

AI를 활용한 미세먼지 측정

“기후변화 대응 실패는 단 한번으로도 전 세계에 막대한 영향을 끼칠 수 있습니다.” 2016년 다보스포럼에서 발표한 상위 10대 글로벌 리스크 중 단 한번의 실패로도 가장 큰 영향을 줄 수 있는 것으로 기후변화 대응 실패가 꼽혔다. 이듬 해인 2017년 다보스포럼에서도 기후변화 대응 문제는 가장 시급한 화두로 꼽혔다. 그렇다면 기후변화에 어떻게 대응해야 할까? 유엔(UN)의 기후변화 정부간위원회(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)는 기후변화 대응에 대한 해결 방안으로 인공지능(AI), 빅데이터, 사물인터넷(Internet of Things, IoT) 기술을 제시했다. 이러한 기술은 기후변화 대응의 기초라 할 수 있는 기상 예보의 정확도를 높여 보다 정밀한 기후변화를 예측하게 했다. 미세먼지에 대한 정확한 예보를 통해 앞서 언급된 기술이 기상 예보에 적용될 때 어떤 효과를 보여줄 수 있는지를 확인할 수 있다.

글 | 김동식 kdsik@kweather.co.kr

서울에서 태어나 현대 고등학교를 졸업했다. 한양대학교를 수석으로 졸업하고 MIT 기계공학과 석사를 마쳤다. 박사 과정을 밟다가 경영자의 길로 전환하여 세계적인 컨설팅그룹 ADL(Arthur D. Little)에 입사해 경영 컨설턴트로 근무했다. 1997년 민간예보사업제도가 처음 도입되자, 우리나라 최초의 기상 서비스기업 케이웨더를 설립했다. 국내 1위 기상 서비스기업 케이웨더 대표로서 '날씨 경영 전도사'라고 불릴 만큼 기상 산업을 위해 많은 활동을 해왔다. 지금은 한국기상협회 이사(1997~현재)와 기상산업연합회 회장(2002~현재)을 역임하고 있다. 저서로 '날씨 읽어주는 CEO', '미세먼지 극복하기' 등이 있다.

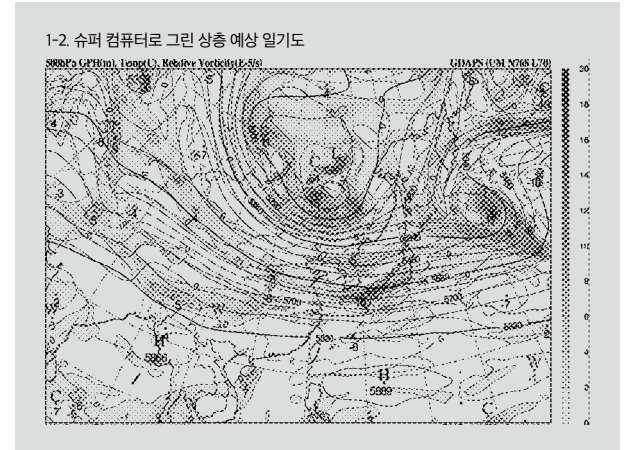
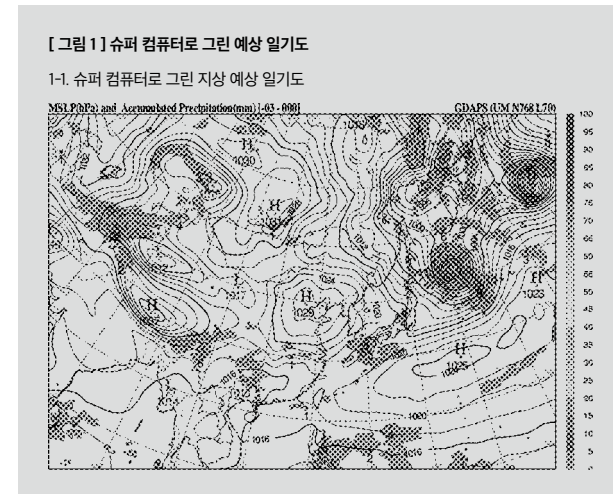
4차 산업혁명 기술 적용 이전의 기상 예측

기상 예보의 생산 과정은 크게 관측, 자료 처리, 현재 일기도 작성, 예상 일기도 작성, 통보의 순서로 이루어진다. 먼저 지표면 근처에서 관측할 수 있는 공기의 온도, 습도, 기압, 바람의 방향 및 속도, 구름의 형태 및 양, 황사나 안개 등을 관측한다. 지표면 근처의 관측은 37개소의 공식적인 기상 관측소에서만 이뤄진다. 500대의 무인자동기상관측장비 자료는 참고로 활용된다. 전국에 8곳이 있는 고층기상관측소에서 하늘 높은 곳의 공기 움직임을 측정한다. 이렇게 수집된 기상 관측 자료들은 기상청의 중앙서버로 취합된다.

표준화 및 보정 작업을 마친 관측 자료와 세계기상기구를 통해 받은 외국 관측 자료를 이용해 슈퍼 컴퓨터로 현재 기상 상태를 나타내는 일기도를 작성한다. 이 때 작성된 일기도는 표준 등압면 일기도와 여러 기상 요소를 볼 수 있는 보조 일기도들이다. 그 후 일기도와 함께 기상위성 자료, 레이더 자료 등을 취합해 수치 모델을 이용한 미래 예측 일기도를 만든다. 예보관들은 수치 예측 모델 자료를 참고하여 날씨 예보를 하게 된다. 결정된 예보는 예보문으로 작성돼 언론 기관이나 인터넷, 유선 등을 통해 일반에게 제공된다.

현재까지 우리나라에서 수행하는 기상 정보 제공 프로세스에서는 AI나 빅데이터를 활용하지 않고 있다. 관측에서 일기도 작성, 미래 예측, 생산된 예보 전파까지 4차 산업혁명 기술과는 동떨어져 있는 것이다. 이는 기상 예측의 낮은 정확도와 낮은 속도, 기상 정보 서비스의 다양성 부족으로 연결된다.

이를 해결하기 위해서 기상청에서도 4차 산업혁명에 관련된 연구를 시작했다. AI 날씨 예보 연구회를 활성화하고 드론 활용 기술 테스트를 진행 중이다. 기상관측 자료에 대한 정확성 및 관측 조밀성 확보를 위해 IoT를 활용하여 온도, 습도, 조도 등의 정보를 수집한다. 이외에 컴퓨터 그래픽과 같은 디지털 기술을 활용하여 기존의 날씨 콘텐츠를 표현의 한계를 극복한 실감형 콘텐츠로 발전시킨 새로운 부가가치를 만들어 내고 있다.



“단기 예보가 정확해지기 위해서는 관측 정확도 향상과 관측소 증가가 필수적입니다. 그러나 인력과 예산 등의 문제로 기상관측소 확장은 매우 어렵습니다.” 전 기상청장의 말이다. 이에 대한 해결책으로 그는 IoT를 이용한 관측자료 확장 방법을 말한다. 서울에서 기온, 강수를 실시간으로 측정할 수 있는 기상관측소는 30개소 뿐이다. 이 정도의 관측소로는 정확한 국지기상을 예측하는 데 한계가 있다. 대안으로 서울에서 운행 중인 택시를 활용해 보자는 것이다. 택시에 탑재한 ‘운행기록 자기진단장치(On Board Diagnostics, OBD)’의 센서를 통해 기온과 기압, 강수 등 외부 기상 정보를 실시간으로 획득할 수 있다.

정확한 관측을 통해 다량의 자료가 확보되면 이를 이용하여 예보를 생산하게 된다. 현재는 슈퍼 컴퓨터를 활용하여 생산된 수치 예보 자료가 기상 예보의 원재료다. 이제는 AI를 활용한 날씨 예보로 가야만 한다. AI는 오랜기간 동안 축적된 기압배치와 날씨 현황의 빅데이터 속에서 오늘과 유사한 기압계를 찾아낸다. AI 분석 자료, 수치 예보 자료와 인간 예보관이 상호 보완하는 예보는 획기적인 예보정확도 향상을 가져올 것이다. CNN(convolutional neural networks)은 빅데이터와 AI를 결합해 기상 영상 분석 능력을 15% 정도 향상시킨 것으로 알려져 있다. 이는 정말 엄청난 수준이라고 할 수 있다. 이러한 기술을 우리나라 기상 예보에 적용한다면 예보의 정확도를 향상시킬 수 있다. AI를 활용한 예측은 단기 예보 뿐만 아니라 산업계에 많은 도움을 주는 중장기 예보의 정확도도 향상시킬 것이다.

AI를 기상 예측에 결합한 일본과 IBM의 선진 사례

정확한 기상 정보의 첫 단계는 위험 기상에 대한 영향력 분석이다. 위험 기상(폭염, 한파, 태풍, 집중 호우, 폭설 등)이 사람과 산업에 미치는 최악의 시나리오를 AI와 빅데이터를 이용해 분석할 수 있다. 산출된 분석 정보들을 정확하고 빠르게 전달하는 데에는 IoT와 표시

기술을 활용할 수 있다. 지금은 지진, 산사태, 홍수 등 자연 재난 때마다 전화 문이나 인터넷 검색, 기상 안내 시스템이 마비되고 있다. AI를 활용해 이를 개선해 나간다면 통보 뿐 아니라 상담 서비스까지 가능해질 것이다. 일본 기상청의 지진 예측 및 감지, 전파 시스템이 그 좋은 예다. 이들은 빅데이터와 AI, IoT, 그리고 최고의 통신 기술을 결합해 지진 피해를 최소화하고 있다.

장기적인 기후변화 대응에 4차 산업혁명 기술은 다양하게 활용될 수 있다. IoT 및 빅데이터 기술을 활용하여 획득한 기후재난 데이터 및 지리·기후 정보 등의 상호연계분석을 수행한다. 이를 통해 특정 지역에서의 취약한 재난 유형을 미리 예측하여 조기 재난 경보에 활용할 수 있다. 또한 일사량, 강수량, 농작물 경작 현황 등을 종합적으로 분석하여 곡물 생산 계획에 반영한다. 이는 기후의 영향을 받는 임업, 수산업, 해양 등의 다양한 분야에 활용될 수 있다.

이처럼 4차 산업혁명 기술과 날씨를 잘 결합시킨 기업이 바로 IBM이다. IBM은 AI, 드론, 클라우드 플랫폼을 통해 기상 정보를 수집하고 예보 기반을 구축하고 있다. 또한 최단시간에 최상의 정보를 제공해주는 기상 정보 서비스 시스템이 구축되어 있다.

세계적인 전자 가전 회사인 일본의 파나소닉(Panasonic)도 기상 정보 서비스에 4차 산업혁명 기술을 적극적으로 활용하고 있다. "Tropical 4D를 활용한 파나소닉의 Global 4D 일기 예보 제품군을 통해 항공, 해운, 해상, 재생가능 및 탐사 에너지 시장, 보험 및 필수품 등 정부 및 날씨에 민감한 산업 내에서 파트너의 작업을 지속적으로 지원할 것입니다." 파나소닉 날씨 솔루션(Panasonic Weather Solutions) 관계자의 말이다. 파나소닉은 전 세계의 항공, 해운, 탐사에너지 시장 등에서 날씨 예보가 부정확하여 매년 수십 억 달러의 비용이 사라지고 있다고 분석했다. 이들은 빅데이터, 사물인터넷, 드론을 포함한 로봇기술, 슈퍼 컴퓨터를 활용한 모델과 인공지능을 활용하여 실시간으로 기상 정보를 제공하는 파나소닉 날씨 솔루션을 만들었다. 이 솔루션이 보유한 기상 모델링 플랫폼은 세계에서 유일하게 분야별 맞춤형으로 개발되었다. 기상 예측 기능은 4차원(경도, 위도, 고도 및 시간)의 상세한 대류권 데이터를 연속적으로 공급하는 등 파나소닉의 독점 대기 데이터 세트를 최대한 활용하고 있다. 파나소닉은 4차 산업혁명 기술을 활용하여 기상정보서비스를 획기적으로 발전시킨 대표적 사례다.

실외 미세먼지와 AI : 대만의 사례

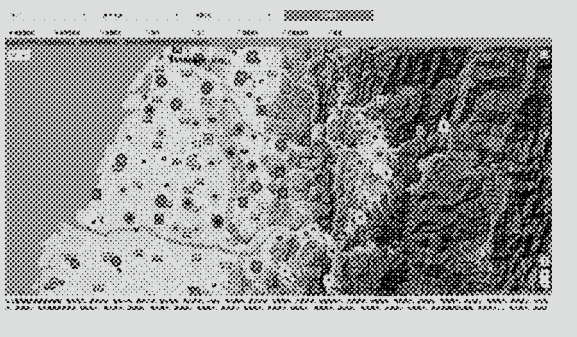
기후변화와 날씨는 미세먼지의 증가와 깊은 연관이 있다. "정작 미세먼지 비상대책이 발표된 날은 미세먼지 농도가 좋았습니다." 2017년 1월 14일 서울시는 미세먼지 비상대책을 발표했다. 바로 차량 2부제와 대중교통 수단인 버스와 지하철의 무료 탑승이다.

그런데 미세먼지 농도가 나쁠 것으로 예상해 대중교통을 무료로 제공했지만 정작 1월 15일 오전의 서울시 미세먼지 농도는 '보통' 단계였다. 이는 아직도 우리 나라 미세먼지 예측 기술이 낮다는 사실을 시사한다.

미세먼지에 대한 정확한 처방과 대책이 나오기 위해서 가장 시급한 것은 정확한 미세먼지 예측 능력이다. 이를 위해서는 관측 정확도의 향상과 관측소 증가가 필수적이다. 그런데 현행 환경부의 미세먼지 관측망의 숫자는 매우 적다. 초미세먼지 측정소는 2016년 4월에 152개소에 불과했다. 정부는 측정소의 개수를 2018년에는 287개소, 2020년에는 293개소로 늘리겠다고 한다. 측정 장비의 대폭 확장이 어려운 것은 장비가 고가(高價)이기 때문이다. 측정소의 개수가 절대적으로 부족한 것도 문제지만 측정소 가운데 높이 기준(1.5~10m)을 충족한 것은 전체의 26.9% 뿐이다. 높이를 충족하지 않은 관측소의 관측 값이 포함되었기 때문에, 정확한 미세먼지 관측 값을 얻기 어렵다. 여기에 공원(서울 성동구, 송파구)이나 정수시설(서울 광진구, 김포시 고촌면)처럼 지역 대표성이 없는 곳에 설치된 측정소도 많다. 그렇다보니 관측 값이 국민들이 체감하는 미세먼지 농도 값과 달라 불신감을 키우게 된다.

미세먼지는 한 지역의 좁은 곳에서도 농도 차이가 크다는 특성이 있다. 길 옆인지, 지하철 입구인지, 공장 옆인지, 아니면 공원인지 말이다. 따라서 현재 국가의 미세먼지 관측망으로는 내가 사는 지역의 미세먼지 정보를 정확하게 알 수 없다. 이런 문제를 해결하기 위한 방법에는 무엇이 있을까? IoT를 이용한 관측 자료 확장 방법이 있다. 간이 미세먼지 실외 측정기를 도시 곳곳에 설치하는 것이다. 미국 UC버클리 대학의 커크 스미스(Kirk Smith) 박사는 미세먼지 간이 측정기 이용에 적극적으로 찬성한다. "간이 측정기의 데이터를 통계에 활용하거나 정교한 수치를 필요로 하는 곳에서 사용하기는 어렵습니다. 그러나 저렴한 미세먼지 간이 측정기는 농도의 흐름을 정확하게 잡아낼 수 있습니다." 스미스 박사는 실외 미세먼지 간이 측정기들이 국가의 미세먼지 정책에 변화를 가져올 수 있다고 말한다.

【그림 2】대만의 실외 미세먼지 간이 측정기 설치 및 데이터 표출 그림

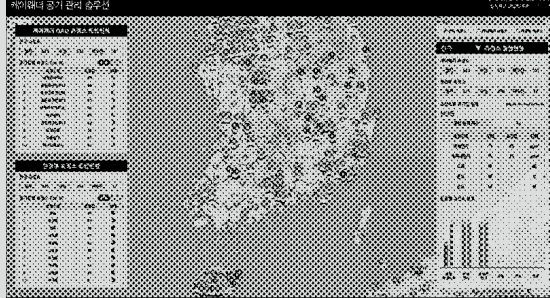


이런 방법을 도시에 활용한 나라가 대만이다. 대만의 기안 국제대학이 외부용 미세먼지 간이 측정기를 곳곳에 설치하였다. 이들은 관측 데이터를 대만 미세먼지 사이트를 통해 정부와 국민들에게 실시간으로 제공한다. 이를 통해 정부나 지자체는 각각의 다른 영역에 대해 초미세먼지의 저감 대책을 수립하고 실천하는 것이다. 이 덕분에 국민들은 최상의 미세먼지 정보를 제공받을 뿐만 아니라 정부가 미세먼지 저감을 위해 어떤 대책을 시행하는지에 대해서도 알 수 있다. IoT나 통신망을 활용한 대만의 수준은 아직은 초기 단계다. 그러나 대만은 데이터가 쌓이면 AI를 활용한 예측 단계로 나갈 계획이라고 한다.

미세먼지 측정에 AI가 적용된 국내 사례

국내에서도 케이웨더에서 실외용 미세먼지 간이 측정기를 만들어 현재 전국적인 관측망을 구성해 나가고 있다. 케이웨더는 대만의 사례와 유사한 간이측정기 관측망을 제주시에 구축했다. 62대의 실외 미세먼지 간이측정기를 설치하여 IoT 기반의 공기질 모니터링 서비스를 제공했다. 이 서비스를 통해 상세 공기질 측정 값을 제공하여 시민 건강 증진을 추구할 수 있게 되었다. 또한 실내공기 측정 값과 연계한 입체적 공기질 관리가 가능해졌고 지자체는 미세먼지에 즉시 대응이 가능해졌다. 케이웨더에서는 관측 자료의 데이터베이스 구축을 통해 대기오염과 건강의 상관성을 정량적으로 분석하여 빅데이터와 인공지능을 결합한 예보 체계로 나갈 계획이다.

【그림 3】케이웨더의 실외공기 측정소 분포 현황을 확인할 수 있는 모니터링 시스템

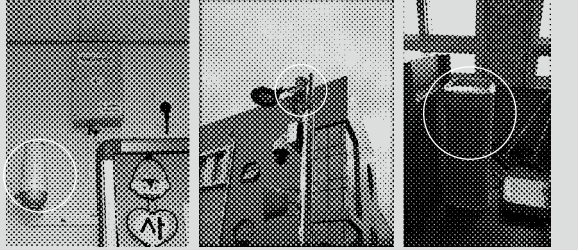


교육 현장에서도 미세먼지를 스마트하게 파악, 예측하는 시도를 벌이고 있다. 기실, 악화되고 있는 미세먼지에 피해를 많이 입는 곳이 학교다. 학교에는 고농도 미세먼지 대응 매뉴얼이 보급되어 있지만 적극적인 대응 조치가 미흡하다. 따라서 미세먼지 대응 교육을 체계적, 전문적으로 수행하는 선도학교 운영이 필요하다. 부산시 교육청에서는 IoT 기반 스마트 공기질 관리 체계를 구축하여 운영하고 있다. 부산시 교육청은 미세먼지의 유해성에 대한 경각심을 고취하고 학교 현장에 적합한 미세먼지 대응

매뉴얼을 마련함으로써 미세먼지 피해를 최소화하려고 한다. 부산시 교육청은 초등학교 5곳, 중학교 3곳, 고등학교 2곳 등 총 10개교를 미세먼지 대응교육 선도학교로 지정하여 운영하고 있다. 실내·외 공기 간이측정기를 학교 운동장, 교실, 체육관 등 실내/외 각 1대씩 설치하여 운영한다. 측정된 실내외 데이터를 종합적으로 분석하여 학습 능률 지수를 제공한다. 실외 미세먼지 간이 측정기를 활용하여 학교 체육이나 야외 활동 가능 여부와 야외 활동 지속 시간을 알려준다.

실내 미세먼지 농도가 높아지면 자동으로 공기청정기가 작동하도록 하였다. 이들 학교에서는 교육과정과 연계하여 학생과 교사를 대상으로 한 미세먼지 대응 교육을 추진 중이다. 미세먼지 국가관측망과 민간기업의 실외 공기 간이 측정기의 데이터를 연계하여 빅데이터화 하면 더 정확한 예측이 가능하다. 빅데이터와 AI가 결합되면 환기장치나 공기청정기가 자동으로 작동하고 학생은 물론 교사에게도 정보서비스가 실시간으로 전달될 것이다. 학생들이 최적의 공기 속에서 공부하고 생활하게 될 날이 멀지 않았다는 말이다.

【그림 4】부산 거성중학교 설치 운영 사례



교실에 실내공기측정기 (IAQ) 설치 운동장에 실외공기측정기 (OAQ) 설치 교실에 IoT 공기청정기 설치

*IAQ : Indoor Air Quality *OAQ : Outdoor Air Quality