

## 知識工學과 原子力發電

앞으로 우리나라의 에너지를 충당시키는데 있어서 原子力發電에 거는 기대는 매우 크다. 이것은 원자력이 석탄과 아울러 國產에너지의 中核을 이루는 것이며, 우리나라의 에너지 自給率을 높임으로서 海外依存度가 높은 에너지體質을 개선하여 장기적으로 안정된 에너지源을 확보하는데 있어서 불가결하다고 생각되기 때문이다. 이를 위해 원자력 발전의 안전성을 더욱 높이고, 또 그 코스트를 어떻게 내리는가가 중요한 과제임은 새삼스럽게 말할 것도 없다.

### 1. 知識工學의 方法과 技術의 現況

#### (1) 知識工學이란

지식공학은 人工知能研究의 실체문제로의 응용을 취급하는 學問이라고도 하고 있다. 불과 십수년의 역사밖에 없는 知識工學은 오랜 인공지능연구에 의해서 얻어진 成果를 그 기술적인 기초로 발전해온 것이 사실이며, 오늘날에도 인공지능의 연구와 많은 공통점을 가지고 있다고 해도 좋을 것이다.

그러나 知識工學이 지식공학으로써 가장 중요한 점은 지식이라는 것에 着眼한데 있다. 즉, 기계에는 없는 인간특유의 능력인 知能은 지식이라는 形態로 凝縮되고 蓄積되어 繼承되어 왔고, 또 그것을 목적에 따라 어떻게 적절히 효율적으로 이용할 수 있는가가 다시 지능의 높이를 정하게 된다. 이와 같이 지능을 지식이라는 形態로 함으로서 工學的인 機械인 컴퓨터로 취급할 수 있게 하고 컴퓨터의 일을 知能化할 것, 이것이 지식공학의 기본적인 사고방식이다.

어떤 사람은 바둑을 예로 들어 지식의 기능을 다음과 같이 설명하고 있다.

「바둑은 바둑판 돌의 상태에서 다음에 가능한 手를 생각하여 그 각각에 대해서 상대에 있어서의 가능한 수를 생각한다. 이에 의해서 다시 자기가 어떻게 해야 할 것인가를 생각해 나간다. 이 思考過程은 몇단계에 미치며 그것을 어디까지 깊게 들어갈 수 있는가가 바둑에 強함이 된다. 이것을 컴퓨터로 하려면 잘 알려진 나무의 探索이라는 문제와 같다. 그러나 이 나무는 1段이 膨大한 가지갈림을 한 나무이며, 이것을 몇단으로 區分하여 가면 高速의 컴퓨터 스피드로도 매우 곤란하다. 그런데 바둑의 名人은 훨씬 깊은 곳에서 상대방의 수를 읽어 컴퓨터보다 훨씬 강한 棋力을 발휘한다. 이와 같은 차이는 어디에 있을까. 名人은 모든 手를 검토하는 것이 아니고 중요한 수만을 깊게 생각한다. 이것은 각 盤面에서 개개의 수를 검토하기 전에 무엇이 중요한가를 평가할 수 있다는 것이며, 이로 인해서 가능한 수의 대부분을 點하는 헛된 수를 좋은 효율로 잘라버릴 수가 있다. 이 點이 컴퓨터의 경우와 근본적으로 다른 점이다. 名人이 갖고 있는 이 능력이야말로 定

石이나 格言이라고 하는 知識의 威力이다。」

이 知識을 컴퓨터로 취급하기 위해서 어떤 기술이 필요할 것인가. 이것을 명백히 하기 위해서는 知識이 어떻게 쓰이며, 어떤 기능을 하는가를 생각할 필요가 있다. 컴퓨터에서 知識을 취급한다고해도 개개의 知識이 나타내는 의미 내용을 단독으로 이해할 수 있다는 것은 아니다. 어떤 知識의 (斷片)과 다른 知識이 어떠한 관련성을 가지고 있는가에 따라서 어떤 事實에서 다른 사실을 찾아내는 프로세스를 형성할 수 있다는 것이 컴퓨터에서 知識을 취급한다는 뜻이다. 이 점을 오해하지 않도록 하는 것이 중요하다.

## (2) 知識工學의 應用 ... expert system

知識이라고 하나의 말로 표현하지만, 그 범위는 매우 넓다. 그중에서도 의사나 변호사 등 전문적인 분야에서 축적된 知識은 마치 바둑에서의 定石과 같이 그것을 배움으로서 잘 두지 못하는 사람들은 어떻게도 할 수 없는 문제를 아주 잘 해결할 수 있도록 해준다. 이 知識은 전문가에 있어서 解答書와 같은 것이다.

이 解答書를 컴퓨터에서 취급할 수 있다면 컴퓨터도 전문가와 같은 일을 할 수 있을 것이라고 생각된다. 이들 知識의 특징은 개개의 문제를 確實히 分類하는 무엇인가의 판단기준이 있어 각각의 분류에 따라서 어떻게 조치하면 좋은가를 밝히는 것이라고 하겠다.

그래서 이와 같은 知識을 表現하는 형식으로 if(條件), then(歸結)이라는 표현을 생각하면 문제의 分類에 필요한 판단기준을 (條件)에 의해서 나타내고 그 경우에 어떻게 할까라는 조치를 (歸結)에 의해서 나타냄으로서 컴퓨터에서 취급할 수 있는 形式化된 知識表現으로 할 수가 있다. 이것은 知識을 判斷規則(rule)의 形으로 형식화한 것이다. rule化된 통상의 知識은 data와 마찬가지로 컴퓨터의 記憶裝置에 축적할 수 있다. 이것을 知識 base 또는 rule base 라고 부

른다.

한편 이와 같이 형식화된 知識을 조작하기 위한 推論의 기본적인 기도는 주어진 문제가 어느 rule의 조건에 일치하는가를 조사하고 일치된 rule의 歸結을 찾아내는 것이다. 이때 歸結의 내용은 다른 rule에 대한 조건을 나타내고 있을 때도 있다. 이로 인해 推論處理는 다시 다른 rule과의 一致를 조사하는 반복을 한다. 이것은 rule이 (A이라면 B)라는 論理式을 나타내고 있다고 생각하면, A이라면 B, B이라면 C 라는 論理操作, 즉 三段論法을 실행하는 구조인 것이다. 이 기도는 rule에 쓰여지고 있는 知識의 내용 (醫療診斷을 위한 知識이거나 法律判斷을 위한 知識인가 라는 것) 과는 독립으로 汎用的인 것이라는 것을 뜻하고 있다.

이상의 방법에 따라서 예를 들면 의사가 환자의 症狀을 진찰하여 병명을 판단한다든가, 이에 따라서 치료방법을 정할때의 知識을 rule의 形으로 記述하여 그것을 知識 base에 축적한다. 이 知識 base와 推論處理의 구조(이것은 일종의 Program인데 知識 base를 움직이기 위한 汎用的인 mechanism이므로 推論機構라든가 推論 engine이라고 불리고 있다)를 組合시키면 의사와 같은 진단능력을 가진 시스템이 이루어진다. 말하자면, 이 시스템을 向해서 熱이 있다든가 기침이 나온다고 하는 病狀을 호소하면 금년에 유행하는 인플루엔자이므로 이 약을 먹고 3일쯤 安靜하면 된다는 진단을 해주게 된다. 이와 같은 구조와 목적의 시스템을 expert system 이라고 한다.

expert system의 실현에는 실제로는 좀 더 갖추어야 할 것이 있다. 知識 base속의 rule은 진단을 위한 判斷規則을 나타내는 것이며, 그 이외의 병의명칭이나 약의 이름 등의 data를 비축하기 위한 data base가 필요하게 된다. 또 推論 engine은 知識 base를 조작하는 일 뿐이므로 expert system을 사용하는 사람(利用者)과 對話

하기 위한 interface program 이 불가결하다. 이 속에는 우리 말처리나 圖形처리의 기능이 바래어진다. 또한 원래의 지식 base를 만든다든가 개량한다든가 하는 것은 의사 등의 전문가이며 그를 위한 interfase도 필요하다. 이 속에는 r-ule이 올바른가 어떤가를 검사하는 기능이 불가결할 것이다. 이상의 構成要素를 정리한 것이 그림 1에서의 expert system의 일반적인 構成圖이다.

참고로 이 그림에서와 같은 expert system의 構造는 지식base의내용을 다른 것으로 하면 어떤 시스템에서도 이용할 수 있다. 그래서 이들 共通機能을 정리한 汎用 system이 만들어져 있다. 이들은 shell이라고 불리고 있다.

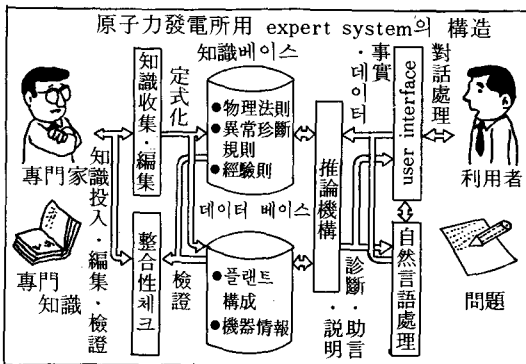
(3) 知識工學의 理況

前述한 expert system은 마치 곧 바로 실현할 수 있고 또 여러가지 전문분야에 응용할 수 있을 것 같이 보인다. 그러나 실제로는 그렇게 간단한 것이 아니다.

여기서의 例인 의료진단 분야는 expert system의 개발이 최초로 시도된 분야의 하나이나 아직 일반 사람들이 사용할 수 있는 신뢰성 있는 시스템은 실현되고 있지 않다.

그 원인은 몇가지가 있는데, 가장 중요한 문제는 필요로 하는 지식이 상상이상으로 膨大하며 또 복잡하다는 것을 알게 되었기 때문이다.

(그림 1) Expert System의 基本的 構成



名인들의 해결方法은 사람들이 사용하는데는 충분하나 컴퓨터에 사용하기에는 너무 허술하다. 전문가는 전문적인 지식을 사용하기 위해서 보통 사람과 같은 일반상식적인 지식도 사용하고 있는 것이다.

이와 같은 점을 고려해서 오늘날의 expert system의 개발은 문제의 범위를 좁힐 것, 일반상식을 크게 필요로 하지않는 순기술적인 문제일 것, 혹은 일반인용이 아니라 전문가 자신이 사용하는 것 등을 하나의 목표로 하여 진행되고 있다.

한편 이들의 限界를 타파하기 위한 노력도 활발하게 진행되고 있다. 그 中心은 지식의 표현형식을 좀더 강력한 것으로 하여 복잡한 지식을 전망하여 잘 記述할 수 있도록 하는 것이다. 이것은 물론 이에 적합한 推論 engine의 실현과 一體가 된 것이라야 한다. 이와 같은 노력은 대학을 위시한 연구기관에서의 이론적인 연구와 산업계를 중심으로한 개발연구 양면에서 행해지고 있다. 또한 이와 같은 연구의 活潑化에 호응해서 컴퓨터 메이커에서의 hardware 개발이나 shell 개발도 적극적으로 추진되고 있다.

2. 原子力發電으로의 應用

(1) 知識工學으로의 期待

지식공학을 원자력발전의 고도화에 어떻게 응용하는가를 생각하기에 앞서 왜 지식공학에 기대하는가라는 점을 생각해 보자.

原子力發電시스템은 原子力工學을 위시하여 많은 最尖端技術에 기초된 극히 대규모이고 또한 高度의 시스템이다. 이와 같은 대규모 시스템을 안전하게 운영하는데 있어서의 기본적인 생각방법은 多面的인 論理에 따르는 多重防禦라는 생각방법에 있다고 하겠다. 예를 들면, 위험방지를 위한 어떤 안전장치에 대해서 다시 그 장치가 고장났을때에도 위험을 회피할 수 있도록 2중, 3중의 安全策을 강구하는 것은 이생

각방법에 의한다. 또한 이 생각을 발전시켜 이들 일련의 安全方策 그 자체가 무엇인가의 이유로 움직이지 않았다고 하더라도 이것과 獨立된 생각에 의한 안전책이 가능하도록 한다는 생각이 받아들여지고 있다.

知識工學은 이와 같은 생각방법을 구체적으로 실현하는데 있어서 유효한 기능을 제공해주는 것으로 생각된다. 그리고 이것이 종래의 컴퓨터기술에서는 비교적 弱點으로 되어 있는 기능인 것이다. 그 기능이란 다음의 두가지로 요약할 수 있다.

첫째는 원자력발전에 관한 여러 사람의 여러 가지의 知識을 rule 등의 形으로 점차적으로 蓄積해 감으로서 추가된 지식의 量만큼 확실히 시스템의 능력을 높일 수 있다는 특징이 있다.

종래의 컴퓨터이용기술에서는 미리 문제가 分析되어 기능에 따라서 프로그램을 짜게 되므로 설계된 기능의 범위내에서는 100% 正確한 기능을 발휘할 수 있는데 뜻밖의 문제에는 無力하다. 知識處理시스템에서도 지식을 갖고 있지 않은 문제에는 역시 無力하나 한번 이에 대한 知識이 얻어지면 종래와 같이 프로그램을 全面的으로 변경하여 만들지 않고 새로운 지식의 추가에 의해서 능력을 높일 수가 있다.

이와 같은 방법으로 프로그램을 짤 수 있다는 것은 종래와 같이 모든 현상을 모두 解明하지 못하면 프로그램을 짤 수 없는 것과는 달리 해명된 것부터 시스템에 짜넣는 것이 가능하게 되었으며, 安全方策을 多次元化하는데 있어서 강력한 수단을 제공해주는 것으로 기대된다.

둘째로는 인간과 기계와의 관계를 高度化시키는데 있어서의 기대이다. 發電시스템의 안전성을 높이는데 있어서 한편으로는 설비 그 자체의 신뢰성이나 자동화시스템의 고도화 등 소위 工學的, 機械的인 기술향상이 중요하나 그것을 최종적으로 책임을 가지는 것은 사람이며 발전소의 運轉員 등 人間에 있어서 우수한 시스템

으로 해나가는 것도 중요한 문제이다.

발전소의 운전원은 訓練센터에서의 정기적인 훈련 등에 의해서 언제 어떠한 경우에서도 狀況에 正確하게 대응할 수 있는 능력을 몸에 갖추고 있다. 그러나 인간인 이상 誤判斷이나 誤操作이 절대로 없다고는 할 수 없다. 이와 같은 가능성에 대해 fail-safe의 사고방식이나 interlock 등에 의해 機械系로서의 안전책이 강구되고 있음은 물론이나 인간편에서의 판단의 正確性を 加一層 향상시켜서 오판단의 가능성 그 자체를 적게하는 방책도 유효하고 중요하다.

이와 같은 方策을 실현하는데 있어서 知識工學의 手法은 인간의 思考過程을 지식으로 축적하여 실제로 그것이 운전원의 판단을 도와주는 데 이용할 수 있게하는 방법을 준다. 또한 긴급시에 필요로 하는 正確한 판단정보를 방대한 기록들에서 抽出한다든가 플랜트의 상태나 異常場所를 정확하게 추정한다든가 하는 지원시스템의 실현에도 지식공학의 手法이 유효하다고 기대된다.

## (2) 原子力發電에서의 知識處理시스템

원자력발전에 관한 여러가지 분야에서 앞으로 기대되는 知識處理의 應用시스템을 概觀하면 다음과 같다.

### a) 플랜트의 고장진단 expert system

이것은 앞에서 말한 의료진단의 시스템과 같은 생각에 따른 것인데 인간 대신에 플랜트를, 병 대신에 고장 등의 異常狀態를 생각하면 된다. 다만, 하나의 시스템으로 플랜트 전체의 모든 고장을 진단할 수 있도록 하는 것은 적어도 현재로서는 곤란하다. 이 곤란함을 극복하기 위한 고도의 기술개발이 진행되고 있으나, 현실적인 어프로치는 현재의 기술로 가능한 레벨과 그 한계를 명백히하고 이용목적이나 적용대상을 명확히 정한 시스템의 만듦을 진행시키는 것이다

고장진단은 설비의 保守로의 이용과 운전시스템에서의 이용 양면이 생각되며 각각에 의해

서 시스템의 성격도 달라질 것이다.

b) 運轉訓練시스템

운전원의 훈련을 효과적으로 행하기 위해 플랜트의 simulator를 위시해서 여러가지 연구, 개선이 행해지고 있는데 운전원 한사람, 한사람의 숙련효과 등을 살펴보면서 사소한곳까지 훈련이 진행되도록 하기 위해서 知識處理에 의한 學習機能 등을 받아들인 훈련시스템이 기대된다.

훈련시스템속에는 고장진단시스템도 짜여져 넣게 될 것이다. 특히, 운전원이 직접조작하는 미터나 機器類를 통해서 플랜트의 異常을 발견하는 능력을 훈련하는데 있어서는 일종의 시뮬레이터로서 훈련시스템의 이용이 생각된다.

c) 運轉自動化(知能化) 시스템

고장진단시스템과 훈련시스템의 高度화가 앞서면 그 성과는 운전시스템 그 자체의 고도화로 이어지게 될 것이다. 다만 현시점으로 쏘혀 未知의 課題이다.

d) 기타 應用

가능성이라는 견지에서 보면 知識處理의 應用은 그 외에도 여러 면에서 생각된다.

발전플랜트의 설계, 개발에서는 엔지니어링 CAD가 진행되고 있으나 이 중에는 지식처리의 응용이 기대되는 분야가 다수 존재한다. 예를 들면, 冷却水파이프의 配管이나 장치류의 배치를 위한 레이아웃 설계 등이다.

플랜트 건설의 공사계획이나 그 공정관리, 定期檢査의 작업공정계획, 관리 등의 문제에 대해서도 지식처리의 응용에 의해서 한층더 효율화가 기대된다고 생각된다.

그 외에 원자력발전에서는 기술적문제 이외의 制度的, 節次的인 문제가 많은데, 이것들은 종래의 컴퓨터기술에 의해서는 효율화가 이루어지기 어려운 성질의 문제이다. 이들에 대한 컴퓨터이용에서는 知識處理가 그 유력한 기술로 기대된다.

3. 知識處理의 將來問題

지식처리는 아직 역사가 얼마되지 않은 기술인데, 몇가지의 응용은 앞으로의 가능성으로서의 기대를 나타낸 것이다. 이들을 실현해 나가기 위해서는 많은 과제를 해결해나가야 한다.

다음은 원자력발전으로의 응용에 있어서 불가결하다고 생각되는 2,3가지의 과제를 제시한 것이다.

(1) 工學系 모델과의 一体化

오늘날의 expert system은 經驗知識을 主体로 한 推論이 主流라고 생각된다. 그러나 플랜트의 고장진단 등에서는 대상으로 하는 설비에 관한 모델을 유지하는 것이 중요하게 되리라고 생각된다. 여기에는 경험적지식 이외에 설비의 구성이나 그 특성 등의 데이터·베이스화나 — 활용을 가능하게 하기 위해서 광범위한 지식의 표현방법, 데이터·베이스 檢索이나 計算모델과 連動한 推論方式 등이 필요하게 된다.

(2) 推論의 高速化

앞에서 문제는 지식베이스의 대규모화를 초래하게 되어 推論의 高速化가 불가결해진다. 이것은 지식처리시스템을 장래 운전시스템의 일부에 짜넣을 경우에도 불가결한 조건이 된다.

(3) 知識베이스의 高信賴度化

지식베이스의 대규모화는 동시에 그 내용의 정확성 보증을 전제로 해야 한다. 이로 인해 지식베이스로의 새로운 지식의 投入에 있어서 既存의 지식과 모순되지 않는가 여부를 검사하고 모순되는 경우에는 각각을 적용하는 조건을 精緻化하는 것 등을 가능하게 해야 한다.

(4) 學習機能 등 知識收集의 自動化

지식처리시스템은 새로운 식견을 지식으로 추가함으로써 그 능력을 향상시킬 수 있는 점에 큰 특징과 가치가 있다. 이 특징을 최대로 발휘하기 위해서는 지식의 추가 자신을 시스템화하고 이용에 따라서 그 능력이 자동적으로 향상되도록 하는 것이 필요하게 될 것이다.