

Fuzzy 논리를 이용한 지능형 교통 혼잡도 예측 시스템 설계

Intelligent Traffic Forecasting System using Fuzzy Logic

김종국*, 김종원*, 조현찬*, 서화일*, 이재협*, 백승철**

*한국기술교육대학교 정보기술 공학부

**국립 안동대학교 토목환경공학과.

Jong Guk Kim*, Jong Won Kim*, Hyun Chan Cho*, Hwa Il Seo*,
Jae Hyub Lee*, Seung Choul Baek**

*School of Information Technology, Korea University of Technology and Education.

**Dept. of Civil and Environmental Engineering, An Dong National University
(kamuiai@kut.ac.kr)

ABSTRACT

It has well known that the congestion of traffic and it's distribution. There are very important problems in the traffic control systems. In this paper, we will purpose an ITFS(Intelligent Traffic Forecasting System) which can determine the car classes and transport them to ITS(Intelligent Traffic control System). The system will be used the Inductive Loop Detector(ILD)and the Fuzzy logic and shown the effectiveness by the computer simulation.

Keyword : Inductive Loop Detector, ITS, Car class, ITFS

I. 서론

심각한 상황에 있는 교통체증 현상을 해소하기 위한 대책으로 새로운 도로의 건설과 기존 도로를 최대한 활용하고 운영하는 방법이 있다. 이중 기존 도로를 최대 활용하여 효과적으로 운영하는 방법의 핵심은 교통체증을 시시각각 유동적으로 분산시키는 체제를 운영하는 것이다. 따라서 차량에 대한 교통정보를 정확하게 감지 할 수 있는 시스템 즉 ITS(Intelligent Traffic control System)

의 필요성이 대두되게 되었다. [1]

현재 선진국에서는 ITS에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 최근 들어서 우리나라에서도 이에 대한 연구가 가속화 되어가고 있다. ITS는 정보기술, 통신기술, 센서 및 제어기술을 사용하여 기존 도로망의 운송효율 향상, 차량운행의 안정성 증진 및 교통체증 해소를 통한 물류비용의 감소 등을 목적으로 하는 종합적인 시스템을 말한다. ITS의 기본이 되는 정보는 도로 및 교통정보로서

정확한 정보의 실시간 수집은 ITS의 가장 중요한 요소이다. 이런 정보를 실시간 수집함에 있어서 사용되는 여러 가지 감지기 중에 가장 안정적이고 제작비가 저렴한 감지기가 Inductive Loop Detector(ILD)이다. 본 연구는 ILD와 Fuzzy Logic을 이용하여 Intelligent Traffic Forecasting System(ITFS)를 설계하였다

ITS에 있어서 신뢰성이란 무엇보다도 정밀한 계측에 있는데 현재 국내에 있는 ILD를 이용한 차량의 클래스 결정시스템은 다수의 차량이 근접해서 감지기를 통과할 경우에 차량의 class를 정확하게 감지하지 못한다. 이런 잘못된 정보는 ITS에 치명적인 오류를 발생시킬 수 있고 본 연구는 차량의 속도와 길이정보를 이용한 ITFS를 제안하여 해결해 보고자 한다.

퍼지이론은 차량판단 장치를 정확히 모델링 하지 않고도 경험적 지식을 퍼지소속 함수와 퍼지 규칙 베이스를 구성하여 언어적 제어전략을 효과적으로 구현 할 수 있으므로 실제에 근사한 정확한 정보를 얻어내어 교통정보시스템의 신뢰성을 높일 수 있다.[2]

II. 유도원리를 이용한 Loop Detector

2.1 Inductive Detector에서의 유도현상

Inductive Detector는 전자기 유도 법칙에 의해서 어떤 코일에 일정한 전류가 흐르면 코일 주위에 일정한 전자장이 형성되게 된다는 원리를 이용한 것이다. 코일 주위에 자장의 변화를 일으킬 수 있는 물질이 접근하여 전자장에 변화가 생기면 코일에 흐르는 전류에 변화가 생긴다. 이런 전류의 변화를 정보 기술을 통해 변환하여 ITS에 이용하는 것이다.

2.2 Inductive Loop Detector

본 연구에서 사용된 ILD는 앞서 언급한 Inductive Detector를 도로상에 Loop 모양으

로 설치한 형태이고 그림1과 같다

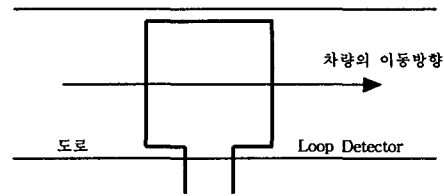


그림 1. 도로상에서의 ILD 설치

그림1 과 같이 도로바닥에 4cm 굵기의 홈을 Loop 형태로 파낸 다음 Coil을 삽입하여 설치한다. 설치의 간편함과 유지 보수의 용이함, 저렴한 가격의 장점을 갖는 반면에 ITS에서 사용되어지는 정보의 오류문제를 단점으로 가지고 있지만 차량을 감지 하는 가장 쉬운 방법으로 알려져 있기 때문에 많이 사용되어지고 있다. [3]

III. Fuzzy Logic을 이용한 ITFS 설계

3.1 차량의 속도와 길이 산정방법

차량이 루프 감지기에 있는 동안 루프의 전자장 변화에 따라 루프 감지기의 출력은 High에서 Low로 변화하며 차량이 루프 감지기를 벗어나면 루프의 자장이 변화하고 감지기의 출력은 Low에서 High로 변동한다. 루프 감지기를 통해서 얻을 수 있는 교통 정보는 차량의 속도, 대수, 길이가 있다. 보통 압전센서를 같이 사용하고 있어서 차량의 바퀴축의 수, 축간 거리를 이용하여 차종 데이터를 수집 할 수 있지만 유지 및 보수의 단점이 있어 제거하고 사용하는 경우가 많고 본 연구에서도 제외하였다. 원형 또는 직사각형 모양의 ILD를 통하여 측정된 값을 다음 식을 이용하여 통과 차량의 속도와 길이를 감지하게 된다. 차량의 속도와 길이는 한정되어 있으나 실제 측정되는 데이터는 우리가 알고있는 범위를 벗어난 결과를 나타낼 수 있는데 이유는 도로의 상황이나 운전자의 운전습관(앞차와의 간격유지)에 의한 경우가

있다. 이 경우에 속도는 측정 한계를 초과하지 않지만 차량의 길이는 실제 값과 다른 결과를 나타내게 되고 본 연구에서 과거의 측정 데이터와 인간의 경험적 논리 또는 논리적 지식을 근거로 퍼지 룰 베이스를 작성하여 기존의 인덕션 센서의 오류를 바로 잡고자 한다. 사용되는 시스템 구조는 그림2.와 같고 식(1)과 (2)를 통해서 통과 차량의 속도와 길이를 산출한다.

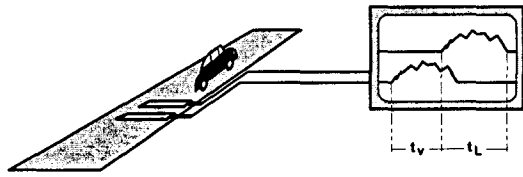


그림 2. ITFS 구조

$$V_{Speed} = \frac{L_{sensor}}{t_v} [m/s] \quad (1)$$

$$L_{Length} = \frac{V_{Sensor}}{t_L} [m] \quad (2)$$

3.2 ITFS의 구조

본 연구에서는 인덕션 센서의 측정원리나 측정 공차에 관하여는 연구 범위를 벗어나므로 생략하고 인덕션 센서의 측정값은 정확하다고 가정하였다. ITFS 구조는 그림.3과 같다

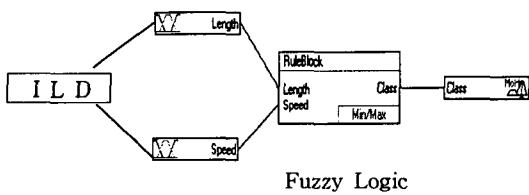


그림 3 ITFS 구조

ITFS에서 퍼지화 방법으로는 ILD 의 신호형태에 적합한 Mamdani의 Max-Min법을 이용하였고 디퍼지화 방법으론 class 결정에 용이한 MoM(Mean of Maximum)법을 사용하였다. 시뮬레이션 도구로는 Visual Basic 6.0 Ent(Microsoft TM)을 사용하였고 ActiveX로 구성된 퍼지화, 비퍼지화 연산엔

진을 이용하였다. 시스템 설계를 위한 퍼지 이론 검증은 FuzzyTECH를 사용하였다.

표 1. 입력변수

#	Variable Name	Type	Min	Max	Term Names
1	Length	MBF	0 m	20 m	very_small small medium large very_large
2	Speed	MBF	0 Km/h	130 Km/h	very_low low medium high very_high

표 2. 출력변수

#	Variable Name	Type	Unit	Term Names
1	Class	MoM	Unit	Car TailGating Car3

3.4 컴퓨터 시뮬레이션 결과

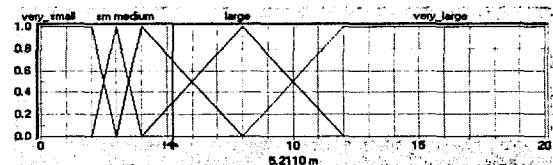


그림 4. 길이에 관한 Membership Function

그림 4를 보면 함수의 기울기가 다름을 볼 수 있는데 이것은 국내 등록 차량의 통계를 고려하여 기울기를 결정 한 것이고 차축간 거리를 보정하려는 목적을 가지고 있다.

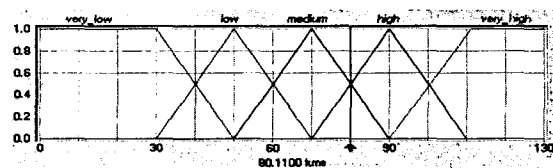


그림 4. 속도에 관한 Membership Function

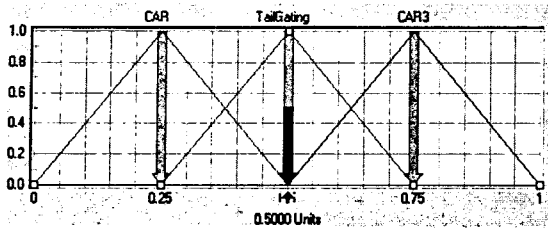


그림 5. 출력변수

표 3. Rule base table

		Length				
		VS	S	M	L	VL
Speed	NL	car	car	car	car	Tailgate
	L	car	car	car	Tailgate	Tailgate
	M	car	car	Tailgate	Tailgate	Tailgate
	H	car	car	Tailgate	Tailgate	Car3
	VH	car	car	Tailgate	Car3	Car3

표 4. ITFS 실험결과 Sample

Length		Speed	Class
3 m	3 m	60 Km/h	Tailgate
4 m		90 Km/h	Car

표 5. 일반 ILD 실험결과 Sample

Length	Speed	Class
6 m	60 Km/h	Tailgate
12 m	90 Km/h	Car

ITFS 실험 결과 3m 길이의 차량 2대가 4m 정도의 간격을 두고 ILD를 60Km/h ~ 90km/h의 속도로 통과했을 때 ITFS 정확히 소형 차량 2대임을 나타냈고 차량 길이 변화에 대한 결과도 정확히 나타냈다. 같은 값으로 일반적인 ILD 통과 시에는 60%이하 (200회 실험시 120회 응답)의 정확성을 나타내어 ITFS의 우수성을 증명하였다. [4][5]

IV. 결론

본 연구를 통해서 ITFS 는 기존에 사용중

인 ITS에 정확한 정보를 전달하여 ITS의 활용범위를 넓히고 단위 모듈로 시간대별 차량의 속도를 데이터 베이스화 할 수 있기 때문에 교통 체증에 대한 예측을 가능하게 만들었다. Sample Test 결과는 매우 만족 할 만 하지만 직접적인 활용 실험이 부족하고 ITS를 제작하는 업체마다 표준화가 이루어지지 않고 있기 때문에 단위 모듈로 ITFS 사용 가능성은 충분히 나타내고 있지만 전체 시스템으로 적용하기는 아직 어려운 상태이다

ITFS는 지능형 교통 시스템에서 필요한 정보 파라미터로 사용되어질 수 있는 가능성을 충분히 나타내었다. 하지만 각각 다른 상황의 도로망 상태에 따른 Fuzzy Logic의 변화문제가 있어서 현재 Neural Network을 이용한 적응형 ITFS 설계의 연구가 필요하다. [6]

V. 참고문헌

- [1] 배상훈, 우리나라지 지능형 교통체계 부문의 산업화 전략, 교통개발 연구원 1st, 2000.
- [2] 변중남, 퍼지논리제어, 홍릉과학 출판사, 1st, 1997.
- [3] 교통과학연구원, 도로교통안전관리공단, 1999
- [4] G. J. Klir and T. T. Folger, Fuzzy Set, Uncertainty and Information, Prentic Hall, 1998.
- [5] H. J. Zimmermann, Fuzzy-Set Theory and It's Application, Kluwer-Nijhoff publishing, 1986.
- [6] Valluru B. Rao, Neural Network and Fuzzy Logic 1st, MIS, 1993.