

한국형 e-Navigation 대용량 데이터 처리 플랫폼의 운용성 증대를 위한 실시간 원격진단시스템의 개발

김명훈 · 강문석

한화시스템 해양연구소

Development on Real Time Diagnosis System for Enhancing Operability of e-Navigation Data Service Platform

Myeong-hun Kim · Moon-seog Kang

Naval R&D Center, Hanwha Systems

E-mail : mhkim1216@hanwha.com

요 약

본 개발은 2016년부터 착수한 한국형 e-Navigation 사업 중 한화시스템의 대용량 데이터 처리 플랫폼(Data Service Platform, 이하 DSP)의 현장 운용성을 증대시키기 위해 실시간 및 원격으로 DSP 상태를 진단하는 시스템이다. 항해 중인 선박이 DSP에 요청하는 다양한 서비스에 즉시 응답을 하기 위해서는 DSP의 논리적, 물리적 오류 발생 시 이를 즉각 발견하고 신속히 조치하여 MTTR을 최소화함으로써 DSP의 현장 운용성을 극대화하는 것이 필요하다. 따라서 DSP의 자원 및 동작 상태를 실시간으로 감시하여 운용자에게 즉시 피드백하고 DSP의 정상상태를 유지하도록 하는 기능을 구현함으로써 DSP의 비약적인 MTTR의 감소 및 선박 서비스의 제공 성공률 향상을 가져올 수 있게 하였다.

ABSTRACT

The remote diagnostic system has been developed for enhancing operability of Data Service Platform(DSP) of Korean e-Navigation Project performed by Ministry of Oceans and Fisheries(MOF) since 2016. It plays a critical role to find and handling logical, physical error in early time in order to maximize operability of DSP, which makes DSP to provide seamless service to various ships voyaging in the sea. Therefore, as developing a system to diagnose resource and operation status of DSP immediately in a remote place, and a system to feed it back to operator or to recover it on its own, DSP can have short period of MTTR as well as high chance of providing proper service to ships in voyage.

키워드

remote diagnostic system, data service platform, DSP, e-Navigation

1. 서 론

한국형 e-Navigation은 우리나라의 해상 환경에 특화된 e-Navigation으로 국제해사기구(IMO)의 e-Navigation 개념에 어선, 연안 소형선 대상 서비스 제공 등을 추가하여 우리나라 해상 환경에 최적화된 새로운 시스템을 구현한 것이다[1]. 현재 프로토타입 개발이 완료된 e-Navigation은 Data Service Platform(이하 DSP)이 데이터 센터의 역할을 하며 PortMis, V-Pass, GICOMS의 데이터를 기반으로 항해 중인 선박에 다양한 서비스(SV10~SV52)를 제공한다[그림 1]. 여기서 데이터 서비스의 지속성을

보장하기 위해서는 DSP의 무중단 운용성을 확보하는 것이 중요한데, 이는 DSP의 고장 상태에서 정상상태로 얼마나 복귀하는 데 소요되는 시간(MTTR)의 최소화와 밀접한 관련이 있다. 따라서 향후 e-Navigation의 실운용 시점에는 시스템의 에러를 즉시 발견하여 현장 운용자에게 피드백할 뿐만 아니라, 가능한 경우 고장을 스스로 진단하고 정상상태로 복구할 수 있는 원격진단시스템(Remote Diagnosis System, 이하 RDS)의 적용이 요구된다. 본 논문에서는 e-Navigation에 최적화된 RDS의 내부 알고리즘과 실험결과, 그리고 그 성과를 언급한다.

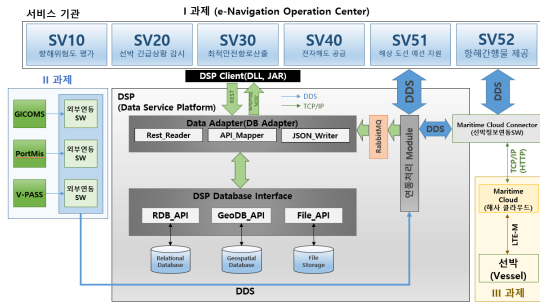


그림 1. 한국형 e-Navigation 시스템 구성도.

II. 원격 진단 시스템

2-1. 원격진단시스템 아키텍처

RDS의 기능적 목표는 끊김없는(Seamless) 정확한 서비스를 제공하는 것이며 이를 실현하기 위해 RDS는 서비스 콘텐츠 품질 판정 알고리즘과 자원 안정도 판정 알고리즘을 기반으로 종합진단 지수를 산출하고 DSP 운용자에게 제공한다. 따라서 RDS는 서비스 기관(SV)의 요청과 이에 상응한 DSP의 응답 서비스 간의 긴밀도를 분석하는 모듈과 DSP 서버의 자원을 감시하여 자원 안정성을 분석하는 세부 모듈로 구성된다[그림 2].

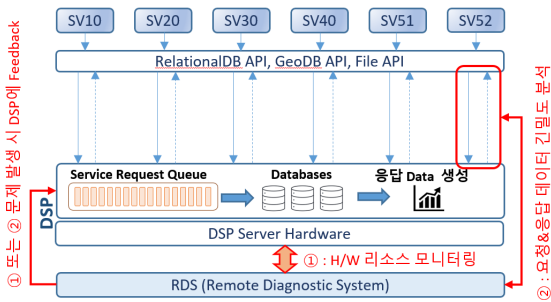


그림 2. 원격진단시스템 구성 및 역할.

2-2. 종합진단지수의 정의

종합진단지수(ODI : Overall Diagnostic Index)는 2-1장에서 언급한 DSP의 서비스 콘텐츠 품질 지수와 자원 안정도 지수를 종합하여 DSP 운용자에게 제공한다. DSP 서버의 상태를 판단할 수 있는 요인은 다양하기 때문에 운용자가 직관적으로 신속하게 DSP를 진단할 수 있도록 단 하나의 지수로 요약하여 식 (1)의 방법으로 표현한다.

$$ODI_{sr_i} = q_{sr_i} r_{sr_i} \frac{QoS_{sr_i} + SoR_{dsp_i}}{2} \quad (1)$$

ODI_{sr_i} 는 0과 1사이의 값을 가진다. q_{sr_i}, r_{sr_i} 는 0 또는 1 두 개의 값만 가지며 QoS_{sr_i} 가 0일 경우 q_{sr_i} 는 0이고 그 이외는 1, SoR_{dsp_i} 가 0일 경우 r_{sr_i}

는 0이고 그 이외는 1을 가진다. 이는 서비스 콘텐츠 품질 지수나 자원 안정도 지수가 0인 경우 종합진단지수를 0으로 설정함으로써 DSP의 불안정한 상태를 즉시 포착하도록 하였다. QoS_{sr_i} 와 SoR_{dsp_i} 는 각각 클라이언트의 개별 요청에 대응하는 DSP 응답 서비스의 콘텐츠 품질 지수와 응답 당시의 자원 안정도 지수를 나타낸다.

2-3. 서비스 콘텐츠 품질 판정 알고리즘

DSP는 클라이언트(SV10~SV52)의 요청(sr_i)에 상응하는 서비스를 즉각 제공하고 응답 콘텐츠의 무결성을 확보해야 할 의무가 있으며 이러한 DSP의 응답 콘텐츠 품질은 QoS_{sr_i} 로 표현한다(식 2).

$$QoS_{sr_i} = \rho \frac{CID_{\exists} \times \sum SV}{Ret_{sr_i} \sigma_{sr_i}}, \quad 0 \leq QoS_{sr_i} \leq 1 \quad (2)$$

ρ 는 요청과 응답의 콘텐츠 일치도를 나타내며 0(불일치)과 1(일치) 두가지 값을 가진다. CID_{\exists} 는 DSP가 응답한 데이터의 무결성 비율을 의미한다. 예를 들어 어떤 클라이언트에서 선박정적정보(VesselStaticInfo)를 요청했고 DSP가 누락 없이 정상적인 선박정적정보를 응답한 경우 36개의 데이터를 데이터베이스에서 쿼리하여 응답하지만, 특정한 경우 일부 칼럼의 값이 Null 이거나 읽기 실패하여 Null을 응답하는 경우 그 만큼 무결성 비율은 감소하게 된다.

Ret_{sr_i} 는 최근 10초 내에 동일한 클라이언트가 동일한 서비스 요청을 한 횟수이며, DSP는 정상 품질의 응답을 제공했다고 판단한 반면 클라이언트는 원하는 응답이 아니어서 복수의 요청을 한 경우를 의미한다. σ_{sr_i} 은 모든 클라이언트 요청 대비 sr_i 의 요청처리시간 표준편차로 sr_i 의 요청처리시간이 평균적인 요청처리시간과 얼마나 격차가 있는지를 나타낸다.

2-4. 자원 안정도 판정 알고리즘

DSP 컴퓨팅 자원의 안정성은 안정적인 서비스를 제공하는 물리적 기반을 마련하며, 이러한 자원의 안정성을 나타내는 지수(SOR : Stability of Resource)는 아래 식 3과 같다.

$$SoR_{dsp_i} = \omega \frac{\mu_{sr_v} \times \prod_{n \in R} Alloc_n}{\prod_{n \in R} \sigma_n} \times \frac{1}{DSize_t} \quad (3)$$

SoR_{dsp_i} 는 단위시간 t(0.1초) 동안의 자원 안정도이다. ω 는 자원 $R = \{cpu, ram, sdd, bound\}$ 의 정상 운용상태를 나타내며, 0(고장)과 1(정상)의

값을 가진다. μ_{st_v} 는 단위시간 t 동안 클라이언트의 모든 서비스 요청을 처리하는데 DSP가 소요한 시간의 평균을 의미한다.

$\prod_{n \in R} Alloc_n$ 는 자원 R 의 할당량으로서 단위시간 t 동안 3회의 각 자원 R_n 의 사용을 평균을 곱한 값이다. $\prod_{n \in R} \sigma_n$ 은 각 자원 R_n 의 사용률에 대한 산포를 단위시간 t 동안 3회 측정 후 평균하여 모두 곱한 값으로 DSP의 자원 변동성이 적을수록 자원의 안정성은 높다는 점을 반영한다.

한편 단위 시간 t 동안 요청에 따른 응답 데이터의 크기는 가변적이기 때문에, 단위 시간 t 동안 DSP가 응답한 데이터의 크기 $DSize_t$ 로 나누어 단위 데이터에 대한 SoR_{dsp_t} 값을 도출하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

다음 두 가지 실험을 통해 RDS의 기능적 목표인 끊김 없는(Seamless) 정확한(Accuracy) 서비스 제공을 실현하는 2-3, 2-4절의 기법을 입증한다.

2-1. 서비스 제공 성공률 실험

서비스 제공 성공률은 클라이언트(SV)의 서비

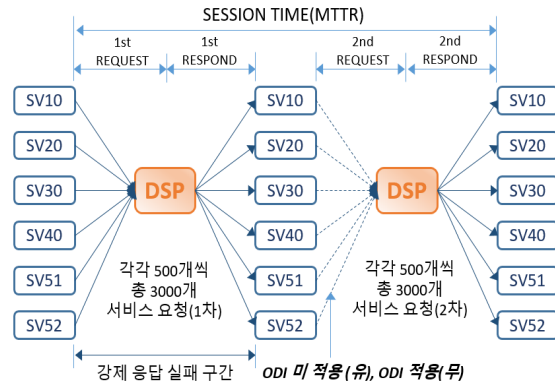


그림 3. MTTR(서비스 응답 복구 소요시간) 테스트.

스 요청과 DSP에서 응답한 서비스 내용의 일치도라고 정의한다. 즉 요청대로 콘텐츠를 응답하였는지를 검증하는 것이다. 서비스 요청을 가상으로 3000개를 생성하며, SV10에서 SV52까지 각각 500개씩 할당하며, 각 서비스 요청 1개를 100회씩 DSP에 요청하여 응답 성공률을 판별한다. DSP는 응답 데이터가 요청과 긴밀도가 부족하다고 판별하는 경우 응답 데이터를 재구성하기 때문에 응답 성공률을 높일 수 있으며, 2회의 재구성에도 긴밀성을 확보하지 못한 경우 응답실패로 간주한다. DSP의 서비스 제공 성공률 실험결과는 그림

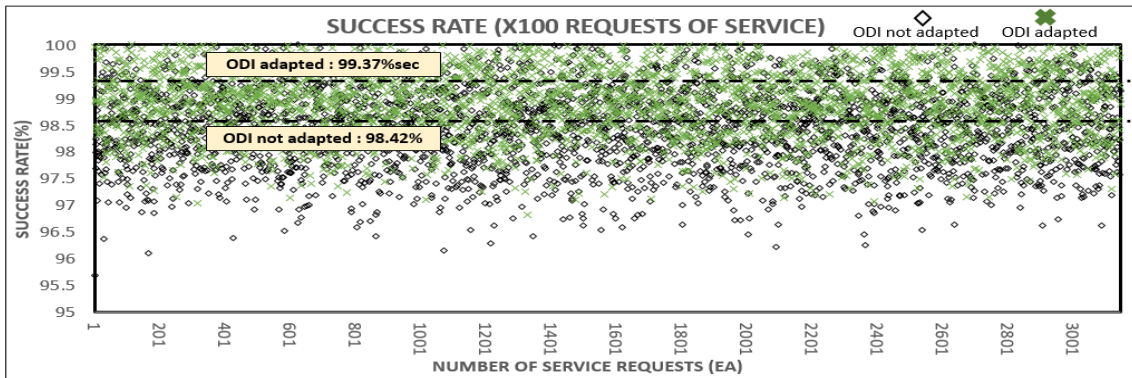


그림 4. ODI 적용 전 후 DSP의 서비스 제공 성공률 분포.

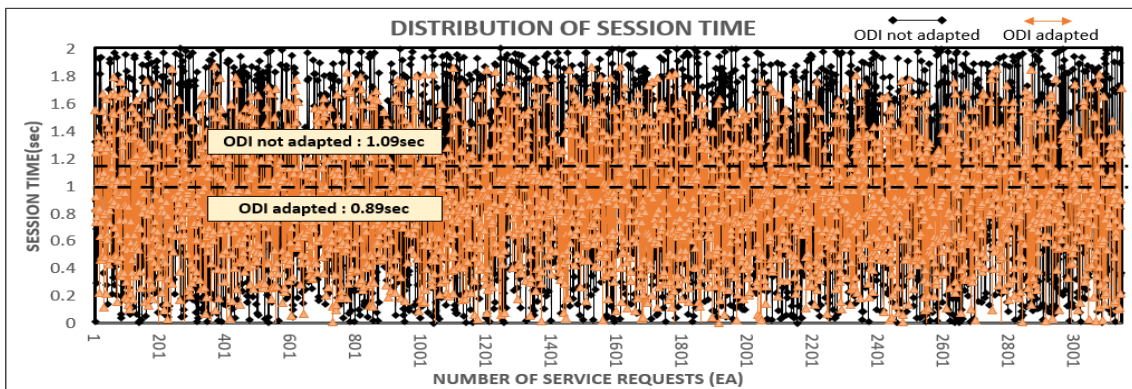


그림 5. ODI 적용 전 후의 서비스 제공 소요 시간 비교.

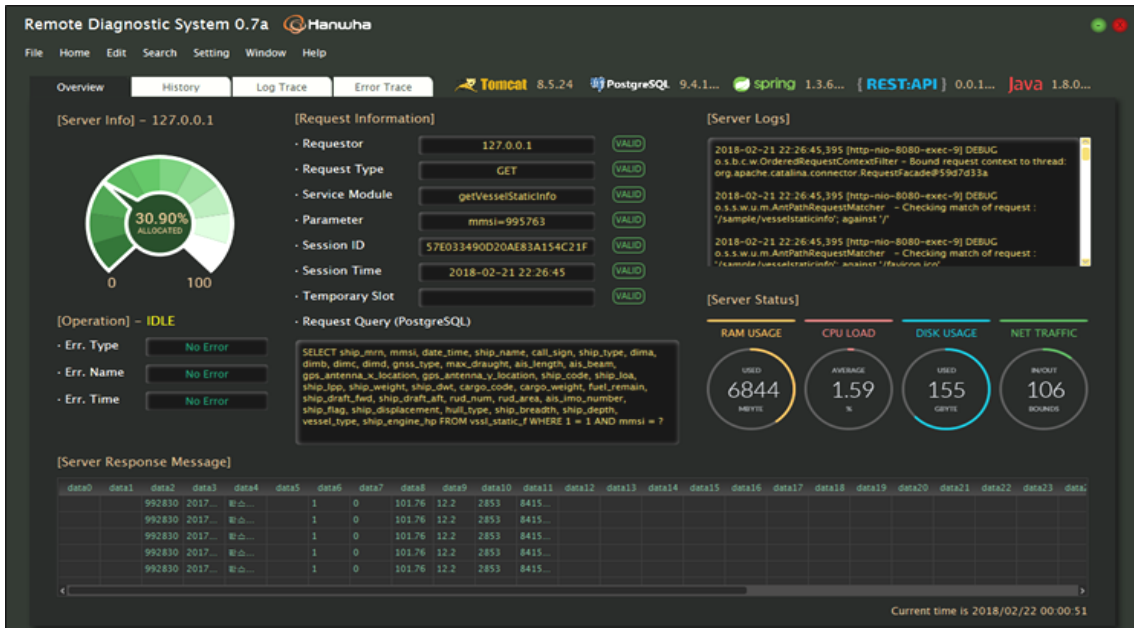


그림 6. RDS 개발 화면.

4와 같다. 종합진단지수의 적용 시 서비스 제공 성공률은 약 0.95%의 향상을 얻을 수 있었다.

2-2. 서비스의 응답 복구 소요시간 실험

본 실험에서는 MTTR(Mean Time to Repair)을 서비스 요청 시점부터 DSP가 정확한 콘텐츠를 응답하여 클라이언트가 정상적인 응답 콘텐츠를 받는 시점까지 소요되는 시간으로 정의한다. 즉 첫 서비스 요청에 대한 응답은 반드시 실패한다고 가정하여 MTTR이 발생하도록 유도한다. 이러한 MTTR은 실험코드 내부에 무한 루프를 랜덤하게 생성하여 불규칙하게(첫 요청 당시는 무조건 생성) CPU 사용률을 100%로 만들어 유도하였다. ODI 미적용 실험군은 정상 응답을 받을 때까지 반복적인 요청을 시도하고, ODI 적용 실험군은 자원 안정도 지수인 SoR_{dsp_i} 가 0.1을 미만으로 감소하는 시점부터 DSP는 추가 요청을 받지 않고 요청큐 내부의 기존 요청만 처리하다가 SoR_{dsp_i} 가 0.1을 초과하면 다시 요청큐에서 요청을 받아 응답 데이터를 재구성하여 응답한다[그림 3]. 서비스 요청은 2-1절의 실험과 같이 각 서비스 기관별로 500개씩의 가상 요청을 생성하여 총 3000개의 서비스를 DSP에 요청한다.

ODI 적용/미적용에 따른 서비스 콘텐츠 복구 소요시간의 측정 결과는 그림 5와 같다. ODI 적용 시 서비스 콘텐츠의 평균적인 복구 시간은 ODI 미 적용 시 대비 약 0.2sec 단축되었다.

2-3. 실험 결과의 요약

종합진단지수로 DSP의 상태를 실시간 진단하여 응답 오류 시 DSP에 응답 복구를 요청할 수 있

는 RDS의 개발을 통해 얻은 서비스 제공 성공률의 향상과 콘텐츠 복구 소요시간의 단축 결과를 표 1에 요약하였다.

표 1. ODI 적용 전후 결과.

	서비스 제공 성공률		서비스 응답 복구 시간	
	ODI 적용전	ODI 적용후	ODI 적용전	ODI 적용후
값	98.42%	99.37%	1.09sec	0.89sec
개선	+0.95%P		-0.20sec	

IV. 결 론

본 개발에서는 두 가지 DSP의 상태를 감시하는 기법인 서비스 콘텐츠 품질 판정 알고리즘과 자원 안정도 판정 알고리즘으로 종합진단지수를 산출하였다. 그리고 RDS를 개발하여 종합진단지수의 효과를 검증하였으며, 클라이언트의 서비스 요청에 대한 서비스 제공 성공률의 향상(0.95%P)과 서비스 응답 복구 소요 시간의 단축(-0.20sec) 성과를 얻을 수 있었다.

참고문헌

- [1] 한국형 e-Navigation 사업 [internet]. Available: http://www.smartnav.org/html/SMART-Navigation_New/about_smart_navigation.php