

데이터기반 행정으로 국민의 삶의질을 개선하라!

데이턴십 해커톤 제 4회

서울시 빅데이터 기반 열선 도로 우선입지

선정/공급을 통한 겨울철 교통문제 해결

(서울시 겨울철 도로 사고 위험도 분석을 통한 열선 도로 우선 입지 선정)

분석 결과보고서

참여조 : 7조

참여자 : 김희수(조장)

김지민

김혜인

신상민

전세환

씨에스리 컨소시엄

CSLEE **kpc** 한국생산성본부

Copyright © CSLEE Consortium

CSLEE Consortium의 사전 승인 없이 본 내용의 전부 또는 일부에 대한 복사, 배포, 사용을 금합니다.

목 차

1. 분석 개요	6
1.1. 분석 배경 및 개요	6
1.2. 분석 목적 및 방향	7
1.3. 분석 결과 활용 방안	8
2. 분석 데이터	10
2.1. 분석 데이터 목록	10
2.2. 데이터 상세 설명	11
2.3. 데이터 정제 방안	13
3. 분석 프로세스	19
3.1. 분석 프로세스	19
3.2. 분석 내용 및 방법	21
4. 분석결과	24
4.1. 요인 도출 결과	24
4.2. 데이터 분석-군집 분석	25
4.3. 도로 열선 세부 설치 지점 선정 결과	29
4.4. 분석 결과 시각화	32
5. 활용 방안	37
5.1. 문제점 개선 방안	37
5.2. 업무 활용 방안	38

6. 참고자료	39
7. 부록	48

그림 • 표 목차

1. 그림

[그림1-1. 열선 도로 설치 효과 - 성북구]	6
[그림1-2. 서울시 열선 설치 현황]	7
[그림1-3. IoT 기술을 활용한 열선 도로 구성도]	9
[그림2-1. 서울시 지점별 일자별 교통량]	12
[그림2-2. 교통사고 융합분석 데이터]	13
[그림2-3. 서울시 도로별 차량 통행 속도]	13
[그림2-4. 월별 도로 교통량 평균 계산 절차]	14
[그림2-5. 도로별 겨울철 교통사고 건수]	15
[그림2-6. 눈에 따른 평균 속도 비교]	16
[그림2-7. 눈에 따른 평균 속도 차이]	17
[그림2-8. 도로별 교통량 시각 분포도]	17
[그림2-9. 도로별 교통사고건수 시각 분포도]	17
[그림2-10. 도로별 차량 통행 속도 편차 시각 분포도]	18
[그림2-11. 도로별 위험요소 시각 분포도]	18
[그림2-12. 도로별 상습결빙구역 시각 분포도]	18
[그림3-1. 열선 설치 최적도로 분석모델 전체 프로세스]	19
[그림4-1. 상습결빙구역 위험요소 건수]	24
[그림4-2. 교통량, 교통사고건수, 속도 편차 데이터셋]	25
[그림4-3. 분포도]	26
[그림4-4. 전체 교통량 평균 Boxplot]	26
[그림4-5. 교통사고 건수 Boxplot]	27
[그림4-6. 속도 편차 Boxplot]	28
[그림4-7. 최종 선정 군집 결과]	29
[그림4-8. 눈 온 날 도로 통행 속도 범위(Max-Min)]	30

[그림4-9. 눈 안 온 날 도로 통행 속도 범위(Max-Min)]	30
[그림4-10. 눈 안 온 날 도로 통행 속도 범위-눈 안 온 날 도로 통행 속도 범위]	31
[그림4-11. 최종 입지 선정 - 강변북로(용산구)]	32
[그림4-12. 최종 입지 선정 - 강변북로(마포구)]	33
[그림4-13. 최종 입지 선정 - 경부고속도로(서초구)]	33
[그림4-14. 최종 입지 선정 - 경인고속국도(양천구)]	34
[그림4-15. 최종 입지 선정 - 올림픽대로(동작구)]	34
[그림4-16. 최종 입지 선정 - 올림픽대로(강동구)]	35
[그림4-17. 최종 입지 선정 - 올림픽대로(강서구)]	35
[그림5-1. 예산 크기 비교]	37

2. 표

[표2-1. 분석 데이터]	10
[표2-2. 참고 데이터]	10
[표2-3. 데이터 상세 설명]	11
[표2-4. 교통사고 데이터 선정 기준]	15

3. 참고자료/부록

[참고자료1. 성북구 열선 도로 설치 장소]	39
[참고자료2. 열선 도로 설치 효과 - 성북구]	40
[참고자료3. 서울시 도로 열선 현황]	42
[참고자료4. 서울시 도로 열선 세부 설치 현황]	42
[부록1. 열선 도로 우선 입지 선정 마인드맵]	48
[부록2. 분석코드]	48

1 분석 개요

1.1 분석 배경 및 개요

1.1.1 분석 배경

○ 올해 초 서울시는 폭설 대응에 실패했고, 극심한 교통체증과 교통사고가 발생함

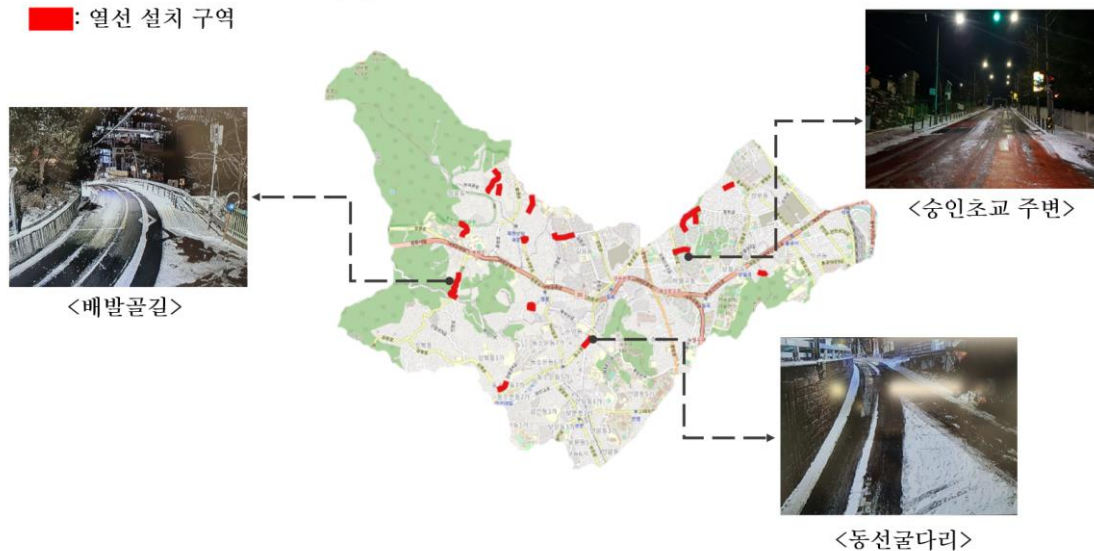
* 2021년 1월 6일 내린 폭설로 서울에 교통대란이 발생함. 총 53건의 교통사고가 발생했고, 94명이 부상을 입었으며, 수많은 시민들이 극심한 교통정체를 겪었음

○ 서울시 최다 열선 설치구인 성북구(17개소)는 2021년 1월 6일에 발생한 폭설에도 차량 소통이 원활했음¹(참고자료1.1)

<성북구 사례> : 17개소 설치

1월6일 16:00 ~ 1월7일 06:00, 적설량 3.8cm

■ : 열선 설치 구역

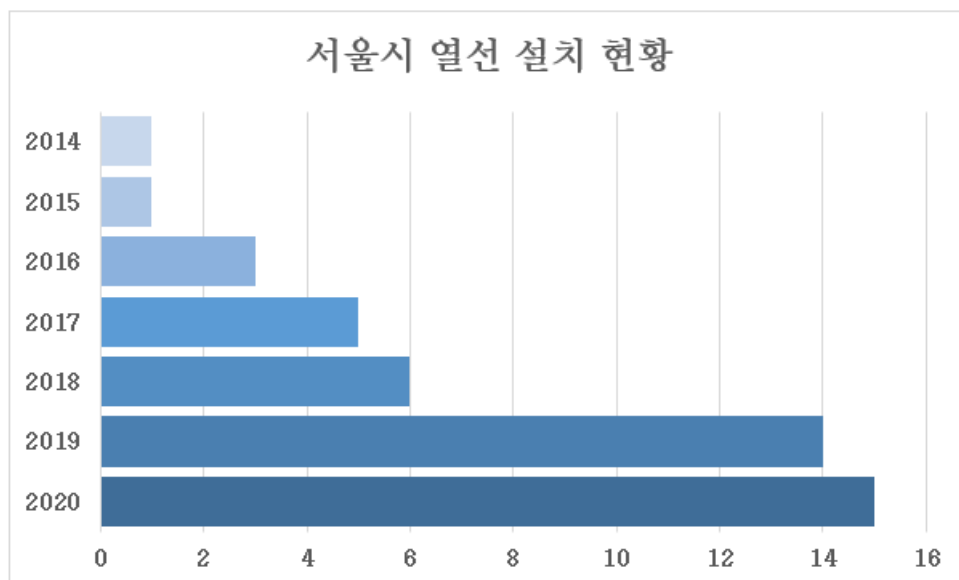


[그림1-1. 열선 도로 설치 효과 - 성북구]

¹ 김소정(2021.01.13). 폭설에도 '쌩쌩'...성북구청장"도로 열선 덕분에, 구민 반응 폭발적"(2021.08.16)

1.1.2 열선 도로 정의

- 도로 포장면 7cm 아래에 매설된 열선이 겨울철 강설 시 온도, 습도 센서를 통해 자동으로 눈을 녹이는 도로
- 기존 제설 방식인 제설제에 비해 친환경적임
- 2014년 은평구 은평터널로 앞 설치 이후, 꾸준한 증가 추세를 보임(참고 자료1.2)



[그림1-2. 서울시 열선 설치 현황]

1.2 분석 목적 및 방향

1.2.1 분석 목적

- (입지 선정) 기존에는 주민들의 민원에 기반하여 열선을 도로에 설치했다

면, 데이터 분석을 통해 서울시 주요 도로 중 우선 설치 도로를 선정함

1.2.2 분석 방향

○ (입지 선정) 폭설²로 인해 발생하는 교통피해(체증, 사고)의 환경요인과 운전자요인을 기준으로 군집 분석 실시. 폭설에 따른 도로 세부지점별 차량 통행 속도 편차를 기준으로 우선순위 부여

- (환경요인) 적설량, 결빙구간, 급경사지, 급커브길
- (운전자요인) 교통사고건수, 지체정도, 차량 통행 속도 편차

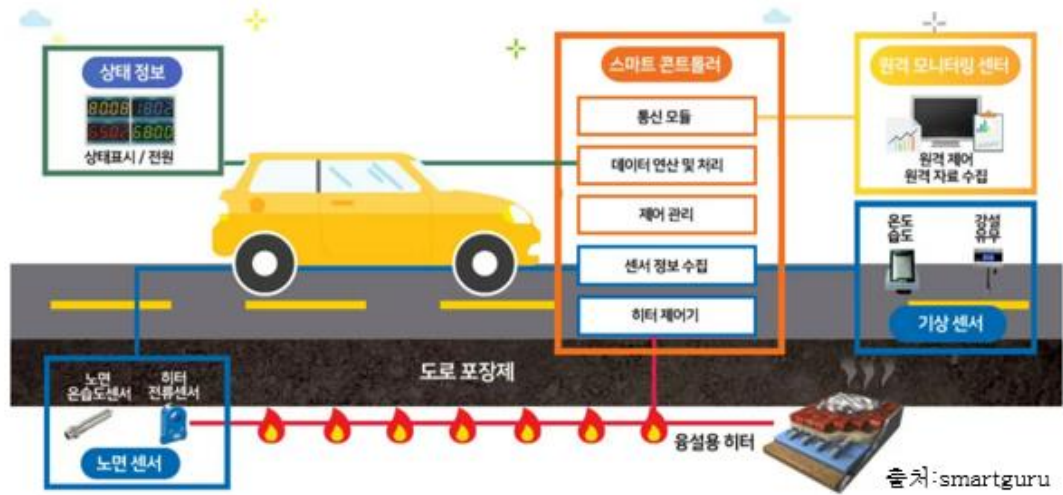
1.3 분석 결과 활용 방안

1.3.1 분석 결과 활용 방안

- 열선 도로 신규 설치 지점 선정 근거 자료로 활용 가능
- 열선 도로의 IoT 기술을 이용하여 스마트 도로 관리 통합 시스템에 기여
 - 노면온도측정센서를 통해 여름철 도로 온도를 낮추는데 활용
 - 열선도로 센서에 광섬유진동센서를 추가하여 도로 평탄성 모니터링을

² 본 보고서에서는 기상청의 대설주의보 기준에 따라 적설량 5cm 이상인 경우를 폭설이라고 지칭함

통해 도로 상태 파악



[그림1-3. IoT 기술을 활용한 열선 도로 구성도]

2 분석 데이터

2.1 분석 데이터 목록

2.1.1 분석 데이터

[표2-1. 분석 데이터]

구분	분석데이터	기간	제공기관
교통	서울시 지점별 일자별 교통량	2020	서울시 교통정보 시스템 - TOPIS (https://topis.seoul.go.kr/)
	교통사고 융합분석 데이터	2018~2020	TAAS 교통사고 분석 시스템 (http://taas.koroad.or.kr/)
	서울시 도로별 차량 통행 속도	2021	서울시 교통정보 시스템 - TOPIS (https://topis.seoul.go.kr/)

2.1.2참고 데이터

[표2-2. 참고 데이터]

구분	분석데이터	기간	제공기관
위험 요소	교통안전 데이터	2020	경찰청 도시교통정보센터 (http://www.utic.go.kr/main/main.do)
비용	서울시 제설 예산안	2020~2021	서울시 서울예산백과 (https://yesan.seoul.go.kr/)
	성북구 도로 열선 설치 예산안	2016	서울정보소통광장 (https://opengov.seoul.go.kr/)
	열선도로 설치,	2021.01	김소정 기자(2021.01.13), 이데일리

	운영 비용		(https://www.edaily.co.kr/)
결빙	상습 결빙구간	2021	공공데이터포털 (https://www.data.go.kr/)
	결빙 사고 다발지정보	2013~2020	TAAS Open API (http://taas.koroad.or.kr/)
사례	성북구 도로 열선 현황 자료	2016~2020	성북구청 도로과 이윤희 주무관
	서울시 도로 열선 현황 자료	2014~2020	서울시 도로관리과 고성보 주무관

2.2 데이터 상세 설명

- 분석에 활용한 ‘서울시 지점별 일자별 교통량, 교통사고 융합분석 데이터, 서울시 도로별 차량 통행 속도’의 상세 설명은 2.2.1 ~ 2.2.3참고

[표2-3. 데이터 상세 설명]

구분	분석데이터	형식	생성주기
정형	서울시 지점별 일자별 교통량	EXCEL	일간
	교통사고 융합분석 데이터	CSV	일간
	서울시 도로별 차량 통행 속도	CSV	일간
	교통안전 데이터	CSV	일간
	상습 결빙구간	EXCEL	연간
	결빙 사고다발지정보	CSV	연간
비정형	서울시 제설 예산안	웹페이지	연간

	성북구 도로 열선 설치 예산안	HWP	연간
	열선도로 설치, 운영 비용	웹페이지	1회
	성북구 도로 열선 현황 자료	HWP	X
	서울시 도로 열선 현황 자료	HWP	X

2.2.1 서울시 지점별 일자별 교통량[.EXCEL]

○ 서울시 교통정보 시스템 - TOPIS 제공 데이터

○ 일자, 요일, 지점명, 지점번호, 방향, 구분, 시간별 교통량 데이터 포함

일자	요일	요일(2)	지점명	지점번호	방향	구분	0시	1시	2시	3시	4시	5시	6시	7시	8시	9시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	
0	20201201	화	평일	성산로(금곡터널)	A-01	유입	북원고가차도->독립문역	375.0	255.0	157.0	161.0	240.0	633.0	1570.0	2547.0	2558.0	2192.0	1910.0	2006.0	1674.0	1662.0	1781.0	1905.0	1829.0	2021.0	1918.0	1390.0	1192.0	1183.0	972.0	646.0
1	20201202	수	평일	성산로(금곡터널)	A-01	유입	북원고가차도->독립문역	356.0	226.0	191.0	164.0	239.0	584.0	1562.0	2535.0	2585.0	2248.0	2001.0	1992.0	1695.0	1787.0	1795.0	1875.0	1886.0	2084.0	1796.0	1376.0	1192.0	1201.0	899.0	645.0
2	20201203	목	평일	성산로(금곡터널)	A-01	유입	북원고가차도->독립문역	401.0	271.0	175.0	155.0	269.0	651.0	1536.0	2234.0	2336.0	2396.0	2127.0	1943.0	1752.0	1787.0	1823.0	1967.0	2033.0	1895.0	1822.0	1410.0	1129.0	1171.0	1054.0	690.0
3	20201204	금	평일	성산로(금곡터널)	A-01	유입	북원고가차도->독립문역	410.0	265.0	182.0	147.0	239.0	662.0	1542.0	2443.0	2512.0	2203.0	2018.0	2029.0	1876.0	1847.0	2034.0	2103.0	2158.0	2244.0	1892.0	1555.0	1371.0	1217.0	1112.0	703.0
4	20201205	토	주말	성산로(금곡터널)	A-01	유입	북원고가차도->독립문역	445.0	289.0	223.0	163.0	245.0	387.0	782.0	1235.0	1263.0	1561.0	1858.0	1983.0	2092.0	2065.0	1864.0	1690.0	1782.0	1897.0	1552.0	1023.0	961.0	944.0	767.0	470.0
...
8365	20201227	일	주말	서부간선도로	F-09	유출	북동교->신정교	1310.0	804.0	582.0	473.0	488.0	745.0	1224.0	1472.0	1833.0	2308.0	2913.0	3106.0	3086.0	2961.0	3026.0	2957.0	2799.0	2858.0	2805.0	3031.0	3173.0	2928.0	2278.0	1559.0
8366	20201228	월	평일	서부간선도로	F-09	유출	북동교->신정교	1030.0	614.0	501.0	565.0	1160.0	2515.0	2908.0	2219.0	1965.0	2386.0	2795.0	2820.0	2960.0	2964.0	2925.0	2595.0	2705.0	2264.0	2272.0	2954.0	3081.0	3099.0	2521.0	1837.0
8367	20201229	화	평일	서부간선도로	F-09	유출	북동교->신정교	1294.0	833.0	582.0	597.0	900.0	2236.0	3135.0	2376.0	1952.0	2665.0	2850.0	2832.0	2828.0	2814.0	2634.0	2851.0	2704.0	2163.0	2165.0	2738.0	3054.0	3078.0	2544.0	1952.0
8368	20201230	수	평일	서부간선도로	F-09	유출	북동교->신정교	1451.0	929.0	616.0	591.0	929.0	2067.0	3099.0	2509.0	2018.0	3459.0	3010.0	3296.0	2806.0	2818.0	2901.0	2636.0	2175.0	2036.0	1969.0	2767.0	3058.0	2936.0	2730.0	2160.0
8369	20201231	목	평일	서부간선도로	F-09	유출	북동교->신정교	1497.0	926.0	721.0	540.0	857.0	1751.0	3079.0	2746.0	2486.0	2716.0	3073.0	3225.0	2751.0	2873.0	2742.0	2261.0	2021.0	2043.0	1782.0	2543.0	2927.0	2627.0	2699.0	1955.0

8370 rows x 31 columns

8370 rows x 31 columns

[그림2-1. 서울시 지점별 일자별 교통량]

2.2.2 교통사고 융합분석 데이터[.CSV]

○ TAAS 교통사고 분석 시스템 제공 데이터

○ 사고일시, 시군구, 사고내용, 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상신고자수,

사고유형, 노면상태, 기상상태, 도로형태 데이터 포함

2021 년 공공 빅데이터 분석 청년 인재양성 데이터 분석 전문교육과정

	사고번호	사고일시	요일	시군구	사고 내용	사망 자수	중상 자수	경상 자수	부상신 고자수	사고유형	...	기상 상태	도로형태	가해운 전자 차 종	가해운 전자 성 별	가해운전 자 연령	가해운전 자 상해정 도	피해운 전자 차 종	피해운 전자 성 별	피해운전 자 연령	피해운전 자 상해정 도
0	2020010100100090	2020년 1월 1일 07시	수요일	서울특별시 강남구 논현동	경상 사고	0	0	1	0	차대차 - 기타	...	맑음	단일로 - 기타	승용	남	29세	상해없음	승용	남	41세	경상
1	2020010100100109	2020년 1월 1일 09시	수요일	서울특별시 강남구 역삼동	경상 사고	0	0	1	0	차대차 - 기타	...	맑음	기타 - 기 타	승용	남	32세	상해없음	승합	남	48세	경상
2	2020010100100259	2020년 1월 1일 18시	수요일	서울특별시 강남구 역삼동	경상 사고	0	0	5	0	차대차 - 측면충돌	...	맑음	교차로 - 교차로안	승용	여	47세	상해없음	승용	남	34세	경상
3	2020010200100340	2020년 1월 2일 17시	목요일	서울특별시 강남구 역삼동	경상 사고	0	0	2	0	차대차 - 기타	...	맑음	단일로 - 기타	승합	남	63세	상해없음	승용	남	38세	경상
4	2020010500100039	2020년 1월 5일 03시	일요일	서울특별시 용산구 한남동	경상 사고	0	0	4	0	차대차 - 측면충돌	...	맑음	단일로 - 기타	승용	남	42세	경상	승용	남	49세	경상

[그림2-2. 교통사고 융합분석 데이터]

2.2.3서울시 도로별 차량 통행 속도[.CSV]

○ 서울시 교통정보 시스템 - TOPIS 제공 데이터

○ 일자, 도로명, 시점명, 종점명, 거리, 기능유형구분, 권역구분, 시간별 속
도 데이터 포함

	일자	도로명	링크아이 디	시점명	종점명	방 향	개 관	좌 선 수	기능 유형 구분	도심/ 외곽구 분	권역 구분	01시	02시	03시	04시	05시	06시	07시	08시	09시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시
0	20210101	국 로	1080012200	아카데미 하우스	국립4.19 묘지	상 행	1179	1.0	보조간 선도로	외곽	강북 구	45.76	30.06	51.23	53.42	55.24	46.05	40.12	39.73	51.07	32.45	55.26	43.04	48.28	28.48	35.41	45.35	40.96	46.99	33.40	37.49	35.18	56.38	47.99	55.49
1	20210101	국 로	1080012800	국립4.19 묘지입구	국립4.19 묘지	상 행	352	2.0	보조간 선도로	외곽	강북 구	18.63	18.12	24.32	17.26	14.96	12.11	19.90	19.16	13.47	18.59	15.33	16.86	14.79	14.70	15.26	14.42	19.58	10.35	12.85	14.42	13.58	15.61	23.95	17.00
2	20210101	국 로	1080012700	국립4.19 묘지입구	국립4.19 묘지	하 행	354	2.0	보조간 선도로	외곽	강북 구	35.39	25.99	26.33	30.47	30.09	28.32	26.12	27.54	31.20	22.19	19.09	21.29	24.69	23.77	21.87	21.58	21.31	23.37	22.24	23.35	24.17	21.41	27.69	27.29
3	20210101	국 로	1080012100	국립4.19 묘지	아카데미 하우스	하 행	1190	1.0	보조간 선도로	외곽	강북 구	47.88	40.40	44.29	65.32	86.01	50.89	45.47	36.83	47.69	44.25	50.37	57.93	40.96	42.28	42.98	43.44	61.40	60.27	47.14	49.63	45.44	48.69	50.38	39.22
4	20210101	국 로	1230024700	방이초교	방이동교 분교	상 행	844	1.0	기타도 로	외곽	송파 구	32.68	20.19	24.67	16.43	10.62	25.64	21.56	20.31	19.35	21.16	17.96	20.98	18.46	12.00	17.88	15.52	15.23	17.03	14.75	16.98	15.89	19.73	22.61	21.04
...
153681	20210131	국 로	1190003703	중앙대학 교	성심회집	하 행	398	Nan	기타도 로	외곽	동작 구	23.99	28.60	29.77	30.57	31.77	24.80	25.92	24.54	18.30	25.07	21.83	22.46	18.23	19.38	20.34	18.58	19.64	21.33	20.82	20.99	21.38	19.78	20.73	21.72
153682	20210131	국 로	1190003702	성심회집	이화빌라	하 행	143	Nan	기타도 로	외곽	동작 구	23.37	27.26	25.81	27.14	24.07	22.05	22.93	16.62	18.78	19.11	14.01	15.20	17.81	16.89	15.68	18.49	17.09	17.52	18.05	20.53	21.41	20.15	17.34	20.35
153683	20210131	국 로	1190003701	이화빌라	이화학국	하 행	133	Nan	기타도 로	외곽	동작 구	22.42	26.83	25.54	28.73	26.14	20.92	22.58	15.83	17.83	18.33	12.42	15.42	18.42	20.17	15.58	19.33	17.58	15.92	16.58	17.25	19.00	19.00	18.00	19.00
153684	20210131	국 로	1130016400	한강공원 입구	한강공원 입구	상 행	692	2.0	기타도 로	외곽	마포 구	25.15	24.76	28.56	25.46	28.00	19.91	24.99	21.53	21.50	24.00	22.22	22.14	19.58	18.83	18.20	20.79	18.27	19.57	19.73	19.51	19.79	20.11	23.65	27.99
153685	20210131	국 로	1130016300	한강공원 입구	한강공원 입구	하 행	688	2.0	기타도 로	외곽	마포 구	20.75	19.08	20.50	19.36	24.86	19.07	25.68	22.47	22.83	19.75	21.91	18.58	18.25	16.76	20.04	18.52	19.25	19.38	19.67	20.94	20.05	19.33	19.91	17.35

153686 rows x 36 columns

[그림2-3. 서울시 도로별 차량 통행 속도]

2.3 데이터 정제 방안

○ 2.3.1 ~ 2.3.3종 3가지 데이터를 정제함. 도로/일자별 통행속도 데이터의 도로
를 기준으로 정제 데이터를 정리함

2.3.1 월별 도로 교통량 평균

2.3.1.1 Raw 데이터

○ 데이터: 서울시 지점별 일자별 교통량 [.EXCEL]

○ 설명: 월별 도로 교통량 데이터 포함

○ 출처: 서울시 교통정보 시스템 - TOPIS

2.3.1.2 정제 방안

○ 도로, 권역구를 기준으로 월별 교통량 평균 계산

○ 2020년 1년동안의 도로 교통량 평균 계산

행렬대분	권역구	1월교통량평균	2월교통량평균	3월교통량평균	4월교통량평균	5월교통량평균	6월교통량평균	7월교통량평균	8월교통량평균	9월교통량평균	10월교통량평균	11월교통량평균	12월 교통량평균	전체교통량평균
0	가양대교 마포구	2088.992754	2174.321257	2319.306513	2407.465580	2364.467742	2445.623551	2379.447581	2273.803091	2367.948188	2396.945789	2350.024306	2188.338710	2313.057088
1	강남대로 강남구	1054.999599	1118.906622	1205.768965	1234.112500	1217.764139	1253.344444	1240.372312	1187.583333	1164.439327	1215.227487	1250.700694	1111.226476	1049.009839
2	강남순환로 관천구	1552.907051	1740.521577	1481.573008	1561.422917	1616.516801	1643.799761	1656.863575	1609.590726	1673.250876	1735.808244	1754.103472	1661.780914	1326.731144
3	강변북로 마포구	4413.789818	4848.102823	4827.675019	4965.800926	4848.102823	4971.915167	4920.622923	4848.102823	4753.228986	4759.096102	4905.579167	4685.963710	1640.678244
4	강변북로 용산구	4273.082483	4434.397944	4740.268267	4806.302778	4791.809812	4870.104167	4853.975806	4435.143298	4636.477415	4801.612903	4811.613889	4447.641801	4658.535880
107	한주대교 강서구	1993.486571	1934.177020	1889.815982	2048.300302	2085.968701	2235.355903	2253.446909	2019.268573	2227.679921	2225.474482	2159.153443	1956.847917	715.305438
108	한울로 강남구	1148.296474	1254.080520	1086.742036	1170.616667	1254.080520	1338.285985	1254.080520	1254.080520	1301.507456	1375.361559	1419.269444	1235.933468	1395.647641
109	화곡로 양천구	655.781250	699.875744	706.350806	725.850000	726.949309	734.728220	746.231855	724.028472	724.028472	723.579301	728.658333	687.603495	958.769420
110	화랑로 노원구	1040.921757	1127.238467	1123.673601	1183.624653	1206.169499	1227.955803	1217.974059	1161.358463	1182.932227	1198.387885	1185.373264	1090.967070	1365.660038
111	화랑로 성북구	1286.443910	1340.836310	1399.117608	1433.893750	1439.686828	1451.902877	1446.954589	1361.125000	1391.521528	1432.113575	1430.537273	1333.638441	1473.503067

[그림2-4. 월별 도로 교통량 평균 계산 절차]

2.3.2 교통 사고 건수

2.3.2.1 Raw 데이터

○ 데이터: 교통사고 융합분석 데이터[.CSV]

○ 설명: 다양한 사고유형을 고려한 교통사고 데이터 포함

○ 출처: TAAS 교통사고 분석 시스템

2.3.2.2 정제 방안

○ 아래의 조건에 해당되는 사고 건수 추출

[표2-4. 교통사고 데이터 선정 기준]

사고내용	사망사고, 중상사고, 경상사고, 부상신고
월별	1월, 2월, 12월 (겨울철)
노면상태	젖음/습기, 서리/결빙, 적설
기상상태	비, 안개, 눈

도로명	권역구분	교통사고건수
0	4.19로 강북구	10
1	가락로 송파구	71
2	가로공원로 강서구	11
3	가로공원로 양천구	16
4	가로공원로76길 강서구	0
...
728	효창원로 용산구	13
729	후암로 용산구	3
730	후암로 중구	2
731	휘경로 동대문구	8
732	회우정로 마포구	8

[그림2-5. 도로별 겨울철 교통사고 건수]

2.3.3월별 차량 통행 속도 평균

2.3.3.1 Raw 데이터

○ 데이터: 서울시 도로별 차량 통행 속도[.CSV]

○ 설명: 시간별 속도 데이터 포함

○ 출처: 서울시 교통정보 시스템 - TOPIS

2.3.3.2 정제 방안

○ 도로, 시간대별 통행 속도를 기반으로 월별 통행 속도 평균 계산

○ 2021년 1월의 눈 온 날과 눈 안 온 날의 평균 속도 차이 계산

○ 속도 기준(원활/서행/지체) 값 산출

○ 속도 기준(원활/서행/지체) 가중치 부여

: 지체 = 0, 서행 = 1, 원활 = 2

<눈 온 날 통행 속도 평균>

		01시	02시	03시	04시	05시	06시	07시	08시	09시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시	avg
도로명	광역시구별																									
4.19로	강북구	34.753000	28.981000	37.826000	44.672000	47.680000	36.785000	32.662500	27.212000	29.448000	28.127500	31.808500	33.662500	30.806500	27.730500	29.060500	28.900000	35.031500	34.545500	28.500625	30.571000	29.573500	34.607500	34.423500	33.475500	32.952797
가락로	송파구	23.263500	25.130500	28.875500	27.439750	27.598000	24.397750	21.728000	19.602500	18.321500	17.024250	16.816250	16.033250	16.045500	16.306250	16.073750	15.406500	14.161750	14.135500	13.969375	15.411500	17.273500	17.637750	20.363500	22.254750	19.257016
가루골원로	강서구	26.080667	26.552000	27.136000	26.876667	28.988667	26.114000	23.968667	24.383333	23.438667	21.853333	20.900667	23.230000	22.908000	23.168000	22.823333	22.182667	21.069333	20.968667	20.779667	22.591333	23.271333	23.626000	25.482667	25.406000	23.898661
방한로	강서구	23.215400	23.879600	24.568400	25.052800	24.389600	22.121800	22.363200	20.015600	19.390000	18.626800	19.015400	20.033600	19.714800	20.168400	20.003200	18.688400	18.267800	18.338400	18.570000	19.238400	19.236000	21.387200	21.611600	23.010000	20.928217
가루골원로가길	강서구	22.047000	23.964000	24.236000	23.456000	22.843000	19.466000	18.324000	15.383000	15.149000	15.289000	14.697000	15.241000	14.303000	14.637000	14.513000	13.243000	12.953000	13.667000	14.385000	15.887000	16.917000	17.265000	20.029000	17.180792	
...
후암로	윤선구	22.041000	20.749000	20.608000	24.727000	23.557000	21.051000	19.196000	19.445000	20.399000	20.317000	19.544000	19.532000	20.151000	19.887000	19.328000	18.959000	18.795000	18.020000	17.553750	17.799000	18.756000	19.162000	20.216000	22.272000	20.086031
	중구	24.079000	25.724000	26.247000	26.864000	28.268000	23.996000	22.996000	18.103000	16.538000	16.695000	16.307000	16.670000	18.475000	17.012000	17.341000	16.879000	16.809000	15.744000	15.133750	16.816000	16.629000	21.445000	19.843000	20.354000	19.877823
회현로	동대문구	24.077500	26.221500	28.519000	29.578000	28.613000	24.744500	23.826500	22.668000	21.413000	20.937500	20.880000	20.502000	21.169000	21.261500	20.965500	20.125500	19.753000	19.951500	20.008125	21.296000	22.355500	22.986000	23.700500	25.235500	22.949505
북악로	동작구	23.264444	24.952667	24.693333	25.389778	24.980444	22.288000	19.518667	17.108667	16.219333	16.497111	16.700889	16.768667	17.017556	17.308667	16.684667	16.713111	15.851778	17.378222	16.901667	16.863111	17.688222	18.054889	19.792667	20.668000	19.137606
화우정로	마포구	21.524000	23.934000	22.585000	23.287000	25.029000	21.846000	20.259000	20.164000	21.019000	20.588000	19.430000	19.396000	18.854000	19.545000	18.733000	19.672000	20.489000	20.183000	20.058750	19.428000	19.292000	21.088000	21.934000	20.207000	20.772815

761 rows x 25 columns

761 rows x 25 columns

<눈 안 온 날 통행 속도 평균>

		01시	02시	03시	04시	05시	06시	07시	08시	09시	10시	11시	12시	13시	14시	15시	16시	17시	18시	19시	20시	21시	22시	23시	24시	avg
도로명	광역시구별																									
4.19로	강북구	34.753000	28.981000	37.826000	44.672000	47.680000	36.785000	32.662500	27.212000	29.448000	28.127500	31.808500	33.662500	30.806500	27.730500	29.060500	28.900000	35.031500	34.545500	28.500625	30.571000	29.573500	34.607500	34.423500	33.475500	32.952797
가락로	송파구	23.263500	25.130500	28.875500	27.439750	27.598000	24.397750	21.728000	19.602500	18.321500	17.024250	16.816250	16.033250	16.045500	16.306250	16.073750	15.406500	14.161750	14.135500	13.969375	15.411500	17.273500	17.637750	20.363500	22.254750	19.257016
가루골원로	강서구	26.080667	26.552000	27.136000	26.876667	28.988667	26.114000	23.968667	24.383333	23.438667	21.853333	20.900667	23.230000	22.908000	23.168000	22.823333	22.182667	21.069333	20.968667	20.779667	22.591333	23.271333	23.626000	25.482667	25.406000	23.898661
방한로	강서구	23.215400	23.879600	24.568400	25.052800	24.389600	22.121800	22.363200	20.015600	19.390000	18.626800	19.015400	20.033600	19.714800	20.168400	20.003200	18.688400	18.267800	18.338400	18.570000	19.238400	20.323200	21.387200	21.611600	23.010000	20.928217
가루골원로가길	강서구	22.047000	23.964000	24.236000	23.456000	22.843000	19.466000	18.324000	15.383000	15.149000	15.289000	14.697000	15.241000	14.303000	14.637000	14.513000	13.243000	12.953000	13.667000	14.385000	15.887000	16.917000	17.265000	20.029000	17.180792	
...
후암로	윤선구	22.041000	20.749000	20.608000	24.727000	23.557000	21.051000	19.196000	19.445000	20.399000	20.317000	19.544000	19.532000	20.151000	19.887000	19.328000	18.959000	18.795000	18.020000	17.553750	17.799000	18.756000	19.162000	20.216000	22.272000	20.086031
	중구	24.079000	25.724000	26.247000	26.864000	28.268000	23.996000	22.996000	18.103000	16.538000	16.695000	16.307000	16.670000	18.475000	17.012000	17.341000	16.879000	16.809000	15.744000	15.133750	16.816000	16.629000	21.445000	19.843000	20.354000	19.877823
회현로	동대문구	24.077500	26.221500	28.519000	29.578000	28.613000	24.744500	23.826500	22.668000	21.413000	20.937500	20.880000	20.500200	21.169000	21.261500	20.965500	20.125500	19.753000	19.951500	20.008125	21.296000	22.355500	22.986000	23.700500	25.235500	22.949505
북악로	동작구	23.264444	24.952667	24.693333	25.389778	24.980444	22.288000	19.518667	17.108667	16.219333	16.497111	16.700889	16.768667	17.017556	17.308667	16.684667	16.713111	15.851778	17.378222	16.901667	16.863111	17.688222	18.054889	19.792667	20.668000	19.137606
화우정로	마포구	21.524000	23.934000	22.585000	23.287000	25.029000	21.846000	20.259000	20.164000	21.019000	20.588000	19.430000	19.396000	18.854000	19.545000	18.733000	19.672000	20.489000	20.183000	20.058750	19.428000	19.292000	21.088000	21.934000	20.207000	20.772815

761 rows × 25 columns

761 rows x 25 columns

[그림2-6. 눈에 따른 평균 속도 비교]

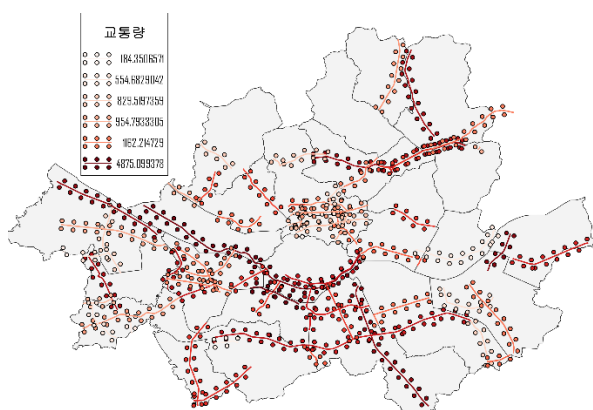
	도로명	권역구분	range
0	4.19로	강북구	2.627365
1	가락로	송파구	2.136808
2	가로공원로	강서구	3.503821
3	가로공원로	양천구	2.499631
4	가로공원로76길	강서구	2.344538
...
756	후암로	용산구	3.255885
757	후암로	중구	3.835615
758	휘경로	동대문구	2.708673
759	흑석로	동작구	3.122244
760	회우정로	마포구	2.364423

761 rows x 3 columns

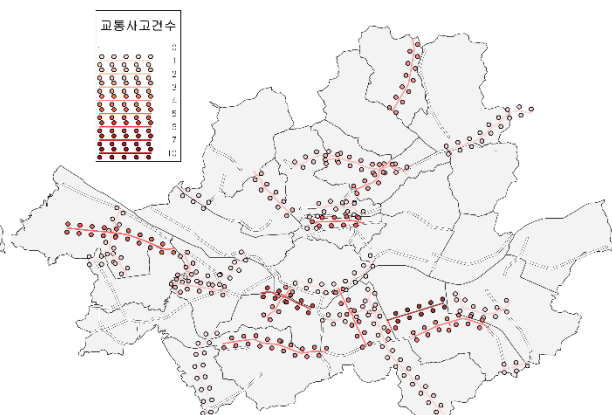
[그림2-7. 눈에 따른 평균 속도 차이]

2.3.4 EDA

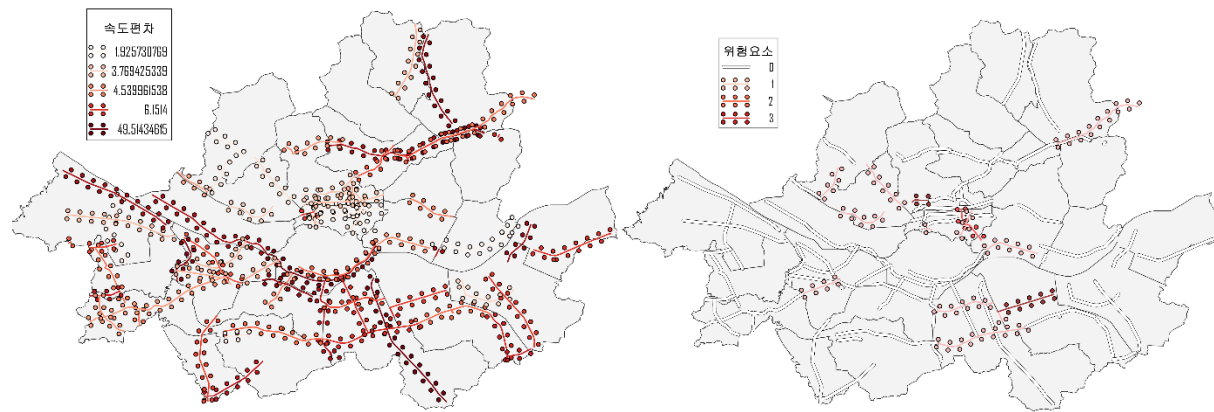
- 5가지 변수에 대해 시각화한 결과는 다음과 같음
- 교통량, 교통사고건수, 차량 통행 속도 편차에 비해 위험요소와 상습결빙구역을 포함한 도로 수는 적은 것을 확인할 수 있음.



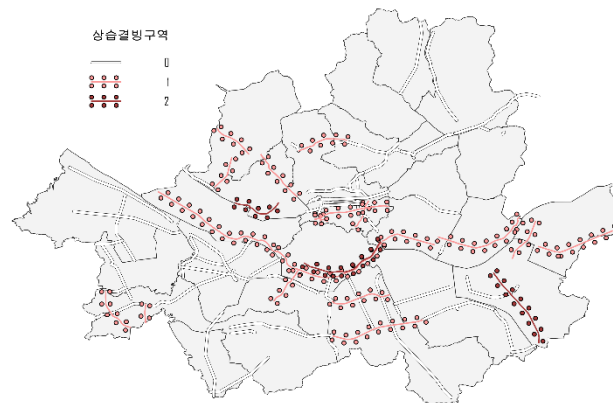
[그림2-8. 도로별 교통량 시각 분포도]



[2-9. 도로별 교통사고건수 시각 분포도]



[그림2-10. 도로별 차량 통행 속도 편차 시각 분포도] [2-11. 도로별 위험요소 시각 분포도]

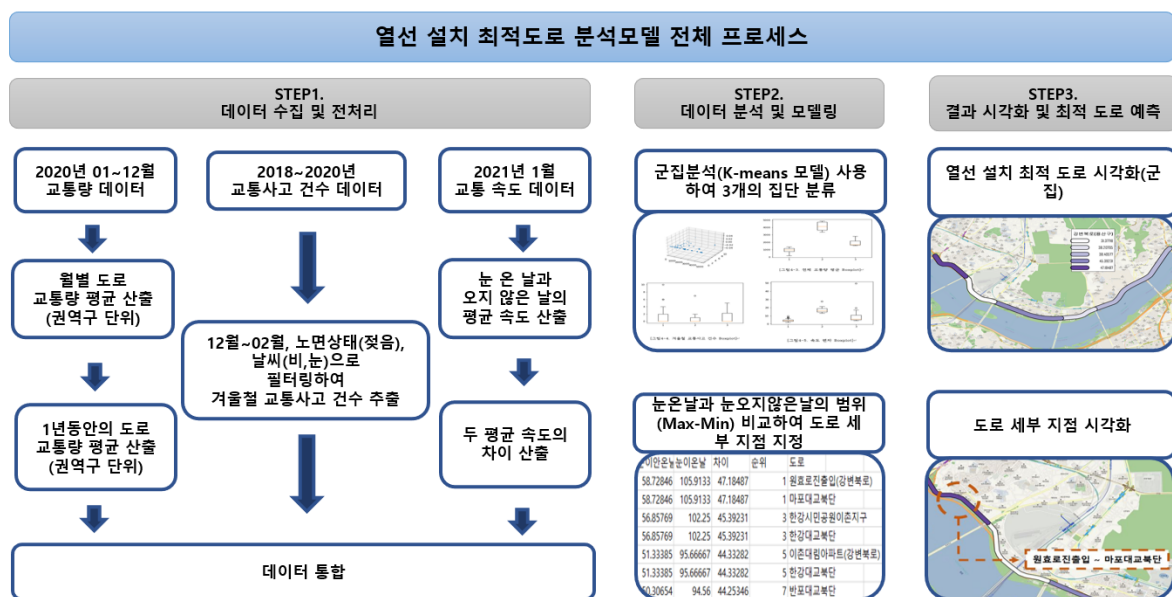


[그림2-12. 도로별 상습결빙구역 시각 분포도]

3 분석 프로세스

○ 열선 설치 최적도로 분석모델을 위해 데이터 수집, 전처리, 분석 그리고 시각화 순으로 분석 진행

3.1 분석 프로세스



[그림3-1. 열선 설치 최적도로 분석모델 전체 프로세스]

3.1.1데이터 수집

○ 겨울철 교통체증, 교통사고와 연관된 5가지 데이터 수집

- (2020년) 도로별 교통량
- (2018~2020년) 교통사고 건수
- (2021년) 도로별 차량 통행 속도

- (2021년) 결빙 구간
- (2020년) 위험요소(급경사지, 급커브길, 미끄러운 도로)

3.1.2데이터 전처리

- Python과 Excel로 전처리 과정 진행
- Python : 데이터 필터링 과정에 활용
- Excel : 데이터 통합 과정에 활용

3.1.3분석 및 모델링

- 도로별 주요 변수 3가지를 추출한 후, 군집 분석 진행
- 도로별 주요 변수
- 교통량
- 교통사고 건수
- 눈 온 날과 오지 않은 날의 차량 통행 속도 편차
- 군집 분석 후, 선정된 도로의 세분화를 위해 눈 온 날의 차량 통행 속도 범위(Max-Min)와 눈이 오지 않은 날의 평소 차량 통행속도 범위(Max-Min)를 비교함

3.1.4결과 시각화 및 최적 도로 예측

- QGIS를 이용해 열선 설치 최적 도로 시각화
- 선정된 도로의 세부 지점 시각화

3.2 분석 내용 및 방법

- 폭설로 인해 발생하는 교통체증과 교통사고 심화 원인 수집
- 수집한 교통 체증 및 사고 유발 요인 완화를 위해 상관분석 진행
- 상관분석을 기반으로 주요 변수 추출
- 주요 변수를 바탕으로 76개의 도로 군집분석 진행

3.2.1요인 수집

- 눈이 도로의 교통체증과 사고에 영향을 미치는 요인에 대한 기존 연구 보고서³와 논문⁴을 참고하여 확보
 - 눈의 영향은 크게 두가지로 나뉨
 - (환경요인) 눈이라는 환경적인 요인과 관련된 결빙구간, 급경사지,

³ 현대해상 교통기후환경연구소(2015). 적설에 따른 자동차사고 영향분석 연구.

⁴ 심상우, 최기주(2009). 도로기상요인의 영향에 따른 고속도로 교통상황 유형 분류. 대한토목학회논문집. 29(6). 685-691

급커브길 등 위험요소

- (운전자요인) 눈으로 인해 발생하는 운전자들의 행동 변화 관련 요인(교통량, 교통사고 건수, 차량 통행 속도)

3.2.2요인 선택

- (환경요인 제외) 상습결빙구간, 급경사지, 급커브길, 미끄러운 도로 등 위험요소를 포함한 도로 수가 적기 때문에 환경요인 제외
- (운전자요인 선택) 눈으로 인해 발생하는 운전자들의 행동 변화 관련 요인을 최종 요인으로 선택(교통량, 교통사고 건수, 차량통행 속도)

3.2.3군집 분석

- 최종 요인(운전자요인)을 대상으로 K-means Clustering(K-평균 클러스터링)알고리즘을 사용하여 군집 분석 실시
 - * K-means Clustering(K-평균 클러스터링)알고리즘은 데이터가 명확한 추세를 띄고 있지 않아도 군집 분류가 가능하기 때문에 선택함
- Boxplot을 통해 변수별(교통량, 교통사고 건수, 차량 통행 속도 편차) 분포 확인 후 최종 군집을 선정함
- 선정한 군집 내, 세부 데이터 확인 결과 총 7개의 도로 확인

3.2.4 열선 설치 지점 선정

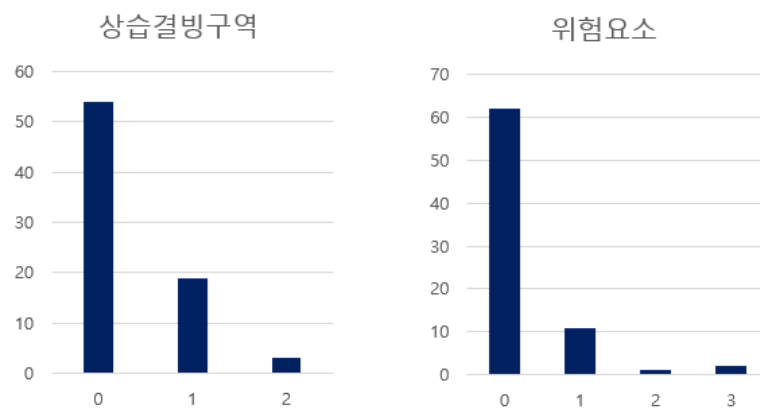
- 군집분석을 통해 선정된 총 7개의 도로를 대상으로, 각 도로를 구간별로 구분하고, 구간별 속도 데이터셋 확보
- 눈이 차량 통행 속도에 미치는 영향을 구하기 위해 각 도로의 눈이 오지 않는 평소 차량 통행 속도의 범위(Max-Min)에서 눈이 오는 날 차량 통행 속도의 범위(Max-Min)의 차를 구함
- 도로별로 차량 통행 속도의 범위(Max-Min)가 가장 큰 부분을 열선 설치 지점으로 선정

4 분석결과

4.1 요인 도출 결과

4.1.1요인 배제

○ (환경요인) 상습결빙구간, 급경사지, 급커브길 등 위험요소가 기록된 도로의 수가 적고, 서울시 주요 도로와 매핑이 되지 않는 문제가 발생하여 환경요인은 배제



[그림4-1. 상습결빙구역, 위험요소 건수]

4.1.2요인 선택

○ (운전자요인) 교통량, 교통사고건수, 차량 통행 속도 편차 등 눈이 운전자에게 미치는 영향과 관련된 데이터 선택

<교통량>		<교통사고건수>				<속도 편차>			
전체교통량평균		도로명	권역구분	교통사고건수		도로명	권역구분	range	
2313.057088		0	4.19로	강북구	10	0	4.19로	강북구	2.627365
1049.009839		1	가락로	송파구	71	1	가락로	송파구	2.136808
1326.731144		2	가로공원로	강서구	11	2	가로공원로	강서구	3.503821
1640.678244		3	가로공원로	양천구	16	3	가로공원로	양천구	2.499631
4658.535880		4	가로공원로76길	강서구	0	4	가로공원로76길	강서구	2.344538
...	
715.305438		728	효장원로	용산구	13	756	후암로	용산구	3.255885
1395.647641		729	후암로	용산구	3	757	후암로	중구	3.835615
958.769420		730	후암로	중구	2	758	휘경로	동대문구	2.708673
1365.660038		731	휘경로	동대문구	8	759	흑석로	동작구	3.122244
1473.503067		732	회우정로	마포구	8	760	회우정로	마포구	2.364423

761 rows × 3 columns

[그림4-2. 교통량, 교통사고건수, 속도 편차 데이터셋]

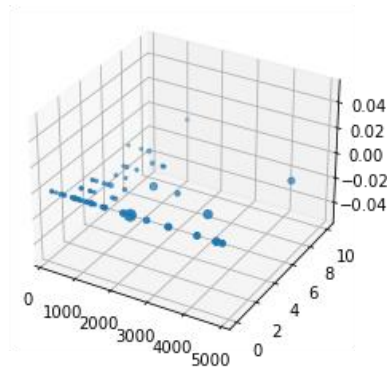
4.2 데이터 분석 - 군집 분석

○ 4.1 과정을 통해 선택한 교통량, 교통사고건수, 차량 통행 속도 편차를 기반으로 군집분석 실시

4.2.1 군집 분석 과정

4.2.1.1 변수 분포 확인

- 변수 분포 확인 결과, 분포도가 비교적 넓게 퍼져있는 것으로 보아 다양한 형태, 상황의 도로를 포함하고 있음을 알 수 있음
- 변수들을 군집 분석한 결과 1,2,3 총 3개의 군집으로 분류됨

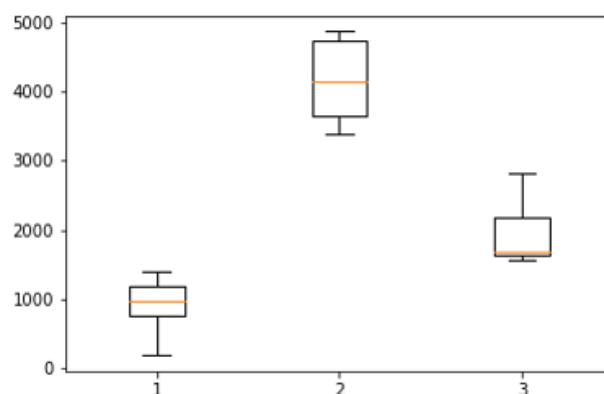


[그림4-3. 분포도]

4.2.1.2 군집별 Boxplot

○ 전체 교통량 평균

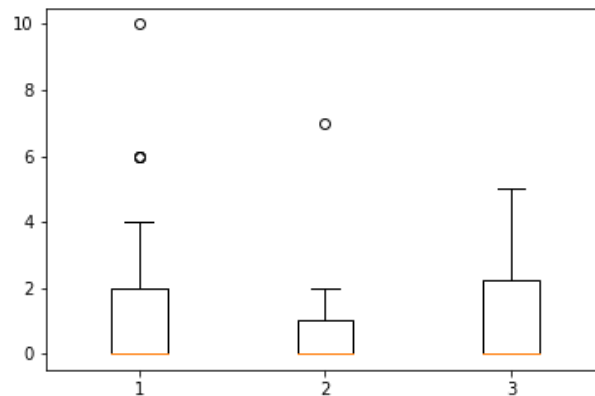
- 군집별(1,2,3) 전체 교통량 평균을 Boxplot으로 표현한 결과, 2번 군집의 도로들은 다른 군집의 도로보다 상대적으로 교통량이 많음
- (2번 군집) 다른 군집에 비해 월등히 수치가 높기 때문에 최종 군집 선택 시 중요도가 높음



[그림4-4. 전체 교통량 평균 Boxplot]

○ 교통사고 건수

- 군집별(1,2,3) 겨울철 교통사고 건수를 Boxplot으로 표현한 결과, 3번 군집의 도로들은 다른 군집보다 겨울철 교통사고 건수가 많았다는 것을 알 수 있음
- (3번 군집) 다른 군집보다 사고 건수가 많지만 대부분의 도로들의 사고건수가 0에 치우쳐져 있어서 최종 군집 선택 시 중요도가 낮음

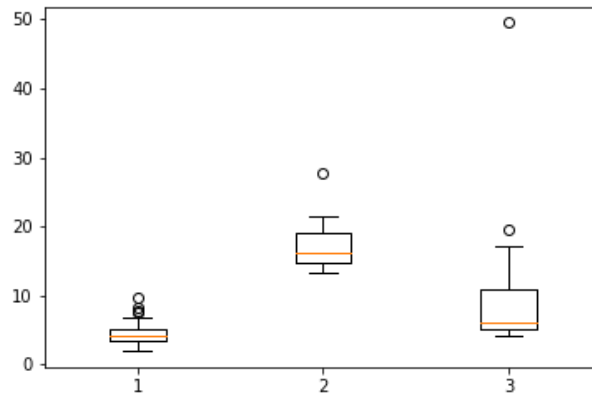


[그림4-5. 교통사고 건수 Boxplot]

○ 속도 편차

- 군집별(1,2,3) 속도 편차를 Boxplot으로 표현한 결과, 2번 군집의 도로들은 다른 군집의 도로보다 눈이 왔을 때 차량 통행 속도 저하가 크다는 것을 알 수 있음
- (2번 군집) 다른 군집에 비해 수치가 높기 때문에 최종 군집 선택

시 중요도가 높음.



[그림4-6. 속도 편차 Boxplot]

4.2.2 군집 분석 결과

○ 서울시 주요 도로를 대상으로 각 변수의 Boxplot을 고려했을 때, 2번 군집을 열선 설치 최종 군집으로 선정

- 2번 군집은 1,3번 군집보다 교통량과 속도 편차 수치가 월등히 높음

- 교통사고 건수의 경우 대부분의 도로들의 사고건수가 0에 치우쳐 있어

군집간 차이가 크지 않음

○ 2번 군집은 총 7곳의 도로로 구성되어 있음

	전체교통량평균	bins	range	predict
강변북로용산구	4658.535880	0.0	21.387434	1
강변북로마포구	4812.331690	0.0	14.191764	1
경부고속도로서초구	3908.324718	2.0	27.813041	1
경인고속국도양천구	3407.806748	0.0	13.287100	1
올림픽대로동작구	4875.099378	7.0	16.567154	1
올림픽대로강동구	4152.652500	0.0	16.200147	1
올림픽대로강서구	3386.123250	0.0	15.031706	1

[그림4-7. 최종 선정 군집 결과]

4.3 도로 열선 세부 설치 지점 선정 결과

- 군집 분석을 통해 7곳의 도로를 선택함
- 열선 도로의 비용과 2021년 1월 폭설 피해 도로를 고려하여 각 도로의 세부 설치 지점 선정함

4.3.1세부 설치 지점

- 활용 데이터
 - 눈 온 날 도로 통행 속도 범위(Max-Min)

2021 년 공공 빅데이터 분석 청년 인재양성 데이터 분석 전문교육과정

날짜	월	레비뉴	내			
합계 : 최대-최소	월	레비뉴	내			
행 레비뉴	20210106	20210107	20210112	20210113	20210128	총합계
☐ 등작대학교단						
반포대학교단	71.42	46.17	66	56.25	43.84	283.68
한강시민공원이촌지구	76.17	43.08	71.17	64.92	51.41	306.75
☐ 동호대학교단						
동부간선도로강변북로분기점	78.09	45.17	67.84	41.17	19.17	251.44
반포대학교단	62.42	47.58	65.33	54.42	63.41	293.16
☐ 반포대학교단						
등작대학교단	60.42	38.5	62.17	50.75	49.33	261.17
한남대학교단	74.58	33.66	67.58	63.75	39.67	279.24
☐ 원호대학교단						
원호로진출입(강변북로)	75.91	57.67	66.16	63.08	54.92	317.74
☐ 원호로진출입(강변북로)						
마포대학교단	75.91	57.67	66.16	63.08	54.92	317.74
이촌대림아파트(강변북로)	71.16	22.91	65.33	26.17	50.92	236.49
☐ 이촌대림아파트(강변북로)						
원호대학교단	69.25	35.58	65.09	62.5	21	253.42
이촌대림아파트(강변북로)	75.83	19.92	73	53.58	64.67	287
한강대학교단	75.83	19.92	73	53.58	64.67	287
☐ 한강대학교단						
이촌대림아파트(강변북로)	69.25	35.58	65.09	62.5	21	253.42
한강시민공원이촌지구	72.66	37.25	71.34	58.25	53.58	293.08
☐ 한강시민공원이촌지구						
등작대학교단	72.66	37.25	71.34	58.25	53.58	293.08
한강대학교단	76.17	43.08	71.17	64.92	51.41	306.75
☐ 한남대학교단						
동호대학교단	75.92	40.25	72.25	49.67	41.67	279.76
총합계	1233.65	661.24	1160.02	946.84	799.17	4800.92

[그림4-8. 눈 온 날 도로 통행속도 범위(Max-Min)]

- 눈 안 온 날 도로 통행속도 범위(Max-Min)

연도	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	2025년	2026년	2027년	2028년	2029년	2030년	합계											
1. 총생산	558.78	65.84	107.33	112.33	97.07	82.41	63.08	128.66	138.67	143.83	117.92	65.59	64.49	119.41	941.08	941.26	117.92	128.63	142.58	142.91	136.67	123.16	64.99	27.78		
제조업	21.59	48.16	40.5	48.5	69.83	156.6	45.41	32.67	62.75	65.42	61.23	26.39	32.41	61.15	62.33	97.48	42.84	29.35	17	63.42	67.98	66.17	51.08	26.59	19.7	
제조업외	97.09	29.42	25.35	59.88	45.5	37.41	36	91.17	76.12	81.43	64.67	39.17	37.16	57	79.83	76.67	68.17	63.57	71.66	75.19	75.83	70.1	71.08	38.44	21.6	
2. 총수출액	37.58	84.56	105.92	115.3	95.91	84.39	59.42	131	124.23	120.17	116.58	69.87	106.41	171.92	137.92	128.5	115.83	141.89	187	115.45	128.59	127.92	128.68	116	98	27.78
수출액	15.42	31.41	18.25	43.57	52	41	33.67	23.83	70.75	74.72	65.69	27.08	45.51	144.82	62.42	123.63	141.4	24.84	51.91	59.99	56.42	63.84	48.08	35	35	10.4
수출액외	22.16	53.12	38.25	71.75	61.5	49.67	25.59	62.05	66.91	61.42	62.59	59.71	67	68.08	62.25	67.75	63.03	65	70.5	61.5	64.84	67.57	63.64	65.14	26.4	17.3
3. 일반수출액	47.55	68.37	49.49	110.08	119.67	109.69	81.66	44.1	106.92	135.75	134.17	111	77.34	82.18	116.59	131.75	116.76	125.67	126.67	119.75	130	135.05	139.59	119.68	161	10.4
수출액	33.25	31.58	27.41	54.61	53.53	39.33	30.91	21.76	45	66.25	64.47	34	42.92	44.09	51.98	63.15	67.14	57.75	40.69	49	60.17	59.91	68.63	63.84	33.09	12.7
수출액외	17.15	36.75	20.08	55.41	65.99	59.75	50.75	22.66	61.15	69.75	57	34.42	38.09	65.5	67.17	71.53	63.42	61.92	31.84	70.15	69.67	71.67	55.34	33.68	24.69	10.4
4. 수출수출액	16.5	40.89	20.71	72.92	74.25	62.5	54.67	45.92	65	71.34	73.5	63.92	37.17	36.67	73.35	73.33	64.92	81.08	53.17	78.33	72.67	71.25	73.92	66.89	35.25	15.6
수출액	15.55	40.89	20.71	72.92	74.25	62.5	54.67	45.92	65	71.34	73.5	63.92	37.17	36.67	73.35	73.33	64.92	81.08	53.17	78.33	72.67	71.25	73.92	66.89	35.25	15.6
수출액외	39.5	43.98	110.67	123.25	97.59	94.17	72.17	109.75	121	123.75	117.75	75.69	60.09	124.67	123.75	121.08	116.33	74.34	121.91	123.84	124.59	127.92	119.74	164.33	26.5	10.4
5. 수출수출액(제조업수출액)	15.55	40.89	20.71	72.92	74.25	62.5	54.67	45.92	65	71.34	73.5	63.92	37.17	36.67	73.35	73.33	64.92	81.08	53.17	78.33	72.67	71.25	73.92	66.89	35.25	15.6
수출액	15.55	40.89	20.71	72.92	74.25	62.5	54.67	45.92	65	71.34	73.5	63.92	37.17	36.67	73.35	73.33	64.92	81.08	53.17	78.33	72.67	71.25	73.92	66.89	35.25	15.6
수출액외	32	32.66	16.53	49.49	49	35.09	35.25	44.25	44.03	50.25	54	21.41	22.66	42.52	47.75	52	54.5	51.17	51.93	51.17	53.34	63.83	52.91	10.08	10.4	
6. 수출수출액(제조업수출액)	46.92	116.67	47.94	138.59	187.82	181.7	148.3	56.98	196.29	210.25	214.74	102.16	176.8	206.18	196.25	214	196.67	182.98	129.42	198.05	212.16	203.91	221.76	191.9	194.33	40.4
수출액	14.58	29.47	16.94	64.09	66.5	61.7	44.83	38.08	63.39	67.91	63.58	35.97	27.66	19	63.84	70.75	63.33	61.42	48.42	65.42	68.89	70.52	68.83	63.03	21.25	19
수출액외	16.17	43.15	16.84	60.25	10.66	11	10	66.5	71.17	72.58	64.25	42.65	29.84	16.76	62.75	71	63.67	63.75	40.88	71.58	67.99	75.42	68.84	57.34	19.34	10.4
수출액외	16.17	43.15	16.84	60.25	10.66	11	10	66.5	71.17	72.58	64.25	42.65	29.84	16.76	62.75	71	63.67	63.75	40.88	71.58	67.99	75.42	68.84	57.34	19.34	10.4
7. 일반수출액	36.41	83.71	112.75	125.25	102.17	106.25	79.33	138.94	138.91	136.35	145.5	74.41	67.17	135.93	134.92	138.93	129.91	115.67	92.39	126.94	137.25	136.86	140.99	119.92	145	27.78
수출액	14.58	29.47	16.94	64.09	66.5	61.7	44.83	38.08	63.39	67.91	63.58	35.97	27.66	19	63.84	70.75	63.33	61.42	48.42	65.42	68.89	70.52	68.83	63.03	21.25	19
수출액외	21.83	53.33	23.49	48.66	35.62	61.7	61.42	42.25	63.84	69.75	66.75	38.76	47.67	27.17	67.89	64.17	66.59	62.98	54.25	41.14	68.25	67.25	70.17	58.08	14.25	10.4
8. 수출수출액(제조업수출액)	58.92	81.75	48.67	104.47	138.41	99.42	71.66	132.75	144.42	146.88	120.44	83.75	63.35	127.69	144	145.26	137.91	128.91	97.84	133.68	147.41	148.83	146.67	127.92	126.96	29.4
수출액	21.83	53.33	23.49	48.66	35.62	61.7	61.42	42.25	63.84	69.75	66.75	38.76	47.67	27.17	67.89	64.17	66.59	62.98	54.25	41.14	68.25	67.25	70.17	58.08	14.25	10.4
수출액외	37.09	28.42	25.34	59.58	48.7	37.41	36	29.61	61.65	75.42	81.83	44.67	37	38.16	70.53	79.87	67.17	53.67	71.66	75.19	75.83	70.1	71.08	38.44	21.6	
9. 수출수출액(제조업수출액)	33.67	73.15	54.09	67.86	55.4	54.69	28.75	60.25	64.17	61.42	61.99	32.08	47	64.17	62.33	68.89	63.5	57.44	35.5	67.43	69.68	69.33	73.92	59.75	44.61	10.4
수출액	33.67	73.15	54.09	67.86	55.4	54.69	28.75	60.25	64.17	61.42	61.99	32.08	47	64.17	62.33	68.89	63.5	57.44	35.5	67.43	69.68	69.33	73.92	59.75	44.61	10.4
수출액외	33.67	73.15	54.09	67.86	55.4	54.69	28.75	60.25	64.17	61.42	61.99	32.08	47	64.17	62.33	68.89	63.5	57.44	35.5	67.43	69.68	69.33	73.92	59.75	44.61	10.4
합계	393.69	482.48	378.59	977.59	1007.74	866.7	714.94	510.82	1080.35	1153.01	1163.32	681.1	634.74	580.82	1148.89	1188.6	1052.66	1015.57	721.62	1071.15	1162.59	1138.75	1193.71	1043.74	692.24	29.4

[그림4-9. 뉴 안 온 날 도로 통행속도 범위(Max-Min)]

- 눈 온 날 통행 속도 범위(Max-Min) - 눈 안 온 날 통행 속도 범위
(Max-Min)

	A	B	C	D	E	F	G
1	눈이안온날	눈이온날	차이	순위	도로		
2	58.72846	105.9133	47.18487		1 원효로진출입(강변북로)		
3	58.72846	105.9133	47.18487		1 마포대교북단		
4	56.85769	102.25	45.39231		3 한강시민공원이촌지구		
5	56.85769	102.25	45.39231		3 한강대교북단		
6	51.33385	95.66667	44.33282		5 이촌대림아파트(강변북로)		
7	51.33385	95.66667	44.33282		5 한강대교북단		
8	50.30654	94.56	44.25346		7 반포대교북단		
9	54.97231	97.69333	42.72103		8 한강시민공원이촌지구		
0	54.97231	97.69333	42.72103		8 동작대교북단		
1	53.84654	93.08	39.23346		10 한남대교북단		
2	54.33346	93.25333	38.91987		11 동호대교북단		
3	45.30769	83.81333	38.50564		12 동부간선도로강변북로분기점		
4	59.31423	97.72	38.40577		13 반포대교북단		
5	48.84962	87.05667	38.20705		14 동작대교북단		
6	42.11192	78.83	36.71808		15 이촌대림아파트(강변북로)		
7	53.09615	84.47333	31.37718		16 원효대교북단		
8	53.09615	84.47333	31.37718		16 이촌대림아파트(강변북로)		

[그림4-10. 눈 온 날 도로 통행 속도 범위- 눈 안 온 날 도로 통행 속도 범위]

○ 기준 설정

- 군집 내 세부 지점별 눈 온 날 통행 속도 범위(Max-Min)와 눈 안 온 날 통행 속도 범위(Max-Min) 분류
- 눈이 차량 통행 속도에 미친 정도

: 눈 온 날 통행 속도 범위 - 눈 안 온 날 통행 속도 범위

○ 설정한 기준(눈이 차량 통행 속도에 미친 정도)이 클수록 눈이 차량 통행 속도에 미친 영향이 큰 도로라고 판단함

○ 따라서, 설정한 기준(눈이 차량 통행 속도에 미친 정도)이 가장 높은 지점에 열선 도로 설치

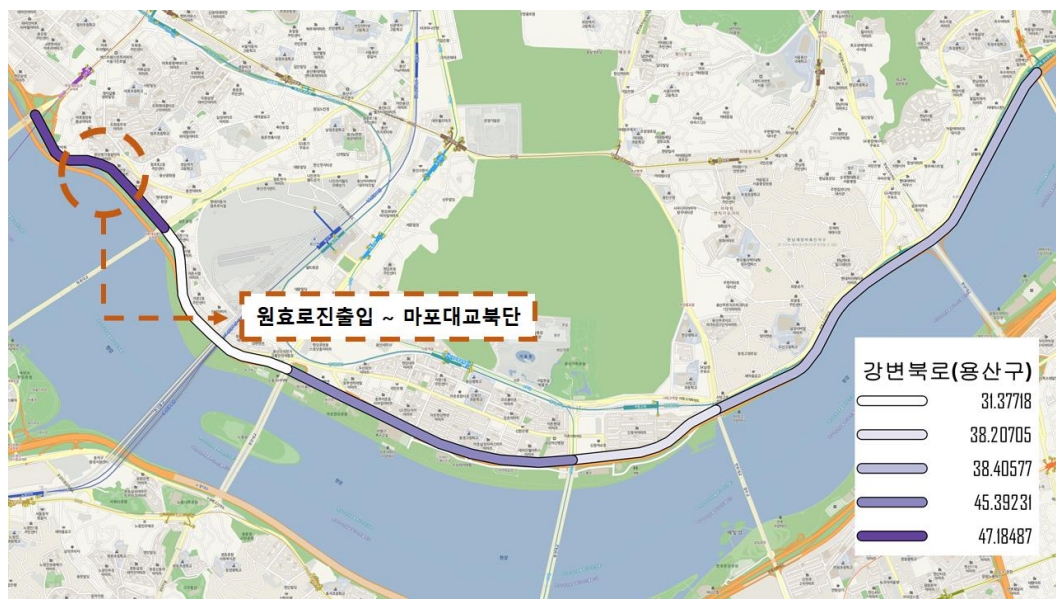
4.4 분석 결과 시각화

4.4.1 최종 입지 선정

○ 최종 입지 선정 결과, 총 7곳의 도로를 선정함

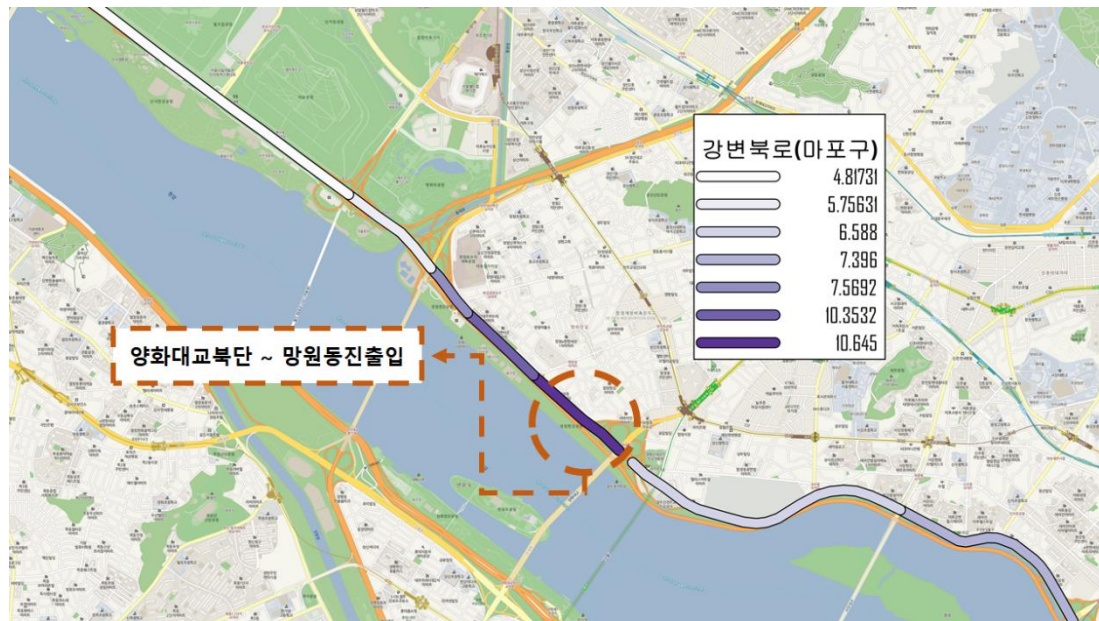
- 용산구 강변북로(원효로진출입 ~ 마포대교북단) : 0.5km
- 마포구 강변북로(양화대교북단 ~ 망원동진출입) : 0.7km
- 서초구 경부고속도로(달래네고개 ~ 판교JC남측) : 5.2km
- 양천구 경인고속국도(부천IC ~ 신월IC서측) : 4.5km
- 동작구 올림픽대로(여의상류IC ~ 여의하류IC) : 4.2km
- 강동구 올림픽대로(천호대교남단 ~ 올림픽대로남단) : 1.6km
- 강서구 올림픽대로(개화동로진입 ~ 행주대교남단) : 0.6km

4.4.1.1 강변북로(용산구)



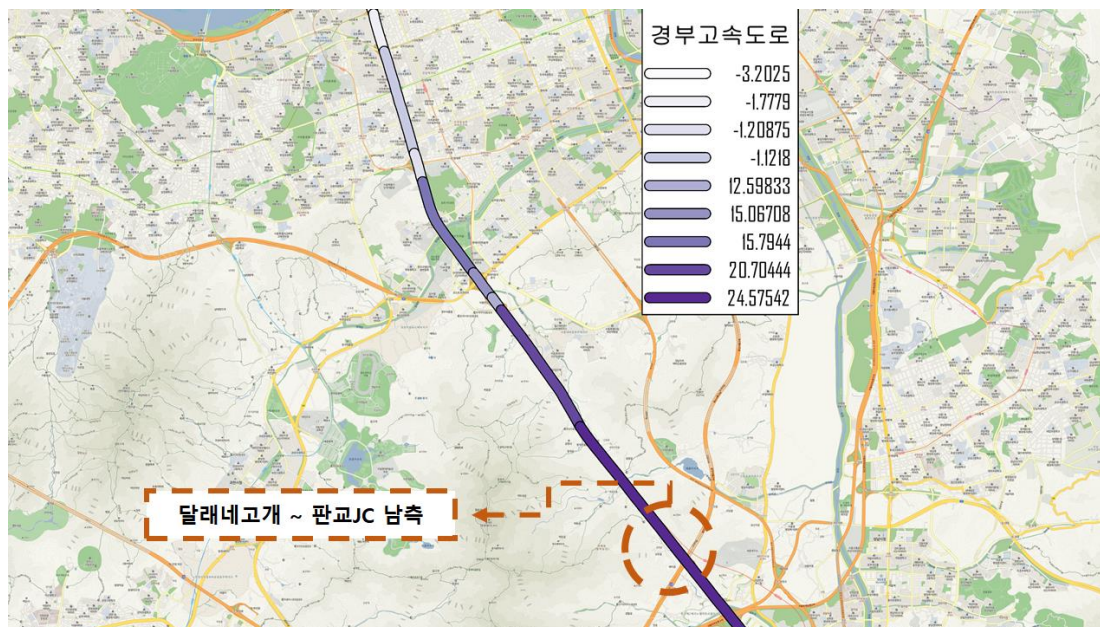
[그림4-11. 최종 입지 선정 - 강변북로(용산구)]

4.4.1.2 강변북로(마포구)



[그림4-12. 최종 입지 선정 - 강변북로(마포구)]

4.4.1.3 경부고속도로(서초구)



[그림4-13. 최종 입지 선정 - 경부고속도로(서초구)]

4.4.1.4 경인고속국도(양천구)



[그림4-14. 최종 입지 선정 - 경인고속국도(양천구)]

4.4.1.5 올림픽대로(동작구)



[그림4-15. 최종 입지 선정 - 올림픽대로(동작구)]

4.4.1.6 올림픽대로(강동구)



[그림4-16. 최종 입지 선정 - 올림픽대로(강동구)]

4.4.1.7 올림픽대로(강서구)



[그림4-17. 최종 입지 선정 - 올림픽대로(강서구)]

4.4.2결론

- 본 보고서는 폭설로 인한 교통피해(체증, 사고)와 폭설에 유연한 대처가 어려운 점을 고려하여 서울시 주요도로를 대상으로 열선 설치를 제안함
- 군집분석을 통해 최적 열선 설치 도로 후보를 선정하고, 세부구간별 차량 통행 속도의 최대값(Max)-최소값(Min)을 비교하여 열선 설치 구간을 선정함
- 분석 결과 총 7곳의 지점이 선정되었으며, 총 길이 17.3km에 설치할 경우, 기존 열선 도로 설치 효과⁵를 생각했을 때 긍정적인 효과가 있을 것으로 예상됨

⁵ 18~20 년도 서울시에 설치된 열선 40 개소의 전후 교통사고건수는 23 건에서 3 건으로 감소

5 활용 방안

5.1 문제점 개선 방안

5.1.1 교통 문제

○ 열선 도로 설치로 인한 교통 체증 및 사고 감소 효과 기대

- 서울시에 설치된 총 57개 열선 설치 도로 중 교통사고 건수 집계 가능한 지점은 40곳으로, 사고 건 수가 열선 설치 전 23건에서 3건으로 감소

5.1.2 예산 효율성(참고자료 1.3)

○ 열선 도로 초기 투입비용은 100m당 9천만원임

○ 매년 소모되는 제설 비용과 제설제로 인해 수명이 줄어든 도로의 감가상각액을 비교하였을 때, 17년 후 열선 도로 설치가 비용차원에서 효율적임



[그림5-1. 예산 크기 비교]

5.1.3환경 보호

○ 매년 제설제로 인해 발생하는 토양, 지하수 오염 감소 기대

○ 제설제로 인한 피해 정도

- 2.5g당 아연은 최대 118.6ug/g, 구리는 44.9ug/g, 망간은 42ug/g가

도로에서 배출되어 토양과 지하수로 흘러 들어감

- 토양에서 자라는 식물이 알칼리화 되어 성장에 방해됨

- 하수처리시 절반 정도밖에 정화가 안되어, 그대로 한강 하류에 흘러가

수질 오염으로 이어짐

5.2 업무 활용 방안

○ (서울시) 열선 도로 설치 후보군 데이터를 활용하여 열선 설치 가능

* 강변북로(용산구), 강변북로(마포구), 경부고속도로(서초구), 경인고속국도(양천구), 올림픽대로(동작구), 올림픽대로(강동구), 올림픽대로(강서구)

○ (지자체) 보고서의 분석 과정을 활용하여 열선 설치 계획 수립 가능

○ (폭설 대응) 열선 도로 설치 최종 후보군을 중점으로 폭설 대응 방안 수립 가능

[참고자료]

1. 사례조사

1.1 성북구 도로 열선 현황 자료

- 성북구는 ‘16년 성북로4길 21 한신한진아파트 오르막 초입 1개소를 시작으로’ 18년 2건, 19년 3건, 20년 11건 총 17개소를 설치하였음
- 100m 기준 9천에서 1억정도의 비용이 소요됨(한국전력 인입공사비, 한전 변압기 비용 등이 포함됨)
- 성북로4길 열선설치비는 294m, 294,000,000원 소진됨

1.1.1. 설치 장소

[참고자료1. 성북구 열선 도로 설치 장소]

연 번	위 치		규 모	설치 연도	비 고
	시 점	종 점			
합 계			5,766m		
1	성북로4길 21	성북로 12	L=150m(2차선)	2016	한신한진아파트(성북동)
2	보국문로 160	솔샘로25가길 8	L=310m(2차선)	2018	정릉초교 주변(정릉4동)
3	동소문로28길	동소문로26마길 59	L=80m(1차선)	2018	동소문로 굴다리 주변(동선동)
4	길음로15가길 3	길음로 103	L=256m(2차선)	2019	길원초교 주변(길음1동)
5	장위로 4	장위로 31	L=280m(2차선)	2019	동방고개 주변(장위1동)
6	장위로15길 94-1	장위로15길 113	L=130m(1차선)	2019	동방어린이공원 주변(장위1동)

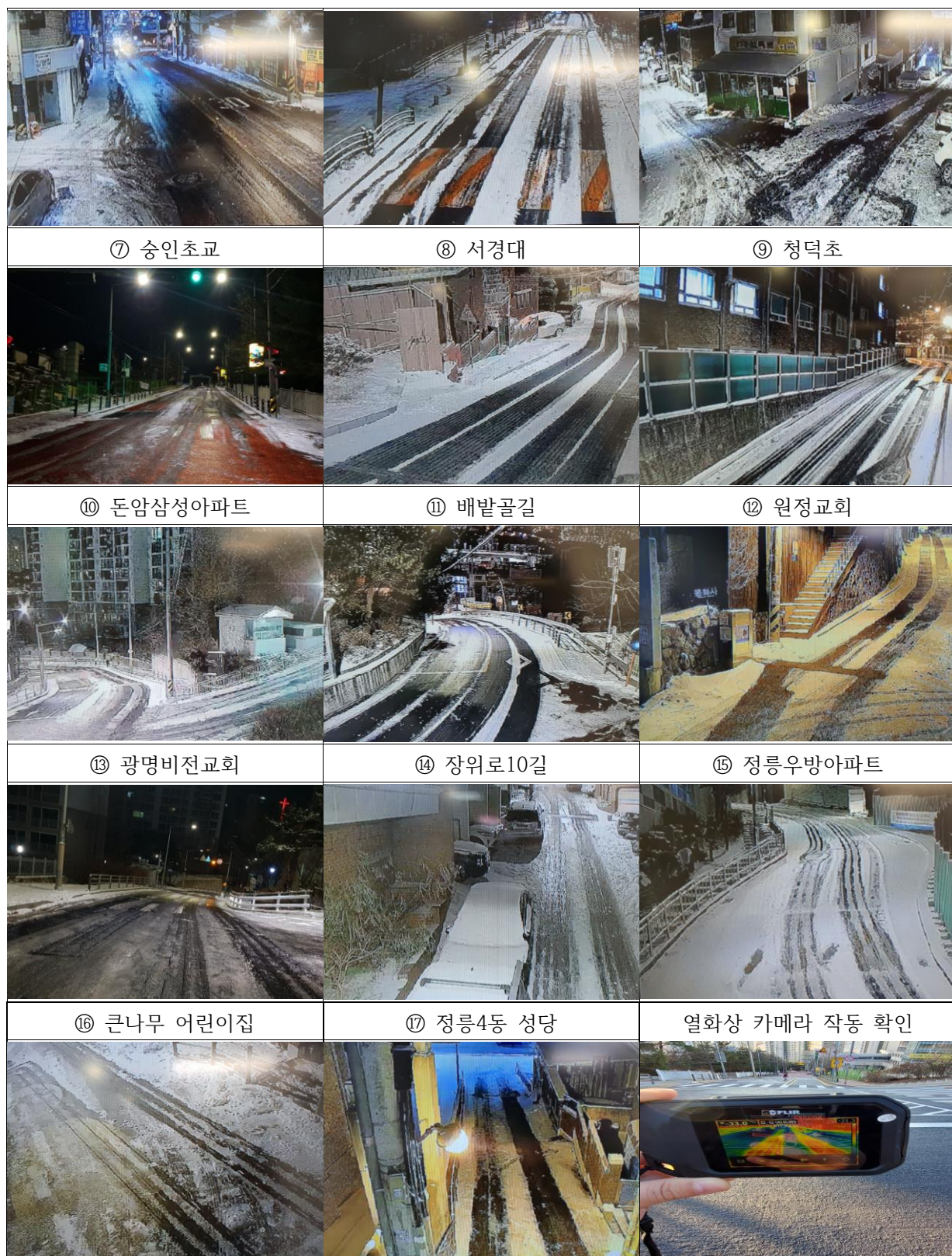
7	오패산로16가길 99	오패산로16가길 76	L=159m(2차선)	2020	광명비전교회 주변(월곡1동)
8	장위로10길 2	장위로10길 28	L=114m(1차선)	2020	백운빌라 주변(장위1동)
9	오패산로16길 37	오패산로 69	L=323m(2차선)	2020	승인초등학교 주변(월곡1동)
10	보국문로28길 10	보국문로28길 32	L=217m(1차선)	2020	원정교회 주변(정릉4동)
11	서경로 153	보국문로16길 98	L=277m(2차선)	2020	서경대학교 주변(정릉4동)
12	보국문로14길 9	보국문로16길 2	L=67m(1차선)	2020	정릉4동 성당 주변(정릉4동)
13	정릉로9나길 30-6	정릉로9길 48	L=85m(2차선)	2020	청덕초등학교 주변(정릉3동)
14	정릉로10길 114	북악산로 537-14	L=412m(2차선)	2020	배발골길 주변(정릉3동)
15	북악산로 762-12	아리랑로5길 147	L=75m(1차선)	2020	정릉 우방아파트 주변(정릉2동)
16	동소문로34길 24	정릉로 364	L=268m(2차선)	2020	돈암삼성아파트 주변(돈암1동)
17	화랑로18길 59-4	화랑로18길 74	L=45m(1차선)	2020	큰나무 어린이집 주변(월곡2동)

1.1.2. 열선 도로 설치 효과 - 성북구

○ 1월 6일 16:00 ~ 1월 7일 06:00, 적설량 3.8cm

[참고자료2. 열선 도로 설치 효과 - 성북구]

① 정릉초교	② 동선굴다리	③ 성북로4길
		
④ 동방고개	⑤ 길원초교	⑥ 동방어린이공원



1.2 서울시 도로 열선 현황 자료

○ 설치현황: 총56개소(차도50, 보도6)

[참고자료3. 서울시 도로 열선 현황]

구분	계	성북	서대문	도봉	성동	강북	중구	용산	은평	서초	서부도로
설치개소	56(6)	17	12	9	5(4)	5	4	1	1	1(1)	1(1)

○ 세부 설치 현황

[참고자료4. 서울시 도로 열선 세부 설치 현황]

설치 년도	관리기관	위 치	규 모
2014	은평구	은평터널로(신사동 148-190)	B=3m, L=335m
2015	서대문구	연희로39길(홍은동 265-26~265-15 외)	B=2m, L=300m
2016	용산구	이태원로55길 48	B=2m, L=30m
2016	성북구	성북로4길(성북동 142-6~140-66)	B=6m(2), L=150m
2016	서부도로	통일로 경찰청 앞 버스정류장 (중앙버스전용차로 승강장)	B=1m, L=22m
2017	서대문구	연세로2다길 100~88	B=2m, L=134m
2017	강북구	쌍문414교(수유동 701-1앞)	B=4m, L=26m
2017	서대문구	세검정로4길 91~151	B=2m, L=320m
2017	서대문구	모래내로438 ~모래내로24길23	B=2m, L=130m

설치 년도	관리기관	위 치	규 모
2017	서대문구	연희로41길 137~165	B=2m, L=200m
2018	서대문구	통일로26길 11~4	B=2m, L=155m
2018	성동구	금호산길 40-1~26(보행로)	B=2m, L=160m
2018	성동구	금호로1길 25(옥수초등학교 정문앞)	B=10m, L=5m
2018	성북구	솔샘로25가길8~보국문로 160	B=6m(2), L=320m
2018	성북구	동소문로28길 ~26마길 59	B=3m, L=80m
2018	서대문구	연희로11마길 62~ 85	B=5m, L=177m
2019	성동구	독서당로 384~독서당로62길 12 (응봉초교 앞, 보도)	B=1.6m, L=95m
2019	성북구	길음로15길(길원초등학교 주변)	B=2m, L=512m
2019	성북구	장위로(동방고개)	B=8m(2), L=280m
2019	성북구	장위로15길	B=2m, L=130m
2019	서대문구	백련사길(홍은동 329-1 주변)	B=2m, L=155m
2019	서대문구	정원여중 주변(홍은동 265-286 일대)	B=2m, L=329m
2019	서대문구	연희로41가길(금강주택)	B=5m, L=30m
2019	강북구	오패산로 52길	B=7m, L=350m
2019	강북구	솔매로 14 주변	B=6m, L=250m
2019	강북구	계성교	B=6m, L=28m
2019	도봉구	도봉로117길(동근달어린이공원)	B=3m, L=20m
2019	도봉구	도동봉로113길(쌍문시장 입구)	B=3m, L=50m
2019	도봉구	노해로44길(쌍문3동 주민센터)	B=3m, L=30m

설치 년도	관리기관	위 치	규 모
2019	서초구	남부순환로(양재동11-13 앞, 보도)	B=2m, L=25m
2020	중구	중림로4길	B=5m, L=170m
2020	중구	퇴계로6가길	B=5m, L=60m
2020	중구	다산로36길	B=5m, L=250m
2020	중구	장충단로10길	B=4m, L=45m
2020	성동구	응봉교 앞 보도육교	B=3m, L=27.5m
2020	성동구	난계로 61-19~63(금북초교)(보행로)	B=1.5m, L=40m
2020	성북구	오패산로16길(송인초교)	L=323m(2차로)
2020	성북구	서경로 153~보국문로16길 98	L=277m(2차로)
2020	성북구	정릉로9나길 (청덕초교)	L=85m(2차로)
2020	성북구	동소문로34길 24~29	L=268m(2차로)
2020	성북구	정릉로10길 114~북악골프연습장	L=412m(2차로)
2020	성북구	보국문로28길	L=217m(1차로)
2020	성북구	오패산로16가길 99~90	L=159m(2차로)
2020	성북구	장위로10길 2~25	L=114m(1차로)
2020	성북구	아리랑로5길 147~북악산로 762-12	L=75m(1차로)
2020	성북구	화랑로18길 65~74	L=45m(1차로)
2020	성북구	보국문로16길 2~14길 19-1	L=67m(1차로)
2020	강북구	삼양로41가길 8	L=90m(1차로)
2020	도봉구	노해로44길 40~46	B=3m, L=36m
2020	도봉구	노해로48길 29~33	B=3m, L=42m

설치 년도	관리기관	위 치	규 모
2020	도봉구	도봉로109길 91~92	B=3m, L=48m
2020	도봉구	노해로 195~노해로49길 10	B=3m, L=32m
2020	도봉구	덕릉로60길 135~135-13	B=3m, L=66m
2020	도봉구	해등로3길 85~창동 산107-223	B=3m, L=69m
2020	서대문구	연희로39나길22~연희로39길56	B=3m, L=65m
2020	서대문구	이화여대8길11~이화여대길42	B=3m, L=65m

1.3 예산 효율성

1.1.1. 기존 제설 투자 비용(총수익)

○ 기존 제설에 투자하는 비용(총수익)은 아래의 2가지로 나눌 수 있음

- 직접적인 제설 비용 = 제설 투입인력, 제설제 등
- 제설제로 인한 도로의 추가 감가상각액

○ 직접적인 제설 비용

- 서울시 제설대책 예산자료(2020)에 따르면 서울시 도로 8282km에 대해 9,167,460,000원이 소모됨

- 총 도로 길이 8282km(9,167,460,000원)를 100m 단위로 환산하면, 100m당 제설 비용은 110,691원이 됨

○ 추가 감가상각액

- 도로의 평균 기대 수명은 10년이며, 교체 비용은 100m당 약

48,000,000원임

- 제설제를 사용할 경우 평균 기대 수명의 30% 정도가 줄어들게 됨
- 즉, 100m당 도로 교체 비용이 7년마다 4,800만원이 소모됨
- 제설제로 인한 도로의 감가상각액은 100m당 6,857,143원이 됨

1.1.2. 열선 관련 비용(총비용)

○ 열선 비용은 아래의 2가지로 나눌 수 있음

- 열선 설치 비용
- 매년 소모되는 영업소 운영 비용

○ 열선 설치 비용

- 100m당 열선 설치 비용은 90,000,000원임

○ 매년 소모되는 영업소 운영 비용(성북구 사례 기준)

- 영업소 당 열선 설치 길이 = $5766/17=399m$
- 100m당 운영 비용 = $1,380,000/3.99=407,076원$
- 100m당 연간 운영 비용 = $407,076*4=1,628,318원$
 - * 4: 동절기(11월~2월) 운영
- 따라서 100m당 연간 운영 비용은 1,628,318원임

1.1.3. 총수익과 총비용 비교

○ x년동안 총수익과 총비용

- 총수익: $110,691x + 6,857,143$

- 총비용: $90,000,000 + 1,628,318x$

○ 총수익과 총비용 크기 비교

- $110,691x + 6,857,143 = 90,000,000 + 1,628,318x$

- $5,339,516x = 90,000,000$

- $x = 16.85$

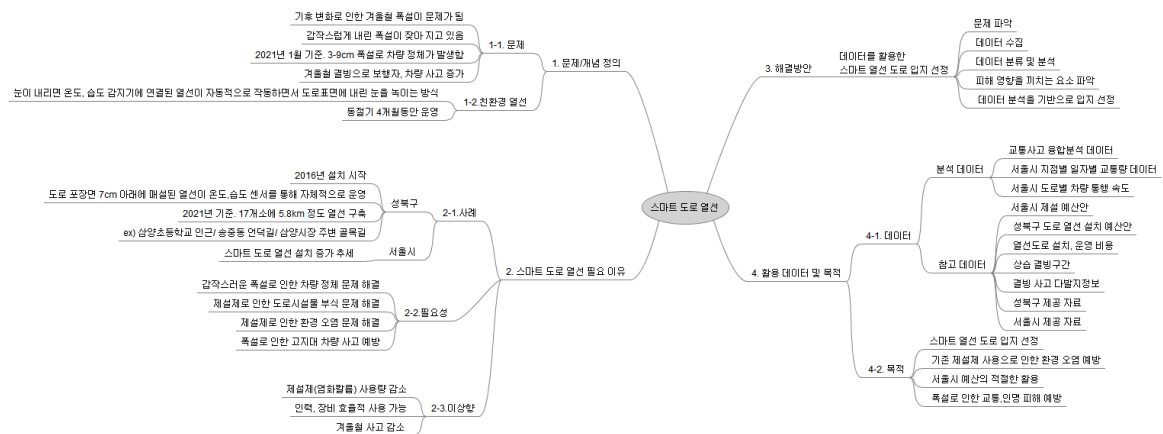
- 따라서 17년이 지나면 열선 설치가 기존 제설보다 비용적으로

효과적임

[부록]

1. 마인드맵

[부록1. 열선 도로 우선 입지 선정 마인드맵]



2. 분석코드

○ Python을 활용한 분석 진행

○ 데이터 정제 코드

```

df = pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/bigdata/2021 01 월 서울시
차량통행속도.xlsx')
df07 = df[df['일자'] == 20210107]
df08 = df[df['일자'] == 20210108]
df12 = df[df['일자'] == 20210112]
    
```



```

df13 = df[df['일자'] == 20210113]
df28 = df[df['일자'] == 20210128]

dfsnow = pd.concat([df07,df08,df12,df13,df28], axis = 0)

dfnotsnow = df[(df['일자'] != 20210107) & (df['일자'] != 20210108) & (df['일자'] !=
20210112) & (df['일자'] != 20210113) & (df['일자'] != 20210128)]

byroad = dfsnow[['도로명','권역구분','01 시', '02 시', '03 시', '04 시', '05 시', '06
시', '07 시',
                '08 시', '09 시', '10 시', '11 시', '12 시', '13 시', '14 시', '15 시', '16 시', '17
시',
                '18 시', '19 시', '20 시', '21 시', '22 시', '23 시', '24 시']].groupby(['도로명','
권역구분'], as_index = True).mean()

notbyroad = dfnotsnow[['도로명','권역구분','01 시', '02 시', '03 시', '04 시', '05
시', '06 시', '07 시',
                '08 시', '09 시', '10 시', '11 시', '12 시', '13 시', '14 시', '15 시', '16 시', '17
시',
                '18 시', '19 시', '20 시', '21 시', '22 시', '23 시', '24 시']].groupby(['도로명','
권역구분'], as_index = True).mean()

byroad['avg'] = byroad.mean(axis = 1)
notbyroad['avg'] = notbyroad.mean(axis = 1)

velocity = notbyroad - byroad

velocity['mini'] = velocity.min(axis = 1)
velocity['maxi'] = velocity.max(axis = 1)

```

```
velocity['range'] = velocity['maxi'] - velocity['mini']
```

○ 데이터 로드 및 군집 분석 코드

```
from sklearn import datasets
import pandas as pd

from sklearn.cluster import KMeans
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

#데이터 로드 & 필요한 컬럼 선택 및 null 값 삭제
'''변수 설명
    1) 전체 교통량 평균: 2021 년 01 월부터 12 월까지의 교통량 평균 값
    2) bins: 2018 년에서 2021 년 12 월, 01 월, 02 월에 노면 상태가 젖어
        있고 날씨가 비 또는 눈이 온 날의 사고 건수
    3) range: 도로별로 눈 온 날과 눈 오지 않은 날의 각각의 평균을
        구한 후 도로별 최대 속도 - 도로별 최저 속도를 계산한 값'''
data = pd.read_csv('찐.csv')
data = data[['행 레이블','구','전체교통량평균','bins', 'range']]
data = data.dropna()

#분석에 필요한 특성 저장
feature = data[['전체교통량평균','bins', 'range']]

#K-means 모델을 이용하여 군집 분석
model = KMeans(n_clusters=3, algorithm='auto')
model.fit(feature)
predict = pd.DataFrame(model.predict(feature))
predict.columns=['predict']
```

```
feature.reset_index(inplace=True)
feature.drop('index', axis=1, inplace=True)
```

○ 결과 확인 및 시각화 코드

```
r = pd.concat([feature, predict], axis=1)
label = data['행 레이블'] + data['구']
r.index = label

from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D

fig = plt.figure()
ax = fig.gca(projection='3d')
#데이터 산점도 그래프 출력
plt.scatter(r['전체교통량평균'], r['bins'], r['range'])
plt.savefig("분포도.png")
plt.show()

#예측 값에 대한 군집 저장
cluster_0 = r[r['predict'] == 0]
cluster_1 = r[r['predict'] == 1]
cluster_2 = r[r['predict'] == 2]

#boxplot 을 활용하여 전체 교통량 평균 변수에 대한 데이터 값 시각화
fig, ax = plt.subplots()
ax.boxplot([cluster_0['전체교통량평균'], cluster_1['전체교통량평균'],
cluster_2['전체교통량평균']])
plt.savefig("전체교통량평균.png")
plt.show()
```

```
#boxplot 을 활용하여 겨울철 교통사고 건수에 대한 데이터 값 시각화
fig, ax = plt.subplots()
ax.boxplot([cluster_0['bins'], cluster_1['bins'], cluster_2['bins']])
plt.savefig("bins.png")
plt.show()

#boxplot 을 활용하여 속도 편차 변수에 대한 데이터 값 시각화
fig, ax = plt.subplots()
ax.boxplot([cluster_0['range'], cluster_1['range'], cluster_2['range']])
plt.savefig("range.png")
plt.show()
```

3. 참고문헌

- 김지훈(2021.01.07). 2021 년에 눈 왔다고 서울 교통대란, 왜? 머니투데이.
(2021.08.06)
<https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2021010710390847019>
- 김소정(2021.01.13). 폭설에도 ‘쌍쌍’...성북구청장”도로 열선 덕분, 구민
반응 폭발적”(2021.08.16)
<https://news.naver.com/main/read.naver?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=018&aid=0004827461>
- 김기훈(2021.02.12). 최근 5 년간 블랙아이스 교통사고 사망자 170 명…
눈길 사고의 4 배(2021.08.06)
<https://www.yna.co.kr/view/AKR20210210121400530>

- 박종일(2021.01.07). 성북구 열선 깔린 도로 3.5km… 2020 년 서울시 자치구 ‘최다’.
<https://www.asiae.co.kr/article/2021010707454792084?form=MY01SV&OCID=MY01SV> (2021.08.06)
- 김기수, 유인균, 김제원(2010). 광섬유진동센서를 이용한 도로 평탄성 모니터링. 한국전산구조공학회 2010 년도 정기 학술대회. 791-794.
- 스마트구루. 지능형 IoT 융설시스템
<https://www.smartguru.co.kr/guruchat-copy> (2021.08.15)
- 현대해상 교통기후환경연구소(2015). 적설에 따른 자동차사고 영향분석 연구.
- 심상우, 최기주(2009). 도로기상요인의 영향에 따른 고속도로 교통상황 유형 분류. 대한토목학회논문집. 29(6). 685-691.
- 정해문, 이병덕(2004). 겨울철 제설제의 살포가 콘크리트 내구성에 미치는 영향. 한국콘크리트학회 2004 년도 춘계 학술발표회 16(1). 814-817.
- 이경배, 이승우(2007). 제설제가 콘크리트 포장 파손에 미치는 영향. 대한토목학회논문집. 27(1). 73-80.
- 정종석, 박용부, 손정락(2014). 단지내 도로포장별 생애주기 비용 분석(LCCA) 사례 연구. LHI Journal 5(4). 297-303.
- 국토교통부, 한국건설기술연구원(2020). 2020 년 상반기 건설공사 표준시장단가 적용 공종 및 단가. 서울: 한국건설기술연구원.
- 서울특별시. 보도 환경 개선사업(2018).
<https://news.seoul.go.kr/traffic/archives/500325>
- 서울특별시. 한눈에 보는 서울 예산(2021).
<https://news.seoul.go.kr/gov/archives/522821>
- 이평구, 윤성택, 유연희(2004). 염화칼슘과 소금이 도로변 퇴적물의 중금속 용출에 미치는 영향. 지하수토양환경논문집. 9(4). 15-23.