

# 퍼지추론을 적용한 운전자 중심의 와이퍼 속도 제어

## Adaptable Wiper Speed Control to the Driver Using Fuzzy Inference

박정숙 · 김민정 · 김은진 · 손영선  
동명정보대학교 정보통신공학과

Jung-Suk Park · Min-Jung Kim · Eun-Jin Kim · Young-Sun Sohn  
Department of Information & Communication Engineering,  
Tongmyong University of Information Technology  
(ysson@tmic.tit.ac.kr)

### 요 약

본 논문에서는 강수량과 자동차 주행속도 등의 환경조건에 따라 와이퍼 속도를 일정하게 적용한 기존의 시스템을 개선하여 운전자의 개인 특성에 의해서도 속도 변경이 가능하게 함으로써 인간에게 조금 더 친밀감을 제공하는 시스템을 구현하였다. 초기 와이퍼 속도는 입력받은 강수량과 자동차 주행 속도로 추론하여 구하였다. 추론된 와이퍼 속도를 운전자의 개인 특성에 따라 변경하고자 할 경우, 해당 음성명령을 입력받아 재 추론하였다. 음성인식을 위해서는 고립단어 인식에 적절한 DTW방식을 사용하였고, 와이퍼 속도는 퍼지 추론을 적용하여 구하였다.

Key Words: 퍼지추론, 음성인식, DTW, 와이퍼 속도 제어, 자동차

### I. 서 론

최근 개발되어지는 자동차들은 기본적인 주행 장치이외에 운전자의 안전운행과 편리성을 위하여 다양한 장치들을 제공한다[1]. 이러한 장치들이 첨가될수록 운전자가 운전 중에 장치를 조작해야 하는 횟수가 증가되므로 운전에 대한 집중력을 저하시켜 안전운전에 악영향을 미칠 수 있다[1].

운전이 미숙한 초보 운전자에게 있어서 비오

는 날의 와이퍼 동작은 심리적 부담감을 유발시킬 수 있다. 또한 일반적인 와이퍼 동작은 제조 당시 설정된 일정한 속도에 의해서만 동작하게 되어 있으므로 운전자가 불편함을 느낄 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점들을 개선하여 음성명령에 의해 운전자에게 친밀감을 제공하면서 운전자 중심의 와이퍼 속도 제어가 가능한 시스템을 구현하였다.

## II. 전체 시스템 알고리즘

그림1의 시스템 흐름도에서 보여지듯이 환경 조건인 자동차 주행 속도와 강수량 또는 와이퍼 속도 변경에 관련된 명령이 입력되어지면 음성인식 단계를 통하여 인식한다. 음성명령의 오인식 율을 줄이기 위하여 DTW 유사도를 퍼지 추론하여 명령으로서의 수락여부를 결정하였다[2]. 명령으로서 수락되면 와이퍼 속도를 퍼지 추론하여 제어하였고[3], 사용자가 만족할 경우에는 그대로 유지하며 불만족 시에는 조절 명령을 새로 입력받아 재 추론하였다. 본 논문에서는 30개의 짧은 음성명령을 사용하므로 고립 단어 인식에 적합한 DTW방식을 사용하였다 [2,4,5,6].

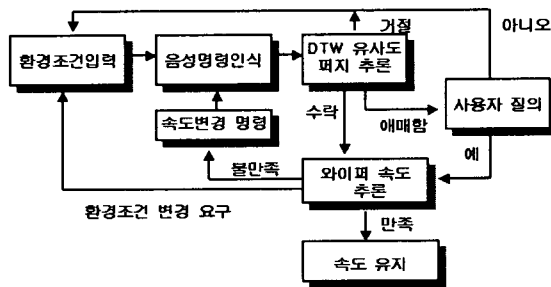


그림1. 전체 흐름도

## III. 음성인식 알고리즘

음성인식을 위한 전체 알고리즘이 그림2에서 보여진다[4,5,6].

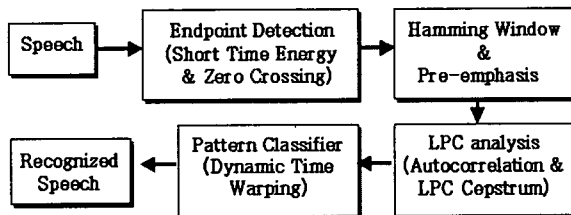
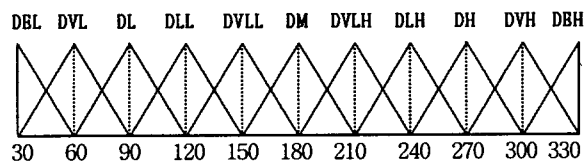


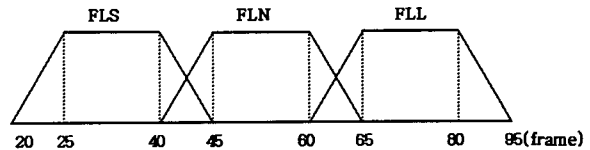
그림2 음성인식 알고리즘

표준패턴과 입력된 음성명령 패턴의 오차 거리에 대한 멤버십 함수와 프레임 길이에 대한 멤버십 함수를 그림3,4와 같이 구성하였다[2].



DEL(DTW Extremely Low)	:아주 많이 낮다
DVL(DTW Very Low)	:많이 낮다
DL(DTW Low)	:낮다
DLL(DTW Little Low)	:조금 낮다
DVLL(DTW Very Little Low)	:아주 조금 낮다
DM(DTW Middle)	:보통이다
DVLH(DTW Very Little High)	:아주 조금 높다
DLH(DTW Little High)	:조금 높다
DH(DTW High)	:높다
DVH(DTW Very High)	:매우 높다
DEH(DTW Extremely High)	:아주 매우 높다

그림3 DTW 거리 오차 멤버십 함수

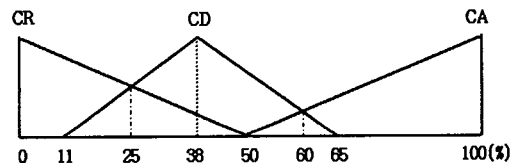


FLS(Frame Length Short)	:길이가 짧다
FLN(Frame Length Normal)	:길이가 보통이다
FLL(Frame Length Long)	:길이가 길다

그림4 프레임 길이 멤버십 함수

그림3,4의 멤버십 함수는 특정 화자가 본 논문에서 사용하는 명령어들을 반복적으로 실험하여 얻어진 실험값에 의해 구성되었다.

입력된 음성의 프레임길이와 계산된 거리 오차 값을 통해 명령으로서 수락여부를 결정하는 멤버십 함수가 그림5에 보여진다.



CR(Command Reject)	:명령을 거절하다
CD(Command Delicate)	:명령이 애매하다
CA(Command Accept)	:명령을 허락하다

그림5 명령의 수락 여부 멤버십 함수

명령이 거절되는 경우를 줄이고 애매한 경우로 대처하여 오인식 율을 줄이기 위하여 CD멤버십 함수는 CR멤버십 함수 쪽으로 치우치도록 구성하였다. DTW거리 오차 값과 프레임 길이 조건에 의해 추론되어진 결과값이 25%이하인 경우 입력한 명령을 수행할 수 없음을 사용자에게 알리고 명령을 재 입력받도록 하였다. 결과값이 25%에서 60%사이라면 판단하기가 애매하므로 사용자에게 질의하여 그 응답에 의해 명령을 수행하도록 하였으며, 60%이상이면 명령을 실행시켰다. 프레임 길이에 따른 DTW오

차 값의 허용 가능 범위는 표1과 같이 구성하였다.

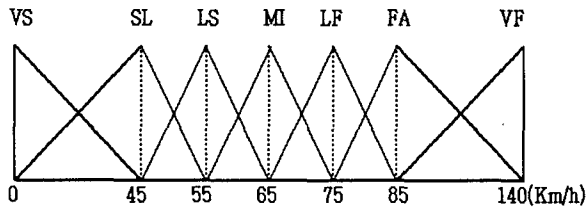
표1 음성명령 수락여부에 대한 퍼지 추론규칙

DTW Frame	DEL	DVL	DL	DLL	DVLL	DM	DVLH	DLH	DH	DVH	DEH
FLS	CD	CA	CA	CA	CA	CD	CD	CR	CR	CR	CR
FLN	CR	CD	CA	CA	CA	CA	CA	CD	CR	CR	CR
FLL	CR	CR	CD	CA	CA	CA	CA	CA	CA	CD	CD

#### IV. 와이퍼 속도에 대한 추론 알고리즘

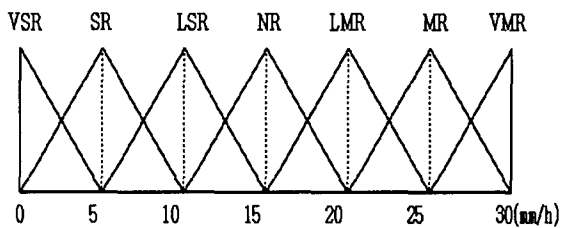
##### 4-1 멤버십 함수와 추론 규칙

자동차 주행 속도와 강수량에 대한 멤버십 함수를 그림6, 7과 같이 구성하였다.



VS(Very Slow):주행속도가 매우 느리다  
 SL(SLow) :주행속도가 느리다  
 LS(Little Slow):주행속도가 조금 느리다  
 MI(Middle) :주행속도가 보통이다  
 LF(Little Fast) :주행속도가 조금 빠르다  
 FA(FAst) :주행속도가 빠르다  
 VF(Very Fast) :주행속도가 매우 빠르다

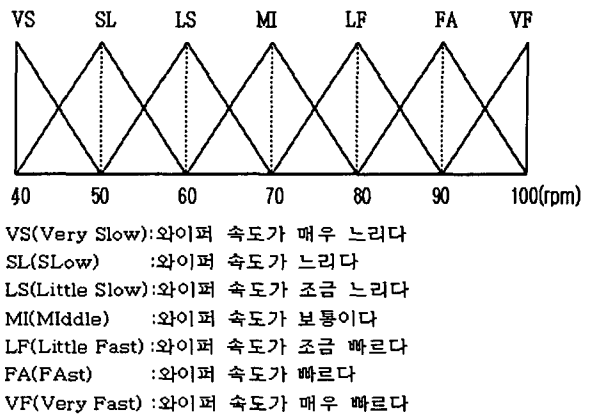
그림6 자동차 주행 속도 멤버십 함수



VS(Very Small) :강수량이 매우 적다  
 SM(Small) :강수량이 적다  
 LS(Little Small) :강수량이 조금 적다  
 NO(Normal) :강수량이 보통이다  
 LM(Little Much) :강수량이 조금 많다  
 MU (MUch) :강수량이 많다  
 VM(Very Much) :강수량이 매우 많다

그림7 강수량에 대한 멤버십 함수

자동차 주행속도와 강수량에 의해 추론되어 질 와이퍼 속도에 대한 멤버십 함수를 그림8과 같이 구성하였다[7].



VS(Very Slow):와이퍼 속도가 매우 느리다  
 SL(SLow) :와이퍼 속도가 느리다  
 LS(Little Slow):와이퍼 속도가 조금 느리다  
 MI(Middle) :와이퍼 속도가 보통이다  
 LF(Little Fast):와이퍼 속도가 조금 빠르다  
 FA(FAst) :와이퍼 속도가 빠르다  
 VF(Very Fast) :와이퍼 속도가 매우 빠르다

그림8 와이퍼 속도에 대한 멤버십 함수

강수량과 자동차 속도에 의한 와이퍼 속도는 표2의 규칙에 의해 추론되어 진다.

표2 와이퍼 속도 추론 규칙 테이블

강수량 차 속	VS	SM	LS	NO	LM	MU	VM
VS	VS	VS	SL	LS	MI	LF	FA
SL	VS	VS	SL	LS	MI	LF	FA
LS	VS	SL	SL	LS	MI	FA	FA
MI	VS	SL	LS	MI	LF	FA	VF
LF	SL	SL	LS	MI	LF	FA	VF
FA	SL	LS	MI	LF	FA	VF	VF
VF	SL	LS	MI	LF	FA	VF	VF

##### 4-2 사용자 명령에 의한 와이퍼 속도 변경

입력된 환경조건에 의해 추론된 와이퍼 속도를 운전자의 특성에 따라 조금씩 변경하고자 할 경우, '더 느리게', '조금 더 느리게', '조금 더 빠르게', '더 빠르게'의 음성명령으로 조절되게 하였다.

먼저 퍼지 추론된 와이퍼 속도를 기준으로 좌우 이동 가능한 범위를 설정하였다. 운전자가 속도 조절 명령을 입력하면 해당 명령에 따라 설정된 구간 내에서 속도를 추론하여 변경하였고, 다시 변경된 속도를 기준으로 이동 가능한 범위를 이전 범위의 1/2로 축소하여 설정하였다. 위와 같이 조절 명령이 입력되어질 때마다 이동 가능한 범위를 계속해서 줄여 나감으로써 사용자가 원하는 속도에 근접하게 하였다.

1rpm이하의 변화는 와이퍼 속도에 거의 영향을 미치지 못하므로 이동할 수 있는 간격이

1rpm보다 작게 되거나, 현재 와이퍼 속도가 이동 가능한 범위의 최저 또는 최고 속도일 경우에는 사용자에게 변경 불가능함을 알린다. 그리고 와이퍼 속도는 현재 환경조건에 의해 추론되는 속도로 변경시킴으로써 속도의 이동 가능한 범위를 넓게 하여 사용자가 원하는 속도로 재 접근 할 수 있게 하였다.

### V. 인터페이스 화면

초기 환경 조건 입력시 자동차 주행속도는 키보드로, 강수량은 음성으로 입력받고 '시작' 명령을 내리면 입력된 환경조건에 따라 추론되어진 와이퍼 속도로 동작하게 하였다. 와이퍼 속도는 구해진 rpm값의 정수 값만 취하여 적용하였으며, 와이퍼의 동작범위는 0도에서 120도까지 정하였다[7]. 사용자가 와이퍼 속도를 변경하면 그 속도로 와이퍼가 동작되며, '정지' 명령을 입력하여 와이퍼 동작만 정지하게 하였다. 화면상에서 자동차 속도와 강수량 변화를 시각적으로 알 수 있게 하기 위하여 자동차 속도의 증감에 따라 빗방울의 크기를 대소로 변하게 하였으며, 강수량은 빗방울의 양으로 표현하였다. 또한 빗방울이 발생하는 위치는 random하게 처리하였다. 강수량 변경 시에는 '강수량', 자동차 주행 속도 변경 시에는 '속도' 명령을 입력한 후 원하는 명령을 입력하게 하였으며, '종료' 명령으로 시스템을 종료하게 하였다. 자동차 주행속도가 10Km/h, 강수량이 25mm/h 인 경우의 실행 화면이 그림 9에 보여진다.

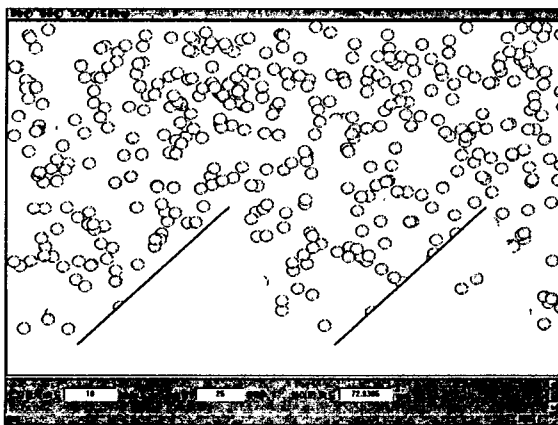


그림 9 실행화면

### VI. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존 시스템과는 다르게 강수량과 자동차 주행 속도를 입력 받아 퍼지 추론하여 와이퍼 속도를 구하였으며, 추론된 와이퍼 속도를 운전자의 특성에 따라 조절 가능한 시스템을 제안하였다. 시뮬레이션 결과, 같은 환경조건에서도 사용자에게 따라 원하는 와이퍼 속도로 변경되는 것을 확인하였다.

향후 과제로는 본 논문에서 제안한 시스템을 실제 자동차에 적용해 보는 것, 서버 시스템과의 통신을 이용한 와이퍼 및 자동차 제어 등이 고려되어진다.

### VII.참 고 문 헌

- [1] 양진우, 김순협, " 성별 구별방법에 의한 자동차 내 음성인식 성능향상", 정보과학회, Vol.27, No.12, pp.1174-1182, 2000
- [2] 추명경, 손영선, "DTW방식을 이용한 음성 명령에 의한 커서 조작", 한국 퍼지 및 지능시스템 학회 논문지, Vol.11, No.1, pp.3-8, 2001
- [3] 本多中二, 大理有生, " 퍼지공학 입문", 웅보 출판사, 1999
- [4] 장성열, 공성곤, "LPC와 RBF 신경망을 이용한 화자 인식", 한국 퍼지 및 지능시스템 학회 1999년도 추계학술대회 학술논문발표논문집, Vol.9, No.2,pp.102-107,1999
- [5] L.R. Rabiner, B.H. Juang "Fundamentals of speech recognition", Prentice Hall, 1993
- [6] 박경범, "음성의 분석 및 합성과 그 응용", 그린,1997
- [7] 한국 표준협회, " KS규격집", 1990
- [8] Ka C. Cheok, Kazuyuke Kobayashi, Sandro Scaccia, and Giamberto Scaccia, A Fuzzy Logic-Based Smart Automatic Windshield Wiper ,IEEE Control Systems, pp.28-34,1996