

국내 연안 최적안전항로시스템 개념 설계에 관한 고찰

A Study on Conceptual Design for Optimum Safety Routing System at the Coastal Sea Area

강원식^{†*}, 박정대^{*}, 조익순^{**}, 김대희^{***}

Won-Sik Kang^{†*}, Jung-Dae Park^{*}, Ik-Soon Cho^{**}, Dae-Hee Kim^{***}

요 약 문

세계적 경제변화, CO₂ 배출량의 규제, 연료비 상승 등의 원인에 의해 국내외에서 최적항로지원 시스템 개발 및 상용화하여 사용중에 있다. 하지만, 대부분 외항상선을 대상으로 하여 기술의 실용화를 위한 실선실험이 행해졌고 내항상선을 대상으로 개발한 사례는 거의 없다. 또한, 국제해사기구(IMO)의 “e-Navigation 전략이행계획” 및 정부의 “한국형 e-Navigation 사업”에 따라 주요 추진전략으로 연구개발 되고 있는 차세대 新 항법시스템의 도입에 예상됨에 따라 국내 연안 최적 안전항로시스템의 새로운 개념 설계가 필요한 시점이다. 본 연구에서는 e-Navigation 체계에서의 최적항로시스템 및 기존의 운용 및 연구개발 중인 최적항로시스템을 분석하고 선박, 육상 및 육해상 통신인프라 등의 시스템 체계를 기본으로 최적안전항로시스템에 적용될 알고리즘을 분석, 시스템의 개념을 설계하고자 한다.

※ **Keywords** : 최적항로지원시스템, e-Navigation, 개념설계, 알고리즘 분석

† 논문 주저자
* 선박안전기술공단 연구원
** 한국해양대학교 조교수
*** 삼우소프트(주) 대표이사

1. 서 론

세계적 경제변화, CO₂ 배출량의 규제, 연료비 상승 등의 원인에 의해 안전하고 빨리 도착하는 항해 이외에도 연료소모를 최소로 하는 항해(경제성), 운송 계약에서 요구하는 도착일시 대로 도착하는(정시성) 등 다양해지고 있다.

1990년대 후반 연료비 절감을 목표로 중공업 위주의 선박최적항로 설계가 활발히 연구·추진되어 왔으며, 외국의 AWT 회사의 경우에도 선박의 경제성 확보를 목표로 한 시스템을 상용화하여 해운선사에서 널리 사용하고 있다.

하지만, 그동안 국내외 최적항로지원시스템은 대부분 외항상선을 대상으로 하여 기술의 실용화를 위한 실선실험이 행해졌으나, 정시운항이 중요 요소인 내항상선을 대상으로 한 사례는 거의 없다.

「선박 최적항로지원서비스」란 항해중의 기상, 해상상태 등 외력조건을 정확히 예측하고, 대상 선박의 condition 및 내항성능 등을 고려하여 안전성, 경제성, 정시성의 평가기준에 기초해 최적항로를 선정하도록 정보를 제공하는 시스템이다.

e-Navigation 체계를 통하여 선박과 육상 간에 각종 정보들을 공유할 경우 직접적으로 효과를 발휘하는 가장 중요한 서비스는 해상 환경성, 운항 효율성, 사고 위험성 등을 종합적으로 고려한 최적항로를 육상과 선박이 함께 공유하는 것이다.

이를 통해 육상에서는 교통 혼잡도를 관리하고 해역 전체의 사고 위험을 낮추며 선박 입장에서는 선체, 기관 등 선박정보뿐 아니라 최신의 해상기상 데이터를 기초로 최안전항로, 최단시간항로 등 계산된 최적항로의 비교평가를 통해 안전하면서도 효율적인 항로를 사전에 확인할 수 있다.

이를 위해, 계산된 각 항로상에서의 각종 Parameter(선속, 마력, 연료소모량, 선체운동, 조우 해상 등)의 시계열을 표시 비교하는 것이 가능해야 하며, 각 항로를 항행한 경우에 어떤 상태로 조우하는 지를 예측해야 한다.

결과적으로, e-Navigation 시대 개막에 맞춰 선박 운항자의 요구에 따라 기존의 연료비 절감을 위한 최적항로 설계 개념에서 최안전항로, 최경제성 항로 및 편의적 항로 개념이 포함되는 형태로 시스템 전환이 필요한 시점이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 e-Navigation 체계를 적용한 최적안전항로지원서비스 개요, 관련 기술에 대한 국내외 동향 분석, 마지막으로 최적안전항로 지원서비스 기술의 시스템 체계 분석, 최적안전항로 시스템 알고리즘 분석 등 시스템 체계에 대하여 고찰하였다.

2. 선박 최적안전항로지원서비스 개요

2.1 e-Nav. 적용 최적안전항로지원 시스템

현재 운용중에 있는 선박 최적항로지원 시스템의 기본 개념은 선박운항에 필수적인 항로를 선정함에 있어 기상 및 해상상태 등 각종 항해 정보를 입력하여 최적의 RPM을 산출, 선박 에너지 절감 및 온실가스 저감 등의 효과를 도출하는 시스템이다.

그러나, 국제해사기구(IMO)의 e-Navigation 전략이행계획(SIP) 채택 및 우리나라의 ‘한국형 e-Navigation 사업’ 추진에 따라 변화하는 해상 교통환경에 맞춰 육상용 최적항로지원 시스템 개발 및 육해상 통신 인프라 구축 등 최적항로

지원서비스에 대한 개념 및 체계에 대한 인식 전환이 필요하다.

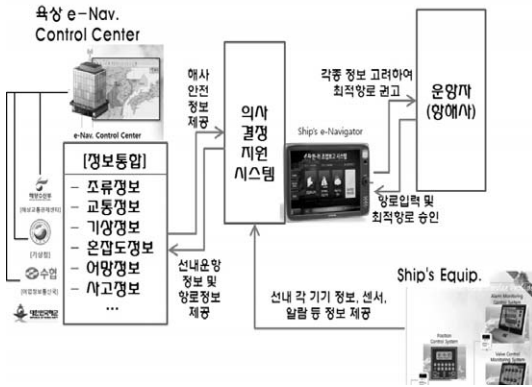


Fig. 1 최적항로지원시스템 체계 개념도

e-Navigation이 도입될 경우 해상교통량, 기상 및 조류 등 육상에서 생산되는 다양한 정보가 수집·통합 및 해상으로의 전송이 행해질 것으로 기대하고 있으며, 육상에서 인지하는 다양한 정보를 해상에서도 실시간으로 파악하여 해양사고를 예방할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

해양수산부는 실시간 해양안전정보의 연계·분석·제공 등 e-Navigation 서비스를 위한 정보센터 구축을 추진중에 있으며 전국 연안에 해상 LTE 기지국 및 시스템 관리 체계를 구축하여 LTE 기술을 활용한 초고속 해상무선 통신 등 해양안전인프라를 확충할 계획을 갖고 있다.

그 밖에, 향상된 교통관제 서비스, 도선 서비스, 원격의료보조서비스, 항만 서비스 및 전자해도 스트리밍 서비스 등 e-Navigation을 통한 다양한 서비스가 제공될 예정임에 따라 육해상 통신 인프라, 육상에서의 각종 해상안전정보 수집/통합/전송 시스템 등을 고려한 선박 최적안전항로지원 시스템 개념 설계가 이루어져야 할 것이다.

2.2 e-Navigation 개요

e-Navigation은 해양안전 강화 및 환경보호를 목적으로 선박의 출항부터 입항까지 전 운항 과정에 걸쳐서 선박과 육상에서 전자적인 수단을 이용하여 해양정보를 표준화된 방법으로 수집, 통합, 교환, 표현 및 분석을 수행하는 것을 말한다.

e-Navigation을 통해 선박과 육상에서 생산되는 다양한 정보를 연계·통합하여 수요자 요구에 따라 실시간 맞춤형 정보서비스를 제공하며 선박에서는 안전운항을 지원, 육상에서는 통합해양행정을 구현할 수 있다.

국제해사기구(IMO)는 2006년 영국, 미국, 일본 등 7개국이 e-Navigation 도입 필요성을 제기하여 NAV 및 COMSAR의 고정의제로 확정된 이후, IMO 제85차 해상안전위원회(MSC)에서 e-Navigation 전략을 채택하고 '09~'12년까지 이용자 요구 분석 등을 통한 전략이행계획(Strategy Implementation Plan, SIP) 수립을 위한 기초작업을 수행, '14년 IMO 제94차 MSC에서 SIP가 최종적으로 승인되었다.

e-Navigation SIP는 선박, 육상 그리고 통신 요소들에 대한 일반적 기대수준에서의 e-Navigation 비전을 소개하고 있으며 5가지 우선순위 솔루션과 이를 위한 필수 과업 목록을 제시하고 있다.

Table 1 e-Navigation 5가지 우선 솔루션

구분	내용
S1	조화롭게 개선된 사용자 친화적 선교 설계
S2	표준화되고 자동화된 보고수단
S3	선교장비와 항해정보의 향상된 안전성, 탄력성, 무결성
S4	통신장비를 통해 수신한 정보의 통합 및 전시
S5	VTS 서비스 포트폴리오의 향상된 의사전달

5번째 솔루션에 해당하는 해사서비스 포트폴리오(MSPs)는 e-Navigation을 통해 선박에 제공되는 서비스 분야로서, 조화로운 방식으로 전자정보를 제공하기 위한 수단으로 식별하였다.

Table 2 해사서비스 포트폴리오(MSPs) 목록

번호	서비스 ID	서비스 담당자
MSP1	VTS 정보서비스	VTS 담당기관
MSP2	항해보조서비스	국가 VTS 담당기관
MSP3	통항기구서비스	국가 VTS 담당기관
MSP4	지역항구서비스	지역 항구/항만 운용자
MSP5	해상안전정보서비스(MSI)	국가 관할당국
MSP6	도선서비스	도선 담당기관
MSP7	터그 서비스	터그 담당기관
MSP8	선박 육상보고	국가관할 당국
MSP9	원격의료 보조서비스	국가 보건담당기구
MSP10	해상보조서비스	연안/항만 관할 당국/기구
MSP11	해도서비스	국가 수로담당기관/기구
MSP12	항해출판물 서비스	국가 수로담당기관
MSP13	빙해 항해서비스	국가 해당관할 기구
MSP14	기상정보서비스	국가 기상담당기관
MSP15	실시간 수로/ 환경 정보서비스	국가 수로 및 기상 담당기관
MSP16	수색구조서비스	SAR 당국

2.3 한국형 e-Navigation 사업

서해훼리호(1993), 씨프린스(1995), 허베이 스피리트(2007), 세월호(2014) 사고 등의 사례에서 알 수 있듯이 해양사고는 그 특성상 대규모 인명 피해 및 해양오염사고 발생가능성이 높으며, 대형 사고 발생시 사회적, 경제적 피해는 수치로 산정하기 어렵다.

특히, 해양사고 대부분이 연·근해에서 운항되는 연안 선박(어선, 소형선)에 의해 발생되며, 실제 이들 선박은 국제항해선박보다 선원의 고령화 및 항해장비가 열악하거나 아예 없어 사고에 더욱 취약한 바, 이들 선박을 위한 더 많은 정보와 더 쉽고 유용한 정보를 제공할 수 있는 종합정보서비스 통신기술 개발이 대두되고 있다.

이에 따라 해양수산부는 ‘한국형 e-Navigation 구축을 위한 핵심기술 연구개발 및 인프라 구축 사업’을 추진, 2014년 11월 기획재정부의 예비타당성조사를 통과해 본격적인 사업 추진을 위한 기반을 마련하였다. 이번 예비타당성 조사를 통해 e-Navigation 사업에 대한 기술적·정책적·경제적 타당성이 검증되었으며, 정부는 앞으로 5년간 e-Navigation의 핵심기술을 개발하고 인프라를 구축하는데 총 1,308억원의 예산을 투입할 계획이다.

해양수산부는 이 사업을 통해 해상의 무선통신 환경을 개선하고 해상에서도 육상 수준의 정보를 자유롭게 이용할 수 있도록 관련 인프라와 서비스를 개발할 예정이며, 국제해사기구(IMO)가 2019년부터 모든 국제 선박에 e-Navigation 도입을 의무화하겠다고 밝힘에 따라 정부는 한국에서 개발한 핵심기술이 국제표준으로 채택될 수 있도록 표준화 작업도 함께 진행 할 전망이다.

3. 선박최적항로지원서비스 현황분석

e-Navigation 체계 적용에 따른 선박 최적항로 지원서비스 개념설계를 위해 국내외 관련 기술 동향을 분석하였다.

3.1 국내 관련 기술 동향 분석

3.1.1 해양안전종합정보시스템(GICOMS)

우리나라 해양안전종합정보시스템(GICOMS)는 정보기술(IT)을 활용, 범국가적 해양재난안전 종합관리체제 마련, 선박모니터링을 통한 소형 선박/어선의 조난체제 개선으로 인명피해 최소화, 해적·테러 우범 해역 내 국내 수출입화물의 안전한 수송로 확보, 해양안전 분야의 정보화 구축을 통한 업무의 효율성 제고를 목적으로 2002년 GICOMS 구축 기본설계, 2003년~2008년에 구축 완료 하여 운영중인 시스템이다.

각 선사가 자사 선박의 위치를 실시간으로 모니터링하고 관리할 수 있는 Vessel Monitoring System을 구축하여 서비스 제공 중이며, 기상정보, 선박등록 정보, 각종 선박 검사내역 등 선박 운항에 필요한 정보를 제공한다.

GICOMS의 선박모니터링시스템(VMS)은 AIS, 인공위성을 통해 선박에서 발신한 위치정보를 전자해도 화면에 표시하고 있으며 선박으로부터 항적정보를 DB로 저장 및 과거항적 조회 등이 가능하다. 또한, 해경, 해군, 해운조합(운항관리실) 등 유관기관과 VMS 연계망을 운영하여 선박위치 정보를 제공하고 있어 선박 좌시 위치 추적으로 신속한 수색구조 지원이 가능한 시스템이다.

3.1.2 ECOS(Energy Consumption Optimized System)

ECOS는 (주)뉴월드마리타임이 개발한 프로그램으로 기관 및 선체 정보 등의 기초자료를 Data Base화 하여 이를 토대로 기상 및 해상 상태 등 각종 항해 정보를 입력하여 최적의 RPM을 산출



Fig. 2 ECOS 최적경제운항 산출 Process

하는 선박 에너지 최적화 시스템이다. 에너지 절감 및 온실가스 저감의 효과를 도출하는 전형적인 연료 절감을 위한 항로지원시스템으로 볼 수 있다.

3.1.3 차세대 VTS(u-VTS) 기술개발

정부는 e-Navigation의 국제적인 추세에 부응하여 최신 기술과 융합을 통한 VTS 지능화, 해양 환경보호를 위한 필수적 기술개발, 국가적 차원의 공익성을 가진 기술개발, 해상환경의 새로운 신성장 동력모델, 지능화된 VTS 필요, 수요자 니즈 충족 및 새로운 개념으로 변환기의 주도권 확보를 위해 차세대 VTS(u-VTS) 기술개발을 추진중이다.

u-VTS는 AIS 및 지능형 CCTV 등 정보수집/위치모니터링·추적능력 고도화를 통하여 관제사의 판단을 지원하며, u-VTS 세부시스템의 설계, 레이더 아날로그 신호처리를 통한 해상도 향상, 다중센서 융합을 통한 시험환경의 구축 등이 추진 중이다.

3.2 국외 관련 기술 동향 분석

3.2.1 EfficienSea 프로젝트

2009년 2월부터 2012년 1월까지 발틱해 주변국에서 공동으로 e-Navigation의 테스트베드 구축과 각종 실험을 수행한 연구이다. 주요 서비스는 항로권고, 항로상의 기상 및 수로정보, 해양안전 정보 제공 등이며, 향후 선박과 육상간 다양한 통신망으로 인터넷 정보를 제공, AIS를 통하여 구역정보, 환경정보, 항로정보를 제공하는 방안 및 VHF 대역의 통신망을 이용한 데이터 통신에 대한 사례 제시를 목표로 하고 있다.

3.2.2 MONALISA 프로젝트

스웨덴 해사국(Swedish Maritime Administration)에서 2011~2013년의 3차년도간 22.4 백만유로를 들여서 수행한 연구로서, AIS 정보를 해운의 효율성 측면에서 활용하는 실험을 수행하였다.

최근 한국, 스웨덴, 덴마크 3국간에 차세대 해양안전종합관리체계(e-Navigation) 기술개발을 공동으로 추진하기 위한 협력양해각서를 체결하였다. 유럽 최대 e-Navigation 프로젝트로서, 주요 목표는 해상교통관리(Sea Traffic Management, STM)로, 항로선정 및 협력을 개

선할 수 있는 솔루션을 개발하는 동시에 항해 계획 관련 정보의 교환을 증진시키는 것이다.

관제하는 모든 항로의 선박을 실시간으로 모니터링하고, 해상교통 혼잡구역에서는 해상안전 관련 예측정보를 사전에 제공, 언제든지 동적으로 가장 효율성이 높은 항로를 선택할 수 있도록 정보 제공하는 것을 연구의 주요내용으로 한다.

3.2.3 Capt's DOSCA

일본 회사 Weather News는 안전, 경제, 환경운항을 목적으로 선박과 육상간의 커뮤니케이션 시스템을 구축, 주로 대양을 항해하는 선상에서 사용하기 위한 목적으로 'Capt's DOSCA(Captain's Dynamic Operation System for Counter planning and Analysis)'를 개발하여, 2012년부터 서비스를 시작하였다.

Capt's DOSCA는 해운회사의 안전성, 정시성, 경제성, 환경성 등 다양화하는 요구에 대응한 항해계획을 제공하는 Weather News의 Optimum Ship Routing 서비스를 채용하는 본선에 순차적으로 설치하여, 선장, 해운회사의 운영자 그리고 관련 회사 등과 긴급히 협조하여 최적의 항해를 3자가 확인하면서 계획, 실시하는 커뮤니케이션 시스템이다.

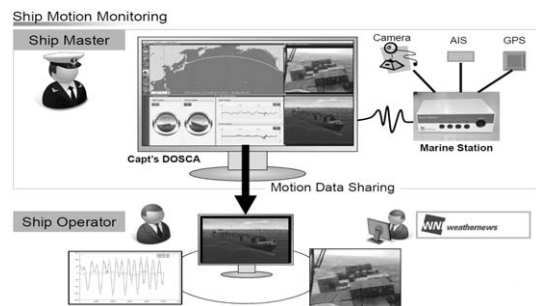


Fig. 3 Ship Motion Monitoring

4. 최적안전항로시스템 개념 설계

4.1 최적항로 자동선정 시스템 체계 분석

한국형 e-Navigation 사업의 최적안전항로 지원서비스에 따른 최적항로 자동선정 시스템은 크게 선박용 최적항로선정 시스템, 육상용 최적항로선정지원시스템, 육해상 통신 인프라 시스템으로 구성되어 있다.

선박용 최적항로선정 시스템은 의사결정지원 시스템을 포함하는 시스템으로 선박 및 육상에서 제공 정보를 통합하여 사용자에게 최적의 항로정보 및 안전정보를 제공한다.

육상용 최적항로 선정지원시스템의 경우 선박 자체적으로 제공하지 못하는 정보를 취합하여 선박에 제공하는 역할을 담당한다.

육해상 통신 인프라 시스템의 경우 기존의 선박통신 인프라로는 육상에서 제공되는 다량의 대용량 정보를 수용할 수 없으므로 해당 통신량 및 규모를 고려한 새로운 통신체계의 인프라 구축이 요구된다. 또한, 통신망의 구축에 그치지 않고 통신규약 및 다수의 선박과의 통신에 따른 데이터 손실을 최소화하는 통신체계 및 시스템 설계가 요구된다.

4.1.1 선박용 최적항로선정 시스템 기본 개념

선박용 최적항로선정 시스템은 선박운항에 필수적인 항로를 선정함에 있어 최적의 안전항로 및 최적의 경제항로를 각종 보완데이터를 참조하여 사용자에게 제공하는 시스템이다. 선박의 최적 안전항로 선정을 위해 선박의 운항데이터, 해도정보, 기상정보, 조류정보, 교통통항정보, 혼잡도 정보,

어망정보, 어선출어기 정보 등을 통합 후 사용자 시스템에 제공한다.

시스템에 통합된 정보는 정보별 가중치와 중요도에 따라 각 결과값에 대한 함수 값으로 변환되어 적용된다. 최종적으로, 사용자에게 가장 안전하며 가장 경제적인 항로를 만들어 별도의 시스템을 통해 제공하거나 ECDIS용 항로 포맷으로 변환하여 ECDIS와 공유된다.

4.1.2 육상용 최적항로선정 시스템 기본 개념

육상용 최적항로선정 시스템은 선박용 최적항로선정 시스템에 필요한 육상의 실시간 운항지원 정보를 수집, 통합하여 선박으로 보내어주는 시스템으로 구성된다. 선박용 최적항로선정 시스템에 필요한 기상정보, 조류정보, 교통통항정보, 혼잡도 정보, 어망정보, 어선출어기 정보 등을 통합하여 실시간으로 선박에 제공한다.

데이터를 통합하기 위한 포맷을 확정한 후 육해상 통신 인프라에 탑재할 수 있는 형태로 구조화된다.

4.1.3 육해상 통신 인프라 기본 개념

육해상 통신 인프라는 육상용 최적항로선정지원 시스템에서 취합된 데이터를 선박용 최적항로선정 시스템에 보내는 통신 경로를 의미한다. 육해상 통신 인프라는 육상용 최적항로선정지원 시스템에서 선박으로 보내는 데이터 용량과 전송주기가 통신 인프라망의 전송 용량에 부합되도록 설계되어야 하며, 다수의 선박이 동시에 해당 전송 정보를 획득하여 활용하여야 하므로 데이터 누락과 손실에 대한 대비방안도 설계되어야 한다.

4.2 최적안전항로지원서비스 알고리즘 분석

4.2.1 일반 최적항로 알고리즘 분석

선박에너지 효율 향상을 위한 선박운항효율 개선조치에는 장비 개조, 개선장치의 선박탑재 등의 하드웨어적인 개선방법과 선속 최적화, 선박 운항자세 최적화, 항로최적화 기술 등의 소프트웨어적인 방법이 존재한다.

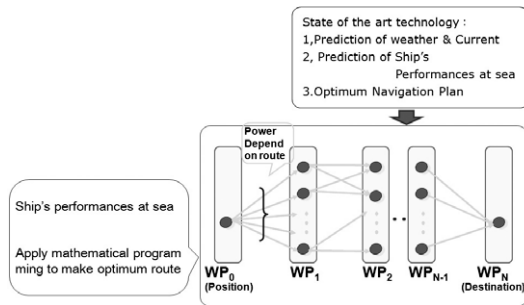


Fig. 4 일반적인 최적항로 탐색 알고리즘(1)

소프트웨어적인 선박운항효율 개선방법중 항로 최적화 기법은 통상적으로 최단거리를 향해하는 대권항법 대비 실해역 환경을 고려하여 연료소모량을 최소로 하는 최적항로를 향해하는 최적화 기법이며 이 개념이 그동안 에너지 효율 향상을 위한 최적항로의 개념이라 할 수 있다.

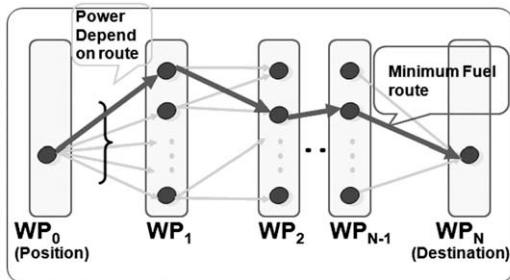


Fig. 5 일반적인 최적항로 탐색 알고리즘(2)

하지만, e-Navigation의 최적항로 개념은

국내 연안을 대상해역으로 하기 때문에 에너지 효율뿐 아니라 선박운항 단계에서 안전확보가 최우선 과제로 그동안 최적항로 개념과는 다소 상이함을 알 수 있다.

4.2.2 Powell 최적항로 탐색 알고리즘

최적항로 탐색 알고리즘은 기본적으로 각 알고리즘마다 매우 유사함을 알 수 있다. 에너지 효율 측면에서의 최적항로 탐색기법은 기상, 해상 데이터는 격자로 나누어 파랑, 해류, 바람의 실해역 데이터를 선위에 해당하는 격자데이터를 적용하여 부가저항을 계산한다.

실해역 환경을 고려하여 연료소모량을 최소화 할 수 있는 최적항로 탐색 기법으로 연료소모량을 평가 함수로 하는 Powell 최적화 기법이 가장 일반적이다.

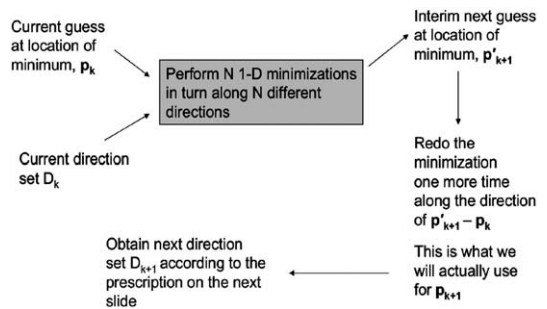


Fig. 6 Powell의 최적화 기법(1)

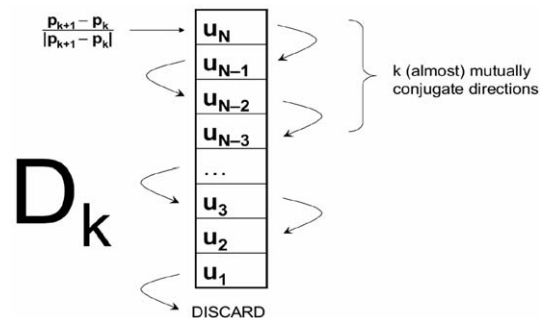


Fig. 7 Powell의 최적화 기법(2)

4.2.3 동적계획법(Dynamic Programming)

알고리즘

Powell의 방법 외에도 DP(Dynamic Programming, 동적계획법) 기법도 있다. 이는 복잡한 문제를 간단한 여러 개의 문제로 나누어 푸는 방법으로 선박의 최적항로 분야에서 가장 널리 사용되는 기법이다. 부분 문제 반복과 최적 기본 구조를 가지고 있는 알고리즘을 일반적인 방법에 비해 더욱 적은 시간 내에 풀 때 사용한다.

동적계획법의 원리는 매우 간단하다. 일반적으로 주어진 문제를 풀기 위해서, 문제를 여러 개의 하위 문제(subproblem)로 나누어 푼 다음, 그것을 결합하여 최종적인 목적에 도달하는 것이다. 각 하위 문제의 해결을 계산한 뒤, 그 해결책을 저장하여 후에 같은 하위 문제가 나왔을 경우 그것을 간단하게 해결할 수 있다. 이러한 방법으로 동적 계획법은 계산 횟수를 줄일 수 있다. 특히 이 방법은 하위 문제의 수가 기하급수적으로 증가할 때 유용하다.

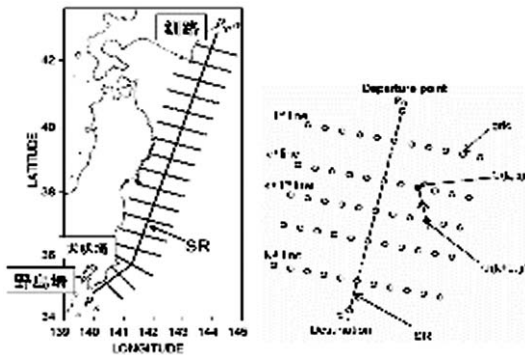


Fig. 8 동적계획법에 의한 최적항로 탐색 알고리즘

동적계획 알고리즘은 최단 경로 문제, 행렬의 제곱 문제 등의 최적화에 사용된다. 동적 계획법은 문제를 해결하기 위한 모든 방법을 검토하고,

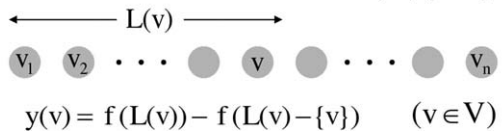
그 중에 최적의 풀이법을 찾아내기 때문이다. 그에 따라, 동적 계획법에 대해 모든 방법을 일일이 검토하여 그 중 최적 해를 찾아내는 주먹구구식 방법이라고 생각할 수 있으나 문제가 가능한 모든 방법을 충분히 빠른 속도로 처리할 수 있는 경우, 동적 계획법은 최적의 해법이라고 말할 수 있다.

4.2.4 그리디 알고리즘

동적 계획법은 위에서 설명했듯이, 주먹구구식의 방법이라는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여, 동적 계획법 대신 '그리디(Greedy) 알고리즘'이 등장했다. 그리디 알고리즘은 항상 최적해를 구해주지는 않지만, 다행히 MST(Minimum Spanning Tree) 등의 여러 문제에서 그리디 알고리즘이 최적해를 구할 수 있음이 이미 입증되었다.

그리디 알고리즘과 동적 계획법을 비교해보면, 선박교량이 혼잡한 구간의 A라는 지점에서 B라는 지점까지 가능한 빨리 이동하는 경로를 찾고 싶은 경우, 이 문제에서 동적 계획법을 사용한다면, 목적지를 향해갈 수 있는 모든 상황과 교통 정체를 전부 감안하여 최적의 경로를 찾아낸다. 반면 그리디 알고리즘은 전체적인 상황을 고려하지 않고,

Greedy Algorithm Edmonds (1970) Shapley (1971)



y : Extreme Base

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y(v_1) \\ y(v_2) \\ \vdots \\ y(v_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(L(v_1)) \\ f(L(v_2)) \\ \vdots \\ f(L(v_n)) \end{bmatrix}$$

Fig. 9 Greedy Algorithm

순간순간 교차로가 보일 때마다 가장 빠른 경로를 검색하여 찾는 것이 가능하다.

물론 동적 계획법으로 경로를 검색하는 동안 어느 정도의 시간이 소요되기 때문에 동적 계획법을 사용하면 약간의 시간이 걸리는 단점이 있다. 그러나 이렇게 얻어낸 경로는 교통 환경이 변하지 않았다는 가정 하에 목적지까지 갈 수 있는 가장 빠른 길이 된다고 장담할 수 있다. 반면, 그리디 알고리즘은 즉효성이 있는 대신, 항상 최적의 경로를 찾아주지는 않는다. 각 구간마다 최적의 경로를 찾다고 해도 그것이 전체적으로 최적의 경로가 되지는 않기 때문이다. 즉, 동적 계획법은 그리디 알고리즘에 비해 시간적으로는 효율적이지 못할 수 있어도, 그 결과에 대해서는 효율적인 값을 구할 수가 있다.

4.2.5 데이크스트라 알고리즘

컴퓨터 과학에서 많이 사용되는 데이크스트라 알고리즘(Dijkstra algorithm)은 어떤 변도 음수 가중치를 갖지 않는 유향 그래프에서 주어진

출발점과 도착점 사이의 최단 경로 문제를 푸는 알고리즘이다. 이름은 네덜란드의 컴퓨터과학자 에츠허르 데이크스트라의 이름에서 유래했다. 예를 들면, 어떤 그래프에서 꼭짓점들이 각각 도시를 나타내고, 변들이 도시 사이를 연결하는 도로의 길이를 나타낸다면, 데이크스트라 알고리즘을 통하여 두 도시 사이의 최단 경로를 찾을 수 있다.

데이크스트라 알고리즘은 방향이 주어진 가중 그래프(weighted graph) G 와 출발점 s 를 입력으로 받는다. 그래프 G 의 모든 꼭짓점들의 집합을 V 라 하고, 그래프의 변을 출발점 u 와 도착점 v 의 순서쌍 (u, v) 로 표현한다. G 의 모든 변들의 집합을 E 라 하고, 변들의 가중치는 함수 $w: E \rightarrow [0, \infty]$ 로 표현한다. 이때 가중치 $w(u, v)$ 는 꼭짓점 u 에서 꼭짓점 v 로 이동하는 데 드는 비용(시간, 거리 등)이 된다. 경로의 비용은 경로 사이의 모든 변들의 가중치의 합이 된다. 데이크스트라 알고리즘은 V 의 임의의 꼭짓점의 쌍 s 와 t 가 있을 때 s 에서 t 로 가는 가장 적은 비용이 드는 경로(최단 경로)를 찾는다. 이 알고리즘은 주어진 출발점 s 로부터 다른 모든 꼭짓점까지의 최단 경로를 계산하는 데도 사용할 수 있다.

DIJKSTRA'S ALGORITHM

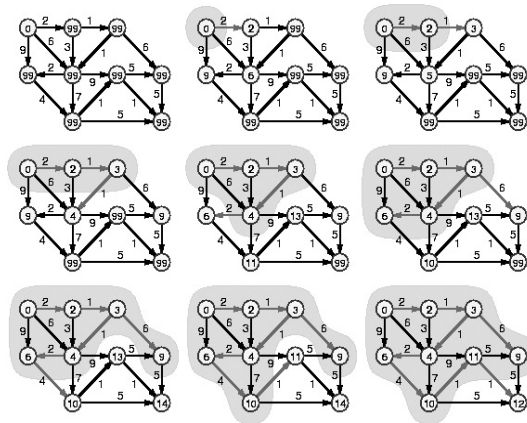


Fig. 10 데이크스트라 알고리즘

5. 결 론

기존에 경제성을 증시한 선박 최적항로지원 시스템에서 e-Navigation 체계에서의 경제성, 안전성 및 정시성을 바탕으로한 선박 최적안전항로 지원시스템으로 인식전환이 필요하다. 선박 최적 안전항로지원시스템의 개념을 설계하기 위해 e-Navigation 도입에 따른 국내외 환경 변화를

분석하였고 현재 운용중인 선박최적항로지원서비스 관련 국내외 기술 동향을 분석하였다. 우리나라 해양안전종합정보시스템은 법국가적 해양재난안전 종합관리체제를 마련하기 위한 시스템으로, 추후 최적항로지원시스템에 적용될 해상안전정보를 수집·통합·분석·제공하기 위한 e-Navigation 센터가 설립이 된다면 이와 같은 정보화 시스템이 구축될 것이다.

국외 관련 기술의 경우, 이미 항로권고 및 최적 항로 지원서비스는 연구개발이 진행이 되고 있으며 유럽의 EfficienSea 프로젝트, 스웨덴의 MONALISA 프로젝트, 일본의 Capt's DOSCA 등에 대해 조사·분석하였다.

e-Navigation을 적용한 선박 최적안전항로 선정시스템 개념을 설계하기 위해 선박용, 육상용 및 육해상 통신 인프라의 기본 개념을 우선 도출 하였고 시스템 적용을 위해 선행 연구된 최적항로 탐색 알고리즘을 조사·분석하였다.

한국형 e-Navigation의 핵심기술 연구개발 및 인프라 구축을 위한 사업이 2016년부터 진행될 예정이며, 향후 국가 R&D 연구사업 추진시 본 연구 자료를 바탕으로 최적 안전항로 지원서비스 개발에 관한 추가 연구를 추진할 계획이다.

후 기

본 연구는 선박안전기술공단에서 2014년도 자체연구사업으로 추진하였음을 밝힙니다.

참 고 문 헌

(1) 김화엽, 민병국, 하태진, 정희자, 박종안(2013),

“중소형 선박용 해양 네비게이션 시스템의 구현”, 한국정보기술학회지, 제11권, 제3호, pp. 27~35.

(2) 심우성, 박종원, 임용근(2010), “e-navigation 국제 표준화 현황 및 국내 대응방안 고찰”, 한국해양정보통신학회논문지, 제14권, 제5호, pp. 1057~1063.

(3) 최경순, 박명규, 이진호, 박건일(2007), “실시간 기상 정보를 이용한 최적 항로 안전 평가 시스템의 연구”, 해양환경안전학회지, 제13권, 제2호, pp. 133~140.

(4) 서기열, 서상현(2007), “차세대 해상항법체계 (e-Navigation)의 구현 방향”, 전자공학회지, 제34권, 제11호, pp. 37~45.

(5) 선박안전기술공단, “e-Navigation 관련 산업 현황에 관한 기초연구” 보고서(2007. 12)

(6) 해양수산부, “IMO 해양안전종합관리체계 기술개발에 관한 기획연구” 보고서(2014. 5)

(7) 한국해양과학기술진흥원(KIMST), “지능형 해양안전정보시스템 구축 및 운용 기술 개발” 보고서(2014. 8)

(8) 뉴월드마리타임 webpage, www.nwmeco. co.kr

(9) e-Navigation Portal, www.e-navigation. net

(10) 박정대, 강원식, 김영두, 김대희(2014), “국내 연안해역 최적안전항로시스템 개념에 대한 고찰”, 해양환경안전학회 추계학술대회 논문집, pp. 161~163

(11) 김대희, 조익순, 박정대, 강원식(2014), “최적 항로 자동 선정 프로그램 개념 설계에 관한 연구”, 해양환경안전학회 추계학술대회 논문집, pp.164~166