방사선 빅데이터 활용을 위한 RI-Biomics 기술정보시스템 개선 방향성에 관한 고찰

이승현[1] · 김주연[1] · 임영기[2] · 박태진[1,*]

[1](사)한국방사선진흥협회, [2]가천대학교

Consideration of the Direction for Improving RI-Biomics Information System for Using Big Data in Radiation Field

Seung Hyun Lee[1], Joo Yeon Kim[1], Young-Khi Lim[2] and Tai-Jin Park[1,*]

[1]*Korean Association for Radiation Application, Seoul, Republic of Korea*
[2]*Department of Radiological Science, Gachon University, Incheon, Republic of Korea*

Abstract - RI-Biomics is a fusion technology in radiation fields for evaluating in-vivo dynamics such as absorption, distribution, metabolism and excretion (RI-ADME) of new drugs and materials using radioisotopes and quantitative evaluation of their efficacy. RI-Biomics information is being provided by RIBio-Info developed as information system for distributing its information and three requirements for improving RIBio-Info system have been derived through reviewing recent big data trends in this study. Three requirements are defined as resource, technology and manpower, and some reviews for applying big data in RIBio-In system are suggested. Fist, applicable external big data have to be obtained, second, some infrastructures for realizing applying big data to be expanded, and finally, data scientists able to analyze large scale of information to be trained. Therefore, an original technology driven to analyze for atypical and large scale of data can be created and this stated technology can contribute to obtain a basis to create a new value in RI-Biomics field.

Key words : Big data, RI-Biomics, Information system, Resources, Technology, Man-Power

서 론

국내외 신약과 의료용 신소재 개발, 기능성 식품 평가 등을 위한 산 · 학 · 연 연구기반시설인 RI-Biomics센터가 2013년 5월 정읍 한국원자력연구원 첨단방사선연구소에 설립이 되었고 이와 더불어 RI-Biomics라는 개념이 새롭게 도입 되었다. RI-Biomics는 방사성동위원소(Radioisotope, RI)의 특성을 생명체학(Biomics)에 적용한 것으로, 방사성동위원소를 이용한 신약 · 신소재의 생체 내 거동과 효과를 정량적으로 평가할 수 있는 첨단방사선융합기술이다(한국방사선진흥협회 2014).

그러나 지금까지 이와 관련된 RI-Biomics 기술정보는 관련 기관 및 정부기관들에 의해 개별적으로 수집 및 관리되어 왔으며, 각 기관들 간 원활한 자료의 공유 및 연계, 종합적 분석과 활용의 어려움이 발생되어 왔다. 이에 따라 국가차원의 RI-Biomics 기술정보 통합관리 및 종합적 제공을 위한 네트워크 구축의 필요성이 대두 되었고 2015년 2월, 한국방사선진흥협회는 RI-Biomics 기술정보시스템 'RIBio-Info' (RI-Biomics Information portal)를 구축하여 오픈하였

* Corresponding author: Tai-Jin Park, Tel. +82-2-3490-7120, Fax. +82-2-445-1014, E-mail. tjpark@ri.or.kr

다(미래창조과학부 2013).

RI-Biomics 기술정보시스템 'RIBio-Info'는 RI-Biomics 분야의 정보를 통합적으로 관리, 제공하여 원활한 정보공유 및 동향분석, 산 · 학 · 연 네트워크 구축으로 인한 협동연구 활성화 지원 및 RI-Biomics 센터의 안정적인 운영을 위한 아이디어 연구개발 등과 같은 부가가치 창출의 역할을 수행할 예정이며 이로써 RI-Biomics 관련 산업의 발전을 이끌고자 한다(미래창조과학부 2013).

한편, 지금 우리사회에는 정보혁명에 이은 '스마트 혁명'이라는 제4의 물결이 급속히 밀어닥치고 있다. 스마트 시대는 스마트 기술과 데이터의 창조적 활용을 통해 인간중심의 스마트 가치를 실현하는 시대이다. 이에 따라 스마트 시대를 끌어갈 핵심 키워드 중 하나로써 빅데이터가 새롭게 등장하여 빠른 속도로 확산되고 있으며, 이미 세계 주요 연구기관에서는 빅데이터의 사회경제적 파급효과에 대한 활발한 논의가 이루어지고 있는 실정이다(한국정보화진흥원 2013).

그리하여, 본 연구에서는 RI-Biomics 기술정보시스템 향후 운영, 개선에 능동적 대처를 하고자 새롭게 진행되고 있는 국내외 정보혁명상황을 분석하여 정보 시스템이 추진해야할 방향성에 대해 고찰을 수행하였다. 이를 위해 국내외 빅데이터 정책 현황과 빅데이터 활용을 위한 주요 항목을 분석하였다. 마지막으로 국내외 정보기술의 주요 트렌드에 관한 키워드 분석을 통해 RI-Biomics 기술정보 시스템 개선 방향성을 제안하고자 한다.

빅데이터 기술 동향

1. 빅데이터의 개념 및 특징

빅데이터는 저장, 관리, 분석할 수 있는 범위를 초과하는 규모의 데이터, 이러한 데이터를 저장 · 관리 · 분석할 수 있는 하드웨어, 소프트웨어적 기술, 그리고 데이터를 유통, 활용하는 과정을 의미하는 것으로써 단순히 새로운 기술, 비즈니스 모델이 아닌 그 이상의 새로운 패러다임 변화를 의미하는 것이다. 기존 데이터와의 차이라고 하면 거대한 규모(Volume), 생성속도(Velocity), 다양한 형태(Variety)를 들 수 있으며, 가치창출이 가능한 데이터가 폭증함에 따라 정보의 생산과 활용이 중요해지고 빅데이터의 영향력이 증대하고 있는 실정이다.

빅데이터의 새로운 자원으로써의 빅데이터, 혁신과 새로운 산업동력으로써의 빅데이터의 두 가지 주요 특징을 가지고 있다. 우선, 첫 번째 특징을 살펴보면, 빅데이터는 생성-채굴-가공-활용이라는 화석자원의 사이클과 데이터의 축적-처리-분석-활용이라는 사이클이 유사하며, 자원 자체를 활용하는 측면과 타 산업분야의 밑거름이라는 측면에서 '자원'으로 지칭되고 있음을 의미하는 것이다. 그러나, 빅데이터는 사용자의 필요에 따라 구성 및 맞춤화시킬 수 있는 일종의 동적자원으로써 자원의 활용까지 일정기간이 필요하지 않고, 클라우드 컴퓨팅, 분산처리기술 등을 통한 실시간 분석으로 즉각적인 활용이 가능할 뿐만 아니라 빅데이터 자체를 고객의 사용목적과 필요에 따라 자유롭게 변형이 가능하며, 이해정도, 활용방식에 따라 예상치 못한 방향과 범위로까지 확장이 가능하다는 점이 기존의 화석자원과는 뚜렷이 구별되는 특징이 있다.

한편, 혁신의 동력으로써 빅데이터는 기업 및 공공분야의 서비스를 개발하는 데 있어 반드시 고려하고 이용해야만 하는 효율과 개선의 기준을 제시할 수 있으며, 빅데이터 축적 자체가 불가능한 기업, 인프라 구축을 위한 대규모 자본 지출이 불가능한 기업도 빅데이터 활용 가능함에 따라 자체적으로 혁신과 새로운 산업 동력 확보가 가능하다(한국정보화진흥원 2013).

2. 빅데이터의 필요성

ICT 전체를 흐르는 데이터의 변화 · 발전은 IT와 비즈니스 영역에 새로운 공급체계와 수요를 창출하는 원동력으로 작용함에 따라 인적 관계 데이터, 위치, 행태, 인식 등과 같이 사람과 사회현상을 이해할 수 있는 비정형의 대규모 데이터가 증가하고 있다. 그리고, 정보(지식)가 중요한 자산인 정보시대에는 대규모 데이터에서 의미를 찾고 정보와 지식을 만들어내는 능력이 경쟁력이므로 사용자 참여와 정보 공유가 늘어날수록 지식의 가공이 중요해지며 데이터 분석 능력이 경쟁자들과 가장 큰 차별화 요소로 부상할 것이다.

그리하여, 세계 각 국의 정부와 기업들은 빅데이터가 향후 기업의 성패를 가늠할 새로운 경제적 가치의 원천이 될 것으로 기대하고 있으며, 빅데이터에서 유용한 정보를 찾아내고 잠재된 정보를 활용할 수 있는 기업들이 경쟁에서 시장을 선도함은 분명한 사실이다. 예로써, McKinsey, Economist, Gartner 등은 빅데이터를 활용한 시장변동 예측, 신산업 발굴 등 경제적 가치창출 사례 및 효과를 제시하고 있음을 볼 때 급변하는 글로벌 환경 및 미래사회에 선제적으로 대응하기 위해서는 대규모 데이터 분석 기반의 국가미래전략수립 체계 마련은 선결 과제라고 판단할 수 있다(한국정보화진흥원 2013).

3. 국내외 빅데이터 정책 현황

미국은 빅데이터 전략 수립 및 국가 차원의 거버넌스 구축을 위해 2012년 3월 대통령실 내 과학기술정책실에서 빅데이터 기술연구개발에 2억 달러 이상을 투자하는 '빅데이터 연구개발 이니셔티브를 발표하였다. 주요 추진전략을 살펴보면 빅데이터 핵심 기술 확보, 사회 각 영역에 활용, 인

력 양성의 3가지 측면을 중점 추진하기 위해서 기술, 활용, 인력의 3가지 요소로 구분하여 기술적인 측면에서는 방대한 데이터 수집, 저장, 분석, 공유를 위한 핵심기술 최첨단화, 활용적인 측면에서는 과학기술의 가속화, 국가안보강화, 교육의 변화를 위한 기술로 활용, 인력적인 측면에서는 빅데이터 기술의 개발 및 활용에 필요한 전문인력 양성을 목표로 하고 있다.

싱가포르는 미래위험에 대한 평가와 기회 요인을 선제적으로 파악하고 대응전략 수립을 위한 국가 위기관리 정책지원 체계 마련에 활용하기 위한 빅데이터 전략 수립 및 국가차원의 거버넌스 구축을 목표로 지향한다. 이를 위해 2012년도에 국가 안전을 위한 전략적 예측의 전문적 선도 기구'를 목표로 운영기관(RAHS Programme Office)을 정식으로 설치하여, 데이터 수집 · 분석을 통해 미래에 영향을 미칠 수 있는 위험요소와 기회 탐색 및 신규 이슈를 발굴하는 환경탐색과 이슈에 대한 데이터 연구-탐색, 모델 구축, 통찰과 관점을 구하는 단계를 통해 미래연구 방법론 및 기술을 개발하고 있다.

일본은 2012년도에 빅데이터 활용을 위한 정책의 기본방향을 정리한 "빅데이터 활용 기본전략"을 발표하여, 차기 ICT 전략인 "액티브 재팬(Active JapanICT)" 전략의 5대 중점영역에 '빅데이터 이용과 활용에 의한 사회 · 경제 성장' 포함하였으며, 민간 분야와 연계하여 빅데이터 활용 활성화 정책 추진 중이다(한국정보화진흥원 2012).

한국의 정책을 살펴보면 2012년도에 빅데이터 마스터플랜을 마련하여 선제적 사회현안 해결, 맞춤형 대국민 서비스, 데이터 기반 정책수립 지원, 빅데이터 기반 신성장 동력 창출 등 4개 목표를 수립하였다. 그리고, 정부의 빅데이터 정책을 종합 · 재점검하고, 빅데이터 수요 증대에 대응하여 기관 간 데이터 거버넌스 재구축 및 민간 협업방안 마련을 위하여 2014년도에 「정부 3.0 빅데이터 종합 추진계획」 수립하였다.

한국은 세계 최고 수준의 ICT 인프라를 보유하고 있으나, 민간의 활용이 미흡하며, 선진국과 기술격차 극복을 위한 기술연구개발과 전문인력 양성이 여전히 필요하며, 빅데이터 활용도 또한 공공분야는 복지, 민원분석 등 일부에서만 활용하고 있으며, 데이터 연계 · 개방이나 품질 향상을 위한 체계적인 관리는 아직 부족한 상황이다.

이러한 빅데이터 특징, 필요성, 국내외 빅데이터 정책 현황 조사, 분석을 통해 본 연구에서는 방사선 기술 분야에서 구축 중이거나 운영 중인 기술정보시스템의 향후 운영 방향성에 대해 국내외 정보기술의 주요 트렌드에 관한 키워드 분석을 통해 RI-Biomics 기술정보 시스템 개선 방향성을 제안하였다.

결과 및 고찰

1. 국내외 정보기술 트렌드

국내외 정보기술 최신 트렌드는 가트너 10대 전략 기술 트렌드와 정보통신기술진흥센터 2016년 ICT 산업 10대 이슈를 중심으로 요약하였다.

가트너는 매년 향후 3년간 IT업계에 큰 영향을 미칠 전략 기술을 발표한다. 과거 5년간 비교해보면 웨어러블이나 사물인터넷에 잠재력을 높게 평가되었으며, 3D 프린팅 산업에 대한 기대가 큰 것으로 나타났다. 특히 과거엔 주로 모바일 기술을 강조했다면, 최근엔 모바일뿐만 아니라 사물인터넷과 웨어러블 기기 등 다양한 기기와 이를 연결하는 기술을 강조하였다. 또한 과거 유행하던 빅데이터 대신 좀 더 유용한 데이터 활용이 많아질 것으로 전망되며, 2015년도에는 보안 기술에 대한 중요성이 몇 년 만에 언급되었다. 2016년도에는 10대 전략 기술로 디바이스 메시(Device Mesh), 앰비언트 사용자 경험(Ambient User Experience), 3D 프린팅 재료(3D Printing Materials), 만물 정보(Information of Everything, IoE), 진보한 기계 학습(Advanced Machine Learning), 지능형 기기(Autonomous Agents and Things), 상황에 따라 적응하는 보안 구조(Adaptive Security Architecture), 진보된 시스템 아키텍처(Advanced System Architecture), 메시 입과 서비스 아키텍처(Mesh App and Service Architecture), 사물인터넷 플랫폼(Internet of Things Platforms)이 선정되었다. 2015년도 10대 전략기술에 포함되었던 사물인터넷, 3D프린팅, 스마트 머신 등이 여전히 강조되고 있으며, 메시업과 앰비언트 사용자 경험 등 새로운 기술이 등장하였다. 가트너가 발표하는 10대 전략 기술들은 매년 어떤 기술이 시대를 이끌어 갈 것이며, 기업들이 어떤 기술에 집중해야 하는지 선정하는 데 도움을 준다(Korea IT Times 2016).

정보통신기술진흥센터(IITP)는 ICT 기업, 연구소, 학계 전문가 437명을 대상으로 설문조사한 결과 2016년 ICT 산업의 10대 이슈로 IoT 생태계 패권경쟁 본격화, 자동차, ICT로 무한진화, 모바일로 활성화되는 핀테크 시장, 상업용 드론의 활용 본격화, 차세대 ICT의 브레인-인공지능(A.I.), 급증하는 IoT 보안위협, 일상으로 다가온 지능형 로봇, 모방에서 창조로 변화하는 중국 ICT, 제2의 전성기를 맞이한 배터리, 모바일 헬스케어 본격화 등을 선정하였다. 2025년 잠재적 경제 가치가 최대 11.1조불에 이를 것으로 예상되는 IoT로의 신속한 사업 전환이 기업 및 국가의 ICT 경쟁력을 좌우할 만큼 중요해짐에 따라 First Mover로의 도약, 경쟁력 확보, 시장 선점 측면에서 역량을 집결 · 연계하는 생태계 전략이 필수로 인식되고 있으며, 2016년은 IoT를 중심으로 한 산업 내 · 산업 간 경계 파괴의 가속화 속에 생태계 주도

Table 1. Top 10 IT Strategic Technology Trends by Suggested by Garter (2011～2016) (한국정보화진흥원 2011; 한국정보화진흥원 2012; Garther 2013; Garther 2014; Korea IT Time 2016)

Year	Technology trends
2011	− Cloud Computing − Mobile Applications and Media Tablets − Social Communications and Collaboration − Video − Next Generation Analytics − Social Analytics − Context-Aware Computing − Storage Class Memory − Ubiquitous Computing − Fabric-Based Infrastructure and Computing
2012	− Media Tablets and Beyond − Mobile-Centric Applications and Interfaces − Contextual and Social User Experience − The Internet of Everything − Application Stores and Marketplace − Next-Generation Analytics − Big Data − In-Memory Computing − Extreme Low Energy Servers − Cloud Computing
2013	− Mobile Device Battles − Mobile Applications and HTML5 − Personal Cloud − The Internet of Things − Hybrid IT and Cloud Computing − Strategic Big Data − Actionable Analytics − In Memory Computing − Integrated Ecosystems − Enterprise App Stores
2014	− Mobile Device Diversity and Management − Mobile Apps and Applications − The Internet of Everything − Hybrid Cloud and IT as Service Broker − Cloud / Client Architecture − The Era of the Personal Cloud − Software Defined Anything − Web-Scale IT − Smart Machines − 3D Printing
2015	− Computing Everywhere − The Internet of Things − 3D Printing − Advanced, Pervasive, Invisible Analytics − Context-Rich Systems − Smart Machines − Cloud / Client Computing − Software-Defined Applications and Infrastructure − Web-Scale IT − Risk-Based Security and Self-Protection
2016	− Device Mesh − Ambient User Experience − 3D Printing Materials − Information of Everything − Advanced Machine Learning − Autonomous Agents and Things − Adaptive Security Architecture − Advanced System Architecture − Mesh App and Service Architecture − Internet of Things Platforms

Table 2. Top 10 Key ICT Issues in 2016 (정보통신기술진흥센터 2015)

No	2016
1	Battle for supremacy in IoT eco-system
2	Smart cars
3	Fintech industry
4	Commercial drones
5	Artificial intelligence
6	IoT security
7	Intelligent robots
8	China's ICT
9	Battery
10	Mobile healthcare

권 확보 경쟁이 본격화될 전망이다(정보통신기술진흥센터 2015).

2. 빅데이터 활용을 위한 요소

방사선 빅데이터 활용 실현을 위한 요소는 자원, 기술, 인력의 3가지로 요약할 수 있다. 우선 자원적인 측면에서는 활용할 수 있는 빅데이터 발견이 목적이다. 이는 데이터 경제시대의 도래와 무한한 데이터 자원 활용 가능에 따라 미래에는 빅데이터를 핵심 자원으로 인식하고, 필요한 정보를 뽑아낼 수 있도록 리소스를 키우는 것이 중요한 성공 전략일 것이다. 그러므로, 주어진 빅데이터를 관리 · 처리하는 측면과 함께 활용할 수 있는 외부 빅데이터 자원을 발견하고 확보하는 전략이 필요하며, 대량의 실제 데이터로부터 이전에 잘 알려지지 않았지만 묵시적이고 잠재적으로 유용한 정보를 추출하는 작업을 통한 신가치 창출을 위한 빅데이터 마이닝 또한 중요한 요소기술이다(한국정보화진흥원 2012).

기술적인 측면에서는 빅데이터 프로세스와 신기술 이해하기로 정의되며, 이는 빅데이터 자체 뿐만 아니라 관련 도구나 플랫폼, 분석 기법까지 포괄하는 용어로 의미가 확장됨을 의미한다. 마지막으로, 인력적인 측면에서는 신기술과 툴이 뛰어나도 실제 성과를 낼 수 있는 것은 이를 활용하여 적용하는 사람의 역량에 좌우된다는 사실로 미루어 볼 때 구조화 되지 않은 대규모 데이터 속에서 숨겨진 정보를 찾아내는 전문 분석가의 양성이 필요하다. 향후 RI-Biomics 기술정보시스템의 운영, 활용 활성화 성공 요건은 상기에서 고찰한 3가지 요소를 효율적으로 융합하여 적용하는 것으로써 RI-Biomics 기술정보시스템의 성능적 개선, 데이터 분석기술 향상, 전문 데이터 분석가 양성은 점차적으로 해결해야 할 요건이라고 하겠다.

결 론

빅데이터는 큰 데이터 집합으로부터 일정한 정보 패턴을

추론하여 결과 및 행동을 예측하기 위한 방법으로써, 다양한 과학 분야가 융복합하여 기술 구현이 가능한 방사선 기술 분야에 반드시 적용되어야 할 정보이다. 그러므로, 본 연구에서는 기존에 운영 중인 RI-Biomics 기술정보시스템에서 빅데이터를 활용하기 위해 구현되어야 할 요소들을 분석하였다. 이러한 요소는 자원, 기술, 인력으로 설명할 수 있으며, 구체적으로 살펴보면 활용할 수 있는 빅데이터 발견, 빅데이터 프로세스와 신기술 이해, 데이터 분석 · 처리가 가능한 전문분석집단 구성 · 운영 · 역량 강화로 요약할 수 있다(한국정보화진흥원 2012).

먼저, 데이터가 경제적 자산이 되는 '빅데이터 시대'의 도래에 대비하여 빅데이터의 중장기적 전략과 지원정책이 필요하다. RI-Biomics 기술정보시스템은 대국민 대상 정보시스템이기 때문에 이와 유사한 정보들을 통합 관리할 수 있도록 방사선 분야 빅데이터 거점기구 구축을 통해 정부의 효율적인 정책 설계, 새로운 연구방향 제시 등 국가적 차원의 전략이 필요하다. 또한 빅데이터 시대에 앞서나가기 위해서는 빅데이터 기술 인프라 개발과 데이터 사이언티스트 인력 양성을 필수적으로 수행하여야 한다. 빅데이터 기술 인프라 개발과 데이터 사이언티스트 인력 양성을 통해 차세대 신성장 엔진을 마련할 수 있으며, 신사업 창출, 신규 일자리 창출 등 막대한 부가가치 창출이 가능하다. 마지막으로, 사회 고동의 자산인 데이터의 부가가치를 높이기 위해 빅데이터 활용 협력을 위한 범정부적 거버넌스가 구성되어야 한다. 정부와 사회 구성원 전체의 생산적 혁신과 경쟁력 강화 차원에서 공공과 민간 부분의 데이터 공유 및 활용 촉진이 필요하다. 이에, 산 · 학연 · 관 간의 활발한 제휴와 정보 공유 및 협력을 통해 공공 및 사회 전 분야에서 가치를 창출할 수 있는 기반이 마련되어야 한다.

향후, RI-Biomics 분야의 빅데이터 활용 실현을 위해서는 빅데이터 시대의 도래에 대비한 중장기적 전략과 지원정책이 필요하며, 이를 통해 RI-Biomics 분야의 데이터 개방, 공유가 확산되어 새로운 가치창출을 실현할 수 있는 가능성, 서비스 모델이 구축 · 운영될 수 있을 것이다. 이러한 환경하에 비정형 · 대용량 데이터에 대한 다양한 분석이 가능한 원천기술이 개발될 것이며, 분석 · 활용을 위한 기술연구가 활발히 수행될 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

RI-Biomics는 방사성동위원소를 이용한 신약 및 물질의 흡수, 분포, 대사 및 배설(RI-ADME)과 같은 생체 내 역학을 평가하기 위한 최첨단 방사선 융합 기술이다. 현재 RI-Biomics 기술정보는 RI-Biomics 기술정보시스템인 'RIBio-Info'로 제공되고 있으며, 본 연구에서는 최근 빅 데이터 기술 동향을 검토하여 RIBio-Info의 개선사항을 도출하였다. RI Biomics 정보 시스템에서 빅데이터를 적용하기 위해 실현되어야 할 구성 요소로 자원, 기술 및 인력에 대해 각각 검토하였다. 첫째 활용할 수 있는 외부 빅데이터를 찾고, 두 번째로 빅데이터 활용 실현을 위한 인프라를 확충하고, 마지막으로 대용량 정보분석이 가능한 데이터 사이언티스트를 양성해야 한다. 이러한 환경 하에 비정형 · 대용량 데이터에 대한 다양한 분석이 가능한 원천기술이 개발될 것이며, RI-Biomics 분야의 새로운 가치를 창출할 수 있는 기반이 구축될 것이다.

사 사

본 논문은 미래창조과학부 원자력연구개발사업의 원자력연구기반확충사업인 'RI-Biomics 기술 전문인력양성 및 정보시스템 구축을 통한 기술동향분석' 과제(NRF-2012-M2B2B1055248)로부터 지원받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

미래창조과학부. 2013. 방사선 및 방사성동위원소 이용진흥법.

미래창조과학부. 2013. 원자력창조경제 실천계획.

정보통신기술진흥센터. 2015. 2016년 ICT 산업 10대 이슈. pp. 81-88.

정보통신기술진흥센터. 2015. 주간기술동향.

한국방사선진흥협회. 2014. 원자력선진기술연구센터 KARA Issue Paper. volume 1. 'RI-Biomics 현황 및 전망'. pp. 2-22.

한국정보화진흥원. 2011. IT Issues Weekly. pp. 7-8.

한국정보화진흥원. 2012. 2013년 IT기술 트렌드 방향과 쟁점. pp. 4-7.

한국정보화진흥원. 2012. 선진국의 데이터 기반 국가미래전략 추진현황과 시사점. pp. 5-31.

한국정보화진흥원. 2012. 성공적인 빅데이터 활용을 위한 3대 요소 : 자원, 기술, 인력. pp. 1-26.

한국정보화진흥원. 2013. 새로운 미래를 여는 빅데이터 시대.

Gartner. 2013. 'Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2013.'

Gartner. 2014. 'IT Strategy Technology Trend 2014.'

Korea IT Times. 2016. Global News Network Korea IT Times.

Received: 20 October 2016
Revised: 6 December 2016
Revision accepted: 31 January 2017