

보건의료 빅데이터의 GIS 활용

이광수 교수

연세대학교 보건과학대학

1. 들어가는 말

- 보건의료분야에서 생성되는 빅데이터는 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS) 및 공간정보와의 융합이 진행되고 있고, 이를 통하여 데이터의 처리, 분석, 해석에 있어서 새로운 시각과 활용 가능성을 제시하고 있음
 - ▶ 공간정보란 국가공간정보 기본법 제2조에 의하면 '지상·지하·수상·수중 등 공간상에 존재하는 자연적 또는 인공적인 객체에 대한 위치정보 및 이와 관련된 공간적 인지 및 의사결정에 필요한 정보'로 정의하고 있음
 - ▶ 지리정보시스템(GIS)이란 ① 공간정보를 디지털화하고, 컴퓨터상에서 각종 자료를 효과적으로 수집, 저장, 검색, 갱신, 분석, 시각화하는 도구로서, ② 공간적 위치정보를 시각화하는 지도(map)와 공간이 가지고 있는 속성정보(문자, 숫자)를 연결하는 시스템이며, ③ 위치(location)에 관한 정보를 다루는 정보시스템임. 지리정보시스템은 의료뿐만 아니라, 경제, 산업, 환경 등 다양한 분야에서 널리 활용되고 있음
 - ▶ 보건의료분야에서도 청구데이터와 같은 속성자료와 더불어 이용 가능한 의료기관 및 환자 주소 등과 같은 공간정보의 종류가 확대되고 있음. 의료서비스시장의 특징은 환자의 의료서비스의 이용이 일정 지역 안에서 많은 부분이 발생한다는 것이며, 지역에 따른 의료이용, 건강수준의 차이가 발생하고 있음. 이러한 추세속에서 GIS는 보건의료빅데이터 활용의 새로운 가치 창출에 기여할 것임





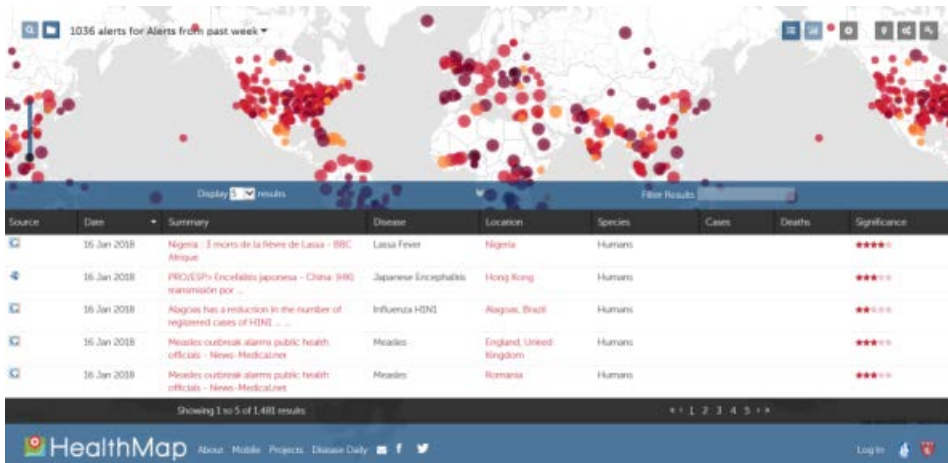
2. 국내 공간정보산업 현황

- 2012년 제정된 공간정보산업 특수분류는 공간정보 제조, 유통, 출판 및 서비스, 기술서비스, 연구개발, 관련 협회 및 단체 등 6개 분야의 24개 세부업종으로 분류하고 있음. 2016년 공간정보산업조사에 의하면 공간정보 관련 사업체는 4,533개사였으며, 매출액은 7조 9,549억 원으로 조사되었음(공간정보산업진흥원, 2016)
 - ▶ 업종별로 공간정보 관련 기술 서비스업의 사업체수가 3,053개사(67.35%)로 가장 많았고, 출판 및 정보서비스업 사업체수가 895개사(19.74%), 공간정보 관련 도매업 사업체수가 406(9.00%)의 순이었음. 공간정보 관련 매출액 구성은 공간정보 관련 기술 서비스업(50.4%), 출판 및 정보서비스업(29.7%), 공간정보 관련 도매업(12.8%) 순으로 조사되었음
 - ▶ 종사자수, 매출액 측면에서 국내 전체 산업 대비 약 0.1 ~ 0.3%의 규모를 가지는 작은 산업이기는 하지만, 산업의 성장률은 타 분야에 비해 높음. 2015년 보건 및 방법 활용 분야의 국제시장 규모는 69억 8,000만 달러(약 8조, 3,700억원)이며, 활용 용도별 공간정보 활용시장 중 2번째로 규모가 큼
- 공간정보의 활용과 공간정보산업의 발전을 위해 공공기관에서 각종 서비스들이 만들어 지고 있으며, 이를 통해 정보의 활용과 다양한 산업·기술과의 융합을 목표로 하고 있음
 - ▶ 공공기관이 다양한 공간정보를 개발, 보유하고 있으며, 정보의 유통과 활용을 촉진하기 위하여 포털을 구축하고 정보 활용을 유도하고 있음
 - ▶ 정부는 국가공간정보통합서비스(www.nsd.go.kr)를 구축한 후, 공공기관에서 만들어진 다양한 공간정보(국가공간정보통합체계, 공간빅데이터, 부동산종합공부시스템, 한국토지정보시스템, 국가공간정보유통시스템, 지적재조사시스템, 공간정보사업 공유 및 관리시스템, 국토공간계획지원체계, 온나라부동산포털, 공간정보오픈플랫폼)의 연계와 통합을 통하여 대국민 서비스를 위한 체계를 구축하였음
 - ▶ 통계청은 통계지리정보서비스(SGIS)를 구축하고 있으며, 국민들에게 통계주제도, 대화형 통계지도, 분석지도 등을 서비스하고 있음

3. 보건 의료 빅데이터의 GIS 적용 동향

3.1 국외 사례

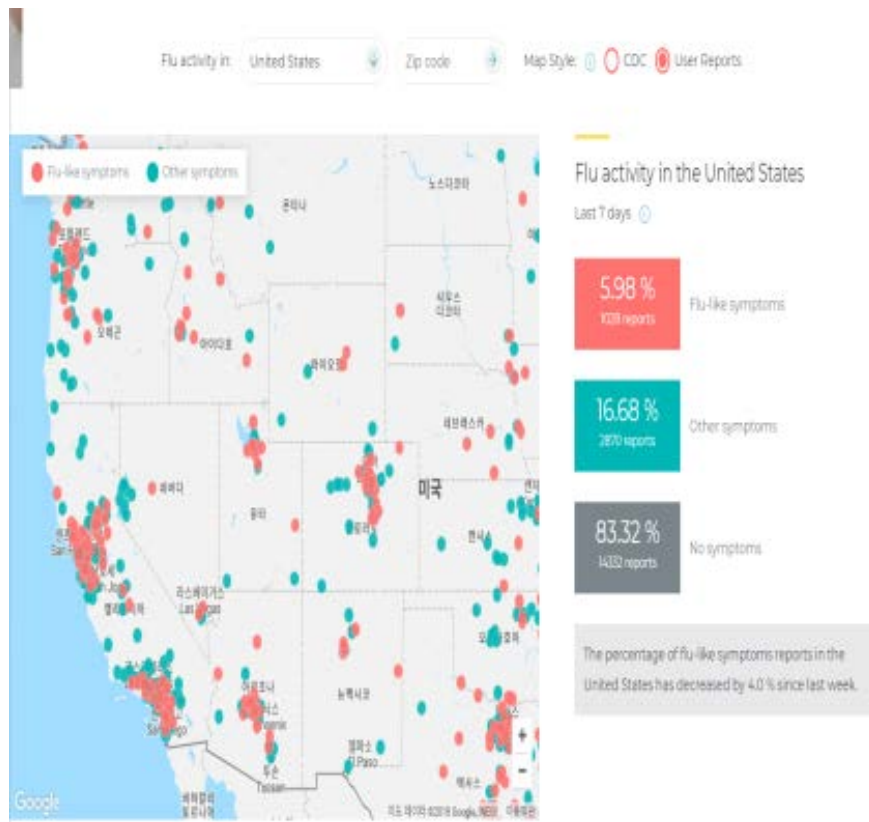
- 전세계 전염병 현황을 나타내는 ‘HealthMap’
 - ▶ ‘HealthMap’은 보스턴 아동병원(Boston Children’s Hospital), 소프트웨어 개발자, 역학자(epidemiologist)들이 제작한 웹사이트이며, 구글맵을 기반으로 전염병의 발생을 모니터링하고 공중보건의 위험요소에 대해 실시간 감시체계를 보여주는 지리정보를 제공하고 있음
 - ▶ ProMED mail, WHO(World Health Organization)등 을 통해 전세계의 전염병에 대한 정보가 실시간으로 업데이트 되고 있으며, 이러한 정보는 ‘Healthmap’ 웹페이지에서 지도형태로 무료로 제공하고 있음
 - ▶ 또한 ‘HealthMap’은 모바일 어플리케이션인 ‘Outbreaks Near Me’를 통해서도 이용 가능하며, 사용자의 위치정보를 이용해 사용자가 위치한 지역의 질병상태에 대해 실시간으로 정보를 제공하고 있음



[그림 1] 전세계의 전염병 현황을 나타내는 ‘HealthMap’

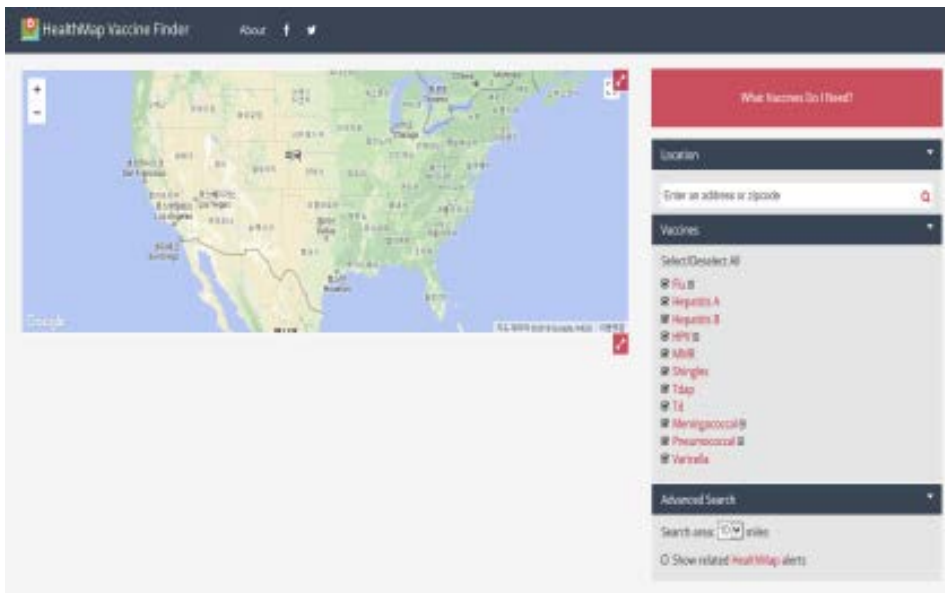


- Flu의 관리를 위한 미국의 'Flu Near You', 'HealthMap Vaccine Finder'
 - ▶ 'Flu Near You'는 주로 미국의 Flu발생 현황에 대한 정보를 제공하기 위해 'American Public Health Association', 'Skoll Global Therats Fund', 'HealthMap'의 협력을 통해 제작되었음
 - ▶ 'HealthMap'과 독립적인 홈페이지를 통해 제공되고 있으며, 'flunearyou.org'에서 무료로 정보를 제공하고 있음
 - ▶ 'Flu Near You'는 참여형 감시 체계로 Flu 증상이 있는 환자들이 직접 자신의 증상을 등록하고, 1주일마다 데이터를 합산하여 Flu 증상이 다수 보고된 지역을 지도로 시각화하여 제공하고 있음



[그림 2] 'Flu Near You'

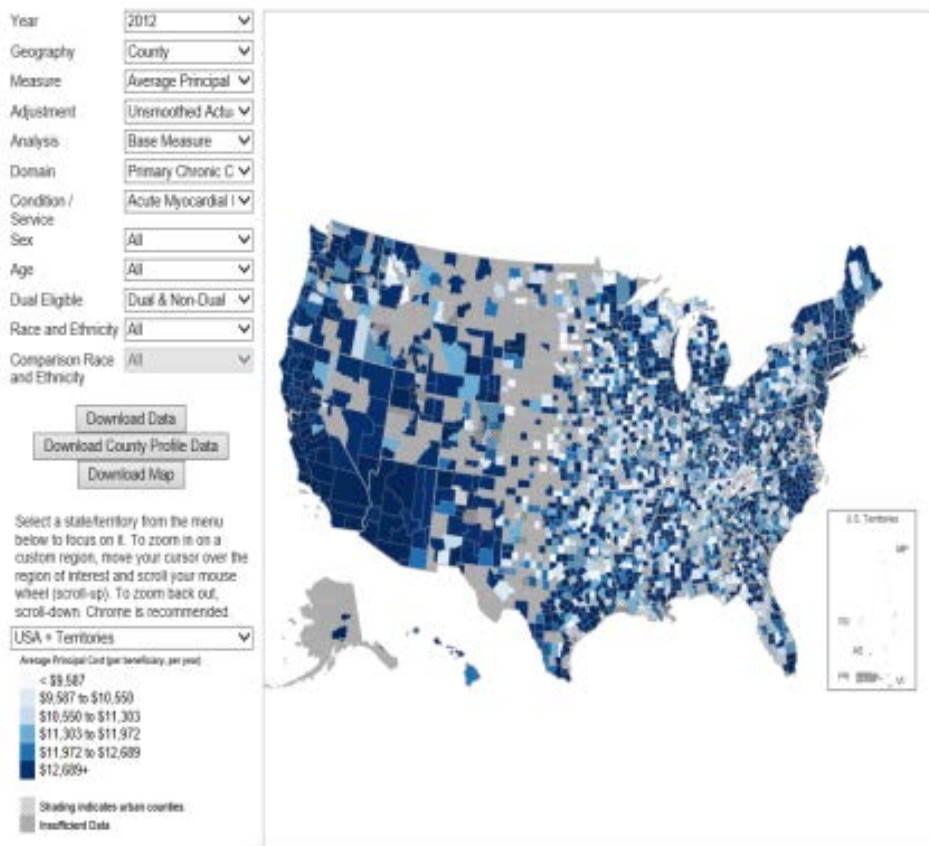
- ▶ 'HealthMap Vaccine Finder'는 백신을 제공하는 지역에 대한 정보를 제공하기 위해 'HealthMap'과 'Boston Children's Hospital', 'Harvard Medical School'에서 운영하고 있음
- ▶ 백신에 대한 환자의 접근성을 높이기 위한 목적으로, 미국 각 지역의 clinic, 약국, CDC(Center for Disease Control and Prevention) 등 건강 관련 기관과 협력을 통해 각종 질병의 백신공급자 위치를 제공하고 있음



[그림 3] 'HealthMap Vaccine Finder'

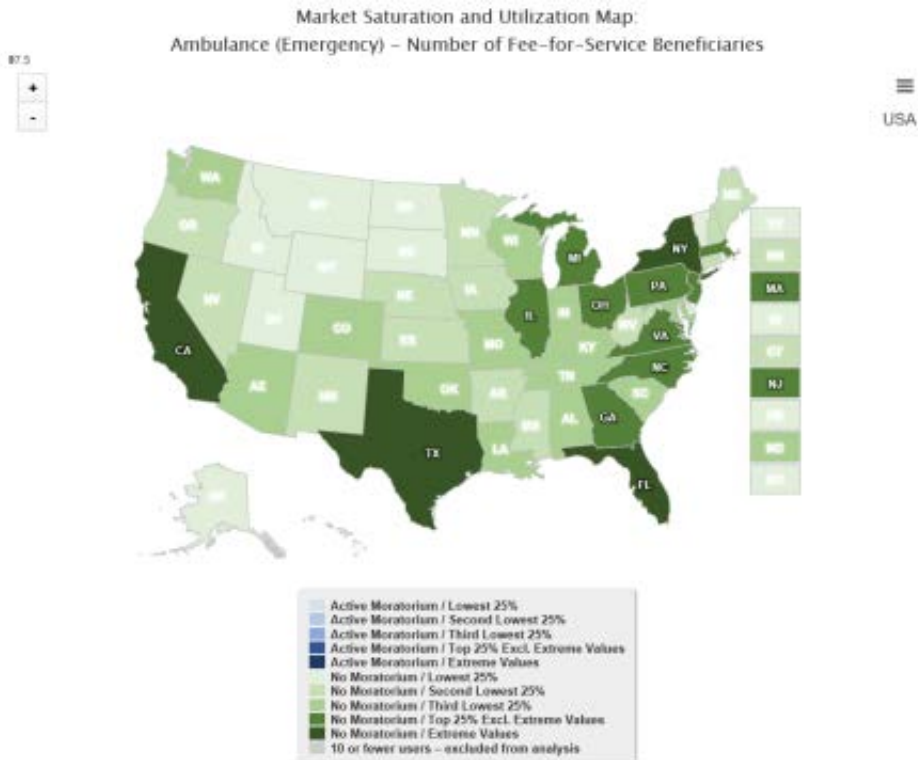


- CMS(Centers for Medicare & Medicaid Services)의 시각화된 메디케어 정보 제공
 - ▶ CMS는 Data.CMS.gov 홈페이지에서 'The Mapping Medicare Disparities Tool(The MMD Tool)', 'Market Saturation and Utilization' 등 보건의료분야의 interactive map을 제공하고 있음
 - ▶ 'The MMD tool'은 현재 유행하고 있는 질병, 비용, 55가지 특정만성질환에 대한 입원, 응급실 이용, 재입원률, 사망률 등에 대한 건강결과에 대한 정보를 시각화한 지도를 제공하고 있음
 - ▶ 건강결과에 대한 정보는 구체적으로 1) National, State, County 단위, 2) 성별 · 인종 · 민족 · 연령별 간, 3) 지역 간 차이, 4) 동일 지역 내의 인종 · 민족 간 차이에 대한 지리정보를 제공함



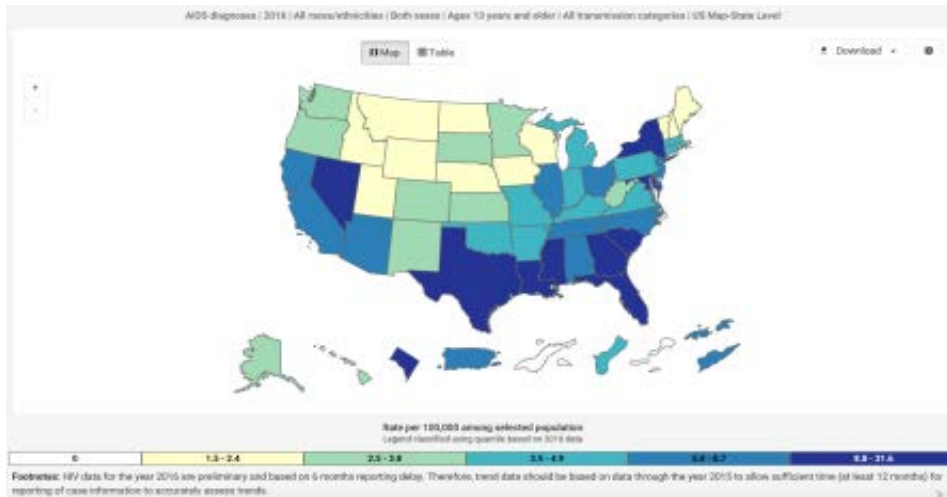
[그림 4] CMS의 'The MMD tool'

- ▶ 'Market Saturation and Utilization'은 특정 의료서비스의 이용자 대비 공급자의 비율로 서비스 공급의 포화정도에 대한 정보를 지도로 제공하고 있음
- ▶ 의료서비스 분야는 Ambulance, Home health, Long-term care hospital 등 14개 서비스로 구분되어 제공되고 있음



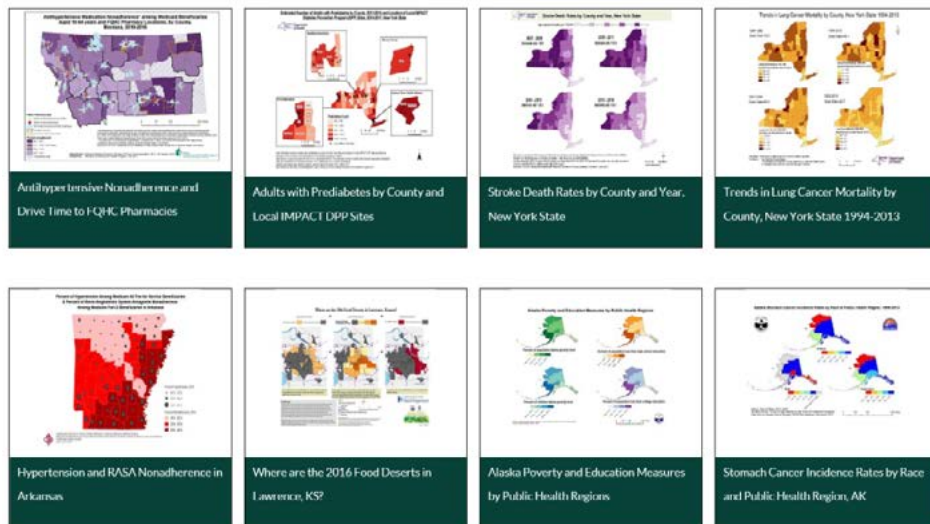
[그림 5] CMS의 'Market Saturation and Utilization'

- CDC의 만성질환, 암 등 주요 질환에 대한 지리정보 제공
 - ▶ CDC NCHHSTP(National Center for HIV/AIDS, Viral Hepatitis, STD, and TB Prevention) AtlasPlus는 HIV, AIDS, 간염, 결핵, 간염, 각종 성매개 감염병과 관련된 interactive maps, 그래프 등을 제공하고 있음



[그림 6] CDC의 'NCHHSTP AtlasPlus'

- ▶ 'Chronic Disease GIS Exchange Map Gallery'에서는 심장질환, 고혈압, 당뇨병 등 주요 만성질환의 유병률, 의료서비스 접근성에 대한 미국 각 지역의 지리정보를 제공하고 있으며, 보건관리자, 지역사회의 장, GIS 사용자, 역학자들의 협력을 통해 제작되고 있음
- ▶ 이를 통해 만성질환의 지리적 불균형 해소, 정책 및 프로그램 개발 등 정책의 가이드를 제시하고자 함



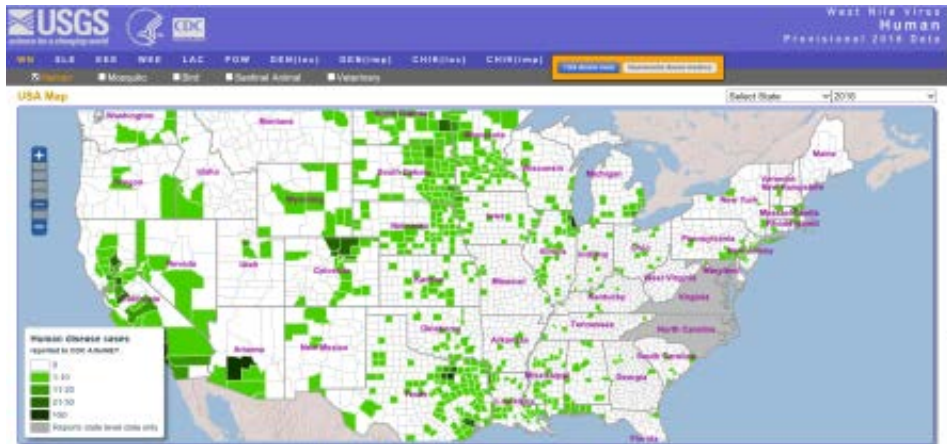
[그림 7] CDC의 'Chronic Disease GIS Exchange Map Gallery'

- ▶ Diabetes County Data & Maps는 진단된 당뇨병, 비만, 신체활동의 데이터와 추세를 시각화하여 제공하고 있음
- ▶ 이를 통해 지역 주민들이 당뇨병 관리 및 예방을 위한 지역 자원을 활용할 수 있도록 하는데 목적이 있음. 미국의 각 주별, 카운티별 당뇨병 데이터를 수집할 수 있으며, 지역에 대한 비교와 시간 흐름에 따른 추세변화를 확인할 수 있음



[그림 8] CDC의 'Diabetes County Data & Maps'

- 미국 내의 질병 모니터링을 위한 'DiseaseMaps Dynamic Map Application'
 - ▶ 'DiseaseMaps Dynamic Map Application'은 USGS(The United States Geological Survey)에서 제작하여 제공하고 있음
 - ▶ West Nile Virus, St. Louis Encephalitis, Eastern & Western Equine Encephalitis, La Crosse Virus, Powassan Virus, Dengue Fever, Chikungunya Virus 등의 질병 정보를 제공함. 또한 사람의 감염뿐만 아니라 모기, 새 등의 매개체의 감염에 대한 정보를 함께 제공하고 있음



[그림 9] USGS의 'DiseaseMaps Dynamic Map Application'

● 영국, 'Health profiles'

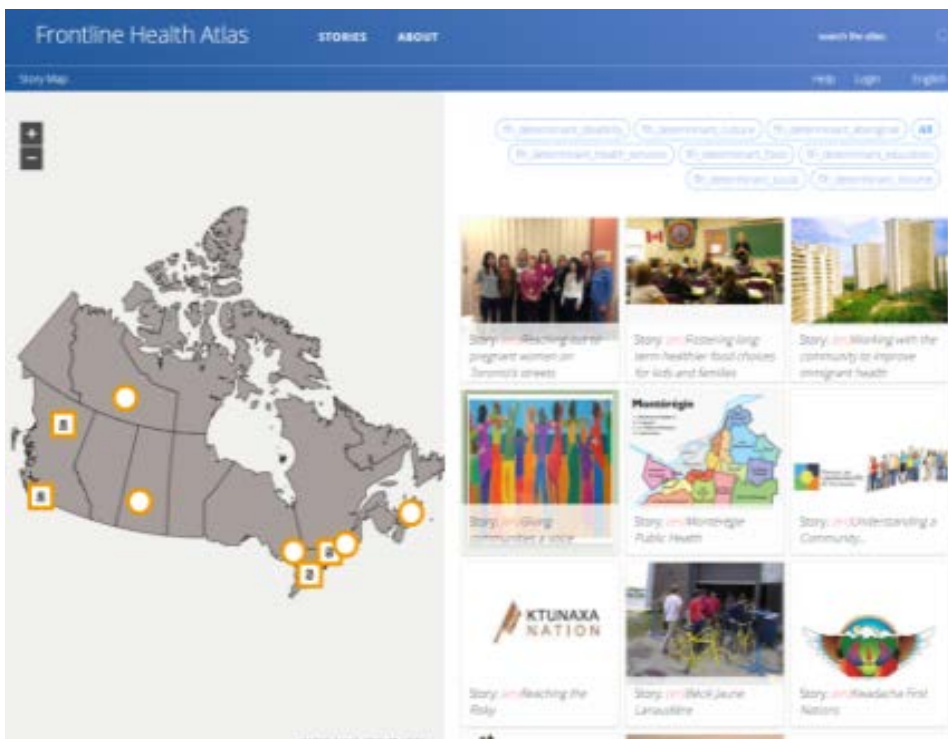
- ▶ 매년 영국 보건부와 보건위생부는 각 지역의 건강수준에 대한 세부 정보를 다양한 지표와 비교 자료를 지도와 함께 제공하고 있음
- ▶ 각 지역, 인구의 건강정보를 일관되고 요약된 형태로 제공하고 있으며, 이와 동시에 비교할 수 있는 정보를 제공하고 있음. 이러한 정보를 이용하여 지역요구평가, 기획, 성과 관리 등에 대한 활동을 수행하고 있음



[그림 10] 영국의 'Health profiles'

- 캐나다

- ▶ 캐나다 공중보건협회(Canadian Public Health Association)는 지역에서 건강향상과 형평성 달성을 위해 실제로 수행된 활동에 대한 경험, 도구, 교재 정보의 상호 교환을 촉진하기 'Frontline Health atlas' 대화형 플랫폼을 제공하고 있음
- ▶ 캐나다 전국에서 자료가 공유되고 있으며 다양한 건강의 사회적 결정요인에 대하여 다루고 있음. 이러한 활동을 통하여 인구의 건강결정요인과 관련된 정책결정에 영향을 미치고자 하고 있음

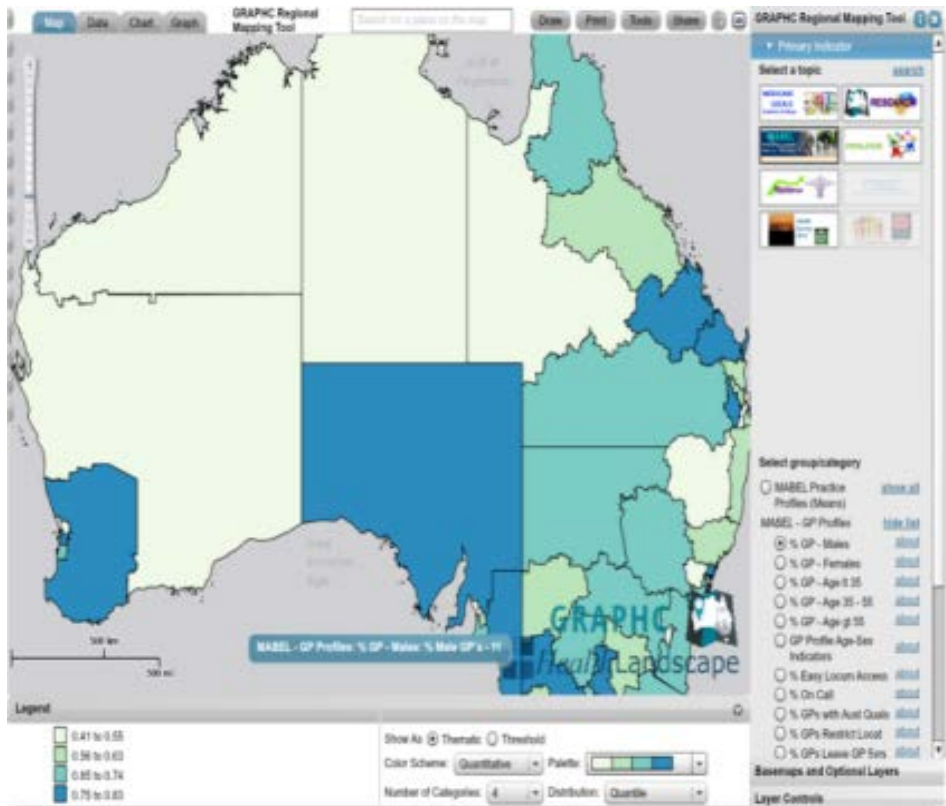


[그림 11] Canadian Public Health Association의 'Frontline Health atlas'

- 호주, 'GRAPHC(The National Centre for Geographic Resources & Analysis in Primary Health Care)'
 - ▶ 'Primary Health Care Research Institute(APHCRI)'내에 설치된 GRAPHC는 지역의 의료자원 및 서비스를 대상으로 하여 적절하고 형평적인 해결방법을 모색하기 위해 만들어 졌음



- ▶ 이를 위해 지리정보시스템을 이용한 분석방법, 데이터, 웹 기반 플랫폼 등을 제공하고 있으며, primary health care 이슈에 대한 연구수행을 지원하고 있음
- ▶ 대화형 온라인 매핑 기능을 지원하고 있으며, G-Tag시스템은 개인 프라이버시와 기밀을 유지하면서 데이터에 지리적 식별자를 적용하고 있음

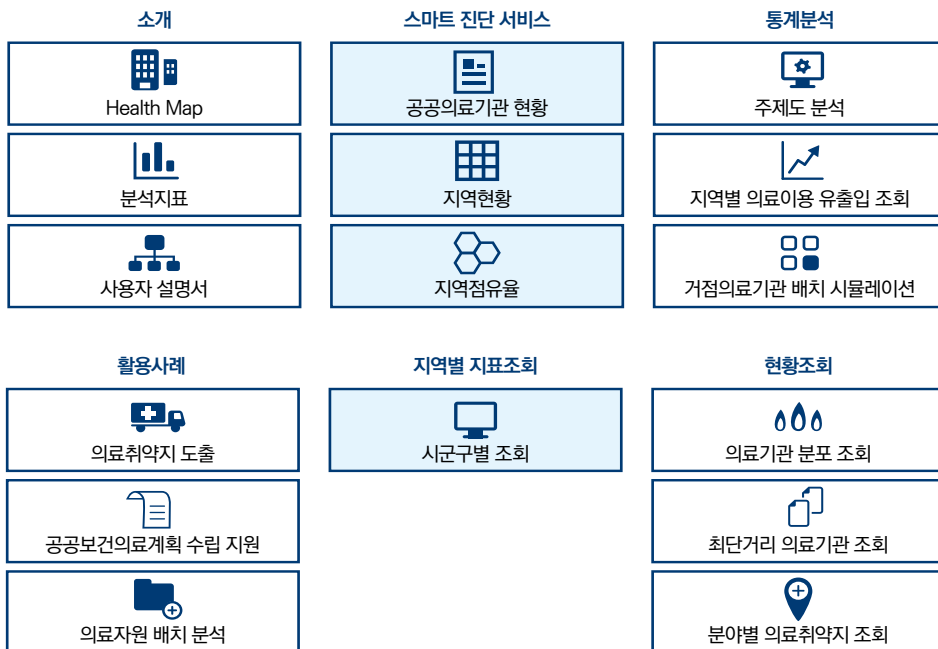


[그림 12] 호주의 'GRAPHIC'



● 보건복지부와 국립중앙의료원의 의료이용지도(Health map) 서비스

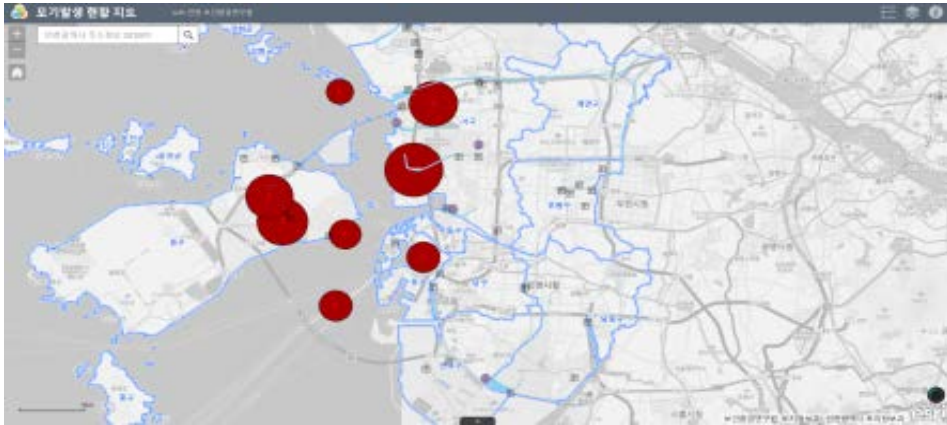
- ▶ 지역별 의료이용 및 공급 현황 등의 제공을 위한 지도 웹 서비스 수행. 지역 및 공공 의료계획 수립에 대한 정보 수집 및 DB 구축과 분석을 통한 근거 기반의 정책 수립에 활용하기 위함
- ▶ 지역별 의료이용 및 공급 현황 분석을 통한 주제도 분석, 분야별 의료취약지 거점의료기관 배치 시뮬레이션, 지도 위에서 의료기관의 분포 조회 등의 기능 제공



[그림 14] 보건복지부와 국립중앙의료원의 ‘의료이용지도’

● 인천시

- ▶ 모기를 매개로 하는 감염병 예방을 위해 IoT(Internet of Things)를 이용한 자동 모기 계측기를 120개 지점을 선정해 운영하고 있음
- ▶ 이를 통해 수집된 모기발생 장소는 ‘Smart GIS Incheon’ 홈페이지를 통해 지역주민들에게 시각화된 정보를 제공하고 있음



[그림 15] 인천시의 'Smart GIS Incheon'

- 지자체단체의 GIS를 활용한 의료시설 정보공개
 - ▶ 충청남도 공간정보포털은 2008년 이후 3차원 지리정보시스템을 통해 지역 내 시설물에 대한 지리정보를 제공하고 있음. 그 중 보건 의료분야에서는 공공보건 의료기관, 약국, 응급 의료기관 병·의원의 위치정보를 제공하고 있으며, 지도는 위치정보뿐 아니라 거리측정, 로드뷰 등의 옵션을 추가적으로 제공하고 있음
 - ▶ 광주광역시 광산구청 공공데이터 플랫폼인 광산imap은 안전, 의료, 복지 시설 등의 위치정보를 제공하고 있으며, 그 중 의료분야에서는 지역의 병의원, 보건소, 응급 의료기관 등의 위치정보를 시각화하여 제공하고 있음



충청남도 공간정보포털에서 제공하는 의료기관 위치정보



광산구청 공공데이터 플랫폼에서 제공하는 우리동네 건강지킴이 서비스

[그림 16] 지자체단체의 GIS 활용 의료시설 정보 공개 화면



● 질병관리본부

- ▶ 방역활동의 효율성을 높이기 위해 방역지리정보시스템을 개발
- ▶ 시스템은 방역차량의 궤적관리, 실시간 감염병 매개체 모니터링, 소독 의무시설 취약지, 감염병 매개체 발생 취약지의약품 관리 등에 이용되고 있음. 또한 GIS와의 연계를 통해 지역별 감염병 발생현황을 파악할 수 있어 감염병 관리의 효율성을 높일 것으로 예상됨
- ▶ 2015년을 기준으로 '방역지리정보시스템'은 전국 255개 보건소 중 17개 보건소에서 활용 중임



Network of geographical information system for vector control

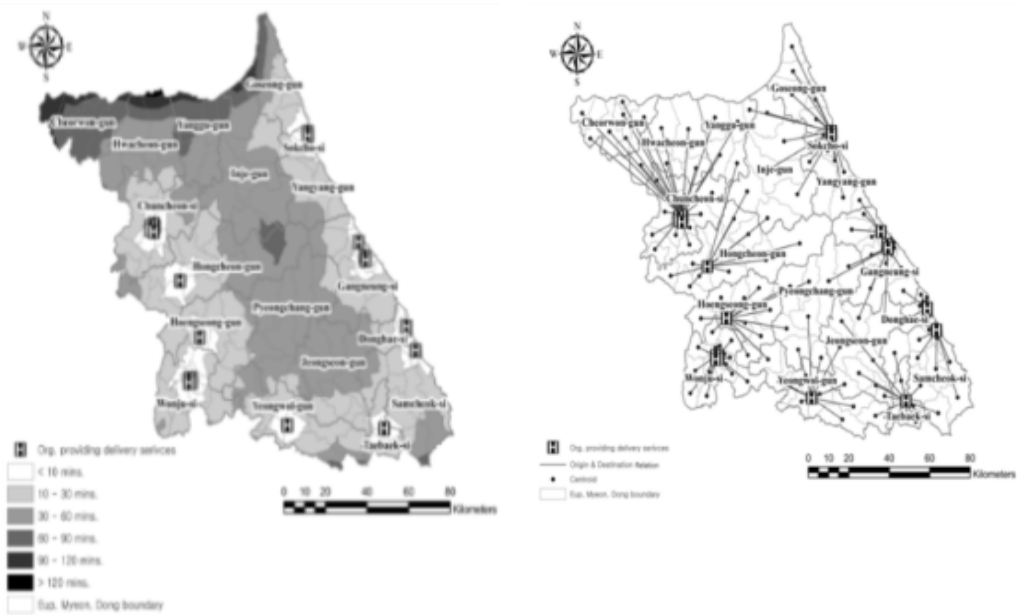
방역차량 궤적관리

[그림 17] 질병관리본부의 '방역지리정보시스템'

3.3 주요 최신연구동향

- Alberto Larocca(2016)는 우간다의 말라리아 진단 및 관리를 위한 m-Health를 도입했을 때 효과성이 가장 높은 지역을 GIS를 통해 분석함
 - ▶ 또한 말라리아를 관리하는 기존 프로세스를 개선하여 GIS와 통합된 m-Health 기술을 도입한 프로세스를 제시함
 - ▶ GIS와 m-Health를 통합한 기술의 도입은 실시간 데이터 수집을 가능하게 하여 모니터링을 강화할 수 있으며, 이를 통해 효율적인 의사결정이 가능할 것으로 판단
- Monaghan AJ at el(2016)은 지카바이러스의 매개체가 되는 Aedes Aegypti mosquito의 계절에 따른 분포를 GIS를 통해 분석하였고, 이를 통해 계절에 따라 지카바이러스의 위험이 높은 지역을 예측하는 모델을 제시함

- 최소영, 이광수(2017)의 분만의료서비스에 대한 접근성 평가
 - ▶ 강원도 지역의 읍·면·동에 거주하는 가임기 여성을 대상으로 분만서비스를 제공하는 의료기관에 대한 공간적 접근성을 평가함
 - ▶ 공간분석방법 중 네트워크분석(network analysis)방법인 service area analysis와 OD-cost matrix 분석방법을 이용하여 소요시간과 이동거리를 추정함

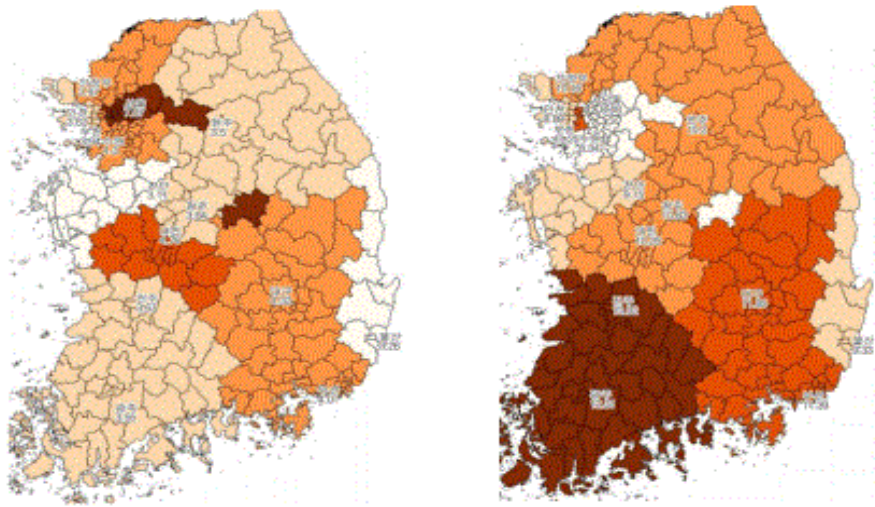


Service area for all HCOs providing delivery services

OD-cost matrix for all HCOs providing delivery services

[그림 18] 분만의료서비스에 대한 접근성 평가

- 김윤 등(2016)의 환자 의료이용지도(Health map) 구축 연구
 - ▶ 건강보험 빅데이터를 활용하여 우리나라의 질환유병별 의료생활권(진료권)을 설정하고, 이를 기반으로 한 지역 간 변이양상을 비교 분석하여 주요 정책 영역별 모니터링 및 자원배치 방안 등 정책적 근거 마련 목적
 - ▶ 의료생활권(진료권)별 입원서비스의 의료자원 분포 및 의료이용 변이지표, 일차의료관련 한국형 아틀라스의 개발과 심뇌혈관질환 의료이용과 결과의 지역변이, 5대 암종별 의료공급, 결과의 상관관계를 확인

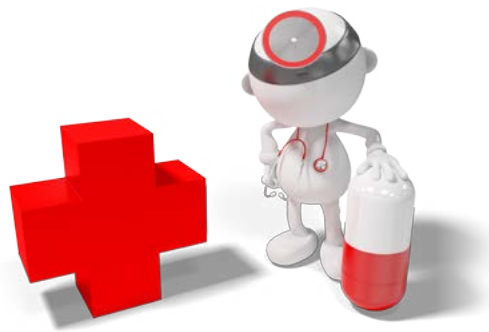


[그림 19] 환자 의료이용지도 구축 연구

4. 맺는 말

- 공간정보와 다양한 보건의료분야 빅데이터의 융복합은 국가보건의료시스템의 성과 향상을 위한 문제 파악 및 의사결정에 주요한 정보를 제공할 수 있음
 - ▶ 특히, 지역 간 차이가 존재하고 있는 현실의 구체적 파악 및 위치 정보의 활용은 국가보건 의료 시스템의 개선을 위한 가치있는 정보를 제공할 것임. 현재 급격하게 발전하고 있는 인공지능, 모바일, 사물인터넷 등과 같은 기술과의 융합은 이러한 발전 양상을 강화할 것임
- 공간정보와 보건의료 빅데이터의 융복합을 위하여 다음의 과제에 대한 고민이 필요함
 - ▶ 첫째, 국가 거버넌스의 구축이 필요함. 보건의료 빅데이터, 지리정보시스템, 공간정보는 기관 별로 수집, 관리, 운영되고 있으며 상호 연계와 통합이 되어 있지 않음. 이러한 문제의 해결을 위한 법, 제도 등의 정비가 필요하며, 또한 빅데이터 공유 플랫폼의 구축이 필요함
 - ▶ 둘째, 보건의료분야에서 생산되는 공간정보의 표준화에 대한 준비가 필요함. 타 산업분야의 경우 공간정보가 다양하게 생산됨에 따라 활용상 어려움이 있으므로 표준화를 미리 준비하는 것이 필요함. 이를 통하여 기관간 데이터의 상호교환이나 중복투자로 인한 문제를 방지할 수 있음

- ▶ 셋째, 공간정보의 이용서비스에 대한 접근성 개선이 필요함. 보건의료분야의 경우 개인정보보호법에 의해 공공기관이 보유하고 있는 공간정보에 대한 접근과 활용이 매우 제한적임. 현재 상황에서 법 개정이 이루어지기 전에는 개선의 여지가 많지 않지만, 사용자의 요구도를 고려하여 필요로 하는 정보에 대한 접근성을 개선할 수 있는 노력이 필요함
- 보건의료 공간정보 발전을 위한 공공기관의 향후 역할
 - ▶ 보건의료분야의 공공기관(건강보험심사평가원, 국민건강보험공단, 국립중앙의료원 등)에서는 기관별로 공간정보를 생성, 관리를 하고 있음. 보건의료관련 공간정보가 가지는 민감성으로 인하여 자료관리에 있어서 공공기관의 역할은 계속될 것으로 보임. 이와 더불어 생성된 정보의 공개, 활용 방향, 그리고 통계적 분석과 예측기법 개발에 대한 준비가 필요함
 - ▶ 공공기관에서 생성되는 정보는 기관 자체의 업무수행분 아니라 각종 연구활동과 민간산업분야의 발전에 있어서 중요한 밑바탕이 됨. 이러한 자료의 특징으로 인하여 보건의료분야 공간정보의 공공적 가치를 제시하고 있으며, 공간정보의 산출과 발전을 위한 지속적인 투자가 필요함
 - ▶ 공간정보는 4차 산업혁명에서 사용되는 기술 중의 하나임. 공공기관은 이러한 산업적 측면에서의 발전을 통한 국가 발전에 기여할 수 있도록 보건의료분야에서의 공간정보가 활용될 수 있는 환경을 구축하고 성과가 달성될 수 있도록 하는 역할의 수행이 필요함





참고문헌

- cngis.chungnam.go.kr/
- data.cms.gov/mapping-medicare-disparities
- data.cms.gov/market-saturation
- flunearyou.org
- healthmap.or.kr/
- imap.gwangsan.go.kr/
- opendata.hira.or.kr/home.do
- vaccinefinder.org/
- www.cdc.gov/dhdsp/maps/gisx/resources/public-health-maps.html
- www.healthmap.org/print_materials/brochure.pdf
- www.kpanews.co.kr/article/show.asp?idx=83626&table=column&category=E
- www.nsd.go.kr
- www.ppm.or.kr/contents/contentsView.do?MENUID=A01020103
- www.sphinfo.com/report-see-and-predict/
- Alberto Larocca et al. Malaria diagnosis and mapping with m-Health and geographic information systems(GIS): evidence from Uganda. Malaria Journal, 2016, 15(1): 520
- Dartmouth Medical School Center for the Evaluative Clinical Sciences, The Dartmouth Atlas of the Health Care, Amer Hospital Pub. 1996.
- Monaghan AJ et al. On the Seasonal Occurrence and Abundance of the Zika Virus Vector Mosquito Aedes Aegypti in the Contiguous United States. PLoS Currents, 2016, 16:8.
- 공간정보산업진흥원. 2016년 공간정보산업조사 보고서,
- 김윤 등. 건강보험 의료이용지도 구축 연구. 국민건강보험공단, 2016, 서울
- 신이현, 주영란. Development and Utilization of Vector Control Management System using Geographical Information system. 질병관리본부 주간건강과질병, 2015, 8:52.
- 최소영, 이광수. 강원도 지역 가임기 여성의 분만서비스 접근성 분석. 보건행정학회지, 2017, 27(3): 229-240