

# 인구 감소에 따른 국회의원 선거구 획정 모델 제안



# 목차

---

## 1

### 배경

- 1-1 주제 선정
  - 1-2 분석 필요성
  - 1-3 전략
- 

## 2

### 데이터 분석

- 2-1 데이터 선정
  - 2-2 분석 방법
  - 2-3 분석 결과
  - 2-4 해석
- 

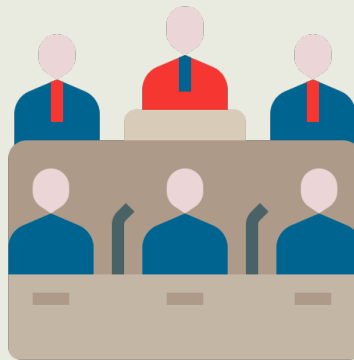
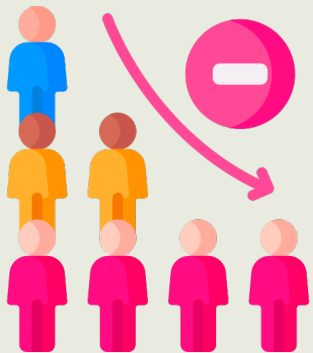
## 3

### 분석 활용 전략

- 3-1 기대효과
- 3-2 방향 제시

# 1 배경

주제 선정 - 분석 필요성 - 전략



높은 출산율을 가정하더라도  
2050년까지 2020년 인구의  
**6.06%** 감소 예측  
(KOSIS 시나리오별 추계 인구)

현행 헌법 시행(1989년) 이후  
1997 금융위기로 인한 경우를 제외  
국회의원 의석수는 300여 석 유지

헌법재판소가 선거구 간 인구 격차를  
**4:1** (1995) → **3:1** (2001) → **2:1** (2014)로  
꾸준히 감축 결정



- ① 대한민국의 인구 감소는 권역별 선거구의 수, 즉 **할당 의석수의 변동**을 발생
- ② 이러한 변동은 **선거구 획정**이라는 중대한 문제에 큰 영향을 미칠 가능성이 존재

**최소한의 요소를 기반으로 국회의원 선거구를 자동으로 획정하는 모델이 필요**

# 1 배경

주제 선정 - 분석 필요성 - 전략

21

가장 최근 치러진  
제21대 국회의원 선거를 비롯하여  
지속적으로 정당 간 의견 대립

39

제21대 국회의원 선거구는  
선거일 39일 전에야 재확정안 가결

56,000

춘천시의 경우 28만 여명의 인구 중  
56,000명의 인구만을 타 선거구에  
편입하여 '누더기 확정'

선거구 확정 개입 요소 최소화 + 선거구 간 표의 등가성 최대화

# 1 배경

## (1) 선거구 획정 요소 선택

### ① 지역 간 거리

- ✓ 유사한 사회적 분위기에서 생활하는 사람들끼리 구획하는 것이 타당
- ✓ 각 지역의 위치 정보를 기반으로, 두 기초자치단체 간 거리를 계산하여 광역자치단체 내에서 경계가 인접한 행정구역만이 하나의 선거구가 될 수 있도록 함

### ② 인구

- ✓ 선거구 간 표의 등가성을 고려하려면 각 행정구역별 인구를 토대로 각 선거구의 인구 편차를 최소화

## (2) 선거구 획정 실시

- ✓ 각 지역의 위치 정보를 기반으로 군집화를 1,000회 실시
- ✓ 생성된 군집 집합 중 인구 제약 조건(여기서는 헌법재판소가 설정한 최대 인구 편차인 2:1)을 만족하는 군집 집합만을 선택

## (3) 선거구 간 표의 등가성 계산

- ✓ (2)의 과정을 거쳐 확정된 선거구가 실제로 선거구 간 표의 등가성을 강화하는지 일정 지표를 사용하여 계산
- ✓ 본 연구에서는 해당 지표로서 '코사인제곱지수' 사용
- ✓ 코사인제곱지수는 선거구의 인구동등성을 측정하기 용이하며, 원자료가 인구 비율이 아닌 인구 수로 주어졌을 때에도 동일하게 계산이 가능하다는 편의성이 존재

## (4) 모델에 인구 추계 적용

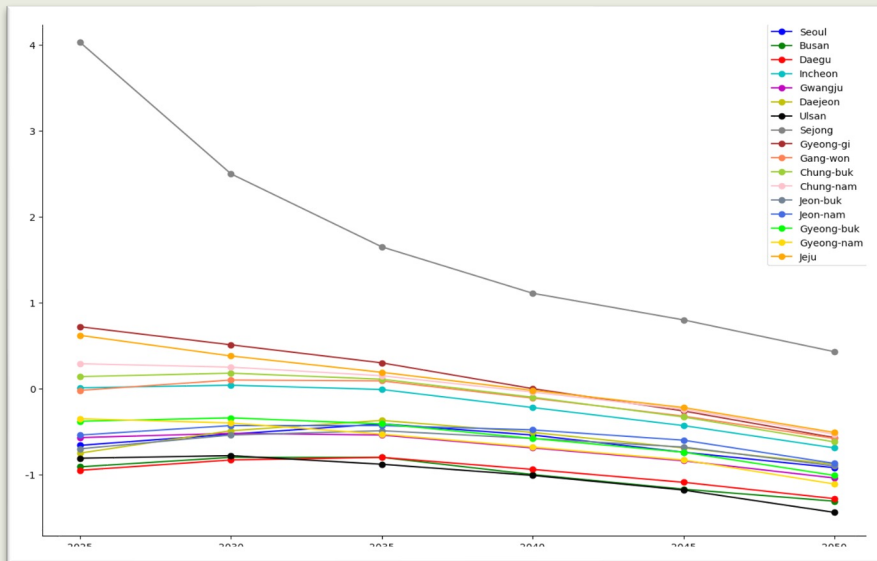
- ✓ 실제 인구 감소에 대응할 수 있는 선거구 모델인지 확인
- ✓ 인구 추계를 바탕으로 할당 의석수를 조정하여 (2), (3)의 과정을 반복

## 2 데이터 분석

데이터 선정 - 분석 방법 - 분석 결과 - 해석

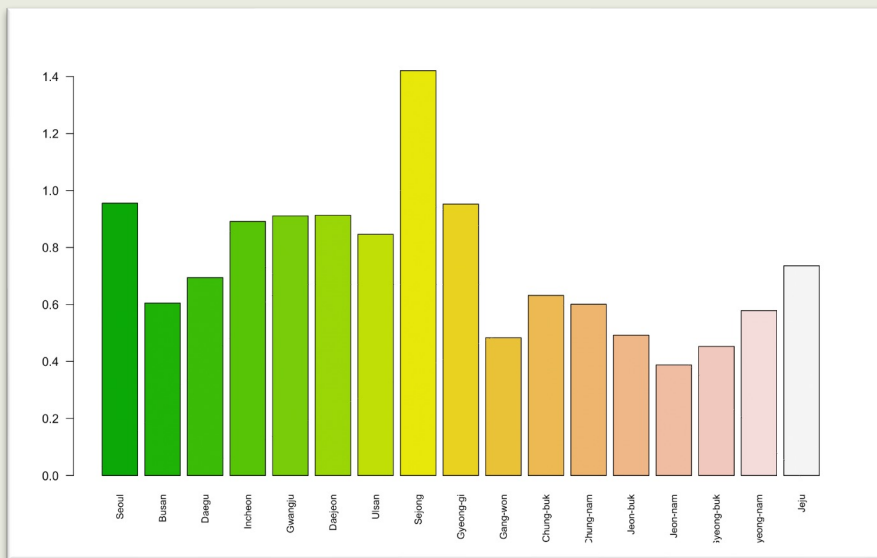
| 출처                    | 자료명           | 연도   | 활용 목적                  |
|-----------------------|---------------|------|------------------------|
| 통계청<br>(KOSIS 국가통계포털) | 시나리오별 추계 인구   | 2022 | 추계된 인구를 모델에 적용         |
|                       | 연령 및 성별 인구 구성 | 2020 | 제21대 총선 당시 지방소멸위험지수 계산 |
|                       | 추계인구(시/군/구)   | 2020 | 추계된 인구를 모델에 적용         |
| 통계데이터센터 행정통계자료        | 인구가계통계등록부(인구) | 2020 | 제21대 총선 당시 행정구역별 인구 집계 |
| 통계데이터센터 민간자료          | 소지역정보         | 2022 | 행정구역 위치 정보 획득          |
| 통계지리정보서비스(SGIS)       | 행정구역 경계정보     | 2020 | 획정된 선거구 시각화            |

# 2 데이터 분석



## ▶ 광역자치단체별 인구증가율

- 실제로 지역이 소멸할 위기에 처한 광역자치단체를 선정하여 선거구 획정 모델을 고안하고자 함.
- 인구증가율을 토대로 하였을 때는 서울특별시, 경기도 등이 하위를 기록
- 해당 지역에 대한 연구는 대한민국의 인구 감소와 지역 소멸 위기를 배경으로 하는 본 연구의 취지와 어긋난다고 판단



## ▶ 광역자치단체별 지방소멸위험지수

$$\text{지방소멸위험지수} = \frac{\text{20~39세 여성 인구}}{\text{65세 이상 인구}}$$

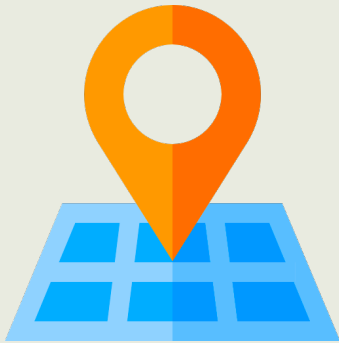
- 위 식에 따라 광역자치단체별 지방소멸위험지수를 계산
- 0에 가까울수록 소멸위험이 높으므로, 2020년 기준 그 지수가 0에 가장 가까운 전라남도를 분석 대상 지역으로 선정



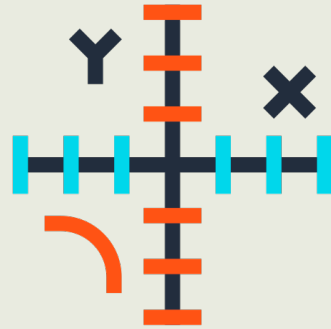
# 2 데이터 분석

데이터 선정 - 분석 방법 - 분석 결과 - 해석

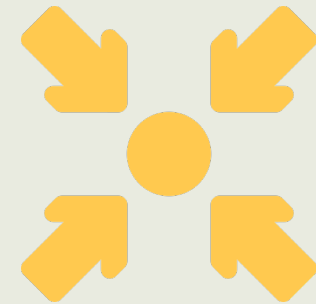
## (1) 지역 간 거리 계산



소지역정보 활용



격자별  $x, y$  좌표 추출



시·군별 무게중심 계산

# 2 데이터 분석

## (2) K-means 클러스터링

### 1) 지역 간 거리 우선

대한지리학회지 제48권 제3호 2013(387~401)

#### 공간 최적화 기법을 이용한 국회의원 선거구 획정 —용인시를 사례로—

김명진\* · 김강영\*\*

#### Spatial Optimization Approaches to Redistricting for National Assembly Election: A Case Study on Yongin City

Myung Jin Kim\* · Kamyoung Kim\*\*

**요약 :** 우리나라 선거구 획정은 인구의 증감이나 행정구역의 변경뿐만 아니라 지리적 정치적인 의도와 목적을 가지고 이루어져 선거결과에 중대한 영향을 미친다. 이 논문은 선거구 구획의 실행 측면에 초점을 맞추어 선거구 구획을 위한 대안적 방법을 제시하는 데 초점을 맞추고 있다. 즉 과정에서 자의성이 개입될 수 있는 부분에 절차적이고 객관적인 선거구 획정 방법론을 제시하고자 한다. 이를 위하여 선거구 획정기준(인구동가설, 연속성, 공간적 조밀성)을 준수하는 공간 최적화 모델을 고안하고 제19대 선거구 획정결과에서 논란이 되었던 용인시에 적용하여 그 가능성을 평가한다. 모델의 분석 결과는 정치적 고려나 임의적 개입 없이 기존의 데이터만으로 기준을 만족하는 선거구를 확립할 수 있음을 보여주었다. 특히, 모델에 의해서 도출된 선거구는 기존 선거구에 비하여 인구동가설을 향상시켰다.

**주요어 :** 국회의원 선거구 획정 문제, 인구동가설, 연속성, 공간적 조밀성, 공간 최적화 문제

**Abstract :** Redistricting of National Assembly Election has a significant effect on the results of election because it has a strong tendency to be performed with political intentions rather than the equivalent representativeness of population and region. This paper focuses on proposing an alternative for restricting of National Assembly Election in terms of implementation, that is, an procedural and systematic approach, not allowing for political or arbitrary intervention. A spatial optinizing model conforming with criteria for political redistricting such as population equality, contiguity, and spatial compactness is developed and applied to Yongin City where are some controversy over the redistricting of the 19th National Assembly. Modeling results show that it is possible to derive National Assembly Election districts based on the information of basic spatial units without political consideration or arbitrary intervention. In addition, The districts derived from the model improved population equality compared with the existing districts.

**Key Words :** National Assembly Election redistricting, Population equality, Contiguity, Compactness, Spatial optimization problem

\* 경기과학기술진흥원 선임연구원(Senior Researcher, Gyeonggi Institute of Science & Technology Promotion), kmjng@gstpp.re.kr

\*\* 경북대학교 지리교육과 조교수(Assistant Professor, Department of Geography Education, Kyungpook National University), kamyoungkim@knu.ac.kr

①  $n$ 개의 시·군을  $k$ 개의 선거구로 구획하는 경우의 수는 집합의 분할 문제와 유사 → NP문제

② 각 경우의 수가 지리적 인접 조건을 항상 만족하지는 ×

★ 따라서 가능한 모든 경우의 수를 확인하는 것은 사실상 불가하며, 선별적으로 해를 찾아야 함

③ 선행연구에서 기존의 Hess et al 모델의 존재를 확인

④ 용인시를 중심으로 한 연구에서, 최적의 해가 항상 지리적 인접 조건을 만족하지 않음을 확인

★ K-means 클러스터링을 통해 지리적 인접 조건을 만족하는 선거구 집합을 우선하여 구한 후 인구 제약 조건을 설정하여 지리적 요건과 인구적 요건을 모두 만족하는 선거구 집합 산출

# 2 데이터 분석

## 2) K값 계산

① 2020년 전국 인구: 51,829,136명

② 2020년 전라남도 인구: 1,788,807명

★ 제21대 국회의원 선거의 전라남도 할당 의석수:  $\frac{1,788,807}{51,829,136} \times 253 = 8.731926 \approx 9(\text{석}) = K$

(실제 제21대 국회의원 선거에서 할당된 의석수보다 1석이 적음.)

## 3) 인구 제약 조건 계산

① 최대 인구 선거구와 최소 인구 선거구의 인구 편차는 2:1 이하

② 각 선거구별 평균 인구:  $\frac{51,829,136}{253} = 204,858.2450 \approx 204,858(\text{명})$

★ 인구 제약 조건:  $[204,858 \times \frac{1}{\sqrt{2}}, 204,858 \times \sqrt{2}]$ , 즉 약 142,500명 ~ 285,000명

## 2 데이터 분석

데이터 선정 - 분석 방법 - 분석 결과 - 해석

### 4) 코사인제곱지수 계산

$$\overrightarrow{v_{\text{인구비중}}} = (a_{\text{갑}}, a_{\text{을}}, \dots, a_{\text{임}}), \overrightarrow{v_{\text{선거구비중}}} = (b_{\text{갑}}, b_{\text{을}}, \dots, b_{\text{임}})$$

$$(a_{\text{갑}} = \frac{\text{갑 선거구 인구 수}}{\text{전라남도 인구 수}}, b_{\text{갑}} = \frac{\text{갑 선거구 의석 수}}{\text{전라남도 의석 수}} = \frac{1}{9})$$

$$\cos(\theta) = \frac{\overrightarrow{v_{\text{인구비중}}} \cdot \overrightarrow{v_{\text{선거구비중}}}}{\|\overrightarrow{v_{\text{인구비중}}}\| \|\overrightarrow{v_{\text{선거구비중}}}\|}$$

① 코사인제곱지수: 인구 비중 벡터와 의석수 비중 벡터를 통해 구한 코사인 유사도( $\cos(\theta)$ )를 제공한 값

② 인구 비중 벡터: 전라남도 인구 대비 해당 선거구에 포함되는 인구의 합

③ 의석수 비중 벡터: 전라남도 할당 의석수에 대한 해당 선거구의 의석수

(우리나라는 국회의원 선거 제도에 소선거구제를 채택하였으므로 각 선거구별 선출 인원은 1로 고정)

# 2 데이터 분석

데이터 선정 - 분석 방법 - 분석 결과 - 해석

## K-means 클러스터링 실시

```
In [61]: df_idx = df1.loc[0:, ['X', 'Y']] #x, y 좌표만 추출
|
maxPeopleNum = 285000 # 선거구 최대 인구
minPeopleNum = 142500 # 선거구 최소 인구
q=9 # 선거구 수
model = KMeans(n_clusters = q, n_init=10) # k-means 클러스터링 실시
ansList = [] # 정답 목록 저장
ansClusteredList=[] # 정답 리스트 저장
for i in range(1000):
    model.fit(df_suwon_idx)
    df1["cluster"] = model.labels_

    tempList=[]
    for j in range(q):
        tempSum = df1[df1['cluster']==j]["2020.1"].sum()
        if not (tempSum>= minPeopleNum and tempSum<= maxPeopleNum):
            print("failure")
            break
        else: tempList.append(tempSum)

    if(j==q-1):
        tempList.sort()
        if tempList not in ansList:
            ansList.append(tempList)
            ansClusteredList.append(model.labels_)
```

제21대 국회의원 선거  
(2020년 실시)

```
In [61]: df_idx = df1.loc[0:, ['X', 'Y']] #x, y 좌표만 추출

maxPeopleNum = 280569 # 선거구 최대 인구
minPeopleNum = 140284 # 선거구 최소 인구
q=9 # 선거구 수
model = KMeans(n_clusters = q, n_init=10) # k-means 클러스터링 실시
ansList = [] # 정답 목록 저장
ansClusteredList=[] # 정답 리스트 저장
for i in range(1000):
    model.fit(df_suwon_idx)
    df1["cluster"] = model.labels_

    tempList=[]
    for j in range(q):
        tempSum = df1[df1['cluster']==j]["2020.1"].sum()
        if not (tempSum>= minPeopleNum and tempSum<= maxPeopleNum):
            print("failure")
            break
        else: tempList.append(tempSum)

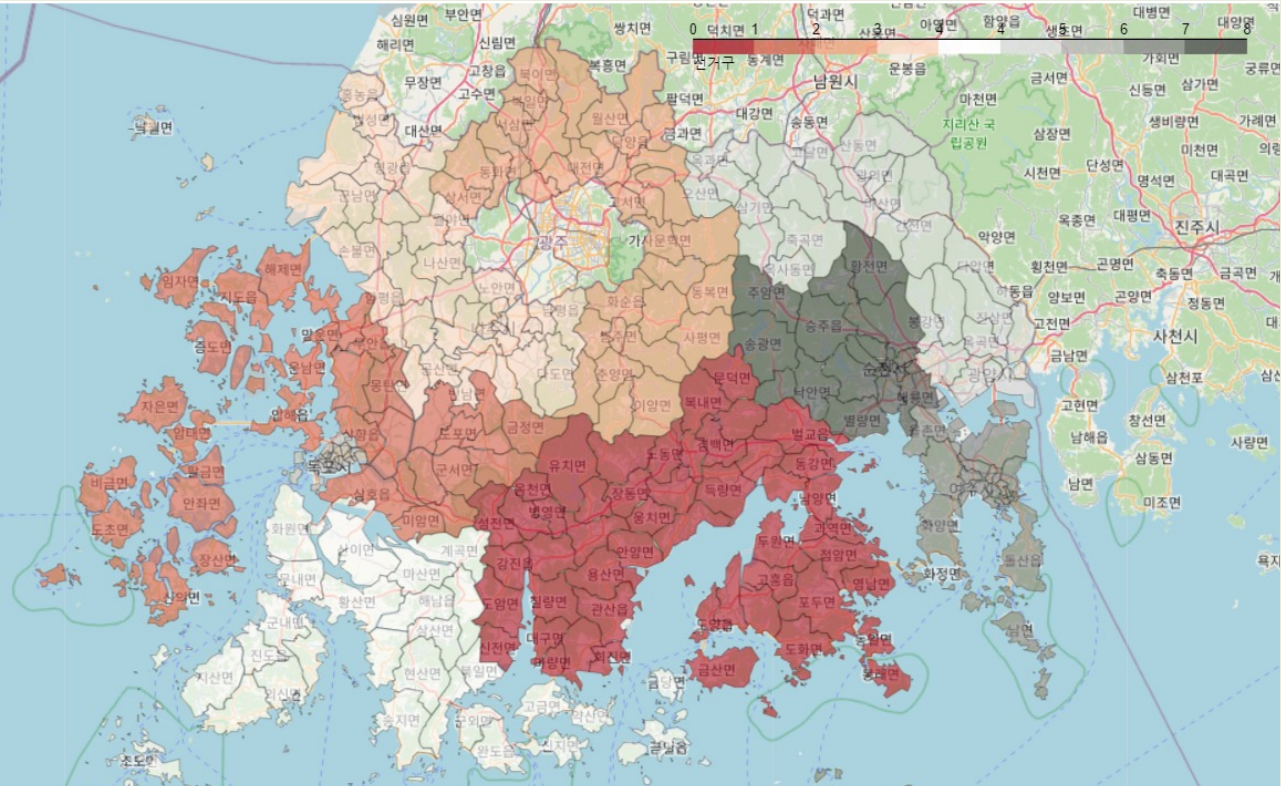
    if(j==q-1):
        tempList.sort()
        if tempList not in ansList:
            ansList.append(tempList)
            ansClusteredList.append(model.labels_)
```

제26대 국회의원 선거  
(2040년 예정)

# 2 데이터 분석

(1) 제21대 국회의원 선거 적용

1번 경우



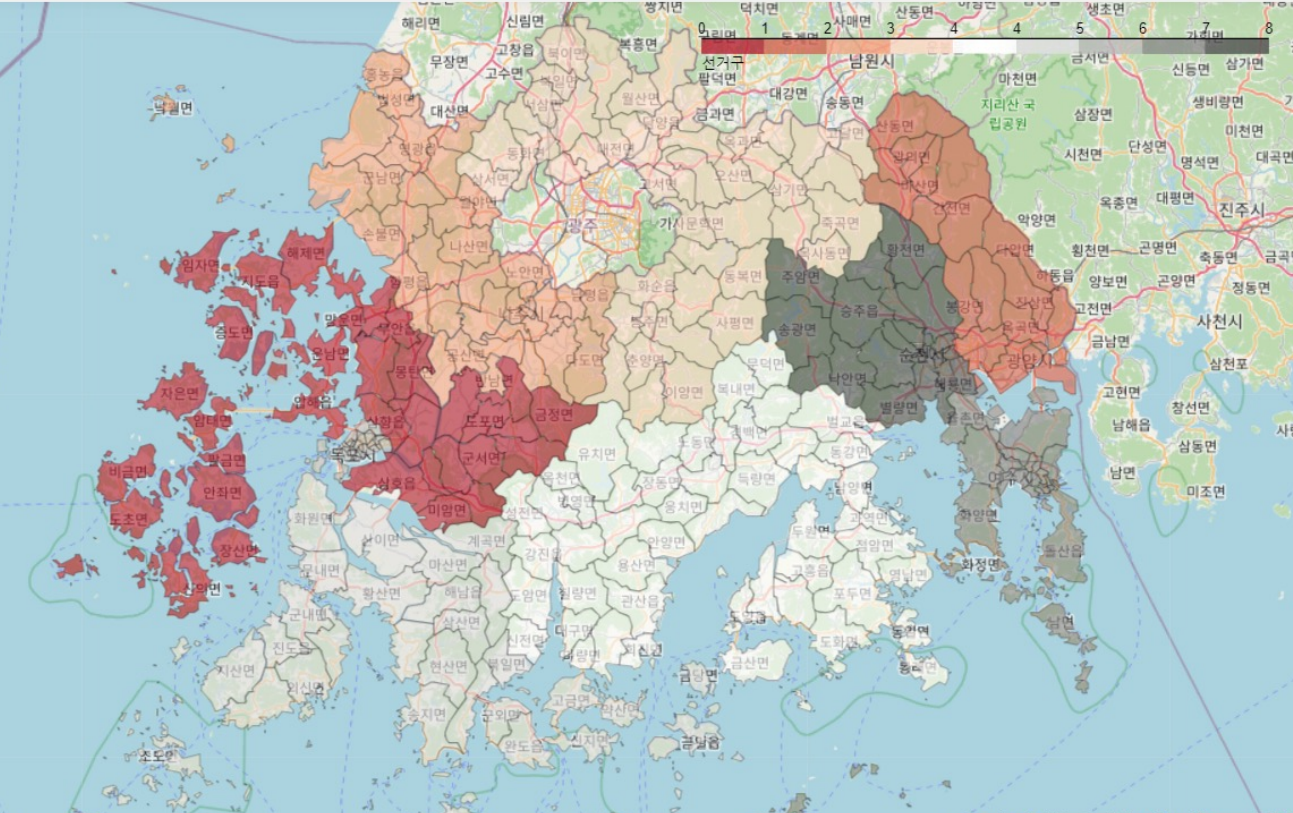
| 선거구     | 지역                 | 인구 수 (명) |
|---------|--------------------|----------|
| 갑       | 순천시                | 272,449  |
| 을       | 여수시                | 271,505  |
| 병       | 목포시                | 224,509  |
| 정       | 광양시, 곡성군, 구례군      | 195,184  |
| 무       | 나주시, 함평군, 영광군      | 193,645  |
| 기       | 영암군, 무안군, 신안군      | 176,851  |
| 경       | 고흥군, 보성군, 장흥군, 강진군 | 165,984  |
| 신       | 담양군, 화순군, 장성군      | 145,891  |
| 임       | 해남군, 완도군, 진도군      | 142,789  |
| 코사인제곱지수 |                    | 0.9495   |

\* 코사인제곱지수는 소숫점 다섯째 자리에서 반올림하였음.



# 2 데이터 분석

2번 경우

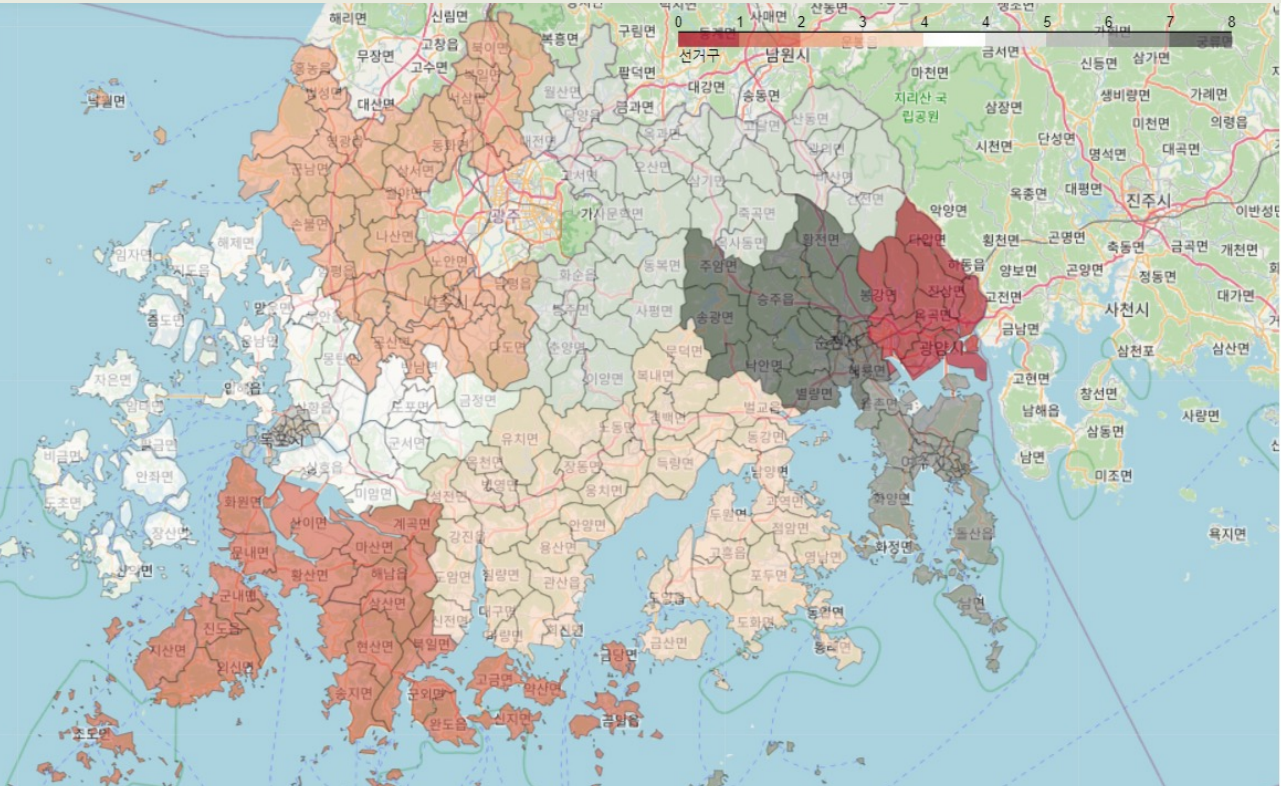


| 선거구     | 지역                 | 인구 수 (명) |
|---------|--------------------|----------|
| 갑       | 순천시                | 272,449  |
| 을       | 여수시                | 271,505  |
| 병       | 목포시                | 224,509  |
| 정       | 나주시, 함평군, 영광군      | 193,645  |
| 무       | 영암군, 무안군, 신안군      | 176,851  |
| 기       | 담양군, 곡성군, 화순군, 장성군 | 173,240  |
| 경       | 광양시, 구례군           | 167,835  |
| 신       | 고흥군, 보성군, 장흥군, 강진군 | 165,984  |
| 임       | 해남군, 완도군, 진도군      | 142,789  |
| 코사인제곱지수 |                    | 0.9411   |

\* 코사인제곱지수는 소숫점 다섯째 자리에서 반올림하였음.

# 2 데이터 분석

3번 경우



| 선거구     | 지역                 | 인구 수 (명) |
|---------|--------------------|----------|
| 갑       | 순천시                | 272,449  |
| 을       | 여수시                | 271,505  |
| 병       | 목포시                | 224,509  |
| 정       | 광양시                | 143,928  |
| 무       | 나주시, 함평군, 영광군, 장성군 | 235,088  |
| 기       | 영암군, 무안군, 신안군      | 176,851  |
| 경       | 고흥군, 보성군, 장흥군, 강진군 | 165,984  |
| 신       | 담양군, 곡성군, 구례군, 화순군 | 155,704  |
| 임       | 해남군, 완도군, 진도군      | 142,789  |
| 코사인제곱지수 |                    | 0.9526   |

\* 코사인제곱지수는 소숫점 다섯째 자리에서 반올림하였음.



# 2 데이터 분석

## (2) 제26대 국회의원 선거 적용

\* 제26대 국회의원 선거 2040년 실시 예정

### K값 계산

① 2040년 전국 추계인구: 50,193,281명 (2020년 대비 약 -3.16%)

② 2020년 전라남도 추계인구: 1,625,140명 (2020년 대비 약 -9.15%)

★ 제26대 국회의원 선거의 전라남도 할당 의석수:  $\frac{1,625,140}{50,193,281} \times 253 = 8.191543 \approx 8(\text{석}) = K$

(지역구 국회의원 의석수는 253석으로 유지된다고 가정)

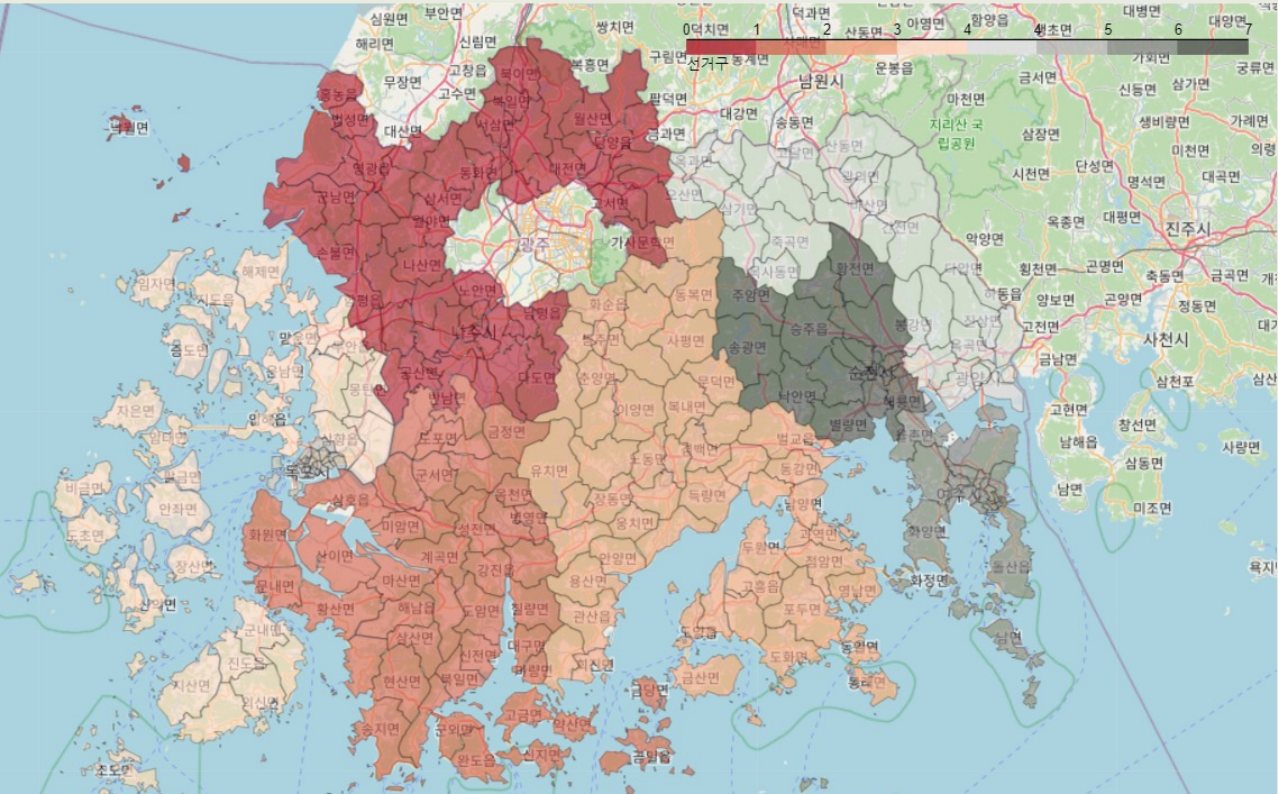
### 인구 제약 조건 계산

① 제26대 국회의원 선거 각 선거구별 평균 인구:  $\frac{50,193,281}{253} = 198,392.415020 \approx 198,392(\text{명})$

★ 제26대 국회의원 선거의 인구 제약 조건:  $[198,392 \times \frac{1}{\sqrt{2}}, 198,392 \times \sqrt{2}]$ , 즉 약 140,284명 ~ 280,569명

# 2 데이터 분석

1번 경우

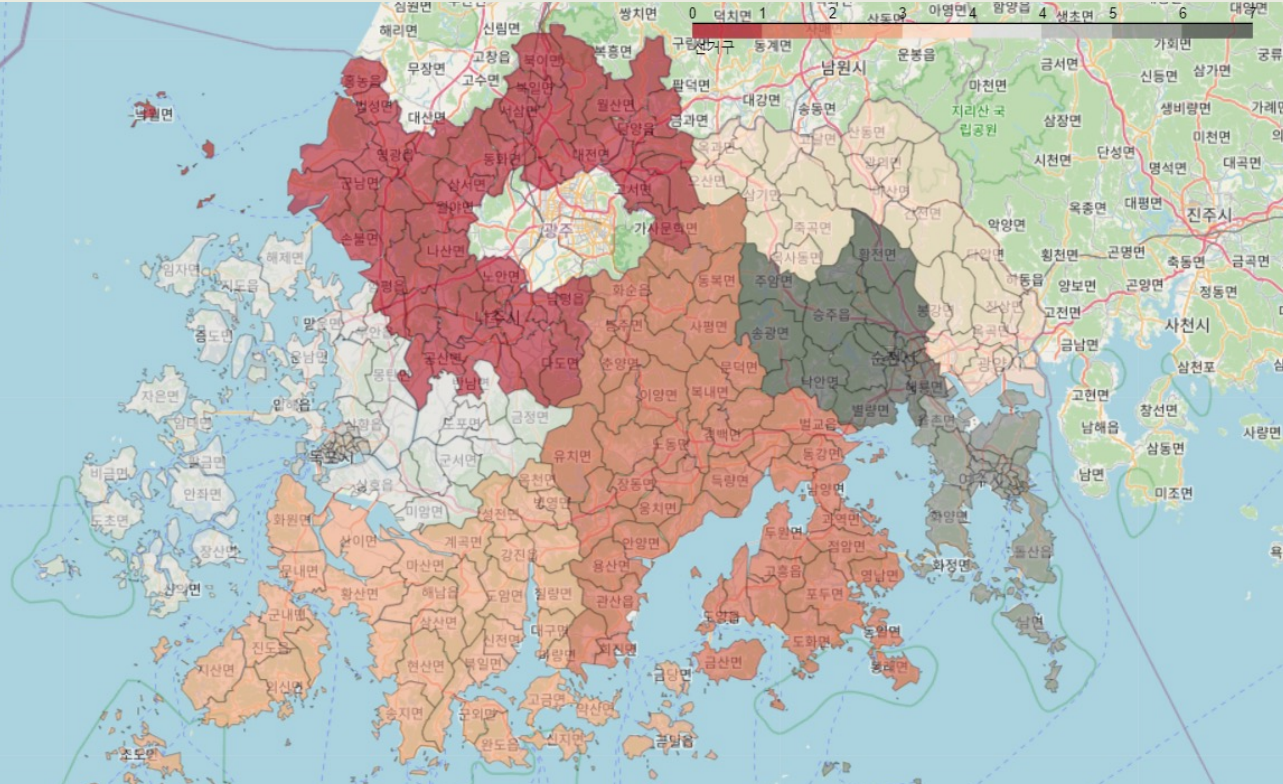


| 선거구     | 지역                      | 인구 수 (명) |
|---------|-------------------------|----------|
| 갑       | 순천시                     | 249,308  |
| 을       | 여수시                     | 228,815  |
| 병       | 목포시                     | 180,888  |
| 정       | 나주시, 담양군, 함평군, 영광군, 장성군 | 279,855  |
| 무       | 광양시, 곡성군, 구례군           | 184,740  |
| 기       | 고흥군, 보성군, 화순군, 장흥군      | 178,521  |
| 경       | 강진군, 해남군, 영암군, 완도군      | 175,806  |
| 신       | 무안군, 진도군, 신안군           | 146,207  |
| 코사인제곱지수 |                         | 0.9591   |

\* 코사인제곱지수는 소숫점 다섯째 자리에서 반올림하였음.

# 2 데이터 분석

2번 경우



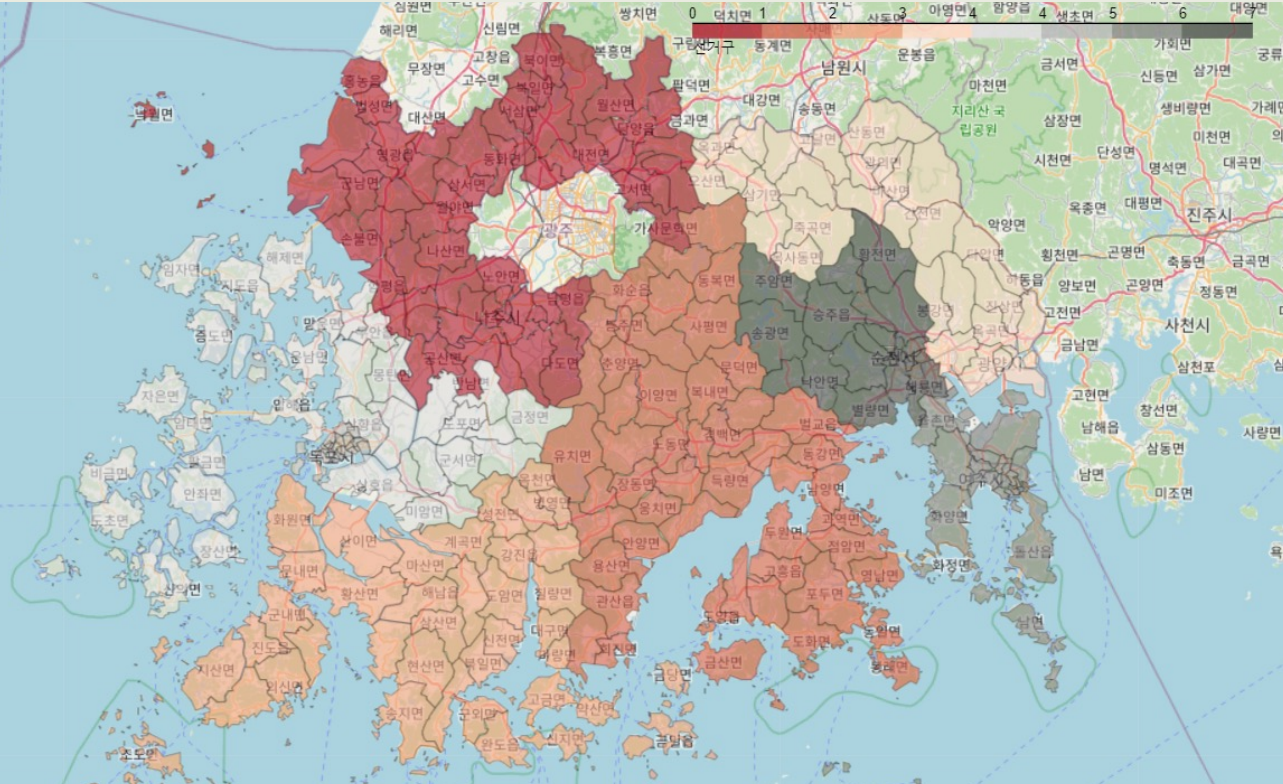
| 선거구     | 지역                      | 인구 수 (명) |
|---------|-------------------------|----------|
| 갑       | 순천시                     | 249,308  |
| 을       | 여수시                     | 228,815  |
| 병       | 목포시                     | 180,888  |
| 정       | 나주시, 담양군, 함평군, 영광군, 장성군 | 279,855  |
| 무       | 광양시, 곡성군, 구례군           | 184,740  |
| 기       | 고흥군, 보성군, 화순군, 장흥군      | 178,521  |
| 경       | 영암군, 무안군, 신안군           | 170,777  |
| 신       | 강진군, 해남군, 완도군, 진도군      | 151,236  |
| 코사인제곱지수 |                         | 0.9598   |

\* 코사인제곱지수는 소숫점 다섯째 자리에서 반올림하였음.



# 2 데이터 분석

3번 경우



| 선거구     | 지역                 | 인구 수 (명) |
|---------|--------------------|----------|
| 갑       | 순천시                | 249,308  |
| 을       | 여수시                | 228,815  |
| 병       | 목포시                | 180,888  |
| 정       | 나주시, 함평군, 영광군, 장성군 | 234,254  |
| 무       | 광양시, 담양군, 곡성군, 구례군 | 231,341  |
| 기       | 고흥군, 보성군, 화순군, 장흥군 | 178,521  |
| 경       | 영암군, 무안군, 신안군      | 170,777  |
| 신       | 강진군, 해남군, 완도군, 진도군 | 151,236  |
| 코사인제곱지수 |                    | 0.9723   |

\* 코사인제곱지수는 소숫점 다섯째 자리에서 반올림하였음.

## 2 데이터 분석

### (1) 제21대 국회의원 선거 적용

| 경우 | 코사인제곱지수 |
|----|---------|
| 1  | 0.9495  |
| 2  | 0.9411  |
| 3  | 0.9526  |

코사인제곱지수가 가장 높은 3번 경우를 선택

### (2) 제26대 국회의원 선거 적용

| 경우 | 코사인제곱지수 |
|----|---------|
| 1  | 0.9591  |
| 2  | 0.9598  |
| 3  | 0.9723  |

코사인제곱지수가 가장 높은 3번 경우를 선택

## 2 데이터 분석

데이터 선정 - 분석 방법 - 분석 결과 - 해석

### 실제 제21대 국회의원 선거와 비교

- ① 실제로 2020년 치러진 제21대 국회의원 선거의 코사인제곱지수는 0.9598로, 본 연구의 모델을 통해 도출한 선거구 집합 중 가장 높은 코사인제곱지수의 값인 0.9526보다 0.72%p 높으나, 큰 차이는 보이지 않음.
  - ② 다만, 실제 선거에서는 단일 기초자치단체로서 인구 제약 조건을 만족하는 ‘순천시’와 ‘여수시’가 강제 분할됨.
- 
- ★ 본 모델이 제시한 선거구 집합은 사회적 동질성 측면에서 크게 개선되었음.

### 제26대 국회의원 선거구 개선 확정

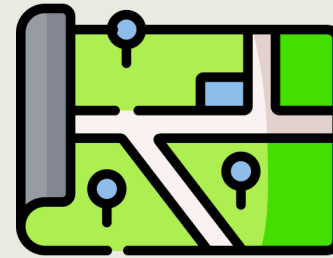
- ① 추계인구를 고려하였을 때, 전라남도는 불과 17년 후 할당 의석수가 감소할 것으로 예상됨.
  - ② 국회의원 선거제도, 법정 제약 등 외부 조건이 동일하다는 가정 하에, 본 연구의 모델을 통해 도출한 선거구 집합 중 가장 높은 코사인제곱지수의 값은 0.9723을 기록함.
- 
- ★ 본 모델이 제시한 선거구 집합은 코사인제곱지수가 최대 1.34%p 향상되었음.

# 3 분석 활용 전략

기대효과 - 방향 제시



모델을 통해 도출되는 여러 선거구 집합 중  
코사인제곱지수가 가장 높은 선거구를  
선택하여 선거구의 인구 왜곡 최소화



매 선거마다 불거지는  
게리맨더링(Gerrymandering)의  
논란으로부터 한층 자유로움



‘코사인제곱지수’라는 객관적 지표에 따라 선거구 집합의 우열을 가릴 수 있어  
정치적으로 중립적이고 정치지형의 왜곡을 최소화한 선거구를 단시간에 선택하여  
인구 변동 등 외부 요인의 변동과 관계 없이 원활한 선거 운영 촉진

# 3 분석 활용 전략

## 다양한 지표 활용

- ① 본 연구에서는 ‘코사인제곱지수’를 사용하여 인구 왜곡의 정도를 측정하였음.
  - ② 본 연구의 모델을 전국으로 확대 적용한다면, 루즈모어-한비 지수(Loosemore-Hanby Index) 등을 활용하여 득표율과 의회 구성 간의 왜곡 정도, 선거제도의 비례성 등 선거에 관한 여러 정보를 측정할 수 있음.
- 
- ★ 본 모델이 실제로 유권자의 의사가 선거에 정합적으로 반영되는지 등 다양한 정치적 효과성을 확인할 수 있을 것으로 예상됨.

## 사회적 동질성 계량화

- ① 본 연구에서는 지리적으로 인접하면 사회적으로 유사할 것이라고 전제하였음.
  - ② 사회적 동질성을 지리적 인접도 혹은 행정구역 간 거리가 아닌, 요인 분석 등을 통하여 본 모델에 전제보다 더욱 현실에 가까운 요인을 반영할 수 있음.
- 
- ★ 본 모델은 선거구 획정 요인을 최소화하면서도 더욱 현실에 정합적인 요인을 찾는다면 그 요인으로 대체하기 용이함.



# 참고문헌

---

김명진·김감영(2013). 공간 최적화 기법을 이용한 국회의원 선거구 획정 -용인시를 사례로-. 대한지리학회지 제48권 제3호.

김정도·김경일(2018). 지방의회 선거의 표의 등가성 측정과 선거구(제 4-6회 시도의회의원 선거를 중심으로). 의정연구,  
Vol.24 No.1.

지병근·홍재우·김형철·허석재(2022). 저출산·고령화 시대를 대비한 선거구 획정 제도 개선 연구. 저출산·고령화 시대를 대비한  
선거구 획정 제도 개선 연구 정책연구용역 결과보고서.