



Building the Predictive Governance System for Disaster Management

- Focusing on the Proposal for Cooperative Disaster Management Decision-making System -

Dong Kyu Lee⁺

Department of Seokdang Honors, Dong-A University, 225. Gudeok-ro, Seo-gu, Busan, Korea

Abstract

This study addresses an outstanding topic of “big data based smart disaster management” from the perspective of big data technology. It aims to integrate big data and disaster management to set a realistic direction for the predictive governance system for disaster management, along with exploring its possibility. The main objective of this research is to suggest technological and strategic conditions and other policy considerations which would be needed for embodying the big data based disaster prediction system. Using the cases of the U.N. Global Pulse and HunchWorks projects, a conceptual analysis was conducted on the ways of integrating big data, predictive analysis, and all the steps of disaster management, following the evolution process of big data analysis techniques.

Key words: big data, big data-based smart disaster management, predictive anticipatory governance

1. 서론

본 연구는 최근 주목받고 있는 ‘빅데이터 기반의 스마트 재난관리’ 주제에 대해 빅데이터 기술의 관점에서 접근하고자 한다. 빅데이터와 재난관리의 현실적 접점을 ‘재난관리 예측적 거버넌스 시스템 구축’에 두고 그 가능성과 현실적 추진방향을 탐색한다.

최근 재난관리 관련 정부부처 및 유관기관에서 최신 IT기술을 활용한 ‘스마트 재난관리’체계를 구축하는데 관심을 가지고 많은 연구결과를 제시되고 있다. 즉, ‘빅데이터’를 활용한 재난관리 분야에도 영향을 미쳐 ‘빅데이터’와 ‘재난관리’를 어떻게 결합시킬 것인지에 대한

연구 결과물이 제시되고 있다(Rheem, 2014; Gyeonggi Research Institute, 2014; Min & Jeong, 2013; Korea Institute of Public Administration, 2013; Korea local Information Research & Development Institute, 2013). 왜냐하면 재난관리 분야는 원래 데이터 집약적, 과학 집약적 성격이 다른 분야에 비해 많이 요구되기 때문이다.

본 연구는 ‘빅데이터’와 ‘재난관리’의 만남이라는 주제를 다룬다는 점에서는 다른 연구와 공통점이 있다. 그러나, 다른 한편으로는 지금까지와는 다른 접근이 필요한 시점이라는 인식에서 출발하였다. 지금까지 빅데이터와 재난관리를 주제로 한 대부분의 연구들이 재난

⁺ Corresponding author: Dong Kyu Lee, Tel. +82-51-200-8717, Fax, +82-51-200-8591, e-mail, invictus88@dau.ac.kr

관리 관점에서 빅데이터에 접근했다. 따라서 본 연구는 빅데이터 기술의 구현 방향 관점에서 재난관리에 접근해보려는 시도이다. 즉, 빅데이터 관점에서 재난관리의 점점을 분명히 하고, 필요성과 현실적인 실행가능성을 충족시키기 위해 고려되어야 할 기술적 요건들을 탐색한다. 그 구현체로서 시스템의 기술적 형상(technical configuration)을 접근하기 위한 시론적 검토를 시도한다. 가장 중요한 지향점은 현실적인 작동가능성과 실용성에 있다.

연구목표는 빅데이터 기반의 재난관리 예측적 거버넌스 시스템을 논의하고, 그것을 위한 기술적, 정책적 조건, 고려사항 등을 검토하는 것이다. 특히 본 연구와 관련하여 현재 예측적 거버넌스 시스템으로 대표되는 유엔 글로벌 펄스(Global Pulse)의 헨치워크스(HunchWorks) 프로젝트에 대해 살펴보고자 한다. 이에 대한 중요한 사항을 검토하여 빅데이터 기반의 재난관리 예측적 거버넌스 시스템 적용 가능성을 검토하고, 시스템 구축 방향을 제안하기 위한 시사점을 도출한다.

II. 이론적 배경

1. 재난관리 기술혁신의 사례

세계 각국의 재난관리와 인도주의적 활동을 위한 신기술 활용현황과 함께 기술혁신의 위험, 새로운 규범 등에 대해 방대한 사례를 들어 소개하고 있다.¹⁾ 보고서는 특별히 재난관리의 전체 단계에서 활용될 수 있는 새로운 정보통신기술을 ‘인도주의적 정보통신기술’(Humanitarian Information and Communication Technology, HICT)로 정의하고 있다. 위기 예측과 규모, 속도 및 효율이 향상된 재난 대응 분야에서의 잠재력에 주목하고 있다. 특히 재난 관련 정보 수집과 대응 상황에서의 커뮤니케이션을 획기적으로 향상시키는 도구로서 크라우드소싱(crowdsourcing), 빅데이터/분석, 위기 매핑(crisis mapping), 디지털 데이터 수집도구(digital data collection, 예. 스마

트폰)를 언급하고 있다(IFRC, 2013: 14).

인도주의 활동단계(재난관리단계)별로 현재 적용되고 있거나 가능한 혁신 기술은 다음과 같다. 첫째, 완화 단계로 조기경보를 의미한다. 적용 기술로는 조기경보를 위한 빅데이터 분석(소셜 미디어, 위성사진 등), 컴퓨팅의 고도화, 텍스트 메시지 및 소셜 미디어 정보 시스템, 오픈 데이터, 소셜 미디어를 통합 접근 등이 있다. 둘째, 대비단계로 계획 및 훈련을 의미한다. 적용 기술로는 자원 데이터베이스와 소셜 네트워크, 온라인 원격교육 플랫폼과 토론 플랫폼, 메일링 리스트, 모바일 플랫폼, 소셜 미디어 캠페인 등이 있다. 셋째, 대응 및 복구단계로 상황인식 및 요구분석을 의미하는 적용 기술은 다음과 같다. 빅데이터 분석, 정보공유 플랫폼, 모바일 및 디지털 데이터 수집, 위성사진·항공사진·무인 항공기, 클라우드소싱 정보, 마이크로 태스킹, 보안 데이터 전송 및 암호화, 원거리 데이터 전송 등이 있다. 넷째, 대응 및 복구 단계로 자원관리 및 책임성을 의미하는 적용기술은 다음과 같다. 소셜 미디어를 통한 자원 동원, 모바일 자금이체, 모바일 전화를 통한 물품 및 자원 추적, 피구호자로부터의 SMS 피드백, 자원관리 플랫폼, 소셜 미디어를 통한 수요-자원봉사자 매칭 등이 있다. 마지막으로 대응 및 복구 단계로 탐색 및 구조를 의미하는 적용 기술로는 다음과 같다. 소셜 미디어를 통한 재통합, 디지털 사인을 활용한 탐색과 식별(예. 휴대전화 SIM카드) 등이 있다.

재난관리에 있어 혁신적인 개선은 요소기술, 인력 또는 물리적 자원 각각의 개선보다는 시의적절한 의사결정을 위한 정보의 개발과 효율적인 정보의 흐름을 만들어내는 ‘시스템 접근’에 의해 가능하다. 아울러 기술의 역사는 무선 네트워크, 무인 시스템, 내장 센서, 패턴 인식, 데이터 융합, 고급분석 알고리즘 등과 같은 기술 혁신이 반드시 인간에게 유용한 정보와 더 나은 의사결정으로 이어진 것은 아니라는 점도 동시에 보여준다. 오히려 그것들은 관리조차 불가능한 엄청난 양의 데이

1) 국제적십자연맹(IFRC)이 최근에 발표한 “2013 세계 재난 보고서(World Disasters Report 2013)는 ‘기술과 미래 인도주의 활동에 초점’(Focus on technology and the future of humanitarian action)을 맞추고 있다.

터와 정보만을 생성하는데 그친 측면도 반드시 고려되어야 한다. 재난은 극한적인 조건에서 극한적인 규모의 사건에 대한 신뢰성 있는 의사결정을 필요로 하기 때문이다. 따라서 기술적 첨단성에 대한 맹목적인 추구나 기술에 대한 과도한 신뢰는 가장 경계해야 할 항목 중의 하나이다. 시스템은 사회성과 기술성을 동시에 고려해야 한다.

2. 빅데이터를 활용한 재난관리

빅데이터와 재난관리의 접점을 도출하는데 있어 재난관리 개념의 변화도 염두에 두어야 한다. 첫째, 재난은 근본적으로 ‘발발’과 ‘진행’이 불확실(uncertain)한 사건이다. 따라서 인간의 예측범위 밖에 존재하는 경우가 대부분이다. 둘째, 재난은 규모를 가늠하기도 어렵다. 하나의 재난이 연쇄적인 재난으로 이어질 수 있기 때문이다.

2005년부터 본격적으로 구축되기 시작한 우리나라의 재난관리 정보시스템은 짧은 기간에도 불구하고 방대한 시스템을 갖추었다.²⁾ 다만, 기본적으로 업무를 정보화 또는 디지털화하여 재난에 수동적으로 대응하는데 초점이 맞추어져 있었다. 데이터화, 더 나아가 데이터 기반의 의사결정이나 예측을 통한 선제적 대비 측면에서는 미흡한 것이 사실이다. 즉, 지금까지의 재난관리 정보시스템은 광범위한 재난정보의 수집과 전파, 공유, 재난관리 업무와 재난대응을 위한 대민서비스의 디지털화 및 온라인화, 그리고 시스템간 연계(네트워킹)와 같은 기본 인프라 구축에 많은 비중이 있었다. 따라서 재난관리와 관련된 중요한 의사결정은 거의 사람의 경험적 통찰력에 의존할 수밖에 없었다. 그에 따라 중요한 정보를 놓쳐서 대비를 못하거나, 불완전하거나 잘못된 판단과 선택을 하거나, 착오와 누락에 의해 관리의 사각지대를 만들거나 하는 것과 같은 문제로 이어졌다.

빅데이터 분야의 트렌드도 변화하고 있다. 빅데이터

사업의 초기 단계에서는 빅데이터의 개념과 구성방향, 데이터의 수집, 축적, 처리 등과 관련된 시스템 인프라에 초점에 맞추어져 있었다면 이제는 분석을 통한 활용가치 도출로 관심의 초점이 이동하고 있다. 빅데이터의 핵심은 처음부터 데이터 기반의 의사결정 지원이었다. 최근에는 데이터가 생성되는 하드웨어나 애플리케이션에 내장된 분석을 통해 기기나 서비스를 지능화(embedded analytics)하는 ‘분석 3.0’ 개념으로 진화하고 있다(Davenport, 2014). 이와 함께 분석의 수준에서도 기본적인 서술적 분석(descriptive analysis)에서 예측적 분석(predictive analysis), 처방적 분석(prescriptive analysis)의 수준으로 고도화되어 가는 방향으로 논의가 진전되고 있다(Burkett, 2014). 이런 진화는 다소 시간이 걸리겠지만 적절한 방향을 찾아가고 있는 것으로 평가된다. 많은 비용을 들여 과거와 현재의 데이터를 수집하는 이유는 바로 미래를 향한 통찰력을 얻기 위해서이기 때문이다.

3. 재난관리 단계별 빅데이터 활용의 고려사항

1) 예방 및 대비단계(Prevention/Preparation Stage)

재난관리는 예방(prevention), 준비(preparation), 대응(response), 복구(recovery)의 단계로 이루어진다.

재난 예방 및 대비단계에서는 다가올 재난에 대한 정확한 정보를 시민들에게 이해·수용·행동 가능한 방식으로 제공하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 특히 어떤 재난이, 어떤 방식으로, 또 어느 정도로 발생할 것인지에 대한 예측이 가능해야 한다. 하지만 이는 쉬운 문제는 아니다. 왜냐하면 재난을 정확하게 예측한다는 것은 불가능에 가깝기 때문이다.

중요한 것은 신뢰성 있는 예측시점과 발생시점 간의 시차이다. 재난 발생 직전의 예측은 예측으로서의 의미를 상실하고 만다. 예측은 충분한 대비시간을 확보할 수 있을 정도의 시차를 두고 이루어져야 한다. 예측에

2) 재난 관련 정보시스템 구축현황은 소방방재청은 23개 시스템(2012년 6월 말 현재), 중앙부처는 38개 시스템, 유관기관은 63개 시스템. 그리고 다수의 중앙정부 재난안전 관련 앱 및 모바일정보 서비스 등이 있다(Korea Institute of Public Administration, 2013: 52-77).

관한 많은 연구는 이 시차를 늘이기 위한 방향으로 진행되고 있다. 그러나 시차와 정확성 간에는 트레이드 오프 관계가 있으므로, 실시간 재난대응역량을 키우는 노력을 병행할 필요가 있다. 이런 맥락에서 가까운 미래를 예측하는 ‘현재 예측(predicting the present)’ 개념도 등장하였다(Choi, 2012). 구글 트렌드의 연구진은 실시간 검색량을 통해 현재 행동의 추이를 파악하고, 그것을 통해 가까운 미래에 발생할 일에 대한 예측가능성을 높일 수 있다는 아이디어를 내놓았다.³⁾

복합재난의 경우는 재난의 연쇄적인 발생에서 기인하는 불확실성이 더 심각하기 때문에 예측가능성은 더 저하된다. 재난들 간에는 상호작용성 또는 의존성이 있기 때문에 연쇄적으로 파급되는 후속 재난상황까지를 염두에 두고 예측과 대비를 해야 할 필요가 생긴다. 이에 따라 다른 유형의 재난들 간의 의존성 모델링(dependency modeling)과 빅데이터 수집을 필요로 하게 된다. 빅데이터는 잠재적으로 이 모델의 정확성을 향상시켜 줄 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 재난 대비단계에서 시스템 아키텍처 측면에서 고려해야 할 사항도 있다. 재난관리 시스템은 대규모 시스템이기 때문에 아키텍처적인 복원력이 매우 중요하다. 시스템도 재난의 피해를 입을 수 있기 때문이다. 이를 위해 시스템 백업, 분산 스토리지, 분산 컴퓨팅 등을 채택하여 시스템의 고가용성을 보장하는 것이 일반적이다. 이런 맥락에서 클라우드 인프라도 주목할 필요가 있을 것이다.

2) 재난 대응 및 복구단계(Response/Recovery Stage)
재난이 발생하면 대응 자원의 제약성과 신속한 탈출, 그리고 공공 안전이 가장 우선적인 고려사항이 된다. 또한 시스템 인프라는 재난 경고, 위험평가정보의 전달, 구조 지원, 안전 확인, 미래 재난의 방지와 완화 등과 같은 시간제약적인 커뮤니케이션 요구를 수용할 수 있어야 한다. 그리고 그 과정에서 피해상황에 대한 신속하고 정확한 이해와 의사결정을 지원하기 위한 빅데이터 수집과 분석 기능은 지속적으로 수행되어야 한다. 재난이 발생하면 네트워크 자원도 제한될 수 있으며, 시간이 흐를수록 더 악화될 수 있다. 이는 재난으로 인해 통신 인프라도 피해를 입을 수 있기 때문이다. 재난 대응에는 이런 극한 상황을 가정하는 것이 당연하다.

다양한 재난에 효과적으로 대응하기 위해서는 실시간 데이터 분석이 실질적으로 중요하다. 실시간 모니터링과 상황분석을 통해 응급대응인력이 가장 긴급하게 주목해야 할 지역을 파악할 수 있도록 하고, 최적으로 재난상황을 관리하고 조정할 수 있도록 지원해야 하기 때문이다. 아울러 재난 지역에 있는 피해자들이 혼잡을 피하고, 실수로 더 위험한 상황으로 들어가지 않도록 최적의 경로로 그 지역을 벗어날 수 있도록 안내를 해줄 수도 있어야 한다. 이와 함께 다양한 상황에서 가장 효과적인 대응방법이 무엇인지를 판별할 수 있도록 과거 재난 데이터에 대한 분석도 필요하다.⁴⁾

시스템 인프라와 관련된 요구사항을 충족하기 위한 다양한 노력들이 진행되고 있는데, 미국 NSF의 미래 인터넷 아키텍처 프로젝트도 그 중 하나이다.⁵⁾ 이 프로젝트는 네트워크의 고가용성과 재설정가능성(reconfigurability)을 달성하기 위한 기초연구에 많은 투자를 하고 있다. 그

3) 우리나라에서 트윗 글을 통해 재난 전조를 예측하려고 시도했던 연구사례도 ‘현재 예측’에 가까운 아이디어라고 주장한다(Choi, 2014).

4) 재난 관련 과거의 데이터는 재난 종류별 발생 시기, 집중 피해지역, 피해 규모, 재난신고 및 민원처리 내용, 재난대처에 있어 잘한 점과 보완할 점 등에 대한 데이터를 포함하고 있는데 이들 데이터는 재난 유형별 대비 및 대응활동 수립에 유용한 정보를 제공한다. 재난 관련 과거의 데이터는 주로 텍스트와 사진과 같은 이미지, M2M을 통해 수집되는 숫자 데이터가 주를 이룬다. 동영상 데이터는 대부분의 지방자치단체가 동영상을 육안으로 모니터링만 할 뿐 별도로 저장하고 있지 않기 때문에 분석 데이터로 활용하기 어렵다. 재난과 관련된 현재의 데이터는 기상청 및 소방방재청뿐만 아니라 재난과 관련 있는 여러 유관기관으로부터 재난정보를 공유 받아 과거데이터와 함께 분석할 필요가 있다(Korea local Information Research & Development Institute, 2013: 81).

5) <http://www.nets-fia.net/>

리고 클라우드 환경에서 실시간 가상화에 대한 연구도 재난관리 시스템에 적용할 수 있는 기초 연구이다. 높은 보안성, 신뢰성을 보장하는 실시간 인프라(네트워크 및 클라우드 포함)에 대한 새로운 연구들도 효과적인 재난 대응과 빅데이터 기술의 활용을 위해 필요하다. 나아가 이런 인프라의 연속적인 적응적 최적화(continuous adaptive optimization)도 빅데이터의 실시간 교환과 처리 및 끊임없이 진화하는 인프라의 목표(예를 들면, 재난 중 구조임무의 변화, 예측하기 어려운 시스템 오류나 환경적인 변화 등)에 적응하기 위해 중요하다. 그리고, 이런 인프라의 간편한 설치와 배치를 보장하는 것도 중요한 기술적 고려사항이다(GIT, 2013).

재난 중에는 사람들을 위험 지역으로부터 최대한 신속하게 벗어나도록 하는 것이 중요하다. 사람들이 현재 무엇을 하고 있는지를 파악하는 것이 필요하다. 이는 쉽지 않은 문제이다. 왜냐하면 사람들은 독립적인 행위자이며, 매우 느슨한 조정되는 프로세스에 의해 행동하기 때문이다. 사람들은 제 각각의 정보 소스에 의해 반응하여 행동하고, 각기 다른 의사결정 모델을 가지고 있다. 사람들의 위치와 행위를 연속적으로 추적하고 모니터링하는 것은 재난지역에서 희생자를 구조하고, 재난 지역 밖으로 대피한 사람들을 유지관리하기 위한 비용을 줄이고, 자원을 적절하게 할당하기 위해 중요한 문제이다.

소셜 네트워크(클라우드소싱)은 실시간 커뮤니케이션 향상시켜줌으로써 이 과정을 지원할 수 있을 것이다. 아울러 재난지역 내에서의 물류를 개선하기 위해서도 재난 대응관계자는 피해자가 어디에 있는지, 각 지역에 얼마나 많은지, 어떤 곤란을 겪고 있는지, 어떤 의약품이 필요한지 등을 이해할 필요가 있을 것이다.

이와 함께 재난대응 상황에서 중요한 해결과제는 빅데이터로부터 유용한 정보(신뢰할 수 있는 정보, 실행할 수 있는 정보 등)를 어떻게 식별할 것인가의 문제이다. 이는 자동화된 의사결정 프로세스와도 관련된다. 이를 위해 군중(전문가 집단)의 지혜와 기계적인 판단을 통합

할 수 있어야 한다. 이를 위한 사전연구와 표준절차의 마련도 필요할 것이다. 재난 상황에서 전문가들의 집단적인 지혜를 신속하게 모으기 위해서는 사전 네트워크 구축과 행동방식에 대한 합의가 되어 있어야 할 것이다.

복구단계에서도 데이터 분석을 통해 다양한 정보 공유와 복구업무(안전 확인, 자원봉사자 조정, 구호물품의 전달, 물류 등)를 지원할 수 있어야 한다. 이를 위해 피해를 입은 네트워크와 컴퓨팅 자원의 신속한 복구가 우선되어야 한다. 모니터링, 최적화 시뮬레이션, 소셜 네트워크 등 재난 대응과정을 위해 개발된 많은 도구들은 복구과정에서 유용하게 활용될 수 있다. 재난과 대응 시뮬레이션은 복구를 위한 다양한 대안을 평가하는 것으로 확장될 수 있다. 재난 대응 상황에서 정보를 얻기 위해 사람들이 사용한 소셜 미디어는 복구 상황에서도 동일한 커뮤니케이션 채널로 활용될 수 있을 것이다.

이렇게 볼 때, 빅데이터가 재난관리에 효과적으로 활용될 수 있는 주요 지점은 첫째, 실시간 상황인식(real-time awareness), 둘째, 신뢰성 있는 예측분석을 통한 의사결정 지원(decision support)으로 요약될 수 있다. 실시간 상황인식을 위해서는 다양한 소스 데이터의 실시간 통합을 통한 빅데이터 구성과 모니터링 시스템이 필요하며, 의사결정 지원을 위해서는 융·복합 분석과 시뮬레이션 기반의 예측적·처방적 분석모델과 모델에 반영될 수 있는 표준적인 의사결정 기준과 절차가 마련되어야 할 것으로 판단된다.⁶⁾

4. 미래예측을 위한 약한신호의 이해

1) 미래예측(foresight)의 개념

국가역량으로써 정책결정에 다면적이고 장기적인 함의를 가져오는 체계적인 힘이 미래예측(Foresight)이다(Lindsey, 1988: 3). 이러한 미래예측 활동은 국가·기업·개인 등의 생존을 전제로 필수적으로 인식되고 있다(Lee & Kim, 2015). 특히 재난관리 측면에서 의사결정 범위를 넓히고 미래에 생길지 모를 다양한 영향들을 의사결정 과정에서 고려해야 되는 시도라고 이해할 수

6) "Big Data = Big Analytics = Better Decision"의 등식을 염두에 둘 필요가 있다.

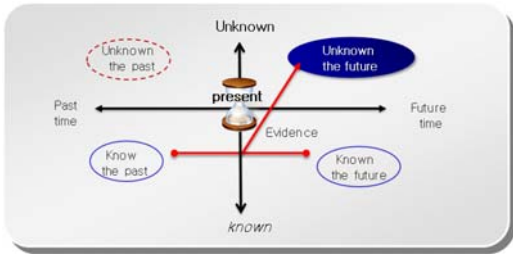


Figure 1. Process of foresight⁷⁾

있다. 즉 대규모 재난으로 인한 피해를 줄이기 위해 ‘만약 ~했다라면 어떻게 되었을까?’ 라는 예측적인 접근을 위한 질문을 제도화하는 노력으로 이해할 수 있다.

단서가 있는 이미 알고 있는 과거와 이미 알고 있는 미래의 정보를 근거로 미지의 미래를 발굴하는 것을 예측하려는 작업으로 이해할 수 있다. 이를 바탕으로 과거와 현재로부터 미래를 어떻게 예측할 것인지 형태별로 분류하면 미래에 대한 단서가 과거에서 현재까지 존재하는 경우, 과거에는 없었지만 현재는 존재하는 경우, 현재는 없지만 과거에는 존재한 경우, 미래에만 존재하는 경우 등 4가지를 제시할 수 있다.

결국에 이에 대한 접근방법은 바람직한 또는 준비할 미래는 무엇인가?, 달성할 미래의 가치는 무엇인가? 등에 대한 논의에 적절하다. 왜냐하면 미래에 대한 어떤 단서도 존재하지 않기 때문에 정확하게 예측하기 위한

논의를 하기 위한 것이 아니라, 중장기 계획을 수립하기 위한 전략적 예측에 초점을 둘 필요가 있다. 즉, 알지 못하는 미래에 대한 접근을 의미한다.

위의 4가지 경우에도 알고 있는 미래에 대한 접근방법에 따라 추가로 4가지로 구분이 가능하다. 미래에 대한 단서가 과거에서 현재까지 존재하는 경우에도 알고 있는 미래에 대한 단서가 존재하는 경우, 과거에는 없었지만 현재는 존재하는 경우에도 미래에 대한 단서가 존재하는 경우, 현재는 없지만 과거에는 존재한 경우에도 미래에 대한 단서가 존재하는 경우, 미래에만 존재하는 경우에도 미래에 대한 단서가 존재하는 경우 등의 추가 구분이 가능해진다. 결국에 알고 있는 미래에 대한 접근방법은 미래가 어떻게 진화했을까?, 미래가 얼마나 적중했을까? 등에 대한 논의에 적절하다.

2) 약한신호(Weak signal)의 이해

Ansoff(1975, 1976)의 주장에 따르면, 만약 조직이 정보를 처리하는 방식이 약한 신호를 조직적으로 분석하기에 적합하다면, 조직은 많은 전략상의 불연속성을 예측할 수 있을 것이라는 것이다. 약한 신호를 통해 미래를 정확히 예측할 수 있는 것은 아니다. 하지만 미래 예측은 정확한 예측이 아니라 미래에 대한 가능성을 보

Type	case with Evidence ⁸⁾	case without Evidence ⁹⁾
Foresight for guidance type	Past Present Future ● ——— ● ○	Past Present Future ● ——— ● ●
Foresight for mutation type	Past Present Future ● ○	Past Present Future ● ●
Foresight dormant volcano type	Past Present Future ● ○	Past Present Future ● ●
Foresight for SF type	Past Present Future ○	Past Present Future ●

Figure 2. Type of foresight¹⁰⁾

7) Dobioka Ken · Shin Mun Sik(2002) 재구성

8) 바람직한 미래는 무엇인가?, 달성할 미래의 가치는 무엇인가?

9) 미래가 어떻게 진화했을까?, 미래가 얼마나 적중할까?

10) Ken & Shin(2002) 재구성

는 것도 포함하는 것이라면 약한 신호는 미래에 대한 여러 가지 대안을 제시하는데 분명히 의미가 있다고 판단된다. 이러한 약한 신호는 특히 재난관리 분야에서 초기 대응시에 이러한 여러 가지 정책 대안을 필요한 순간에 집약하여 판단하고 결정할 수 있는데 중요한 단서가 될 수 있다.

약한신호 하나하나에 주목할 필요는 없다. 다만 신호가 만드는 패턴에 주목하기 위해 이러한 패턴을 만들기 위해 많은 약한 신호를 수집해야 한다. 이러한 약한 신호는 징후의 단서 조각이 되는 것이다. 특히 단서 조각을 새롭게 출현하는 신생이슈로 접근한다면, 이러한 신생이슈(그리고 신생 이슈의 증거로서 약한 신호)는 가능한 미래 트렌드, 메가 트렌드, 그리고 와일드카드(매우 영향을 주는, 큰 결과를 동반하는 급격한 사건)를 밝힐 수 있다. 또한 신생이슈는 오직 임시적으로 상황이 변동되는 추세를 발견할 수 있다. 재난관리에서 데이터를 활용하여 또는 소셜미디어를 결합하여 이러한

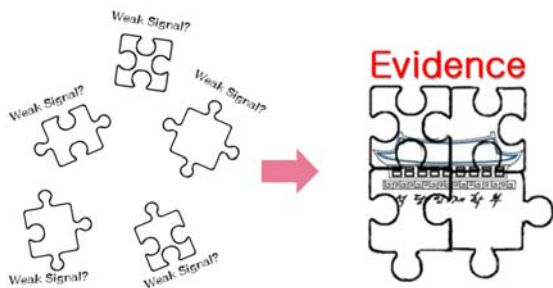


Figure 3. Weak signal

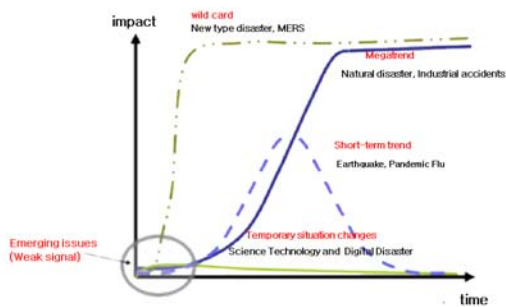


Figure 4. Emerging issue(weak signal)

약한 신호를 수집하여 트렌드를 찾는 과정이 중요할 수 있다. 결국에 초기대응을 하는 공식적 및 비공식적 상황적 반응자와 재난 대응자들에게 정확한 정보를 제공하고 의사결정에 도움을 줄 수 있기 때문이다.

3) 재난관리에서의 약한신호(이상신호)에 대한 미래예측 접근

인터넷 보급 확산과 함께 발달한 모바일과 소셜미디어는 재난관리에서 유용한 정보소통 수단으로 활용되고 있다. 재난관리 각 단계에서 활용이 가능하며, 미국 Red Cross(2011)에 따르면 비상시 정보획득을 위해서 TV와 라디오 다음으로 소셜미디어를 활용한다는 결과를 제시하였다. 2010년 1월 12일 아이티 대지진때도 트위터로 희생자, 피해지역, 기부방법 등을 실시간 전달되었다. 2011년 3월 11일은 일본 대지진때도 통신시설 마비로 트위터로 현장정보, 구조요청, 복구지원 실종자 찾기 등에 활용되었다. 자연재난과 사회적 재난의 취약성에 노출된 동북아 지역에도 이러한 활용 사례는 참고할 필요가 있다. 결국에 기존의 데이터 외에 소셜미디어를 활용한 새로운 빅데이터 기반의 재난관리(동북아 중심의 예측적 거버넌스), 즉 사전징후 파악, 조기경보 체계 마련, 재난 관련기관 간 정보공유, 그리고 유기적 공동대응을 통합할 수 있는 통합플랫폼 구축과 전문가들간의 협업 네트워크를 연계할 필요가 있다. 협업 네트워크의 핵심은 미래예측을 할 수 있는 역량있는 전문가들과 주요 재난별 속성과 상황을 판단할 수 있는 전문가들, 그리고 이들을 관리할 수 있는 전문가들이 총체적으로 이상징후를 판단하고 의사결정자들에 정확한 의견을 전달할 수 있는 것을 의미한다.

III. 연구설계

1. 연구흐름

문헌연구와 관련 보고서를 검토하여 한국형 빅데이터 기반의 재난관리 시스템의 정책적 시사점을 제시하고자 한다. 국회도서관의 검색 엔진과 구글 검색 엔진으

로부터 빅데이터 기반의 재난관리 시스템 법령과 보고서 등을 참고하였다. 연구의 흐름은 다음과 같다. 본 연구에 사용된 문헌조사방법(document research)은 정부백서나 관련 시민단체 및 이익집단의 신문, 정기 간행물, 등의 공식 자료는 물론, 회의록 또는 출석자 명단, 성명서, 보도자료 등 비공식적 자료 등을 수집하였다. 유엔 헌치워크스(HunchWorks) 사례를 기술적·정책적·고려사항 등을 검토하여 한국의 빅데이터 기반의 재난관리 시스템의 정책적 제언을 도출하고자 한다.

재난관리와 관련된 데이터의 중요한 특성 중의 하나는 단절적으로 축적된 데이터가 아니라 지속적으로, 그리고 빠르게 유입되는 흐름(stream data)이라는 점이다. 광범위하게 설치된 물리적 센서들이 수집하는 데이터나 소셜 미디어 데이터는 주기적 또는 비주기적으로 많은 양의 데이터를 쏟아낸다. 이런 데이터를 모니터링하거나 분석하여 의사결정과 사후행동이 가능한 정보로 변환하기 위해서는 보다 연속적인 접근이 필요하다. 즉, 상시적인 모니터링 과정에서 구체적인 의사결정과 행동이 필요할 때를 결정하기 위한 새로운 절차가 필요한 것이다. 이런 측면에서 유엔(UN)의 글로벌 펄스(Global Pulse) 혁신 연구실에서 개발한 빅데이터 도구인 헌치워크스(HunchWorks)¹¹⁾는 행동을 실질적으로 지원할 수 있는 정보(actionable information)를 제공하는 방식은 예측적 거버넌스 시스템, 즉 빅데이터 기반 재난관리 시스템의 구축방향을 탐색하려는 본 연구에 많은 시사점을 안겨준다. 헌치워크스는 빅데이터 기반의 모니터링 지향 애플리케이션으로서 연구자들은 ‘가설 수립, 증거 수집, 그리고 집단적 의사결정을 위한 세계 최초의 소셜 네트워크’라고 주장한다.¹²⁾ 이는 집단의 총합적 예측(aggregate forecast)이 개인의 예측보다 낫다는 기본인식을 내포하고 있다.

2. 유엔 헌치워크스(HunchWorks) 사례 선정이유: 예측적 거버넌스 시스템의 접근

재난관리와 관련된 데이터의 중요한 특성 중의 하나는 단절적으로 축적된 데이터가 아니라 지속적으로, 그리고 빠르게 유입되는 흐름(stream data)이라는 점이다. 광범위하게 설치된 물리적 센서들이 수집하는 데이터나 소셜 미디어 데이터는 주기적 또는 비주기적으로 많은 양의 데이터를 쏟아낸다. 이런 데이터를 모니터링하거나 분석하여 의사결정과 사후행동이 가능한 정보로 변환하기 위해서는 보다 연속적인 접근이 필요하다. 즉, 상시적인 모니터링 과정에서 구체적인 의사결정과 행동이 필요할 때를 결정하기 위한 새로운 절차가 필요한 것이다. 이런 측면에서 유엔(UN)의 글로벌 펄스(Global Pulse) 혁신 연구실에서 개발한 빅데이터 도구인 헌치워크스(HunchWorks)¹³⁾는 행동을 실질적으로 지원할 수 있는 정보(actionable information)를 제공하는 방식은 예측적 거버넌스 시스템, 즉 빅데이터 기반 재난관리 시스템의 구축방향을 탐색하려는 본 연구에 많은 시사점을 안겨준다. 헌치워크스는 빅데이터 기반의 모니터링 지향 애플리케이션으로서 연구자들은 ‘가설 수립, 증거 수집, 그리고 집단적 의사결정을 위한 세계 최초의 소셜 네트워크’라고 주장한다. 이는 집단의 총합적 예측(aggregate forecast)이 개인의 예측보다 낫다는 기본인식을 내포하고 있다.

IV. 예측적 거버넌스 시스템 사례:

UN Global Pulse의

유엔 헌치워크스(HunchWorks) 사례¹⁴⁾

1. 기술적 검토 : 협력적 의사결정 운용방식으로 약한신호(이상신호)를 감지
UN에서는 급격하게 대두하는 위험을 즉각적으로 분

11) 예감이 효과를 낸다는 의미.

12) <http://www.unglobalpulse.org/technology/hunchworks>

13) 예감이 효과를 낸다는 의미.

14) <http://www.unglobalpulse.org/technology/hunchworks> 을 중심으로 정리하였음을 밝힙니다. 현재 관련한 문헌에 대한 접근성이 제약이 있는 관계로 홈페이지에 공개된 자료를 근거로 기술하였습니다.

석하기 위해서는 정보의 흐름을 완벽하게 창조할 수 있는 체계(mechanism) 또는 생태계(ecosystem)가 필요함을 인식하였다. 이를 바탕으로 통합적인 정보연결망의 수립을 추구하고 있다. 즉 흩어지고 구조화되지 않은 실시간 정보들을 확고한 사실의 단편으로 결합시킬 수 있도록 하는 연결조직을 수립하는 것이다. 현장에 있는 UN의 직원들 및 수많은 전문가들과 조직 전반에 (비록 해체되어 부분별로 나뉘어져 있기는 하지만) 분포되어 있는 상황정보들을 단순히 증폭시키는 것이 아니다. 이는 부분적이고 불안정한 정보들에 기초한 가설을, 그러한 가설이 정보망(network) 상의 다른 사용자들로부터 자료와 분석을 이끌어 내는 유인자로 활동하는 방식으로 활용할 수 있는 안전한 공간을 창출하려고 하고 있다.¹⁵⁾

이러한 사고방식을 바탕으로 만들어진 헨치워크스(HunchWorks)는 세계 최초로 가설을 형성하고, 증거를 수집하며, 집합적인 결정을 내리는 사회적 네트워크이다. 헨치워크스(HunchWorks)는 연구자들로 하여금 상호 보완적인 자료를 가지고 있는 다른 전문가들과 연계한다. 그들이 함께 단편적인 조각들로 나뉘어져 있는 자료들이 발신하는 신호가 위험이 증가되고 있음을 알리는 것인지의 여부를 결정하도록 하여 주고 추가적인 조사를 진행할 수 있도록 하여 준다.

헨치워크스는 유엔 글로벌 펄스 연구실 주관의 오픈 소스 프로젝트로서 2011년에 프로토타입 형태로 제시되었다. 현재 초기 운영과 개발이 동시에 이루어지고 있다. 헨치워크스(HunchWorks)를 사용함에 있어서, 자료에 있어서의 이상이 있음과 그것이 위험의 증가와 관련이 있음을 발견한 연구자는 자신의 가설을 수립한다. 관련되는 증거들을 첨부한 이후에, 그는 신뢰할 수 있는 네트워크에서만 보이는 시스템을 통하여 이를 관련 분야의 전문적인 동료들과 비공식적으로 공유한다. 그의 동료들은 교대로 그의 결론을 보강하거나 반박하는 증거들을 제시하며 그의 관찰에 대한 응답(feedback)을 제시하고, 다른 전문가들을 논의에 초대할 것

을 제안한다.

HunchWorks는 본질적으로 연구자들로 하여금 증거를 모으고, 자료를 분석하며 동료들의 검토를 받는 모든 것을 한 번에 할 수 있도록 하여준다. 그의 결과는 자료분석의 속도를 향상시켜 가능한 빨리 정책결정자들로 하여금 행동을 취할 수 있도록 하는 정보에 접근하게 하는 것이다. 즉 이를 통하여 연구자들은 자신들의 생각을 (가능한 빨리) 가설에서, 검증을 거쳐 실행에 이르도록 하는 목적으로 실험할 수 있게 된다.

기본적인 아이디어는 다음과 같다. 데이터가 어떤 추세나 결과를 드러내면-예를 들어, 기상 데이터가 아프리카의 어느 지역에 기아로 이어질 수 있는 가뭄을 시사하면-연구자는 가설적인 예측과 그 근거 데이터를 '헨치(Hunch)'로 올리고, 소셜 네트워크로 연결된 전 세계의 다른 연구자 또는 스태프들은 새로운 데이터와 분석을 통해 헨치를 지지 또는 부정하는 증거들(evidences)을 제시하는 방식으로 관여(engage)하면서 가설의 신뢰도를 검증해가는 방식이다. 이 시스템의 목적은 최초의 가설 또는 예측이 현실이 될 가능성이 얼마나 있는지, 또 상세한 분석과 그에 대응하는 행동을 할 가치가 있는지를 결정하는 것이다.

또한 헨치워크스(HunchWorks)는 약한 신호(weak signals)를 포착하기 위한 가설 관리 시스템(hypothesis management system)으로서, 인간과 데이터 마이닝 도구가 협력하여 비정상적이거나 관심을 가져야 할 데이터와 관찰치에 대하여 헨치를 생성한다. 헨치는 기본적으로 사회적 위기로 이어질 수 있는 가능성을 보유하고 있는 것이다. 헨치가 생성되고 나면 그것은 유엔의 글로벌 전문가 네트워크와 관련 기관의 스태프들에게 공유되며 신속하게 정보와 추가 증거들을 수집하는 메커니즘으로 작동하게 된다.

헨치워크스(HunchWorks)의 기능적 메커니즘은 첫째, 관심을 끄는 약한 신호를 감지(빅데이터 분석 및 모니터링), 둘째, 신호의 성격을 가설화(헨치 생성), 셋째, 헨치를 네트워크에 공유, 넷째, 헨치가 시드가 되어

15) 이하 <http://www.unglobalpulse.org/blog/why-hunchworks>

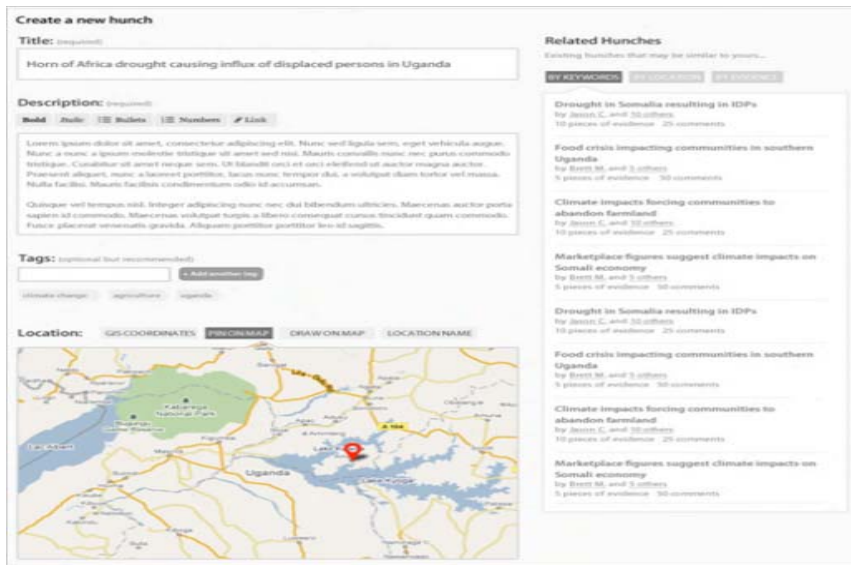


Figure 5. HunchWorks of UN global pulse

연관 신호와 다른 증거들을 수집, 다섯째, 지식 커뮤니티(communities of practice)의 관여를 통해 신속하게 타당성 검증(소셜 네트워크 동학), 여섯째, 확정된 헌치를 재난 대응 행동의 기초로 활용하고, 검증과정에 참여한 전문가들의 신뢰도를 시스템 내에서 조정하는 기능으로 구성되어 있다. 충분한 증거가 수집되었을 때 최초의 헌치 생성자는 집계된 증거와 신뢰도를 바탕으로 헌치의 상태를 ‘입증(Proven)’, ‘미입증(Disproven)’, ‘종료(Closed)’중 하나로 변화시키게 된다.

이러한 기능들은 글로벌 소셜 네트워크를 통해 안전하고 신뢰성 있는 방식으로 집단지성이 발현될 수 있도록 직관적이고, 정교하게 설계되어 있다. 재난관리에 전문가 네트워크를 동원하고자 할 때 눈여겨보아야 할 사항들이 많다. 첫째, 전문가들이 증거(evidence)의 형태를 세분화하여 제시하도록 하고, 각 증거들이 헌치의 내용을 지지하는 정도에 대해 전문가들이 직접 상호평가를 할 수 있게 해놓았다. 증거의 형태는 트윗, 데이터셋, 링크, 사진, 동영상, 관찰내용 등이 가능하며, 집단적으로 평가된 증거들이 집계되어 헌치의 신뢰수준이 자동적으로 집계된다. 둘째, 헌치 생성자가 가설의 성격을 고려하여 보안수준과 공유대상을 직접 설정할 수 있도록 하여, 검증과정에서 불필요한 소음이 발생하는 것을 방지하고 있다. 예를 들어, 보안수준이 ‘숨겨

기’(Hidden)로 설정되면 헌치가 검색되지 않으며, 직접 초대받은 전문가들만이 열람과 검증과정에 참여할 수 있다. 셋째, 참여도와 기여도에 따라 전문가들의 신뢰도가 정교하게 평가되는 메커니즘을 구현하고 있다. 즉, 헌치를 지지 또는 부정하기 위해 제시된 증거들은 다른 전문가들에 의해 다시 검토, 평가되는데, 시스템 내에서 이루어진 모든 행위들이 기록으로 남고, 전문가들의 신뢰도를 평가하는 지표로 활용된다. 다시 말하면, 신뢰성 있는 기여행위를 많이 할수록 전문가의 신뢰도가 높아지는 방식이다. 전문가의 신뢰도는 헌치의 신뢰도 집계에 가중치로 반영된다. 이는 많은 사람들에게 영향을 미칠 수 있는 국가적, 지구적 재난을 예측하는 것인 만큼 신중한 행동을 유도하기 위해 시스템 내부적으로 여과 기제를 심어놓은 것으로 이해될 수 있다.

2. 정책적 검토: 유엔 헌치워크스(HunchWorks) 통합과 연합, 예측적 거버넌스 시스템의 핵심 유엔 헌치워크스(HunchWorks)는 다음의 4개의 주 system type으로 구성된 연결장치(connector)의 모습을 특징으로 하고 있다. 사용자의 네트워크를 신속하게 구성하기 위한 social media, 사용자들을 자료에 접속할 수 있게 하여주는 자료저장소(data repository), 사용자가 자료를 생성·분석 그리고 시각화하여주는 도

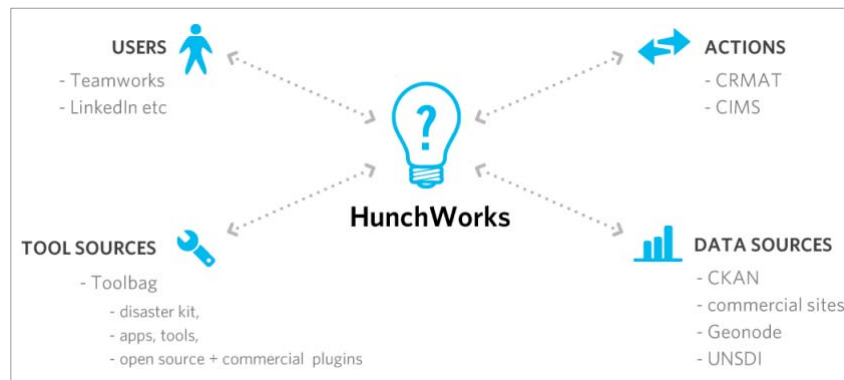


Figure 6. Integration of HunchWorks

구에 접근할 수 있도록 하여주는 도구 저장소(tool repository), 플랫폼(platform)에서 생성된 자료를 그를 기반으로 행동할 수 있는 정책결정자에게 지시하여 주는 project mapping system이다.

현치워크스(HunchWorks)를 단순한 social system 이상의 것으로 만들어주는 것은 이것이 시간이 소중한 가치를 갖는 Global Pulse의 작업에 빅데이터의 공급을 통제할 수 있는 방법이라는 점이다. 중요한 문제는 우리가 어떻게 인간의 지식과 시각을 자동화된 검색과 분석에 접목시킬 수 있는가 하는 점이다. 현치워크스(HunchWorks)는 사용자들로 하여금 넓고 통제하기 어려운 data stream의 차이를 채우도록 할 것이다.

현치워크스(HunchWorks)의 사용자들은 현치워크스(HunchWorks)와 다른 Global Pulse 및 UN의 기술 시스템에 접속하는 데에 있어서 자료의 수집, 분석 및 시각화 도구의 모음인 Global Pulse Toolset으로부터 이익을 얻을 수 있다. 이러한 도구모음에는 어떠한 도구와 자료의 유형이 함께 사용되어야 하는지를 추천하여 자료의 전문가가 아닌 사용자들이 자료의 종류와 유용한 조합을 선택하여 서로 연결할 수 있도록 하여주는 “recipe manager”가 포함되어 있다.

UN 핵심적인 작업들이 주파수 대역이 제한되거나 전혀 존재하지 않는 지역이 존재한다. 하지만 스마트폰은 컴퓨터보다 다양한 활동을 수행할 수 있는 지역에서 이루어질 수 있다. 현재의 현치워크스(HunchWorks)는 최종적으로 낮은 주파수 대역 또는 연결을 상실한 지역에서 적응할 수 있는 현치워크스(HunchWorks) 플

랫폼의 통합적 네트워크의 일부를 구성하게 된다.

현치워크스(HunchWorks)는 동일한 주제에 관하여 연구하고 있으며 서로 떨어져 있는 전문가들을 서로 인식하도록 하여 주고 그들에게 상호간의 경험을 제공함으로써 지식의 공유와 토론을 촉진시킬 것이다. 이는 또한 서로를 믿지 못하게 된 (따라서 가설에 대해 더 이상의 협력을 원하지 않게 된) 사용자들 또는 가설을 숨기거나 철회하고자 하는 사용자들을 위한 통합적 방호수단을 구비할 것이다.

아울러 현치워크스 시스템에는 ‘통합’(integration)과 ‘연합’(federation)이라는 근본적인 설계개념이 내재되어 있는 것으로 이해된다(van der Walt, *et. al.*, 2011). 먼저, 현치워크스를 중심으로 재난 관련 이해당사자, 대응행동, 다양한 도구들(오픈소스 및 상용 소프트웨어 포함), 그리고 데이터 원천 등의 기존 자원을 통합하려는 시도이다. 가령, 전문가들의 인적 사항과 네트워크를 생성할 때 새롭게 정보를 입력하는 것이 아니라 이미 구축되어 있는 소셜 네트워크 서비스(LinkedIn, Facebook 등)를 활용할 수 있도록 하여 단시간에 전문가 네트워크가 만들어질 수 있도록 하고 있다.

이렇게 국가별, 지역별 현치워크스 시스템이 구축되면 그 시스템들간의 연계를 통해 글로벌 수준에서 재난 대응 연합 네트워크를 형성할 수 있는 가능성이 열리는 것이다. 현치워크스가 오픈소스 프로젝트로 추진되는 것도 바로 이러한 이유 때문일 것이다. 이런 고려사항들을 통해 재난예측 시스템을 실질적인 행동과 연계되는 엔진(action engine)으로 만들고자 한 것이다.

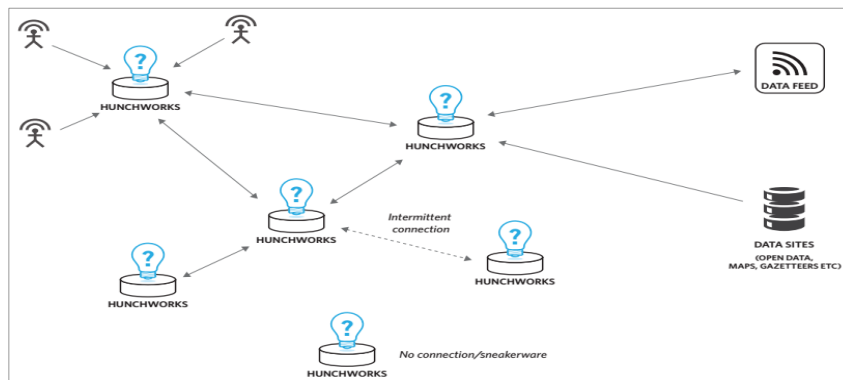


Figure 7. Federation of HunchWorks

3. 고려사항: 유엔 헌치워크스(HunchWorks)의 필요성과 적용 가능한 분야

헌치워크스(HunchWorks)는 빅데이터에 대한 인간의 시각을 투영하여 증거의 수집과 통합적 활동을 증진시키기 위한 social networks를 활용하는 것을 목적으로 하고 있다. 즉, 전 세계적으로 불안정성과 복합적 위협이 증가하고 있는 시대에, 전 세계의 전문가들이 퍼즐의 조각을 보다 빨리 조립하도록 하고 보다 빨리 취약한 사람들에게 반응할 수 있도록 하는 기능을 수행하는 것이다.¹⁶⁾ 헌치워크스(HunchWorks)의 연구분야는 각종 사회현상에 대한 것으로서 매우 광범위하다.

현재 주요한 연구에 대해서는 <http://www.unglobalpulse.org/projects>에서 파악할 수 있다. 그 중 재난관리에 관련된 것으로는 대표적으로 ‘홍수 발생시의 재난관리를 위한 이동전화기 운용(Using Mobile Phone Activity for Disaster Management during Floods(2014)’을 들 수 있다. 여기에는 멕시코 대통령실의 디지털 전략 조정실(Digital Strategy Coordination Office of the President of Mexico), UN의 세계식량계획(UN World Food Programme), 통신연구소(Telefonica Research),

마드리드 공과대학(Technical University of Madrid) 등이 참여하였다. 이 연구에서는 2009년 멕시코 타바스코 주(Mexican state of Tabasco)의 홍수 때에 사람들의 통신활동을 분석함으로써 재난 대응에 모바일 데이터가 어떻게 활용되는지를 연구하였다.¹⁷⁾ 헌치워크스는 아직 완성된 시스템이 아니다. 수년에 걸쳐 개발과 동시에 진화 하고 있는 것으로 알려져 있다.¹⁸⁾ 이 시스템이 원래의 설계방향 대로 완성될 수 있다면 재난 관리에 혁신적인 사건이 될 것으로 기대된다. 헌치워크스는 인간의 불완전성과 미래예측의 불확실성을 인정하고, 그 한계를 ‘좋은 의사결정 과정을 구축하는 것’으로 극복하려고 한 첫 번째 시도이기 때문이다. 인류 역사를 통틀어 인간은 수많은 예측을 해왔고, 지금도 매일, 매순간 예측을 하고 그에 의거하여 삶을 영위하고 있지만 맞은 예측보다 빗나간 예측이 압도적으로 많았다는 것은 자명한 사실이다.

심지어 과학적인 실험에 근거한 학술연구의 결과도 이후 검증과정에서 재현이 불가능한 것으로 판명되기도 했으니¹⁹⁾ 우리가 기정사실로 받아들이고 있는 과학적 지식 중의 상당 부분은 잘못된 지식이거나 아직 확인

16) <http://www.unglobalpulse.org/technology/hunchworks>

17) <http://www.unglobalpulse.org/tabasco-floods-CDRs>

18) 유엔이 공개하고 있는 로드맵은 2013년 1월까지 전체 기능을 갖춘 1차 시스템을 선보이는 일정이었는데, 공식 발표가 없는 것으로 보아 아직 개발이 진행 중인 것으로 추측된다. 그러나 1차 시스템 역시 완성된 시스템은 아니었으며 초기 개발단계(in early stage development)의 시스템임을 분명히 했다.(van der Walt, 2011)

19) 2005년 의학자 이오애니디스(John P. Ioannidis)가 발표한 “왜 논문의 내용은 대부분 틀릴까(Why Most Published Research Findings Are False)”는 학계에 큰 논란을 일으켰는데, 학자들의 상호심사를 거쳐 학술지에 실린 새로운 발견들 즉 실험실 실험을 통해 진행된 성공적인 의학가설들을 연구대상으로 삼았는데 이 발견의 대부분은 실제 현실에 적용할 경우 실패 가능성이 높다고 결론을 내렸다. 한편, 바이엘 연구소(Bayer Lab.)는 최근 이 가설이 맞다는 것을 실제로 확인했는데, 의학잡지에 실린 발견들을 직접 실험한 결과, 약 2/3에서 원 연구자들이 내린 결론과 다른 결과를 얻었다(Silver, 2014: 28).

되지 않은 사실일 가능성이 크다. 특히, 재난의 경우 그 유형별로 예측가능성의 편차가 매우 큰 것으로 알려져 있다. 일기예보를 위한 기상예측은 오랜 기간 동안 축적된 예보관들의 경험과 슈퍼컴퓨터와 같은 기술의 발전에 힘입어 상당부분 정확성이 높아졌지만, 장기간에 걸친 기후변화는 아직 예측이 불가능하며, 태풍이나 토네이도의 이동경로는 2~3일 전에는 비로소 정확한 예상이 가능한 수준이다.

발생 시 피해규모가 큰 지진이나 해일은 수많은 연구와 시도에도 불구하고 거의 예측이 불가능한 것으로 판명이 났으며, 홍수, 산사태 등도 마찬가지이다.

4. 소결: 유엔 헌치워크스(HunchWorks)의 정책적 제언

효과적인 재난관리를 위해 필요한 예측문제에 우리는 어떻게 접근해야 할 것인가? 유엔의 헌치워크스는 이런 맥락에서 몇 가지 중요한 시사점을 우리에게 안겨 준다.

첫째, 현 단계에서 정확한 미래예측이 불가능함을 인정하고 실용적인 최선의 예측을 하는데 초점을 맞추는 필요가 있다는 점이다. 빅데이터를 활용한 재난관리 주제를 다루는 최근의 다양한 연구와 보고서들에서는 예측의 불확실성을 정면으로 다루지 않고, 데이터와 알고리즘에 의한 기술적인 가능성에 초점을 맞추고 있는 것이 사실이다. 그러나 자연현상이나 사회현상에 영향을 미치는 모든 변수들을 데이터화하고 그 내부적인 메커니즘을 완벽하게 이해하지 않는 이상 100% 정확한 예측은 불가능할 것이다. 그렇다면 예측이 얼마나 빛나갈 수 있는지, 그런 상황에서 우리는 어떻게 행동해야 하는지, 그리고 예측이 잘못되었을 때 발생할 수 있는 비용을 어떻게 최소화할 수 있는지를 함께 생각하고 대비하는 것이 실용적인 접근일 것이다.

둘째, 최선의 예측을 위해서는 기계적인 예측모델에

전적으로 의존할 것이 아니라 사람이 축적하고 있는 경험적 통찰력과 지혜를 충분히 활용할 필요가 있다는 점이다. 헌치워크스는 사람이 보유하고 있는 경험적 전문성(humanitarian assistance)과 컴퓨터의 힘을 결합함으로써 현명한 의사결정을 가능하게 하고, 이를 통해 복잡한 문제를 해결하려는 시도이다. 사람의 눈과 생각은 일정한 편향을 가지고 있지만 여전히 중요하다. 미국 국립기상청에 따르면 기상예측에서 인간은 컴퓨터가 독자적으로 수행한 예측작업의 정확도를 약 25% 개선하고, 기온예측은 10% 정도 개선하는 것으로 알려져 있으며, 이런 비율은 오래 전부터 거의 일정하게 유지되고 있다.(Silver, 2014: 198)²⁰⁾

셋째, 협력적 의사결정은 의사결정의 이점을 충분히 활용할 필요가 있다는 점이다. 집단의 총합적 예측이 개인 혼자 하는 예측보다 더 정확하다는 사실은 연구가 진행된 거의 모든 분야에서 이미 증명된 사실이기 때문이다.²¹⁾ 헌치워크스는 이 집단지성을 동원하는 메커니즘으로 소셜 네트워크의 역동성을 활용한다. 소셜 네트워크는 단지 지식과 정보의 연결이 아니라 경험적 지혜와 전문성, 그리고 책임감을 가진 사람들의 연결관계라는 점에서, 상호작용적 커뮤니케이션을 통해 최적의 해답을 찾아가려는 노력을 관계적으로 견인해낼 수 있는 적절한 수단이라는 점에서 충분한 가치가 있다.²²⁾

V. 결론: 재난관리에서의 빅데이터를 활용한 예측분석 시스템 구축 방향

빅데이터 기술과 재난관리 과정의 현실적, 실천적 접점을 요약적으로 도출해보면 다음과 같다. 첫째, 다양한 재난관련 데이터 소스들의 자동적 통합을 통해 '재난관리 통합 빅데이터'를 구성할 수 있다. 둘째, 통합 빅데이터를 활용하여 재난관리의 전 단계에 걸쳐 실시간

20) 물론 인간의 판단이 컴퓨터의 예측 결과를 더 정확하게 만들 수도 있고, 그 반대일 수도 있다.

21) 집단적인 예측이 10~25% 예측 정확도를 향상시키는 것으로 알려져 있다.

22) 다만, 이런 설계를 하기 위해서는 소셜 네트워크의 동학(dynamics)을 제대로 이해하고, 그것이 자연스럽게 발현될 수 있는 다양한 장치를 시스템의 적절한 위치에 마련해둘 수 있어야 한다. 그것을 위한 전문적인 안목 역시 필요한 것이다.

모니터링을 통해 상황인지를 향상시킬 수 있다. 셋째, 빅데이터 기반 예측적 거버넌스 시스템을 통해 재난의 사전 예측 가능성을 높일 수 있으며, 대비과정을 통해 재난 피해를 완화할 수 있다. 넷째, 빅데이터 기반 예측·처방적 분석을 통해 재난대응·복구 과정에서 필요한 최적의 의사결정과 신속한 대응행동을 지원할 수 있다. 다섯째, 과거·현재 재난 데이터에 대한 통합적 빅데이터 분석을 통해 미래 재난 완화를 위한 사전기획을 지원할 수 있다. 따라서 한국적 재난 속성과 피해 상황에 맞는 예측적 거버넌스 시스템을 구축해야 한다. 이를 위해 빅데이터 기반의 예측 분석 시스템에 대한 연구를 공유하기 위한 재난책임 기관별 협업 네트워크가 형성될 필요가 있다.

이를 위해 시스템에 필요한 개념적인 구축방향은 다음과 같다.

첫째, ‘재난관리 통합 빅데이터’의 구성이다. 통합 빅데이터는 다양한 센서 데이터와 유관기관의 데이터, 그리고 과거 재난 데이터들이 유기적으로 연계, 통합될 수 있어야 하며, 일부 데이터는 실시간으로 연동될 필요도 있을 것이다. 그리고 사회경제데이터와 민간에서 보유한 데이터들도 필요한 시점에 즉시 연계될 수 있는 체계를 갖출 필요가 있다.

둘째, ‘재난 예측분석 플랫폼’이 탑재되어야 한다. 예측분석 플랫폼은 통합 빅데이터를 활용하여 재난의 전조감지, 대응·복구전략 수립, 실시간 대응 및 복구, 그리고 사전·사후적으로 재난완화전략 수립을 지원할 수 있는 분석모델들로 구성되어야 하며, 재난 각 단계별 의사결정과 대응행동을 끊임 없이 지원할 수 있도록 구축되어야 한다. 또한 예측가능성을 높이기 위한 민·관·학의 협력적인 연구개발 노력도 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

셋째, 재난관리 전 상황을 실시간으로 인지할 수 있는 ‘스마트 모니터링 룸(Room)’이 설치되어야 한다. 수집된 통합 빅데이터와 단계별 예측분석의 결과는 상황실에서 적절한 시각화 방식을 통해 실시간으로 표출될 수 있어야 하며, 상황정보의 의미가 자동으로 집계, 해

석되어 적절한 방식으로 의사결정자에게 전달될 수 있어야 한다. 스마트 모니터링 룸은 수동적인 정보의 취합과 감시에 그치지 않고 통합 빅데이터 및 예측분석 시스템을 제어하여 적극적으로 정보를 생성하는 역할도 동시에 수행할 수 있도록 개발될 필요가 있다. 이와 함께 타 기관의 시스템과 유기적인 연계체제를 갖춰 재난 상황에서 필요한 정보를 실시간으로 교환, 공유할 수 있어야 한다.

넷째, 탐지 및 예측된 재난 징후와 증거를 전문가 네트워크와 공유하여 집단적 예측을 통해 정보의 품질을 개선할 수 있는 ‘협력적 의사결정 기반 협업시스템’과 유기적으로 연동되어야 한다. 즉, 재난관리의 전 과정에서 전문가 네트워크와의 협업과 집단적 예측이 가능하도록 온라인 커뮤니케이션 시스템을 구축하고, 의사결정 과정에 전문가들의 참여를 적극적으로 유도할 수 있어야 한다.

다섯째, 스마트폰과 앱 등 모바일 기술을 활용하여 현장인력과 시민들을 연결함으로써 신속하고, 정확한 정보 전달체계와 현장 데이터의 실시간 수집체계를 갖추어야 한다. 모니터링과 분석정보에 의거하여 재난 현장에 대응인력과 자원 최적으로 배치, 할당되고, 피해자들이 신속하게 대피, 구조될 수 있도록 전용 애플리케이션과 통신 인프라가 개발될 필요가 있다. 아울러 현장 중심의 대응활동이 이루어질 수 있도록 모니터링 룸과의 양방향 화상통신체계도 구축되어야 할 것이다.

여섯째, 기존의 중앙 또는 타기관의 재난관리 정보시스템과의 연계체계가 구축되어야 한다. 재난 대응 상황에서 필요한 데이터 및 정보의 실시간 교환과 공유, 상황전파 등을 위해 기존 재난관리 시스템들과 고가용성이 보장되는 전용 인프라를 통해 연동될 수 있어야 한다.

마지막으로, 시스템은 ‘통합(integration)’과 ‘연합(federation)’의 기본 개념을 수용하는 방식으로 구현될 필요가 있다. 데이터 측면에서는 한편으로는 시스템 중심으로 데이터를 통합하지만, 다른 한편으로는 타 시스템으로 데이터를 보내거나 공유할 수 있어야 한다. 이런 개념이 시스템 인터페이스 설계에 반영될 수 있어

야 할 것이다.

이러한 시스템을 구축하는 일은 결코 쉽지 않으며, 많은 시간과 비용투자를 수반할 것이다. 따라서 단기성과 위주의 개발이나 일회적인 투자방식으로 접근하게 되면 실패할 가능성이 크다. 특히, IT과제는 예산, 인력 등과 같은 현실의 제약에 압도되어 용두사미로 귀결되는 경우가 빈번하기 때문이다. 중장기 로드맵을 만들고, 연구·개발·운업을 병행하면서 장기적, 단계적으로 접근할 필요가 있으며, 이를 위해 집단적인 합의와 진정성이 요구될 것이다.

후속 연구가 필요한 주제는 다음과 같다. 재난관련 빅데이터 자원에 대한 구체적인 현황과 실태조사, 범용(소셜) 센서를 활용한 데이터 수집 방법, 시민용 재난대응 모바일 애플리케이션의 개발 및 이용활성화방안, 전문가 클라우드소싱 시스템의 구체적인 형상과 구축·운영방안, 빅데이터 분석과 모니터링의 구체적 결합방법, 적용가능한 예측분석 모델 연구개발 및 검증, 데이터 공유를 통한 연구-개발-운영 병행방안, 예측분석 시스템의 성능요건 및 기술요소에 대한 세부 검토, 재난관리 업무 프로세스와 시스템의 기능적 통합, 시스템 구축·운영의 중장기 로드맵 구체화, 교육·훈련 및 인력 양성방안 등이다.

감사의 글

이 논문은 2014년 부산시·부산일보에 제출한 연구용역보고서 ‘빅데이터를 활용한 재난 이상징후 분석 보고서’ 내용 중 일부를 발췌하여 2014년 한국행정학회 동계학술대회에서 발표한 논문입니다. 2015학년도 동아대학교 교내연구비에 의해 수정 및 보완 연구가 진행되었습니다. 익명의 심사자분들께 감사드립니다.

References

Ansoff, Igor H. 1965. *Corporate Strategy: An Analytic Approach to Business Policy for Growth and Expansion*. NY:

McGraw-Hill.

Ansoff, Igor H. 1975. Managing Strategic Surprise by Response to Weak Signals. *California Management Review*. 18(2): 21-33.

Ansoff, Igor H. 1976. Managing Surprise and Discontinuity-Strategic Response to Weak Signals. *Zeitschrift fuer Betriebswirtschaftliche Forschung*. 28: 129-152.

Ansoff, Igor H. 1976. *The Changing Manager, From Strategic Planning to Strategic Management*. Ansoff, Igor H., Declerck, Roger P. & Hayes, Robert L. (ed.). N.Y.: John Wiley & Sons.

Burkett, M. 2014. *Big Data & Supply Chain Analytics: Separating Facts from Fiction*. SCC Global Member Meeting and Supply Chain World North America.

Choi, Seon Hwa. 2014. The Model for Sensing of Disaster Signs Based on Big Data. *J. Korean Soc. Hazard Mitig.* 14(2): 149-157.

Choi, H. and H. Varian. 2012. Predicting the Present with Google Trends. *Economic Record*. 88(s1): 2-9.

Davenport, T. H. 2014. *Big Data at Work: Dispelling the Myths, Uncovering the Opportunities*. Harvard Business Review Press.

Davenport, T. H. 2013. *The Rise of Analytics 3.0: How to Compete in the Data Economy*. International Institute for Analytics.

Gartner. 2011. Gartner's Business Analytics Framework.

Gyeonggi Research Institute. 2014. Disaster Response and Integrated Platform to Build Future-Utilize Big Data Projects Realized in Gyeonggi Province.

Goldsmith, Stephen. 2014. Digital Transformation: Wiring the Responsive City. *Civic Report*. 2014. 6. 2.

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). 2013. *World Disasters Report 2013: Focus on Technology and the Future of Humanitarian Action*. Geneva: IFRC.

Lee, Dong Kyu and Seung Tae Kim. 2015. Cross-national Comparison Study of Foresight Project: Policy Implication of the National Foresight for Exploratory Study. *The Korean Journal of Local Government Studies*. 19(2): 25-57.

Lee, Jae Eun. 2012. *Crisisonomy*. Seoul: Daeyoungmunhwa-Sa.

Lee, Jae Eun. 2004. An Issue Analysis of the Disaster Management

- System Reshuffling and Its Future Directions. *Korean Journal of Public Administration*. 42(2): 147-169.
- Lee, Jae Eun. 2007. Enhancing the Disaster Management Competency and Its Nature As a Public Goods. *Korean Review of Crisis & Emergency Management*. 7(6): 1-16.
- Lindsey, G. 1998. *Foresight and National Decisions*. University Press of America.
- Min, Geum Young and Duke Hoon Jeong. 2013. Research on Assessment of Impact of Big Data Attributes to Disaster Response Decision-Making Process. *The Journal of Society for e-Business Studies*. 18(3): 17-43.
- Korea Institute of Public Administration. 2013. Big Data and Disaster Management. *Issue Paper 2013-05*.
- Korea Local Information Research & Development Institute. 2013. Disaster Safety Management Governance Studies Building of Local Governments Utilizing Big Data.
- Office of Science and Technology Policy / Executive Office of the President. 2013. Fact Sheet: Big Data Across the Federal Government. 2012. 3. 29.
- Rheem, Sangkyu. 2014. Smart Disaster Management Strategies Utilizing Big Data. *Korean Review of Crisis & Emergency Management*. 10(2): 23-43.
- Sallam, R. L. and D. W. Clearly. 2012. *Advanced Analytics: Predictive, Collaborative and Pervasive*. Gartner, Inc.
- Schönberger, V. M. 2013. *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live Work and Think*. Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt.
- Silver, N. 2014. *Signal and the Noise: Why So Many Predictions Fail-But Some Don't*. Penguin Books
- The Parliamentary Office of Science and Technology. 2014. Big Data, Crime and Security. *Post Note*. 470: 1-5.
- van der Walt, Chris, D. Perterson, and S. Farmer. 2011. *HunchWorks: Combining Human Expertise and Big Data*. UN.
- <http://www.fastcoexist.com/1679322/street-bump-a-smart-phone-app-automatically-tells-the-city-when-you-drive-over-potholes>
- <http://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/chicago-mayors-challenge-367>
- <http://www.news.gatech.edu/2011/11/10/georgia-tech-helps-develop-system-will-detect-insider-threats-massive-data-sets>
- <http://www.cse.gatech.edu/events/georgia-tech-helps-develop-system-will-detect-insider-threats-massive-data-sets>
- <http://www.itsinternational.com/categories/detection-monitoring-machine-vision/features/success-of-londons-olympic-public-transport-systems/>
- http://www.huffingtonpost.com/2013/02/20/nypd-micro-soft-domain-awareness-crime-fighting-tech_n_2727506.html
- <http://www.foxnews.com/tech/2012/07/20/treet-bump-app-detects-potholes-alerts-boston-city-officials/print>
- http://www.foreignpolicy.com/articles/2013/06/12/how_to_catch_a_leaker_high_tech_tools_darpa
- [http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/Anomaly_Detection_at_Multiple_Scales_\(ADAMS\).aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/Anomaly_Detection_at_Multiple_Scales_(ADAMS).aspx)
- [http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/Cyber-Insider_Threat_\(CINDER\).aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/Cyber-Insider_Threat_(CINDER).aspx)
- <http://www.cnet.com/news/fbi-quietly-forms-secretive-net-surveillance-unit/>
- <http://recovery.doi.gov/press/us-geological-survey-twitter-earthquake-detector-ted/>
- <http://www.hsc.nihr.ac.uk/outputs/research-and-publications/>
- <http://community.iknowfutures.eu/pg/pages/view/568/>
- <http://www.npr.org/blogs/alltechconsidered/2014/02/21/280749781/in-domain-awareness-detractors-see-another-nsa>
- <http://www.gartner.com>
- <http://www.klid.or.kr>
- <http://www.nia.or.kr/>
- <http://www.kipa.re.kr>
- <http://www.klid.or.kr/index.html>
- <http://www.nia.or.kr>
- Korean References Translated from the English*
- 경기개발연구원. 2014. 미래형 재난대응과 통합플랫폼 구축 경기도 빅데이터 프로젝트 실현에 활용.
- 민금영, 정덕훈. 2013. 빅데이터 속성이 재난대응 의사결정에 미치는 영향에 관한 연구. *한국전자거래학회지*. 18(3): 17-43.
- 이동규, 김성태. 2015. 미래예측(Foresight) 활동에 관한 국가 비교연구: 대상적 차원, 방법적 차원, 운영적 차원, 그리

- 고 활용적 차원에 대한 시론적 접근을 중심으로 지방정부연구. 19(2): 25-57.
- 이재은. 2012. 위기관리학. 서울: 대영문화사.
- 이재은. 2004. 재난관리시스템 개편과정 쟁점 분석 및 향후 방향. 행정논총. 42(2): 147-169.
- 이재은. 2007. 재난관리 역량강화와 재난관리서비스의 공공재적 특성. 한국위기관리논집. 7(6): 1-16.
- 임상규. 2014. 빅데이터를 활용한 스마트 재난관리전략. 한국위기관리논집. 10(2): 23-43.
- 최선화. 2014. 빅데이터 기반 재난 전조감지 모델. 한국방재학회논문집. 14(2): 149-157.
- 한국지역정보개발원. 2013. 빅데이터를 활용한 지방자치단체의 재난안전관리 거버넌스 구축 연구.
- 한국행정연구원. 2013. 빅데이터와 재난관리. Issue Paper. 통권 2013-05.
- 도비오카 켄. 신문식. 2002. 선견력을 기른다(先見力をつける). 지식공작소.
- Davenport, T. H. 김진호 역. 2014. 빅 데이터 @ 워크. 서울: 21세기북스.
- Schönberger, V. M. 이지연 역. 2013. 빅데이터가 만드는 세상. 서울: 21세기북스.
- Silver, N. 이경식 역. 2014. 신호와 소음. 서울: 도서출판 길벗.

Received: Jan. 11, 2015 / Revised: Feb. 5, 2015 / Accepted: Feb. 24, 2015

재난관리 예측적 거버넌스 시스템 구축을 위한 시론적 검토

- 미래예측적 이상신호 감지를 위한 협력적 재난관리 의사결정 시스템 제언을 중심으로 -

국문초록 본 연구는 최근 주목받고 있는 ‘빅데이터 기반의 스마트 재난관리’ 주제에 대해 빅데이터 기술적 관점에서 접근하고자 한다. 빅데이터와 재난관리의 현실적인 접점을 ‘재난관리 예측적 거버넌스 시스템 구축’에 두고 그 가능성과 현실적 추진방향을 탐색해보고자 했다. 연구목표는 빅데이터 기반의 재난 예측분석 시스템을 구축하기 위한 기술적, 정책적 조건, 고려사항 등을 제시하는 것이다. 이를 위해 빅데이터 분석 기술의 진화 흐름 속에서 빅데이터와 예측분석 그리고 재난관리 단계간의 구체적 접점과 결합방향을 개념적인 수준에서 모색하였다. 즉, 빅데이터 기술의 구현 방향 관점에서 재난관리에 접근해보려는 시도이다. 특히 본 연구와 관련하여 유엔 글로벌 펄스(Global Pulse)의 현치 워크스(HunchWorks) 프로젝트에 대해 살펴보고자 한다. 이에 대한 중요한 사항을 검토하여 빅데이터 기반의 재난관리 예측적 거버넌스 시스템을 정의하고, 시스템 구축 방향을 제언하기 위한 시사점을 도출한다.

주제어 : 빅데이터, 빅데이터 기반의 스마트 재난관리, 예측적 거버넌스

Profiles **Dong Kyu Lee** : The author obtained a doctoral degree in public administration from SungKyunKwan University. The author served as an economic budget and budget analysts in National Assembly Budget Office. He is Currently served as dean, Seokdang Honors College Public Policy Major in Dong-A University. The main research areas of Public Policy and Disaster Management. The author was awarded the First Prize in the Competition in 2010, and was awarded the Thesis Academy Award category in 2011 for The Korean Association For Public Administration(invictus88@dau.ac.kr).