

전장정보를 활용한 화력분배 의사결정지원 전문가시스템 개발에 관한 연구*

김 화수**, 노 명종***, 조 동래*, 김 응수**

A Study on the Expert System Development for Making Decision of Fire Allocation Using Intelligence of Battlefield

Hwa-Soo Kim**, Mounng-Jong Noh***, Dong-Lae Cho*, Woong-Su Kim**

요 약

현대전에서는 첩보와 정보의 수집 및 분석 능력과 이를 이용한 효과적인 의사결정은 전쟁의 승패를 좌우할 수 있는 중요한 요소이다. 이를 위하여 첩보와 정보 수집 및 분석을 자동화하기 위한 전장정보분석 자동화에 관한 연구가 국방과학연구소 주관으로 실시되고 있다. 따라서 이와 연계된 의사결정 자동화에 관한 연구가 필요하게 되었다. 본 논문에서는 이러한 요구에 부응할 수 있는 전장정보를 활용한 의사결정의 중요한 한 분야인 화력분야를 자동화하기 위한 전문가시스템 지식베이스의 분석 및 설계에 관한 연구이다.

화력분야 의사결정은 아군의 가용 화력자산을 효과적으로 운용하는 화력분배가 중심이 되며 이 업무는 화력분배에 전문적인 지식을 가진 장교에 의해 실시된다. 이러한 화력분배 자동화를 위하여 본 논문에서는 화력분배와 관련된 현행 업무 관련 지식을 획득 및 분석하고 이를 바탕으로 규칙집합을 추출하였으며 규칙 집합들간의 상호관계, 입력요소, 출력결과 등을 식별하였다. 또한 규칙집합별로 세부적인 규칙을 도출하였고 객체지향기법을 이용한 클래스, 객체, 속성들을 식별하여 에디터를 이용해 지식베이스를 구축할 수 있도록 설계를 완료하였다.

1. 서 론

장차전의 양상은 고도의 과학전, 타격수단의 다양화, 무기 위협중대, 정밀 유도무기, 지상 및 공중 기동장비의 고성능화 수송능력 증대 등의 고속입체 기동전이 수행될 것이며, 이러한 장차전의 양상은 정확하고, 보다 빠른 첩보와 정보의 수집 분석을 통한 신속한 아군의 대응을 요구하고 있다.

이를 위하여 육군에서는 적을 분석하고 아군의 방책을 결정하는 전술적 결심 수립 절차라는 의사결정체계를 따르고 있다.

따라서 효과적인 의사결정을 지원하기 위한 육군의 정보 획득수단 및 분석능력은 지휘관이 결정적인 시간과 장소에 전투력을 집중시켜 전투에서 승리를 보장할 수 있도록 지휘관에게 정확한 전장 상황 및 적에 대한 정보를 지속적으로 제공할 수 있어야 한다.

이를 위하여 현재 육군에서는 정보장교에 의해 첩보와 정보의 수집 및 분석이 이루어지고 있으며 정보상황실을 운용하는 사단급이상 계대에서는 통상 육군 야전 교범 30-11(1997. 12. 30. "전장정보분석". 육군본부)에 명시된 전장정보분석 절차를 따른다.

그러나 정보장교들의 수작업에 의하여 전장정보분석이 실시됨으로 많은 인력이 소요되고, 분석 결과 산출이 지연되며, 분석단계의 누락에 따른 분석결과 오판을 가져올 수 있다는 문제점 등을 안고 있다.

이러한 문제점을 해소하기 위하여 전장정보분석 업무를 자동화하는 것에 대한 필요성이 대두되어, 지상표적 상황위협평가 정보 융합 시제(이하

* 본 논문은 계약번호 제 G991358-2호에 의거 ADD가 주관하여 LG 정밀에서 연구자금을 지원 받아 수행한 연구결과임.

** 국방대학원 전자계산학과 교수

*** 국방대학원 전자계산학과 석사학생

☆ 국방과학연구소 책임연구원

☆☆ 국방과학연구소 선임연구원

STAFS: Situation & Threat Assessment Fusion System 로 칭함)가 국방과학연구소(ADD)에서 주관하고 LG에 의하여 시제개발이 이루어지고 있다.

STAFS에 의해 전장정보분석을 자동화하는 연구가 이루어짐에 따라 이와 연계된 의사결정체계의 자동화 방안에 관한 연구가 필요하게 되었다.

육군의 의사결정체계는 전술적 결심 수립 절차를 따르며 의사결정을 위해서는 정보, 작전, 인사/군수 등의 모든 기능들이 통합되며 정보/전자전, 기동, 화력, 이동성/생존성, 전투근무지원 등의 모든 기능들을 고려하게 된다. [9]

그러나 본 논문에서는 STAFS의 전장정보분석 결과를 활용한 의사결정체계의 자동화 방안을 제시하는 것으로서 의사결정체계의 핵심 분야라고 할 수 있는 화력분야를 중심으로 연구한다.

화력분야는 전장정보분석을 통하여 나오게 되는 관심타격지역에 대한 아군의 화력자산을 분배하는 것이며 이러한 업무는 화력분배에 전문적인 지식을 가진 군 전문가에 의하여 수행되어진다.

화력분배에 전문적인 지식을 가진 전문가에 의하여 수행되어지는 업무를 자동하기 위하여 규칙과 사실을 바탕으로 추론기능을 가지고 문제를 해결하는 인공지능 응용분야 중 하나인 전문가시스템을 도입하여 연구한다. [1, 2]

이러한 전문가시스템은 여러 구성요소로 구성되며 규칙과 사실로 이루어진 지식베이스를 얼마나 효과적으로 구축하는 가하는 것이 시스템 개발의 성패를 좌우한다고 할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 최근 많이 이용되고 있는 생성규칙을 이용한 지식표현방법과 객체지향 기법을 혼합한 혼합형 지식표현방법을 중심으로 의사결정체계의 지식베이스 구축을 위한 분석 및 설계를 연구한다. [1, 2, 12, 13]

2. 의사결정체계 업무 조사 및 분석

2.1 의사결정체계 업무 개념 및 절차

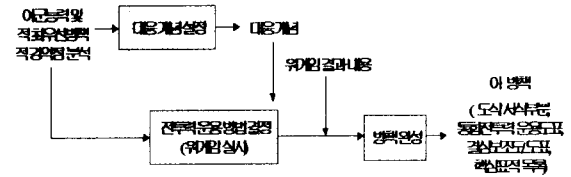
의사결정은 전장정보를 분석하여 나오는 적의 최우선순위 방책과 강·약점을 기초로 아군 지휘관이 작전단계별로 대응개념을 설정하고 각 참모들은 이를 토대로 하여 작전단계/전장기능별로 위계임을 통하여 장차 작전간에 수행하게 될 아군의 작전 계획을 수립하는 것이다.

이러한 의사결정을 위한 절차는 대응개념 설정, 전투력 운용 방법 결정, 방책 완성이라는 3단계로 구성되며, 이를 도시하여 보면 <그림 2-1>과 같다. [9]

1) 대응개념 설정

지휘관이 정보분석 결과로 제시된 적 방책 및 강·약점을 기초로 구상한 대응개념을 적지중심작전단계, 근접작전단계, 후방작전단계 등의 작전단계별로 제시한다. 지휘관 대응개념에 포함내용은 제한할 수는 없지만, 일반적으로 주 노력 지향 방향 또는 중심 격파를 위한 전투력 운용, 작전단계별 대응전투방법, 전장기능별 전투력 운용방안과

같은 내용을 포함할 수 있다.



<그림 2-1> 의사결정체계 단계 및 절차

2) 전투력 운용 방법 결정

대응개념을 기초로 작전진행단계별로 위계임을 통해서 제전장기능별 전투력 운용방법을 판단한다.

적지중심작전단계, 근접작전단계, 후방작전단계 등의 작전단계별로 적의 방책에 대응해서 전장기능별로 전투력을 어떻게, 어느 규모로 운용할 것인가를 결정한다.

위계임이란 아군의 배치 및 장단점, 적의 자산 및 가능성있는 방책, 작전지역 등이 주어진 상태에서 적의 방책을 기초로 전투의 흐름을 구상하는 노력이며, 위계임 기간동안 지휘관 및 참모는 아 행동→적 대응→역 대응의 절차로 전투의 양상을 예측해야 한다.

이러한 절차를 위계임은 사태를 성공적으로 완료할 때까지 실시하며 방책의 구체화 또는 조정, 예하부대 임무 식별, 예상되는 편조 및 전투편성, 기만 및 기습책, 핵심표적 식별, 결심지역(offset) 식별, 우발계획 및 후속계획 수립, 전투지원 추가 소요, 주요사태별 기타 전투력 운용 소요와 같은 결과를 도출하게 된다.

특히 적의 전투력이 집중되는 지역에는 화력을 집중운용 할 수 있도록 계획을 한다.

3) 방책완성

방책완성은 전투력 운용 방법 결정단계에서 위계임을 통해서 나온 내용들을 다양한 형태로 작성하여 산출물을 만들어가는 것으로 여기에서 나오는 산출물은 도식/서식, 결심보조도, 핵심표적 목록, 통합전투력 운용도표가 있다.

2.2 의사결정 화력분야 업무

의사결정체계는 위에서 살펴본 바와 같은 절차로 여러 가지 산출물이 나오게 되며 아군 작전의 제 병과와 기능들에 관한 계획을 수립하게 된다.

이러한 의사결정체계의 전 분야를 자동화하는 데는 한계가 있을 것이며, 본 논문에서는 최근 중요성이 높아지고 있는 아군 가용 화력자산을 분배하는 화력분야를 중심으로 연구한다.

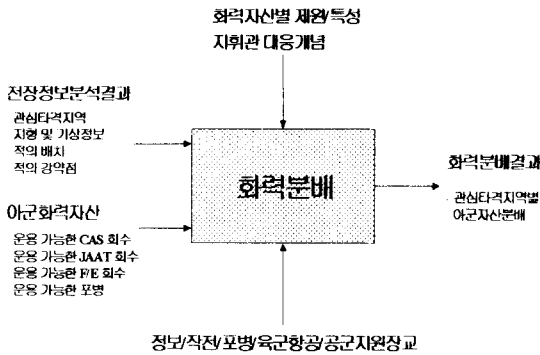
화력분야에 대한 의사결정은 정보, 작전, 포병, 육군항공, 공군 항공지원, 전투근무지원 등의 여러 기능과 병과가 함께 협조하게 되고 사단급 이상 부대에서는 화지반(화력지원협조반)을 중심으로 육군의 포병장교가 핵심이 되어 실시하게 된다.

의사결정체계가 전장정보분석의 결과를 토대로 하여 작성되는 것과 같이 의사결정체계의 일부

본인 화력분야 또한 전장정보분석 결과로 나오게 되는 기상 및 지형, 적의 배치, 사태분석도의 관심 타격지역 등에 대한 정보를 바탕으로 이루어진다.

이러한 화력분야의 핵심은 사태분석도의 관심 타격지역에 대하여 아군 화력자산인 CAS, JAAT, F/E, 포병화력을 지형 및 기상, 적의 배치, 아군 화력자산별 능력 및 특성을 고려하여 최대의 전투 효과를 발휘할 수 있도록 효과적인 분배를 하는 것이라 할 수 있다. [8]

이러한 화력분야의 업무를 그림으로 도시하여 보면 <그림 2-2>와 같다.



<그림 2-2> 화력 분배 방법

관심타격지역에 화력분배의 대상이 되는 아군 화력자산인 CAS, JAAT, F/E, 포병화력에 대하여 사단급을 기준으로 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 JAAT(Joint Air Attack Team: 합동공중공격반)

JAAT는 육군의 전투헬기, 공군의 전술항공 지원기 및 야전포병으로 구성되며 우선 순위가 높고 중요한 핵심 표적에 대한 지상기동부대를 지원하기 위한 하나의 전투부대로서 사단급(독립여단)이상 부대에서 운용된다. [8, 10]

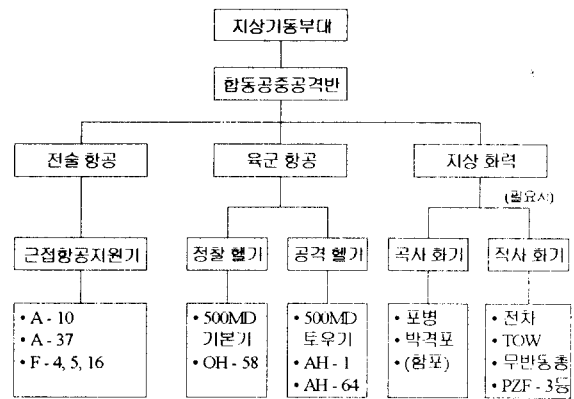
이러한 JAAT는 지상부대의 요청에 의하여 구성되어진다. 유럽지역에서는 대규모 기갑부대공격 위협에 대처하기 위하여 운용되어지고 한국지역에서는 북괴 기갑/기계화 보병에 대한 공격 수단이 된다.

JAAT의 구성요소를 그림으로 도시하면 <그림 2-3>과 같다.

2.2.2 CAS(Close Air Support: 근접항공지원)

CAS란 지상부대에 인접되어 있는 적이 아군에게 직접적인 위협을 주거나 줄 수 있는 적 표적을 파괴, 무력화 내지 교란시키기 위하여 공중 공격을 실시하는 전술항공지원으로서 공군구성군 사령관이 근접 항공지원에 대한 책임이 있으며 육군 지상군 사령관이 관여하게 된다. [10]

사단급 부대에는 공군연락장교를 통하여 화력을 요청하여 지원받게 되며 CAS의 표적은 무기 집적소, 탱크차량, 병력 집결지, 방카 등이 될 수 있다.



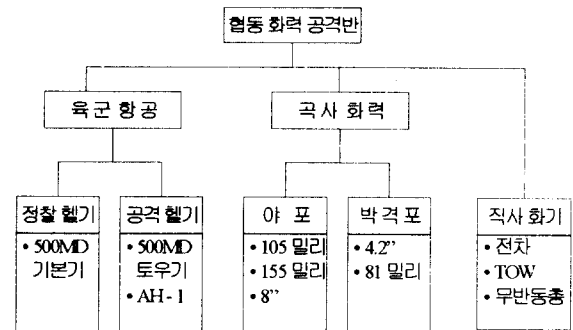
<그림 2-3> JAAT(합동공중공격반) 구성도

2.2.3 F/E(Fire Eagle: 합동화력공격반)

F/E은 육군항공기와 지상화력(곡사화기, 대전차화기)을 통합하여 운용하는 제병협동 전투부대로 지상 기동부대장 통제하에 운용된다. [5, 8]

지상 기동부대장은 화력공격반장을 통하여 F/E를 작전통제하며 주로 근접작전지역에서 적 기갑 및 기계화부대 공격임무를 수행한다.

F/E의 구성요소를 그림으로 도시하면 <그림 2-4>와 같다.



<그림 2-4> F/E(합동화력공격반) 구성도

2.2.4 사단 포병연대

사단 포병연대는 사단 작전을 화력으로 지원하기 위하여 편성되어 있으며 투입된 1개 연대(여단)에 대하여 1개 포병대대로 직접지원임무를 수행하도록 하고 그 외의 사단포병대대는 사단을 일반 지원하거나 특정 기동연대(여단)를 직접지원하는 포병대대를 화력지원하도록 편성되어 있다. [6]

보병사단 포병연대는 본부 및 본부포대와 4개의 대포대로 편성되며포의 종류는 사단유형에 따라 상이하나 105m 또는 155m로 구성되어 있다.

포병부대는 작전간 사단의 전 작전지역을 통제 및 화력지원이 가능한 지역에 위치하며 적에 대한 대포병 사격임무를 우선적으로 수행하고 JAAT 및 F/E운용시 적대공 화기를 제압하기 위한 수단으로 사용되어진다.

3. 화력분배 의사결정지원용 전문가 시스템 분석 및 설계

3.1 규칙집합 일반

지식베이스에 규칙을 표현하기 위해서는 화력 분배에 관련된 각 규칙집합들에 대한 정의, 규칙집합에 입력되는 데이터, 중간 결과값 및 입력데이터를 이용하여 처리되는 규칙등을 사전에 검토하는 것이 규칙을 효과적으로 작성하는데 도움을 줄 것이다.

또한 요구되는 결과가 추론되도록 하기 위하여 규칙집합 및 규칙간의 상호관계를 포함한 규칙 분석시 입력규칙집합, 중간규칙집합, 출력규칙집합으로 분류하여 고려하는 것이 바람직하다. [3]

가. 입력규칙집합은 입력자료값에 의해서만 영향을 받는 규칙집합.

나. 중간규칙집합은 입력자료값과 다른 규칙집합 결과값에 의해 영향을 받는 규칙집합.

다. 출력규칙집합은 입력자료 값과 다른 규칙집합 결과값에 의해 최종 출력결과를 도출하는 규칙집합.

여기에서 규칙들은 각 규칙집합들에 대한 정의와 규칙집합에 입력되는 데이터, 결과값 및 입력데이터를 이용하여 처리되는 규칙을 중심으로 기술하였다.

위와 같은 고려요소와 방법을 적용하여 화력 분배를 위한 규칙집합을 분석한 결과 총 9개의 규칙집합을 도출하였다.

이러한 도출된 규칙집합을 위한 입력자료는 다음과 같은 여러 가지 요소가 식별되었다. 입력요소를 각 요소들의 관련성을 고려하여 그룹화하여 제시하면 다음과 같다.

가. 관심타격지역: 관심타격지역 번호, 관심타격지역 좌표, 관심타격지역 개수, 타격방향, 작전지역

나. 표적성질: 표적규모, 표적유형, 표적상태 (표적성질은 각각의 관심타격지역 번호에 따라 값이 부여되어진다.)

다. 기상요소/대공능력: 공군항공기운용, 육군항공운용, 포병운용, 적대공능력

라. 아군화력능력: CAS운용 회수, JAAT운용 회수, F/E운용 회수

위에 제시된 입력요소의 각 그룹은 동일한 규칙집합에 입력요소로 사용되는 것에 따라 구분한 것이 아니라 순수하게 입력요소의 관련성만을 가지고 그룹을 지은 것으로 같은 그룹의 입력요소라도 서로 상이한 규칙집합의 입력요소로 사용되어진다. 또한 관심타격지역과 표적성질에 대한 입력요소는 관심타격지역의 개수만큼 각각의 관심타격지역에 대해 그 값이 나오게 될 것이다.

화력분배를 위해 도출된 규칙집합은 입력규칙집합에 4개, 중간규칙집합에 4개, 출력규칙집합에 1개로 총 9개로 구성되어 있다.

입력규칙집합에는 표적성질영향, 기상영향, 표적중요도, 작전지역영향이 있으며, 이러한 입력규칙집합은 필요한 입력자료 값을 받아 결과값을

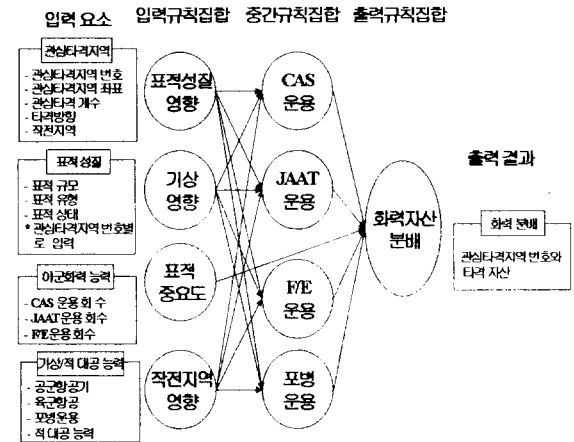
도출하게 된다. 또한, 이렇게 도출된 각각의 입력규칙집합 결과값은 중간/출력규칙집합에 모두 영향을 미친다.

중간규칙집합에는 CAS운용, JAAT운용, F/E운용, 포병운용이 있으며 이러한 중간규칙집합은 모두 입력규칙집합의 결과값만을 입력데이터로 받아들인다. 또한, 중간규칙집합 결과값은 모두 출력규칙집합에만 영향을 미치며 중간규칙집합간의 상관관계는 없도록 하였다.

출력규칙집합에는 화력자산분배가 있으며, 이 출력규칙집합은 입력/중간규칙집합의 결과값과 추가적인 입력자료를 입력데이터로 하여 화력분배의 최종 출력결과를 도출하게 된다.

화력분배의 최종 출력결과는 출력규칙집합을 통하여 나오게 되며 그 형태는 각각의 관심타격지역에 대한 화력분배결과로 관심타격지역 번호별로 아군화력자산중 어떤 것이 운용될 것인가를 제시하는 것이 될 것이다.

이러한 화력분배에 관련된 전반적인 입력요소와 규칙집합 그리고 출력결과를 그림으로 도시하면 <그림 3-1>과 같다.



<그림 3-1> 아방책 선정을 위한 규칙집합

위와 같은 전체적인 규칙집합의 분석결과를 바탕으로 각각의 규칙집합에 대하여 세부적인 분석을 하였으며 또한 지식베이스에 구축되어질 규칙들을 추출하였다.

3.2 입력규칙집합 분석 및 설계

입력규칙집합이란 단지 입력자료값에 의해서 영향을 받는 규칙집합을 의미하며 화력분배에 관련된 입력규칙집합은 표적성질영향, 기상영향, 표적중요도, 작전지역영향의 4가지로 구성된다.

표적성질영향, 기상영향, 작전지역영향의 3개의 입력규칙집합은 그 결과값을 중간규칙집합인 JAAT, CAS, F/E, 포병운용에 영향을 미치며, 표적중요도는 곧바로 출력규칙집합인 화력자산분배 규칙에 영향을 미치게 된다.

3.2.1 표적성질영향 규칙집합

표적성질영향 규칙집합은 관심타격지역의 표적성질이 아군화력자산분배에 미치게 되는 영향을 평가하기 위한 규칙집합이다.

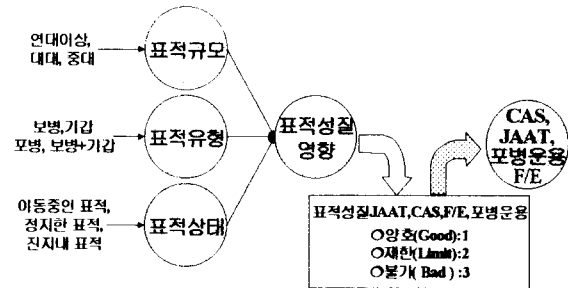
이러한 평가를 위하여 표적성질영향은 표적규모, 표적유형, 표적상태라는 3개의 서브규칙집합을 가진다.

표적규모 서브규칙집합은 표적규모가 표적성질영향에 어떤 영향을 미치는가를 평가하는 것이며, 표적유형 서브규칙집합은 표적 유형이 표적성질영향에 미치게 되는 영향을 평가한다. 또한 표적상태 서브규칙집합은 표적상태가 표적성질영향에 미치는 영향을 평가한다.

표적성질영향 규칙집합의 처리 결과는 JAAT, CAS, F/E, 포병운용의 중간규칙집합의 입력요소로 이용되어진다.

표적성질영향 규칙집합의 입력 요소와 처리 결과값을 살펴보면 아래와 같으며, 상호관계 및 그 처리과정을 도시하면 <그림 3-2>와 같다.

- 입력 요소:
 - 표적크기(중대, 대대, 연대이상)
 - 표적유형(보병, 포병, 기갑, 보병+기갑)
 - 표적상태(이동중인 표적, 정지한 표적, 진진내 표적)
- 처리 결과값:
 - 표적성질JAAT운용 = 양호, 제한, 불가
 - 표적성질CAS운용 = 양호, 제한, 불가
 - 표적성질F/E운용 = 양호, 제한, 불가
 - 표적성질포병운용 양호, 제한, 불가



<그림 3-2> 표적성질영향 규칙집합

위와 같은 규칙집합 분석 결과를 바탕으로 지식베이스를 구성하게 될 구체적인 규칙을 도출하기 위해서는 규칙집합이 입력요소를 받아 출력결과를 만드는 과정에서 필요로 하는 판단요소 및 기준들을 모든 가능한 경우를 고려하여 식별하여야 한다.

또한 식별된 판단요소 및 기준들은 여러 형태로 표현될 수 있으며 가능한 곧 바로 규칙으로 작성할 수 있도록 표현하는 것이 효과적이다.

표적성질영향 규칙집합에 관한 판단요소 및 기준은 아래 <표 3-1>과 같으며 작성된 표적성질영향 규칙집합 판단요소 및 기준은 IF condition, THEN action 형태의 규칙과 규칙이 추론되는데 필요

로 하는 사실로 작성될 수 있다. [1, 2, 12, 13]

<표 3-1> 표적성질영향 집합규칙 판단요소 및 기준

구분	양호	제한	불가
표적규모	연대이상	JAAT운용	CAS운용, 포병운용
	대대 (1-2개)	CAS운용, 포병운용	JAAT운용
	중대 (1-2개)	F/E운용, 포병운용	CAS운용
표적유형	보병	CAS운용, 포병운용	JAAT운용
	기갑	F/E운용, JAAT운용	포병운용, CAS운용
	보병+기갑	JAAT운용	포병운용, CAS운용
표적상태	포병	포병운용	CAS운용
	이동중인 표적	JAAT운용, F/E운용	포병운용, CAS운용
	정지한 표적	포병운용, CAS운용	JAAT운용, F/E운용
진진내 표적	포병운용	JAAT운용	CAS운용, F/E운용

<표 3-1>의 표적성질영향 규칙집합 평가요소 및 기준으로부터 추출한 규칙의 일부를 예시하면 아래와 같다.

- 표적성질영향 사실
 - f1: 표적규모는 중대이다
 - f2: 표적규모는 대대이다
 - f3: 표적규모는 연대이상이다

- 표적성질영향 규칙

- r1: IF 표적규모 = 중대이면, THEN 표적규모_JAAT운용 = 불가
- r2: IF 표적규모 = 중대이면, THEN 표적규모_CAS운용 = 제한
- r3: IF 표적규모 = 중대이면, THEN 표적규모_F/E운용 = 양호
- r4: IF 표적규모 = 중대이면, THEN 표적규모_포병운용 = 양호
- r5: IF 표적규모 = 대대이면, THEN 표적규모_JAAT운용 = 제한

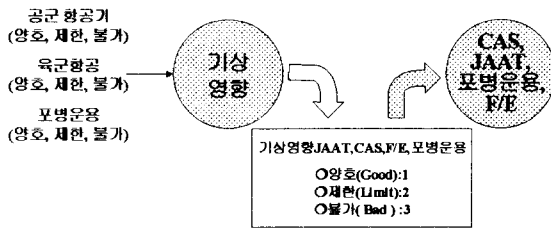
3.2.2 기상영향 규칙집합

기상영향 규칙집합은 기상이 아군화력자산분배에 미치는 영향을 평가하는 것으로 기상에 따른 아군화력자산들의 운용 가능성을 판단하게 된다.

기상영향을 평가하기 위한 입력요소는 기상에 따른 공군항공기, 육군항공, 포병운동이며, 이러한 입력값은 STAFS의 기상영향 평가 결과를 그대로 이용한다.

기상영향 규칙집합의 입력 요소와 처리 결과값을 살펴보면 아래와 같으며, 처리 과정을 도시하여 보면 <그림 3-3>과 같다.

- 입력 요소:
공군항공기(양호, 제한, 불가)
육군항공(양호, 제한, 불가)
포병운동(양호, 제한, 불가)
- 처리 결과값:
기상영향JAAT운동 = 양호, 제한, 불가
기상영향CAS운동 = 양호, 제한, 불가
기상영향F/E운동 = 양호, 제한, 불가
기상영향포병운동 = 양호, 제한, 불가



<그림 3-3> 기상영향 규칙집합

이러한 기상영향 규칙집합 분석을 토대로 <표 3-2>와 같이 평가요소 및 기준을 식별하고 규칙을 추출하였으며 아래에 일부를 예시하였다.

<표 3-2> 기상영향 규칙집합 평가요소 및 기준

구분	양호	제한	불가
기상영향	CAS 운동 공군항공기 운동 양호 & 포병 운동 양호	공군항공기 운동 양호 또는 제한 & 포병 운동 제한, 공군항공기 운동 제한 & 포병 운동 양호	공군항공기 운동 불가 & 포병 운동 양호 또는 제한 또는 불가, 공군항공기 운동 양호 또는 제한 & 포병 운동 불가
	F/E 운동 육군항공 운동 양호 & 포병 운동 양호	육군항공 운동 양호 또는 제한 & 포병 운동 제한, 육군항공 운동 제한 & 포병 운동 양호	육군항공 운동 불가 & 포병 운동 양호 또는 제한 또는 불가, 육군항공 운동 양호 또는 제한 & 포병 운동 불가

- 기상영향 사실
f21: 육군항공운동은 양호하다
f22: 육군항공운동은 제한된다
f23: 육군항공운동은 불가하다

- 기상영향 규칙
r201: IF 공군항공기운동 = 양호 \wedge 포병운동 = 양호이면, THEN 기상영향_CAS운동 = 양호
r202: IF 공군항공기운동 = 양호 \wedge 포병운동 = 제한이면, THEN 기상영향_CAS운동 = 제한
r203: IF 공군항공기운동 = 제한 \wedge 포병운동 = 제한이면, THEN 기상영향_CAS운동 = 제한
r204: IF 공군항공기운동 = 제한 \wedge 포병운동 = 양호이면, THEN 기상영향_CAS운동 = 제한
r205: IF 공군항공기운동 = 불가 \wedge 포병운동 = 양호이면, THEN 기상영향_CAS운동 = 불가

3.2.3 표적중요도 규칙집합

표적중요도 규칙집합은 관심타격지역의 표적이 아군 작전에 미치게 될 영향의 정도를 판단하는 것이다.

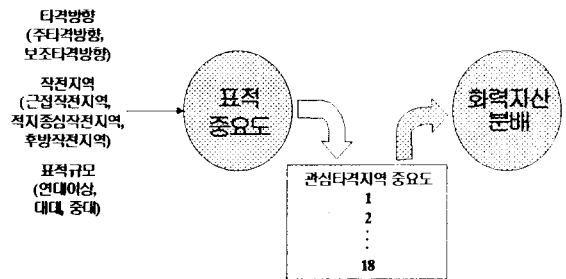
이러한 표적중요도 평가를 통하여 제한된 아군의 화력자산에 대하여 중요도가 높은 표적에 우선적으로 화력분배를 할 수 있게 된다.

표적중요도 규칙집합의 처리 결과값은 표적의 중요도 = 1-18의 중요도 순위로 표현되며 중간규칙집합을 거치지 않고 직접적으로 출력규칙집합인 화력자산분배 규칙집합의 입력요소로 사용되어진다.

표적중요도 규칙집합의 입력 요소와 처리 결과값을 살펴보면 아래와 같으며, 처리 과정을 도시하면 <그림 3-4>와 같다.

- 입력 요소:
타격방향(주타격방향, 보조타격방향)
작전지역(근접작전지역, 적지중심작전지역, 후방작전지역)
표적규모(중대, 대대, 연대이상)

- 처리 결과값:
관심타격지역 중요도 = 1, 2, 3, ... 18



<그림 3-4> 표적중요도 규칙집합

위와 같은 표적중요도 규칙집합 분석을 토대로 <표 3-3>과 같이 평가요소 및 기준을 식별하고 규칙을 추출하였으며 아래에 일부를 예시하였다.

<표 3-3> 표적중요도 규칙집합 평가요소 및 기준

구 분				표 적 규 모		
				연대이상	대 대	중 대
표 적 중 요 도	타 격 방 향	주 타 격 방 향	근접 작전 지역	1	2	9
			적지 중심 작전 지역	4	6	11
			후방 작전 지역	13	14	17

- 표적중요도 사실

- f44: 작전지역은 근접작전지역이다
- f45: 작전지역은 적지중심작전지역이다
- f46: 작전지역은 후방작전지역이다
- f51: 타격방향은 주타격방향이다.
- f52: 타격방향은 보조타격방향이다.

- 표적중요도 규칙

- r381: IF 타격방향 = 주타격방향 \wedge 작전지역 = 근접작전지역 \wedge 표적규모 = 연대이상이면, THEN 표적중요도 = 1
- r382: IF 타격방향 = 주타격방향 \wedge 작전지역 = 근접작전지역 \wedge 표적규모 = 대대이면, THEN 표적중요도 = 2
- r383: IF 타격방향 = 주타격방향 \wedge 작전지역 = 근접작전지역 \wedge 표적규모 = 중대이면, THEN 표적중요도 = 9
- r384: IF 타격방향 = 주타격방향 \wedge 작전지역 = 적지중심작전지역 \wedge 표적규모 = 연대이상이면, THEN 표적중요도 = 4
- r385: IF 타격방향 = 주타격방향 \wedge 작전지역 = 적지중심작전지역 \wedge 표적규모 = 대대이면, THEN 표적중요도 = 6

3.2.4 작전지역영향 규칙집합

작전지역영향 규칙집합은 적대공 능력과 작전 지역에 따른 이군화력자산분배에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

이러한 평가를 위한 입력요소는 적대공 능력, 작전지역이며, 그 처리 결과값은 중간규칙집합의 입력요소로 이용된다.

작전지역영향 규칙집합의 입력요소와 처리 결과값을 살펴보면 아래와 같으며, 처리 과정을 도시하면 <그림 3-5>와 같다.

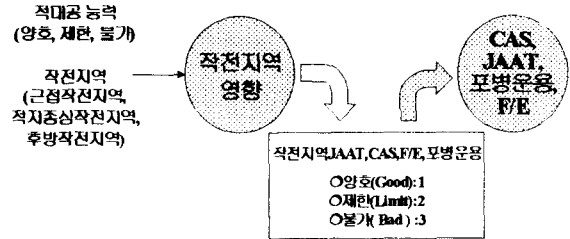
- 입력 요소:

적대공능력(양호, 제한, 불가)

작전지역(근접작전지역, 적지중심작전지역, 후방작전지역)

- 처리 결과값:

- 작전지역JAAT운용 = 양호, 제한, 불가
- 작전지역CAS운용 = 양호, 제한, 불가
- 작전지역F/E운용 = 양호, 제한, 불가
- 작전지역포병운용 = 양호, 제한, 불가



<그림 3-5> 작전지역영향 규칙집합

위와 같은 작전지역영향 규칙집합 분석을 토대로 <표 3-4>와 같이 평가요소 및 기준을 식별하고 규칙을 추출하였으며 아래에 일부분을 예시하였다.

<표 3-4> 작전지역영향 규칙집합 평가요소 및 기준

구분	양 호	제 한	불 가
작 전 지 역 영 향	적대공능력 불가 & 적지중심작전지역 또는 근접작전지역 적대공능력 제한 & 근접작전지역	적대공능력제한 & 적지중심작전지역 또는 후방작전지역, 적대공능력양호 & 근접작전지역 또는 후방작전지역	적대공능력양호 & 적지중심작전지역 또는 후방작전지역

- 작전지역영향 사실

- f41: 적대공능력은 양호하다
- f42: 적대공능력은 제한된다
- f43: 적대공능력은 불가하다

- 작전지역영향 규칙

- r301: IF 적대공능력 = 불가 \wedge 작전지역 = 근접작전지역이면, THEN 작전지역_JAAT운용 = 양호
- r302: IF 적대공능력 = 불가 \wedge 작전지역 = 적지중심작전지역이면, THEN 작전지역_JAAT운용 = 양호
- r303: IF 적대공능력 = 제한 \wedge 작전지역 = 근접작전지역이면, THEN 작전지역_

JAAT운용 = 양호
 r304: IF 적대공능력 = 제한 \wedge 작전지역 = 적
 지중심작전지역이면, THEN 작전지역
 _JAAT운용 = 제한
 r305: IF 적대공능력 = 제한 \wedge 작전지역 =
 후방작전지역이면, THEN 작전지역_
 JAAT운용 = 제한

3.3 중간규칙집합 분석 및 설계

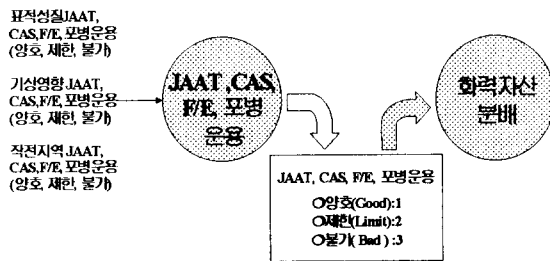
중간규칙집합이란 입력규칙집합과 출력규칙집합 사이에 있는 규칙집합을 의미하며 이것은 입력 자료와 다른 규칙집합의 결과에 따라 영향을 받는 규칙집합을 의미한다.

중간규칙집합은 JAAT운용, CAS운용, F/E운용, 포병운용의 구성되며, 각각의 중간규칙집합은 관심 타격지역에 대한 JAAT, CAS, F/E, 포병운용에 대한 평가를 한다.

중간규칙집합은 순수하게 입력규칙집합의 출력값인 표적성질JAAT, CAS, F/E, 포병운용 과 기상 영향JAAT, CAS, F/E, 포병운용 그리고 작전지역 JAAT, CAS, F/E, 포병운용만을 입력요소로 하며 처리 결과는 출력규칙집합인 화력자산분배의 입력요소로 이용된다.

중간규칙집합의 입력요소와 처리 결과값을 살펴보면 아래와 같으며, 처리 과정을 도시하면 <그림 3-6>과 같다.

- 입력요소:
 표적성질JAAT, CAS, F/E, 포병운용(양호, 제한, 불가)
 기상영향JAAT, CAS, F/E, 포병운용(양호, 제한, 불가)
 작전지역JAAT, CAS, F/E, 포병운용(양호, 제한, 불가)
- 처리 결과값:
 JAAT운용 = 양호, 제한, 불가
 CAS운용 = 양호, 제한, 불가
 F/E운용 = 양호, 제한, 불가
 포병운용 = 양호, 제한, 불가



<그림 3-6> 중간규칙집합(JAAT, CAS, F/E, 포병운용)

위와 같은 중간규칙집합 분석을 토대로 <표 3-5>와 같이 평가요소 및 기준을 식별하고 규칙을 추출하였으며 아래에 일부를 예시하였다.

<표 3-5> 중간규칙집합 평가요소 및 기준

구분	양 호	제 한	불 가
JAAT 운용	표적성질영향 JAAT운용 양 호 또는 제한 & 기상영향 JAAT운용 양 호 & 작전지 역영향 JAAT 운용 양호 또 는 제한	표적성질영향 JAAT운용 양 호 또는 제한 & 기상영향 JAAT운용 제 한 & 작전지 역영향 JAAT 운용 양호 또 는 제한	표적성질영향 JAAT운용 불 가 & 기상영 향 JAAT운용 양호 또는 제 한 또는 불가 & 작전지역영 향 JAAT운용 양호 또는 제 한 또는 불가

- JAAT운용 규칙

- r401: IF 표적성질_JAAT운용 = 양호 \wedge 기상
영향_JAAT운용 = 양호 \wedge 작전지역
_JAAT운용 = 양호이면, THEN JAAT운용
= 양호
- r402: IF 표적성질_JAAT운용 = 양호 \wedge 기상
영향_JAAT운용 = 양호 \wedge 작전지역
_JAAT운용 = 제한이면, THEN JAAT운용
= 양호
- r403: IF 표적성질_JAAT운용 = 제한 \wedge 기상
영향_JAAT운용 = 양호 \wedge 작전지역
_JAAT운용 = 양호이면, THEN JAAT운용
= 양호
- r404: IF 표적성질_JAAT운용 = 제한 \wedge 기상
영향_JAAT운용 = 양호 \wedge 작전지역
_JAAT운용 = 제한이면, THEN JAAT운용
= 양호
- r405: IF 표적성질_JAAT운용 = 양호 \wedge 기상
영향_JAAT운용 = 제한 \wedge 작전지역
_JAAT운용 = 양호이면, THEN JAAT운용
= 제한

3.4 출력규칙집합 분석 및 설계

출력규칙집합이란 중간규칙집합으로부터 결과 값과 추가적인 입력요소를 바탕으로 아방책 선정 최종 출력결과를 도출해 내는 것으로 각각의 관심 타격지역에 대해 아군의 화력자산의 분배가 이루어 진다.

출력규칙집합은 화력자산분배라는 1개의 규칙 집합으로 중간규칙집합의 JAAT, CAS, F/E, 포병운 용 결과와 입력규칙집합의 표적중요도를 입력받아 각각의 관심타격지역에 대해 아군화력자산을 최적으로 분배하게 된다.

출력규칙집합의 입력요소와 처리 결과값을 살펴보면 아래와 같으며, 처리 과정을 도시하면 <그림 3-7>과 같다.

- 입력요소:
 중간규칙집합 출력값(JAAT운용, CAS운용, F/E운용, 포병운용), 표적중요도, CAS운용 회수, JAAT운용 회수, F/E운용 회수

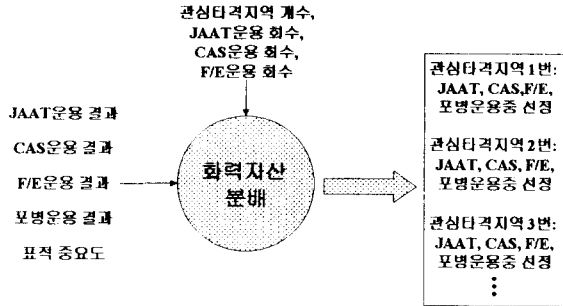
출력값:

관심타격지역 1번 = CAS운용, JAAT운용, F/E
운용, 포병운용

관심타격지역 2번 = CAS운용, JAAT운용, F/E
운용, 포병운용

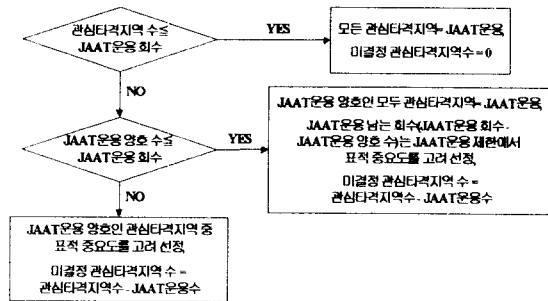
관심타격지역 3번 = CAS운용, JAAT운용, F/E
운용, 포병운용

* 모든 관심타격지역에 대해서 화력자산운용 결정.



<그림 3-7> 화력자산분배 규칙집합

위와 같은 출력규칙집합 분석을 토대로 <그림 3-8>과 같이 평가요소 및 기준을 식별하고 규칙을 추출하였으며 아래에 일부를 예시하였다.



<그림 3-8> 화력자산분배 규칙집합 판단요소 및 기준

- 화력자산분배 규칙

r551: IF (관심타격지역수(I) ≤ JAAT운용 횟수(J)) ∧ 기상영향 JAAT운용 = 양호 또는 제한이면, THEN 관심타격지역 1번 - I번 = JAAT운용

r552: IF (JAAT운용양호 갯수(K) ≤ JAAT운용 횟수(J)) ∧ 관심타격지역 번 JAAT운용 = 양호이면, THEN 관심타격지역 번 = JAAT운용

r553: IF (JAAT운용양호 갯수(K) ≤ JAAT운용 횟수(J))이면 THEN 미결정 JAAT운용 횟수(M) = JAAT운용 횟수(J) - JAAT운용 양호 갯수(K)

r554: IF (JAAT운용제한 갯수(K) ≤ 미결정 JAAT운용 횟수(M)) ∧ 관심타격지역 번 JAAT운용 = 제한이면, THEN 관심타격지역 번 = JAAT운용.

r555: IF (JAAT운용제한 갯수(K) > 미결정 JAAT운용 횟수(M)) ∧ 관심타격지역 번 JAAT운용 = 제한 ∧ (관심타격지역 번 순위(N) ≤ 미결정 JAAT운용 횟수(M))이면, THEN 관심타격지역 번 = JAAT운용.

3.5 화력분배 클래스, 객체, 속성 분석 및 설계

화력분배에 관한 업무 및 규칙집합 분석결과를 바탕으로 물리적, 개념적 혹은 추상적인 존재로 파악되는 객체와 객체들의 공통된 의미와 속성을 가진 부류의 집합인 클래스, 그리고 클래스 및 객체의 현상 및 행위를 나타내는 속성들을 식별하였다.

화력분배를 위한 최상의 클래스로 화력분배라는 클래스를 두고 하위클래스로 관심타격지역과 화력자산이라는 클래스를 두었다. 또한, 화력분배 클래스는 관심타격지역 번호라는 속성을 가지며 이 속성은 하위클래스로 상속되어진다.

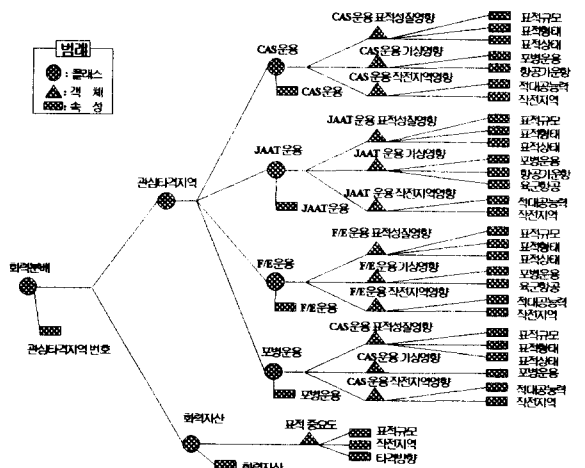
관심타격지역 클래스는 하위클래스로는 관심타격지역에 대한 JAAT, CAS, F/E, 포병운용을 평가하는 JAAT운용, CAS운용, F/E운용, 포병운용이라는 클래스를 포함하며 화력자산 클래스는 표적중요도라는 객체를 가진다. 또한, 표적중요도는 표적규모, 작전지역, 타격방향이라는 속성을 포함한다.

JAAT운용, CAS운용, F/E운용, 포병운용 클래스는 표적성질영향, 기상영향, 작전지역영향이라는 객체를 모두 포함하고 있으며, 각각의 클래스는 그 행위 및 현상을 표현하기 위한 하나씩의 속성을 가진다.

표적성질영향 객체는 표적규모, 표적유형, 표적상태라는 속성을 가지며 기상영향은 각 클래스에 따라 다른 속성을 가진다.

작전지역영향은 적대공능력, 작전지역이라는 속성을 포함하고 있다.

지금까지의 화력분배를 위해 식별된 클래스, 객체, 속성들간의 관계를 그림으로 도시하면 <그림 3-9>와 같다.



<그림 3-9> 아방책 선정 클래스, 객체, 속성 구성도

4. 결론

본 논문은 전장정보분석을 자동화하는 STAFS와 연계한 의사결정을 자동화하기 위한 전문가시스템에 관한 연구로서 특히 화력분야 즉 화력분배를 중점적으로 연구하였다.

화력분배의 지식베이스 모듈 구축을 위하여 관련된 지식을 교범 및 전문가와의 인터뷰 등을 통하여 획득하였으며 획득된 지식의 조사 및 분석결과를 이용하여 규칙집합들을 식별하고 규칙집합들의 상호연관성을 분석하였다.

또한 객체지향방법을 적용한 클래스, 객체, 속성을 식별하고 지식베이스에 들어갈 세부적인 규칙을 도출함으로써 에디터를 통하여 지식베이스를 구축할 수 있도록 지식베이스 분석 및 설계를 하였다.

그러나 도출된 규칙은 관련 교범과 일부 전문가와의 인터뷰를 통하여 나온 것으로 규칙들에 관한 신뢰성이 검증되지 않았다. 또한 화력분배를 위한 추가적인 고려요소가 있을 수 있다. 따라서 도출된 규칙들에 대한 신뢰성 검증과 추가적인 고려요소 식별을 위한 연구를 통하여 보다 효과적인 화력분배가 가능한 전문가시스템을 개발할 수 있을 것이다.

본 논문의 연구를 통하여 장차 개발되어질 STAFS의 전장정보분석 결과를 활용하여 육군의 의사결정 화력분야를 자동화할 수 있는 방안을 제공하였으며 의사결정의 정보/전자전, 기동, 이동성/생존성, 전투근무지원 등의 전 분야를 자동화할 수 있는 가능성을 제시할 수 있었다.

앞으로 개발되어질 군 및 민간 분야 특히, 군 관련 업무의 전문가시스템 지식베이스 구축 시에 본 논문의 연구 결과가 적극 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 김화수, 고순주, 『인공지능의 이론과 실제』, 집문당, 1995(제2판).
- [2] 김화수, 조용범, 최종육, 『전문가시스템』, 집문당, 1995.
- [3] 박홍규, 『차세대 한국형 위게임 지원용 멀티미디어 전문가시스템 개발』, 국방대학원, 1997.
- [4] 이경철, 『의사결정 지원을 위한 멀티미디어 전문가시스템 설계 및 구현』,
- [5] 육군본부, 야전교범 1-8 『전투헬기운용』, 육군본부, 1995.
- [6] 육군본부, 야전교범 6-10 『포병운용』, 육군본부, 1997.
- [7] 육군본부, 야전교범 6-1 『화력운용』, 육군본부, 1997.
- [8] 육군본부, 야전교범 6-1-1 『통합화력운용절차』, 육군본부, 1998.
- [9] 육군대학, 『전술적 결심수립 절차』, 육군대학, 1997.

- [10] 김광석, 『용병술어연구』, 병학사, 1993.
- [11] Peter Jackson 『Introduction to EXPERT SYSTEM』, Addison Wesley Publishing Company, 1990.
- [12] Neuron Data, 『NEXPERT Version 2.0』, Reference, API Reference, Knowledge Design, User's Guide, Neuron Data Inc, 1996.
- [13] D.A.Waterman, 『A Guide to Expert Systems』, Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
- [14] G. F. Luger, W.A.Stubblefield, 『ARTIFICIAL INTELLIGENCE and the Design of Expert System』, The Benjamin/Cumming Publishing Company, 1989.
- [15] Adedeji B. Badiru, 『Expert System Applications in Engineering and Manufacturing』, Prentice Hall, 1992.