

## 퍼지이론 이용한 적 위협수준평가 모델개발 연구

장동학<sup>1</sup>, 홍윤기<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)심네트, <sup>2</sup>한성대학교 산업경영공학과

### A Study on the Threat-Level Assessment Model Development using Fuzzy Theory

Dong-Hak Jang<sup>1</sup> and Yoon-Gee Hong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of M&S 2, SIMNET Co., Ltd.

<sup>2</sup>Division of Industrial and Management Engineering, Hansung University

**요 약** 이 연구는 지휘관의 위협평가기 의사결정을 도와주기 위한 모델을 제시하였다. 이를 위해 해양조건, 적 함정 제원, 전략환경 3가지 상위평가항목으로 위협요소를 설정하였다. 퍼지추론을 이용하여 각 상위항목별 위협수준을 산정한 후, 퍼지척도를 이용하여 상위평가항목별 중요도를 산정하였다. 마지막으로 상위평가항목의 위협수준을 종합하기 위해 choquet의 퍼지적분을 사용하였다.

**Abstract** This study introduces a threat level assessment model adapting Fuzzy theories in order to help make decisions for better covering quantitative factors and qualitative ones together. The threat is classified into three major categories - one resulting from navigational condition, another from target vessel specification and the other from external decision environment. The threat levels by each category are examined by a fuzzy inference, and its corresponding weights are assigned via fuzzy measures. Finally the high level threat measures become integrated via a Choquet Fuzzy Integral method into ultimate threat level indicators.

**Key Words** : Fuzzy theory, Threat-level assessment

### 1. 서론

각 군이 현재 추진 중인 전술 C4I체계에는 지휘관 및 참모의 의사결정지원에 필요한 시스템이 포함되어 있지 못한 실정이며, 현대의 전쟁에서는 지휘관의 의사결정시 여러 가지 요소를 동시에 수행하여야 함은 물론 신속하게 의사결정을 내려야 한다. 현대의 전쟁은 정보전이다. 신속하고 정확한 정보우위(Information Superiority)가 화력기동보다도 중요하다. 신속하게 전장상황정보를 공유하여 공통상황을 인식하여야 임무효과가 증진된다. 이를 위해 지휘통제(C2 : Command and Control) 의사결정지원시스템(DSS : Decision Support System)이 필요하다 [1,2].

이 과정에서 위협판단기능은 부족하였고 아군의 신속

한 대응을 위해 육군은 “전술적 결심 수립 절차”라는 의사결정 체계를 정립하여 활용하고 있다. 따라서 이 절차가 신속히 수행되기 위해서는 정보획득수단 및 분석체계를 통해 지휘관의 효과적인 의사결정을 할 수 있도록 정확한 전장상황 및 적에 대한 실시간 분석 정보가 지속적으로 제공되어야 한다. 그러나 이러한 전장정보분석 업무가 주로 수작업에 의하여 이루어짐으로써 많은 인력이 소요되어 분석 결과의 산출이 지연되기도 하고, 분석단계에서 중요 자료가 누락되어 오판을 가져올 수 있는 문제점 등을 안고 있었다. 위와 같은 문제점을 해소하기 위하여 육군은 전장정보분석 업무를 자동화하는 것에 대한 필요성을 절실하게 느끼고 일명 ‘상황위협평가 전문가시스템(STAFS: Situation & Threat Assessment Fusion Expert System)을 국방부 산하 연구 개발 조직인 국방과

본 논문은 한성대학교 연구과제로 수행되었음.

\*교신저자 : 홍윤기(yhong@hansung.ac.kr)

접수일 11년 05월 18일

수정일 (1차 11년 06월 28일, 2차 11년 07월 04일)

게재확정일 11년 07월 07일

학연구소(ADD)에서 주관하고 외부 용역업체에 의뢰하여 개발한 바 있다[3].

전통적으로 다양하고 고려사항이 많은 의사결정에서는 분석적 접근방법을 적용하고 있다. 즉, 과업의 모든 연관된 특성을 정의하고, 모든 범위의 가능한 대안을 식별하고, 주요 평가차원을 식별하여, 각 차원에 대한 가중치를 식별하며, 각 차원에 대한 대안별 등급을 결정한 후, 그 결과를 도표형태로 표현하여, 최선의 대안을 선택하는 절차를 거치게 된다. 이 절차는 최적해에 도달하기 위해 복잡한 수학적 계산이 필요하며 많은 시간을 요구한다. 이와 같은 분석적 절차는 경험하지 못했던 주제에 관한 의사결정에는 적합하지만 경험이 풍부한 의사결정자의 실시간 의사결정에는 부적합하다[4].

또한 우리 군에서는 적의 위협수준을 결정할 때, 정량적인 요소와 정성적인 요소를 동시에 고려하고 있지만, 위협수준을 결정하는데 있어 복합적인 요소를 동시에 고려하는 것이 매우 어려우며, 또한 적이 나타났을 경우, 즉각적으로 위협수준을 판단하기도 쉽지가 않다.

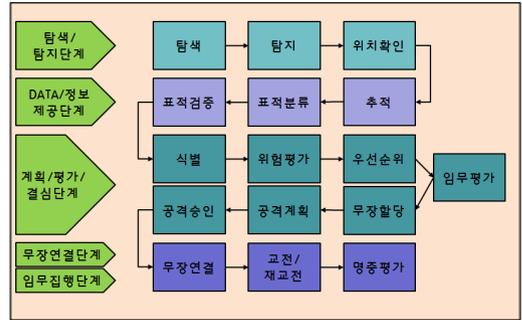
이 연구에서는 해군에서의 적의 위협평가지 의사결정을 지원하는 모델을 개발하고자 한다. 이를 위해 위협요소에 대해 알아보고, 퍼지이론을 이용하여 적의 위협수준을 평가한다. 퍼지척도(fuzzy measure)를 통해 각 위협요소별 중요도를 산정하고 퍼지적분을 이용하여 각 상위항목별 위협수준을 종합하여 최종 위협수준을 평가한다.

## 2. 위협수준평가모델 개념설계

해군의 위협평가는 지상 전력의 계량화비교보다 복잡할 뿐만 아니라 함정의 크기와 성능에 따라 해양조건을 극복할 수 있는 능력이 각기 다르다. 또한 해군의 전투는 대공전, 대함전, 대잠전과 같은 다양한 전투가 존재한다. 이 연구에서는 위협평가항목이 함정에 동일한 영향을 받는다는 가정을 하며 대함전만을 고려한다. 또한 적합정무장체계로는 함포만을 고려하며, 함포의 수는 1개로 가정한다. 아 함정의 함정제원은 적합정과 동일하다고 가정하였다.

### 2.1 함정 전투체계의 전투수행절차

전투체계를 보유하고 있는 전투함정의 일반적인 전투체계 전투수행 절차는 그림 1과 같으며 일련의 순환과정을 지속적으로 반복한다[5].



[그림 1] 함정 전투체계의 전투수행 절차도  
[Fig. 1] The process of the ship's combat system

이 연구에서는 계획-평가결심단계의 과정 중 위협평가에 대해 알아보기 위해 위협요소를 식별하고 적합 출현시 시간의 흐름에 따라 각 단계별 위협수준평가를 실시하여, 지휘관의 의사결정시 지원을 해주는 모델을 개발한다.

### 2.2 적합 위협요소 식별 및 분류

적합의 위협요소는 적합의 능력을 나타내는 정량적인 데이터와 적합의 의도로 나타내는 정성적인 데이터로 나눌 수 있다.

[표 1] 위협요소 분류  
[Table 1] Threat-factor

구분	상위평가항목	하위평가항목
정량적데이터	해양 조건	파고(m)
		시간(hour)
		대기온도(℃)
	적합정제원	강우량
		유효사거리
정성적데이터	전략 환경	순항속도
		대내적 환경
		대외적 환경

위협요소를 식별하기 위해 전문가에게 자문하여 적합정의 위협평가 시, 영향을 미치는 위협요소를 식별하고 분류해 보았다. 표 1는 전문가가 자문한 결과를 표로 나타내었다.

총 3가지 상위평가항목으로 위협평가요소를 분류하였으며, 이를 바탕으로 하위평가항목이 각 상위평가항목에 어떻게 영향을 미치는지 전문가의 견해를 바탕으로 규칙을 나타냈다. 예를 들어 표 2는 해양조건의 하위항목에

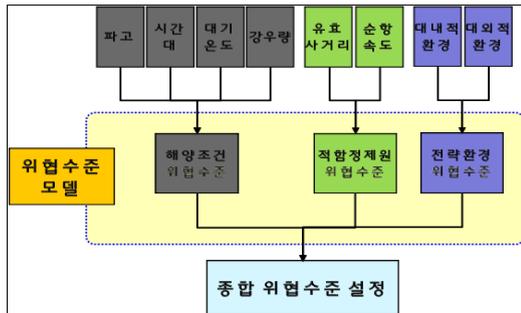
대한 규칙을 나타냈다.

[표 2] 해양조건 평가항목에 대한 규칙  
[Table 2] Fuzzy rules for navigational condition

규칙	내용
1	파도의 높이가 높을수록 위험수준은 낮아진다.
2	취약시간에 위험수준이 높아진다.
3	대기온도가 낮거나 높으면 위험수준이 낮아진다.
4	강우량이 많을수록 위험수준은 낮아진다.

### 2.3 위험수준평가모델 프로세스 설계

자합센서(레이더, 음탐기, 전자전장비, 적아식별기), 데이터 통신을 통해 수집된 데이터는 각 상위평가항목별 데이터베이스에 저장된다. 이렇게 수집된 데이터를 통해 위험수준 모델에 입력데이터로 들어오며, 위험수준모델의 프로세스를 거쳐 종합위험수준을 결정하게 된다. 이 때 종합위험수준을 설정하는 모델은 그림 2와 같다.



[그림 2] 위험수준 모델구조  
[Fig. 2] Threat-Level Model Structure

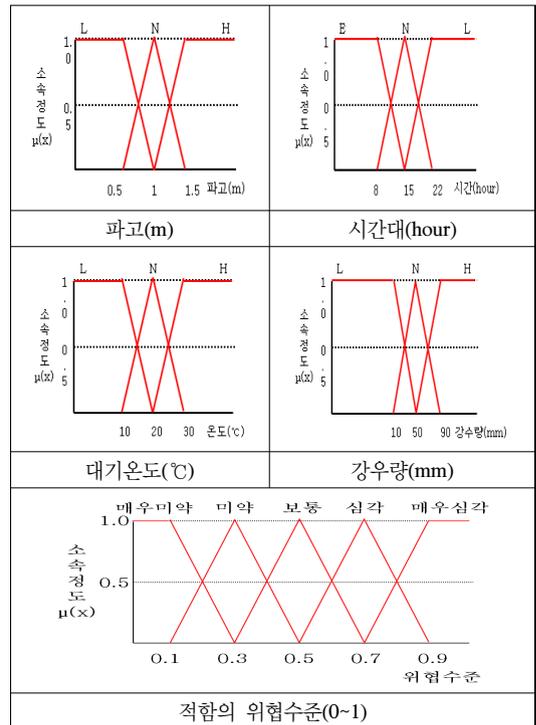
## 3. 위험수준평가모델 개발

위험수준에 영향을 미치는 평가항목들은 보통 모호한 언어적 표현에 의해 평가하게 되므로 이를 정량화하기 위해서 퍼지추론을 이용한다. 종합위험수준평가를 위해 각 상위평가항목별 위험수준을 산정한 후 중요도를 부여하여 choquet의 퍼지적분으로 종합위험수준을 평가한다.

### 3.1 각 상위평가항목별 위험수준 평가

종합위험수준을 평가하기 위해 3가지 상위평가항목별 위험수준을 평가한다. 해양조건에 대한 위험평가를 나타내기 위한 입-출력 변수를 나타낸다. 각 상위평가항목별 입력변수는 표 1의 각각의 하위평가항목이며, 출력변수

는 위험수준이며 0~1의 숫자로 나타낸다. 1에 가까울수록 위험수준이 높은 것으로 표현하였다.



[그림 3] 해양조건 입력력 변수의 멤버십 함수  
[Fig. 3] Membership Function of navigational condition

각각의 입력변수는 입력변수별 삼각퍼지집합을 통하여 언어변수에 속하는 정도를 구한다. 예를 들면, 해양조건인 경우 입력변수에 대한 언어변수를 고려해 보면, 파고의 경우 파도가 높다(H: high), 파도가 정상이다(N: normal), 파도가 낮다(L: low)로 표현하였다. 시간은 시간이 저녁이다(L: late), 시간이 일과시간이다(N: normal), 시간이 새벽이다(E: early)로 표현하였다. 대기온도는 대기온도가 높다(H: high), 대기온도가 정상이다(N: normal), 대기온도가 낮다(L: low)로 표현하고, 강우량은 강우량이 많다(H: high), 강우량이 정상이다(N: normal), 강우량이 적다(L: low)로 표현하였다.

이와 같이, 4개의 입력과 하나의 출력을 결정할 후, 전문가의 경험과 지식을 바탕으로, 각각의 입력을 각각 3개의 언어변수로 나누어 표현하였고, 출력은 5개의 언어적인 변수로 설정하였다. 이를 그림 3으로 나타내었다.

각 입력변수별 언어적 분할에 따라 총 81개의 퍼지 룰 베이스를 표 3으로 생성하였다. 이 때, 적합 위험수준을 나타내는 언어적 변수는 매우 심각(A), 심각(B), 보통(C),

미약(D), 매우미약(E)로 나타내고, 언어변수를 나타내는 수치는 0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1로 정의 한다. 예를 들어 파고의 높이가 정상이고, 시간대가 새벽이며, 대기온도가 정상이고, 강우량이 높다면 룰베이스에 의해 출력변수는 매우심각(A)가 된다.

[표 3] 해양조건 룰베이스

[Table 3] Rulebase of navigational condition

대기온도	시간대	강우량	파고								
			L	N	H						
H	H	H	E	N	L	E	N	L	E	N	L
			A	B	A	A	B	A	D	D	D
			B	C	B	B	C	B	E	E	E
N	H	H	L	D	D	D	D	D	D	E	E
			A	B	A	A	B	A	D	D	D
			B	C	B	B	C	B	E	E	E
L	H	H	L	D	D	D	D	D	D	E	E
			A	B	B	B	B	B	D	D	D
			B	C	B	B	C	B	E	E	E
L	N	H	L	D	D	D	D	D	D	E	E
			A	B	B	B	B	B	D	D	D
			B	C	B	B	C	B	E	E	E
L	L	H	L	D	D	D	D	D	D	E	E
			A	B	B	B	B	B	D	D	D
			B	C	B	B	C	B	E	E	E

각 상위평가항목별 위험수준을 산정하기 위해 입력변수는 삼각 퍼지집합을 통해서 언어변수의 소속정도를 구한 후, 룰 베이스를 통해 위험수준을 구한다. 위험수준 평가를 하는데 있어 선형관계를 따르지 않는 비선형관계에 있다. 비선형관계이기 때문에 계산이 복잡하여 처리속도가 길어지게 된다. 하지만 퍼지이론을 적용하면 복잡한 수식이 필요가 없으며 처리속도가 향상된다. 선형관계가 따르더라도 변수가 많아질 경우 계산이 복잡하기 때문에 퍼지이론을 적용하여 위험수준을 평가한다. 해양조건의 위험수준을 계산하기 위해 비퍼지화(defuzzification)과정을 거쳐 위험수준을 산정한다. 이때 비퍼지화 기법은 일반적으로 많이 쓰이고 있는 무게중심법(center of area method)을 사용하였다.

### 3.2 상위평가항목의 중요도

종합적인 위험수준을 산정하기 위해 상위평가항목에 각각의 가중치를 산정한다. 복잡한 의사결정 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 AHP(Analytical Hierarchy Process : 계층화 의사결정법)를 이용하여 상대적인 중요도를 산정하고, 주관적 의사결정 문제의 해결에 적합한 퍼지적분을 수행하기 위해서는 상위평가요소의 절대적인 중요도가 요구되므로 퍼지척도 개념을 이용하여 상위평가요소의 절대적인 중요도를 산정한다. 퍼지척도는 개별 평가항목의 상위 평가항목에 대한 기여도로서 그 수치의 신뢰성이 다소 떨어진다. 이에 비하여 평가항목을 일대일 비교하여 구한 상대적 중요도는 그 수치의 신뢰성이 상대적으로 높다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한

상황을 고려하여 퍼지척도를 이용하여 상위평가요소가 종합위험수준에 기여하는 정도인 절대적 중요도를 구하여 AHP로부터 구한 상위평가요소의 상대적인 중요도에 반영함으로써 종합위험수준의 중요도를 산정한다.

중요도를 산정하기 위해 현역군인 및 관련전문가를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 E-mail 및 설문지를 통하여 시행하였으며, 설문지 35부를 배포하여 32부를 회수하였다. 설문응답자의 군 경력은 평균 16.7년 이고, 20년 이상의 경력자가 33%를 차지하였다.

설문조사의 결과값을 Excel에 입력하여 결과값을 검증하였다. 먼저, 일관성지수(Consistency Index : CI)가 0.0371로 0.1보다 작으므로 일관성이 있다고 판단한다. 또 다시, 일관성 지수를 검증하는 정합도(Consistency Ratio : CR)이 0.064로 0.1 보다 작으므로 설문조사를 통해 나온 상대적인 중요도는 믿을 수 있다고 할 수 있다.

중요도 보정은 퍼지척도로부터 평가항목들간의 상대적인 관계인 내적관계(Redundancy)를 구하고, 이러한 내적관계를 AHP로부터 구한 평가항목의 상대적 중요도에 반영하여 구한다. 즉 상대적 중요도를 절대적 중요도의 내적관계만큼 일정비율로 증감함으로써 보정된 중요도를 구할 수 있다. 표 4는 상위평가항목의 최종중요도를 나타 내었다.

[표 4] 상위평가항목의 최종중요도

[Table 4] Weights of major categories

평가항목	중요도	상대적 중요도	절대적 중요도	보정된 중요도
해양조건		0.091	0.42	0.16
적 함정제원		0.671	0.75	0.926
전략환경		0.237	0.52	0.327

### 3.3 종합위험수준 평가

상위평가요소와 위험수준과 각 상위요소별 보정된 중요도를 통해 종합적인 위험수준을 평가할 수가 있다. 이때 3개의 상위 위험수준과 중요도를 종합하기 위해 Choquet 퍼지적분식을 사용한다[6]. 상위평가항목의 위험수준이 각각 {0.343, 0.519, 0.574}이고 앞에서 구한 보정된 중요도를 가지고 종합위험수준을 예를 들면 아래와 같다.

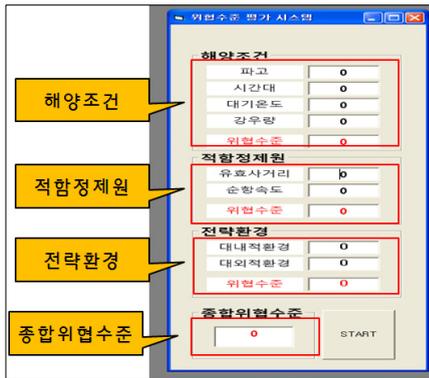
$$\begin{aligned}
 & f(h(x) \bullet g(x)) \\
 & x \\
 & = h(x_1)g((x_1, x_2, x_3)) + [h(x_2) - h(x_1)]g((x_2, x_3)) + [h(x_3) - h(x_2)]g((x_3)) \\
 & = 0.343 \times 1 + (0.519 - 0.343) \times 0.984 + (0.574 - 0.519) \times 0.327 \\
 & = 0.534
 \end{aligned}$$

이때 h(x)는 평가항목의 평가치, g(x)는 퍼지척도이다.

## 4. 위협수준평가모델 구현 및 검증

### 4.1 위협수준평가모델 구현

본 연구를 위해 개발된 모델은 Microsoft Visual Studio 6.0의 Visual Basic 6.0을 이용하여 개발하였으며, 사용자 인터페이스(UI)는 그림 4와 같다.



[그림 4] 프로그램 UI  
[Fig. 4] User Interface

### 4.2 위협수준평가모델 검증

모델검증을 위해 실제 데이터를 모델의 입력데이터로 넣어 결과 값을 실제상황과 비교하는 것이 가장 정확한 검증방법이다. 하지만, 군 특성상 실제데이터를 사용하지 못하므로, 임의의 데이터를 이용하여 이 모델에 대해 검증해 본다.

[표 5] 위협수준 평가 실험결과  
[Table 5] Testing Threat-Level Assessment Model

순서	해양조건				적 함정제원		전략 환경		종합 위협 수준
	파고	시간 대	대기 온도	강우 량	유효사 거리	순항 속도	대내 적환 경	대의 적환 경	
1	2	15.5	5	3	0.9	0.5	0.8	0.8	0.18
2	0.3	7	6	4	0.55	0.55	0.15	0.15	0.895
3	1.1	15.5	25	52	0.75	0.75	0.55	0.55	0.454

표 5의 첫 번째 데이터는 위협수준이 낮은 상황에 대해 고려하여 입력데이터를 입력해 보았다. 그 결과 0.18의 결과 값이 나왔다. 두 번째 데이터는 위협수준이 높은 상황에 대해 고려하여 입력데이터를 입력해 보았다. 그 결과 0.895라는 결과 값이 나왔으며, 세 번째 데이터는 위협수준이 중간 상황에 대한 대해 고려하여 입력데이터

를 입력하여 0.454이라는 결과가 나왔다.

예상대로 첫 번째 데이터가 0.18이라는 0에 가까운 결과 값이 나오므로 위협수준이 낮은 상황임을 알 수 있었으며, 두 번째 데이터는 0.895라는 1에 가까운 결과 값을 나타내면서 위협수준이 높은 상황임을 알 수 있었다. 마지막 데이터가 0.454이라는 결과 값이 나오면서 위협수준이 중간 상황에 대한 상황을 잘 나타내고 있다.

다른 검증 방법으로 임의의 입력데이터를 바탕으로 모델의 위협수준과 전문가의 위협수준을 비교해보기로 한다. 집단의 특성이 동질적일 때 집단의 크기는 적어도 비슷한 결과가 나타나므로, 여기서는 비슷한 경험과 경력을 가진 3명의 전문가에게 임의로 50가지 상황을 제시하였고, 이를 입력데이터로 정리하였다. 표 6은 입력데이터 중 일부를 정리한 것이다.

[표 6] 위협수준 결과 값 비교  
[Table 6] Comparing results of Threat-Level Assessment

순서	종합 위협수준	
	모델	전문가
1	0.408	0.433
2	0.48	0.500
3	0.744	0.800
4	0.75	0.717
...	...	...
47	0.855	0.9
48	0.287	0.3
49	0.822	0.85
50	0.542	0.6

모델과 전문가의 결과 값을 동시에 살펴보면, 몇 개의 데이터를 제외하고는 대부분 비슷한 결과를 보이고 있다. 모델의 결과 값과 전문가의 결과 값이 다른 이유는 위협수준평가모델에는 정성적인 평가항목이 포함되어 있기 때문이다. 그러므로 이 모델이 지휘관의 위협평가시 지휘관의 의사결정을 지원하는 체계로 충분히 활용될 가치가 있다고 판단된다.

## 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 적합정이 해상에 나타났을 때, 아군의 지휘관이 적 함정에 대한 위협평가 시 의사결정을 지원해 주는 모델을 만들기 위한 연구이다. 여러 가지 위협평가에 영향을 미치는 요소들을 파악하여 신속하게 위협수준을 결정하고, 특히 위협평가요소 중 정량적인 평가요소 뿐만 아니라, 정성적인 평가요소까지 고려하기 위해 퍼지이론을 이용한 모델을 제시하였다. 이를 위하여 전문가에

계 자문을 구해 위협요소를 결정하였고, 위협요소는 다시 정량적인 데이터와 정성적인 데이터로 분류하였다. 분류된 데이터들은 3개의 상위평가항목으로 분류하였으며, 위협평가를 위해 위협요소는 퍼지개념을 이용하여 언어 변수로 나타낸 후 이를 퍼지추론을 통하여 정량화하였다. 각 상위평가항목별 중요도를 산정하여 종합적인 위협수준을 평가하기 위해, 주관적인 평가에서 적용성이 높은 Choquet 퍼지적분을 이용하였다.

이 위협평가모델은 지휘관의 위협평가 시 신속하게 의사결정을 내릴 수 있게 지원을 해주며, 적합성의 우선순위를 결정할 수 있게 된다. 하지만 이 모델은 지휘관의 의사결정을 돕기 위한 지원체계의 의사결정 지원모델이지 의사결정체계는 아니다. 즉, 이 모델을 통해 얻은 결과 값은 적 함정의 위협수준을 정량적인 수치로 반영하는 것대로 이용할 수는 없다. 위협평가에 대한 의사결정은 지휘관의 중요한 임무중 하나이므로, 이 모델의 결과값으로 적의 위협수준을 결정하는 것은 지휘관의 판단에 맡긴다. 따라서 지휘관에 따라 같은 위협수준 결과 값이 같더라도 다른 위협평가 결과가 나타나게 된다.

이 연구에서는 퍼지이론을 이용하였지만, 향후 연구에서는 학습이 가능한 신경망, 휴리스틱 알고리즘 등 인공지능기법을 적용하여 가장 효과적인 분석방법을 찾는 연구가 이뤄져야 하며, 가장 영향을 많이 미치는 평가항목인 함정제원을 구체화하여 적용시키며, 정성적인 평가항목을 보다 세밀하고 다양화 시켜야겠다. 또한 다양한 전투의 종류를 포함될 수 있어야 하며, 함정간의 일대일 전투가 아닌 다대다 전투까지 모두 포괄하는 연구가 이뤄져야겠다.

## References

[1] W. Go, "Simulation model development for decision-making support(I)", KIDA, p27, 2006.  
 [2] U.S.Kim, 「C4I system's decision support system concepts and initiatives」, KJDA, 2004.  
 [3] G.H.Lee, H.SKIm. 「A Study on Expert System development in STAFS distribution Fire Support」, Korea National Defense University, 2008.p2.  
 [4] Y.G.Kim, 「C4I Fundamental」, KIHANJAE, 2003. pp17~18  
 [5] G,R. Lee, 「A Study on the Improvement Effectiveness of Ship Combat System by Using the Simulation Mode l」, Korea National Defense University, 2009.  
 [6] Y.M.Kim, 「Fuzzy Based Assessment for Reinforced Concrete Building Structures」, Seoul University, 2002.  
 [7] U,Ch. Moon, S.C.Lee, Ch.W.Nam, 「An Expert System

using Fuzzy and Binary logic for the Fault Diagnosis of Hard Disk Drive Test System」, 「KIEE」, v53D n6, 2004.6.

[8] G,H, Lee, K,R, Oh, 「Fuzzy theory and Applications」, Hongneung, Publishing, 1991.  
 [9] J.S.Hwang, Ch.S.Lee, 「A Risk Management Method Using Fuzzy Theory for Early Construction Stage」, 「KICEM」, v.5 n.2. 2004.4.  
 [10] Pedrycz. W., Gomide. F., *An Introduction to Fuzzy Set : Analysis and Design*, MIT Press, 1998.  
 [11] Saaty, T. L. *The Analytic Hierarchy Process: Planing, Priority, Setting, Resource Allocation*, New York McGraw-Hill Book Co. 1980.  
 [12] Sugeno.M., "Theory of Fuzzy integrals and Its Applications", 1974 Ph.D. Dissertation, "Tokyo Institute of Tech", 1974.

## 장 동 학(Dong-Hak Jang)

[정회원]



- 2009년 2월 : 한성대학교 산업시스템공학과 (공학사)
- 2011년 2월 : 한성대학교 산업시스템공학과 (공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : (주)심네트

<관심분야>  
 모델링 & 시뮬레이션

## 홍 윤 기(Yoon-Gee Hong)

[정회원]



- 1980년 2월 : 고려대학교 산업공학 (공학사)
- 1985년 2월 : USC OR (공학석사)
- 1989년 2월 : USC 산업시스템공학 (공학박사)
- 1989년 3월 ~ 1991년 2월 : California State University,

Northridge Information and Systems Operation Management, 조교수

- 1991년 3월 ~ 현재 : 한성대학교 산업경영공학과 교수

<관심분야>  
 모델링 & 시뮬레이션, Combat Analysis, Combat Experimentation