



공공자전거 활성화를 위한 플랫폼 구축

저자 (Authors)	김도현, 김형선, 우현, 이정훈, 전주환
출처 (Source)	대한산업공학회 추계학술대회 논문집 , 2018.11, 2762-2776(15 pages)
발행처 (Publisher)	대한산업공학회 Korean Institute Of Industrial Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07561599
APA Style	김도현, 김형선, 우현, 이정훈, 전주환 (2018). 공공자전거 활성화를 위한 플랫폼 구축. 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 2762-2776
이용정보 (Accessed)	단국대학교 죽전캠퍼스 220.149.***.10 2021/04/16 17:33 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

제 14회 한국대학생 “산업공학” 프로젝트 경진대회

공공자전거 활성화를 위한 플랫폼 구축

- 성남시 공공자전거의 자전거 및 거치대 수와 초기 거치대 최적입지 계획



소속 : 경기대학교 산업경영공학과

팀 명 : COME ON RIDER

저자명

김도현
김형선
우현
이정훈
전주환

Contents

탄천을 따라가면 성남이 보인다

시민이
행복한 성남



출처 : 성남시 푸른도시사업소

I 서론

2 본론

3 결론

1-1. 연구 배경

1-2. 연구 목적

2-1. 자전거 수 할당 모델

2-2. 초기 최적입지 모델

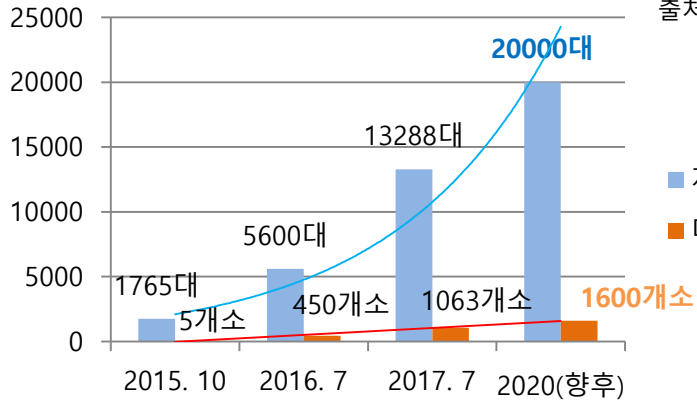
3-1. 연구내용 정리 및 기대효과

3-2. 향후 발전계획과 고려사항

1-1. 연구 배경

서울시 따릉이

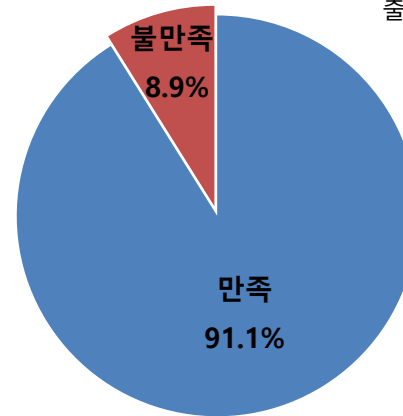
[1-1.1] 서울시 공공자전거 따릉이 도입 로드맵



출처 : 서울시 따릉이 홈페이지

- 2020년(향후) 서울시 따릉이의 자전거 수 총 20000대를 목표 (인구 10000명 당 자전거 수 20대)

[1-1.2] 만족도 조사



출처 : 서울특별시의회 정책연구자료

- 서울시민 2,500명을 대상 '2017 공유도시 정책 인지도 조사'에 따릉이 만족도 = 91.1%

- 인지도 및 만족도 측정결과 공유도시 정책 중 1위 (이점 : 시민들의 도심 내 이동성을 향상)

세종시 어울링

[1-1.3] 세종시 어울링 추천 하이킹 코스

- 녹색환경 도시와 하이킹 코스 등 자전거 이용에 적합한 세종시 어울링
- 뉴어울링 제도
· 일반자전거 거치대에서 대여·반납이 가능



[세종시 하이킹 코스 예시 1,2] 출처 : 세종시 어울링 홈페이지

1-1. 연구 배경

성남시 자전거 이용 활성화를 위한 탄천 환경



[탄천 5코스]



[탄천 자전거 다리]

출처 : 성남시 푸른도시사업소

- 탄천 산책로 및 자전거도로 길이 = 50.8km(연장 진행 중)
- 탄천 5코스에는 12곳의 자전거 공기주입소를 비롯해 곳곳에 음수대와 탈의실 등 편의시설을 구비
- 탄천 건너편으로 자전거를 오갈 수 있는 전용 다리 설치됨

성남시 자전거 이용 활성화를 위한 복지

○ 찾아가는 자전거 정비소

- 이용기간 : 2018. 7. 2 ~ 2018. 10. 31(일,공휴일 제외)
- 이용시간 : 10:00 ~ 16:30 (점심시간 12:00 ~ 13:00)

○ 야탑동 고정식 자전거 정비소

- 이용장소 : 야탑동 만나교회 뒤 공터
- 이용기간 : 2018. 7. 2 ~ 2018. 10. 31(일,공휴일제외)
- 이용시간 : 10:00 ~ 17:00 (점심시간 12:00 ~ 13:00)

[성남 자전거 고정식·이동식정비소 시스템] [성남시민 의무 자전거보험]

출처 : 성남시청 홈페이지



기존 성남시 공공자전거 도입 추진 결론

연합뉴스

성남시 무료 공공자전거 도입 추진

기사입력 2013-09-18 09:51 | 스크린 | 본문듣기 | 설정

공감 댓글

(성남=연합뉴스) 김경태 기자 =성남시가 공공자전거 시스템을 도입해 운영하는 방안을 추진하고 있다.

성남시는 친환경 교통수단 활성화를 위해 시민에게 무료 대여하는 공공자전거의 도입을 위한 타당성 조사 연구용역을 진행하고 있다고 18일 밝혔다.

이에 따라 용역수행기관인 한국교통연구원은 10월까지 국내 운영현황, 이용여건 및 실태, 사업방식, 비용추정, 후보지, 단계별 사업규모 등에 대한 분석을 진행 중이다.

시는 자동차 중심에서 탈피해 자전거 이용 수요가 증가하는데다 주차난 및 교통혼잡 해소, 지역경제 활성화 차원에서 자전거 이용 확대가 필요하다고 보고 있다

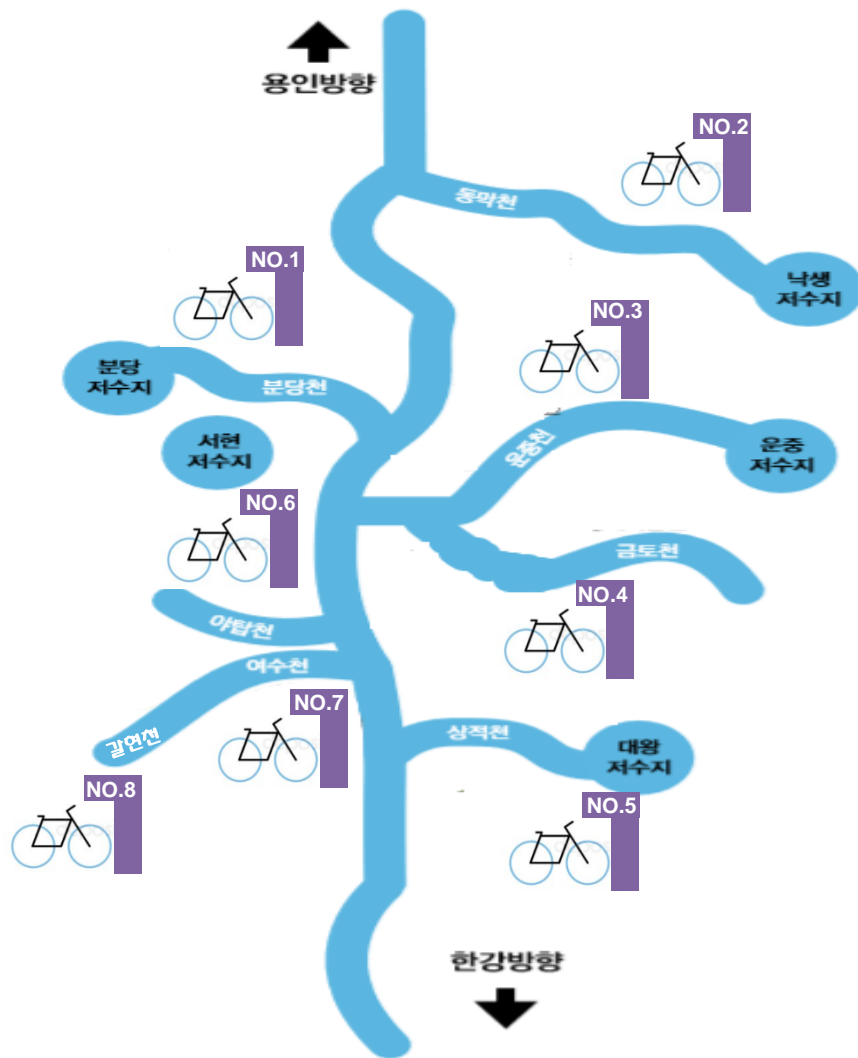
출처 : 연합뉴스 홈페이지

- 2013.9 기사에 따르면 성남시 공공자전거 도입에 관한 분석을 실시함.

- 한국교통연구원에서 진행해왔지만 현재에도 성남시청에 관련 자료 없음

자전거 이용 활성화 환경과 복지가 이미 잘 갖추어진
성남시에 공공자전거의 적극적 도입 필요

1-2. 연구 목적



출처 : 성남시 푸른도시사업소

연구 목적

본 연구에서는 공공자전거 사업 플랫폼을
기존 자전거 이용 활성화 환경과 복지가 잘 마련되어 있는
성남시에 구축하기로 한다.

이를 위해,

1. 이용건수에 따른 탄천 별 자전거 수 및 거치대 수를 할당
2. 초기 최적입지 모형을 수립

탄천 경로 중심의 성남시 공공자전거

- 성남시 탄천 별 자전거 수 및 거치대 수 할당
 - 서울시 따릉이 이용건수 데이터를 활용
- 탄천(8개 하천) 경로 중심 입지 계획 선정
 - [1-1.3] : 세종시 어울링 추천 하이킹 코스와 유사하게
성남시 탄천을 중심으로 거치대 선정

2-1. 자전거 수 할당 모델 : DATA MINING

DATA MINING

① 개념

많은 데이터 가운데 숨겨져 있는 **유용한 상관관계**를 발견하여, 미래에 실행 가능한 정보를 추출해 내고 의사 결정에 이용

② 목적



- 서울시 따릉이의 거점 요인에 따른 이용건수 데이터를 기준으로 DATA MINING 구축 절차에 따라 수집과 분석 및 모델을 적용
- 최량 부분 집합분석, 회귀분석, 부분 최소 제곱법(PLS)을 이용하여 성남시의 이용건수를 예측하고 이용건수 비율로 **탄천 별 자전거 수 및 거치대 수 할당**

※ 서울시 따릉이의 거점 요인은 **지하철 출입구, 버스정류소, 주택 세대 수, 관공서, 학교, 은행** 등 생활 내 통행장소

[2-1.1] 기본 가정사항

- 1) 서울시 따릉이 데이터의 경우 **이용이 활발한 상위 5곳의 구**를 기준으로 동 별로 세분화한 데이터
(상위 5곳의 구 = 종로구, 용산구, 마포구, 영등포구, 광진구)
- 2) 자료는 모두 **2017년을 기준으로 공공데이터 통계 Set**을 이용
- 3) 성남시 이용건수를 예측하여 이용건수 비율로 탄천 별 자전거 수 할당을 할 때, **자전거 수가 10대 미만이면 입지 선정 시 제외**
- 4) 서울시 따릉이 초기 배치대수[1-1.1]를 기준으로 인구를 비례하여 **초기 자전거 수 200대로 산정**
- 5) 거치대의 수용능력은 평균적으로 자전거 10대로 하며, **따릉이 거치대 수 20대로 산정**

2-1. 자전거 수 할당 모델 : DATA MINING

데이터 모델링

STEP1. 데이터 수집

- 서울시 동 별 자료를 대상 데이터로 선정
- 항목 중 종속변수Y와 9개의 독립변수X를 선정하고 데이터를 분석 실시

STEP2. 데이터 전처리

- 정규분포를 통한 이상치 제거 ($\pm 3\sigma$)

· DATA SET

변수	변수명	구분
Y	이용건수	수치형
X1	관공서	수치형
X2	고등학교	수치형
X3	은행	수치형
X4	버스 정류장	수치형
X5	주택 세대 수	수치형
X6	지하철역 출입구	수치형
X7	인구	수치형
X8	편의점	수치형
X9	병원	수치형

거점 내 생활 통행장소 요인

임의 추가 요인

STEP3. 최량 부분 집합을 통한 변수설정

변수	R-제곱	R-제곱 (수정)	Mallows Cp	S	인구	편의점	지하철역 출입구	버스 정류소	주택 세대 수	관공서	고등학교	은행	병원
1	34.9	33.5	14.1	25051									
2	26.7	25.0	21.4	26591									
3	40.8	38.1	11.0	24156									
4	38.3	35.5	13.2	24671									
5	47.9	44.3	6.7	22922	X	X			X				
6	45.4	41.6	8.9	23467	X	X			X				
7	53.7	49.3	3.6	21866	X	X			X	X			
8	52.2	47.6	5.0	22232	X	X			X	X			
9	56.6	51.3	3.1	21425	X	X	X	X	X	X			
10	54.2	48.6	5.2	22013	X	X	X	X	X	X			X
11	56.9	50.5	4.8	21615	X	X	X	X	X	X		X	X
12	56.7	50.2	5.0	21670	X	X	X	X	X	X		X	X
13	57.6	49.9	6.3	21730	X	X	X	X	X	X		X	X
14	57.0	49.3	6.7	21869	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	57.8	48.9	8.0	21948	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	57.6	48.7	8.2	21994	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	57.9	47.6	10.0	22230	X	X	X	X	X	X	X	X	X

변수가 5개일 때 가장 최적

(이때, 설정된 5개의 변수는
인구, 편의점, 버스 정류소, 주택 세대 수, 관공서)

※ Cp는 최소지만 R-제곱의 경우 변수가 9개일 때 최대
하지만 실제 모델 구축 시 변수의 개수가 늘수록
데이터 분석비용 문제가 생기므로 변수 5개로 선정

2-1. 자전거 수 할당 모델 : DATA MINING

데이터 모델링

STEP4. 회귀식 도출

회귀 분석: 이용건수 대 인구, 편의점, 버스 정류소, 주택 세대 수, 관공서

회귀 방정식

이용건수 = - 6809 - 2.07 인구 + 820 편의점 + 565 버스 정류소 + 5.52 주택 세대 수 + 1276 관공서

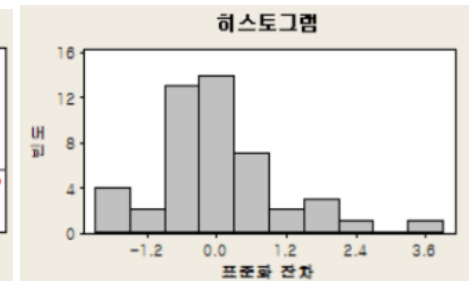
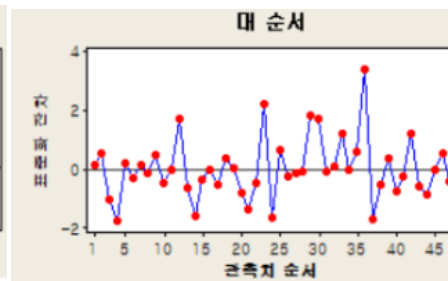
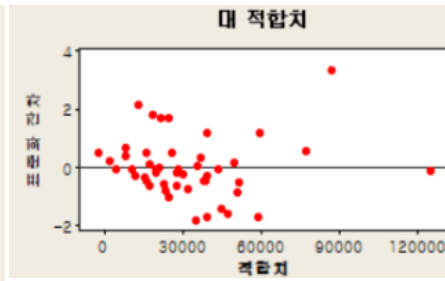
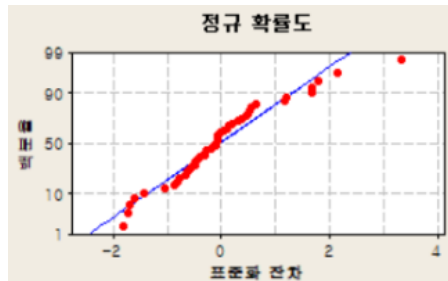
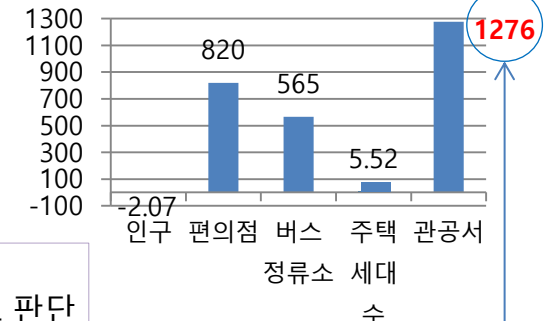
예측 변수	계수	계수 SE	T	P
상수	-6809	6918	-0.98	0.331
인구	-2.0674	0.5913	-3.50	0.001
편의점	819.9	205.4	3.99	0.000
버스 정류소	564.9	274.8	2.06	0.046
주택 세대 수	5.520	2.310	2.39	0.022
관공서	1275.6	769.3	1.66	0.105

S = 21424.8 R-제곱 = 56.6% R-제곱(수정) = 51.3%

- 관공서 변수는 P-value > 0.05 이지만(관공서 P-value = 0.105), 부분 최소 제곱분석을 이용한 PLS계수에서 가장 높은 값을 가지기 때문에 유의하다고 판단
- PLS계수 기준 관공서>편의점>버스 정류소 순으로 설명력이 높음

추정 회귀식

$$Y = -6809 - 2.07 * \text{인구} + 820 * \text{편의점} + 565 * \text{버스 정류소} + 5.52 * \text{주택 세대 수} + 1276 * \text{관공서}$$



잔차 분석을 통한 결과 이상 없음

회귀식이 타당하다고 볼 수 있음

2-1. 자전거 수 할당 모델 : DATA MINING

데이터 모델링

STEP5. 데이터 추정 및 모델 적용

- 성남시 5개 요인의 각 데이터를 추정 회귀식에 대입하여 이용건수 추정
- 이용건수 비율에 따라 8개 하천[1-2.1]에 자전거 할당 시 상적천, 금토천은 자전거 수 10대 미만 => 입지 선정 시 고려 제외[2-1.1]
- 두 하천을 제외한 나머지 하천 6곳에 자전거 대수 및 거치대 수 할당

	인구	편의점	버스 정류소	주택 세대 수	관공서	이용건수 Y추정	이용건수 비율	자전거 할당	반올림 자전거 대수	거치대 할당	반올림 거치대 할당
운중천	46,375	59	97	16,152	20	115,059	0.0597	11.9462	12	1.1946	1
동막천	101,657	68	125	37,726	12	132,706	0.0689	13.7784	14	1.3778	1
여수천	225,747	275	270	103,633	78	575,527	0.2988	59.7549	60	5.9755	6
갈현천	227,353	233	308	99,447	52	502,950	0.2611	52.2195	52	5.2220	5
야탑천	160,102	133	205	60,132	39	268,358	0.1393	27.8626	28	2.7863	3
분당천	189,500	140	261	75,627	40	331,692	0.1722	34.4384	34	3.4438	3
합계	950,734	908	1,266	392,717	241	1,926,290	1.0000	200	200	20	19

※ 초기 거치대 수를 20대로 가정하였으나, 반올림한 결과에 따라 총 거치대 수 19대를 탄천 별 할당

탄천	자전거 수	거치대 수	거치대 당 자전거 수용대수
운중천	12	1	12
동막천	14	1	14
여수천	60	6	10
갈현천	52	5	11
야탑천	28	3	10
분당천	34	3	12
합계	200 대	19 개	

· 탄천 별 추정 이용건수에 따른 비율로 할당

- 탄천 별 특정 중요 요인에 초점을 맞춘 체계적 입지 선정이 가능할 것으로 예상

· 거치대의 자전거 수용대수 유연화

- 거치대 수나 단위 당 자전거 수용대수를 조정해 최적입지 모형에 근사한 모델 구축가능

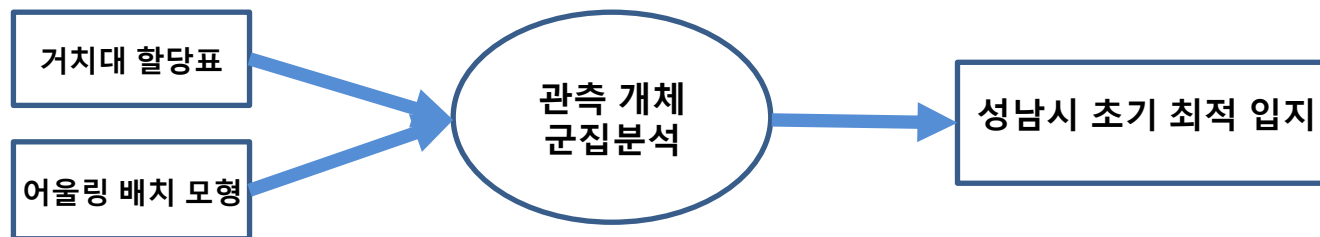
2-2. 초기 최적입지 모델 : 관측 개체 군집분석

관측 개체 군집분석

① 개념

변수 또는 개체(item)들이 속한 모집단 또는 범주의 사전정보가 없는 경우에, 관측 값들 사이의 거리(또는 유사성)를 이용하여 변수 또는 개체들을 몇 개의 군집으로 나누는 분석

② 목적



[1-1.3] : 세종시 어울링 추천 하이킹 코스와 [2-1.3] 거치대 할당표를 이용하여 Minitab을 활용한 관측 개체 군집분석을 통해 거치대 초기 최적입지 모델 구축

기본 가정사항

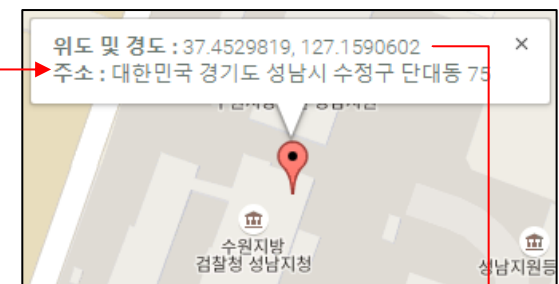
- 1) 관측 개체 군집분석을 실행할 때 군집을 형성하는 연결 방법으로 각 군집의 영향권을 보여주기 위해 중심 연결법으로 설정
- 2) 관측 개체 군집분석의 군집 척도는 거리로 지도상의 점 대 점의 거리를 직선으로 계산하기 위해 유클리드 거리로 설정
- 3) 관공서 중 군부대, 지진대피소는 소속인원과 장소의 특수성으로 초기 최적 입지 시 왜곡된 결과를 보여줄 가능성이 있으므로 제외

2-2. 초기 최적입지 모델 : 관측 개체 군집분석

데이터 모델링

STEP1. 데이터 수집

- [2-1.2] : PLS 분석 계수도에서 얻은 관공서를 초기 입지 결정 요인으로 결정
- 하천 별 관공서의 거리를 측정하기 위해 네이버 지도의 관공서 지번 주소를 위도(X)와 경도(Y)의 데이터로 변환
- 6개의 하천에서 총 241개의 데이터 확보



여수천 위도	여수천 경도
37.4673143	127.1277451
37.4529819	127.1590602
37.4541049	127.1604921

STEP2. 데이터 분석

관측 개체 군집 분석

변수 또는 거리 행렬(V): 여수천위도, 여수천경도

연결 방법(L): 중심

거리 척도(D): Euclid

☐ 변수 표준화(I)

최종 분할 지정 기준

☒ 군집 수(N): 6

☐ 유사성 수준(J):

☐ 덴드로그램 표시(H) 사용자 정의(C)...

선택

- [2-1.3] 탄천 별 거치대 할당표에 따라 하천 별 거치대 수를 분석 군집 수로 설정

변수	군집1	군집2	군집3	군집4	군집5	군집6
위도	37.463	37.443	37.462	37.452	37.443	37.463
경도	127.127	127.138	127.141	127.158	127.056	127.168

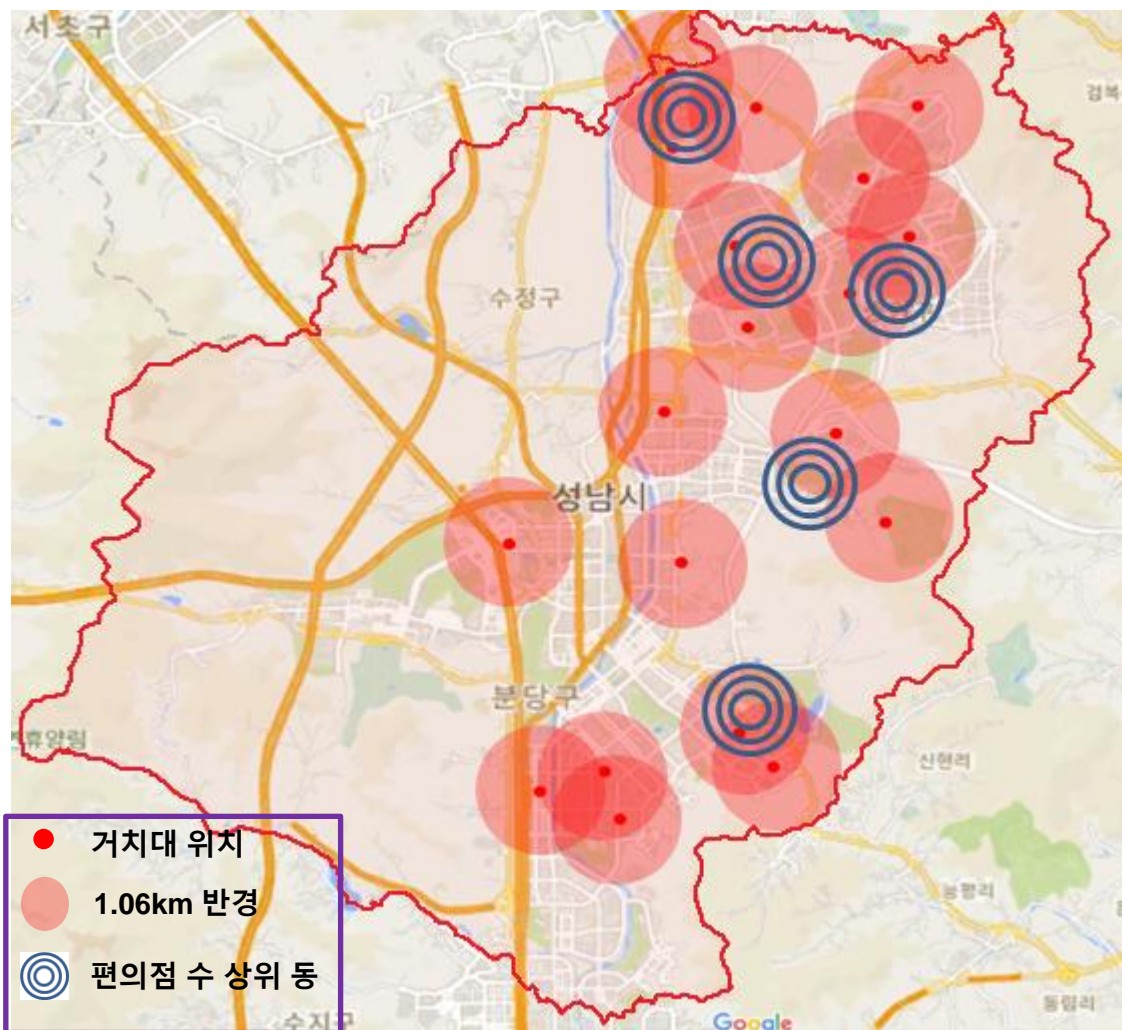
여수천 모델 설정 화면

여수천 최종 군집 결과

2-2. 초기 최적입지 모델 : 관측 개체 군집분석

데이터 모델링

STEP3. 시각화



단위 : km

하천	거치대까지의 평균 최단 거리
전체	1.06
운중천	1.340137
동막천	1.928013
여수천	0.572510
갈현천	0.616842
야탑천	1.041101
분당천	0.858463

- 성남시 지도에 19개의 거치대 위치를 점으로 표시하여 시각화
- 위 표는 관공서와 가장 가까운 거치대 사이의 평균 거리를 하천 별로 구해본 결과를 표시
- 이를 근거로 거치대 위치에서 **1.06km 반경**을 표시하여 각 거치대의 영향 시각화
- [2-1.2] : PLS 분석 계수도에서 2번째 중요요인인 편의점을 기준으로 압축분석 후 지도에 표시(관공서의 영향권과 겹침)

→ 성남시의 주요 지점 주변에 거치대가 고른 분포를 가짐을 알 수 있음

2-2. 초기 최적입지 모델 : 관측 개체 군집분석

데이터 모델링

STEP4. 탄천 5코스 도입



성남시 탄천 5코스 배치안

출처 : NAVER 지도



현재 세종시 어울링 현황

출처 : NAVER 지도

- 성남시 탄천 5코스 중 한 코스를 확대하여 배치된 거치대를 표시
- 세종시 어울링과 같이 하천 및 주요 시설 주변에 고르게 거치대가 배치 되어있다는 것을 알 수 있음
- 향후 사업 확대 시, 하천을 따라 거치대가 증가할 것으로 예측

3-1. 연구내용 정리 및 기대효과

연구내용 정리

- **DATA MINING을 통한 탄천 별 자전거 및 거치대 수 할당 모델 연구**
 - 이용건수를 추정 회귀식으로 산정하고 이용건수 비율에 따른 자전거 및 거치대 수를 할당
- **관측 개체 군집분석을 통한 초기 최적 입지 모델 연구**
 - 할당된 거치대 수를 바탕으로 중요 요인인 관공서를 기점으로 초기 최적 입지 구축
- **시각화를 통한 초기 최적입지의 탄천 5코스 배치안**
 - 위성지도 상에서 초기 최적입지 모델로 가상 배치결과 하천 및 주요시설과 인접한 배치도

기대효과

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">· 사회적 측면<ul style="list-style-type: none">- 주변 타 지역과도 교류 가능한 공공자전거 사업 확대가능- 공공사업으로서의 시민 만족도 증가- 성남시 공공자전거 구축 관련 부서의 도입 절차 단순화- 2020년 건강대표도시로의 목표 달성 및 이미지 제고 | <ul style="list-style-type: none">· 환경적 측면<ul style="list-style-type: none">- 탄천을 중심으로 건강과 관광을 동시에 누릴 수 있는 즐거움- 친환경 교통수단으로서의 부가적 이익 |
|--|---|

3-2. 향후 발전계획 및 고려사항

향후 발전계획

1. 환경적, 심리적 등 비정형 요인들을 추가적으로 고려하여 최적의 자전거 및 거치대 수 산정
2. 실제 거치대 종류 및 디자인을 고려하여 하천별·동별 수요에 맞는 거치대 자전거 수의 차별화
3. 공익적 측면을 위해 초기에 낮은 영향력으로 인해 제외된 지역 주민들을 위한 추가 배치 방안
4. 거치대까지의 평균 거리인 1.06km의 영향권 범위를 서울시 따릉이의 최종 목표인 300m 로 감소

고려사항

1. 비정형 요인 분석

측정할 수 없거나 기준이 없는 데이터를
분석 및 평가할 수 있는가

2. 공공자전거의 수요 지속성

실제 공공자전거 도입 시에
투자 대비 수요의 지속이 가능한가

3. 공공자전거의 안전과 보안

도입 후 지속적 운영을 위한 추가적인
안전 대책과 보안시스템이 마련되는가