

차간거리인지정보의 애매성을 고려한 인지모델추정

Estimation of Cognition Model considering Fuzziness of Car-Following Cognitive Information

남궁분*, 정이균**, 김경태***, 서승환***
Moon, NAM GUNG Yi Gyoun, CHUNG Kyoung Tea, KIM Seung Hwan, SUH

- * 원광대학교 토목환경공학과 조교수
- ** 원광대학교 대학원 토목공학과 박사과정
- *** 원광대학교 대학원 토목공학과 석사과정

<Abstract>

Driving maneuver in car following are affected by not only the factors related to road structure and traffic condition, but also the factors related to driver's cognition to them. So the aim of this research is to model the relation of driver's cognition for car-following distance considering driver's fuzziness for information cognition.

As a result, driver's cognition of car-following distance model with fuzzy number is proposed. The 'width', which characterizes the fuzzy number can introduce car-following information into the model.

1. 서론

교통사고의 다발, 교통정체, 도시환경문제 등이 자동차의 증가와 더불어 심각히 대두되고 있다. 이러한 문제를 해결하는 노력의 하나로써 교통정보제공에 대한 관심이 많아지고 있다. 이는 도로의 안전성과 원활성 그리고 효율성을 높이기 위해 도로이용자에게 교통정보를 제공하는 시스템을 구축하여 도로이용의 효율성을 증대시키고 서비스수준을 향상시키려는 것이다.¹⁾²⁾

본 연구는 교통정보에 대한 운전자의 반응에 대한 기본 연구로서 운전자가 주행시 시각정보로서 얻는 차간거리인지정보를 주행시험단계, 데이터의 추계 그리고 모델화단계에 이르는 총체적인 과정에 포함하고 있는 운전자의 인지에 대한 애매성을 전체적인 시스템상의 애매성으로 간주하고 이를 고려한 차간거리인지모델을 동정하고, 그에 대한 애민도에 대해서 알아본다. 이 연구는 차간거리 뿐만 아니라 각종 교통정보 제공 및 정보획득시 애매성을 고려하여 모델화하는 하나의 방법을 제한하는 계기가 될것이다.

2. 운전자의 차간거리에 대한 애매성 개념

도로상을 운전하는 운전자는 도로를 주행할때 시각정보로서 교통정보판 및 주변환경에 대한 정보 다양한 매체를 통하여 제공받고 이것을 인지하고 정보를 판단하여 교통행동을 행한다. 본 연구에서는 다양한 교통정보중에서 주행시 시각정보 특히 안전운전에 영향을 미치는 차간거리인지에 대해서 모델화를 시도한다.

물리적인 현상을 모델화하는데 있어서 존재할 수 있는 애매성을 秋山³⁾, 남궁⁴⁾은 다음과 같이 정의하고 있다.

- 1) 데이터의 추계시 존재하는 애매성
- 2) 물리량의 정의에 대한 애매성
- 3) 관측목적과 조건 구분에 존재하는 애매성
- 4) 모델의 가정에 대한 애매성

이러한 애매성을 다루는데 있어서는 각각의 요인 및 속성에 따라 발생가능한 애매성을 취급하

는 micro적인 접근과 모델화에 있어서 발생가능한 애매성을 전체로의 애매성으로 취급하여 다루는 macro적인 접근이 있다. micro적인 접근은 모델화의 단계별 애매성을 동정하여야하는 단계를 거쳐야하고 전체 시스템에 대한 자세한 분석과 요소에 있어서의 애매성의 동정이 받침이 되어야 하므로 사용에 어려움이 있다. 본 연구에서는 도로의 구조, 차량의 구조 및 성능, 실험의 모형화, 모델의 가정 등에 존재하는 애매성을 모델화 전체의 애매성으로 취급하여 Macro적인 접근을 사용하기로 하였다.

본 연구에서는 위에서 언급한 차간거리에 대한 정보를 주행시험을 통하여 동정된 애매성을 바탕으로 그 애매성을 고려할 수 있는 모델을 동정한다, 이는 데이터의 추계, 실험, 모델화 등에 잠재되어 있는 애매성의 요인을 인정하고 그것을 고려한 모델화 수법을 제안하는 것이다.

3. 가능성 퍼지 선형회귀모델⁵⁾

선형회귀분석은 퍼지이론에서 퍼지수를 바탕으로 구축되어진 것이다. 퍼지수는 실수집합을 대집합으로 하는 정규 그리고 볼록의 퍼지집합으로, 약 α cut가 폐구간으로 되는 것을 말한다. 퍼지수는 Membership function로 표현되며 여기서, α cut는 퍼지 집합에 대해서 다음 식을 만족하는 것이다.

$$\{x | \mu_A(x) \geq \alpha\} \text{-----}(1)$$

퍼지수의 연산은 확장원리에 바탕한 연산이 이루어진다. 일반적으로 선형시스템의 계수가 퍼지수에 의해 정의 될때 가능성 선형시스템이라 부르며,

$$Y_i = A_0 + A_1 X_{i1} + A_2 X_{i2} + A_3 X_{i3} + \dots + A_n X_{in} \text{-----}(2)$$

여기서, X_{ij} : 설명변수 변수 i ($i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n$)

Y_i : 목적함수변수

m : 데이터수

n : 데이터집합에 포함되는 설명변수의 갯수

여기서는, 가능성 선형 시스템을 모델화하는 식(2)의 선형회귀식으로 설명한다. 통상의 회귀모델에서는, 데이터와 모델에 의한 예측치와의 차는 관측오차라고 간주하지만, 퍼지 회귀모델에서는 입·출력계수를 나타내는 시스템 구조자체의 애매성이라고 가정하고 관측치 y_i 가 시스템의 출력퍼지수에 가능성 α 이상 포함되도록 A_j 를 결정한다. 이때의 α 를 소속정도수준이라고 한다. 각 수준에서의 예측퍼지수 Y_i 의 소속함수는,

$$\mu_{Y_i}(y_i) \geq h \text{-----}(3)$$

$$1 - |(y_i - X^t \beta) / (C^t |X_i|)| \geq h \text{-----}(4)$$

로 나타낼수가 있다. 또한, 식(4)의 조건에서의 가능성 선형시스템에 의해 얻어진 예측 퍼지수의 내면에는 $C^t |X_i|$ 가 Y_i 의 폭을 주어지므로

$$S = \sum_{i=1}^m C^t |X_i| \text{-----}(5)$$

이상에서, 식(2)의 계수 A_j 는, 식(4)의 조건하에서 식(5)를 최소로 하는 것에 의해 구해지고, 가능

성 선형회귀는 다음과 같은 선형계획문제로 귀착된다.

$$\min_{\alpha, c} \sum_{i=1}^m |X_i| \quad (6)$$

$$(1 - \alpha)C^t |X_i| + X^t \beta \geq y_i$$

$$(1 - \alpha)C^t |X_i| + X^t \beta \geq -y_i$$

$$C^t \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$$

그래서, 가능성 퍼지선형회귀는, 식(6)의 선형계획문제를 푸는것에 의해 얻어진다. 여기서 X_i, y_i 는 crisp 값이다. 또한, 적합도 α 는 $0 \leq \alpha \leq 1$ 이고, 예측 퍼지수의 폭을 결정한다. α 가 클수록 예측치의 폭은 넓고, system의 애매성도 커진다. 따라서, α 의 값은 자유로 설정할 수 있으면, 집계된 데이터의 수나 현상에 따라 결정할 수도 있다.

본 연구에서는 운전자의 차간거리 인지정보에 대한 최적의 α 의 수준도 동정한다.

4. 차간거리 인지모델의 가능성 퍼지 선형시스템의 동정

차간거리 인지정보에 대한 실험을 행하여 얻어진 실험결과를 토대로 차간거리와 인지량과의 관계를 모델화한 결과 Weber-Fechner법칙⁽⁶⁾에 의해 설명되어짐을 알수 있었다. Weber-Fechner식으로 설명되어지는 차간거리 인지모델은

$$y = a + b \log(x) \quad (7)$$

여기서, y : 차간거리 인지량

a, b : 계수

x : 관측차간거리

이다.

식(7)에 퍼지수의 개념을 도입하여 모델화하기 위해서는 각 변수를 퍼지수로서 정의해야 한다. 즉,

$$Y = A + B \log(x) \quad (8)$$

여기서 A, B 는 퍼지수이다.

식(8)을 퍼지해석하기 위해서는 식(8)을 식(6)과 같은 선형최적화문제로 형전환하여 해를 구하면 된다.

5. 퍼지회귀분석모델 적용

운전자가 주행시 인지하는 차간거리를 인지실험을 실시하고 모델화하는 과정에는 앞에서 설명한 바와 같이 각 과정에 따른 잠재된 애매성이 존재한다고 할 수 있으며 그것을 모델화하는 과정에서는 애매성을 총합적으로 고려하는 수법을 본 연구에서는 채택했다. 본 연구에서는 앞에서 설명한 가능성 퍼지시스템을 이용하여 운전자의 차간거리 인지모델을 추정하였다. 그림 1은 차간거리와 인지수준과의 관계를 데이터의 소속정도를 나타내는 α 수준을 0.1에서 1.0까지 변화시키면서 계산한 결과이다. 또한 표 1은 동정된 퍼지가능성 회귀모델을 나타낸 것이다.

그림 1에서 YG는 일반회귀모델에 의해 추정된 값을 나타내며 YL은 퍼지수의 하한영역, YM은 퍼지수의 중앙치, YH는 퍼지수의 상한치를 나타낸다. 그 결과를 보면 α 값이 적어짐에 따라서

표 1. 퍼지회귀분석에 의한 인지모델식

α	Cognition Model for Fuzzy Car-Following Distance	Degree of Fuzziness
1.0	$Y = (-8.99, 1.93) + (6.67, 0.0) \log X$	193.33 (1.93)
0.9	$Y = (-8.93, 2.15) + (6.67, 0.0) \log X$	214.81 (2.15)
0.8	$Y = (-8.93, 2.42) + (6.67, 0.0) \log X$	241.67 (2.42)
0.7	$Y = (-8.93, 2.76) + (6.67, 0.0) \log X$	276.19 (2.76)
0.6	$Y = (-8.93, 3.22) + (6.67, 0.0) \log X$	322.22 (3.22)
0.5	$Y = (-8.93, 3.87) + (6.67, 0.0) \log X$	386.67 (3.87)
0.4	$Y = (-8.93, 4.83) + (6.67, 0.0) \log X$	483.33 (4.83)
0.3	$Y = (-8.93, 6.44) + (6.67, 0.0) \log X$	644.45 (6.44)
0.2	$Y = (-8.93, 9.67) + (6.67, 0.0) \log X$	966.67 (9.67)
0.1	$Y = (-8.99, 19.33) + (6.67, 0.0) \log X$	1933.33 (19.33)

주) 애매도의 ()값은 애매도/데이터수 값임

실험데이터를 포함하는 정도가 넓게 나타나고 있으며 α 수준 0.5~0.6사이에서 현상의 데이터를 가장 적절히 포함하는 형태로 나타나고 있다.

또한, 그림 2에는 α 수준 0.5에 대한 소속정도의 표현 형태를 퍼지수의 형태로 나타낸 것이다. 이것을 구축된 퍼지모델이 관측된 전 데이터를 포함하며 현상을 잘 설명하고 있다고 할 수 있다.

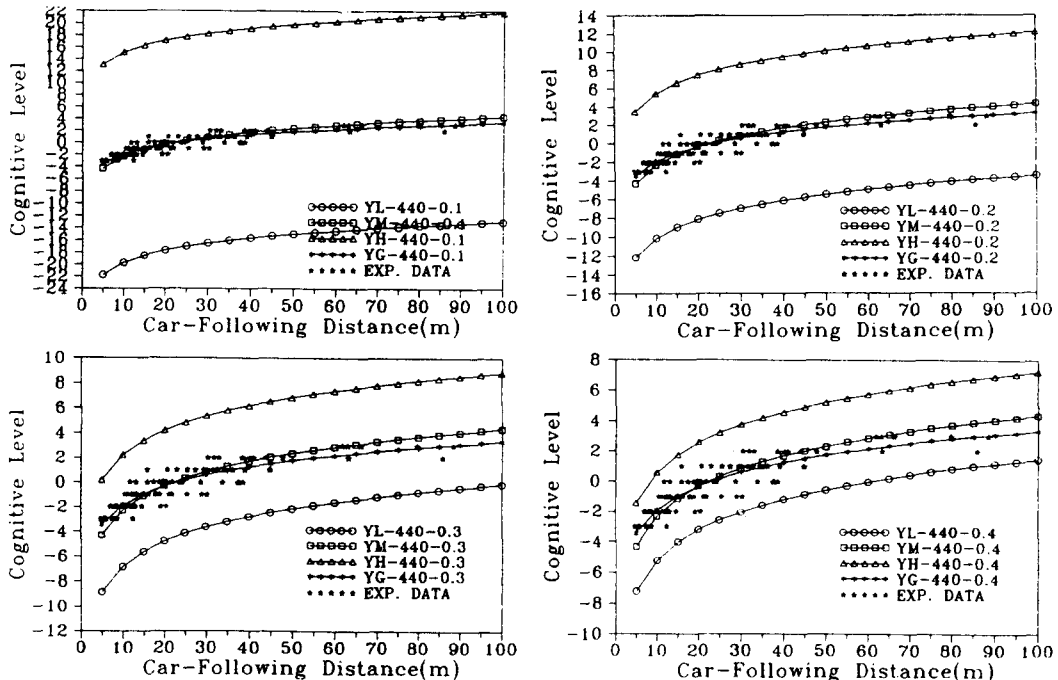


그림 1. 퍼지수의 포함정도에 따른 인지모델결과($\alpha=0.1\sim0.4$)

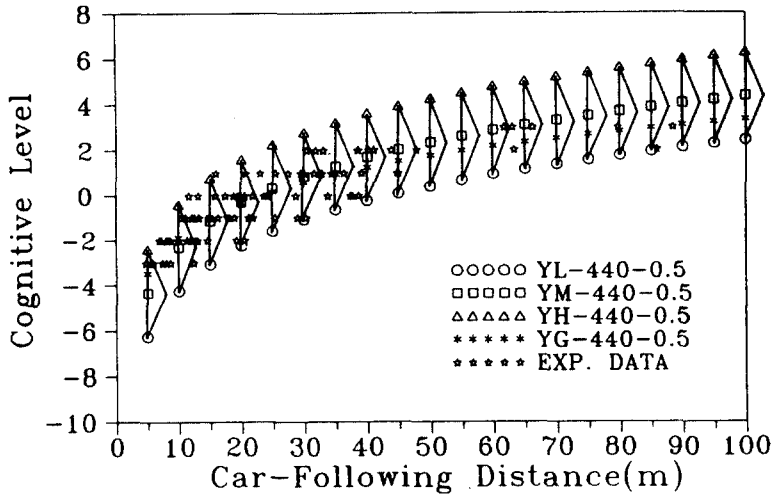


그림 2. $\alpha=0.5$ 에 대한 인지모델 표현 형태

6. 퍼지인지모델의 최적 소속정도의 동정

동정된 가능성 퍼지차간거리 인지모델의 최적의 소속정도를 동정하기 위하여 비퍼지모델(일반회귀모델)과 가능성 퍼지모델의 상한치 및 하한치를 α 수준의 변화에 따른 차이를 잔차로하여 설명력 정도를 알아보았다.

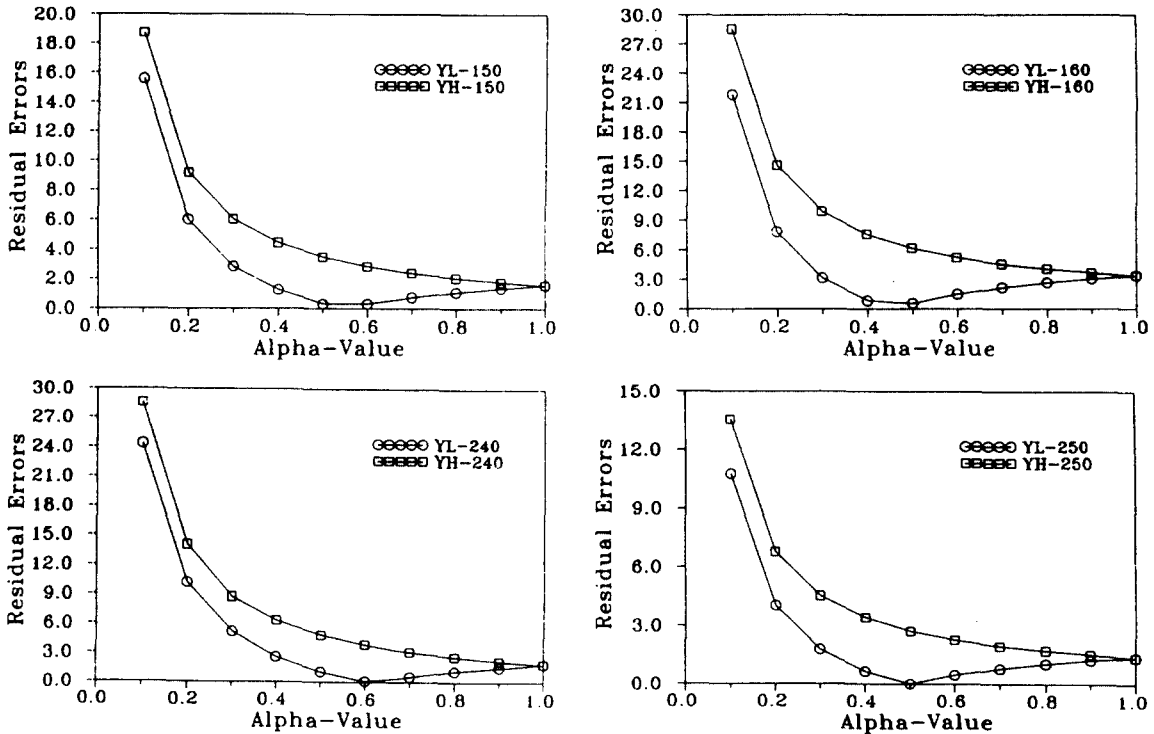


그림 3. α 변화에 따른 잔차의 변화

그 결과가 그림 3이다. 그 결과 소속정도가 0.4~0.6사이에서 잔차가 최소가 됨을 알수 있었다. 이는 퍼지차간거리 모델화에 있어서 데이터의 애매성 정도를 0.4~0.6사이의 값을 취함이 타당함을 설명해 주고 있다. 또한 퍼지모델이 형상을 어느정도 잘 설명하는가를 알아보기 위해 α 의 수준을 변화시켜 산정된 폭의 영역에서 10%씩 변화시키면서 잔차를 계산한 값이 그림 4이다. 그 결과로부터 α 수준이 0.4이상인 경우에 대해서는 그리 큰 잔차의 변화는 보이지 않고 있음을 알수 있었다.

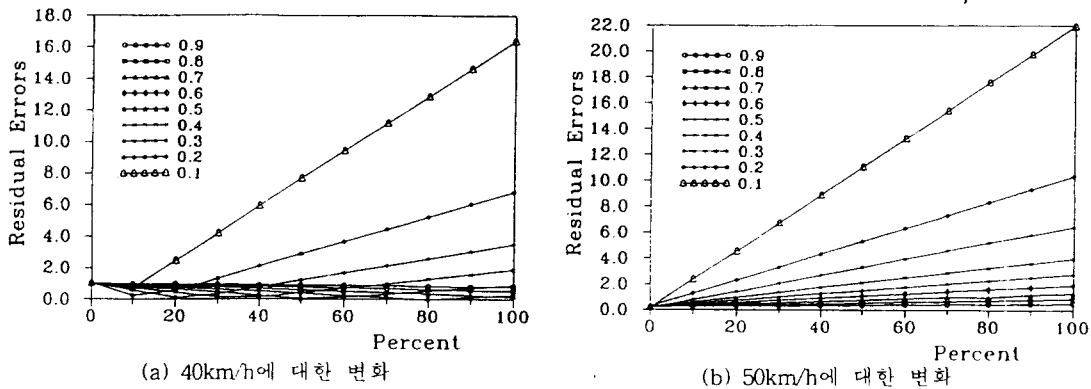


그림 4. 상·하한치의 소속정도 변화에 따른 잔차 변화

7. 결론

본 연구는 운전자의 차간거리 인지모델을 주행실험시의 데이터의 표본, 추계 그리고 모델화에 이르는 전 과정속에 존재하는 여러가지 애매성을 거시적으로 고려하여 모델화하는 것은 시도하는 것을 목적으로 가능성 퍼지회귀분석을 이용하여 모델화를 시도하였다.

그 결과 가능성 퍼지모델에 의한 운전자의 차간거리 인지모델화가 가능하며 모델화에 있어서 소속정도는 0.5~0.6정도의 값을 사용함이 차간거리 인지현상을 잘 설명하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구의 결과는 교통현상의 모델화 및 교통정보제공에 있어서 반드시 필요한 운전자의 요인과 특성의 고려와 애매한 물리적현상의 모델화를 수행하는데 도움을 줌은 물론 교통기술자에게 교통운영 및 관리를 함에 있어 의사결정에 따른 여유있는 정보를 제공해 줄것이다.

참고문헌

- 1) Y. Gardes, Mark E. Lunsford, Application of the Integrated Model to Demonstrate the Simulation of Advanced Traveller Tnformation Systems, TRB-72, 1993
- 2) Hai Yang, R. Kitamura, P.P, Jovanis, Exploration of Driver Route Choice with Advanced Traveller Tnformation using Nural Network Concepts, TRB-72, 1993
- 3) 秋山孝正, 佐佐木綱, ファジイ推論と交通行動の記述, 交通工学, Vol. 23, No. 3, pp.21~27, 1988
- 4) 남궁문, 도로운전자의 차간거리 인지실험 및 그 특성, 대한토목학회논문집, Vol. 14, 5권, pp.999~1011, 1994
- 5) D. dubois, H. prade, Possibility Theory, Plenum Pub., 1988
- 6) 田中良久 : 心理論的測量法, 東京大學出版會, pp. 125~144, 1977