

조선 해양 산업에서의 응용을 위한 하둡 기반의 빅데이터 플랫폼 연구

김성훈¹ · 노명일^{2†} · 김기수¹

¹서울대학교 조선해양공학과 대학원, ²서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소

A Study on Big Data Platform Based on Hadoop for the Applications in Ship and Offshore Industry

Seong-Hoon Kim¹, Myung-Il Roh^{2†}, and Ki-Su Kim¹

¹Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Seoul Nat'l Univ.

²Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering and Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul Nat'l Univ.

Received 30 April 2016; received in revised form 31 May 2016; accepted 31 May 2016

ABSTRACT

As Information Technology (IT) is developed constantly, big data is becoming important in various industries, including ship and offshore industry where a lot of data are being generated. However, it is difficult to apply big data to ship and offshore industry because there is no generalized platform for its application. Therefore, this study presents a big data platform based on the Hadoop for applications in ship and offshore industry. The Hadoop is one of the most popular big data technologies. The presented platform includes existing data of shipyard and is possible to manage and process the data. To check the applicability of the platform, it is applied to estimate the weight of offshore plant topsides. The result shows that the platform can be one of alternatives to use effectively big data in ship and offshore industry.

Key Words: Big data, Offshore plant, Hadoop, Weight estimation, Shipyard

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

빅데이터는 단순히 큰 용량의 데이터를 의미하는 것이 아니라 빅데이터의 수집부터 처리까지의 전 과정을 포괄하는 개념이다. 미국의 정보 기술 연구 및 자문 회사인 Gartner는 빅데이터를 더 나

은 의사 결정을 위해 이용되는 대용량(volume), 고속(velocity) 및 다양성(variety)의 특성을 가진 정보 자산이라고 정의했다. 여기서 대용량이란 100 TB(Tera Byte) 이상의 용량, 고속은 데이터의 실시간 처리, 다양성은 정형, 비정형 등 처리 가능 데이터의 유형을 나타낸다^[1].

최근 정보 통신 기술의 발전으로 인해 처리해야 할 데이터의 양과 그 복잡성이 증가해 빅데이터에 대한 관심이 증가하고 있다. 빅데이터는 주로 유통, 서비스 분야에서 활발히 이용되고 있지만 제

[†]Corresponding Author, miroh@snu.ac.kr

조업 분야에서도 이를 활용하려는 노력이 이어지고 있다. 실제로 세계적인 자동차 회사인 Volvo의 경우 모든 차량 내부에 센서를 부착, 데이터를 수집해 이동 중 발생하는 결함을 발견하고 처리하는 기술을 적용하고 있고, GE에서는 빅데이터 분석을 통한 프로세스 자동화, 최적화 등을 이용해 수익을 내고 있다. 이외에도 다양한 제조업 분야에서 빅데이터가 이용되고 있고 그 이용 방안이 연구되고 있다. Lee^[2]에 따르면 앞으로 제조업 분야에서는 센서를 통한 생산 데이터 양의 폭발적 증가, 제조업의 서비스화 추세, 제조업의 미래 산업과 빅데이터의 융합 추세에 따라 더욱 그 중요성이 부각될 것이라고 한다.

다른 제조업 분야와 마찬가지로 조선 해양 분야도 설계, 생산, 운영 과정에서 상당한 데이터가 생성되고 있어, 이를 활용하여 시장 경쟁력을 갖추려는 것에 많은 관심을 가지고 있다. 특히, 조선 해양 분야에서 빅데이터를 효과적으로 활용할 수 있다면, 신 선박 설계 및 개발, 공정 최적화, 모형 시험 최소화, 중량 추정, 항로 계획 등 다양한 업무에서 생산성 및 효율성의 증대가 가능하리라 판단된다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 빅데이터 기술인 하둡(Hadoop)을 적용한 플랫폼을 제시하고, 이를 이용하여 해양 플랜트 상부의 중량 추정 과정에 적용해 봄으로써 조선 해양 분야에서 빅데이터의 적용 가능성에 대해 검토해 보고자 한다.

1.2 관련 연구 현황

다른 분야에서와 마찬가지로 조선 해양 분야에서 빅데이터의 중요성은 증대되고 있지만 그에 대한 연구는 아직 시작 단계로서 뚜렷한 성과가 없는 실정이다. 따라서 그 범위를 다소 넓혀 조선 해양 분야뿐만 아니라 유관 분야에서 수행된 빅데이터 관련 연구에 대해 분석해 보았다. 그 분석 결과의 일부를 정리하면 아래와 같다.

빅데이터에 대한 국내 연구의 대부분은, 빅데이터의 중요성이 커짐에 따라 이에 대응해야 하고 어떤 방향으로 적용해야 한다가는 것을 제안하는데 그치고 있다. Kim 등^[3]은 클라우드 컴퓨팅 기술과 빅데이터, 빅데이터 솔루션의 동향을 정리하였고 빅데이터를 클라우드 서비스로 제공함으로써 관련 성과를 내야 한다고 주장하고 있다. 그리고 Kim 등^[4]은 현재의 빅데이터 분석 기술을 정리하였고 미래 기술의 예측, 그리고 빅데이터 분석

기술의 중요성에 대해 논했다.

조선 해양 분야에서 빅데이터에 대한 연구로 크게 설계, 생산, 운영(해운)에 대한 연구가 있었고, 각 분야에서 빅데이터의 중요성과 적용 방향에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 설계 분야에서 Kim 등^[5]은 선박 설계 자동화를 지원하기 위한 기술과 요구 조건을 확인하고 빅데이터 기술 및 분석 기법을 연구했다. 생산 분야에서 Lee^[6]는 생산 주기 전반에 대한 데이터를 처리해 의미 있는 정보를 도출하고 생산 관리 능력을 높이고자 하는 연구를 했다. 마지막으로 해운 분야에서 Kim^[7]은 선박의 전생애 주기에 걸쳐 수집된 빅데이터를 활용해 최적 운항, 선체 설계 등의 분야에 적용해야 하고 이를 위한 기술 개발의 필요성에 대해 논했다. 또한 Kim 등^[8]은 운항 중에 얻을 수 있는 정보를 이용하여 외력의 영향을 평가하는 방법에 대해 제안했다.

이상과 같이, 조선 해양 분야에 빅데이터를 적용하기 위한 연구는 일부 수행되었지만, 실질적인 적용 방법에 대한 연구 사례는 드물다는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 빅데이터를 효과적으로 활용할 수 있는 플랫폼을 제시하였고, 예제에의 적용을 통해 조선 해양 분야에서의 그 적용 가능성과 효용성을 평가하고자 하였다.

2. 조선 해양 분야를 위한 빅데이터 플랫폼

2.1 하둡 및 빅데이터 관련 프로그램

본 절에서는 조선 해양 분야에서의 빅데이터 이용을 위해 하둡과 하둡을 기반으로 한 빅데이터 플랫폼에 대해 기술하였다.

2.1.1 하둡(Hadoop)

하둡은 대표적인 빅데이터 프레임워크로서 간단한 프로그래밍 모델을 이용해 다수의 컴퓨터 클러스터에 저장된 방대한 양의 데이터를 효율적으로 분산 처리할 수 있다. 하둡은 단일 서버에서부터 로컬 저장소와 연결이 가능한 수천 개의 다른 기기까지 확장 가능하도록 설계되었고, 각각의 기기의 고장을 감지하고 조절할 수 있게 설계되어 견고한 빅데이터 운용 환경을 구축할 수 있다.

하둡의 주요 구성 요소로는 하둡 파일 분산 시스템(HDFS; Hadoop Distributed File System)과 맵리듀스(MapReduce)가 있다. 하둡 파일 분산 시스템

맵은 빠르고 효율적인 데이터 분산 저장 및 접근을 가능하게 해주는 요소이고, 맵 리듀스는 데이터 분산 처리를 가능하게 하는 시스템이다⁹⁾.

2.1.2 HDP(Hortonworks Data Platform)

하둡의 운용을 위해서는 다소 복잡한 설정을 필요로 하기 때문에, 이를 비숙련자가 직접 사용하는 것은 상당히 어렵다. 따라서 일부 업체에서 하둡의 가장 중요한 구성 요소인 하둡 파일 분산 시스템과 맵 리듀스의 기능을 구현해 제공하고 있다. 대표적인 예로서 Microsoft 사에서 제공하는 HDInsight, Cloudera사에서 제공하는 Cloudera 프로그램, Hortonworks사에서 제공하는 HDP(Hortonworks Data Platform) 등이 있다.

이들 중 HDP는 공개 프로그램으로서 무료 사용이 가능하고, 가장 많은 사용자층을 확보하고 있는 윈도우 OS를 기반으로 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 HDP를 활용하여 조선 해양 산업에서의 적용을 검토해 보았다. HDP는 하둡을 기반으로 저장 공간의 연결, 다양한 분야에 적용 가능하도록 해주는 상용 기술, 하둡 에코 시스템(Hadoop ECO System: 하둡의 기능을 보완하는 서브 프로그램을 의미)의 적용 등이 모두 가능한 프로그램으로서 타 프로그램과의 연계, 신기술의 적용 등이 용이해 그 잠재력이 크다고 볼 수 있다.

2.1.3 R 프로그램과 Rhadoop 패키지

하둡은 맵 리듀스 기능의 지원을 통해 빅데이터의 신속한 처리가 가능하지만 빅데이터를 특정한 용도로 정교하게 처리하기는 힘들다.

한편, R 프로그램은 통계 계산과 그래픽을 위한 스크립트 언어와 이의 개발 환경을 포함하고 있다. 프로그램 내에 다양한 통계 기법이 기본적으로 제공되고, 추가적인 기능이 필요하면 추가 패키지의 설치를 통해 쉽게 사용 가능하다. 그러나 R 프로그램은 통계 처리 등 고급 분석 능력을 가지고 있는 반면 빅데이터를 처리하기 힘들다.

따라서 하둡과 R 프로그램이 가진 서로의 약점을 상쇄시키고 장점만을 취해 하둡 기반으로 R 프로그램을 사용할 수 있도록 해주는 Rhadoop 패키지가 등장하였다. Rhadoop 패키지를 R 프로그램 내에 설치하면 하둡의 빅데이터 관련 기능과 R 프로그램의 통계 분석 기능을 연계하여 활용할 수 있다. 즉, Rhadoop 패키지를 이용하여 맵(map)과

리듀스(reduce) 함수를 작성 후 실행하면 하둡 파일 분산 시스템으로 저장된 데이터에 접근이 가능하여 통계 처리를 수행할 수 있다.

2.2 조선 해양 산업에서의 응용을 위한 하둡 기반의 빅데이터 플랫폼

조선 해양 산업에서는 설계, 생산, 운영 과정에서 다양하고 방대한 데이터가 만들어지고 있다. 따라서 이러한 빅데이터를 효과적으로 축적하여 효율적으로 관리 및 활용할 수 있기 위한 필요성이 산업체를 중심으로 꾸준히 제기되고 있다. 현재는 이러한 빅데이터들을 통합 저장, 관리하고 적절하게 처리하여 이용할 수 있게 해주는 시스템이 제대로 구축되어 있지 않고, 표준화 및 통합화 역시 이루어지지 않은 실정이다¹⁰⁾.

따라서 본 연구에서는 조선 해양 산업에서의 응용을 위한 빅데이터 플랫폼을 제시하였고, 이의 구성은 Fig. 1과 같다. 빅데이터 플랫폼의 구현을 위해서는, 먼저 조선 해양 분야에서 생성되는 빅데이터를 서버에 저장해야 하고(Fig. 1의 (1) 참조), 이를 하둡에 의해 분산 저장 및 처리가 가능하도록 해야 할 것이다. 이를 위해 기존 조선소 내 데이터베이스 관련 시스템에 HDP와 같은 빅데이터 지원 프로그램을 설치하여 데이터를 상호 연결해 주면 하둡 적용을 용이하게 할 수 있다(Fig. 1의 (2) 참조). 그리고 하둡 에코 시스템과 같이 하둡의 기능을 보완하는 프로그램이나 R 프로그램 및 Rhadoop 패키지 등과 같이 빅데이터를 처리하거나 활용하는 프로그램을 추가할 수 있다(Fig. 1의 (3) 참조). 마지막으로 처리된 빅데이터를 다시 저장하거나 향후 이용할 수 있는 기능 역시 필요하다(Fig. 1의 (4) 참조).

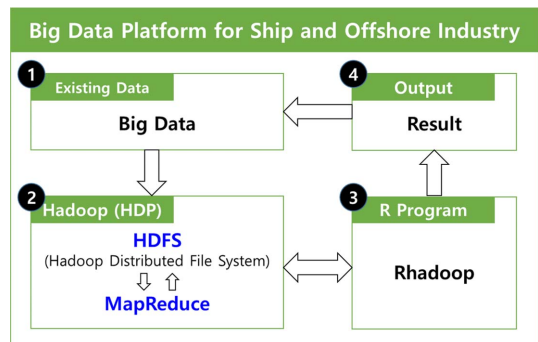


Fig. 1 Big data platform for the applications in ship and offshore industry

3. 빅데이터 플랫폼을 이용한 해양 플랜트 상부의 중량 추정

본 연구에서는 앞서 제시한 하둡 기반의 빅데이터 플랫폼을 조선 해양 분야에 적용함으로써 그 적용 가능성을 검토하고자 하였다. 조선 해양 분야에서 빅데이터를 활용할 수 있는 항목으로서 선박 설계 및 개발, 공정 최적화, 모형 시험 대체, 중량 추정, 항로 계획 등을 들 수 있다. 본 연구에서는 최근 큰 주목을 받고 있는 해양 플랜트 상부의 중량 추정 문제에 빅데이터 플랫폼을 적용해 보았다.

3.1 해양 플랜트 상부의 중량 추정 개요

FPSO(Floating, Production, Storage, and Offloading unit)와 같은 해양 플랜트는 크게 상부(topsides)와 하부 구조(hull)로 구성되어 있다. 특히, 원유 및 천연가스 생산을 위한 중요하고 고가의 장비들이 상부에 배치되기 때문에 초기 설계 단계에서 중량을 정확하게 추정하는 것이 매우 중요하다. 해양 플랜트 상부의 중량 추정은 대부분 실적 데이터를 기반으로 이뤄지고 있다^[14]. 그 동안 국내의 대형 조선소들이 다수의 해양 프로젝트를 수행해 왔지만 건조 가격 및 기간을 고려했을 때 그 실적의 수가 그리 많지 않다. 즉, 실제 건조 실적이 빅데이터라 불리기에 많이 미흡한 상태이다. 하지만 향후 건조 실적이 계속 누적된다면 빅데이터로서의 활용이 더욱 증대되리라 예상된다.

본 연구에서는 2장에서 소개한 하둡 기반의 빅데이터 플랫폼을 활용하여 FPSO 상부의 중량 추정 과정을 수행해 보았으며, 이의 실질적 구현을 위해 HDP와 R 프로그램 및 Rhadoop 패키지를 활용하였다.

FPSO의 중량은 크게 거주 구역(living quarter)을 포함한 상부 중량과 하부 구조로 나눌 수 있고, 경우에 따라 하부의 터렛(turret)을 따로 분리하기도 한다. 본 연구에서는 FPSO 상부 중량(LWT_T) 추정을 그 목적으로 하였고, 이에 영향을 주는 변수들을 추출하면 Table 1과 같다. 여기서, L은 FPSO의 길이, B는 폭, D는 깊이, T는 흘수(draft), DWT 재화 중량(deadweight)는 S_C는 저장 용량(storage capacity), O_P는 원유 생산량(oil production), G_P는 가스 생산량(gas production), W_P는 물 처리량(water processing), W_D는 작업 심도(water depth), CREW는 작업자 수를 나타낸다.

Table 1 Independent variables for FPSO topsides weight estimation

Items	Independent Parameters
Principal Dimensions	L, B, D, T, DWT
Capacity	S_C, O_P, G_P, W_P
Miscellaneous	W_D, CREW

본 연구에서는 37척의 기존 FPSO 실적 데이터와 Table 1의 변수들을 활용해 통계적인 상관 분석 및 회귀 분석을 실시하였고, 이를 통해 FPSO 상부의 중량 추정식을 도출해 보았다. 회귀 분석 과정에 선형 방법과 비선형 방법을 각각 적용해 보았다.

3.2 상관 분석과 선형 회귀 분석을 이용한 중량 추정 방법

상관 분석은 두 변수 간에 얼마나 밀접한 선형 관계를 가지고 있는가를 분석하는 통계 기법이다. 이 방법에서 상관 계수는 두 변수간의 연관된 강도를 나타낸다. 즉, 상관 계수가 클수록 두 변수는 밀접한 관계에 있다고 볼 수 있다. 상관 계수는 변수가 어떤 특정한 분포(정규 분포, t-분포 등)를 따르는가 아닌가에 따라 모수적 상관 계수인 Pearson 방법과 비모수적 상관 계수인 Spearman 방법으로 구할 수 있으며, 본 연구에서는 Pearson 방법을 활용하여, FPSO 상부 중량과의 상관 계수(correlation coefficient) 0.5 이상, 유의 수준(p value) 0.15 이하

Table 2 Result of the correlation analysis of the independent variables with 37 FPSOs data

Items	Correlation coefficient with LWT _T	p value	Criteria
L	0.4183	0.01	X
B	0.7256	0.00	O
D	0.7412	0.00	O
T	0.7031	0.00	O
DWT	0.6754	0.00	O
S_C	0.7162	0.00	O
O_P	0.6993	0.00	O
G_P	0.5395	0.00	O
W_P	0.4788	0.00	X
W_D	0.6957	0.00	O
CREW	0.6908	0.00	O

변수들로 활용하였다.

Table 2를 보면 B, D, T, DWT, S_C, O_P, G_P, W_D, CREW의 독립 변수들이 앞서 언급한 기준을 만족하는 것을 알 수 있다. 따라서 이 독립 변수들을 중량 추정식에 포함될 수 있는 후보들로 1차 선정하였다.

이제 FPSO 상부 중량 추정식을 상관 분석으로부터 도출된 변수들의 선형 결합을 통해 표현할 수 있다고 가정하면, 식 (1)과 같은 단순한 선형 회귀 분석 식을 생성할 수 있다.

$$LWT_T = x_0 + x_1 \times B + x_2 \times D + x_3 \times T + x_4 \times DWT + x_5 \times S_C + x_6 \times O_P + x_7 \times G_P + x_8 \times W_D + x_9 \times CREW \quad (1)$$

그리고 기존의 FPSO 실적 데이터와 식 (1)을 이용하여 선형 회귀 분석을 수행하면 식 (2)와 같은 결과를 얻을 수 있다. 물론 본 단일 회귀 분석은 HDP 내에 저장된 FPSO 실적 데이터와 R 프로그램 내의 Rhadoop 패키지를 활용한 것이다.

$$LWT_T = -23,136.3 + 42.8 \times B + 1805.6 \times D - 1441.5 \times T - 0.0283 \times DWT - 5920.1 \times S_C - 3242.2 \times O_P + 9.7 \times G_P + 6.0 \times W_D + 85.2 \times CREW \quad (2)$$

3.3 상관 분석과 비선형 회귀 분석을 이용한 중량 추정 방법

FPSO 상부의 중량 추정식을 비선형으로 가정할 경우, 보다 나은 결과를 도출할 수 있다. Ha 등^[12]은 비선형 회귀 분석을 수행하기 위해 Table 1에 정리된 변수들의 비선형 형태를 고려한 상관 분석을 수행하였고, 그 결과 FPSO의 상부 중량을 D^3 , S_C^3 , G_P , $CREW^3$ 에 관한 비선형 식으로 나타낼 수 있음을 확인하였다. 따라서 본 연구에서는 등 Ha^[12]의 연구 결과를 일부 활용하여, 이 변수들을 비선형 회귀 분석 식을 얻기 위한 변수들로서 활용하였다. FPSO 상부의 중량 추정을 위한 비선형 회귀 분석 식은 다음과 같다.

$$LWT_T = x_0 + x_1 \times D^3 + x_2 \times S_C^3 + x_3 \times G_P + x_4 \times CREW^3 \quad (3)$$

기존의 FPSO 실적 데이터와 식 (3)을 이용하여

비선형 회귀 분석을 수행하면 아래의 식 (4)와 같은 결과를 얻을 수 있다.

$$LWT_T = -558.2 + 0.3409 \times D^3 + 858.9 \times S_C^3 + 14.54 \times G_P + 0.001024 \times CREW^3 \quad (4)$$

3.4 중량 추정 결과 분석

본 연구에서는 상관 분석과 선형 및 비선형 회귀 분석을 통해 얻어진 두 가지 중량 추정식을 이용하여 3척의 기존 FPSO의 상부 중량을 추정하고 이를 실제 중량과 비교해 봄으로써 중량 추정식의 정확도를 확인해 보았다.

Table 3과 Table 4에서 볼 수 있듯이, 선형 및 비선형 회귀 분석 식으로부터 추정된 중량은 실적 중량과 많은 오차를 가지며, 비선형의 경우가 선형에 비해 약간 우수함을 확인할 수 있다. 이와 같은 큰 오차는 회귀 분석을 수행할 때 활용한 데이터의 개수 및 정확도와 관련이 있다. 본 회귀 분석을 수행하기 위해 37척의 FPSO 실적 데이터를 활용했으나 회귀 분석을 위한 적절한 개수에는 한참 부족하고 빅데이터라고 하기에 많이 부족한 크기이다. 또한 상관 분석 및 회귀 분석용 37척, 비교용 3척 등 총 40척의 FPSO 실적 데이터는 관련 자료^[13,14]를 통해 수집하였는데 이 자료에 약간의

Table 3 Result of the FPSO topside weight estimation using linear regression analysis

FPSO	Actual weight (A)	Estimated weight (B)	Difference	
			A-B (ton)	A-B /A
Skarv	16,000	23,800	7,800	0.48
OSX 1	12,000	10,700	1,300	0.11
Glas Dowr	4,500	7,110	2,610	0.58
Mean			3,903	0.39

Table 4 Result of the FPSO topside weight estimation using non-linear regression analysis

FPSO	Actual weight (A)	Estimated weight (B)	Difference	
			A-B (ton)	A-B /A
Skarv	16,000	20,300	4,300	0.27
OSX 1	12,000	8,090	3,910	0.33
Glas Dowr	4,500	5,030	530	0.12
Mean			2,913	0.24

오차가 존재할 수 있다.

본 연구에서 제시한 빅데이터 플랫폼의 효용성을 높이기 위해서는 이의 적용을 위한 빅데이터의 확보가 아주 중요하다고 볼 수 있다. 사실 FPSO와 같은 해양 플랜트는 고가의 장납기 구조물이므로 상당한 수의 실적을 쌓기에는 시간이 필요하리라 생각된다. 하지만 향후 상당한 데이터가 축적이 된다면 빅데이터로서의 효용성도 높아지리라 예상된다.

4. 결론 및 향후 연구 계획

최근 조선 해양 분야에서도 빅데이터에 대한 관심이 높아지고, 이를 적용하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있지만 실질적인 연구 및 적용 사례는 매우 드물다. 따라서 본 연구에서는 조선 해양 분야에서 빅데이터를 실질적으로 활용하기 위해 빅데이터 플랫폼을 제시하고, 이를 FPSO 상부의 중량 추정에 활용함으로써, 그 적용 가능성을 확인하였다. 본 연구에서 제시한 빅데이터 플랫폼은 기존의 대용량 데이터를 하둡 기반의 분산 저장 및 처리 구조(HDFS)로 개선하고, 이를 활용 용도에 따라 가공 및 처리(MapReduce)한 후, 최종적으로 처리된 데이터를 저장하는 구조를 가진다. 제시한 플랫폼을 실질적으로 구현하기 위해 HDP 상에서 R 프로그램과 Rhadoop 패키지를 이용하였고, 그 결과 하둡의 HDFS와 MapReduce 기능을 효과적으로 활용 가능성을 확인하였다. 향후에는 조선 해양 분야에서의 보다 다양하고 방대한 빅데이터 응용 대상을 도출하여 본 연구에서 제시한 플랫폼을 적용하여 그 효용성을 검증해 볼 예정이다. 예컨대, 빅데이터의 크기에 따라 본 플랫폼이 효과적인 처리 성능을 보여주는지를 확인할 예정이다. 한편, 본 연구에서는 데이터 분석 기능으로서 통계 처리 기능을 Rhadoop이라는 공개용 패키지를 활용하였는데 향후에는 본 기능을 자체적으로 구현할 예정이며, 통계 처리 기능 외에 다양한 데이터 분석 기능을 개발할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 (a) 서울대학교 BK21+ 해양플랜트창의인재양성사업단, (b) 서울대학교 해양플랜트특성화대학사업단, (c) 서울대학교 해양시스템공학

연구소의 지원으로 이루어진 연구 결과의 일부를 밝히며, 이에 감사 드립니다.

References

1. Bae, D.M., Park, H.S. and Oh, K.H., 2013, Big Data Trend and Policy Implication, *Information and Communication Policy*, 25(10), pp.37-74.
2. Lee, H.H., 2013, *Application of Big Data for Strengthen of Manufacturing Business*, Seoul, Korea Korea Institute for Industrial Economics and Trade.
3. Kim, S.R. and Kang, M.M., 2014, The Trends and Prospects in Cloud-Based Bigdata Technology, *Journal of Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 32(2), pp.22-31.
4. Kim, S.R. and Kang, M.M., 2014, Today and Tomorrow of Big Data Analysis Technology, *Journal of Institute of Information Scientists and Engineers*, 32(1), pp.8-17.
5. Kim, Y.J., Park, J.K., Lee, J.H., Yang, H.Y. and Jung, M.A., 2013, A Study on the Bigdata Technology and Analysis Technique for Vessel Design Automation, *Journal of Korea Institute of Communication Sciences*, 2013(6), pp.213-215.
6. Lee, D.H., 2014, *Analysis of Production Process in Shipbuilding Industry using Process Mining*, Ph.D. thesis, Pusan National University, Korea.
7. Kim, W.K., 2014, The Trends and Prospects in Cloud-Based Bigdata Technology, *Journal of Mechanical Science and Technology*, 54(12), pp.49-52.
8. Kim, K.I., Jung, J.S. and Park, K.K., 2013, Assessment of External Force Acting on Ship using Big Data in Maritime Traffic, *Journal of Korea Intelligent Information System Society*, 23(5), pp.379-384.
9. Apache, Definition of Hadoop, <http://hadoop.apache.org>
10. Kim, W.K., Park, M.K. and Han, M.K., 2012, Design of a Framework for Support System of Ship Design Engineering, *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 16(10), pp.2316-2322.
11. Um, T.S., Roh, M.I., Shin, H.K. and Ha, S., 2014, Simplified Model for the Weight Estimation of Floating Offshore Structure Using the Genetic Programming Method, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 19(1), pp.1-11.
12. Ha, S., Um, T.S., Roh, M.I. and Shin, H.K., 2015, A Structural Weight Estimation Model of

FPSO Topsides using an Improved Genetic Programming Method, appears in *Ships and Offshore Structure*, doi: 10.1080/17445302.2015.1099246.

13. Kerneur, J., 2010, *Worldwide Survey of FPSO*

Units, Houston, Offshore Magazine.

14. Clarkson, 2012, *The Mobile Offshore Production Units Register 2012*, 10th ed., London, Clarkson.



김 성 훈

2016년 서울대학교 조선해양공학과 학사

2016년~현재 서울대학교 조선해양공학과 석사과정

관심분야: 시스템엔지니어링, 빅데이터



김 기 수

2013년 울산대학교 조선해양공학과 학사

2015년 서울대학교 조선해양공학과 석사

2015년~현재 서울대학교 조선해양공학과 박사과정

관심분야: 조선해양 분야 최적 배치, 전문가 시스템, 조선해양 분야 설계



노 명 일

1998년 서울대학교 조선해양공학과 학사

2000년 서울대학교 조선해양공학과 석사

2005년 서울대학교 조선해양공학과 박사

2005년~2007년 서울대학교 공학연구소/해양시스템공학연구소 선임연구원

2007년~2013년 울산대학교 조선해양공학부 전임강사, 조교수

2013년~현재 서울대학교 조선해양공학과 부교수

관심분야: 전산선박설계 및 생산, 시뮬레이션 기반 설계 및 생산, 최적 설계, 해양플랜트 설계, CAD/CAM/CAE, CAGD