

다치 논리함수를 이용한 감성처리 모델

An Emotion Processing Model using Multiple Valued Logic Functions

정환목

Hwan-Mook Chung

대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부

요 약

인간의 감성은 애매하고 외부로부터의 자극에 따라 다양하게 변화한다. Plutchik은 기본적인 패턴을 8가지 행동 패턴으로 분류한 감성 모델을 제시하고, 또 순수감성의 조합으로부터 혼합 감성을 추론하였다. 본 논문에서는 다치 논리함수의 차분의 성질을 이용한 다치 논리 오토마타 모델을 이용하여 Plutchik의 감성 모델을 처리할 수 있는 방법을 제안한다. 여기서 제안된 감성처리 모델은 감성 데이터 해석과 처리에 널리 활용될 수 있을 것이다.

키워드 : 다치논리 오토마타, Plutchik 감성 모델, 다치 논리함수

Abstract

Usually, human emotions are vague and change diversely on the basis of the stimulus from the outside. Plutchik classified the fundamental behavioral patterns into eight patterns, named each of them a genuine emotion, and furthermore suggested mixed emotions using a combination of genuine emotions.

In this paper, we propose a method for processing Plutchik's emotion model using Multiple Valued Logic(MVL) Automata Model which utilizes the properties of difference in Multiple Valued Logic functions. This proposed emotion processing model can be widely applied to the analysis and processing of emotion data.

Key Words : MVL automata, Plutchik emotion model, Multiple valued logic

1. 서 론

감성은 외부의 자극에 따라 감각·지각을 생기게 하는 감각 기관의 감수성이라고 정의하고 있으며 감성을 감수성 혹은 감정으로 혼용해서 사용하고 있다. 또 감성이란 인간이 갖고 있는 감성과 이미지를 구체화 하여 실현하기 위한 기술로서 감성(이미지)을 다양한 방법으로 분석하여 제품설계에 결합시킬 수 있는 기술을 감성공학이라 한다.

감성의 변화 과정을 추측하기 위하여 Plutchik은 감성을 8가지의 순수감성으로 나누어, 그에 따른 행동을 분류하고 순수감성의 조합으로 복합감성을 나타내는 감성모델을 제안하였다[1].

그런데 감성이란 너무 애매모호하고 불명확하여 상대방이 갖고 있는 감성이나 자신이 갖고 있는 감성까지도 완전히 이해한다는 것은 매우 어렵고 이성에 의한 제어(Control)도 힘들다. 그러나 인간관계를 원만하게 하기 위해서는 상대방의 감성상태를 추측하거나 자신의 감성상태도 이해할 필요가 있으며 그러한 감성을 한쪽이 의도한 감성으로 변화시키는 것도 매우 중요하다.

최근 제품의 기획과 설계에 있어서 정량적으로 평가 가능한 제품의 사양만이 아니고 매력 있는 제품의 분석과 사용이 용이한 제품의 설계를 위한 공학적 기술 즉, 매력공학 혹은 인간공학에 기초한 제품의 설계를 하는 공학적 기술

제품설계 방법이 중요시 되어왔다.

감성정보를 토대로 데이터마이닝으로 얻은 감성에 관한 지식이 시스템과 마케팅 등에 이용 되는 등 그 이용 범위가 넓어지고 있으며 감성 데이터 마이닝 및 감성 온톨로지 등으로 연구 영역이 점차 확대되고 있다.

감성에 대한 통찰력은 비이성적이고 인간의 추론이 빚나 가기도 한다. 따라서 심리학이나 인공지능 분야 등에서 연구는 이 애매함과 불확실한 감성을 정량적으로 평가하기 위해 퍼지추론 기법을 도입하고 있다[4]. 또한 아날로그적, 퍼지적 및 우뇌적인 정보처리과정이 감성이라고 한다.

그러나 여기서는 감성의 변화가 외부의 자극이나 상황에 따라 매우 불규칙적이고 순간적(이산적)으로 변하기 때문에 기존의 퍼지 추론을 적용한 방법과는 다른 관점에서 다치논리를 적용한 방법을 적용 하였다.

현재의 지식정보처리는 주로 지식을 이용하여 추론에 기초한 처리를 하고 있다. 지식 정보처리 기술에서 추론이 2치 논리에 바탕을 두고 있기 때문에 융통성이 없고 자율적으로 내부에 정보를 만들 수 없고, 지식을 획득하는 것이 곤란하다는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 다치논리 함수의 차분의 성질을 적용한 다치 오토마타 모델을 이용하여 Plutchik의 감성을 효율적으로 처리 할 수 있는 방법을 제안한다. 이러한 방법은 감성 데이터 해석과 처리에 널리 활용 될 수 있을 것이다.

접수일자 : 2008년 10월 6일

완료일자 : 2009년 1월 5일

2. 관련연구

2.1 Plutchik 감성 모델

감성이라는 개념을 다루기 위해서 감성모델을 이용한다. 여기서는 Plutchik에 의해 제창되고 있는 입체모델을 사용한다. 감성을 이용한 광고나 마케팅에 가장 많이 사용되는 이론은 Plutchik에 의해 개발된 이론이다. Plutchik은 진화라는 관점에서 많은 동물에게 공통적으로 나타나는 기본적인 행동패턴을 8종류로 정리하여 감성의 출현이 이들의 행동패턴과 직접 관련되어 있는 것을 나타내었다. 이 감성모델은 감성의 최소 단위인 기본감성으로 구성되어있다. 이 기본적인 행동패턴에 일대일로 대응하고 있는 감성을 순수감성이라고 하고, 다시 몇 개의 감성을 2가지의 순수감성의 조합으로 설명하였다. 여기서 순수감성이란 [수용] [공포] [놀람] [슬픔] [혐오] [분노] [기대] [기쁨]의 8가지를 말하고, 이들을 조합시킨 감성을 혼합감성이라고 한다. 실제로는 이러한 감성들이 순수하게 한 가지 형태를 취하는 경우는 거의 없으며 이러한 감성들이 복합적으로 이루어진다. 바로 옆에 있는 순수감성을 조합시킨 것을 일차 혼합감성이라고 한다. 예를 들면 [수용]과 [공포]의 혼합감성은 [복종]이고, [놀람]과 [슬픔]의 혼합감성은 [실망]이다[1].

다음으로 하나의 동떨어진 순수감성의 조합을 이차혼합 감성이라고 한다. 예를 들면[놀람]과 [혐오]의 조합을 [조바심]이라고 하는 경우이다. 마지막으로 두 개의 동떨어진 것을 3차 혼합 감성이라고 하고 [공포]와 [기쁨]의 조합으로 [부끄러움]을 나타낸다. 즉 3가지의 다른 순수감성의 조합은 서로부정하면서 무감성이 되기 때문에 4차 혼합감성은 정의되지 않는다.

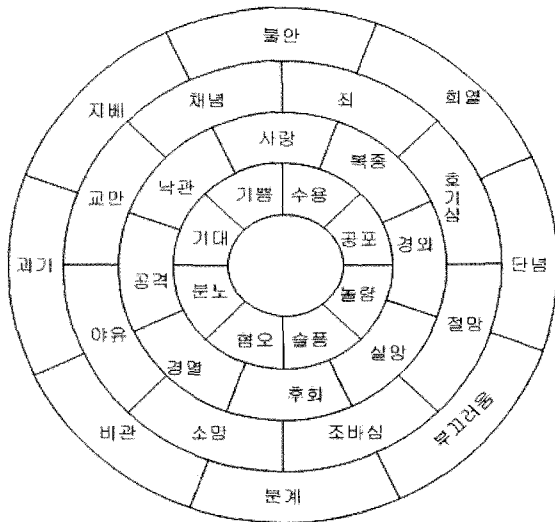


그림 1. Plutchik의 감성모델
Fig. 1. The Emotion model of Plutchik

2.2 다치 논리함수의 변화 및 성질

다치 논리함수 $f(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$ 에서 x_i 의 값을 a 에서 b 로 변화시켰을 때 함수 f 의 값의 변화를 다치논리함수의 변화라 하고, $f'x_i(a,b)$ 또는 $f'x_i(b)|_{x_i=a}$ 로 표시한다[8].

$$f'x_i(a,b) = f(x_i(a)) \oplus f(x_i(b)) = f(x_1, \dots, a, \dots, x_n) \oplus f(x_1, \dots, b, \dots, x_n) \quad (4)$$

다치 논리의 변화의 성질은 다음과 같다.

- ① $\overline{f'}X_i(a,b) = f'X_i(b,a)$
- ② $f^2X_i(a,b) \cdot X_j(c,d) = f^2X_j(c,d) \cdot X_i(a,b)$
- ③ $f^2(X_i(a,b)) \cdot (X_i(a,b)) = \emptyset$
- ④ $(f \cdot g)'X_i(a,b) = f'X_i(a,b) \cdot g'X_i(a,b) \oplus f'X_i(a,b) \cdot g(X_i(a)) \oplus g'X_i(a,b) \cdot f(X_i(a))$
- ⑤ $(f+g)' \cdot X_i(a,b) = f'X_i(b,a) \cdot g'X_i(b,a) \oplus \overline{g}(X_i(a)) \cdot f'(X_i(b,a)) \oplus f(X_i(a)) \cdot g'X_i(b,a)$
- ⑥ $(f \oplus g)'X_i(a,b) = f'X_i(a,b) \oplus g'X_i(a,b)$

2.3 오토마타

오토마타는 다음과 같이 다섯 가지로 구성된다.

$$M = (Q, q_0, I, \delta, F)$$

- Q : 상태들의 공집합이 아닌 유한집합
- q_0 : $q_0 \in Q$ 인 초기상태
- I : 입력알파벳으로서 공집합이 아닌 유한집합
- δ : $Q \times I \rightarrow Q$ 로 정의되는 전이 함수
- F : $F \subseteq Q$ 인 최종 상태들의 집합

$\delta(q, a, q')=1$ 인 상태 q 에서 q' 로의 화살표가 a 에 의해 존재하며, $\delta(q, a, q')=0$ 이면 q 에서 q' 로 이름 붙여진 화살표가 없음을 의미한다. 여기서 q 는 원시상태 (source state)라하고 q' 는 목표상태(destination state)라한다. 또 $f(q)=1$ 이면 상태 q 가 최종상태임을 의미하고 $f(q)=0$ 이면 q 는 최종상태가 아님을 의미한다[1,9].

결정적 유한오토마타는 어떤 상태에서 한 개의 입력기호에 대하여 한 개의 다음상태를 갖는 유한 오토마타를 말하며, 비결정적 오토마타는 어떤 상태에서 주어진 입력기호를 보고 갈수 있는 다음 상태가 하나이상 존재할 수 있는 유한 오토마타를 말한다. 결정적 오토마타는 비결정적 오토마타의 특별한 형태로, 임의의 고정된 상태 q 와 입력 a 에 대해 목표상태 q' 가 단지 하나가 존재하는 비 결정적 오토마타이다. 즉, q' 는 주어진 상태 q 와 a 에 대한 $\delta(q, a, q')=1$ 인 유일한 상태이다.

2.4 다치오토마타

다치오토마타(MVL-Automata)에서 오토마타는 입력(외부 환경) 스트링의 값, 상황(상태) 및 출력(행동)으로 정의한다.

$$f = \alpha_1 \sum X_i^{[ij]} X_j^{[ij]} \quad (\text{단, } ij \in 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

여기서, α_i 는 출력, $X_i^{[ij]}$ 는 입력 스트링의 값, $X_j^{[ij]}$ 는 상태에 대한 값이다.

다치오토마타 모델을 유한 상태 기계 정의에 따라 다음과 같이 구성된다.

$$M = (I, O, S, f, g) \quad (6)$$

여기서, I, O 및 S는 다치 입력, 출력, 상태들의 공집합이 아닌 유한집합이고, f는 $f : I \times S \rightarrow S$ 인 상태 전이 함수이고, g는 출력 함수이다. 즉 g는 $g : I \times S \rightarrow O$ 이다. 카테시안 곱(cartesian product) $I \times S$ 는 입력과 상태들의 모든 쌍을 포함한다.

2.5 퍼지추론

퍼지 이론에서 추론은 몇 개의 퍼지 명제에서 연역적으로 각각 별개(근사적인) 퍼지 명제를 유도하는 것을 기본으로 하고 이것을 퍼지추론(fuzzy inference)이라 한다[5].

퍼지추론을 수행하기 위해서는 추론 규칙이 필요하고, IF-THEM 형식으로 기술되고 있다. 퍼지추론에서 사용하는 IF-THEN 규칙을 특히 퍼지 IF-THEN 규칙이라고 하고 다음과 같이 나타낸다.

$$\text{Rule : IF } C_1 \text{ is } A \text{ and } C_2 \text{ is } B \dots C_m \text{ is } M \text{ THEN } E \text{ is } E_i \quad (7)$$

여기서, C_1, C_2, \dots, C_m 는 전건부 변수, E 는 후건부 변수이고, A, B, M, \dots, E_i ($i = 1, 2, \dots, n$)은 소속함수이다. 만일 규칙이 여러 개일 경우에는 각 규칙에 대한 관계를 구하고 이들을 하나로 결합하여 최종관계를 구하게 된다. 이렇게 구해진 관계에 입력 변수를 입력하여 얻어진 출력을 비퍼지화하면 시스템에 대한 응답을 구할 수 있다.

2.5.1 퍼지추론 단계

일반적으로 퍼지추론의 단계는 크게 4단계로 구분할 수 있다.

[단계 1] 주어진 입력에 대한 각 규칙의 전건부 적합도를 구한다.

$$W_j = \mu_A(C_1) \wedge \mu_B(C_2) \dots \mu_m(C_m) \quad (8)$$

여기서 W_j ($j = 1, 2, \dots, l$)는 적합도를 나타낸다.

[단계 2] 단계 1에서 구한 적합도를 기초로 각 규칙의 추론 결과를 구한다.

$$\mu_{E_i}(E) = W_j \wedge \mu_{E_i}(E) \quad (9)$$

여기서 W_j ($j = 1, 2, \dots, l$), $i = 1, 2, \dots, l$ 이다.

[단계 3] 각 규칙의 추론결과로부터 최종적인 추론결과를 구한다.

$$\mu_E(E) = \mu_{E_1}(E) \vee \dots \vee \mu_{E_l}(E) \quad (10)$$

[단계 4] 비퍼지화를 통해 확정치(실수값)를 구한다. (여기서는 무게중심법을 사용)

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n (W_j \times u_j)}{\sum_{j=1}^n W_j} \quad (11)$$

여기서 W_j 는 적합도이고, u_i 는 대집합을 의미한다.

3. 다치 오토마타를 이용한 감성추론 모델

모델화하는 방법은 다양한 방법이 있지만 여기서는 다치 논리 함수에 의해 시스템을 모델화 하는 것을 시도하였다. 다치 논리함수를 사용한 방법은 시스템을 다치 논리식으로 나타낸 것이 특징이다.

본 논문에서는 감성은 외부자극에 따라 연속적으로 변한다기 보다는 순간 마다 불연속(이산) 적으로 변한다고 보고 다음과 같은 다치 감성모델을 제안한다.

감성처리 모델을 식 (12)와 같이 정의한다.

$$S_{i+1} = S_i X_1^{[ij]} X_2^{[ij]} \quad \text{단, } i, j \in a, b, c, \dots, n \quad (12)$$

- S_i : 현 감성상태
- S_{i+1} : 다음 감성상태
- X_1 : 감성상태
- X_2 : 외부요인(자극)

각각의 대상에 관한 감성의 상태는 그림 2와 같이 자극과 경험 등의 외부요인에 의한 영향을 입력으로 하여 변화하고 전이한다고 가정한다.

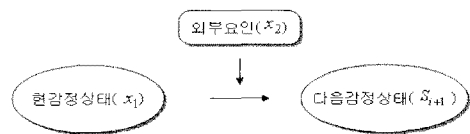


그림 2. 감성의 전이 과정
Fig. 2. Transition process of emotion

다음 진리표를 만족하는 다치 논리함수의 식을 나타내고 $x_1(a, c)$ 로 함수를 변화한 후 그 결과가 의미하는 것을 조사하여본다.

표 1. 진리표
Table 1. Truth table

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
a	c	c	b
b	a	c	a
c	a	c	c

다음 감성 상태

위의 진리표를 다치 논리식으로 표현하면 식 (13)과 같다.

$$f = a(x_1^{[aa]}x_2^{[bc]} + x_1^{[bb]}x_2^{[bb]}) + b(x_1^{[ca]}x_2^{[aa]}) + c(x_1^{[aa]}x_2^{[aa]} + x_1^{[bb]}x_2^{[bc]} + x_1^{[cc]}x_2^{[cc]}) \quad (13)$$

x_1 의 값이 고정되어 있다고 가정하는 경우 x_2 의 값이 a에서 c로 변화 하였다고 가정하는 경우는 식 (14)와 같이 나타낼 수 있다.

$$f'_{x_1}(a,c) = \{a(x_2^{[bc]} + c(x_2^{[aa]})) \oplus \{ax_2^{[bb]} + bx_2^{[aa]} + c(x_2^{[cc]})\} \quad (14)$$

하나의 입력변수가 a에서 c로 변화했을 때 결과는 함수치의 변화를 나타낸다.

따라서 x_1 을 고정시키고 x_2 를 변화 시켰을 때 성질의 해석은 다음과 같다.

- ① $x_1 = a$ (고정), x_2 를 a에서 c로 변화시켰을 경우

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
a	c	c	b

$f'_{x_1}(a,c) = c \oplus b$; c와 b의 배타적인 상호간의 변화로 c에서 b로 변화를 나타낸다.

- ② $x_1 = b$ (고정), x_2 를 a에서 c로 변화시켰을 경우

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
b	a	c	a

$f'_{x_1}(a,c) = a \oplus a = \emptyset$; f는 변화를 하지 않는다.

- ③ $x_1 = c$ (고정), x_2 를 a에서 c로 변화시켰을 경우

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
c	a	c	c

$f'_{x_1}(a,c) = a \oplus c$; a에서 c상태로의 변화를 나타낸다.

x_2 를 고정시키고 x_1 을 변화 시켰을 때 성질의 해석은 다음과 같다.

- ① $x_2 = a$ (고정), x_1 를 a에서 c로 변화시켰을 경우

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
a	c	a	a

$f'_{x_2}(a,c) = c \oplus a$; c와 a의 배타적인 상호간의 변화로 c에서 a로 변화를 나타낸다.

- ② $x_2 = b$ (고정), x_1 를 a에서 c로 변화시켰을 경우

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
b	a	c	a

$f'_{x_1}(a,c) = c \oplus c = \emptyset$; f는 변화를 하지 않는다.

- ③ $x_2 = c$ (고정), x_1 를 a에서 c로 변화시켰을 경우

$x_2 \backslash x_1$	a	b	c
c	a	c	c

$f'_{x_2}(a,c) = b \oplus c$; a에서 c상태로의 변화를 나타낸다.

따라서 표 2와 같이 x_1 과 x_2 의 상태를 무한개로 확장 할 수 있으며 각 상태마다 외부자극에 따라 다음상태로의 변화로 확장 할 수 있다.

표 2. 확장 진리표
Table 2. An extension of the truth table

$x_2 \backslash x_1$	a	...	n
a	c	c	b
...	a	...	a
n	a	c	c

4. 시뮬레이션

예를 들면 감성상태가 [표 3]과 같다고 가정한다.

표 3. 감성 상태표
Table 3. Emotion state table

		X_2 (외부요인)		
		놀람(a)	보통(b)	공포(c)
X_1 (감성 상태)	놀람(a)	분노(α_1)	분노(α_1)	보통(α_2)
	보통(b)	분노(α_1)	보통(α_2)	불안(α_3)
	기대(c)	보통(α_2)	불안(α_3)	불안(α_3)

[표 3]과 같은 감성 상태표에서 추론규칙 알고리즘은 다음과 같다.

```

process multi_logic_Algorithm
Step 1 : input X1_in, X2_in output X1_out, X2_out
Step 2 : Dimension S(X1, X2)
Step 3 :  $F_k = \{X1\_in \rightarrow X1\_out, X2\_in \rightarrow X2\_out\}$ 
           //감성 상태 변화
Step 4 :  $S_k \rightarrow S_{k+1}$            //상태 전위
Step 5 : for each transaction do
Step 6 :    $R_{x1} = X1\_in \rightarrow X1\_out$ 
           //X1의 상태 변화 연산
Step 7 :    $R_{x2} = X2\_in \rightarrow X2\_out$ 
           //X2의 상태 변화 연산
Step 8 : end for
Step 9 :  $R_{k+1} = \{R_{x1}, R_{x2}\}$ 
    
```

감성 상태표에서 추론규칙 알고리즘을 이용한 실험결과는 그림 3과 같다.

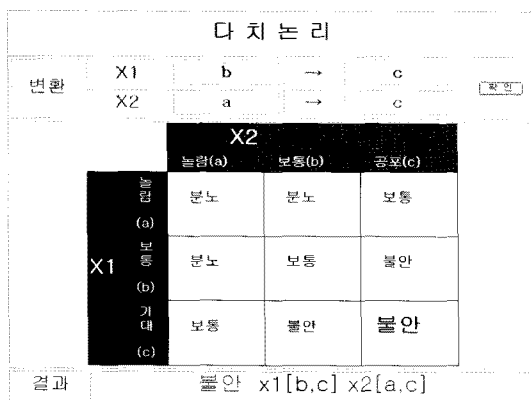


그림 3. 감성상태의 실험 결과
Fig. 3. Simulation result for emotion state

5. 결 론

본 논문에서는 다치논리 함수의 차분의 성질을 이용한 다치 오토마타 모델을 이용하여 Plutchik의 감성모델을 효율적으로 처리 할 수 있는 방법을 제안 하였다.

여기서는 다치의 치에 각 감성상태를 대응시켜 다치함수의 치의 변화를 감성의 상태의 변화에 대응 시켜 처리 하도록 하였다.

여기서 제안한 감성처리모델은 상품개발 시 디자인과 기능에 관계된 감성정보처리나 외부 자극에 의한 상품구매 충동도 및 자율성을 갖는 로봇의 감성처리 모델링 등에 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Yasuhiro Kawashima, Naotoshi Sugano, Tadaaki Yoneyama, "An analysis of emotions by using fuzzy reasoning", *13th Fuzzy Symposium, Toyama*, June 46, pp. 457-458, 1997.
- [2] 손창식, 정환목, "다치오토마타를 이용한 개성 및 감성상태 모델의 해석", *Proceeding of KFIS Fall Conference*, pp.173-176, 2003.
- [3] Franceso Romani, "Cellular Automata Synchronization", *Information Sciences* 10, pp. 299-318, 1976.
- [4] Chang-Sik Son, Hwan-Mook Chung, "An Emotion Classification Based on Fuzzy Inference and Color Psychology", *International Journal of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Vol.4, no. 1, pp.18-22, 2004.
- [5] 손창식, 황정식, 정환목, "퍼지추론을 이용한 감성 처리 모델", *Proceeding of KFIS Spring Conference*, Volum 14. Number 1. 2004.
- [6] 손창식, 정환목, "퍼지추론에서 러프집합을 이용한 감성데이터의 분류", *Proceeding of KFIS Fall Conference*, Volum 14. Number 2. 2004.
- [7] L.A.Zadeh. *The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning*, Part I. 8-9:199-249, 301-357, 43-80, 1975.
- [8] Hwan Mook Chung, "Structure Analysis and Series Expansions of the Multiple Valued Logical Function", *Journal of the Korea Information Science Society*, Vol. 13, No. 3, pp.155-166, 1986.8.
- [9] Byoungsung Shon, Hwan Mook Chung, "Adaptive Automata using Symbolic Multi-Valued Logic Function", *Journal of Fuzzy Logic and Intelligent System*, Vol. 6, No. 3, 1996. 12.
- [10] Hwan Mook Chung, "Automatic Rule Generation Using Structural Properties of Fuzzy ³iLogic Function", *Journal of Fuzzy Logic and Intelligent System*, Vol. 2, No. 4, pp.10-16, 1992.
- [11] Shinichiro hoshi, Toru Yamaguchi, "Robot Kansei expression using Ontology", *Fuzzy System Symposium 20th*, Kitakyushu, June 2-5,

저 자 소 개



정 환 목(Hwan-Mook Chung)

10권 4호 참조

Phone : +82-53-850-2741
Fax : +82-53-850-2741
E-mail : hmchung@cu.ac.kr