

## 규칙추출 방법론을 이용한 STAFS 전문가시스템의 지식베이스 모듈 개발

김희수

국방대학교 전산정보학과  
(hskim@kndu.ac.kr)

본 논문에서는 전문가 시스템 개발에 있어서 체계적인 규칙추출을 위하여 지식베이스 구축에 관한 분석/설계단계까지를 5개 단계로 세분화하여 지식획득과정을 강화하였다. 또한 각 단계별로 지식공학자가 수행해야 하는 프로세스와 각 프로세스별로 지식공학자가 실질적인 작업을 통해 결과를 산출하는 태스크를 정형화하였다. 본 논문에서는 제안한 체계적인 규칙추출 방법론을 이용하여 아군 화력자산의 파괴율을 고려하고, 지휘관의 의도에 부합하는 아군 화력자산을 배분하는 STAFS 전문가시스템의 지식베이스 모듈 개발에 관한 연구를 수행하였다.

### 1. 서론

장차전의 양상은 고도의 과학전, 타격수단의 다양화 등에 따라 고속입체기동전이 수행될 것이며, 이러한 전쟁양상은 정확하고, 보다 빠른 첩보와 정보의 수집 및 분석을 통하여 아군의 신속한 의사결정 및 대응을 요구한다. 이를 위하여 현재 우리 군에서는 정보장교에 의하여 첩보와 정보의 수집 및 분석을 위한 전장정보분석을 실시하고 있다.

그러나, 정보장교들의 수작업에 의하여 전장정보분석이 실시됨으로서 많은 인력이 소요되고, 분석 결과 산출이 지연되며, 분석단계의 누락에 따른 분석결과 오판을 가져올 수 있다는 문제점이 대두되고 있다.

따라서, 위와 같은 문제점을 해소하기 위하여

전장정보분석 업무를 자동화하기 위한 상황위협 평가 정보융합 전문가시스템(STAFS: Situation & Threat Assessment Fusion Expert System) 개발이 진행되고 있다.

현실성 있는 전문가 시스템을 개발하기 위해서는 지식베이스에 방대한 양의 정확한 사실과 규칙이 구축되어야 한다. 이러한 사실과 규칙은 특정분야의 전문가로부터 획득된 지식을 지식베이스의 지식표현에 한 형태인 사실과 규칙으로 변환하는 과정을 거치게 된다. 획득된 지식을 규칙화하는 과정에서 해당분야를 이해할 수 있는 지식공학자의 참여는 필수적이며, 완벽한 지식을 획득하여 지식베이스를 구축한다는 전제가 따른다. 그러나 개발팀에서 컴퓨터 분야와 각 전문분야의 지식을 갖춘 지식공학자들을 모두 확보하여 완벽한 지식을 획득한다는 것은 인력 부족과 비

\* 본 연구의 일부는 국방과학연구소(ADD) 연구자금 지원에 의한 것임

용 과중이라는 문제로 인해 현실적으로 어려움이 따른다.[1]

기존의 전문가 시스템 개발에 있어서 일반적인 소프트웨어 개발단계를 따르고 있는 실정이다. 그러나 전문가 시스템의 특성을 고려해 볼 때 지식베이스는 전문가 시스템의 효율성과 현실성을 좌우하는 중요한 부분이므로, 지식베이스를 구축하기 위한 지식획득에서부터 규칙화하는 단계까지 즉, 지식베이스를 구축하기 위한 분석/설계단계까지는 전문가 시스템 개발에 적합한 개발 단계가 요구된다. 또한 전문가 시스템의 지식베이스를 구축하는데 있어서 지식공학자가 수행하는 프로세스는 매우 중요함에도 불구하고 그들이 수행해야 하는 프로세스가 정형화되어 있지 않은 실정이므로 특정분야의 전문가 시스템을 개발할 때마다 어려움을 겪고 있다.[3],[11]

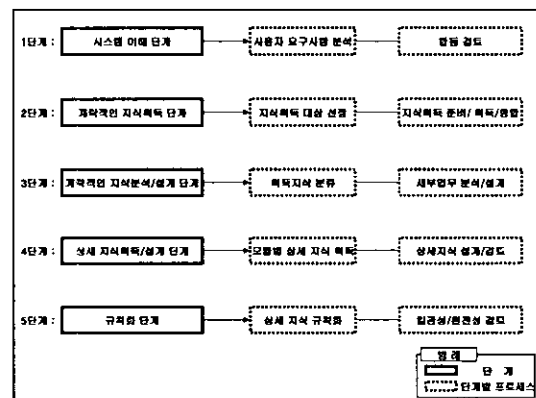
본 논문에서는 특정분야에 대한 전문가 시스템의 지식베이스 구축시 지식공학자/개발자가 지식획득단계와 분석단계사이에서 수행해야 하는 프로세스/태스크를 정형화하여 제시함으로써 효율적으로 규칙을 추출하고, 현실적인 전문가 시스템의 개발을 유도하며, 지식공학자의 부족으로 인한 문제점과 전문가 시스템 적용 분야의 제한, 유지보수의 빈도 증가 등의 문제점을 해소하고자 하는데 목적이 있다. 그리고, 본 논문에서는 제안한 체계적인 규칙추출 방법론을 이용해서 상황/위협평가 정보융합 전문가 시스템(STAFS)의 지식베이스 모듈에서 필요한 규칙을 추출하였다.

## 2. 체계적인 규칙추출 방법론 제안

일반적으로 관련지식획득은 도메인 전문가와의 면담, on-site 방문, 관련참고문헌, 과거역사자

료를 통하여 획득하게 된다. 또한 전문가시스템의 규칙추출에 대한 체계적인 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 그동안 전문가시스템을 개발하면서 얻은 경험을 바탕으로 규칙추출에 대한 체계적인 방법론을 제시하였다. 즉, 본논문은 이렇게 획득한 관련지식을 어떻게 체계적으로 규칙을 추출하는가 하는 방법론을 제기한 것이다.

STAFS 전문가시스템의 지식베이스 모듈 개발을 위하여 본 논문에서 제안한 규칙추출 방법론은 <그림 2-1>과 같다.



<그림 2-1> 규칙추출 방법론

### 2.1 1단계 : 시스템 이해 단계

개발 시스템 이해단계에서는 사용자 요구사항을 근간으로 전문가 시스템으로 개발하고자 하는 시스템의 특정한 의도와 용도를 이해하고, 시스템의 전체적인 구성을 개략적으로 구상한다. 또한 사용자가 요구하는 시스템의 처리 기능과 능력을 이해하여 지식획득 범위를 선정한다. 개발 시스템 이해단계에서는 사용자 요구사항 분석 프로세스와 합동 검토 프로세스가 수행된다.

### 2.1.1 사용자 요구사항 분석 프로세스

사용자 요구사항 분석 프로세스에서는 시스템 운영 환경 분석 태스크와 소프트웨어 요구사항 분석 태스크가 수행되며, 지식공학자가 사용자 요구사항에서 지식베이스 모듈에 관련된 사항에 대해서만 선택적으로 참조하는 것이 효율적이다.

소프트웨어 요구사항 분석 태스크에서는 개발 시스템의 처리 기능을 파악하여 정의한다. 여기서 지식베이스 모듈에 입력될 지식의 성격과 범위가 개념적인 수준에서 파악될 수 있을 것이다.

상황/위협평가 정보융합 전문가 시스템의 기능은 전장정보분석 업무를 수행단계별로 전장지역 평가, 기상 및 지형분석, 상황평가(적능력 평가), 위협평가(적방책 분석)으로 처리하는 기능이 될 것이다.

또한, 소프트웨어 요구사항 명세서 태스크는 일반적으로 소프트웨어 요구사항을 분석한 후 소프트웨어의 성능과 기능을 정보기술, 기능기술, 성능요구사항, 설계계약사항, 검증평가기준, 관련자료 등을 고려하여 재정의 하는 것이다. 또한 소프트웨어 요구사항 명세서는 시스템 개발에 있어서 품질, 시간성, 완전성에 밀접한 관련성이 있다.

본 논문에서는 사용자가 소프트웨어적으로 처리되어야 하는 기능에 대한 요구사항에 대하여 단위 소프트웨어 수준으로 상세하게 세분하여 기능을 수행하는 처리과정, 적용기술, 단위 소프트웨어간의 관계, 소프트웨어 구성 요소와 단위 소프트웨어의 관계 등을 상세하게 제시하는 것이다. 소프트웨어 요구사항 명세서는 사용자에게 제시하기 전에 개발관련자들간의 검토를 거치는 것이 바람직하다.

소프트웨어 요구사항 명세서의 작성 항목은

ISO 12207에서 국제 표준으로 제시하고 있지만, 개발시스템의 특성에 따라 다양하게 작성될 수 있다. 또한 사용자 요구사항 명세서에는 시스템 구조설계, 시스템 상세설계, 소프트웨어 요구사항 명세서 등이 포함되지만, 지식베이스 구축에 있어서는 소프트웨어 요구사항 명세서에 비중을 두어야 한다.[6],[10]

### 2.1.2 합동 검토 프로세스

합동 검토 프로세스에서는 시스템 개발 관련자(지식공학자, 개발자, 시스템 개발 제안자, 도메인 전문가)들이 사용자 요구사항을 분석한 결과를 검토하고, 사용자 요구사항을 조정하며, 개발 시스템에 대한 개념을 통일한다. 또한 시스템의 개발 범위를 선정하며, 지식베이스 모듈에 구축될 지식의 획득 범위를 결정하는 과정이다. 합동 검토 프로세스에서는 분석 결과 검토 및 개념 통일 태스크와 지식획득 범위 선정 태스크가 수행된다.

분석결과 검토 및 개념 통일 태스크에서는 개발관련자들이 사용자 요구사항 및 관련 서적을 토대로 하여 분석한 결과가 개발 시스템을 올바르게 이해한 것인가와 사용자 요구사항을 수용할 수 있는가 등을 검토하며, 사용되는 용어와 개발 범위에 대한 개념을 통일하는 것이다. 분석결과 검토 및 개념 통일 태스크의 수행은 회의 방식으로 이루어지며, 회의 결과는 지식공학자/개발자가 정리하여 통일된 문서를 작성/유지하여야 한다.

또한, 지식획득 범위 선정 태스크에서는 결정된 시스템 개발 범위를 기초로 하여 지식베이스에 구축되어야 할 전문지식의 획득 범위를 결정하는 것이다. 지식획득의 범위는 시스템 개발 과

정에서 사용자 요구사항이 변경되었을 때 변경될 수도 있다. 그러나 지식공학자는 개발 시스템의 개발 범위를 명확히 인식하여 지식획득의 범위를 적절히 한정 짓는 것이 불필요한 지식획득을 방지할 수 있다.

## 2.2 2단계 : 개략적인 지식획득단계

전문분야 지식 획득단계에서는 지식 공학자가 개발하고자 하는 전문가 시스템의 대상 업무를 실제로 수행하고 있는 해당 현장을 방문해서 개발 시스템의 실제 운용예정자와 인터뷰를 통해 지식을 획득하여 사용자 요구사항의 적합성을 확인하고, 실무자들의 요구사항을 접수하며, 필수적인 수작업을 식별한다. 획득된 지식은 도메인 전문가에게 재확인되어야 하며, 또한 지식획득 과정에서 발생한 의문점도 도메인 전문가에게 문의하여 해결토록 한다. 이 과정을 통해 획득된 지식을 기반으로 시스템 개발 범위를 조정함으로써 보다 효율적인 지식획득 활동을 할 수 있다.[9]

### 2.2.1 지식획득 대상 선정 프로세스

지식획득 대상 선정 프로세스는 개발하고자 하는 전문가 시스템의 실제 업무를 파악하기 위하여 지식획득 대상을 선정하는 것이다. 해당 대상이 적을 때는 별 문제가 아니지만 많은 수의 해당 대상이 있을 때는 신중히 선정하는 것이 바람직하다. 선정 기준은 개발 시스템의 특성에 따라 다양하게 고려할 수 있을 것이며, 지식획득 대상이 되는 집단에서 상위집단과 하위집단의 연관성을 인식하여 선정 대상의 범위를 결정하는 것이 바람직하다. 지식 획득 대상 선정 프로세스

에서는 도메인 전문가 선정 태스크와 현장 선정 태스크가 수행된다.

도메인 전문가 선정 태스크에서는 개발 시스템의 해당분야에 관한 전문지식을 가지고 있는 도메인 전문가들 중에서 적절한 인원을 선정하는 것이다.

또한, 현장 선정 태스크는 개발 시스템을 사용하게 될 실무자가 근무하는 장소를 방문하기 위하여 대상 현장을 선정하는 것이다.

### 2.2.2 지식획득 준비/획득/융합 프로세스

지식획득 준비/획득/융합 프로세스에서는 지식공학자/개발자가 효율적인 지식 획득 활동을 수행하기 위하여 지식 획득 활동 수행이전에 용어 사전 작성 태스크, IDEF 0<sup>1)</sup> 작성 태스크, 설문지 작성 태스크 등을 수행하는 것이다. 전문가 시스템의 지식베이스 구축 대상 업무에 대한 분석은 IDEF 0을 이용하여 분석한다. 이 과정에서 표현의 수준은 사용자 요구사항과 관련 서적을 기초로 한 개념적인 수준이 된다.[12]

또한, 지식획득/융합 프로세스에서는 지식공학자/개발자가 개발 시스템의 실제 업무를 수행하는 현장을 방문하여 설문지를 기초로 실무자와의 인터뷰를 통해 지식을 획득하고, 획득된 지식은 도메인 전문가에게 검증을 받아 융합한다. 획득된 지식에 대한 의문사항은 도메인 전문가에게 문의한다. 또한 여러 도메인 전문가의 응답을 종합하여 지식을 융합함으로써 지식의 정확성과 일관성을 유지할 수 있도록 한다. 전문분야 지식 분석단계에서 정확하고 신뢰성 있는 분석 결과를 얻기 위해서는 전문분야 지식 분석단계 이전에

1) IDEF 0(Integrated computer aided manufacturing Definition 0) : 기능모델링 방법, SADT로 잘 알려진 그래픽 언어에서 파생.

도메인 전문가 인터뷰 태스크와 지식 융합 태스크를 반드시 수행하여야 한다.

지식 획득/융합 프로세스에서는 실무자 인터뷰 태스크, 도메인 전문가 인터뷰 태스크, 지식 융합 태스크 등이 수행된다.

### 2.3 3단계 : 개략적인 지식분석/설계 단계

개략적인 지식분석/설계 단계는 획득된 실무 지식을 분석하여 개발시스템 대상 업무를 세분화하고, 세부적인 업무에 대한 개념을 파악하여 규칙 작성에 직접적으로 관련이 되는 상세 지식을 획득하는데 필요한 기초 자료를 마련하는 단계이다.

개략적인 지식분석/설계 단계에서는 획득 지식 분류 프로세스, 세부업무 분석 프로세스, 분석 결과 검토 프로세스로 구성된다.

#### 2.3.1 획득 지식 분류 프로세스

개략적인 지식획득 단계에서 획득한 지식을 실무자들이 수행하는 업무별로 세부적으로 분류하고, 지식베이스 구축 양식지에 정리하여 기록하는 단계로서 업무별 지식 분류 태스크와 지식베이스 구축 양식지 작성 태스크로 구성된다.

업무별 지식 분류 태스크에서는 전문분야 지식 획득단계에서 획득한 개념 수준의 지식을 분류하는 것이다. 획득된 지식은 해당 부분이 애매할 수 있으며, 여러 부분에 공통적으로 관련성을 갖고 있을 수 있다. 이러한 문제는 세부적인 지식 획득 과정에서 더욱 심각한 문제를 발생시킬 수 있으므로 개념 수준의 획득된 지식부터 정확하게 분류하는 것이 바람직하다.

또한, 지식베이스 구축 양식지 작성 태스크에

서는 「지식 획득단계」 양식을 작성한다. 지식획득의 일관성을 유지하고, 중복성을 방지하기 위하여 획득된 지식을 특정한 양식에 기록하여 유지한다. 전문분야 지식 획득단계에서 획득된 지식은 매우 다양하며 복잡할 것이다. 따라서 획득된 지식들 중에서 지식베이스에 구축될 사항에 대해서만 선별적으로 기록하는 것이 바람직하다.[8]

#### 2.3.2 세부업무 분석/설계 프로세스

세부업무 분석/설계 프로세스는 개발시스템 이해단계와 전문분야 지식 획득단계에서 획득한 지식을 기초로 하여 식별한 세부 업무에 대하여 분석하는 것이다. 여기서 작성된 문서들은 상세 지식을 효율적으로 획득하도록 지원 될 것이며, 획득된 상세 지식의 분류와 규칙관련 요소의 식별을 용이하게 할 것이다. 세부업무 분석 프로세스에서는 상세 IDEF 0 작성 태스크, 논리적인 흐름도 작성 태스크, 규칙집합 식별 태스크 등이 수행된다.

상세 IDEF 0 작성 태스크는 개략적인 지식획득단계에서 작성된 개념 수준의 IDEF 0를 하향식 방식으로 하위레벨로 자세히 표현하는 것이다. 하위레벨의 수는 실무자 및 개발관련자가 이해할 수 있는 수준까지의 표현이 바람직하며, 대개 다섯 레벨 정도가 일반적이다.

논리적인 흐름도 작성 태스크는 사용자가 원하는 결과를 산출하기 위해서 개발 시스템에서 입력 자료를 받아 어떠한 과정으로 처리되는가를 규칙집합과 중간산출물의 상호 관계로 표현한 것이다. 즉, 결과물이 출력되기까지 모듈 또는 전체 시스템 내부에서 처리되는 과정을 논리적으로 표현한 것이다. 여기서는 사용자 요구사항과 기존

에 획득된 지식을 기반으로 최종산출물에서부터 연역적인 방법으로 규칙집합, 중간산출물, 입력 자료 등을 식별하고, 모듈간의 상호 연관성이 규칙집합을 중심으로 표현된다. 따라서 논리적인 흐름도는 규칙에 관련된 상세 지식을 획득하는데 기초자료가 될 것이다.

또한, 개략 규칙집합 작성 태스크는 획득된 실무지식을 기초로 개략적인 규칙집합을 식별하고 규칙집합간의 상호 관계를 나타내는 것이다. 규칙집합은 단지 입력자료 값에 의해서 영향을 받는 입력 규칙집합, 입력 규칙집합과 출력 규칙집합 사이에 있는 중간 규칙집합, 중간 규칙집합으로부터 입력 값을 받아서 최종 출력 자료에 영향을 미치는 출력 규칙집합으로 분류하였다.

#### 2.4 4단계 : 상세 지식 획득/설계 단계

상세 지식 획득/설계 단계에서는 전문분야 지식 분석단계의 논리적인 흐름도에서 식별된 규칙집합에 들어갈 세부 판단 요소/기준과 사실을 도메인 전문가와 관련 서적을 통해 획득하여 관리한다. 획득된 상세 지식은 매우 복잡하여 필요한 지식의 누락과 중복이 발생할 수 있으므로 체계적으로 관리되어야 하며, 프로세스들간에 피드백(Feedback)을 반복하면서 상호 수정/보완되어야 한다.[7]

상세 지식 획득/설계 단계는 모듈별 상세 지식 획득 프로세스, 상세 지식 관리 프로세스, 상세 지식 검토 프로세스 등으로 구성된다.

##### 2.4.1 모듈별 상세 지식 획득 프로세스

모듈별 상세 지식 획득 프로세스에서는 각 모듈 내에 있는 규칙집합에 관련된 상세 지식을 획득

한다. 상세 지식의 내용은 규칙에 들어갈 판단 요소와 기준 그리고 결과가 될 것이며, 규칙에 관련된 사실이 포함될 것이다. 개발 시스템의 모듈 분류는 지식공학자와 개발자가 협의하여 개발의 편리성을 고려하여 결정할 문제이다. 상황/위협평가 정보융합 전문가 시스템에서는 개발 대상 업무인 전장정보분석 업무의 수행단계별로 모듈을 분류하여 개발하였다.

모듈별 상세 지식 획득 프로세스에서는 설문지 작성 태스크, 상세 지식 획득 태스크 등이 수행된다.

##### 2.4.2 상세 지식 설계/검토 프로세스

상세 지식 설계/검토 프로세스에서는 획득된 상세 지식을 지식베이스 구축 양식지의 해당 CSC<sup>2)</sup>/CSU<sup>3)</sup>에 기록하고, 각 모듈의 규칙집합을 입력규칙집합, 중간규칙집합, 출력규칙집합으로 분류하여 관리한다.

또한, 상세 지식 검토 프로세스에서는 상세 지식 관리 프로세스에서 작성된 지식베이스 구축 양식지와 상세 규칙집합 구성도에 대하여 도메인 전문가에게 확인을 받는 과정이다. 또한 도메인 전문가의 의견은 지식의 일관성과 정확성을 유지하기 위하여 상세 지식 융합이 이루어진다.

상세 지식 검토 프로세스에서는 도메인 전문가 인터뷰 태스크, 상세 지식 융합 태스크를 수행한다.

#### 2.5 5단계 : 규칙화단계

규칙화단계에서는 획득한 상세 지식을 IF,

2) CSC(Computer Software Configuration) : 소프트웨어 구성품

3) CSU(Computer Software Unit) : 소프트웨어 단위

THEN의 규칙형태로 전환하며, 작성된 규칙에 대한 일관성과 정확성을 확인한다.

개발 관련자들간의 긴밀한 협조를 필요로 하는 단계로서 규칙을 얼마나 효율적으로 작성하느냐가 규칙화단계에서의 목표가 된다. 규칙을 작성하는데 사용되는 판단 요소와 기준은 상당히 난해한 부분을 가지고 있으므로 규칙의 중복, 규칙의 누락, 불필요한 규칙 작성 등을 유발시킬 수 있으므로 생성규칙의 정제 과정이 필요하다. 또한, 생성규칙이 획득된 지식을 정확히 포함하고 있는지, 획득된 지식이 변화되지 않고 일관성을 유지하면서 규칙으로 만들어졌는지 등을 확인하여야 한다. 규칙화단계에는 상세 지식 규칙화 프로세스와 일관성/완전성 검토 프로세스로 구성된다.

### 2.5.1 상세 지식 규칙화 프로세스

상세 지식 규칙화 프로세스는 획득된 규칙관련 지식을 이용하여 규칙의 형태로 작성하는 과정이다. 이 과정에서 개발자 능력의 차이는 개발 시스템의 효율성과 현실성에 큰 영향을 미친다. 따라서 정형화된 태스크를 지원함으로써 개발자 능력의 차이로 인해 발생하는 문제를 해소할 수 있을 것이다.

상세 지식 규칙화 프로세스에는 판단 요소 및 기준 식별 태스크, 생성규칙 정제 태스크, 지식베이스 구축 양식지 작성 태스크 등이 수행된다.

판단 요소 및 기준 식별 태스크는 모듈의 처리 기능에 관련된 지식과 입력되는 자료들 중에 출력 자료 또는 산출물에 영향을 미치는 요소를 식별하고, 산출물들 중에서 사용자가 원하는 산출물을 출력하기 위한 판단 요소에 적용되는 기준을 식별하는 것이다.

### 2.5.2 일관성/완전성 검토 프로세스

일관성/완전성 검토 프로세스는 구현단계를 수행하기 전에 분석의 최종적인 과정으로 획득된 지식이 규칙화하는 과정에서 일관성을 유지하고 있는지, 사용자 요구사항을 만족하고 있는지를 각종 문서의 비교를 통해 검토하는 것이다.

일관성/완전성 검토 프로세스에서는 규칙관련 문서 비교/확인 태스크와 사용자 요구사항 비교/확인 태스크가 수행된다.

규칙관련 문서 비교/확인 태스크에서는 규칙관련 문서인 지식베이스 구축 양식지, IDEF 0, 논리적인 흐름도, 규칙집합 분류도 등을 상호 비교/확인하여 규칙의 일관성을 확인한다.

사용자 요구사항 비교/확인 태스크에서는 작성된 규칙으로 사용자가 요구한 기능을 수행할 수 있는지를 확인한다. 위의 과정에서 확인된 문서들을 작성된 규칙과 비교하여, 사용자가 요구한 개발 시스템의 기능을 완전히 수행하는지를 확인하여야 한다.

## 3. STAFS 조사 및 분석

### 3.1 STAFS 개요

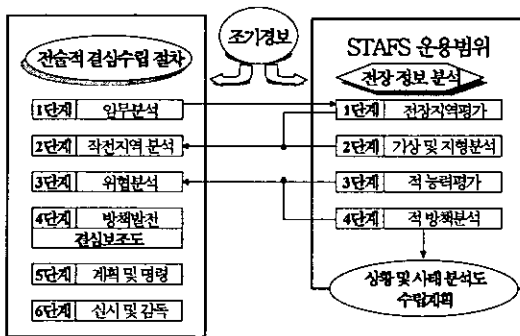
STAFS는 작전지역에 대한 지형 및 기상을 분석하고 수집된 첩보와 정보를 이용하여 적 능력평가 및 적 방책분석을 실시하는 전장정보분석(IPB) 업무를 자동화하기 위한 시스템이다.[4]

육군에서는 전장에서의 효과적인 의사결정을 위하여 전술적 결심수립 절차라는 의사결정체계를 따르고 있으며 STAFS에서는 이러한 의사결정체계의 한 부분인 지형 및 기상과 적에 대한 분석을 지원하고 있는 시스템이라고 할 수 있다.

이러한 STAFS에서는 전장정보분석과 함께 아방책 선정과 관련된 내용을 포함하고 있으나 본 논문에서는 전장정보분석과 관련된 부분만을 조사 및 분석하였다.

전술적 결심수립 절차는 6단계로 구성되어 있으며 STAFS는 1단계의 임무분석 결과를 바탕으로 2단계의 작전지역 분석과 3단계 위협분석을 실시하는 것이다. STAFS에서 실시하는 전장지역분석과 기상 및 지형분석은 전술적 결심수립 절차의 작전지역 분석에 포함되며 적 능력평가와 적 방책분석은 위협분석에 포함된다.

이러한 STAFS에서 지원하고 있는 업무의 범위와 현재 육군에서 수행하고 있는 업무절차를 살펴보면 <그림 3-1>과 같다.



<그림 3-1> STAFS 운용 범위

전장정보분석 업무는 연대, 사단, 군단 등의 수행 제대와 공격, 방어 등의 작전형태에 따라 고려하여야 할 요소 및 기준들이 상이하다. 또한 모든 제대와 모든 작전형태를 수용할 수 있는 시스템의 개발은 많은 시간과 인력을 소요하게 될 것이다.

따라서 체계개발 가능성을 시험하는 STAFS 시제에서는 육군 1개 사단이 방어작전을 수행하

는 것에 대한 전장정보분석으로 개발 범위를 한정하여 시스템 개발이 이루어지고 있다.

전장정보분석 업무는 육군의 정보장교에 의하여 실시되는 업무로 육군 야전 교범 30-11(1997. 12. 30. “전장정보분석”. 육군본부)에 명시된 전장정보분석 절차를 준수하여 수행된다.

정보장교에 의해 실시되고 있는 전장정보분석 업무는 단순한 연산보다는 인간의 지능적인 판단을 필요로 하는 업무로써 이러한 기능을 구현할 수 있는 시스템 개발을 위하여 STAFS에서는 전문가시스템을 개발하여 활용할 수 있도록 프로토타입은 개발이 완료되었으며, 체계개발이 계획중에 있다.

### 3.2 STAFS 구성

STAFS의 구성요소는 하드웨어 형상 항목과 소프트웨어 형상 항목으로 구분할 수 있다. 소프트웨어 형상 항목은 시스템에서 요구하는 기능을 수행하기 위하여 필요로 하는 소프트웨어를 말하며 하드웨어 형상 항목은 그러한 소프트웨어를 탑재하여 성능을 달성하기 위한 하드웨어 플랫폼이다.

본 논문에서는 지식베이스와 관련이 있는 소프트웨어 형상 항목들을 중심으로 각각의 형상 항목들이 가지는 기능과 구조를 개략적으로 조사하였으며 또한 화력분배와 연관성이 있는 요소들을 식별하였다.

STAFS의 소프트웨어 형상 항목은 공통기본 CSC, 모의 전장생성 CSC, 기상/지형분석 CSC, 상황평가융합CSC, 위협평가융합CSC로 구성되어 있으며 이러한 각각의 CSC는 여러 개의 CSU를 가지고 있다. 화력분배는 이러한 STAFS의 5개의 CSC중 위협평가융합CSC의 한 부분으로

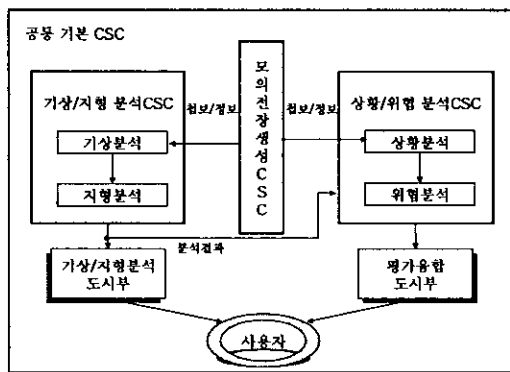


포함된다.

또한 STAFS 구성요소인 CSC간의 자료의 흐름 및 상호관계를 살펴보면 다음과 같다.

모의 전장생성 CSC에서 생성된 정보/첩보는 기상분석 CSC와 상황분석 CSC의 입력으로 사용되어지며 기상분석 CSC의 출력결과는 지형분석 CSC와 융합되어 종합지형분석도를 만들어 낸다. 또한 위협분석 CSC에서는 종합지형분석도의 정보와 상황분석 결과를 융합하여 결과를 산출하게 된다. 각각의 CSC에서 산출되는 결과물은 다양하며 이러한 결과물은 다른 CSC의 입력요소로 작용하기도 하고 단일 결과물로서도 가치를 가지게 된다.

위와 같은 STAFS 구성요소와 구성요소 상호관계를 도시하면 <그림 3-2>와 같다.



<그림 3-2> STAFS 구성요소 및 상호관계

모든 소프트웨어 형상 항목이 화력분배와 직접적으로 연관성을 가지는 것은 아니며, 기상분석 CSC와 위협평가융합 CSC만이 직접적인 연관성을 가진다. 화력분배와 CSC사이의 관계는 CSC의 출력결과가 화력분배의 입력요소로 사용되는 것이다. 기상분석 CSC와 위협평가융합

CSC의 출력결과만이 직접적으로 화력분배를 위하여 사용되지만, STAFS의 구성요소들이 상호 영향을 미친다고 볼 때 나머지 CSC도 간접적으로 화력분배에 영향을 미치고 있다고 볼 수 있다.

## 4. STAFS 전문가시스템의 지식베이스 모듈 개발

### 4.1 JAAT 화력분배 판단

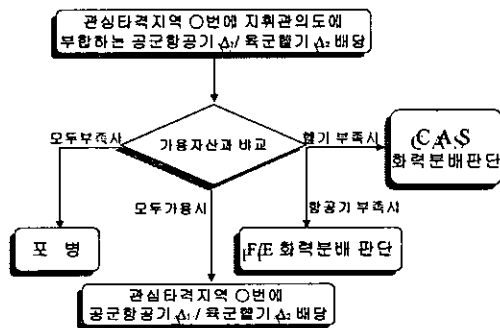
화력분배 판단 규칙 추출은 공군항공기, 육군 헬기, 포병 등의 화력자산을 혼합해서 협동작전을 수행하는 JAAT(Joint Air Attack Team), 지상작전 수행 시 공군항공기의 도움을 얻어서 적의 작전지역을 공격하는 CAS(Close Air Support), 육군헬기와 포병 화력자산을 가지고 적을 공격하는 F/E(Fire-Eagle), 그리고 순수 포병만으로 적을 공격하는 것에 관련된 규칙 및 사실을 추출토록 하였다. 이미 기술하였듯이 본 논문에서는 국방부문에 전문적인 지식이 없는 사람들도 이해하기 쉽도록 체계적으로 JAAT, CAS, F/E, 포병 화력자산 분배를 위한 규칙도출 시 개념설계, 상세설계, 알고리즘제시, 규칙추출예시를 하였다.

본 연구를 수행하면서 가정사항은 지휘관의 의도를 만족하는 최소의 자산을 사용하여 경제적인 화력분배를 하며, 공군항공기의 가용자산을 3 쏘터로 하고, 육군헬기의 가용자산을 1개 대대(3개 편대)로 가정하고, 공군항공기 1쏘터는 1개의 관심타격지역에서만 임무를 수행하며, 지휘관의 의도는 무력화와 교란으로 하였다.

JATT, CAS, F/E, 포병의 화력분배 판단 개념 설계는 동일한 개념으로 실시되므로 본 논문에서는 JATT 화력 분배 판단만을 제시토록 한다.

4.1.1 JAAT 화력분배 판단을 위한 개념설계

JAAT 화력분배 판단을 위한 개념설계는 상세설계의 전 단계로서 JAAT 화력분배 판단을 개략적으로 설명한 것이다. JAAT 화력분배 판단을 위한 개념적인 흐름도는 <그림 4-1>과 같다.



<그림 4-1> JAAT 화력분배 판단을 위한 개념적인 흐름도

<그림 4-1>을 좀 더 세부적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 관심타격지역에 지휘관의도에 부합하는 파괴율을 갖는 공군항공기와 육군헬기를 배당한다.

둘째, 배당된 자산을 가용자산과 비교하여 가용자산이 충분할 경우는 화력자산을 그대로 관심타격지역에 확정 배당한다.

셋째, 배당된 자산을 가용자산과 비교하여 육군헬기 부족시는 CAS 화력분배 판단을 수행하고, 공군항공기 부족시는 F/E 화력분배 판단을 수행한다.

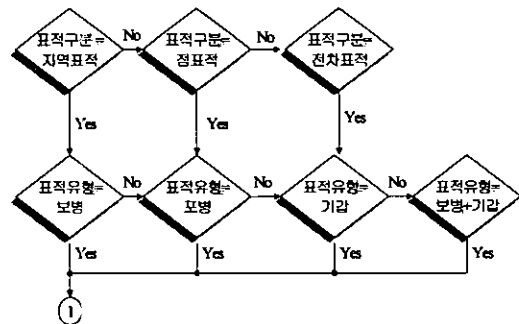
넷째, 가용자산 중 공군항공기, 육군헬기 모두 부족 시는 포병을 배당한다.

4.1.2 JAAT 화력분배 판단을 위한 상세설계

상세설계는 개념설계에서 개략적으로 설명한 '지휘관의도에 부합하는 공군항공기/육군헬기 배당' 부분과 '가용자산과 비교' 부분을 상세하게 설명한 것이다. JAAT 화력분배 판단을 위한 상세 흐름도는 <그림 4-2.a, b, c>와 같다.

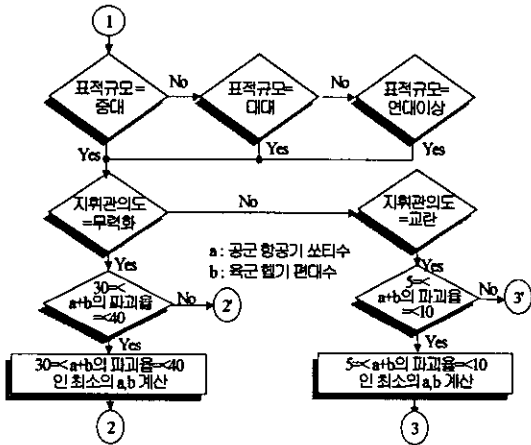
<그림 4-2.a, b, c>를 좀 더 세부적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, <그림 4-2.a>에서는 표적이 지역표적, 점표적 혹은 전차표적인지를 결정하고, 해당되는 표적의 유형이 보병, 포병, 기갑 혹은 보병+기갑인지를 판단하는 상세 흐름도이다.

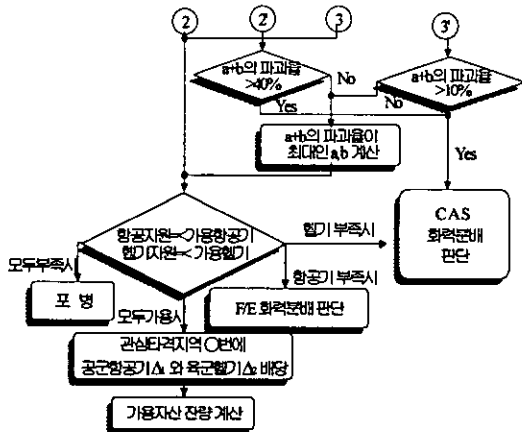


<그림 4-2.a> JAAT 화력분배 판단을 위한 상세 흐름도

둘째, <그림 4-2.b>는 표적규모가 중대, 대대, 연대이상인가를 판단하고, 표적규모에 따라 지휘관의도에 부합하는 화력자산의 파괴율을 고려하여 최소의 자원이 분배되도록 한다.



<그림 4-2.b> JAAT 화력분배 판단을 위한 상세 흐름도(계속)



<그림 4-2.c> JAAT 화력분배 판단을 위한 상세 흐름도(계속)

셋째, <그림 4-2.c>에서는 분배된 화력자산을 가용자산과 비교하여 가용자산이 충분하면 그대로 배당하고, 마지막으로 가용자산 잔량을 계산하게 된다. 그리고, 배당된 화력자산을 가용자산과 비교하여 육군헬기 부족시는 CAS 화력분배를, 공군항공기 부족시는 F/E 화력분배를 수행하고, 모두 부족시는 포병을 배당하며, 화력자산의

파괴율이 지휘관의의도를 과만족할 경우는 경제적인 화력분배를 위해서 CAS 화력분배 판단을 수행하고, 파괴율이 지휘관의의도에 미치지 못할 경우는 최대의 파괴율을 갖는 화력자산을 배당하게 된다.

### 4.1.3 JAAT 화력분배 판단 알고리즘

JAAT 화력분배 판단을 위한 개략 및 상세 설계 흐름도를 바탕으로 화력분배 판단 알고리즘을 제시하면 다음과 같다. 실제적으로 개발자는 이러한 알고리즘을 참고하여 STAFS 전문가시스템의 프로토타입 지식베이스 모듈을 구현하였으며, 추후 완벽한 STAFS의 화력분배 지원 전문가시스템을 구축할 것이다.

#### 1. 표적구분 판단

- 1.1 IF 표적구분=지역표적, THEN 2.1 수행, ELSE 1.2 수행
- 1.2 IF 표적구분=점표적, THEN 2.2 수행, ELSE 1.3 수행
- 1.3 IF 표적구분=전차표적, THEN 2.3 수행

#### 2. 표적유형 판단

- 2.1 IF 표적유형=보병, THEN 3.1 수행, ELSE 2.2 수행
- 2.2 IF 표적유형=포병, THEN 3.1 수행, ELSE 2.3 수행
- 2.3 IF 표적유형=기갑, THEN 3.1 수행, ELSE 2.4 수행
- 2.4 IF 표적유형=기갑+보병, THEN 3.1 수행

#### 3. 표적규모 판단

- 3.1 IF 표적규모=중대, THEN 4.1 수행, ELSE 3.2 수행

- 3.2 IF 표적규모=대대, THEN 4.1 수행,  
ELSE 3.3 수행
- 3.3 IF 표적규모=연대이상, THEN 4.1 수행
- 4. 지휘관의도 판단
  - 4.1 IF 지휘관의도=무력화, THEN 5.1 수행,  
ELSE 4.2 수행
  - 4.2 IF 지휘관의도=교란, THEN 5.4 수행
- 5. 지휘관의도에 부합하는 공군항공기, 육군헬기 선정
  - 5.1 IF 30% =< 파괴율 =< 40%, THEN 5.2 수행, ELSE 5.3 수행
  - 5.2 30% =< 파괴율 =< 40%인 최소의 항공지원(a)와 헬기지원(b) 계산
  - 5.3 IF 파괴율 > 40%, THEN CAS 화력분배 판단 수행, ELSE 최대의 파괴율 갖는 a,b 계산 후, 6.1 수행
  - 5.4 IF 5% =< 파괴율 =< 10%, THEN 5.5 수행, ELSE 5.6 수행
  - 5.5 5% =< 파괴율 =< 10%인 최소의 항공지원(a)와 헬기지원(b) 계산
  - 5.6 IF 파괴율 > 10%, THEN CAS 화력분배 판단 수행, ELSE 최대의 파괴율 갖는 a, b 계산 후, 6.1 수행
- 6. 가용판단
  - 6.1 IF 가용자산 충분, THEN 관심타격지역 0번에 공군항공기 a소티와 육군헬기 b개 편대 배당 후, 7.1 수행
  - 6.2 ELSE IF 육군헬기 부족시, THEN CAS 화력분배 판단 수행
  - 6.3 ELSE IF 공군항공기 부족시, THEN F/E 화력분배 판단 수행
  - 6.4 ELSE 공군항공기와 육군헬기 모두 부족

시는 포병 배당

7. 가용자산 잔량 계산

- 7.1 가용항공기 = 가용항공기 - 항공지원,  
가용헬기 = 가용헬기 - 헬기지원

4.1.4 JAAT 화력분배 판단 규칙 도출 예시

참고로 국방부문에 전문적인 지식을 가지고 있지 않은 독자를 위하여 JAAT 화력분배 판단 규칙 도출을 예시하였으며, 가정사항은 다음과 같다.

관심타격지역 1번 표적구분=지역표적, 표적 유형=포병, 표적규모=연대이상, JAAT\_운용=양호, CAS\_운용=양호, F/E\_운용=양호, 포병\_운용=제한, 지휘관 의도=무력화, 가용항공기=3소티, 가용헬기=3개편대

가. JAAT 화력분배 1차 판단

R704 : IF JAAT\_운용 = 양호  $\vee$  JAAT\_운용 = 제한  $\wedge$  표적구분 = 지역표적  $\wedge$  표적유형 = 포병  $\wedge$  표적규모 = 연대,  
THEN 지역표적\_포병\_연대\_통합전력파괴율(X)

R713 : IF 지휘관의도 = 무력화  $\wedge$  30 =< \_통합전력파괴율(X)=< 40,  
THEN MIN(항공지원(a), 헬기지원(b))

나. 가용자산 확인 및 최종 JAAT 화력분배 판단

R876 : IF 가용항공기=3  $\wedge$  가용헬기=3  $\wedge$  항공지원=3  $\wedge$  헬기지원=3,  
THEN 관심타격지역 1번에 공군항공기 3 소티, 육군헬기 3개편대 배당

다. 가용잔량 산출

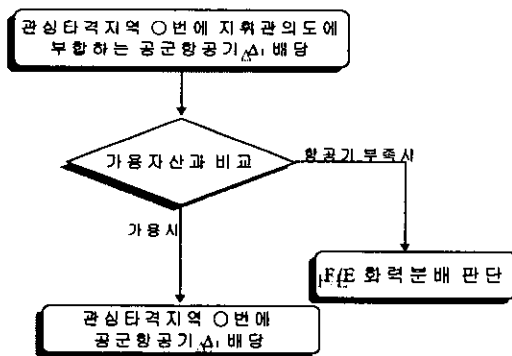
R886 : IF 가용항공기=3  $\wedge$  항공지원=3,  
THEN 가용항공기=0

R892 : IF 가용헬기=3  $\wedge$  헬기지원=3,  
THEN 가용헬기=0

## 4.2 CAS / F/E 화력분배 판단

### 4.2.1 CAS 화력분배 판단을 위한 개념설계

개념설계는 상세설계의 전 단계로서 CAS 화력분배 판단을 개략적으로 설명한 것이다. CAS 화력분배 판단을 위한 개념적인 흐름도는 <그림 4-3>과 같다.



<그림 4-3> CAS 화력분배 판단을 위한 개념적인 흐름도

<그림 4-3>을 좀 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

첫째, 관심타격지역에 지휘관의도에 부합하는 파괴율을 갖는 공군항공기를 배당한다.

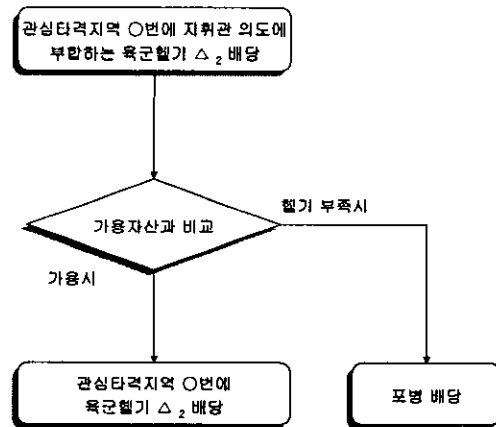
둘째, 배당된 자산을 가용자산과 비교하여 가용자산이 충분할 경우는 화력자산을 그대로 관심타격지역에 확정 배당한다.

셋째, 배당된 자산을 가용자산과 비교하여 공

군항공기 부족시는 F/E 화력분배 판단을 수행한다.

### 4.2.2 F/E 화력분배 판단을 위한 개념설계

개념설계는 상세설계의 전 단계로서 CAS 화력분배 판단을 개략적으로 설명한 것이다. F/E 화력분배 판단을 위한 개념적인 흐름도는 <그림 4-4>와 같다.



<그림 4-4> F/E 화력분배 판단을 위한 개념적인 흐름도

<그림 4-4>를 좀 더 상세하게 설명하면 다음과 같다.

첫째, 관심타격지역에 지휘관의도에 부합하는 파괴율을 갖는 육군헬기를 배당한다.

둘째, 배당된 자산을 가용자산과 비교하여 가용자산이 충분할 경우는 화력자산을 그대로 관심타격지역에 확정 배당한다.

셋째, 배당된 자산을 가용자산과 비교하여 육군헬기 부족 시는 포병을 배당한다.

## 5. 결론

본 논문에서는 전문가 시스템의 지식베이스 구축에 있어서 지식획득과정을 체계화하고 강화하기 위하여 기존의 지식획득단계와 분석단계를 개발 시스템 이해단계, 실무지식 획득단계, 실무지식 분석단계, 상세 지식 획득/관리단계, 규칙화 단계 등의 다섯 단계로 세분화하였다. 또한, 지식획득에서부터 규칙화하는 단계까지 지식공학자가 수행해야 하는 일들을 프로세스와 태스크로 정형화하여 제시하였다.

또한 본 논문에서 제안한 체계적인 규칙추출 방법론을 이용하여 STAFS 전문가시스템의 화력분배 지원을 위한 지식베이스 모듈을 개발하였다. 본 논문은 아군 화력자산의 파괴율을 고려하여, 지휘관의 의도에 부합하는 아군 화력자산을 분배하는 전문가시스템의 지식베이스 모듈에 해당하는 규칙추출에 관한 연구를 수행하였다.[2]

이렇게 제시된 화력자산 분배에 관련된 규칙을 바탕으로 항공기 및 포병 화력자산 분배 지원 전문가시스템 개발이 성공적으로 이루어질 경우 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 화력분배 지원용 전문가시스템을 이용하면 체계적이고 신속한 화력분배가 가능하다.

둘째, 화력분배 지원용 전문가시스템을 개발하여 활용하면 의사결정권자가 전문가시스템에서 화력분배에 대해 제시한 내용에 대한 과정이나 의문이 발생했을 경우에 설명능력을 제공할 수 있다.

셋째, 화력분배 지원용 전문가시스템은 전문가 시스템 개발도구를 이용하여 개발하기 때문에 S/W 유지보수 측면이나 전체적인 개발일정 단축 등의 기대효과가 예상된다.

넷째, 화력분배 지원용 전문가시스템의 지식

베이스 모듈 개발을 기반으로 장차 완벽한 화력분배 지원용 전문가시스템을 개발할 수 있을 것이다.

다섯째, 본논문은 장차 완벽한 STAFS 체계개발에 규칙을 추출하는 기초/기반지식으로 활용할 수 있으며 앞으로 개발되어질 군 및 민간 분야, 특히 군관련 업무의 전문가시스템 지식베이스 구축시에 활용이 될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 김화수, 조용범, 최종욱, 「전문가 시스템」, 집문당, 1998.
- [2] 김화수, 「항공기 및 포병 화력자산 분배 지원 전문가시스템 개발에 관한 연구」, 한국지능정보시스템학회 추계학술대회, 2000.
- [3] 이재규, 송용욱, 권순범, 김우주, 김민용, UNIK을 이용한 전문가 시스템의 개발, 법영사, 1996.
- [4] 전장정보분석, 아전교범 30-11, 육군본부, 1997.
- [5] Cao Wen, *An Assumption-based Truth Maintenance System*, 1993.
- [6] Gerald A. Silver, Myrna L. Silver, 「System Analysis and Design」, Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- [7] Grzymala-Busse, Jerzy W., *Managing Uncertainty in Expert Systems*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- [8] Levitt, R.E., et al., "Artificial Intelligence Techniques for Generating Construction Project Plan", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 114, No. 3, 1988.
- [9] M., Aynam A. and Yvan J. Beliveau, "Knowledge Based Planning System", *Journal of Construction Engineering and*

- Management*, Vol. 117, No. 1, 1991.
- [10] Meredith, Jack R. and Samuel J. Mantel, Jr.,(1995), Project Management, *John Wiley & Sons*.
- [11] Peter Jackson, 『Introduction to EXPERT SYSTEMs』, Addison Wesley Publishing Company, 1990.
- [12] Richard J. Mayer, 『IDEF 0 Function Modeling』, Knowledge Based System, 1994.

Abstract

## Development of the Knowledge-Base Module for the STAFS Expert System Using Rule Derivation Methodology

Hwa-soo Kim\*

This paper presents the process of knowledge acquisition by partitioning the phase of analysis & design for knowledge-base module construction of Expert System into five steps to derive rule systematically. Also, this paper presents the process and the task that knowledge engineer must do work each step. The knowledge-base module of STAFS expert system was constructed by considering the destruction rate and the commander's intention using the proposed rule derivation methodology.

**Key words** : Expert System, Knowledge-Base Module, Rule-Derivation Methodology

---

\* Korea National Defense University