

A Study on the Construction of Moving Route Information Sharing System of COVID-19 Confirmed Cases

Byungkyu Kim*, Beom-Jong You*, Hyoung-Seop Shim**

*Principal Researcher, Dept. of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI, Daejeon, Korea

*Principal Researcher, Dept. of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI, Daejeon, Korea

**Senior Research Engineer, Dept. of Open Data Convergence Research, KISTI, Daejeon, Korea

[Abstract]

This study developed a system that can collect, manage, and utilize the travel routes of individuals who tested positive for coronavirus disease 2019 (COVID-19) based on the data standardization and quality management principles and presented the analysis data collected from the existing system. Unlike many other countries in the world, Korea demonstrated a rapid response by conducting epidemiological investigations. Further, the local governments have actively shared the travel routes of individuals who tested positive for COVID-19 to facilitate proactive prevention of the infectious disease per the Infectious Disease Control and Prevention Law. However, currently, there is no standard protocol for the local governments to share the information, thus complicating the process of sharing, managing, and utilizing the collected data. Therefore, this study developed a system that can facilitate sharing of the travel routes of individuals who tested positive for COVID-19 by establishing database construction procedures and using the travel route of COVID-19 patients as per the Disaster & Safety Information Sharing Platform and developing a data processing guideline, a data entry system with default templates, and Open API. Although this sharing system was designed to communicate the travel routes of COVID-19 patients, it can also be utilized in case of other infectious diseases. Therefore, it can be used as a response strategy for future outbreaks of infectious diseases.

▶ **Key words:** COVID-19, Moving route Information of Infectious disease confirmed patients, Disaster & Safety Information Sharing Platform, Data standardization and sharing system

[요 약]

본 논문에서는 COVID-19 확진자의 이동경로 정보를 데이터 표준화 및 품질관리 기반으로 구축 및 관리하고 활용 할 수 있는 체계 개발을 위한 연구 수행 내용과 실제 시스템을 통해 구축한 데이터에 대한 분석 결과를 제시하였다. 해외 국가들과는 달리 우리나라는 적극적인 감염병 방역을 위해 감염병 예방법을 근거로 확진환자에 대한 빠른 역학조사와 함께 확진자의 이동경로 정보를 지방자치단체별로 적극 공개하고 있다. 하지만 국내 지자체별 제공 정보의 비표준화로 정보의 통합적인 관리와 공유 및 활용이 쉽지 않은 상황이다. 이에 본 연구에서는 COVID-19 확진자 이동경로 DB 구축 및 제공 절차를 재난안전정보 공유 플랫폼을 기반으로 정립하고 데이터 가공 지침, 표준 항목이 적용된 데이터 입력시스템, 데이터 제공 오픈 API 서비스 개발을 통해 COVID19 확진자 이동경로 정보 공유 체계를 구축하였다. 플랫폼 기반의 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계는 다른 감염병 사례에도 적용 가능하므로 지속적으로 발생하는 감염병 재난 대응 및 예방에 활용 및 보탬이 되길 기대한다.

▶ **주제어:** COVID-19, 감염병 확진자 이동경로 정보, 재난안전정보 공유 플랫폼, 데이터 표준화 및 공유 체계

• First Author: Byungkyu Kim, Corresponding Author: Beom-Jong You

*Byungkyu Kim (bk.kim@kisti.re.kr), Dept. of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI

*Beom-Jong You (you@kisti.re.kr), Dept. of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI

**Hyoung-Seop Shim (hsshim@kisti.re.kr), Dept. of Open Data Convergence Research, KISTI

• Received: 2020. 11. 18, Revised: 2020. 12. 21, Accepted: 2020. 12. 21.

• This paper has been revised, and supplements the existing paper published in November 2020 by the Korea Contents Association (ICCC 2020) and the Korean Society of Safety (KOSOS 2020 Fall Conference).

I. Introduction

최근 20년간 사스, 신종플루, 메르스, 에볼라, 지카 등의 신종 감염병이 지속적으로 출현하고 있으며, 2019년 12월 중국에서 시작된 코로나바이러스감염증-19(이하 COVID-19)은 전세계를 휩쓸며 인류의 생명과 안전 및 글로벌 경제를 심각하게 위협하고 있다. 미국 여론조사업체 퓨리서치센터의 여론조사에 따르면 한국인 약 90%는 감염병 확산을 국가에 대한 중대 위협으로 평가할 정도로 우리나라 국민의 감염병 재난에 대한 위협 인식은 매우 크다 [1]. 미국 존스홉킨스대학의 시스템 사이언스·엔지니어링 센터(CSSE) 코로나19 상황판에 따르면 2020년 11월 15일 기준으로 전세계 누적 확진자가 약 5,430만 명, 누적 사망자는 약 132만 명이며 한국질병관리청 통계 기준으로 우리나라의 확진자는 28,769명, 사망자는 494명으로 집계되었다[2][3].

해외 주요국보다 상대적으로 매우 낮은 확진자와 사망자를 기록하고 있는 한국에 대해, 미국 국민들은 신종 코로나바이러스에 가장 잘 대응한 국가로 한국을 꼽을 만큼 감염병 재난 대응에 좋은 평가를 받고 있으며 각국 및 국제기구의 요청으로 한국 정부는 ICT 기술을 활용한 코로나19 대응사례집 발간을 통해 코로나19 대응 경험을 공유하고 있다[4][5]. 세계적인 과학저널 사이언스는 성공적인 코로나 방역으로 전 세계 모델이 된 한국의 성공 요인을 감염자 격리와 접촉 동선을 추적하려는 끈질긴 노력, 세계에서 가장 광범위하고 잘 조직된 검사 프로그램, 그리고 2015년 메르스(중동호흡기증후군) 경험을 통한 제도 및 시스템 개선으로 분석하였다[6].

코로나 대응과 선제적인 방역을 위해 한국 정부는 확진자 이동경로를 공개하여 밀접접촉자를 빠르게 확인하고 감염병 확산을 막는 데 주력하고 있다. 질병관리본부(현 질병관리청)에서 제공하던 확진자 이동경로 정보는 본격적인 COVID-19 확산 이후 현재는 지방자치단체(이하 지자체)별로 공개 및 제공하고 있다. 하지만 COVID-19 확진자 이동경로 정보는 지자체별로 정보를 작성하여 공개하다 보니 제공 포맷과 항목이 상이하며, 확진자 이동경로 정보의 통합 관리 및 공유 체계가 미흡한 문제가 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 데이터 표준화 및 품질관리 기반의 확진자 이동경로 정보를 구축하고 관리 및 공유할 수 있는 체계 연구를 수행하였다. 본 논문의 구성은 2장에서 관련 연구를 살펴보고 3장에서 플랫폼 기반 감염병 정보 공유 체계 개발과 데이터 구축 및 분석 결과를 기술하며 마지막 4장에서 결론을 맺는다.

II. Related works

감염병 확진 환자의 이동경로 정보의 공개 목적은 국가적인 감염병 위기 대응과 방역을 통해 추가 감염 위험으로부터 국민을 보호하는 것이다. 우리나라의 확진자 이동통신 정보의 공개 제도는 2015년 메르스(MERS, 중동호흡기증후군) 사태 시 정부의 정보 독점과 투명하지 못한 정보 공개로 인한 감염병 재난 대응의 실패를 경험으로 도입되었으며 COVID-19 방역을 위해 본격적으로 활용되고 있다 [7]. 해외 COVID-19 감염자 정보공개 현황에 대한 조사 결과를 살펴보면 해외 국가들의 경우 확진자에 대한 정보 공개가 우리나라에 비해 매우 제한적으로 이루어지고 있는 것으로 파악되고 있다[8].

중국으로부터 COVID-19 해외유입 확진환자가 확인된 이후 정부에서는 2020년 1월 20일 감염병 위기 경보 수준을 '주의' 단계로 상향하고 중앙방역대책본부와 지자체 대책반을 가동하였다. 주의 단계 위기경보 발령에 따라 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」(이하 감염병예방법) 제 34조의2 제1항(감염병위기 시 정보공개)을 근거로 질병관리청(이전 질병관리본부)과 국내 지자체에서는 코로나19 환자의 이동경로, 이동수단, 진료의료기관 및 접촉자 현황 등의 확진자 정보를 제공하고 있다[9].

일각에서는 확진자 동선공개 제도에 대해 개인정보 보호법 등을 근거로 사생활 노출과 개인정보보호에 대한 문제점을 제기하고 있다[7][10]. 이에 정부에서는 "성별, 나이, 그 밖에 감염병 예방과 관계없다고 판단되는 정보로서 대통령령으로 정하는 정보는 제외하여야 한다"는 내용을 포함하여 감염병예방법을 개정하였다. 또한 방역당국이 배포한 2020년 10월 7일자 "확진환자의 이동경로 등 정보공개 지침"에서는 공개 범위를 감염병 환자의 이동경로, 접촉자 현황 등의 정보공개는 역학적 이유, 법령상의 제한, 확진자의 사생활 보호 등의 다각적 측면을 고려하여 감염병 예방에 필요한 정보에 한하여 공개함"으로 정의하고 공개 기간은 "확진자가 마지막 접촉자와 접촉한 날로부터 14일 경과 시까지, 공개 기간이 경과되면 장소 등 공개내용을 삭제함"으로 명시하여 역학적 연관성이 낮은 동선 공개로 인한 사생활 침해 논란 및 경제적 피해 발생을 방지하고자 노력하고 있다[11].

2020년 2월 말부터 시작된 신천지 대구교회 관련 집단 감염 사태로 질병관리청은 집단에 대한 조사를 담당하고 지역의 역학조사와 확진자 정보 공개는 국내 지자체로 업무를 이관하였다. 지자체마다 공개 기준 및 이동경로의 세부사항 일부 차이점 등 중앙방역대책본부에서는 공개 범위

에 대한 지역별 편차 및 불필요한 사회적 혼선의 발생을 방지하기 위해 앞서 언급한 확진환자의 이동경로 정보공개 지침을 마련하여 국내 지자체에 준수를 권고하고 있다[11].

감염병예방법에 규정된 역학조사 절차를 자동화하기 위하여 정부에서는 국토교통부, 과학기술정보통신부, 질병관리본부 협업으로 28개 기관과 연계해 빅데이터를 활용하여 “코로나19 역학조사 지원시스템”을 개발하여 운영하고 있다[12]. 한편 최근 재난의 대형화, 신종.복합화로 사회 전반의 재난위험이 증가하고 피해 규모도 대형화됨에 따라 신속한 재난.안전정보의 공동 활용을 위한 재난정보를 효과적으로 관리하고 용이한 활용을 지원할 수 있는 재난안전정보 표준화 기반의 공유 플랫폼 개발 연구도 수행되고 있다. 대표적으로 KISTI 컨소시엄에서는 재난안전정보 수집 및 연계, 서비스 연동 및 활용 활성화를 위한 범정부적 재난안전정보 통합 허브인 재난안전정보 공유 플랫폼을 개발하였다[13]. 재난안전정보 공유 플랫폼은 타 R&D 시스템 간 재난안전정보 연계 및 제공을 진행하고 있다. 국내 지자체의 경우 서울특별시 도시안전망센터에 보급되어 재난정보공동이용시스템(행정안전부) 및 119안전신고센터(소방청) 등의 재난데이터를 대상으로 서울특별시 25개 자치구의 일원화된 재난 데이터 공유 체계로 활용되고 있다.

현재 COVID-19 확진자 및 이동경로 정보의 제공은 일원화된 정보 공개 방식이 아닌 지자체별로 정보를 작성 및 공개하므로 정보 제공 포맷과 항목 등이 상이한 실정이다. 따라서 표준화 기반으로 확진자 이동경로 정보를 통합 관리하고 공유할 수 있는 체계 마련이 필요하다.

III. Research Result

본 논문에서는 재난안전정보 공유 플랫폼을 기반으로 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계를 개발하고 실제 확진자 이동경로 정보 구축 및 분석 하였다.

1. Development of moving route information sharing system of COVID-19 confirmed cases

플랫폼 기반 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계는 정보수집, 데이터 표준화 및 가공, 관리 및 제공, 연계 및 활용으로 구성되며, 단계별 처리 내용을 개념화하여 표시하면 Fig 1과 같다.



Fig. 1. Platform-based COVID-19 confirmed moving route DB construction and sharing procedure

COVID-19 확진자 이동경로 DB 구축을 위한 작업 절차는 자료수집, 데이터가공, 데이터 공유 및 제공 부분으로 나누어 수행되며 연구 방법을 구현할 수 있는 데이터 구축 프로세스 모델은 아래 Fig 2와 같다. 주요 단계별 수행 내용을 살펴보면 1) 자료수집 (지자체 COVID-19 확진자 이동경로 공개 정보), 2) 확진자 주요정보 대상 1차 가공 (지자체 제공 확진자 기본정보, 감염정보, 접촉자수, 증상, 상태, 이동경로 원시정보 등), 3) 확진자 이동경로 세부정보 대상 2차 가공 (1차 가공 확진자 이동경로 원시정보의 시간대별 동선을 분리하여 세부 정보 가공, 장소/시간/좌표 등), 4) 정보 제공을 위한 Open API (가공 완료 및 최종 등록 데이터는 플랫폼 기반 COVID-19 확진자 이동경로 정보 API를 통해 제공), 5) 정보 연계 및 활용 (재난안전정보 공유 플랫폼 데이터 연계/저장 및 지자체/공공/민간에서 데이터 활용)과 같다.

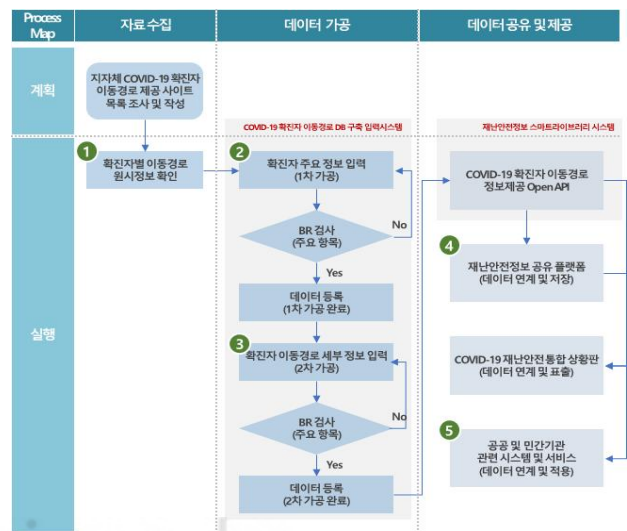


Fig. 2. Data construction and utilization process model

COVID-19 확진자 이동경로 정보 DB의 데이터 구축 항목은 지자체별 공개 정보의 구성 내용과 특성을 분석하여 구축 표준 항목을 도출하였다. 데이터 구축은 1) 확진자 주요정보 및 이동경로 원시정보를 대상으로 하는 1차 가공 영역과 2) 1차 가공정보를 바탕으로 확진자의 이동경로 세부정보를 가공하는 영역으로 구분된다. 1차가공(확진자 주요정보 및 이동경로)을 위해 44개 항목과 2차가공(확진자 이동경로 세부정보)을 위해 27개 항목을 정의하였으며 데이터 항목별 구축을 위해 가공지침서를 개발하였다[14]. Fig 3은 데이터 표준화 항목 및 DB 테이블이다.

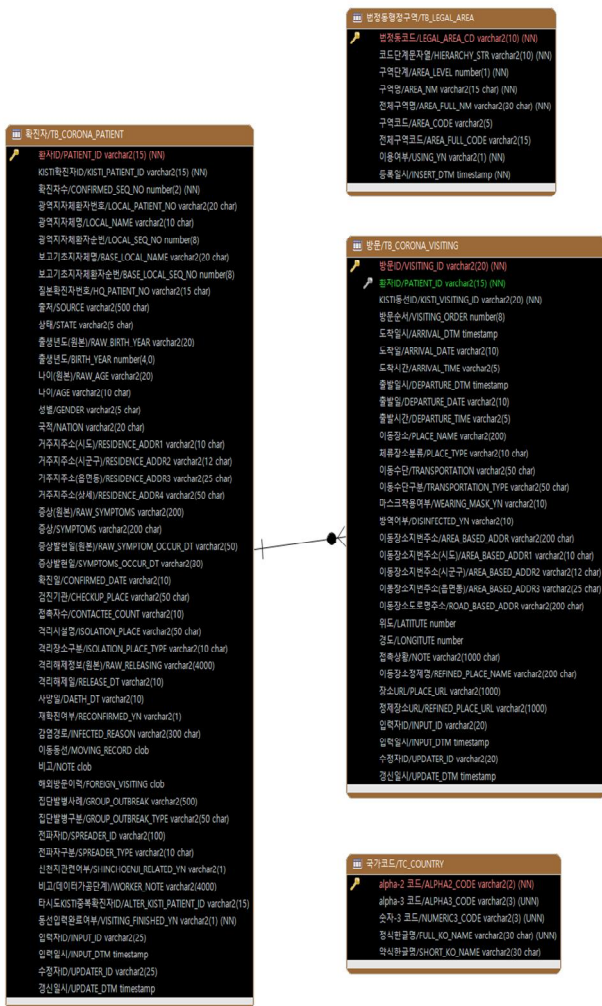


Fig. 3. DB tables for Registration and management of moving route information of COVID-19 confirmed cases

COVID-19 확진자 이동경로 정보 DB에 대한 데이터 품질관리를 위하여 데이터 항목별 업무규칙을 정의하였으며, 이들 업무규칙들은 데이터 입력시스템에 적용된다. 품질검사 및 관리를 위한 업무규칙들의 세부 내용은 아래 Fig 4와 같다.

업무규칙 적용 항목	업무규칙 설명	구분
확진자 ID	확진자_ID가 중복인지 체크한다. 단, 확진_차수가 1 이상인 경우 제외.	1차가공
지자체_확진자_식별번호	지자체_확진자_식별번호가 중복인지 체크한다. 단, 확진_차수가 1 이상인 경우 제외.	1차가공
확진_차수	확진_차수는 1보다 작을 수 없다.	1차가공, 2차가공
확진일자	확진일자는 YYYY-MM-DD 형식이며 NULL값이 존재한다. 확진_차수가 2 이상인 경우 낮은 차수를 갖는 레코드의 확진일자보다 이후 날짜인지 확인한다.	1차가공
광역지자체_확진자_순번	광역지자체_확진자_순번이 중복인지 체크한다.	1차가공
기초지자체_확진자_순번	기초지자체_확진자_순번이 중복인지 체크한다.	1차가공
나이(정제)	나이(정제)는 숫자 형식에 맞는 값이어야 한다.	1차가공
출생년도(정제)	YYYY 형식이어야 한다.	1차가공
성별	성별은 해당 코드 값을 체크한다. ("Y" 또는 "N")	1차가공
국적	국적은 해당 코드 값을 체크한다.	1차가공
격리장소_구분	격리장소_구분은 해당 코드 값을 체크한다.	1차가공
증상발현일자	확진일자 이후 날짜일 수 없다	1차가공
전파자_확진자_ID	전파자_확진자_ID가 복수 일 경우 구분자는 "-"이다	1차가공
전파사_구분	전파사_구분은 해당 코드 값을 체크한다.	1차가공
집단발병_구분	집단발병_구분은 해당 코드 값을 체크한다.	1차가공
확진자_상대	확진자_상대는 해당 코드 값을 체크한다.	1차가공
격리해제일자	YYYY-MM-DD 형식이다	1차가공
사망일자	YYYY-MM-DD 형식이다	1차가공
타시도_중복_확진자_ID	타시도_중복_확진자_ID는 다른 레코드 중에서 일치하는 확진자_ID가 존재한다.	1차가공
출처	출처가 복수 일 경우 구분자는 "-"이다.	1차가공
지자체_확진자_식별번호	지자체_확진자_식별번호는 확진자 테이블 지자체_확진자_식별번호 항목값에 일치하는 레코드가 존재한다.	2차가공
확진자_ID	확진자_ID는 확진자 테이블 확진자_ID 항목값에 일치하는 레코드가 존재한다.	2차가공
확진자_이동경로_ID	확진자_이동경로_ID가 중복인지 체크한다.	2차가공
확진자_이동경로_순번	확진자_이동경로_순번은 숫자 형식이며, 동일 확진자의 확진자_이동경로_순번 중에서 중복인지 체크한다.	2차가공
이동일자	YYYY-MM-DD 형식이다.	2차가공
시작시간	시작시간은 레코드의 종료시간 항목값 보다 늦을 수 없다.	2차가공
종료시간	종료시간은 레코드의 시작시간 항목값 보다 빠를 수 없다.	2차가공
이동장소_구분	이동장소_구분은 해당 코드 값을 체크한다.	2차가공
이동수단_구분	이동수단_구분은 해당 코드 값을 체크한다.	2차가공
위도(좌표)	위도(좌표)는 숫자 형식이다.	2차가공
경도(좌표)	경도(좌표)는 숫자 형식이다.	2차가공
마스크_착용_여부	마스크_착용_여부는 해당 코드 값을 체크한다.	2차가공
방역_여부	방역_여부는 해당 코드 값을 체크한다.	2차가공

Fig. 4. Business rules for quality checking of COVID-19 confirmed patient moving route information DB

COVID-19 확진자 정보 구축 시스템의 기능은 크게 세 가지로 구성되어 있다. 첫 번째는 확진자/이동동선 구축 통계 제공 기능이고 두 번째는 확진자 정보 관리이며 세 번째는 2차가공(확진자 이동경로) 정보 관리 기능이다. 두 번째 확진자 정보 관리 기능에서는 신규 확진자 및 재확진자의 주요 정보를 모두 등록 가능하며 지역별 확진자를 조회할 수 있다. 세 번째 확진자 이동경로 정보 관리기능에서는 확진자의 이동경로상의 장소 및 시간과 이동방법 및 방역사항을 입력할 수 있으며 특히, 장소에 대한 주소 및 좌표(위도, 경도) 입력 기능을 제공한다. 첫 번째 확진자/이동동선 구축 통계 제공 기능을 통해 확진자 구축정보를 17개 광역 및 226개 기초 지방자치단체별로 확인가능하다. COVID-19 확진자 정보 구축 시스템의 기능별 주요 화면을 살펴보면 Table 1과 같다. Table 1의 A는 1차 가공(확진자) 등록 및 상세정보 화면이며 Table 1의 B는 2차 가공(확진자 이동경로) 등록 및 상세정보 화면이다.

이동경로 정보 DB의 국내 확진자 정보 수록 범위는 아래 Table 2와 같이 2020년 1월부터 9월까지이며, 지자체가 공개하는 해당기간 확진자 정보 15,322건과 확진자 동선 정보 89,065건(확진자 정보 전체대비 55.4%)이 구축되어 있다. 미구축 확진자 동선 정보는 지속해서 DB 구축을 진행할 예정이다.

Table 2. Data construction statistics (as of 2020.09.30)

Local Government	Num. of Confirmed Patients (Primary Processing)	Num. of Confirmed Patients (2nd Processing)	Num. of Moving routes
Seoul	5,262	1,826	22,747
Gyeonggi-do	4,398	2,133	25,752
Gyeongsangbuk-do	1,427	1,334	9,296
Incheon	920	529	8,527
Gwangju	495	337	2,585
Chungcheongnam-do	487	347	2,599
Busan	422	421	2,985
Daejeon	360	360	3,192
Gyeongsangnam-do	291	218	2,588
Daegu	286	276	1,892
Gangwon-do	222	108	1,542
Chungcheongbuk-do	172	172	1,197
Jeollanam-do	170	66	484
Ulsan	147	147	1,653
Jeollabuk-do	128	84	612
Sejong-si	76	76	881
Jeju-do	59	59	533
Total	15,322	8,493	89,065

COVID-19 확진자 이동경로 정보 DB를 바탕으로 기초적인 통계 분석과 사회 네트워크 분석 및 시각화를 실시하였으며 분석 도구로 EXCEL 2019, 동시출현행렬 생성 프로그램 그리고 네트워크 시각화 프로그램인 Vosviewer를 활용하였다[15]. 데이터 분석은 첫째, 국내 지자체의 COVID-19 확진자 정보의 공개 현황 분석과 둘째, COVID-19 확진자 기본정보(확진자통계/감염경로/집단발병유형/증상) 및 이동경로 정보(이동동선 통계/이동장소 유형/이동수단)의 분석 순서로 진행하였다. 국내 지자체들에서는 정부 기준에 적용하여 확진환자의 정보를 공개하고 있으나 지자체별로 정보 제공 포맷과 공개 범위가 다르며 계속해서 기준이 변경되고 있는 실정이다. 따라서 분석을 위해서 사용한 데이터셋은 지자체별 데이터 특성이 그대로 반영되어 있으며 지자체에서 공개하지 않는 데이터는 DB 구축과 분석대상에서 제외하였다.

먼저 국내 지자체의 COVID-19 확진자 정보의 공개 현황을 분석한 결과는 다음과 같다.

국내 지자체 공개 정보	항목별 공개 현황
확진일자	99.5%
질병관리본부 확진자번호	51.3%
확진자별 정보공개 출처	1.5개
출생년도	9.0%
성별	42.0%
거주지(행정동 등 상세정보)	12.7%
증상발현일	25.1%
검진기관	67.1%
격리장소	73.9%
접촉자수	18.2%
전파자정보	29.7%
감염경로	78.5%

Fig. 7. Status of Information disclosure of COVID-19 confirmed cases by Korean local governments

주요 항목의 2020년 1월부터 9월까지의 월별 공개 현황 추이를 그래프로 시각화하여 살펴보면 Fig 8과 같으며, 개인정보 공개를 지양하고 있는 출생년도, 나이(연령대), 성별, 거주지(상세정보) 항목은 정부의 지침 개정 및 권고로 인해 점차 공개율이 크게 감소 중인 것으로 파악되었다.

Month	Num. of Confirmed Case	KDCPA Case ID	YOB	Gender	Age	Residence(Detail)	Day of Symptom Onset	Screening center
1	11	100.0%	81.8%	100.0%	36.4%	0.0%	18.2%	36.4%
2	821	45.6%	29.5%	99.9%	79.7%	15.0%	17.3%	69.9%
3	1902	57.6%	35.0%	99.2%	80.3%	19.6%	17.5%	79.2%
4	939	44.0%	20.2%	94.5%	65.3%	19.6%	20.0%	88.4%
5	632	64.7%	29.6%	98.6%	76.0%	20.4%	35.3%	94.6%
6	1148	60.1%	12.6%	85.6%	84.7%	28.4%	37.6%	89.4%
7	1009	42.3%	0.4%	82.6%	54.6%	12.1%	27.6%	65.3%
8	5993	50.6%	0.1%	15.3%	38.1%	10.0%	24.3%	57.9%
9	3511	49.0%	0.0%	11.5%	42.4%	7.2%	26.6%	60.0%
Total	15322	51.3%	9.0%	42.0%	54.6%	12.7%	25.1%	67.1%

Month	Num. of Contacts	Release day from quarantine	Quarantine location	Infection route	Spreader
1	27.3%		18.2%	100.0%	36.4%
2	33.7%		56.0%	94.8%	25.3%
3	22.4%		51.5%	93.8%	23.2%
4	42.4%		27.9%	98.4%	29.7%
5	24.8%		34.0%	98.1%	42.2%
6	22.7%		30.6%	97.6%	46.2%
7	26.3%		34.5%	95.8%	39.5%
8	22.3%		3.2%	59.7%	25.2%
9	26.6%		2.7%	60.2%	32.1%
Total	24.9%		18.2%	73.9%	29.7%

Fig. 8. Status of information disclosure on COVID-19 confirmed cases by local governments (Monthly trend)

COVID-19 확진자 기본정보(확진자통계/감염경로/집단발병유형/증상) 및 이동경로 정보(이동동선 통계/이동장소 유형/이동수단)에 대한 분석 결과를 정리하면 아래와 같

다. 주요 분석 결과를 시각화하면 아래 Fig 9부터 Fig 12 까지와 같다.

- (1) 수도권 지역 확진자 발생 현황 (아래 Fig 9 참조)
 - 서울특별시 기초지자체 순위 : 관악구 > 송파구 > 성북구 > 노원구 > 강서구 > 강남구 > 기타 자치구
 - 경기도 기초지자체 순위 : 성남시 > 고양시 > 용인시 > 부천시 > 평택시 > 기타 시군구순

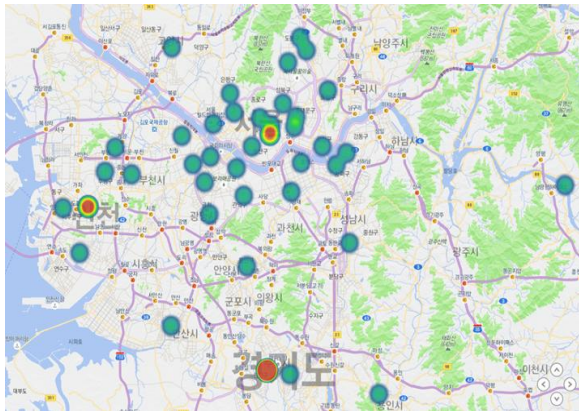


Fig. 9. Distribution of COVID-19 confirmed cases in the Seoul Metropolitan Area

- (2) 확진자 집단발병 유형 : 종교관련 > 요양·정신시설 > 의료기관 > 기타
- (3) 확진자 감염경로 유형 : 모름 > 가족 > 기타 > 직장 동료 > 친구/지인
- (4) 확진자 증상 : 무증상 > 발열 > 기침 > 인후통 > 근육통 > 두통 > 기타(복수 증상 포함)

Fig 10은 코로나19 확진 환자의 발현증상 정보를 동시 출현행렬로 생성하고 시각화한 그림이며 동시발현 빈도가 높은 증상들 간의 관계를 살펴볼 수 있다. 해당 분석 결과는 코로나19의 발현증상을 분석한 선행연구와 비교 및 관련 연구에 활용 할 수 있다[16].

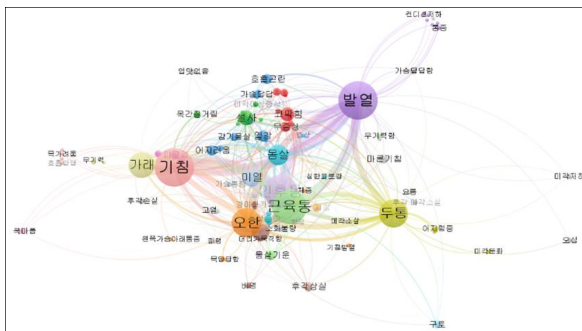


Fig. 10. Visualization of the network of symptoms of COVID-19 patients

- (5) 확진자 평균 동선 통계 : 평균 10.6개 / 중간값 7개 / 최대 112개 / 최소 1개
- (6) 확진자 이동장소 유형 : 의료시설 > 근린생활 등 시설 > 주거 및 숙박시설 > 교통시설 > 공공문화체육시설 > 종교 시설 > 산업 등 시설
- (7) 확진자 이동장소 이동수단 : 도보 > 일발차량 > 지하철 > 버스 > 택시 > 응급차 > 기타차량 > 기타버스 > 응급차 (구급차) > 자전거 > 철도 > 기타(복수 이동수단 포함)

Fig 11은 확진 환자의 이동경로 출현 장소로의 이동수단을 워드클라우드로 표현한 그림이다. 데이터 구축 시 입력한 이동수단별 구분 코드 정보를 활용하였으며, 코로나 19 감염에 가장 위험한 대중교통 수단인 지하철 및 버스의 활용 빈도도 매우 높은 것을 확인할 수 있다[17].



Fig. 11. Transportation mode analysis result

COVID-19 확진자 이동경로 정보 DB의 전파자 정보를 바탕으로 확진자간 코로나19 감염병 전파 관계를 밀집도 맵으로 시각화하면 아래 Fig 12와 같다.

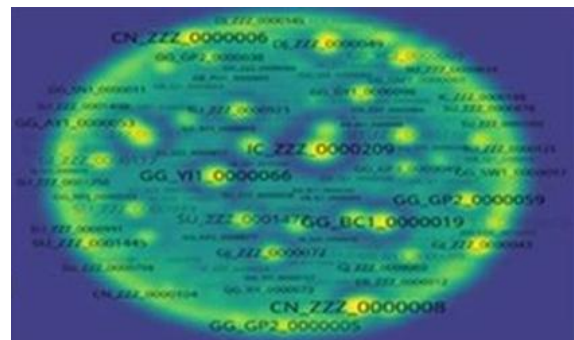


Fig. 12. Visualization of the network of transmission of infectious diseases among confirmed cases

본 논문의 연구 수행 결과인 재난안전정보 공유 플랫폼 기반 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계에 대한 주요 측면별 활용 기대효과를 정리하면 Fig 13과 같다.

구분	Before	After
데이터 표준화	<ul style="list-style-type: none"> 지자체별 정보 형식 및 항목 구성 상이 데이터 품질관리 어려움 지자체간 정보 교류 및 공유 활용 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 항목 표준화 신뢰성 있는 데이터 구축 기반 마련 통일된 정보 제공 환경 마련
데이터 구축	<ul style="list-style-type: none"> 지자체 개별 기준에 따른 데이터 구축 입력시스템 부재 가능성 높음 일관된 데이터 관리 어려움 데이터 보존 및 활용 시 제약사항 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 전문 입력시스템을 사용한 DB 구축 데이터 표준화 기반의 데이터 입력 항목별 정합성 체크를 통한 데이터 품질관리 안정적인 정보 관리 및 제공을 위한 기반 제공
통합 검색	<ul style="list-style-type: none"> 통합 정보에 대한 검색 제공 환경 미흡 통합된 정보시스템 부재로 정보 검색 어려움 육안검사를 통한 정보 탐색 및 대조 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 확진자 이동경로 정보에 대한 통합 검색 가능 지자체 공개 기준/소신 정보에 대한 정보 검색 정보 탐색 및 활용성 증대
정보 관리	<ul style="list-style-type: none"> 통합 정보 관리 기능 없음 공개 정보에 대한 정보 관리 프로세스 없음 통합 정보 관리 체계 미비로 보존관리 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> 플랫폼 기반 안정적인 정보 관리 체계 제공 재난안전정보 공유 플랫폼의 관리 프로세스 적용 안정적인 데이터 관리 및 제공 기반 제공
정보 제공	<ul style="list-style-type: none"> 통합 정보에 대한 정보 제공 방안 없음 관리 체계 미비로 시스템적 정보제공 어려움 수작업 기반 지자체 공개 정보 개별 수집 	<ul style="list-style-type: none"> 코로나19 확진자 이동경로 정보 제공 OPEN API 제공 데이터 연계 및 제공을 위한 Open API 제공 관리한 정보 제공 환경 제공으로 데이터 활용성 증대

Fig. 13. Expected effect of System utilization

IV. Conclusions

COVID-19 감염병의 창궐과 확산은 전 세계적으로 중대한 재난 상황이다. 해외 국가들과는 달리 우리나라는 적극적인 감염병 방역을 위해 감염병예방법을 근거로 확진환자에 대한 빠른 역학조사와 함께 확진자의 이동경로 정보를 지자체별로 적극 공개하고 있다. 중앙방역대책본부에서는 공개 범위에 대한 지역별 편차 및 불필요한 사회적 혼선의 발생을 방지하기 위해 "확진환자의 이동경로 등 정보공개 지침"을 마련하여 국내 지자체에 준수를 권고하고 있지만 현재 COVID-19 확진자 및 이동경로 정보의 제공은 일원화된 정보 공개 방식이 아닌 지자체별로 정보를 작성 및 공개하므로 정보 제공 포맷과 항목 등이 상이한 실정이다. 따라서 표준화 기반의 확진자 이동경로 정보 통합 관리 및 연계·활용을 위한 공유 체계 마련이 필요하다.

본 논문에서는 재난안전정보 공유 플랫폼을 기반으로 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계를 개발하고 실제 확진자 이동경로 정보 구축 및 분석 하였다. 정보수집, 데이터 표준화 및 가공, 관리 및 제공, 연계 및 활용의 4단계로 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계를 위한 프로세스를 정립하고 DB 구축 절차, 데이터 가공 지침서, 데이터 구축 시스템 그리고 정보 공유 및 활용을 위한 오픈 API 서비스를 개발하였다. 또한 표준화 기반 데이터 구축 시스템을 통해 COVID-19 확진자 이동경로 정보 DB를 구축하였다. 국내 확진자 정보 수록 범위는 2020년 1월부터 9월까지, 지자체가 공개하는 해당기간 확진자 정보 15,322건과 확진자 동선정보 89,065건을 구축하였다. COVID-19 확진자 이동경로 정보 DB를 기반으로 분석한 내용은 크게 세 가지로써 첫째 COVID-19 확진자 국내 지자체 공개 주요 정보 분석, 둘째 확진환자 기본 정보(확진자

통계/감염경로/집단발병유형/증상), 셋째 확진환자 이동경로 정보(이동동선 통계/이동장소 유형/이동수단)이며 분석결과는 통계 수치 및 지도 및 시각화 맵 등의 자료로 제시하였다. 플랫폼 기반 COVID-19 확진자 이동경로 정보 공유 체계는 다른 감염병 사례에도 그대로 적용 가능하므로 향후 공공 및 민간영역에서 본 연구에서 개발한 시스템과 DB를 적용 및 활용함으로써 궁극적으로 감염병 재난 대응 및 예방에 보탬이 되길 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by a grant(2020-MOIS33-006) of Lower-level and Core Disaster-Safety Technology Development Program funded by Ministry of Interior and Safety(MOIS, Korea)

REFERENCES

- [1] J. Poushter, and C. Huang, "Despite Pandemic, Many Europeans Still See Climate Change as Greatest Threat to Their Countries," Pew Research Center, pp. 1-37, September 2020.
- [2] COVID-19 Dashboard, CSSE at Johns Hopkins University, <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [3] Cronavirus Disease-19 Dashboard Site, Korea Disease Control and Prevention Agency, <http://ncov.mohw.go.kr>
- [4] R. Wike, and S. Cornibert, "Americans Give Higher Ratings to South Korea and Germany Than U.S. for Dealing With Coronavirus," Pew Research Center, pp. 1-29, May 2020.
- [5] D. Normile, "Coronavirus cases have dropped sharply in South Korea. What's the secret to its success," Science, March 2020. DOI : 10.1126/science.abb7566
- [6] Flattening the curve on COVID-19: How Korea responded to a pandemic using ICT, ROK Ministry of Economy and Finance, May 2020.
- [7] J. Jeong, and J. Son, "Legal Analysis of COVID-19 Disclosure," Law Journal, Vol. 70, pp. 103-131, July 2020. DOI: 10.17248/kn ulaw..70.202007.103
- [8] J. Lee, "Public health and safety, and the balance of privacy," KISA REPORT, Vol. 03, pp. 7-20, March 2020.
- [9] "Infectious Disease Control Disease Control and Prevetion Law," Ministry of Health and Welfare of South Korea, <https://www.law.go.kr/법령/감염병의예방및관리에관한법률>
- [10] G. Song, "A Study on the Improvement according to the Increased Risk of Infringement of Right to Location-informa

- tion Self-determination for Patients with Infectious Diseases," *Criminal Investigation Studies*, Vol. 6, no. 1, pp. 5-31, June 2020. DOI : 10.46225/CIS.2020.06.6.1.5
- [11] Moving route information release guidelines for confirmed patients, ROK Central Disease Control Headquarters, October 2020.
- [12] S. Lee, "COVID-19: Smart Management System (SMS) in the Republic of Korea," *Digital Opportunities in the COVID-19 Crisis: The Case of the Republic of Korea*, pp. 1-29. 2020.
- [13] Disaster & Safety Information Sharing Platform R&D project, <https://guardian.ndsl.kr>
- [14] B. You, COVID-19 confirmed patient moving route information DB Construction Guideline, KISTI, July. 15. 2020.
- [15] N. J. van Eck, and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523-538, December 2009. DOI : 10.1007/s11192-009-0146-3
- [16] J. Larsen, M. Martin, J. Martin, P. Kuhn, and J. Hicks, "Modeling the Onset of Symptoms of COVID-19," *Frontiers in public health*, Vol. 8, p. 473, August 2020. DOI : 10.3389/fpubh.2020.00473
- [17] Y. Kim, "Public transport with the greatest risk of coronavirus is bus and subway... The mask is the answer", *ChosunBiz*, October 2020. https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/10/30/2020103003111.html

Authors



Byungkyu Kim received the B.S., M.S. in Computer Science from Chungnam National University in 2001, 2003 and the Ph.D. in Computer Science & Engineering from Chungnam National University, Korea in

2018. Dr. Kim joined Korea Institute of Science and Technology Information, Korea in 2002. He is currently a Principal Researcher in Department of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI. He is interested in Scientometrics, Disaster & Safety Management and Content & Service.



Beom-Jong You received the B.S. in Electronic Engineering in Sogang University, Korea in 1984 and M.S., Ph.D. degrees in Library & Information Science from Chungnam National University, Korea in

2000 and 2005, respectively. Dr. You joined System Engineering Research Institute, Korea in 1987. He is currently a Principal Researcher in Department of Data-Centric Problem Solving Research, KISTI, Korea. He is interested in Data Science, Disaster & Safety Management, Content Platform.



Hyoung-Seop Shim received the B.S. degree in Information and Telecommunication from Hanshin University, Osan, Korea in 1999. He received the M.S. degree in Information Management from Dongguk University,

Seoul, Korea in 2001 and Ph.D. in 2010. Dr. Shim joined Korea Institute of Science and Technology Information, Korea in 2012. He is currently a Senior Research Engineer in Department of Open Data Convergence Research, KISTI. He is interested in Disaster & Safety Management and Information system.