

# 퍼지 지능형 튜터링 시스템 설계

## Design on the Fuzzy intelligent tutoring system

대전산업 대학교 . 정원일, 이규영, 임기영

Taejon National University of Technology . Won il Jung, Kyu Young Rhee , Gi Young Lim

### 요약

본 연구에서는 prolog을 저자 언어로 사용한 퍼지 지능형 튜터링 시스템을 습득 모듈, 튜터링 콘트롤러, 전문가 지식의 3부분으로 구성하여 UNSW prolog로 실행시켰다. 습득 모듈은 기존의 지식에 새로운 정보를 첨가하여 사용하는 모듈이고 튜터링 콘트롤러는 시스템 사이의 정보를 상호 조정하는데 사용한다. 전문가 지식은 전문가의 지식을 저장한 내부 지식 베이스로서 가르칠 내용에 대한 정보와 해를 구하는 해결 모듈을 포함하고 있다. 특히 애매한 지식 처리를 위하여 퍼지 이론을 적용하였다. 하지만 지능형 튜터링 시스템의 구현을 위하여 먼저 고려해야 할 것이 전문가 지식에서 지식의 변환 방법이다. 그러므로 본 논문에서는 frame과 시멘틱 네트의 성질을 결합하여 계층적 frame 상태로 지식을 표현하였다. 계층적 frame에서 설정된 frame을 goal을 나타내게 하여 G frame이라 하였다. G-frame 을 AND-OR 그래프 특성에 따라서 prolog언어를 저자 언어로 사용하여 퍼지 지능형 튜터링 시스템을 설계 하였다.

### I. 서론.

인공지능의 기법을 CAI에 이용한 ICAI가 전통적인 CAI와 다른 특징을 살펴보면 다음과 같다. 첫째로 적절한 지식 표현의 기법을 통해서 전문가 모듈 속에 들어 있는 학습 내용의 구성 요인들을 적절히 배합하여 그때그때 새로운 학습 내용을 생성, 전달시킬 수 있다.

둘째로, 상호 학습 주도 (Mixed Initiative)기능은 보다 능동적이고 자기 책임적인 학습 습관을 길러 주는데 매우 중요한 역할을 하게 된다.

셋째 시스템이 갖는 추론적 능력 때문에 학습의 과정에서 특정의 오류를 범하게 되었으며, 어떤 학습 내용과 전달 방법이 최선의 선택이 될 것인지를 시스템이 가지고 있는 여러 가지 규칙을 이용한 논리적 추론에 의한 질적 의사 결정은 교수 행위를 수행할 수 있는 시스템 개발을 위해서 매우 의미 있는 ICAI의 성능인 것이다.

넷째 시스템이 학습 과정을 계속 지켜보면서 오류를 범한다든지, 바람직하지 않은 학습의 길을 택하게 될 때 시스템이 그때그때 적절하게 학습 안내를 제공해 주는데, 누적된 학습 행위의 결과나 정보에 따라 다음에 제시할 학습 내용과 전달의 형태를 결정하게 된다.

다섯째 시스템의 기존의 여러 가지 정보 내용을 신축성 있게 연결하여 새로운 내용의 정보를 만들어 내는 추론적 능력(Inferencing Capability)을 갖고 있다.

여섯째 학습 진단 및 학습 전략을 위한 규칙들을 학습 과정에서 계속 진단, 확인해 가면서 평가할 수 있는 상위 규칙(Meta-rules)을 갖고 있다. 그리고 진단 및 학습 처방을 위한 기본 규칙들이 상위 규칙에 의해서 비효과적이라고 판명될 때, 상위 규칙은 기본 규칙을 다른 것으로 대체 시키든지 아니며 기본 규칙 속의 척도들의 변경을 지시함으로써 새로운 규칙을 만들어 내기도 한다. 이와 같은 자기 개선의 성능은 상황의 변화에 따른 효과적인 학습 진단 및 처방의 과정을 신축성 있게 해 줄 뿐만 아니라 시스템의 경험을 학습 과정 속에 반영 할 수 있게 해 준다.

## II. 퍼지 지능형 튜터링 시스템의 구성.

ICAI의 접근은 네 개의 모듈로서 구성된다. 즉, 전문가 모듈, 학습 교사 모듈, 학생 모듈, 그리고 인터페이스로 구성된다. 전문가 모듈은 배워야 될 모든 학습 내용과 학생의 학업 성취 정도를 평가하기 위한 학습 내용, 전문가의 지식 및 문제 해결 절차가 이 모듈 속에 담겨져 있다.

학생 모듈에서는 학생의 학업 성취 정도 및 그 성취 과정에서 나타낸 학습 행위, 학습 과정에서 학생이 범할 수 있는 모든 가능한 오류들, 학습상 문제점과 필요를 진단하고 처방하는데 고려해야 되는 개인차 요인들을 이 모듈 속에 포함시킨다.

학습 교사 모듈은 다양한 종류의 학습 전략 내용이 담겨져 있다. 인터페이스 모듈은 시스템간의 인터페이스에 필요한 학생의 정보 입력을 이해하고, 학습 내용을 전달시켜 줄 수 있는 기술적 성능을 갖고 있다. 이러한 학생 모듈과 학습 교사 모듈은 지능형 interface에서 처리가 가능하도록 설계 하였다. 따라서 다음 그림 1과 같은 퍼지 지능형 튜터링 시스템을 구성할 수 있다. 그리고, 애매한 지식 처리가 가능하도록 퍼지 추론을 이용한다.

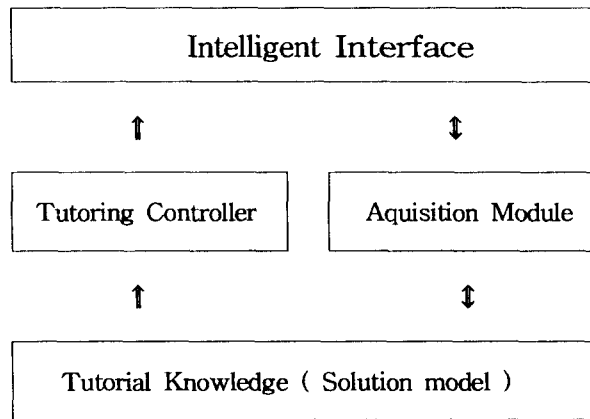


그림 1. 퍼지 지능형 튜터링 시스템.

### 1) Acquisition Module

이 시스템은 기존의 지식에 새로운 정보를 첨가하는 부분으로서, 코스웨어를 실행시 틀린 부분이 발생하면 Tutorial Knowledge로부터 이를 수정하기 위해 이 모델을 사용한다. 이 모듈을 잘 사용함으로써 Tutoring System을 효율이 좋은 지능형으로 만들 수 있다.

### 2) Tutoring Controller

Tutor의 중요한 부분으로 Tutorial Knowledge로부터 정보를 시스템 사이에서 상호 조정하는데 사용한다.

### 3) Tutorial Knowledge

전문가의 지식을 저장한 Tutor의 내부의 K.B ( Knowledge Base)이다. Solution 모듈은 문제 해결을 위한 Tutor의 해결 방법이다. Solution 모듈은 각각의 문제 해결을 위한 Solution을 포함하는데, Tutor는 어떻게 문제를 해결할 것인가를 학생에게 안내하는 계층적 구조 형태 (hierarchical frame) 에 따라 계획을 생성한다. 그러나 애매한 지식 처리를 위하여 지식 변환을 행하는 것이 좋다.

### III . 지식 변환(Knowledge Transformation)

작성된 프로그램과 내장된 tutor의 프로그램과 비교하기 위하여 인터페이스를 거쳐 습득 모듈에 저장된 지식을 변환한 알고리즘을 구성하여야 한다. 이 알고리즘에 따라 계층 구조를 갖는 G-frame 와 I-frame 으로 프레임(frame)형태로 지식이 전송되고 변환할 수 있다. 따라서 이미 앞에서 제안한 프레임을 이용한 시멘틱네트로 지식을 저장하기 위해 구성한 알고리즘은 다음과 같다.

< ALGORITHM : frame aquisition >

```
Analysis tutor solution,
create G_frame and I_frame for each goal ;
start at the root of the goal hierarchy,
repeat
    recursively apply G_frame acquisition process,
    and I_frame acquisition process,
    record change_information ;
    ( assimilated G_frame name, corresponding identified G_frame name )
until all goals have been assimilated ;
update "subgoals" slot of new created I_frame in the goal
hierarchy in terms of change_information.
```

< End of Algorithm >

먼저 각 goal에 대한 frame name을 생성시키고 그 다음에 recursive, 시스템 서술 그리고, subgoal 과 같은 slots을 해석된 program code에 의해 채운다.

새로운 goal은 새로운 node(G-frame)이고 계층적 구조에 따라 새로운 G 와 I frame을 찾는다. 문제를 해결하기 위해서 작은 문제로부터 큰 문제로 분리해 나가는 간단한 방법은 attribute frame을 사용할 때 문제를 해결하기 위해 G-frame 과 I-frame을 사용하는 경우와 같다.

계층적 구조 방식의 단점은 실제 구성 시에 많은 계층 설정을 할 수 없게 된다. 따라서 각각의 Goal을 나누어서 독립된 프레임으로 구성하면 된다. 그러므로 본 논문에서는 G-frame과 I-frame 이외에 결합(Combine)시에 사용할 C-frame을 제안하였다.

### IV 퍼지 전문가 시스템 (Fuzzy expert system)

전문가의 지식에는 지식을 표현하는 용이 자체에 애매함이 포함될 수가 있고, 명제의 진위가 불확실한 경우도 있다.

근사 추론의 과정은 자연어로 표현된 규칙과 사실을 변환 규칙에 따라서 주목 변수의 가능성 분포를 추론 규칙에 따라 추론된 새로운 가능성 분포를 언어 근사에 의하여 자연어로 표현된 새로운 사실을 생성시킨다.

따라서 언어 근사라는 방법을 이용하여 가장 유사한 항목을 찾아내고 그 항목에 해당하는 사실을 생성시킨다. 변환 규칙은 합성 명제에 대한 시멘틱을 그 성분이 되는 명제의 시멘틱으로부터 찾아내는 방법이다.

그리고, 변환 규칙에 의해 주목 변수에 대한 가능성 분포가 퍼지 관계로 표현되어 있을 때 새로운 사실을 어떻게 추론해 내는가에 대한 방법론이 추론 규칙이며 다음의 세 가지로 구분해 볼 수 있다.

- 1) projection principle : 주목 변수  $x_1, x_2, \dots, x_n$ 에 대한 가능성 분포가 주어졌을 때 그중 일부  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$ 에 대한 분포를 구하는 방법
- 2) conjunction principle : 두 명제의 결합으로부터 새로운 명제를 추론하는 방법
- 3) entailment :  $x$ 는 매우작다에서  $x$ 는 작다라는 새로운 명제를 추론할 수 있는 방법

실제적으로 근사 추론에서는 세 가지 방법이 혼합되어 사용되며 특히 2), 3)번이 혼합된 형태를 compositional rule of inference라고 한다.

그러나 자연어로 표시된 규칙이나 사실을 처리해야 하고 규칙에 전제에 포함되는 명제와 동일하지 않은 명제가 사실로 주어지더라도 부분적인 결론을 추론해 내야 한다는 요구 때문에 이진 논리의 추론 방법에 비해 과정이 복잡하다. 하지만 퍼지 논리는 사용하면 애매한 지식과 불확실한 지식의 처리가 가능하므로 가장 효과적인 튜터링 시스템을 구성할 수 있다.

일반화된 모더스 포넨스(generalized modus ponens)에 기반을 둔 퍼지 추론에 있어서는 근사적 결론을 출력으로 볼 수 있다. 그 의미에서 퍼지 추론을 입·출력 프로세스의 한 개의 시스템으로 볼 수 있다.

## V 결론.

본 논문에서는 인공지능언어인 prolog을 저자연어로 사용한 퍼지 지능형 튜터링 시스템을 습득 모듈, 튜터링 컨트롤러, 전문가 지식의 세 부분으로 구성하여 UNSW prolog로 실행 시켰다.

계층적 구조 방식의 단점은 실제 구성 시에 많은 계층 설정을 할 수 없게 된다. 따라서 각각의 Goal을 나누어서 독립된 프레임으로 구성하면 된다. 그러므로 본 논문에서는 G-frame과 I-frame 이외에 결합(Combine)시에 사용할 C-frame을 제안하였다.

Parallel prolog program을 작성 시에는 goal의 분산이나 function의 분산이 나타나므로 해결된 부분과 미 해결된 부분으로 나누기 때문에 앞으로 이에 대한 더 많은 연구가 있어야 한다.

## 참고문헌.

1. Heinz Mandl " Learning issueses for intelligent Tutoring systems " springer-verlag New Yourk INC 1988 .
2. Morrisw, Firebaugh " Artificial Intelligence " BOYD & FRASER Publishing Company 1988.
3. Paul Harman David King " Expert systems " John Wiley & Sons Inc 1985.
4. Richard Forsyth " Expert systems " Combridge University press 1984.
5. M Yazdani " Intelligent tutoring system survey : Artificial Intelligence review " 1986 Vol.1 pp. 43-52
6. Peter Ross " Advance prolog " adddison wesley Publishing company, 1981.
7. Sammut, C " UNSW prolg user manual " University of new south wolve, 1980.
8. Rich "Artificial Intelligence", McGraw-Hill, Co. 1983
9. Patrik Henry Winston " Artificial Intelligence at MIT, 1990 , MIT press