

# 복합재난 대응을 위한 HPC 기반 시스템 설계

<sup>1</sup>강경우, <sup>\*2</sup>강윤희

<sup>1</sup> 백석대학교, kwkang@bu.ac.kr

<sup>\*2</sup>교신저자 백석대학교, yhkang@bu.ac.kr

## The Design of A HPC based System For Responding Complex Disaster

<sup>1</sup>Kyung-woo Kang, <sup>\*2</sup>Yun-hee Kang

<sup>1</sup> Baeksoek University, kwkang@bu.ac.kr

<sup>\*2</sup> Corresponding Author Baeksoek University, yhkang@bu.ac.kr

### 요약

복합재난은 과거 보다 더 많은 피해 및 손실을 발생시킨다. 예상치 못한 결과를 발생 시킬 수 있기 때문에 항상 대비되어야 한다. 특히 원자력발전소와 같은 시설에서의 사고는 기후상황에 따라 큰 문제를 야기 시킬 수 있기 때문에 문제 발생에 따른 다양한 상황을 가정하고 모의실험을 통해 연구가 선행되어야 한다. 본 연구에서는 복합재난 대응을 위한 시스템을 설계하고 이 시스템 연구를 위해 필요한 요소기술들을 정의해 보았다. 기본적으로 고성능 컴퓨팅과 대용량 데이터를 기반으로 하는 계층적 구조의 시스템을 구성하였다. 시스템 개발을 위해 융합분야에서 미들웨어 연구 만 아니라 응용분야 연구, 데이터 연구, 의사결정지원 서비스 연구가 필요하다.

### Abstract

Complex disasters make greater damage and higher losses unexpected than the past. To prevent these disasters, it needs to prepare a plan for handling unexpected results. Especially an accident at a facility like an atomic power plant makes a big problem cause of climate change. A simulation needs to do preliminary researches based on diverse situations. In this research we define the basic component techniques to design and implement the disaster management system. Basically a hierarchical system design method is to build on the resources provided from high performance computing(HPC) and large-scale storage systems. To develop the system, it is considered middleware as well as application studies, data studies and decision making services in convergence areas.

**Keywords:** Complex disaster, HPC, Middleware, Large-scale storage system, High speed network

### I. 서론

최근 전세계적으로 빈번히 발생하는 재난의 규모가 점점 커지고 복합적으로 발생함에 따라 피해 규모 또한 커지고 있다. 2011년 3월 11일 동일본 미야기현 동쪽 해역에서 발생한 대형 지진으로 해일이 발생했고 후쿠시마 제 1 원자력발전소에서 방사능이 유출되는 복합재난이 발생하였다. 언론에 보도된 바와 같이 동일본 지진으로 막대한 재산 피해가 발생했고 복구하는데도 오랜 기간이 소요될 예정이다. 우리나라도 경주에서 2016년 9월에 리히터규모 5.8 지진이 발생하여 막대한 피해를 끼침으로 지진 발생 예외국가가 아님을 알게 되었고 2017년

\* Corresponding Author

Received: Nov. 15, 2018, Revised: Dec. 24, 2018, Accepted: Dec. 26, 2018

11 월에는 포항에서 리히터규모 5.4 지진이 발생함으로 대비가 필요하다는 전국민적인 여론이 형성되었다. 그림 1에서 보는 바와 같이 우리나라에서도 지진 발생이 잦은 양산단층 근거리 월성 및 고리에 원자력발전소가 위치함으로 언제든지 발생할 수 있는 지진과 그에 따른 방사능 유출로 인한 복합재난상황에 대비하는 것이 필요하다. 각 나라의 관계자들은 피해규모를 줄이기 위해서 미래 예측 기술을 이용하여 재난 발생을 예측하고 복합재난 발생 시 적절한 대응으로 피해를 최소화 하려고 노력하고 있다[3,4,5,6,7,8].



**Figure 1.** The location of nuclear power plants in southeast Korea (Photo from Weekly Hyundai)

최근 들어 과거에는 불가능했던 시뮬레이션 기술이 고성능 컴퓨팅 자원과 고성능 이동통신 기술의 등장으로 구현이 가능하게 되었고 이를 활용한 재난관리 의사결정 지원시스템을 만들어 다양한 재난 상황에 대해 대비하고 있다. 각 나라들은 국제적으로 협력하여 발생할 수 있는 재난을 고성능 컴퓨팅과 5G 기반으로 대비할 수 있는 방안을 세우고 있다. 지금까지는 민간군 중심으로 대형 사고에 대한 대비 및 복구를 했다면 이제는 학계가 함께하는 관측 및 예측을 통한 피해 최소화도 고려해야 한다. 그리고 재난 발생 가능성이 있는 지역에 대해서는 상시적으로 재난에 대한 예측을 함으로 재난을 피하거나 피해를 최소화할 필요가 있다. 재난대응에 대한 결정권자들에게 즉각적이고 유용한 정보를 제공함으로 바른 결정을 할 수 있도록 정확하고 예측 가능한 정보를 제공하는 것은 매우 중요하다[1,2,3]. 그리고 만일 재난이 발생 했다면 다양한 대처 방안을 시뮬레이션을 하고 그 결과를 예측할 수 있어야 하며 즉각적이고 적절한 재난상황통지를 고성능 통신 시스템으로 수행함으로 재난지역 주민들이 재난 상황에 대응할 수 있도록 지원해야 한다. 재난 상황 뿐만 아니라 누구나 상시적으로 재난 발생 가능성 정보를 쉽게 확인 할 수 있도록 정보제공을 위한 시스템이 필요하다[3,8]. 이와 같은 필요를 만족시키기 대용량 데이터를 제한 시간내에 처리해야 할 수 있도록 고성능 컴퓨팅 자원, 대용량 데이터 저장 자원과 고성능 이동통신 기능을 활용하여 재난에 대비할 수 있어야 한다. 또한, 재난 발생시에는 유관 기관들이 대응시스템 가동을 가동하게 되는데 대응 과정의 투명화가 필요하다. 이를 위해 블록체인 기술을 이용하여 상황정보와 관련된 모든 결정하여 대응했던 사항을 공유한다면 추후 대응과정에 대한 타당성을 판단하는 중요한 근거가 될 수 있다. 본 논문연구에서는 재난 대응을 위한 종합연구센터의 외국 사례를 살펴보고 우리나라 환경에 맞는 연구방향을 제안한다.

## II. 관련연구

## 2.1 국외 재난 대응 센터 및 시스템 운영 현황

동아시아 지역은 여름철마다 끊임없이 발생하는 태풍 때문에 매년 큰 피해를 보고 있다. 이 문제는 단일 국가의 문제가 아니고 동아시아의 모든 나라 문제이다. 이 문제를 대비하기 위해 우리나라를 비롯한 아시아태평양 연안 14 개 국가는 연합하여 태풍위원회를 만들고 태풍과 관련한 재난에 대해 협력하고 있다. 태풍은 한 나라의 문제가 아니고 영향권에 있는 모든 나라의 공동 문제이기 때문에 정보를 서로 공유함으로써 공동 대처가 필요가 있다는 점에서 출발하였다. 회원국들간에는 태풍재난에 관련된 데이터베이스를 공유하고 재난의 피해가 최소화 되도록 공동으로 연구하고 있다[1]. 현재 웹기반으로 개발된 태풍재난정보시스템은 태풍위원회의 재난 정보시스템으로 소속 국가의 재난 정보를 표준화 하여 관리하고 있다. 시스템을 통해 태풍으로 인한 재해를 사상자별, 지역별로 분류하여 회원국들의 통계정보를 제공한다. 또한 소속 국가의 재난 관련 업무 담당자들을 교육시키는 프로그램을 운영하여 모든 회원국들이 재난을 대비할 수 있도록 돕고 있다. 그림 2에서 보는 바와 같이 웹페이지에서는 태풍의 크기, 경로, 중심기압 정보 등을 제공함으로써 누구나 신속하게 재난 상황 파악이 가능하고 시스템을 이용하여 재난 발생에 따른 피해를 예측하고 실제 피해 상황을 가지고 복구지원에 대한 판단도 가능하다.



**Figure 2.** GUI of WGTCDIS of Typhoon Committee

유럽에는 많은 나라들이 서로 국경을 접하고 있기 때문에 재난이 발생 했을 때 이웃 나라와 공동으로 대응해야 하는 상황들이 많이 발생한다. 유럽연합 내에 8 개국은 공동으로 참여하여 유럽 내 비상상황이 발생했을 때 협업을 할 수 있도록 의사결정 지원 시스템인 MEDSI(Management Decision Support for Critical Infrastructures)을 구축하였다[2]. 이 시스템은 재난 상황을 가정한 시뮬레이션, 협업을 위한 메시징, 의사결정을 돕는 시스템, 재난지역을 파악할 수 있는 지리정보시스템, 데이터베이스, 자원에 대한 관리 등 다양한 기능으로 구성된 통합 플랫폼을 제공하여 재난 상황에서 적절한 대응을 할 수 있도록 돕고 있다. 이 연합체에서는 새로운 소프트웨어를 개발하는 것보다는 기존에 활용하던 도구들을 통합하여 활용할 수 있도록 표준화 IT 환경을 수립하는 것에 초점을 맞추고 있다. 현재 MEDSI 플랫폼을 실제 설치하여 다양한 재난 상황을 가정한 시나리오를 수립하고 테스트를 수행하여 재난 상황을 대비하고 있다.

동아시아에서 태풍의 영향을 가장 많이 받는 나라중 하나가 대만이다. 대만에는 재난 예측 및 방재를 위한 정부기관인 NCDR(National Science and Technology Center for Disaster Reduction)이 있다. 이 기관은 재난에 대한 예측, 대응, 구조, 복구, 통지를 위한 종합 시스템으로 통합 솔루션인 의사결정 지원 시스템 CEO-CDSS(Central Emergency Operation Center Decision Support System)을 운영하고 있는데 이 시스템은 현재 발생한 태풍의 상황뿐만 아니라 과거에 발생했던 태풍들에 대한 기록과 태풍으로 인한 재난 기록까지 제공하여 태풍 재난에 대비할 수 있게 하고 있다[10]. 그림 3 과 같은 화면에 시간정보와 위성사진, 바닷물 수위, 태풍경로, 강우량 등을 제공한다.

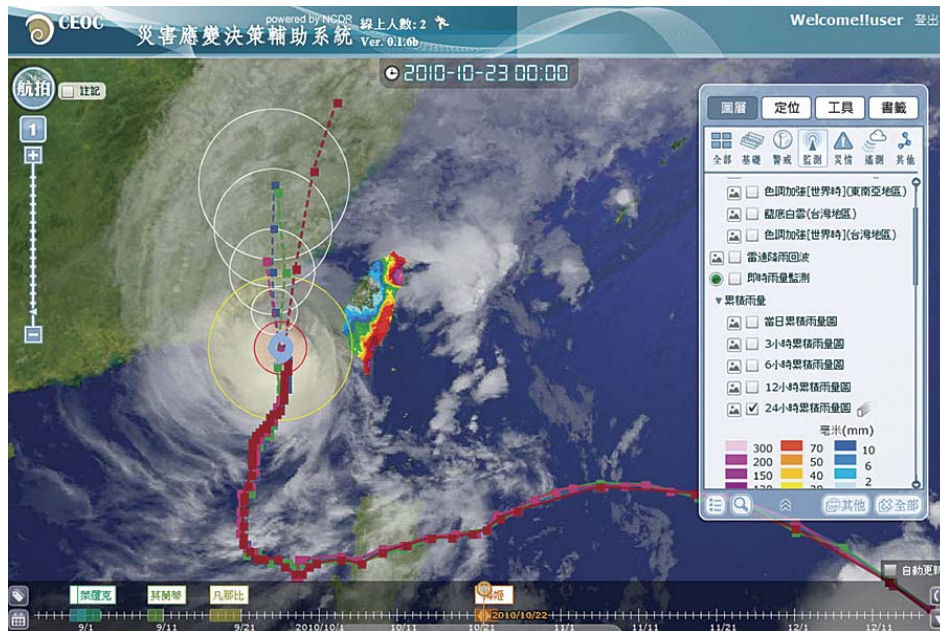


Figure 3. GUI of CEO-CDSS of Taiwan

하와이에 있는 PDC(Pacific Disaster Center)는 응용과학과 정보기술이 융합된 센터로서 재난의 위험을 줄이고 전 세계의 생명, 재산 등에 끼칠 위험을 줄이기 위해 연구하는 기관이다. 여기에서는 인공지능기술, 조기경보, 과학데이터수집, 모델링도구, 시각화를 통합한 플랫폼 DisasterAWARE(All-Hazard Warning, Analysis and Risk Evaluation)를 개발하여 재난에 대해 대응하고 있다. 이 시스템에서는 재난 상황에 의사 결정을 지원하는 기능이 있고 통지 서비스를 제공함으로써 사용자는 자신의 휴대용 전화기를 통하여 경보 알림 메시지를 받아 볼 수 있다. 또한 웹기반으로 재난 상황을 모니터링 할 수 있는 기능도 제공하고 있다[11].

국내에서도 자연적, 사회적 재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위해 정보시스템을 활용하여 재난 예방 및 대응 체계 마련하고 있다. 국가재난관리정보시스템(NDMS: National Disaster Management System)은 기상청, 국민안전처, 국토부, 해수부 등 기관별 각종 재난이력 및 정보, 징후정보 등을 유기적으로 연계·통합함으로써 의사결정을 지원할 수 있는 범정부 재난관리 플랫폼이다. 사물인터넷을 활용한 태풍, 호우, 지진, 산사태 등의 신속한 감지·전달시스템 구축하고 있고 빅데이터를 활용한 국가재난정보 분석 및 예측기능을 제공하고 있다[12].

## 2.2 원전 사고에 대한 재난 대응시스템; RODOS(Real-time On line Decision support System)

2011년 동일본 지진이후 경계가 되는 재난은 지진이나 쓰나미등 자연 재해로부터 비롯된 원자력발전소의 방사능 유출이다. 이와 같은 재난을 대비하여 유럽에서는 이미 연구가 진행되고 있다. 유럽에서는 원자력발전소에서 방사능 유출과 같은 재난이 발생했을 때 방사능 물질의 확산되는 방향, 방사능 물질의 농도 및 전파 속도를 예측하고 그에 따른 대응을 도와주기 위한 의사 결정 지원 시스템인 RODOS 를 개발하였다[3]. RODOS 시스템은 유럽 전역에서 사용가능하고 모든 사람들에게 재난 상황을 투명하게 제공함으로써 재난 대응을 신속하게 할 수 있도록 도와주기 위해 개발되었다. 지금까지 독일의 주도하에 유럽의 여러 나라들이 RODOS 시스템의 개발 및 운용에 참여하고 있으며 원자력발전소에서 유출된 방사능 물질의 확산될 때 이를 분석하기 위한 모델을 제공하고 있다. RODOS 시스템에서 제공되고 있는 정보들은 유럽 내에 원전관련 재난에 대한 비상대응기구들에 의해 활용된다. 또한 원자력발전소에 관련하여 발생할 가능성이 있는 사고를 대비하는 비상훈련에도 활용되고 있다.

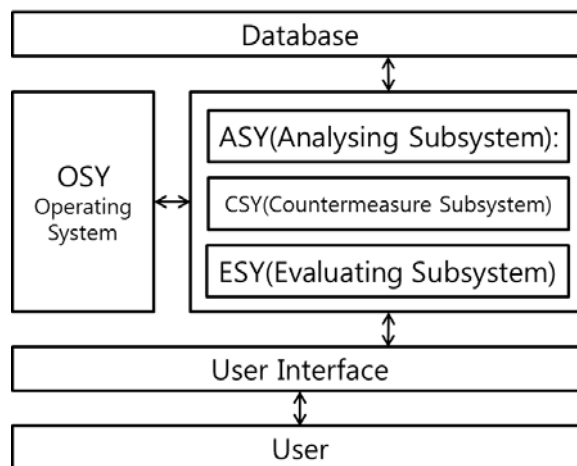
RODOS 시스템은 현재 버전 6.0 이 사용되고 있는데 사용되는 모델이나 데이터베이스는 다양한 재난에 맞게 변형되어 사용될 수 있다.

RODOS 시스템이 사용자에게 정보 제공 방법으로 표 1 에서 보는 바와 같이 계층적 구조로 데이터를 제공하고 있다.

**Table 1.** Information provided by RODOS

레벨	제공 정보
0	방사능 물질에 대해 수집된 데이터를 저장하고 수집된 지역의 정보 특히 그 지역의 거주 인구에 대한 정보와 함께 제공하여 원전 사고를 통해 영향을 받게 될 인구가 얼마나 되는지 가늠할 수 있게 해 준다.
1	재난 상황시 방사능 오염에 대해 대응조치를 취하지 않았을 경우 방사능 오염 정도에 대한 데이터의 현재 측정 수치와 확산에 따른 미래의 예측치로 제공하여 발생할 수 있는 피해 정도를 가늠하게 한다.
2	방사능 오염에 대해 적절하고 적용 가능한 대응조치에 대해 시뮬레이션을 수행하고 그 결과를 예측하여 제공함으로써 얼마나 피해가 줄어들 수 있는지 알려 준다.
3	방사능 오염에 대해 사용할 수 있는 모든 가능한 대응조치에 대해 시뮬레이션들을 평가하고 순위를 정해 줌으로 재난 대응책을 결정해야 하는 책임자에게 좋은 정보를 제공한다.

그림 4 의 RODOS 시스템 구조은 모듈화된 구조를 지향하여 각 구성 요소를 독립적으로 개발하거나 변경할 수 있다. 각 구성 요소들은 다음과 같다.



**Figure 4.** RODOS system architecture

o 분석시스템(ASY)

방사능 유출에 대한 진단과 예측을 담당하는 모듈로서 대기의 이동에 대한 예측 모델을 이용한다. 전체 모델 구성을 위해 각 지역 규모의 예측 모델을 서로 연결함으로써 LSMC(Local Scale Model Chain)를 만들어서 예측에 활용하고 있다.

o 대응시스템(CSY)

재난이 발생했을 때 재난대피소, 치료제인 요오드정, 방사능 오염물질 제거, 토양이나 수질 오염에 대한 대책에 대한 시뮬레이션을 할 수 있는 모듈이다. 방사능 피폭이 발생 했을 때 사용 가능한 대책들을 수치화하여 서로 비교하는 기능도 제공한다. 이때 수치화 하는 과정에서 대응방법에 대한 경제적인 비용도 함께 산정한다.

o 평가시스템(ESY)

평가시스템은 재난에 대해 적용할 수 있는 대책들에 대한 장단점을 기반으로 수치화하여 순위를 정해준다. 순위를 정할 때 고려할 점은 사용가능한 대책인지 사람들이 받아들일 수 있는지가 중요하기 때문에 이런 부분도 함께 평가항목으로 반영된다.

#### o 운영체제(OSY)

사용하는 운영체제로는 UNIX 기반의 운영체제를 사용한다.

그림 5에서 보는 바와 같이 RODOS는 운영되고 있다. RODOS 시스템을 운영하고 협조하는 것은 독일을 중심으로 유럽 7 개국이 함께하고 있다. 일단, RODOS 시스템은 독일의 BfS(Bundesamt für Strahlenschutz)에 설치되어 운용되고 있고 독일원자력안전기술원(BMU)에서는 RODOS 개발에 필요한 경제적인 지원과 비상운업을 수행하고 있으며 원전에서 재난이 발생했을 때 구성되는 비상대책기구는 RODOS의 비상운영에 관여할 수 있다. RODOS는 원자로 원격제어 시스템인 KFU와 모니터링 결과 데이터를 서로 공유하며 동작하도록 개발되었고 통합정보관리시스템(IMIS)과도 모니터링 정보를 공유한다. 기상 상황에 따라 재난지역의 양상이 달라질 수 있기 때문에 독일기상청(DWD)의 기상 예측결과를 받아서 활용한다.

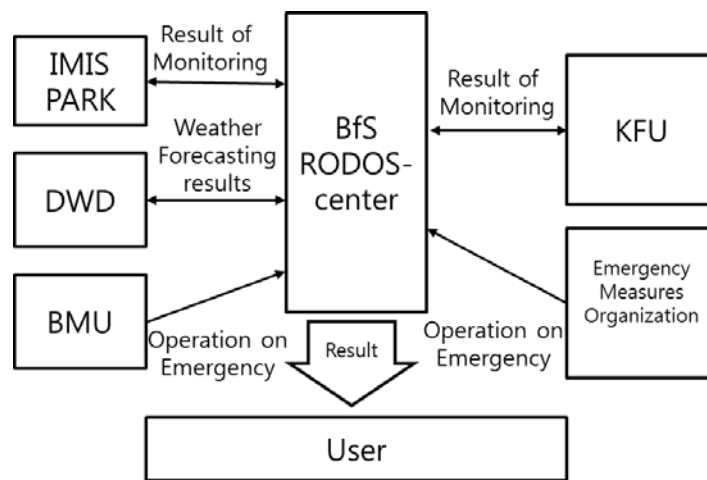


Figure 5. RODOS operation architecture

### III. 재난 대응 시스템 설계

#### 3.1 재난 대응 시스템 구조

본 논문에서는 재난을 사전에 대비하거나 발생 후 대응을 위해 필요한 의사 결정 지원 시스템을 계층적으로 설계하였다. 계층적인 구조는 그림 6과 같다.

##### (1) 하드웨어 자원

첫 번째, 대용량 저장장치는 재난이 발생하기 전에 재난을 발생시킬 가능성이 있는 기후와 자연 환경 상태를 모니터링하고 결과 데이터를 계속 저장하는데 사용된다. 데이터의 안정적인 제공을 위해 이중화가 필요하다. 두 번째로 고성능 컴퓨팅 자원은 대용량 저장장치에 저장된 데이터를 기반으로 미래 변화를 시뮬레이션 하는 컴퓨팅 자원으로 활용된다. 재난 상황에는 정해진 시간 내에 결과가 나와야 하기 때문에 컴퓨팅 품질을 보장 할 수 있는 고성능 컴퓨팅 자원이라야 한다. 세 번째 필요한 하드웨어 자원은 초고속 유무선 통신이다. 최신 데이터를 실시간으로 유지해야 하는데 얻어진 데이터의 용량이 매우 크다. 따라서 대용량 데이터를 빨리 전송할 수 있도록 초고속 통신이 필요하다. 아울러 재난지역 모든 주민들에게 실시간으로 상황 정보를 알려야 하기 때문에 5G와 같은 고속의 무선통신이 필요하다[8].

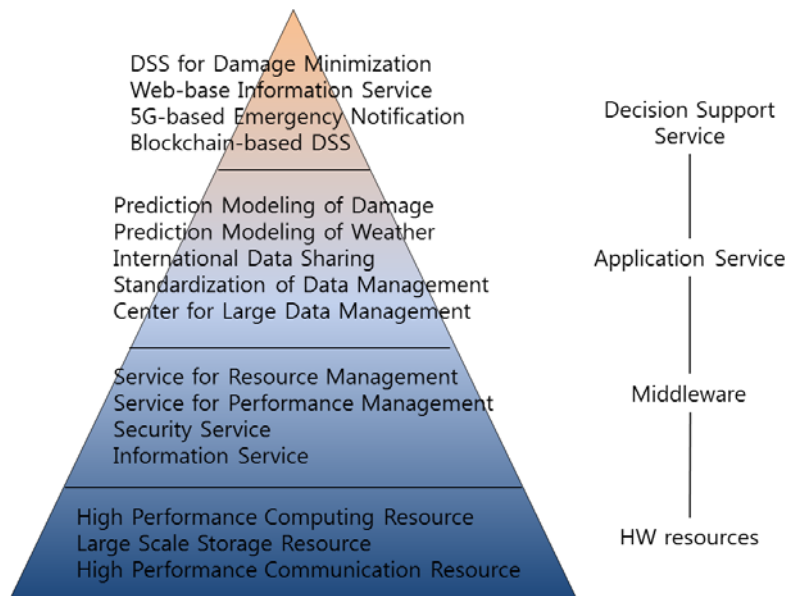


Figure 6. Hierarchical architecture of decision support system for responding complex disaster

(2) 미들웨어

자원 관리 서비스는 하위에 있는 컴퓨팅 자원, 대용량 저장장치 그리고 초고속 통신의 효율적인 운영과 성능 유지를 위해 스케줄링을 해야 하는 일을 맡는다. 재난 대응을 위한 컴퓨팅은 정해진 시간 내에 결과가 나와야 하기 때문에 컴퓨팅 자원이나 대용량 저장장치나 통신 장치 모두 성능이 보장 되어야 한다. 이와 같은 성능 보장을 위해 성능 관리 서비스가 필요하게 된다. 인터넷을 통한 외부의 공격으로부터 하위의 자원들을 보호해야 한다. 이를 위한 서비스로서 자원 보안 서비스가 필요하다. 자원 정보 서비스는 자원의 현재 상태를 모니터링 하고 정보를 제공함으로써 자원 관리 서비스가 최적의 스케줄링을 하도록 돕는 서비스이다[4,5,6].

(3) 응용 서비스

미들웨어를 활용하여 재난 대응을 위해 특화된 응용 서비스가 제공 되어야 한다. 먼저 응용에서 필요한 데이터를 국제간에 또는 기관간에 공유할 수 있도록 표준 형식을 정하고 그에 따라 관리하는 서비스가 필요하다. 이 서비스의 개발은 특정 연구소에서 할 수 없고 유관기관의 협력에 의해 할 수 있는 서비스이다. 협력을 통해 자료 표준이 정해졌다면 기관간에 더 나아가 국제간에 최신의 자료를 공유할 수 있도록 해야 한다. 재난 발생이 한 국가내로 국한 되지 않고 인접국가에도 영향을 주기 때문에 국가 간에 자료를 공유할 필요가 있다. 이 서비스를 위해서는 공유방식이나 데이터 전송 속도 등을 정하고 자료를 공유해야 한다. 공유된 데이터를 기반으로 기후 예측 서비스가 제공되어야 한다. 태풍, 지진이나 해일과 같은 자연재해를 예측할 수 있어야 하고 원전의 방사능 유출, 댐 유실과 같은 인재일 경우에도 기상 상황에 따라 피해가 커질 수 있기 때문에 기후 예측 모델이 필요하다. 재난이 발생했을 때 재난으로 인한 피해를 예측하는 서비스가 필요하다. 재난으로 인해 발생할 수 있는 피해 규모와 범위를 예측함으로써 대응 방법을 결정하는데 도움을 줄 수 있는 서비스이다. 마지막으로 대용량 데이터 센터가 필요하다. 관측소에서 모아진 데이터나 협력 기관으로부터 받은 데이터는 대용량 데이터이므로 체계적이고 효율적인 관리가 필요하다[9].

(4) 의사결정 지원 서비스

재난이 발생하면 발생 지역과 재난이 확대될 것으로 예상되는 지역 주민들에게 알람을 통해 대피를 알려야 하는데 앱이나 메시지를 통해 모든 사람에게 신속히 알려야 한다. 또한 재난 발생 후 폭발적인 통신 수요가 있을 것이기 때문에 5G 를 이용한 알람 및 통신 서비스를 구축하여 어떤 상황에서도 통신에 어려움을 초래해서는 안된다. 사용자들은 평상시에 온라인

접속을 통해 지역의 상태를 볼 수 있고 과거 재난 정보를 검색할 수 있도록 투명한 정보제공 서비스가 있어야 한다. 마지막으로 재난 발생시 인적 또는 재산상으로 피해를 최소화하기 위해 할 수 있는 조치를 결정할 수 있도록 대응조치를 선별할 수 있게 하는 의사 결정 서비스가 필요하다. 블록체인은 트랜잭션을 통해 생성된 데이터를 가지고 블록을 만들어 체인에 연결하여 중복 유지하는 분산 데이터 저장 방식이다. 블록체인의 내용은 위변조가 불가능하여 무결성을 갖는 정보 저장 방식으로 많이 활용 되고 있다. 재난 대응 시스템에서도 재난 상황 정보와 재난 대응 과정을 블록체인에 저장하여 관리한다면 모든 과정을 투명하게 관리 할 수 있게 된다. 블록체인을 활용하면 의사 결정과정 투명화 서비스가 구현 가능하게 된다[1,11].

### 3.2 재난 대응 시스템의 운영을 위한 연구 방향

#### (1) 인프라 구축 측면

재난 대응 어플리케이션들을 위한 고성능컴퓨팅자원 뿐만 아니라 대용량 저장장치, 초고속 통신을 기반으로 하는 인프라 구축 연구가 선행되어야 한다. 특히, 재난 상황에서 어플리케이션의 구동을 위해서는 QoS 가 보장 되어야 하기 때문에 QoS 가 보장되는 인프라 구축이 필요하다. 또한 재난은 한 지역에 국한 될 수도 있지만 여러 지역 또는 여러 국가에 걸쳐서 발생할 수도 있기 때문에 지역간 또는 국가간 협업을 위한 인프라 구축 협의 및 공동연구가 필요하다. 또한, 원거리 과학자들과 재난 대응 책임자들 간에 협력을 위한 인프라 연구도 필요하다[3,8].

#### (2) 미들웨어 연구 측면

재난 대응 시스템의 성능은 미들웨어의 성능에 큰 영향을 받기 때문에 미들웨어 연구는 필수적이다. 미들웨어는 글로벌 환경에서 첨단 IT 기술들을 효율적으로 통합 연계하여 고성능 협업환경을 지원하는 소프트웨어로써 컴퓨팅자원들과 대용량 저장공간들 사이에 원활한 데이터 공유 및 통신을 지원해야 한다. 지역적으로 분산되어 있는 컴퓨팅 자원을 통합하여 관리하여 사용자들로 단일 시스템을 사용하는 것처럼 사용자 환경을 지원하는 첨단의 컴퓨팅 통합시스템 기술 필요하다. 선진국들은 재난 대응을 위한 고성능 컴퓨팅자원들과 고성능 실험장비 및 대용량 저장장치들을 결합하여 네트워크로 연결된 인프라를 구축하고 있다. 이를 중심으로 대규모의 데이터 처리나 시뮬레이션을 위하여 협동적으로 처리함으로써 종래의 처리 주기에서 시간과 비용을 감소시킬 수 있는 협동공학이라는 새로운 패러다임의 기술을 개발하고 있다. 미들웨어를 통해 관측소에서 얻어진 데이터와 타 기관에서 공유한 대량의 데이터를 이용하는 빅데이터 처리와 같은 통합분석 작업 가능하게 되며 국·내외 원거리 과학자들간의 협업 연구를 위한 협동 연구환경이 구축될 수 있다[8].

#### (3) 고성능 어플리케이션 개발 측면

관측소에서 지속적으로 수집되는 데이터들을 저장하고 공유할 수 있도록 대용량의 저장할 공간이 필요하고 수집된 데이터는 분석을 위해 신속하게 모아야 하기 때문에 초고속 통신 네트워크가 필요하다. 시뮬레이션을 통해 얻어진 결과는 원격지에 있는 과학자들이 공동으로 분석해야 하기 때문에 대량의 결과 데이터에 대한 원격 가시화 기술이 확보 되어야 한다. 국가 간에 대용량 데이터를 전송해야 하는 상황이 발생하기 때문에 충분한 대역폭의 네트워크가 필요하고 QoS 를 보장하는 데이터 전송이 가능해야 하며 QoS 요구를 해결하는데 가장 큰 문제는 동시 다발적으로 움직여야 하는 데이터 및 제어의 흐름인데 다양한 요구를 만족 시킬 수 있어야 한다. 원거리에 있는 과학자 및 재난대응책임자가 협력해야 하기 때문에 고해상도의 고성능 협업 장비가 필요하다. 이때 협업 환경을 위해 오디오, 비디오, 제어 명령, 데이터 등을 포함하는 다양한 형태의 자료들이 대화하는 방식으로 주고받을 수 있어야 한다. 국가 간에는 주고받을 데이터 형식에 대한 표준화 작업이 필요하다[9,12].

#### (4) 서비스 구축 측면

의사결정 지원 서비스는 인터넷을 통하여 쉽게 접근이 가능하도록 지원해야 한다. 웹기반 재난 대응을 위한 서비스를 개발하고 구축하면 재난 대응 책임자나 관련자들이 사용하기



편리하다. 재난 상황 알림 서비스는 사용자들이 어디서나 긴급상황을 받을 수 있도록 앱을 만들어 스마트폰 사용자들에게 제공해야 한다. 재난 발생 시 동시에 많은 사람들에게 긴급상황을 알려야 하고 그 이후 통신량이 폭증할 수 있기 때문에 5G와 같은 기술이 필요하게 된다. 또한 개인통신기기 뿐만 아니라 방송국을 통하여 텔레비전과 라디오에도 송출 될 수 있도록 재난 상황 알림 서비스를 확대해야 한다. 재난 대응에 관한 최고 책임자의 결정 후 즉각적인 알림이 가능하도록 통신자원들은 항상 확보되어 있어야 한다[10,11].

#### IV. 결론

같은 규모의 재난이 발생하더라도 대비와 재난 이후 대응이 잘 되어 있는 사회와 그렇지 않은 사회의 피해 규모 차이는 매우 크다. 재난에 대한 매뉴얼이 잘 준비되고 그에 따라 모든 사람들이 움직이는 것 이외에도 과학기술을 이용한 대응은 재난 발생시 큰 도움이 된다. 본 연구에서는 고성능 컴퓨팅 자원, 대용량 저장 장치, 초고속 무선통신 등을 기반으로 재난에 대비할 수 있는 미들웨어와 의사결정시스템을 계층적으로 설계하였다. 그리고 각 단계에서 필요한 연구내용을 찾아보았다. 이와 같은 연구를 진행하기 위해서는 몇 가지 요구사항이 다르게 된다. 첫째, 재난대응 연구와 운영을 위한 연합체가 필요하다. 왜냐하면 이런 연구는 단일 기관이나 학교의 노력만으로 진행하기는 어렵고 정부기관을 비롯한 많은 학교와 연구소, 기업체가 협력해야 하기 때문이다. 또한, 우리나라에 국한해서 연구를 진행할 수 없고 이웃나라들과 협력하여 진행해 나가야 한다. 따라서 이를 위한 협의체를 구성하고 공동 연구를 진행해 나가야 한다. 둘째, 재난 대응을 위한 전용 자원들이 상시적으로 준비되어 있어야 한다. 재난은 예고 없이 찾아오게 되고 재난 발생시 긴급하게 의사 결정을 내려야 하는데 이를 위한 시스템이 상시 준비 되어 있어야 한다. 컴퓨팅 자원, 대용량 데이터 저장 자원, 초고속 통신 자원 등이 사용 가능해야 한다. 셋째, 안정적이고 QoS가 보장되는 미들웨어가 준비되어 있어야 한다. 무엇보다 중요한 것이 미들웨어이다. 미들웨어는 하부에서 제공되는 고성능 자원을 제대로 활용할 수 있도록 하는 소프트웨어이기 때문에 자원관리기능, 스케줄링 기능, QoS보장 기능, 보안기능 등 핵심기능들이 지원되어야 한다. 넷째, 재난을 예측하고 재난 발생시 대처 가능한 대응과 그에 따른 효과를 실시간으로 제공할 수 있는 서비스가 필요하다. 그리고 많은 사람들에게 알릴 수 있는 효과적인 통신 서비스는 필수적이다. 또한 재난 대응 과정을 블록체인에 저장함으로써 재난 이후 대응이 타당했는지 결정할 수 있게 된다.

#### V. 참고문헌

- [1] Sangman Jeong, Taesung Cheong, "Web GIS based Typhoon Committee Disaster Information System for Typhoon Disaster Risk Management", Tropical Cyclone Research and Review, Vol. 1, No. 2, pp. 207-212, May 2012.
- [2] A.Rocha, B. Cestnik, and M.A. Oliverira, "Interoperable GI services to Support Crisis Management", LNCS-Web and Wireless Geographical Information Systems: 5th International Workshop, W2GIS 2005, pp. 246-255, Dec. 2015.
- [3] Wolfgang Raskob, "RODOS: Realtime Online Decision Support System for nuclear emergency management", European ALARA Network Workshop, pp. 15-17, , Lisbon, Portugal , May 2017.
- [4] Siew Hoon Leong, Dieter Kranzlmüller, "Towards a general definition of Urgent Computing ", ICCS 2015, Vol. 51, pp. 2337-2346, 2015.
- [5] Siew Hoon Leong, AntonFrank, Dieter Kranzlmüller, "Leveraging e-Infrastructures for Urgent Computing", Procedia Computer Science, Vol. 18, pp. 2177-2186, 2013.
- [6] Sergey V. Kovalchuka et al, "Deadline-driven Resource Management within Urgent Computing Cyberinfrastructure ", ICCS 2013, Vol. 49,pp. 2203-2212, 2013.
- [7] K.K. Yoshimotoa et al, "Implementations of Urgent Computing on Production HPC Systems", ICCS 2012, Vol. 48, pp. 1687-1693, 2012.

- [8] Pete beckman, Ivan Beschastnikh, Suman Nadella, Nick Trebon, “Building an Infrastructure for Urgent Computing”, High Performance Computing and Grids in Action in IOS Press, 2008
- [9] Construction of a HPC-based Service Infrastructure Responding to National Scale Disasters, KISTI Project Management Report, Korea Institute of Science and Technology Information , 2014
- [10] NCDR Taiwan, <https://www.ncdr.nat.gov.tw/>
- [11] DisasterAWARE by Pacific Disaster Center (PDC), <http://www.pdc.org/>
- [12] NDMS:National Disaster Management System, <http://www.safekorea.go.kr/>