

# 전염병 유행 단계별 인간 이동패턴과 COVID-19 전염병 확산의 역학관계 분석: 서울시를 중심으로

오현근\*, 김민경\*\*

## Dynamics of COVID-19 Spread based on Human Mobility Patterns by Epidemic Stages in Seoul

Hyunkeun Oh\*, Minkyong Kim\*\*

---

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임  
(No. NRF-2020R1G1A1011097)

---

### 요약

COVID-19 팬데믹 상황이 장기화됨에 따라 전 세계적으로 전염병 확산 예측을 위한 연구가 활발히 진행되어 왔으나, 장기간에 걸친 인간의 이동 패턴과 전염병 확산 간의 역학관계를 분석한 연구는 상대적으로 부족하다. 이에 본 연구는 시공간 빅데이터에 내재되어 있는 위상학적 인간 이동 패턴을 다양한 관점에서 분류하고, 이를 전염병 확산과의 역학관계 분석을 통해 시사점을 해석하고자 한다. 분석 결과로서 전염병 단계가 진행될 수록 거주자 수와 확진자 수간의 상관관계가 점차 증가하며, 이는 행정 자치구 특성과 상관없이 확진자 수 비율은 점차 균등하게 나타나게 되는 것을 의미한다. 또한 인간의 이동유형 중에서도 출퇴근과 같은 규칙적 생활 이동 패턴이 전염병 확산에 중요한 요인이 될 수 있음을 확인하였다. 본 연구는 향후 시공간 데이터로부터 전염병 확산 등의 사회적 창발현상을 예측하는 연구들의 근거자료로 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

### Abstract

As COVID-19 dominates our lives, there has been a wide spectrum of research to predict infectious disease spread. However, it has not been relatively paid attention to study dynamics of disease spread with long-term human mobility, particularly for domestic cases. In this regard, this study aims to analyze long-term human mobility in Seoul to understand underlying dynamics of COVID-19 propagation and obtain insights. As a result, the correlation between the numbers of residents and confirmed cases increases as the epidemic stage progresses, showing that confirmed cases gradually follow a uniform distribution across regions, regardless of regional features. Additionally, regular movement plays a crucial role in the propagation of COVID-19 in Seoul. We expect that this study can shed light on understanding emergent phenomena across a heterogeneous social system from spatiotemporal data.

### Keywords

human mobility, dynamics of disease spread, COVID-19, epidemic stage, regular mobility

---

\* 경희대학교 일반대학원 경영학과 석사과정  
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9082-6153>  
\*\* 경희대학교 빅데이터응용학과 교수(교신저자)  
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8292-7851>

• Received: Mar. 03, 2023, Revised: Apr. 03, 2023, Accepted: Apr. 06, 2023  
• Corresponding Author: Minkyong Kim  
Department of Big Data Analytics, College of Management,  
Kyung Hee University, Seoul 02447, Republic of Korea  
Tel.: +82-2-961-0650, Email: [minkkim@khu.ac.kr](mailto:minkkim@khu.ac.kr)

## I. 서 론

세계보건기구(WHO)가 2020년 3월 11일 신종 코로나바이러스감염증-19(이하 COVID-19)의 세계적인 유행병을 선언한 이래로 현재까지도 많은 수의 확진자와 사망자가 발생하고 있다[1]. 또한 국내 COVID-19 일일 신규 확진자 수 및 누적 확진자 수가 2022년 12월 31일 기준 각각 6만여명과 2,900만여명으로 여전히 많은 확진 사례가 보고되고 있다[2]. COVID-19의 주요 전파방식에는 여러 요인이 연구되어 왔지만, 가장 주요한 원인으로는 무증상자 및 유증상자의 비말, 감염군으로부터의 표면 오염 노출에 의한 감염이다[3]. 이러한 감염특성을 고려하였을 때 인간의 직·간접적 접촉은 전염병 확산의 주요 원인이며, 이는 인간의 이동 패턴 및 소셜 네트워크에 기인한다[4][5].

또한 대규모의 교통 시스템과 인구 밀도가 집중된 대도시의 경우 감염 발생 가능성이 더욱 높아지기 때문에 인간 이동 패턴에 대한 면밀한 조사는 전염병 확산 예방에 중요한 자료가 될 수 있다[6]. COVID-19 팬데믹 상황이 장기화됨에 따라 전 세계적으로 전염병 확산에 대한 예측연구가 활발히 진행되어 왔으나, 장기간에 걸친 인간 이동패턴과 전염병 확산 간의 역학관계 분석은 상대적으로 부족하며 국내에서의 연구 사례 또한 충분치 못한 실정이다.

이에 본 연구는 장기간에 걸친 시공간 빅데이터에 내재되어 있는 인간의 이동 패턴과 전염병 확산 간의 역학관계를 분석하고자 한다. 이를 위해 약 최근 3년간의 서울 생활 이동 데이터, 동일 기간 COVID-19 일일 확진자 수 데이터를 융합하여 분석에 이용한다. 또한 데이터 수집 기간 동안 신규 확진자 수에 급격한 변동이 있었던 변곡 시점을 기준으로 하여 전염병 유행 단계를 크게 세 단계로 구분하고, 각 단계별로 이동패턴과 COVID-19와의 역학관계를 관찰하여 비교·분석한다. 분석결과로서, 전염병 유행 단계별로 인간의 이동 패턴은 크게 변화하지 않았으며, 특히 출퇴근과 같은 규칙적인 생활 이동이 전염병 확산의 중요한 요인임을 확인하였다. 본 연구는 향후 시공간 데이터로부터 전염병 확산 등의 창발현상(Emerging phenomena)을 예측하

고 종합적으로 이해하기 위한 연구들의 근거자료로 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

본 논문의 구성은 1장의 서론에 이어 2장에서는 인간 이동패턴과 전염병 확산에 대한 선행 연구에 대하여 설명한다. 3장에서는 서울시 생활 이동 패턴과 COVID-19 확산 간의 역학관계 분석을 위한 데이터 수집 및 전처리 과정을 기술하고, 4장에서는 실험방법 및 결과에 대해 해석하며, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 설명한다.

## II. 선행 연구

이동 통신 및 모바일 애플리케이션의 발전으로 인간 이동(Human mobility)에 대한 지역적·전역적 빅데이터 수집이 가능해짐에 따라, 여러 응용 도메인에서의 확장 가능성이 높아지고 있다. 즉, 이동 경로 예측, 추천 성능 향상, 정부 정책 수립 등 다양한 목적을 위해 인간 이동 패턴을 적용하려는 연구가 활발히 진행되어 왔다[7]-[10].

인간 이동패턴은 전염병 확산에 중요한 요인으로서 확산 예측모델에도 다양하게 적용되고 있다[4][5]. 특히 전염병 확산 초기 단계에서 중국정부의 거리두기나 여행제한 정책은 매우 효율적인 것으로 나타났다[11]. 또한 각 도시로의 유동인구 유입량과 전염병 확산 간에는 유의미한 양의 상관관계가 나타남을 확인하였다[12]. 이는 전염병 확산 완화를 위한 정부의 사회적 정책 시행의 시점이 중요함을 시사한다. 이처럼 인간 이동 패턴 분석은 전염병 확산 완화를 위한 정부 정책 시행 기준에 대한 유용한 자료가 될 수 있고, 또한 전염병 확산 모델의 주요 파라미터로서 확산 예측에 활용될 수 있다[4].

인간의 이동패턴은 다양한 학문분야에서 공통의 연구 주제이며, COVID-19 팬데믹 상황에서 전염병 확산예측 모델에도 이를 적용하려는 시도가 계속되어 왔다. 하지만 장기간의 인간 이동패턴과 전염병 확산 간의 역학관계 연구는 상대적으로 부족하며 국내 사례 또한 충분하지 않다. 따라서 본 논문에서는 장기간에 걸친 생활이동 패턴을 이전 연구[13]에 확장하여, 다양한 관점에서 분류하고, 이를 전염병 확산과의 역학 관계로서 분석하고 해석하고자 한다.

### III. 데이터 수집 및 전처리

#### 3.1 데이터 수집

본 연구에서는 서울시 행정 자치구별 이동 패턴과 COVID-19 확산 간의 역학관계를 분석하기 위해 서울 열린데이터 광장에서 제공하는 서울 생활이동 데이터[14]와 서울시 자치구별 COVID-19 확진자 발생 동향[15], 서울시 주민등록인구(구별) 통계 데이터[16]를 수집하였다. 데이터 수집 기간은 2020년 2월 1일부터 2022년 10월 31일까지로 약 최근 3년간의 데이터를 분석하였다.

첫번째 서울 생활 이동 데이터는 KT사에서 익명 처리한 휴대폰 고객의 LTE와 5G 시그널을 근접 기지국으로 정보를 전송한 뒤 해당 정보를 이용하여 해당 위치에서의 단순 이동과 체류로 구분한 것이다. 또한 체류로 분류된 데이터를 야간상주(H), 주간상주(W), 기타(E)로 재분류하여 이동 유형을 추정하였다. 또한 전체 이동 인원 추정을 위해 휴대폰 고객의 이동 인원수에 보정 계수를 적용하여 개방한 데이터로서, 전체 데이터 구성은 시공간 정보(출발지와 도착지, 이동 시간대, 이동유형, 인원수)와 인구통계학적 정보(이동자의 성별, 연령)로 구성되어 있다.

두번째 서울시 COVID-19 확진자 발생 동향 데이터는 행정 자치구별 일일 신규 확진자 수와 누적

확진자 수로 구성되어 있다.

마지막으로 행정 자치구별 거주자 수 대비 이동량 비율과 COVID-19 확진자 비율을 분석하기 위해 서울시 주민등록인구(구별) 통계 데이터를 사용하여 행정 자치구별 인구통계를 확보하였다.

#### 3.2 데이터 전처리

그림 1은 최근 3년간의 COVID-19 일일 확진자 추이를 나타내며, 급격한 변곡 시점을 기준으로 COVID-19 감염병 유행 단계를 크게 세 단계(3 Waves)로 구분하였다. 그림 1에서 확인할 수 있듯이, 1차 유행(1st Wave)과 달리 2, 3차 유행 단계(2nd, 3rd Waves)에서는 급격한 확진자 수의 변동이 나타났다. 특히 변곡 시점에서 주목할 만한 주요 사건들을 기술해보면, 2차 유행 단계에서는 2022년 3월 1일 COVID-19 방역 패스 해제, 3월 09일 20대 대통령 선거가 실시되었다. 3차 유행 단계는 2022년 4월 18일 사회적 거리두기가 해제된 이후 광복절 및 여름 휴가철 기간에 해당된다.

표 1은 서울 생활 이동 데이터로부터 행정 자치구별 이동 패턴을 자치구 내부 이동(Intra-mobility)과 자치구 간의 이동(Inter-mobility)으로 분류하고, 위에서 구분한 유행 단계별로 추출하여 COVID-19 누적 확진자 수와 함께 나타낸 통계자료이다.

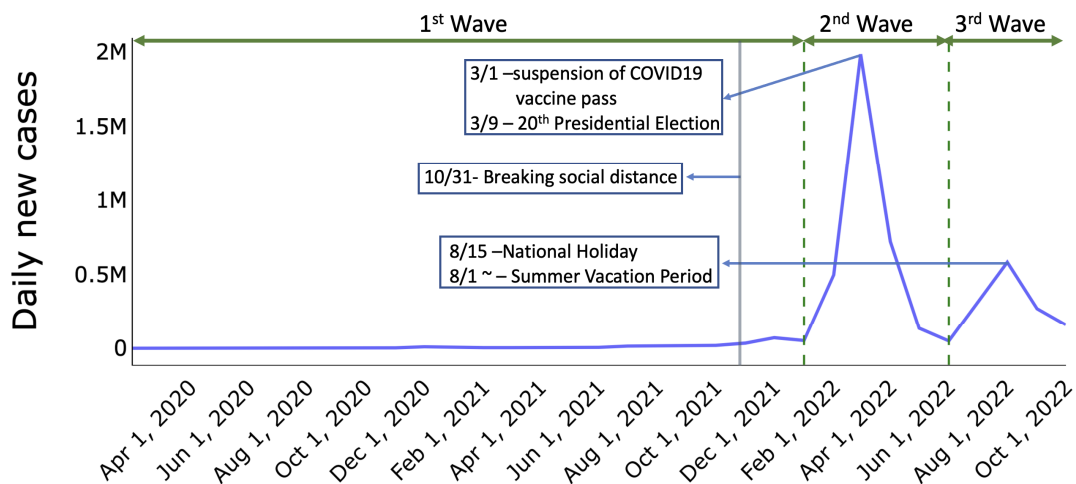


그림 1. 서울시 COVID-19 일일 확진자 추이  
Fig. 1. Daily COVID-19 confirmed cases in Seoul

표 1. 실험 데이터 세트  
Table 1. Experimental data sets

Wave	Period	Human mobility in Seoul(in millions)		COVID-19 cases
		Intra-mobility	Inter-mobility	
1st	20.2~21.12	7,033	7,083	277,133
2nd	22.1~22.5	1,194	1,119	3,340,057
3rd	22.6~22.10	1,382	1,249	1,375,009

#### IV. 실험방법 및 결과

##### 4.1 COVID-19 확진자 수

서울시 행정 자치구 단위 전염병 확산 추이를 분석하기 위해, 앞서 정의한 COVID-19 감염병 유행 단계별로 서울시 25개 행정 자치구별 거주자 수와 누적 확진자 수의 분포를 각각 확인하였다. 그 결과 그림 2와 같이 1차 유행 단계에서 2, 3차 유행 단계로 진행될수록, 행정 자치구 거주자 수와 코로나 확진자 수 간의 상관관계(상관계수 0.9이상)가 더욱 강해짐을 확인할 수 있다.

이는 전염병의 확산이 오랜 기간 진행됨에 따라 모든 행정구역에서 거주지 인구 수 대비 확진자 수가 균일한 분포(Uniform distribution)로 나타나는 것을 의미한다. 즉, COVID-19 확산 패턴은 시간이 지남에 따라 지역적 특성의 영향이 미비해지는 것으로 해석될 수 있으며, 거주지 위치와 독립적으로 전

염병의 감염 확률이 감염 위험성을 판단하는 주요 잣대가 될 수 있음을 시사한다.

##### 4.2 자치구 내부 이동 및 자치구 간 이동

표 1에서처럼, 각 유행 단계별로 이동 유형을 서울시 행정 자치구 내부 이동(Intra-mobility)과 서로 다른 자치구 간의 이동(Inter-mobility)으로 각각 분류하여 분석하였다.

관찰결과, 이동유형에 따른 이동패턴은 단계가 진행되어도 큰 변화가 나타나지 않았으며, 그림 3은 관측 기간이 가장 긴 1차 유행 단계에서의 이동유형을 각각 Intra-mobility(그림 3(a))와 Inter-mobility(그림 3(b))로 구분하여 표현한 것이다.

그림 3(a)에서 Intra-mobility와 Inter-mobility 측면에서 비교하면 서울시 행정 자치구 내부이동이 자치구 간 이동보다 월등히 많은 이동량을 보여준다. 그림 3-b에서 서울 행정 자치구간 이동량들을 상호 비교하면, 물리적 거리가 가까운 지역간 이동과 강남구, 종로구 등 상업중심 지역으로의 이동량이 많은 비중을 차지함을 알 수 있다(그림 3(b)의 박스 참조).

##### 4.3 규칙적 인간 이동패턴 - 이동 네트워크

서울시 행정 자치구 간 이동량 중에서도 규칙적인 이동(Regular inter-mobility)만을 추출하여 각 유행 단계별로 이동 패턴을 분석하였다.

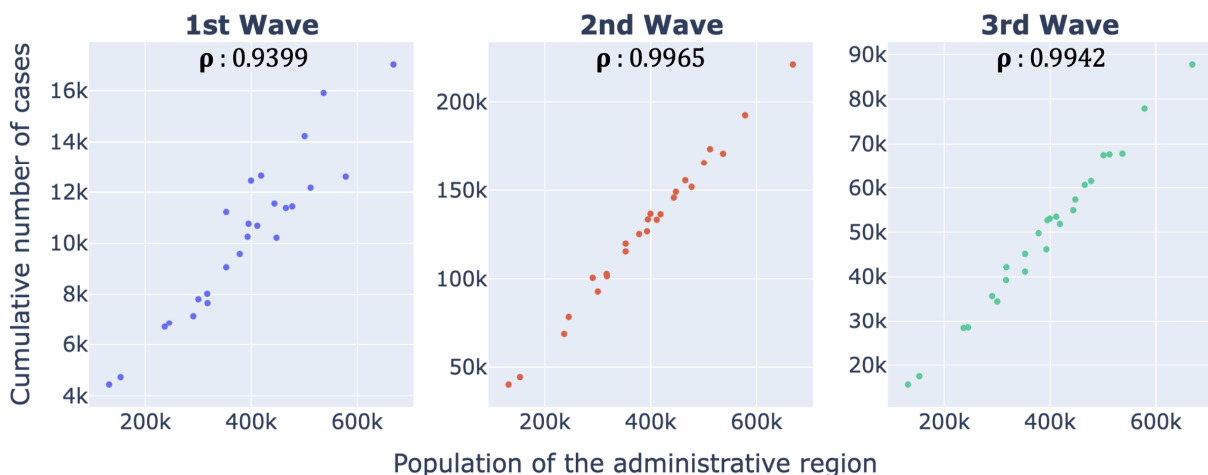


그림 2. 감염병 유행 단계로 구분한 서울시 25개 행정 자치구별 거주자 수와 COVID-19 누적 확진자 수 분포  
Fig. 2. Number of residents and cumulative COVID-19 cases by 25 districts in Seoul for each epidemic stage

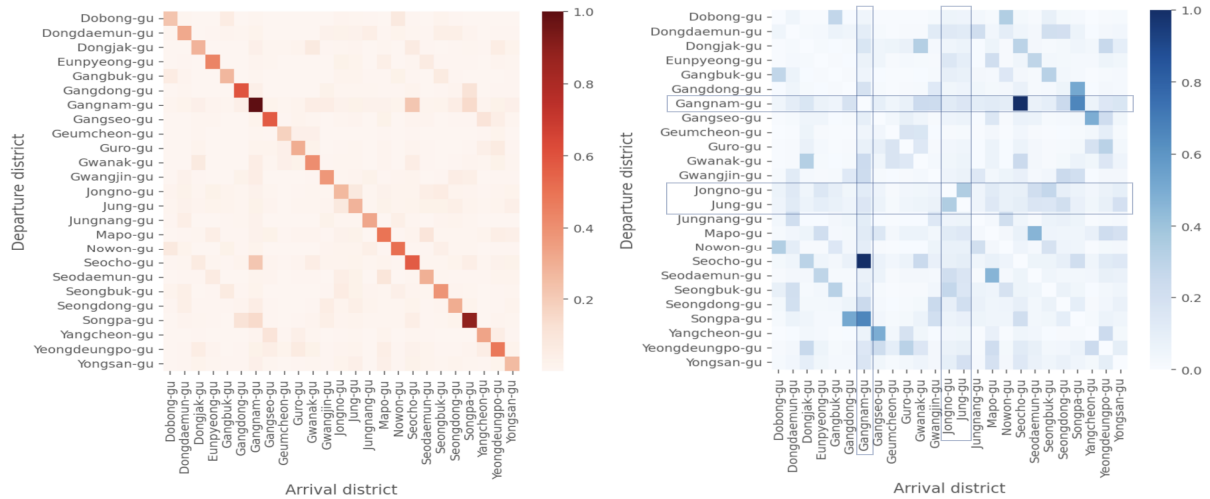


그림 3. 서울시 25개 행정 자치구별 이동패턴 (a) 자치구 내부이동(Intra-mobility), (b) 자치구 간 이동(Inter-mobility)  
 Fig. 3. Human mobility patterns across 25 districts in Seoul (a) Intra-mobility for each district in Seoul, (b) Inter-mobility between each pair of districts in Seoul



그림 4. COVID-19 유행 단계별 서울시 25개 행정 자치구 간 규칙적 생활 이동 네트워크  
 Fig. 4. Regular inter-mobility network across 25 districts in Seoul for each epidemic stage

이를 위해 생활 이동 데이터의 이동 유형 중에서, 규칙적 이동에 해당하는 유형(HW:야간 주거지 →주간 상주지, WH:주간 상주지→야간 주거지)들을 추출하여 각 유행 단계별 이동 네트워크를 그림 4와 같이 구축하였다.

각 이동 네트워크에서 노드(Node)의 크기는 행정 자치구의 거주자 수에 비례하며, 엣지(Edge)의 굵기는 이동량에 비례한다. 그림 4가 보여주는 바와 같이, 서울시 자치구 간 규칙적 생활 이동 네트워크는 모든 유행 단계에서 두드러진 차이가 없이 유사한 이동 패턴을 확인할 수 있다. 이는 코로나 팬데믹 상황에서도 출퇴근과 같은 규칙적 생활 이동패턴에는 변화가 없음을 의미한다.

유행 단계별 규칙적 이동패턴이 유사함에도 불구하고

하고 그림 1과 같이 확진자 증감 추이가 다르게 나타나는 것은, COVID-19 확산이 비단 규칙적 생활 이동패턴에만 기인하는 것이 아니라, 거리두기, 방역패스 해제와 같은 정부 정책의 변화와 대통령 선거, 휴가철과 같은 시간적·계절적 요인 등에 의해 복합적으로 영향을 받을 수 있음을 시사한다.

#### 4.4 이동패턴과 COVID-19 확산의 역학관계

위에서 살펴본 유동인구의 규칙적인 생활 이동 패턴이 COVID-19 확산에 미치는 영향력 정도를 분석하기 위해, 위의 4.3절에서 구축한 이동 네트워크를 반영하여 각 행정 자치구별 유입 확진자 수의 기대값을 다음의 식 (1)과 같이 도출하였다.

$$E[A_i] = \sum_j C_j \times \frac{W_{j \rightarrow i}}{W_j} \quad (1)$$

식 (1)에서  $A_i$ 는 행정 자치구  $i$ 로 유입(Arrivals)되는 확진자 수를,  $C_j$ 는 행정 자치구  $j$ 의 실제 확진자 수를,  $W_{j \rightarrow i}$ 는 자치구  $j$ 에서 자치구  $i$ 로의 이동량을,  $W_j = \sum_k W_{j \rightarrow k}$ 는 행정 자치구  $j$ 에서 유출되는 전체 이동량을 각각 의미한다.

그림 5는 식(1)에 의해 도출한 서울시 25개 행정 자치구별 유입 확진자 수 기대값과 실제 누적 확진자 수를 각 COVID-19 감염병 유행 단계별로 비교한 그래프이다. 분석 결과 규칙적 생활 이동패턴에 기반한 행정 자치구별 유입 확진자 수의 기대값은 실제 COVID-19 확진자 수와 모든 유행 단계에 걸쳐서 강한 상관관계(상관계수 0.7이상)가 나타남을 확인할 수 있다.

이는 인간의 이동패턴이 전염병 확산에 중요한 영향을 미치고 있음을 의미할 뿐만 아니라, 이때의 이동패턴은 불규칙한 이동보다는 출퇴근과 같은 규칙적인 생활 이동에 강한 영향을 받는다는 것을 시사한다. 즉, 인간 이동의 규칙적 패턴이 전염병 확산 예측 모델에 고려되어야 하는 중요한 요인이며, 데이터 측면에서도 수집이 어려운 불확실한 불규칙적 이동패턴으로의 의존성을 낮출 수 있음을 의미한다.

본 연구에서는 유동 인구수가 전체 인구수의 90% 이상을 차지하는 서울시를 중심으로[17], 최근 3년간의 생활 이동패턴과 COVID-19 전염병 확산의 역학관계를 분석하였다. 특히, 출퇴근과 같은 규칙적 생활 이동 패턴이 전염병 확산에 미치는 영향력을 행정 자치구 단위 유입 확진자 수 기대값을 이용하여 거시적 관점에서 분석하였다. 이에 반해, [6]은 국내의 전 지역을 대상으로 약 10개월 간의 시공간적 확산패턴 및 지역간 감염네트워크를 분석하였으며, 소셜 네트워크 분석 방법론을 적용하여 각 지역의 중심도(Centrality)를 수치화함으로써 지역 네트워크의 위상학적 특성을 미시적으로 분석한 연구로 상호보완적 차이점이 존재한다.

### V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 서울시를 중심으로 인간의 이동 패턴을 다양한 관점에서 분류하고, 이를 COVID-19 확산과의 역학관계 분석을 통해 중요한 시사점을 도출하였다. 먼저 전염병 유행 단계가 오랜 시간 동안 진행될수록 지역별 확진자 수가 인간 이동패턴에 기반하여 균등하게 분포되며, 지역적 특성이 전염병 확산에 미치는 영향이 미비해지는 현상을 확인하였다.

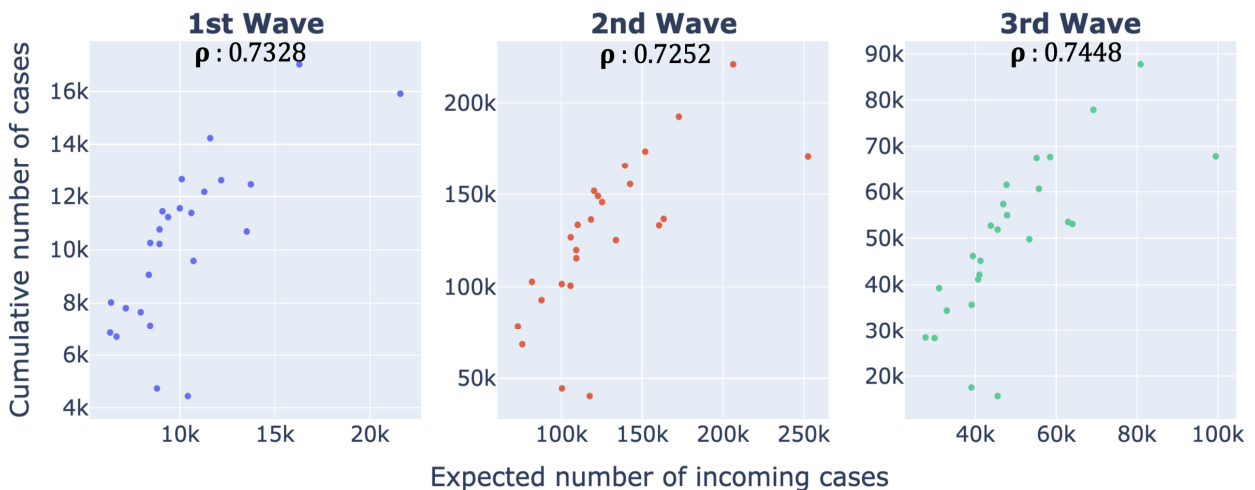


그림 5. 유행 단계에 따른 서울시 자치구별 유입 확진자 기대값과 실제 누적 확진자 수 분포  
 Fig. 5. Distributions of expected number of incoming cases and real cumulative cases across 25 districts in Seoul for each epidemic stage

또한 유행단계가 진행되어도 인간의 규칙적 이동 패턴에는 큰 변화가 나타나지 않았으나, 서울시 행정 자치구의 유입 확진자 기대값과 전염병 확산 사이의 상관관계를 분석한 결과 모든 단계에서 강한 상관관계가 나타남을 확인하였다. 이는 인간의 규칙적인 생활 이동 패턴이 추후 전염병 확산 예측 모델에 중요한 요인이 될 수 있음을 시사하며, 데이터 구득이 어려운 불규칙한 이동패턴의 의존성을 낮출 수 있는 가능성 또한 보여주는 것이다.

이에 향후 연구방향으로서 전염병 확산과 강한 연관성을 갖는 규칙적인 이동 패턴을 전염병 확산 예측 모델에 적용하고자 한다. 또한 2차 유행 단계에서 ‘대통령 선거’라는 특별한 상황의 전과 후로 구분하여 역학관계를 세부적으로 분석하고 이를 예측모델에 적용할 계획이다. 더 나아가 서울시의 이동 패턴뿐만 아니라 지방 및 해외 유입 이동량을 고려하여 보다 종합적인 전염병 확산 예측연구를 진행하고자 한다.

## References

- [1] D. Cucinotta and M. Vanelli, "WHO Declares COVID-19 a Pandemic", *Acta bio-medica: Atenei Parmensis*, Vol. 91, No. 1, pp. 157-160, Mar. 2020. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>.
- [2] <https://www.seoul.go.kr/coronaV/coronaStatus.do>. [accessed: Dec. 15, 2022]
- [3] M. Cascella, M. Rajnik, A. Aleem, S. C. Dulebohn, and R. D. Napoli, "Features, evaluation, and treatment of coronavirus (COVID-19)", *StatPearls Publishing*, Jan. 2023.
- [4] M. Kim, D. Paini, and R. Jurdak, "Real-world diffusion dynamics based on point process approaches: A review", *Artificial Intelligence Review*, Vol. 53, No. 1, pp. 321-350, Sep. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9656-9>.
- [5] M. Kim, D. Paini, R. Jurdak, and R. Jurdak, "Modeling stochastic processes in disease spread across a heterogeneous social system", *Proc. of the National Academy of Sciences*, Vol. 116, No. 2, pp. 401-406, Dec. 2018. <https://doi.org/10.1073/pnas.180142911>.
- [6] J. Lee, M. Park, and S. lee, "Spatiotemporal Evolution and the Diffusion Pattern of COVID-19 in South Korea in Three Waves", *Korea Spatial Planning Review*, Vol. 110, pp. 43-62, Sep. 2021. <https://dx.doi.org/10.15793/kspr.2021.110..003>.
- [7] S. Hasan, C. M. Schneider, S. V. Ukkusuri, and M. C. Gonzalez, "Spatiotemporal Patterns of Urban Human Mobility", *Journal of Statistical Physics*, Vol. 151, pp. 304-318, Dec. 2012. <https://doi.org/10.1007/s10955-012-0645-0>.
- [8] L. Pappalardo, F. Simini, S. Rinzivillo, S. Rinzivillo, D. Pedreschi, and F. Giannotti, "Returners and explorers dichotomy in human mobility", *Nature Communications*, Vol. 6, pp. 1-8, Sep. 2015. <https://doi.org/10.1038/ncomms9166>.
- [9] Z. Yao, "Exploiting human mobility patterns for point-of-interest recommendation", In *Proc. of the ACM International Conference on Web Search and Data Mining*, pp. 757-758, Feb. 2018. <https://doi.org/10.1145/3159652.3170459>.
- [10] M. Chinazzi, et al., "The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak", *Science*, Vol. 368, No. 6489, pp. 395-400, Mar. 2020. <https://doi.org/10.1126/science.aba9757>.
- [11] M. Kraemer, et al., "The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China", *Science*, Vol. 368, No. 6490, pp. 493-497, Mar. 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abb4218>.
- [12] C. Xiong, S. Hu, M. Yang, M. Yang, and L. Zhang, "Mobile device data reveal the dynamics in a positive relationship between human mobility and COVID-19 infections", *Proc. of the National Academy of Sciences*, Vol. 117, No. 44, pp. 27087-27089, Oct. 2020. <https://doi.org/10.1073/pnas.201083611>.

- [13] H. Oh and M. Kim, "A Study on Dynamics of COVID-19 Spread based on Human Mobility Patterns", In Proc. of the KICS Winter Conference, Feb. 2023.
- [14] Migration data in Seoul, <https://data.seoul.go.kr/dataVisual/seoul/seoulLivingMigration.do> [Accessed: Dec. 15, 2022]
- [15] COVID-19 confirmed cases in Seoul, <https://data.seoul.go.kr/dataList/OA-20470/S/1/datasetView.do> [accessed: Dec. 15, 2022]
- [16] Population statistics in Seoul, <https://data.seoul.go.kr/dataList/11067/S/2/datasetView.do> [accessed: : Dec. 20, 2022]
- [17] Floating population statistics in Seoul, <http://datakorea.datastore.or.kr/profile/geo/01000KR> [accessed: Aug. 10, 2022]

### 저자소개

오 현 근 (Hyunkeun Oh)



2018년 2월 : 인천대학교  
산업경영공학과(공학사)  
2022년 9월 ~ 현재 : 경희대학교  
일반대학원 경영학과  
빅데이터경영전공 석사과정  
관심분야 : 인공지능, 빅데이터

김 민 경 (Minkyung Kim)



1998년 2월 : 이화여자대학교  
전자계산학과(공학사)  
2004년 5월 : University of  
Southern California, Computer  
Science(공학석사)  
2015년 6월 : The Australian  
National University, Engineering  
and Computer Science(공학박사)  
2022년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 빅데이터응용학과  
조교수  
관심분야 : 인공지능, 그래프마이닝, 통계적 추론