



Fuzzy-FMEA를 이용한 동적위치제어 시스템의 고장유형 우선순위 도출

Prioritizing for Failure Modes of Dynamic Positioning System Using Fuzzy-FMEA

백경동* · 김성신**† · 천성표*** · 서흥원* · 이대형*

Gyeongdong Baek, Sungshin Kim[†], Seongpyo Cheon, Heungwon Suh, and Daehyung Lee

*^(주)대우조선해양 정보기술연구소, **부산대학교 전기컴퓨터공학과, **^(재)경남테크노파크

*Information Technology Institute, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.,

**Department of Electrical Engineering, Pusan National University,

요 약

동적 위치제어 시스템(Dynamic Positioning System)의 위험성과 신뢰성 평가에 FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)를 적용하고 있으나, 해양 프로젝트가 가진 특징으로 인해 다음과 같은 한계를 가진다. 1) SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 시스템을 통해 수집되는 고장 데이터의 일부는 환경의 영향으로 인한 오작동이나 단순한 센서고장으로 인해 생성되는 데이터를 포함하고 있으므로 불완전하고 신뢰할 수 없다. 따라서, FMEA의 세 가지 변수인 심각도(Severity), 발생빈도(Occurrence), 검출빈도(Detection)의 평가는 전문가 지식에 근거한다. 2) 전문가들의 주관적인 판단에 전적으로 의존할 경우 위험 요소들을 정밀하게 평가하기 어렵다. 3) 위험 요소들 사이의 상대적인 중요도는 고려되지 않아 위험우선순위가 명료하게 표현되지 않는다. 4) 서로 다른 고장모드에 대해 동일한 위험 우선순위 값을 가질 경우 상대적인 중요도를 판단하기 어렵다. 이러한 문제점을 극복하고 기존의 FMEA의 효과를 높이기 위해, Fuzzy-FMEA를 제안하고, 선박/해양 프로젝트의 동적 위치제어 시스템의 FMEA 문서에 적용하였다. 본 논문은 DP FMEA, DP FMEA 입증 시험서(DP FMEA Proving Trials)에 나타난 전문가 지식을 퍼지 모델로 구현하여 FMEA 위험우선순위(RPN; Risk Priority Number)에 위험요소들의 상대적인 중요성을 포함시켰다. 제안한 방법은 해양 프로젝트의 동적 위치제어 시스템의 기계 및 전장 장비에 적용하여 기존의 FMEA와 비교하였다.

키워드 : Fuzzy-FMEA, 동적위치제어, 위험우선순위, DP, RPN, FRPN

Abstract

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) has been used by Dynamic Positioning (DP) system for risk and reliability analysis. However, there are limitations associated with its implementation in offshore project. 1) since the failure data measured from the SCADA system is missing or unreliable, assessments of Severity, Occurrence, Detection are based on expert's knowledge; 2) it is not easy for experts to precisely evaluate the three risk factors. The risk factors are often expressed in a linguistic way. 3) the relative importance among three risk factors are rarely even considered. To solve these problems and improve the effectiveness of the traditional FMEA, we suggest a Fuzzy-FMEA method for risk and failure mode analysis in Dynamic Positioning System of offshore. The information gathered from DP FMEA report and DP FMEA Proving Trials is expressed using fuzzy linguistic terms. The proposed method is applied to an offshore Dynamic Positioning system, and the results are compared with traditional FMEA.

Key Words : Fuzzy-FMEA, Dynamic Positioning, Risk Priority Number, DP, RPN, FRPN

Received: Sep. 14, 2014

Revised : Sep. 28, 2014

Accepted: Apr. 14, 2015

[†]Corresponding author(sskim@pusan.ac.kr)

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.

1. 서 론

심해저 자원 확보가 중요해 짐에 따라 해양 설비도 증가하고 있다. 해양 설비의 주요 핵심 기술 중 동적위치제어시스템(Dynamic Positioning System)이 있다. 갑판 상승식(jack-up) 또는 계류(anchoring)로 위치 제어를 할 경우, 작업수심에 대한 제약이 있으며 작업시간이 긴 반면에 해저 환경에 따라 실패할 확률이 높아 심해저 작업에서는 비경제적인 방법이다. 1961년 캘리포니아 라졸라 해역 수심 약 928m Moho 유정에서 Cuss 1(Continental, Union, Shell & Superior Oil Consortium)호가 작업 반경 180m 내외에서 위치를 수작업에 의해서 동적으로 제어한 것을 시작으로 본격적인 동적위치제어 선박은 Shell사에서 발주한 Eureka호이다. Eureka 호는 선수/선미를 360도 회전시킬 수 있으며 경사계측센서(tilt meter)라고 불리는 아날로그식 제어기와 토트와이어(taut wire)를 탑재하여 위치를 제어할 수 있었다. 1990년대 이후 발주된 다수의 해양플랜트나 선박은 동적위치제어시스템이 장착되는데, 이는 연근해에 매장된 석유 및 천연가스 발굴이 한계에

이러려 점진적으로 심해져 시추 및 채굴을 시도할 수 밖에 없기 때 문인 것으로 풀이된다. 일반적으로 동적위치제어 시스템은 ±3m 내외의 정확도를 가진 장비가 요구된다. 과거에는 각각의 정보를 통합하지 못하고 이를 단순히 작업자가 조치하였지만, 최근에는 위 치 해석 모델인 칼만필터(Kalman Filter)를 이용하여 선박의 위치 (position), 침로(heading)를 조정하고 있다. 또한 최근에는 이중화 (Redundancy) 개념이 확산됨에 따라 3개 이상의 센서를 상호 비교 하게 된다[1-3]. 대표적인 동적위치제어 장비들은 PRS(Position Reference System), PME(Position Monitoring System), HPR(Hydro Acoustic Position Reference), 토트와이어(taut wire), 초음파, 레이 저 등이 있다.

FMEA는 동적위치제어 시스템의 위험성 평가와 신뢰도 평가에 광범위하게 사용된다. FMEA는 알려진 고장모드에서 시작하여 하부 시스템에 미치는 영향을 조사하는 상향식(bottom-up approach)으 로 구성된다. 동적위치제어 시스템의 FMEA는 그림 1과 같이 아래 에서 위로 구조화된다.

고장모드(failure mode)는 부품(component), 하부시스템 (sub-system), 또는 시스템이 가지는 발생 가능한 기능 실패 사례로 정의된다. 동적위치제어 시스템의 고장모드는 자재피로(material fa- tigue), 열화(deterioration), 변형(deformation), 막힘(blockage), 정 렬불량(misalignment), 누수(leakage), 넘침(overflow), 막힘(clog) 등 이 있다. 고장원인(Failure cause)은 고장을 일으키는 결점으로 정의 된다. 동적위치제어시스템의 고장원인은 잘못된 자재(incorrect mater- ial), 용접불량(poor welding), 부식(corrosion), 조립불량 (assembly error), 교정오차(calibration error), 과응력 (overstressing), 과열(overheating), 조작오류(operator error) 등이 있다. 고장모드들은 보통 육안검사(visual inspection), 초음파 테스 트나 유분석(oil analysis)과 같은 CMS(condition monitoring sys- tem)로 검출된다. 고장영향(failure effect)은 고장모드의 결과로 정 의된다. 동적위치제어시스템의 고장영향은 쿨링펌프기능상실(loss of cooling pump), 전력생산중단(loss of electricity production), 고 온발생(high temperature), 운전정지(trip), 공압상실(loss of air pressure) 등이 있다.

FMEA는 그림 2의 공정 절차와 같이 시스템 범위 정의, 각 부품 과 하부시스템에 대한 고장모드 확인, 그리고 확인된 고장모드 검 토 순으로 진행된다. 일반적으로 FMEA 고장모드는 심각도, 발생빈 도, 검출빈도로 평가하게 되는데 각 변수는 (0-10) 값을 가지며 높 을수록 시스템에 나쁜 영향을 미치며 위험우선순위(Risk Priority Number, RPN)은 세 변수의 곱으로 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

높은 위험우선순위일 경우 고장모드는 재검토되어 부품과 하부 시스템의 하드웨어, 소프트웨어, 설계는 고장 영향을 최소화하기 위 해 수정된다.

FMEA가 신뢰성 및 고장모드평가에 유용한 도구이지만 위험성 평가와 신뢰도 평가 수행과 관련한 여러 제약 사항이 존재한다. 1) 검사관(Inspector), 진동센서(vibration sensors), SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 시스템 등에서 얻어진 고장 데이터 의 일부는 환경 영향 및 센서 고장 등으로 불완전하고 신뢰할 수 없다. 2) 전문가들의 심각도, 발생빈도, 검출빈도에 대한 평가가 언 어로 표현되어 있을 경우 위험우선순위를 정밀하게 표현하기 어렵 다. 3) 일반적인 FMEA에서는 세 변수는 모두 동일한 중요도를 가

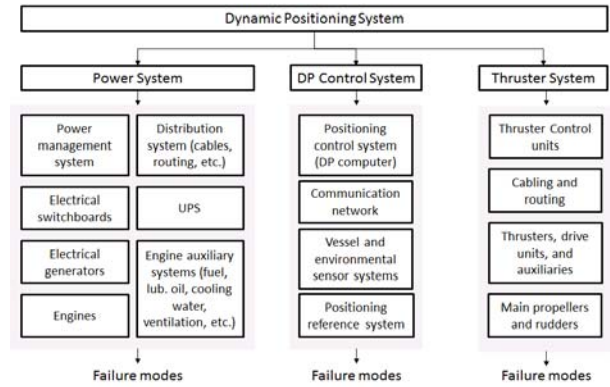


그림 1. 일반적인 동적위치제어 시스템의 계층구조
Fig. 1. Hierarchical structure of a typical dynamic positioning system

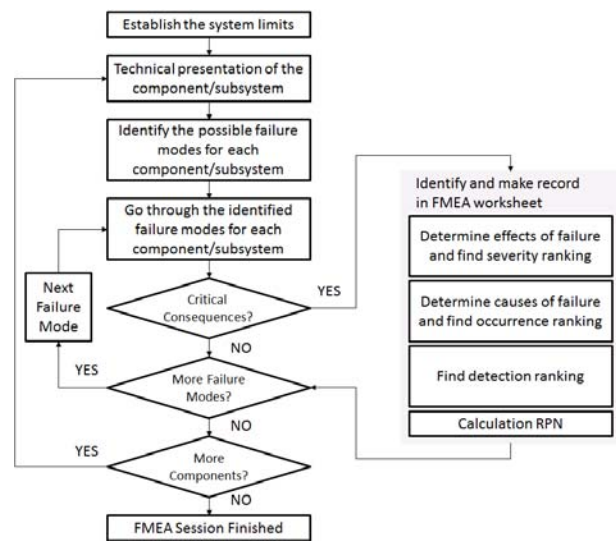


그림 2. FMEA 흐름도
Fig. 2. Flow chart of FMEA

진다고 가정하므로, 변수 사이의 상대적인 중요도는 고려되지 않는다. 하지만 O&M 전문가는 검출빈도에 상대적인 가중치를 높게 주는 경향이 있다. 4) 서로 다른 고장모드에 대해 동일한 위험우선순 위 값을 가질 경우 상대적인 중요도를 판단하기 어렵다.

이러한 문제점을 극복하고 기존의 FMEA의 효과를 높이기 위해, 본 논문에서는 Fuzzy-FMEA를 제안하고 해양 프로젝트의 동적위치 제어 시스템의 FMEA에 적용하였다. 2장에서는 본 논문에서 적용한 Fuzzy-FMEA 방법에 대한 개요를 설명하였다. 3장에서 본 연구 대 상인 동적위치제어 시스템의 구성과 실험 데이터를 나타내고, 4장 에서 제안한 방법과 기존 방법을 비교하였다.

2. Fuzzy-FMEA 개요 및 적용

퍼지논리는 근사치나 주관적인 인지를 수학 모델로 전환하는 방 법이다. 본 논문에서는 FMEA의 자연어 표현을 수치화하고 심각도, 발생빈도, 검출빈도의 상대적인 관계를 고려하여 위험우선순위를 재정의하기 위해 그림 3의 Fuzzy-FMEA를 사용한다[5]. 퍼지화 (fuzzification)는 심각도, 발생빈도, 검출빈도의 언어 변수를 식(4)의

소속함수를 사용해서 퍼지수로 수치화한다. 규칙평가(rule evaluation)은 고장모드와 고장영향을 퍼지 IF-THEN 규칙을 사용해 전문가 지식을 구성하는 단계이다. 이러한 규칙은 수치적 관점보다 자연어 방법으로 생성하는 것이 좀 더 편리하다[6-12].

퍼지 추론 출력은 위험우선순위의 가중치로 사용된다. 고장유형의 위험우선순위를 결정하기 위한 방법으로 식 (2)의 퍼지 생성규칙(fuzzy production rule)과 식 (3)의 무게 중심법(centroid Technique) 이용하는 FRPN을 제안한다.

$$\begin{aligned} & \text{IF } S_i \text{ is } FS_i^m \text{ and } O_i \text{ is } FO_i^m \text{ and } D_i \text{ is } FS_i^m \\ & \text{THEN } Y_i \text{ is } FO_i \end{aligned} \quad (2)$$

$$FRPN = RPN \times \omega = RPN \times \frac{\sum_{i=1}^n \left[\left\{ \prod_{j=1}^3 FS_j^i(x_j) \right\} \times O_i \right]}{\sum_{i=1}^n \left\{ \prod_{j=1}^3 FS_j^i(x_j) \right\}} \quad (3)$$

여기서, S_i, O_i, D_i 는 각각 i 번째 고장모드의 심각도, 발생빈도, 검출빈도를 말하며, FS, FO 는 퍼지 집합을 나타낸다. 본 논문은 FRPN을 계산하기 위해 MathWorks®사의 Matlab 2012b의 Fuzzy Toolbox를 사용하였으며, 퍼지 집합의 소속함수는 식 (4)의 trinf 함수를 사용한다.

$$f(x;a,b,c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \quad (4)$$

본 논문의 식 (2)~(4)를 DP 시스템의 고장유형 우선순위를 결정하기 위한 방법 사용하였고, FMECA에서 사용하는 언어 변수는 표 1~3과 같이 정의한다.

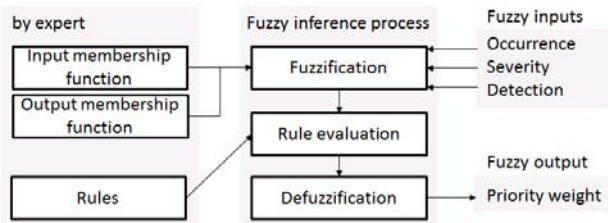


그림 3. 3차원 재구성 및 히스토리 구축 순서도
Fig. 3. Flow chart of 3D reconstruction and building

표 1. DP FMEA의 심각도 변수 정의
Table 1. The scale rating table for Severity

Linguistic variables	Symbol	Fuzzy Number $f(x;a,b,c)$	Rank	Criteria in S(Severity)
Very Low	VL	(0 0 3)	1	Effect is not obvious and can be ignored
Low	L	(1 3 5)	3	Failures cause a minor impact.
Medium	M	(3 5 7)	6	A minor impact on the vessel positioning

High	H	(5 7 9)	8	Loss of ability to vessel positioning
Very High	VL	(7 10 10)	10	Major damage to the system

표 2. DP FMEA의 발생빈도 변수 정의
Table 2. The scale rating table for Occurrence

Linguistic variables	Symbol	Fuzzy Number $f(x;a,b,c)$	Rank	Criteria in O(Occurrence)
Very Low	VL	(0 0 3)	1~2	0~5%
Low	L	(1 3 5)	3~4	5~10%
Medium	M	(3 5 7)	5~7	10~15%
High	H	(5 7 9)	8~9	15~20%
Very High	VL	(7 10 10)	10	20%~

표 3. DP FMEA의 검출빈도 변수 정의
Table 3. The scale rating table for Detection

Linguistic variables	Symbol	Fuzzy Number $f(x;a,b,c)$	Rank	Criteria in D(Detection)
Very Low	VL	(0 0 3)	1~2	Effect is not obvious and can be ignored
Low	L	(1 3 5)	3~4	Failures cause a minor impact.
Medium	M	(3 5 7)	5~7	A minor impact on the vessel positioning
High	H	(5 7 9)	8~9	Loss of ability to vessel positioning
Very High	VL	(7 10 10)	10	Major damage to the system

3. 동적위치제어시스템 구성 및 실험데이터

동적위치제어 시스템의 FMEA 주요 대상은 1) 전력공급시스템(electrical power system), 2) 추력기 제어 시스템(thruster control system), 3) 동적위치제어 시스템(DP control system), 4) PRS시스템(Position Reference and Sensor systems), 5) 소방시스템(Fire in vital DP compartments), 6) EDS & F&G, 7) 45초내 엔진 구동 및 온라인 상태유지(Stand-by DG start and online within 45 seconds)이다. FMEA 고장모드는 주요한 단일 고장(single failure)과 그 영향을 대상으로 한다. 대상 시스템인 그림 4의 드릴쉽(drillship)은 DP Class 3 요구사항을 만족하며, DNV 선급 룰인 DYNPOS AUTRO, DYNPOS ER, POSMOOR ATA를 준수한다. 드릴쉽은 6개의 전방위 추진기(Azimuth thruster), 3개의 엔진룸, 각 전력망은 2개의 전방위

표 4. DP FMEA 워크시트
Table 4. DP FMEA worksheet

Component/ function	Failure Mode			Failure Effects	S,O,D Ranking	RPN
	Failure Mode	Failure Cause	Detection			
AGP (Advanced Generator Protection)	DI/DO Module faulted	Loss of 24VDC external power to module	Module does not have diagnostics but one of the outputs is set by the program and connected to one of the digital inputs, If this input is not read as set, an alarm will be generated on the HMI, Note also that no module channel LEDs will be illuminated,	No outputs set, CPU programmed to respond by inhibiting alarms and trips,	(6,3,6)	108
AGP (Advanced Generator Protection)	DI/DO Module faulted	Input channel fault - Alarm Fault Reset	Unresponsive HMI display, No LED indication on channel when pushbutton pressed, Module does not have diagnostics,	Trips will be latched on, It will not be possible to re-close tripped tie or generator breakers,	(3,8,6)	144
AGP (Advanced Generator Protection)	DI/DO Module faulted	Output channel fault Start Next Diesel	None, Module does not have diagnostics,	Increased risk of blackout due to the longer time the on-line generators may be on overload,	(3,6,6)	108
Transformer Temperature Monitoring Device	Loss of transformer temperature signal	Loss of communication between transformer temperature monitor and SIPROTEC or broken temperature monitor	The Available signal will be inhibited and the Fault signal will become active, This can be seen from the status lamps on the control section door and will also by signals to the VMS, If the SIPROTEC display is still active, it may indicate the specific fault condition,	SIPROTEC detects loss of communication, Can still be opened remotely on loss of comms with RTD box,	(3,6,3)	54
125VDC PS - Battery Monitoring Device	Not monitoring	Loss of communications, electronic failure, loss of input power	Alarm at the HMI	Loss of battery monitoring	(6,3,3)	54
VSS (Vessel Services Switchboard)	CT open	Wire Break	Only door metering (ammeter) at the 11kV section is affected, Protection functions are not affected,	Zero current on ammeter in one or more phases when current is known to be flowing in feeder,	(1,3,3)	9
	ESD shutdown relay failure	ESD shutdown relay failure	Periodic Testing of ESD function,	ESD shutdown signal permanent on the SIPROTEC protection relay,	(1,3,1)	3
THRUSTER POWER AND CONTROL INFRASTRUCTURE	Thruster UPS Loss of Consumer power	Failure of (multiple) components within the UPS, Fault on the power feed	Fault Indication to VMS Fault indication from power feed monitoring at Switchboard HM,	The feeder remains available, The breaker will receive power to close or open the feeder through the SWBD UPS,	(1,8,6)	48

추진기와 연결된다. 본 논문에서 사용한 고장모드는 표 4와 같이 다수의 부품 및 기능에 대해 RPN과 FRPN 값을 비교한다.

4. Fuzzy-FMEA 적용 결과

표 4는 본 논문에서 고려해야할 동적위치제어 시스템의 RPN값을 보여준다. AGP 시스템의 DI/DO 모듈 고장모드의 경우 다른 고장 원인을 가지지만 동일한 RPN 값 108을 가진 것을 볼 수 있다. 변압기 온도 모니터링과 배터리 모니터링 부품은 고장 원인과 영향이 다른지만 동일한 RPN 값 54를 가진 것을 확인할 수 있다.

본 논문의 Fuzzy-FMEA는 그림 5와 같이 입력된 S, O, D에 대해 소속 함수로 퍼지화되고, IF-THEN 퍼지 규칙에 따라 비퍼지화 출력을 가지는 모델을 생성한다. 본 논문에서 만들어진 퍼지추론 모델은 RPN과 FRPN 값 변화를 나타낸 그림 6에서 특징을 확인할 수 있다. 퍼지추론 모델은 심각도 3~7, 발생빈도 2~5의 범위에서 가중치 반영이 큰 것을 확인할 수 있다.

표 5는 퍼지추론시스템을 이용한 가중치 반영 결과이다. AGP 시스템의 DI/DO 모듈에 대한 고장모드 RPN을 살펴보면, 심각도가 낮아지고 발생빈도가 높아질 경우 가중치가 높게 반영되었고 64.80을 가진 고장원인 'Output channel fault Start Next Diesel'에 위험우선순위가 상대적으로 높아짐을 알 수 있다. 'Loss of transformer temperature signal'와 'Not monitoring'의 고장모드 RPN

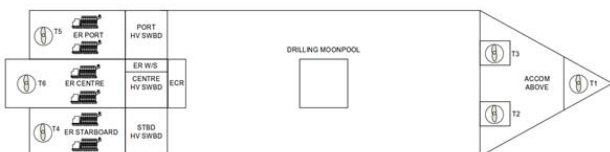


그림 4. 드릴십의 배전망과 추진기 구성

Fig. 4. Power distribution and thruster configuration in drillship

을 살펴보면, 심각도가 높아지고 발생빈도가 낮아질 경우 가중치가 높게 반영되었고 27.00을 가진 고장원인 'Loss of communications, electronic failure, loss of input power'에 위험순위가 상대적으로 높아짐을 알 수 있다. 그러므로 기존의 FMEA가 동일한 가중치를 가질 경우 Fuzzy-FMEA를 통해 고장모드들이 구분할 수 확인할 수 있다.

표 5. RPN과 FRPN의 결과 비교
Table 5. The result comparison of RPN, FRPN

Failure Mode	Failure Cause	RPN	ω	FRPN
DI/DO Module faulted	Loss of 24VDC external power to module	108	0.50	54.00
DI/DO Module faulted	Input channel fault - Alarm Fault Reset	144	0.85	122.40
DI/DO Module faulted	Output channel fault Start Next Diesel	108	0.60	64.80
Loss of transformer temperature signal	Loss of communication between transformer temperature monitor and SIPROTEC or broken temperature monitor	54	0.40	21.60
Not monitoring	Loss of communications, electronic failure, loss of input power	54	0.50	27.00
CT open	Wire Break	9	0.14	1.26
ESD shutdown relay failure	ESD shutdown relay failure	3	0.14	0.42
Thruster UPS Loss of Consumer power	Failure of (multiple) components within the UPS, Fault on the power feed	48	0.85	4.80

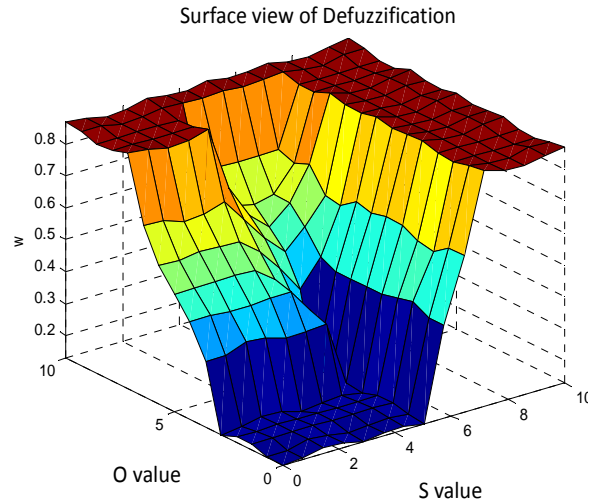


그림 5. 소속함수와 퍼지추론시스템의 디퍼지 결과
Fig. 5. Membership function and defuzzification of fuzzy Inference System

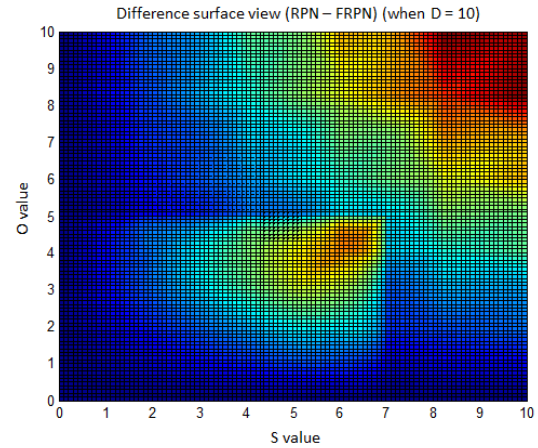
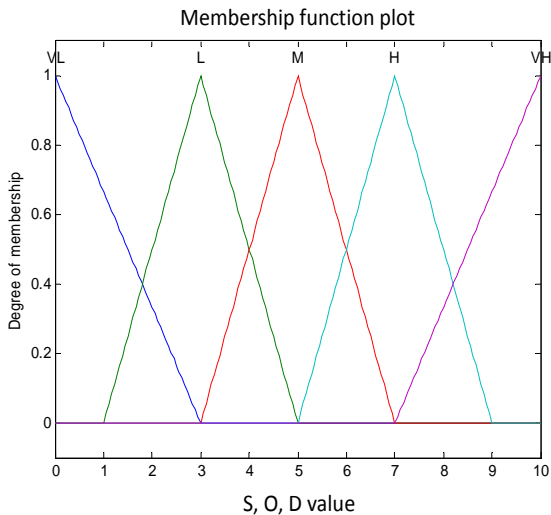


그림 6. RPN과 FRPN의 값 변화
Fig. 6. The difference between RPN and FRPN



5. 결론 및 향후 연구

본 논문은 FMEA 위험우선순위의 가중치를 생성하여 고장모드들 간의 상대적인 중요도를 판단하고자 하였다. 퍼지추론모델 출력을 가중치로 반영한 FRPN은 동일한 RPN 값을 구분할 수 있음을 확인하였다. 고장모드의 위험우선순위의 상대적인 중요도 판단은 설계 단계에서 중요한 결정이 될 수 있다. 본 연구에서 사용한 Fuzzy-FMEA와 입증 시험서(DP FMEA proving trials) 내용을 활용하여 해상 시운전(sea trials)에서 중요한 고장모드를 분류하는 연구를 진행할 예정이다.

References

[1] IMO MSC/Circ. 645, "Guidelines for vessel with Dynamic positioning system," 1994.

[2] ABS, "Guide for Dynamic Positioning Systems," 2013.

[3] DNV SHIP Pt.6 Ch.7, "Dynamic Positioning Systems," 2004.

[4] IMO MSC/Circ. 645, "Guidelines for vessel with Dynamic positioning system," 1994.

[5] Roghayeh Khasha, Mohammad Mehdi Sepehri, Toktam Khatibi, "A Fuzzy FMEA Approach to Prioritizing Surgical Cancellation Factors," *International Journal of Hospital Research*, vol.2, no.1, pp.17-24, 2013.

[6] Kumru M, Kumru PY., "Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital," *Applied Soft Computing*, vol.13, no.1, pp. 721-733, 2013.

[7] Xu K, Tang LC, Xie M, Ho SL, Zhu ML., "Fuzzy assessment of FMEA for engine systems," *Reliability Engineering & System Safety*, vol.75, no.1, pp.17-29, 2002.

[8] Bradley, J.R. & Guerrero, H.H., "An Alternative FMEA Method for Simple and Accurate Ranking of Failure Modes," *Journal of Decision Sciences*, vol.42, no.3, 2011.

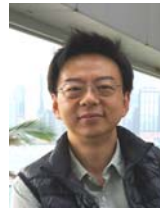
[9] Tay, K.M. & Lim, C.P., "Enhancing the Failure Mode and Effect Analysis methodology with fuzzy inference techniques," *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, vol.21, pp.135-146, 2010.

[10] Sawhney R., Subburaman, K., Sonntag, C. Rao, P.R.V. & Capizzi, C., "A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems," *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol.27, no.7, pp.832-855, 2010.

[11] Selvan T.A., Jegadheesan, C. and Senthilkumar, K.M., "Continuous Quality Improvement in Investment Castings: An Experimental Study using a Modified FMEA Approach Called FEAROM," *Eur. J. Sci. Res.*, vol.74, no.2, pp. 308-325, 2012.

[12] Kmenta, S., Ishii, K., "Scenario-based FMEA: A cost perspective," *ASME Design Engineering Technical Conferences*, 2012.

관심분야 : 지능시스템, 공정진단, System Engineering
E-mail : gdbaek@dsme.co.kr



김성신(Sungshin Kim)

1986년 : 연세대학교 전기공학과 공학석사
1996년 : Georgia Inst. of Technology,
전기및컴퓨터공학부 공학박사
1998년~현재 : 부산대학교 전기공학부 교수

관심분야 : Intelligent System, Intelligent Robot, Fault Diagnosis and Prediction

Phone : +82-51-510-2374
E-mail : sskim@pusan.ac.kr



천성표(Seong-Pyo Cheon)

2001년 : 부산대학교 전기공학과 공학석사
2009년 : 부산대학교 전기공학과 공학박사
2010년 ~현재 : (재)경남테크노파크
선임연구원

관심분야 : 기계학습, 지능시스템, 공정진단/자동화
E-mail : spcheon@gntp.or.kr



서흥원(Heung Won Suh)

1985년 : 인하대학교 조선공학과 학사
1991년 : 부산대학교 대학원 공학석사
1991년~현재 : (주)대우조선해양
정보기술 R&D 팀장

관심분야 : 조선 CAD, 선박 제품 모델링, 시뮬레이션, 동시공학 설계
E-mail : hwsuh@dsme.co.kr

저 자 소 개



백경동(Gyeongdong Baek)

2008년 : 부산대학교 대학원
전자전기공학과 공학석사
2012년 : 부산대학교 대학원
전자전기공학과 박사수료
2012년~현재 : 대우조선해양 연구원



이대형(Dae Hyung Lee)

2002년 : 조선기술사
2009년 : 홍익대학교 대학원
조선해양공학과 공학박사
1986년~현재 : (주)대우조선해양
SI연구그룹 리더

관심분야 : 시뮬레이션&모델링, PLM, 시스템엔지니어링, 생산/계획 시스템, 생산시스템공학
E-mail : dhlee8@dsme.co.kr