퍼지 및 지능시스템학회 논문지 2006, Vol. 16, No. 6, pp. 659-664

다치 함수의 차분을 이용한 상황 인식 모델 및 응용

A Context-Aware Model and It's Application Using Difference of Multiple-Valued Logic Functions

고현정, 정환묵
Hyun-Jung Koh, Hwan-Mook Chung

대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부

요 약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 핵심적인 요소 기술인 상황 인식 시스템을 실현하기 위해 필요한 상황 정보를 수집하는 데 점차 센서의 활용과 응용분야가 확대되고 있다. 상황 인식 서비스는 센서로부터 수집된 상황 정보를 통합하고 해석 및 추론 과정을 거쳐 사용자에게 상황에 따라 적절한 서비스를 제공하는 것으로 매장, 의료, 교육 등의 응용분야에서 많이 연구되고 있다.
본 논문에서는 다치 함수의 차분 및 구조적 성질을 이용하여 주변 상황 등을 인식하는 방법과 그 인식 결과를 해석하여 주변상황의 변화에 따른 적절한 서비스를 제공할 수 있는 모델을 제안하고 적용 예를 통하여 확인한다.

키워드 : 다치함수, 상황 인식

Abstract

The Context-Aware system is the core technology in the Ubiquitous Computing Environment. Recently, the practical use of a sensor is magnified and the application fields of it are gradually extended in order to collect necessary context information. Context-Aware service integrates the context information which is collected by sensors, and then provides, a suitable service to a user through the process of analysis and reasoning. This service is studied in a variety of fields such as marketing, medical treatment, education and so on.
In this paper, we analyze the method of recognizing surrounding context and the result of the awareness by using differential and structural property of multiple valued logic function; propose the model that provides appropriate service depending on the change of surrounding context; confirm the applicability of the Context-aware system by showing the example of application.

Key Words : MVL-function, Context-Aware

1. 서 론

최근 컴퓨터의 소형화와 처리 능력의 향상 및 통신 기술의 획기적인 발전에 의해 미리 기기에 센서와 컴퓨터를 내장시켜 사용자의 작업을 지원하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 연구가 크게 증가하고 있다.

또한 유비쿼터스 환경의 도래에 따른 사용자와의 상호작용 및 환경의 변화를 반영하여 지능적으로 행위를 결정해야 하는 응용 영역이 점차 증가함에 따라 상황 인식에 대한 관심이 집중되고 있다.

인간의 활동상황을 알기위한 기술로서 센서 네트워크에서 센서정보의 수집과 센서 정보에서의 상황 정보 처리 및 상황에 따라 서비스를 제공하는 상황 인식 시스템에 관하여 집중적으로 연구되고 있다.

상황 기반 응용 서비스의 개발을 위해서는 상황정보의 획득과 접근, 상황인식 정보의 저장, 배포 및 실행을 지원하는 기본 기능과 더불어 응용 분야에 적합한 상황 정보의 해석 기술, 또한 상황 정보들을 종합하고, 추론하여 새로운 정보를 만들어 내는 기술을 필요로 한다.

상황은 이동통신기기 및 환경 속에 내재되어 있는 기기와 같이 사용자에게 서비스를 제공할 때 관련된 모든 정보로서 이러한 정보를 자동적으로 시스템이 감지하여 사용자의 현재 상황에 따라 적절한 정보 혹은 서비스를 제공할 수 있는 시스템이 상황 인식 시스템(context-aware system)이라고 할 수 있다.

본 논문에서는 다치 함수의 구조적 성질을 이용하여 유비쿼터스 환경 하의 주변 상황 등을 인식하는 방법과 그 인식 결과를 해석하여 주변 환경 변화에 따른 적절한 서비스를 제공할 수 있는 모델을 제안하였다.

Boole 함수의 미분과 그 개념을 확장한 다치 함수의 차분과 구조적 성질을 상황인식에 적용하여 위치와 환경의 변화에 따라 적절한 서비스를 생성하고 생성된 규칙(서비스)를 자동적으로 제공할 수 있는 모델을 제안하였다. 또한 적용분야에 따라 다양한 상황이 존재하지만 이와 같은 모델을 적용하면 유비쿼터스 환경 하에서 다양한 상황인식을 모델링하고 해석하는 분야에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

따라서 이 모델은 헬스케어 홈서비스, 매장의 상황인식, 모바일 로봇 등 상황 인식 시스템의 설계 및 해석 등을 모델링하는 분야에 광범위하게 활용될 수 있을 것이다.

접수일자 : 2006년 11월 12일
완료일자 : 2006년 11월 30일

2. 관련 연구

2.1 Boole 함수의 기본정의

본 논문에서는 먼저, 법-M(Modulus-M)에 관한 기본 사항을 다음과 같이 정의한다[1].

① $A \oplus B = \overline{A} \oplus \overline{B}$
② $A \ominus B = \overline{A} \oplus (-1)\ \overline{B}$
③ $A + B = \max(A, B)$
④ $A \cdot B = \min(A, B)$
⑤ $A' = P \ominus A (P = M \ominus 1)$
⑥ $\overset{\alpha\beta}{X} = \begin{cases} P & (\alpha \le X \le \beta) \\ 0 & (\alpha > X \text{ or } X > \beta) \end{cases}$

2.2 Boole 함수의 미분의 정의

Boole 함수의 미분은 다음과 같이 정의한다[2].
[정의1]

$$\frac{df(x)}{dx} = f(x) \oplus f(x') \tag{1}$$

이 정의에서 x의 변화는 x에서 x'로 된다. 이것은 $dx = \Delta x = x \oplus x' = 1$을 의미하고
$df(x) = \Delta f(x) = f(x) \oplus f(x')$으로 되며 Boole 대수에서와 같은 불연속 함수에서는 극한 개념은 존재하지 않고 $dx = \Delta x = 1$이다.

[정의2]
$f(x_1, \cdots, x_n)$이 n개의 변수 $x_1, \cdots, x_n$의 Boole 함수일 때 $x_i (1 \le i \le n)$ 에 대한 f의 편미분은 다음과 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial X_i} &= f(x_1, \cdots, x_i, \cdots x_n) \oplus f(x_1, \cdots, x'_i, \cdots x_n) \\ &= f(x_1, \cdots, 1, \cdots x_n) \oplus f(x_1, \cdots, 0, \cdots x_n) \end{aligned} \tag{2}$$

[정의3]
함수 $f(x_1, \cdots, x_n)$의 다중 편미분은 다음과 같이 정의한다.

$$\frac{\partial^m f}{\partial x_1 \partial x_2 \cdots \partial x_m} = \frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\cdots\left(\frac{\partial f}{\partial x_m}\right)\cdots\right)\right) \tag{3}$$

2.3 다치 함수의 미분의 정의

[정의 4]
다치 논리 함수 $f(x)$에 대한 차분을 다음과 같이 정의한다[3].

$$df(x) = \frac{\Delta f(x)}{\Delta x} \cdot \Delta x = f(\tilde{x}) \ominus f(x) \tag{4}$$
$$(\tilde{x} = x \oplus 1)$$

[정의 5]
다치 논리 함수의 한 다치 변수 $x_i (x_i \oplus \alpha) \ominus x_i = \alpha$를 다치 변수 x_i 의 증분이라 한다.

[정의 6]
다치 논리 함수 f의 편차분 $d x_i(\alpha) f$를 다음과 같이 정의한다.

$$d x_i(\alpha) f = f(x_1, \cdots, x_i \oplus \alpha, \cdots, x_n) \ominus f(x_1, \cdots, x_i, \cdots x_n) \tag{5}$$

[정의 7]

$$d x_{i(\alpha,\beta)} f = d x_{i(\beta \ominus \alpha)} f(x) | x_{i=\alpha} \tag{6}$$

[정의 8]

$$d x_{i(\alpha,\beta)} = f(x_1, \cdots, \beta, \cdots x_n) \ominus f(x_1, \cdots, \alpha, \cdots x_n) \tag{7}$$

$$= \begin{bmatrix} \overset{00}{x_i}(\alpha \oplus \beta \ominus \alpha) f(x_1, \cdots, 0, \cdots x_n) \\ \oplus \overset{11}{x_i}(\beta) f(x_1, \cdots\cdots, 1, \cdots\cdots x_n) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \oplus \overset{PP}{x_i}(\beta) f(x_1, \cdots\cdots, P, \cdots\cdots x_n) \end{bmatrix}$$

$$\ominus \begin{bmatrix} \overset{00}{x_i}(\alpha) f(x_1, \cdots, 0, \cdots x_n) \\ \oplus \overset{11}{x_i}(\alpha) f(x_1, \cdots, 1, \cdots x_n) \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \oplus \overset{PP}{x_i}(\alpha) f(x_1, \cdots, P, \cdots x_n) \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= \overset{\beta\beta}{x_i}(\beta) f(x_1, \cdots, \beta, \cdots, \overset{\alpha\alpha}{x_n}) \\ &\quad \ominus x_i(\alpha)\ f(x_1, \cdots, \alpha, \cdots, x_n) \\ &= p \cdot f(x_1, \cdots, \beta, \cdots, x_n) \\ &\quad \ominus p \cdot f(x_1, \cdots, \alpha, \cdots, x_n) \\ &= f(\beta) - f(\alpha) \end{aligned}$$

2.4 다치 논리함수의 변화 및 성질

2.4.1 다치논리대수

다치논리대수의 성질은 다음과 같다[3,5][7].

① $\overset{ab}{X}\overset{aa}{X} = \overset{aa}{X},\ \overset{ab}{X} + \overset{aa}{X} = \overset{ab}{X} (; iff\ \overset{ab}{X} \ge \overset{aa}{X})$
② $\overset{ab}{X} \cdot \overset{ab}{X} = \overset{ab}{X},\ \overset{ab}{X} + \overset{ab}{X} = \overset{ab}{X}$
③ $\overset{ab}{X} \cdot \overset{aa}{X} = \overset{aa}{X} \cdot \overset{ab}{X} = \overset{aa}{X},\ \overset{ab}{X} + \overset{aa}{X} = \overset{aa}{X} + \overset{ab}{X} = \overset{ab}{X}$
④ $\overset{ab}{X} \cdot (\overset{aa}{X} \cdot \overset{ac}{X}) = (\overset{ab}{X} \cdot \overset{aa}{X}) \cdot \overset{ac}{X}$

$\overset{ab}{X} + (\overset{aa}{X} + \overset{ac}{X}) = (\overset{ab}{X} + \overset{aa}{X}) + \overset{ac}{X}$
⑤ $\overset{ab}{X} \cdot (\overset{ab}{X} + \overset{bc}{X}) = \overset{ab}{X},\ \overset{ab}{X} + (\overset{ab}{X} \cdot \overset{bc}{X}) = \overset{ab}{X}$
⑥ De Morgan의 정리

$$\left(\overset{ab}{X} + \overset{bc}{X}\right)' = \left(\overset{ab}{X}\right)' \cdot \left(\overset{bc}{X}\right)'$$

$$\left(\overset{ab}{X} \cdot \overset{bc}{X}\right)' = \left(\overset{ab}{X}\right)' + \left(\overset{bc}{X}\right)' \quad (I = \{a, b, c, d\}\text{인 경우})$$

⑦ $\overset{ab}{X} \cdot \left(\overset{ab}{X}\right)' = \{\ \} = \phi$

$\overset{ab}{X} + \left(\overset{ab}{X}\right)' = I$

2.4.2 다치 논리 함수의 변화에 따른 성질의 해석

다치 논리 함수 $f(x_1, \cdots, x_i, \cdots x_n)$에서 다치 변수 x_i의 값을 a에서 b로 변화시켰을 때 함수 f의 값의 변화를 다치 논리 함수의 변화라 하고, $f'x_i(a,b)$ 또는 $f'x_i(b)|_{X_i=a}$ 로 표시한다[3].

$$\begin{aligned} f'x_i(a,b) &= f(x_i(a)) \oplus f(x_i(b)) \\ &= f(x_1, \cdots, a, \cdots x_n) \oplus f(x_1, \cdots, b, \cdots x_n) \end{aligned} \quad (8)$$

예를 들어 다음 진리표를 만족하는 다치 논리 함수의 식을 나타내고, 다치 변수 x_1이 a에서 c로 변화했을 때 $(x_1(a,c))$ 그 결과가 의미하는 것을 보면 다음과 같다[3].

표 1. 진리표
table 1. truth table

x_2 \ x_1	a	b	c
a	c	c	b
b	a	c	a
c	a	c	c

표 1을 논리식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} f = a(\overset{aa\ bc}{x_1 x_2} + \overset{\overline{bb}\ bb}{x_1 x_2}) + b(\overset{cc}{x_1} \cdot \overset{aa}{x_2}) \\ + c(\overset{aa\ aa}{x_1 x_2} + \overset{bb}{x_1} + \overset{bc\ cc}{x_1 x_2}) \end{aligned} \quad (9)$$

다치 함수의 차분을 이용한 함수의 변화는 식 (10)와 같다.

$$f'x_1(a,c) = \{a(\overset{bc}{x_2}) + c(\overset{aa}{x_2})\} \oplus \{\overset{bb}{a}x_2 + \overset{aa}{b}x_2 + \overset{cc}{c}x_2\} \quad (10)$$

다치 함수의 차분을 이용한 결과식를 해석하면 다음과 같다.

$x_2 = a$ (고정) 일 때 x_1의 값을 a에서 c로 변화시키면 ; $f'x_1(a,c) = c \oplus b$

즉, c와 b의 배타적인 상태간의 변화로 c 에서 b로의 변화를 나타내고 있다.

$x_2 = b$ (고정) 일 때 x_1의 값을 a에서 c로 변화시키면 ; $f'x_1(a,c) = a \oplus a$

즉, f는 a에서 a로의 변화를 나타내고 있다.

$x_2 = c$ (고정) 일 때 x_1의 값을 a에서 c로 변화시키면 ; $f'x_1(a,c) = a \oplus c$

즉, a에서 c상태로의 변화를 나타내고 있다.

3. 다치 함수의 구조적 성질을 이용한 상황인식

상황 정보 모델을 다음과 같이 정의한다.

$$F_i = \alpha_{ij} \sum \overset{k_i k_j}{X_i}\ \overset{k_i k_j}{X_j} \quad (11)$$

단, $i,j \in 1,2,\cdots,n$

여기서 x_1(위치정보)과 x_2(환경정보)는 $a,b,\cdots\cdots,n$의 값을 가지며 α_{ij}는 상황인식에 따른 서비스이다.

X2(환경정보) \ X1(위치정보)	a	b	c
a	α_{11}	α_{12}	α_{13}
b	α_{21}	α_{22}	α_{23}
c	α_{31}	α_{32}	α_{33}

주어진 공간 내에서 각 위치마다 센서의 위치를 $x_1, x_2, \cdots\cdots, x_n$이라 하면 임의 지점의 센서 입력의 변화 x_i는 다음 식으로 주어진다[4].

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial x_i} &= f(x_1, \cdots x_i \cdots x_n) \ominus f(x_1 \cdots x'_i \cdots x_n) \\ &= x_i \oplus x'_i \end{aligned}$$

3.1 장소 이동에 따른 위치의 클러스터화

주어진 공간 내의 모든 센서를 무한 다치 함수의 각 치에 대응시키고 그림 1과 같이 장소 이동에 따른 각 위치를 클러스터화시키면 표 2와 같이 나타낼 수 있다.

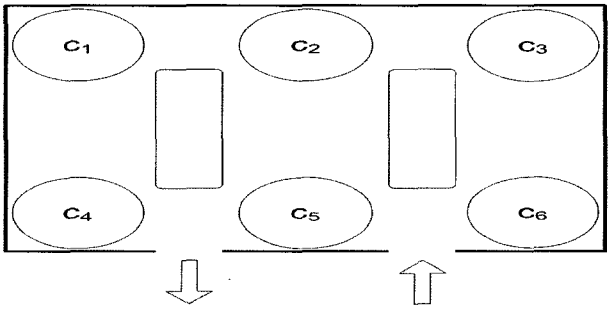

그림 1. 공간상에서 장소 이동에 따른 위치 클러스터화
fig 1. position clustering according to shifting position.

이것을 표로 표시하면 표 2과 같은 형태가 된다.

표 2. 장소이동에 따른 클러스터화
table 2. clustering according to shifting position

	x_1	x_2	...	x_n	f
$(P+1)^n$ 개	0	0	...	0	c_1
	0	0	...	1	c_2
	0	0	...	2	c_3
			⋮		
			⋮		
	P	P	...	P	$c_{(p+1)^n}$

즉, $(Z_m)^n$에서 n변수 m치에 사상된 각 위치센서 변화된 값이 Z_m의 c_a값에 사상되었다고 할 때 위치에 대한 클러스터 f_{c_a}는 다음 식으로 표현된다.

$$f_{c_a} = c_a(X_1^{a_1a_1} \cdot X_2^{a_2a_2} \cdots X_n^{a_na_n}) = c_a \cdot \prod_{i=1}^{n} X_i^{a_ia_i} \tag{12}$$

단, $1 \le c_a \le P$로 표현할 수 있다.

$$f : Z_m^n \to Z_m \quad (x_1, \cdots\cdots, x_n) \mapsto f(c_1, \cdots\cdots, c_n) \tag{13}$$

장소 이동에 따라 각 센서에서 입력된 데이터는 서버에 종합되어 서버에 입력된다.

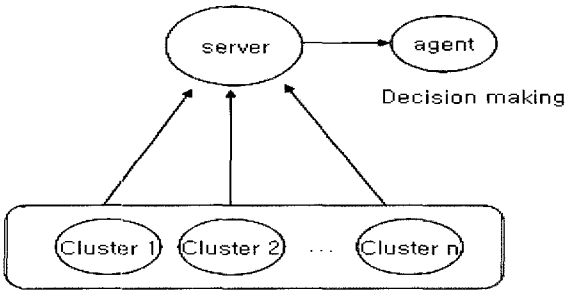

그림 2. 상황 인식 서비스 구조
fig 2. structure of context-aware service

4. 상황 인식의 적용 예

4.1 문제 설정

자동차의 위치와 환경(속도)에 따른 상황을 인식하고 처리하는 방법을 예로써 설명한다.

차간 거리와 속도에 따른 적절한 서비스를 제공하기 위하여 Fuzzy 규칙 선택함으로서 서비스를 실현하기 위하여 다음과 같은 Fuzzy 규칙을 가정한다. 언어 진리치 "가깝다", "멀다", "느리다" 등은 위치 정보로서 Fuzzy 집합으로 표현한다. 환경에 따른 변화로는 "느리다", "보통이다", "빠르다" 등의 속도에 관한 정보로서 속도 조정에 관한 서비스로는 "속도를 유지하라", "감속하라", "가속하라" 등을 사용한다.

예를 들면, 차의 속도만을 고려하며 이 차가 고속도로를 주행할 경우 60km/h에서는 "느리다"로 볼 수 있지만 일반 도로인 경우는 "보통이다"로 분류할 수 있다[5].

여기서
x_1 : 차간 거리(Distance between cars)
x_2 : 차의 속도(Speed)
y : 속도 조정 서비스(Operation)
α : "감속하라(Reduction)"
β : "유지하라(Maintenance)"
γ : "가속하라(Acceleration)"의 속도 조정 규칙이다.

4.2 규칙 테이블

차간 거리와 속도 및 조정 명령을 표 3과 같은 규칙 테이블로 가정한다.

표 3. 결정(서비스) 테이블
table 3. decision table

서비스 규칙	자동차간 거리(x_1)	속도 (x_2)	속도조정명령 (y)
R1	Near	Slow	Maintenance
R2	Near	Medium	Reduction
R3	Near	Fast	Reduction
R4	Normal	Slow	Acceleration
R5	Normal	Medium	Maintenance
R6	Normal	Fast	Reduction
R7	Far	Slow	Acceleration
R8	Far	Medium	Acceleration
R9	Far	Fast	Maintenance

4.3 논리식의 생성, 변화 및 결과

표 3의 규칙을 이용하여 각 객체 사이의 관계는 표 4와 같은 진리표로 나타낼 수 있다.

표 4. 차의 속도와 거리에 대한 의사결정
table 4. decision making by speed and distance between cars

속도 \ 거리	Near	Normal	Far
Slow	Rule=R_1	Rule=R_4	Rule=R_7
Medium	Rule=R_2	Rule=R_5	Rule=R_8
Fast	Rule=R_3	Rule=R_6	Rule=R_9

다음은 표 3에서 표 5를 이용하여 차간거리와 차의 속도의 상황변화에 따른 속도 조정 명령에 대한 실험결과를 나타낸다. 실험에서 초기의 상황정보는 차간거리가 Near이고 차의 속도가 Slow라고 가정한다. 또한 모의실험에서는 차간거리와 차의 속도의 상황변화에 대한 연속적인 상황을 나타내

기 위해 각 상황이 변화되었을 때 결과를 나타내었다. 단, 본 논문에서는 퍼지규칙을 사용하지 않고 구간대표치로 모의실험을 하였다.

표 5. 모의실험을 위한 문제 설정
table 5. context establishment for simulation

상황 변화	모의실험을 위한 문제 설정
1	초기상황정보에서 차간 거리만 Normal로 변경된 경우
2	상황 1에서 차의 속도만 Slow에서 Medium으로 변경된 경우
3	상황 2에서 차간거리와 차의 속도가 각각 Near와 Fast로 변경된 경우
4	상황 3에서 차간거리만 Near에서 Far로 변경된 경우

· 입력 1 : 차간거리(x_1)의 구간 대표치를 다음과 같이 정하였다.

표 6. 차간거리의 구간 대표치
table 6. interval value of distance between cars

차간 거리의 구간 대표치	
Near	60 - 80
Normal	80 - 100
Far	100 - 120

· 입력 2 : 차의 속도(x_2)의 구간 대표치를 다음과 같이 정하였다.

표 7. 차의 속도의 구간 대표치
table 7. interval value of speed of car

차의 속도의 구간 대표치	
Slow	60 - 80
Medium	80 - 100
Fast	100 - 120

· 출력 : 속도 조정 명령(y)은 다음과 같이 정하였다.

표 8. 속도 조정 명령
table 8. speed control command

속도 조정 명령	
α	감속하라(Reduction)
β	유지하라(Maintenance)
γ	가속하라(Acceleration)

다음은 표 5의 문제 설정에 대해서 4가지 상황이 각각 변화되었을 때 결과를 나타낸다.

그림 3는 초기 상황에서 차간 거리의 상황정보만 Near에서 Normal로 변화된 경우의 출력결과를 나타낸다.

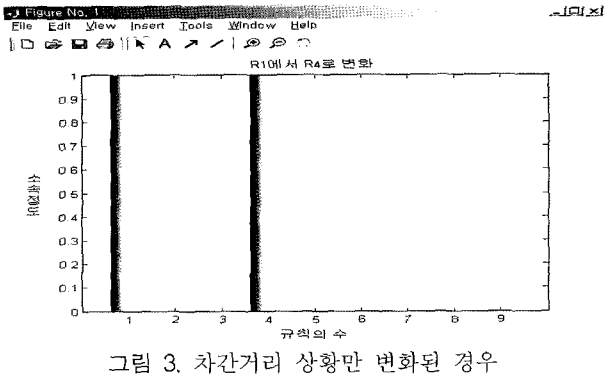

그림 3. 차간거리 상황만 변화된 경우
fig 3. change in distance between cars

그림에서 알 수 있듯이 초기 상황에서 차간거리만 Normal로 변화된 경우 변화가 발생한다는 것을 볼 수 있다.

그림 4은 상황 1에서 차의 속도만 Slow에서 Medium으로 변화된 경우의 출력결과를 나타낸다.

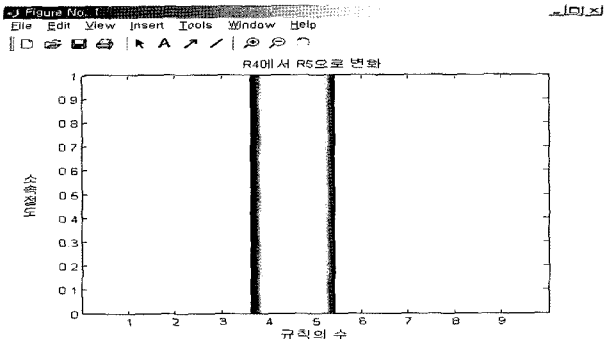

그림 4. 차의 속도만 변화된 경우
fig 4. change in the speed of car

그림 5는 차간 거리와 차의 속도가 각각 Near과 Fast로 변경된 경우의 출력결과를 나타낸다.

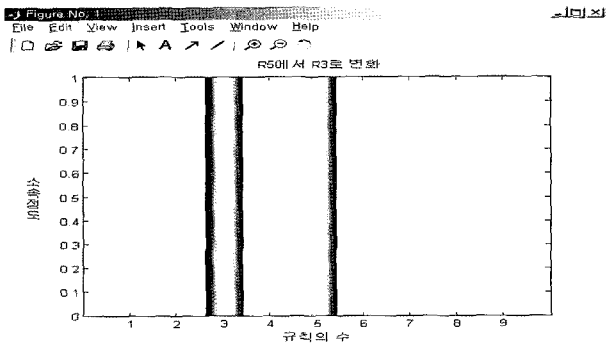

그림 5. 차간 거리와 차의 속도가 모두 변한 경우
fig 5. change in car's distance and the speed

그림 6는 상황 3에서 차간거리만 Near에서 Far로 변화된 경우의 출력결과를 나타낸다.

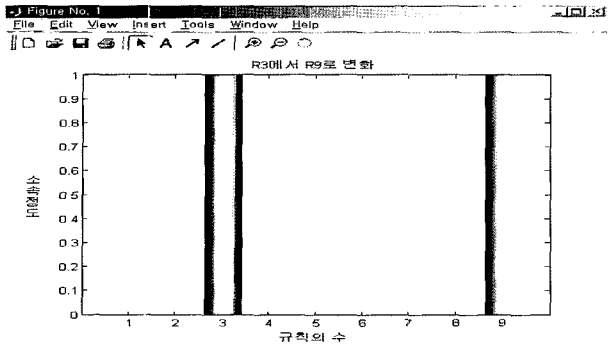

그림 6. 차간거리만 변한 경우
fig 6. change in distance between cars

그림 3에서 그림 6까지의 출력결과를 보았을 때 변화가 발생한 부분에 대해서만 출력 결과가 발생됨을 알 수 있다. 즉 다치 함수의 차분의 성질에 의해서 특정 상황정보가 변화되었을 때 변화된 결과만을 출력으로 나타냄을 의미한다.

그림 7은 그림 3에서 그림 6까지의 연속적인 변화결과를 모두 나타낸 것을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 다치 함수의 차분의 성질에 따라 네 번의 상황이 변화되었을 때 변화가 발생한 부분에 대해서만 결과가 생성됨을 볼 수 있다.

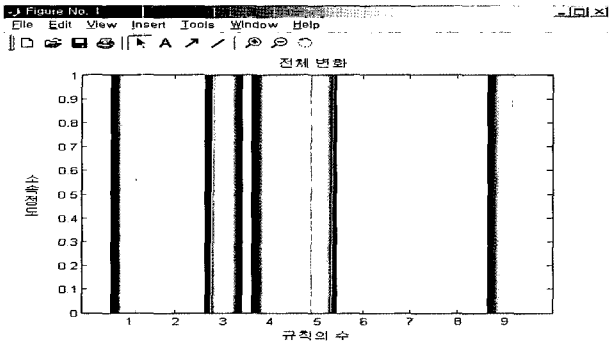

그림 7. 그림 3에서 그림 6까지의 변화결과
fig 7. the result of change from fig 3. to fig 6.

5. 결 론

본 논문에서는 다치 함수의 차분 및 구조적 성질을 이용하여 유비쿼터스 환경 하에서 주변 상황 등을 인식하는 방법과 그 인식결과를 해석하여 주변 환경 변화에 따른 적절한 서비스를 제공할 수 있는 모델을 제안하였다. 이러한 성질을 이용하여 위치와 환경의 상태 변화에 따라 적절한 서비스를 생성하고 생성된 규칙(서비스)을 자동적으로 제공할 수 있다. 여기서 제안된 모델을 이용하면 유비쿼터스 환경 하에서 다양한 상황인식을 모델링하는 분야에 폭넓게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

향후 과제로서 유비쿼터스 환경 하에서 발생되는 애매한 데이터를 처리할 수 있는 방법과 방대한 센서 정보를 필터링하여 보다 적은 정보로써 가공·축적할 수 있는 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

[1] S.C. Lee, Modern Switching Theory and Digital Design, Prentice-Hall, 1978

[2] A. Thayse and M. Davio, "Boolean Differential Calculus and Its Application to Switching Theory", IEEE Trans. Computers, Vol. C-22, No. 4, pp. 409 ~ 419, 1973

[3] 정환묵, "다치 논리 함수의 구조 해석과 전개", 한국정보과학회지, Vol. 13, No. 3, pp. 155-166, 1986

[4] M. Davio, "Taylor Expansions of Symmetric Boolean Functions", Philips Res. Repts., Vol. 28, pp. 466~474, 1973

[5] 정환묵, "Fuzzy 논리함수의 구조적 성질을 이용한 자동 규칙 생성", 한국 퍼지 및 지능 시스템학회, Vol. 2, No. 4, pp. 10-16, 1992

[6] Franceso Romani, "Cellular Automata Synchronization", Information Sciences Vol. 10, pp. 299-318, 1976

[7] S.Y.H. Su and A.A. Sarris, "The Relationship Between Multi-valued Switching Algebra and Boolean Algebra under Different Definitions of Complements", IEEE Trans. Computers, Vol. C-21, No. 5, pp. 479~485, 1972

[8] H.M.Chung, S.Y.Pi, S.Rey, "The Maclaurin's and Taylor's Series Expansions of the Symbolic Multiple Valued Logic Functions", IEEE Proceedings, Computer Society, The twenty-eighth international symposium on multiple-valued logic, pp. 65-70, 1998

저 자 소 개

고현정(Hyun Jung Koh)
1995년 : 신라대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
1997년~2001년 : 대구가톨릭대학교 대학원 졸업(석사)
2003년~현재 : 대구가톨릭대학교 대학원 컴퓨터정보통신공학부 박사 수료

관심분야 : 다치함수,상황인식,지능정보시스템
Phone : +82-53-850-2741
Fax : +82-53-850-2740
E-mail : khj7232@chol.com

정환묵(Hwan-Mook Chung)
10권 4호 참조

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