

■ 論 文 ■

퍼지추론을 적용한 교통상충기법(TCT) 개발

Development of Traffic Conflict Technique with Fuzzy Reasoning Theory

김 원 철

(한양대학교 첨단도로연구센터 연구원)

이 수 범

(교통개발연구원 연구위원)

남궁 문

(원광대학교 건축·도시·토목환경공학부 부교수)

今田寬典

(日本 吳大學社會情報學部 社會情報學科 教授)

목 차

- I. 서론
- II. TCT 연구고찰
- III. 퍼지추론을 적용한 TCT모형
 - 1. 적용방법론 선정배경
 - 2. 적용방법론 정립
 - 3. 퍼지추론 결과분포
- IV. 사례연구
 - 1. 조사 개요
 - 2. 기존의 상충기법을 이용한 교통상충모형
 - 3. 퍼지추론을 적용한 교통상충모형
- V. 결론 및 향후 연구과제
- 참고문헌

Key Words : 교통상충기법, 인지오차량, 퍼지추론이론, 근사추론구조, 전환계수

요 약

교통상충기법 Traffic Conflict Technique(TCT)은 사고자료가 부족한 경우나 단기간내에 교차로의 안전도를 진단해야 할 경우에 유용하게 사용되는 방법으로 알려져 있다. 상충기법에 사용되는 자료는 조사원에 의해 수집되기 때문에 조사원의 개인적 특성과 지식(Knowledge)정도에 따라 다르게 나타난다. 이와 같은 조사원의 개인적 오차는 그 양이 최소화되어 상충분석 계산과정에서 다루어져야 하지만, 이를 명백하게 최소화하는 방안 에 대한 연구는 활발히 진행되고 있지 못한 실정이다.

이에 본 연구에서는 이러한 조사원 개인의 오차를 최소화하는 방안에 대해 연구를 진행하였다. 이를 위해 퍼지추론이론을 기존의 교통상충모형에 적용하여, 새로운 교통상충모형을 개발하였다. 퍼지추론은 사물에 대한 인간의 인식이 정확하지 않아 발생하는 불확실성을 근사추론구조를 적용함으로써 계산을 객관화할 수 있기 때문에 조사원 개인의 인지 오차량을 최소화 할 수 있는 방법으로 적합하다.

퍼지추론을 적용한 교통상충모형을 개발한 후, 사례연구를 실시한 결과 조사된 상충데이터가 합리적으로 정제되고 그 분산영역이 전체적으로 약 53% 정도 줄었음을 확인할 수 있었으며, 기존의 교통상충모형에 비하여 정도가 약 2배 정도 향상되었음을 전환계수의 비교를 통해 알 수 있었다.

본 연구에서 제시한 방법론은 도로 및 교차로의 안전도 평가, 교통사고 잦은 지점 개선사업 전·후의 효과분석 등에 유용하게 이용될 수 있다.

본 논문은 한국과학기술부, 한국과학재단에서 지원한 첨단도로연구센터의 연구수행 결과이며, 동시에 한국과학재단에 지원한 한·일 국제공동연구(과제번호:20006-313-01-2)의 연구성과임.

I. 서론

교통사고자료가 부족한 경우 도로 및 교차로의 안전도를 평가할 수 있는 방법으로는 교통상충기법(Traffic Conflict Technique)이 있으며, 이는 1970년대부터 선진국에서 연구되어 왔다.

상충(Conflict)이란, "둘 또는 그 이상의 도로이용자들 사이에서 발생하는 상호작용으로써, 사고가 발생하기 전 사고를 피하기 위해 임박해진 상황을 피하기 위한 회피행동"으로 정의된다(Christer Hydén, 1987). 또한, 이러한 사고발생지점에 대하여 안전도를 평가하고 진단하는 기법을 교통상충기법(TCT)이라 한다.

국내에서는 최근에 이르러서야 교통사고 및 교통상충에 대한 관심이 생겨나게 되었으며, 가장 최근에 "상충기법을 이용한 교차로 안전진단에 관한 연구"가 진행된 바 있다.

상충기법에 이용되는 데이터는 조사원들이 직접 현장조사를 실시하여 수집하기 때문에, 이러한 수집과정에서 조사원 개인의 인지차이로 인해 오차가 발생할 수 있다. 현재 상충기법의 실제 적용상에 이러한 조사원 개인의 오차를 최소화하려는 연구가 부각되고 있으나 이를 명백히 최소화할 수 있는 방법론은 아직까지 제시되고 않은 실정이다.

이에, 본 연구에서는 상충조사시 문제가 되는 조사원 개인의 인지 오차량을 최소화하기 위해 최근 국내에서 개발된 상충기법에 퍼지추론이론을 적용하여 새로운 상충기법을 개발하였다. 본 연구에서 제시한 방법론을 이용하면 조사된 상충데이터를 보다 합리적으로 정제할 수 있기 때문에 조사원 개인의 인지량을 최소화할 수 있다. 또한, 사례연구를 통하여 새롭게 개발된 상충기법과 기존의 상충기법을 통해 산출된 전환계수(Conversion Factor)의 비교를 통하여 새 모델의 유용성을 입증하였다.

본 연구에서 개발된 퍼지추론을 적용한 상충기법은 교차로의 안전도 평가 및 교통사고 잦은 지점에 대한 개선사업 전·후의 효과분석 등에 적용할 수 있다.

II. TCT 연구의 고찰

교통상충기법(Traffic Conflict Technique(TCT))에 관한 국외의 연구를 살펴보면, S. R. Perkins &

J. I. Harris는 상업지역내 도로의 접근제어기법(Access Control Technique)을 효과적으로 평가하기 위한 방법으로 TCT 연구를 수행한 바 있고, 영국의 GM에서는 TCT를 적용하여 교차로의 안전도 평가를 실시하였는데 교통사고분석보다 상충분석이 교차로 개선대안 제시에 더 효과적이라는 결론을 도출하였다.

元田良孝 et al.은 도로관리에 있어 TCT의 적용성에 관한 연구를 수행하였는데, 2차선 간선도로에 TCT를 적용한 결과 재현성, 신뢰성, 실용성 등 실용화에 효과가 있다는 것과 단기간내에 도로의 안전도를 평가할 수 있다는 결론을 얻었다. 또한, 牧野 幸幸 et al.은 福井市環狀線에 상충기법을 이용하여 상충기법의 유효성을 확인함과 동시에 안전성 향상에 필요한 대책을 제시한 바 있다.

국내의 연구를 살펴보면, 이수범(1999)은 "상충기법을 이용한 교차로 안전진단에 관한 연구"에서 스웨덴의 상충분석기법을 기반으로 국내에 적용할 수 있도록 상충모형을 개발하였다. 개발된 모형을 상충의 심각한 정도에 따라 그 분포를 4개의 준으로 분류하고 위험순위를 분석하여 교차로의 안전도 평가에 이용할 수 있다는 결론을 도출하였다.

III. 퍼지추론을 적용한 TCT 모형

1. 적용방법론 선정배경

도로 및 교차로의 안전도는 사고자료(Historical Data)를 이용하여 손실정도, 사고율, 사고유형 등을 검토하여 평가할 수 있다. 하지만, 데이터 안정성 문제를 고려한다면 적어도 3년 이상의 축적된 사고자료가 마련되어야 하며, 자료가 충분하지 못한 경우에는 신뢰성이 높지 못한 문제점이 발생한다. 이러한 기간상의 문제점과 신뢰도에 관한 문제를 해결하고 보완할 수 있는 안전도 평가 방법으로는 교통상충기법(Traffic Conflict Technique)이 있다. 이는 교통사고의 발생할 가능성을 분석하는 것으로써, 교통사고 자료가 충분치 못한 경우 및 안전도 평가를 단기간 내에 수행해야 할 경우에 유용하게 사용될 수 있는 방법이다.

상충기법의 적용상에 가장 큰 문제점은 현장 조사시 발생되는 조사원의 개인적 오차이다. 국내·외적으로 이러한 문제를 해결하기 위한 연구가 진행되고는 있

으나, 아직까지 명백한 방법론이 구체화되어 있지 않다.

퍼지추론이론은 사물에 대한 인간의 인식이 애매한 경우, 이를 인정하고 근사추론을 통하여 계산과정에 유연성을 두어 최종적으로 합리적인 결과를 도출해내는 방법이다.

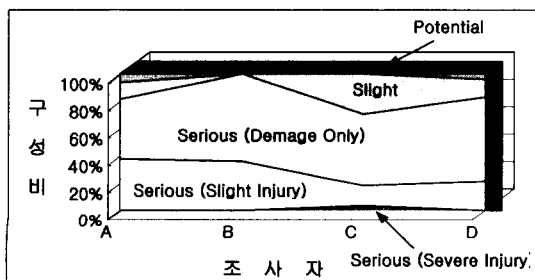
이에 본 연구에서는 국내에서 최근 개발된 상충모형을 기반으로 하여 상충조사시에 발생하는 조사원의 개인적 오차를 최소로 줄일 수 있는 방법으로 퍼지추론을 적용한 상충모형을 개발한다.

2. 적용방법론 정립

1) 퍼지추론이론의 필요성

상충이론에 의해 교통사고건수를 예측하여 도로 및 교차로의 안전도로 평가할 때 사용되는 변수는 차량간 거리(Gap)와 속도(Speed)라는 것을 기존의 연구(이수범, 1999)를 통해서 파악할 수 있다. 이러한 변수들은 조사자들이 상충 상황을 목격할 당시 측정되는 값(Severity 결정)으로써 <그림 1>과 같이 조사자들이 인식한 거리나 속도에 대한 인지분포가 다르기 때문에 동일한 사건을 목격하여도 기록되는 결과값에는 어느 정도 차이가 발생하게 된다.

또한, 상충이 발생하는 현장에는 도로이용자 사이에 존재하는 공간적 요인들이 조사자가 관측하는 속도나 거리에 영향을 미치기 때문에 이러한 요소들까지 고려할 필요가 있다. 모호성에 의하여 발생하는 불확실성은 조사자가 관심대상에 대해 정보가 부족한 상태에서 발생한다. 이러한 불확실성과 관련되는 조사자 개인의 인지척도의 차이, 경험 부족 등은 퍼지 집합을 통하여 표현 가능하다. 따라서, 본 연구에서는 조사자의 인지 오차량을 최소화하는 방법으로 퍼지추론이론을 적용하였다.



<그림 1> Severity에 대한 조사자의 인지분포 비교

2) 퍼지추론모델의 구성

(1) 변수설명

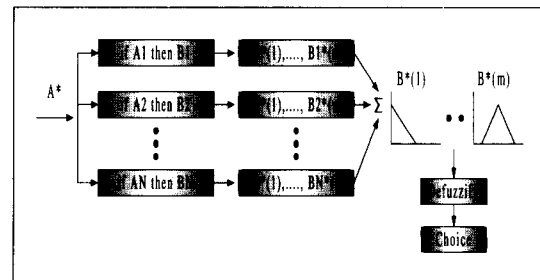
인간은 어떤 대상물에 대해서 자기 다른 감각치를 가지고 있다. 이것은 인간의 지식은 무의식적으로 어떤 대상물에 대해서 학습된 지식척도를 갖고 사고한다는 것을 의미한다. 인간은 이 지식척도에 의해서 판단하게 되며, 행동을 실행에 옮긴다. 본 연구에서는 조사자가 교차로에서 발생하는 상충상황을 조사할 때 직접적으로 받아들이는 정보 즉, 차량간 거리와 차량 속도 그리고 현장에 대한 조사자의 판단 결과인 Severity 결정 계산과정에서 합리적인 결과를 유도하기 위해서 퍼지추론이론을 적용한다.

차량간 거리는 조사자의 조사위치, 날씨, 조사자 개인의 인식척도, 조사자의 공간적 범위 등에 따라 달라지게 되며, 차량속도는 교통량, 밀도, 교통상황, 교통조건, 운전자의 심리상태, 거리에 대한 조사자의 개인 인지량, 조사자의 공간적 범위 등에 따라 변화되는 변수라 할 수 있다. 특히, 이 두 변수에 의해 좌우되는 Severity는 조사자의 지식척도에 의해 조사자마다 다르게 발생한다고 말할 수 있다.

(2) 의사결정과정(Decision Making Process)

<그림 2>는 의사결정과정 추론에 대한 퍼지모델의 구성요소를 도표화한 것이다. 보편적으로 이용되는 퍼지 규칙은 다음과 같이 "IF A_i THEN B_i "로 구성되며 전건부의 A_i 를 가지고 있는 모든 규칙 i 는 입력값 A^* 와 합치하는 부분이 있고 이것을 이용한 결과로 B^* 의 결과가 계산되는 근사추론구조로 구성된다.

근사추론구조는 각 규칙에 대해 현재의 입력값이 규칙에서 요구하는 표준 입력값과 정확하게 맞지 않더라도 이 입력값이 계산되도록 도와주고 근사적인 결과를 유도하게 된다. 여기에서 결과값은 모든 B_i^* 의



<그림 2> 퍼지추론에 의한 의사결정과정

조합에 의하여 만들어지며 최종적으로 모든 규칙의 결과값은 비퍼지화 되어 최종적인 의사결정이 도출된다.

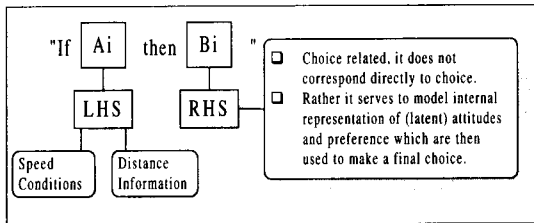
(3) 멤버쉽함수(Membership Function) 작성

의사결정과정의 모델화를 위해 일반적으로 사용되는 규칙인 "IF A_i ; THEN B_i "를 <그림 3>과 같이 설정하였다.

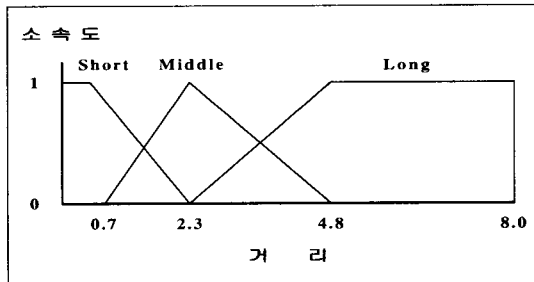
s 개의 언어적 상태(예, Short, Middle, Long)와 n 개의 언어적 상태(Slow, Average, Fast)에 대한 문제에서 조합에 따른 전체 추론규칙의 수는 s^n 이 된다. 여기에서 규칙의 왼쪽(Left Hand Side:LHS)은 A_i 에 의해 정의되고 규칙의 오른쪽(Right Hand Side:RHS)은 B_i 에 의해 정의된다.

모든 입력값과 결과값이 각각 서로 다른 대안 m 사이에 관계가 있을 수 있다는 사실을 고려하기 위해서 다차원의 LHS와 RHS를 사용된다. 하지만 A_i 와 B_i 의 모든 요소 m 이 모든 규칙 i 에 대하여 모두 적용된다고는 판단하지는 않는다. 그 이유는 조사자들이 Severity를 결정할 때 그러한 다차원적인 사상을 고려한다고 생각되지 않기 때문이다.

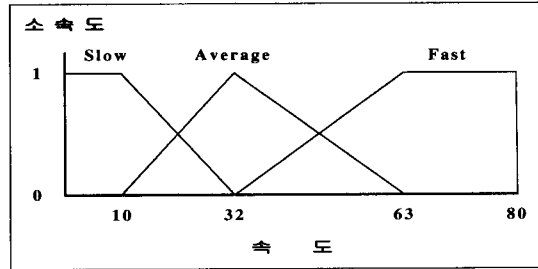
이에 본 연구에서는 규칙의 전건부에 대하여 자동차의 차간거리를 <그림 4>와 같이 $A_1 = \{\text{Short, Middle, Long}\}$ 으로 구성하였고, 자동차의 속도에 대해서는 <그림 5>와 같이 $A_2 = \{\text{Slow, Average, Fast}\}$ 세 가



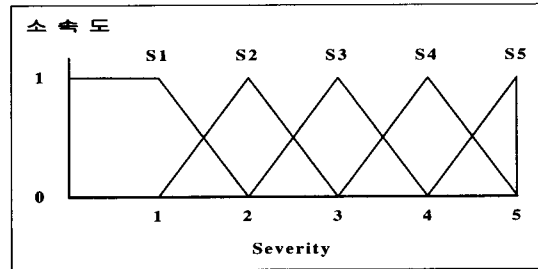
<그림 3> 일반적인 규칙 형태



<그림 4> 차간거리에 대한 멤버십 함수



<그림 5> 자동차 속도에 대한 멤버십 함수



<그림 6> 조사자의 Severity 선택

지의 퍼지집합으로 구성하였다.

또한, 후건부(B_i)는 <그림 6>에 나타난 것처럼 다섯 가지의 퍼지집합으로 구분하였으며, 선택치 1에서 5까지의 범위로 측정되며 선택치 1은 상충상황의 Severity가 아주 높은 상태를 의미하고 S1에서 S5쪽으로 이동할 수록 상충상황의 Severity가 낮아지는 경우를 의미한다.

또한, 상충데이터 조사시 상충상황에 따른 Severity를 아래와 같이 정의하였으며, 이러한 정의는 상충이론에서 도로이용자들 사이에서 발생할 수 있는 여러 가지 Severity를 나타내는 상충상황에 기초한 내용이다. 각 Severity에 대한 Conflict 상황을 구분하면 다음과 같다.

- Severity S1 : Very High Serious Conflict
- Severity S2 : High Serious Conflict
- Severity S3 : Serious Conflict
- Severity S4 : Slight Conflict
- Severity S5 : Potential Conflict

(4) 퍼지규칙(Rules)의 표현

본 연구에서는 단순하고 간단하며 일반적인 상식에 대응되는 규칙을 사용하였다. 즉, "차간거리가 짧고 자동차의 속도가 높으면, Severity는 매우 심각하다(S1)", "자동차의 차간거리가 중간이고 자동차의 속도가 보통이면, Severity는 조금 심각하다(S3)" 등의

〈표 1〉 Severity 선택을 위한 규칙 Matrix 표현

거리 \ 속도	Fast	Average	Slow
Short	S1	S2	S3
Middle	S2	S3	S4
Long	S3	S4	S5

Severity 선택에 대한 모델의 규칙(Rules)을 〈표 1〉과 같이 작성하였다.

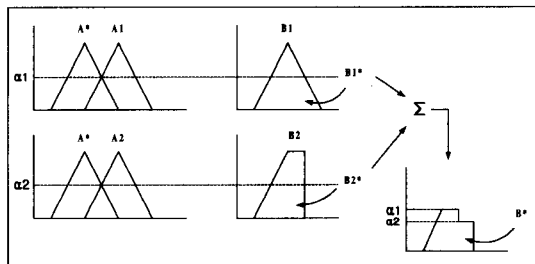
(5) 규칙의 조합(Aggregation)

N개의 규칙을 가진 퍼지집합에서 일반적으로 A*는 전제조건 A_i와 α 만큼 겹치는 부분이 있고 그 결과 B_i* 값이 도출된다. 또한, 최종값 B*는 모든 B_i*의 조합에 의해 만들어지는데 B_i* 조합은 고려하는 문제의 성질과 해석을 반영할 수 있어야 한다. 또한, 모든 규칙들은 가중치 없이 적용되며 입력변수의 값에 의하여 규칙은 하나이나 그 이상으로 적용된다.

본 연구에서 B*의 소속함수는 아래의 식(1)과 같이 주어지며 〈그림 7〉에는 2가지 규칙에 대하여 적용한 예를 나타내었다.

$$\mu_{B^*}(y) = \max_{1 \leq i \leq N} \mu_{B_i^*}(y), \quad \forall y \quad (1)$$

〈그림 7〉에서 B*의 소속함수는 모든 μ_{B_i*} 합 of the 바깥쪽 외곽선에 의해 나타나 있다.



〈그림 7〉 2개의 규칙을 적용한 퍼지추론의 예

(6) 비퍼지화(Defuzzification)

초기에 언어적으로 표현되었던 퍼지항목에 대한 결론은 실수(Real Value)로 표현되는 결과값으로 비퍼지화된다. 퍼지집합 B*의 비퍼지화를 위해 가장 빈번히 사용되는 비퍼지화 방법은 중심법(Center of Area Method)이며 식(2)와 같고 본 연구의 비퍼지화 방법으로 사용하였다.

$$Z_0 = \frac{\int y \mu_{B^*}(y) dy}{\int \mu_{B^*}(y) dy} \quad (2)$$

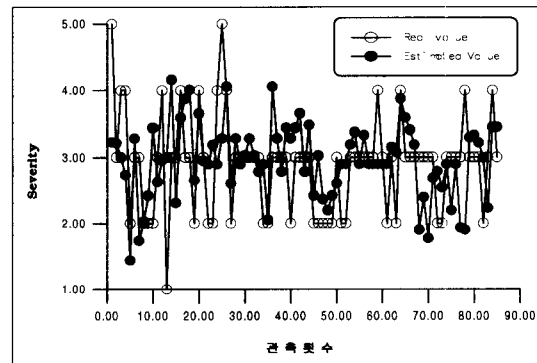
이외에도 멤버십 값이 가장 높은 점들의 중간값을 취하는 방법(Mean of Maximum Method), 가능성 분포가 가장 높은 점을 찾는 방법(Max Criterion Method) 등이 있다.

3. 퍼지추론 결과분포

퍼지추론을 이용하여 모델의 분석을 행한 결과, 실제 데이터와 추론에 의한 결과 데이터의 분산정도는 〈그림 8〉과 같다.

〈그림 8〉에서 관측횟수는 조사대상 7개 교차로에서 조사된 상충건수 전체를 의미한다.

Real Value는 조사자들이 현장에서 상충을 목격할 당시 기록한 Severity의 값이고, Estimated Value는 입력항으로는 차간거리와 차량속도, 출력항으로는 Severity로 구성된 퍼지추론의 추론결과를 의미한다. 추론 결과를 도출하기 위해 Mamdani의 Min-Max-중심법을 이용하였으며, 각 변수에 대한 멤버십함수의 범위와 중복도는 각 데이터의 평균값과 50% 중복도를 사용하였다.



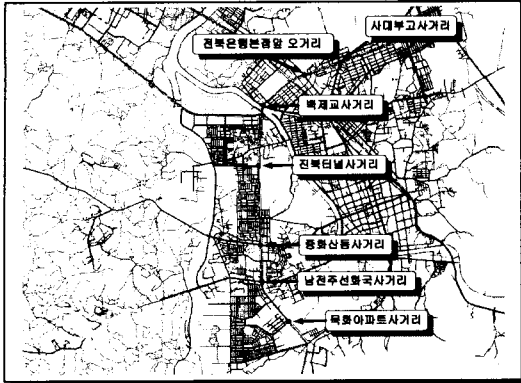
〈그림 8〉 퍼지추론 결과분포

IV. 사례연구

1. 조사 개요

1) 조사범위 및 방법

사례연구를 위한 연구대상지로는 전주시 백제로 축



〈그림 9〉 연구대상 지역도와 연구대상 교차로

상에 위치한 7지점 신호교차로를 분석대상으로 삼았으며, 연구대상 지역도와 연구대상 교차로를 〈그림 9〉에 나타내었다. 특히, 이들 교차로는 기하구조나 차선수, 신호주기율, 교통운영 방식, 규제속도 등이 비슷한 교차로로 구성되었다.

상충조사는 2000년 3월 27~31일 총 5일 동안 오전첨두시(07:00~10:00) 3시간과 오후첨두시(17:00~20:00) 3시간으로 일일 총 6시간 동안 조사를 실시하였다. 조사방법은 훈련받은 조사원들이 조사대상 교차로 현장에서 상충이 발생하는 차량에 대하여 차량거리와 차량속도를 직접 조사하였으며 한 교차로에 4명씩의 조사원을 배치하였다.

2) 데이터 분석

본 연구에서는 데이터 분석을 위해서, 1998년과 1999년인 2년 동안에 상충조사지점과 동일한 7개 교차로에서 발생한 교통사고자료와 2000년 3월에 조사된 상충자료를 이용하였다. 상충과 사고에 영향을 미치는 다양한 요인들 중에서 단계별 변수추출법(Stepwise Method)을 통하여 다음과 같은 발생위치와 도로이용자변수를 주요변수로 추출하였다.

전체 238건의 사고데이터와 85건의 상충데이터가 분석되었고 상충과 사고의 발생위치에 따라, 사고데이터에 대해서는 교차로내의 경우가 107건, 그외(유입부, 유출부, 기타지역)에 대한 경우가 131건이었으며, 상충데이터에 대해서는 교차로내의 경우가 12건, 그외의 경우가 73건으로 분석되었다. 또한, 도로이용

자변수에 있어서, 사고데이터에 대해서는 자동차-자동차의 경우가 210건, 자동차-보행자에 대한 사고건수가 28건이었고, 상충데이터에 대해서는 자동차-자동차의 경우가 78건, 자동차-보행자에 대한 상충건수가 7건으로 분석되었다.

2. 기존의 상충기법을 이용한 교통상충모형

1) 기존의 상충기법을 이용한 교통상충모형

본 연구에서 제안한 퍼지추론을 적용한 교통상충모형의 유용성을 비교하기 위해, 국내에서 가장 진보적으로 연구된(이수범, 1999) 상충기법을 이용하여 교통사고건수예측모형을 구축하고 전환계수(π)를 구하였다.

실제 사고로 연결되는 상충은 심각한 상충의 일부 분이며, 분석에 필요한 상충은 그 심각도가 높은 것들이기 때문에 조사된 상충을 심각도에 따라 분류할 필요가 있다. 이러한 상충의 분류방법은 식(3)을 이용하여 각각의 상충상황에 따른 TA 값을 구한후, 그 계산된 결과를 이용하여 TA_{min} 모형에 적용함으로써 그 분포를 파악할 수 있다.

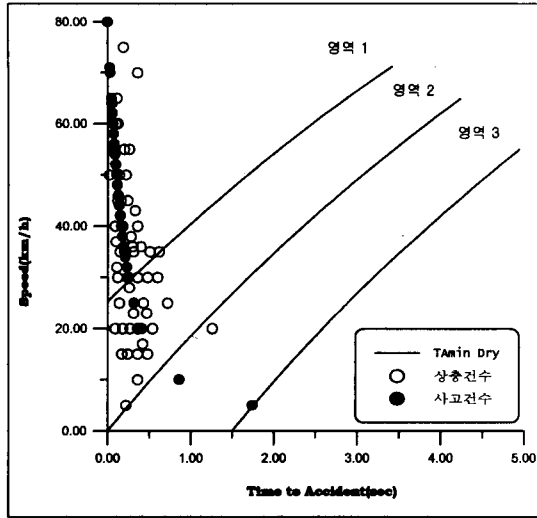
$$TA = \frac{s}{v} \quad (3)$$

여기서,

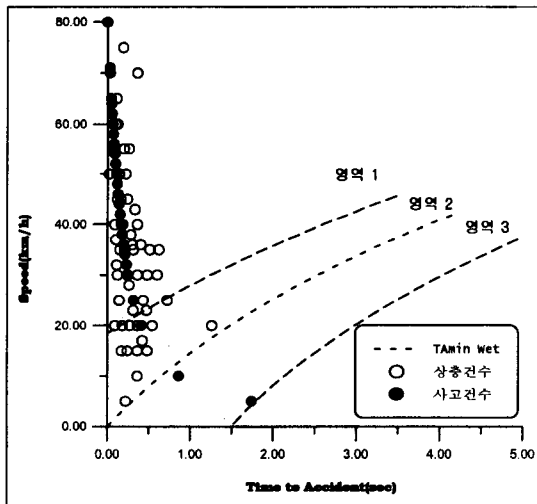
- s : 사고를 피하기 위한 행동을 취하는 지점에서 상충지점까지의 거리(m)
- v : 사고를 피하기 위한 행동을 취한 지점에서의 차량속도(km/h)

위험한 상황에서 운전자가 위험을 피하기 위한 행동을 취할 후 있는 최소시간인 $TA_{min}^{1)}$ 만을 이용하여 상충의 심각도를 결정할 때에는 그 범위가 너무 커서 오차가 크게 발생할 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하고 실제 현장에서 사용할 수 있는 교통상충모형을 만들기 위해서 Johannson & Rumar가 연구한 운전자들이 정상적인 상태에서 1.5초 정도의 인지-반응시간을 나타낸다는 연구결과를 토대로 상충권역을

1) 심각한 상충과 심각하지 않은 상충을 구분할 수 있는 기준값을 의미하며, 이는 운전자가 사고를 일으키지 않기 위해서 회피하기 위한 최소한의 시간을 고려한 값으로 정의된다(Christer Hydén, 1987).



〈그림 10〉 기존의 교통상충모형(도로표면:건조)



〈그림 11〉 기존의 교통상충모형(도로표면:습윤)

〈그림 10〉, 〈그림 11〉과 같이 영역 I, 영역 II, 영역 III으로 세분화하여 총괄적인 모형을 구축하였다.

이러한 영역별 분류는 교차로상의 위험순위를 결정할 수 있는 하나의 평가법으로 활용될 수 있으며, 교통사고는 도로표면 상태와 높은 상관성이 있기 때문에 모델 구축시 〈그림 10〉과 〈그림 11〉과 같이 영역별·노면상태별로 분류하였다.

2) 전환계수(Conversion Factor: π) 산출

〈표 2〉는 연구 대상지역에 대하여 Severity Zone

〈표 2〉 기존의 교통상충모형의 전환계수 산출 결과

	건조시	습윤시
영역 I	0.001325	0.001240
영역 II	0.000240	0.000254
영역 III	0.002740	-

별에 따른 전환계수를 산출한 결과이며 결과적으로 영역 I > 영역 II, 영역 III이 산출되었는데, 이는 영역 I에 존재하는 상충과 사고의 관련성이 그 외의 영역보다 높다는 것을 의미한다.

$$AN = CN \times \frac{24}{H} \times 365 \times 2 \times \pi \quad (4)$$

$$\pi = \frac{AN}{CN} \times \frac{H}{24} \times \frac{1}{365 \times 2} \quad (5)$$

여기서,

AN : 사고건수(Number/Year)

CN : 상충건수(Number/Time)

H : 총 상충 조사시간(Time)

π : 전환계수(Conversion Factor)

2 : 사고데이터의 기록기간(Year)

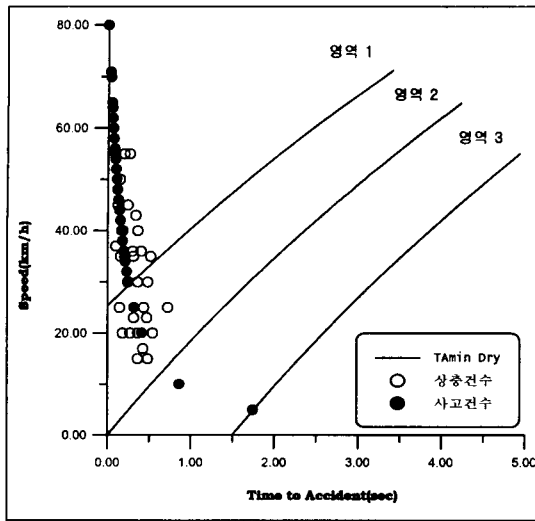
3. 퍼지추론을 적용한 교통상충모형

1) 퍼지추론을 적용한 교통상충모형

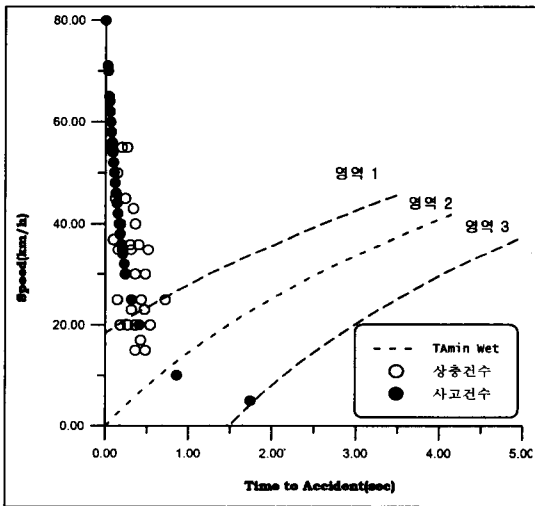
퍼지추론의 적용은 상충조사시 발생하는 조사원 개인의 인지량을 최소화하기 위함이다. 〈그림 12〉와 〈그림 13〉은 퍼지추론을 적용하여 교통사고건수에 측을 위한 교통상충모형을 구축한 것이다.

이를 위해 기존의 사고데이터와 상충데이터를 비교하기 위한 영역을 존별로 설정하여 분석대상으로 삼았다.

조사자들간의 인지분포량 차이를 줄이기 위하여 퍼지추론이론을 적용하여 조사된 상충데이터를 정제 한 결과를 영역별로 살펴보면 〈표 3〉과 같다. 전체적으로는 상충건수의 개수가 85개에서 45개로 감소되어 조사된 상충데이터의 분산도가 약 53%정도 감소되었음을 〈그림 12〉와 〈그림 13〉을 통해 알 수 있다.



〈그림 12〉 퍼지추론을 적용한 교통상충모형(도로표면:건조)



〈그림 13〉 퍼지추론을 적용한 교통상충모형(도로표면:습윤)

〈표 3〉 퍼지추론적용에 따른 상충건수의 감소율(영역별 비교)

	건조시		습윤시	
	상충건수	감소율	상충건수	감소율
영역 I	45(전)~15(후)	67%	61(전)~29(후)	53%
영역 II	39(전)~30(후)	23%	24(전)~16(후)	33%
영역 III	1(전)~0(후)	100%	0(전)~0(후)	0

주) (전): 퍼지추론이론 적용 전, (후): 퍼지추론이론 적용 후

2) 전환계수(Conversion Factor: π) 산출

구축된 모형에서 사고건수와 상충건수의 분포 및

〈표 4〉 퍼지추론을 적용한 교통상충모형의 전환계수 산출 결과

	건조시	습윤시
영역 I	0.003038	0.002320
영역 II	0.000327	0.000489

비교를 통하여 각 영역별에 해당하는 새로운 전환계수(Conversion Factor) 값을 산출하였다.

〈표 4〉는 퍼지추론을 적용하여 조사된 상충데이터를 정제한 후 식(4)와 식(5)를 이용하여 전환계수를 산출한 것이다.

기존의 교통상충모형에 비해 퍼지추론을 적용한 결과 기존의 상충모형에 비해 그 정도가 약 2배 정도 증가하였음을 알 수 있다.

이와 같이 기존의 교통상충모형에 퍼지추론이론을 적용한 결과는 조사된 상충 데이터가 합리적으로 정제되었다는 것을 의미함과 동시에 퍼지이론의 적용이 유용하다는 것을 의미하는 것으로 판단된다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 도로의 안전도 평가를 위해 사용되는 상충기법의 문제점인 조사자의 오차를 최소화하는 방법을 체계화하기 위해서, 최근 국내에서 개발된 교통상충기법에 퍼지추론이론을 적용하여 조사자의 오차 영역을 감소시키고, 퍼지추론이론을 적용한 새로운 상충모형을 구축하였다.

기존의 교통상충모형에 퍼지추론이론을 적용하기 위해서 상충의 심각도를 1~5의 범위로 구분하여 현장 조사를 수행하였고, 이때 획득된 상충데이터를 사고데이터와 비교함으로써 사고건수와 상충건수의 상관성을 전환계수(Conversion Factor) 값으로 도출하였다.

본 연구를 통하여 고찰된 연구결과와 향후 연구과제는 다음과 같다.

1. 퍼지추론이론을 적용할 경우에는 조사된 상충데이터를 보다 체계적이고 합리적으로 정제할 수 있기 때문에 조사된 상충데이터 집합을 새롭게 정의할 수 있고 조사자들의 인지량 오차 범위를 줄일 수 있음을 알 수 있었다.

2. 퍼지추론이론을 적용하여 교통사고건수에측모형을 구축한 결과, 영역별로 구해진 모형의 전환계수값은 상충이론에 의해 도출된 값과 상대적으로 차이는 있지만, 상충이론에 의한 방법에서 보았던 것처럼 영역 I > 영역 II와 같은 결과를 얻었다. 이와 같은 결과는 영역 I이 영역 II보다는 사고와 상충의 연관성이 크다는 것을 보여주며, 이러한 영역별 분류법은 교차로의 위험순위를 결정할 수 있는 하나의 수단으로 이용될 수 있다.
3. 퍼지추론이론을 적용한 교통상충모형을 실제 도로 및 교차로 안전도 평가에 활용한다면, 조사원마다의 개인차를 줄일 수 있기 때문에 훈련받은 조사원이면 누구나 상충조사와 실제 적용에 활용이 가능하다.

향후에는, 구축된 모형을 범용적으로 활용할 수 있도록 하기 위하여 다음과 같은 조건에 대하여 검정과 연구가 필요하다.

1. 다양한 조사지점에 대한 상충조사 및 사고자료 확보를 통한 모형의 활용성 검토
2. 도로구간에 대한 적용성 검토
3. 조사자의 주관적 인지를 최소화하는 방안으로써 뉴럴네트워크의 적용성 검토
4. 주간 및 야간 조사시 계측 자동화에 대한 검토

참고문헌

1. 김원철(2001), "교차로안전진단수법에 관한 연구", 원광대학교 석사학위논문.
2. 남궁문(1991), "都市幹線道路の交通流特性解析へのフアジイ理論と知識工學の適用に関する研究", Hiroshima University.
3. 이수범, 강인숙(1999), "상충기법을 이용한 교차로 안전진단에 관한 연구", 대한교통학회지, 제17권 제4호, pp.9~17.
4. Christer Hydén(1987), "The development of a method for traffic safety evaluation : The Swedish Traffic Conflicts Technique," SWEDEN.
5. Papacostas(1987), "C. S. Fundamentals of Transportation Engineering," Prentice Hall, Inc.
6. S. R. Rerkins and J. I. Harris(1986), "Traffic Conflict Characteristics Accident Potential at Intersections," HIGHWAY RESEARCH RECORD Number 225, Traffic Safety and Accident Research 6 Reports.
7. 牧野 英幸 他2名(平成 3年 9月), "福井市環狀線における交通錯綜分析", 土木學會第46回年次學術講演會.
8. 元田 良孝 他3名(1992), "道路管理への錯綜手法の適用について", 土木學會論文集, No. 440/IV-16, pp.101~108.

✉ 주 작 성 자 : 김원철

✉ 논문투고일 : 2001. 2. 23

논문심사일 : 2001. 5. 25 (1차)

2001. 7. 3 (2차)

2001. 10. 4 (3차)

2002. 1. 14 (4차)

심사관정일 : 2002. 1. 14