

복합적 자료-알고리즘 자료처리 방식을 적용한 자료처리 시스템 설계 방안 연구

김민욱* 정회원, 박연구**, 이종혁**, 이정덕*

Study on Data Control System Design Method with Complex Data-Algorithm Data Processing

Min Wook Kim* Regular Member, Yeon Gu Park**, Jonghyuk Yi**, Jeong-Deok Lee*

요 약

본 연구에서는 수재해 정보 플랫폼 내 자료처리 시스템 설계를 위해 자료처리 과정의 복잡도를 분석하고 이에 따른 설계 방안을 제시하였다. 일반적으로 자료를 수집하고 분석하는 시스템은 자료와 알고리즘의 자료처리 과정이 고정된 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식을 사용한다. 하지만 시스템의 복잡도가 증가하면 자료처리 시스템에서 관리해야 하는 자료처리 과정의 수가 급증하는 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 자료와 알고리즘 사이에 인터페이스가 존재하는 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식을 적용할 수 있다. 각 방식의 장단점을 분석한 뒤, 수재해 정보 플랫폼에 최적화된 자료처리 시스템의 설계안을 제시할 수 있었다.

Key Words : Complex Data-Algorithm Data Processing, Data Control System Design, Water Hazard Information Platform

ABSTRACT

In this study, we present the architecture design of data control system in water hazard information platform with analyzing the complexity of the data processing. Generally, data control systems in data collection and analysis platforms base on the constant data-algorithm data processing meaning that data processing between data and algorithm is fixed. But the number of data processing in data control system is rapidly increasing because of increasing of complexity of system. To hold down the number of data processing, dynamic data-algorithm data processing is able to be applied to data control system. After comparison each data-algorithm data processing method, we suggest design method of the data control system optimizing water hazard information platform.

I. 서 론

인구의 증가, 환경오염 등에 의해 사용 가능한 수자원의 양이 줄어들어 국제적으로 수자원의 관리 필요성이 강조되고 있다. 또한 기후변화에 따른 홍수, 가뭄 등의 수재해 피해가 심화됨에 따라, 국내 및 국외에서는 수자원·수재해 정보를 수집하고 관리하기 위한 시스템이 연구·설계 및 구축되고 있다.

참고문헌 [1]은 회귀분석을 통해 실시간으로 홍수예측을 하는 시스템을 제시하였으며, 대전광역시의 도심하천을 연구대상으로 운영 가능성을 확인하였다. 입력 자료로 강우 및

수위자료를 사용하여 홍수를 예측할 수 있는 웹기반모형을 구성하였다. 참고문헌 [2]는 홍수위험지도를 관리하는 시스템에 대한 프로토타입을 개발하였다. 하천정보표준화 연구결과를 바탕으로 GIS 데이터베이스를 설계하여 효율적인 지형정보의 구축방안을 제시하였다. 시스템은 하천검색 모듈, 수리·수문 모델링 지원 모듈, 홍수위험지도 출력 모듈로 구성되어있으며, 이 중 수리·수문 모델링 지원 모듈은 입력데이터를 일정한 형식으로 변환하여 저장하는 기능을 포함하고 있다. 참고문헌 [3]은 통합가뭄지수를 개발하여 가뭄전망기법을 개발하여 한반도 전역에 대한 실시간으로 가뭄전망을 하는 시스템을 구축하였다. 시스템은 가뭄분석시스템과

* 본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원에 의해 수행하였음(15AWMP-B079625-02).

* (주)에스이랩 부설연구소 (mwkim@selab.co.kr, jdlee@selab.co.kr), 교신저자 : 김민욱 연구원

** (주)에스이랩(ygpark@selab.co.kr, yi@selab.co.kr)

접수일자 : 2015년 7월 7일, 수정완료일자 : 2015년 8월 10일, 최종 게재확정일자 : 2015년 9월 10일

가뭄관리정보시스템으로 나누어지며, 가뭄분석시스템에서는 가뭄지수 산정에 필요한 자료를 관리한다. 자료는 한국수자원공사에서 운영하고 있는 국가수자원관리종합정보시스템과 국가지하수정보센터에서 제공받는다. 참고문헌 [4]는 저수지 유입량 및 공급량에 대한 정량적인 해석을 실시하여 저수지 운영의 효율성 분석 및 계획의 필요성 등을 파악하였다. 또한 추가 계획 지점 결정을 위해 Smart Water Grid 개념을 도입하였고, 통합적인 수자원 관리 시스템을 제시하였다.

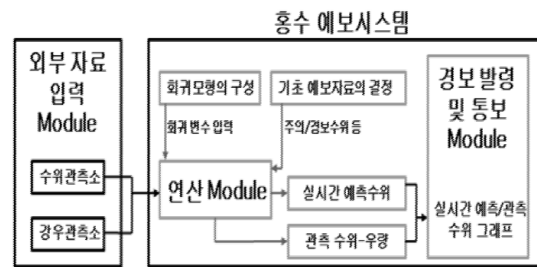
NOAA-USGS Debris Flow Task는 돌발 홍수 및 토석류에 대한 조기 경보 시스템을 개발하였다[5]. National Weather Service(NWS)의 강수 예측 자료와 레이더 강수 추정 자료, 강수 관측 자료를 입력 자료로 활용하며, NWS의 Flash Flood Monitoring and Prediction 시스템을 활용하여 경보 시스템을 구축하였다. 시범적으로 남부 캘리포니아 지역을 대상으로 하였다. 애리조나 수자원부는 애리조나 지역의 수자원 관리를 위한 수문 모형과 프로그램 관리를 위한 시스템을 구축하였다. 시스템을 통해 수문 모형에 대한 지침을 마련하여 홍수에 대한 대응력을 높였으며, 수문 모형에 사용되는 중요 요소와 자료에 대한 정의를 했다. 또한 수자원 정보를 사용자에게 제공하기 위하여 웹 어플리케이션을 개발하였다[6]. International Centre for water Hazard And Risk Management(ICCHARM)에서는 홍수의 감시와 분석을 위해 IFAS를 개발하였다. Integrated flood analysis system(IFAS)에서는 위성 자료와 강수 자료, 지형 자료를 활용하여 유역의 수문 정보를 산출하여[7] 홍수에 의한 피해를 줄이는 것을 목적으로 한다. European Commission에서 지원하는 Distributed Research Infrastructure for Hydro-Meteorology (DRIHM)에서는 수문 기상 분야의 연구 지원을 위한 기반 시설을 마련하고, 이를 통해 다양한 수문 기상 모형의 연계를 지원하는 시스템을 구축하였다[8]. 이때 다양한 수문 기상 모형 지원을 위해 시스템에서 사용하는 자료의 형식을 통일하여 접근과 교환이 용이하고 자료에 대한 비교가 쉽도록 하였다. 이러한 시스템 설계 방식은 초기 비용은 크지만 유지 비용이 작다.

이와 같이 국내외에서 다양한 자료를 활용한 수자원 또는 수재해 관련 시스템에 대한 연구와 구축이 진행되고 있다. 수자원공사 연구원에서는 레이더, 위성, 지상 관측 등의 다양한 자료를 종합적으로 수집하고, 수문 모형 및 분석을 통해 수재해 정보를 산출하기 위해 “국토관측센서 기반 광역 및 지역 수재해 감시·평가·예측 플랫폼”(이하 수재해 정보 플랫폼)을 개발하고 있다. 플랫폼 내에서는 다양한 자료가 사용되거나 산출되며, 여러 알고리즘이 사용되는 복잡한 시스템이 될 것으로 예상된다. 따라서 효율적인 플랫폼 운영을 위해서 별도의 자료처리를 담당하는 시스템이 요구된다. 본 연구에서는 자료처리 시스템에 대해 일반적인 설계방식을 적용하였을 때 발생하는 문제점과 이를 해결하기 위한 설계를 제시하고자 하였다.

II. 고정 자료-알고리즘 자료처리 시스템 설계 방식과 문제점

일반적으로 수자원 또는 수재해 시스템에서 자료처리 시스템은 알고리즘과 해당 알고리즘이 사용하는 자료를 연결해주는 역할을 한다. 그림 1은 도시홍수 예보시스템의 GUI와 IFAS의 자료처리 흐름을 나타낸 것이다. 도시홍수 예보시스템의 GUI 흐름에 따르면 연산모듈을 중심으로 외부 입력 자료와 회귀모형 구성 및 기초 예보자료가 입력되어 실시간 예측수위와 관측 수위·우량이 산출된다. 유사하게 IFAS에서도 외부 자료를 입력받는 모듈과 내부에서 정보를 산출하는 모듈이 구분되어 있으며, 모듈 간의 자료 전달이 필요할 때, 자료처리 시스템을 이용하게 된다. 이와 같은 시스템은 처리과정이 단일 경로를 갖으며, 자료의 흐름이 입력 모듈로부터 처리 모듈을 거쳐서 최종 결과 산출 모듈로 이어지게 구성되어 있다.

가. 도시홍수 예보시스템의 GUI



나. IFAS의 자료처리 흐름

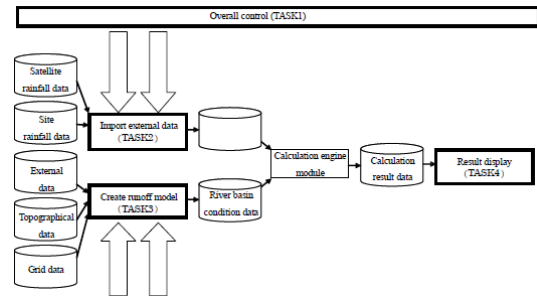


그림 1. 도시홍수 예보시스템의 GUI (가, [1])와 IFAS (나, [7])의 자료처리 흐름 모식도

본 연구의 대상이 되는 수재해 정보 플랫폼도 알고리즘 별로 입력 자료와 산출 자료가 조사되어 있으므로 이를 바탕으로 자료처리 흐름도를 나타내었다. 그림 2는 조사된 내용을 바탕으로 표현한 자료처리 흐름도로서 세부적인 알고리즘과 자료의 구분은 생략하여 표현하였다. 원기둥 모양은 입력 또는 산출 자료를, 네모는 각 자료를 입력받아 산출 자료를 생성하는 알고리즘이다. 화살표는 각 자료와 알고리즘 사이의 자료흐름이며, 단방향 자료흐름과 양방향 자료흐름을 구별하였다. 예를 들어, 레이더 자료를 입력받아 보정된 레이더 자료를 산출하거나 다른 레이더 요소를 산출하는 알고리즘과 같이, 입력 자료와 동일한 자료를 산출 자료로 하는 알

고리즘과 자료 사이의 자료 흐름은 양방향 자료흐름으로 표기하였다. 총 알고리즘 및 프로세서의 수는 11개이며, 자료의 종류는 기타를 포함하여 18 종류이다. 단 분류된 자료는 자료처리 흐름의 표현의 편의를 위한 것으로 실제로는 다양한 자료를 하나의 분류로 표기하기도 하였다. 예를 들어, 기상 자료는 Automatic Weather System, Automated Synoptic Observing System 자료와 일반 기상 자료를 포함하고 있으며, 홍수 자료는 침수 관련 자료, 홍수 피해 자료, 홍수 위험도 지도 등을 포함한다. 자료처리 흐름도에 표기된 자료처리 흐름은 단방향과 양방향을 모두 합쳐 총 40 개로 조사되었다. 즉 자료처리 시스템에서 관리해야하는 입력 및 산출 자료 처리 과정이 40개임을 알 수 있다.

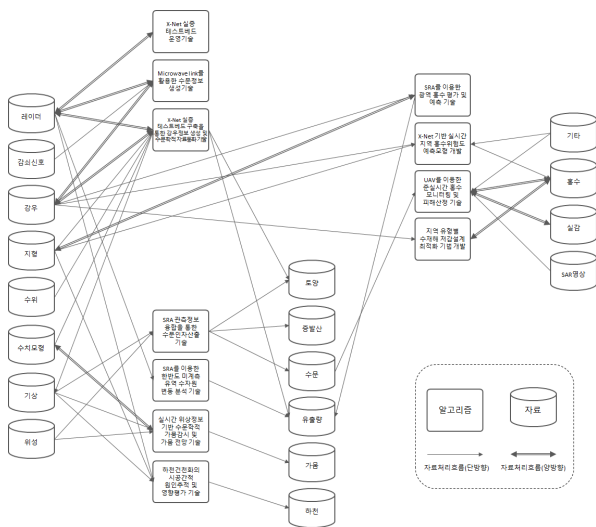


그림 2. 수재해 정보 플랫폼 내 자료 및 알고리즘 간의 자료처리 과정을 직접적으로 연결한 고정 자료-알고리즘 자료처리 흐름 모식도

자료처리 시스템의 복잡도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{복잡도} = \text{NDF} / \text{MAX}(\text{NA}, \text{ND}) \quad (1)$$

N_{DF} 는 자료처리 흐름의 수를, N_A 는 알고리즘의 수를, N_D 는 자료의 수를 나타낸다. MAX 함수는 두 값 중에 큰 값을 산출한다. 알고리즘과 자료가 일대일 또는 일대다로만 대응되는 시스템에서 가장 작은 복잡도를 가지며, 이때 복잡도는 1로 계산된다. 수식 (1)을 사용하여 그림 2의 자료처리 시스템의 복잡도를 계산하면 약 2.2로 계산된다. 계산된 복잡도는 일대일 또는 일대다로만 대응되는 알고리즘과 자료 시스템에 비해 2.2배 많은 자료처리 흐름이 존재한다는 것을 의미한다.

그림 2와 같이 자료와 알고리즘간의 자료처리 흐름을 고정적으로 설정하는 방식을 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식이라고 정의할 수 있다. 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식에서 알고리즘과 자료 사이에 다대다 대응이 존재하면 자료처리 시스템의 복잡도가 증가하여 시스템 요구사항의 증

가 원인이 된다. 또한 새로운 자료나 알고리즘의 추가가 이루어질 때, 관련된 자료나 알고리즘 사이의 자료처리 흐름도 같이 추가해야 하므로, 플랫폼의 확장성을 저해하는 원인이 될 수 있다. 따라서 자료처리 시스템의 복잡도를 낮출 수 있는 설계방안이 필요하다.

III. 동적 자료-알고리즘 자료처리 시스템 설계 방식과 장단점

참고문헌 [8]의 DRIHM의 설계 방안에는 고정 자료-알고리즘 자료처리 시스템에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해 표준 형식을 사용하는 방식을 적용하였다. 그림 3은 DRIHM의 문제점 수정 전후의 자료처리 흐름의 변화를 나타낸 모식도이다. 그림 3의 상단은 자료와 알고리즘의 연결이 직접적으로 처리되어있기 때문에 새로운 알고리즘이나 자료의 연결이 어려운 것을 나타내고 있다. 반면에 하단의 모식도는 자료와 알고리즘 사이에 표준 형식을 거치기 때문에, 자료와 알고리즘 사이의 연결이 약해지게 된다. 또한 새로운 자료나 알고리즘의 추가 시, 표준 형식에 따른 접근을 통해 시스템에 추가할 수 있으므로 확장에 용이하다.

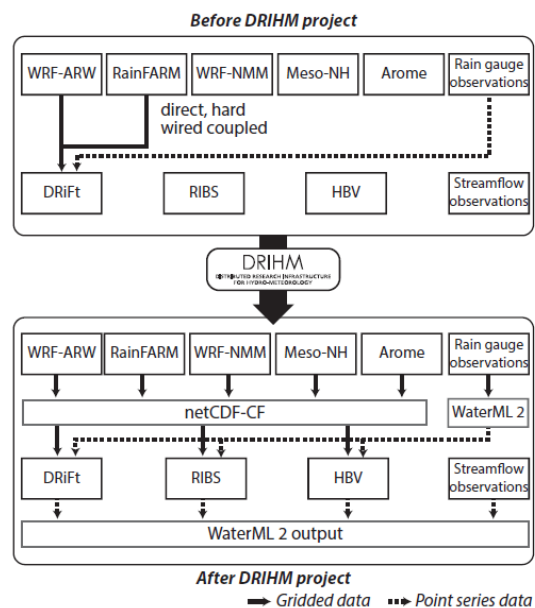


그림 3. DRIHM의 설계 방안에 따른 자료처리 흐름의 변화, 자료와 알고리즘이 직접적으로 연결된 설계 방안(상)과 자료와 알고리즘의 중간에 표준 인터페이스 형식을 둔 설계 방안(하) 모식도 예시[8]

DRIHM 사례에 적용된 자료처리 시스템 방식과 유사하게 수재해 정보 플랫폼의 자료처리 흐름을 그림 4와 같이 설계할 수 있다. 각 자료와 알고리즘은 그림 2와 동일하며, 자료처리 흐름은 표현의 명시성을 위해 화살표로 표기하고 실제 해당하는 자료처리 흐름의 수를 표기하였다. 그림 4의 좌측

에는 자료와 관련된 부분이 우측에는 알고리즘과 관련된 부분이 존재하며 중간에 자료와 알고리즘을 연결하는 인터페이스가 존재한다. 이때, 인터페이스 역시 하나의 알고리즘이므로 사각형으로 표기하였다. 자료처리 시스템에서는 각 자료와 인터페이스 사이의 자료처리 흐름과 각 알고리즘과 인터페이스 사이의 자료처리 흐름을 관리하게 된다. 이와 같이 하나의 인터페이스를 통해서 여러 개의 자료나 알고리즘에 연결할 수 있으므로, 이를 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식이라고 정의할 수 있다.

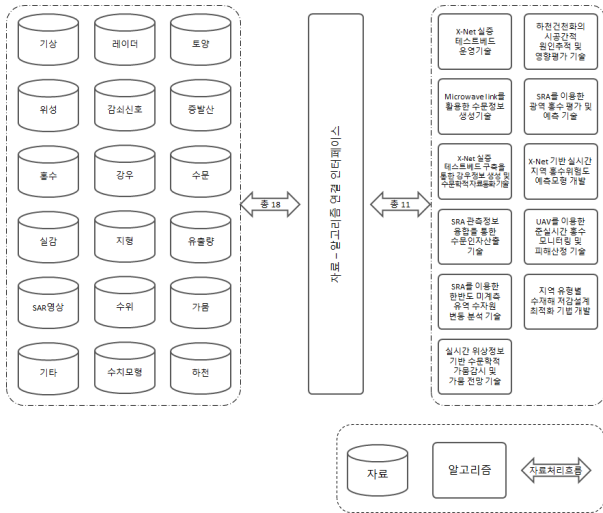


그림 4. 수재해 정보 플랫폼 내 자료 및 알고리즘 간의 자료처리 과정을 인터페이스를 통해 연결한 동적 자료-알고리즘 자료처리 흐름 모식도

단락 II와 동일하게 그림 4의 설계안에 대한 복잡도를 계산할 수 있다. 자료와 알고리즘의 수는 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식과 동일하며, 자료처리흐름의 수는 자료와 알고리즘의 수를 합친 29개이다. 따라서 동적 자료-알고리즘 자료처리 시스템의 복잡도는 약 1.6이 된다(표 1). 이는 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식의 복잡도인 2.2의 72.5%로 복잡도가 개선된 것을 확인할 수 있다. 이론적으로 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식을 적용할 때, 복잡도의 최대값은 2이므로 복잡도의 최대값이 정해져 있지 않은 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식에 비해 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식은 복잡도를 낮추는 데 효과적이다. 또한 자료나 알고리즘이 추가되어도 자료처리 흐름은 1씩 증가되므로 자료처리 시스템의 부담이 크지 않기 때문에 확장성을 보장하는데 있어서 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식에 비해 뛰어나다.

다만 자료-알고리즘 연결 인터페이스의 개발이 추가로 진행되기 때문에 초기의 자료처리 시스템의 구축에 추가적인 비용이 발생하게 된다. 또한 여러 개의 자료와 알고리즘을 다루기 때문에 전체적인 계산속도와 안정성은 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식에 비해 떨어지게 된다. 이러한 이유로, 위성 자료처리 시스템과 같이 신속성과 반복성, 안정성이 요구되는 시스템에서는 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식이

주로 사용된다.

표 1. 수재해 정보 플랫폼의 자료 수, 알고리즘 수 및 자료처리 시스템의 설계 방식에 따른 자료처리 흐름 수와 복잡도

자료처리 시스템	자료 수	알고리즘 수	자료처리 흐름 수	복잡도
고정 자료-알고리즘	18	11	40	2.222
동적 자료-알고리즘			29	1.611

IV. 수재해 정보 플랫폼 내 자료처리 시스템 설계 방안

고정 자료-알고리즘 자료처리 방식과 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식을 비교하였을 때, 수재해 정보 플랫폼에는 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식이 효율적인 것으로 판단된다. 하지만 그림 2를 보면, 수위자료, 가물자료, 하천자료, 실감자료 등과 같이 자료가 하나의 알고리즘에만 사용되는 것을 확인할 수 있다. 확장의 가능성이 없고 안정성이 필요한 부분은 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식을 사용하는 것이 더 유용할 수 있다. 따라서 수재해 정보 플랫폼에 고정과 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식을 복합적으로 도입하고, 자료나 알고리즘의 종류에 따라 자료처리 방식을 적용하는 것이 가장 효율적인 자료처리 시스템이 될 것이다. 그림 5는 복합적으로 자료-알고리즘 자료처리 방식을 도입한 자료처리 시스템의 흐름도이다.

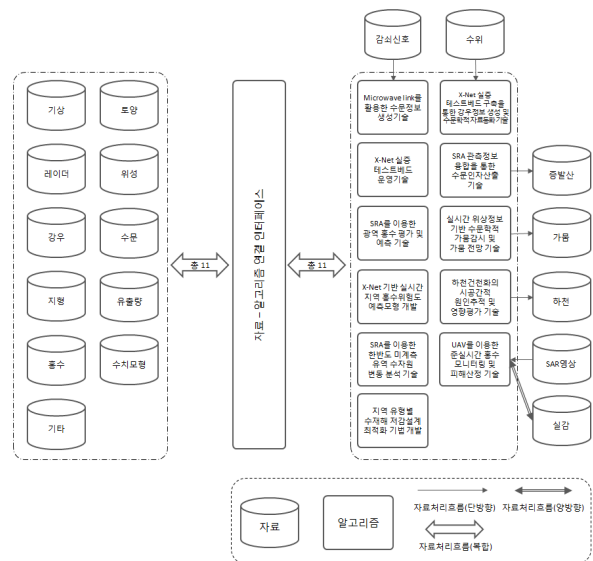


그림 5. 수재해 정보 플랫폼 내 자료 및 알고리즘 간의 자료처리 과정을 복합적으로 구성한 자료처리 흐름 모식도

실질적으로 자료처리 흐름의 수는 감소하지 않았기 때문에 자료처리 시스템의 복잡도는 변화가 없으나 인터페이스

를 거치지 않고 직접적으로 자료와 알고리즘이 연결되므로 시스템의 안정도는 증가되었다고 볼 수 있다. 다만 인터페이스를 거치지 않은 경우 확장성이 제한되므로 추후 플랫폼의 확장 가능성을 판단하여 자료처리 시스템을 설계할 필요가 있다. 그림 5에 따르면 자료는 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식과 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식에 따라 나뉜다. 따라서 자료처리 방식이 복합적으로 구성하기 위해서는 각 자료처리 방식에 따른 자료 또는 알고리즘의 분류가 우선시 되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 자료처리 흐름을 분석하여 수재해 정보 플랫폼에 적용할 자료처리 시스템의 설계안을 구성하였다. 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식을 도입하여 자료처리 시스템의 복잡도를 개선하였으며, 고정 자료-알고리즘 자료처리 방식과 복합적으로 구성되도록 설계하여 자료와 알고리즘의 구성에 따라 최적화할 수 있는 설계안을 산출하였다. 수재해 정보 플랫폼을 구축하는 사업은 사업연차가 남아있어 자료처리 흐름의 변경이 발생할 것으로 예상되기 때문에 동적 자료-알고리즘 자료처리 방식에 따른 유연성 확보가 큰 장점이 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 이범희, "회귀분석에 의한 도시홍수 예보시스템의 개발", 대한토목학회논문집 B, 제 30권 4B호, pp. 347-359, 2010.
- [2] 김계현, 윤천주, 이상일, "GIS를 이용한 홍수위험지도 관리시스템 프로토타입 개발에 관한 연구", 한국수자원학회논문집, 제 35권 4호, pp. 259-366, 2002.
- [3] 이주현, 정상만, 김재한, 고양수, "가뭄모니터링 시스템 구축:II. 정량적 가뭄 모니터링 및 가뭄전망기법 개발", 한국수자원학회논문집, 제 39권 9호, pp. 801-812, 2009.
- [4] 심재훈, 김필식, 김선주, 권형중, 박현준, "농업용수 수요-공급의 예측에 의한 물 관리 시스템 연구", 한국수자원학회 학술발표회, pp. 628-632, 2012.
- [5] NOAA-USGS Debris Flow Task. NOAA-USGS debris-flow warning system-final report, 2005, pp. 1-24.
- [6] Arizona Department of Water Resources. Well registry quick reference user's guide for well registry web application, 2012, pp. 2-8.
- [7] Public Works Research Institute, ICHARM. IFAS ver:2.0 technical manual, 2012, pp 11-12.
- [8] Daniele D'Agostino, Andrea Clematis, Antonella Galizia, Alfonso Quarati, Emanuele Danovaro, Luca Roverelli, Gabriele Zereik, Dieter Kranzlmüller, Michael Schiffers, Nils gentschen Felde, Christian Straube, Olivier Caumont, Evelyne Richard, Luis Garrote, Quillon Harpham, H. R. A.

Jagers, Vladimir Dimitrijević, Ljiljana Dekić, Elisabetta Fiorii, Fabio Delogu and Antonio Parodi, "The DRIHM project: a flexible approach to integrate HPC, grid and cloud resources for hydro-meteorological research. In: High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis," SC14: International Conference for. IEEE, pp. 536-546, 2014.

저자

김민욱(Min Wook Kim)

정회원



- 2008년 2월 : 서울대학교 지구환경과 학부 학사졸업
- 2010년 2월 : 서울대학교 대기과학과 석사졸업
- 2013년 5월 ~ 현재 : (주)에스이랩 근무

<관심분야> : 수재해, 시스템설계

박연구(Yeon Gu Park)



- 2011년 2월 : 세종대학교 수리물리학과 천문우주학전공 학사졸업
- 2010년 11월 ~ 현재 : (주)에스이랩 근무

<관심분야> : 시스템설계

이종혁(Jonghyuk Yi)



- 1996년 2월 : 서울대학교 천문학과 학사졸업
- 1999년 2월 : 서울대학교 천문학과 석사졸업
- 2004년 3월 ~ 현재 : (주)에스이랩 근무

<관심분야> : 위성관측, 시스템설계

이정덕(Jeong-Deok Lee)



- 1997년 2월 : 서울대학교 천문학과 학사졸업
- 1999년 2월 : 서울대학교 천문학과 석사졸업
- 2008년 2월 : 서울대학교 지구환경과 학부 박사졸업

· 2009년 1월 ~ 현재 : (주)에스이랩 근무

<관심분야> : 위성관측, 시스템설계