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

도함수와 적분을 쓰지 않는 분산에 기초한 이동구름추론방법

김유국, 곽선일

선행연구들[1－3]에서는 도함수와 적분을 구름추론에 리용한것으로 하여 추론시간이 길어지는 제한성이 있다.

우리는 선행한 방법의 결함을 극복하기 위하여 도함수와 적분을 쓰지 않으면서 성원구름의 분산을 계산하는 새로운 이동구름추론방법을 론의한다.

이를 위해 m입력1출력1규칙구름추론모형을 다음과 같이 표시하자.

$$\text{if } x_1 \text{ is } A_1,\ \cdots,\ x_j \text{ is } A_j,\ \cdots,\ x_m \text{ is } A_m \text{ then } y \text{ is } B \tag{1}$$

이때 모형 (1)에 대한 구름추론과정은 다음과 같다.

① 식 (1)에 대하여 m개의 전건부성원구름 $A_j,\ j=\overline{1,\ m}$과 후건부성원구름 B의 기대곡선을 다음의 식들에 따라 구한다.

$$\mu_{A_j}(x)=\exp\left[\frac{-(x-x_{j0})^2}{2(b_{A_j})^2}\right],\quad j=\overline{1,\ m} \tag{2}$$

$$\mu_B(y)=\exp\left[\frac{-(y-y_0)^2}{2(b_B)^2}\right] \tag{3}$$

여기서 x_{j0}은 전건부성원구름 $A_j,\ j=\overline{1,\ m}$의 j번째 기대값이며 y_0은 후건부성원구름 B의 기대값이다.

② 전건부성원구름 A_j의 m개의 분산을 $A_jE_n(x)$로 표시하고 그것들을 다음의 식에 따라 구한다.

$$A_jE_n(x)=\sigma_{A_j\max}\exp\left(\frac{-(\Delta L_{A_j}(x))^2}{2M_{A_j}^2(x)}\right) \tag{4}$$

여기서

$$\Delta L_{A_j}(x)=r_j(x)\Delta L_{A_j\ l}(x)+[1-r_j(x)]\Delta L_{A_j\ r}(x), \tag{5}$$

$$\Delta L_{A_j\ l}(x)=x-x_{j_0}+\sqrt{\ln 8}b \tag{6}$$

이다. 그리고 $\sigma_{A_j\max}$는 성원구름 A_j들의 초분산이다.

식 (4)에서 $M_{A_j}(x),\ j=\overline{1,\ m}$을 성원구름 A_j의 전체 구간에서 결정되는 폭이라고 하면

$$M_{A_j}(x)=r_j(x)M_{A_j\ l}(x)+[1-r_j(x)]M_{A_j\ r}(x) \tag{7}$$

로 된다. 여기서

$$r_j(x) = \min[1 - \mathrm{sign}(x - x_{j_0}),\ 1] \tag{8}$$

이다.

식 (7)은 $\mathrm{sign}(x - x_{j_0})$ 의 부호에 따라 성원구름의 왼쪽, 오른쪽 폭을 결정하는 항으로서 0 혹은 1의 값을 가진다.

식 (7)에서 $M_{A_j\,l}(x)$ 들을 자리표축상의 점 x_{j_0} 들을 중심으로 하는 성원구름의 왼쪽 폭들이라고 하고 $M_{A_j\,r}(x)$ 들을 성원구름 A_j 들의 오른쪽 구간의 폭들이라고 할 때 다음의 관계가 성립한다.

$$M_{A_j\,l}(x) = M_{A_j\,r}(2x_{j_0} - x) \tag{9}$$

성원구름 A_j 들의 오른쪽 폭 $M_{A_j r}(x)$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$M_{A_j\,r}(x) = p_j(x) b_{A_j\,l} + [1 - p_j(x)] b_{A_j r} \tag{10}$$

여기서

$$p_j(x) = \min[1 - \mathrm{sign}(x - x_{j_0} - \sqrt{\ln 8}\, b),\ 1] \tag{11}$$

이다.

③ 성원구름 B 의 분산 $BE_n(y)$ 를 다음과 같이 구한다.

$$BE_n(y) = \sigma_{B\ \max} \exp\left(\frac{-(\Delta L_B(y))^2}{2M_B^2(y)} \right) \tag{12}$$

여기서 $\sigma_{B\max}$ 는 성원구름 B 의 초분산이며

$$\Delta L_B(y) = r(y)\Delta L_{Bl}(y) + [1 - r(y)]\Delta L_{B\,r}(y) \tag{13}$$

$$\Delta L_{B\,l}(x) = y - y_0 + \sqrt{\ln 8}\, b \tag{14}$$

이다.

식 (12)에서 $M_B(x)$ 를 성원구름 B 의 전체 구간에서 결정되는 폭이라고 하면

$$M_B(y) = r(y) M_{Bl}(y) + [1 - r(y)] M_{B\,r}(y) \tag{15}$$

이다. 한편 식 (14)에서 y_0 은 성원구름 B 의 중심이며 식 (15)에서 $r(y)$ 는

$$r(y) = \min[1 - \mathrm{sign}(y - y_0),\ 1] \tag{16}$$

로서 식 (8)과 같은 의미를 가진다.

그리고 식 (15)에서 $M_{Bl}(y)$ 를 자리표축상의 점 y_0 을 중심으로 하는 성원구름 B 의 왼쪽 폭이라고 하고 $M_{Br}(y)$ 를 성원구름 B 의 오른쪽 구간의 폭이라고 할 때 다음의 관계가 성립한다.

$$M_{Bl}(y) = M_{Br}(2y_0 - y) \tag{17}$$

이때 성원구름 B 의 오른쪽 폭 $M_{Br}(y)$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$M_{Br}(y) = p(y) b_{Bl} + [1 - p(y)] b_{Br} \tag{18}$$

$$p(y) = \min[1 - \mathrm{sign}(y - y_0 - \sqrt{\ln 8}\, b),\ 1] \tag{19}$$

④ 확정적인 입력정보 $x_1', x_2', \cdots, x_j', \cdots, x_m'$ 를 구름화한 전건부성원구름

$$A_1', A_2', \cdots, A_j', \cdots, A_m'$$

의 기대값과 그것의 분산 $A'_jE_n(x)$ 를 ②와 같이 계산한다.

$$\mu_{A'_j}(x)=\exp\left[\frac{-(x-x'_j)^2}{2(b_{A'_j})^2}\right] \tag{20}$$

$$A'_jE_n(x)=\sigma_{A'_j\max}\exp\left(\frac{-(\Delta L_{A'_j}(x))^2}{2M^2_{A'_j}(x)}\right) \tag{21}$$

여기서 $\sigma_{A'_j\max}$ 는 입력정보들을 구름화한 성원구름 A'_j 의 초분산이다. 그리고

$$\Delta L_{A'_j}(x)=r_j(x)\Delta L_{A'_j\ l}(x)+[1-r_j(x)]\Delta L_{A'_j\ r}(x), \tag{22}$$

$$\Delta L_{A'_j\ l}(x)=x-x'_{j0}+\sqrt{\ln 8}b \tag{23}$$

이다. 한편 식 (21)에서 $M_{A'_j}(x)$ 를 성원구름 A'_j 의 전체 구간에서 결정되는 폭이라고 하면 그것은 다음과 같이 표시할수 있다.

$$M_{A'_j}(x)=r_j(x)M_{A'_j\ l}(x)+[1-r_j(x)]M_{A'_j\ r}(x) \tag{24}$$

$$r_j(x)=\min[1-\mathrm{sign}(x-x_{j_0}),\ \ 1] \tag{25}$$

식 (24)에서 $M_{A'_j l}(x)$ 들을 자리표축상의 점 x_{j_0} 들을 중심으로 하는 성원구름의 왼쪽 폭들이라고 하고 $M_{A'_j r}(x)$ 를 성원구름 A'_j 들의 오른쪽 구간의 폭이라고 할 때 다음의 관계가 성립한다.

$$M_{A'_j\ l}(x)=M_{A'_j\ r}(2x'_{j0}-x) \tag{26}$$

이때 성원구름 A'_j 들의 오른쪽 폭 $M_{A'_jr}(x)$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$M_{A'_j\ r}(x)=p_j(x)b_{A'_jl}+[1-p_j(x)]b_{A'_jr} \tag{27}$$

여기서

$$p_j(x)=\min[1-\mathrm{sign}(x-x'_{j0}-\sqrt{\ln 8}b),\ \ 1] \tag{28}$$

이다.

⑤ 구름이동법을 실현하기 위하여 정규우연수 A_jNRN_k, 구름이동함수 $A_jCMF(x_k)$ 를 다음과 같이 구한다.

$$A_jNRN_k=J[A_jE_n(x),\ A'_jE_n(x),\ A_jH_e(x),\ A'_jH_e(x)],\ k=\overline{1,\ g} \tag{29}$$

$$A_jCMF(x_k)=[(x'-A_jE_x(x))+A_jNRN_k],\ k=\overline{1,\ g} \tag{30}$$

⑥ 식 (30)에 기초하여 규칙의 결론부구름이동작용 $ACMA(y_k)$ 들을 다음과 같이 계산한다.

$$ACMA(y_k)=\frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}A_jCMF(x_k),\ \ k=\overline{1,\ g} \tag{31}$$

그리고 g 개의 이동작용을 산수평균하여 결론부구름이동작용 $ACMA(y)$ 를 다음과 같이 계산한다.

$$ACMA(y)=\frac{1}{g}\sum_{k=1}^{g}ACMA(y_k) \tag{32}$$

여기에 기초하여 추론결과의 성원구름 B'를 다음과 같이 구한다.

$$B' = \int \mu_{B'}(y')/y' = \int \mu_B(y)/(y + ACMA(y)) \tag{33}$$

그리고 추론결과의 성원구름 B'의 분산 $B'E_n(y)$를 다음과 같이 구한다.

$$B'E_n(y) = \sigma_{B'\max} \exp\left(\frac{-(\Delta L_{B'}(y))^2}{2M_{B'}^2(y)}\right) \tag{34}$$

여기서 $\sigma_{B'\max}$는 추론결과에 얻어진 성원구름 B'의 초분산이며

$$\Delta L_B(y) = r(y)\Delta L_{Bl}(y) + [1 - r(y)]\Delta L_{B'r}(y) \tag{35}$$

$$\Delta L_{B'l}(x) = y - y' + \sqrt{\ln 8}b \tag{36}$$

이다.

식 (34)에서 $M_{B'}(x)$를 성원구름 B'의 전체 구간에서 결정되는 폭이라고 하면

$$M_{B'}(y) = r(y)M_{B'l}(y) + [1 - r(y)]M_{B'r}(y) \tag{37}$$

이고 식 (36)에서 y'는 추론결과의 성원구름 B'의 중심이며 식 (37)에서 $r(y)$는

$$r(y) = \min[1 - \mathrm{sign}(y - y'),\ 1] \tag{38}$$

로 표시된다. 그리고 식 (37)에서 $M_{B'l}(y)$ 를 자리표축상의 점 y'를 중심으로 하는 성원구름 B'의 왼쪽 폭이라고 하고 $M_{B'r}(y)$를 성원구름 B'의 오른쪽 구간의 폭이라고 할 때

$$M_{B'l}(y) = M_{B'r}(2y' - y) \tag{39}$$

가 성립한다.

이때 추론결과의 성원구름 B'의 오른쪽 폭 $M_{B'r}(y)$를 다음과 같이 계산한다.

$$M_{B'r}(y) = p(y)b_{B'l} + [1 - p(y)]b_{B'r} \tag{40}$$

여기서

$$p(y) = \min[1 - \mathrm{sign}(y - y' - \sqrt{\ln 8}b),\ 1] \tag{41}$$

이다.

⑦ 이동구름추론결과 B'를 비구름화한 확정적인 출력 y'를 다음과 같이 얻는다.

$$y' = y + ACMA(y) \tag{42}$$

맺 는 말

도함수와 적분을 리용한것으로 하여 추론계산시간이 길어지던 결함을 극복하고 입력정보의 구름화와 비구름화를 통하여 구름의 3대특성을 보장하면서도 모호성과 우연성을 동시에 반영하며 환원성을 만족시킬수 있게 하였다.

참 고 문 헌

[1] 곽선일 등; 콤퓨터와 프로그람기술, 4, 4, 주체102(2013).
[2] 곽선일 등; 전기, 자동화공학, 2, 27, 주체102(2013).
[3] Journal of **KIM IL SUNG** University(Natural Science), 3, 4, 16, Juche103(2014).

주체104(2015)년 10월 5일 원고접수

A Method of Moving Cloud Reasoning based on Dispersion no using the Derivative and Integral

Kim Yu Guk, Kwak Son Il

As an approach to overcome the weakness of the previous method of moving cloud reasoning, we proposed new moving cloud reasoning that calculated the dispersion of member cloud no using the integral and derivative.

Key words: cloud reasoning model, moving cloud reasoning, clouding, non-clouding