

포스트 코로나 시대를 위한 스마트 도서관 위치 선정 및 활용방안

소민결, 신민용, 임필령



목차



1 분석 배경 및 목적

코로나로 인해 전국적으로 많은 도서관들이 휴관 상태에 들어가있으며, 도서관 이용자들의 숫자는 지속적으로 감소하고 있는 추세
사회적 거리두기 2.5단계가 지속적으로 연장되고 있기 때문에, 비대면 도서관 이용이 필요

**코로나19 확산 방지를 위한
수원시 공공도서관 임시 휴관 안내**

수원시도서관에서는
코로나19 확산 방지와 시민의 안전을 위하여
다음과 같이 임시휴관 하오니
이용에 착오가 없으시길 바랍니다.

휴관기간 2020.2.24(월)18:00 ~ 3.8.(일)

휴관대상 수원시 관내 공공도서관(17개관), 어린이도서관(3개관)

※ 이용자 대상 모든 서비스는 중단(대출기간 자동연장)
※ 각 도서관 무인도서 반납기(책나루 도서관 포함) 운영

수원시 도서관
Suwon City Library

《군포시도서관 휴실 및 이용 제한 안내》

코로나19 확산 방지를 위하여 도서관 이용을 제한합니다.
이용자 여러분의 많은 양해 부탁드립니다.

- 이용 제한 기간 : 2020. 2. 22. ~ 상황종료시 까지
- 휴관 : 어린이도서관(21일부터), 작은도서관(40개소)
- 이용제한(중지) : 중앙, 산본, 당동, 대야, 부곡도서관 어린이자료실
장난감대여소, 누리천문대, 이동도서관, 미니문고,
중앙도서관 4층식당
- 산본, 당동, 대야, 부곡도서관 열람실 및 노트북실(산본도서관 북카페 포함) 휴실
- 강좌 · 문화행사 · 영화 상영 등은 추후 공지 시까지 연기

※ 일반열람실 및 도서대출은 감염증 확산 경과에 따라 별도 공지

기관 출입시 마스크 미착용자는 출입을 제한합니다.
출입구에 비치된 손소독제를 사용하고 입장하시기 바랍니다.

군포시중앙도서관

사회적 거리두기

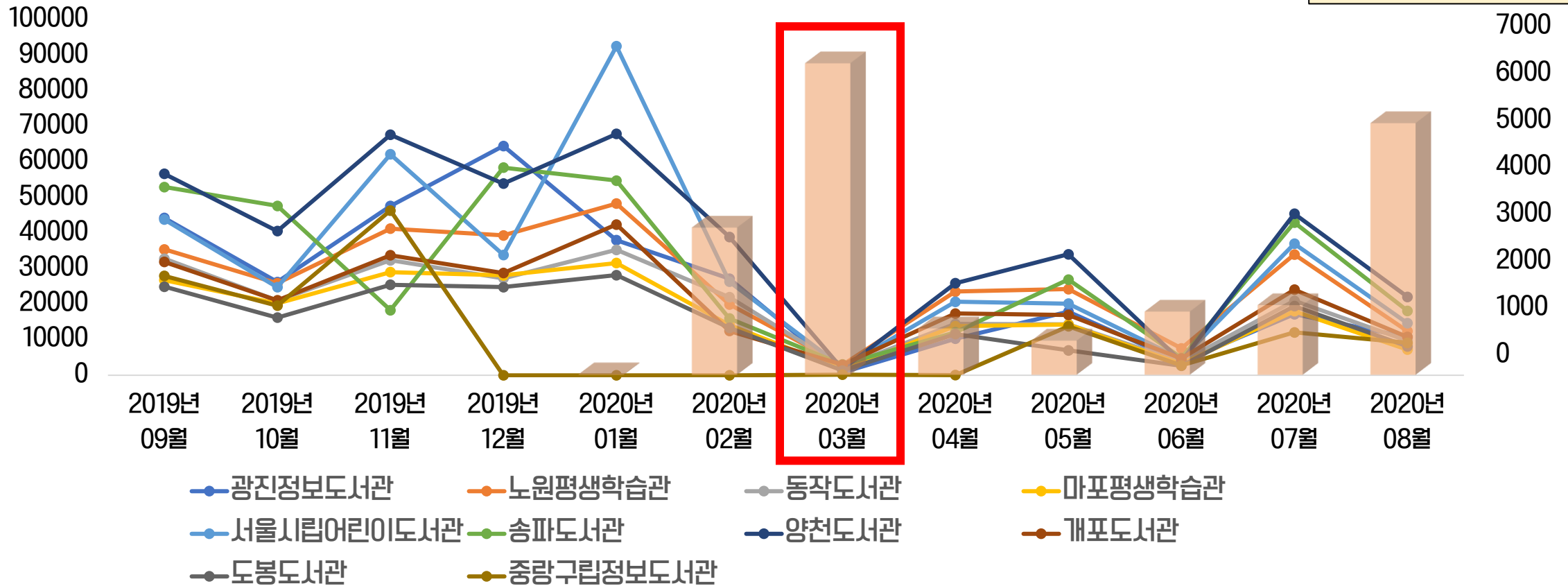
	2단계 → 3단계	3단계
모임·행사	실내 50인·실외 100인 이상 금지	10인 이상 금지
스포츠 행사	무관중 경기	경기 중지
학교·보육시설	등교·원격 수업	원격 수업 또는 휴업

1 분석 배경 및 목적

COVID19 환자 수가 늘어날수록, 도서관 이용자 수는 줄어드는 추세를 보인다.
2020년 1월~2020년 8월 기간동안 각 TOP도서관별 이용자 수와 COVID19환자 수의 상관관계는 -0.52 의 값을 갖는다

도서관 이용자 수 (푸른선 그래프)

COVID19 환자 수 (막대 그래프)



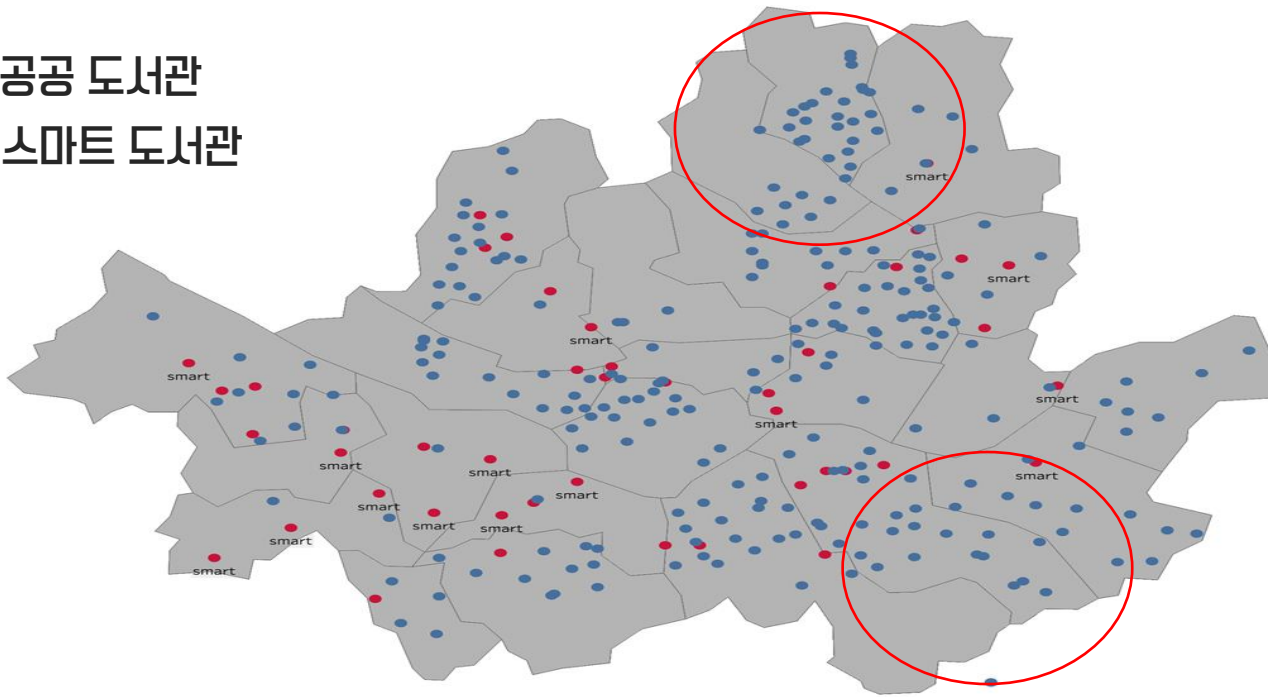
1 분석 배경 및 목적

스마트 도서관이란? → 이용자가 도서관에 가지 않아도 대출/반납이 가능한 신개념 자동화 장비

분석을 통해서..

- ① 수식을 통해 위치를 선정함으로써 보다 데이터적인 시각으로 다가서며
- ② 평가를 통해서 좋은 위치에 선정 되었는지 확인한다

- 공공 도서관
- 스마트 도서관

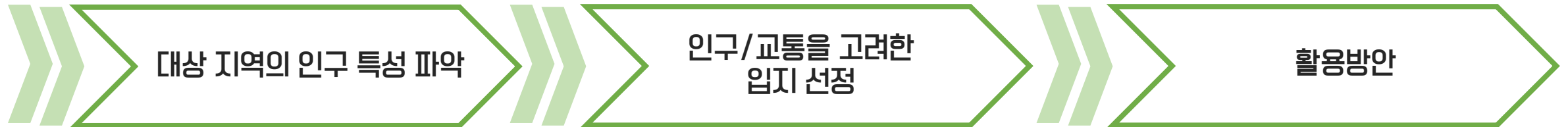




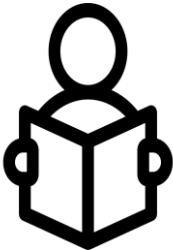
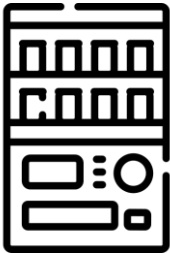

[서울시 공공도서관/스마트 도서관 지도]



2 활용 서비스 및 활용 데이터

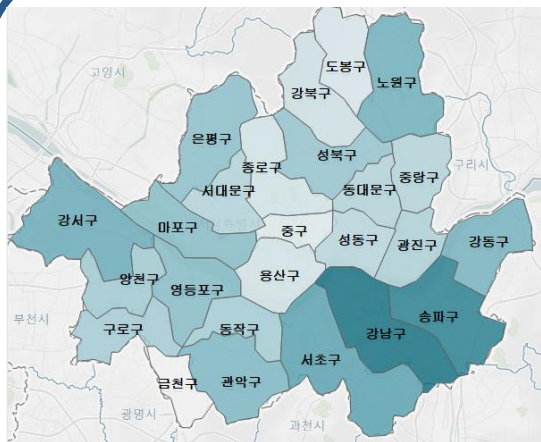
스마트 도서관 입지 선정 분석 개요도 - 대부분의 데이터는 2020.07 기준



생활 인구 데이터 (서울시 열린 데이터 광장)	버스, 지하철 승하차 데이터 (서울시 열린 데이터 광장)	도서관/테마별 대출량 (도서 정보나루)	스마트 도서관 정보 (네이버 지도)	연령대별 공공도서관 이용률 (KOSIS 국가통계포털)
 <ul style="list-style-type: none"> - 행정동별 인구 파악 - 연령대별 인구 파악 - 행정코드를 기반으로 좌표 계산 <p>2020년 7월 기준</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 버스 정류장 승/하차 인원 - 지하철 역 승/하차 인원 - 출근/퇴근 시간대별 파악 <p>2020년 7월 기준</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 월 별 누적 대출데이터의 차이를 통해 월 별 대출량 산출 - 지역 테마 별 데이터(2019기준) <p>2020년 7월 기준</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 네이버 지도 및 검색을 통해 위치 좌표 데이터 직접 구축 <p>2020년 7월 기준</p>	 <ul style="list-style-type: none"> - 연령대별 도서관 이용률 파악 - 이를 통해 지역별 특색 파악 <p>2019년 기준</p>

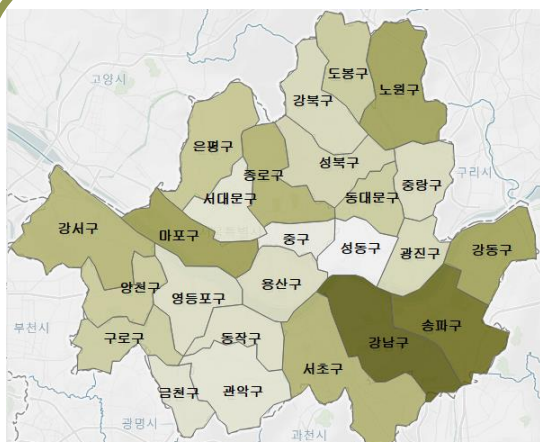
3 스마트 도서관 위치 선정 개요 - 관계 파악 (생활 인구)

스마트 도서관 입지 선정 - 생활 인구와 도서관 대출량의 관계



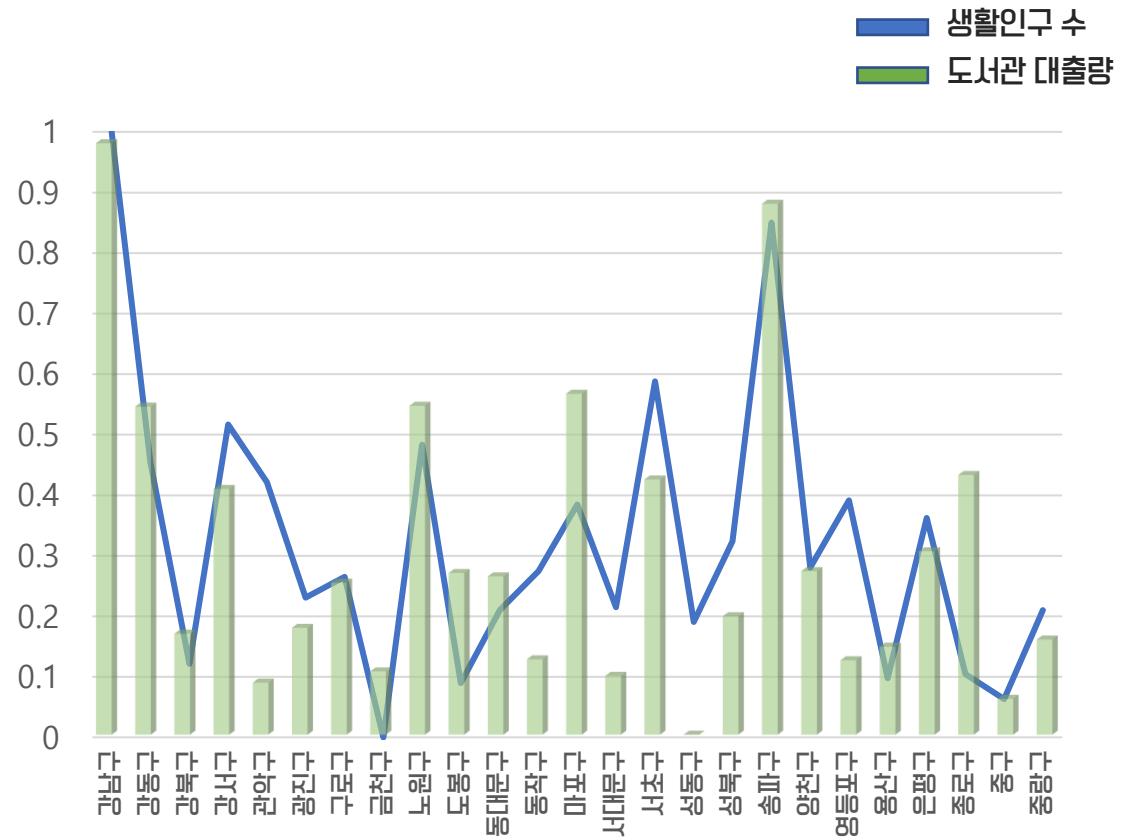
<출근시간대 구별 버스 유동 인구>

TOP 5 행정구



<구별 대출량>

TOP 5 행정구



<생활 인구와 대출량의 관계 - min max 스케일링>

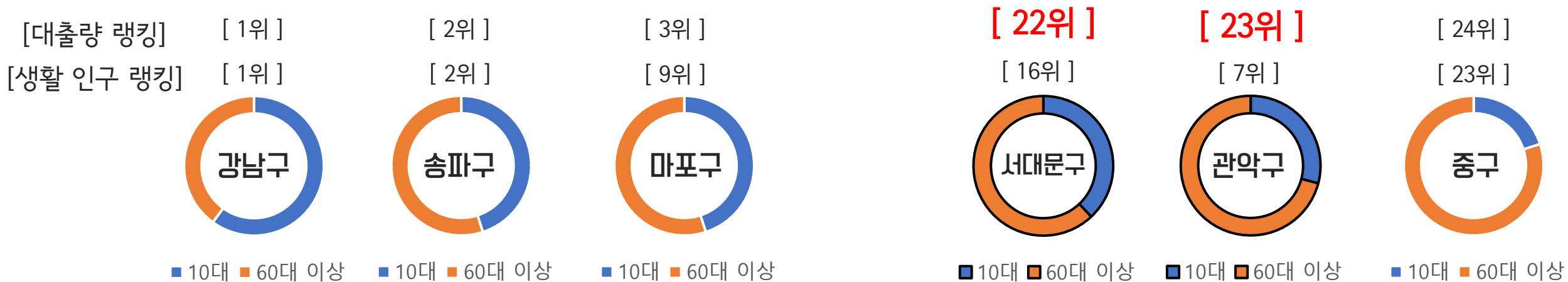


- 구 별 생활인구수와 대출량의 상관관계는 **0.81로 매우 강한 관계**를 갖고있다
- 스마트 도서관 입지 선정에 있어서 인구 수는 매우 중요한 변수이다

3 스마트 도서관 위치 선정 개요 - 관계 파악 (생활 인구)

스마트 도서관 입지 선정 - 생활 인구가 많은데도 불구하고 대출량이 적은 이유는?

TOP3 대출량 상위, 하위 행정구의 10대, 60대 인구 분포



<도서 대출량 상위 TOP3 행정구>

<도서 대출량 하위 TOP3 행정구>

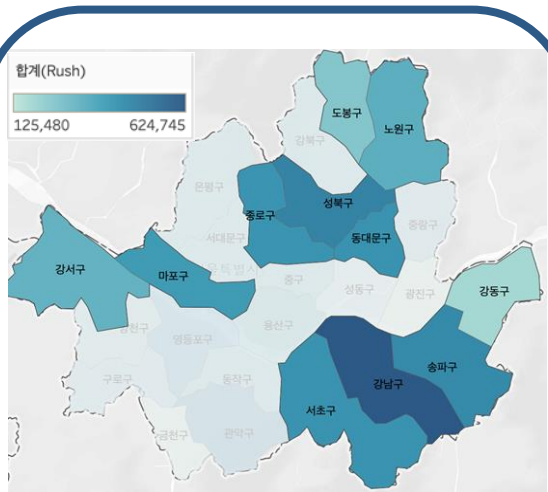


- 생활인구가 적을수록 도서 대출량이 줄어드는 추세이나, 무조건 그런 것은 아님
- 10대 인구:60대 인구의 비가 적을수록 인구가 많음에도 불구하고 도서 대출량은 적은 경향도 발견
- 위와 같은 사실은 스마트 도서관 입지 선정에 있어서 **생활 인구수와 연령대 분포를 함께 고려**해야 함을 시사하고 있음

3 스마트 도서관 위치 선정 개요 - 관계 파악 (버스 유동인구)

출근시간대 : 07-09시
비 출근시간대 - 19시-21시

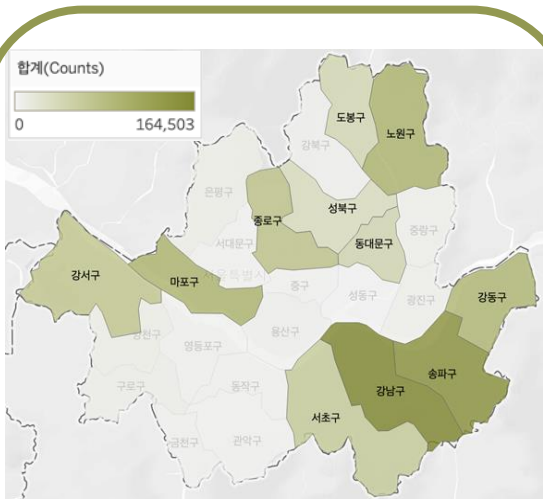
스마트 도서관 입지 선정 - **버스** 유동인구와 도서관 대출량의 관계



<출근시간대 구별 버스 유동 인구>

TOP 5 행정구

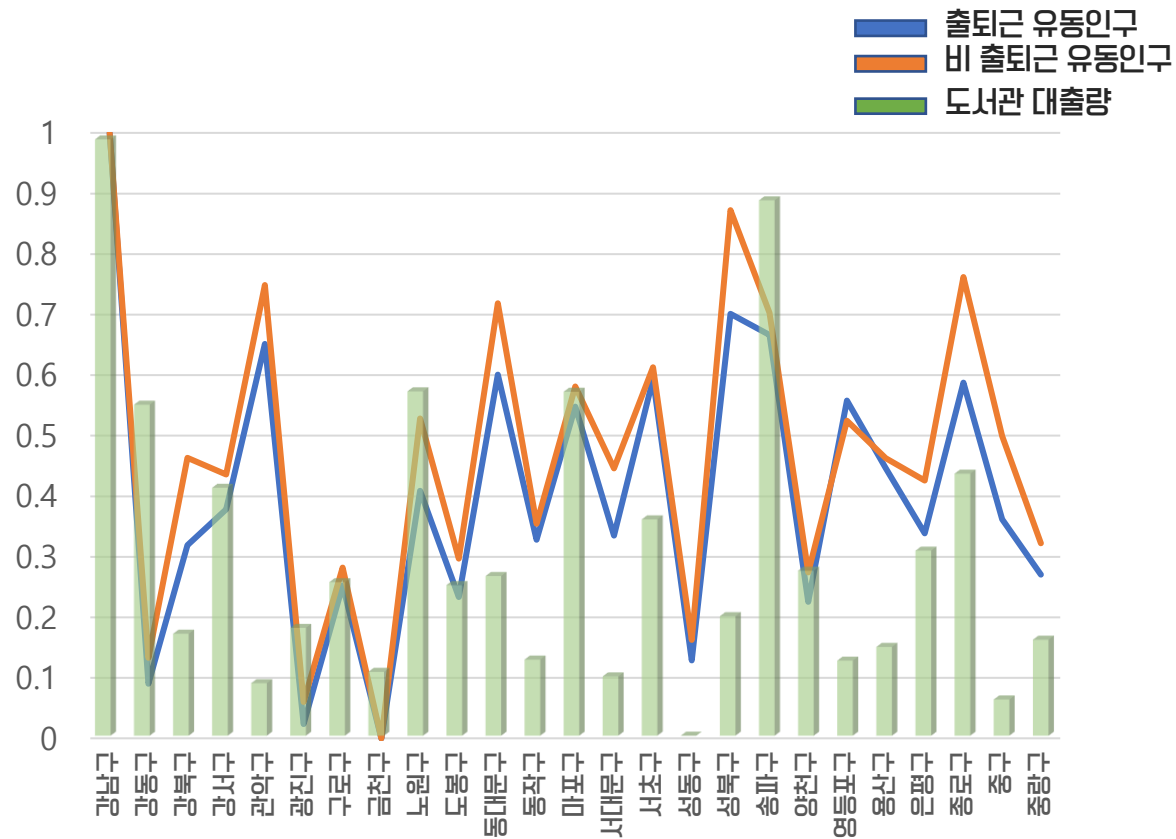
- 1위 : 강남구
- 2위 : 성북구
- 3위 : 송파구
- 4위 : 관악구
- 5위 : 동대문구



<구별 대출량>

TOP 5 행정구

- 1위 : 강남구
- 2위 : 송파구
- 3위 : 노원구
- 4위 : 마포구
- 5위 : 강동구



<버스 유동인구와 대출량의 관계 - min max 스케일링>

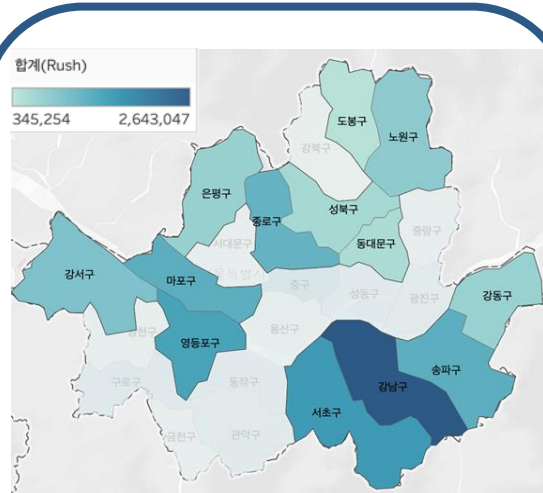


- 출퇴근 버스 유동 인구와 대출량의 상관관계는 0.52로 강한 관계를 가진다
- 따라서 입지 선정을 할 때, **유동 인구가 많은 역**을 고려해야 할 필요가 있다

3 스마트 도서관 위치 선정 개요 - 관계 파악 (지하철 유동인구)

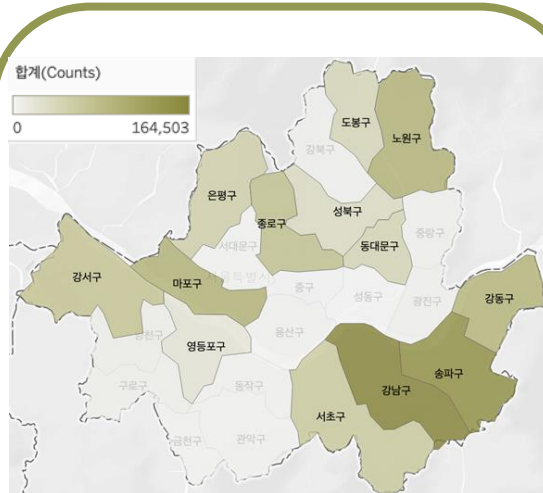
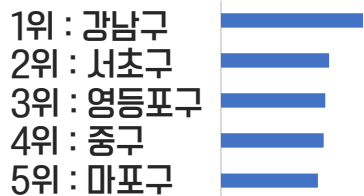
출근시간대 : 07-09시
비출근시간대 : 19시-21시

스마트 도서관 입지 선정 - 지하철 유동인구와 도서관 대출량의 관계



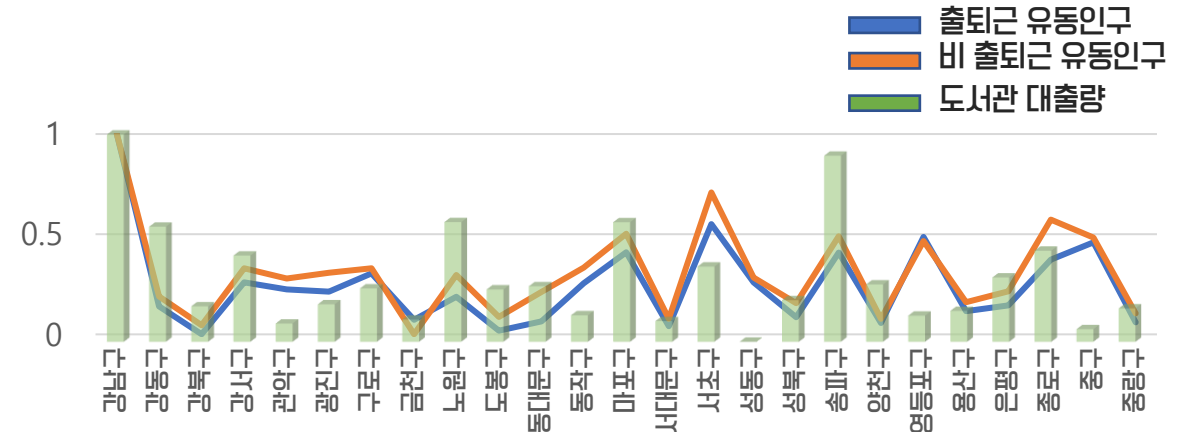
<출근시간대 구별 지하철 유동 인구>

TOP 5 행정구

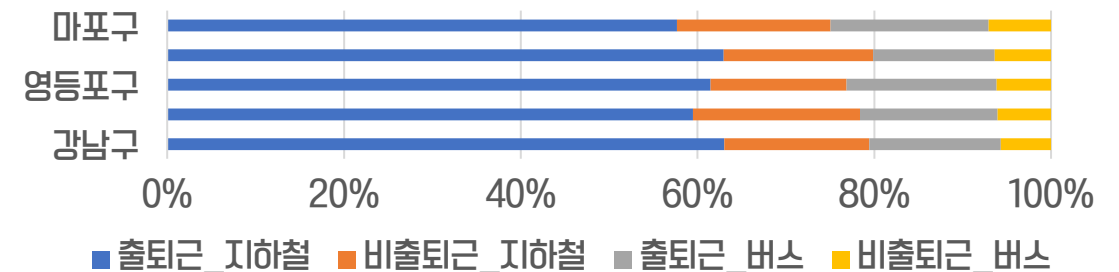


<구별 대출량>

TOP 5 행정구



<지하철 유동인구와 대출량의 관계 - min max 스케일링>



<총 유동량 TOP5의 시간/대중교통별 비율>



- 지하철 출퇴근시간대의 유동량과 대출량은 0.56의 상관관계를 갖는다
- 총 인구 유동 중 지하철은 평균적으로 78%를 차지하기 때문에 **지하철역을 중심**으로 스마트 도서관을 선정

4 스마트 도서관 위치 선정 과정 – 위치 선정 알고리즘

스마트 도서관 위치 선정 IDEA

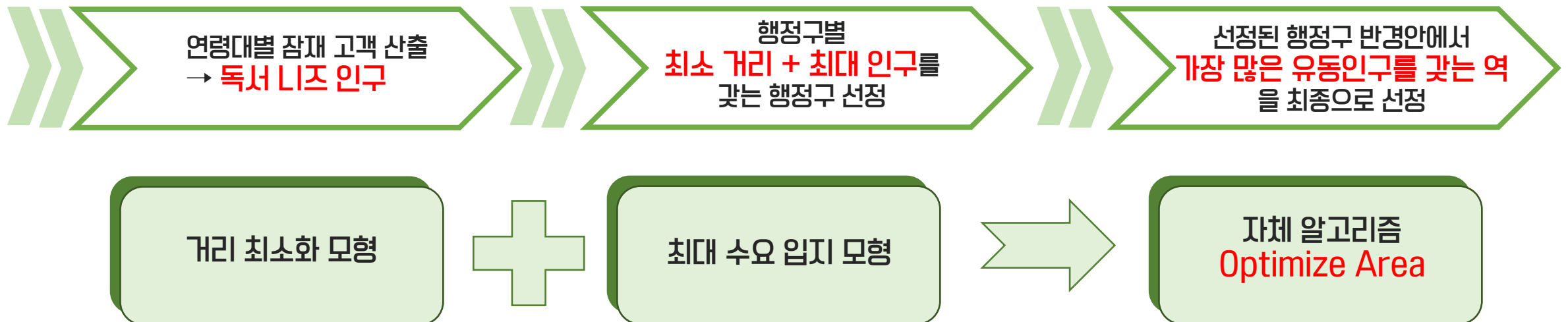
① 인구와 도서관 대출량과의 관계

- 인구가 많다고 해서 대출량이 무조건 많은 것은 아니며 그 중 연령대별 인구 분포는 도서관 대출량과의 관계가 궤보이다

② 주거지와 도서관이 일정 거리 이상 떨어져 위치하면, 도서관 이용이 급격하게 떨어진다(공공도서관 입지 선정방안에 관한 연구, 한유선 참조)

- 따라서 행정구안 중심에 위치하면서 많은 사람들이 이용가능해야 한다

③ 사람들이 평소 많이 다니는 지하철/버스 정류장에 위치하여 유동인구가 많은 장소를 최종 선정한다

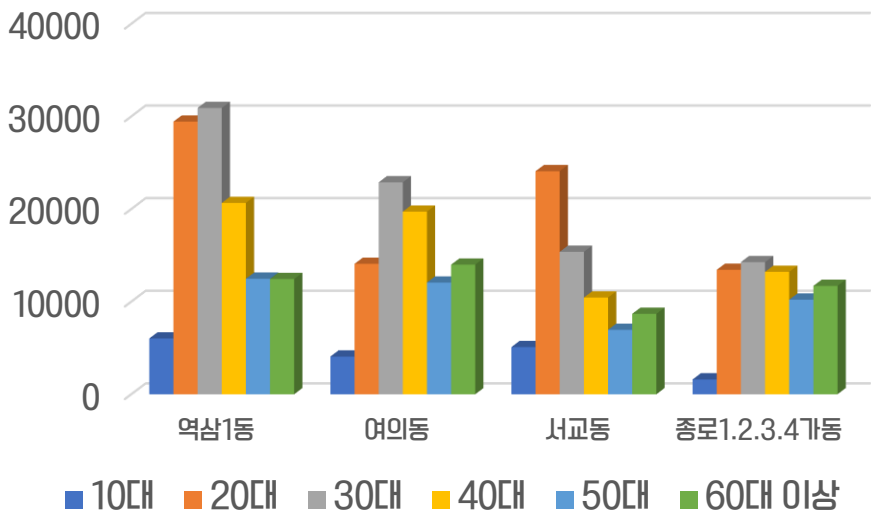


4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 독서 니즈 인구

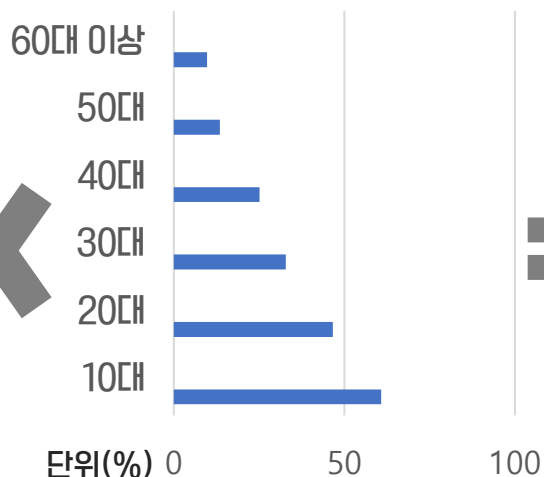
공공도서관 이용률을 활용한 독서 니즈 인구 산출

각 행정구역/연령대별 인구 X 연령대별 공공도서관 이용률 = 독서 니즈 인구

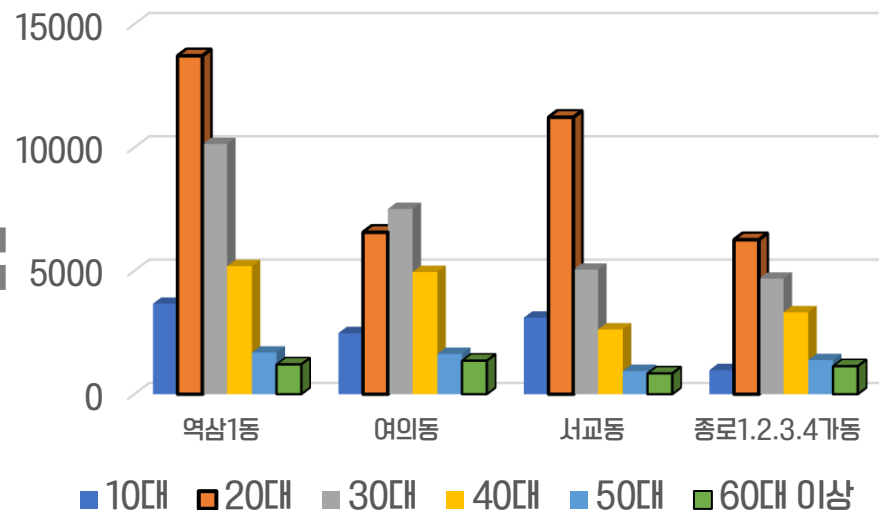
연령대를 고려한 독서 니즈 인구를 산출함으로써 지역 특색을 파악하고 이를 이용해 인구/교통을 고려한 스마트 도서관 입지 선정 실시



<인구 TOP4 행정동의 연령대별 인구>



<연령대별 공공도서관 이용률>

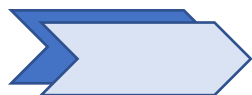


<인구 TOP4 행정동의 연령대별 독서 니즈 인구>

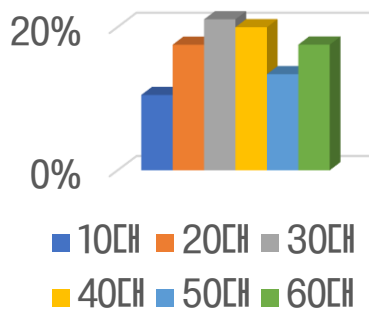
4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 독서 니즈 인구

독서 니즈 인구의 타당성 - 구별 인구 TOP2 (강남, 송파)

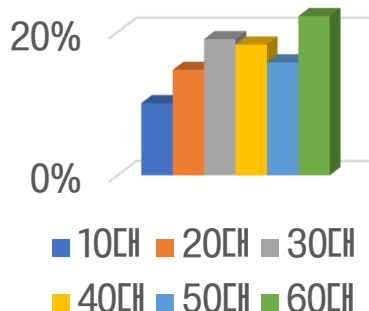
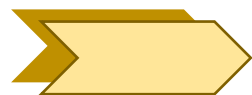
강남 22개 행정동



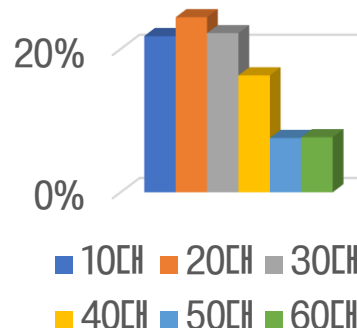
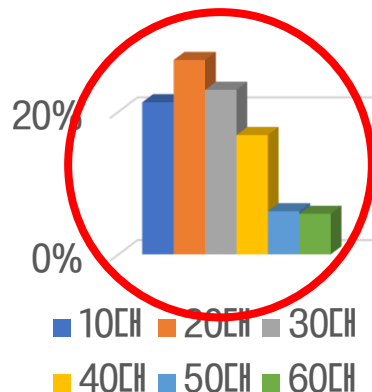
<생활인구 분포>



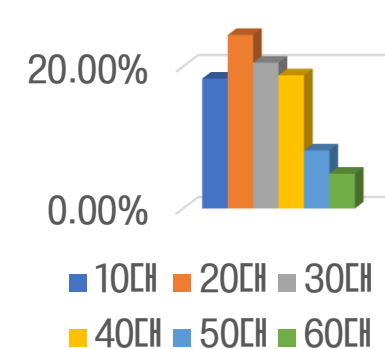
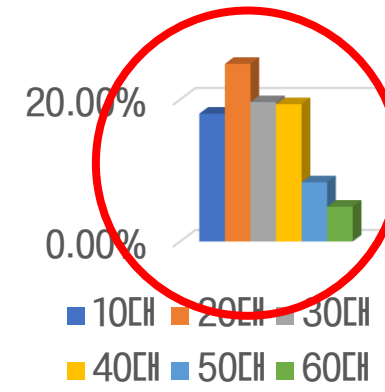
송파 27개 행정동



<독서 니즈인구 분포>



<2019 도서관 연령별 회원추이>



- 독서 니즈 인구의 분포는 20대가 가장 높은 모습을 보이며 실제로 **도서 연령별 회원 추이의 분포와 매우 비슷하다는 것**을 알 수 있다
- 따라서 스마트 도서관 위치 선정 방법에 있어서 독서 니즈 인구의 데이터는 유의미한 효과를 나타낼 것이라 생각된다

4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 위치 선정 알고리즘

독서 니즈 인구를 활용한 스마트 도서관 입지 선정

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

유동인구를 고려한 지하철 역 선정

평가

$$optimize\ area = \min[w_i(\sum x_{ij})] \quad (x_{ij} = i \text{ 행정동과 } j \text{ 행정동의 거리}, w_i = \text{행정동별 인구 가중치})$$



송파구에 대한 예시

잠실6동을 기준으로 나머지 행정동에 대한 거리를 산출한다

[자체 알고리즘 **Optimize Area** - 인구밀집 기반의 행정동 위치 선정]

① 하나의 행정동 안에서 행정동별 좌표를 기반으로 거리를 구한다

거리 좌표 계산 알고리즘 : Haversine Formula

→ 위도, 경도의 거리를 피타고라스 방법을 사용하면 오차가 생기기 때문에 위 알고리즘을 사용하여 거리를 측정

$$\text{hav}(\Theta) = \text{hav}(\varphi_2 - \varphi_1) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \text{hav}(\lambda_2 - \lambda_1)$$

Ex) 잠실 6동의 총 거리 = 잠실6동과 송남2동의 거리 + 잠실 6동과 송파 1동의 거리 + ... + 잠실6동과 거여 1동의 거리

4 스마트 도서관 위치 선정 과정 – 위치 선정 알고리즘

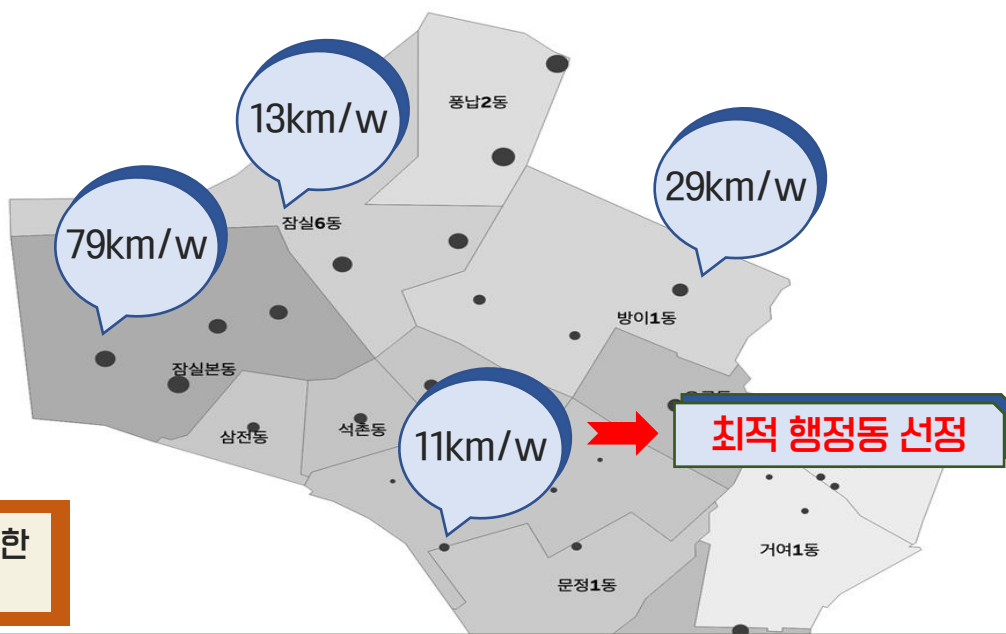
독서 니즈 인구를 활용한 스마트 도서관 입지 선정

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

유동인구를 고려한 지하철 역 선정

평가

$$optimize\ area = \min[w_i(\sum x_{ij})] \quad (x_{ij} = i\text{ 행정동과 } j\text{ 행정동의 거리}, w_i = \text{행정동별 인구 가중치})$$



[자체 알고리즘 **Optimize Area** – 인구밀집 기반의 행정동 위치 선정]

② 독서 니즈 인구를 가중치로 활용하여 산출된 거리에 곱해준다

가중치 = 특정 행정구 행정동의 독서 니즈 인구 비율(%)의 역수
[특정 행정구의 인구가 클수록 작은 가중치를 받게 된다]

$$w_i = \frac{1}{\left\{ \left(\frac{people_i}{\sum people} \right) \times 100 \right\}} \quad , (people_i = i\text{번째 행정동 독서 니즈 인구})$$

③ 1~2를 반복하고 **갱신된 거리(k/w)가 최소가 되는 행정동을 선정**한다

Step1 ▶ 잠실 6동의 인구 = 1, 송파구의 인구 = 10 → 잠실 6동의 가중치 = 1/10

Step2 ▶ 잠실 6동과 나머지 행정동과의 거리에 모두 1/10을 곱해주고 총 거리의 합을 구한다

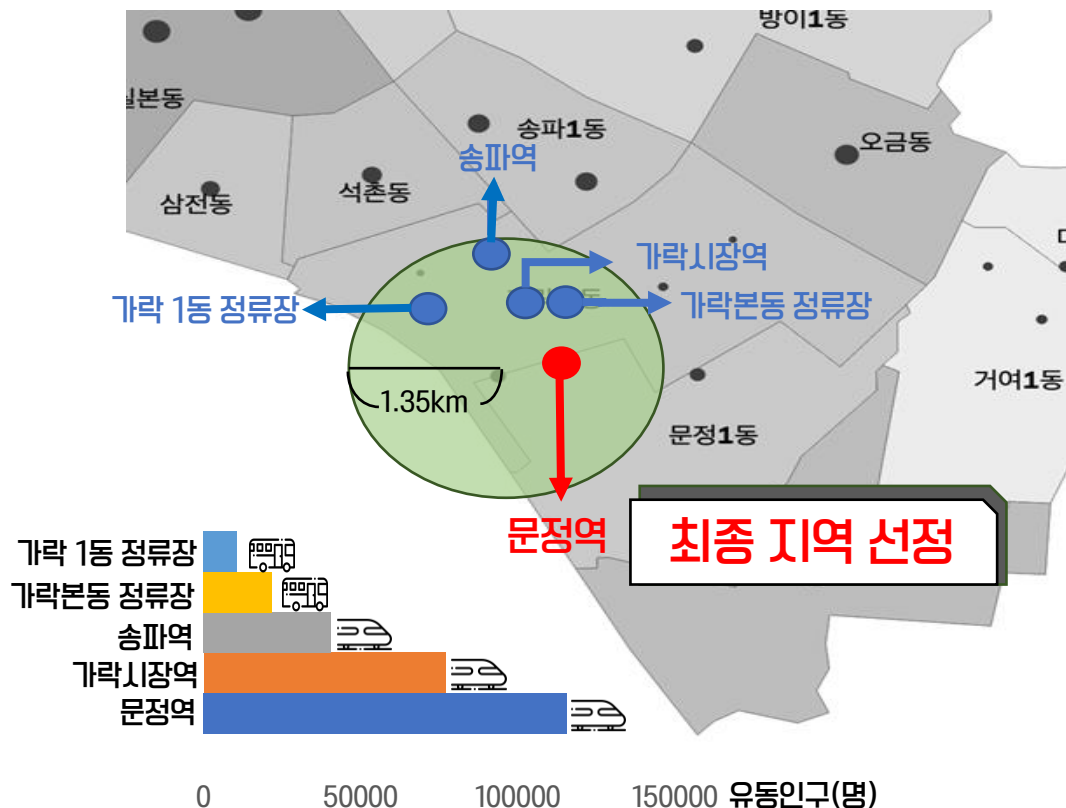
4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 위치 선정 알고리즘

독서 니즈 인구를 활용한 스마트 도서관 입지 선정

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

유동인구를 고려한 지하철 역 선정

평가



[자체 알고리즘 **Optimize Area** - 인구밀집 기반의 행정동 위치 선정]

④ 선택된 행정동의 특정 반경 내에 있는 지하철 및 버스 정류장을 탐색한다

<표 7> 재정립한 위계별 생활권

구분	반경	교통수단	의미 및 범위	기존 생활권
근린 생활권	700m	도보	도보 가능한 근린생활 범위	소 생활권
소 생활권	2km	자전거 마을버스	지역순환교통으로 이용 가능한 범위	중 생활권
중 생활권	5km	승용승합 시내버스	특정 목적을 위한 의도적인 이동 범위	-
대 생활권	9km	지하철	부도심 영향권의 도시규모 서비스 이용 범위	대 생활권

도보 및 자전거/마을버스를 통해서 스마트 도서관을 이용한다고 가정

근린생활권과 소생활권의 평균인 **1.35km**를 반경으로 설정

<가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구, 오병록, 2014>

⑤ 해당 지하철들 중 **출퇴근 시간대 유동인구가 가장 많은 지하철역을 선정**하며 지하철 역이 없을 시 버스 정류장을 선택하여 스마트 도서관 위치 선정을 완료한다

4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 평가

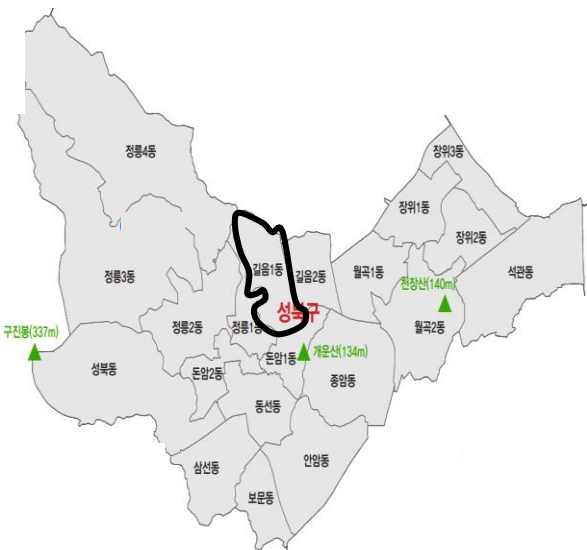
[1] 선정 행정동은 많은 사람들이 이용하기 편한 곳에 위치하였는가?

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

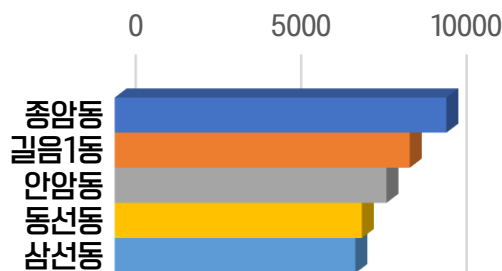
유동인구를 고려한 지하철 역 선정

평가

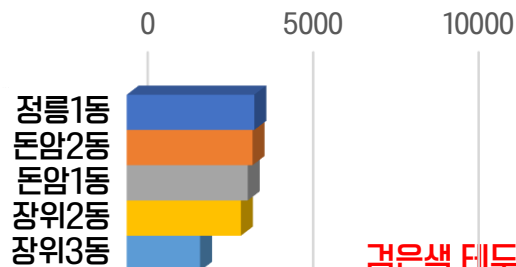
① 성북구 [행정구 중앙에 위치한 경우]



<상위TOP 5 독서 니즈 인구 행정동>



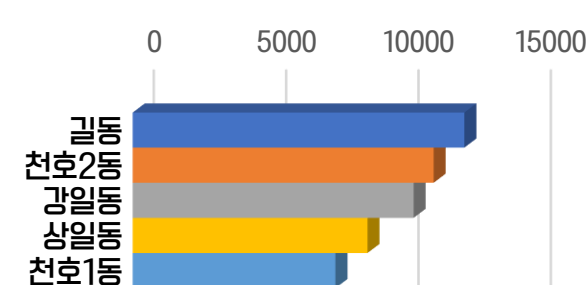
<하위TOP 5 독서 니즈 인구 행정동>



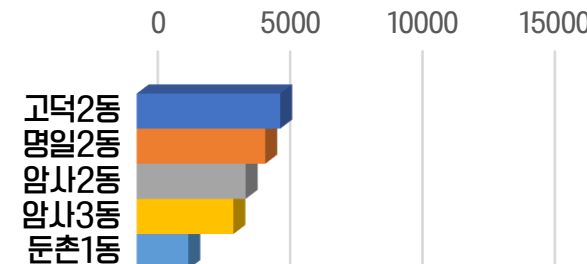
② 강동구 [행정구 외곽에 위치한 경우]



<상위TOP 5 독서 니즈 인구 행정동>



<하위TOP 5 독서 니즈 인구 행정동>



검은색 테두리 = 선정된 행정동

① 성북구 : 중앙쪽에 위치한 길음동, 종암동 등이 독서 니즈 인구가 많으며, 외곽으로 갈수록 적어진다. 아래 부근에 위치한 돈암동이 인구가 적기 때문에 길음1동으로 배정되었다.

② 강동구 : 길동, 강일동 등 오른쪽에 위치한 행정구들이 독서 니즈 인구가 많지만, 마찬가지로 오른쪽에 있는 행정구들이 인구가 낮은 행정구가 많아 천호 2동으로 배정되었다.

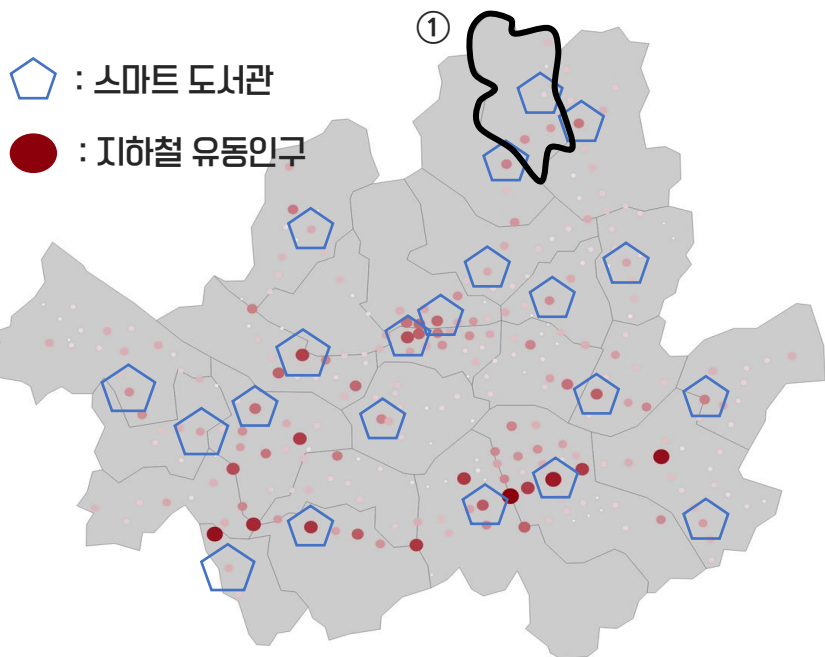
4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 평가

[2] 최종 선정 지역은 유동인구가 활발한 곳인가?

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

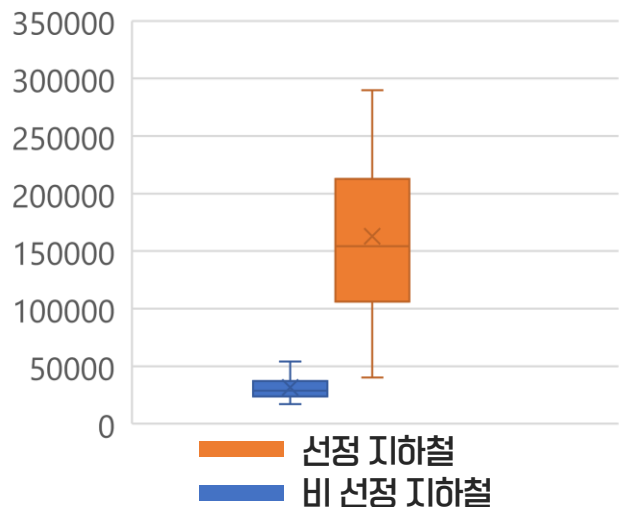
유동인구를 고려한 지하철 역 선정

평가

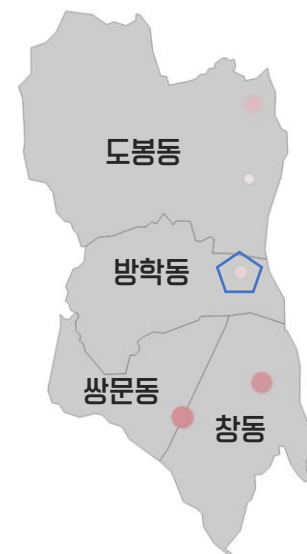


<서울시 지하철 유동인구>

<선정된 지하철역과 그렇지 않은 역의 평균 유동인구>
- 행정구안에서 선정/비선정 별 평균을 구한 후 이를 Box-plot을 통해 비교



① 도봉구 [유동인구가 활발하지 않은 곳에 선정된 경우]



도봉동 방학동
쌍문동 창동

<도봉구 내 독서 니즈 인구 비율>

- ① 첫번째 그래프에서 대부분 유동인구가 많은 지하철역이 선정되었음을 알 수 있다. 실제로 2번째 Box-plot을 보면 선정 지하철역의 유동 인구 평균은 약 15만 명인데 비해, 비 선정 지하철역의 평균 유동인구는 약 3만명이다.
- ② 유동인구가 적음에도 불구하고 선정된 사례가 있다. 대표적인 도봉구는 쌍문동, 창동이 인구가 많지만 압도적으로 많은 비율을 차지하는 것이 아니며 optimize area는 거리도 고려하기에 비교적 중앙인 방학동 근처에 있는 방학역으로 선정되었다.

4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 평가

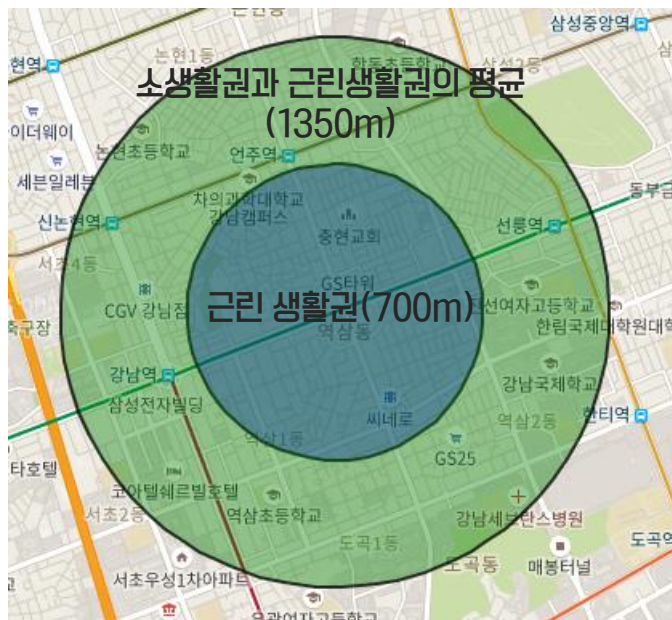
[3] 최종 지역의 생활 환경은 어떻게 되는가?

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

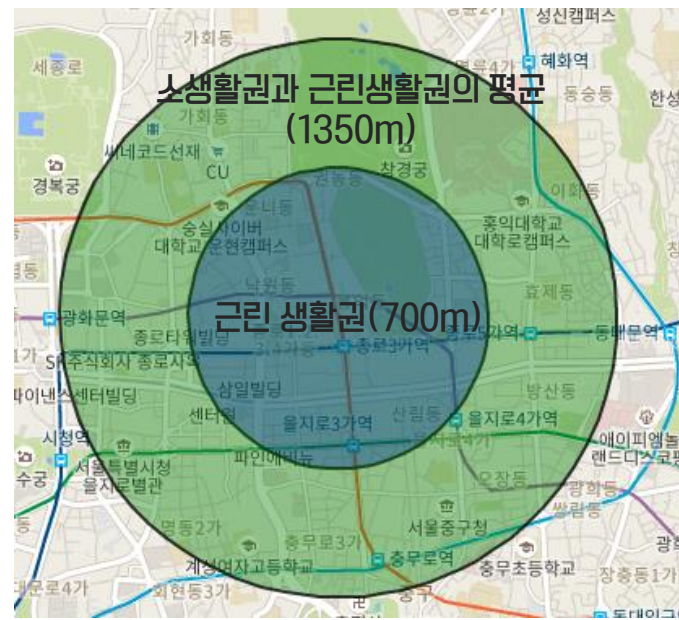
유동인구를 고려한 지하철 역 선정

평가

① 강남구 - 역삼역 [거주 인구가 많은 경우]



② 종로구 - 종로 3가역 [거주 인구에 비해 유동 인구가 많은 경우]



- ① 강남구 : 선정된 지하철역인 역삼역 외 강남역, 선릉역, 언주역이 위치하고 있으며 초등학교 및 고등학교 역시 위치하고 있다.
- ② 종로구 : 거주 인구에 비해 유동인구가 많은 지역인 만큼 많은 환승역이 자리하고 있는 종로 3가역에 위치하고 있다. 또한 1,350m 내에 광화문, 을지로, 충무로 등이 있어 사람들이 평균 걷는 속도인 5km/h로 걸었을 때, 최대 약 15분의 거리를 걸음으로써 스마트 도서관을 이용할 수 있다



4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 최종 선정

최종 선정 지도

가중치를 활용한 좌표 기반 거리 산출

유동인구를 고려한 지하철 역 선정

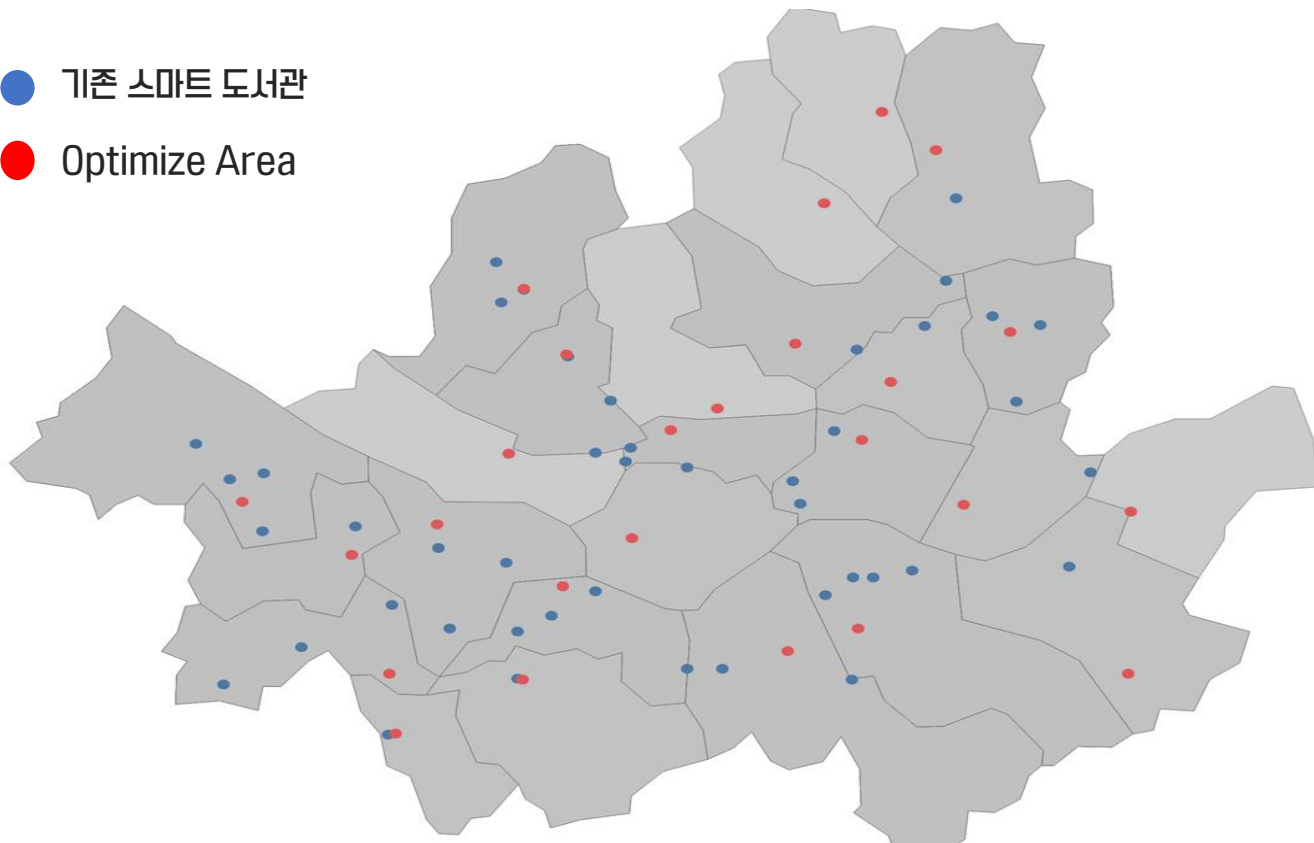
평가

[최종 스마트 도서관 선정 위치]

- ① 각 행정구에 하나씩 배정
- ② 새로운 스마트 도서관이 필요할 경우, 선정된 행정동 외 두번째로 지정된 행정동을 기준으로 재선정

행정구	위치	행정구	위치
광남구	역삼역	동작구	노량진역
강동구	천호역	마포구	홍대입구역
강북구	수유역	서대문구	홍제역
강서구	화곡역	서초구	교대역
관악구	신림역	성동구	왕십리역
광진구	건대입구역	송파구	문정역
구로구	남구로역	양천구	오목교역
금천구	독산역	영등포구	당산역
노원구	노원역	용산구	용산역
도봉구	방학역	은평구	불광역
동대문구	청량리역	종로구	종로3가역
중구	시청역	종량구	상봉역
성북구	성신여대입구역		

- 기존 스마트 도서관
- Optimize Area



<스마트 도서관 최종 위치>

4 스마트 도서관 위치 선정 과정 - 그 외 평가

[그 외 평가]

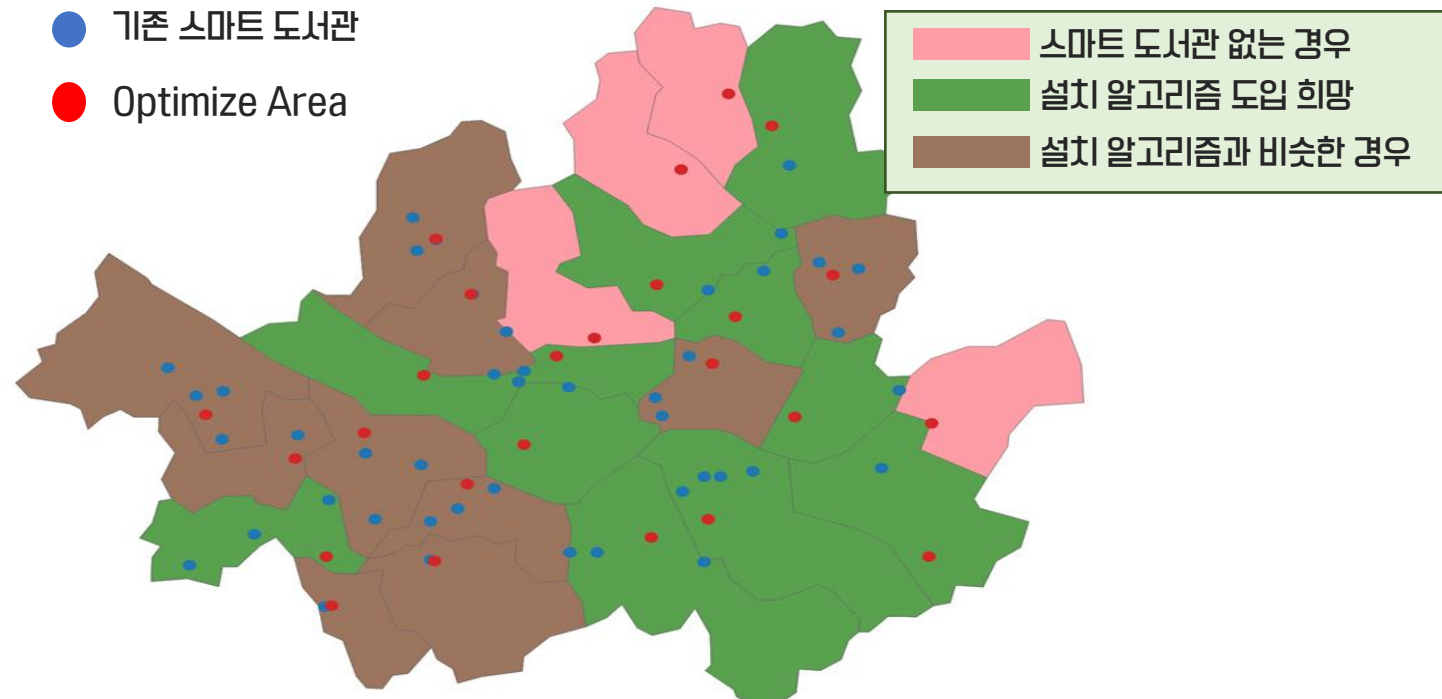
기존 스마트 도서관과 Optimize Area는 겹치는 경우가 있음.

강동구, 강북구, 도봉구, 종로구 같은 경우 최적화된 위치에 **새롭게 스마트 도서관 설치**

금천구, 관악구, 중랑구 등의 지역구는 최적화된 위치와 기설치 위치가 동일한 것을 통해 **설계된 알고리즘과 비교해 알맞게 설치된 곳임을 확인**

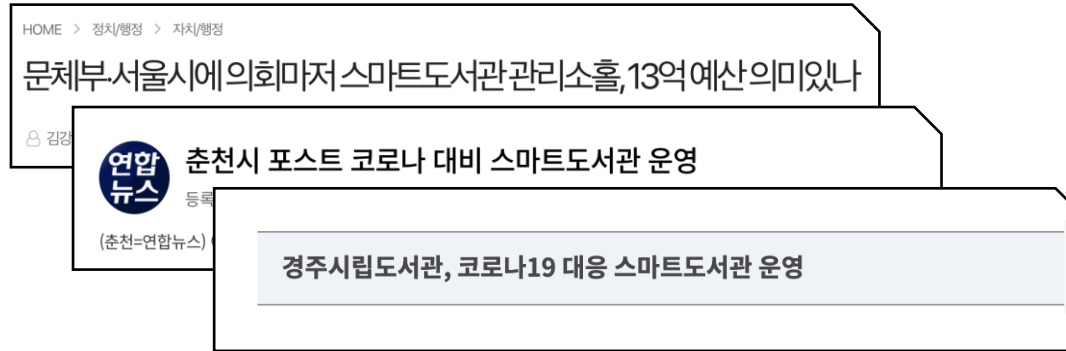
나머지 지역구 강남구, 송파구, 노원구 등은 현재 설치된 위치를 비교했을 때 추후 설치 위치는 **Optimize Area 최적 위치에 추가 설치되어도 좋을 것 같음**

행정구	비고	행정구	비고
강남구	알고리즘 도입 희망	동작구	위치 비슷한 경우
강동구	스마트 도서관 X	마포구	알고리즘 도입 희망
강북구	스마트 도서관 X	서대문구	위치 비슷한 경우
강서구	위치 비슷한 경우	서초구	알고리즘 도입 희망
관악구	위치 비슷한 경우	성동구	위치 비슷한 경우
광진구	알고리즘 도입 희망	송파구	알고리즘 도입 희망
구로구	알고리즘 도입 희망	양천구	위치 비슷한 경우
금천구	위치 비슷한 경우	영등포구	위치 비슷한 경우
노원구	알고리즘 도입 희망	용산구	알고리즘 도입 희망
도봉구	스마트 도서관 X	은평구	위치 비슷한 경우
동대문구	알고리즘 도입 희망	종로구	스마트 도서관 X
중구	알고리즘 도입 희망	중랑구	위치 비슷한 경우
성북구	알고리즘 도입 희망		



5 기대효과

기대 효과



신속성

뉴스 기사처럼 다양한 곳에서 **포스트 코로나에 대비한 비대면 서비스인 스마트 도서관을 활용하려는 곳이 점차 증가**할 것으로 보인다. 따라서 앞의 분석 결과를 근거하여 비대면 서비스인 "스마트 도서관"의 위치를 신속하게 최적화할 수 있음

구별 가장 최적의 위치를 선정하지만, 만약 설치가 되어있거나 현실적으로 **설치가 불가능할 지역을 경우 2순위, 3순위를 탐색하여 신속하게 위치 선정이 가능**하다

범용성

개발한 알고리즘의 "범용성" 및 "확장성"이 뛰어나기 때문에 분석에 고려한 변수 이외에 더 다양한 변수들을 이용하여 위치를 선정할 수 있음. 예를 들어 타지역(춘천, 경주 등) 위치 최적화 또는 코로나 시대에 따라서 변화하고 있는 서비스 방식인 워크스루, 드라이브 스루의 위치 선정시에도 활용 가능

효율성

"스마트 도서관"을 설치하려는 움직임이 점점 높아지고 있음. 이에 따라서 최적화 알고리즘을 통해 설치 위치 선정에 들어가는 시간과 노력(비용)을 절감할 수 있음

스마트 도서관에 대한 예산이 할당되었을 때 부족한 지역구에 설치를 한다던가, 추가적으로 설치가 필요할 때 이를 효율적인 예산 편중을 할 수 있게 할 수 있음. **예를 들어 예산이 할당된 뒤 설치할 장소를 탐색할 때 설치 최적 우선순위에 맞게 설치할 지역을 빠르게 선정**할 수 있음

etc 참고 문헌 및 분석도구


참고 문헌

- 가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구, 오병록, 2014
- 공공도서관 입지 선정 방안에 관한 연구, 한유선, 2002
- 공공도서관 입지선정을 위한 입지모델 구축 및 적용에 관한 연구, 윤정미 · 이신훈, 2008

분석 데이터

데이터	출처	기준년도
서울시 공공도서관 대출량 / 연령대별 회원 분포	도서 정보나루	2020년 7월
서울시 공공도서관 위치 좌표 및 행정구	도서 정보나루	2020년 7월
서울시 스마트도서관 위치	개인 구축	2020년 7월
서울시 지하철/버스 하차인원	서울시 공공데이터	2020년 7월
공공도서관 이용률	KOSIS 국가 통계포털	2019년
서울시 인구 데이터	서울시 공공데이터	2020년 7월
COVID 19 데이터	존스 홉킨스 의대	2020년

분석 도구

- 데이터 전처리 도구 - Python 
- 데이터 시각화 도구 - Tableau 