#1

안녕하세요, 2024 환경데이터 활용 및 분석 공모전에 참가한 환파주의보 팀의 발표자 노지연, 박지훈입니다. 저희는 ‘MCLP를 활용한 도시양봉 공원 선정 및 B라인 구축’을 주제로 공모전에 참가하였습니다.

#2

오늘 저희는 프로젝트 배경부터 분석 프로세스, 사용 데이터 및 지표에 대해 먼저 소개드린 뒤, 이어 분석 내용과 기대효과, 결론 및 향후 과제에 대해 말씀드리며 발표를 마무리 지어보고자 합니다.

#3

최근 몇 년간 꿀벌군집붕괴현상이 전 세계적으로 발생하고 있으며 국내에서도 꿀벌 실종 문제가 심각한 수준이라는 점, 다들 알고 계신가요?

꿀벌은 수분을 담당하는 수분 매개체로서 큰 역할을 하고 있습니다. 특히 세계 식량의 90%를 차지하는 100대 농작물을 기준으로 꿀벌 수분에 의존하여 열매를 맺는 작물은 71%나 된다고 합니다. 이처럼 꿀벌의 개체수 감소는 작물 생산에 직접적으로 영향을 미치며, 장기적으로는 식물 생태계와 생물다양성 보존에 악영향을 미치는 심각한 문제라고 볼 수 있습니다.

이에 저희는 꿀벌의 보전과 개체수 증가를 위한 방안을 고민하던 중, 도시화로 인하여 생태계가 단절된 도시, 특히 ‘서울시를 기준으로 도시양봉을 활성화시켜보면 어떨까’라는 생각을 하게 되었습니다. 이후 여러 차례 논의를 거쳐 ‘양봉에 적합한 도시공원을 선정하고, 이를 꿀벌 생태통로인 B라인을 이용해 이음으로써 최종적으로는 도시 전체의 생태계를 연결시켜보자’라는 목표를 가지고 분석을 진행하게 되었습니다.

#4

저희 팀의 분석 프로세스는 전처리 및 EDA, 모델링, B라인 구축으로 이루어져 있습니다.

#5

먼저 사용 데이터 및 지표에 대해 말씀드리겠습니다. 저희가 사용한 지표는 크게 인구 및 공간 정보, 기상 및 환경 정보, 생태 정보로 나눌 수 있습니다. 화면에 보이시는 데이터를 포함하여 총 16개의 데이터셋을 분석 과정에서 활용하였으며, 이후 분석 내용을 말씀드리며 핵심 지표들에 대해 살펴보도록 하겠습니다.

#6

데이터 분석의 시작인 데이터 전처리 및 EDA 과정입니다. 시간 관계상 EDA 내용을 위주로 말씀드리도록 하겠습니다. 먼저 현존식생 데이터인데요, 식생이란 어떤 지역의 식물 집단을 나타내는 단어로써 꿀벌의 먹이 환경과 밀접한 연관이 있습니다.

저희는 구별 현존식생 면적 합계를 계산하여 상하위 3개 구를 선정하였고, 두 그룹의 분포를 시각화를 통해 비교해보았습니다. 그 결과, 현존식생 면적은 골프장, 논과 같은 특정 토지 유형에 큰 영향을 받은 것을 알 수 있었습니다.

#7

다음으로 저희가 참고한 논문을 기반으로 꿀벌 관련 환경 변수들을 좌표 데이터를 이용해 시각화해보았습니다.

먼저 현존식생과 꿀벌 출현 좌표를 시각화하였는데요, 가장 좌측 그림이 서울시 현존식생 면적을 시각화한 것이며, 하천 데이터를 제외하고 다시 시각화해본 현존식생 면적은 가운데 그림과 같습니다. 가장 우측은 꿀벌이 출현한 관측 지점들을 서울시 지도 위에 좌표 시각화를 통해 나타내본 것입니다.

#8

다음 이미지들은 건물 층수와 건폐율을 시각화한 자료입니다. 건폐율은 대지면적에 대한 건축면적의 비율로, 건폐율이 높을수록 땅에 건물이 빼곡히 들어서 있다고 볼 수 있습니다. 저희는 각 지표의 평균값을 구한 뒤 구별 중심좌표를 찾아 지도에 수치도 나타내보았습니다.

모델링 내용부터는 다음 발표자 분께서 이어 발표해주시겠습니다.

#9

이어 저희는 본격적인 모델링을 진행하였습니다. 공원 선정을 위해 서울시 공원데이터 및 읍면동 공간데이터를 사용하였으며, 양봉 꿀벌의 비행 가능 거리인 2km를 기준으로 커버 범위를 계산하였습니다.

#10

저희는 MCLP 방법을 토대로 약간의 수정을 거친 모델링을 진행하였습니다. MCLP 방법은 제한된 수의 지점과 시설물의 개수로 지역 수요를 최대한 커버할 수 있는지 파악하기 위한 입지 선정 모델링 방법입니다.

이 알고리즘을 저희 분석에 대입시켰을 때의 절차는 가장 많은 중심점을 커버할 수 있는 공원을 선정하는 데에서 시작됩니다. 이후 선택된 공원의 버퍼와 겹치는 공원을 제외하여 중심점을 커버하는 효과를 계산하고, 중심점의 점수 합계를 계산하여 가장 높은 점수를 얻은 공원을 선택하여 거점을 선정합니다.

#11

저희는 우선 MCLP방법만을 활용하여 2km범위를 커버하는 최적의 공원 거점을 선정해보았습니다. 그 결과는 좌측에 보이는 이미지와 같으며 여기서 붉은 점이 선정된 거점 공원이며, 원은 거점으로부터 꿀벌이 이동가능한 2km 범위를 나타냅니다.

그러나 기존 MCLP 방식의 단점은 환경적 중요도를 반영하지 않고 동일한 가중치로 입지를 선정하는데 있습니다. 이에 저희는 각 변수의 가중치를 계산하여 해당 모델에 적용시켜 보기로 하였습니다.

#12

저희가 사용한 변수는 14개로 다음과 같습니다. 논문 및 선행연구 자료를 기반으로 양봉꿀벌의 출현가능성 지표를 중요도로 활용하였으며, 제시된 수치들을 가중치로 선정했습니다. 이 외의 자료는 엔트로피 방법을 사용하여 가중치를 적용했습니다.

#13

최종적으로 전체 가중치를 합산하여 다음과 같은 가중치를 도출해냈고, 해당 가중치를 적용하여 지역별 Score를 계산했습니다. 또한 변수마다 Scale이 상이하여 MinMax Scale 방법을 통해 범위를 조절했습니다.

#14

해당 점수를 활용하여 MCLP를 다시 적용했고, 최종 선정된 공원은 다음과 같습니다. Elbow 기법을 사용하여 공원의 개수를 선정하려 했지만 서울시의 면적을 제대로 고려하지 못했고, 저희가 직접 면적과 2km의 버퍼를 고려하여 계산한 결과 30개에 가까운 값이 나왔기에 총 30개의 공원을 선택하게 되었습니다.

#15

저희는 MST 방법을 사용하여 B라인을 구축했습니다. 이 방법은 그래프 내의 모든 점을 포함하여 간선들의 가중치 합이 최소가 되도록 이어주는 알고리즘으로서 꿀벌이 이동할 수 있는 최적의 루트를 제공하는 방법입니다.

#16

해당 그림이 MCLP로 구한 공원을 MST 방법으로 연결한 결과 지도입니다. 해당 내용을 참고하여 B라인을 구축한다면, 꿀벌이 거점 사이에서 수분 등의 활동을 하며 이동하고 서식할 수 있으며, 도시 전체가 B라인으로 연결이 되어 서식지 환경을 구축하고 도시 생태계가 활성화될 수 있습니다.

#17

B라인 구축을 통해 저희는 우선 생태계 복원 및 다양성을 증진시킬 수 있습니다. 꿀벌을 포함한 다양한 동식물이 주요 구성원으로 활동하게 됨으로써 생태계의 복원이 가능해집니다. 또한 도시 내 생태계 연결로 인해 도시 생태계의 활성화를 가져오며, 시민들의 삶의 질 향상에 기여할 수 있습니다. B라인의 성공적인 실행 후, 다른 지역으로의 확장성을 검토할 수도 있습니다.

#18

정리하자면, 가중치를 활용한 MCLP 알고리즘을 통해 도시의 공원을 선정했고, MST 방법을 사용해 B라인을 구축해볼 수 있었습니다.

향후 과제로는 종 분포를 고려하는 maxent 모델을 사용하여 잠재적 서식지를 예상한 뒤 이를 MCLP 모델과 접목시켜 B라인을 구축한다면 보다 정확한 결과를 도출할 수 있을 것이라 생각합니다. 또한 실제 도시의 도로와 매칭시켜볼 수도 있을 것입니다.

#19

오늘이 세계 환경의 날인 사실을 알고 계신가요? 저희 발표를 계기로 꿀벌과 생태 환경에 대해서도 관심을 가져주시면 좋겠다는 생각으로 저희의 발표를 마치겠습니다. 지금까지 환파주의보 팀이었습니다.