

가전제품의 설계지원을 위한 안전규격 지식베이스의 구축

이 호 섭*, 한 순 흥*

Construction of a Knowledge-Base for Safety Standards to Support the Design of Household Electrical Appliances

Hyo-Seop Lee*, Soon-Hung Han*

ABSTRACT

Household electrical appliances should be designed to satisfy safety standards. An expert system is implemented to support the design process. The general-purpose expert system shell, ART-IM which is running under MS-DOS environment, is used to construct the knowledge-base. A set of rules has been extracted from the EN 60 335-1 that is British standard specification for the safety of household and similar electrical appliances. The main focus of this paper is on the methodology of knowledge acquisition from existing documents such as regulatory texts or codes that have systematic and normative structures. The internal structure of the safety standard is analysed to improve the process of rule extraction.

Key Words : Expert system(전문가시스템), Knowledge-base(지식베이스), Household electrical appliance(가전제품), Design standard(설계규격)

1. 서 론

국내의 가전산업은 협소한 내수시장으로 인해 생산된 물량의 대부분을 수출하고 있다. 최근에는 자기 상표로 수출하고자 하는 노력을 기울이고 있지만, 아직도 주문자 상표로 수출되는 비중이 크기 때문에 주문자가 요구하는 규격을 만족하는 제품을 생산해야 한다. 그러므로 같은 국가로 수출되는 제품이라 하더라도 주문자에 따라 각기 다른 규격을 만족시켜야 한다. 이러한 이유 외에도, 제품을 설계할 때에는 제품의 안전한 작동을 위해 각종 규격을 사전에 정확히 파악하여 해당규정을 위반하지 않도록 설계를 해야 한다. 그러나 이러한 규정들은 그 안에 많은 정보를 가지고 있기 때문에, 이들을 충분히 파악하여 실제의 문제 상황과 일치하는 규정을 찾아내는 것은 경험과 훈련을 필요로 한다.

가정용 전기제품에 대한 유럽규격인 EN 60 335-1은, 제품의 안전성에 대한 여러가지 규정을 기술하고 있으며, 유럽향 수출제품을 설계하는 기술자들에 의해 사용되고 있다. 현재, 사용자의 대부분은 차레나 색인 또는 경험에 의존하여 수동적으로 규격집을 찾아 보고 있다. 그러나 설계와 재료에 대한 기술 발전이 너무 빨리 이루어 지고 있기 때문에, 안전규정의 갯수와 복잡성이 점점 증가하게 되고, 이로 인해 설계 과정에서의 적용도 더 어렵게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해, 규격의 내용을 지식베이스로 구축하여 전문가시스템을 구현하게 되면 실제 설계에서 활용할 수 있는 유용한 지원시스템을 만들 수 있다. 이러한 시스템은 사용자의 응답 내용에 따라 추론의 방법을 달리하여, 사용자의 숙련도 수준에 맞추어 질문을 논리적으로 하고, 시스템이 내린 결론을 보여 주거나, 인간의

* 한국과학기술원 서울분원 자동화 및 설계공학과

의사 결정을 도와 주게 된다. 이러한 전문가시스템은 사용자에게 문제가 되고 있는 부분이 규정을 만족하는지를 분석할 수 있도록 하여, 일반적으로 규칙(rule)으로 표현된 지식을 가지고 있다.

이에, 본 논문에서는 규격집의 논리적인 구조로 부터 전문가시스템을 개발하기 위한 지식베이스의 구축에 대한 방법론에 초점을 두어 연구하고, 이에 따라 범용의 셸(shell)을 이용하여 설계를 지원할 수 있는 전문가시스템의 프로토타입(prototype)을 구현하고자 한다.

1. 2 규정집으로 부터 지식의 추출 및 구성

전문가시스템이란 특정분야의 문제를 효율적이고 효과적으로 해결하기 위해 인간 전문가와 마찬가지로 상징적인 논리나 경험적인 지식, 판단 등을 이용하여 해를 구하기 위해 지식을 조작하는 정교한 컴퓨터 프로그램을 말한다[1, 2, 3, 8]. 전문가시스템의 개발에 있어서 지식의 추출은 가장 중요하고 어려운 문제이다. 지식의 추출단계중에서, 지식공학자(knowledge engineer)가 설계 명세(specification)를 상세히 파악하고, 전문가시스템에 대한 개념 설계(conceptual design)를 하는 과정에서 가장 많은 시간이 소요된다[2, 12]. 일반적으로 전문가시스템은 지식의 추출, 구조화, 기능 분석, 코딩 그리고 평가의 단계를 반복적으로 수행함에 의해 구축된다.

지식의 수집은 그 지식이 어떻게 사용될 것인가 하는 문제와 밀접한 연관이 있기 때문에, 지식의 수집시에는 항상 그것의 용도를 염두에 두고 있어야 한다. 규격집과 같이 체계적으로 구성된 문헌에서 지식을 추출하는 경우에는, 인간 전문가와의 반복적인 면담(interview), 전문가의 행동을 관찰하여 요구되는 지식을 추출해 내는 프로토콜 분석(protocol analysis) 등과 같은 비정형적인 방법을 사용하지 않아도 된다[2]. 이로 인해, 지식의 추출과 정련 단계에서 소비되는 시간을 단축시킬 수 있으며, 대화에 의한 의사 전달의 불명확성과 지식공학자의 주관이 개입될 수 있는 문제점 등을 줄일 수 있기 때문에, 구축된 지식베이스의 신뢰성을 높일 수 있다.

단순히 IF-THEN 문장으로 지식베이스를 표현하는 규칙기반시스템에서는, 단순규칙들의 나열을 통해 지식을 나타내기 때문에, 규칙베이스의 유지보수가 어렵고 추론과정에서의 속도가 문제점이 된다. 따라서 상황이나 조건에 따라 변화하지 않고, 계층성과 상속성을 가져야 하는 정적인

지식들은 프레임 형태로 표현하여 규칙과 혼합된 지식베이스를 구축하면, 규칙기반시스템에서의 문제점을 해결할 수 있으며, 지식의 표현 방법이 다양해지고 구조적인 지식베이스의 구현이 가능하게 된다.

1. 3 관련 유사 연구의 검토

법률 분야의 세무자문을 위한 SKI라는 전문가시스템은, 세무 지식을 지식베이스화하기 용이하도록 독자적으로 셸을 개발한 것이다[4]. 이 시스템은 지식을 공인회계사나 세무사가 표현하기 쉽도록 도식화한 후, 이를 지식습득 시스템(Knowledge Acquisition System : KAS)에서 규칙형태로 변환시키도록 하였다.

규정이나 규격집 및 법률 등에서 지식을 추출하여 전문가 시스템을 구축하는 연구로는, 자연어 처리(Natural Language Processing) 과정을 이용하여 지식베이스를 자동으로 추출하는 SACD 시스템이 개발되어 있다[10, 11, 15]. 이 시스템은 규정집의 문장을 구문론적으로 분석하여 자동적으로 지식베이스를 생성시키며, 별도의 범용 셸을 사용하지 않고 매킨토시 상에서 프롤로그로 시스템을 개발하여 운영하고 있다.

설계규정에 대한 지식을 가지고 있는 전문가시스템으로는 FIRECODE[9]가 있는데, 이 시스템은 건축물의 화재 안전성에 대한 규정을 지식베이스로 구축하여, 설계한 내용이 규정을 만족하는지의 여부를 점검할 수 있다. 설계 규정에 대한 만족 여부를 점검하기 위한 전문가시스템 중에서, 규칙 기반의 전문가시스템 셸과 CAD 시스템 사이의 데이터를 공유하는 모델 기반의 전문가시스템[9]이 있다. 이 시스템은 범용의 3차원 CAD 모델링 시스템인 EAGLE을 사용하여 그래픽 모델을 생성하고, 여기서 나온 데이터베이스의 정보를 해석하여 건축 규정에 대한 지식베이스를 가진 전문가시스템에 의해 설계를 하도록 되어 있다.

선박구조 설계 분야에서 선급규정을 이용하여 구현된 전문가시스템[16]은, 범용의 셸을 사용하여 선급의 종류, 선박의 크기, 선박의 종류와 항해구역 등에 따라서 선급의 규정이 적용되며, 기존의 구조설계용 전산프로그램에서 지식을 추출하여 구축하였다.

초기의 전문가시스템 셸은 LISP이나 Prolog와 같은 언어로 독자적인 시스템을 개발한 경우가 많았으나, 1980년대 중반 이후부터는 C 언어로 셸을 개발하여 수행 속도를 증가시키고, 기존 환경과의 원활한 접속이 가능하도록 하

는 노력이 계속되고 있다. 시스템구축에 있어서의 병목점이 되는 지식 습득의 문제점을 해결하기 위해 자연어처리 과정을 접속시키거나, 별도의 지식습득 시스템을 개발하여 지식 추출단계에 있어서의 효율성을 높이고자 하는 연구가 진행되고 있다. 그리고 CAD 시스템이나 데이터베이스 등의 외부 응용 프로그램과 전문가시스템을 결합하여, 기존의 자원을 최대한 활용하는 시스템의 개발에 대한 연구도 활발히 되고 있다.

본 연구에서는 가전제품 설계에 이용되는 설계규격집의 구조를 분석하여 규정을 추출하는 과정을 효율화 하였으며, 범용 전문가 시스템 셸을 이용하여 지식을 구조화 하였다.

2. 규격집의 분석

규격집의 내용을 전문가시스템에서 사용될 수 있는 지식베이스(knowledge-base)의 형태로 재구성하기 위해서는, 먼저 규격의 조항들이 어떻게 논리적으로 구성되어 있고 규정을 표현하는 문법이나 체계가 어떠한지, 문장은 어떠한 요소들로 구성되어 있는지를 분석해야 한다.

2.1 규격집의 논리적인 구성

규격집은 규정이 적용되어야 하는 실제의 영역을 상세히 기술하는 자연어로 기술된 지식베이스(natural-language knowledge-base)라고 할 수 있다. 예를 들면, EN 60은 규격을 만드는 전문가에 의해 선정된 이론적이고 구체적인 객체(절연거리, 전기 모터, 배선 등)들과 가전제품의 안전에 대한 권장 특성, 즉, 전기적인 충격, 화재 발생에 대한 위험성, 그리고 기계적인 손상 등이 일어 났을 때의 안전성에 대한 여러가지 규정을 서술적인 형태로 기술하고 있다 [5].

규격집은 일반적으로 다음과 같은 3가지 형태의 명제(proposition)를 가지고 있다[10, 11, 15].

- 정의(definition)는 관련된 영역의 객체를 설명하는 문장이다. 이것은 문제를 설명할 수는 있지만, 규범적인 명제와 메타텍스트 문에 의해 표현되는 논리적인 내용에는 영향을 미치지 않는다.
- 규범적인 명제(normative proposition)는 규정을 표현하는데 사용되며, 규격의 종류에 따라 그것의 문법구조는 특정한 형태를 가지게 된다. 이들은 의무(must 또는 shall), 허가(can 또는 may) 또는 금지(cannot) 등과

같이 허용의 정도를 명백하게 지시하는 동사 또는 표현법을 가지고 있다.

- 메타텍스트 문(metatextual statement)은 문자 그대로 규격집 내에서 전후의 관련 조항들을 교차참조(cross-reference)하는 것이다. 이들은 규격이 적용될 영역의 특성은 기술하지 않고 텍스트 그 자체의 특성을 나타내는데 사용된다. 규격의 제정자는 더욱 간결한 문장을 만들기 위해 이러한 교차참조를 사용한다("in spite of article x" 또는 "subject to provisions of article y").

2. 2. 규격집의 구성 성분

EN 60과 같은 규격집은 다음과 같은 3종류의 구성 성분을 가지고 있다.

- 거시구조(macrostructure) 성분-머리말, 제목, 장의 구성, 절, 조항 등을 표현하는 성분
- 미시구조(microstructure) 성분-핵심어(key-word) 또는 조건, 예외를 나타내는 관계사, 허용의 정도를 나타내는 조동사, 그리고 참조사항을 표현하는 성분
- 영역 종속 성분-다른 두개의 층에 속하지 않는 특정 영역의 정보를 표현하는데 사용되는 성분

규격집은 조동사나 관계사 등과 같은 미시구조 성분을 근간으로 하여, 자연어 형태의 언어를 사용하여 체계적으로 기술되어 있다. 그러므로 규격집의 문장을 분석하기 위해서는 이러한 미시구조 성분의 역할을 상세히 알아야 한다.

영문으로 구성된 규격집에서 빈번히 사용되는 동사는 문장에서 허용의 정도(의무, 허가, 금지)를 나타내는 조동사들이다. 조동사가 적용된 문장 중에서 조동사의 앞에 있는 부분은 전위(front scope)라고 하고, 뒤에 있는 부분은 후위(back scope)라고 한다[10, 11, 15]. 대부분의 규격집에서 조동사는 규정 (보통 후위에 위치)이 적용될 객체(보통 전위에 있고, 사각 괄호로 강조됨)를 정의하는데 보조를 하게 된다.

관계사는 조건(when, if) 또는 예외(except, unless)를 나타내는 접속사이다. 이것은 전위나 후위에 올 수 있고, 조동사의 그것과는 다른 범위가 올 수도 있다. Fig.1은 EN 60의 조항 7.2인데, 그림과 같은 미시구조의 요소를 가진다.

동일 규격집내에서 앞뒤에 있는 다른 조항을 참조하도록 지시하기 위해 사용되는 단어나 어구가 있는데, 다른 규격집의 조항을 참조하는 외부 참조와 구별하여 "내부 참조

3. 시스템의 구현

[Appliance for short-time operation] or [appliance for intermittent operation]; 조동사의 전위
 < shall >: 조동사
 be marked with rated operating time or rated operating time and rated resting time respectively: 조동사의 후위
 < unless >: 예외 접속사
 the operating time is either limited by the construction of the appliance or corresponds to the operating conditions specified in Part 2.: 접속사의 범위

Fig. 1. Analysis of the clause 7.2 of the EN 60

(internal references)”란 용어를 사용한다. 지식베이스에는 이러한 참조 조항을 적용시키기 위해 규칙을 논리적으로 처리해야 한다.

EN 60 규격집에서 자주 사용되는 내부참조의 형식에는 다음과 같은 것들이 있다.

- 참조 접속사 : “notwithstanding”, “in spite of”, “subject to” 등과 같은 참조 접속사(referential connectors)는 지정된 조항, 절, 문장 등을 명백하게 참조할 때 사용된다.
- 중간 문장 접속사 : 중간 문장 접속사(interstatement connectors)는 이전의 문장을 참조할 때 사용된다. 이러한 것은 긍정(in addition, besides)이나 부정(nevertheless, however), 또는 조건적(in this case)일 수 있다.
- 참조 표현법 : 참조 표현법(referential expression)은 객체와 그것을 정의하는 조항과의 참조 사항을 나타내며, 순용(required by, prescribed by), 제외(excluded by), 그리고 인용(described in, specified in) 등이 이 부류에 속한다.
- 적용 가능성에 대한 메타텍스트 문(metatextual statements of applicability) : 이러한 내부 참조문은 언급된 것 외의 다른 조항이 객체에 적용되는지 않되는지를 지시한다.

동일한 내용을 반복하지 않고 다른 문장에서 언급된 객체를 언급하는데 사용되는 단어를 대명사라고 하며, 인칭대명사, 부사, 소유대명사, 소유형용사 그리고 지시형용사 등이 있다. 이러한 대명사 참조는 규격의 문장에서 쉽게 찾을 수가 있다. 대명사가 지칭하는 객체가 어떤 것인가를 결정하는 것은 어려운 작업이다. 대명사의 처리는 구문론적인 분석만으로는 해결되지 않고, 문장 전체의 의미를 해석하는 의미론적인 분석이 필요하다.

3. 1 설계에 있어서 규정의 용도

설계규정은 두가지 방법으로 사용될 수 있다[9]. 첫째, 설계를 시작하기 전에 설계자는 설계에 대한 특정한 성능상의 명세를 정립하기 위해 규정을 사용한다. 설계자는 설계하고자 하는 것에 대해 일반적인 개념을 가지고 있는 상태에서, 어떠한 제약조건들이 적용되는지를 찾아내고자 한다. 설계 규정의 두번째 용도는, 어떠한 설계안이 허용되는지를 검사하는 것이다. 즉, 규정을 제안된 설계의 해석을 위해 사용한다. 일반적으로 설계안이 규정을 만족하느냐 하지 않느냐 하는 것에 대한 판단이 중요하다.

본 논문은 설계가 만족해야 하는 규격의 요구 조건들을 사용자와의 대화를 통해 유도해 내는 시스템 구현에 중점을 두고 있다.

3. 2 지식의 구조화

규격집으로 부터 원문의 내용과 동등한 지식베이스를 생성시키기 위해서는, 규격집을 구성하고 있는 성분과 그들의 연관성을 분석하기 위해 특별한 문법을 사용해야 한다. 규격집의 문장은 조동사(may, must, cannot 등과 같이 허용의 정도를 나타내는 동사), 관계사, 내부 참조, 구두법 등과 같은 구문론적인 기호(syntactic marker)를 사용하여 구성되며, 일반적으로 서술문(declarative sentence)의 형태로 표현된다. 대부분의 규격집은 순수한 자연어와는 달리 일정한 체계를 가지고 구성되기 때문에, 문장의 의미를 완전히 이해하지 않더라도 구문론적인 분석 즉, 문장을 이루고 있는 각각의 성분들을 분석하여서 지식베이스를 구축할 수 있다[7, 10, 11, 15].

규격에 대한 지식베이스를 구축할 때에는, 규격에서 기술한 것과 의미상으로 완전히 동일한 조항과 객체를 포함하고 있는 규칙을 만들어야 한다. 이러한 규칙은 허용의 정도(의무, 허가, 금지)와 관련되어 있고, 별도의 논리를 사용해야 한다는 점에서 일반적인 전문가시스템의 규칙과는 다르다는 것을 알 수 있다. 일반적인 전문가시스템에서의 추론은 “If A→B”, 혹은 “If A is true, then B is true”와 같은 추론 규칙에 기반을 두고 있으나, 규격의 지식베이스는 “If situation X, then object A shall do action P”와 같은 형태의 규칙을 가지고 있다.

EN 60 규격집은 대체적으로, 깊이는 얇고 폭이 넓은 구

조로 형성되어 있으며, 각 조항들 간의 상호 연관 관계가 복잡하게 얽혀 있지는 않다. 이러한 부분을 지식베이스화 할 때에는 각 조항들의 내용을 분석하여, 객체가 될 부분, IF절에 해당하는 부분과 THEN절에 해당하는 부분을 구분한다. 서술형으로 기술되어 있는 문장들을 지식베이스의 규칙으로 만들기 위해서, 이와 같이 구조적인 형태(structural form)로 변형시키는 작업이 가장 중요하며 또한 과도한 시간이 소요되는 단계이다. Fig. 2에서 조항 4절의 규정들을 지식베이스화하기 쉽게 구조화시킨 예를 보이고 있다.

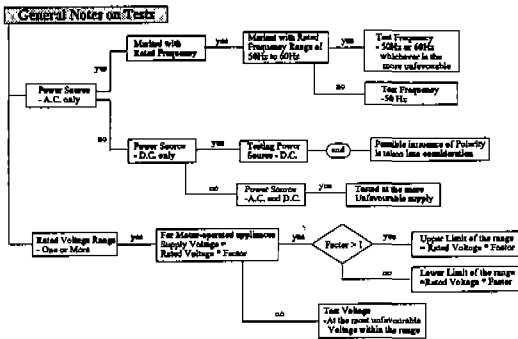


Fig. 2. Structuring of clause 4 of the EN 60

3. 3 지식베이스의 구축

본 연구에서는 가전제품의 설계 규정을 앞에서 논의한 문장 구성 요소의 분석 과정과 구조화 작업을 거쳐 if-then 규칙으로 변환하여 전문가시스템 셸의 지식베이스로 구축하였다. 서술형으로 되어 있는 문장을 구조화 시킨 후에는 분류된 객체가 다른 객체와의 연관 관계가 없거나 상속될 성질의 것이 아니면, 동일한 부류를 그룹핑하여 사실(fact)로 정의를 하고, 다른 객체와 연관되어 상속성과 계층성을 가질 필요가 있으면 프레임으로 정의하였다.

Fig. 3에서 프로그램에서 사용된 프레임을 보여 주고 있는데, 상속은 ART-IM에서 정의된 “is-a”나 “instance-of” 슬롯(slot)을 사용하여 이루어진다. 이렇게 프레임을 사용하여 상위 프레임(parent schema)의 특성을 하위 프레임(child schema)에 상속시키게 되면, 표현해야 하는 데이터의 내용이 적어지게 되며, 또한 계층성을 부여할 수 있어 객체의 상호 연관관계를 명확히 할 수 있다.

```
(DEFSHEMA class_III
 (APPLIANCE class_III)
 (DEFINITION "An appliance in which protection against electric shock relies on supply at safety extra-low voltage and in which voltages higher than those of (safety extra-low voltage) are not generated.")

 (DEFSHEMA class_III_5
 (IS-A class_III)
 (DISTANCE_TYPE 5))

 (DEFSHEMA class_III_5_1
 (IS-A class_III_5)
 (CONDITION 1)
 (CREEPAGE_DISTANCE 2.0)
 (CLEARANCE 2.0))
```

Fig. 3. Example of Frame

Fig. 4에서는 규칙의 예를 보여주고 있는데, 대부분의 규칙은 앞에서 분석한 “IF situation X, THEN object A shall do action P”의 형태로 표현될 수 있다. 그림에서 보여주고 있는 규칙 “find_clearance”는 if절에서 사실과 프레임에 대한 패턴 매칭(pattern matching)을 하여 조건을 만족하면 기호 “=>” 이후의 then 절에 있는 action을 수행하게 된다. 여기서 사실이나 프레임은 시스템이 기동할 때 부터 존재하는 초기값(프로그램내에 포함되어 있는 사실이나 프레임)이 될 수도 있고, 이전의 규칙에 의해 새롭게 선언(assert)된 사실이나 프레임이 될 수도 있다.

```
(DEFRULE find_clearance
 (APPLIANCE_TYPE ?appliance_no)
 (DISTANCE_BETWEEN_TYPE ?distance_no)
 (CONDITION_NO ?con_no)
 (D_TYPE ?d_type)
 (C_TYPE ?c_type)
 (C_CONTENT ?condition_no)
 (SCHEMA ?name
 (IS-A ?appliance_no)
 (DISTANCE_TYPE ?distance_no)
 (CONDITION ?con_no))
 =>
 (BIND ?dis_cont (get-schema-value distance_type_content ?d_type))
 (BIND ?con_cont (get-schema-value ?c_type ?condition_no))
 (BIND ?dis_valu (get-schema-value ?name Creepage_distance))
 (BIND ?cle_valu (get-schema-value ?name Clearance))
 (PRINTOUT T T)
 "ANS29 For appliance -> " ?appliance_no t
 "Distance type -> " ?distance_no t
 "Condition type -> " ?con_cont t
 -> Creepage Distance(mm) : ?dis_valu t
 -> Clearance(mm) : ?cle_valu t
 )
 (ASSERT (PRESS_RETURN to_continue))
```

Fig. 4. Example of Rule

반복적으로 자주 사용되는 기능은 ART-IM의 내장함수인 “def-art-fun”을 사용하여 미리 정의를 하고, 그 함

수에 맞는 구조를 가진 문장이 나타나면 해당 함수를 호출하여 사용하도록 하는 방법을 사용하였다. Fig. 5에서 이 함수들 중의 한가지를 보여 주고 있는데, 함수 GrammarRule7은 4개의 인자를 가지며, 각각의 인자들은 해당하는 변수들의 값을 전달받아 사용자에게 질문을 하거나 새로운 프레임 선언하게 된다.

```
(DEF-ART-FUN GrammarRule7
  (?question ?name ?slot ?value)
  (PRINTOUT T ?question " (yes/no) ? ")
  (IF (EQ (READ) Y) THEN
    (ASSERT (SCHEMA ?name
      (?slot ?value)))
  )
)

(DEFRULE DetachableHeatingElements
  "Clause 7.3"
  (select main_menu 7)
  =)
(GrammarRule7
  "Does your appliances have detachable heating elements"
  MarkingItems
  detachable_heating_elements
  "rated voltage(s) or rated voltage rage(s) in volts.")
)
```

Fig. 5. Knowledge representation using def-art-fun function

규격집에는 객체의 표현과 분류를 명확히 하고, 표현량을 줄이기 위해 표(table)를 자주 사용한다. 표는 하나의 행(column)에 하나의 열(row)이 하나의 값을 가지는 일대일 관계(flat relation)와, 하나의 행이나 열에 여러개의 열이나 행들이 값을 가지는 중첩된 관계(nested relation)로 구성이 된다[14]. 일대일 관계를 나타내는 표는 관련된 그룹끼리 묶어서 사실로 표현하고, 중첩된 관계를 나타내는 표는 그룹핑한 후 프레임으로 구현하였다.

3. 4 시스템의 추론과정

시스템은 32개의 조항을 관련된 주제별로 묶어서 4개의 항목으로 주메뉴(main menu)를 구성하고, 주메뉴의 하부 메뉴는 다시 몇개의 항목으로 구분이 된다. 하부 메뉴에서 특정한 항목을 추론할 경우에 동일 주제 항목내에 있는 다른 조항과 연관이 되는 경우는 그에 대한 추론의 결과도 함께 출력이 된다.

EN 60의 조항 29에 대해서, 시스템과 사용자간의 실제

대화 과정을 Fig. 6에서 보여 주고 있다. 사용자가 “cree-page distance and clearance”에 대한 규정의 만족 여부를 점검하기 위해 시스템에게 질문을 하면, 시스템은 해당 결론을 내기 위해 필요한 질문을 사용자에게 하게 된다.

```
[ [ European Standard EN 60 335-1 ] ]
Q29: Is your appliance For EClass III? (y/n/what/how) h
--- Verification of Appliance Type ---
Q1: Does your appliance have three-phase supply ? (y/n) y
Q2: Is it not exceeding 24 V between conductors and neutral
and the no-load voltage not exceeding 25 V ? (y/n) n
Q29.1: Input working voltage (V) ? (enter number) ... 110
Q21.2: Distance Between :
1. Between live parts of different polarity
2. Between live parts and other metal parts over basic insulation
3. Between live parts and other metal parts over reinforced insulation
4. Between metal parts separated by supplementary insulation
5. Between live parts in recesses in the mounting face of the appliance
and the surface to which it is faced
--> Select Number ? ... 2
```

Fig. 6. User dialogue for inference process

시스템은 사용자와의 대화를 통해 결론을 유도해 낼 수 있도록 되어 있는데, 사용자가 원하는 내용에 대해 질문을 하면 시스템은 이의 대답에 필요한 정보를 얻기 위해 다시 질문을 하게 된다. 시스템은 목표 지향적인 접근 방법을 사용하며, 사용자는 원하는 목표를 찾기 위해 시스템에게 질문을 하고, 시스템은 주어진 목표에서 부터 그것이 만족하거나 또는 실패할 때까지 역방향으로 추론을 계속하게 되어 있다. 또한, 정보가 미리 주어질 때 이 정보로부터 얻을 수 있는 모든 것을 추론하는 전향 추론도 가능한데, 이런 경우에는 사용자가 원하는 규제 사항뿐만 아니라 그와 관련된 모든 규제 사항들이 함께 결론으로 출력되도록 하였다.

본 시스템은 IBM PC 상에서 범용 전문가시스템 셸인 ART-IM을 사용하여 구현되었다. ART-IM(Automated Reasoning Tool for Information Management)은 미국의 Inference 사에서 개발한 범용의 전문가시스템 개발도구이다[6, 13].

4. 결 론

규격집의 규정은 일반적으로 자연어 보다는 정형적인 형태를 가지고 있지만, 이러한 내용을 전문가시스템에서 사용될 수 있는 지식베이스로 변환하는 것은 여전히 복잡하고 어려운 작업이다. 본 논문에서는 체계적인 문장 구성을 가진 기존의 문헌에서 지식베이스를 구축하고자 할 때,

필요로 하는 여러가지 기술적인 문제를 논의 하였고, 실제적인 예로 EN 60 규격에 대한 지식베이스를 구축하여 설계에 활용할 수 있는 전문가 시스템을 구현하였다. 규격을 구성하고 있는 문장의 형식은 대부분 유사한 형태를 가지고 있으므로, 다른 규격집의 내용도 본론에서 언급한 분석 과정을 거쳐 지식베이스를 구성하면 쉽게 시스템을 구현할 수 있다.

이러한 시스템은 설계 초보자에게는 방대한 양의 정보를 지능적으로 제공하여 설계 전체를 지원할 수 있도록 해 주고, 설계 전문가에게는 특정 규정의 만족 여부나 변경여부를 즉시에 제공하는 보조 수단이 될 수 있다. 또한 시스템 관리자에게는 빈번히 개정되는 규정의 내용을 유지, 관리하기 쉽도록 해준다.

본 논문에서는 기존의 체계적인 문장에서, 지식을 수동적으로 추출하여 전문가시스템에서 사용할 수 있는 규칙을 형성시켰다. 이러한 수동적이고 반복적인 작업은 시스템 구축에 있어서 가장 큰 병목점이 되어 과도한 시간을 소요하게 한다. 체계적인 구성을 가진 규정집이나 법률집 등과 같이, 문장을 구성하는 문법의 갯수가 어느 정도 한정되어 있는 규범적인 문장은, 그것의 구성 요소를 분석하여 자동적으로 지식을 추출할 수 있는 시스템을 구현할 수 있는데, 이를 위해서는 문장을 이루고 있는 요소들의 기능을 분석하는 비구조 문법(context-free grammar)에 대한 지식을 가지고 있는 자연어 처리(natural language processing)에 대한 연구가 추가되어야 한다[10, 11, 15].

개발된 시스템은 규정의 내용을 컴퓨터 상의 정보로 표현하는 데에 치중을 하고 있는 상태이므로 전문가시스템 본연의 기능인 좀더 지적인 행동을 구현할 수 있도록 개선될 수 있다. 예를 들어, 규격 신청시에 시험 기관에 의해 지적되는 사항과 제품 사용자에게 의해 요구되어 지는 개선 사항 등과 같은 설계자료와 설계자가 특정 규정을 통해 해당되는 지식을 찾고 그 지식을 이해하는 경험적인 지혜 등과 같은 메타 지식(meta-knowledge)들도 포함시킬 수 있다.

후 기

본 연구를 위해 지원을 해주신 대우전자 관계자 제위께 감사드리며, 논문 심사위원의 지적과 제안에 대해서도 감사의 뜻을 포함합니다.

참 고 문 헌

1. Williams, C., "Expert Systems, Knowledge Engineering, and AI Tools - An Overview", IEEE Expert, pp.66~70, Winter 1986.
2. Cooke, N.M., McDonald, J.E., "A Formal Methodology for Acquiring and Representing Expert Knowledge", Proceedings of the IEEE, Vol. 74, No. 10, pp.1422~1430, October 1986.
3. Waterman, D.A., "A Guide to Expert System", Addison-Wesley Publishing Co. Inc., 1986.
4. 이재규, 안성만, 신현호, 김현수, "세무자문 전문가 시스템의 개발", 전자계산연구회 컴퓨터기술, 제4권, 제1호, 1987.
5. British Standards Institution, "EN 60 335-1 : British Standard Specification for Safety of Household and Similar Electrical Appliances Part 1. General requirements", 1988.
6. Inference Corporation, "ART-IM Programming Language Reference", 1988.
7. Gazdar. G., Mellish, C., "Natural Language Processing in Prolog", Addison-Wesley Publishing Co.,Inc., 1989.
8. 赤木新介 외, "設計 エキスパートシステムの基礎と應用", コロナ社, 1990.
9. Coyne, R.D., Rosenman, M.A., Radford, A.D., Balachandran, M. and Gero, J.S., "Knowledge-Based Design Systems", Addison-Wesley Publishing Co.,Inc., pp.260~274, 1990.
10. Moulin, B. and Rousseau, D., "A Knowledge Acquisition System for Analysing Prescriptive Texts", Proceedings of the 5th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based System Workshop, November 1990.
11. Moulin B. and Rousseau, D., "Extracting logical knowledge from prescriptive texts in order to build deontic knowledge bases", Proceedings of the 6th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based System Workshop, October 1991.

12. Scott, A.C., Clayton, J.E., Gibson, E.L., "A Practical Guide to Knowledge Acquisition", Addison-Wesley Publishing Co., Inc., pp.5~27, 1991.
13. Beckman, T.J., "Selecting Expert System Applications", AI Expert, Vol. 6, No. 2, pp.42~49, 1991.
14. Sung, M.Y., "Modelization of Structured Documents for Multidimensional Tables", 한국정보과학회, 제8회 컴퓨터 및 정보과학분야 박사학위 논문 발표회, pp.26~33, 1991
15. Moulin, B. and Rousseau, D., "Automated Knowledge Acquisition from Regulatory Texts", IEEE Expert, Vol. 7, No. 5, pp.27~35, 1992
16. 한순홍 외, "범용 전문가시스템 셸을 이용한 선박의 구조설계 지원 시스템", 대한산업공학회, 제 19권 제2호, pp.83~93, 1993