구하고 쓰레기 발생량과 무단투기량은 지속적으로 증가하는 모습을 보여줍니다.

실제로 환경부 출처의 전국 폐기물 발생 및 처리 현황에 따르면 20년도 생활계 폐기물 발생량은 1일 61,597톤으로 전년 대비 6.3%의 증가폭을 보였습니다. 광주시 환경신문고 민원 창구에 가로 쓰레기통 증설 관련 요구는 지속적으로 제기되고 있으며 광주광역시 측은 설치 개수에 변화를 주어도 시민들의 불만이 계속됨에 따라 가로 쓰레기통 문제에 대해 시민과 정부 양측 모두 만족되는 해결책 마련이 사회적 문제로 떠오르게 되었습니다.

이러한 문제를 해결하기 위해 데이터 분석을 이용한 가로 쓰레기통의 최적의 위치 선정과 움직이는 쓰레기통을 설치하여 넓은 구역을 최소한의 쓰레기통 배치를 통해 문제를 해결하고자 주제를 선정하게 되었습니다.

## 2. 과제의 필요성 및 기대효과

### 2-1. 과제의 필요성



<중앙일보 서울시내 쓰레기통 현황>

2019년 중앙일보에 따르면 서울시내 가로 쓰레기통이 1995년부터 줄어들다가 다시 2007년을 기점으로 점차 늘어나고 있다는 것입니다. 이러한 상황이 만들어진 이유는 카페가 많아지고 일회용 플라스틱의 사용이 늘어났지만 가로 쓰레기통의 부족으로 무단투기 및 공중화장실에 무차별적으로 버려지고 있습니다. 그래서 지자체들은 대대적으로 다시 가로 쓰레기통을 늘리고 있습니다. 그러나 가로 쓰레기통이 늘어남에 따라 가로 쓰레기통에 무분별한 쓰레기 투기로 인하여 관리 유지가 어려워지고 있다는 것입니다. 또한 집 앞에 쓰레기통이 생기면 쓰레기 냄새가 나고 더러워진다는 이유로 가로 쓰레기통을 치워달라는 민원이 지속적으로 생기고 있다는 것입니다.

이런 양측의 문제를 해결하기 위해서는 가로 쓰레기통의 위치를 보다 효율적인 곳을 선정할 필요성이 있습니다. 그래서 유동인구가 많고 인구밀도가 높은 지역 및 여러 요인들을 조합하여 그것들을 바탕으로 빅데이터화 시키면 현재보다 빠르게 가로 쓰레기통을 늘릴 수 있다는 기대효과가 있습니다. 이와 더불어 가로 쓰레기통의 문제 중 하나인 무단 쓰레기 투기를 막기 위하여 쓰레기통을 넣으면 자동으로 분리수거를 해주는 시스템을 구축하는 것입니다. 그리고 쓰레기통이 꼭 차면 환경미화원 또는 해당 주민 센터에 알려 쓰레기통을 수집할 수 있게 하는 것입니다. 이러한 시스템이 만들어진다면 가로 쓰레기통 인근 주민들은 냄새와 불법 쓰레기 투기로 고통받을 일이 줄어들 것입니다. 또한 효율적인 쓰레기통 관리로 인하여 가로 쓰레기통에 들어가는 예산도 많이 감축될 것으로 보입니다.

가로 쓰레기통의 증설은 필연적입니다. 그러나 가로 쓰레기통의 위치 선정 및 관리 방안 때문에 지자체들이 꺼려 하고 있습니다. 그래서 이런 문제를 위와 같이 해결하고자 합니다.

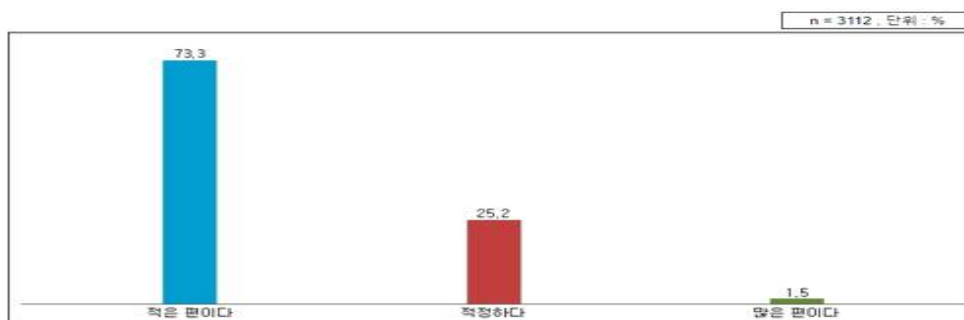
## 2-2. 기존 기술(과제)의 현황, 문제점 및 개선방안



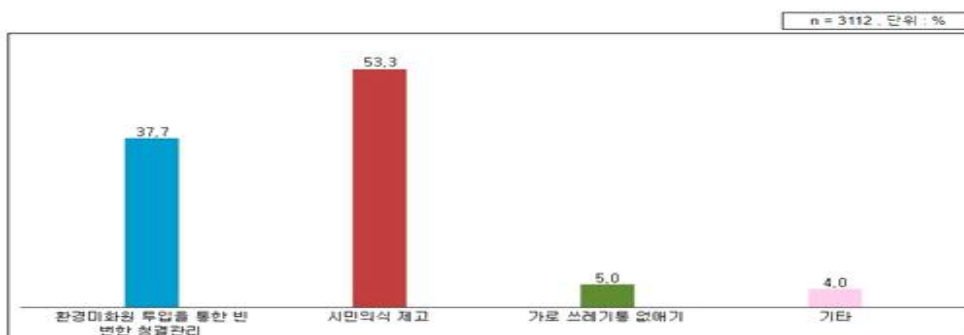
길거리 쓰레기 문제 발생 원인

### 1) 현황

- 광주 시내 설치된 가로 쓰레기통은 496곳에 613개가 설치되어 있음
- 쓰레기 종량제와 주민들의 신고 등의 이유로 가로 쓰레기통은 줄어들고 있음
- 일회용 플라스틱 컵의 사용량 및 생활폐기물 발생량은 증가하는 추세임
- 거리두기 해제로 인한 문제로 줄어들었던 야외 쓰레기통의 필요성이 증가함
- 설문 조사에 따르면 응답자의 73.3%가 가로 쓰레기통의 대수가 적다고 응답함
- 광주시 민원창구에 가로 쓰레기통 증설관련 민원이 지속적으로 제기되고 있음



<서울시내 거리에 설치된 쓰레기통 대수 관련 설문조사 결과 / 서울시>



<서울시내 가로쓰레기통 주변을 청결하게 관리하기 위한 방법 관련 설문조사 결과 / 서울시>

## 2) 문제점

- 지정된 수거지역이 아닌 곳에서 무단투기가 발생함
- 버스정류장 근처, 상가 밀집 지역 등의 특정 장소에서 무단투기 문제가 두드러짐
- 무단투기로 인해 환경미화원의 업무가 가중 되는 현상을 보임
- 광주광역시 인구현황에 맞지 않게 쓰레기통이 배치되어 있음
- 가로 쓰레기통에 생활 쓰레기를 투기함
- 쓰레기통이 미관상 보기 좋지 않다는 민원이 접수됨
- 쓰레기를 수거하는 동선의 최적화가 이뤄지지 않음
- 기존의 방법으로는 쓰레기가 무단투기 되는 것을 막기가 어려움



<이미지 촬영=대한민국청소년기자단 15기 정하늘기자>

## 3) 개선방안

- 데이터 분석을 통해 가로 쓰레기통을 효율적으로 재배치함
- 움직이는 쓰레기통을 이용해 넓은 지역을 관할하도록 함
- 쓰레기통이 시간대별로 분석 데이터가 나타내는 최적의 장소에 스스로 이동함
- 사람들의 가로 쓰레기통 이용이 적어지고 무단투기가 늘어나는 심야시간에 배치를 하지 않음  
으로서 사람들의 무단투기를 사전에 방지함

## 2-2. 과제개발 혹은 제작에 따른 기대효과

쓰레기를 버리는 사람은 많지만 치우는 사람은 소수로 한정되어 있고 모든 곳에 쓰레기통을 배치하는 것은 불가능하기에 효율적인 가로 쓰레기통의 배치와 쓰레기 처리 방안은 필수적이라고 말할 수 있습니다. 시민 310명을 대상으로 한 쓰레기를 무단투기를 하는 이유에 대한 설문조사에 의하면 ‘주변에 쓰레기통이 없기 때문’이 가장 많았고 ‘주변에 쓰레기가 쌓여 있는 곳이 있어서’가 답변의 대부분을 차지하는 것으로 나타났으며, 서울시내 거리에 설치된 쓰레기통 대수 관련 설문에서 응답자의 75.7%가 ‘거리에 쓰레기통을 설치하는 것이 무단투기 예방에 도움이 된다’는 설문조사 결과는 가로 쓰레기통의 필요성을 보여줍니다.

낙서, 유리창 파손 등 경미한 범죄를 방치하면 큰 범죄로 이어진다는 범죄 심리학 이론인 깨진 유리창 이론을 쓰레기 무단투기 문제에 대입해 보면 다소 경미할 수 있는 쓰레기의 첫 번째 무단투기를 가로 쓰레기통을 배치하는 것으로 예방하는 것이 가능합니다.

광주광역시의 유동인구, 주변 상가, 업종별 쓰레기 및 쓰레기통 설치 정보 등의 다양한 데이터를 분석을 통해 적절한 위치의 쓰레기통의 배치로 쓰레기 무단투기를 방지함으로써 길거리 환경 개선과 환경미화원의 효율적인 쓰레기 수거에 도움을 줍니다.

움직이는 쓰레기통이 유효 시간대에만 존재하므로 악취와 미관을 해치는 문제를 해결하는 것이 가능해지고 쓰레기통의 개수가 적어도 더 많은 구역을 커버할 수 있으므로 인력과 자원을 효율적으로 활용하는 것이 가능해집니다.

또한 쓰레기 수거 동선과 쓰레기 발생이 집중되는 시간대에 맞추어 쓰레기통이 이동하기 때문에 쓰레기통의 겉면에 LED 디스플레이 전광판을 설치하여 광주 시내의 문화, 행사 소식을 홍보하는 움직이는 광고판 역할을 수행하거나 날씨와 온도, 강수확률과 같은 시민들에게 도움을 주는 정보를 제공하는 등의 다양한 부가 가치를 창출할 수 있을 것으로 예상됩니다.

가로 쓰레기통의 설치 후 문제점이 있다면 쓰레기통을 관리하고 주변 환경의 청결을 유지하는 것입니다. 쓰레기통을 관리하고 무단투기 지역을 지속적으로 관리하기 위해 취업 취약계층 및 노인들을 고용함으로써 취약계층에 일자리를 제공하고 노인들의 사회참여와 생계보장에 도움이 될 것으로 보입니다.



<사진=<http://www.renewsolution.com>>

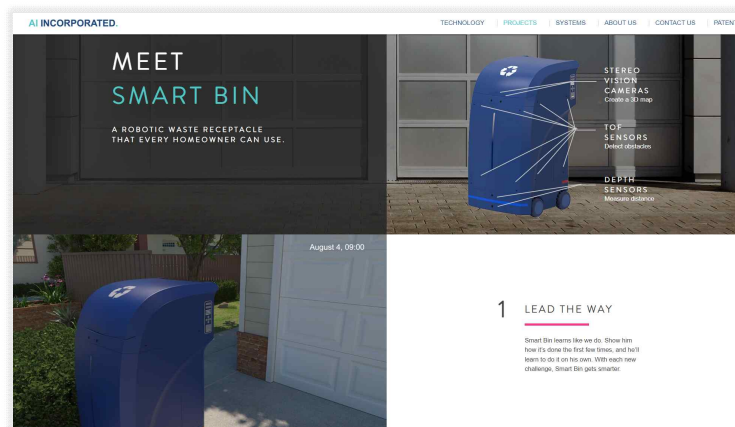


<미국의 스마트 쓰레기통 예시>

## 2-2. 선행사례 분석 및 기술적 차별성

### 1) 선행 사례

- 캐나다 로봇 전문회사 AI incorporated의 SMART BIN



AI incorporated의 SMART BIN ([자료](#))

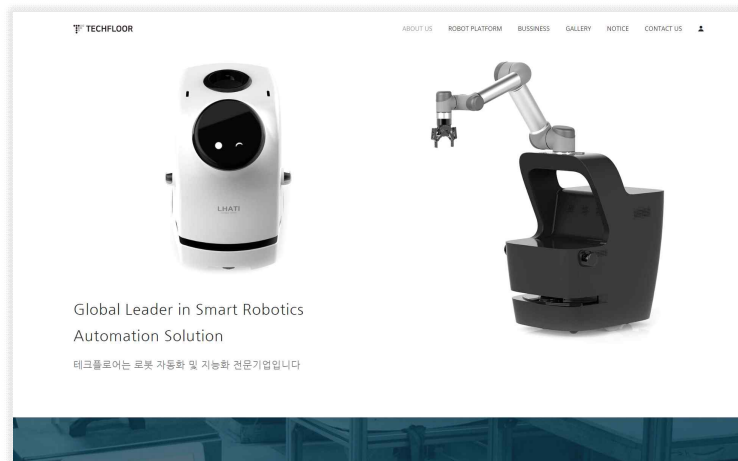
> 개인 주택에서 주방 가까이 대기하고 있다가, 수거 시간이 다 될 경우 스스로 차도까지 이동하여, 입주민의 쓰레기 수거를 편리하도록 도와주는 로봇입니다.

> 특히, 스스로 장애물을 지나칠 수 있으며, 주택뿐만 아닌 다양한 장소에서 활용할 수 있는 것이 장점입니다. 여기에서는 공공 쓰레기통을 예시로 들어, 쓰레기가 가득 차면 자동으로 수거함으로 이동하고, 다른 쓰레기통이 자리를 채우는 순환형 방식을 제시하고 있습니다.

> 하지만, 현재 시제품이 나와있지 않으며, 장애물에 걸려 얹어졌을 때 해결책이 없는 등, 실제 상용화된 기능으로 보기에는 어려움이 있습니다.



- 스마트 로봇 솔루션을 제안하는 렌탈 서비스 기업, TECHFLOOR의 자율주행 쓰레기통 '라티'



2019년 BIXPO에서 공개된 자율주행 쓰레기통 '라티' (자료)

- > 라티는 렌탈 가능한 자율주행 휴지통 로봇으로 전시회나 병원 등 고객 방문공간에 배치하여 고객의 흥미를 유발하고 공간 내 청결도도 향상시킬 수 있는 서비스 로봇입니다. (출처)
- > 라티는 지정된 공간 내에서 자유롭게 움직일 수 있습니다. 특정 경로나 사물에 구애받지 않도록 작동합니다.
- > 특징점으로는 교체 방식으로 쓰레기통을 분리하여 디스플레이로 교체하거나, 로봇 팔을 추가하는 등 폭넓은 사용처를 내세우고 있습니다.
- > SLAM을 통해 3차원 지도를 그리며, 적외선 센서들을 통하여 장애물을 회피합니다.
- > 휴지통 내 적재물이 만재 시, 알람을 표시하며 스스로 배출 위치로 이동합니다.

## 2) 기술적 차별성

- 장소 지정을 통한 특정 경로 이동

- > 이상의 시스템들은 특정한 목적성이 있을 때 이동하거나, 특정한 경로가 없이 자유롭게 이동합니다. 하지만 현 과제에서 제시하는 아이디어는 어떤 위치에 쓰레기를 발생하는 요인들을 유동인구, 상가, 시간 등의 정보를 바탕으로 분석하여 두 장소를 한차례 이동하는 데 특징이 있습니다.
- > 이 경우 전체적인 쓰레기통의 개수를 줄이고 쓰레기가 많이 배출되는 시각에 해당 장소로 이동 배치하여, 고정형 쓰레기통의 미관, 구취 등의 문제를 해결할 수 있으며 불필요한 쓰레기통의 이중 배치를 해결할 수 있습니다.

- 환경미화원의 불필요한 동선 최적화

- > 현 쓰레기 수거 시스템에서는 정말 다양한 장소로 수거 차량이 진입해야 합니다. 이는 현재뿐만 아니라 스마트 쓰레기통이 적용되었을 때에도 마찬가지입니다. 쓰레기통이 이동하지 못하는 경우, 스마트 쓰레기통과 고정형 쓰레기통을 적당한 비율로 사용할 경우, 모든 쓰레기통이 수거 장소로 이동하지 못하는 경우가 필연적으로 발생하게 됩니다. 이런 과정에서 동선 최적화는 꼭 필요한 수순이라고 이야기할 수 있습니다.
- > 현재 쓰레기 수거차량은 좁은 도로를 이동하기도 하며, 트럭 뒤 좁은 공간에 관리자가 매달려 이동하기도 합니다. 하지만 효율적인 배치분석을 통해 다양한 특수성을 고려하여 수거 경로를 계획할 수 있습니다.



### 3. 과제목표 및 내용

이 아이디어는 ‘정부 공공 포털’에 게시된 쓰레기 배출 관련 데이터, 음식물 평균 섭취 시간 데이터, 유동인구 데이터 및 쓰레기 냄새로 자주 민원이 발생하거나 쓰레기통이 과도하게 겹쳐있는 지역 등을 분석하여, 어떤 시각, 어느 구역에서 쓰레기가 다량 배출되는지 확인하고 쓰레기통의 비치를 어떻게 개선할 수 있는지에 대한 해결 방안을 바탕으로 합니다.

또한, 시장에서 사용되고 있는 서빙 로봇 시스템들은 미리 스캔한 3차원 정보를 바탕으로 특정 경로를 이동하며 적외선, 거리 센서 등을 통해 장애물을 스스로 회피하는 자율주행 방식으로 구현되어 있습니다.

이하 본 프로젝트에서는 상위 기술들을 바탕으로 특정 시각마다 미리 분석된 쓰레기 발생지역으로 이동하고, 수거 시각에는 스스로 수거 지역으로 집합하는 로봇 아이디어를 제안하고자 합니다.

### \* 데이터 분석

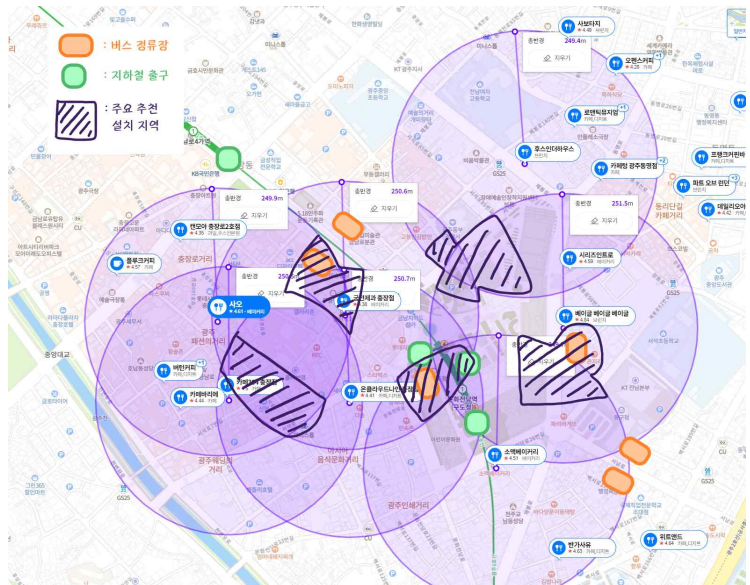
[illegible]

시스템 개발에 앞서, 광주광역시외의 가로 쓰레기통 현황을 시작으로 시간별 유동인구 및 상주인구, 주요 환경범죄 발생 지점, 주변 상가 종류(카페와의 거리 등), 평균음식물 섭취 시간, 쓰레기가 과다 배출되는 지점 등의 정보를 수집하여 시간마다 가장 효율적으로 쓰레기통을 배치할 수 있는 지점을 산출합니다.

예를 들어, 오전 / 오후로 나누었을 때 오전에는 학교 입구에, 점심 경에는 학교 입구보다 식당가 근처에 상대적으로 많이 배출될 수 있습니다.

공공데이터포털 : [광주광역시 가로쓰레기통 현황](#)

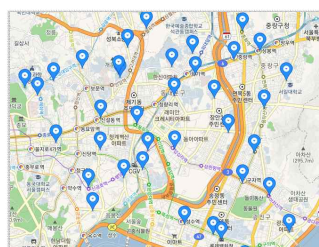
각각의 가중치를 가진 여러 개의 인접 원을 배치하고, 가장 영향력 큰 위치에 추천 좌표가 기록됩니다. 이때, 가중치는 횡단보도, 상가의 위치, 등 다양한 종류로 나누어지며 개별적으로, 다른 원에 영향을 주지 않습니다. 인과관계상 정확한 위치가 나오지 않을 경우가 많아, 조금의 수기 배치가 필요할 것으로 보입니다.



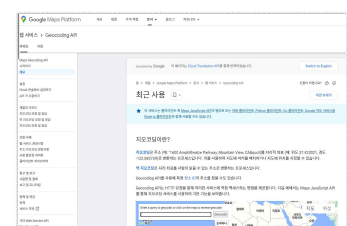
네이버 지도에 그린, 분석도 예시

이 과정에서 Tensorflow 라이브러리를 사용하여 불러온 공공데이터 셋을 분석 처리 하며, K-means 등의 알고리즘을 통하여 목표 지점이 산출되면 Geocoding API를 통해 현재 쓰레기통 배치 데이터와 수정된 쓰레기통 배치 데이터를 시각화합니다.

\*추후 Pytorch 등의 라이브러리로 변경될 수도 있습니다.



표시된 마커 예시



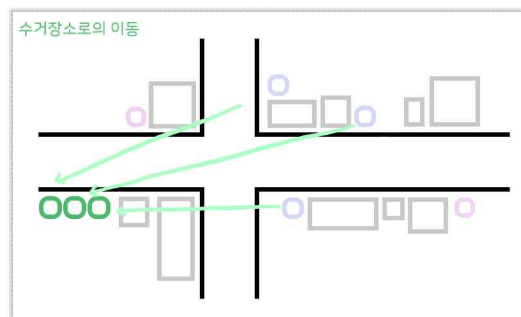
Google의 Geocoding API : [링크](#)

### \* 쓰레기통의 이동



주/야간 쓰레기통의 배치 변경 (예시)

배치 지점이 선정되었다면, 이동 경로를 결정해야 합니다. 이동 경로는 수거 시간 포함 일 평균 3회를 기준으로 계산되며, 데이터 분석 결과에 따라 추후에 변경될 수 있습니다.



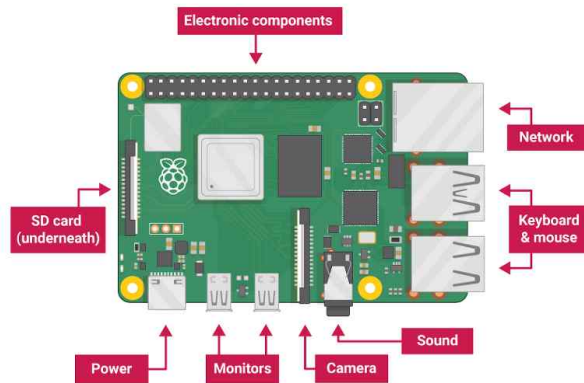
수거지로의 배치 변경 (예시)

배치 변경은 가까운 쓰레기통을 우선으로 배정되며, 스스로 이동하게 됩니다. 이 과정에는 다양한 기술이 적용될 수 있으며, 현재는 상용화된 자율주행 기술을 바탕으로 이야기합니다. 전반적인 사물 인식을 위한 카메라 모듈과 인식의 정확도를 높여줄 라이다 센서를 적용하여 사고 없이 목적지까지 이동하는 것을 목표로 합니다.

최종적으로는 쓰레기통이 임무를 마치고 수거 장소로 스스로 이동하며, 환경미화원이 한 곳에서 수십 대의 쓰레기통을 수거하게 됩니다. 이때 물리적인 유지 보수와 더불어 쓰레기통에 담긴 재활용 데이터를 수집해, 추후 쓰레기통의 배치 계획에 영향을 줍니다.

다음 날, 민원이 발생하였거나 쓰레기가 과도하게 배출된 지역을 다시 한번 분석하며 배치 계획을 재정립합니다. 지역 행사, 카페 이벤트 등의 다양한 요인들이 얹혀있으므로 항상 가중치를 최저로 두고 분석하며, 관리자의 도움을 요구할 수도 있습니다.

또한 부수적으로, 라즈베리파이를 통해 교내에서 진행하는 이 프로젝트는 TensorFlow를 통해 총별 강의 시간표를 분석하고, 특정 시간마다 과도하게 학생들이 몰리는 장소로 로봇이 이동하며 소수의 로봇이 교내 여러 곳에 있는 쓰레기통을 대체할 수 있도록 기획하고자 합니다.



라즈베리파이는 여러 가지 센서들을 제어하기 위한 컴퓨팅 모듈이며 간단한 연산 및 이미지 처리 등의 활동을 수행할 수 있습니다.

여기에서는 쓰레기통의 이동, 경로 탐지 등의 기능을 맡으며 인공지능을 통해 미리 최적화된 경로로 쓰레기통을 이동시키게 됩니다.

이 과정에서 라인 트레이싱을 통해 이동을 구현하고, 중간중간 허브와 같은 지점을 탐지하여 원하는 장소로 스스로 이동하도록 개발할 예정입니다.



쓰레기통의 예상 배치도

교내에 비치된 스마트 쓰레기통은 미리 작성된 시간표 테이블을 분석하여 강의 시작 전이나 강의 종료 직후의 시간에 강의실 문 옆, 엘리베이터 앞 등, 효율적인 위치로 이동합니다. 어떤 경우에는 엘리베이터를 통하여 배치 총수를 바꿀 수도 있습니다. 이때, 스마트 쓰레기통이 자리를 비울 때를 대비하여 모든 쓰레기통을 스마트 쓰레기통으로 바꾸는 것이 아닌, 고정형 쓰레기통과의 적절한 비율을 조정하는 것이 중요합니다.

일과가 종료된 스마트 쓰레기통은 미화원이 치우기 쉽도록 스스로 수거 장소로 이동하며, 한곳으로 집합하게 됩니다. 미화원이 수거 및 관리를 마친 쓰레기통은 다음 날 배치 장소로 다시 이동합니다.

하지만, 현실적으로 현재 비치된 사이즈의 대형 쓰레기통을 베이스로 구현하는 데에는 어려움이 있는 것으로 보여 작은 쓰레기통 모델 및 모터 등의 구현을 계획하고 있습니다. 특히 자율주행 부분에서는 라인 트래킹, 점자 인식 등의 아이디어 구상을 추가적으로 필요할 것으로 보입니다.

개발에 여유가 있다면, 초음파 센서와 서보모터를 사용하여 스스로 뚜껑이 열리거나 CV를 통해 재활용 쓰레기를 인식하고, 내가 원하는 위치로 쓰레기통을 부를 수 있는 등의 아이디어를 추가적으로 구상하고 있습니다.

4. 과제 수행 방법

4-1. 과제 수행

과제 목표	
가로 쓰레기통의 위치 선정과 더불어 유동인구에 따라 가로 쓰레기통의 적합한 위치를 분석하고, 직접 스마트 쓰레기통을 만들어 테스트 하고자 합니다.	
참여구성원	수행역할
교수	프로젝트 관리·감독 및 주차별 진행상황 확인
학생	프로젝트 개발 및 구현 / 시제품 제작
기업	-
기타 (대학원생 등)	-

## 4-2. 수행 방식

### 1. 데이터

공공데이터 포털을 이용하여 현재 광주 가로 쓰레기통 현황, 축제, 관광지, 상가 위치 등의 인구 유동이 많은 지역들의 데이터들을 수집할 것입니다.

#### 1) 공공데이터포털(DATA.GO.KR)

##### CSV JSON + XML 광주광역시\_가로쓰레기통 현황

광주광역시 5개 자치구에서 설치한 가로 쓰레기통 현황을 공공데이터 목록에 등록합니다. **광주광역시** 자원순환과 등록(설치장소, 설치위치 등)

제공기관 광주광역시 수정일 2022-08-02 조회수 2863 다운로드 551 주기성 데이터 2 키워드 쓰레기통,가로쓰레기통,폐기물

문화관광 자치행정기관

##### XML JSON 광주광역시\_관광지

입력파라미터에 따라 **광주광역시**에 존재하는 관광지에 대한 데이터로 관광지명,관광지 주소 등 목록 및 상세정보를 조회할 수 있는 서비스입니다.

제공기관 광주광역시 수정일 2022-09-19 조회수 1508 활용신청 115 키워드 관광단지,여행지,관광자원

문화관광 자치행정기관

##### XML JSON 광주광역시\_축제

입력파라미터에 따라 **광주광역시** 축제에대한 데이터 축제명, 축제내용, 주최기관, 개최장소 등 목록 및 상세정보를 조회할 수 있는 서비스

제공기관 광주광역시 수정일 2022-01-18 조회수 1072 활용신청 92 키워드 축제,관광,예술

교통물류 자치행정기관

##### XML 광주광역시 BIS 정류소 정보

**광주광역시** BIS 정류소 정보에 대한 데이터를 제공하고 있습니다. **광주광역시**에서 운영중인 정류소 정보를 조회할 수 있는 데이터입니다.

제공기관 광주광역시 수정일 2022-01-03 조회수 3521 활용신청 272 키워드 버스,버스정류소,BIS

->과제 목표와 유사하게, 공공데이터 포털을 통해서 가로 쓰레기통 위치를 수집한 후 광주시 내에 유동인구가 많은 지역의 데이터 및 광주 지역 버스정류장의 데이터를 수집합니다. 수집한 데이터를 바탕으로 가로 쓰레기통을 주축으로 하여, 조사한 데이터들을 알고리즘을 통해 분석합니다.

## 2. 프로그램

인공지능, 빅데이터, IoT 기반의 쓰레기통을 설계하기 위해 라즈베리파이, TensorFlow에 최적화된 언어인 파이썬을 주로 사용할 예정입니다. 하지만 필요에 따라 부수적으로 R, 줄리아, 아두이노 등을 이용할 수도 있습니다. 또한 데이터들을 시각화하기 위해 Geocoding API를 사용할 예정입니다.



### 1) 파이썬, 텐서플로우

-> VS Code를 이용하여 파이썬 라이브러리에 TensorFlow를 설치하고 공공데이터 포털에서 가져온 데이터를 K-means를 활용, 분석하여 시스템 개발을 진행합니다.

### 2) 파이썬, 라즈베리파이

-> 파이썬을 통해 움직이는 쓰레기통의 이동, 경로 탐지 등의 기능들을 구현합니다. 카메라 비전, 라인 트레이싱 등의 기술을 통해 기기 스스로 이동, 교차로 등 허브와 같은 지점을 탐지하여 원하는 장소로 안내하는 기능을 구현 및 코드화할 것입니다.

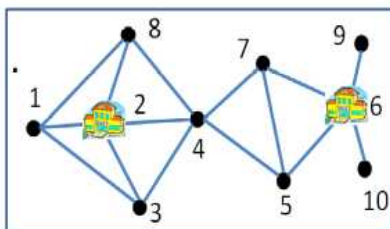
### 3)파이썬, Geocoding API

-> 구글에 인증키를 발급받고 파이썬과 연동하여 산출된 데이터 값을 주소화 시킨 다음에 시각화할 예정입니다.

## 3. 알고리즘

후보지 간 거리 측정을 위해 set-Covering 알고리즘 이용하고, 데이터 전처리를 위해 p-RD 알고리즘을 이용할 것입니다. 마지막으로 결과 분석과 평균을 내기 위해 k-Means clustering을 이용할 것입니다.

### 1)set-Covering



-> 공공데이터 포털에서 가져온 데이터들을 통해 쓰레기통의 거리를 구하며, 특정 조건에 만족하는 위치를 선정하고, 제한할 수 있도록 집합 커버 알고리즘을 이용할 것입니다.

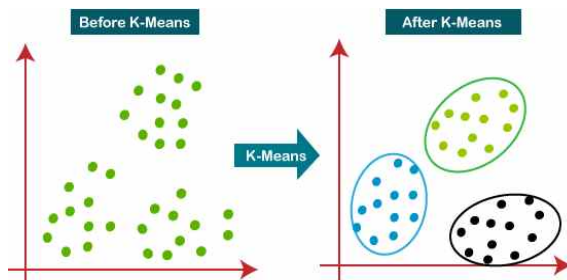


2)p-RD

$$\min \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n l_{ij} x_{ij} \text{ or } \min \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

->데이터들을 이용하여 시설물 위치를 선정하는 알고리즘입니다. 이 알고리즘은 한국 인터넷방송 통신 학회 논문지 제11권 제6호 논문을 분석 해석한 뒤에 사용하게 됩니다.

3)k-Means clustering



->각 좌표 지점을 가로 쓰레기통 데이터를 기조으로 하여 거리 차이를 최소화하는 값들의 평균을 내어, 가로 쓰레기통의 배치 지점으로 적합한 위치를 예측을 평균 알고리즘을 통해 알아낼 것입니다.

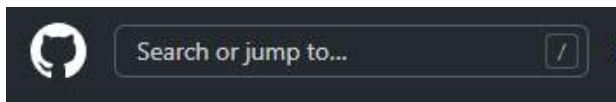
4. 예산

LINC 3.0 사업단 캡스톤디자인 과제 및 SW중심대학 산학캡스톤디자인2 지원을 받아 수행할 예정입니다.

5. 협업

Github를 통한 코드 공유 및 포xm폴리오 작성을 진행할 예정입니다. 협업 프로그램으로는 사내 프로그램으로도 사용되는 slack을 이용하여 진행 상황, 기타 공지 등을 실시간으로 확인할 수 있도록 구상합니다. 또한 디스코드를 통해 비대면 회의를 주기적으로 진행하며 팀워크 향상 및 개발 속도 증진을 위해 브리핑을 수행할 예정입니다.

1) github



 KimandKong / public-rubbish Public

-> 깃허브 레파지토리를 서로 공유하여 협업할 예정입니다. markdown 파일에 상세한 내용을 기술하고, 각각의 브랜치들을 두어 각자의 역할에서 모듈화하여 개발을 진행하고 마스터 브랜치에서 병합할 예정입니다.

## 2) slack



-> slack에서 사용되는 여러 기능 중 각 팀원마다 채널을 만들어 진행 상황을 보고할 수 있는, 메인 채널을 이용할 예정입니다. 이를 통해 팀원들 각기 개발 진행 상황을 파악하고, 필요한 부분은 서로 도와 협업하게 될 것입니다. 이 과정에서 필요한 부분은 즉각적으로 피드백 조치하게 할 것입니다.

## 3) discord

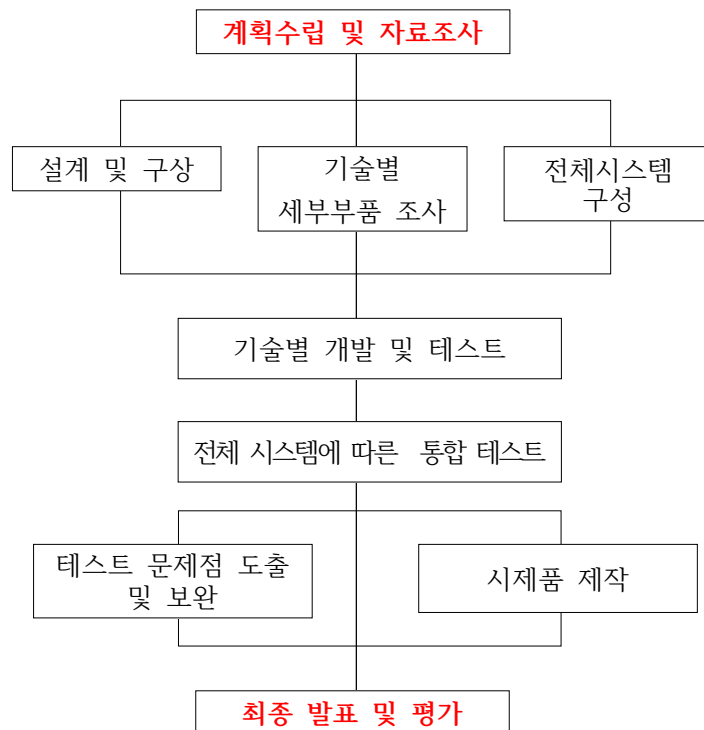


->서로 만날 수 없는 상황일 때 비대면 회의를 진행할 예정입니다. 화상회의를 통해 자신의 화면을 공유하며 본인이 잘 해결하지 못한 부분을 공유하고, 다른 팀원들에게 도움받을 수 있는 환경을 만듭니다.

## 2. 역할 분담

- 1) 박민규 : K-means clustering 을 통한 군집화, 가중치 계산, 더 좋은 알고리즘 분석, 메인 모델링
- 2) 김용빈 : 가로 쓰레기통 iot 하드웨어 조립, 인구 밀도 시간 모델 계산
- 3) 김정현 : 수집한 데이터 엑셀 작업, 모델링 결과 평가 계산
- 4) 문형찬 : 라즈베리 파이를 통한 HW, SW부분 개발(시간에 따른 움직임)
- 5) 이현준 : SW부분 개발(스마트 쓰레기통을 위한 입구),(CCTV),엑셀 검토

### 4-3. 추진체계



## 5. 추진일정

세부내용	수행기간(월)																비고
	09				10				11				12				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
주제 정하기	■																X
근본적인 문제점 확인하기		■	■	■													
문제 해결방안 찾기			■	■													
주제의 차별화 된 기능 정하기				■													
공공데이터 활용 목록 정하기				■													
기대효과 및 활용 방안 정하기				■													
공공데이터 수집하기					■												
로봇 및 표지 구상하기					■												
기능 구현						■	■	■	■	■	■	■					
구현된 기능 외 활용 가능한 기능 구현하기													■	■	■		
구현 테스트						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		X
테스트 마무리 후 팀발표															■		X

○ 산학 Capstone Design 주차별 과제 세부 계획표

주	과제 추진 계획	기업/기관 참여여부	참여 기관명
1	<b>빅데이터를 활용 가능한 주제 정하기</b> - 자율주행 쓰레기통	-	-
2	<b>주제(자율주행 쓰레기통)을 선택한 이유에 대한 근본적인 문제점 확인하기</b> - 쓰레기통이 부족하다 - 무단투기 - 시민의식 부족(분리수거 하기 귀찮다) - 재활용 구분이 어려움	-	-
3	<b>문제 해결방안 찾기</b> - 가로 쓰레기통 추가 설치 - CCTV 설치 - 쓰레기통 디자인 개선 - 효율적인 쓰레기 수거	-	-
4	<b>주제의 차별화 된 기능 정하기</b> - 유동인구가 몰리는 시간이나 쓰레기 배출량이 많아지는 시간 등을 이용하여 활동 - 유동인구가 많은 지역 등 특정 스팟에 활동	-	-
	<b>공공데이터 활용 목록 정하기</b> - 공공데이터 포털 활용	○	공공데이터 포털
	<b>기대효과 및 활용 방안 정하기</b> - 인력감소 - 자원 사용 효율 증가 - 일자리 제공(노인분들 생계유지 가능) - 도시 청결 유지	-	-

주	과제 추진 계획	기업/기관 참여여부	참여 기관명
5	<b>공공데이터 수집하기</b> - 시설물 위치 데이터 - 상가 위치 데이터 - 인구 데이터	O	공공데이터 포털
	<b>로봇(쓰레기통) 및 표지 구상하기</b> - 로봇(쓰레기통) 외관 디자인 - 표지 디자인	-	-
6	<b>기능 구현</b> -	-	-
7		-	-
8		-	-
9		-	-
10		-	-
11		-	-
12		-	-
13	<b>구현된 기능 외 활용 가능한 기능 구현하기</b> - CCTV 기능을 통한 무단투기 예방 - CCTV 기능을 통한 범죄 예방 - 자동 분리수거 기능	-	-
14			
15	<b>마무리 후 팀발표</b>	-	-
- 상황별로 각 기능들의 상호작용이 다르게 이뤄지므로 통합 후 테스트에 다소 시간이 소요될 것으로 예상됨			

## 6. 기대효과 및 활용방안

### 1) 기대효과

1. 지자체 주도하에 폐기물을 관리.
2. 쓰레기 무단 투기 민원 해결.
3. 분석을 통해 관리에 필요한 계획 수립 정책방향을 지원함.
4. 유효 시간대만 쓰레기통이 존재하므로, 악취와 미관을 해치는 문제를 해결할 수 있음.
5. 쓰레기통 개수가 적어도 더 많은 구역을 커버할 수 있으므로, 인력과 자원을 효율적으로 관리할 수 있음.
6. 기계가 쓰레기통 수거 동선과 시간대에 맞춰 쓰레기통이 이동하는 등, 다양한 부가 가치를 창출함.
7. 쓰레기통 및 주변 청결 관리에 취업 취약계층을 고용하여 일자리 창출과 생계보장에 도움을 줄 수 있음.
8. 폐기물 수집, 운반 및 관리에 따른 운영비 문제 해결 가능.
9. 쓰레기로 인해 발생하는 악취 해결

### 2) 활용방안

1. 인구가 밀집하고 유동 인구가 많아 쓰레기를 자주 비워줘야 하는 공간에 설치해 인력과 거리의 깨끗함을 유지할 수 있음.
2. 카페가 많은 공간은 일회용 컵 쓰레기가 주로 발생하므로, 그 주변은 재활용 위주의 IoT로 붓을 설치함.
3. 공원에는 주변 환경의 맞는 쓰레기통을 설치해 환경을 개선함.
4. 실시간 모니터링을 통한 다양한 데이터를 수집 후 쓰레기통 잉여 수주량을 측정하여 쓰레기통 설치 가능.
5. 정류장, 횡단보도, 지하철 출입구 등 유동인구 밀집 지역에도 확대 설치
6. 시민들의 실태조사를 통해 수요 변화를 파악하고 취지에 맞게 필요한 장소에 설치.

### 3) 응용 분야

1. 작업의 활성화가 높아지면 폐기물 처리가 수월해질 뿐만 아니라 폐기물 점유율 감소로 폐기물 재활용 시스템 구현도 가능
2. 폐기물 수거 및 관리뿐만 아니라 직접 수거하는 시스템까지 도입 가능.
3. 분리수거도 직접 가능한 스마트 쓰레기통 개발 가능.
4. 분리수거 과정 중 액체까지 분리하는 기능.
5. 단순히 설치하는 것뿐만 아니라 모양과 색깔, 글씨도 구분해 분리배출을 쉽게 할 수 있도록 유도.
6. 불법 주정차 단속 등 무인 순찰 가능.

### 4) 발전 분야

1. 상황에 맞춰 수거 경로와 일정을 유연하게 조정해 기술에 대한 비용 절감.
2. 분리수거도 직접 가능한 스마트 쓰레기통 개발 가능.
3. 폐기물 처리 관련한 여러 솔루션을 접목하여 스마트 도시로 발전할 가능성이 높아짐.

#### 5) 사업화 가능성

- 길거리 가로 쓰레기통이 줄어들며 더 많이 발생하게 된 쓰레기들이 사회적 거리 두기가 해제된 후 길거리로 더 많이 나오게 되었습니다.
- 국내에서 발생하는 쓰레기 폐기물량은 1996년에 비해 2~3배 이상 증가하였고 다른 나라와 비교했을 때 매우 빠르게 증가하고 있는 추세입니다. 또한 전 세계적으로도 폐기물 수거 관련 물류는 점점 복잡해지고 있고 규제도 변하고 있는 중이다. 따라서 모두가 해결해야 되는 문제이기도 합니다.

- 국내에서는 바다 쓰레기를 수거하는 무인 청소로봇도 개발하여 실증까지 마쳤습니다.

이탈리아에서는 폐기물 처리 및 관리를 위해 쓰레기를 수거하는 로봇을 개발하기도 했습니다.

러시아 모스크바에 본사를 둔 스마트 도시 솔루션 개발 및 생산업체 'Binology'는 태양광 패널 쓰레기통, 분리수거장, 쓰레기 수용량을 감지할 수 있는 센서 기술을 활용한 스마트 쓰레기통을 개발하였습니다.

- 이처럼 사물인터넷, 센서, 데이터 분석을 등을 통해 효율적으로 폐기물을 관리하고 청결불량 문제를 해결할 수 있다면 사업화 가능성은 매우 높아질 것입니다.
- 또한 스마트 쓰레기통 가이드라인을 수립하여 간격, 위치, 디자인, 운영 관리 등을 마련해 체계적으로 운영하고 관리해야 합니다.
- 사업화가 된다면 실제로 쓰레기를 수거하는 환경미화원들은 기능들을 잘 이해하지 못하는 경우가 많아 지식이 부족합니다. 기능에 따라 스마트폰, 태블릿PC 등에 설치한 앱을 이용해야 하는 경우가 생길 수 있어 실제로 작업하면서 앱을 확인하기 어렵고 활용 방법에 대한 교육도 부족하여 이러한 문제점도 해결한다면 비용을 줄이고 업무 효율성을 높일 수 있습니다.



## 7. 소요비용 내역서

(단위 : 원)

구 분	비 용		구성비율(%)
	산출내역	예상금액	
재료비		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
		원	%
합 계		0 원	0 %

- 소모품 및 기타 세부 재료는 물품 구매 시 작성 예정

## 8. 출처 ( Reference )

공공데이터 포털

<https://www.data.go.kr/index.do>

강서구 빅데이터 분석 공모전

<https://www.wevity.com/?c=find&s=1&gbn=viewok&gp=1&ix=60005>

한국 인터넷방송 통신 학회 논문지 제11권 제6호

길거리 쓰레기통도 체계적으로 관리한다…서울시 'QR코드' 도입

<https://m.khan.co.kr/national/national-general/article/202109230746001#c2b>

블로그, [Algorithm] 집합 커버 문제 (그리디)

<https://dudri63.github.io/2019/01/25/algo15/>

JavaTpoint, K-Means Clustering Algorithm

<https://www.javatpoint.com/k-means-clustering-algorithm-in-machine-learning>

광주광역시\_가로쓰레기통 현황

<https://www.data.go.kr/data/15056448/fileData.do>

서울시민 10명 중 8명, 시내 가로쓰레기통 부족…무단 투기 근절 위해 설치해야

<https://www.metroseoul.co.kr/article/20210704500077>

있으면 “없애달라” 없으면 “늘려달라” 거리 쓰레기통 골머리

<https://www.joongang.co.kr/article/23624318#home>

길거리 쓰레기통 없앨까 늘릴까…지자체마다 '고민'

<https://www.yna.co.kr/view/AKR20160616170600061>

광주광역시 주민등록인구수

<https://www.gwangju.go.kr/contentsView.do?pageId=www192>

거리두기 해제에 도심 곳곳 '쓰레기 몸살'

<http://m.kwangju.co.kr/article.php?aid=1653478800738965006>

서울시내 길거리 쓰레기통 늘리고 재배치

<http://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20200608000574>

그 많던 길거리 쓰레기통 어디로 갔나

<http://www.mdilbo.com/detail/c3QycN/506165>

길거리 쓰레기통 확대..."무단투기 조장" vs "시민편의 고려해야"

<https://www.hankyung.com/society/article/201911069245Y>

축제 기간 동구는 쓰레기와의 '전쟁'

<https://jnilbo.com/view/media/view?code=2019092913425681291>

쓰레기 무단투기 그만! 아이들이 보고 있어요

<https://mediahub.seoul.go.kr/archives/1285636>

스마트 쓰레기통 화제, 대형 LED에 폭탄 테러 예방까지 '감탄'

<https://www.newscj.com/116478>

거리환경 개선을 위한 쓰레기통 도입 타당성 검토(PDF) (연구)

[https://www.dsi.re.kr/download.es?filename=1541738691513.pdf&filenameOrg=%EA%B1%B0%EB%A6%AC%ED%99%98%EA%B2%BD+%EA%B0%9C%EC%84%A0%EC%9D%84+%EC%9C%84%ED%95%9C+%EC%93%B0%EB%A0%88%EA%B8%B0%ED%86%B5+%EB%8F%84%EC%9E%85+%ED%83%80%EB%8B%B9%EC%84%B1+%EA%B2%80%ED%86%A0.pdf&f\\_path=board&bid=0001&type=board&bid=](https://www.dsi.re.kr/download.es?filename=1541738691513.pdf&filenameOrg=%EA%B1%B0%EB%A6%AC%ED%99%98%EA%B2%BD+%EA%B0%9C%EC%84%A0%EC%9D%84+%EC%9C%84%ED%95%9C+%EC%93%B0%EB%A0%88%EA%B8%B0%ED%86%B5+%EB%8F%84%EC%9E%85+%ED%83%80%EB%8B%B9%EC%84%B1+%EA%B2%80%ED%86%A0.pdf&f_path=board&bid=0001&type=board&bid=)

서울 특별시 종로구 길거리 쓰레기통 입지 선정

<http://kiie.org/wp/2020a/pdf/DP1.6.pdf>