

## 잠수함의 침수시 대응을 위한 지식기반시스템에 관한 연구

이동곤\*, 이재용\*\*, 이재환\*\*\*, 이경호\*

### A Study on Knowledge Based System for Submarine's Leakages

Dongkon Lee\*, J-Y Lee\*\*, J-H Lee\*\*\* and K-H Lee\*

#### 요 약

잠수함은 수중 활동으로 인하여 압력선체에 항상 수압을 받고 있기 때문에, 손상시에는 수상함에 비하여 그 영향이 상대적으로 크며 대처 가능한 수단과 시간은 제한되어 있다. 수압으로 인하여 작은 파손에도 잠수함이 치명적인 손상을 받을 수 있으며, 이는 곧 함의 임무 수행능력의 손실 뿐만 아니라 승조원의 안전에도 직결되는 상황을 초래할 수 있다.

본 연구에서는 잠수함의 손상시, 크게 압력선체 손상과 배관 계통이 손상된 경우만을 고려하여 두 경우 누수가 발생하였을 경우에 효과적으로 대응할 수 있는 지식기반시스템을 개발하였다. 잠수함의 설계 지침서와 설계 경험을 바탕으로 잠수함의 운전자로부터 위기 대응과 관련된 지식을 추출하여 분석, 정리하였고 도출된 지식들은 지식기반시스템 개발도구를 사용하여 규칙의 형태로 지식베이스에 저장하였으며, 후향 추론기법을 사용하여 상황대처에 대한 결과를 도출하였다.

※Keywords: Sbmmarine(잠수함), Damage(손상), Safety(안전), KBS(지식기반시스템)

#### Abstract

Any small leakages in the submarines could lead to the serious consecutive damages since it operates under high water pressure. Such leakages including damages of pipe and hull itself eventually could incur humane casualties and loss of expensive properties as well as the loss of combat capabilities.

In this paper, knowledge based decision system is developed. The domain knowledge is acquired from document of submarine design, design expertise and interview with operator. Damages of hull itself and pipes are treated and decision is recommended whether to stay in the sea or to be blowing, for instance.

---

접수일자: 2000년 7월 20일, 승인일자: 2001년 7월 11일

\*정회원, 해양(연) 해양시스템안전연구소 (E-mail: dklee@kriso.re.kr; khlee@kriso.re.kr)

\*\*정회원, 해군 조함단

\*\*\*정회원, 충남대학교 선박해양공학과

## 1. 서 언

잠수함은 수중에서 활동하는 것을 목표로 개발된 함정의 일종으로 현대전에서 그 위치가 매우 중요하다. 잠수함은 수상함에 비하여 적에게 노출될 가능성이 상대적으로 적기 때문에, 아군에게는 전략인 면과 전술적인 면에서 다양성을 제공하는 반면에, 적에게는 매우 위협적인 존재로 부각된다.

그러나 잠수함은 수중 활동으로 인하여 압력선체에 항상 수압을 받고 있기 때문에, 손상시에는 수상함에 비하여 그 영향이 상대적으로 크며 대처 가능한 수단과 시간은 제한되어 있다. 수압으로 인하여 작은 파손에도 잠수함이 치명적인 손상을 받을 수 있으며, 이는 곧 함의 임무 수행능력의 손실뿐만 아니라 승조원의 안전에도 직결되는 상황을 초래할 수 있다.

따라서 적과의 교전으로 발생한 선체의 파손이나 국부적인 누수뿐만 아니라 통상의 임무 수행 중에 발생할 수 있는 파손이나 누수에 대하여도 신속하고 정확하게 대응하는 것은 매우 중요한 일이다. 그러나 긴급상황에서 인간의 판단 능력은 통상 시에 비하여 상대적으로 제한되는 것이 일반적이다. 이러한 경우에 최종적인 판단은 주어진 상황을 바탕으로 지금까지의 경험적 지식과 훈련에 기초하여 내려지게 된다. 즉 주로 사용되는 판단의 근거로는 수치적인 처리를 통한 분석의 결과보다는 경험적인 요소가 많이 사용된다.

그러나 이러한 경험적인 요소들을 실제 긴급상황을 통하여 인지할 기회는 매우 적고, 비록 경험하였다 하더라도 이를 축적할 수 있는 정보화 시스템이 없으면 경험으로 획득한 지식을 저장하여 연속성을 유지하는 데는 한계가 있다. 따라서 체계적 시스템 없이는 전달 혹은 전수 받은 경험 지식을 기준으로 실제상황에서 정확하고 빠르게 의사결정을 내린다는 것은 기대하기가 곤란하며, 더욱이 극한 상황에서의 열악하고 긴박한 환경, 승조원의 유고나 잦은 교체, 훈련에 일정기간이 소요되는 점을 고려한다면 현재의 긴급상황 대응 시스템에는 문제점이 내재할 수 있다.

이러한 문제점을 보완하기 위하여 전문가의 지식이 체계적으로 정리된 지식기반시스템을 구축함으로써 신속 정확한 정보와 조인을 제공하고 신뢰성을 확보할 뿐만 아니라 이러한 시스템을 보완하고 발전시켜 나감으로써 긴급상황에서의 문제해결 기능을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 잠수함의 손상시, 크게 압력선체 손상과 배관 계통이 손상된 경우를 고려하여 두 경우 누수가 발생하였을 경우에 효과적으로 대응할 수 있는 지식기반시스템을 개발하였다. 잠수함의 설계 지침서와 설계 경험을 바탕으로 잠수함의 운용자로부터 위기 대응과 관련된 지식을 추출하여 분석, 정리하였고 도출된 지식들은 지식기반시스템 개발도구(Expert Element)를 사용하여 규칙의 형태로 지식베이스에 저장하였으며, 후향 추론 기법을 사용하여 상황대처에 대한 결과(Goal)를 도출하였다.

구현된 시스템을 사용하여 임의의 손상 상태에 대한 대응 방안을 도출한 결과, 함의 누수의 종류, 유입량과 배출량의 정도, 누수지속 여부, 함 운용의 제한성, 수심, 해저까지의 수심, 수리 가능여부, 관련 장비의 작동여부, 함 기동 가능여부 및 수면 상부의 상황 등이 복합적으로 전개될 경우 등, 주어진 상황 데이터와 연관관계 및 결정규칙에 따라 잠수함의 대처 방향이 결정되었다. 시스템에 의해 함의 부상, 수리, 착저, 수심안전지역 이동, 탈출 등 신속하고 정확하게 의사결정 방향이 제시되었으며, 이와 같은 지식기반 시스템의 결과는 운용자의 검증을 통해 실제상황에서 사용 가능한 유용한 시스템으로 확인되었다.

## 2. 지식추출

전투함의 손상시 안전성 확보는 일반 상선에서 필요로 하는 지식이나 처리 절차 외에, 함정이라는 특성 즉, 적과 교전 중이거나 작전의 지속적 수행과 전투력 유지라는 필요성으로 인하여 고려하여야 할 부분이 상대적으로 많이 있다. 특히 잠수함의 경우는 항상 수압을 받으면서 작전함에 따라 누수에 대한 신속, 정확한 대응이 가장 중요한

안전성 확보라 할 수 있다.

본 연구에서는 잠수함의 설계 지침서와 설계 경험을 바탕으로 잠수함의 운용자로부터 누수시 위기 대응과 관련된 지식을 인터뷰를 통하여 지식을 추출하여 분석, 정리하였다. 인터뷰를 통한 지식 추출은 먼저 전문가와 인터뷰를 통하여 해당분야의 정보를 얻고, 얻어진 정보를 전문가시스템에서 사용할 수 있도록 불필요한 것을 제거하고 조직화하는 과정을 거친 후, 그 결과가 정확한지 확인 및 보완하는 과정을 되풀이한다(Scott 등 1991).

2.1 지식추출 대상

지식추출의 대상 함정은 재래식 잠수함으로 축전지를 동력원으로 사용하며, 산소는 자체생산하지 않고 필요량을 적재하고 운항한다. 따라서 잠수함이 경마한 손상 상태에서 수중에서 체류하기 위해서는 잔존 동력과 산소의 양이 가장 큰 제한요소가 된다.

Fig.1은 기존의 전형적인 재래식 잠수함 형상을 나타낸 것이다.

잠수함 선체의 수많은 관통구와 함내 배관의 연결 부속구 및 선체 전반에 걸친 용접부위는 잠수함의 3차원 기동에 따른 압력변화에 의해 수축 및 신장이 반복되고 이에 따라 구조적 피로가 누적되어 파단의 위험이 급증할 수 있다. 또한 적의 폭뢰공격에 의한 수중충격에 의해서 선체 균열 및 배관 파공이 발생하여 누수의 위험성이 상존하고 있다.

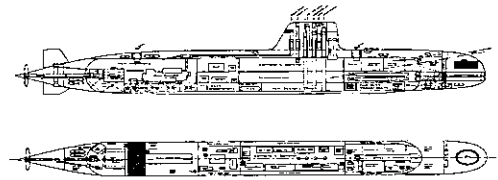


Fig.1 General shape of conventional submarine

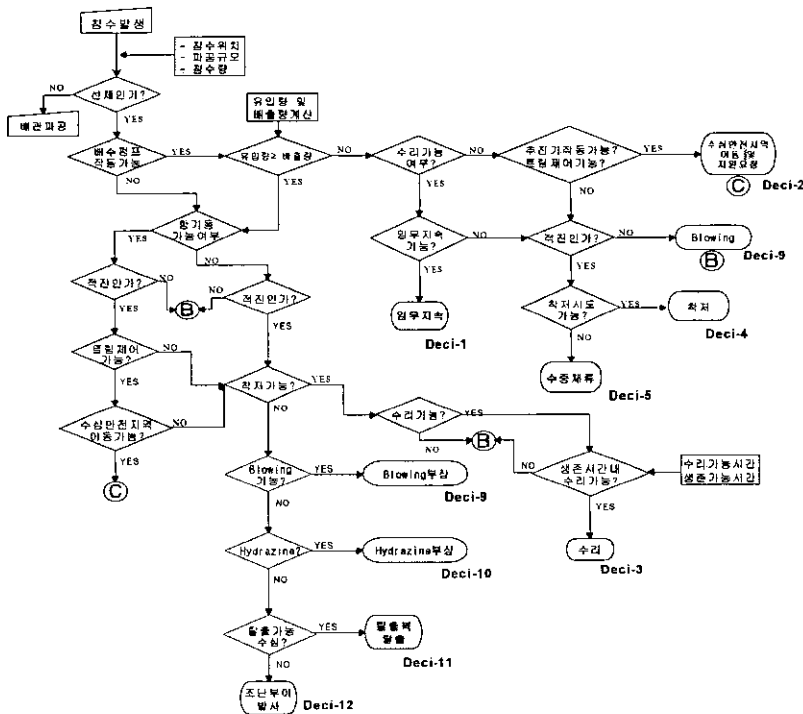


Fig.2 Decision tree for hull damage

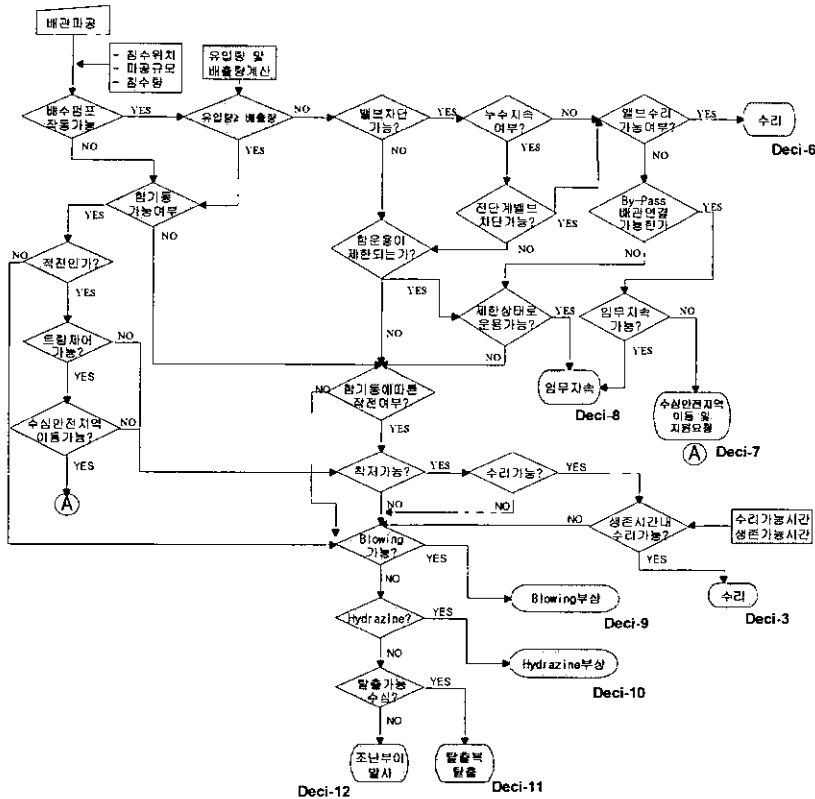


Fig.3 Decision tree for pipe damage

2.2 지식추출 및 분석

본 논문에서는 누수의 경우를 크게 압력선체 손상과 배관계통의 손상으로 나누어 각각 Fig.2와 3과 같이 지식을 추출하여 분석, 정리하였다. 지식기반시스템의 수행에 필요한 의사결정 Tree에서 각 항목의 판단기준 및 수치적인 데이터는 사용자가 직접 입력하는 것, 센서를 통하여 신호를 자동적으로 입력받아 처리할 수 있는 것, 외부 CAE 프로그램을 이용하여 계산 또는 판단에 도움을 받을 수 있는 항목들이 있으며 이는 각각 Table 1, 2, 3과 같이 각각 정리하였고, 센서로부터 입력받아 처리 가능한 항목은 Fig. 2, 3에서 음영으로 표시하였다. 선체 또는 배관 손상에 따른 의사결정은 Table 4에 나타내었다.

Table 1 Input items by sensor signal

항 목	내 용
함기동 가능 여부	함의 기동은 추진모터를 사용하며, 모터 기동가능 여부는 절연저항을 측정, 보조장치의 Ready 또는 Available를 표시하는 전기적 신호를 통하여 입력
적진 여부	수면 상부 적의 존재 유무를 의미하는 것으로 ESM, Noise library를 이용한 적의 존재여부 전기적 신호 입력
배수펌프 작동여부	함내의 해수를 배출할 수 있는 펌프로서, 배수펌프의 배출량은 외부의 압력(심도)에 영향을 받으며, 펌프구동 Ready 또는 Power Available 전기적 신호입력
수면까지의 심도	Depth Sounder, Depth Gauge의 Digital 및 Analogue 신호 입력
발출가능 심도	Depth Sounder를 이용한 Digital 신호입력

Table 2 Input items by operator

항 목	내 용
누수의 종류	선체 혹은 배관의 누수로서 구분되며, Sensor를 통한 감지시에는 방대한 감지 장치와 설치가 필요하며 현재는 운용자에 의한 육안식별
BY-PASS 배관의 연결 가능여부	함내의 배관은 어느 구간의 손상을 대비하여 운용의 확실성을 갖도록 Network구조로 되어 있어 운용자의 발브조작으로 누수구간을 By-Pass하여 사용 가능(보조계산, 판단 가능시 유리)
누수 지속여부	운용자에 의해 누수부위의 수리완료 또는 중간발브의 차단으로 누수여부 육안 식별이 가능하며 침수면의 증가여부는 Sensor로 식별가능(침수계산 보조 필요)
수리가 가능 여부 및 소요시간	운용자에 의해 수리가 가능 여부와 수리 소요시간 판단 (보조 계산 가능시 유리)
발브 차단 가능여부	운용자에 의해 차단하고자 하는 발브의 위치의 침수, 파손 등을 식별 (보조 계산, 판단 가능시 유리)
수심 안전지역 이동가능	안전지역까지의 거리, 소요시간, 축전지 보유량, 주변 상황 등을 종합 고려하는 운용자 식별(보조계산, 판단 가능시 유리)
착저 가능	착저는 해저의 상태, 저질, 함자세 등을 판단, 운용자 식별
임무지속 가능 여부	누수 또는 일부장비 기능제한시 임무지속의 가능판단은 운용자 식별 (보조계산, 판단 가능시 유리)
제한상태로 운용 가능 여부	주어진 임무와 제한상태를 검토하여 운용자 판단 필요
함운용 제한 여부	운용제한 유무, 운용자 판단

2.3 계산 프로그램

본 논문에서는 센서 또는 계산 결과로부터 입력 되는 모든 자료를 Data Base로 구성하는데는 장기간이 소요되고 방대한 작업량임을 감안하여, 구성된 지식베이스와 외부 프로그램을 결합하여 확장시키는 것이 효과적이다. 대표적으로 심도별 파공 크기에 따른 유입량 계산, 심도에 따른 배출량 산출, 유입량과 배출량과의 관계식을 프로그래밍 하여 운용자가 사용이 용이하도록 하였다. 해수 유입량은 다음 식으로 계산된다.

$$Q = Ca \cdot A \cdot \sqrt{2gH}$$

여기서, Q = 해수 침수량(m<sup>3</sup>/sec)

Ca = 축류계수, A = 손상 단면적(m<sup>2</sup>)

g = 중력가속도(m/sec<sup>2</sup>), H = 수심(m)

Table 3 Input items by external program

항 목	내 용
해수 유입량과 배출량	심도 및 파공 단면적의 입력으로 유입량을 산출하고, 배출펌프의 운용방법과 심도에 따른 도출량을 프로그램하여 운용자 판단지원 및 전기적 신호 입력
잔존 생존시간	착저상태에서의 내부 공기압 증가, 공기압 증가에 따른 이산화탄소량의 증가, 이산화탄소 분압의 증가, 잔존 산소량의 감소, 송조원 해수에 노출시 체온의 강하, 인체 생리적 한계 등의 관계성을 프로그램하여 잔존 생존시간 판단지원 및 전기적 신호 입력
Blowing 가능 여부	침수상태에서 수면으로 부상할 수 있는 수단으로서 보유 압축공기량, 사용횟수, 부상시 속도, 부상시 함자세, 부상시 패적 등을 프로그램하여 운용자 판단지원
Hydrazine 사용가능 여부	압축공기가 없을시 또는 비상으로 부상시 활용하는 것으로 함의 침수상태 및 함자세, 사용횟수, 부상시 속도, 부상시 패적 등을 프로그램하여 운용자 판단지원
Trim 제어 가능여부	함수 및 함미에 트림을 조정할 수 있는 각각 2개의 탱크를 보유하고 있으며, 물(중량)의 이동량에 따른 모멘트 계산을 프로그램하여 운용자 판단 지원

Table 4 Conclusions by knowledge-based system

상 황	의사결정	내 용
Deci-1	임무지속	선체 파손의 경우
Deci-2	수심 안전지역 이동 및 지원요청	선체 파손의 경우
Deci-3	수리	선체/배관 파손의 경우
Deci-4	착저	선체 파손의 경우
Deci-5	수중체류	선체 파손의 경우
Deci-6	수리	배관 파손의 경우
Deci-7	수심 안전지역 이동 및 지원요청	배관 파손의 경우
Deci-8	임무지속	배관 파손의 경우
Deci-9	Blowing	선체/배관 파손의 경우
Deci-10	Hydrazine 사용	선체/배관 파손의 경우
Deci-11	탈출복 탈출	선체/배관 파손의 경우
Deci-12	조난부이 발사	선체/배관 파손의 경우

외부 프로그램을 이용하여 심도와 파공의 크기를 각각 변화시켜 가면서 유입량과 배출량을 계산할 수 있다. 함에 따라 실제상황에서 배출량을 침수량보다 증가시키기 위해서는 어느 심도로 부상하여야 하는지를 판단하는 것이 가능하다. 즉, 심도에 따라 펌프의 배열과 배출 가능한 량을 계산하고, 수압의 보상을 위하여 적절한 심도를 계산한다. 또한 파공 규모의 식별방법을 볼 때, 예측 파공 부위마다 센서 설치가 불가능하고 수중에서 파공 규모의 육안 확인도 불가능하므로 일정 심도하에서 일정 시간동안 유량을 확인하여 유량 계산식에서 역으로 파공의 크기를 추정한다. 유입 유량은 함 하부에 Level Float Contact Switch, Pressure Sensor를 설치하여 단위 시간동안 유입량을 감지하고 측정할 수 있다.

파공 위치 식별 방법에서 상부는 육안 식별을 실시하고, 하부는 함을 함수부, 중앙부, 함미부로 구분하고 각 부위마다 Bilge Contact Switch를 설치함으로써 센서로부터 Bilge량의 변화에 따른 전기적 신호를 받아 파공 위치 및 증가량의 식별이 가능하다.

### 3. 시스템 구현

도출된 지식을 사용하여 지식베이스를 구축하였으며, 데이터 입력에 필요한 사용자 인터페이스를 구현하였다. 도출된 지식을 개발도구인 Expert Element에 규칙(Rule)의 형태로 표현하였다. 규칙들은 크게 선체 손상과 배관계통의 손상으로 나누어 지식베이스에 구현하였다.

지식은 크게 정적 지식과 동적 지식으로 구분할 수 있다. 즉, 정적 지식은 지식에 사용되는 대상(Objects)을 표현하는 것이고, 동적 지식은 문제를 해결해 가는 전문가의 전문지식(Expertise)을 표현하는 것이다(이경호/이동곤 1996, 이동곤 등 1993, 이경호 등 1993). 따라서 전문가시스템의 지식베이스 구축을 위해서는 먼저 지식을 구성하기 위한 대상에 대한 정의를 하여야 한다. 여기서는 추출된 지식을 바탕으로 지식베이스를 구축하였다.

### 3.1 객체 정의

본 논문에서 사용된 Expert Element라는 지식기반시스템 개발용 도구는 기본적으로 객체지향 개념의 지식 표현을 지원하고 있다. 즉 앞서 설명한 정적 지식을 표현하기 위해서 대상(Object)을 객체로 표현하며, 이러한 객체는 객체들 간의 연관관계와 상속 관계를 갖도록 표현할 수 있다. 일반적으로 객체(Object)는 이것의 상위 개념인 클래스(Class)의 인스턴스로서 클래스가 갖고있는 속성(Property)을 상속받게 되며, 이들은 고유의 데이터 타입을 갖고 있다.

본 논문에서는 표현하고자 하는 대상을 클래스와 객체를 이용한 계층적 구조를 갖게 하지는 않았고, 문제 영역(Domain)의 특성상 사용되는 대상을 객체로만 정의하여 지식을 표현하였다.

Fig.4는 구현된 지식베이스에 표현된 몇 가지 객체들과 추론 과정에서 얻어진 값들을 보여주고 있다.

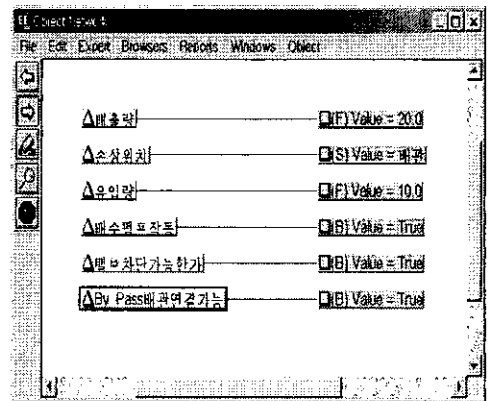


Fig.4 Objects in knowledge base

### 3.2 규칙 구현

정의된 객체들을 바탕으로 함수함의 손상시 이에 신속히 대응할 수 있는 의사결정 시스템을 구현하기 위하여 추출된 전문가의 지식을 바탕으로 한 규칙을 생성하였다. 본 연구에서 구현된 규칙은 크게 문제를 해결하기 위한 규칙과 규칙들을

제어하기 위한 메타 규칙(Meta Rule)으로 구분할 수 있다(Lee/Lee 1996). 메타 규칙은 규칙의 규칙으로 생각할 수 있으며, 의사결정 과정을 전체적으로 제어하기 위해 사용된다.

지식베이스에서 구현된 메타 규칙의 예는 다음과 같다.

```
(@RULE=      R_벨브수리가능여부_1_1_1
  (@LHS=
    (No      (벨브수리가능인가) )
    (No      (By_Pass배관연결가능) )
    (Yes     (제한상태운용가능여부) )
  )
  (@HYPO=   벨브수리가능여부
)
```

이 규칙은 잠수함 손상시 의사결정을 하는 과정에서, 시스템이 현재의 상황에서 올바른 의사결정을 하기 위해 점검해야 할 항목을 나타내기 위한 메타규칙의 한 예이며 의사결정 프로세스를 관리하기 위한 것이다.

지식베이스에는 50개의 규칙과 45개의 객체가 저장되어 있다. Fig.5는 본 시스템에서 구현된 지식베이스의 일부를 나타내고 있다. 이 규칙은 잠수함의 손상 부위가 선체냐 배관 부분이냐에 따라

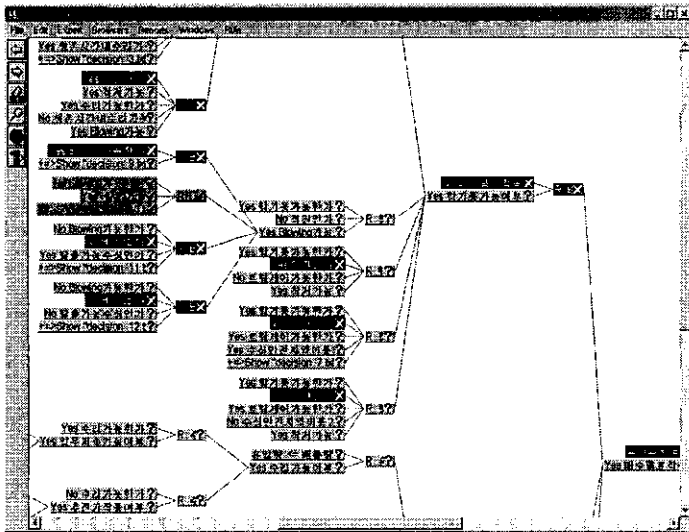


Fig.5 Structure of knowledge base

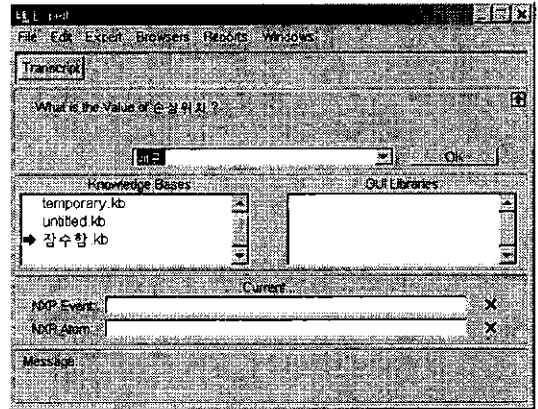


Fig.6 Input pad for damage condition

크게 두 개의 트리(Tree) 구조를 갖고 있으며, 트리 구조가 추론 관점에서 복잡하게 Cross Reference 하는 개념으로 형성되어 있다.

#### 4. 시스템 적용 예

잠수함 손상 상황을 분석하여 운용자에게 대처 방안을 알려주는 지식기반시스템의 검증을 위하여 임의의 상황에 대한 정보를 입력하여 그 결과를 분석하였다. 가정된 상황에 대한 잠수함 운용자의 판단 기준과 비교하여 결과의 정확성을 판정하였는데, 그 결과 정확도가 매우 우수하다는 것이 입증되었다.

시스템이 구동되면 Fig.6과 같이 손상 상태를 정의하기 위한 입력 화면이 나타난다. 이 화면은 손상 부위를 정의하기 위한 것으로서 선체 손상이나 배관 손상이냐를 정의하기 위한 것이다. 이러한 과정을 거쳐 손상상태에 대한 잠수함의 행동방안에 대한 의사결정을 수행하게 된다.

##### 4.1 배관손상의 경우

배관에 손상을 입은 경우로서 배수

펌프가 작동하지 않고, 해수의 유입량이 배출량보다 적으며 밸브차단이 가능하다. Fig. 7은 누수가 지속되지는 않고 By-Pass 배관을 연결할 수 있지만 임무를 지속하기에는 어려운 상황에 대한 추론과정과 작동된 규칙, 그리고 그림의 우측 상단에 있는 것과 같이 최종적으로 시스템에서 의사결정을 내린 결과를 보여주고 있다.

## 4.2 선체손상의 경우

Fig. 8은 선체에 손상을 입은 경우로서 배수펌프가 작동하지 않고, 함 기동이 가능하지 않으며 현재 적진에 있다. 또한 착저가 가능하지 않고, Blowing은 가능하지 않으며 Hydrazine이 가능할 경우 Hydrazine 부상을 하라는 결론을 내려주는 추론과정을 보여 주고 있다.

## 5. 결 론

### 5.1 결 론

본 연구를 통하여 잠수함에 누수가 발생하였을 경우에 효과적으로 대응할 수 있는 지식기반시스템을 구현하였다. 관련 지식을 설계의 경험과 문헌으로부터 도출하였고, 실제 함 운용자와의 인터뷰를 통하여 경험적 지식을 획득하였다. 획득된 지식을 정리, 분석 과정을 통하여 검증한 후, Rule의 형태로 지식베이스에 저장하였다. 주어진 상황에 대한 적절한 대응 조치를 추적하는 방법으로 후향 추론 기법을 사용하였고, 데이터의 입력과 결과 출력을 위한 인터페이스를 구현하였다.

구현된 시스템은 가정된 상황에 대한 적용 예를 통하여 그 결과가 우수함이 인정되었으며, 이는 승조원들의 교육용으로 당장 사용이 가능하고 기능의 추가와 보안을 통하여 실제 함정에의 탑재도 가능함으로 향후국방력의 향상에 기여할 수 있는 기반을 마련하였다.

따라서 본 연구의 결과를 통하여 향후 함정 획득시 지식기반시스템 구축의 필요성 및 보완하여야 할 사항들을 요약 제시하면 다음과 같다.

첫째, 갈수록 고도화되고 복잡한 함정체계에 대한 원활한 운용과 유사시 지휘관들에게 신속 정확한 의사결정이 가능하도록, 제반 운용정보가 종합된 지식기반시스템 구축을 통한 의사결정지원 시스템의 구축이 요구되며,

둘째, 함정 획득을 위한 기획 및 계획 단계부터 함 건조 후 운용시 지식기반시스템의 구축 및 활용을 위한 정책을 수립하고 예산을 지원하는 등 제도적 장치 마련 필요하고,

셋째, 설계과정에서 전문지식을 추출하고 체계적으로 정리하여 함 건조 완료와 동시에 함 운용에 대한 지식기반시스템을 활용토록 설계개념과 절차를 확립하는 것이 요구된다.

### 5.2 향후 연구 방향

본 연구는 선체 및 배관의 누수시 대응을 위한 지식기반시스템 개발의 기초적 연구로 제시되었다. 향후 완벽한 시스템을 구축하여 실제상황에 적용하기 위해서는 잔존·생존시간의 산출 프로그램, Blowing 및 Hydrazine 사용시의 판단을 위한 프로그램 등 외부 CAE 프로그램이 개발되어야 하며, 센서에 의해 판단 가능한 항목들에 대해서도 효율적이고 경제적인 방법으로 탐지할 수 있도록 센서종류 및 설치방안에 대한 구체적 연구가 요구된다. 또한 함정의 생존성 및 의사결정과 관련된 많은 분야에서 지식기반시스템을 구축하고 상호 지식기반시스템간의 지식자료의 공유를 통하여 시너지 효과 창출과 함께 지식활용을 통한 전투력 증강이라는 한 차원 높은 함정건조가 요구된다.

아울러 함정설계 기획단계에서 함건조시 최적의 지식기반시스템 구축이 고려될 수 있는 관리기법이 개발되기를 기대한다.



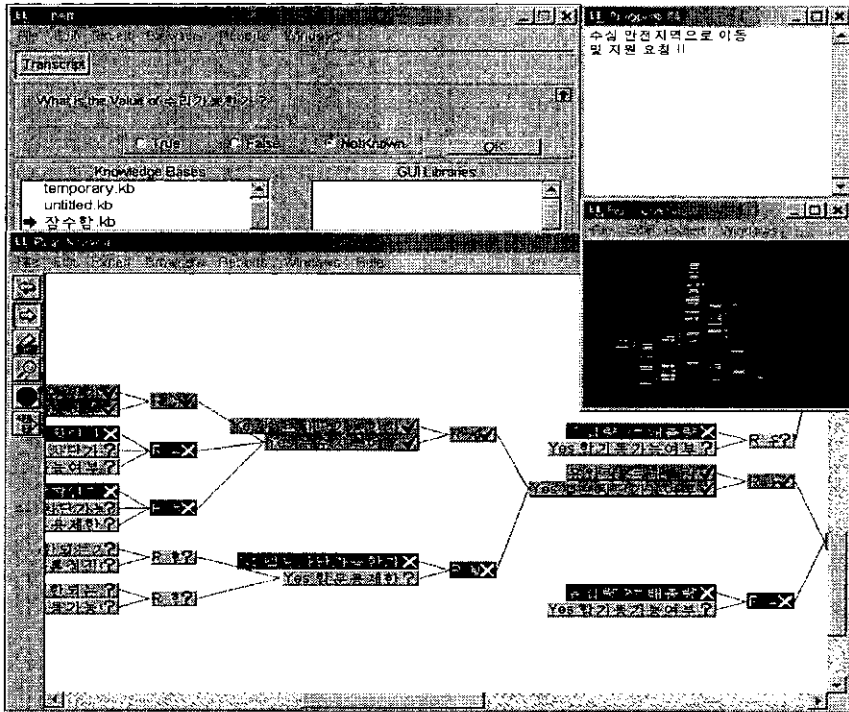


Fig.7 Inference result for pipe damage

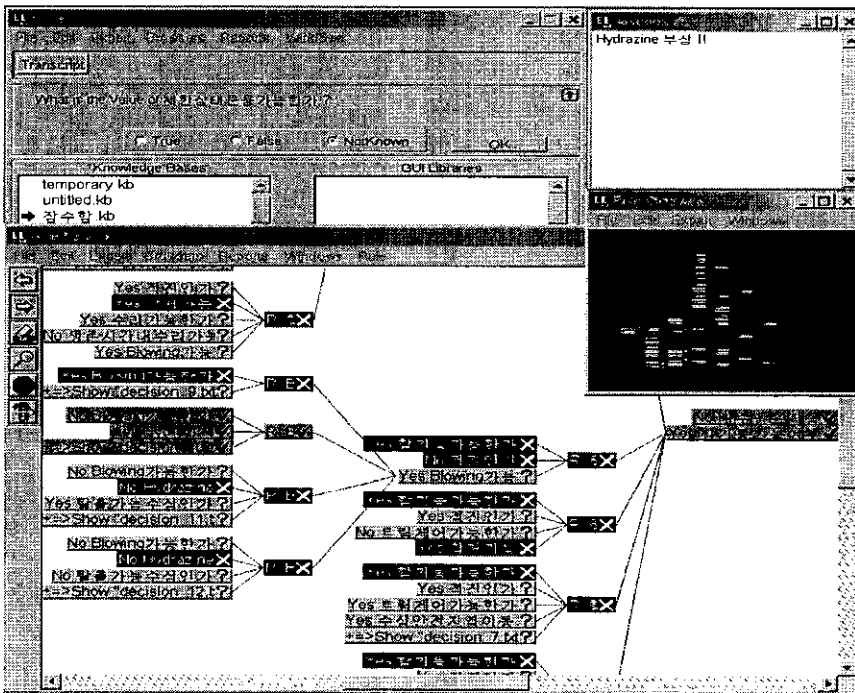


Fig.8 Inference result for hull damage

## 참 고 문 헌

- 이경호, 이동곤, 1996 “외부 시스템과의 접속을 통한 통합 구조설계 전문가시스템 개발”, 대한조선학회논문집, 제33권 1호
- 이동곤, 이경호, 이규열, 1993 “선박 주기관선정 지원시스템에 관한 연구”, 대한조선학회논문집, 제30권 4호
- 이경호, 이동곤, 한순홍, 이규열, 이규철, 1993 “객체지향적 지식표현과 개방형설계에 의한 구조부재 치수 결정 지원 시스템 개발”, 대한조선학회논문집, 제30권 2호
- Scott, A.C, Clayton, J.E, Gibson, E.L, 1991 “A Practical Guide to Knowledge Acquisition” Addison-Wesley Publishing Company
- Lee, K.H, Lee, D, 1996 “Object-Oriented Approach to a Knowledge-Based Structural Design System”, Expert Systems with Applications, Vol. 10, No. 2



〈 이 동 곤 〉



〈 이 재 용 〉



〈 이 재 환 〉



〈 이 경 호 〉