

유비쿼터스 기법을 이용한 교통 사고 자동감지 및 SIMULATION

상지대학교

홍 유식 교수

1. Ubiquitous Computing의 의미

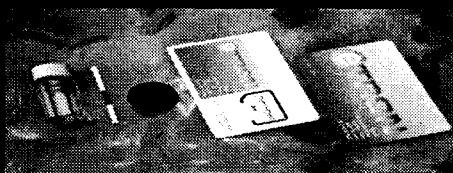
넓은 의미

"Ubiquitous" (존재 : 어디에나 있다)

- ▶ "Ubiquitous Computing"
- ▶ "(신은) 어디에나 널리 존재한다" 라는 의미의 라틴어에서 유래한 영어
- ▶ 인간이 언제든 어디에서든 컴퓨터를 사용하여 네트워크에 접근할 수 있는 환경

좁은 의미

인간이 언제든 어디서든 컴퓨터를 사용하여 네트워크에 접근할 수 있는 환경



Ubiquitous Computing and Networking

유비쿼터스 IT 패러다임

- ❖ 언제 어디서나 네트워크를 통해 상호 연결된 보이지 않는 수 많은 컴퓨터가 편재되어 사용자가 원하는 서비스를 컴퓨터 스스로 알아서 제공하는 스마트 환경의 형성.
- ❖ 기계 및 사물의 지능화에 의한 사람 대 사람(P to P)의 통신」에서 「사람과 기계(P to M) 혹은 기계 대 기계(M to M), 사물과 사물(T to T) 통신으로의 패러다임 전환.
- ❖ 물리공간(Atom)과 전자공간(Bit)의 융합.

상황인식(Context Awareness),
위치인식(Location Awareness)
실시간의 실제공간(Real Time & Augmented Reality)
컨버전스(Computing+Communications+Contents)

유비쿼터스 칩 기술 현황

❖ 유비쿼터스 칩이란 상황 및 환경을 인식 및 감지하고 무선을 통해 네트워크에 연결하는 무선인식(RFID) 및 무선센서(Wireless Sensor)로 구성된 전자태그에 내장되는 핵심칩을 말한다.

❖ 소형화, 저가격화 기술은 유비쿼터스 칩의 주요 기술적 도전과제이다.

예를 들어 UC 버클리대학의 '스마트더스트'는 센서, 통신 장치, 컴퓨터 능력 등을 포토리소그래픽 기법의 MEMS 나노기술을 사용하여 5×5mm²로 구현. 또 피츠버그 대학의 연구팀은 antenna on a chip 기술을 개발, 'PENI Tag'라고 불리는 2×2mm² 크기의 초소형 RFID 태그를 구현.



예를 들어 MIT AutoID 센터는 5센트(바코드 가격이 1센트임을 감안) RFID 태그를 목표로 활발한 연구를 추진 중.

참고: 전체 태그의 가격 중 전자칩이 차지하는 비중은 60-80%이다. 이러한 초저가의 태그를 구현하려면 시스템 레벨의 기술혁신을 필요로 한다.

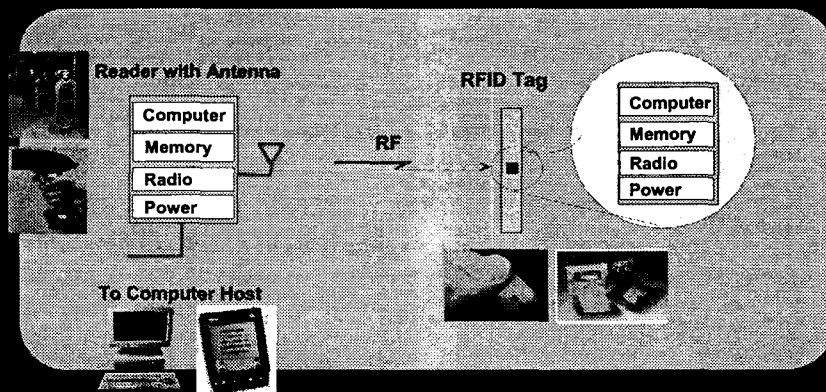
2. RFID 주파수

- * RFID 주파수는 대역에 따라 적용분야가 다양하며 국제 표준화 제정의 핵심임
- * 125KHz 저주파 대역에서부터 1GHz대 고주파 대역과 마이크로파, 텔레메트릭스 대역까지 다양한 대역 활용이 가능

저주파수 대역

RFID 주파수 구분	성 격	적용 분야
125KHz & 134KHz (ISO 18000-2) 국내외 사용 중	- 짧은 인식거리(1m 이하) 저가형 느린 인식속도	- Access Control 동물관리
13.56MHz (ISO 18000-3) 국내외 사용 중	송전가형 상호유도방식 적용 IC Card, Smart Card, 사원증 등 ISO 규격 Card 사용 대역 비금속 장애물의 투과성 우수	- Access Control Smart Card (교통카드) 도서관리 물류창고 관리

RFID는 RF 신호를 이용하여 통신하는 tag(transponder), antenna, reader, computer로 구성된다.



RFID tag는 기본적으로 Read/Write 기능에 의해 분류되고 tag 자체에 전원 배터리를 가지고 있는지 가지고 있지 않는지에 따라 분류됨

RFID tag 구분		주요특징 및 적용 분야
R/W 유무에 따른 분류	Read Only	제조 시 제조사에서 프로그래밍 된 tag 정보내용은 변경불가 가격이 저렴하고 write 과정이 필요 없는 공정에 활용
	OTP (One-Time-Programming)	WORM(Write Only Read Many) 사용자가 데이터를 1회 Write 가능
	Read/Write	End-user 누구나 write 기능을 이용할 수 있음 가장 다양한 응용분야에서 적용이 가능한 tag
전원 공급에 따른 분류	Passive	배터리가 없으며, 보통 수 Cm ~ 수m 인식범위 내 사용 가격이 저렴하고 반영구적 수명 (약 10년 이상) 물류관리, 교통, 보안, 전자상거래 등에 적용가능
	Active	tag에 배터리가 부착되어 수십m 인식범위 내 사용 고가이며 배터리 수명제한(1~3년) 환경감시, 군수, 의료, 과학 등에 적용가능

3. 지능형 도로 Smart Way

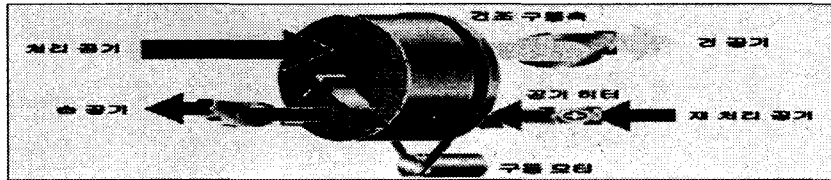
- 아스팔트 조각에 불과하던 포장도로가 유비쿼터스 기술을 구현하는 첨단매체로 변신
- 도로결빙방지시스템
 - 강원도 진부령 터널, 대관령 2,3터널 구간 설치
 - 도로표면에 센서(온도, 습도, 결빙감지) 장착 → 결빙 감지 → 액상염화칼슘 분사
 - 10배의 제빙 효과
- 도로기상정보시스템(RWIS: Road Weather Information System)
 - 서울 북악스카이웨이, 남부순환도로, 한라산 횡단도로 등 11개 구간 시험운영, 2005년에는 올림픽대로 41.8km 구간에 설치
 - 도로기상관측장비. 도로표면에 박힌 습도, 온도 센서 → 1~2시간 전에 운전자에게 통보
 - 일반 기상예보에 비해 기상예측 정확도가 높음
- 지능형교통정보시스템(ITS)
 - 운전자와 도로가 서로 대화

3-1 정전기를 이용한 지능형 안개 제거

러시아 중앙 기상청에서 안개를 분산시킬 수 있는 정전기 여과기를 개발했다. 전문가들은 이 여과기가 영하에서의 안개 분산에는 효과적이거나 영상온도에서는 안정된 열역학의 구성과 불가피한 에너지의 분산 때문에 과정이 좀 더 복잡하다고 한다. 안개 침전에 정전기를 이용한 원리는 이렇다.

두 개 전극이 있는 전기장에서 이온이 발생하면서 안개방울은 전하를 얻게 되어 전기장을 향하게 된다 이 때 이들은 접지된 침전 전극을 향해 움직이기 시작 하다가 그곳에 달라붙으면서 방전된다.

전문가들은 따뜻한 날, 흐린 날, 쌀쌀한 저녁 그리고 안개가 낀 날을 조작할 수 있는 데다가 맑은 날까지 만들어낼 수 있는 연구결과를 얻게 됨으로써 인간이 자연에 맞설 수 있는 힘의 한계는 무한대라는 것을 보여주었다.



야간운전 Night Vision



3-2 스마트 타이어

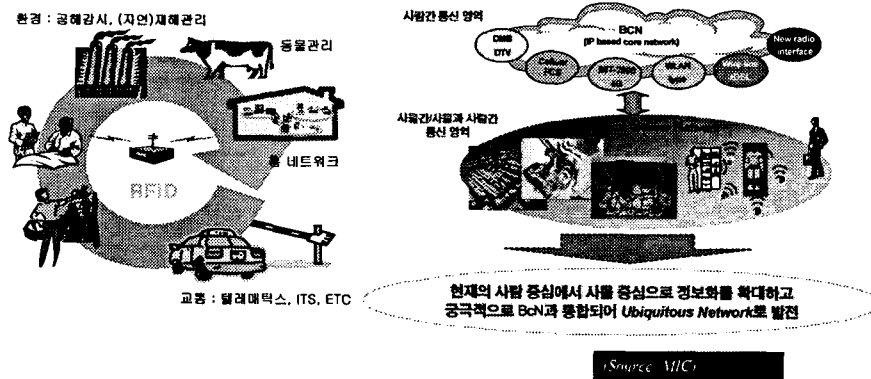
- 고무 타이어에 각종 안전센서를 장착해 운전자에게 위험상황을 경고하는 기능까지 수행하는 미래형 타이어
- 타이어 압력 모니터링 시스템(TPMS:Tire Pressure Monitoring System)
 - 4개의 타이어 내부 링에 장착된 무선 송신기, 압력·온도센서모듈, 운전석에 설치된 전용수신기로 구성
 - BMW, 벤츠, 인피니티 등에서 채택
 - 금호타이어가 국산화
 - TPMS 개발 컨소시엄 시도
 - 현대모비스와 현대오트브, 전자부품연구원, 자동차부품연구원 등 자동차 관련 업계와 연구소 포함
- 미래의 스마트 타이어
 - 타이어에 내장된 전자센서가 현재 주행중인 노면이 젖었음을 확인하면 잠시 뒤 타이어 표면이 수면주행에 적합한 트레드(물길무늬, V자 무늬 등)로 바뀌고 차량용 네트워크는 타이어의 충고대로 브레이크 압력과 엔진회전수를 안전모드로 설정

RFID를 이용해서 교통상황을 예측하고
고속도로에서 교통사고 발생시
운전자가 중상이상이면 병원 후송

경상이면 ---- 비행기표 예약 DELAY
09시 비행기 취소
15시 비행기표 자동 예약

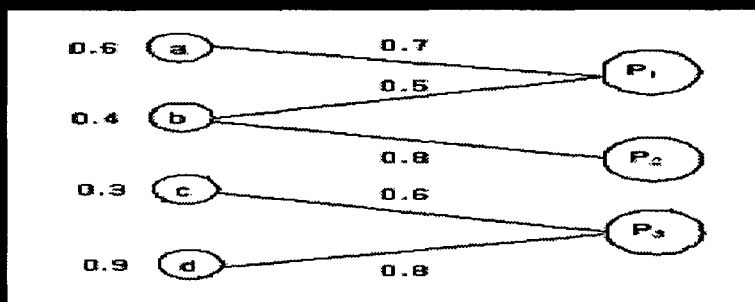
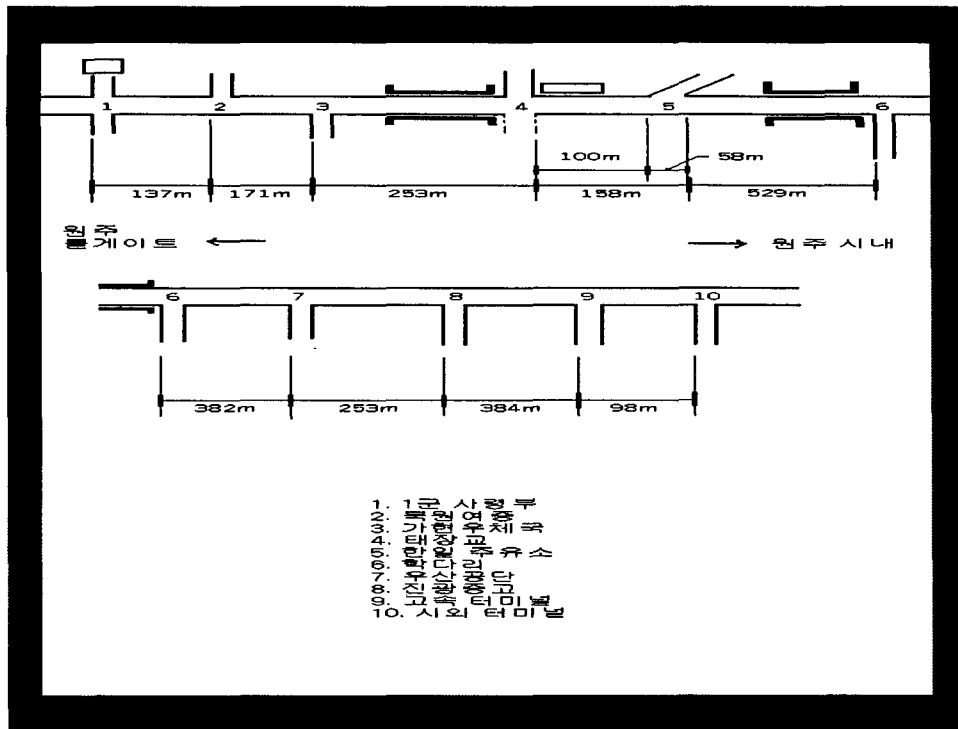
운전자 정보 파악 및
RFID TAG 정보추출로
여행정보 변경

- ▶ 모든 사물에 전자 태그 부착
- ▶ 사물 정보 및 환경정보까지 감지
- ▶ 네트워크에 연결하여 실시간 관리



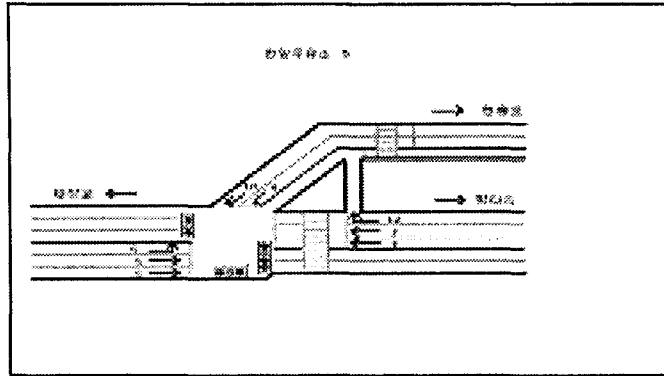
3-4 왜 퍼지 규칙이 필요한가 ?

1. 교차로 길이가 같지않다.
2. 교차로 차선수가 같지않다.
3. 회전 전용차선이 없다.
4. 유턴 차량을 예측할 수 없다.
5. 직진 및 회전차선이 분리 되지 않은 경우



let's assume that high saturation degree of upper traffic intersection conditions of a, b, c, d are 0.6, 0.4, 0.3, 0.9.

Low saturation degree of lower traffic intersection conditions are P₁, P₂, P₃.

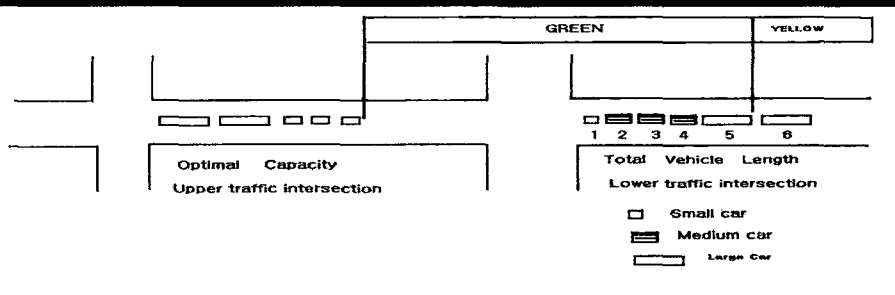


$$g_B = \frac{L_B(g_A - L) - h(\mu_m - \mu_c)}{\dots} + L_b$$

여기서

- gA : 교차로 A로 접근 할 때 필요한 교차도로 녹색시간
- L: 손실시간 매 녹색현시 (각 노드에서 일정하다고 가정)
- Lb: 교차로로 접근하는 대향가로의 차선 수
- μ: 매 주기당 간선으로 진입하는 평균 회전 차량대수
- μm: 매 주기당 교차도로에서 간선으로 진입하는 평균회전 차량 대수

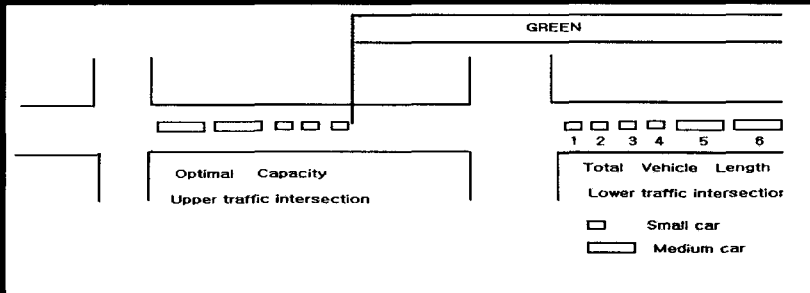
Problem using conventional Traffic light



1 (small)	4 meter	1.3
2 (med)	6.5 meter	1.5
3 (med)	6 meter	1.5
4 (med)	7 meter	1.6
5 (Large)	12 meter	1.7
6 (Large)	13 meter	1.8

Optimal Capacity Upcap - Occv

$$(12+13+4+6.5+6+7) = 48.5 \text{ meter} > 30 \text{ METER}$$



passing cars	length	Passenger Car Unit
1 (small)	4 meter	1.3
2 (small)	4 meter	1.3
3 (small)	4 meter	1.3
4 (small)	3.5 meter	1.2
5 (med)	6 meter	1.5
6 (med)	7 meter	1.6

Total waiting vehicles length
 $wq(i) : (4+4+4+3.5+6+7)=28.5$ meter
 $(4+4+4+3.5+6+7)=28.5$ METER < 30 METER

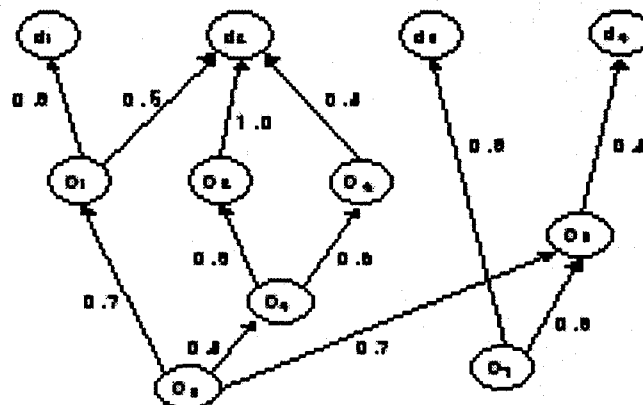
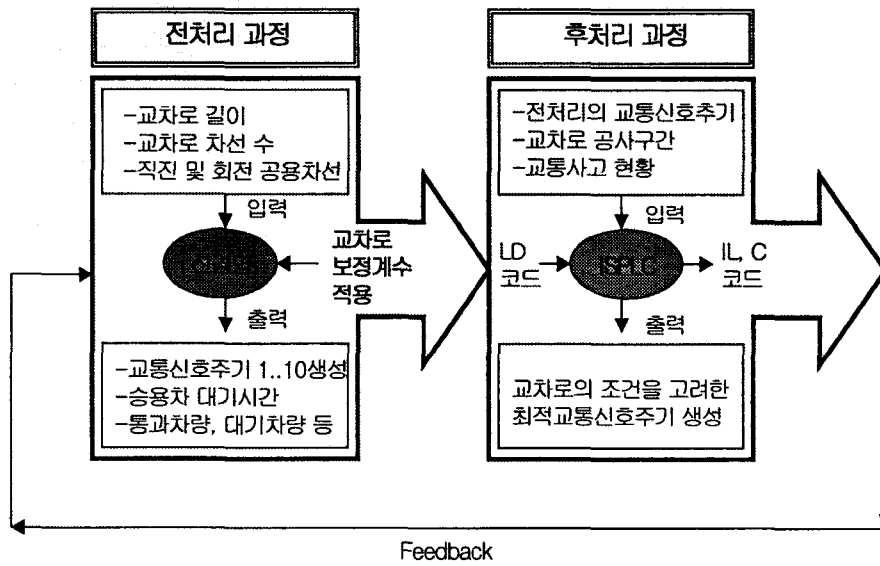
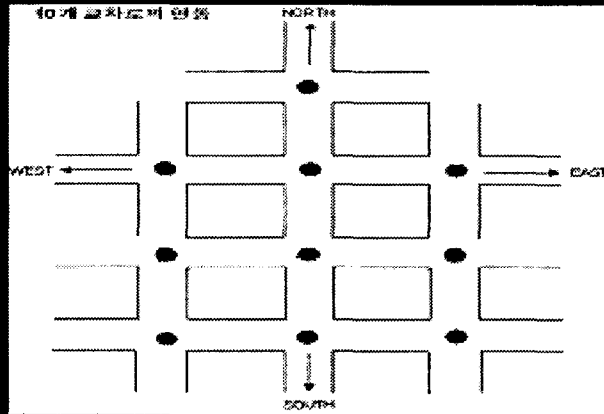
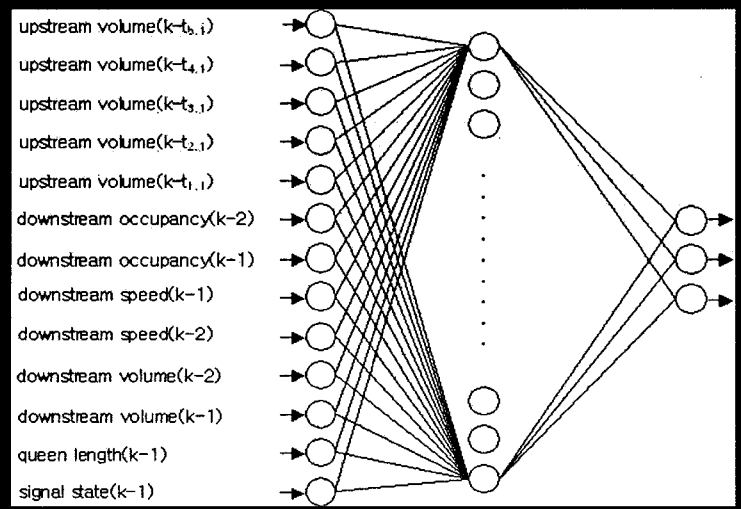
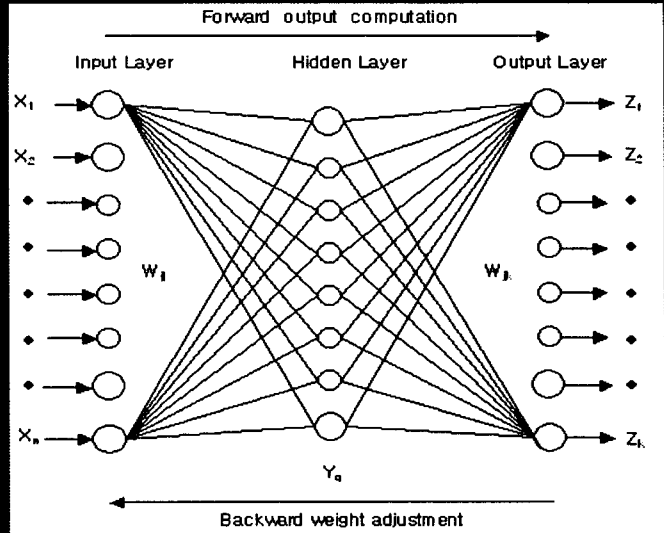


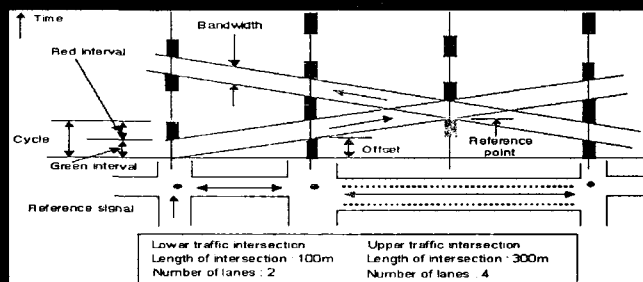
그림 . 교차로 형태 및 차선 수를 고려한 퍼지 보정계수

만약, 교차로 길이 및 차선 수가 같으면
 퍼지규칙 필요 없음





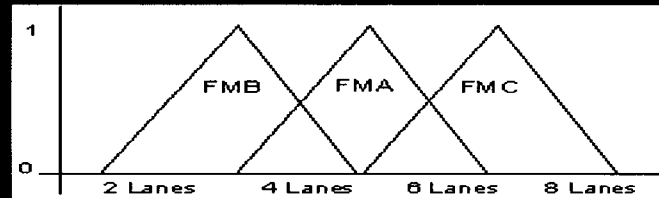
- ※ $GT1 = NVEH \times 3 + CF_{Lane} + \text{Starting Delay Time} + \text{End lagtime}$
- ※ $\text{LostTimeG1} = \text{Green} - 1(1/3 Pg) - \text{Yellowtime}(Pg + 1/2 Py) + \text{Redtime}(Pg + Py + 1.3 Pr)$
- ※
- ※ $GT2 = NVEH \times 3 + \text{Starting Delay Time}$
- ※ $\text{LostTimeG2} = \text{Green} - 1(1.21Pg) + \text{Yellowtime}(Pg + 1/2Py) + \text{Redtime}(Pg + Py + 1/2Pr)$
- ※
- ※ $GT3 = NVEH \times 3 + CF_{Lane} + \text{Starting Delay Time} + \text{Road conversion Time}$
- ※ $\text{LostTimeG3} = \text{Green} - 1(Pg) - \text{Yellowtime}(Pg + 1/2Py) + \text{Redtime}(Pg + Py + 1.2Pr)$
- ※
- ※ $GT4 = NVEH \times 3 + \text{Delay Time}$
- ※ $\text{LostTimeG4} = \text{Green} - 1(1.4 Pg) + \text{Yellowtime}(Pg + 1/4 Py) + \text{Redtime}(Pg + Py + 1.4 Pr)$
- ※
- ※ $GT5 = NVEH \times 3 + CF_{Lane} + \text{Starting Delay Time} + \text{Road conversion Time}$
- ※ $\text{LostTimeG5} = \text{Green} - 1(1.4 Pg) + \text{Yellowtime}(1/3 Pg + 1/4 Py) + \text{Redtime}(1/3 Pg + Py + 1.4 Pr)$
- ※



Copyright (c) by H. Ishikawa / ARK TECHNO-RESEARCH Inc. 1992-ver1.2
 NH NH NO ZR PS PM PD
 SCREEN No. 1
 SelectMENU ExecuteMENU ToggleSCREEN

- Optimal traffic cycle= Expecting car speed(OS) * Number of cars * Expecting passenger car unit (op)

ADAPTIVE FUZZY



■ Fig 6. Adaptive fuzzy control depending on number of lane

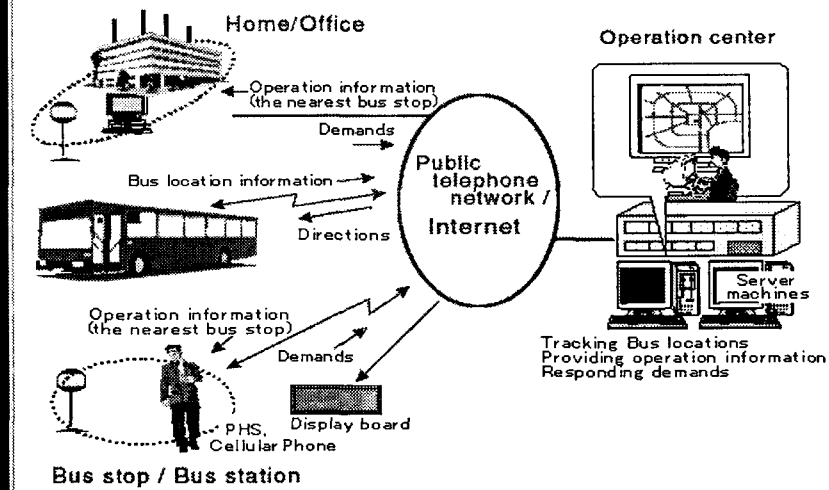
■ According to the simulation, over 25 to 38% of traffic waiting time is reduced as shown in figure 7. Figure 8 shows that vehicle waiting time and average vehicle speed gets improved 20 ~ 30%.

```

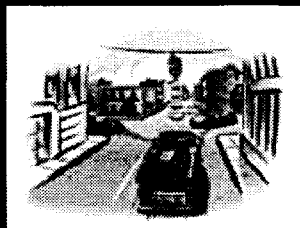
*****
* 2000 a.i. TRAFFIC LIGHT USING FUZZY NEURAL NETWORK
*****
SAT.H 11. PS.GREEN : 0.9
PCU 12. LANE< LANE :
HIGH 13. LANE< LANE : total error: 199-21.0897310
PS.H 14. SIZE> SIZE : 0.7 output pattern: 00
---- 15. PS.TURN : EXT.YELLOW: 0.00
SAT.H16. PS.GREEN : 0.9 EXT.TURN : 0.00
PCU 17. LANE< LANE : EXT.SMALL : 0.57
SMALL18. LANE< LANE : EXT.MED : 0.77
PS.L 19. SIZE> SIZE : 0.3 EXT.BIG : 0.00
---- 110. PS.TURN : RED.YELLOW: 0.00
SAT.L111. PS.GREEN : RED.TURN : 0.00
PCU 112. LANE< LANE : 0.9 RED.SMALL : 0.00
HIGH 113. LANE< LANE: RED.MED : 0.57
PS.H 114. SIZE> SIZE: RED.BIG : 0.01
---- 115. PS.TURN : 0.7
SAT.L116. PS.GREEN :
PCU 117. LANE< LANE:
SMALL118. LANE< LANE: 0.3
PS.L 119. SIZE> SIZE:
---- 120. PS.TURN : 0.9
[1]-ipth [1]-tpta [C]-CONST [1]-INIT [L]-LEARN [R]-RECALL [q]-quit
[q]-start edit [e]-end edit [d]-destruct connection

```

Overview of bus Information system



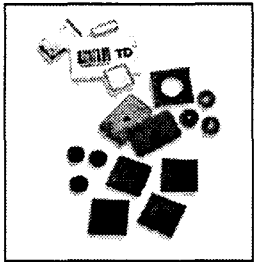
Imminent Crash Situations



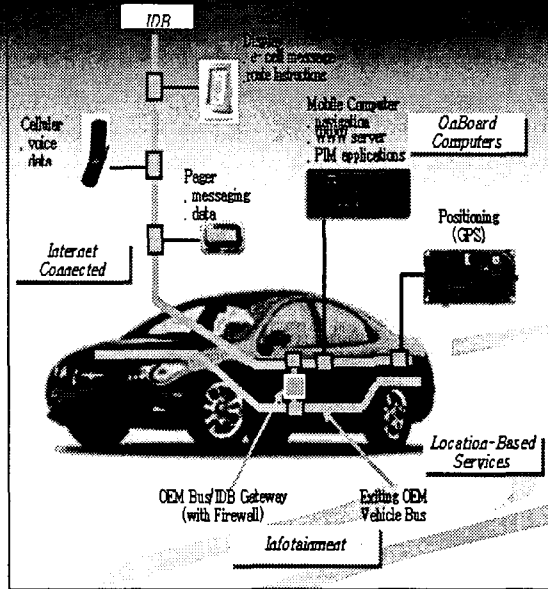
Highway crashes:

- Intersection collisions
- Road departure collisions
- Lane change and merge collisions.

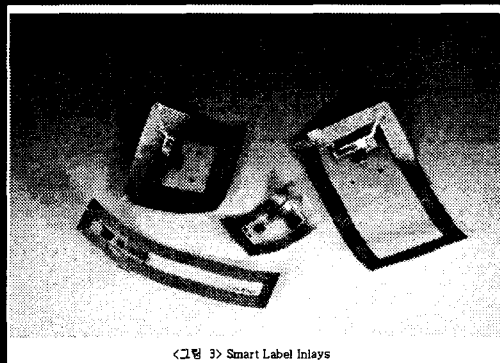
(1) Driver warning systems to vehicle control devices.



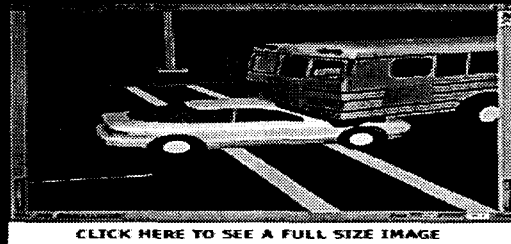
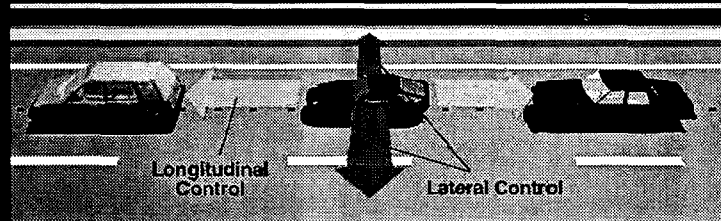
<그림 2> RFID Tag



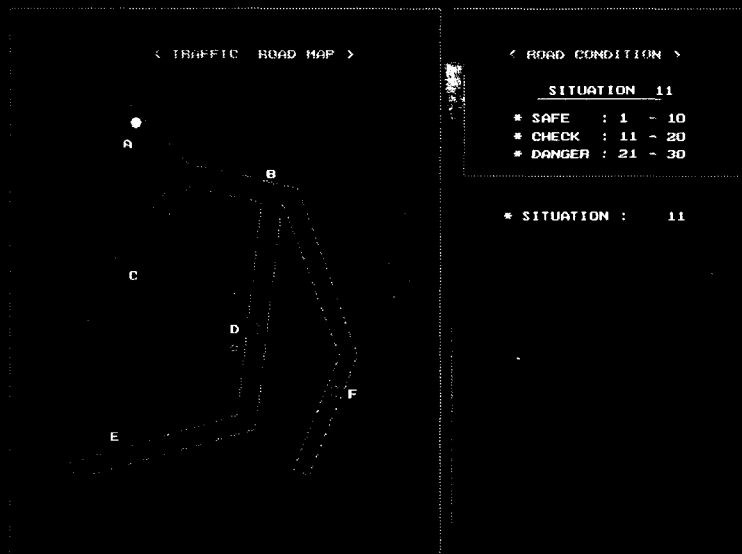
(그림 1) 텔레매틱스로 통합된 차내 통신 플랫폼 개요도

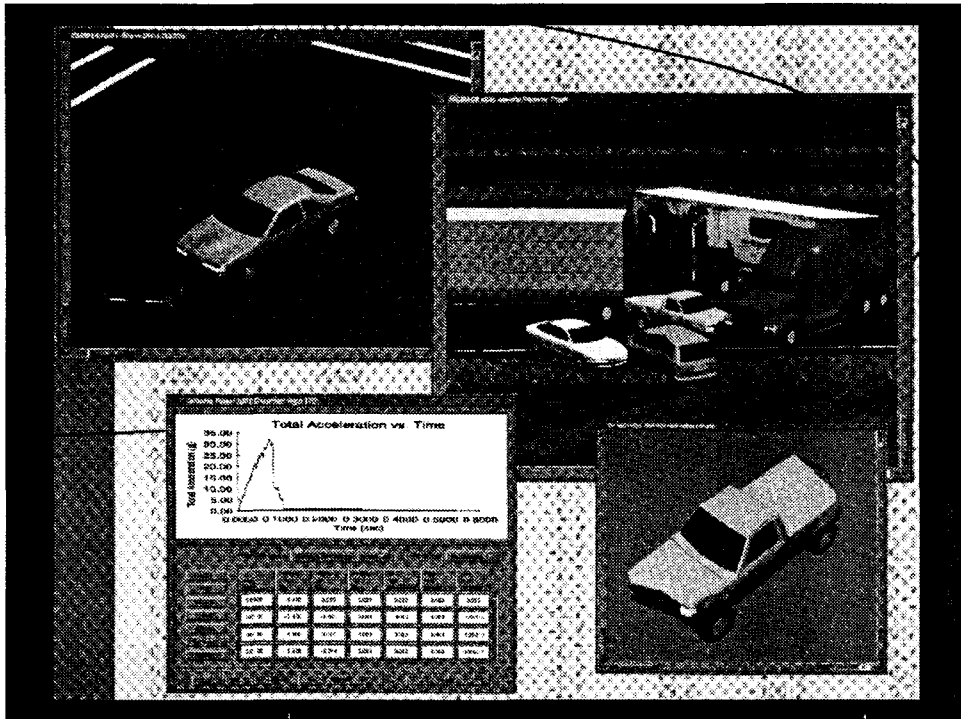
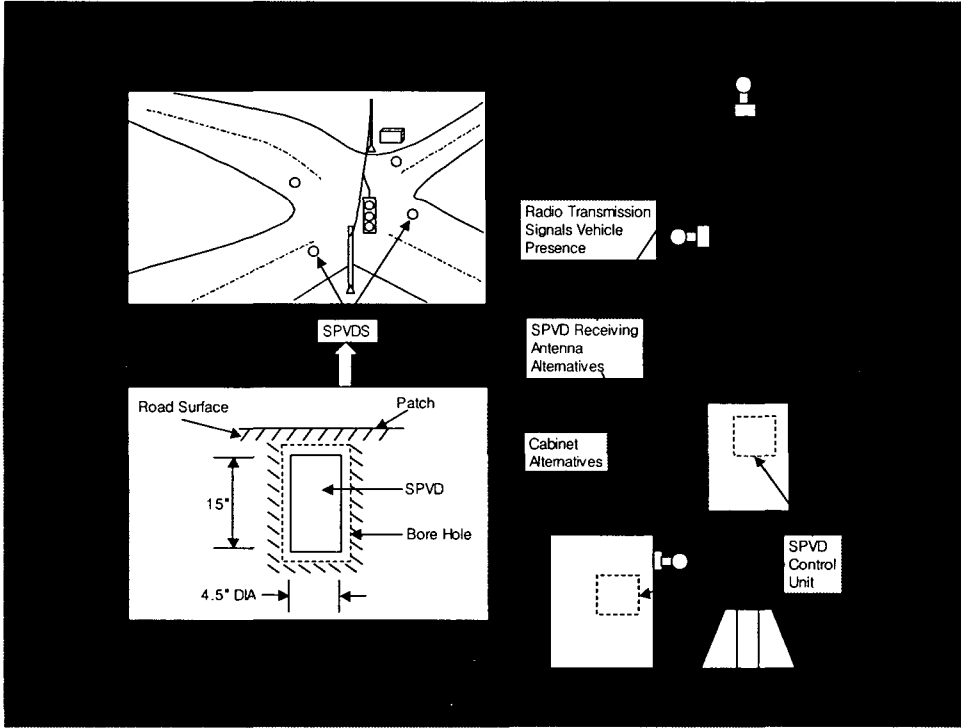


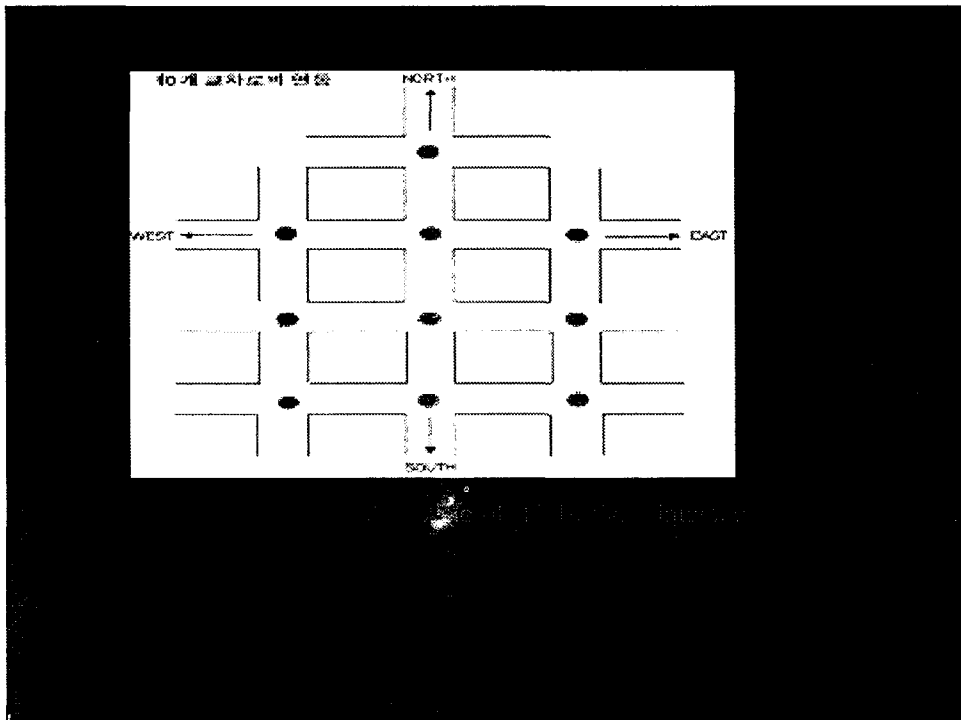
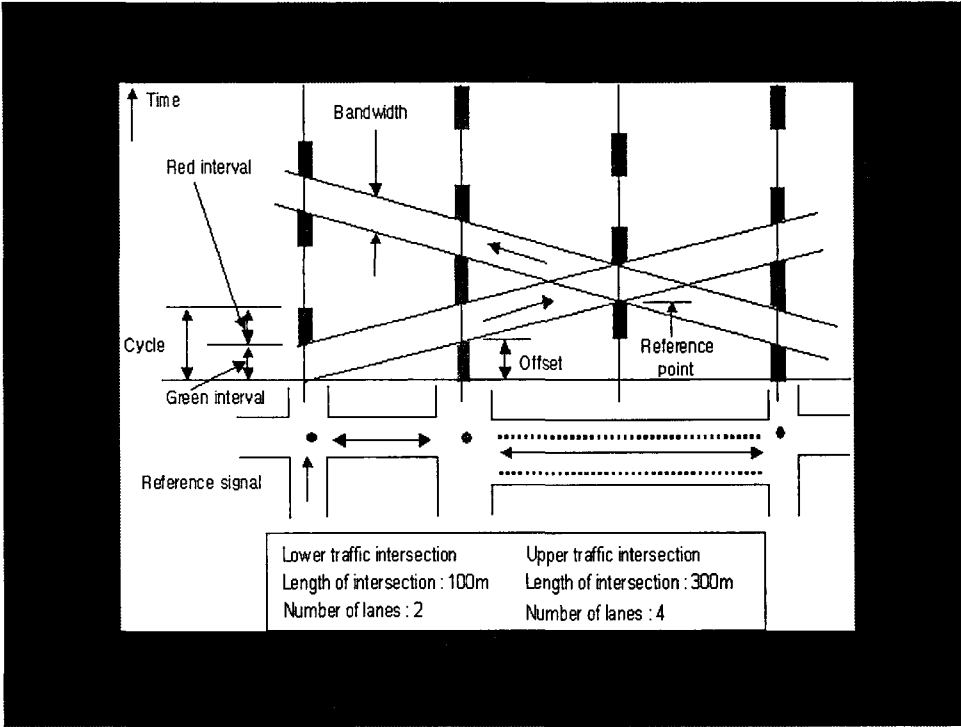
<그림 3> Smart Label Inlays

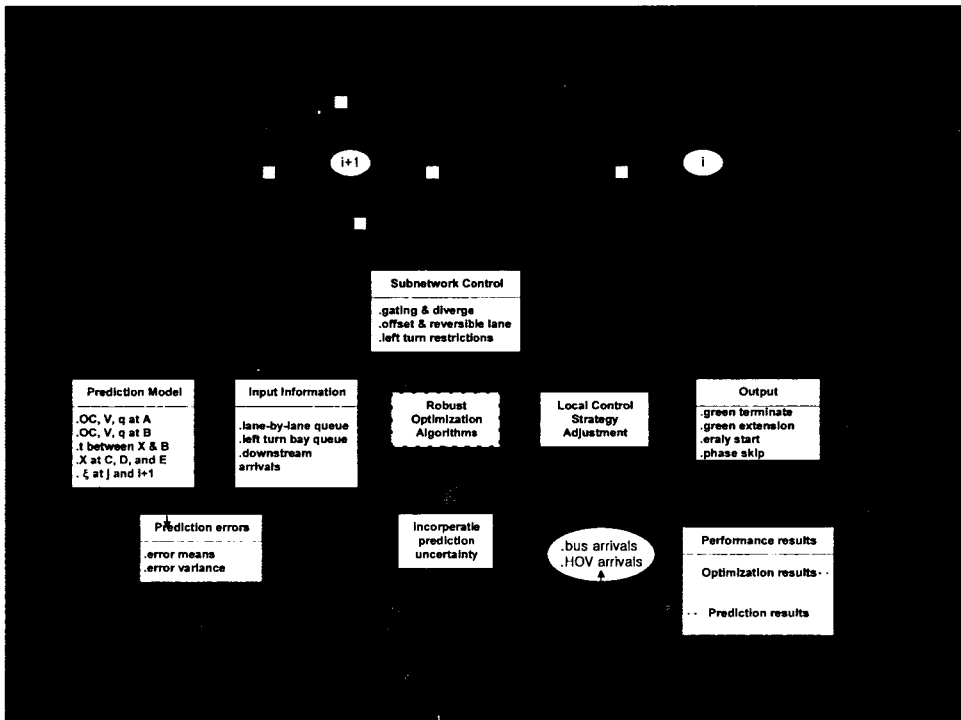
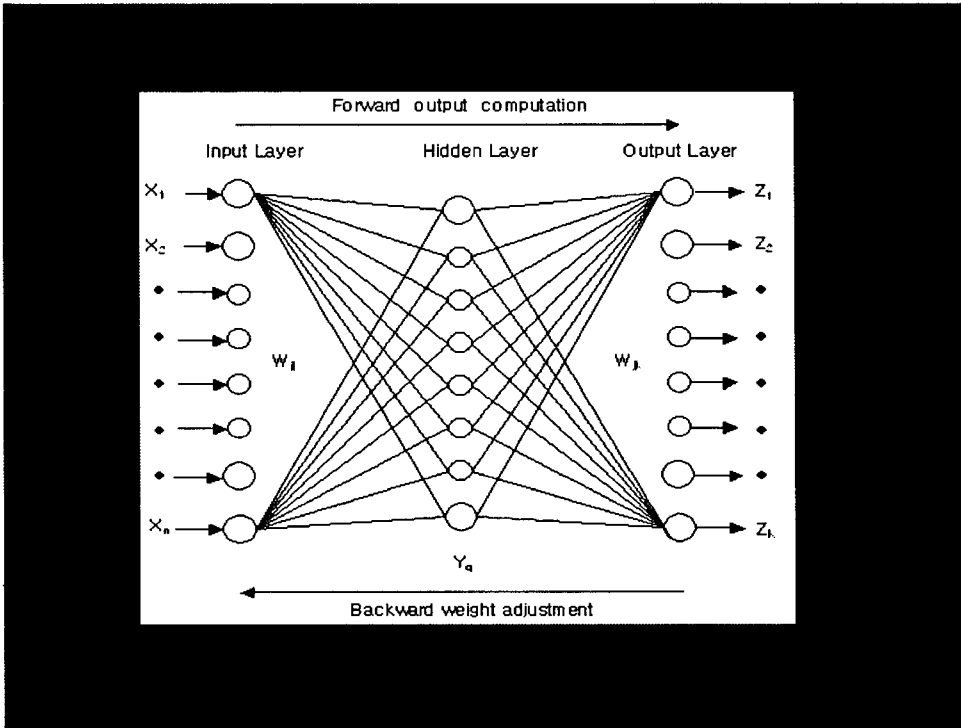


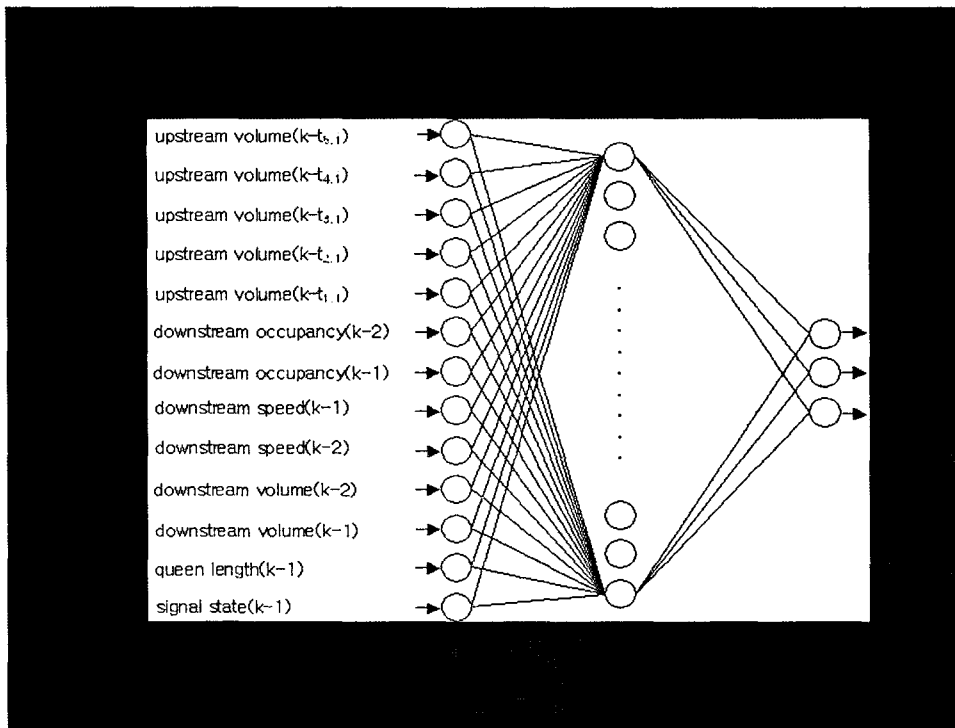
4. 모의 실험









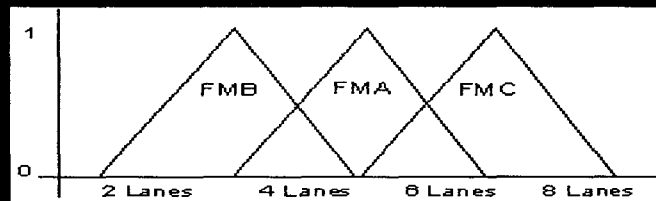


OPTIMAL CYCLE

- $GT1 = NVEH \cdot 3 + CFLane + Starting\ Delay\ Time + End\ lagtime$
- $LostTmeG1 = Green - 1(1/3 Pg) + Yellowtime(Pg + 1/2 Py) + Redtime(Pg + Py + 1/3 Pr)$
-
- $GT2 = NVEH \cdot 3 + Starting\ Delay\ Time$
- $LostTmeG2 = Green - 1(1.21Pg) + Yellowtime(Pg + 1/2 Py) + Redtime(Pg + Py + 1.2Pr)$
-
- $GT3 = NVEH \cdot 3 + CFLane + Starting\ Delay\ Time + Road\ conversion\ Time$
- $LostTmeG3 = Green - 1(Pg) + Yellowtime(Pg + 1/2 Py) + Redtime(Pg + Py + 1.2Pr)$
-
- $GT4 = NVEH \cdot 3 + Delay\ Time$
- $LostTmeG3 = Green - 1(1/4 Pg) + Yellowtime(Pg + 1/4 Py) + Redtime(Pg + Py + 1/4 Pr)$
-
- $GT5 = NVEH \cdot 3 + CFLane + Starting\ Delay\ Time + Road\ conversion\ Time$
- $LostTmeG3 = Green - 1(1/4 Pg) + Yellowtime(1/3 Pg + 1/4 Py) + Redtime(1/3 Pg + Py + 1/4 Pr)$
-

- Optimal traffic cycle= Expecting car speed(OS) * Number of cars * Expecting passenger car unit (op)''

- ADAPTIVE FUZZY



- Fig 6. Adaptive fuzzy control depending on number of lane

- According to the simulation, over 25 to 38% of traffic waiting time is reduced as shown in figure 7. Figure 8 shows that vehicle waiting time and average vehicle speed gets improved 20 ~ 30%.

```
#define ST 3
#define MT 3.3
#define BT 3.6
```

```
#define NORTH 0
#define EAST 1
#define SOUTH 2
#define WEST 3
```

```
#define REDLIGHT 0
#define AMBERLIGHT 1
#define GREENLIGHT 2
```

```

mi=GREENLIGHT;
si=REDLIGHT;
ei=REDLIGHT;
wi=REDLIGHT;
setcolor(LIGHTBLUE);
outtextxy(140,80,"North");
nabuf[0][0]="";
nabuf[0][1]=NSCENTER-10;

nabuf[0][2]=UP*20;
nava=1;
pava=0;
pcar[1]=1;

while(!konr0)
{
if(!nrandor==YES)
if(n_c<3)
{
nval++;
switch(n_c)
{
case 0: /*small car*/
nca[0]++;
break;
case 1: /*medium car*/
nca[1]++;
break;
case 2: /*arge car*/
nca[2]++;
break;
}
}
/* check for traffic condition */
if((pass1+pass2)>40) {
weight=random(5000)+25000;
outtextxy(480,90,"High Capacity :%d",);
} else if((pass1+pass2)>100) {
weight=random(5000)+22500;
outtextxy(480,90,"LOW Speed :%d",);
}
}

```

```

void engine_normal() /* 신호주기 연장 판단 */
{
char buf[4000];
gettext(2,5,79,23,buf);
window(2,5,79,23);
clrscr();
window(1,1,80,25);
box(4,6,77,21,1,0x1b,1);
window(5,7,76,20);
clrscr();
textcolor(15);
xy_puts(5,3,"판단 결과");
xy_puts(5,8,"교통신호주기를 연장합니다.");
xy_puts(10,14,".....아무키나 누르세요.....");
getch();
clrscr();
textattr(0x1f);
window(1,1,80,25);
puttext(2,5,79,23,buf);
}

```

```

char buf[100];
char a[3];
int i,sum;
gettext(2,5,79,23,buf);
window(2,5,79,23);
clrscr();
window(1,1,80,25);
box(4,6,77,21,1,0x1b,1);
window(5,7,76,20);
clrscr();
textcolor(15);
xy_puts(5,3," 통과차량이 많습니까 ? ");
cscanf("%c",&a[1]);
if (a[1]!='Y' || a[1]!='y')
{
xy_puts(5,6," 직진 및 회전차량 보정이 필요합니다. ");
}
cscanf("%c",&a[3]);
if (a[3]!='Y' || a[3]!='y')
{
xy_puts(5,10," 교차로길이 보정? ");
}
delay(1000);
clrscr();
xy_puts(5,3," 차선 보정 .");
delay(1000);

```

최근 자동차의 급증으로 대도시의 자동차 정체 현상은 심각한 문제로 대두 되고있으며, 96년 이후, 총 물류비 64 조원 중에서 총 수송비가 42조 4 천 억 원, 교통 혼잡비용이 16 조원으로 매년 증가하고 추세이다. 만약, 요즈음과 같이 예측 할 수 없는 갑작스러운 교통량의 증가나 감소시에 발생하는 승용차 대기시간을 20-30%만 개선시켜도 연간 10조원 이상의 교통 혼잡비용을 개선시킬 수 있다. 그러나, 아무리 잘 설계 된 전자신호등도, 갑작스러운 교통량의 증가시에는 최적 녹색시간을 산출 할 수 없다.

최적의 녹색신호주기신호 개념은 다음과 같다.

$$e=R-Y$$

$$Ce=e2-e1$$

단, Y: 최적 녹색 신호주기 출력
R: 기준입력(하위교차로 평균 예상 통과차량 대기행렬길이)
e: 오차(기준입력- 실제 통과차량 길이)
Ce: 오차의 변화량
e2: 현재의 오차 (상위교차로 대기차량 대기행렬길이)
e1: 현재보다 한 샘플링 이전의 오차

표. 1 퍼지 교통신호등 양자화
 Table 1 Quantization of fuzzy traffic signal light

양자화단계	교차로앞에 양자화 값에 대한 집합의 범위
-6	$x \leq -60$ meters
-5	$-60 < x \leq -40$
-4	$-40 < x \leq -30$
-3	$-30 < x \leq -20$
-2	$-20 < x \leq -10$
-1	$-10 < x \leq 0$
0	$0 < x \leq 10$
+1	$10 < x \leq 20$
+2	$20 < x \leq 30$
+3	$30 < x \leq 40$
+4	$40 < x \leq 50$
+5	$50 < x \leq 60$
+6	$x > 60$ meters

표. 2 퍼지 교통신호등 규칙
 Table 2 Rule of fuzzy traffic signal light

	NB	NS	Z	PS	PM	PB
NB	NB	NS	Z	PS	PM	PB
NS		NS	Z	PS	PM	PB
Z			Z	PS	PM	PB
PS				PS	PM	PB
PM					PM	PB
PB						PB

표 1은 최적 녹색시간을 산출하기 위하여 교차로 길이에 적합한 최대 행렬길이를 산출하기 위해서 실제 대기행렬길이를 표 1과 같이 퍼지제어 입력값으로 변환된다. 표2는 최적 녹색시간 산출 규칙으로서 오차와 오차의 변화량이 없는 경우는 예상대기행렬길이와 실제 대기행렬 길이와 큰 차이가 없는 경우이므로 샘플링 시간 10초를 녹색시간으로 설정한다.

오차가 양으로 매우 크고 오차의 변화량이 음이나 0 일 경우에는 하위교차로의 예상 통과차량은 소형이고 상위교차로의 대기 행렬길이의 오차 변화량은 적어지기 때문에 녹색시간을 본 논문의 퍼지규칙을 이용해서 10초 보다 더 연장해야 한다.

반대로 오차가 음으로 매우 크고 오차변화량이 양이거나 0 인 경우에는 예상 대기행렬이 대형으로 구성되어지고 오차의 변화량은 커지고 있으므로 녹색시간은 10초보다 더 단축해야 한다. 표 3은 승용차 대기시간을 최적으로 산출할 수 있는 멤버십 함수 값을 보여주고 있다

(Rule 1)

$$\begin{aligned}
 & [0.3/4, 0.5/5, 1/6] \mid \wedge [0.7/-3, 0.6/-2, 0.8/-1, 0.4/0, 0.1/1] \\
 & \quad \uparrow \quad \quad \quad \uparrow \\
 & \mid \wedge [0.3/4, 0.5/5, 1/6] \\
 & = 0.3 \wedge 0.7 \wedge [0.3/4, 0.5/5, 1/6] \\
 & = [0.3/4, 0.5/5, 1/6]
 \end{aligned}$$

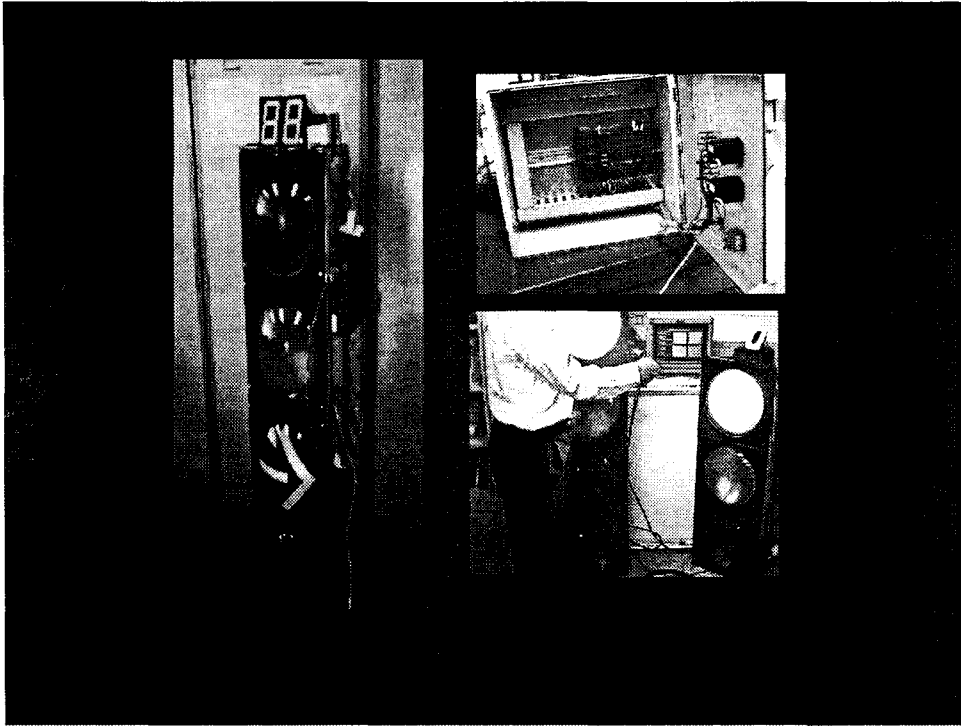
(Rule 2)

$$\begin{aligned}
 & [0.3/4, 0.5/5, 1/6] \mid \wedge [0.3/-6, 0.2/-5, 0.8/-4, 0.5/-3, \\
 & \quad \uparrow \quad \quad \quad \uparrow \\
 & 0.4/-2, 0.2/-1] \mid \wedge [0.1/2, 0.5/3, 1.0/5, 0.5/5, 0.2/6] \\
 & = 0.3 \wedge 0.5 \wedge [0.1/2, 0.5/3, 1.0/4, 0.5/5, 0.2/6] \\
 & = 0.1/2, 0.3/3, 0.3/5, 0.3/5, 0.2/6
 \end{aligned}$$

(Rule 3)

$$\begin{aligned}
 & [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4] \mid \wedge [0.7/-3, 0.6/-2, 0.8/-1, 0.4/0, \\
 & \quad \quad \quad \uparrow \quad \quad \quad \uparrow \\
 & 0.1/1] \mid \wedge [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4] \\
 & = 0.3, 0.7 \wedge [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4] \\
 & = 0.3/1, 0.3/2, 0.3/3, 0.3/4
 \end{aligned}$$

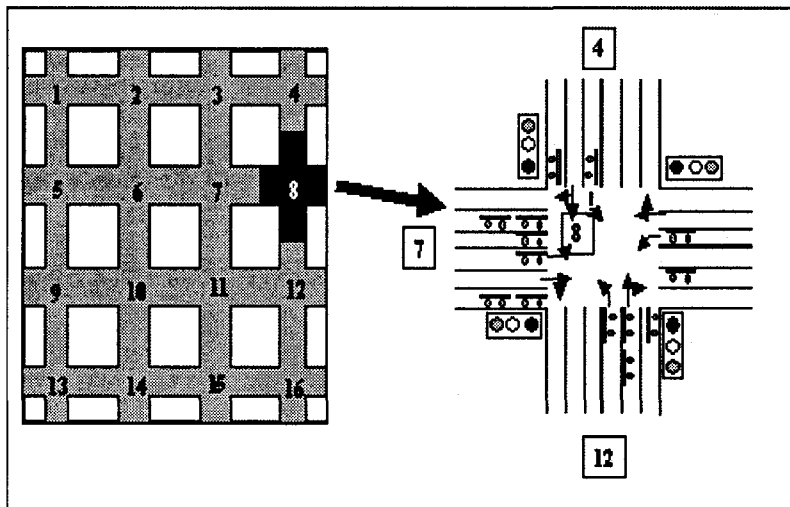
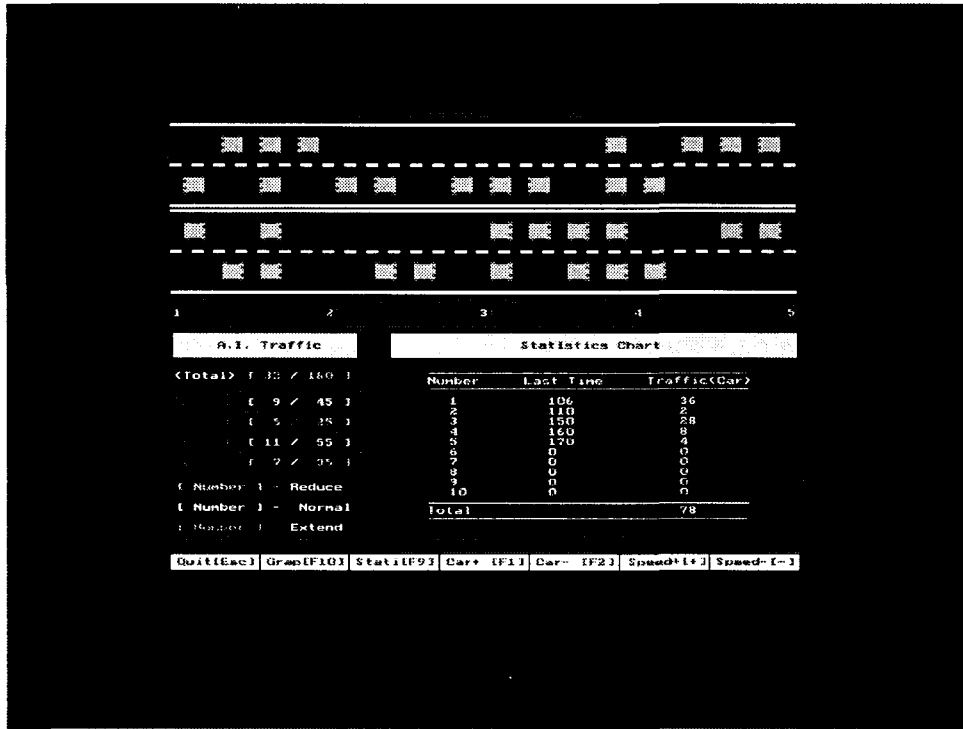
비 퍼지화방법:

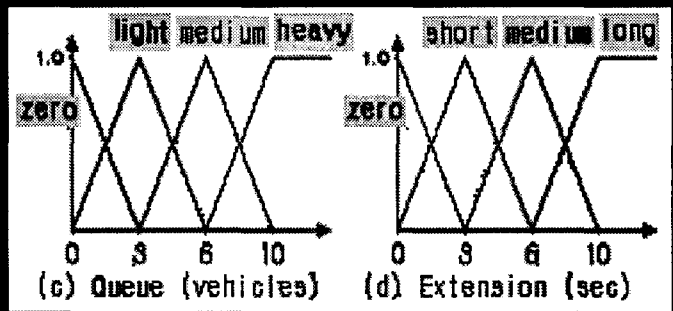
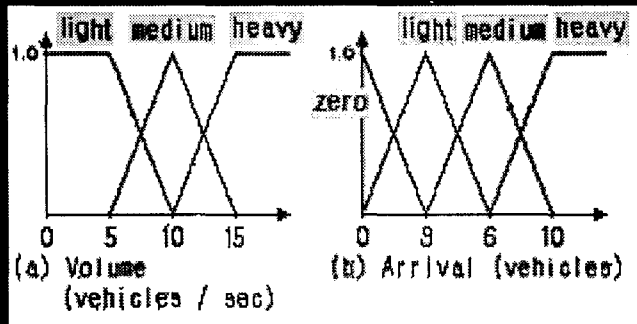


```

*****
*      200: A.I. TRAFFIC LIGHT USING FUZZY NEURAL NETWORK
*****
SAT H 11. PS GREEN : 0.9
PCU 12. LANE< LANE :
HIGH 13. LANE< LANE :
PS H 14. SIZE< SIZE : 0.7
----15. PS TURN :
SAT.H16. PS GREEN : 0.9
PCU 17. LANE< LANE :
SMALL19. LANE< LANE :
PS.L 19. SIZE< SIZE : 0.3
----110. PS TURN :
SAT L111. PS GREEN :
PCU 112. LANE< LANE : 0.9
HIGH 113. LANE< LANE :
PS.H 114. SIZE< SIZE :
----115. PS TURN : 0.7
SAT.L116. PS GREEN :
PCU 117. LANE< LANE :
SMALL118. LANE< LANE : 0.3
PS.L 119. SIZE< SIZE :
----120. PS TURN : 0.9
total error: 139-21.0897310
output pattern: 00
EXT YELLOW: 0.00
EXT TURN : 0.00
EXT SMALL : 0.57
EXT MED : 0.77
EXT BIG : 0.00
RED YELLOW: 0.00
RED TURN : 0.00
RED SMALL : 0.60
RED MED : 0.59
RED BIG : 0.01
[1]-quit [t]-tput [C]-CONST [1]-INIT [L]-LEARN [R]-RECALL [q]-quit
[1]-start [edit] [e]-end edit [d]-destruct connection

```

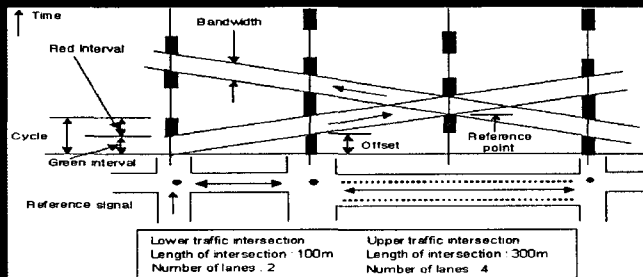
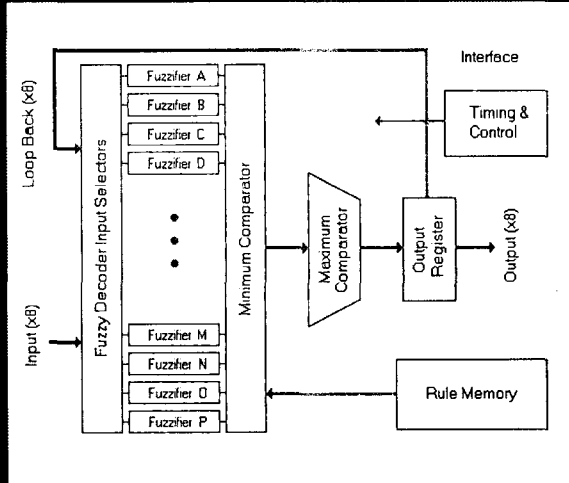




5. 결론

- The fuzzy traffic controller shows reducing waiting time at the high saturated traffic condition.
- But in case of low saturated traffic condition, there are a little bit difference for reducing waiting time with vehicle waiting time of fuzzy traffic light and conventional traffic light.

Switch on	Traffic condition									Passing car			Waiting time		
	3 Roads			width of road			Length of road			Speed	Capacity	Big	Med	small	R.F. Light
ABC	3	4	8	130	155	370	slow	High	5	4	7	52	60		
CDE	4	4	6	170	140	390	med	High	4	9	8	55	60		
ABC	4	6	8	190	320	250	slow	Med	2	0	4	48	60		
EFG	8	4	6	250	190	140	G	High	2	3	13	51	60		
ABC	4	6	8	150	190	120	B	Low	1	1	6	42	60		
CDE	8	6	8	190	170	260	E	Low	3	2	5	39	60		
ABC	4	4	6	250	230	280	A	Med	1	2	9	47	60		
CDE	4	6	4	190	190	320	E	High	9	8	11	53	60		



Copyright © 2002 by H. Arakawa / ARK TECHNO RESEARCH INC. 1992-Ver1.2
 NB NH NS NR PR PM PI

SCREEN No: 2 0 2 004

SelectMENU ExecuteMENU ToggleSCREEN

References

- [1] Allsop, R.E. : Delay at a Fixed Time Traffic Signal. I : *Theoretical Analysis, Transp. Sci.*, 6(3), pp.260-285, 1972
- [2] K.G. Courage and S.M. Parapar, "Delay and Fuel consumption at Traffic Signals". *Traffic Engineering*, Vol.45, Nov, pp.23-27, 1975
- [3] Werner Brilon and Ning Wu: Delay at Fixed Time Traffic Signals under Time Dependent Traffic conditions. *Traff. Engng. Control*, 31(12), pp.623-631, 1990.
- [4] C.P.Pappis, E.H. Mamdani, "A Fuzzy Logic Controller for a Traffic Junction". *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, 7(10), 707-717, 1977.
- [5] M.Jamshidi, R.Kelsey, K.Bisset, "Traffic Fuzzy Control: software and Hardware Implementations". *Proc. 5th IFSA*, pp.907-910, Seoul, Korea, 1993.
- [6] R.Hoyer, U.Jumar, " Fuzzy Control of Traffic Lights". *Proc. 3rd IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, pp.1526-1531, Orlando, U.S.A., 1994.
- [7] Hong, YouSik and Park, ChongKug, "Considerin[g Passenger Car Unit of Fuzzy Logic", *Proc. of the sixth international fuzzy system association, IFSA, 1995*, pp.461-464
- [8] Moller, K. , "Calculation of optimum Fixed-Time signal Programs Transportation and Traffic Theory." *Proceedings of the Tenth International Symposium on Transportation and Traffic Theory*, July 8-10, MIT, USA, 1987
- [9] Miller, A.J. Settings for Fixed-Cycle Traffic Signals, *Oper. Res. Q.*, 14, pp. 373-386, 1963
- [10] TRB, Traffic Control in Oversaturated Street Networks. NCHRP Report 194, TRB, 1978