

1. 안녕하십니까.

‘통합운영학교 입지 분석: 학교 공실화 문제의 해결책’ 주제로 대회에 참가한 ‘초등학교 9학년’입니다. 발표 시작하겠습니다.(넘김)

2. 목차입니다. 발표 순서는 개요를 시작으로 분석과정을 다루고 저희가 도출한 결론 순으로 진행하겠습니다.(넘김)

3. 2023년 기준 초등학교 학급 당 학생 수는 20.7명으로 2000년 대비 15명가량 감소했음을 알 수 있습니다. 이는 **학교 공간 변화**에 대해 많은 것을 시사합니다.(넘김)

4. 학생 수 감소를 의미하는 다른 통계자료들을 살펴보겠습니다. 먼저 인천시 학령 인구 변화를 보면 2035년에는 2000년 대비 절반 이상 감소함을 알 수 있습니다. 또한 인천광역시 학교 수와 학생 수 추이를 살펴보면 학교 수는 증가하지만 학생 수는 감소하고 있음을 알 수 있었습니다. 저희는 앞선 통계 자료들을 바탕으로 학교 공실화 문제를 예상할 수 있었습니다. 이는 감소하고 있는 학교 운영 지원 예산의 낭비를 야기하여 학생들에게 향상된 교육환경을 제공할 수 있는 기회를 박탈하므로 장기적 관점의 해결책이 필요하다고 판단하였습니다. 따라서 이에 대한 해결책으로(넘김)

5. 저희는 통합운영학교를 제시하고자 합니다.(넘김)

6. 통합운영학교란 초·중·고교의 교육과정, 교직원, 행정, 예산, 시설 및 설비 등을 공동으로 활용하는 학교 운영 형태를 의미합니다. 저희는 이 중 초등학교와 중학교의 통합운영을 고려했습니다. 통합운영학교의 기대효과는 예산, 학생, 교원 측면에서 크게 세 가지로 나눌 수 있습니다.(넘김)

7. 그러나 현 초·중등 교육법에 따르면 통폐합 기준이 모호하여 지역 주민간의 갈등이 있거나 심지어 운영되던 통합 운영학교가 분리되는 사례도 있었습니다. 그렇다면 명확한 통폐합 기준으로 초·중학생 양쪽의 입장을 고려한 통합운영학교의 최적 입지는 어디일까요? (넘김)

8. 저희는 다음과 같이 세 가지의 기준을 고려해 입지를 선정하였습니다. 최우선적으로 고려한 기준은 학교 통폐합의 가능성이 높은지역을 우선 선정하기 위한 학생 수 대비 학교 수입니다. 두 번째는 법으로 지정된 초·중학교의 설립 기준을 만족하는 위치를 선정하기 위한 학교의 공간적 특성입니다. 세 번째는 학교 통폐합 시 학생들의 통학 거리 변동을 최소화하기 위한 통학 교통 거리입니다.(넘김)

9. 앞서 말씀드린 세 가지 기준을 바탕으로 저희는 크게 두 단계로 분석을 진행하였습니다. 첫번째 단계에서는 통합운영학교의 필요성이 높은 법정동을 선정하고 두번째 단계에서는 앞서 선정된 법정동 내에서 최종 위치를 선정하였습니다.(넘김)

10. 다음으로 분석 절차를 설명 드리겠습니다. (넘김)

11. 학생 수 대비 학교 수가 많은 법정동을 찾기 위해, 먼저 데이터를 수집하고 전처리 과정을 거쳤습니다. 현재 인천광역시에 있는 초등학교와 중학교의 세부 정보를 선별하고, **Geocoding**을 통해 위도와 경도를 추출했습니다. (넘김)

이후, 최종 법정동을 선정하기 위해 전처리가 완료된 변수들의 **P-value**와 **VIF**를 확인한 후, 선형 회귀 모델을 구축하고 클러스터링을 수행했습니다. (넘김)

마지막으로, 법정동 내의 최적의 입지를 찾기 위해 데이터를 추가 수집하고 전처리한 후, **MCLP** 분석과 버퍼 분석을 수행하여 최적의 입지를 선정하였습니다. (넘김) (넘김)

14, 15. 첫 번째 단계인 법정동 선정을 위한 데이터 수집 및 전처리 과정입니다.

수집한 데이터에서 인천시의 법정동별 집계를 한 후, 다중 선형회귀 모델을 구축하기 위해 / 최초 변수 16개를 추출하였습니다. 필요한 데이터를 수집하고 전처리하는 과정은 초등학교와 중학교 모두 동일하게 진행했습니다. (넘김)

16,17,18. 다음으로 전처리가 끝난 최초 변수들 사이의 상관관계와 각 변수들의 이상치를 확인했습니다. 높은 상관관계를 가지는 변수들이 있었고 (넘김) 또한 **boxplot**을 통해 각 변수들을 시각화한 결과 이상치가 있음을 파악했습니다. (넘김)(넘김) 따라서 이상치가 존재하는 데이터에서 좋은 성능을 보이는 **Robust Scaler**를 적용하여 데이터를 스케일링 하였습니다. (넘김)

19. 그 후에 앞선 분석에서 변수 간 상관관계가 높아 다중공선성 문제를 해결할 필요가 있었으므로 **VIF** 값이 10 이상인 변수들을 제거하는 과정을 수행했습니다. 이 과정에서 총학생수 변수는 종속변수인 학교수에 가장 유의한 영향을 줄 것으로 판단하여 '총 학생 수' 변수는 유지한 채 나머지 변수들을 검토했습니다. 그 다음으로 **P-value** 값을 0.05로 설정하여 그보다 높은 변수들을 제거하는 후진 소거법을 사용하여 단순선형회귀 분석에 사용할 독립 변수들을 추출했습니다. 그 결과 초등학교의 독립 변수는 '총 학생 수', '대중교통', '학생 1인당 교지면적', '학원 수'로 결정되었고, 중학교의 독립 변수는 '학원 수'를 제외한 초등학교와 동일한 변수로 추출되었습니다. (넘김)

20. 다음으로 **PCA**를 통해 초등학교와 중학교의 독립 변수들의 차원을 1차원으로 축소한 후 단순선형회귀 분석을 수행했습니다. 첫 번째 단계의 목표는 학생 수 대비 학교 수가 많은 법정동을 선별 하는 것이므로 실제 학교 개수와 모델이 예측한 학교 개수의 차이가 큰 상위 5개의 법정동을 추출했습니다. 이때 송도동은 다른 법정동에 비해 극단적으로 큰 값을 확인하였습니다. 따라서 저희가 설정한 변수 이외에 다른 외적인 요소가 크게 작용하였다고 판단하여 클러스터링을 진행하였습니다.(넘김)

21. 저희는 다양한 클러스터링 방법 중 군집 개수를 사전에 지정하지 않고 사용할 수 있는 **Mean-Shift Clustering**을 선택하여 진행하였습니다. 그리고 변수들을 **PCA**를 통해 2차원으로 축소하여 시각화하였습니다. 그 결과 송도동은 다른 특성을 가진 군집에 포함되었음을 확인하였고 이를 제외하였습니다. 최종 법정동은 (넘김) 초/중학교 공통 법정동인 구월동, 논현동, 만수동 세곳으로 선정하였습니다.(넘김)

23. 두번째 단계인 최적의 위치를 도출하기 위한 데이터 전처리는 / 분석 방법에 맞추어 진행했습니다.

MCLP 분석에서 활용할 아파트, 버스 정류장, 지하철 역 데이터를 수집하여 **Geocoding**을 수행한 뒤, **EPSG:5186** 좌표계로 변환했습니다.

또한 버퍼분석에서 활용할 학교 주변 위험 시설물의 위치, 공공 시설의 위치, 그리고 통합 운영 학교로 전환할 초등학교와 중학교의 정보를 수집하였습니다. 동일한 좌표계로 통일하는 전처리 과정을 수행했습니다. (넘김)

24. **MCLP** 알고리즘은 주어진 제약조건 하에서 시설물이 커버하는 수요량을 최대화하는 위치를 선정하는 알고리즘입니다. **MCLP**는 초기 후보 위치 좌표와 시설물의 개수를

설정하면 최적의 위치를 알 수 있습니다. 저희가 설정한 목적함수와 제약식은 다음과 같습니다.(넘김)

25. 저희는 앞서 선정된 법정동의 초기 후보 위치를 200개로 선정하였습니다. 그리고 인천시 남동구 학생들이 통학 시 이용하는 교통수단의 비중을 기준으로 수요지의 가중치를 설정하였습니다. 또한 수요 지점에서의 커버 범위는 초등학교 통학 거리를 기준으로 1km로 설정하였습니다. 최종 후보 위치 좌표의 개수는 그림과 같이 / 각 동별 수요지점 가중합 변화량이 / 최소가 되는 개수로 설정하였습니다. 후보 입지가 증가함에 따라 커버할 수 있는 수요지 역시 증가하지만 / 특정 수준을 넘어서면 / 시설 개수 증가에 따른 커버리지 증가 폭이 감소하고 자원 역시 제한이 있습니다. 따라서 감소 추세가 나타나는 시점의 시설 개수를 / 해당 법정동에서 가장 적합한 통합운영학교 수로 판단하였습니다. (넘김)

26. 그 결과 구월동 3개, 논현동 3개, 만수동 2개의 좌표를 얻을 수 있었습니다.(넘김)

27. 마지막으로 최종적인 최적의 입지 좌표를 선정하기 위해 QGIS를 사용하여 버퍼 분석을 수행하였습니다. 교육환경정보 시스템에서 제공한 금지행위시설 목록을 참고하여 앞서 선정된 후보지 좌표들의 교육환경 보호구역 300m 버퍼를 생성한 후 분석하였습니다. (넘김)

28. 버퍼 안에 금지행위시설이 하나라도 존재할 시 최적의 입지 좌표로써 부적합하다는 결론을 내렸습니다. 그 결과 논현동 2번 위치와 만수동 1번 위치가 최적의 통합운영학교 위치로 선정되었습니다. (넘김)

29. 지금 보시는 사진은 최종적으로 선정된 2곳의 위치이며 / 다수의 초/중학교와 공공시설이 주변에 있음을 확인 할 수 있습니다.(넘김)

30. 따라서 통폐합 기준으로 설정한 학급 당 학생 수를 바탕으로 최종 입지 두 곳의 주변 학교를 확인해본 결과 남동구 평균 대비 적은 수의 학생들이 다니고 있는 만수동 1번 위치가 통합운영학교의 입지로서 가능성이 있음을 확인하였습니다. (넘김)

31. 저희는 통합운영학교 입지 분석을 통해 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었습니다. 첫째, 객관적인 교육환경평가 평가기준을 바탕으로 입지를 분석하여 향후 통합운영학교의 입지를 선정할 시 유용하다는 것을 시사하였습니다. 둘째, 실제 학생 수 데이터를 바탕으로 통합운영학교의 입지 가능성을 검토해본 결과 지역 자치구의 평균 대비 적은 수의 학생들이 다니고 있는 만수동 입지가 가능성이 있음을 확인했습니다. 마지막으로 현재 통합운영학교의 정책과 설립 기준이 미비하다는 점과 모든 공립·사립 학교를 통합 할 수 있는 정책이 필요하다는 인사이트를 도출하여 향후 연구의 방향성을 제시할 수 있었습니다. (넘김)

32. 저희가 활용한 데이터 및 분석틀입니다. 이상으로 발표마치겠습니다. 감사합니다.