

한국형 e-Navigation 데이터 처리 플랫폼의 운용성 증대를 위한 상황인지 기반의 자원 최적화 기법

김명훈

한화시스템

Resource Optimization Techniques based on Context Awareness for Enhancing Operability of e-Navigation Data Service Platform

Myeong-hun Kim

Naval R&D Center, Hanwha Systems

E-mail : mhkim1216@hanwha.com

요 약

본 기법(CORD)은 2016년부터 착수한 한국형 e-Navigation사업 중 한화시스템의 대용량 데이터 처리 플랫폼(Data Service Platform, 이하 DSP)의 현장 운용성을 증대시키기 위해 실시간으로 DSP의 상태를 진단하는 알고리즘이다. 항해 중인 선박이 DSP에 요청하는 다양한 서비스에 즉시 응답하기 위해서는 DSP의 논리적, 물리적 오류 발생 가능한 상황을 인지하고 부하를 최소화하여 DSP가 항상 정상상태를 유지하도록 하는 것이 중요하며, 이는 현장 운용성을 극대화, 즉 끊김없는(Seamless) 서비스의 제공과 일맥상통한다. 따라서 DSP의 자원 및 동작 상태를 실시간으로 감시하고 다수의 선박요청을 최적으로 재구성하여 DSP의 정상상태를 유지시키는 기능을 구현함으로써, 선박 요청에 대한 DSP의 응답소요시간의 저감 및 선박 서비스의 제공 성공률을 비약적으로 향상시켜 DSP의 운용성 증가를 실현하게 하였다.

ABSTRACT

The technique named CORD is an algorithm that optimizes resources of Data Service Platform(DSP) in real time, and it has been developed for enhancing operability of DSP of Korean e-Navigation Project performed by Hanwha Systems and Ministry of Oceans and Fisheries(MOF) since 2016. It plays a critical role to recognize the state of DSP in early time and handling problems immediately when it occurs logical, physical error in order to make DSP steady state condition, which has something in common with maximizing operability of DSP and seamless maritime service to various ships in the sea. Therefore, as developing a noble technique that makes DSP steady state by diagnosing resource and operation status of DSP as well as by reconfiguring service queue optimally in real time, DSP can have shorter response time and higher chance of providing proper maritime service to ships in voyage.

키워드

CORD, Resource Optimization Technique, e-Navigation, Data Service Platform, DSP

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 DSP가 지속적으로 선박에 서비스를 제공할 수 있는 정상 상태 유지 능력과 관련이 있다. 그리고 이 정상 상태 유지를 위해서는 DSP가 현재의 “에러 후 복구” 방식보다는 “에러 예측 시점 대처”의 관점에서 DSP의 실시간 상태를 감시하여 중단상태를 사전에 방지하는 것이 중요하다. 에러 복구 시간(MTTR)은 예측 불가능한 경우가 많으며, DSP의 에러상태는 e-Navigation 시스템 전체의 불능상태를 의미하기 때문에 에러 예측을 위한 사전 진단은 필수인 상황이 되었다.

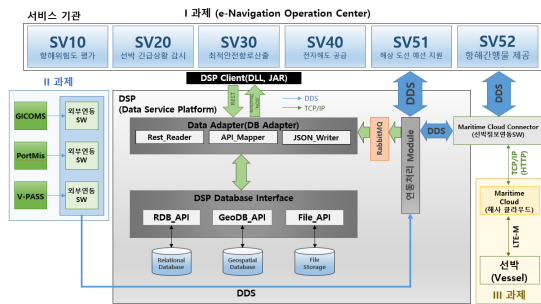


그림 1 한국형 e-Navigation 시스템 구성도

따라서 향후 e-Navigation의 실운영 시점에는 다양한 선박의 요청에도 DSP가 견고한 상태를 유지하고 정상적으로 끊임없이 응답을 처리할 수 있는(이상상태를 사전에 감지할 수 있는) 기법의 적용이 요구된다. 그리고 그 기법은 본 연구에서 새롭게 정의한 종합진단지수(ODI : Overall Diagnostic Index)를 기반으로 하며, 세부적으로 종합진단지수를 구성하는 하위 요소인 서비스 콘텐츠 품질 판정 알고리즘, 자원 안정도 판정 알고리즘, 서비스 큐 최적화 기법이 종합적으로 반영되어 DSP의 정상상태를 유도하는 기준으로 작용한다. 본론에서는 종합진단지수의 자세한 정의와 종합진단지수 적용 전후의 실험결과가 DSP의 정상상태 유지에 직접적인 영향을 주는지에 대한 여부, 그리고 결론에서는 종합진단지수의 성과과 본 연구의 향후 방향을 언급한다.

II. 본 론

2.1 자원 최적화 기법(CORD)의 구성

CORD 기법의 기능적 목표는 DSP가 끊임없는(Seamless) 정확한 서비스를 제공하는 것이며 이를 실현하기 위해 CORD는 서비스 콘텐츠 품질 판정 알고리즘과 자원 안정도 판정 알고리즘, 서비스 큐

최적화 알고리즘을 기반으로 종합진단지수를 산출하고 DSP의 분석모듈(DSP Analysis Module) 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]. 분석모듈은 각각의 알고리즘이 2.3~2.5장에서 언급하는 방법에 의하여 계산되고 이 값이 각각 기준치 이하로 산정되는 경우 CORD 기법은 DSP가 정상상태를 유지할 수 없는 시점에 도래했다고 판단한다. 또한 개별 알고리즘(서비스 콘텐츠 품질 알고리즘, 자원 안정도 판정 알고리즘, 서비스 큐 최적화 알고리즘)이 각각의 기준치를 상회하더라도 CORD 기법 자체의 기준치를 충족하지 못하면 DSP는 정상상태를 유지할 수 없는 시점에 도래했다고 판단한다.

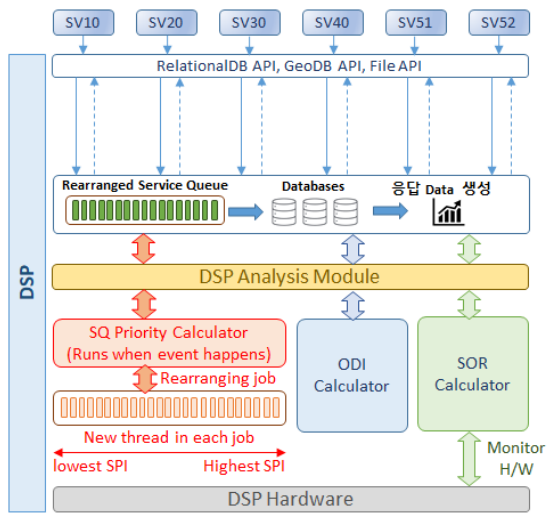


그림 2 Architecture of CORD Technique in DSP

본 연구에서는 정상상태 유지 불가 판정에 대한 기법을 제시하며, 판정 이후 DSP가 정상상태 유지를 위한 방법은 별도로 제시하지 않는다.

2.2 종합진단지수의 정의

종합진단지수(ODI : Overall Diagnostic Index)는 2-1장에서 언급한 DSP의 서비스 콘텐츠 품질 지수와 자원 안정도 지수, 그리고 서비스 큐 우선순위 지수를 종합하여 결정된다. DSP 서버의 상태를 판단할 수 있는 요인은 다양하기 때문에 어느 하나의 요인이 DSP의 비정상 상태를 유도하지 않고 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 비정상 상태를 만들 수 있기 때문에 모든 요인의 상태 저하를 포괄하는 단 하나의 지수로 정의하여 식 (1)의 방법으로 표현한다.

$$ODI_{sr_i} = q_{sr_i} r_{sr_i} p_{sr_i} \frac{QoS_{sr_i} + SoR_{dsp_t} + SPI_{sr_i}}{3} \quad (1)$$

ODI_{sr_i} 는 0과 1사이의 값을 가진다. $q_{sr_i} r_{sr_i} p_{sr_i}$ 는 0 또는 1 두 개의 값만 가지며(각각의 인자가 0 또는 1의 값만 가지며) QoS_{sr_i} 가 0일 경우 q_{sr_i} 는 0이고 그 이외는 1, SoR_{dsp_t} 가 0일 경우 r_{sr_i} 는 0이고 그 이외는 1을 가진다. 마찬가지로 SPI_{sr_i} 가 0일 경우 p_{sr_i} 는 0이고 그 이외는 1의 값을 가진다. 이는 서비스 콘텐츠 품질 지수 또는 자원 안정도 지수 또는 서비스 큐 우선순위 지수가 0인 경우 종합진단지수를 0으로 설정함으로써(AND조건) DSP의 불안정한 상태를 즉시 포착하도록 하였다. QoS_{sr_i} , SoR_{dsp_t} , SPI_{sr_i} 는 각각 클라이언트의 개별 요청 sr_i 에 대응하는 DSP 응답 서비스의 콘텐츠 품질 지수와 응답 당시의 자원 안정도 지수, 서비스 큐 우선순위 지수를 나타내며 다음 장에서 각 알고리즘의 지수를 자세히 정의한다.

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).

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

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 서비스

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

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

SoR_{dsp_t} 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_{sr_v} 는 단위시간 t동안 클라이언트의 모든 서비스 요청을 처리하는데 DSP가 소요한 시간의 평균을 의미한다.

$\prod_{n \in R} Alloc_n$ 는 자원 R의 할당량으로서 단위시간 t 동안 3회의 각 자원 R_n 의 사용률 평균을 곱한 값이다. $\prod_{n \in R} \sigma_n$ 은 각 자원 R_n 의 사용률에 대한 산포를 단위시간 t동안 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.

2-5. 서비스 큐 최적화 기법

서비스 큐 내부 Job을 재구성하는 기준인 서비스 큐 우선순위 지수(SPI :Service queue Priority Index)는 다음과 같이 표현되며, SPI 지수가 가장 높은 Job이 1순위 dequeue 자격을 가진다.

$$SPI_i = \exists_{pool} + \log\left(\frac{wt_i \times Similarity_i}{etor_i}\right) \quad (4)$$

$$= \exists_{pool} + \log\left(\frac{wt_i \times \bar{v}_{prev} \bar{v}_{cur} \cos\theta}{etor_i}\right) \quad (5)$$

wt_i 는 서비스 큐로 유입된 Job의 대기시간(유입 후 현재까지의 ms 단위의 시간)이며 \exists_{pool} 은 동일한 요청이 과거에 존재했는지 검사하여 캐시에 해당 요청에 대한 응답이 잔존하는 경우 1, 없는 경우 0의 값을 가진다. $etor_i$ 는 Job에 대한 응답 데이터를 구성하는데 소요되는 추정 시간이며, 응답 데이터를 포함하고 있는 칼럼의 데이터 크기, 개수, 그리고 파일이 존재하는 경우 파일의 크기에 비례하여 커진다. 실제 데이터 베이스 CRUD연산과 파일 입출력에 소요된 시간이 아니라 추정된(estimated) 시간을 의미한다.

$Similarity_i$ 는 과거의 요청과 현재의 요청의 코사인 유사도 값이며 $\bar{v} = \{co_1, co_2, co_3, \dots, co_{n-1}, co_n\}$

는 요청 시 참조를 하는 데이터베이스의 칼럼들의 집합을 벡터로 표현한 것이다.

2-5. 실험의 설계, 수행 및 결과

다음 장에서 언급하겠지만, 본 연구는 이론적 프로토타입 제시 단계로 향후 연구에서 CORD기법 성능 증명을 수행할 예정이다.

III. 결 론

e-Navigation DSP의 운용성 증대를 위한 CORD 기법의 이론적 프로토타입을 제시하였다. CORD 기법은 본 연구에서 새롭게 정의한 종합진단지수 (ODI)를 기반으로 하며, 세부적으로 종합진단지수를 구성하는 하위 요소인 서비스 콘텐츠 품질 판정 알고리즘, 자원 안정도 판정 알고리즘, 서비스 큐 최적화 기법이 종합적으로 반영되어 DSP의 정상상태를 유도하는 기준으로 작용함을 언급하였다. CORD기법은 아직 구체적인 실험 단계 전의 알고리즘 도출단계에서의 중간 산출물로, 향후 연구에서는 CORD기법 실적용 전후의 DSP 운용성 비교를 통해 CORD기법의 우수성을 증명하고자 한다. 또한 실험을 통해 CORD기법의 보완점이 발견된다면 보다 더 개량된 기법을 완성하여 e-Navigation 운영시스템에 적용해보고자 한다.

References

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