김일성종합대학학보 JOURNAL OF **KIM IL SUNG** UNIVERSITY
(자연과학) (NATURAL SCIENCE)
주체105(2016)년 제62권 제2호 Vol. 62 No. 2 JUCHE105(2016).

구름이동함수에 기초한 한가지 구름추론방법

곽선일, 김유국

경애하는 **김정은**동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《모든 부문, 모든 단위들에서 과학기술을 생명으로 틀어쥐고 우리 식의 현대화, 정보화를 적극 다그치며 일군들과 근로자들의 과학기술수준을 높이고 과학기술에 의거하여 모든 사업을 활력있게 밀고나가야 합니다.》

선행연구들[2, 3]에서는 입력정보에 대한 정합성의 처리에서 우연성이 결핍되여있고 입력정보의 구름화를 생략하여 추론을 진행하기때문에 환원성조건[1]을 만족시키지 못하는 제한성이 있다.

우리는 선행한 방법의 제한성을 극복하기 위하여 이동법에 기초한 2입력1출력구름추론방법을 제안하였다.

규칙수를 n, 구름방울개수를 g라고 할 때 2입력1출력다중구름추론도식을 다음과 같이 표시하자.

$$\begin{array}{l} \text{If } x_1 \text{ is } A_{11} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{12} \text{ Then } y \text{ is } B_1 \\ \text{If } x_1 \text{ is } A_{21} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{22} \text{ Then } y \text{ is } B_2 \\ \qquad\qquad \vdots \\ \text{If } x_1 \text{ is } A_{n1} \text{ and } x_2 \text{ is } A_{n2} \text{ Then } y \text{ is } B_n \\ x_1' \text{ is } A_1' \text{ and } x_2' \text{ is } A_2' \\ y' \text{ is } B' \end{array} \tag{1}$$

여기서 $x_j(j=1,\ 2)$는 입력변수, y는 출력변수이며 A_{ij}는 전건부성원구름, B_i는 후건부성원구름, A_j'는 입력정보 x_j의 성원구름이고 B'는 추론의 결과이다.

이때 x에 대한 기대곡선은 다음과 같다.

$$\mu_{A'}(x_j) = \exp\left\{(-1/2)\left[\sum_{i=1,\ j=1}^{i=n,\ j=2}(x_j - E_x(x_j')^2)\right] \Big/ Q^2(x_j,\ x_j')\right\} \tag{2}$$

여기서 $Q(x_j,\ x_j')$는 분산이다.

그러면 다중구름추론도식 (1)에 대하여 입력정보의 성원구름 A'에 대한 추론결과의 성원구름 B'는 다음과 같이 계산할수 있다.

$$(A_{i1} \rightleftarrows A_1' \text{ and } A_{i2} \rightleftarrows A_2') \Rightarrow (B_i \rightleftarrows B') \tag{3}$$

여기서 기호 $\rightleftarrows$는 성원구름의 이동을 의미한다.

식 (3)의 계산을 위해 구름방울번호 k $(k=1,\ 2,\ \cdots,\ g)$에 대하여 정규우연수를 NRN_{ijk}와 개별적인 정성규칙전건부의 구름이동함수 $CMF(x_{ijk})$를 다음과 같이 계산한다.

$$CMF(x_{ijk}) = [(x' - E_x(x)) + NRN_{jik}],$$
$$NRN_{ijk} = f(E_n(x_{ij}), E_n(x'_{ij}), H_e(x'_{ij}), H_e(x_{ij}))$$

여기서 $E_x(x_{ij})$ 는 전건부성원구름 A_{ij} 의 기대값, $E_n(x_{ij})$ 는 전건부성원구름 A_{ij} 의 분산, $E_n(x'_{ij})$ 는 입력정보의 성원구름 A'_{ij} 의 분산, $H_e(x_{ij})$ 는 전건부성원구름 A_{ij} 의 초분산, $H_e(x'_{ij})$ 는 입력정보의 성원구름 A'_{ij} 의 초분산이다.

한편 2입력1출력다중구름추론규칙의 결론부구름이동작용 $CMA(y_{ijk})$ 를

$$CMA(y_{ijk}) = f(CMF(x_{ijk})) \tag{4}$$

와 같이 계산할수 있으며 f 가 1∶1넘기기인 경우에는 다음과 같이 계산할수 있다.

$$CMA(y_{ijk}) = CMF(x_{ijk}) = [(x' - E_x(x)) + NRN_{jik}] \tag{5}$$

다른 한편 기대값이 y' 이고 폭이 $b_{B'}$ 인 기대곡선과 $b_{B'l}$, $b_{B'r}$, 그것의 분산 $E_n(y')$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$\mu_{B'}(y) = e^{\frac{-(y'-y)^2}{2b_{B'}^2}} \tag{6}$$

$$b_{B'l} = \frac{1}{3}\int_{y'}^{y'+\sqrt{\ln 8}b} \sqrt{1+[\mu_{B'}(y)]^2}\,dy, \quad b_{B'r} = \frac{1}{3}\int_{y'+\sqrt{\ln 8}b}^{y'+3b} \sqrt{1+[\mu_{B'}(y)]^2}\,dy \tag{7}$$

$$E_n(y') = \begin{cases} \sigma_{B'\max} \exp\left(\dfrac{-(\Delta L_{B'})^2}{2b_{B'l}^2}\right), & if\ y \ge y' \\ \sigma_{B'\max} \exp\left(\dfrac{-(\Delta L_{B'})^2}{2b_{B'r}^2}\right), & if\ y \le y' \end{cases} \tag{8}$$

여기서

$$\Delta L_{B'} = \int_{y'+\sqrt{\ln 8}b}^{y} \sqrt{1+[\mu_{B'}(y)]^2}\,dy \tag{9}$$

이다. 그리고 식 (8)에서 $\sigma_{B'\max}$ 는 후건부성원구름 B' 의 초분산이다.

여기로부터 매개의 규칙에 대하여 식 (3)을 실현하는 후건부성원구름 B'_i 들의 기대값 y'_i 는 다음과 같이 계산한다.

$$y'_{ik} = y_i + CMA(y_{ik}), \quad i = 1,\ 2,\ \cdots n \tag{10}$$

여기서 $CMA(y_{ik}) = \frac{1}{2}\left[CMA(y_{i1k}) + CMA(y_{i2k})\right]$ 이다.

이로부터 2입력1출력다중구름추론의 최종구름추론결과 y' 는 다음과 같다.

$$y' = \frac{1}{n}\left[\sum_{i=1}^{n} y'_i\right] \tag{11}$$

여기서 $y'_i = \frac{1}{g}\left[\sum_{i=1}^{g} y'_{ik}\right]$, $i = 1,\ 2,\ \cdots,\ n$ 이다.

식 (11)은 추론결과로서의 성원구름 B' 전체를 구하지 않고 직접 확정적인 추론결과값을 간단히 얻을수 있다는것을 보여준다.

참 고 문 헌

[1] 최정호 등; 현대지능정보처리리론, **김일성**종합대학출판사, 370～397, 주체104(2015).

[2] D. Y, Li et al.; J of Computer Science and Mathematics with Applications, 35, 3, 99, 1998.

[3] 张明; Science of Surveying and Mapping, 39, 6, 149, 2014.

주체104(2015)년 10월 5일 원고접수

A Method of Cloud Reasoning based on Cloud Moving Function

Kwak Son Il, Kim Yu Guk

We overcome the limitation of a precedent method by the proposal of the 2 input 1 output cloud reasoning method based on moving method.

Key words: cloud reasoning method, moving cloud reasoning, clouding