

# 전력 빅데이터가 만드는 새로운 세상

이 경 섭 / 서일대학 전기공학과 조교수  
안 준 호 / 한국전기산업연구원 선임연구원

## 들어가는 말

우리는 어떤 일들이 흘러갈 때 가장 안정적인 모습을 보이는 것을 자연스럽다라고 표현을 한다. 자연스러운 풍경, 자연스러운 일의 흐름 등 자연스러움이 갖는 안정적인 느낌은 우리의 생각과 달리 의외로 정형적이다. 그래서 여러 수학자들은 자연스러운 곳에서 수학적 의미를 찾아내곤 했다. 피보나치 수열이나 황금비율과 같이 자연속에서는 늘 복잡함 속에서 가장 효율적인 방향으로 움직이게 되는 듯하다.

에너지 분야에도 이런 흐름이 시작되고 있다. 인터넷의 등장으로 서서히 증가하던 데이터 사용량이 폭발하여 지금까지 인류가 쌓아왔던 정보량을 최근 몇 년간 만들어낼 만큼 데이터의 홍수 속에 살고 있다. 이 데이터들을 그냥 버려두면 끊임없이 만들어지는 정보의 쓰레기를 생산하는 비효율적인 일들이 되지만, 잘 모아서 정리하고, 자연스럽게 만들어주면 새로운 정보로 탈바꿈하고, 높은 부가 가치를 만드는 정보로 변화한다. 이것이 바로 빅데이터이다.

빅데이터는 우리 생활 곳곳에서 사용될 수 있다. 제일 많이 활용되는 곳이 바로 사람들의 의견을 바로바로 볼 수 있는 SNS(소셜 네트워크 서비스)다. 이곳에서는 많은 사람들의 의견을 실시간으로 분석하여 사람들의 생각이, 흐름이 어디로 가고 있는지 파악할 수 있다. 이를 바탕으로

정부의 정책방향, 기업의 홍보전략 등을 마련할 수 있다. 빅데이터를 활용한 이런 자연스러운 데이터 흐름을 분석하고 새로운 가치를 창출하는 것에 국가에서부터 기업들까지 새로운 비즈니스 분야로 각광을 받기 시작하는 것은 우연이 아니라, 필연에 가깝다.

아직은 시작단계지만, 전력분야의 빅데이터도 서서히 필요성이 인정되면서 많은 사람들의 관심을 끌고 있다. 스마트그리드의 도입으로 실시간 전력사용정보가 쌓이게 되고, 이를 바탕으로 전력수요와 전력요금에 대한 효율적인 분석이 이루어질 전망이다. 전력데이터를 분석하는 일은 우리의 삶의 질을 높이는데 기여하게 되고, 자연스럽게 에너지를 효율적으로 사용하게 될 것이다.

이 글에서는 빅데이터가 사람들에게 관심을 끌게 된 배경과 몇 가지 빅데이터 분석기법에 대해 살펴볼까 한다. 그리고 마지막으로 전력빅데이터를 활용한 새로운 비즈니스들에 대해 간략하게 살펴보고자 한다.

## 빅데이터는 어디서 오는가?

데이터라는 것이 우리의 삶 속에 들어온 것은 꽤 오랜 역사를 가진다. 우리의 생활 속에서 가장 먼저 나타난 데이터는 바로 농사에 관련된 정보다. 매년 반복되는 계절과 기상의 변화를 꼼꼼히 기록하여 농사에 활용한 것이 생

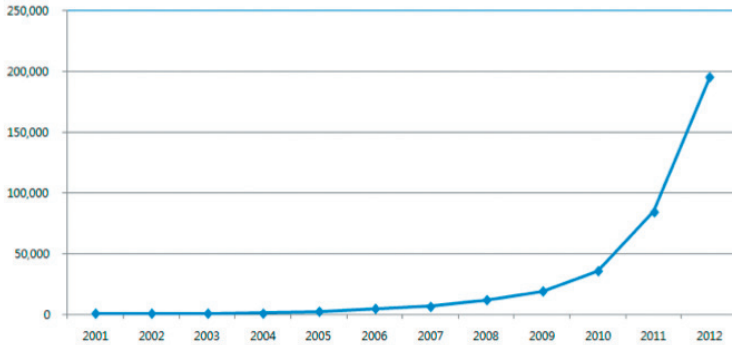


그림 1 “Big Data”를 포함하는 연도별 웹문서의 개수※ 2012년 10월 16일 검색기준이며, 2012년도는 1월 1일부터 10월 16일까지 웹문서의 개수. (한국과학기술기획평가원, 이슈페이퍼 2012-14, “빅데이터를 활용한 기술기획 방법론” 인용)

산량과 직결되고, 우리의 삶을 향상시키는데 많은 도움을 주었다. 일년을 24절기로 나눠 절기에 따라 할 일을 정하여 씨를 뿌리고, 거름을 주는 등 효율적인 생산관리가 이루어졌던 것이다.

두 번째로 데이터가 중요해진 것은 산업혁명이 일어나고, 사람들에게 필요한 제품들이 대량생산이 이루어지기 시작하면서부터이다. 대량생산을 통해 가격의 부담을 낮춰 보다 많은 사람들이 제품을 사용할 수 있도록 만들었다. 이 과정에서 제품생산에 필요한 공정, 제품의 사양 등이 표준화되어 효율적으로 이용되는데 데이터가 활용되었다.

21세기가 되면서 인터넷이 도입되고 우리의 삶은 크게 바뀌기 시작하였다. 인터넷을 통해 다양한 정보를 전세계적으로 공유할 수 있게 되었으며, 개인들이 활용하는 전자 기기들(컴퓨터, 노트북, 모바일폰 등)이 점차 늘어나면서 이들이 만들어내는 정보들이 홍수를 이루기 시작하였다. 특히 소셜네트워크라고 하는 SNS의 성장세는 눈부셔서 2005년부터 2010년까지 5년간 만들어낸 데이터들이 2011년과 2012년에 만들어낸 데이터의 10% 밖에 되지 않을 정도로 데이터의 양이 폭발적으로 증가하게 되었다.<sup>1)</sup>

이것을 단적으로 증명하는 것이 바로 데이터들을 관리하는 데이터센터의 상태다. 다양한 ICT기술의 발전 및 기업들의 수요로 향후 10년간 대대적인 변화를 겪으며 현재와는 전혀 다른 모습으로 진화할 것으로 예상하고 있다.

Emersion Network Power사의 Data Center 2025 Survey에 따르면, 800여명 이상의 데이터센터 전문가들의 예상은 2025년까지 랙(rack)당 전력밀도(사용량)가 10여년전 약 6kW에서 52kW까지 높아질 것으로 예상하였다. 랙당 전력밀도는 10여년전에 비해 크게 증가하지 않다가 최근 클라우드 서비스 등 ICT기술 발전에 의해 환경이 급변하고 있음을 보여주었다.

데이터센터의 변화 중 특이한 사항은 데이터센터 전력공급을 위해 태양

광/열 에너지, 핵발전, 천연가스, 풍력 등 기존의 전력공급 체계와 함께 신재생에너지원의 사용도 늘어날 것으로 예측하고 있다. 또 2025년에는 데이터센터의 컴퓨터 2/3가 클라우드를 통해 처리될 것으로 예상되었으며, 현재 데이터센터 전체 워크로드 중 약 46%를 차지하는 클라우드 워크로드가 2017년 63%로 높아질 것이라고 CISCO의 글로벌 클라우드 인덱스(Global Cloud Index)는 예측하였다.

클라우드 서비스는 최근들어 활용이 급증하고 있는데, 인터넷환경이 과거와 달리 언제 어디서든 이루어지는 환경이 구축되면서 이용이 편리해진 것이 그 바탕이 될 것이다.

데이터의 양적 증가 뿐만 아니라, 사물인터넷의 활용이란 측면에서는 질적 증가도 고려해야 할 것이다. IoT(Internet of Things)라 불리는 사물인터넷은 사물에 센서나 데이터 취득이 가능한 구조의 인터넷을 연결한 기술로 빅 데이터를 중심으로 각광받기 시작하였다. 가트너에 따르면 2009년까지 사물인터넷 기술을 사용하는 사물의 개수는 9억 개였으나 2020년까지 이 수가 260억 개에 이를 것으로 예상된다.<sup>2)</sup>

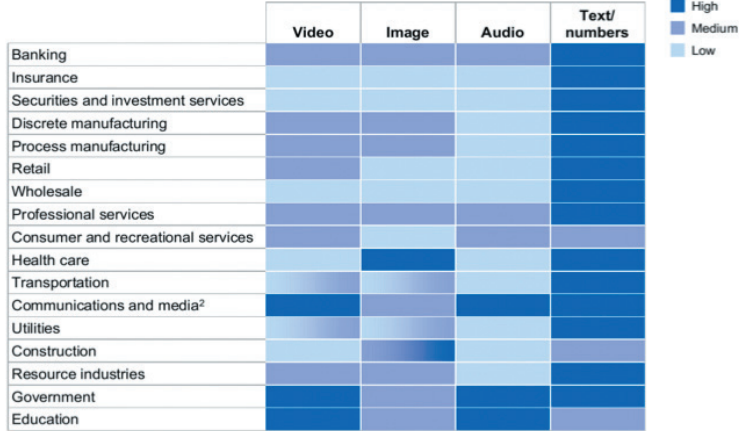
또 시스코 시스템즈의 조사에 따르면 2013년부터 2022년까지 10년간 사물인터넷이 14조 4천 달러의 경제적 가치를 창출할 것으로 기대된다.<sup>3)</sup>

클라우드, 사물인터넷 등 우리의 데이터 환경은 점차 커져가고, 그것이 갖는 경제적 가치 역시 지속적으로 증가할

1) “차세대 스마트배전을 위한 산업인터넷 및 빅데이터의 활용”, 김현목, OIRED 하계 학술대회, 2014.7.16.  
 2) “Forecast : The Internet of Things, Worldwide, 2013.”  
 3) Joseph Bradley, Jeff Loucks, Andy Noronha, James Macaulay, Lauren Buckalew (Top 10 Insights from Cisco’s IoT Value Index Survey of 7,500 Decision Makers Across 12 Countries). Cisco Systems.



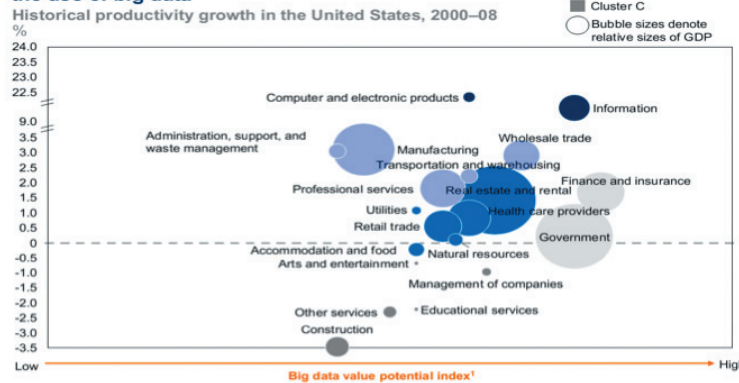
The type of data generated and stored varies by sector<sup>1</sup>



1 We compiled this heat map using units of data (in files or minutes of video) rather than bytes.  
 2 Video and audio are high in some subsectors.  
 SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

그림 2 분야별 데이터의 종류(McKinsey Global Institute, 2011)

Some sectors are positioned for greater gains from the use of big data



1 See appendix for detailed definitions and metrics used for value potential index.  
 SOURCE: US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

그림 3 분야별 빅데이터 이용 시 가치창출 예상치(McKinsey Global Institute, 2011)

예정이다.

빅데이터의 특징을 IBM에서는 Volume(데이터 크기), Velocity(데이터 전달속도), Variety(데이터의 다양성), Veracity(정확성) 등 4V로 이루어진 4차원적 특징을 갖는다고 설명하고 있다. 데이터를 수집하는 센서, 소셜네트워크의 문서, 디지털 사진이나 동영상, 구매거래기록, 휴대전화의 GPS 신호 등 우리가 접하고 있는 일상생활의 기기들에서 생성되는 데이터들을 모두 포함하는 빅데이터

는 매일 2.5 쿼터리언 바이트(2.5×1018 bytes)의 데이터를 생산한다고 한다.

또 Gartner는 2012년 빅데이터를 3V로 표현하고 있는데, “빅데이터는 크기가 크고(Volume), 속도가 빠르며(Velocity), 다양한 정보자산(Variety)를 가지고 있다는 점에서 3V로 표현하며, 새로운 데이터 처리방법을 언급하고 있다.”<sup>4)</sup>

McKinsey Global Institute는 빅데이터가 혁신, 경쟁력, 생산성을 위한 새로운 프론티어가 될 것으로 예상하고 있으며, 전형적인 데이터베이스 소프트웨어로는 다루기 힘든 크기의 데이터셋을 의미한다고 정의하고 있다. 여기서 빅데이터는 특정 크기로 지칭될 수 없으며, 1) 분야마다 데이터의 크기와 소프트웨어의 종류가 다르고, 2) 기술이 발전함에 따라 다루기 힘든 데이터의 크기가 변화하기 때문이라고 설명하고 있다.

그림 2는 분야별 데이터의 종류를 보여주고 있는데, 분야별로 요구하는 데이터의 종류들이 다르며, 에너지와 관련된 유틸리티 분야는 주로 텍스트와 숫자로 구성된 데이터들이 가장 중심을 이루고 있지만, 동영상이나 이미지는 역시 낮지 않음을 알 수 있다.

그림 3은 분야별 빅데이터 이용 시 가치창출 예상치를 보여주는 그림인데, 유틸리티 분야는 시장규모가 크지는 않지만, 유틸리티가 제공하는 정보(Information) 분야는 가치창출 부분에서 높은 비중을 차지할 것으로 보인다.

빅데이터의 추진 방향

빅데이터에 대한 관심은 민간 보다는 공공부문에서 더

4) <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1731916>

욱 관심을 가지고 있고, 이를 활용하기 위한 방안을 적극적으로 찾고 있다.

UN은 빅데이터를 이용하여 보다 나은 세계로 발전하길 기대하며, 2009년 Global Pulse를 출범하였다. “발전을 위한 빅데이터(Big Data for Development)”란 불완전하고 복잡하며 대부분 비구조화되어 있는 데이터를 실행 가능한 정보로 바꾸는 것을 의미하며, Global Pulse는 빅데이터를 활용하여 전 세계에 대한 취약계층을 보호하고, 글로벌 충격에 대한 대응력을 강화하려는 목적을 가지고 있다.

세계경제포럼(World Economic Forum)은 세계 발전을 위한 새로운 기회를 빅데이터에서 찾을 것을 제안했고, 빅데이터에서 노이즈를 제거하여 중요한 새로운 정보를 발굴하는 인포메틱스 기술을 “The top 10 emerging technologies for 2012” 중 첫 번째 기술로 선정하였다.

미국의 오바마 정부는 2012년 빅데이터 연구개발 Initiative를 발표하고, 대규모의 복잡한 데이터로부터 지식 추출능력을 향상시키기 위한 R&D 프로그램을 출범하였다. 6개의 연방기관에 대하여 84개의 빅데이터 관련 프로그램으로 구성된 R&D Initiative에 2억 달러 이상을 투입하고, 이를 통해 정부가 직면한 다양한 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

우리나라도 빅데이터의 중요성을 인식하고 이에 대한 대응방안을 마련하였다. 국가정보화전략위원회는 ‘빅데이터 시대의 정부 역량 강화’를 위한 “빅데이터를 활용한 스마트정부 구현(안)”을 발표(2011.11)하였고, 방송통신위원회는 한국정보화진흥원(NIA), 한국정보통신진흥협회(KAIT)와 공동으로 통신사 및 방송사, 전자업체, 빅데이터 전문업체 등 관련업체와 학계, 연구기관, 공공기관이 참여하는 빅데이터 포럼을 창립(2012.8)하였다.

하지만 아직까지 전력분야에 대한 빅데이터를 이용하는데는 필요한 법·제도의 지원이 미미한 상황이다.

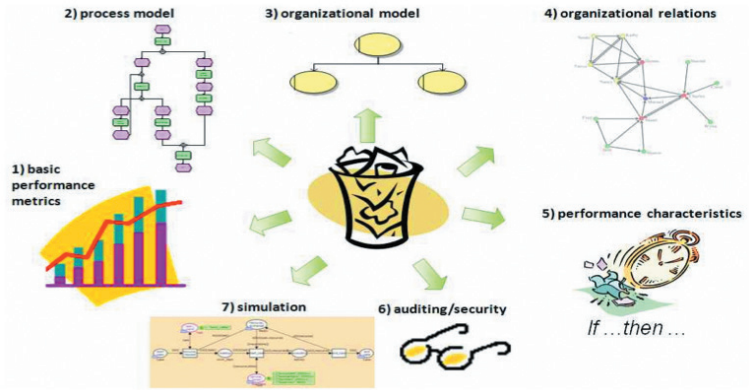


그림 4 프로세스 마이닝 연구 분야(방송통신기술 이슈&전망 제62호 참조)

## 빅데이터 분석 기술 동향

빅데이터를 분석하기 위해서는 인터넷 또는 디지털화 되어 있는 각종 정보가 BPM, ERP, CRM 등 다양한 업무처리시스템과 연계되어 있으며, 이벤트 로그 형태로 기록되고 있다는 것을 이해해야 한다.

기록되어 있는 이벤트로그를 분석하여 의미 있는 정보를 찾아내는 것을 목적으로 하는 기술을 프로세스 마이닝이라 하는데, 빅데이터를 분석하는 중요한 기술 중 하나이다. 프로세스 마이닝은 프로세스에 대한 통찰, 병목점(Bottle neck) 식별 및 문제 예측, 업무 수행 규정 위반 검사 및 대책 권고, 프로세스 간소화 등 매우 다양한 목적으로 이용될 수 있다.

프로세스 마이닝은 기법 관점에서 세 가지 타입으로 구분되는데, ‘도출(discovery)’, ‘적합성검사(conformance checking)’, ‘향상(enhancement)’이다. ‘도출’은 사전정보 없이 이벤트 로그에서 모델을 생성하는 기법으로 프로세스 분석에서 가장 많이 활용되는 기법이다. 두 번째 ‘적합성검사’는 기존의 프로세스 모델과 생성된 이벤트 로그를 비교하는 것으로 프로세스 모델, 조직 모델, 선언적(declarative) 프로세스 모델, 비즈니스 규칙/정책, 법규 등 다양한 모델에 적용할 수 있다. 세 번째 ‘향상’은 이벤트 로그에 기록된 실제 프로세스에 관한 정보를 이용하여 기존의 프로세스 모델을 확장하고 향상시키는 것이다.<sup>5)</sup>

5) 한국방송통신전파진흥원, ‘빅데이터 분석을 위한 프로세스 마이닝 기술동향’, 방송통신기술 이슈&전망, 2014년 제62호, 2014.03.





프로세스 모델을 도출하기 위해 다양한 마이닝 알고리즘이 개발되고 있는데, 가장 처음 개발된 알파(Alpha) 마이닝, 노이즈 처리에 강점을 가지고 있는 휴리스틱(Heuristic) 마이닝, 복잡한 프로세스 모델을 간단하게 볼 수 있는 퍼지(Fuzzy) 마이닝 등이 주로 알려져 있다.<sup>6)7)8)</sup>

프로세스 분석을 위해서는 이벤트로그를 통하여 업무의 수행시간, 병목점 등을 도출하는 퍼포먼스 분석(Performance analysis), 업무의 수행 패턴을 도출하는 시퀀스 패턴 분석(Sequence pattern analysis), 이벤트 로그의 전반적인 모습 및 패턴 파악에 유용한 점차트분석(Dotted chart analysis) 등이 사용된다.

### 지능형전력망의 빅데이터 분석

지능형전력망은 기존의 전력망에 IT기술을 접목하여 전력망을 효율적으로 구축, 운영하는 시스템을 말한다. 세계적으로 ...

지능형전력망에서 발생하는 데이터는 크게 전력의 생산 및 소비에 관련된 데이터들이 주를 이룰 것으로 예상된다. 이 데이터들은 하루에 약 1.5TB 정도의 데이터를 만들어 낼 것으로 예상되며, AMI가 약 870GB, PMU가 약 240GB, 그 밖에 Feeder에서 590GB가 생성될 것으로 보인다.<sup>9)</sup>

이러한 데이터들을 앞서 언급한 분석기법을 적용하면, 다양한 빅데이터 분석이 가능하다.

먼저 퍼포먼스 분석을 통해서서는 발전소 전력생산 정보와 수용가의 전력소비에 대한 정보를 AMI를 통해 획득할 수 있다. 획득된 정보는 전력생산정보와 전력소비정보에 대한 매칭을 통해 수요관리에 활용될 수 있으며, 이벤트 로그 기록을 통해 기후, 사고, 사회관계망 등 주변 정보를 함께 분석, 에너지 수요예측에 적용될 수 있을 것이다. 예를 들자면 사용자들의 에너지 소비패턴을 분석하여 기후

변화와 연계, 기후의 변화가 어떤 임계치를 두고 사용자의 에너지 소비 패턴의 변화를 이끌어 내는지 분석한다면, 폭염 시 사용자들의 에너지 소비 예측이 정밀하게 가능해 질 것이며, 이를 통해 효과적으로 전력수요를 예측할 수 있을 것이다.

또 시퀀스 패턴 분석을 통해서서는 전력망에 일어나는 낙뢰, 고장으로 인한 사고에 대해서 사고패턴에 대한 분석 결과가 있다면, 실시간으로 얻은 데이터를 통해 사고패턴과 유사한 패턴을 찾아내어 예방 또는 차단할 수 있을 것이다. 이러한 분석은 현재도 이루어지고 있지만, 지능형 전력망의 도입으로 보다 확대된 데이터를 효율적으로 처리하여 분석할 수 있는 방식으로서의 접근이 필요할 것이다.

또 로그리플레이 분석을 통해서서는 기존의 효율적인 시스템을 중심으로 이벤트 로그를 통해 효율성을 평가하고, 타 시스템과의 비교분석을 통해 보다 효율적인 시스템을 구축할 수 있도록 할 수 있을 것이다.

#### 빅데이터의 이용 사례\*

빅데이터를 이용하는 사례는 이미 낫설지 않다. 하지만 전력 및 에너지 분야에서 이용하는 사례는 아직 많지 않은 상황이다. 해외와 국내의 사례로 나누어서 살펴보면,

##### 덴마크 베스타스 윈드 시스템(해외)

덴마크의 풍력발전회사인 베스타스 윈드 시스템은 효율적인 풍력발전소 설립을 위하여 IBM의 분석 솔루션과 슈퍼컴퓨터를 활용하여 빅데이터를 분석하기로 하였다. 먼저 900~1,150€/kW의 초기 투자비에 대해

6) Van der Aalst, W.M.P., et al. "Process Mining Manifesto", In F. Daniel, K. Barkaoui, and S. Dustdar, BPM Workshop, LNBP Vol. 99, pp.169-194, Springer, 2011.  
 7) Weijters, A.J.M.M, Van der Aalst, W.M.P., "Rediscovering Workflow Models from Event Based Data using Little Thumb", Integrated Computer-Aided Engineering, Vol. 10, No.2, pp.151-162, 2003.  
 8) Günther, C.W., Van der Aalst, W.M.P., "Fuzzy Mining-Adaptive Process Simplification Based on Multi-Perspective Metrics", BPM 2007, LNCS, Vol. 4714, pp.328-323, Springer, Heidelberg, 2007.  
 9) 김현목, "차세대 스마트배전을 위한 산업 인터넷 및 빅데이터의 활용", CIRED 하계학술대회, 2014년.

내부수익률은 10.55~7.14%로 수익성 있는 사업으로 판단하여 사업을 추진하기로 하였으며, 풍력발전소를 건립하기 위해 바람의 방향, 높이에 따른 변화요소, 이력 등 주요 정보의 통합적인 고려와 풍력발전기의 날개가 날씨 변화에 어떻게 반응하는지 분석할 수 있는 시스템을 갖추어, 향후 4년에 걸쳐 20 페타바이트 이상의 방대한 날씨 데이터를 분석하고 있다.

**GS EPS, 전력시장 분석 시스템을 통한 전력시장 전망 및 분석(국내)**

GS EPS는 전력에 영향을 미치는 다양한 변수를 고려한 합리적인 전력시장을 예측하고, 전력수요 및 SMP(Standard Market Price) 예측, 사업계획 수립 및 통합 DB 구축을 위하여 솔루션을 개발하였다. 이 솔루션에서는 1) 장단기 전력시장 예측분석 및 발전기 운영계획 수립, 2) 다양한 상황을 설정, 시뮬레이션 함으로써 발전기별 최적의 포지셔닝으로 비용절감 및 이윤 극대화 추구, 3) 전력량을 실시간으로 모니터링하여 전력수요량 예측 등의 효과를 얻을 수 있었다.

\* 한국정보화진흥원 빅데이터 전략연구센터, “빅데이터로 진화하는 세상-Big Data 글로벌 선진사례”, 2012년.

**마치는 말**

20세기 후반부터 시작된 딜레마 중 하나는 에너지의 사용은 늘어가고 있는데, 생산하기 위한 시설(발전소)은 제한되어 점차 에너지 공급에 대한 불안감이 높아져 갔다는 것이다. 잦아지는 정전사고 및 높아지는 에너지 비용은 우리의 삶을 점차 효율적으로 바꿀 수 밖에 없도록 하고 있다. 특히 무선통신기술이 발달함에 따라 언제 어디서나 정보에 접근하고, 일을 해야 하는 현대인들에게 에너지란 전부일 수밖에 없는 세상이 되고 있다.

빅데이터는 우리 삶의 대부분을 디지털 정보로 바꾸고, 이것을 연계시켜 새로운 정보를 만들어내는 기술이라 할 수 있다. 빅데이터를 이용하여 만들어낸 새로운 정보는 우리에게 보다 직접적인 솔루션을 제공할 수 있으며, 에너지의 효율을 높일 수 있는 방법이다. 효율적인 에너지의 사용은 새로운 에너지를 발굴하는 것 만큼이나 중요한 일로, 빅데이터를 이용하여 에너지를 최대한 효율적으로 사용할 수 있는 방법을 제시할 수 있다.

빅데이터가 지금까지는 공공정책이나 기업의 마케팅 등에 사용되고 있지만, 점차 우리의 삶 속에 깊이 들어와 우리의 행동 하나하나를 기록하고, 분석하여 효율적으로 에너지를 사용할 수 있도록 지원하여 줄 것이다.

또한 빅데이터는 새로운 산업으로 성장하여 많은 일자리를 만들 수 있다. 작게는 가정 단위의 에너지를 관리하는 일에서부터 지역단위, 광역단위, 국가단위까지 다양한 크기의 단위에서 에너지를 관리하고, 서로 연계하여 국가 전체가 에너지를 효율적으로 사용하도록 하는 시스템이 구축될 것이다.

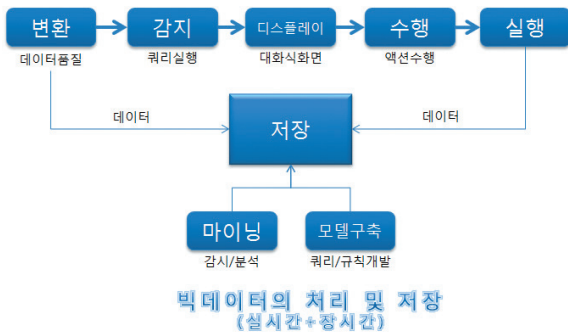


그림 5 빅데이터 워크 플로우 개념도(김현목, “차세대 스마트배전을 위한 산업인터넷 및 빅데이터의 활용” 그림 참조)