

FSM을 이용한 해양안전정보시스템의 고도화 구조모델 연구

A Study on the Advancement Structure Model of Maritime Safety Information System(GICOMS) using FSM

류영하* · 박계각** · 김화영***†

Young-Ha Ryu*, Kark-Gyei Park**, and Hwa-Young Kim***†

*항로표지기술협회, **목포해양대학교 국제수송과학부, ***선박안전기술공단

†Korea Association of Aids to Navigation

**Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University

***Maritime Safety Research Center, Korea Ship Safety Technology Authority

요 약

국제해사기구(IMO)는 해상에서의 안전과 보안, 환경의 보호를 위해 선박의 출항에서 입항에 이르기까지 항해와 관련된 정보를 전자적인 방법으로 조화롭게 공유·통합·표현·분석하기 위해 e-Navigation 이라는 전략적 추진체계를 수립, 채택, 실행을 진행하고 있다. 본 논문에서는 e-Navigation의 실효적 시행에 대비하여 국내에서 운영 중인 GICOMS에 요구되는 개선방안 및 추가 시스템을 식별하기 위한 구조모델을 수립하는데 목적이 있다. 이를 위해서 GICOMS의 문제점을 조사하고, 전문가그룹의 브레인스토밍(brainstorming) 과정을 통해 GICOMS 개선을 위한 9개의 추진과제를 도출하였다. 이들 과제에 대하여 퍼지구조모델(FSM, Fuzzy Structural Modeling)을 이용하여 의식구조를 분석하고 요소 간 상호관계를 파악할 수 있는 구조모델을 제시하였다. 그 결과 GICOMS 개선방안으로 "GICOMS 고도화"가 최상위층레벨 요소로 파악되었고, 최하층레벨은 "정보생산체제 개선", "정보제공방안 개선", "GICOMS와 VTS 상호연동"과 "글로벌 안전협력 네트워크 구축"으로 나타났다. 중간층레벨은 "e-Navigation 대응체계 구축", "해양사고예방체계 강화", "VMS 기능 고도화"와 "이용 활성화"로 파악되었다. 특히 최종목표인 "GICOMS 고도화"는 "VMS 기능 고도화"와 "이용 활성화" 항목으로부터 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 본 연구에서 구축한 GICOMS 고도화 구조모델을 기반으로 최첨단 IT를 활용한 시설·장비·전문인력의 개선 및 보강과 해양종사자 중심의 이용자 전환 등의 고도화 방안을 제시하였다.

키워드 : GICOMS, 해양안전정보시스템, e-Navigation, 퍼지구조모델, 구조분석

Abstract

This paper is aims to build the advancement structural model of GICOMS through identification of required system and improvement for implementation of e-Navigation. We derived nine improvement subject for model of advanced GICOMS through the analysis of problems for GICOMS and brainstorming with expert in the maritime safety. And we analyzed the structure of nine improvement subject using by FSM(Fuzzy Structural Modeling) method, and proposed a structural model that to grasp the correlation between elements. As a result, we found out that "advancement of GICOMS" is the final goal, and "improvement a system of information production", "improvement a scheme of information providing", "linkage between GICOMS and VTS" and "building global networks for safety cooperation" are located lowest level. Especially, "advancement of GICOMS" is influenced by "advancement function of VMS" and "Activation of usage" on middle level. We suggested that utilizing state-of-the-art IT facilities, equipment and expertise to improve and enhance the user-centered transition such as maritime workers for advancement of GICOMS based on proposed structure model.

Key Words : GICOMS, Maritime Safety Information System, e-Navigation, FSM, Fuzzy

1. 서 론

접수일자: 2014년 3월 13일

심사(수정)일자: 2014년 5월 3일

게재확정일자 : 2014년 5월 5일

† Corresponding author

이 논문은 2013년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(지능형 해양사고 예방 및 구난기술 개발)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

우리나라는 해양재난안전종합관리를 위하여 2001년부터 해양안전종합정보시스템(GICOMS, General Information Center on Maritime Safety & Security)을 구축·운영하고 있다. GICOMS의 목적은 범국가적 해양재난안전 종합관리 체제를 마련하여 선박의 조난 사고에 효율적으로 대처하고 해적 및 테러에 대비해 국내 선박의 안전운항을 확보하는데 있다. GICOMS가 원활히 운용되면 재난관리 업무의 효율성이 높아지고 해양사고에 의한 인명과 재산피해를 최소화 하는데 기여할 수 있다.

국제해사기구(IMO)는 해상에서의 안전과 보안, 환경의 보호를 위해 선박의 출항에서 입항에 이르기까지 항해와 관련된 정보를 전자적인 방법으로 조화롭게 공유·통합·표현·분석하기 위해 e-Navigation 이라는 전략적 추진체계를 수립, 채택 및 실행을 진행하고 있다. 따라서 e-Navigation의 실효적 시행에 대비하여 GICOMS의 개선방안에 대한 논의가 필요하다[1].

본 연구에서는 GICOMS 개선방안 마련을 위한 구조모델을 수립하기 위하여 퍼지구조모델(FSM, Fuzzy Structural Modeling) 기법을 활용하여 대상시스템을 구조화하고 각 계층에 속한 항목요소 간의 영향관계를 체계적으로 분석하였다. 2장에서는 국내외 해양안전정보시스템의 현황을 e-Navigation을 중심으로 살펴보고, 3장에서는 GICOMS의 구축·운영 현황에 대하여 기술하였다. 4장에서는 GICOMS 개선에 필요한 추진과제를 도출하고, 식별된 데이터를 근거로 항목요소의 계층분포와 연결 관계 파악을 위한 구조모델을 수립하였다.

2. 해양안전정보시스템 현황

우리나라는 국제해사기구(IMO), 국제수로기구(IALA) 등 국제회의에 적극적으로 참석하였고 대학, 연구소, 기업에서 해양안전정보시스템에 관심을 갖기 시작하면서 꾸준히 연구가 진행되어 왔다. 특히 2006년부터는 항로표지 설치 운영을 기반으로 하는 e-Navigation의 대응전략에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다[2].

해양경찰청에서는 해양사고 방지와 인명구조의 목적으로 GICOMS로부터 선박운항정보를 취득하여 해상감시 업무를 수행하는 선박모니터링시스템(VMS, Vessel Monitoring System)을 구축·운영하고 있다[3]. 이와 더불어 선제적 해양사고 예방 및 위기 대응능력 향상을 위한 지능형 해상교통관리시스템도 구축하였다.

해외에서는 유럽을 중심으로 한 해양선진국에서 해양안전정보시스템의 개발 및 구축에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 특히 유럽에서는 관할수역에서의 안전 및 보안 향상을 위해 유럽위원회(EC) 규정에 근거를 두고, 2002년 유럽해사안전청(EMSA, European Maritime Safety Agency)을 설립하였다. 2004년에는 범 유럽기반의 항해정보서비스 개발을 위해 44개 파트너와 12개 서브파트너로 구성된 6단계 프레임워크를 구성하여 기존 VTS(Vessel Traffic Service), VTMS(Vessel Traffic Maritime Information Service) 등을 기반으로 안전과 보안, 환경보호 및 해양교통의 경제성 향상을 목표로 MarNIS(Maritime Navigation and Information Services)가 시작되었다. MarNIS의 정보체계는 그림 1과 같으며, SSN(SafeSeaNet), NSW(National Single Window), PSW(Port Single Window), PCS(Port Commercial community System), MOS(Maritime Operational Services) 등으로 구성되어 있다[5].

또한 아시아태평양지역에서는 지구환경기금(GEF)과 국제해사기구(IMO)가 공동으로 MEH(Maritime Electronic Highway) 프로젝트를 추진하고 있다[5]. 이 프로젝트는 선박의 안전항행 지원을 통해 해양사고를 방지하고 해상에서의 인명과 재산, 해양환경 보호를 목적으로 말레이시아, 싱가포르, 인도네시아 등의 태평양 연안국들이 참여하고 있다.

MEH는 전자해도정보시스템(ECDIS)를 중심으로 항행관계 시스템(VTS), 선박모니터링시스템(VMS), 전자해도(ENC), 선박자동식별장치(AIS) 및 조류·조석 등 해양기상정보시스템을 통합·운영하는 시스템이다.

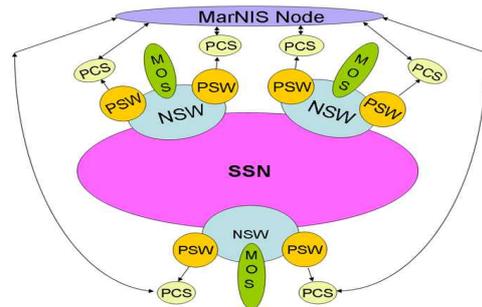


그림 1. MarNIS의 정보체계도
Fig. 1. Composition of MarNIS

3. GICOMS 구축 운영현황 분석

3.1 GICOMS 개요

GICOMS(General Information Center On Maritime Safety and Security)는 해양안전종합정보시스템으로 정보통신기술을 이용하여 해상에서의 안전, 환경보호 및 보안을 강화하기 위한 국가적 해양위기관리시스템이다. 이 시스템을 이용하여 선박, 선원, 교통, 보안, 항만시설 및 화물 등에 관한 통합된 정보를 이용하여 해양사고를 예방하고, 해양사고 발생 시 신속한 대응을 통해 피해를 최소화하는데 목적이 있다[6].

과거의 안전·재난관련 정보시스템이 기관·부서별로 분산되어 정보의 신속한 접근성과 정보 공유를 저해하여 사고 발생 시 보고의 지연 및 신속한 대응이 어려웠다. 이에 정부는 「정보화촉진기본법」 제6조에 근거한 해양수산정보화촉진시행계획에 따라 분산된 정보시스템을 통합하고 해양안전 업무의 효율성을 높이기 위해 GICOMS을 구축하였다. 또한 지속적인 성능개선을 통해 그림 2와 같이 국가정보원, 안전행정부, 해양경찰청, 해군 등 33개 해양재난안전 관련 정보시스템을 연계·통합하여 포털사이트로 확대 구축되었고, 선박모니터링서비스(VMS, Vessel Monitoring Service)도 제공하고 있다[3].

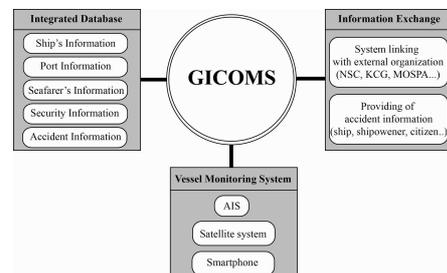


그림 2. GICOMS의 구성도
Fig. 2. GICOMS Diagram

3.2 GICOMS 현황 분석

① 정보화 환경분석

정부는 해양안전관리체제 구축, 해상교통 환경개선, 해상사

고 방지 및 선박보안 강화를 위한 추진체계와 전략을 마련하고 있다. 표 1은 우리나라의 미래국가해양전략을 나타낸 것으로 주요 내용은 e-Navigation의 차세대 성장 동력화 추진, IMO 대응능력 강화를 통한 국가 경쟁력 제고, 과학기술 기반의 종합안전관리체계 구축으로 요약할 수 있다[3].

표 1. 우리나라의 미래국가해양전략
Table 1. Future National Maritime Strategy

Execution subject	Main contents	Improvement opportunity
Next-generation growth engine	-Development of intelligent technical for e-Nav -Propulsion of strategy for e-Nav -Construction of intelligent navigation aids system and e-Nav based on satellite	-Construction of intelligent VTS -Development of e-Nav aid terminal
Reinforcement of IMO correspondence	-Strengthening of IMO activities -Strengthening of IEC, IALA activities -Supporting of R&D	-Supporting of new navigation equipment and expert
Building of integrated safety management system	-International standardization of ICT -Construction of safety assessment system for ship -Construction of human element and salvage	-Development of VTS -High-grade of integration maritime safety management

② 소프트웨어 시스템 분석

해양안전분야의 시스템은 해양수산부와 유관기관의 각 정보시스템이 연계하여 운영되는 방대한 시스템이다. 해양안전분야는 해양안전정보시스템이 대표적이고, 유관기관에서 운영 중인 시스템은 항로표지집약관리시스템, 해운항만 물류정보시스템, 위험물검사정보시스템, 선박등록정보시스템, 해양구난방제정보시스템, 항해안전정보시스템, 해양사고 심판관리시스템 등이 있다.

특히 해양안전정보시스템인 GICOMS의 주요 기능은 해양사고와 선박동정을 관리하는 상황정보관리 기능, 선박 및 항만의 보안내용을 검사할 수 있는 국제선박 및 항만시설보안규칙관리(ISPS Code) 기능, 선박종사자의 인적과실 예방을 위한 국제안전관리규약(ISM Code)과 항만국통제정보 제공 기능을 갖추고 있다.

③ 네트워크 시스템 분석

GICOMS는 인터넷, 전용선, 행정망을 이용하여 위성망을 통한 위치정보수집연계시스템, AIS기지국시스템, 안전 및 재난 관련 연계시스템과 연동하여 운영된다. GICOMS의 네트워크 시스템은 그림 3과 같이 LRIT서버, 보안서버, 실시간 GW, 웹 VMS서버, GICOMS 웹서버, SAMS 메일서

버, 통합 DB서버, AIS DB서버 및 스토리지 시스템, SAN 스위치 등으로 구성되어 있다[3]. 그리고 GICOMS는 안전 행정부, 해양수산부, 해양경찰청, 한국해운조합 등의 시스템과 연동되어 있어 국내 연안을 운항하는 선박의 운항상황 정보를 실시간으로 수집, 제공, 통합, 전파하는 표준화 된 구성체계를 갖추고 있다.

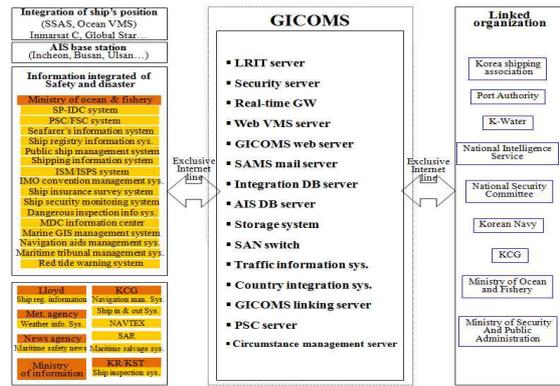


그림 3. GICOMS의 네트워크 시스템 구성도

Fig. 3. Network system configuration of GICOMS

그러나 이러한 GICOMS의 장점에도 불구하고 이용자 중심의 점진적 운영교육 체계화, 친숙하고 이해하기 쉬운 사용자 매뉴얼 개발과 e-Navigation을 위한 육상 시스템 간 연동과 통합, 데이터 공동 활용을 위한 정책적 합의와 규정이 마련되어 있지 않아 이에 대한 보완이 요구되고 있다[4].

이와 같이 e-Navigation의 실효적 실행에 앞서서 GICOMS의 개선방안을 마련하여 해양안전정보시스템을 고도화 시키는 방안이 필요하다.

4. GICOMS 고도화 구조모델

4.1 FSM 기법

복잡한 사회문제의 대상시스템 구조를 밝히고, 각 요소 간의 영향력을 다양하게 표현하는데 있어서 계층구조화 기법들이 이용되고 있다. 이러한 인간의 주관적 요소를 고려하여 시스템의 구조를 모델화 하는 방법으로 해석구조모델(ISM, Interpretive Structural Modeling)기법이 있다[4]. 그러나 ISM 기법에서는 요소들이 상호 영향을 미치는지 여부를 0과 1로 이분법적으로 판단한다. 하지만 의사결정에 있어서 완전한 종속관계를 결정하는 것은 어렵기 때문에 요소간의 비교범위를 [0,1] 사이의 실수 값으로 확장하여 영향을 미치는 정도를 표시하도록 하는 FSM 기법이 주로 이용되고 있다[8][9]. 본 연구에서는 GICOMS 개선을 위한 추진 과제에 있어서 전문가의 의식구조를 분석하는데 FSM 기법을 이용하였다.

FSM 기법에서는 대상시스템을 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 하고, 문맥상의 관계에 대응하여 추출된 요소 간의 퍼지종속 관계를 나타내는 퍼지종속행렬 A를 $A = [0,1]$ 로 표시한다. 여기서 A는 $n \times n$ 정방행렬이며, A의 요소 $a_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 는 식 (1)의 퍼지이항관계에 의해 주어진다. 한편, a_{ij} 는 요소 S_i 가 S_j 에 종속한 정도를 나타낸다.

$$a_{ij} = f_r(S_i, S_j), 0 \leq a_{ij} \leq 1 (f_r : S \times S \rightarrow [0,1]) \quad (1)$$

FSM 기법의 알고리즘으로 구조모델을 구성하기 위한 단계별 알고리즘 내용을 정리하면 다음과 같다.

1단계) 퍼지중속행렬의 결정

퍼지비반사율(模糊非反射律), 퍼지비대칭율(模糊非對稱律)을 만족한 퍼지중속행렬 $A = [a_{ij}]$ 를 설정하고, 퍼지반추이율(模糊半推移率)을 만족하는 A 로 수정한다. 퍼지비반사율, 비대칭율, 반추이율을 다음과 같이 정의된다. 단, 여기서 임계값 P 는 미리 주어진 반개구간 $(0,1]$ 의 실수로 한다.

첫째, $\forall (S_i, S_j) \in S \times S$ 에 대하여 $f_r(S_i, S_j) \leq P$ 가 만족하면 퍼지비반사율이 성립한다.

둘째, $\forall (S_i, S_j) \in S \times S (i \neq j)$ 에 대하여 $f_r(S_i, S_j) < P$, 또는 $f_r(S_j, S_i) < P$ 가 만족하면 퍼지비대칭율이 성립한다.

셋째, $\forall (S_i, S_j), (S_j, S_k), (S_i, S_k) \in S \times S, (i \neq j, j \neq k, i \neq k)$ 에 있어서, $M = \bigvee_{j=1}^n (f_r(S_i, S_j) \wedge f_r(S_j, S_k)) \geq P$ 일때 $f_r(S_i, S_k) \geq M$ 가 만족하면 퍼지반추이율이 성립한다.

2단계) 레벨집합 및 블록집합의 구성

추출된 요소가 어느 계층에 속하고 계층 간의 결합관계를 부여하는 “최상층레벨집합 $L_t(s)$ ”, “중간층레벨집합 $L_i(s)$ ”, “최하층레벨집합 $L_b(s)$ ” 및 “독립레벨집합 $L_{is}(s)$ ”은 각각 다음 식 (2), (3), (4), (5)와 같은 정의에 의해서 결정된다.

$$L_t(s) = \left\{ S_k \mid \bigvee_{j=1}^n a_{kj} < P \leq \bigvee_{i=1}^n a_{ik} \right\} \quad (2)$$

$$L_i(s) = \left\{ S_k \mid P \leq \bigvee_{i=1}^n a_{ik}, P \leq \bigvee_{j=1}^n a_{kj} \right\} \quad (3)$$

$$L_b(s) = \left\{ S_k \mid \bigvee_{i=1}^n a_{ik} < P \leq \bigvee_{j=1}^n a_{kj} \right\} \quad (4)$$

$$L_{is}(s) = \left\{ S_k \mid \bigvee_{i=1}^n a_{ik} < P, \bigvee_{j=1}^n a_{kj} < P \right\} \quad (5)$$

각 레벨집합정의의 “ $\vee a_{ij}$ ”는 $\max(a_{ij})$ 를 의미하고, 레벨집합 $L_b(s)$ 에 속한 요소 S_i 가 중속한 $L_t(s)$ 의 요소집합 $B(s_i)$ 에서 블록(Block)집합이 정의된다. 즉, 단일계층(Single Hierarchy) 집합의 최상층레벨집합은 블록집합이라고 말하고 Q_j 로 표시하고 관계 $Q_j \subseteq L_t(s)$ 가 성립한다. 동일 블록 Q_j 에 속한 요소에 대해서 요소 간의 중속관계를 표시한 행렬을 퍼지중속행렬에서 구성한다. 이때 각 블록에 대응하여 구성된 소행렬을 단일계층행렬 $A^{(j)}$ 이라 정의한다.

3단계) 수정행렬 A' 구성

각 요소간의 중속관계를 구조분석하기 위하여 1단계에서 구해진 $L_t(s)$ 의 행과 $L_b(s)$ 의 열, $L_{is}(s)$ 의 행과 열을 제거하고 남은 행과 열로 A' 를 다시 구성한다. 여기서, 해당 레벨집합의 행과 열을 삭제하는 이유는 레벨집합의 정의에 의해서 구조분석을 수행하는데 불필요하기 때문이다.

4단계) 단일계층행렬의 구성

3단계에서 재구성된 A' 로부터 블록집합 Q_j 에 따라 단일계층행렬 $A^{(j)}$ 를 만든다. 여기서 단일계층행렬은 구조분석을 수행하는데 결합 가능한 요소의 집합을 정의하는 것이다.

5단계) 구조화 그래프의 작성

퍼지구조 파라미터 λ 를 정하여 단일계층행렬 $A^{(j)}$ 에 관한 구조 그래프를 구성한다. 여기서 S_j 에 대한 정칙행을 S_{ik} (단, $k = 1, 2, \dots, n'$)라 할 때 S_{ik} 는 식 (6)의 연산에 의해 $a_{.j}$ 는 $a_{.j}^*$ 로서 치환되어 소거되고, S_j 에 직접 종속한 요소가 결정되어 구조 그래프를 구할 수 있게 된다. 여기서, []은 열벡터를 표시한다.

$$[a_{.j}^*] = [a_{.j}] \wedge [\overline{a_{.i_1}}] \wedge \dots \wedge [\overline{a_{.i_{n'}}}] \quad (6)$$

4.2 조사설계

GICOMS 개선안 파악을 위한 구조모델을 구축하기 위해 필요한 과제의 세부항목 추출과 선정에 있어서 해양안전 분야 전문가를 대상으로 브레인스토밍을 수행하였다. 표 3은 국내 해양·항만 분야에 종사하고 있는 전문가로 구성된 전문가그룹을 통해 식별된 9개 추진과제의 세부항목이다.

설문의 방법은 표 1의 총 9개의 질문항목에 대하여 “임의의 요소 S_i 는 나머지 타요소 S_j 에 어느 정도 영향을 미치는가”하는 상대적인 영향도를 직관적으로 비교하여 그 정도(Grade)를 설문지에 예시한 영향도를 참고하여 주관적인 값으로 회답란의 요소 a_{ij} 에 $[0,1]$ 의 값으로 기입하도록 했다. 이렇게 총 30부의 설문지를 배포하고, 퍼지비반사율과 퍼지반추이율을 만족하는 유효한 응답지 25부를 선별하여 GICOMS 고도화 추진과제에 대한 구조분석을 실시하였다.

표 2. GICOMS 고도화 추진과제
Table 2. GICOMS Advanced Propulsion Items

Classification	Item details
S_1	Advancement of GICOMS
S_2	Improvement a system of information production
S_3	Improvement a scheme of information providing
S_4	Linkage between GICOMS and VTS
S_5	Building global networks for safety cooperation
S_6	Construction correspondence system for e-Navigation
S_7	Reinforcement prevention system of marine accidents
S_8	Advancement function of VMS
S_9	Activation of usage

4.3 구조모델 구축

요소 간의 중속관계와 계층의 세분화를 결정하는 임계값 P 와 각 계층의 요소 간 일의적인 중속관계를 결정하여 구조그래프를 구하는데 필요한 파라미터 값 λ 는 매우 중요하다.

다. P 값은 그 값이 작아짐에 따라 각 레벨 수를 많이 갖는 계층구조를 형성하게 되고, P 값이 작아지면 퍼지 비대칭률이 성립하지 않을 가능성이 커진다. 따라서 적당한 P 값을 할당하여 순차적으로 P 를 변화시키면서 가장 타당한 값을 찾아야 한다. 따라서 본 구조분석에서는 가장 적합한 임계값을 구하기 위해서 P 값을 “0.60, 0.65, 0.70”인 경우로 나누어 순차적으로 전체응답자에 대한 의식구조 모델링을 실시하였다.

퍼지중속행렬 $A^k = [a_{ij}^k]_{9 \times 9}$ ($k = 1, 2, \dots, 25$)는 25개의 설문조사 회답 데이터를 식 (7)을 이용하여 구하고 소수점 셋째자리에서 반올림했다. 그 결과는 식 (8)과 같다.

$$A = [a_{ij}]_{9 \times 9} = \sum_{k=1}^{25} [a_{ij}^k / 25]_{9 \times 9} \quad (7)$$

$$A = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 & S_9 \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \\ S_7 \\ S_8 \\ S_9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.73 & 0.00 & 0.55 & 0.40 & 0.35 & 0.68 & 0.55 & 0.55 & 0.55 \\ 0.65 & 0.53 & 0.00 & 0.43 & 0.38 & 0.68 & 0.68 & 0.45 & 0.78 \\ 0.65 & 0.55 & 0.40 & 0.00 & 0.38 & 0.68 & 0.70 & 0.65 & 0.63 \\ 0.58 & 0.40 & 0.40 & 0.33 & 0.00 & 0.65 & 0.45 & 0.48 & 0.45 \\ 0.68 & 0.63 & 0.63 & 0.53 & 0.53 & 0.00 & 0.65 & 0.55 & 0.60 \\ 0.65 & 0.28 & 0.48 & 0.58 & 0.30 & 0.53 & 0.00 & 0.55 & 0.65 \\ 0.65 & 0.35 & 0.50 & 0.60 & 0.40 & 0.58 & 0.60 & 0.00 & 0.60 \\ 0.65 & 0.40 & 0.55 & 0.40 & 0.30 & 0.48 & 0.50 & 0.48 & 0.00 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (8)$$

다만, $A = [a_{ij}]_{9 \times 9}$ 는 $A^k = [a_{ij}^k]_{9 \times 9}$ ($k = 1, 2, \dots, 25$)의 평균치이고 대각요소 a_{ij} ($i = j$)는 편의상 0의 수치를 기입하고 있다. 이하의 의식구조 모델링은 식 (8)을 근거로 하여 퍼지구조모델링 기법의 알고리즘에 의해 구조분석을 실시하였다.

4.4 구조 그래프화

앞서 구축한 구조모델에 대하여 전체 설문응답자의 구조분석을 실시하였다. 각 요소상호 간의 관계를 분석하기에 가장 타당한 임계값을 선정하기 위하여 앞서 기술한 임계값 P 를 0.60, 0.65, 0.70으로 나누고, 파라미터 값(λ)은 0.5로 하여 구조분석을 실시하였다. 설문응답자의 구조분석결과, 임계값 $P=0.65$, 파라미터 값 $\lambda=0.5$ 일 때 가장 적절한 계층레벨 구조가 나타났다. 본 연구에서 구축한 구조모델의 구조 그래프는 그림 4와 같으며 세부항목 간 영향관계와 우선순위 결과를 나타내고 있다.

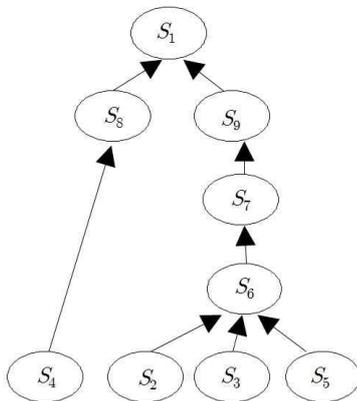


그림 4. 구조모델의 구조 그래프
Fig. 4. Structure Graph by Structural Model

GICOMS 개선을 위해서 구축된 구조모델을 바탕으로 세부 항목 간 영향관계와 우선순위를 구체적으로 분석하면, 최상층레벨집합에 속한 “GICOMS 고도화(S_1)”는 연구의 최종목표이며 다른 항목으로부터 가장 많은 영향을 받는 항목으로 파악되었다. 다음으로 영향을 미치는 항목은 중간레벨집합에 속한 “e-Navigation 대응체계 구축(S_6)”, “해양사고예방체계 강화(S_7)”, “VMS 기능 고도화(S_8)” 및 “이용의 활성화(S_9)”로 나타났다. 최하층레벨집합에 속한 타 요소에 가장 많은 영향을 미치는 항목은 “정보생산체계 개선(S_2)”, “정보제공방안 개선(S_3)”, “GICOMS와 VTS 상호연동(S_4)” 및 “글로벌 안전협력 네트워크 구축(S_5)”로 파악되었다. 또한 최하층레벨의 항목 중에서 “정보생산체계 개선(S_2)”, “정보제공방안 개선(S_3)”, “글로벌 안전협력 네트워크 구축(S_5)” 항목들은 모두 중간레벨의 “e-Navigation 대응체계 구축(S_6)” 항목에만 큰 영향을 미치고 긴밀한 관계를 보이고 있었다. “GICOMS와 VTS 상호연동(S_4)” 항목은 중간레벨의 “VMS 기능 고도화(S_8)” 항목에 기밀하게 영향을 미치고 있는 것을 파악할 수 있다. 그리고 중간레벨의 3개 계층에서 가장 하위계층으로 볼 수 있는 “e-Navigation 대응체계 구축(S_6)” 항목은 최하층레벨의 3개의 항목에 관련되어 있고 위층에 있는 “해양사고예방체계 강화(S_7)” 항목에 긴밀하게 영향을 미치며 “해양사고예방체계 강화(S_7)” 항목은 중간레벨의 가장 상위계층인 “이용의 활성화(S_9)” 항목에만 중요한 영향을 미치고 있는 것을 보일 수 있다. 마지막으로 최상층레벨 집합에 속한 “GICOMS 고도화(S_1)” 항목은 중간레벨의 가장 상위계층인 “VMS 기능 고도화(S_8)” 항목과 “이용의 활성화(S_9)” 항목으로부터 많은 영향을 받고 긴밀하게 관련되어 있음을 파악할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 국내외 해양안전분야에서 구축·운영되고 있는 해양안전정보시스템의 현황을 분석하였다. 이를 바탕으로 e-Navigation의 실질적 실행에 앞서서 GICOMS의 개선방안에 대한 9개 추진과제와 전문가를 통한 요소 상호 간 영향관계 파악을 위한 구조모델을 구축하였다.

GICOMS 개선을 위해 식별된 추진과제에 대한 상호관계 분석결과는 다음과 같다.

첫째, “GICOMS 고도화”가 가장 우선시 되는 개선사항으로 현재 GICOMS의 고도화가 필요한 것에 의견이 일치하였고 다른 항목으로부터 가장 영향을 많이 받는 최상위층레벨의 요소로 파악되었다.

둘째, 최하층레벨의 요소는 “정보생산체계 개선”, “정보제공방안 개선”, “GICOMS와 VTS 상호연동”과 “글로벌 안전협력 네트워크 구축”이며, 중간층레벨 요소는 “e-Navigation 대응체계 구축”, “해양사고예방체계 강화”, “VMS 기능 고도화”와 “이용 활성화”로 파악되었다.

셋째, 최하층레벨 요소 중 “정보생산체계 개선”, “정보제공방안 개선”과 “글로벌 안전협력 네트워크 구축”이 중간레벨층 요소인 “e-Navigation 대응체계 구축”에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. “e-Navigation 대응체계 구축” 요소는 “해양사고예방체계 강화” 요소에 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 또한 “VMS 기능 고도화”와 “이용의 활성화”

중간레벨 요소는 각각 “GICOMS와 VTS 상호연동”, “해양 사고예방체계 강화” 요소로부터 영향을 받고 있었다.

넷째, “GICOMS와 VTS 상호연동”과 “해양사고예방체계 강화” 요소는 최상위층레벨 “GICOMS 고도화”에 가장 직접적인 영향을 미치고 있는 것으로 파악되었다.

이와 같이 본 연구에서 구축한 구조모델을 기반으로 GICOMS를 고도화하는 방안을 다음과 같이 제안한다. 우선 최첨단 IT를 활용하여 시설, 장비, 전문인력을 개선·보강하고 e-Navigation 지향 시스템으로의 고도화 사업을 최우선적으로 추진하여야 한다. 그리고 GICOMS 고도화를 위하여 “VMS 기능 고도화”와 해양 종사자를 중심으로 이용자를 전환하여 “이용의 활성화” 도모가 요구된다. 마지막으로 “e-Navigation 대응체제 구축” 및 “글로벌 안전협력 네트워크 구축” 사업을 추진해 나가야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제안한 구조모델과 분석결과는 각 요소 간 상호관계를 규명하여 위에서 제안한 방안 이외에도 효과적인 GICOMS 고도화 방안들을 제시하는데 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] B.G.Lee, J.U.Han, H.S.Jo, N.J.Park, “A Security Architecture of the inter-VTS System for shore side collaboration of e-Navigation,” *Journal of Korean Navigation and Port Research*, vol. 36, no. 1, pp. 1-7, 2012.
- [2] J.N.Park, “The correspondence strategy for e-Navigation,” *Proceeding of Fall Conference on Korean Navigation and Port Research*, vol. 2, pp. 181-182, 2006.
- [3] Y.H.Ryu, “A Study on the Advancement of Maritime Information System(GICOMS) for the Implementation of e-Navigation,” *Doctoral Thesis of Mokpo Maritime University*, 2013.
- [4] T.I.Choi, “A Study on a Building Direction of Maritime Safety Information System for Securing Maritime Safety,” *Master Thesis of Mokpo Maritime University*, 2011.
- [5] Maritime Navigation and Information Services, “SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME PRIORITY[1.6.2] Sustainable Surface Transport,” Available: <http://www.transport-research.infor>, 2009, [Accessed: Feb 28, 2014]
- [6] B.J.Kang, K.G.Jeong, “A Study on Industry of e-Navigation,” *The Journal of Korea Ship Safety Technology Authority*, vol. 24, pp. 57-73, 2008.
- [7] GICOMS Website : <http://www.gicoms.go.kr>, 2014, [Accessed: Feb 28, 2014]
- [8] L.A.Zadeh, “Fuzzy Sets,” *Information and Contral*, vol. 8, 1965.

- [9] W.J.Yang, “Structure Analysis of Ship’s Collision Causes Using Fuzzy Structural Modelling,” *Doctoral Thesis of Korea Maritime University*, 2002.

저 자 소 개



류영하(Young-Ha Ryu)

1993년 : 인하대학교 경영대학원 석사
 2008년 : 국토해양부 연안계획과장(부이사관)
 2013년 : 목포해양대학교 대학원 공학박사
 2011년~현재 : 항로표지기술협회 이사장

관심분야 : 해양정보시스템, 해양교통안전시스템, 지능시스템 응용
 Phone : +82-2-2627-8300
 E-mail : yh-ryu@hanmail.net



박계각(Gyei-Kark Park)

1982년 : 한국해양대학교 항해학과 공학사
 1986년 : 한국해양대학교 대학원 수송공학과 공학석사
 1993년 : 동경공업대학교 시스템학과 공학박사
 2010년 : 전남대학교 무역학과 경영학박사
 1995년~현재 : 목포해양대학교 교수

관심분야 : 퍼지제어, 게임이론, 국제물류
 Phone : +82-61-240-7560
 E-mail : gkpark@mmu.ac.kr



김화영(Hwa-Young Kim)

1998년 : 목포해양대학교
 해상운송시스템학과 공학사
 2004년 : 목포해양대학교 대학원
 해상운송시스템학과 공학석사
 2007년 : 큐슈대 대학원 선박해양시스템공학과 공학박사
 2012년~현재 : 선박안전기술공단 책임연구원

관심분야 : 해양정보시스템, 퍼지시스템, 지능시스템, 시뮬레이션
 Phone : +82-32-260-2266
 E-mail : masare@kst.or.kr