

## 퍼지모델링을 이용한 기관실 장비 배치 평가

### Evaluation of Engine room Machinery Arrangement using Fuzzy Modeling

신성철 · 김수영 · 박정기

Sung-Chul Shin, Soo-Young Kim and Jung-Ki Park

부산대학교 조선해양공학과

#### 요 약

본 연구의 목적은 배치 특성의 정량화에 의해 배치 대안들을 비교할 수 있는 객관적인 평가 기준을 정립하는 것이다. 장비 배치는 모든 구성 요소들의 기능을 최대로 하고 동시에 공간적인 제한 조건을 만족시키도록 여러 가지 장비들의 위치를 결정하는 설계단계이다. 선박의 경우 설계자가 제시하는 몇 가지 배치안 중 한 가지만 선택하게 되는데 이 과정은 숙련된 전문가의 경험, 지식, 판단에 대한 의존도가 매우 높고 또한, 객관적인 평가가 어렵다. 우리는 이러한 서술적인 언어로 된 것을 퍼지 이론을 통해 정량화하여 배치안을 객관적으로 평가할 수 있는 기준을 제시한다

#### Abstract

The aim of this study is to establish an evaluation function that can be used in comparison of alternative layouts by quantification of particularities of arrangements. The machinery arrangement is a design phase that decides the location of various equipment in a compartment to make the most of the function of every components and to meet the limit of ship space at the same time. In case of the ship, Only one of the several alternative layouts is selected. This process depends on the experience, knowledge, and judgement of an expert and, as a result of it, it's hard to get an objective evaluation. Therefore, according to quantification by using the fuzzy theory, we suggest a standard that can objectively evaluate alternative layouts.

**Key words :** Fuzzy, 편리도, 준비지수, 배치 공간의 크기, 파이프 생산성

#### 1. 서 론

선박 설계에서 배치 설계는 크게 일반 배치와 장비 배치로 나눌 수 있다. 일반적으로 일반 배치 설계 과정을 통해 정의된 각각의 격실 내에 장비를 배치하게 된다. 장비 배치란 각종 구성 기기들의 성능을 최대한 발휘시키고 운전, 보수 및 유지가 용이하도록 제한된 공간 내에 각종 기기들을 여러 가지 배치 제약에 따라 위치시키는 작업이다[1].

이러한 장비 배치는 이미 산업 공학과 건축학 분야에서 많은 방법이 제시되었고 관련된 연구는 다음과 같다. R. Muther[2]는 발견적(heuristics) 방법을 이용한 체계적 배치계획(Systematic Layout Planning : SLP)을 개발하였다. 이것은 제품과 생산량 등을 고려하여 장비들의 거리에 의해 장비 배치를 비교적 간단히 한다. R. C. Lee 등[3]은 컴퓨터를 이용한 자동 설비 배치계획으로 설비 간 근접도(closeness)에 기초를 두어 설비 배치를 하는 CORELAP(COMputerized RELationship LAYOUT Planning)를 개발하였고, E. S. Buffa 등[4]은 장비 상호간의 물질 이동 또는 운반비용을 최소화하는 평가 기준하에서 발견

적 방법으로 장비를 배치하는 CRAFT(Computerized Relative Allocation of Facilities Technique)를 개발하였다. 그러나 이런 것들은 2차원적이고 공간에 거의 제한을 받지 않는 설비들에 대한 배치 방법이다. 그리고 계획된 배치안에 대한 평가는 결국 설계자의 판단에 의존한다. 선박과 같은 대형 복합 시스템의 경우 개발 기간이 2년 이상 소요되고 이 기간동안 해당 제품에 대한 요구 사항의 변경이 빈번히 발생한다. 그리고 개념적인 요구 사항이 제품 정보로 구체화되고 제품화되면서 기존의 설비 배치에서와는 다른 많은 문제점이 발생할 수 있으며, 또한 공간의 제약을 크게 받는다.

설계자는 이러한 요구 사항들을 반영한 여러 가지 설계 대안들을 제시하게 되고 결국, 그 대안들 중 한 가지만이 선택되어 건조된다.

현재 이러한 선박에서의 장비배치 과정은 숙련된 설계자의 경험, 지식, 그리고 판단에 대한 의존도가 높기 때문에 객관적인 기준에 의한 평가가 이루어지지 않는다. 특히, 함정 등과 같은 특수 목적용 선박은 신형선 설계가 대부분이므로 전문가의 설계 지식, 경험 및 판단을 적용한 객관적인 기준에 의해 배치 대안을 평가하는 것은 필수적인 과제이다. 따라서 본 연구에서는 주관적인 전문가의 판단 기준을 퍼지 이론을 통해 정량화하여 선박내 기관실 장비 배치 설계를 객관적으로 평가할 수 있는 방법 제안하고자 한다.

접수일자 : 2001년 6월 19일  
완료일자 : 2001년 12월 17일

## 2. 장비 배치시 고려 요소

장비 배치를 하는데 있어서 고려해야 할 사항은 다음과 같다.

첫째, 배치될 장비들 사이의 상호 관련성이다. 즉, 어떤 장비들 사이에는 상호 간섭이 발생하지 않도록 멀리 배치하여 기능의 향상을 꾀할 수 있는 한편, 어떠한 장비는 기능을 수행하는데 있어서 인접하게 배치하여 상호 영향을 쉽게 주고받을 수 있도록 하여야 한다. 둘째, 배치할 장비에 대한 규정, 요구 조건, 설계자의 판단에 의해 위치가 제한된다. 이것은 상대적, 절대적 위치 제한 조건으로 나누어지는데 상대적 제한 조건은 두 장비를 정렬시키거나 둘 사이의 최소 또는 최대 거리에 대한 요구 조건들에 관련이 있다[5]. 절대적 제한 조건은 주기관과 기관실 선수 격벽 사이에는 연료유관, 해수관, 빌지/발라스트관이 통과하므로 선중에 따라 다르지만 통상 최소한 3m는 되어야 한다는 규정과 같이 상수로 고정되는 값, 또는 그 장비의 절대적인 위치 좌표를 요구한다. 또한 주기관의 피스톤 개방 높이가 기관실의 높이를 넘으면 안 되는 것과 같이 장비들이 기관실의 경계를 벗어나지 않도록 하기 위해 모든 장비들의 위치에 대한 상한선과 하한선도 포함된다[6]. 셋째, 장비의 운영, 유지, 보수를 위한 편리성이다. 만약 그 장비가 자주 이용된다면 충분한 조작 공간이 보장되어야 하고 반대로 가끔 사용될 것이라면 최소한의 조작 공간만이 요구될 것이다. 넷째, 파이프 생산성으로 통상 파이프 배관은 장비의 위치에 따라 절대적인 영향을 받는데 장비의 조작 또는 기능을 방해하는 영역으로 파이프가 통과하면 안되고 온도가 높은 물체가 흐르는 파이프는 가연성 탱크로부터 가능한 멀리 떨어져 하면서 최소의 길이와 굴곡부를 가져야만 파이프의 생산성이 높아진다[5].

## 3. 퍼지 이론의 적용

선박의 배치설계 평가시에는 평가와 관련 있는 모든 고려 요소가 반드시 프로그램 내에 포함되어야 한다. 이들 중 일부는 쉽게 수식화되어 프로그램에 직접 포함될 수 있으나 그 나머지는 주로 서술적인 언어로 표현되며, 수학적으로 수식화되어 직접적으로 포함될 수 없다. 예를 들어, 복잡하고 밀집된 구획 안에서는 장비의 조작을 위해 '충분한 공간'을 요구하는 조건이 있을 것이다. 그러나, '충분한'의 뜻이 갖는 주관적 모호함으로 인해 그 제한조건을 적절한 수학적 함수로 바꾸고, 컴퓨터에서 사용될 수 있도록 프로그램 내에 포함시키기가 어렵다. 먼저, 장비 앞에 위치한 작업 공간의 여러 가능한 크기와 형태를 수학적 식으로 나타내기가 쉽지 않다. 그리고, 수학적 함수들을 이용하여 '충분한'이라는 용어를 나타내려고 시도할 때는 개인이 갖는 주관적인 인지 차이로 인해 정확한 표현과 전달이 불가능하다. 인간은 방해물이 어디에 위치하는지, 방해물이 차지하는 공간은 얼마나 되는지, 장비의 조작을 위해 요구되는 공간은 얼마나 되는지, 그리고 장비를 얼마나 자주 작동시키는가를 근거로 하여 '충분한' 공간을 판단하게 된다[5].

표 1. 인간의 경험에 의한 규칙들

Table 1. The rules according to human's experience

<p>Rule 1 :</p> <p><b>If distance is far and time_allotted is long.</b></p> <p><b>Then degree of convenience is low.</b></p> <p>Rule 2 :</p> <p><b>If distance is medium and time_allotted is short.</b></p> <p><b>Then degree of convenience is high.</b></p> <p>.....</p>
---

이와 같은 인간의 판단은 표 1과 같이 경우별로 일반적인 몇 개의 규칙으로 분할될 수 있으며 설계자는 장비의 조작을 위해 필요한 공간의 정도를 빠르고 쉽게 판단할 수 있다. 그러나 준비된 공간이 충분한지를 컴퓨터가 판단할 수 있도록 이러한 요소들을 수학적 식들로 표현하는 것은 쉽지 않다.

이와 같이, 장비 배치를 위한 고려 요소들은 그 표현 안에 포함된 용어들(큰/작은, 먼/가까운, 자주/가끔, 비상시/평상시 등)을 엄밀하게 정의하기 어렵기 때문에 애매 모호한 것들이다. 이러한 애매 모호한 용어들을 그림 1과 같이 퍼지 함수를 이용하여 수식화하고 퍼지 규칙으로 구성함으로써 서술적인 언어로 된 조건을 컴퓨터 프로그램 상에 포함시키는 것이 가능해진다[7][8].

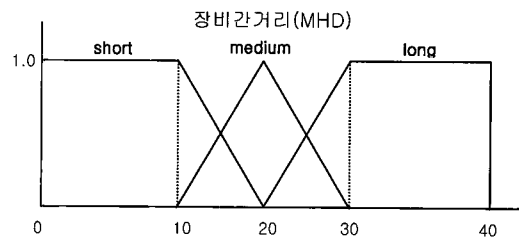


그림 1. 퍼지 함수

Fig. 1. The fuzzy function

## 4. 평가 기준 정립

### 4.1 조작과 보수유지 등, 편리성의 최대화

배치 공간에서 편리도(Degree of Convenience: DOC)는 작업자가 장비를 조작하는데 있어서 작동, 보수, 유지 등을 하는데 얼마나 용이한가를 나타내는 척도이다. 그러므로 그 배치안에 대한 편리도가 높으면 높을수록 작업이 용이하게 되고 접근성이 좋아 더 나은 배치안이 된다. 그러나 배치안 평가를 위해 장비 조작의 편리도를 정량화 하기가 어렵다. 이를 위해 배치 영역을 단위 cell로 나누고 장비가 놓여진 주위의 공간이 장비의 조작을 위해 요구되는 정도를 0에서 1 사이의 준비지수(Reservation Index)로 나타내기로 한다. 만약 어느 한 공간이 있을 때 그 주위에 여러 개의 장비가 놓인다면 그 공간은 하나의 장비가 놓였을 때보다 장비의 조작을 위해 더 복잡해질 것이다. 그래서 편리도가 높으면 준비 지수는 낮아지고 이를 추정하기 위하여 퍼지 이론을 적용할 수 있다. 방

해물의 위치, 그것이 차지하는 공간, 장비 조작을 위해 주어지는 시간과 장비의 사용 빈도와 같이 준비지수에 영향을 미치는 요소들이 입력변수에 포함될 수 있다. 장비와 셀 사이의 거리를 나타내기 위하여 '멀다', '가깝다'와 같은 언어적 용어들이 사용되며 '멀다', '중간이다', '가깝다'에 대한 소속도는 전형적인 선형 또는 비선형 곡선들에 의해 만들어진다[9]. 이렇게 편리도(DOC)는 여러 조건 하에서 장비를 둘러싼 모든 셀(cell)들의 준비지수로부터 계산된다. 각 cell에서의 준비 지수가 구해지면 평가 척도로 사용하기 위해 이것에 대한 평균을 구한다. 이것이 평균 준비 지수인데(Average Reservation Index : ARI) 먼저, 셀 하나씩 각각의 장비에 대한 준비지수를 구한 뒤, 구해진 각각의 준비지수를 합하여, 모든 셀의 총 준비지수(Total reservation index)를 얻게 된다. 얻어진 총 준비지수는 각각의 셀의 장비에 대한 준비지수를 합한 것이므로, 이것의 평균을 적용하여 평균 준비 지수(ARI)를 얻는다.

4.2 기관실 내 배치 공간 최소화

기관실 내 배치 공간을 정의하는 RMX와 RMY, RMZ는 x와 y, 그리고 z의 최소와 최대 지점에서 두 장비 양극단 경계 사이의 거리이다. 기관실 배치를 2차원에 적용할 때는 RMX와 RMY의 두 값이 기관실 내 배치 공간 크기를 나타내는 평가 기준값으로 사용되지만, 실제로 기관실은 3차원적인 배치 평가가 이루어져야하므로, 기관실의 체적을 나타내는 RMV (Required Minimum Volume)가 사용된다. 만약 모든 장비에 대한 고려가 가능하다면 선박 설계시 중요한 기관실 크기 결정에 있어서 최대의 기능과 효과를 내면서도 기관실의 크기를 최소화하는데 적용할 수 있을 것이다.

4.3 모든 파이프들의 추정 생산성 최대화

장비 배치 설계 단계에서 아직 파이프들의 경로가 정해지지 않는다. 이것은 배치 장비의 위치에 절대적인 영향을 받기 때문에 장비 배치가 최종적으로 결정되지 않는 한 파이프 경로를 결정할 수 없다. 그래서 본 연구에서는 장비 배치 평가 항목으로 0에서 1사이의 값으로 표현된 추정 파이프 생산성(Estimated Pipe Producibility : EPP)을 포함하여 배치안을 평가할 수 있도록 하였다. 파이프 생산성은 파이프 길이와 굴곡부 개수를 토대로 추정된다. 그러나 이러한 data 역시 모르는 값이므로 이를 추정하기 위해서 예상 파이프 경로에 대한 파이프 두 끝단 위치 사이의 직각 방향의 길이(Manhattan Distance : MHD), 굴곡부 최소 개수(Minimum Number of Bends : MNB), 파이프 입구의 막힌 면적(pipe Entrance Area Blocked : EAB), 이용가능 체적률(Free Volume Rate : FVR) 등의 data를 이용하여 추정 파이프 길이(Estimated Pipe Length : EPL)와 추정 파이프 굴곡부 개수(Estimated Number of Bend : ENB)를 먼저 추정한다. 여기서 이용 가능 체적률(FVR)이란 전체 기관실 크기를 1이라고 했을 때 여기서 전체 기관실 크기에 대한 장비가 차지하는 공간의 비율을 뺀 것으로 정의하는데 이것을 나타내는 것이 식(1)이다. 그리고 다시 EPL과 ENB를 입력으로 하는 퍼지 함수에 의해 파이프 생산성을 추정한다. 그림 2는 추정 파이프 생산성(EPP) 추천 과정을 보여주고 있다.

$$FVR = 1 - \frac{\text{장비가 차지하는 공간}}{\text{전체 기관실 공간}} \quad (1)$$

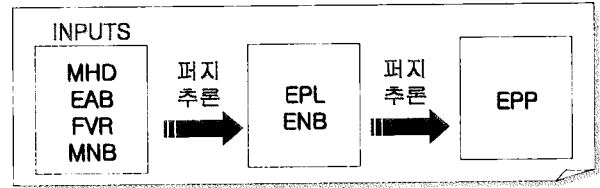


그림 2. EPP 추천과정  
Fig. 2. EPP inference process)

4.4 배치 평가를 위한 평가 함수(Evaluation function)

장비 배치 단계에서 파이프의 배관을 고려하여 배치안을 평가하기 위한 평가 함수는 식(2)와 같다.

$$\min EF = \min \{ARI + RMV + (1 - EPP)\} \quad (2)$$

여기서, EF : Evaluation Function

ARI : Average Reservation Index

RMV : Required Minimum Volume

EPP : Estimated Pipe Producibility

전체 평가 함수를 최소화하기 위해 평가 함수 중 세 번째 평가 항목인 EPP 대신 1-EPP로 대체하였다. 식(2)의 평가 함수는 그림 3의 알고리즘에 따라 구해지며, 평가 함수를 최소로 하는 배치안이 최적의 배치로 결정된다.

평가 기준인 평가 함수에서 퍼지 함수를 사용하는 것은 다음과 같은 장점들이 있다.

- 1) 퍼지 논리의 언어적인 표현들과 멤버십 함수의 사용은 크리스프 논리보다 인간의 표현에 더 가깝다.
- 2) 멤버십 함수가 사용되고 한 가지 이상의 규칙이 동시에 적용될 수 있기 때문에, 출력값이 대체로 매끄럽다.
- 3) 퍼지 규칙을 사용하면 입력과 출력 사이의 관계가 더 쉽게 이해되며, 인간의 경험으로부터 언어적인

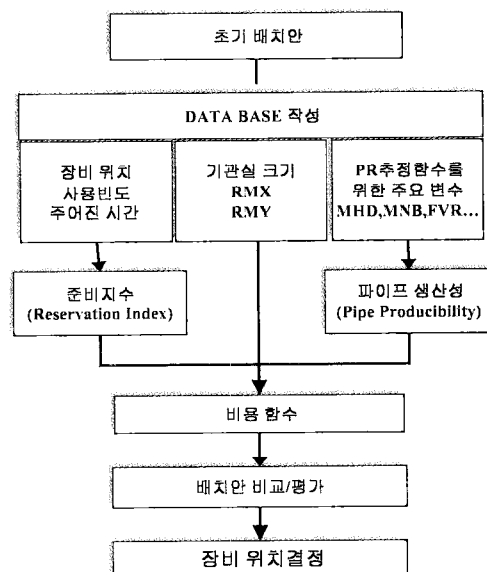


그림 3. 알고리즘  
Fig. 3. The algorithm

용어들을 사용하여 간단하게 바꿀 수가 있다. 더 많은 입력 요소나 규칙들이 퍼지함수에 포함될 때, 새로운 퍼지 규칙들은 이미 존재하는 모델을 건드리지 않고도 쉽게 추가될 수 있다.

### 5. 적용례

#### 5.1 평면에서의 배치 평가

개발된 기법에 의한 비교/평가에 사용된 4가지 배치안은 그림 4와 같으며, 예상되는 파이프 경로가 표시되어 있다.

평가 함수는 식 (3)과 같다.

$$\min EF = \min \{ARI + RMX + RMY + (1 - EPP)\} \quad (3)$$

표 2. 준비지수 추론을 위한 입력

Table 2. The inputs for reservation index inference

장비	1	2	3	4	5	6
사용 빈도(회/1일)	2	3	4	6	6	8
주어진 시간(분)	2	4	7	10	10	15
거리	각각의 셀로부터 장비들까지의 거리					

비교/평가된 4가지 배치안의 장비 수는 6개이고, 셀의 수는 1600개로 나누었다. 각 장비의 특성을 표 2에 나타내었으며, 여기서 거리에 대한 입력값은 각 셀에서 장비 1부터 6까지의 거리를 계산한 값이 주어진다.

준비지수의 추론을 과정은 그림 5와 같으며 각각의 소속 함수 모양은 사다리꼴과 삼각형으로 구성하였고 퍼지 분할을 3으로 하였다. 그리고 퍼지 규칙은 그림 6과 같이 8가지를 사용하였으며, 비퍼지화 과정은 무게중심법을 이용하였다. 퍼지 추론으로 얻어진 준비지수는 표 3과 같다.

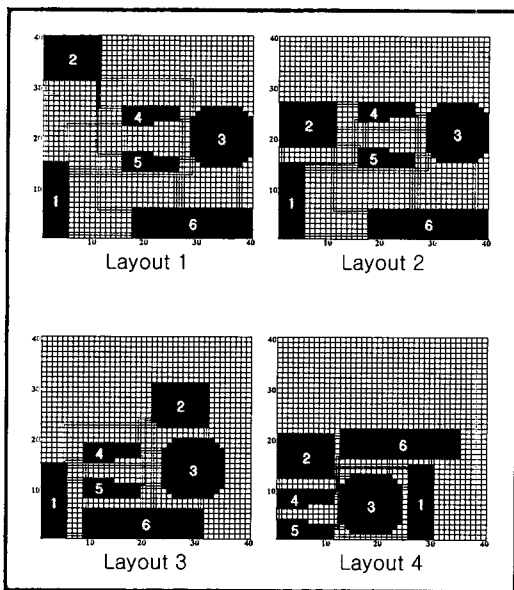


그림 4. 배치안(2차원)

Fig. 4. The layout alternatives(2D)

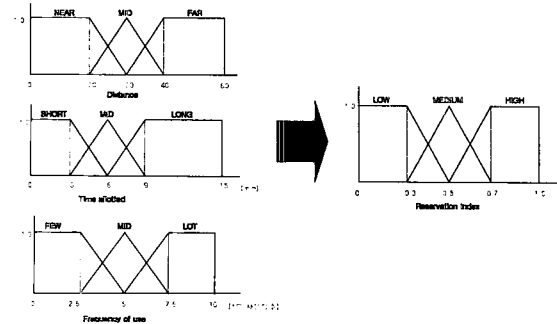


그림 5. 준비지수 퍼지 추론  
Fig. 5. Fuzzy inference of RI

표 3. 퍼지 추론을 통해 얻어진 준비지수

Table 3. The acquired reservation index through the fuzzy inference

Layout	1	2	3	4
Total Reservation Index	1046.7	761.79	795.57	574.32
Average Reservation Index	0.65417	0.70536	0.73325	0.74587

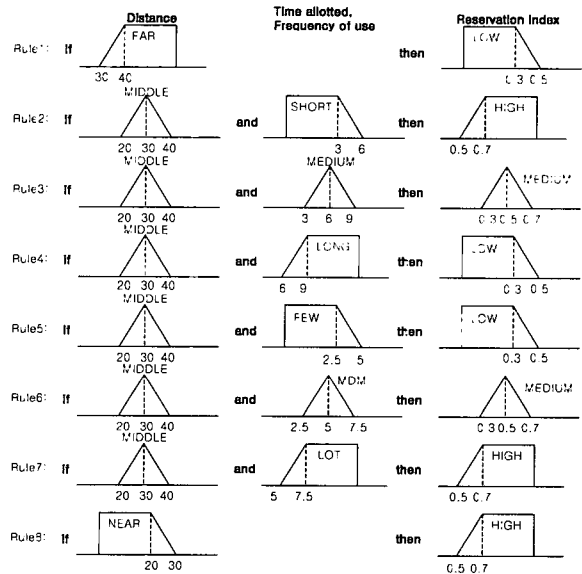


그림 6. 준비지수를 추론하기 위한 퍼지 규칙  
Fig. 6. The fuzzy rules to infer reservation index

표 4. 각 배치안의 RMX, RMY

Table 4. The RMX and RMY of each layout

Layout	1	2	3	4
RMX	40	40	35	35
RMY	40	27	31	22
정규화한 RMX	1	1	0	0
정규화한 RMY	1	0.72	0.5	0

평가 함수의 두 번째 항목을 위한 각 배치안의 RMX와 RMY는 표 4와 같다. 여기서 다른 평가 항목과 같은 정도의 평가를 하기 위해 각 배치안에 대한 RMX와

RMY를 가장 큰 값을 1, 가장 작은 값을 0으로 하여 각 정규화 하였다.

마지막으로 평가 함수의 세 번째 항목인 EPP를 추정한다. 그런데 이를 추정하기 위해서는 앞에서 언급한 바와 같이 예상 파이프 경로에 대한 EPL과 ENB를 먼저 추정해야 한다. 이를 위해서 필요한 입력 data는 표 5와 같고 소속함수는 그림 7과 같이 구성하였다.

표 5. EPL, ENB 추정을 위한 입력  
Table 5. The inputs for inference of EPL and ENB

Layout	1	2	3	4
MHD	205	163	120	96
EAB	23	13	3	42
FVR	0.67375	0.51667	0.51889	0.67792
MNB	7	6	5	8

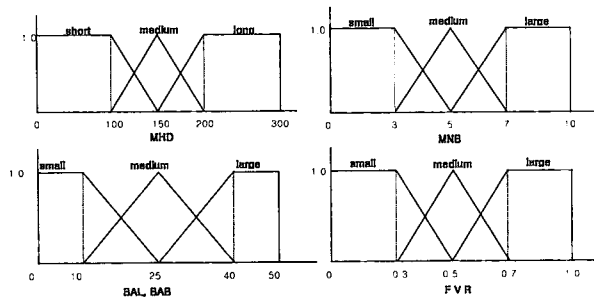


그림 7. MHD, EAB, FVR, MBN의 소속함수  
Fig. 7. Membership function of MHD, EAB, FVR and MBN

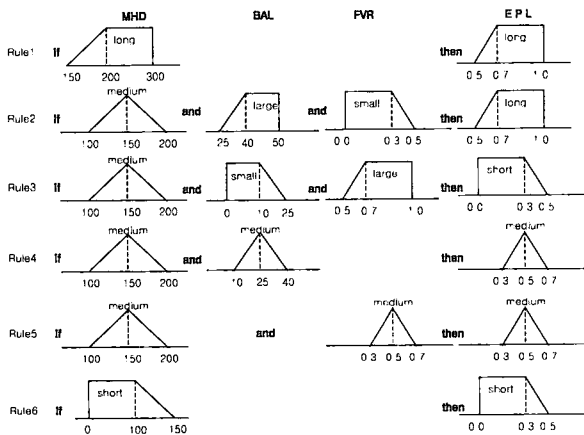


그림 8. EPL을 추론하기 위한 퍼지 규칙  
Fig. 8. The fuzzy rules to infer EPL

그림 8과 9는 EPL과 ENB를 추론하기 위해 적용된 퍼지 규칙을 보여주고 있다. 이렇게 추론된 결과를 통해 EPP를 추론하는 과정을 그림 10에 나타내었고 그림 11은 EPP 추정을 위한 퍼지 규칙이다. 그림 10에서 EPP는 5개로 퍼지 분할하여 소속함수를 구성하였고 이것을 제외하고는 준비 지수 추론과 같은 방법으로 소속함수를 구성하고 비퍼지화하여 퍼지 추론하였다.

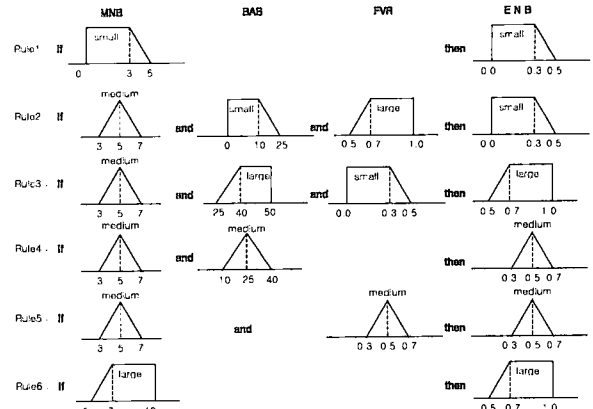


그림 9. ENB를 추론하기 위한 퍼지 규칙  
Fig. 9. The fuzzy rules to infer ENB

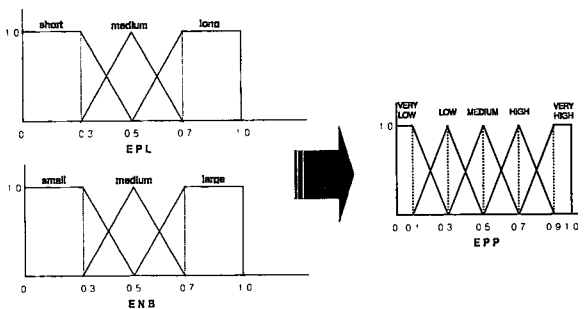


그림 10. EPP 퍼지 추론  
Fig. 10. Fuzzy inference of EPP

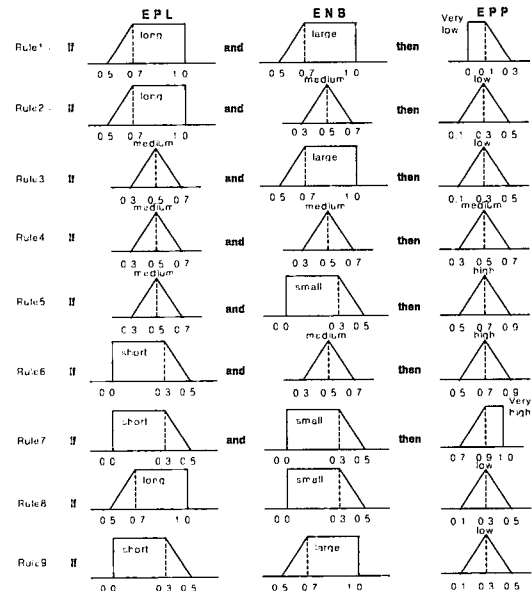


그림 11. EPP를 추론하기 위한 퍼지 규칙  
Fig. 11. The fuzzy rule to infer EPP

EPL과 ENB, 그리고 EPP의 퍼지 추론 결과 및 (1-EPP)값은 표 6과 같다.

표 6. EPP 퍼지 추론 결과

Table 6. The fuzzy inference result of EPP

Layout	1	2	3	4
EPL	0.79583	0.62756	0.22136	0.20417
ENB	0.77407	0.69269	0.24531	0.79583
EPP	0.10833	0.17392	0.89167	0.30000
1-EPP	0.89167	0.82608	0.10833	0.70000

최종적으로, 배치안의 비교/평가 결과는 표 7과 같으며, Layout 3의 평균 준비 지수는 대체로 높은 편이지만 평가 함수의 전체 항목들을 고려하였을 경우, 가장 적은 평가 함수값을 갖는 최적의 배치로 결정된다.

표 7. 모든 배치안의 평가 결과

Table 7. The evaluation result of all layouts

	ARI	RMX	RMV	1-EPP	E.F.
Layout 1	0.65417	1	1	0.89167	3.54584
Layout 2	0.70536	1	0.72	0.82608	3.25144
Layout 3	0.73325	0	0.5	0.10833	1.34158
Layout 4	0.74587	0	0	0.7	1.44587

### 5.2 공간에서의 배치 평가

대형 선박의 경우, 실제로 기관실의 장비는 여러 개의 갑판을 차지하도록 배치되는 경우가 많으며, 그러한 경우에는 배관 및 배선도 평면상에서만 아니라 공간상으로도 이루어지고 있다. 이와 같이 기관실이 몇 개의 갑판으로 이루어지는 경우에는 장비의 배치도 3차원적으로 이루어져야 하며, 본 연구에서의 장비 배치 평가 또한 3차원적으로 적용되어야 할 것이다. 3차원 공간에 대한 본 방법의 적용은 단지 z축 방향으로의 확장만 있으면 가능하며, 적용례에서 다루어 본 배치안들은 그림 12와 같다.

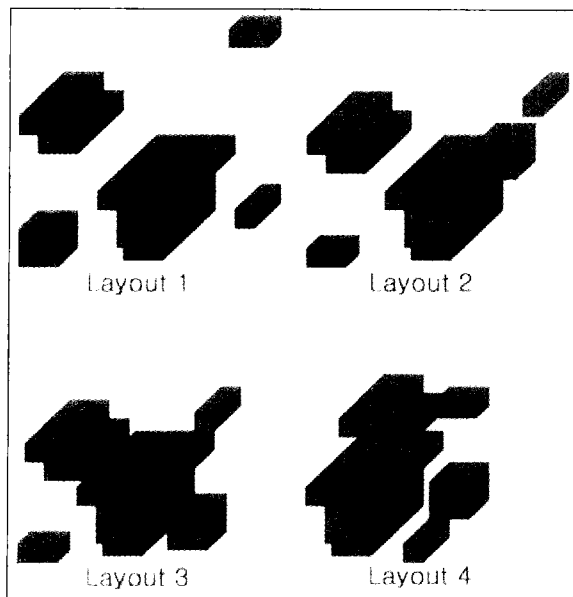


그림 12. 배치안(3차원)

Fig. 12. The layout alternatives(3D)

표 8. 장비의 특성

Table 8. The characteristic of machinery

장비	1	2	3	4	5
사용 빈도(회/1일)	2	3	4	6	8
주어진 시간(분)	2	4	7	10	15

이 적용례에서는 5개의 장비를 배치하였으며, 각 장비의 특성은 표 8과 같다.

각 배치 안에 대해 계산된 기관실 크기에 대한 값들은 표 9에 나타나 있다. 3차원 배치 평가시에는 기관실의 크기를 나타내는 값들인 RMX와 RMY, RMZ를 계산하여 배치 평가의 평가 함수에 그 세 값의 곱인 RMV를 포함시킨다. 기관실 크기에 대한 항목이 3개로 늘어나면 상대적으로 다른 항목들의 영향이 적게 되므로, 요구되는 기관실 용적을 나타내는 RMV만을 사용한다. 즉, 평가 함수는 식 (2)를 사용한다.

EPL과 ENB, 그리고 EPP의 퍼지 추론 결과 및 (1-EPP)값은 표 10과 같다.

표 9. 각 배치안의 RMX, RMY, RMZ and RMV

Table 9. The RMX, RMY, RMZ, and RMV of each layout

Layout	1	2	3	4
RMX	10	10	10	8
RMY	10	10	9	9
RMZ	10	8	8	8
RMV	1,000	800	720	576

표 10. EPP 퍼지 추론 결과

Table 10. The fuzzy inference result of EPP

Layout	1	2	3	4
EPL	0.7958	0.7958	0.7554	0.2244
ENB	0.5	0.7958	0.5	0.2260
EPP	0.3	0.1083	0.3	0.8917
1-EPP	0.7	0.8917	0.7	0.1083

표 11. 모든 배치안의 평가 결과

Table 11. The evaluation result of all layouts

	ARI	RMV (정규화)	1-EPP	E.F.
Layout 1	0.70662	1	0.7	2.40662
Layout 2	0.74117	0.52830	0.89166	2.16113
Layout 3	0.74211	0.33962	0.7	1.78173
Layout 4	0.77676	0	0.10833	0.88509

최종적으로 각 배치안들의 평가 함수 값을 비교한 결과 표 11에서와 같이 4번 배치안이 가장 적은 평가 함수 값을 갖는 최적의 배치로 결정된다.

## 6. 결론

본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 제시된 초기 배치안에서 편리도, 기관실 내 장비 배

치 공간의 크기, 파이프 생산성이라는 평가 항목들에 의해 장비 배치를 평가할 수 있는 적절한 평가 함수를 설정할 수 있었다. 이때, 설계자의 경험, 지식 및 판단등과 같이 서술적 언어로 되어있는 평가 기준을 fuzzy 이론을 통해 정량화하여 수식화하였다.

2. 구성된 알고리즘으로 2차원 및 3차원 장비 배치안들에 대한 평가를 수행하여 요구 조건에 가장 적합한 최적의 배치를 찾아낼 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] 김준호, "배치설계 전문가 시스템을 위한 지식베이스 모델링에 관한 연구", *충남대학교 산업대학원 산업공학 석사학위논문*, pp. 15, 1995. 2.
- [2] R. Muther, "Systematic Layout Planning", second edition, Cahnners Books, 1973.
- [3] R. C. Lee, and J. M. Moore, "CORELAP - COmputerized RELationship LAYOUT Planning", *Journal Engineering*, vol. 18, no. 3, pp. 195 - 200, 1967.
- [4] E. S. Buffa, G. C. Armour, and T. E. Vollmann, "Allocating Facilities with CRAFT", *Harvard Business Review*, vol. 42, no. 2, pp. 136 - 159, 1964.
- [5] B. -C. Wu, G. -S. Young, W. Schmidt and K. Choppella, "Applying Fuzzy Functions and Sequential Coordination to Optimization of Machindry Arrangement and Pipe Routing", *NAVAL ENGI- NEERS JOURNAL*, pp. 43 - 54, November. 1988.
- [6] 조선 공업 협회 기장 설계 소위원회, "기관의 장", 1993.
- [7] 김수영, 이연승, "퍼지 모델링을 이용한 초기 선형 생성", *대한조선학회 논문집* 제29권, 4호, pp. 36-44, 1992. 11.
- [8] 김수영, 김현철, 김성환, "퍼지 모델링에 의한 선미 형상 설계", *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 제 6권, 2호, pp. 90-96, 1996. 4.
- [9] 채석, 오영석, "퍼지이론과 제어", 청문각, 1995. 8.

### 저 자 소개



**신성철(S.C.Shin)**

1997년 : 부산대학교 조선해양공학과 졸업 (학사)  
 1999년 : 부산대학교 조선해양공학과 졸업 (석사)  
 1999년~현재 : 부산대학교 조선해양공학과 박사과정

주관심분야 : 에이전트 시스템, 인공지능, 최적설계



**김수영(S.Y.Kim)**

1974년 : 부산대학교 조선공학과 졸업(학사)  
 1977년 : 부산대학교 조선공학과 졸업(석사)  
 1987년 : 독일 Technische Universitaet Berlin, Institut fuer Schiffs und Meerestechnik (박사)  
 1982년~87년 : Technische Universitaet Berlin, Institut fuer Schiffs und Meere- stechnik 연구원

1997년~현재 : 부산대학교 조선해양공학과 교수

주관심분야 : 인공지능, 경제성 평가, 선형생성  
 E-mail : SYKim@pusan.ac.kr



**박정기(J.K.Park)**

2000년 : 부산대학교 조선해양공학과 졸업 (학사)  
 2000년~현재 : 부산대학교 조선해양공학과 석사과정  
 주관심분야 : 인공지능, 배치설계, SBD