



WP 22-26

POI(관심지점) 데이터를 활용한 활동 중심지 추출 및 분석 방법

세종시를 사례로

이영민 국토모니터링연구센터 국토데이터랩 부연구위원 (ymlee@krihs.re.kr)

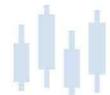


※ 이 Working Paper의 내용은 국토연구원의 공식 견해가 아니며, 저자 개인의 의견입니다. 연구 내용에 대하여 궁금한 점은 저자의 이메일로 문의하여 주시고, 인용 시에는 저자 및 출처를 반드시 밝혀주시기 바랍니다.



차례

01 연구 배경과 목적	05
02 POI 기반 활동 중심지 추출 방법과 결과	09
03 POI 기반 활동 중심지 내부 속성 분석	25
04 결론과 시사점	31



01 연구 배경과 목적

- 도시공간구조의 핵심인 중심지는 인간의 다양한 사회·경제·문화적 활동이 전개되고 집적하는 곳으로, 그동안 도시공간구조 분석 차원에서 중심지 식별에 관한 다양한 연구가 진행됨
 - 기존 연구(김감영 2011; 남기찬·임업 2009; 김현철·안영수 2018; 임영식·이창수 2016; 허윤경·이주영 2009)에서는 중심지 식별을 위해 인구밀도, 고용밀도, 건축밀도, 지가, 통행량 등의 데이터를 주로 활용함
 - 그러나 이러한 데이터는 최신 시점의 자료 구득이 어렵고 행정구역과 같은 공간 단위에 의존하는 경향이 있어 세밀한 분석을 어렵게 함
- 최근 정보통신기술의 발달로 웹 지도에서 제공하는 관심지점(point-of-interest, 이하 POI)과 같은 데이터를 비교적 쉽게 구득할 수 있게 됨에 따라 POI 데이터를 기반으로 도시공간구조를 분석하고자 하는 연구 흐름이 등장함
 - POI는 위치, 명칭, 카테고리 등의 속성 정보를 포함하는 점(point) 형태의 공간 객체로, 학교, 병원, 은행 등 사람들의 일상생활과 밀접한 관련이 있는 지리적 요소를 나타냄 (Chuang et al. 2016; Liu et al. 2019; Zhang et al. 2010)
 - 행정구역 단위로 제공되는 통계 데이터에 비해 웹 지도 기반의 POI 데이터는 위치정보(좌표)를 포함하는 점 객체이므로 정밀도가 높고, 업데이트가 빠르다는 장점이 있음(Deng et al. 2019; Yu et al. 2020)
 - 도시 내 사람들의 다양한 활동이 POI 발생과 관련되어 있다는 점에 착안하여 POI 데이터를 통해 인간의 활동을 파악하고, 이를 기반으로 도시공간구조를 분석하고자 하는 연구들(김선재·이수기 2021; Deng et al. 2019; Jing et al. 2018; Yu et al. 2020)이 수행됨
 - Deng et al.(2019)은 도시의 다핵 구조를 분석하기 위해 POI 데이터를 기반으로 커널 밀도 추정(kernel density estimation)과 밀도 컨투어 트리(density contour tree)¹⁾를 활용하는 방법론을 제시하고, 해당 방법을 기반으로 중국 베이징의 중심지를 분석함
 - 김선재·이수기(2021)는 도시활동 중심지를 분석하기 위한 목적으로 Deng et al.(2019)

1) 등치선(contour line) 간 위계와 관계를 나타내는 방법론으로 도시공간구조 연구 분야에서는 중심지의 공간적 위계와 주변 지역과의 관계를 파악하기 위한 목적으로 활용됨.

에서 제시한 방법론을 서울 대도시권(서울, 인천, 경기)에 적용하여 도시활동 중심지를 식별하고 중심지별 특화 기능을 분석함

- Jing et al.(2018)은 도시 내 여가 공간 집적지를 식별하기 위해 POI 데이터에 커널 밀도 추정을 적용하는 분석 방법을 제안하고, 이를 중국 우한에 적용함
- Yu et al.(2020)은 도시의 기능 관점에서 중심지를 식별하기 위해 POI 데이터에 밀도 기반 클러스터링(density-based spatial clustering of application with noise: DBSCAN) 기법을 적용하는 방법을 제안하고, 베이징을 대상으로 적용함

■ 위의 기존 연구들은 주로 국외에서 이루어지고 있으며, 대부분 대도시를 분석 대상으로 하고 있음. 국내에서는 POI 데이터를 활용한 중심지 식별 연구가 상대적으로 적은 실정이며, 다양한 규모의 도시공간을 연구 대상에 포함함으로써 방법론의 적용성을 확대해야 할 필요성도 있음

■ 이 페이퍼는 사람들의 활동을 나타내는 POI 데이터를 활용하여 도시공간 내 활동 중심지를 추출 및 분석하는 방법을 제안하고, 해당 방법을 세종시 대상으로 적용함으로써 향후 세종시의 공간구조나 중심지 체계 구상을 위한 방향 설정에 기여하고자 함

- 이 페이퍼에서는 활동 중심지(activity center)를 사람들의 활동을 유발할 수 있는 시설이 고밀도로 집적되었거나 집적될 가능성이 큰 곳으로 정의하고, POI 데이터를 통해 활동 중심지를 식별하고자 함
 - 이 페이퍼에서 정의하는 POI는 음식점, 병원, 편의점 등과 같이 오프라인상에서 직접적으로 상품이나 서비스를 제공함으로써 이용객을 유발할 가능성이 있는 시설을 의미하며, 초·중·고등학교, 동사무소, 경찰서 등과 같이 공공 편의나 복지를 위한 서비스를 제공하는 시설도 포함함
 - 즉, 도시 내 사람들의 활동이 집중될 가능성이 큰 지역을 식별하기 위해 인간의 일상생활과 밀접한 관련이 있는 POI 데이터를 활용함
 - 카카오맵(Kakao map)²⁾, 네이버 지도(Naver map)³⁾, 구글 지도(Google maps)⁴⁾ 등 포털 사이트 기반의 지도 플랫폼에서 최신의 국내 POI 정보를 제공하고 있는데, 이 페이퍼에서는 시범적으로 카카오맵에서 제공하는 POI 데이터를 활용함
- 활동 중심지는 인간의 활동을 유발하는 시설이 상대적으로 밀집된 집적지로도 볼 수 있는데, 이 점에서 이 연구가 도시 내 중심지를 본격적으로 식별하기 위한 전 단계에 위치한다고도 볼 수 있음

2) 카카오맵. <https://map.kakao.com/> (2022년 11월 24일 검색).

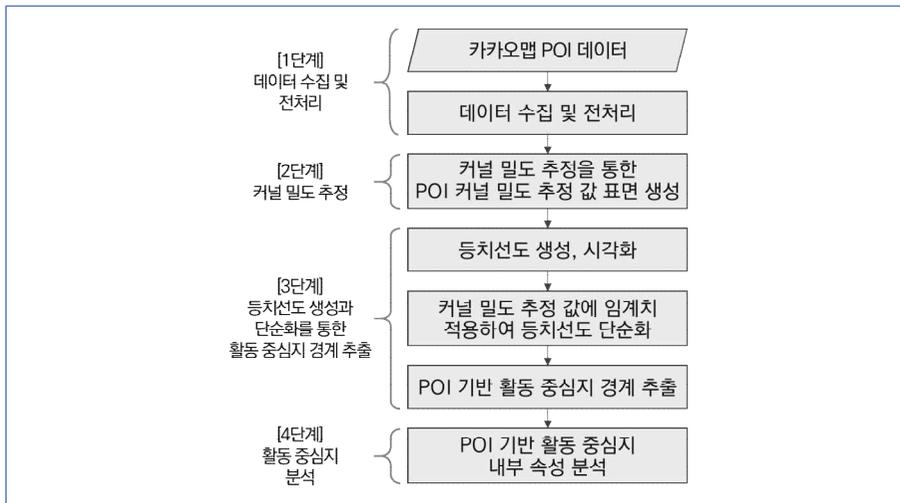
3) 네이버 지도. <https://map.naver.com/> (2022년 11월 24일 검색).

4) 구글 지도. <https://www.google.co.kr/maps/?hl=ko> (2022년 11월 24일 검색).

■ POI 데이터를 활용한 활동 중심지 추출 및 분석을 위한 과정은 크게 4단계로 구성됨(그림 1) 참조

- (1단계) 카카오(Kakao)의 응용 프로그래밍 인터페이스(application programming interface, 이하 API⁵⁾)를 통해 세종시의 POI 데이터를 수집하고 중복제거 등의 전처리 작업을 수행함
- (2단계) 커널 밀도 추정 기법을 통해 POI 데이터의 커널 밀도 추정값 표면을 생성함
- (3단계) 등치선도(contour map)를 생성, 시각화하며, 커널 밀도 추정값에 임계치를 적용하여 등치선도를 단순화시킴으로써 POI 기반 활동 중심지 경계를 도출함
- (4단계) 최종 식별된 POI 기반 활동 중심지의 내부 속성으로써 면적, POI 수 및 밀도, 근무 인구수, 상주인구수 등을 분석함

그림 1 POI 기반 활동 중심지 추출 및 분석 프로세스



출처: 저자 작성.

5) "운영 체제, 프로그래밍 언어 등에 있는 라이브러리를 응용 프로그램 개발 시 이용할 수 있도록 규칙들을 정의해 놓은 인터페이스" (한국정보통신기술협회 정보통신용어사전. http://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=036061-3, 2022년 11월 10일 검색).

02 POI 기반 활동 중심지 추출 방법과 결과

1) 데이터 수집 및 전처리

- 카카오에서 제공하는 로컬(local) API⁶⁾를 활용하여 데이터 수집 시점(2022년 10월 22일) 기준 최신 POI 데이터를 수집함

 - 카카오맵은 국내에서 가장 영향력 있는 지도 서비스 중 하나로, 2022년 8월 기준 월간 활성 사용자 수(monthly active user: MAU)는 약 950만 명임⁷⁾
 - 카카오맵이 보유한 POI 데이터는 장소 검색과 길 찾기 기능을 기반으로 사람들이 많이 찾거나 방문하는 장소에 대한 정보를 포함하고 있으며, 사용자의 요청 등에 따라 수시로 업데이트되므로 현실 세계를 반영한 정확도 높은 자료로 볼 수 있음(김선재·이수기 2021)
- 카카오 로컬 API에서는 카테고리 또는 키워드를 이용하여 POI를 검색하고 수집할 수 있는데, 이 페이퍼에서는 다양한 카테고리의 POI를 수집하기 위해 카테고리 정보를 활용함

 - 카테고리 정보를 활용한 POI 검색 시 1) 카테고리 그룹 코드(category_group_code)⁸⁾는 필수 입력 항목이며, 추가로 2) 검색을 수행할 지점의 중심 좌표(x, y)와 탐색 반경(radius)⁹⁾ 또는 3) 검색 범위를 사각 형태로 지정한 값(rect)¹⁰⁾ 중 하나를 필수로 입력해야 함¹¹⁾
- 이 페이퍼에서는 세종시를 대상으로 1) 카테고리 그룹 코드와 2) 중심 좌표 및 탐색 반경을 활용하여 데이터를 수집함

 - **(프로그래밍 환경)** 데이터 수집 및 전처리 시 활용한 프로그래밍 언어는 Python 3.8.8이며, Python을 기반으로 카카오 로컬 API를 이용할 수 있는 PyKakao 패키지의

6) 카카오 디벨로퍼스. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/common> (2022년 10월 22일 검색).

7) 모바일인덱스. <https://www.mobileindex.com/insight-report?pid=208> (2022년 11월 5일 검색).

8) 카카오 로컬 API에서 제공하는 카테고리 분류 기준 중 하나로 총 18개 항목으로 구성됨.

9) 중심 좌표(x, y)와 함께 활용되는 값으로, 0m 이상 20,000m 이하의 값을 입력하게 되어 있음.

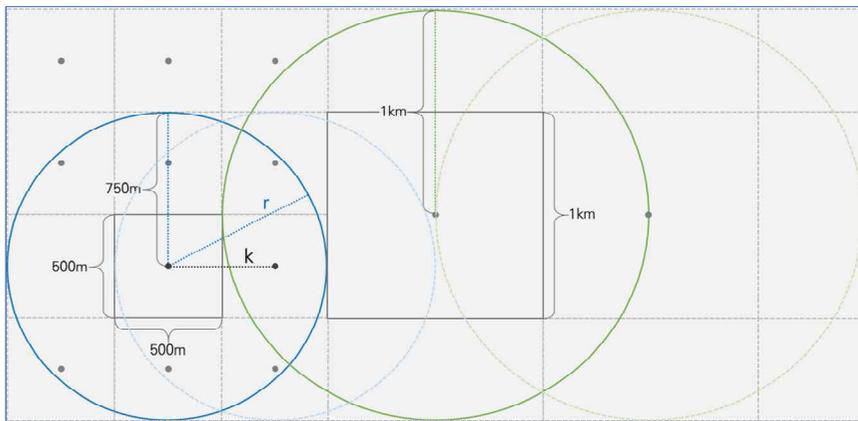
10) 좌측 x, y 좌표, 우측 x, y 좌표에 해당하는 값.

11) 카카오 디벨로퍼스. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/dev-guide#search-by-category> (2022년 11월 5일 검색).

‘search_category’ 모듈을 활용함

- **(카테고리 그룹 코드)** 카카오 로컬 API에서 제공하는 카테고리 분류 기준 중 하나로, ‘대형마트’, ‘편의점’, ‘어린이집/유치원’, ‘학교’, ‘학원’ 등 총 18개 항목으로 구성되며¹²⁾, 이 페이퍼에서는 18개 카테고리를 모두 활용함
- **(중심 좌표)** 국토정보플랫폼¹³⁾에서 제공하는 격자 단위(500m×500m, 1km×1km) 데이터¹⁴⁾를 기반으로 QGIS 3.16.14를 이용하여 격자 폴리곤의 중심점(centroid)¹⁵⁾을 추출한 후 각 중심점의 좌표정보를 활용함
- **(탐색 반경)** 카카오 로컬 API를 활용한 데이터 수집 시 카카오맵의 데이터베이스에 저장된 모든 POI가 결과로 주어지지 않으므로 본 연구에서는 가능한 많은 양의 데이터를 수집하기 위해 중심 좌표 간격(k)과 탐색 반경(r) 값을 다양하게 적용함(그림 2) 참조
 - 500m 격자 활용 시에는 각 중심 좌표의 탐색 반경을 750m로 설정하였으며, 1km 격자 활용 시에는 탐색 반경을 1km와 2km로 설정함
 - 카카오 로컬 API에서 POI 검색 시 검색어 1개당 최대 45개 문서(페이지)가 반환되는데, 1개 문서당 최대 15개의 POI가 포함되므로 카테고리 검색어 1개당 최대 675개의 POI를 수집할 수 있음
 - 따라서 ‘음식점’ 처럼 검색 결과가 많이 나올 가능성이 큰 카테고리는 탐색 반경을 작게 하거나 중심 좌표 값의 간격을 보다 촘촘히 할수록 더 많은 데이터를 수집할 수 있음

그림 2 중심 좌표 간격(k)과 탐색 반경(r) 예시



출처: 저자 작성.

12) 카카오 디벨로퍼스. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/dev-guide#search-by-category-request-category-group-code> (2022년 9월 19일 검색).

13) 국토정보플랫폼. <http://map.ngii.go.kr/ms/map/NlipMap.do?tabGb=statsMap> (2022년 9월 19일 검색).

14) 세종시 전체에 해당하는 격자 개수: 500m×500m 격자 1,857개, 1km×1km 격자 543개.

15) 폴리곤 도형의 무게중심을 나타내는 포인트.

- 즉, 세종시를 대상으로 500m 및 1km 격자 중심 좌표를 활용하여, 모든 중심 좌표에 대해 각 탐색 반경별로 18개 카테고리에 해당하는 POI를 각각 수집함
- 세종시를 대상으로 카카오 로컬 API의 카테고리 정보를 활용하여 데이터를 수집한 결과, 총 8,215개의 POI 데이터를 구득함
- 중심 좌표 간격과 탐색 반경을 다양화하여 수집한 각 데이터를 하나로 병합한 후 중복되는 항목은 제거함
 - 수집 데이터의 고유값인 'id'를 기준으로 중복되는 항목을 제거한 후 지번주소에 해당하는 'address_name'에 '세종특별자치시'가 포함된 것만 추출함
 - 카카오 로컬 API에서 제공하는 카테고리 분류 기준은 두 가지로, '카테고리 그룹(category_group_code, category_group_name)' 항목으로 구분하는 방법(〈표 1〉 참조)과 '카테고리 이름(category_name)' 항목으로 구분하는 방법(〈표 2〉 참조)이 있음
 - (카테고리 그룹) 카카오의 자체 기준에 따라 여러 카테고리 중 중요 항목만을 선택하여 18개 그룹으로 분류한 것으로, 카카오 로컬 API를 통해 장소 데이터를 수집하는 경우, 해당 분류 방법을 활용하여야 함
 - (카테고리 이름) 카카오 로컬 API를 통한 데이터 수집 시 결과 값으로 주어지는 것으로, 상위 카테고리가 하위 카테고리를 포함하는 식으로 구성되며(예: '교육, 학문' > 학교 > 초등학교), 이 페이지에서는 이 중 최상위분류에 해당하는 항목(예: '교육, 학문')을 기준으로 카테고리를 분류함
 - '카테고리 이름' 항목의 최상위분류 기준이 '카테고리 그룹' 분류보다 상위 개념이라고 할 수 있음

- (카테고리 그룹 기준 데이터 수집 결과) 수집한 POI 데이터의 카테고리 그룹 종류는 총 17개로, 세종시에는 '지하철역'이 없으므로 이에 해당하는 POI는 수집되지 않음(표 1) 참조
 - POI 데이터의 카테고리 그룹별 분포를 보면 '음식점'이 2,379개(28.96%)로 가장 많고, 그다음으로 '중개업소' 1,130개(13.76%), '카페' 932개(11.35%)의 순으로 많음

표 1 카카오 로컬 API로 수집한 POI 데이터의 카테고리 그룹별 분포

카테고리 그룹			개수	비율(%)	카테고리 그룹			개수	비율(%)
연번	그룹명	코드			연번	그룹명	코드		
1	음식점	FD6	2,379	28.96	10	은행	BK9	239	2.91
2	중개업소	AG2	1,130	13.76	11	약국	PM9	152	1.85
3	카페	CE7	932	11.35	12	학교	SC4	106	1.29
4	학원	AC5	866	10.54	13	숙박	AD5	101	1.23
5	관광명소	AT4	689	8.39	14	주유소, 충전소	OL7	74	0.90
6	어린이집, 유치원	PS3	410	4.99	15	공공기관	PO3	73	0.89
7	편의점	CS2	335	4.08	16	대형마트	MT1	48	0.58
8	병원	HP8	330	4.02	17	문화시설	CT1	37	0.45
9	주차장	PK6	314	3.82	합계			8,215	100.00

출처: 저자 작성.

- (카테고리 이름(최상위분류) 기준 데이터 수집 결과) 수집한 POI 데이터의 최상위분류 기준에 따른 카테고리 이름은 11개임
 - POI 데이터의 카테고리 이름별 분포를 보면 '음식점'이 3,310개(40.29%)로 가장 많고, 그다음으로 '교육, 학문' 1,382개(16.82%), '부동산' 1,130개(13.76%)의 순으로 많음 (표 2) 참조

표 2 카카오 로컬 API로 수집한 POI 데이터의 카테고리 이름(최상위분류)별 분포

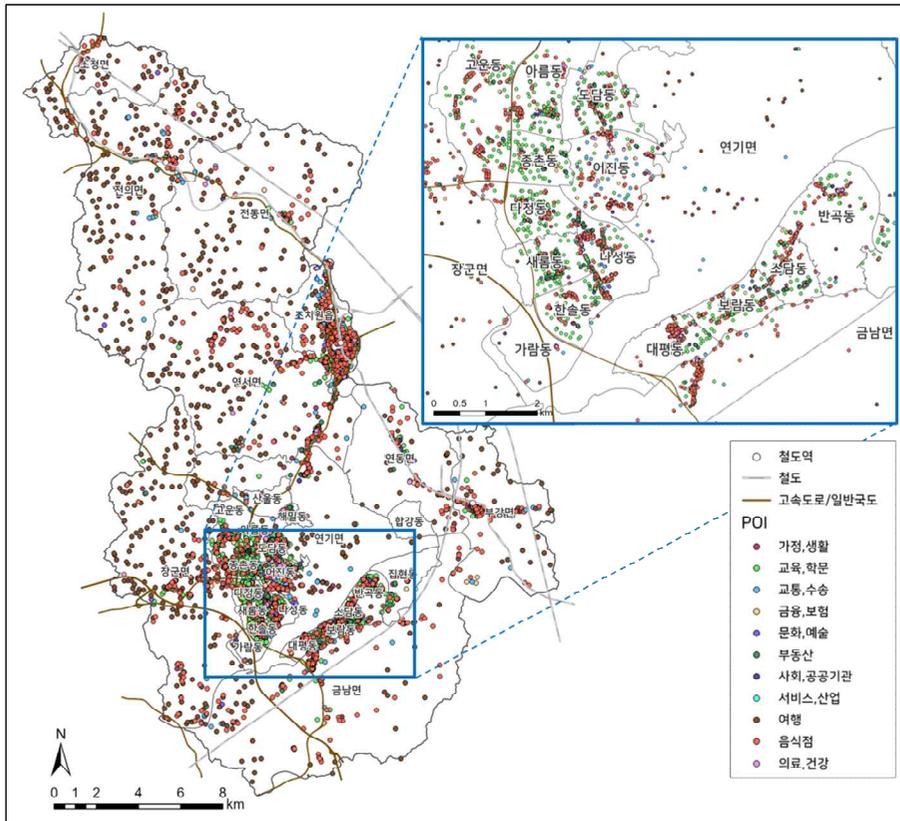
연번	카테고리 이름 (최상위분류)	세부 분류	개수	비율 (%)
1	음식점	한식, 중식, 일식, 패스트푸드, 카페 등	3,310	40.29
2	교육, 학문	학교, 학원, 어린이집, 유치원 등	1,382	16.82
3	부동산	중개업소 등	1,130	13.76
4	여행	관광명소, 숙박 등	790	9.62
5	의료, 건강	병원, 약국 등	457	5.56
6	가정, 생활	대형마트, 슈퍼마켓, 반려동물 등	408	4.97
7	교통, 수송	주차장, 주유소, 충전소 등	388	4.72
8	금융, 보험	은행, 증권 등	239	2.91
9	사회, 공공기관	법원, 행정복지센터, 소방서, 파출소, 지구대 등	73	0.89
10	문화, 예술	공연장, 연극극장, 전시관, 미술관, 박물관 등	37	0.45
11	서비스, 산업	공간대여 등	1	0.01
합계			8,215	100.00

주: 세부 분류 항목 중 '카테고리 그룹'에 해당하는 항목은 굵은 글씨로 표시함.

출처: 저자 작성.

- 수집한 POI 데이터의 카테고리 이름(최상위분류)별 공간분포를 보면, ‘여행’ 관련 POI는 세종시 전 지역에 넓게 분포하는 반면, ‘음식점’ 관련 POI는 세종시 동지역과 조치원읍 부근에 집중적으로 분포하고 있는 것을 알 수 있음(그림 3) 참조

그림 3 세종시 POI의 카테고리 이름(최상위분류)별 공간분포



출처: ArcGIS Pro 2.7을 활용하여 저자 작성.

- 카카오 로컬 API를 통해 수집한 8,215개의 POI 데이터 중 일부는 <표 3>과 같음
 - ‘id’는 장소 ID, ‘place_name’은 장소명/업체명, ‘category_name’은 카테고리 이름, ‘category_group_code’와 ‘category_group_name’은 각각 카테고리 그룹 코드와 그룹명, ‘phone’은 전화번호, ‘address_name’과 ‘road_address_name’은 각각 지번 주소와 도로명 주소, ‘x’, ‘y’는 각각 x 좌표와 y 좌표, ‘place_url’은 상세 페이지 URL, ‘distance’는 입력값으로 중심 좌표를 넣은 경우, 중심 좌표까지의 거리(단위 m)를 의미함¹⁶⁾

16) 카카오 디벨로퍼스. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/dev-guide#search-by-category-response-documents> (2022년 11월 7일 검색).

표 3 카카오 로컬 API로 수집한 POI 데이터 예시

id	place_name	category_name	category_group_code	category_group_name	phone	address_name	road_address_name	x	y	place_url	distance
1100470960	*****	음식점 > 한식 > 해물,생선 > 아구	FD6	음식점	044-866-****	세종특별자치시 조치원을 번암리 ***_*	세종특별자치시 조치원을 허만석로 **	127.2955	36.5855	http://place.map.kakao.com/1100470960	990
660923463	*** 공인중개사사무소	부동산 > 부동산서비스 > 부동산중개업소	AG2	중개업소	044-865-****	세종특별자치시 조치원을 번암리***_*	세종특별자치시 조치원을 허만석로 **	127.295	36.58492	http://place.map.kakao.com/660923463	990
2001804701	***** 조치원점	음식점 > 카페	CE7	카페		세종특별자치시 조치원을 번암리 **	세종특별자치시 조치원을 허만석로 **	127.2977	36.58635	http://place.map.kakao.com/2001804701	912
1990258424	*****학원	교육, 학문 > 학원 > 공인중개사학원	AC5	학원	1522-****	세종특별자치시 고운동 ****	세종특별자치시 마음로 ***_*	127.2353	36.51904	http://place.map.kakao.com/1990258424	311
8169611	***	여행 > 관광,명소 > 산	AT4	관광명소		세종특별자치시 연동면 명화리 산 **		127.3451	36.52366	http://place.map.kakao.com/8169611	459
27442491	***어린이집	교육, 학문 > 유아교육 > 어린이집	PS3	어린이집, 유치원	044-862-****	세종특별자치시 고운동 ****	세종특별자치시 마음로 ***	127.2305	36.51347	http://place.map.kakao.com/27442491	736
1856471885	**** *****	가정,생활 > 편의점 > 이마트24	CS2	편의점	070-8889-****	세종특별자치시 소담동 ***_*	세종특별자치시 시청대로 ***	127.2957	36.48531	http://place.map.kakao.com/1856471885	554
364203249	****치과	의료,건강 > 병원 > 치과	HP8	병원	044-864-****	세종특별자치시 조치원을 죽림리 ***_*	세종특별자치시 조치원을 세종로 ****	127.2921	36.59097	http://place.map.kakao.com/364203249	224
1512990440	**** 주차장	교통,수송 > 교통시설 > 주차장	PK6	주차장		세종특별자치시 연동면 예양리 ***_*		127.308	36.57339	http://place.map.kakao.com/1512990440	813
17533394	***** 365코너 *****	금융,보험 > 금융서비스 > 은행 > ATM	BK9	은행		세종특별자치시 조치원을 번암리 **	세종특별자치시 조치원을 허만석로 **	127.2978	36.58637	http://place.map.kakao.com/17533394	909
2006087289	**약국	의료,건강 > 약국	PM9	약국	044-863-****	세종특별자치시 소정면 소정리 ***_*	세종특별자치시 소정면 소정구길 ***	127.1566	36.71924	http://place.map.kakao.com/2006087289	497
22547206	**초등학교	교육, 학문 > 학교 > 초등학교	SC4	학교	044-903-****	세종특별자치시 고운동 ****	세종특별자치시 만남로 ***	127.2404	36.51462	http://place.map.kakao.com/22547206	363
25621607	****호텔	여행 > 숙박 > 여관,모텔	AD5	숙박	044-866-****	세종특별자치시 전동면 심중리 ***_*	세종특별자치시 전동면 소죽골길 **	127.2785	36.64449	http://place.map.kakao.com/25621607	909
9767817	****주유소	교통,수송 > 자동차 > 주유,가스 > 주유소 > S-에너주유소	OL7	주유소, 충전소	044-863-****	세종특별자치시 전동면 심중리 ***_*	세종특별자치시 전동면 운주산로 ***	127.2763	36.64454	http://place.map.kakao.com/9767817	986
10794969	*****	사회,공공기관 > 행정기관 > 소방서 > 119구급대/구조대	PO3	공공기관	044-300-****	세종특별자치시 조치원을 번암리 ***_*	세종특별자치시 조치원을 허만석로 **	127.2969	36.58599	http://place.map.kakao.com/10794969	931
8160173	**** 조치원점	가정,생활 > 대형마트 > 홈플러스	MT1	대형마트	044-861-****	세종특별자치시 조치원을 번암리 **	세종특별자치시 조치원을 허만석로 **	127.2978	36.58639	http://place.map.kakao.com/8160173	912
7998953	*****회관	문화,예술 > 문화시설 > 공연장,연극극장	CT1	문화시설	044-850-****	세종특별자치시 조치원을 침산리 ***_*	세종특별자치시 조치원을 문화회관길 **	127.2873	36.5998	http://place.map.kakao.com/7998953	970

주: 빈칸은 해당 항목에 대한 값이 없는 것이며, 개인정보보호를 위해 일부 상호(place_name), 전화번호(phone), 지번주소(address_name), 도로명주소(road_address_name)는 비식별 처리함.
 출처: 저자 작성.

2) 커널 밀도 추정을 통한 POI 커널 밀도 추정값 표면 생성

■ 커널 밀도 추정 기법을 활용하여 POI의 커널 밀도 추정값 표면을 생성함으로써 활동 중심지 추출에 착수함

- 커널 밀도 추정은 인구수, 일자리 수 등과 같이 공간상에 이산적(discrete)으로 분포하는 지표의 관찰값에 커널 함수를 적용해 해당 지표가 발생할 확률을 지점별로 추정하는 방법으로, POI와 같은 점 데이터의 분포 패턴 분석 시 자주 활용됨(황명화 외 2022)
- 커널 밀도 추정 과정에서 공간상에 분포하는 지표값에 커널 함수를 적용함으로써 해당 지표가 발생할 확률을 나타내는 밀도 추정값 표면(density surface)을 생성함
- 커널 밀도 추정을 위한 공식은 <수식 1>과 같음
 - $\hat{f}(x)$ 는 x 지점에서의 커널 밀도 추정값, $K(\cdot)$ 는 커널 밀도 함수, h 는 커널 밀도 함수를 적용할 공간 범위로, x 지점으로부터의 탐색 반경(bandwidth, 이하 대역폭), X_i 는 대역폭 내 i 번째 지점에서 실제 발생한 관측값, n 은 대역폭 내에서 발생한 관측값의 총개수를 의미함(Silverman 1986)

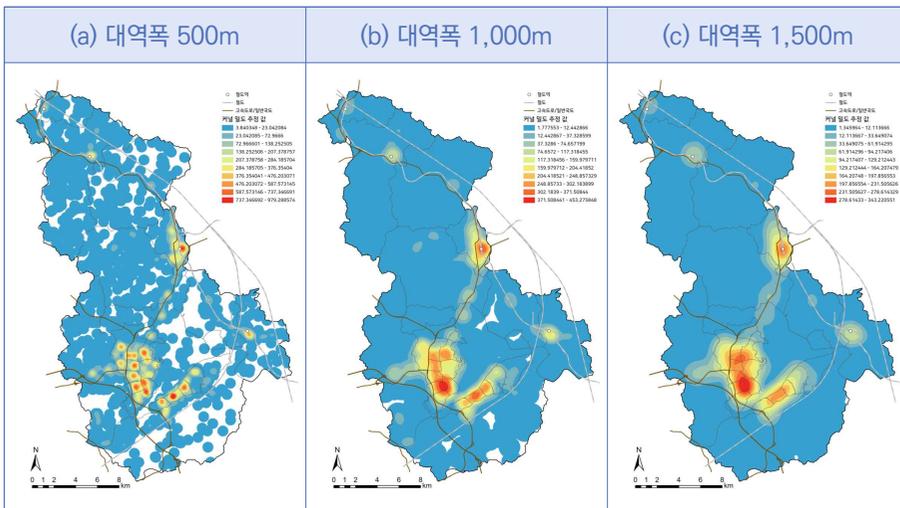
$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

수식 1

■ 커널 밀도 추정 시 대역폭 값이 분석 결과에 큰 영향을 주므로(Epanechnikov 1969), 이에 대한 고려가 필요함

- 선행연구(김선재·이수기 2021; Deng et al. 2019; Lu et al. 2020)에서는 다양한 대역폭을 실험적으로 적용하고, 해당 지역의 공간구조를 설명하는 데 가장 적합한 대역폭을 선택하여 활용함
- 세종시를 대상으로 수집한 POI 데이터에 시범적으로 500m, 1,000m, 1,500m의 대역폭을 적용한 결과를 비교해 보았으며, 그 결과는 <그림 4>와 같음
 - 대역폭 값이 작을수록 중심지의 개수가 많아지고 면적이 작아지며(< 4> (a) 참조), 반대로 대역폭 값이 클수록 도출되는 중심지 개수가 적어지고 면적이 커지며, 중심지 간 경계가 다소 모호해지는 경향이 있음(<그림 4> (c) 참조)
- 이 페이지는 일부 동지역(나성동 인근, 도담동 인근, 보람동 인근)과 조치원읍이 POI 집적지로 표현된 1,000m 대역폭을 적용하여 분석을 진행함(<그림 4> (b) 참조)
 - 분석 시 Quartic 커널 밀도 함수, 커널 밀도 함수 적용 결과로 도출한 표면의 셀 크기는 25m로 설정했는데, 이러한 설정값은 분석 목표나 대상 지역에 따라 달라질 수 있음

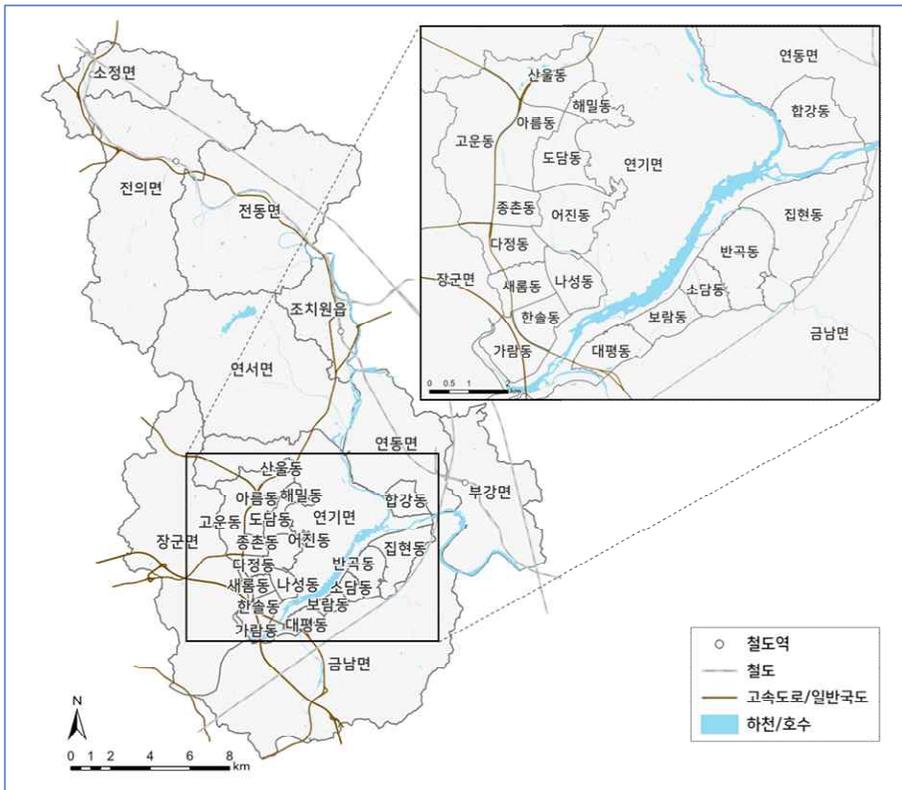
그림 4 대역폭에 따른 커널 밀도 추정 결과 비교



주: 커널 밀도 추정 값을 Jenks natural breaks 10단계로 구분했으며, 밀도 추정값이 0인 지점은 단계 구분 시 제외함.
출처: ArcGIS Pro 2.7을 활용하여 저자 작성.

- 이 페이지에서 활용한 세종시 공간 단위는 읍면동으로, 동지역의 경우 2021년 기준의 법정동 경계¹⁷⁾를 적용함(그림 5) 참조
 - 이에 따라 1개 읍(조치원읍)과 9개 면(연기·연동·부강·금남·장군·연서·전의·전동·소정), 그리고 18개 법정동으로 구성된 공간 단위를 활용함
 - 해당 법정동은 금강을 중심으로 강북에 해당하는 13개 동지역(가람·한솔·도담·어진·아름·중촌·고운·나성·새롬·다정·해밀·산울·합강)과 강남에 해당하는 5개 동지역(보람·대평·소담·반곡·집현)으로 구분됨

그림 5 세종시 읍면동(법정동) 경계



출처: ArcGIS Pro 2.7을 활용하여 저자 작성.

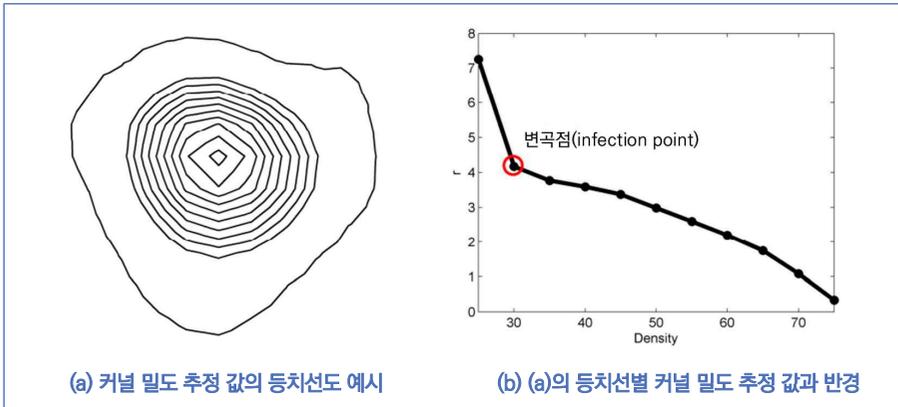
17) 2022년 7월 1일부로 연기면 및 연동면에 있는 5개 리(세종·한별·누리·다솜·용호)가 동으로 전환됨에 따라 세종시의 법정동 개수가 기존 18개에서 23개로 변경됨.

3) 등치선도 생성과 단순화를 통한 활동 중심지 경계 추출

■ 커널 밀도 추정 값 표면을 대상으로 등치선도를 생성하고, 중심지 경계 추출을 위한 커널 밀도 추정 값의 임계치(threshold)를 설정함

- 도시 내 중심지 식별 시 경계를 도출하는 과정이 필요한데, 선행연구에서는 이를 위해 각 등치선이 나타내는 커널 밀도 추정 값과 해당 등치선의 반경(Deng et al. 2019)(〈그림 6〉 참조)이나 등치선의 중심으로부터 해당 등치선까지의 거리(Han·Song 2020), 또는 커널 밀도 추정값 대비 도시화 지역의 면적(김선재·이수기 2021)을 대상으로 변곡점을 도출하고 이를 기준으로 중심지 경계를 추출함

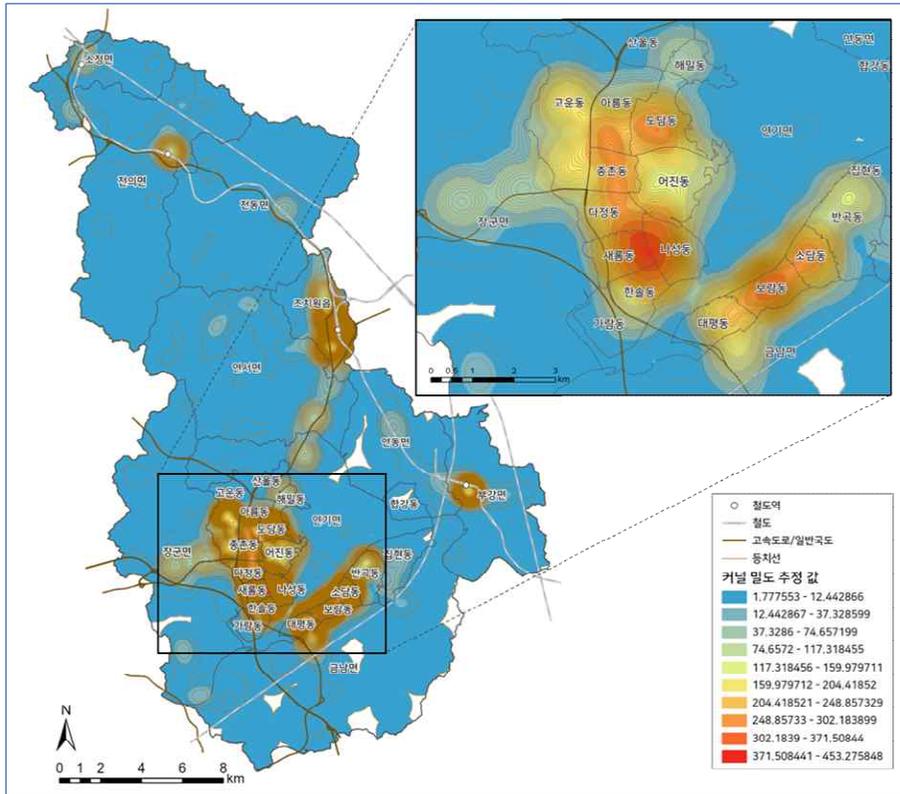
그림 6 밀도 곡선(density curve) 분석 방법



주: (b)에서 등치선별 커널 밀도 추정 값(density)과 반경(r)을 그래프로 표현한 후, 반경이 급격하게 변하는 등치선 지점의 커널 밀도 추정 값을 임계치(변곡점)로 설정하여 중심지의 외곽 경계로 도출함.
 출처: Deng et al. 2019, 6의 Figure 3 재구성.

- 이 페이퍼에서는 커널 밀도 추정값 표면을 대상으로 등치선도를 생성(시작 값 10, 간격 5)한 후(그림 7) 참조, Deng et al.(2019)에서 사용한 방법을 활용하여 개별 등치선의 밀도 추정값과 최대 길이를 나타내는 그래프를 만든 후에, 최대 길이가 급변하는 등치선 지점의 커널 밀도 추정값을 임계치로 도출함

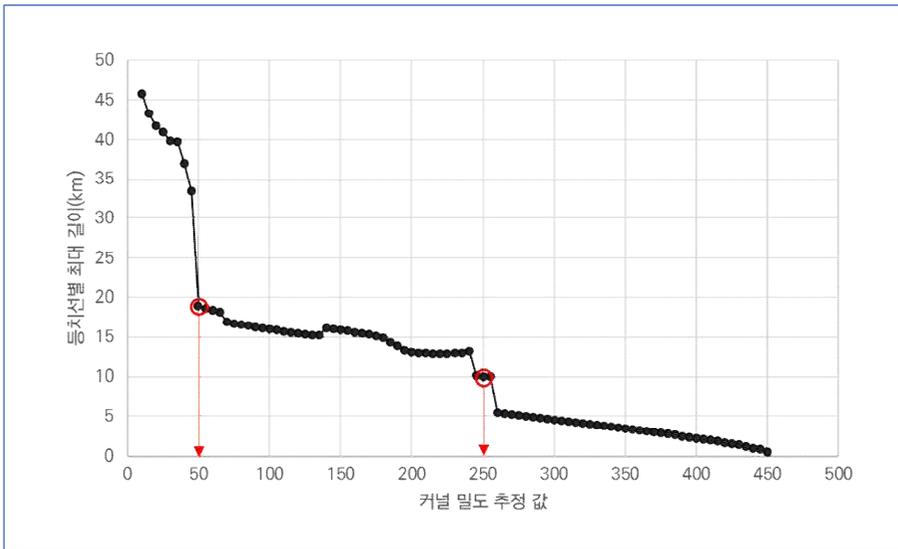
그림 7 등치선도 생성 결과



출처: ArcGIS Pro 2.7을 활용하여 저자 작성.

- 커널 밀도 추정값을 표현하는 등치선을 대상으로, 등치선별 최대 길이가 급격하게 변화하는 3개 지점(커널 밀도 추정값 50, 240, 260)을 도출함(〈그림 8〉 참조)
 - 이 중에서 커널 밀도 추정값 50을 첫 번째 임계치로 선정하고, 중심지를 더욱 세분화하여 분석하기 위해 커널 밀도 추정값 240과 260의 중앙값인 250을 두 번째 임계치로 선정함

그림 8 POI의 커널 밀도 추정 값 등치선과 등치선별 최대 길이



출처: 저자 작성.

■ 세종시 활동 중심지 식별 결과

- 먼저, 활동 중심지 Level 2는 9개가 도출되었으며 중심지별 현황은 <표 4>와 같음(<그림 9>의 1~9 참조)
 - 세종시 동지역은 크게 두 개의 활동 중심지로 도출되었는데, 먼저 '강북 동지역(<그림 9>의 1)'은 금강 이북에 있는 9개 동(나성·새롬·한솔·다정·종촌·아름·도담·고운·어진)을 포함하는 가장 큰 규모의 중심지이고, '강남 동지역(<그림 9>의 2)'은 금강 이남의 4개 동(보람·소담·대평·반곡)을 포함함
 - '조치원읍(<그림 9>의 3)'은 조치원역을 중심으로 조치원읍의 시내 대부분을 포함하며, 강북 및 강남 동지역 중심지 다음으로 규모가 큼
 - '부강면(<그림 9>의 4)'과 '전의면(<그림 9>의 5)'은 각각 부강역과 전의역을 중심으로 한 면 소재지로, 활동 중심지로 도출된 타 면지역에 비해 규모가 큰 편임
 - '장군면(<그림 9>의 6)'은 장군면사무소, 장군면 보건지소, 마트, 음식점 등이 있는 면 소재지로, '강북 동지역'과 인접하게 위치한다는 특성이 있고, '연서면(<그림 9>의 7)'은 세종연서우체국, 연봉초등학교, 마트, 약국 등이 위치한 변화가 지역임
 - '해밀동(<그림 9>의 8)'은 동지역 중 유일하게 별도의 활동 중심지로 도출된 곳으로, 대규모 아파트 단지와 관련 상가가 위치함
 - '연기면(<그림 9>의 9)'은 가장 작은 규모의 활동 중심지로, 주택, 음식점, 마트, 어린이집 등이 위치한 연기리의 변화가 지역임

표 4 활동 중심지 Level 2(커널 밀도 추정 값 50 이상) 현황

활동 중심지 Level 2		면적 (km ²)	특징
연번	이름		
1	강북 동지역	18.91	금강 북쪽에 있는 세종시의 9개 동(나성·새롬·한솔·다정·종촌·아름·도담·고운·어진) 포함
2	강남 동지역	8.76	금강 남쪽에 있는 세종시의 4개 동(보람·소담·대평·반곡) 포함
3	조치원읍	6.56	조치원역을 중심으로 조치원읍의 시내 대부분을 포함
4	부강면	1.67	부강역과 부강면 행정복지센터 등이 위치한 면 소재지
5	전의면	1.22	전의역, 세종시전의전통시장 등이 위치한 면 소재지
6	장군면	0.64	장군면사무소 등이 위치한 면 소재지
7	연서면	0.46	세종연서우체국, 연봉초등학교, 마트, 약국 등이 위치한 변화가
8	해밀동	0.39	해밀동 주민센터, 세종중앙농협 등이 위치한 변화가
9	연기면	0.19	주택, 음식점, 마트, 어린이집 등이 위치한 연기리의 변화가

주 1: <그림 9>의 1~9 참조.

2: 중심지 이름은 '강북 동지역'과 '강남 동지역'을 제외하고 해당 중심지가 속한 읍면동 명칭을 활용함.

출처: 저자 작성.

- 활동 중심지 Level 1은 4개가 도출되었으며 중심지별 현황은 <표 5>와 같음(그림 9)의 A~D 참조)
 - ‘강북 선형 중심지(그림 9)의 A)’는 활동 중심지 Level 1 중 규모가 가장 크며, 활동 중심지 Level 2로 식별된 ‘강북 동지역’ 안에 위치하고, 금강 이북에 선형 형태로 배치된 6개 동(나성(세종시의 가장 큰 변화가)·새롬(학원이 밀집한 교육 중심지)·한솔(세종시 최초의 주거단지 입지)·다정(주거 중심 지역)·종촌(주거 중심 지역)·아름(학원 밀집 지역))을 포함함
 - ‘도담동 일원(그림 9)의 B)’은 ‘강북 동지역’ 안에 위치하며 아파트 단지 및 상가, 먹자골목 등을 포함하는 도담동(나성동 등장 이전에 가장 양성했던 변화가)의 변화한 지역임
 - ‘세종시청 일원(그림 9)의 C)’은 ‘강남 동지역’ 안에 위치하며 세종시청이 위치한 보람동과 그 인접 지역인 소담동(주거 중심 지역)을 포함함
 - ‘조치원역 인근(그림 9)의 D)’은 세종시 구도심인 ‘조치원읍’에 위치하며 조치원역을 중심으로 한 인근 상권을 포괄함

표 5 활동 중심지 Level 1(커널 밀도 추정 값 250 이상) 현황

활동 중심지 Level 1		면적 (km ²)	특징		
연번	이름				
A	강북 선형 중심지	3.39	금강 북쪽에 선형 형태로 배치된 세종시의 6개 동 (나성·새롬·한솔·다정·종촌·아름) 포함	나성	세종시의 가장 큰 변화가
				새롬	학원이 밀집한 교육 중심지
				한솔	세종시 최초의 주거단지 입지
				다정	주거 중심 지역
				종촌	주거 중심 지역
				아름	학원 밀집 지역
B	도담동 일원	0.56	아파트 단지 및 상가, 도담동 먹자골목 등을 포함	도담	나성동 등장 이전에 가장 양성했던 변화가
C	세종시청 일원	1.22	금강 남쪽에 있는 세종시의 2개 동(보람·소담) 포함	보람	세종시청 소재지
				소담	주거 중심 지역
D	조치원역 인근	0.89	조치원역과 인근 상권을 포함	조치원	세종시의 구도심

주: <그림 9>의 A~D 참조.
출처: 저자 작성.

03 POI 기반 활동 중심지 내부 속성 분석

■ 세종시 활동 중심지 내부 속성 분석

- 앞서 식별한 활동 중심지 Level 1, 2의 내부 속성을 파악하기 위해 면적, POI 수 및 밀도, 근무인구수, 상주인구수를 기준으로 분석을 수행함
 - (근무인구수) 코리아크레딧뷰로(Korea Credit Bureau, 이하 KCB)에서 유료로 제공하는 250m×250m 격자 단위 직장 주소지 기준 인구 데이터(2021년 12월 기준)를 활용함¹⁸⁾
 - (상주인구수) 국토정보플랫폼에서 무상으로 제공하는 250m×250m 격자 단위 주민등록인구 데이터(2020년 10월 기준)를 활용함

18) 250m보다 작은 크기의 격자 데이터를 활용할 수도 있지만, 격자 크기가 작아질수록 개인정보보호를 위해 비식별 처리된 데이터의 수가 증가하는 것을 감안하여 이 페이퍼에서는 250m 격자 데이터를 활용함.

- 먼저, 활동 중심지 Level 2의 내부 속성별 합을 세종시 전체를 대상으로 한 값과 비교해 보면, 면적 비율 8.35%(38.81km²), POI 비율 79.62%(6,541개), POI 밀도 169개/km², 근무인구 비율 72.17%(10만 3,102명), 상주인구 비율 89.50%(31만 1,401개)를 포함하고 있음(표 6) 참조
 - 활동 중심지 Level 2 중 면적이 가장 큰 '강북 동지역'의 내부 속성값을 세종시 전체와 비교해 보면, POI 비율 42.25%(3,471개), POI 밀도 184개/km², 근무인구 비율 42.13%(6만 190명), 상주인구 비율 56.02%(19만 4,904명)임
 - 다음으로 '강남 동지역'의 내부 속성값을 세종시 전체 비교하면 POI 비율 17.09%(1,404개), POI 밀도 160개/km², 근무인구 비율 13.24%(1만 8,915명), 상주인구 비율 18.50%(6만 4,377명)임
 - 이를 통해 세종시 전체 POI, 근무/상주인구의 50% 이상이 '강북 동지역'과 '강남 동지역'을 합한 공간적 범위에 포함되는 것을 알 수 있음
 - 동지역 다음으로는 세종시 구도심인 '조치원읍'이 세종시 전체 POI, 근무/상주인구의 약 12~14%에 해당하는 부분을 포함하고 있음

표 6 활동 중심지 Level 2 내부 속성

중심지 이름	면적 (km ²)	면적 비율(%)		POI 수	POI 비율(%)		POI 밀도 (개/km ²)	근무 인구수	근무인구 비율(%)		상주 인구수	상주인구 비율(%)	
		전체 대비	중심지 대비		전체 대비	중심지 대비			전체 대비	중심지 대비		전체 대비	중심지 대비
1 강북 동지역	18.91	4.07	48.73	3,471	42.25	53.07	184	60,190	42.13	58.38	194,904	56.02	62.59
2 강남 동지역	8.76	1.88	22.57	1,404	17.09	21.46	160	18,915	13.24	18.35	64,377	18.50	20.67
3 조치원읍	6.56	1.41	16.91	1,086	13.22	16.60	165	19,664	13.76	19.07	41,000	11.78	13.17
4 부강면	1.67	0.36	4.31	205	2.50	3.13	122	1,706	1.19	1.65	4,259	1.22	1.37
5 전의면	1.22	0.26	3.14	123	1.50	1.88	101	826	0.58	0.80	2,051	0.59	0.66
6 장군면	0.64	0.14	1.66	72	0.88	1.10	112	643	0.45	0.62	920	0.26	0.30
7 연서면	0.46	0.10	1.18	65	0.79	0.99	141	785	0.55	0.76	1,324	0.38	0.43
8 해밀동	0.39	0.08	1.00	65	0.79	0.99	167	56	0.04	0.05	2,005	0.58	0.64
9 연기면	0.19	0.04	0.49	50	0.61	0.76	262	317	0.22	0.31	561	0.16	0.18
중심지 합	38.81	8.35	100.00	6,541	79.62	100.00	169*	103,102	72.17	100.00	311,401	89.50	100.00
세종시 전체	464.93	100.00	-	8,215	100.00	-	-	142,864	100.00	-	347,943	100.00	-

주: * 169(개/km²) = 6,541(중심지 전체 POI 수(개)) / 38.81(중심지 전체 면적(km²)).
 출처: 저자 작성.

- 활동 중심지 Level 1의 내부 속성별 합을 세종시 전체를 대상으로 한 값과 비교해 보면, 면적 비율 1.3%(6.06km²), POI 비율 32.17%(2,643개), POI 밀도 436개/km², 근무인구 비율 23.48%(3만 3,541명), 상주인구 비율 25.16%(8만 7,552명)를 포함함(표 7) 참조
 - 활동 중심지 Level 1 중 면적이 가장 큰 '강북 선형 중심지'의 내부 속성값을 세종시 전체와 비교해 보면, POI 비율 17.29%(1,420개), POI 밀도 419개/km², 근무인구 비율 12.28%(1만 7,543명), 상주인구 비율 14.47%(5만 340명)임
 - 두 번째로 면적이 큰 '세종시청 일원'은 보람동과 소담동을 포함하는 동지역으로, 세종시 전체 POI, 근무/상주인구의 약 5~7%에 해당하는 부분을 포함함
 - 활동 중심지 Level 1의 내부 속성을 세종시 전체에 해당하는 값과 비교한 결과를 보면 대체로 상주인구 비율이 근무인구 비율에 비해 높는데, '조치원역 인근'의 경우에는 근무인구 비율(4.23%)이 상주인구 비율(2.64%)보다 높음

표 7 활동 중심지 Level 1 내부 속성

중심지 이름	면적 (km ²)	면적 비율(%)		POI 수	POI 비율(%)		POI 밀도 (개/km ²)	근무 인구수	근무인구 비율(%)		상주 인구수	상주인구 비율(%)	
		전체 대비	중심지 대비		전체 대비	중심지 대비			전체 대비	중심지 대비		전체 대비	중심지 대비
A 강북 선형 중심지	3.39	0.73	55.91	1,420	17.29	53.73	419	17,543	12.28	52.30	50,340	14.47	57.50
B 도담동 일원	0.56	0.12	9.21	242	2.95	9.16	434	2,257	1.58	6.73	9,242	2.66	10.56
C 세종시청 일원	1.22	0.26	20.19	583	7.10	22.06	477	7,698	5.39	22.95	18,778	5.40	21.45
D 조치원역 인근	0.89	0.19	14.69	398	4.84	15.06	447	6,043	4.23	18.02	9,192	2.64	10.50
중심지 합	6.06	1.30	100.00	2,643	32.17	100.00	436*	33,541	23.48	100.00	87,552	25.16	100.00
세종시 전체	464.93	100.00	-	8,215	100.00	-	-	142,864	100.00	-	347,943	100.00	-

주: * 436(개/km²) = 2,643(중심지 전체 POI 수(개)) / 6.06(중심지 전체 면적(km²)).
출처: 저자 작성.

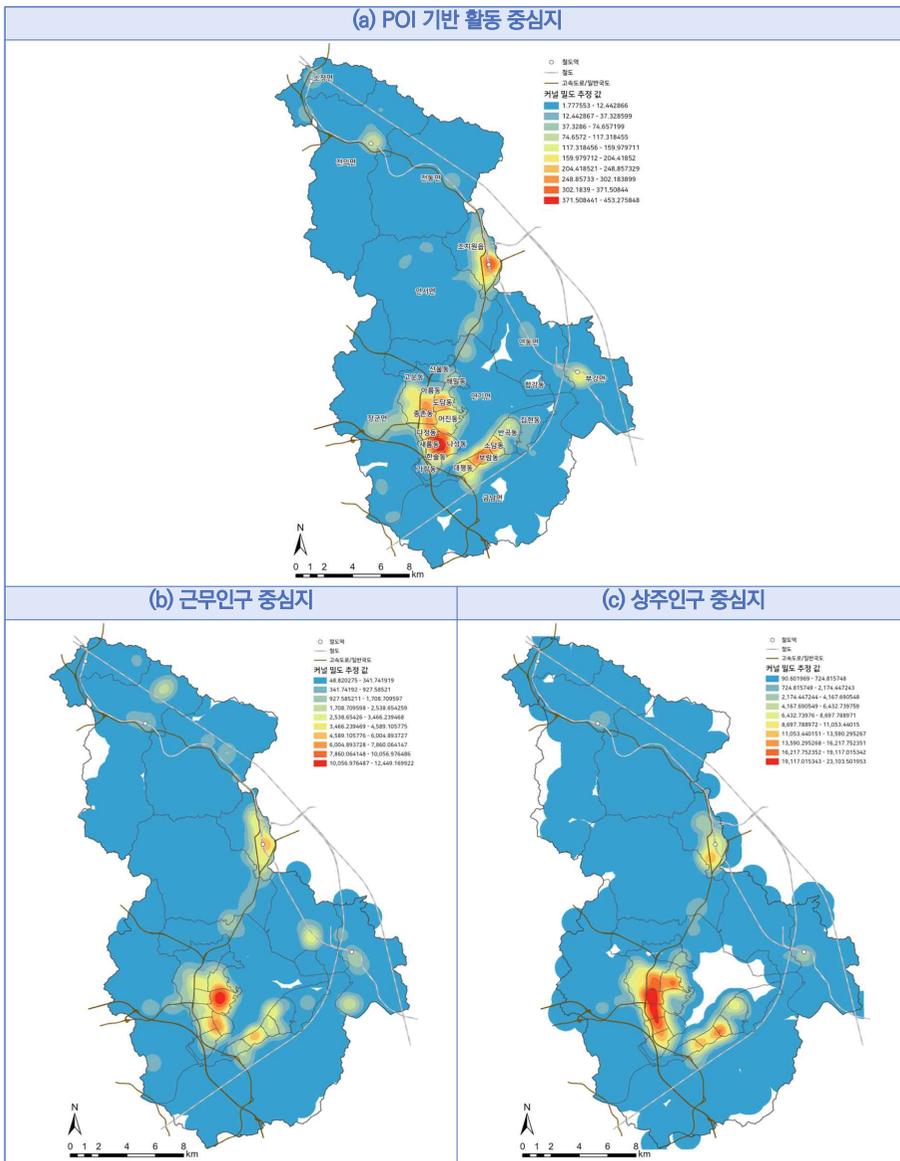
- 이 페이퍼에서 POI 데이터를 기반으로 식별한 활동 중심지의 내부 속성을 보면, 대체로 POI 비율이 높은 곳이 근무/상주인구의 비율도 높는데, 이는 근무인구나 상주인구가 밀집한 곳에 POI가 의미하는 집객시설이 집적할 확률이 높기 때문임

■ 근무/상주인구 중심지와 비교

- 이 페이퍼에서 도출한 POI 기반 활동 중심지와 근무/상주인구 기반 중심지를 비교 분석함
 - 근무/상주인구 중심지를 도출하기 위해 각 데이터(근무인구: KCB 데이터, 상주인구: 주민등록인구 데이터)를 대상으로 POI 기반 활동 중심지 추출 과정과 동일한 분석 방법을 적용하였으며, 커널 밀도 추정을 위한 변수(Quartic 커널 밀도 함수, 커널 밀도 함수 적용 결과로 도출한 표면의 셀 크기 25m, 대역폭 1,000m)도 동일하게 설정함

- 근무/상주인구 데이터에 커널 밀도 추정 방법을 적용한 결과는 <그림 10>과 같음
 - 커널 밀도 추정 값 분포를 보면, POI 기반 활동 중심지(그림 10)의 (a)는 상주인구 중심지(그림 10)의 (c)와 유사한 패턴을 보이는 것을 알 수 있음
 - 반면에, 근무인구 중심지는 활동 중심지나 상주인구 중심지에서는 도출되지 않은, 정부청사가 위치한 어진동 지역에 특히 집중된 양상을 보임(그림 10)의 (b) 참조)

그림 10 중심지별 커널 밀도 추정값 분포 비교

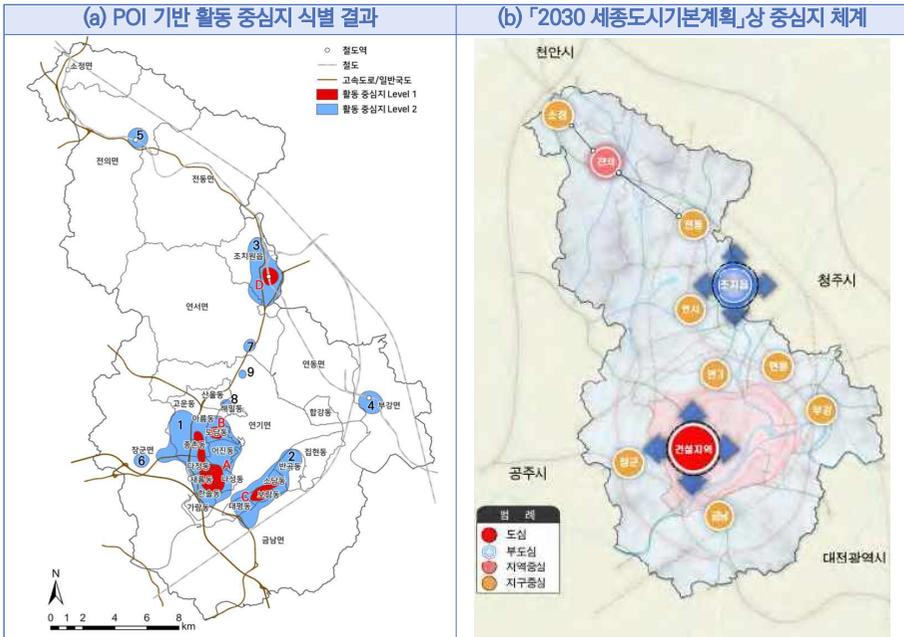


주: 커널 밀도 추정 값을 Jenks natural breaks 10단계로 구분했으며, 밀도 추정값이 0인 지점은 단계 구분 시 제외함.
출처: ArcGIS Pro 2.7을 활용하여 저자 작성.

■ 「2030 세종도시기본계획」상 도시공간구조와의 비교

- 세종시를 대상으로 카카오택의 POI 데이터를 활용하여 도출한 활동 중심지를 실제 중심지 체계와 비교하기 위해 「2030 세종도시기본계획」상의 도시공간구조 계획을 살펴봄
 - 해당 계획에서 채택한 세종시의 중심지 체계는 1도심 1부도심 1지역중심 8지구중심으로, 건설지역(동지역)을 하나의 큰 영역으로 설정함(그림 11)의 (b) 참조)
 - 그러나 POI 데이터로 활동 중심지를 분석한 결과 동지역은 일차적으로 3개 지역(활동 중심지 Level 2의 '강북 동지역', '강남 동지역', '해밀동')으로 구분되며, 그보다 세밀하게 보면, 다시 3개 지역(활동 중심지 Level 1의 '강북 선형 중심지', '세종시청 일원', '도담동 일원')으로 구분됨(그림 11)의 (a) 참조)
 - POI 기반 활동 중심지 Level 2에서는 도시기본계획상 지구중심에 해당하는 '소정', '전동', '연동', '금남' 지역은 도출되지 않았는데, 등치선 단순화 단계에서 임계치를 50 미만으로 설정하면 해당 지역들도 중심지로 추출 가능함. 즉, 분석 목적과 대상 지역의 특성에 따라 임계치는 조정할 수 있음

그림 11 POI 기반 활동 중심지와 세종시 중심지 체계 비교



출처: (a) ArcGIS Pro 2.7을 활용하여 저자 작성, (b) 세종특별자치시 2014, 70의 <표 4>, 대안 II.

- 현 계획을 수정하거나 다음 도시기본계획 수립 시 세종시의 변화를 반영하고자 할 때 이 페이지에서 제시한 방법을 활용하면 도시의 활동을 고려한 현실적이고, 세밀한 차원의 분석이 가능할 것으로 보임

04 결론과 시사점

- 사람들의 활동을 나타내는 POI 데이터를 활용하여 도시공간 내 활동 중심지를 추출 및 분석하는 방법을 제안하고, 해당 방법을 세종시를 대상으로 적용함
 - 카카오 로컬 API를 통해 POI 데이터를 수집하고, 커널 밀도 추정과 등치선도 생성 및 단순화 기법을 활용하여 POI 기반 활동 중심지 경계를 추출함
 - 세종시의 POI 기반 활동 중심지는 Level 1, 2의 두 종류로 식별되었으며, 이때 Level 1이 Level 2보다 세밀한 수준의 중심지를 포함함
 - 활동 중심지 Level 1은 4개 지역(강북 선형 중심지, 도담동 일원, 세종시청 일원, 조치원역 인근), 활동 중심지 Level 2는 9개 지역(강북 동지역, 강남 동지역, 조치원읍, 부강면, 전의면, 장군면, 연서면, 해밀동, 연기면)으로 구성됨
 - 활동 중심지 Level 1, 2를 분석하기 위해 해당 중심지별 내부 속성을 파악하고, POI 기반 활동 중심지를 근무/상주인구 중심지와 비교 분석함
 - 내부 속성으로써 활동 중심지별 면적, POI 수 및 밀도, 근무인구수(KCB 데이터), 상주인구수(주민등록인구 데이터)에 대한 항목을 파악함
 - 근무/상주인구 중심지와 비교한 결과, POI 기반 활동 중심지는 상주인구 중심지와 유사한 패턴을 보였는데, 이를 통해 POI 데이터는 사람들의 주거 활동과 밀접한 관련을 갖는다는 것을 유추할 수 있음
 - 세종시의 활동 중심지 Level 1, 2를 「2030 세종도시기본계획」상의 도시공간구조와 비교한 결과, POI 기반 활동 중심지를 통해 도시기본계획상 하나로 묶인 도심(건설지역_동지역)을 보다 세분화하여 파악할 수 있음을 확인함
- 이 페이퍼에서 제안하는 POI 데이터를 활용한 활동 중심지 추출 방법은 도시, 농촌 등 국토공간 계획수립을 위한 기초조사에 활용할 수 있을 것임
 - 이 페이퍼는 POI 데이터를 활용하여 미시적인 수준에서 활동 중심지를 추출하고 분석하는 방법을 제안함으로써 국토공간 계획의 공간구조 구상이나 중심지 체계 구상 등을 더욱 세밀하게 수립하는 데 기여할 수 있다는 점에서 의의가 있음
 - 민간에서 제공하는 POI 데이터는 사용자 요청 등 필요에 따라 수시로 업데이트되어 자료

의 최신성을 확보할 수 있으므로 국토 공간 내 다양한 지역의 기능과 그 변화를 신속하게 평가할 수 있는 효과적인 데이터 소스임

- POI 데이터를 분석에 활용함으로써 초기 계획 수립 이후 계획 대상 권역을 모니터링하는 데 기여할 수 있고, 갱신된 POI 데이터를 활용해 지속적인 변화탐지도 가능함
- POI 데이터를 기반으로 활동 중심지를 추출하는 연구가 지속해서 수행될 경우, 지역 상권 등의 변화를 주기적으로 모니터링하고 관련 현황을 실시간으로 파악할 수 있음

■ 추후에 원격탐사(remote sensing) 데이터, 신용카드 이용 내역 등 다양한 데이터와 융합을 기반으로 한 후속 연구가 진행되어야 할 필요가 있음

- POI는 점 속성의 데이터로 미시적 분석이 가능한 장점이 있으나 건물의 면적이나 층수와 같은 규모적 특성을 고려할 수 없다는 단점이 있어, 이를 보완할 수 있는 관련 데이터를 함께 활용할 필요가 있음
- 또한, 원격탐사 데이터를 이용한 토지이용현황 모니터링, 신용카드 이용내역 기반 도시 중심지 분석 등과 같은 연구 분야와의 융합을 통해 통합적 시각에서 국토 및 지역 관련 문제를 진단하고, 해결방안을 모색함으로써 보다 효율적인 문제해결을 위한 방안을 제시할 수 있을 것으로 기대함

■ 정제·표준화된 POI 데이터의 공급을 확대하고 해당 데이터에 대한 접근성을 지속해서 높여야 할 필요성이 있음

- 현재 공공에서 무료로 제공하는 POI 데이터는 국토정보지리원의 국가관심지점정보¹⁹⁾, 행정안전부의 지방행정인허가 데이터²⁰⁾가 있는데, 이들의 현황과 특성을 파악하여 해당 데이터의 도시공간구조 분석에의 활용 가능성을 탐색해 보아야 함
- 공공 POI 데이터와 카카오, 네이버, 구글 등에서 제공하는 민간 POI 데이터의 특성을 도시공간구조 분석 차원에서 비교·분석하는 과정을 통해 각 데이터를 활용할 수 있는 기반을 마련하고, 정제·표준화된 데이터 구축 및 공급 방안도 고려하여야 함

19) 국가공간정보포털. <http://data.nsd.go.kr/dataset/20180918ds00090> (2022년 11월 10일 검색).
 20) 로컬데이터. <https://www.localdata.go.kr/> (2022년 11월 10일 검색).

참고문헌

구글지도. <https://www.google.co.kr/maps/?hl=ko> (2022년 11월 24일 검색).

국가공간정보포털. <http://data.nsd.go.kr/dataset/20180918ds00090> (2022년 11월 10일 검색).

국토정보플랫폼. <http://map.ngii.go.kr/ms/map/NlipMap.do?tabGb=statsMap> (2022년 9월 19일 검색).

김감영. 2011. GWR과 공간 군집 분석 기법을 이용한 중심지 식별: 대구광역시를 사례로. *한국도시지리학회지* 14권, 3호: 73-86.

김선재·이수기. 2021. POI 빅데이터를 활용한 도시활동 중심지 도출과 중심지 기능 분석: 서울 대도시권을 중심으로. *국토계획* 56권, 6호: 36-52.

김현철·안영수. 2018. 통근통행에 기반한 수도권 중심지 설정과 방법론 연구. *지역연구* 34(2): 49-64.

남기찬·임업. 2009. 비모수적 방법을 활용한 서울시 인구 및 고용 밀도영향중심지의 확인과 상호관계 파악. *국토연구* 63호: 91-106.

네이버지도. <https://map.naver.com/> (2022년 11월 24일 검색).

로컬데이터. <https://www.localdata.go.kr/> (2022년 11월 10일 검색).

모바일인덱스. <https://www.mobileindex.com/insight-report?pid=208> (2022년 11월 5일 검색).

세종특별자치시. 2014. 2030 세종도시기본계획. 세종: 세종특별자치시.

임영식·이창수. 2016. 서울시 중심지 설정에 관한 연구. *국토연구* 91호: 109-124.

카카오 디벨로퍼스. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/common> (2022년 10월 22일 검색).

_____. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/dev-guide#search-by-category> (2022년 11월 5일 검색).

_____. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/dev-guide#search-by-category-request-category-group-code> (2022년 9월 19일 검색).

_____. <https://developers.kakao.com/docs/latest/ko/local/dev-guide#search-by-category-response-documents> (2022년 11월 7일 검색).

카카오맵. <https://map.kakao.com/> (2022년 11월 24일 검색).

한국정보통신기술협회 정보통신용어사전. http://terms.tta.or.kr/dictionary/dictionaryView.do?word_seq=036061-3 (2022년 11월 10일 검색).

허윤경·이주영. 2009. 울산의 도시공간구조 변화 분석: 1995-2005 년 인구밀도 · 고용밀도 · 지가를 중심으로. *국토계획* 44권 2호: 111-121.

황명화·변필성·이영민·심지수. 2022. 마이크로 공간 데이터를 활용한 도시공간구조 분석방법 개발. 세종: 국토연구원.

Chuang, H.-M., Chang, C.-H., Kao, T.-Y., Cheng, C.-T., Huang, Y.-Y. and Cheong, K.-P. 2016. Enabling maps/location searches on mobile devices: Constructing a POI database via focused crawling and information extraction. *International Journal of Geographical Information Science* 30, no.7: 1405-1425.

Deng, Y., Liu, J., Liu, Y. and Luo, A. 2019. Detecting Urban Polycentric Structure from POI Data.

ISPRS International Journal of Geo-Information 8, no.6. <https://doi.org/10.3390/ijgi8060283>

Epanechnikov, V. A. 1969. Non-Parametric Estimation of a Multivariate Probability Density. *Theory of Probability & Its Applications* 14, no.1: 153-158.

Han, Z. and Song, W. 2020. Identification and Geographic Distribution of Accommodation and Catering Centers. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9, no.9. <https://doi.org/10.3390/ijgi9090546>

Jing, Y., Liu, Y., Cai, E., Liu, Y. and Zhang, Y. 2018. Quantifying the spatiality of urban leisure venues in Wuhan, Central China – GIS-based spatial pattern metrics. *Sustainable Cities and Society*, 40: 638-647. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.05.015>

Liu, X., Andris, C. and Rahimi, S. 2019. Place niche and its regional variability: Measuring spatial context patterns for points of interest with representation learning. *Computers, Environment and Urban Systems* 75: 146-160.

Lu, C., Pang, M., Zhang, Y., Li, H., Lu, C., Tang, X. and Cheng, W. 2020. Mapping Urban Spatial Structure Based on POI (Point of Interest) Data: A Case Study of the Central City of Lanzhou, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 9, no.2. <https://doi.org/10.3390/ijgi9020092>

Silverman, B. W. 1986. *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. vol. 26. CRC press. <https://ned.ipac.caltech.edu/level5/March02/Silverman/paper.pdf>

Yu, L., Zheng, W., Yu, T. and Wu, Y. 2021. How to identify urban centers/subcenters in metropolises? An analytical review. *Habitat International* 115: 102397. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102397>

Zhang, H., Mo, Q. and Huang, H. 2010. Structured Poi data extraction from Internet news. 2010 4th *International Universal Communication Symposium*. 116-122. <https://doi.org/10.1109/IUCS.2010.5666648>

국토연구원 Working Paper는 다양한 국토 현안에 대하여 시의성 있고 활용도 높은 대안을 제시할 목적으로 실험정신을 가지고 작성한 짧은 연구물입니다. 투고된 원고는 정해진 절차를 거쳐 발간되며, 외부 연구자의 투고도 가능합니다. 공유하고 싶은 새로운 이론이나 연구방법론, 국토 현안이나 정책에 대한 찬반 논의, 국내외 사례 연구나 비교연구, 창의적 제안 등 국토분야 이론과 정책에 도움이 될 어떠한 연구도 환영합니다.

투고를 원하시는 분은 국토연구원 연구기획·평가팀(044-960-0438, bbmoon@krihs.re.kr)으로 연락주시시오. 채택된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

WP 22-26

POI(관심지점) 데이터를 활용한 활동 중심지 추출 및 분석 방법

세종시를 사례로

연 구 진 이영민
발 행 일 2022년 12월 5일
발 행 인 강현수
발 행 처 국토연구원
홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2022, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서 정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.

이 연구보고서는 한국출판인협회에서 제공한 KoPub 서체와 대한인쇄문화협회가 제공한 바른바탕체가 적용되어 있습니다.

