



포스트 코로나 시대, 어떤 스마트시티에서 살 것인가

한림대학교 강남성심병원

감염내과

이재갑



SUPERVISOR
DR LEE
09:20

09:20
DR
LEE

DR
LEE
09:20

DR
LEE
09:20

TCI ALSO ENABLED
INFUSION PUMP



우리는 바이러스와 살아간다

코로나19의 유행 현황

주요 감염병 Outbreak

1918년 스페인 독감

1968년 홍콩독감

2009년 신종플루

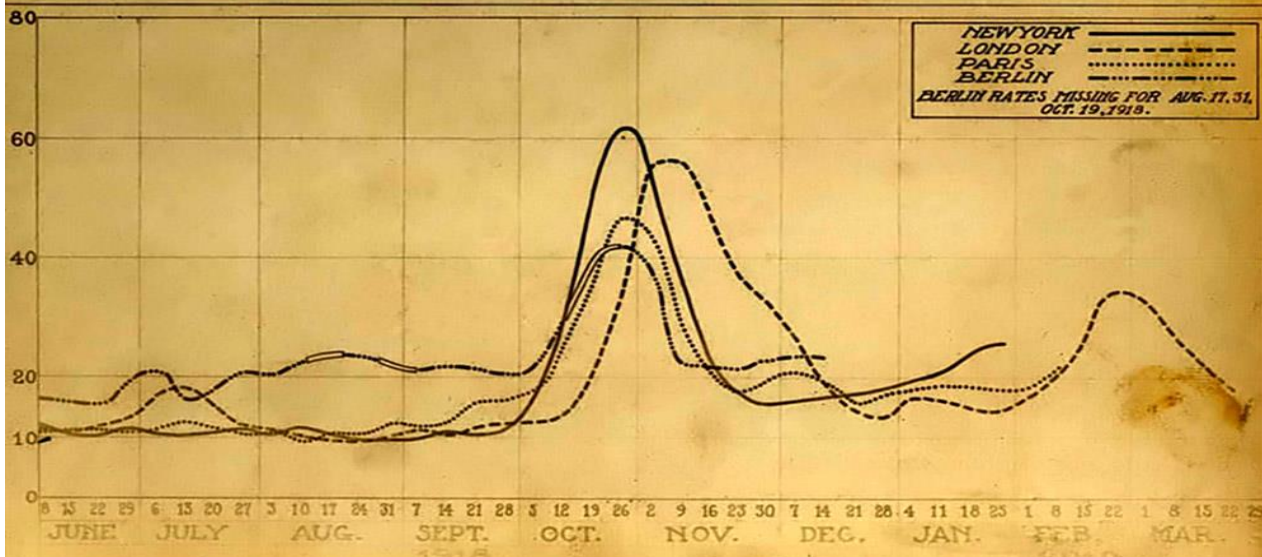
2015년 에볼라 (서아프리카)

2015년 메르스 (한국)

INFLUENZA PANDEMIC

MORTALITY IN AMERICA AND EUROPE DURING 1918 AND 1919

DEATHS FROM ALL CAUSES EACH WEEK
EXPRESSED AS AN ANNUAL RATE PER 1000



1918년 스페인 독감

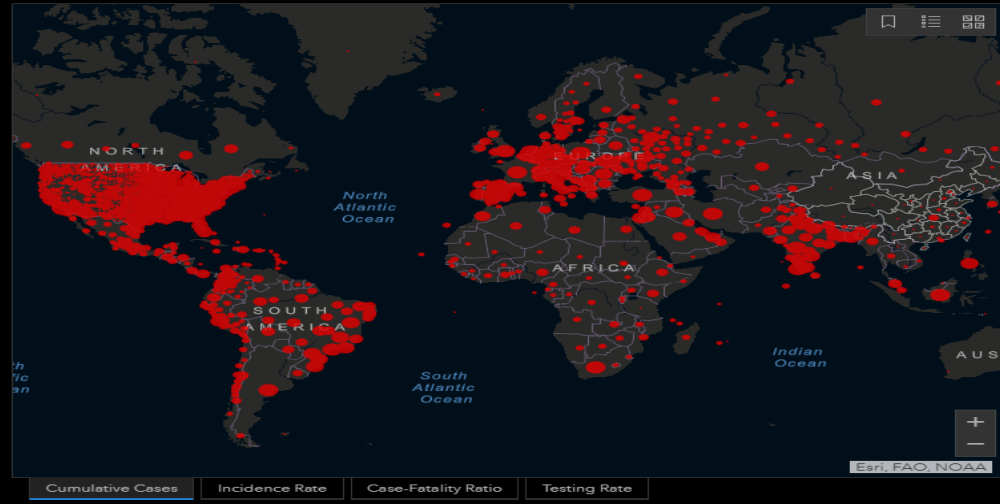
Global Cases
116,924,908

Cases by Country/Region/Sovereignty

28,999,705	US
11,229,398	India
11,019,344	Brazil
4,284,408	Russia
4,231,166	United Kingdom
3,964,078	France
3,149,012	Spain
3,067,486	Italy
2,780,417	Turkey
2,510,775	Germany
2,276,656	Colombia
2,149,636	Argentina
2,128,600	Mexico
1,801,083	Poland

Admin0

Last Updated at (M/D/YYYY)
3/8/2021 10:26 오후



192 countries/regions

Lancet Inf Dis Article: [Here](#), Mobile Version: [Here](#). Data sources: [Full list](#). Downloadable database: [GitHub](#), [Feature Layer](#).
Lead by JHU CSSE. Technical Support: [Esri Living Atlas team](#) and [JHU APL](#). Financial Support: [JHU](#), [NSF](#), [Bloomberg Philanthropies](#) and [Stavros Niarchos Foundation](#). Resource support: [Slack](#), [GitHub](#) and [AWS](#). [Click here to donate](#) to the CSSE dashboard team, and other [JHU COVID-19](#)

Global Deaths
2,594,945

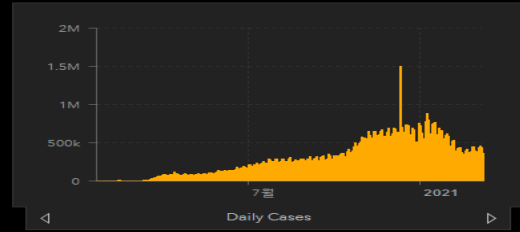
525,035	deaths	US
265,411	deaths	Brazil
190,604	deaths	Mexico
157,853	deaths	India
124,736	deaths	United Kingdom
99,785	deaths	Italy
88,727	deaths	

Global Deaths

Total Test Results in US
359,724,291

49,646,014	tests	California US
39,695,100	tests	New York US
22,339,182	tests	Florida US
19,907,384	tests	Texas US
18,640,190	tests	Illinois US
16,825,551	tests	Massachusetts US
10,999,550	tests	Massachusetts US

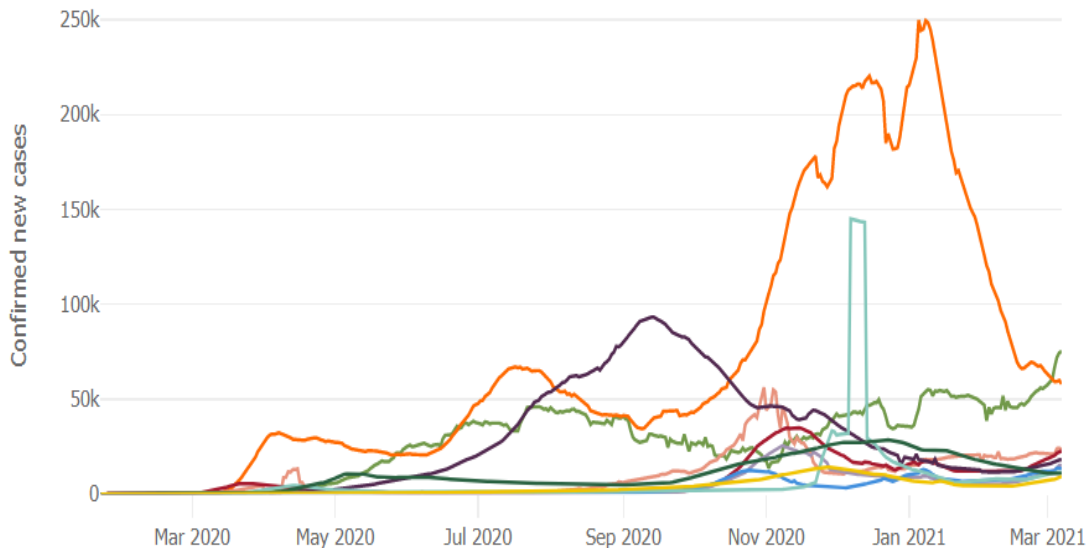
US Test Results



코로나19 - 세계 발병 현황
2021년 3월 8일

DAILY CONFIRMED NEW CASES (7-DAY MOVING AVERAGE)

Outbreak evolution for the current 10 most affected countries



Click any country below to hide/show from the graph:

— Brazil	— United States	— France	— Italy	— India
— Poland	— Czechia	— Turkey	— Russia	— Ukraine

각 국가의 신규 확진자수

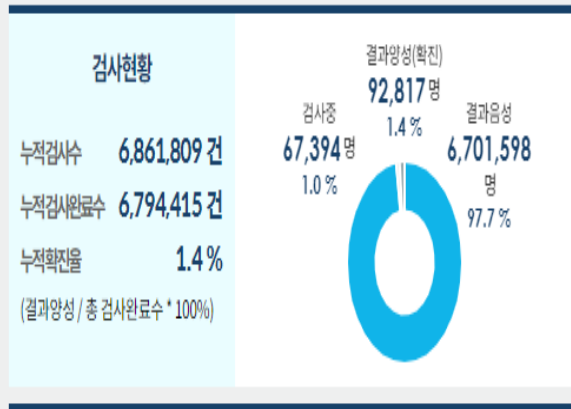
- 러시아에서 확진자 증가
- 미국의 확진자의 감소
- 전세계 일일 확진자수는 1월말부터 감소하다가 다소 정체 상태

한국 발병 현황 2021년 3월 8일

환자 현황 (3.8.00시 기준, '20.1.3. 이후누계)

자세히 >

확진자 연령별 현황 (3.8.00시 기준)



구분	확진자(%)	사망자(%)	치명률(%)
80 이상	4,468 (4.81)	925 (56.33)	20.7
70-79	6,997 (7.54)	455 (27.71)	6.5
60-69	14,423 (15.54)	187 (11.39)	1.3
50-59	17,228 (18.56)	54 (3.29)	0.31
40-49	13,346 (14.38)	14 (0.85)	0.1
30-39	12,217 (13.16)	6 (0.37)	0.05
20-29	14,033 (15.12)	1 (0.06)	0.01
10-19	6,293 (6.78)	0 (0.00)	-
0-9	3,812 (4.11)	0 (0.00)	-

* 치명률 = 사망자수 / 확진자수 × 100

유행 예측

- 반복적인 재유행
- 가을/겨울의 대유행 이후 내년의 소규모 유행
- 점진적 연소형 형태의 유행

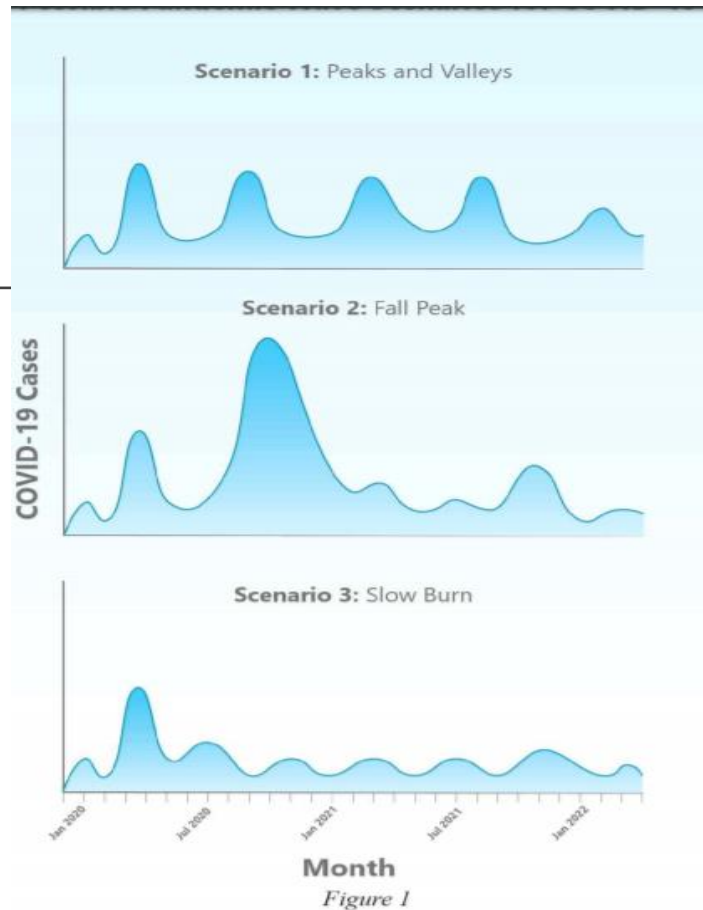
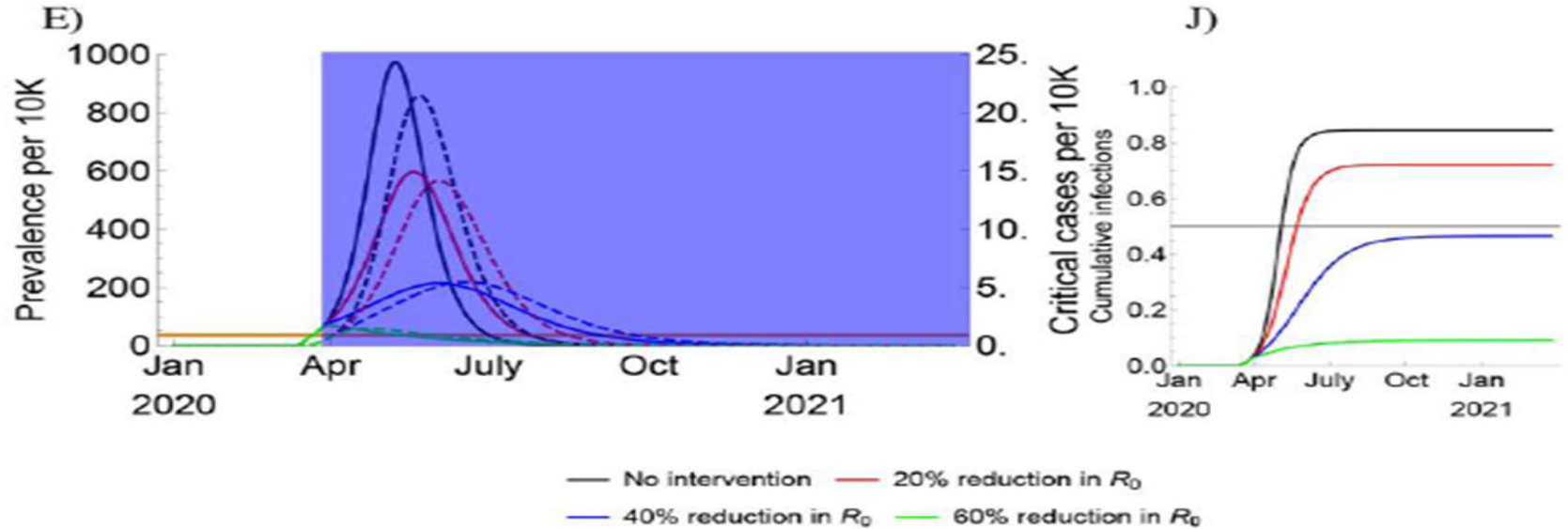


Figure 1

Part 1: The Future of the COVID-19 Pandemic: Lessons Learned from Pandemic Influenza

사회적 거리두기



영국의 예측모델 $R_t = 1.5$

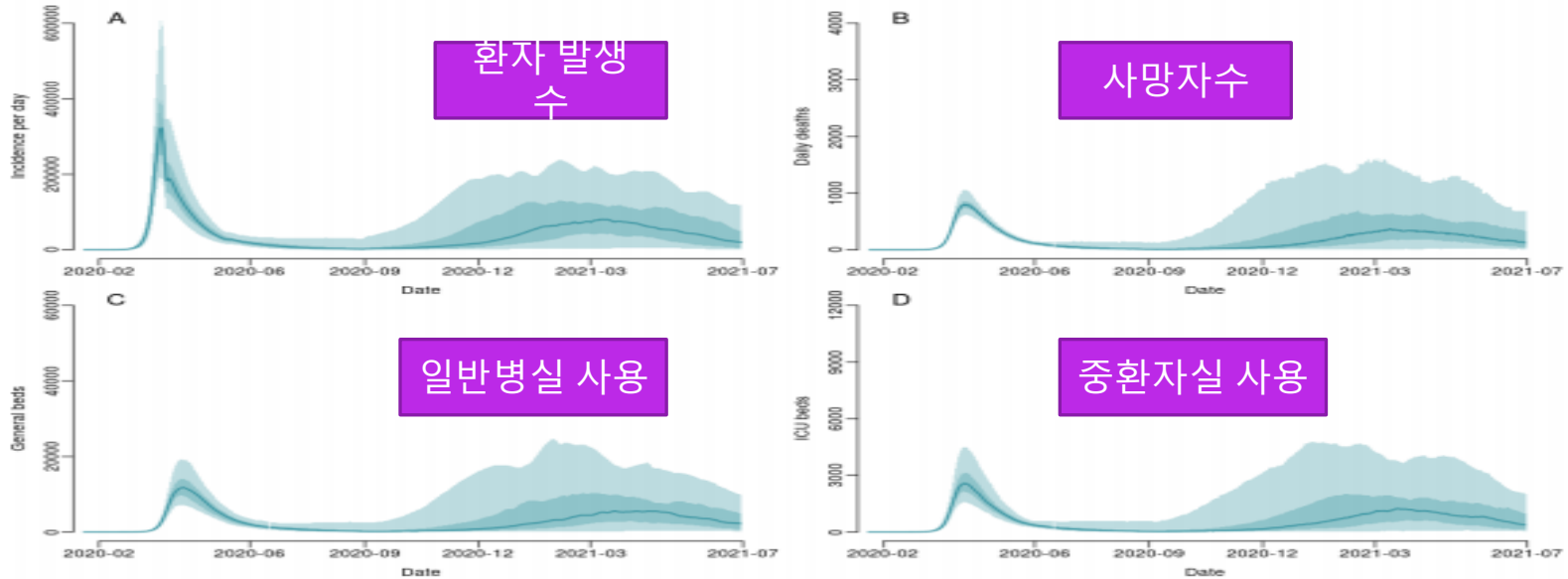


Figure B. This model assumes that $R_t = 1.5$ from September 2020 through to July 2021. (A) daily infections, (B) COVID-19-attributable deaths in hospital (i.e. excluding care homes and excess deaths in the community), (C) general beds occupied and (D) critical care beds occupied. The solid line shows the median, dark band the interquartile range, and pale band the 95% credible interval (CrI).

영국의 예측모델 $R_t = 1.1$

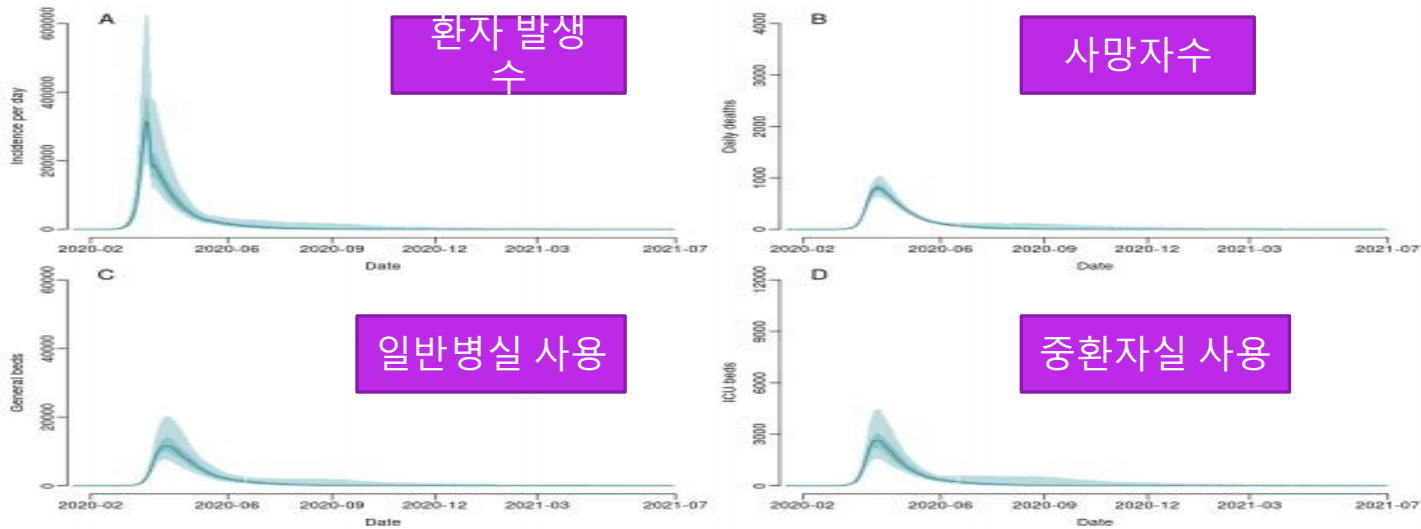


Figure A. This model assumes that $R_t = 1.1$ from September 2020 through to July 2021. (A) daily infections, (B) COVID-19-attributable deaths in hospital (i.e. excluding care homes and excess deaths in the community), (C) general beds occupied and (D) critical care beds occupied. The solid line shows the median, dark band the interquartile range, and pale band the 95% credible interval (CrI).

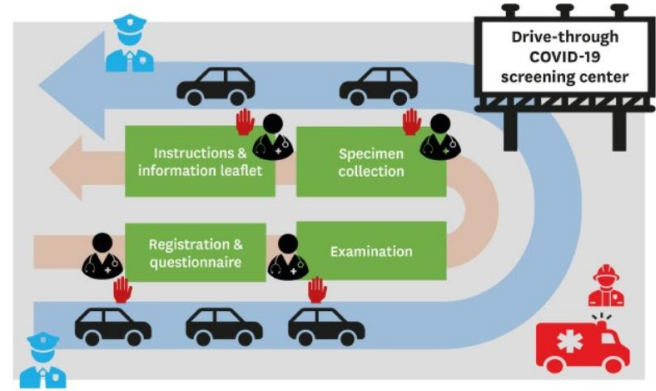
K-방역

코로나19 의 대응 방법

- 조기진단(대규모선별진료/대규모진단능력)
- 조기격리 (생활치료센터, 감염병전담병원)
- 학교의 휴업
- 사회적 거리두기
- 고위험군의 보호 (외출자제, 마스크 착용)
- 개인위생의 강화 (손위생, 마스크의 올바른 착용)
- 백신
- 치료제

한국의 능동적 대응

- 드라이브 스루 선별진료
 - 대규모 선별진료 (2월 23일)
 - 조기진단



- 생활치료센터
 - 경증환자 입원 시설(3월 4일)
 - 조기격리

서울대병원 인재원 '생활치료센터'로 탈바꿈

4일 개소식에 박능후 장관 참석, 99명 경증환자에 의료서비스 제공

2020년 03월 04일 (수) 11:55:39



경북대구
문을 연다
이 센터는
재원'으로
스감염증
박능후 1.
석한다.
이곳에는
서울대병
치료센터
협조로 그

3T (Test, Trace, Treat)

- 약물에 의한 예방과 확산방지(pharmacologic intervention) 이전에는 비약물적 예방과 확산방지(non-pharmacologic intervention; NPI)가 가장 중요한 예방수단임.
- 코로나19에서 큰 효과를 발휘한 한국사회의 NPI의 가장 중요한 요소는 조기 진단(test)과 조기 치료(treat), 확진환자와 접촉자에 대한 추적(trace)으로 요약 가능

TEST

- 질병관리본부, 식약처가 민간기업과 협력하여 진단키트 상용화를 위해 질병관리 본부는 유효성평가를 직접수행하고 식약처는 질병관리본부의 유효성 평가를 바탕으로 신속승인이라는 행정적 제도를 이용하여 어느 국가보다도 빠른 진단체계를 공공과 민간영역에서 구축
- 대구/경북의 대규모 환자 발생상황에서 환자의 진료와 검체채취를 위하여서는 대규모 선별진료가 필요할 때 Drive Thru/Walk Thru와 같은 신속한 검체채취를 위한 새로운 모델을 민간에서 제시하였고 공공영역에서 적극적으로 활용

Treat

- 대구/경북지역에서 대규모 환자가 발생하여 병상 부족 상황으로 제때 치료와 입원을 못하는 상황과 지역사회내 확진자가 자가격리되는 상황이 발생하였을 때, 사태의 심각성에 대응하여 민간영역에서 감염명 환자 수용에 참여하여, 많은 환자들이 공공병원뿐만 아니라 민간병원에서 치료를 받았음. 대구/경북 지역 외 타 지역의 협조도 중요한 역할을 했음.
- 감염병전담병원의 입원 능력을 초과한 확진자는 민간 전문가들이 제안한 생활치료센터의 아이디어를 정부가 받아들여 대구/경북 주변의 공무원연수원과 기업들의 연수원을 활용하여 3800여명 이상의 확진자를 안전하게 격리하고 치료하였음

Trace

- 코로나19 초기 유입상황에서부터 ICT기술을 활용한 역학조사의 기법은 확진환자와 접촉자를 추적하는데 매우 유용하게 사용되었음
- 4월말-5월초 연휴 기간 동안 느슨해진 사회적 거리두기(social distancing)로 인하여 이태원발 집단발병이 발생하였을 때 통신사 기지국 접속기록을 활용하고 신용카드 결제, CCTV 확인, 건강보험 수진이력 등을 통해 접촉자를 적극적으로 추적하였을 뿐만 아니라 시민의 자발적 참여를 유도하는 익명검사제도를 도입하여 조기에 집단발병을 완화하는 수단으로 활용하였음

COVID-19 SMS

※ Paperwork and contacts needed amongst 28 organisations supporting KCDC have been replaced with the automatic system

Before application

After application

Analysis on the movement of confirmed cases



Manual analysis by officials
(taking 24 hours)



Automatic analysis via system
(less than 10 minutes)

Management of access to personal information



Inefficient management by **hand-written records**



Efficient management by **computerised records**

Coordination between organisations



Overloaded work and delayed contact



Real-time information **interchange**

COVID-19

역학조사 지원시스템

우리나라가 버틸 수 있었던 이유

- 의료체계의 우수성
 - 전국민 의료보험으로 인한 의료접근성
 - 의료접근성 강화를 위한 중환자실과 병상수의 적정 확보
 - 우수하고 헌신적인 의료진
- 기술적가치
 - 진단키트의 신속한 개발과 승인
 - 드라이브스루나 워크스루 같은 창의적인 접근
 - ICT 기술을 활용한 역학조사, 검역시스템

3T 보다 더 중요한 거버넌스

- 민주정부의 거버넌스 - 열린정부
 - 질병관리본부의 투명한 리더쉽
 - 중대본과 중수본, 방대본의 역할.
 - 방대본의 행정권 강화가 필요
 - Lock-Down 없는 국민의 자발적 참여를 통한 사회적거리두기
 - 민간 전문가가 아이디어를 제시하고 중앙정부와 지자체의 협조를 통한 생활치료센터의 구축 - 견제와 협조

포스트코로나시대의 스마트시티

감염병으로부터 안전한 스마트시티



감염병 정보의
수집과 분석을
통한 감염병 유행
조기 인지가
가능한 도시



역학조사와
접촉자 추적의
고도화를 통한
안전한 도시



감염병 환자의
진료에
최적화된 도시



감염병의
예측과 수학적
모델링로
준비된 도시

감염병 정보의 수집과 분석

AI의 활용 - 감염병 정보수집과 분석

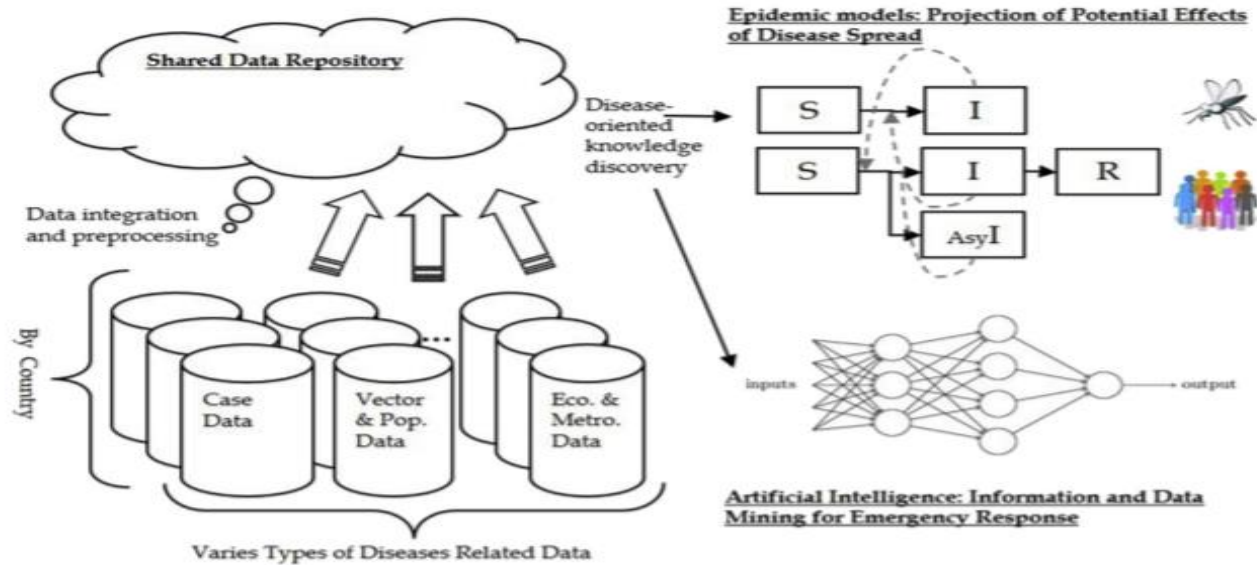
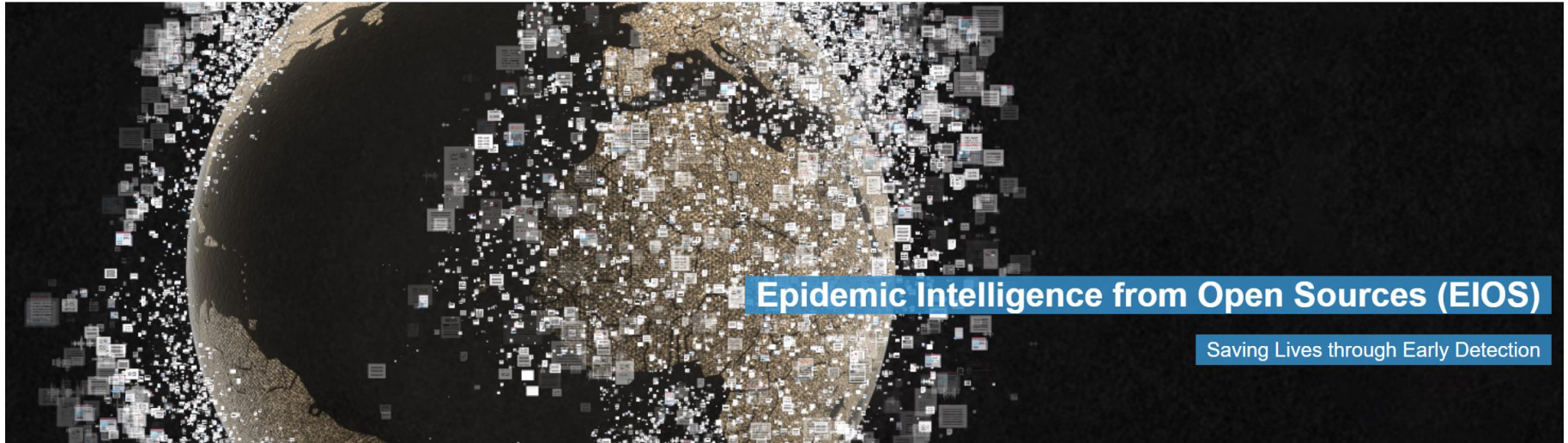


Fig. 1 An integrated big data conceptual model for infectious diseases.

WHO EIOS (Epidemic Intelligence from Open Sources)



WHO EIOS의 정보원

- Promed
- HealthMap
- Global Public Health Intelligence Network(GPHIN)
- Media Monitor

EIOS 화면

Community: World Health Organization

Explore Latest Activities Sources Communications

Current board: All Items

Select board Save As

Search for text...

BOARD COMMUNICATIONS 2 new

TIME PERIOD
Published: Entire Period

Entire Period
Specific Period

CATEGORIES All WHO Categories (351 of 351) Filtering

MENTIONED COUNTRIES

Current board: All Items

3.7M TOTAL ITEMS

1 2 3 ... 200

Any article

Publication Date Relevance

agriview (en) 06:23	Mineral misconceptions, myths debunked	0
healthmap (en) 06:21	Flu cases finally on the decline - Hawkesbury Gazette	0
golocalprov (en) 06:21	Food Chef Walter's Flavors + Knowledge: Balsamic Glazed Salmon	0
koreatimes (en) 06:20	Merck shows futuristic display materials	0
finanzen (de) 06:19	Novacyt: Proposed Admission to Trading on AIM and Successful Conditional Capital Raise of 9.7 Million	0
impactingorj (ro) 06:19	Peste 7,7 milioane de lei plătite gorjenilor ca ajutor de deces	0
unt (sv) 06:18	Märstabröder releases new album	0
opppts (ru) 06:15	Description of the Belarusians from ethno-rock graph-the fedot kudryn foresight—are	0
matichon (th) 06:12	ดร. เผ่าระวีง 'โรค'ไข้หวัดนก' หลังต่างประเทศยังพบเชื้อหาคนป่วยตาย หุง!	0
deutschewelle-ro (ro) 06:11	Avertisment cu privire la răspândirea alarmantă a virusului HIV în estul Europei Sida - o temă pentru mulți limitată la Africa și la țări în curs de dezvoltare. Dar acum vin semnale de alarmă dintr-o cu totul altă direcție. Numărul infecțiilor cu virusul HIV ar fi crescut dramatic în Europa de Est.	0
gloucesterscizen (en) 06:11	30 amazing things Gloucestershire gave to the world	0
novosti-rs (sr) 06:11	Kuda vodi trag obuće sa nasipa i šta se desilo sa Jeleninom burmom?	0
gazetaprawna (pl) 06:10	Foreign investors are fighting for 10 billion from poland	0
hamshahrionline (fa) 06:06	26 سرمقاله‌های روزنامه‌های seal.	0

WIOS COVID-19 News MAP

EIOS

[COVID-19 Emergency dashboard](#)

[inces youth art project on women's suffrage](#)
[2020-06-01 16:20 Berlino, via alerta viaggi 27 paesi europei e Italia](#)
[2020-06-01 16:20 تطهير وتنظيم نيوان رئاسة مركز ومدينة نيورو بالقهاية](#)
[2020-06-01 16:20 رانغورد بطلب بدم خصلته التوفير وجبات غذائية لتطالاق](#)

[2020-06-01 16:20 Online lessons](#)

[casos de Covid-19 en Magallanes](#)
[2020-06-01 16:20 محمد ضياء بطلب هذا الصيف بصوت ندى ملحت](#)
[2020-06-01 16:20 فراع جديده بخصوص طلبات المنح في المدارس](#)
[2020-06-01 16:20 شاوليل بقم اولى عروض ازياء طب جائحه كورونا عبر مؤلفه على الانترنت](#)

[2020-06-01 16:20 It includes a breakd](#)

[tagiados y 39 fallecidos en Chile](#)
[2020-06-01 16:20 عروض حول مشاركة سواريز مع برشلونه امام ليجانيس](#)
[2020-06-01 16:20 شجع 500 من](#)

[2020-06-01 16:20 الشرطة النمراكية تسمح ب500 مترج لمحور المبريات اظنت الشرطة النمراكية والحد كره القم يوم الاتنين انه سيجري السماح لاكثر من 500 شجع](#)

First lady announces youth art project on women's suffrage

en | Monday, June 15, 2020 16:20

The first lady on Monday announced a youth art project to coincide with the ratification nearly 100 years ago of the constitutional amendment that granted women the right to vote. The project, "Building the Movement. America's Youth Celebrate 100 Years of Women's Suffrage," will showcase artwork by students in grades three to 12 from all U.

Geolocation: Floyd

Associated Press

Melania Trump

Coronavirus

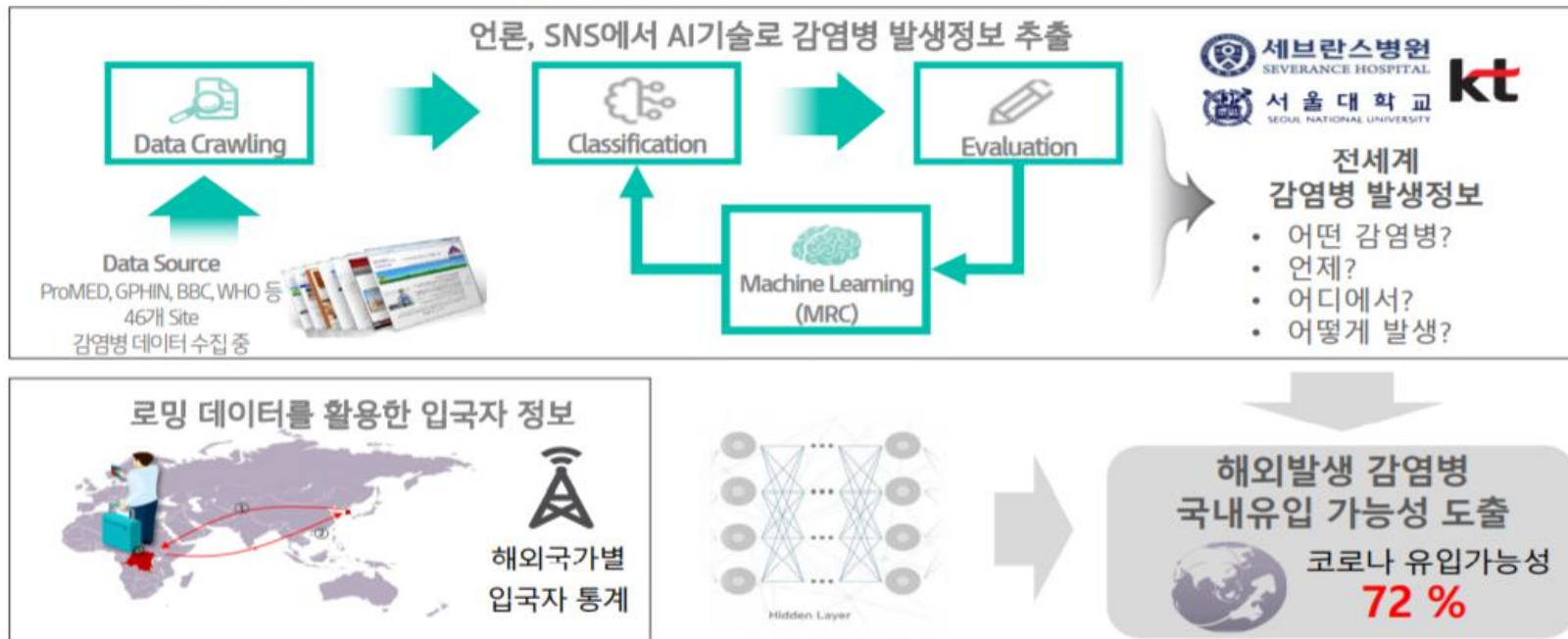
- First lady announces youth art project on women's suffrage
- Detectan 32 nuevos casos de Covid-19 en Magallanes
- Reportan otros 5 143 contagiados y 39 fallecidos en Chile
- Berlino, via alerta viaggi 27 paesi europei e Italia
- محمد ضياء بطلب هذا الصيف بصوت ندى ملحت
- عروض حول مشاركة سواريز مع برشلونه امام ليجانيس
- تطهير وتنظيم نيوان رئاسة مركز ومدينة نيورو بالقهاية
- فراع جديده بخصوص طلبات المنح في المدارس
- الشرطة النمراكية تسمح ب500 مترج لمحور المبريات اظنت الشرطة النمراكية والحد كره القم يوم الاتنين انه سيجري السماح لاكثر من 500 شجع
- رانغورد بطلب بدم خصلته التوفير وجبات غذائية لتطالاق

Developed by the European Commission - Joint Research Centre (JRC)
 Data sources: Publicly available information through the EIOS system developed by JRC (I.3 and E.3)
 Map sources: © World Health Organization 2020. All rights reserved.
 Notice: Content is taken from publicly available sites on the web and has not been altered by WHO or EIOS. You assume all liability for using the information presented, which may include incorrect information. Full disclaimer.

The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

AI를 통한 감염병정보분석과 로밍정보를 결합한 해외 유입 감염병 위험도 평가

전 세계 언론 및 SNS에서 생성되는 감염병 정보를 MRC기반으로 분석하여 지역별/질병별 위험도를 자동 평가하고, 로밍데이터와 결합하여 특정 질병의 국내 유입 가능성을 도출



감염병 환자의 추적
감염병 전파 경로 연구

환자자 동선 기반 감염위험 예측

확진자 동선과 본인의 과거 동선을 비교하여 접촉 여부를 판단하여 선별진료 대상여부를 Self-Check하고 질병별 증상정보와 결합하여 궁극적으로는 특정 질병의 감염 확률을 개인단위로 예측하는 서비스 제공

1단계 확진자 동선 기반 감염위험 체크



2단계 모바일 앱 기반 감염위험도 분석



KT-고려대구로병원 인플루엔자/코로나19 전파 경로 연구

KT AI/빅데이터 기반 감염병 대응 연구 프로젝트

Study #1 인공지능 기반 감염병 조기진단 알고리즘 개발



IoT재온계 온도 측정



증상 및 정보 입력

나열, 성별
증상, 체온
백신접종,
복약정보 등



AI기반 분석 모델



독감
가능성
74%

감염병 가능성 도출

Study #2 통신 데이터 기반 감염병 확산 경로 분석



인구 유형 구분

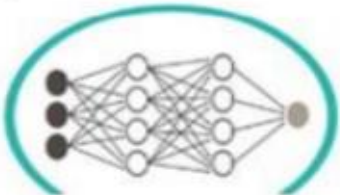
가정주부(모자)

직장인

학생



인구 유형별 이동패턴
(이동통신 데이터 기반)



AI기반 전파경로 분석



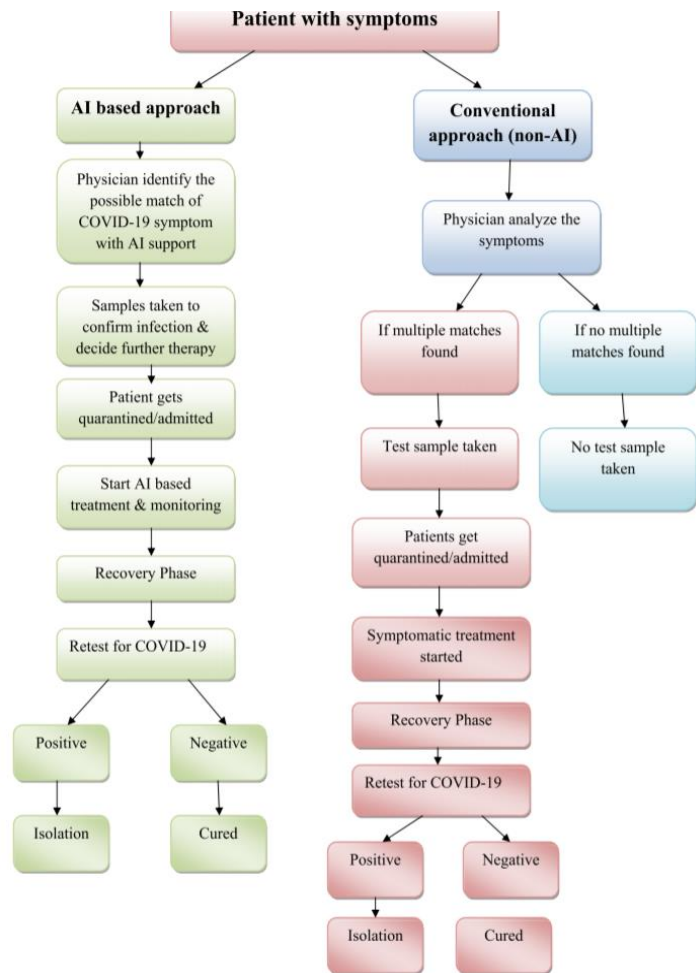
확산
예상지역
서울
OO구

감염병 위험지역 예측

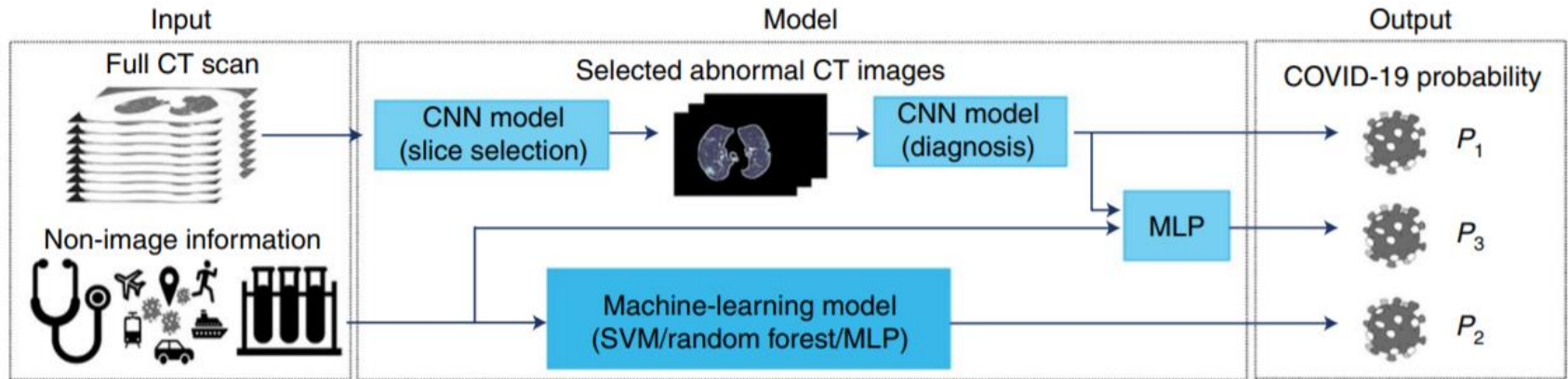
신종감염병 환자의 진료지원

인공지능시대의 감염병 환자 진료

- 인공지능 지원을 통한 환자 정보의 해석
- COVID-19 의심으로 확인 될 경우 환자에서 검체 채취, 격리
- AI에 의한 환자 맞춤형 치료 제공
- 회복기에 검사를 통하여 격리 유지여부 결정

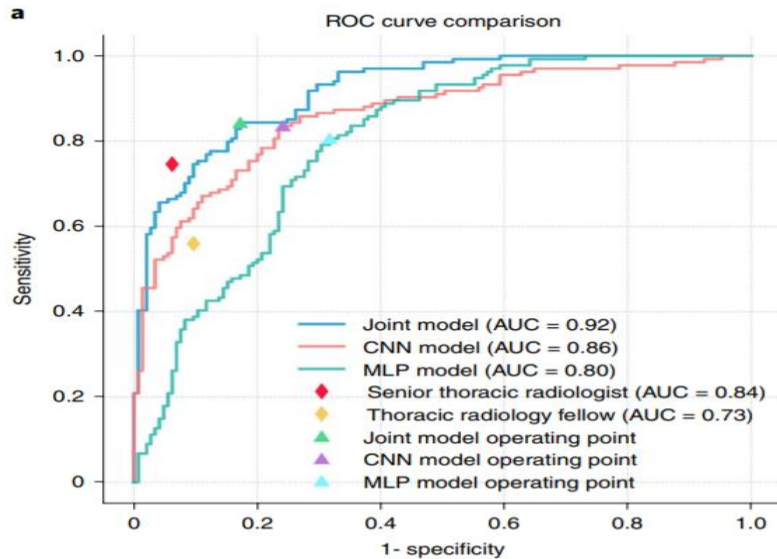


인공지능 – 진단 1



convolutional neural network (CNN) multilayer perceptron (MLP) support vector machine (SVM)

인공지능 – 진단 2



b Patients positive for COVID-19 with normal CT

Senior thoracic radiologist	0 of 25
Thoracic radiology fellow	0 of 25
CNN model	13 of 25
MLP model	16 of 25
Joint model	17 of 25

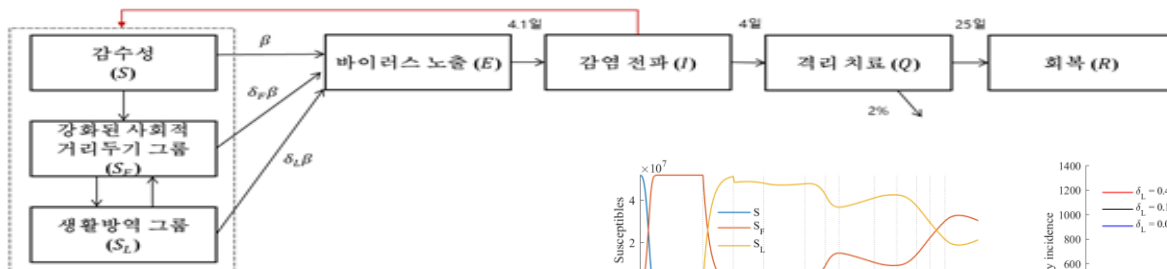
c AUC comparison

Senior thoracic radiologist	0.84 (80.0, 88.4)	N/A
Thoracic radiology fellow	0.73 (68.3, 78.0)	N/A
CNN model	0.86 (82.1, 90.7)	$P = 0.00146$
MLP model	0.80 (74.6, 84.9)	$P = 1 \times 10^{-4}$
Joint model	0.92 (88.7, 94.8)	

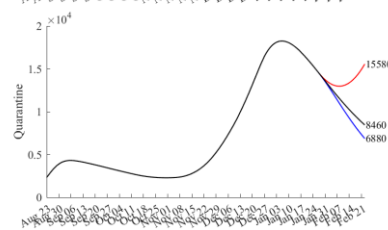
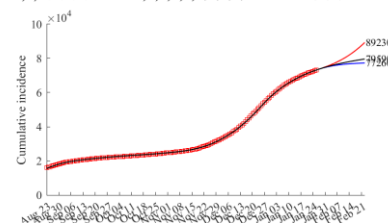
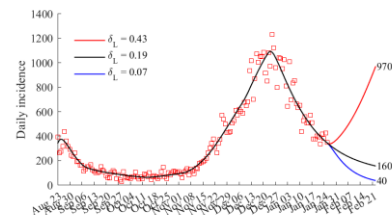
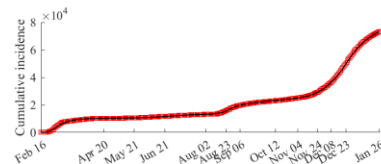
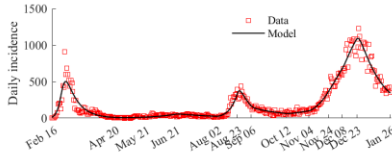
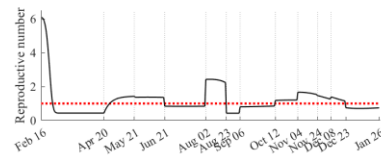
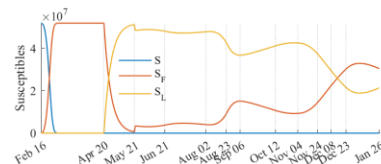
convolutional neural network (CNN) multilayer perceptron (MLP)

감염병 예측 모델링

행동변화를 고려한 수리모델을 사용한 유행예측

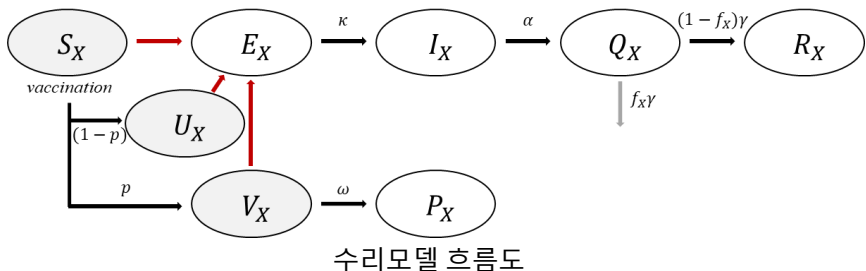


$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= -\beta \frac{I}{N} S - \beta_F \frac{Q}{N} S, \\ \frac{dS_F}{dt} &= -\delta_F \beta \frac{I}{N} S_F + \beta_F \frac{Q}{N} (S + S_L) - \mu S_F, \\ \frac{dS_L}{dt} &= -\delta_L \beta \frac{I}{N} S_L - \beta_F \frac{Q}{N} S_L + \mu S_F, \\ \frac{dE}{dt} &= \beta \frac{I}{N} (S + \delta_F S_F + \delta_L S_L) - \kappa E, \\ \frac{dI}{dt} &= \kappa E - \alpha I, \\ \frac{dQ}{dt} &= \alpha I - \gamma Q, \\ \frac{dR}{dt} &= (1 - f)\gamma Q, \\ N &= S + S_F + S_L + E + I + Q + R. \end{aligned}$$



백신접종을 고려한 코로나19 수리모델링

- 확진자수(혹은 사망자수)를 최소화하기 위한 백신우선순위 전략
- 백신접종을 고려하여 기존의 집단 이질성을 고려한 코로나19 수리모델은 다음과 같이 확장됨
 - 어떤 사람이 백신접종이 될 경우, 일정 확률(p)로 백신 접종에 대한 효과를 가질 그룹으로 이동
- 백신효율성은 70%, 면역을 가지기까지 기간은 7일로 설정
- 접종량 및 감염재생산지수를 고려한 시나리오는 총 120가지이며 아래의 표와 같음
- 시뮬레이션은 현재 날짜를 기준으로 100일동안 연장하여 진행
- 모든 시나리오에서 의료종사자 집단의 접종량으로 50만 dose 적용



총 접종량	일일 접종량	감염재생산지수
1, 2, 3, 4군 각각 [50, 100, 100, 100만]	10만	0.1, 0.2, ... 1.9, 2
[50, 150, 150, 150만]	20만	-> 2가지
[50, 200, 200, 200만]	-> 2가지	총 3X2X20=120가지
-> 3가지		

백신 우선순위 설정 시나리오

수학적 모델링의 활용

- 사회적 거리두기 단계의 조정
- 중환자, 일반병상의 준비를 위한 기초자료
- 개인보호구 필요량의 설정
- 치료제 비축에 활용
- 백신의 우선 순위 결정

요약

코로나19 : 안전한 도시의 삶에 대한 인간의 근원적인 욕구를 돌아보게 함.

감염병 정보의 수집과 분석 : AI 와 빅데이터의 활용

역학조사의 고도화 : 개인정보 보호와 역학조사

환자의 진단과 치료에 적합한 도시

유행의 분석과 예측을 통한 준비된 도시