

IoT기반 빅데이터를 활용한 실내공기질 관리 시도 및 전망

○ 차 상 민 | 케이웨더(주)/에어가드K
공기저능센터장
E-Mail : leocha@naver.com

1. 서론

중국에서 불어온 황사로 인해 대기오염에 관한 국민의 우려와 관심이 높아진 데에 이어 최근에는 미세먼지의 등장으로 이제 보통사람들까지도 PM10이나 PM2.5와 같은 공기질(Air Quality)에 관한 전문용어를 일상어로 사용하게 되었다. 사실 PM10이 미세먼지로, PM2.5가 초미세먼지로 알려진 것은 학술적으로 정확한 표현이라고 할 수는 없지만 웬만한 환경선진국에서조차도 생경한 용어가 우리에게 일상 용어가 될 정도로 공기질에 관한 공공인식(Public Awareness)의 수준은 분명히 높아졌다.

공기질에 관한 공공인식 제고에 큰 역할을 한 미세먼지는 유독 중국과 우리나라에 큰 영향을 끼치고 있는데 이는 미세먼지의 가장 주요한 원인으로 여겨지는 석탄화력발전소, 경유차 등 화석연료에 대한 의존도가 중국과 우리나라에서 크기 때문이다. 이러한 미세먼지의 강력한 영향으로 인하여 우리나라에서는 공기질의 수준은 곧 미세먼지 농도와 동일시될 정도로 인식의 치우침이나 왜곡이 나타나고 있다.

이러한 인식왜곡은 공기청정기 시장의 과도한 비대현상으로 나타나기도 하지만 미세먼지로 촉발된 공기질에 관한 관심은 실내공기질(Indoor Air Quality)에 대한 관심으로 전이되면서 미세먼지이외의 이산화

탄소(CO₂), 황성유기화합물(VOC), 라돈, 부유세균 등 종합적인 공기질 관리에 대한 관심으로 점차 확대되는 조짐을 보이고 있다.

우리는 하루에 1~2리터의 물을 마시는 데 비해 공기는 하루에 1~2만 리터의 양을 들이마신다. 그럼에도 불구하고 국내 생수 시장의 규모에 비해 공기질 관련 시장은 공기청정기 시장을 제외하면 아직 태동단계에 머물러 있는 것이 사실이다.

공기질에 대한 관심에 비해 공기에 관련된 산업은 아직 미미한 수준이지만 최근 일반 가정에서도 실내 공기질을 간편하게 측정하는 측정기계가 생활용품으로 등장하고 있고 정보통신의 발전에 힘입어 측정된 공기질 데이터를 인터넷을 통해 24시간 365일 어디에서나 확인할 수 있게 되면서 이제 실내공기질 측정기는 일반 가정의 온도계처럼 하나 정도는 집안에 비치해둬놓은 생활용품의 자리를 넘보게 되었다.

필자는 IoT (Internet of Things)기반의 공기측정기를 생활용품화하여 생산하는 사업에 종사하고 있다. 기존의 공기질 측정기가 부피도 크고 가격도 비싸서 일반 소비자들이 구입하기에는 적절치 않은 ‘전문장비’에 속한 것이었다면 필자가 생산하는 공기질 측정기는 저렴한 가전제품 수준의 가격대로 누구나 관심만 있다면 큰 부담없이 구입할 수 있는 ‘생활용품’이라 할 만하다.

필자는 IoT기반의 편리한 공기질 측정기를 보급

하여 공기질의 측정뿐만 아니라 공기질의 개선, 분석, 컨설팅, 솔루션 제공 등 공기에 관한 종합적인 사업을 운영하고 있다.

필자의 학식과 경험에 비추어 공기질에 관한 전문성이 일천함에도 불구하고 감히 이 글을 쓰는 이유를 변명하자면 다음과 같다.

필자의 사업 결과로 IoT기반의 공기질 측정기가 보급되면서 이제까지 없었던 공기질에 관한 새롭고 다양한 데이터가 생성되기 시작하였고 이러한 데이터의 축적은 공기질 관리에 새로운 시도를 자극하여 빅데이터를 활용한 공기질 관리 시스템 구축을 구체화하는 단계에 이르렀다.

이에 필자는 산업 현장에서 직접 관여하고 경험한 다양한 시도와 문제점, 전망 등을 공유함으로써 훌륭한 전문가들의 관심과 참여를 유도하여 빅데이터를 활용한 완성도 높은 공기질 관리 방식이 보다 높은 차원으로 발전하기를 바라는 소망에서 비롯되었다는 점을 밝혀둔다.

2. 실내공기질 관리 방식의 변화

2.1 기존 실내공기질 관리 방식

(1) 실내공기질 관리에 관한 제도

우리나라에서 공기질에 관해 공식적으로 관심을 갖게 된 것은 1996년 ‘지하생활공간 공기질 관리법’이 제정되면서부터이다. 이것이 2003년 ‘다중이용시설등의 실내공기질관리법’으로 개정되면서 어린이집 등 다중이용시설로 관리대상 범위가 확대되었고, 그 이후에 적용 범위를 확대, 대중교통차량의 실내공기질 관리 등이 포함되어 총6차례 개정 이후에 2016년 12월23일부터는 ‘실내공기질관리법’으로 법률의 명칭이 변경되어 현재 시행되고 있다.

새로이 시행되는 실내공기질관리법은 다중이용시설의 실내오염원과 유해물질에 대한 관리를 강화하는 내용으로 개정되었다. 다중이용시설 또는 공동주택의 설치자는 건축자재가 오염물질을 방출

하는지 사전에 확인하도록 의무화하였고, 인체 위해성이 큰 라돈(Radon)의 관리를 강화하여 공동주택에 대한 라돈 권고기준(200Bd/m³)을 마련하여 개선조치를 권고할 수 있도록 하였다. 또한 최근 관심이 높아지고 있는 미세먼지(PM2.5)와 곰팡이를 다중이용시설의 실내공기질 권고기준 항목에 새로이 포함시켜 실내공기질 관리의 선진화를 추구하였다.

한편, 기존의 다중이용시설에 대한 법적 의무측정이 연말에 집중되어 측정을 못 받거나 부실화되는 것을 보완하기 위하여 지하역사 등 17개 일반시설군은 상반기에, 민감계층 이용시설군(어린이집, 노인요양시설 등)은 하반기에 측정을 받도록 구분하였다. 아울러 실내환경관리센터 설립, 취약계층 이용 시설의 지원, 실내공기질 관리 종합정보망 구축·운영, 측정기기의 부착·운영 등 지난 20년간 시행하면서 발생한 여러 개선점들을 보완하여 실내공기질 관리를 체계화하는 진전을 보였다.

표 1. 실내공기질관리법에 의한 측정 항목 및 기준

측정항목	권고기준 농도	관련 기준
폼알데하이드	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	신축 공동주택 실내공기질 권고기준
벤젠	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
톨루엔	1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
에틸벤젠	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
자일렌	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
스티렌	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
총휘발성유기화합물	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	다중이용시설 실내공기질 유지기준
총부유세균	800 CFU/m ³	
미세먼지(PM10)	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
총부유곰팡이	500 CFU/m ³	WHO 권고기준
집먼지 진드기	2,000 ng/g	국제 workshop (Dust mite Allergens and asthma, 1992) 제시 권고 기준



그림 1. 실내공기질의 법적 측정의 문제점에 관한 방송 화면

(2) 실내공기질 관리 제도의 한계

기존의 다중이용시설의 실내공기질관리법에 의하여 전국의 1만 7천여 개의 대상이 연1회의 공기질을 의무적으로 측정을 받아야 한다. 여기에 새로이 개정된 실내공기질관리법에 의해 3만5천여 개의 공중이용시설까지 포함됨에 따라 공기질 의무 측정 시설이 급증하게 되었다.

그러나 이러한 의무 측정방식은 실제 운영상에 다음의 문제점을 갖고 있다. 먼저, 실내공기질 측정업체가 측정의뢰자로부터 측정비용을 받도록 되어있기 때문에 '갑을'관계가 형성될 수 밖에 없고 그 결과는 '99%의 합격률'로 나타나고 있다.

표 3. 실내공기질관리법에 의한 측정 방식

오염물질	시료채취시간	횟수	비고
비세먼지	6시간 이상	1회	-
폼알데하이드	30분	연속 2회	30분/1회씩
이산화탄소	1시간	1회	-
일산화탄소	1시간	1회	-
총부유세균	총시료채취당 250L이하	3회	20분 간격
이산화질소	1시간	1회	-
라 돈	측정방법에 따라 다름	1회	-
휘발성유기 화합물	30분	연속 2회	30분/1회씩
석 면	1시간	1회	-
오 존	1시간	1회	-

이러한 구조적 문제와 더불어 실내공기질 측정을 1년에 한 번 실시해서 판단한다고 하는 원천적인 한계가 있을 수밖에 없다. 실내공기질 측정은 의뢰자가 정한 날짜에 완전히 환기가 이루어진 '준비된' 현장을 방문하여 1~6시간 측정하게 되는데 비록 부실, 허위 측정이 이루어지지 않는다 하더라도 그 결과가 나쁠 수가 없다.

이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법은 365일

표 2. 실내공기질 관리에 관한 부처별 제도

관리대상	소관부처	근거법령	법목적
다중이용시설 신축공동주택	환 경 부	다중이용시설등의 실내공기질관리법	신축공동주택 및 지하역사 등 17개 시설군 관리
사무실 작업장	노 동 부	산업안전보건법 산업보건기준에관한규칙	작업장과 사무실의 실내 공기질 관리
학 교	교육인적 자 원 부	학교보건법	학교의 실내공기질 관리
공중이용시설	보건복지부	공중위생관리법	업무시설, 공연장 등 공중이용시설 관리
주 차 장 (2,000㎡ 이하)	건설교통부	주차장법	다중법에 포함되지 않은 주차장의 실내공기질 관리

24시간 모니터링에 의한 실내공기질을 상시 측정하는 방식이 있다. 그러나 이 방식을 적용하기에는 제도적인 측면의 관련된 규제들이 개선된다 하더라도 장비의 체계와 가격 측면에서 쉽게 실현할 수 없는 막대한 비용을 각오해야 한다.

하지만, 최근 정보통신과 센서 기술의 발달에 힘입어 상대적으로 저렴하고 간편하게 공기질을 상시 측정할 수 있는 IoT 공기측정기가 등장하면서 새로운 희망과 가능성을 보여주고 있다.

2.2 IoT의 의한 공기질 관리 방식의 등장

(1) IoT 기반의 실내공기질 측정기기의 등장

2016년 6월 미국의 시사주간지 뉴스위크(Newsweek)는 실내공기질에 대한 일상적인 측정의 중요성에 관한 특집 기사를 ‘커버스토리’로 다룬 적이 있다.

이 기사는 헤드라인에서 “전 세계 400만 명이 실내 공기오염으로 조기 사망한다. 하지만 보급형 센서가 수백만 명의 목숨을 구할 수 있다”라고 보급형 실내공기 측정기기의 효용을 강조하고 있다.

표 4. 실내공기질관리법에 의한 측정 방식

제조사	모델명	측정 대상	제품 외양	특징	가격대
Nest, 미국	Nest Protect	CO Smoke		<ul style="list-style-type: none"> - 색상에 의한 경고 - 스마트폰으로 정보제공 - 비상시 음성으로 경고 	USD 100
Cube Sensors, 슬로베니아	Cube Sensors	CO2, VOC, 온도, 습도, 기압		<ul style="list-style-type: none"> - 실내환경의 문제점을 개선을 위한 정보 제공 - 스마트폰으로 행동요령 알림 - 공기질뿐만 아니라 생활 통합정보도 알림 	USD 300~600
Netamo 프랑스	Netamo Wether Station	온도 습도 기압 CO2 소음		<ul style="list-style-type: none"> - 실내/실외 날씨 모니터링 - 집 안팎 비교 측정 가능 - 스마트폰으로 정보 제공 	USD 150
Footbot 미국	Footbot	TVOC CO CO2 온도 습도 PM		<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 색상으로 경고 - 행동요령 제공 - 사용자 맞춤형 정보 조건 - 스마트폰과 연동 	n/a

제조사	모델명	측정 대상	제품 외양	특징	가격대
SKT 한국	에어뮤브	온도 습도 미세먼지		<ul style="list-style-type: none"> - 블루투스로 스마트폰 연동 - LED 그래프로 오염정도 표시 	6~7만원
비트파인더 한국,미국	AWAIR	온도 습도 CO2 VOC PM		<ul style="list-style-type: none"> - WiFi로 데이터 송신 - 스마트폰과 연동 - 그래프로 오염정도 표시 - 시계기능 부가 	18~22만원
와이즈센스 한국	Airsense	CO2 TVOC PM 온도 습도 CO 기압 소음 조도		<ul style="list-style-type: none"> - WiFi로 데이터 송신 - 스마트폰과 연동 - 색상으로 오염도 표시 - 탁상용 및 벽부착용 겸용 	n/a
케이웨더 한국	에어가드K IAQ 스테이션	온도 습도 PM VOC CO2 소음 CO HCHO		<ul style="list-style-type: none"> - WiFi와 LTE 통신 방식 - 스마트폰과 연동 - 에어컨, 공청기, 공조기 등과 연동하여 자동 조절 - 경고 메시지 자동 송출 - 실외공기측정기 연동 	25~45만원
케이웨더 한국	에어가드K OAQ 스테이션	온도 습도 PM VOC 소음		<ul style="list-style-type: none"> - 실외용 공기질 측정기 - WiFi와 LTE 통신 방식 - IAQ와 연동 - 스마트폰과 연동 	148만원

표 5. 에어가드 K의 모델별 센서 구성 및 통신 방식

상품명	모델명	센서구성	통신방식
콤팩트형	AirGuard K-C	미세먼지, 온도, 습도, CO2	Bluetooth, WiFi
일반형	AirGuard K-S	미세먼지, VOCs, 온도, 습도, 소음 (CO2는 EQ 등가치로 제공)	Bluetooth, WiFi
고급형	AirGuard K	미세먼지, VOCs, 온도, 습도, 소음	Bluetooth, WiFi
프리미엄형	AirGuard K-P	미세먼지, VOCs, Co, HCHO, 온도, 습도, 소음	Bluetooth, WiFi
LTE형	AirGuard K-T	미세먼지, VOCs, 온도, 습도, 소음	Bluetooth, LTE

이 기사는 “세계적으로 매년 550~700만 명이 공기오염으로 사망하는데 이는 에이즈, 교통사고, 당뇨병을 합친 것보다 많은 숫자”임에도 불구하고 공기오염에 대한 정보가 일반인들에게 제대로 알려지지 못하고 있는 문제점을 지적한다.

미국 연방정부에서 미세먼지를 측정하기 위해 설치하는 측정 네트워크 구축을 위해서는 한 대에 10만 달러(약 1억2천만 원)의 비용이 들 뿐만 아니라 각종 규제와 더불어 측정장비의 크기 문제로 인해 설치 장소를 확보하기도 어려운 실정이라서 측정 네트워크의 구축은 제한적일 수밖에 없고 따라서 일반국민에게는 유용한 정보를 제공하는 데는 한계가 있다는 것이다.

이러한 상황에서 비록 10만 달러짜리 측정장비에 비해서 정확도는 떨어지더라도 200달러 가격대의 작고 간편한 공기질 측정기의 등장으로 수백만 명의 인명을 구할 수 있는 유용한 공기질 정보가 일반 국민에게 제공되고 있고 공기질 관리에 새로운 장이 전개되고 있다는 것을 이 기사는 소개하고 있다.

사실, 2016년 6월의 뉴스위크의 기사가 나오기 1~2년 전부터 ‘보급형 공기질 측정기’가 등장하기 시작하였다. 대체로 100~300달러 사이의 가격대로 그 이전의 측정기에 비해 상당히 저렴할 뿐만 아니라 대체로 스마트폰과 연동되어 언제 어디서나 측정치를 손쉽게 볼 수 있는 소위 IoT기반의 공기질

측정기가 생활용품으로 등장하게 된 것이다. 이들 중 몇 가지를 소개하자면 표 4와 같다.

(2) 에어가드K IAQ 스테이션의 기능, 특징

케이웨더에서는 ‘에어가드K IAQ 스테이션’이란 이름으로 실내공기질 측정기를 개발하여 국내시장에 내어놓았다. 이는 IoT기반의 실내공기질 측정기로서는 국내에서 처음으로 출시된 제품이다. ‘에어가드K’는 공기질 측정 요소의 종류와 센서의 신뢰성 측면에서도 기존 제품에 비해서 월등히 개선된 제품이지만 블루투스(Bluetooth) 뿐만 아니라 WiFi와 LTE 방식 등 다양한 통신환경에서도 안정적으로 데이터 통신이 가능하다는 면에서 국내 최초의 IoT기반 공기측정기라 할 만하다. 특히 LTE 통신 방식으로 상품화된 공기질측정기는 현재 시점에서 ‘에어가드K IAQ 스테이션’이 세계적으로도 유일하다고 할 수 있다.

에어가드K IAQ 스테이션은 온도, 습도, 이산화탄소, 미세먼지(PM10, PM2.5), 휘발유기화합물(VOCs)의 6가지 요소를 기본으로 측정하고 용도에 따라 폼알데하이드, 일산화탄소 등 총8가지 공기질 요소를 측정한다.

에어가드K IAQ 스테이션은 제품 외양의 5가지 LED 색깔에 의해 공기오염 수준을 알 수 있도록 되어있지만 기본적으로는 스마트폰을 통해서 각각

의 공기오염 요소의 수치를 확인하도록 되어있다. 또한 매1분 단위로 측정 데이터를 전송한 결과는 서버에 축적되어 디지털 데이터로 활용할 수 있을 뿐만 아니라 인터넷을 통해 일 단위, 주 단위, 월 단위 등 그래프로 표출되어 공기질의 변화를 직감적으로 알 수 있도록 되어 있다.

에어가드K 스테이션은 공기질 데이터를 측정하여 알려주는 단계를 넘어서 케이웨더가 자체 개발한 통합실내쾌적지수(CICI)를 제시하여 사용자들에게 쾌적한 실내 환경을 조성하는 기준을 제시하고 있으며, 아울러 쾌적한 실내환경을 유지하기 위해 사용자들에게 적절한 행동요령을 제시하고 스마트폰을 통한 메시지를 보내기도 한다.

에어가드K IAQ 스테이션을 통해서 수집되는 IoT 기반의 데이터는 실내의 공기질에 관한 데이터 이상의 정보 확장성을 갖고 있는데, 실내쾌적지수를 통하여 쾌적한 실내환경을 유지하기 위한 기준과 행동요령을 제시할 뿐만 아니라 학습능률을 위한 실내공기질 가이드를 제시하고 공기청정기, 에어컨 등과의 자동 제어 연동을 통해 업무 및 학습 성과를 최대한 높이기 위한 공기질의 유지 및 관리를 가능케 하고 있다. 나아가서 최적의 공기질 상태를 유지하면서도 에너지를 효율을 최적화하기 위한 에너지 관리 방안도 제시하고 있다.

한편, 에어가드K 스테이션을 통한 건물 전체의 공기질을 관리하여 쾌적도 유지, 업무 효율 향상,



그림 2. 에어가드K 스테이션과 스마트폰의 연결



그림 3. 에어가드K 스테이션의 데이터 활용

IoT기반 빅데이터를 활용한 실내공기질 관리 시도 및 전망



그림 4. 쾌적지수, 행동요령, 색상에 따른 실내상태 표시



그림 5. 에어가드K 데이터의 활용 확장성



그림 6. 실내공기질 관리를 위한 통합관리 시스템 사례

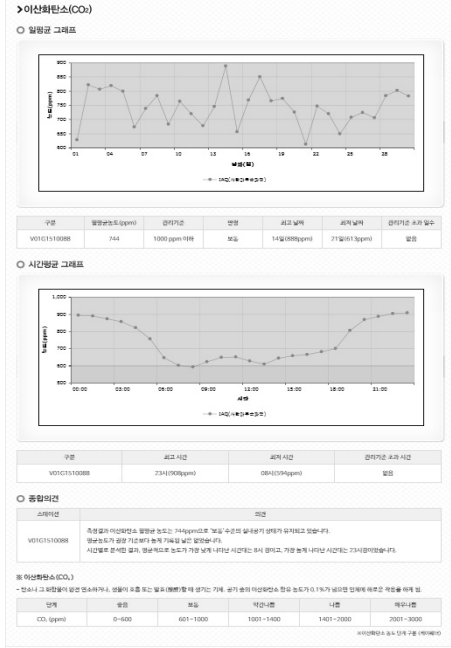


그림 7. 실내공기질 분석 보고서 및 개선 컨설팅 제공

유지 관리 비용의 절감 등을 달성할 수 있도록 하는 통합관리 시스템도 시행하고 있다.

건물 전체에 대한 통합관리를 위해서는 공기질 상태에 대한 전반적인 비교분석뿐만 아니라 연속적인 측정을 통한 시계열적인 비교분석이 이루어져야 한다.

이를 위하여 에어가드K 통합관리 서비스에는 아래 그림과 같은 공기질 분석보고서를 제공하여 공기질에 관한 종합 분석과 오염 요인 및 공기질 개선 방안에 대한 컨설팅을 제공한다.

(3) 실외용 IoT 공기질측정기, 에어가드K OAQ 스테이션

실내공기질 관리를 위해서 최첨단 장비와 시스템을 갖추었다 하더라도 신선한 외부 공기를 이용한 자연 환기보다 나올 수는 없을 것이다. 그러나 실외의 미세먼지 농도가 높은 날에는 오히려 실내 공기질을 악화시킬 수 있다는 문제가 있다. 따라서

외부 공기질을 측정하고 실내 공기질과의 비교를 통해 언제 환기를 시킬 지를 판단할 수 있어야 한다.

우리나라는 현재 전국적으로 320여개의 미세먼지 측정소가 있어 생활에 필요한 정보를 제공하기에는 턱없이 부족한 실정이다. 서울에는 구(區)별로 한두 개, 지방에는 도(道) 전체에 고작 몇 개가 있는 정도이다. 이렇게 적은 측정소 개수로서는 '내가 사는 지점의 정확한 실외공기 상태를 파악하여 환기를 할 것인 지를 판단할 믿을 수 있는 정보를 제공할 수가 없다. 게다가 측정소의 위치가 그 지역의 공기질을 대표하기에 적절치 못한 곳도 적지 않다는 지적이 있다.

또한 현재의 정부 공인 측정 방식은 1시간 동안에 수집된 미세먼지 농도 값 중에서 갑자기 높거나 낮아진 특이한 값을 제외한 평균치를 계산하여 일반에게 공개하는 것이므로 실시간 측정값이 아닐 뿐만 아니라 특정 지역에 나타난 오염된 공기의 유입이나 흐름을 파악하는 데는 한계가 있다.



그림 8. 미세먼지 관측소의 장소 문제를 지적하는 방송

정부 측정망의 용도가 대기정책에 필요한 과학적인 데이터를 수집하는 것에 1차적인 초점이 맞추어져 있기 때문에 이 데이터를 일반국민의 생활정보를 곧바로 활용하는 것에는 문제가 있을 수 있다. 따라서 일반국민의 생활정보 용도로서의 미세먼지 측정 데이터는 그 목적에 맞게 제공되어야 한다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 ‘에어가드K IQA 스테이션’을 생산하는 케이웨더는 IoT 기반의 실외용 공기측정기를 ‘에어가드K OAQ 스테이션’이란 이름으로 보급하고 있다.

옥외용 공기측정기인 에어가드K OAQ 스테이션은 미세먼지(PM10, PM2.5), 총휘발성유기화합물(TVOC), 온도, 습도, 소음을 실시간으로 측정하며 데이터는 스마트폰과 PC로 바로 확인할 수 있다. 측정기의 크기가 작고 가격도 정부공인 측정기에 비해 매우 저렴하여 쉽게 설치할 수 있다.

OAQ 스테이션을 통해서 사용자들은 내가 사는 지점의 정확한 실외 공기 상태 정보를 알 수

있고 유치원이나 학교에서는 운동장에서 체육활동이나 야외수업이 가능한 지 판단할 수 있다. 아파트나 주택에서는 자연환기를 할지 혹은 창문을 닫고 공기청정기를 가동할지를 결정할 수 있다.



그림 9. IQA와 OAQ의 데이터 비교를 통한 의사결정 가능

2.3 새로운 공기질 측정 방식의 확산 전망

(1) 일반 소비자를 통한 확산

2015년경에 IoT기반의 공기질 측정기가 시장에 모습을 나타낸 이후 이 제품의 확산은 생각했던 것보다는 천천히 이루어지고 있다. 하지만 주요 구매자의 특성을 파악해보면 이 제품이 갖는 잠재적 파급력을 기대해볼 만하다. 초기 구매자는 실내공기질에 민감한 계층으로서 대체로 유아를 키우는 젊은 주부와 아토피나 호흡기 질환이 있는 가구를 중심으로 건강과 관련이 높은 소비자들이 개인적인 차원에서 공기측정기를 구입하였다. 이어서 유치원

이나 유아원 등 실내공기질관리에 학부모들의 관심이 높은 곳에서 공기측정기를 구입하기 시작하였다.

그러나 시간이 지나면서 사무실의 쾌적한 환경을 이유로 포탈업체나 게임업체 등 젊은 층이 근무하는 기업체에서 직원의 복지 향상을 목적으로 회사나 노조 측이 공기측정기를 단체로 구입하는 일이 늘어났다. 또한 복합상영관 등 대규모 영화관에서 공기질 관리에 소요되는 인건비 등 유지관리비 절약하기 위해 IoT 공기측정기를 구입하였다.

그리고 쾌적한 공기질이 영업활동에 큰 영향을 미치는 독서실, 도서관 등도 공기측정기의 주요 구매자가 되었다. 이어서 최근에는 백화점이나 대형 아울렛 쇼핑센터 등 고객들이 오랜 시간 머물면서 쇼핑도 하고 음식도 사먹도록 하는 것이 매출증대에 도움이 되는 업체들에서 대규모로 IoT 공기질 측정기를 설치하고 있다.

IoT 공기질측정기의 구매 패턴을 보면 구입 주체가 개인 고객에서 기업 고객으로 (B2C → B2B), 구입 목적이 개인의 건강 보호 → 직원의 복지 향상 → 기업의 매출 증대 등 건강상의 이유에서 경제적 이유로 변화하고 있음을 알 수 있다.

이와 같이 IoT 공기측정기의 구입 패턴에서는 공기질의 관리가 개인의 건강 관리 차원을 넘어 공기관리가 돈이 된다는 것을 소비자들이 이미 인지하고 행동에 옮기는 것이라 해석해도 무방할 것이다. 하지만 소비자들이 앞선 시도들이 실제 의도한 대로 경제적인 이익으로 실현되기 위해서는 보다 많은 사례들의 축적과 이로부터 특정한 경향성을 찾아내는 노력, 즉 빅데이터 분석에 의한 정교화 과정을 거쳐야 한다는 숙제가 남아있다.

그럼에도 불구하고 소비자들이 공기관리와 경제적 이익과의 관계를 직감적으로 인지하고 행동에 옮기는 것은 양자 간의 깊은 연관관계가 있고 정교한 상관관계 파악이 없더라도 현재의 상태에서 경제적 이익이 실현된다는 것을 보여주고 있다.

(2) 통신회사를 통한 확산

IoT 공기질측정기의 보급이 점차 늘어나고 있는 반면 아직도 필자의 회사에서 판매한 제품으로부터 수집되는 데이터는 아직 4천여 건에 지나지 않는다. 필자가 희망하는 것은 전국 대부분의 건물과 주거시설, 그리고 나아가 각 거리와 장소에 대한 공기질 데이터가 수집되고 이것이 빅데이터 분석을 통해 건강하고 편리하며 경제적으로도 이익이 되는 정보를 제공하는 것이다. 이렇게 되기 위해서는 오랜 시간이 걸리거나 특단의 계기가 있어야만 가능할 것이다.

하지만 최근 IoT의 확산을 사업 기회로 생각하는 통신회사들의 이해와 맞물려 IoT 공기질 측정기의 확산이 획기적으로 늘어날 전기를 맞고 있다.

현재 국내에는 3개의 무선통신회사들이 있는데 이들 3개사는 모두 실내공기질 측정기(IAQ)를 직접적으로 판매하고 있거나 판매를 계획하고 있다. 특히 A사는 금년 중에 전국 2천여 개의 아파트 단지를 중심으로 IoT 실외공기질 측정기(OAQ)를 보급할 계획을 갖고 있고 이를 통해 각 아파트 세대에서 IoT 실내공기질측정기(IAQ)의 수요를 촉진할 것일 기대하고 있다. 한편, B사는 전국 도시의 도로망을 중심으로 OAQ 측정기를 설치하여 전국의 공기질 지도를 작성하고 이를 통해 새로운 사업기회로 연결시킬 계획을 갖고 있다. 이 회사는 이미 이달부터 자체 개발한 IAQ 측정기의 판매를 시작하여 공기질 사업에 본격 뛰어들고 있다. C사도 기존 자사의 IAQ를 개선하여 IoT에 적합한 사업모델로 확대할 것으로 보인다.

통신회사들을 통한 공기질측정기의 확산은 IoT 기술 발전으로 협대역사물인터넷(NB-IoT: Narrow Band IoT)이 도입되면서 가속화될 전망이다. 기존의 WiFi 통신이 보안에 취약하고 안정성이 떨어지는데 비해 LTE 방식의 안정성과 보안을 갖추면서도 미약한 전력 소모와 매우 저렴한 통신비용으로 데이터를 송신할 수 있어서 공기질에 대한 안정적인 데이터의 수집이 가능해지고 이를 바탕으로 비로소 공기질에 관한 빅데이터 사업이 본 궤도에 오

르게 될 것이다.

일반 소비자들의 필요에 따라 IoT 공기질측정기의 보급이 확대되고 통신3사의 IoT 사업 확장에 힘입어 공기질 데이터의 수집이 빅데이터 사업을 위한 역치를 넘어서게 되는 시점이 눈앞에 이르렀다고 필자는 확신하고 있다.

이제 이러한 데이터를 갖고 어떤 것을 알 수 있고 무엇을 할 수 있을까. 그리고 그렇게 되기 위해서는 어떤 것들이 선결되어야 할까. 공기질측정기 보급을 통해 빅데이터 사업을 하고자 하는 필자와 같은 사람들이 가장 관심을 갖는 부분이다.

3. IoT기반 공기질 측정 데이터

3.1 IoT 기반 공기질에 관한 새로운 정보의 생성

공기질에 관한 데이터는 이미 존재한다. 그러나 24시간 365일 연속된 데이터를 실시간으로 모니터링하고 오랜 기간의 축적된 데이터를 비교 분석할 수 있는 경우는 흔치 않다. 그러나 이제 IoT 측정기의 덕분으로 이러한 것이 가능해졌을 뿐만 아니라 다양한 데이터를 무수히 수집하고 축적할 수 있게 되었다. 데이터를 송신하는 다양한 장소의 공기질 데이터를 수집하는 것은 이제까지 존재하지 않았던 전혀 새로운 정보가 생성되게 된다는 것이다.

필자 회사가 현재 수신하고 있는 IoT 공기질 데이터는 약 4천여 건에 지나지 않는다. 이것으로 빅데이터 분석을 할 수 있는 ‘의미있는 양’(critical mass)이 되지 못한다는 것을 안다. 하지만 지금 수준의 데이터를 통해서라도 이것이 나타내는 다양한 정보를 분석하고 해석하면서 향후 축적되는 데이터에 대한 통찰로 이어질 것을 기대한다.

(1) IoT 공기질 데이터로 어떤 것을 알 수 있나?

에어가드K IAQ 스테이션의 일반형 모델이 측정하는 공기질 요소는 온도, 습도, 이산화탄소, 미

세먼지, 활성유기화합물, 소음의 6가지 종류이다. 필자는 6가지 그래프가 나타내는 곡선의 흐름과 형태를 보면 공기측정기가 설치된 곳이 어떤 상황이며 그 안에서 어떤 행동들이 이루어지는지를 짐작할 수 있다.

먼저, 온도는 건물의 용도를 알려 주는 기준이 된다. 도시의 가구와 사무실의 온도변화 곡선은 서로 정반대의 패턴을 보이는 경우가 많다. 동절기 사무실은 출근시간에 온도가 올라가기 시작하고 퇴근 이후에는 떨어진다. 동시에 이산화탄소(CO₂)의 수치가 올라가기 시작하여 퇴근 시간 이후에 급격히 내려간다. VOCs는 미약하게 올라가다 퇴근 이후에 천천히 떨어진다. 반대로 동절기 도시 가구에는 저녁시간 이후에도 높은 온도가 유지되면서 소음도 취침 시까지 높다. 난방 패턴이 일정하게 나타나는 중앙난방 방식과 그렇지 않은 개별난방 방식의 아파트도 쉽게 구별할 수 있다.

CO₂는 실내에서의 활동 유형을 알려준다. 사람이 집에 없으면 CO₂는 평형의 그래프를 그린다. 어떤 공간에 CO₂ 수치가 급격히 올라간다면 사무실에서 회의를 하는 경우가 많다. 대체로 대부분 회의가 시작된 후 1시간 만에 1,000ppm을 넘어서고 2시간이내에 2,000ppm을 쉽게 넘긴다. 이런 상태라면 참석자들이 집중을 못하고 낙서를 하고 있거나 졸고 있을 확률이 높다. 가정에서 CO₂ 농도가 갑자기 높아진다면 요리를 하는 경우이고 미세먼지가 덩달아 높다면 고기를 굽고 있는 것이고 VOC 수치가 높아진다면 짐이나 과일 셀러드를 준비하고 있는 것이다. CO₂ 농도가 갑자기 낮아지면서 소음 수치가 조금 올라가면 창문을 열고 환기를 하는 경우이다.

대기의 미세먼지 농도가 높지 않은 날 실내에서 미세먼지가 높게 나타나는 경우는 조리를 하거나 어린이들이 장난을 치거나 청소를 하고 있는 경우이다. 소음이 높은 수준에서 일정하게 유지되고 있다면 진공청소기로 청소하는 경우이고 소음의 그래프가 춤을 출 때는 장난꾸러기 아이들이 뛰어놀

고 있는 것이다.

미세먼지 수치가 높는데 소음이나 온도의 변화가 없고 이산화탄소 그래프가 조금 움직였다면 금연한 남편이 몰래 담배를 피웠다고 의심할 수도 있다.

저녁 무렵 습도가 갑자기 올라가고 난 후 VOC가 뒤따라 높아진다면 아내가 샤워를 하고 화장한 후 남편을 기다리는 것이다. 소음 수치가 50 데시벨을 계속 넘고 있다가 12시경에 30데시벨 대로 떨어지면 아내가 TV를 보며 남편을 기다리다가 지쳐서 잠자리에 들어간 것이다.

어린이집의 그래프는 대체로 M 자형 패턴을 보인다. 10시에 온도, 습도, CO₂, 미세먼지, 소음이 가파르게 오르기 시작하다가 1시~2시 사이에 온도를 제외한 다른 수치들이 갑자기 줄어들고 곧이어 또 모든 수치가 오르다가 4시 이후에 급격히 떨어지는 패턴이다. 어린이집은 10시에 시작하여 4시에 마치며 식사 후에 잠을 자는 시간이거나 야외 학습을 할 때이다. 활동량이 많은 어린이들은 잠잘 때를 제외하고는 모든 수치가 높아질 수밖에 없다. 한편, 식사시간 전에 미세먼지가 급격히 높아지는 어린이집이 있는데 이는 조리실과 학습 공간이 분리되지 않은 경우이다. 어린이집들이 영세한 곳이 많아서 조리공간이 별도로 마련되지 못한 경우인데 이는 어린이의 건강에 나쁜 영향을 미치는 것으로 개선되어야 할 부분이다.

필자가 확보한 4천여 개의 데이터로도 알 수 있는 정보는 공간의 용도가 무엇인지(사무실, 공장, 학교, 유치원, 상가 등), 주택의 위치가 어디인지(도시형, 농촌형), 주거형태가 무엇인지(아파트, 주택) 정도는 짐작할 수 있다. 이들 이외에도 공기질 데이터에 대한 사례 분석을 통해 보다 많은 정보를 얻을 수 있으며, 이러한 작업을 축적하여 정형화된 패턴을 찾아내고 패턴에서 벗어난 변형 패턴이 건강과 행복, 성과와 경제활동에 어떤 영향을 미치는지를 파악하여 삶의 질을 높이는데 기여하고자 하는 것이 필자가 추진하는 사업의 의도이다.

(2) 무엇을 할 수 있나?

공기질의 관리를 통해서 건강을 유지할 뿐만 아니라 생산성, 수익률, 학습능률을 향상시키는 것이 공기질에 관한 빅데이터 사업을 하는 필자의 지향점이며 다음과 같은 문제가 해결되기를 기대한다.

• 공기질과 생산성

실내공기질의 개선을 통해 5~15% 정도의 생산성을 증대시킬 수 있다는 연구 결과가 있다. 공기질이 두뇌 활동에 큰 영향을 미치기 때문이다. 2015년 10월 미국의 ‘환경보건전망 (Environmental Health Perspectives)’에 발표된 논문에서 공기질과 인지능력 간에 뚜렷한 상관관계를 밝히고 있다. 연구팀은 다양한 직종의 전문직업인 24명을 불러 모아 같은 사무실에서 일하도록 하면서 다양한 실험을 했다. 이들은 재래식 사무실의 공기질과 그린빌딩의 사무실 공기질에서 인지능력 실험을 했는데 ‘그린’ 공기질 상태에 노출된 사람들이 재래식 사무실의 공기질에 있는 사람들에 비해 61%나 높게 나타났다. 또한 그린빌딩의 공기질 기준보다 2배로 환기된 ‘그린플러스’ 상태에 노출된 사람들은 인지능력이 100% 이상 향상되었다.

실내공기질과 지적 능력의 관계를 파악하는 위의 실험에서 공기질에 큰 영향을 받는 부문은 고도의 두뇌활동을 필요로 하는 ‘정보 활용 능력’과 ‘전략 능력’ 부분에서 특히 타나났다. 특정한 목표 달성을 위해 정보를 수집하고 적용하는 정보활용 능력 점수는 ‘그린’ 환경과 ‘그린플러스’ 환경에서 각각 172%와 299% 상승했고, 전략을 계획하고 우선 순위와 실행순서를 정하는 전략 능력에선 재래식 건물의 공기질 환경에서보다 ‘그린’과 ‘그린플러스’ 환경에서 각각 183%와 288% 높아진 것으로 나타났다. 이 연구의 대표자인 조셉 앨런은 공기질이 좋은 환경에선 더 현명한 결정을 내리고 생산성이 높아졌다는 것을 밝혀냈다.

참고로, 위 실험에 사용된 IoT 실내공기질 측정기는 앞의 <표4>에서 소개한 Netamo Weather

Station으로서 필자의 회사에서 생산하는 에어가드 K IAQ 스테이션에 비해 결코 기능과 정확도에서 더 뛰어나지 않은 제품이 사용되었고 이것 때문에 이 실험의 신뢰성에 이의를 제기한 학자는 없는 것으로 안다.

• 공기질과 수익률

공기질을 개선하여 경제적 손해를 막을 수 있다는 수동적(passive) 결과는 이미 많이 나와 있다. 이에 비해 실내공기질 개선을 통해 매출을 증가시킬 수 있다는 능동적(Active) 결과는 그리 많지는 않다. 이중에 하나는 2010년 미국 환경청(EPA)이 조사한 내용으로서 “실내공기질 개선을 통해 생산성을 20% 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 연간 400~2,500억 달러의 이익을 낼 수 있다”는 내용이 있다.

한편, 최근 우리기업들에게도 공기질 개선이 단지 비용 요소를 사전에 예방하는 수동적인 대응 차원을 넘어서 적극적으로 매출 증대에 영향을 미치는지에 관해 심각하게 고민하기 시작했다. 이러한 고민은 대규모 쇼핑몰에서 나타나고 있다. 서울 근교에 위치한 대규모 복합쇼핑센터들은 가능한 많은 쇼핑객들이 오랜 시간 머물면서 쇼핑을 하고 식당에서 돈을 쓰도록 해야 한다. 그런데 거대한 쇼핑단지를 돌아다니는 것에 쉬 피로해지거나 빨리 돌아가고 싶은 생각이 나게 된다면 매출이 오를 수 없다. 그렇다면 신선한 공기질을 유지함으로써 쇼핑객의 피로감을 해소하여 오랜 동안 쇼핑을 하게 할 수는 없을까? 매출을 최대로 올리면서 유지비용을 최소화하는 접점을 찾는 것이 기업에게는 큰 과제가 되었다.

3.2 빅데이터를 활용한 공기질 관리의 시도

공기질을 쾌적하게 유지하면 근로자의 생산성이 높아진다. 이렇게 하면 근로시간이 늘어나는 것과 같은 효과를 볼 수 있다. 회의실의 이산화탄소 농도만 조절해도 회의 내용이 훨씬 생산적이 될 수

있다. 작업장의 경우 공기질 개선으로 불량률과 사고율을 낮출 수 있다. 이 처럼 공기질을 높임으로써 생산성을 올리는 문제는 그리 어려운 것이 아니다. 그러나 대규모 쇼핑몰센터에 신선한 공기질을 유지함으로써 매출을 늘리는 문제는 그리 쉽게 해결되는 문제가 아니다.

먼저 쾌적한 공기질 유지를 위해서는 적지 않은 비용이 들기에 매출 증대와 비용 증가에서 이익을 최대화하는 접점이 어디인지를 파악해야 한다.

어느 정도의 공기질을 유지해야 쇼핑객의 피로감이 낮아지는지를 알아야 한다. 어느 정도의 쾌적함이 쇼핑객으로 하여금 주저 없는 씀씀이를 유도하는지에 대해서도 알아야 한다. 쾌적함을 결정하는 공기질 요소가 온도인지 습도인지 미세먼지인지, 산소인지 이산화탄소인지 알아야 한다. 그런데 지금까지 여기에 관해 신뢰할 수 있을 만한 데이터는 존재하지 않는다. 기업에서는 실증적인 데이터가 아닌 임의적인 기준에 의해 공기질을 관리하고 있다.

최근 필자의 회사는 최첨단시설을 갖춘 대규모 쇼핑몰센터에 대한 공기질 관리 컨설팅을 실시하고 있다. 이곳은 최고의 공기질을 상태를 유지하는 것이 매출에 중요한 영향을 미친다는 것을 이미 알고 있고 최상의 공기질 관리에 많은 신경을 쓰고 있는 곳이다.

이곳 쇼핑몰센터의 50여 주요 지점에 에어가드K IAQ를 설치하여 2주간 공기 상태를 파악하고 회사 측의 공기질 관리 방식에 대해서도 조사하였다. 조사 결과 재미있는 사실들이 발견되었다. 먼저, 이 회사가 공기질 관리에 많은 비용을 들여 관리하고 있지만 의미 없는 활동에 많은 노력을 쏟고 있고 정작 중요한 요소는 간과하고 있었다. 예를 들어 쾌적성의 요소에서 쇼핑객의 피로감에 영향을 미치는 이산화탄소는 빠져있었고 미세먼지(PM10) 요소에 과도하게 치중한 나머지 청정도 기준이 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 임에도 불구하고 자체 기준인 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 맞추기 위해 무의미한 노력을 기울였다. 일반 쇼핑객에게는 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이나 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이나 전혀 그 차이를 느끼지 못할 뿐만 아니라 건강에 미치는 영향도

동일한 데 이를 위해 공조시스템의 과잉 작동으로 전력비용과 필터 수명만 단축시키고 있다.

이에 비해 이산화탄소의 농도는 주말에는 대체로 하루 종일 기준 이상으로 올라갔고 평일에도 오후 들어 1,500ppm이 넘는 경우가 많았다. 쇼핑객의 피로감은 이산화탄소에 크게 영향을 받음에도 불구하고 쾌적도의 기준을 산소농도(20.5%)에 맞추어 따라 휘산성이 강해 웬만한 공급량으로도 농도를 조절하기 힘든 산소발생장치에 비용을 쓰고 있다.

동절기 실내의 온도는 24~26℃로 설정돼 있는데, 대규모 쇼핑센터를 오랫동안 걸어 다니는 쇼핑객의 운동량을 생각했을 때 에너지 낭비가 심하고 쾌적함을 제공하지도 않는 온도이다. 오히려 입구 쪽이 21℃를 유지하고 안쪽으로 진행하여 동선이 길어짐에 따라 실내온도를 19℃ 정도로 낮춘다면 공기 중의 산소 밀도가 높아져서 외부에서 추가 산소를 공급하지 않아도 산소 농도를 높일 수 있다.

이번 쇼핑센터에서 가장 중시했던 것은 CO₂ 농도를 어느 수준으로 낮추는가 하는 것이었다. CO₂를 낮추기 위해서는 환기장치에서 외기의 비율을 높이는 것인데 외기의 비율이 높아질수록 실내 온도차가 발생함에 따라 냉난방 비용이 발생하고 필터의 교체 주기가 그만큼 짧아져서 유지비용이 상승하게 된다.

따라서 공기지능센터의 에어가드팀은 온도와 CO₂, 미세먼지 농도 사이의 상관관계와 각 요소의 가중치를 고려한 알고리즘을 개발하여 에너지 사용과 유지비용을 최소화하면서도 쾌적한 공기질을 유지하도록 하는 IAQ 측정기와 공조시스템과의 연동 프로그램을 개발하고 있다. 이러한 작업은 최소한 1년 이상의 데이터를 수집하여 알고리즘 수식을 미세조정해야 하는데 특히 공기질과 매출 변동과의 관계를 파악하여 계절별 공기질 관리 시스템을 구축할 예정이다.

4. 결론

4.1 빅데이터를 활용한 공기질 종합관리 시스템 구축을 위한 과제

공기질에 관한 빅데이터를 활용한 공기질을 종합관리하기 위해서 해결되어야 할 과제는 세 가지 측면에서 살펴봐야 하는데, 첫째, 데이터의 신뢰성 확보, 둘째, 데이터의 미시적(Micro) 해석을 가능케 하는 사례 추적 및 분석, 셋째, 데이터의 거시적(Macro) 해석을 가능케 하는 데이터의 임계질량(Critical Mass) 확보의 문제이다.

(1) 데이터의 신뢰성

공기질에 관한 데이터가 아무리 많다하더라도 데이터가 정확하지 않으면 빅데이터가 될 수 없다. 보급형 센서의 낮은 가격과 정확도는 서로 상충되는 가치이다. 저렴해야 많이 확산될 수 있고 확산되어야 빅데이터가 될 수 있다. 그러나 정확도를 희생해서는 빅데이터로서의 가치가 무의미해진다. IoT 공기질측정기의 가장 큰 문제점은 측정치의 신뢰성에 관한 것이다. 보급형 공기측정기에 사용되는 미세먼지 센서는 ‘광산란 방식’으로서 정부가 인정하는 ‘중량측정’ 방식이 아니고 정부 공인 측정기에 비해 측정치의 오차가 발생한다. 보급형 미세먼지 센서는 정확도가 다소 떨어지더라도 오염 추세를 파악하는 데는 믿을 수 있다. 문제는 데이터의 일관성과 절대치와의 상관성, 센서 끼리의 균일성이 유지된다면 기준 측정기와의 계기 조정(Calibration)과 방정식 보정을 통해서 충분히 신뢰할 수 있는 데이터를 구할 수 있고 이 데이터의 축적은 빅데이터로 활용될 수 있다.

에어가드K 공기측정기는 오차를 줄이기 위해 우리나라의 공기질 환경에 맞는 센서의 변환식을 새로이 도출했다. 이를 위해 황사와 미세먼지 농도가 높은 일반 대기환경에서 미세먼지의 실내 유입을 포함한 사례에서 기준기 측정값과 센서 측정값

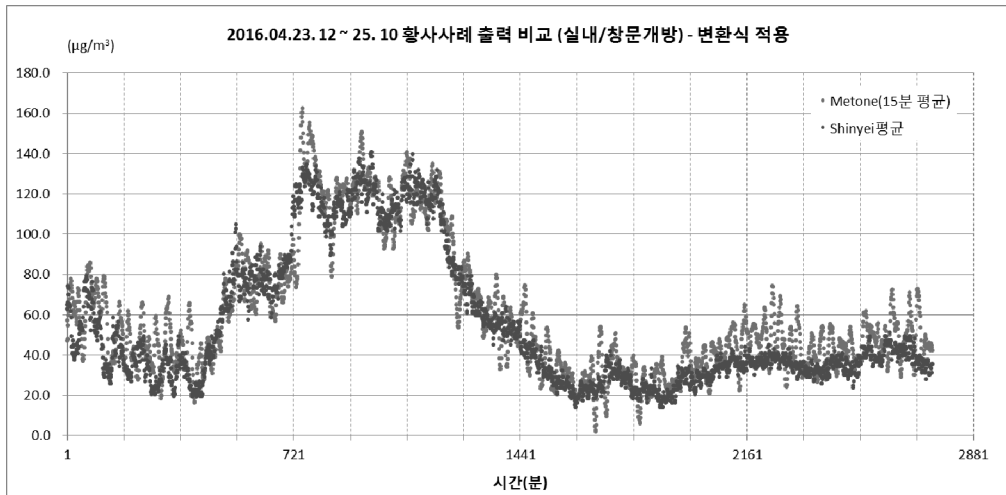


그림 10. 에어가드K IAQ 미세먼지 관계식 보정 후 측정 그래프

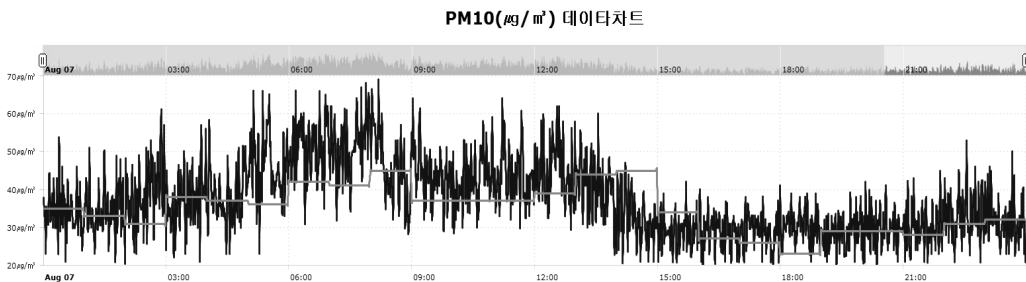


그림 11. 에어가드K OAQ 미세먼지 관계식 보정 후 측정 그래프

과의 관계식을 검증 및 보정 검토를 1년 이상 지속하여 절대치에 가장 유사한 PM10 및 PM2.5 관계식을 도출했다.

한편, 에어가드K의 미세먼지 측정 데이터의 정확도를 높이는 노력에도 불구하고 보다 정확하고 저렴한 센서의 개발은 계속되어야 함은 물론이다.

(2) 데이터의 미시적 해석

앞서 필자는 실내공기질 데이터 그래프를 보면 실내 공간의 특성과 그 안에서 이루어지는 행동들을 짐작할 수 있다고 했다. 그러나 이는 매우

제한적인 경우에 한할 뿐이고 실제로는 다양하고 복잡한 경우의 사례를 다 해석할 수는 없다. 다양하고 복잡한 사례에 대한 해석력을 높이는 것이 빅데이터 사업의 시작이다. 이를 위해 다양한 사례에 대한 접근이 가능해야 하는데 개인정보나 사생활 침해 등의 이유로 이는 매우 어려운 일이 되었다.

하지만 데이터 상에 나타난 특이 패턴이 실제 생활환경에서는 어떠한 상황에 해당하는 것인지 또는 어떠한 요인이 데이터의 패턴을 변화시키는 지 확인하고 재연하는 작업은 계속되어야 한다.

(3) 데이터의 임계질량 확보

빅데이터는 그야말로 엄청난 데이터가 보여주는 패턴의 반복성, 통일성, 데이터 간의 상관성을 파악하는 것이다. 데이터가 함의하는 메시지가 신뢰할 수 있기 위해서는 일정 수준 이상의 축적량이 확보되어야 한다. 최근 통신회사들이 막강한 통신망을 이용하여 IoT 공기질 데이터를 축적해갈 태세를 보이고 있어서 조만간 빅데이터 분석이 가능한 수준의 임계질량이 확보될 것으로 기대된다. 그러나 여기에도 해결해야 할 문제가 내포돼 있다. 케이웨더가 확보한 공기질 데이터와 KT나 LG U+, SKT가 각각 확보한 공기질 데이터가 서로 상이한 측정기와 알고리즘에 따라 생성되는 데이터일 것인데, 이들 데이터를 어떻게 일치시킬 것인지, 서로 언어가 다른 데이터의 통역은 누가 어떻게 할 수 있을 것인지, 아니면 각자의 빅데이터 분석이 서로 경쟁하면서 발전하는 모양을 보일 것인지 기대와 우려와 호기심을 갖고 이 사업에 뛰어들어 달려갈 따름이다.

- 참고문헌 -

1. 한겨레신문, 김정수 기자, <고등어에 초미세먼지? 환경부 헛갈린 용어 바꾼다> 2017.2.13
2. 국내 공기청정기 시장은 2017년 1.5조 원에 이를 것으로 추산된다. 출처: 디지털타임스, 2017.2.3.일자 8면, ‘사물인터넷 넘어 AI까지... 스마트 공기청정기 붐물’
3. 성인의 하루 호흡량 : 하루 호흡 회수 17, 280~23,040회(분당 12~16회), 1회당 0.5리터 공기 호흡. 출처 : <http://blog.epa.gov/blog/2014/04/how-many-breaths-do-you-take-each-day/>
4. 생수시장은 1995년 먹는물관리법이 제정되면서 생수 판매가 본격화되었고 꾸준히 성장해왔다. 2016년 말에는 7,800억 원으로 매년 10%의 성장을 보이고 있다.

5. 미국의 실내공기질(Indoor Air Quality) 시장은 2017년 93억 달러로 전망되나(출처: BCC Research, <U.S. Indoor Air Quality Market> 2016) 국내의 공기시장은 관련 통계도 명확치 않을 정도의 초기 상태에 있다.
6. 필자는 케이웨더(주) 공기지능센터장(사장)으로 근무하고 있으며, IoT기반의 실내외 공기질 측정 장비인 <에어가드K IAQ, OAQ 스테이션>을 제작.보급하고 있다.
7. <Your Office Air is Killing You>, Newsweek 2016.6.10.
8. IAQ (Indoor Air Quality) : 실내공기질
9. OAQ (Outdoor Air Quality) : 실외공기질
10. 3개의 무선통신회사는 알파벳순으로 KT, LG U+, SKT
11. 덴마크 공대 실내환경에너지센터, 2013
12. Newsweek 2016.6.10. <Your Office Air is Killing You>
13. “건강에 해로운 실내공기로 인해 호주 사회는 연간 12조억 원의 손해를 본다” (시드니 공대, 2003) “해로운 공기로 인한 중국 경제의 손실은 연간 140조 원에 이른다” (OECD, 2014) “건물환경 개선을 통한 연간 경비절약 금액은 30조~170조 원이다. (덴마크공대, 2013) “미세먼지등 미국이 공기개선을 통해 얻을 수 있는 경제적 가치는 비용의 90배이다” (UNDP, 2014)
14. http://www.na.kccustomerportal.com/Documents/Upload/Application/2811/Learning%20Center/Article/The_Real_Cost_of_Poor_IAQ.pdf
15. 필자가 센터장으로 있는 케이웨더 공기지능센터의 컨설턴트들을 ‘에어가드’라 부른다.