하수관로와 싱크<u>홀</u>의 상관관계 분석 및 예측

: 2024 AI를 활용한 상상 아이디어톤

씽가드 | 김민서 김표승 유현수 이혜준

목차

- 주제 선정
 - 싱크홀 선정 이유 지역 선정 이유
- 선행연구

 - 빅데이터 분석 공모전 수상작 하수관로건전도와도로함몰발생상관관계분석 카르스트 지형의 삼척시
- 모델 제작 과정
- 기대효과 04
 - 싱크홀 발생 지역 위험도 예측

1. 공모전 주제

싱크홀 선정 이유



우리의 일상에 많이 가까워진 "재난"

어쩌면 화재, 홍수만큼의 피해를 일으킬 "재해"



구멍 뚫린 지하, 무너지는 도시

10년간 국내에서 발생한 싱크홀 "2085건"

1. 공모전 주제 ----

지역 선정 이유



▲ 2023지역별인구밀도그래프

인구밀집도 최상의 **서울/**

인구 수에 따른 재난 피해 증가 인구 밀도가 가장 높은 서울이 싱크홀 발생 시 **재난 피해** 가장 큼

2.선행연구 – 빅데이터 분석 공모전 수상각



2019 공공데이터 활용 빅데이터 분석 공모전 최우수상 수상작

머신러닝 기반 전국 싱크홀 발생 예측

- > 싱크홀 발생 현황, 지역별 인구, 기상, 수질, 지질 데이터를 이용하여 전국에서 발생할 싱크홀을 예측
- > 회귀분석을 통해 상관관계 분석 후, LightGBM 모델을 이용
- ▶ 분류모델의 경우 교차검층·정확도 · 재현율 · 정밀도 · F1
 SCORE 를 통해 가장 적절한 모델을 선정하였고, 회귀모델의 경우 RMSE를 이용하여 최적의 하이퍼 파라미터 값을 구함

2. 선행 연구 – 하수관로 건전도와 도로함몰 발생 상관관계 분석-

Journal of the Korean Geo-Environmental Society

18(6): 31~37. (June, 2017) http://www.kges.or.kr

ISSN 1598-0820 DOI https://doi.org/10.14481/jkges.2017.18.6.31

하수관로 건전도와 도로함몰 발생 상관관계 분석

Correlation Analysis of Sewer Integrity and Ground Subsidence

김 진 영¹⁾·강 재 모[†]·최 창 호²⁾·박 두 희³⁾ Jinyoung Kim·Jaemo Kang·Changho Choi·Duhee Park

Received: April 18th, 2017; Revised: April 24th, 2017; Accepted: May 11th, 2017

- AHP 분석을 통해 영향인자 간 중요도를 평가하여 인자 간 가중치가 부여된 도로함몰 위함도 평가 방법을 제시
- 시범지역에 실제 도로함몰 발생 데이터와 위험도 분석결과를 비교해 상관성을 검토

삼척시의 지형적 특성



삼척시는 석회석 시멘트 공장이 있을 정도로 지형 자체가 석회성분으로 구성되어 있는 부분이 다수 존재한다.

이런 지형을 **카르스트 지형**이라고하며 지반침하의 발생원인 중하나인 지반 밑 공동형성이 자연적으로 일어나는

싱크홀 위험지역이다.

한국지형약회지 제24권 제4호(2017) 75~89 http://dx.doi.org/10.16968/JKGA.24.4.75 JOURNAL OF THE KOREAN GEOMORPHOLOGICAL ASSOCIATION Voi. 24. No. 4(2017) 75~89

GIS를 활용한 카르스트 지역의 싱크홀 민감성 분석: 삼척시를 중심으로

안세진 · 성효현

이화여사대학교 사회과교육과 (2017년 12월 4일 점수, 2017년 12월 24일 수정, 2017년 12월 26일 승인)

GIS Based Sinkhole Susceptibility Analysis in Karst Terrain: A Case Study of Samcheok-si

Ahn, Sejin · Sung, Hyo Hyun Department of Social Studies Education, Ewha Womans University

(Manuscript Received 4 December 2017; Revised 24 December 2017; Accepted 26 December 2017)

Abstract: Sinkholes are key karst landforms that primarily evolve through the dissolution of limestone, and it posing a significant thract to roads, buildings, and other man-made structures. This study aims to analyze the area susceptible to sinkhole development using GIS and to ikenify potential danger area from sinkholes. Eight sinkhole related factors (slope angle, distance to eaves, distance to failts, bedrock lithology, soil depth, drainage class, distance to mines, and distance to traffic routes) were constructed as spatial databases with sinkhole inventory. Based on the spatial database, sinkhole susceptibility maps were produced using nearest neighbor distance and frequency ratio models. The maps were verified with prediction rate curve and area under curve. The result indistance that the nearest neighbor distance and frequency mito models predicted 95.3% and 94.4% of possible sinkhole locations respectively. Furthermore, to identify potential sinkhole danger area, the susceptibility map was compared with population distribution and land use map. It has been found that very highly susceptible areas are along Ospicheon and southeast southwest part of I laign growon and south part of Gagok myeon of Samcheole-sis. Among those areas, it has been identified that potential sinkhole danger areas are Goo dong, Scongune dong, Jeangua dong, Namyang dong and Dogge cup. These results can be useful in the aspects of I and use planning and hazard prevention and management.

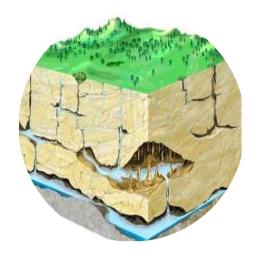
Key Words : karst, sinkhole, GIS, susceptibility, Samcheok-si 주요어 : 카르스트, 성크홈, GIS, 빈감성, 삼척시

I. 서론

2007). 이 지역에서 발달하는 가장 대표적인 지형은 돌리네 (doline)로도 알려진 싱크홈(sinkhole)이다

카르스트 지역은 서향안과 간은 지하수에 의해 용해 (Christopherson, 2011) 시크홀 이라 지하스가 오래 가가

삼척시의 지형과 싱크홀 발생률에 관한 논문



카르스트 지형의 삼척시

카르스트 지형(독일어: Karst): 석회암 등의 물에 녹기 쉬운 암석으로 구성된 대지가 빗물 등에 의해서 용식 되어서 생성된 지형

- -지형 자체의 특성 상 미리 예측하고 대처하기 힘듦
- -지형 특성으로 발생한 싱크홀 건수가 적음
- -지형 내부 데이터를 확인하기 어려움

자연

싱크홀 **발생 위험도**가 높은 지형

발생시 **피해범위**가 넓음 (ex:지하수 오염, 싱크홀 침수)

싱크**홀 피해 건수**적음



도시

인구밀집도가매우높음 건축물 밀집도 매우높음 싱크홀 발생건수 다수존재 서울시 상하수도 노후화 가능성 高



지역 특성 고려

도심과 교외 지역으로 분류하여 도심 지역 특성에 맞는 싱크홀 예측 모델 생성

인적 피해 고려

인구가 많은 도심에서 발생하는 싱크홀 예측을 통해 발생할 인적 피해를 최소화

하수관로 유지·보수 도움

하수관로와 싱크홀의 상관관계를 분석하여 관리가 필요한 하수관로 파악







지하수위 감소

전문가들은 성산로 일대에서 진행된 빗물펌프장 <mark>관로공사</mark>가 지하수위에 영향을 미쳤을 것이라고 추정함

부산서 대형 싱크홀 발생... 트럭 2대 빠져





21일 오전 8시 45분쯤 부산 사상구 한 도로에서 가로 10m, 세로 5m, 깊이 8m가광의 대형 싱크홈이 발생해 트리 2대가 빠져있다. 2024 9 21 부산소방부부 제공

200mm가 넘는 폭우가 쏟아진 부산의 한 도로에 대형 땅꺼짐(싱크홀) 현상이 발생해 트럭 2대가 빠졌다.

21일 부산소방본부에 따르면 이날 오전 8시 45분쯤 부산 사상구 한 도로에서 가로 10m, 세로 5m, 깊이 8m가라이 대해 딱까지 해상이 박생해다.

이 사고로 당시 도로에서 배수 지원을 하던 부산소방본부 배수 차량이 싱크홈에 빼졌고, 바로 옆으로 지나가 던 5t 트럭도 구멍으로 빠지는 사고가 발생했다.

하수관파열

공사 발주처인 부산교통공사는 국토안전관리원에 현장 조사를 맡겼고, 지름 5m 싱크홀은 오수관이 파열돼 발생했다고 밝힘



인천 송도국제도시 센트럴파크 땅 꺼짐(싱크용).(독자 제공)2024.9.17/뉴스1

인천 송도국제도시 센트럴파크에서 발생한 땅 꺼짐(싱크홀) 원인은 지하 상수도관 누수에 의한 것으로 파악됐다.

17일 인천시설공단에 따르면 전날 오전 10시 30분쯤 연수구 송도동 센트럴파크 인근 인도에서 1.5~2m 규모 싱크홀이 발생했다.

공단 측은 싱크홀 안에 고인 물을 빼내고 사고 원인 파악을 실시했는데, 상수도관 누수로 인한 싱크홀로 파악했다.

상수도누수

공단 측은 싱크홀 안에 고인 물을 빼내고 사고 원인 파악을 실시했는데, 상수도관 누수로 인한 싱크홀로 파악함 3. 모델 제작 과정 - 데이터 수집

최근**싱크홀** 발생 사례

싱크홀 발생 원인

-자연적 원인

물리적 침식 작용은 보통 물의 침식작용에 의해 발생

화학적 침식 작용은 산성 액체가 용해성 암석물질을 용해시키면서 생성

(카르스트 지형의 석회석)

-인위적 원인

채굴, 지하철 개설과 같은 지하개발

생하수관의 누수로 인한 수도 주변 공동생성

건설업자의 부실시공 문제

3. 모델 제작 과정

데이터 수집

하수관로 데이터 🔎



데이터를 요청함으로써 상관관계

- 3. 하수관로 재질(종류)

- 6. 관경
- 7. 매설연도
- 8. 배수형태

싱크홀데이터 🕝



공공데이터포털을 활용하여 싱크홀 데이터를확보.

* 2018~2023년 지반침하정보.csv

인구데이터 🧁



*지역별 인구 밀도



3. 모델 제작 과정

모델 제작

데이터 전처리

- 하수관로 데이터
- 싱크홀 데이터
- 인구밀도 데이터
- 관로의 부식 데이터



하수관로 데이터

One-hot encoding 방법을 통해 범주형 데이터를 수치형 데이터로 변환



싱크홀 데이터

발생위치, 빈도, 날짜, 크기등의 데이터를 활용



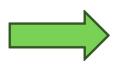
인구밀도 데이터

지역별 인구 밀도와 몇년간의 인구 변화를 바탕으로 변동률도 사용 가능



관로의 부식 데이터

랑게리아지수를 활용하여 관로의 부식정도를 수치형 데이터로 표현 가능



위치 좌표를 기준으로 결합



3. 모델 제작 과정

모델 제작

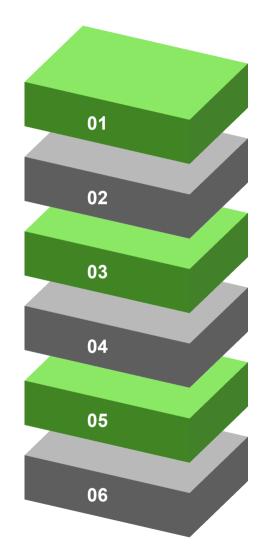
Random Forest의 장점



다양한 특성과 복잡한 관계를 다룰 수하수관로 데이터에는 하수관의 **채용**, 설치연도, 길이 등 다양한 특성이 포함되어 있으며 각각의 특성이 서로 복잡하게 영향을 미친

과적합을 방지하여 일반화 성능을 싱크홀 발생에는 하수관로 특성 와템열 인구밀도와 같은 환경적 요인이 복합적으로 작용할 가능성이 큼

노이즈에 강하고 안정적인 성능 제공 하수관로 데이터나 싱크홀 발생 데이터에는 노이즈나 오류가 포함될 가능성이 있으므로 랜덤포레스트 모델을 통해 제거 가능함



범주형, 수치형 데이터 모두 활용 가능 수집한 데이터에는 범주형 데이터와 수치형 데이터가 모두 포함되어 있으므로 랜덤포레스트 모델을 사용하면 한번에 분석할 수 있음

특성 중요도를 통해 주요 요인 분석 가능 랜덤포레스트 모델은 특성 중요도를 제공하여 각 특성이 미치는 영향을 파악할 수 있음

병렬 처리를 통한 대규모 데이터 처리 안흥밀도와 같은 대규모 데이터를 분석에 사용하더라도 병렬처리를 통해 빠르게 학습 가능함

3.모델제작과정

모델 제작 GIS 지도 제작

위치정보 시각화

- 싱크홀 발생위치를 지도에 나타내어 발생위험도를 직관적으로 확인 가능
- 다양한 데이터 통합 가능
- 예방조치나 유지보수 계획 수립에 도움이됨



4. 기대효과 - 싱크홀 발생지역 위험도 예측

개발시 안정성 확보

해당 지역의 개발 계획이나 인프라 확장 시 중요한 참고자료로 활용 가능함.

미래지향적 발전

도시의 안전성을 극대화하고, 장기적인 도시 계획 수립에 있어 보다 안정적인 기반을 제공하며 이를 통해 안전하고 지속 가능한 도시개발이 가능하다.



위험도 상시관리

관의 재질, 설치 연도, 매설 연도, 길이, 관경, 배수형태 등 다양한 데이터를 사용하여 분석한 만큼, 위험지역에 대한 조기대처가 가능해짐.

사전 경고 시스템

시민들에게 안전에 대한 인식을 높이고, 위험 지역에 대한 정보를 미리 제공함으로써 사고를 예방한다.



감사합니다