

전문가 시스템에서 러프 집합을 이용한 지식 감축

Knowledge Ruduct using Rough Set in Expert System

김두완 · 정환목

대구가톨릭대학교 컴퓨터 정보통신공학부

Doo-Ywan Kim · Hwan-Mook Chung

Faculty of Computer & Information Communication Engineering,

Catholic University of Daegu

(kimdy@amare.ac.kr · hmchung@amare.ac.kr)

ABSTRACT

본 논문에서는 전문가 시스템에서 지식에 대한 규칙을 감소시키기 위해 러프 집합을 이용한 지식 감축 방법을 제안한다. 또한, 속성 항을 클래스로 분류하여 각 클래스와 이웃하는 클래스의 항들을 비교하여 리덕트와 코어를 구하여 최소화하였다. 이러한 방법은 방대한 양의 규칙을 최소화함으로써 의사결정 시간을 단축시킬 수 있다.

keyword : 전문가 시스템, 지식 감축, 러프 집합, 클래스

1. 서론

지식표현의 문제는 AI 연구자들에게 있어 매우 중요하며 이 분야에는 다양한 접근 방법들이 제안되고 있다. 또한 많은 분야에서 중요한 역할을 하는 지식표현 시스템의 중요한 부류인 의사결정표를 다룬다. 의사결정은 실세계에서 가장 중요한 활동중의 하나로 어떤 조건들이 만족되었을 때 어떤 의사결정을 취해야 하는가를 알려주는 일종의 규칙으로 추론절차를 이용한 입력정보로부터 최적의 해, 즉 거의 최적에 가까운 해를 구하는 것이다.

일반적으로 복잡한 환경에서 의사결정을 하는데 3가지 방법이 있다.

첫 번째는 수학 모델을 확립하는 방법이 있고, 두 번째는 인간 전문가(human expert) 조인 구하는 것에 의한 방법이 있으며 마지막으로 전문가시스템 혹은 컨트롤러 구성에 의한 방법이 있다[1].

이들 가운데 복잡한 환경을 묘사하는데 정확

한 수학모델을 구축하는 것이 가장 중요한 방법이다.

우리는 결정 테이블이라 불리는 정보시스템의 특별한 타입에 관심을 가지고 있다. 그러한 시스템에서 속성은 조건과 결정속성 두 가지 타입이 있으며 지식 감축은 그 감축들을 계산함으로써 조건 속성의 불필요한 가치를 삭제하는 것으로 이루어져 있다. 본 논문에서는 전문가 시스템에서 지식에 대한 규칙을 감소하기 위하여 러프 집합을 이용하여 지식을 감축하는 방법을 제안하였다.

2. 지식 감축 방법

2.1 의사결정 시스템

의사결정 시스템은 일종의 규약으로서, 특정 조건이 만족될 때 어떤 의사결정이 수행되어야 하는가를 명시한다. 대부분의 의사결정 문제는 의사결정 시스템의 형식을 이용하여 공식화 될 수 있으므로 의사결정 시스템은 의사결정에서

특히 유용하다.

의사결정 시스템 $T = (U, (C, D))$ 는 속성들 집합 A 를 각각 조건 속성과 의사결정 속성이라 불리는 두 개의 부분으로 나누어 표현한 정보 시스템이다[1].

2.2 러프 집합

정보시스템 $S = (U, A, V)$ 라 하자. 객체들의 유한집합 $U = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, $U \neq \emptyset$ 이며, A 는 기본속성들의 유한집합이 된다. A 에 있는 속성들은 조건속성 C 와 결정속성 D 로 분류되며, $A = C \cup D$, $V = \bigcup_{p \in A} V_p$ 이고, V_p 는 기본속성 P 의 영역이 된다.

속성들의 모든 부분집합 $P (P \subseteq A)$ 와 임의의 원소 $x_i, x_j \in U$ 라 하면, 식별 불가능 관계인 이진관계 $IND(P)$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$IND(P) = \{(x_i, x_j) \in U \times U : \forall p \in P, p(x_i) = p(x_j)\} \quad (1)$$

여기서, x_i, x_j 는 정보시스템 S 에서 속성 P 의 집합에 의하여 식별 불가능하다고 말한다. 그리고 $P(x)$ 는 객체 x 에 할당된 속성 P 의 값으로서, $IND(P)$ 는 모든 $P \subseteq A$ 에 대하여 U 에서 식별 불가능한 동치관계가 되며, 다음과 같은 관계가 성립된다.

$$IND(P) = \bigcap_{p \in P} IND(p) \quad (2)$$

정보시스템 $S = (U, A, V)$ 이고, $R \subseteq A$ 가 동치관계라면, 순서쌍 $AS = (U, R)$ 을 근사 공간이라 한다. U 의 원소 x_i 에 대하여 $IND(P)$ 에서 x_i 의 동치 클래스는 다음과 같다.

$$[x_i]_{IND(P)} = \bigcap_{p \in P} [X]_R \quad (3)$$

$X \subseteq U$ 라 하면, AS 에서 X 의 하한 근사 \underline{RX} 와 상한 근사 \overline{RX} 는 다음과 같다.

$$\overline{RX} = \{x_i \in U \mid [x_i]_R \cap X \neq \emptyset\} \quad (4)$$

$$RX = \{x_i \in U \mid [x_i]_R \subseteq X\} \quad (5)$$

집합 $BN_R(X) = \overline{RX} - \underline{RX}$ 를 X 의 R -경계 (R -boundary)라 한다[2,3].

3. 지식 표현에서의 지식 감축

3.1 지식 분류

러프 집합에서의 지식은 지식의 의미론적 정의로서 나타나는 분할 또는 분류로 이해될 수 있다. 그러므로 러프 집합은 기호 형태로 동치관계 또는 분할을 표현하기 위해서 표 형태의 지식 표현을 사용하며, 이러한 데이터 표를 지식표현 시스템 또는 정보시스템이라 한다.

정보 시스템은 $F = \langle U, A \rangle$ 이다. 여기서 U 는 전체집합이라고 불리는 공집합이 아닌 유한 집합이고, A 는 속성들의 공집합이 아닌 유한 집합이다. 열들은 전체집합의 객체들에 의해 분류되었고, 행들은 속성에 의해 분류된 속성 가치 테이블로 표현된다.

각 규칙의 항을 i 의 항의 수에 따라 클래스별로 분류한다.

$$R_i = \{(x, y) \mid \#(x) = i, i = 0, 1, \dots, n\} \quad (6)$$

여기서 $\#(x)$ 는 x 의 개수를 나타내고, x 가 1이라면 y 는 0인 항을 나타낸다.

3.2 지식 감축 방법

정보 시스템에서 고려되는 지식에서 유용한 범주들을 정의하기 위해 전체 지식이 필요한가의 문제는 실질적인 응용에서 많이 거론되고, 필요한 지식을 얻기 위해 지식 감축의 개념을 도입한다.

지식의 감축에 있어 기본적인 역할을 하는 것은 이웃하는 클래스간의 비교에서 리덕트(reduct)와 코어(core)의 두 가지 개념이다. 지식의 리덕트는 현재의 지식 내에서 나타나는 모든 기본적인 범주들을 정의하기에 충분한 지식의 필수적인 부분이고, 코어는 어떤 의미에서 지식의 가장 중요한 부분이다.

제안된 방법에서의 감축관계는 각 규칙에서 서로 이웃하는 클래스만을 비교하여 식별행렬을 사용함으로써 계산될 것이다.

만약 $U = \{f_1(x_1), \dots, f_1(x_n)\}$ 가 $n \times n$ 행렬 (표기하면 $M_D(F)$)이라면 다음의 형식을 가지는 $i-j$ 번째 성분이다.

$$(c_{ij}) = \{a \in A \mid a(x_i) \neq a(x_j)\} \quad (7)$$

각 클래스별 c_{ij} 를 테이블로 작성한 후에 각 규칙의 코어와 리덕트 값을 계산한다. 각 규칙은 다음과 같이 정의되는 식별 가능 함수를 정의한다.

$$f^x = \bigwedge_{y \in U} \{ \vee \delta(x,y) : y \in U \text{ and } \delta(x,y) \neq 0 \} \quad (8)$$

그런 다음 식별 가능 함수를 이용하여 코어 값을 다음과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} CORE(A) &= \{a \in A \mid c_{ij} = (a) \text{ for some } i, j\} \\ \text{and} \\ CORE(A) &= \bigwedge_{x=1} f^x \end{aligned} \quad (9)$$

3.3 알고리즘

본 논문의 최소화 과정은 먼저 각 규칙들의 정보를 테이블로 만들어 정렬시킨다. 정렬된 규칙들을 클래스로 분류하여 이웃하는 클래스의 항들과 비교하여 최소 식별 가능 테이블을 작성하여 각 항들의 코어 값들을 구하여 최소화 값을 구하는 과정은 다음과 같다.

단계 1. 각 규칙들을 정렬하여 클래스별로 분류한다.

$$R_i = \{(x, y) \mid \#(x) = i, i = 0, 1, \dots, n\}$$

단계 2. 이웃하는 클래스간의 각 속성값을 비교하여 코어 테이블을 만든다.

$$(c_{ij}) = \{a \in A \mid a(x_i) \neq a(x_j)\}$$

단계 3. 각 항의 값들을 구한다.

$$f^x = \bigwedge_{y \in U} \{ \vee \delta(x,y) : y \in U \text{ and } \delta(x,y) \neq 0 \}$$

단계 4. 각 항들의 값을 최소화 시켜 표현한다.

$$CORE(A) = \{a \in A \mid c_{ij} = (a) \text{ for some } i, j\} \text{ and}$$

$$CORE(A) = \bigwedge_{x=1} f^x$$

4. 구현 예

정보 규칙들이 다음의 [표 1]과 같이 나타내면 [표 2]와 같이 규칙들을 클래스로 분류할 수 있다.

[표 1] 정보 규칙표

A	B	C	D	F
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

[표 2] 클래스별 지식 규칙 테이블

A	B	C	D	F
0	0	0	0	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	1	0	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

각 클래스별 규칙들을 식별 행렬을 이용하여 [표 3]과 같은 최소 식별 가능 테이블로 나타낼 수 있다. 또한 최소화된 각 항의 값들을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f^1 = b, f^2 = abcd, f^3 = ad, f^4 = ac, f^5 = acd, f^6 = b, f^7 = acd, f^8 = acd, f^9 = bcd,$$

[표 3] 최소 식별 가능 테이블

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2	b								
3		d							
4		c							
5		a							
6			abc	abd	bcd				
7			a	acd	d				
8			acd	a	c				
9						b	c	d	

각 항의 코어 값들을 구하여 최소화된 값들을 나타내면 다음과 같다.

$$\text{core}(A) = \{ f^1 = b, f^3 = ad, f^4 = ac, f^6 = b \}$$

최소화 된 값들은 $f^1 = \overline{A} \overline{C} \overline{D}$, $f^3 = B \overline{C}$, $f^4 = B \overline{D}$, $f^6 = ACD$ 이다.

[표 4] 지식 감축 테이블

A	B	C	D	F
0	-	0	0	1
-	1	0	-	1
-	1	-	0	1
1	-	1	1	1

결국 최소화 된 규칙 f 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f = \overline{A} \overline{C} \overline{D} + B \overline{D} + ACD + B \overline{C}$$

5. 결론

본 논문에서 제안한 지식의 감축 방법은 속성 항을 클래스로 분류하고 각 클래스와 이웃하는 항들을 비교하여 리덕트와 코어를 구하여 규칙의 개수를 최소화시키는 과정을 제안하였다. 여기서 제안한 방법은 정보의 감축뿐만 아니라 간소화 방법에서도 이용할 수 있다. 이러한 방법은 방대한 양의 규칙을 최소화함으로써 의사결정 시간을 단축할 수 있다.

6. 참고문헌

- [1] W. K. Choi, Y. N. Na, S. J. Lee, H. M. Chung, "The Analysis of Significance of the Reusability Decision Metrics using Rough Set", The Third Asian Fuzzy Systems Symposium, June 18-21, 1998.
- [2] Mohua Banerjee, Sushmita Mitra, Sankar K. Pal, "KNOWLEDGE-BASED FUZZY MLP WITH ROUGH SETS", Proceedings of the 1997 International Conference on Neural Networks(ICNN'97), Vol.1,1997.
- [3] Pawlak, Z., "Rough Sets", International Journal of Information and Computer Sciences, Vol. 11, No. 5, 1982.
- [4] Pawlak, Z., " Rough Set Approach to Knowledge-Based Decision Support", ICS WUT Reports on Rough Set, Mar 1995.