

# USN기반 교차로 안전 서비스제공을 위한 비신호 교차로에서의 운전자 행태 기본조사 및 분석

Analysis of Drivers' Behavior at Unsignalized Intersection

이 정 우

장 정 아

(아주대학교, 건설교통공학과, 석사과정) (한국전자통신연구원, USN 연구단, 연구원)

최 기 주

(아주대학교, 환경건설교통공학부, 교수)

## 목 차

### I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2. 연구의 범위 및 방법

### II. 관련문헌 고찰

1. 비신호 교차로 주요연구 현황

2. gap acceptance

3. critical gap

### III. 조사결과 분석

1. 변수별 수락간격 통계적 검증

2. Critical gap

3. Critical gap과 교통량의 관계

### IV. 결론 및 향후과제

참고문헌

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

최근 우리나라를 비롯한 미국, 유럽, 일본 등 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술 개발 및 응용 분야의 폭이 다양화 되는 것과 발맞추어 USN 교통서비스에 대한 관심이 고조되고 있다. 교통분야에서의 USN 적용은 도로를 이용하는 통행자의 이용행태에 영향을 주게 된다. 즉, 우리나라 교통 환경에 중요한 영향을 끼치게 됨에 따라 기존의 다양한 검지 센서 기술에 변화 및 융합이 이루어 질 것으로 예상된다.

현재 활발하게 진행 중인 USN 수집센서를 교통부문의 안전서비스에 응용을 하기위해서도 개발시에 운전자행태분석및 교통공학적인 측면에서의 여러 가지 고려사항이 전제되어야 한다. 예를 들어, USN 센서를 도로에 매설, 수집된 차량 검

지 데이터를 기반으로 차량의 움직임을 제어하고자 하는 비신호교차로에서의 AWSC (All-Way Stop Control) 서비스를 제공하고자 할 경우, USN 센서의 수집특성과 교통공학적 특성을 적절히 고려하여 설계 한다면 운전자의 행태를 반영한 서비스로 보다 효율적인 서비스가 될 것이다. 하지만, 비신호교차로에서 어떠한 교통공학적 특성이 일반화되어 적절한 특성을 도출하는 것은 쉽지 않다. 이는 차량의 행태적 특성이 우리나라에 적합하게 조사되어 제시된 사례가 많지 않으며, 제시된 경우라고 할지라도 기존의 도로의 효율성 분석이나 도로설계를 위해 조사되고 분석된 경우가 대부분이다.

이에 본 연구에서는 수원시를 대상으로 무제어 비신호교차로를 선정하여 차량의 행태적 특성 및 gap을 조사하여 운전자의 행태적 특성을 파악하고자 함은 물론 이를 기반으로 USN기반 안전서비스의 제공을 위한 기본조사및 분석을 목적으로 한다.

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장 동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음.

[ITA-A1100-0702-0021,USN인프라기반 텔레매틱스 응용 서비스 기술개발]

## 2. 연구의 범위 및 방법

### 1) 연구의 범위

본 논문에서는 실험지역을 위해서 서수원 지역 비신호교차로 3지, 4지 교차로 각 5개 중 조사 조건을 가장 충족하는 지점 각 1개 교차로를 선택하였으며, 지점선정을 위한 조건은 다음과 같다.

- ① 교차로 신호운영 조건상 비신호 교차로일 것 (교통량이 높을 경우 자연스럽게 신호교차로 설치 지점이 되기 때문에 따라 적정 수준의 교통량 필요)
- ② 주도로 / 부도로의 구분이 없는 즉, 한 방향의 도로에 우선권이 주어지지 않은 곳
- ③ 인접교차로로부터 영향을 받지 않는 독립 교차로일 것
- ④ 도로의 위계는 국지도로보다 높은 집산도로 이상이 될 것

위의 조건에 따라 수원시 권선구 당수동 인근으로 각각 5개씩 조사하여 3지 교차로의 경우, 삼정 2차 앞 3지 교차로로 선택하였으며, 4지 교차로의 경우, 한라아파트 앞 4지 교차로로 선택하였으며, 조사시간대는 차량의 많을 것으로 판단되는 오후 5시부터 7시까지로 설정하였다

### 2) 연구의 방법

운전자 행태분석을 위해서 연구방법을 크게 3가지로 설정하였다. 첫째, 앞서 선정한 무제어 비신호 교차로에서 개별운전자의 gap 및 수용여부, 운전자의 성별, 연령, 차종, 차량 정지시간, 동승자 여부를 조사한 후 각 개별변수를 이용하여 수락간격에 차이가 있는지를 통계적으로 분석한다. 둘째, 수락간격과 거절간격의 상대빈도수를 이용하여 임계 간격을 도출한다. 마지막으로 유입교통량과 임계간격과의 관계를 시뮬레이션을 이용하여 교차로 유입교통량 변화에 따른 임계간격의 관계를 도출하고자 한다.

## II. 관련문헌 고찰

### 1. 비신호교차로 주요 연구현황

비신호 교차로에 대한 연구는 해외의 경우, gap acceptance을 기반으로 한 교차로 길이 모형 연구(Douglas W. Harwooda 등, 1999)와 운전자, 차량, 교통조건을 이용하여 비신호 교차로의 부도로에 있는 차량의 공격적인 정도 확률함수모형화 연구(Isam A. Kaysi 등, 2006)와 비신호 교차로에서 좌회전 차량의 대항 교통류에 대한 의사결정 및 수락간격에 대한 연구(Delphine Cody 등, 2007) 등이 있으며, 우리나라의 비신호 교차로에 대한 연구는 2000년대 용량산정을 위한 비신호 조사 분석 연구를 제외하고는 많은 연구가 진행되지 않았다.

### 2. gap acceptance

기존의 교통흐름에 진입하거나 교차하게 되는 운전자는 충돌 가능 차량과 자신과의 공간을 충분히 확인하게 된다. 한 지점에서 보았을 때 앞 차량의 뒷부분이 통과한 시점에서 뒷 차량의 앞부분이 지나가기까지의 시간을 gap 이라고 하고, 임계간격은 운전자가 진입하거나 횡단하기 위해서 요구되는 연속적 차량의 최소시간을 의미하게 된다. 통상적으로 gap acceptance 상황은 다음과 같이 5가지 상황이 있다.

- ① 비제어상황, 상대교통량을 지나게 되는 좌회전
- ② 비제어상황(비보호녹색), 상대교통량을 지나게 되는 좌회전
- ③ 정지나 양보 교차로에서, 좌회전
- ④ 정지나 양보교차로에서, 직진
- ⑤ 정지나 양보교차로에서의 회전류

gap acceptance theory는 일반적으로 운전자가 특정한 크기나 시간동안의 gap을 이용할 수 있는 범위를 분석하는 것이다. 부도로의 모든 운전자들이 유사한 위치에서 수용하는 최소의 gap을 임계간격이라 한다. 또한, 대기행렬이 있는 부도로의 차량들이 주도로의 차량간 gap이 굉장히 길 경우, 그 gap 사이를 통과한 부도로의 차량간의 평균 headway를 추종시간(follow-up time)이라고 한다. 이러한 임계간격과 follow-up time은 gap acceptance의 변수가 되면, 이 변수들은 속도에 영향을 받는다.

각 개인의 임계간격은 거절간격의 최대값보다

크고, 수락간격값보다 작다. 만약에 수락간격이 거절간격의 최대치보다 작은 경우는 그 운전자가 부주의하다(inattentive)고 간주한다.

### 3. 임계간격

#### 1) Manual of Transportation Engineering Studies (Institute of transportation engineers, 1994)

여기에서 제시하는 방법은 임계간격에 따른 차량의 분포를 구하는 방법인데, 개별차량에 대해서 수락간격의 차량수와 거절간격의 차량수를 gap size 별로 기록한다. 열 제목은 임계간격을 사용하고, 행 제목은 수락간격을 하는 표를 작성하여 임계간격에 따른 발생비율을 기록한다.

<표 1> 임계간격 분포도 작성 예

gap size	임계간격				
	0	2	4	6	8
1		-	-	-	-
3			-	-	-
5				-	-
7					-
9					

그 다음으로 각 임계간격에 따른 발생비율에 따라 조사된 차량수에 따라 빈도수를 구한다.

#### 2) Traffic flow theory (TRB, 1999)

여기서 제시하는 Regression 방법은 대기행렬이 있는 부도로에서 주도로의 특정한 gap size를 주었을 때, 부도로에서 통과한 차량의 대수를 관측한다. 차량대수별로 관측된 gap의 평균을 구한 후 평균 gap과 차량통과대수를 그래프로 표현하는데, 기존에 주어진 추종시간( $t_f$ )과 그래프 회귀식의 x절편( $t_0$ )를 이용하여 임계간격( $t_c$ )을 구한다. 관계식은 다음과 같다.

$$t_c = t_0 + t_f/2$$

#### 3) HCM (TRB, 2000)

다음 <표 2>은 미국의 HCM에서 제시하고 있는 TWSC 교차로에서의 임계간격 값이다.

<표 2> 기본 임계간격 & 추종시간

교통류	임계간격(초) ( $t_{c,base}$ )		추종시간(초) ( $t_{f,base}$ )
	주도로 2차로	주도로 4차로	
주도로에서의 좌회전	4.1	4.1	2.2
부도로에서의 우회전	6.2	6.9	3.3
주도로에서의 직진	6.5	6.5	4.0
부도로에서의 좌회전	7.1	7.5	3.5

출처: 미국 HCM (TRB, 2000)

또한, 임계간격 산정식을 다음과 같이 제시하고 있는데, 위에서 제시한 기본 임계간격과 중차량 비율, 경사에 따른 변수를 추가하여 산정하도록 제시하고 있다.

$$t_{c,x} = t_{c,base} + t_{c,HV}P_{HV} + t_{c,G}G - t_{c,T} - t_{\beta,LT}$$

여기서,

$t_{c,x}$ : x 교통류의 임계간격 (초)

$t_{c,base}$ : <표 1>에서의 기본 임계간격 (초)

$t_{c,HV}$ : 중차량 보정계수 (주도로 2차로의 경우는 1.0, 4차로의 경우는 2.0) (초)

$P_{HV}$ : 부도로 교통류의 중차량 비율

$t_{c,G}$ : 경사보정계수 (부도로에서의 우회전은 0.1, 부도로에서의 좌회전과, 주도로 직진은 0.2)(초)

$G$ : 경사 (%값을 100으로 나눈 값)

$t_{c,T}$ : 단계 보정계수 (gap acceptance process는 2단계로 구성되어 있음)

$t_{\beta,LT}$ : 교차로 기하구조 보정계수 (3지 교차로에서의 부도로 좌회전은 0.7, 그 외는 0)

## III. 조사결과 분석

### 1. 조사지역 교차로 특성 분석

변수별 수락간격의 통계적 검증, 유입교통량과 임계간격과의 관계를 분석하기에 앞서 다음과 같은 특성을 조사하였다.

1) 주도로/ 부도로 구분이 없음

먼저, 모든 접근로의 도로위계가 같았으며, 축별 교통량의 합이 남북의 시간당 교통량(대)의 합이 333대/시, 동서의 시간당 교통량(대)는 271대/시로 나타났다.

2) 신호설치규정에 해당하지 않는 교차로

교통안전시설실무편람 (교통안전관리공단, 2000)에서 제시한 신호기 설치 최소교통량은 다음 <표 3>과 같다.

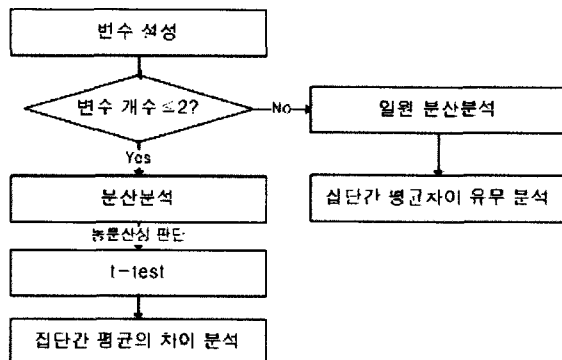
<표 3> 주/부도로에 따른 신호설치 최소교통량

전급로 차선수		주도로교통량 (대/시간)	부도로교통량 (대/시간)
주도로	부도로		
1	1	500	150
2이상	1	600	150
2이상	2이상	600	200
1	2이상	500	200

앞서 설명한 것처럼 주/부도로의 명확하지도 않지만, 시간당 교통량(대)의 경우도 제시한 최소기준을 넘지 않으므로 각 접근로별 구분이 없다고 가정하여 분석을 실시하도록 한다.

2. 변수별 수락간격의 통계적 검증

변수별 수락간격 분석은 다음 <그림 1>과 같은 과정으로 분석한다.



<그림 1> 분석 과정도

조사항목으로 설정된 변수인 교통류(좌/우회전, 직진), 성별(남/여), 동승자 유무, 연령(40대 이상/이하), 차종(승용차, 비승용차)에 대하여 수락간격을 각 변수별로 분석한 결과는 다음

<표 4>와 같다. (여기서 교통류를 제외하고는 모두 분산분석을 실시하여 모집단의 분산이 같은지 여부를 판단한 후 t-test 실시)

<표 4> 변수별 통계분석 결과

변수		평균 (초)	분산 (초 <sup>2</sup> )	관측수 (개)	t값 (F값)
교통류	직	6.03	31.49	60	(3.41')
	좌	9.07	71.74	120	
	우	7.66	30.23	29	
성별	여	8.19	91.07	58	0.19
	남	7.93	42.80	151	(2.13')
동승자	없음	8.21	60.97	150	0.71
	있음	7.46	43.18	59	(1.41'')
연령	40 ↑	9.39	79.11	88	2.18'
	40 ↓	6.99	36.99	121	(2.14')
차종	승용차	8.04	56.29	173	0.17
	비승용차	7.81	55.13	36	(1.02)

주1) \*:  $p(T \leq t) \leq 0.05$  혹은  $p(F \leq f) \leq 0.05$

\*\* :  $p(T \leq t) \leq 0.1$  혹은  $p(F \leq f) \leq 0.1$

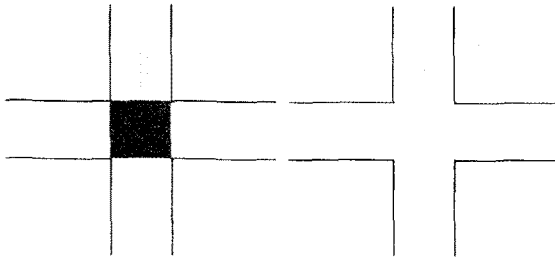
† :  $p(T \leq t) \leq 0.2$  혹은  $p(F \leq f) \leq 0.2$

주2) 유의수준 5%, 양측검증

위의 값을 통해서 알 수 있듯이 교통류 변수에 대해서는 직진, 좌회전, 우회전에 확실한 차이가 있음을 알 수 있으며, 또한 연령이 40대 이상인 운전자의 gap이 더 큼을 알 수 있다. 이와는 반대로 여성과 남성 수락간격의 차이 없는 것으로 나타났는데, 성별을 변수로 설정했던 이유인 공격적 성향의 차이로 운전행태도 다르게 나타날 것으로 생각했으나 운전자의 성별과는 관계없이 비신호교차로에서 운전자가 느끼는 논리적 교차로<sup>2)</sup>는 성별에 인한 영향을 받지 않는 것으로 판단된다. 동승자 또한 gap의 차이가 있기 위해서는 동승자에 대한 명확한 정의가 필요할 것으로 판단된다. 예를 들어, 동승자가 매일 통행(출퇴근 등)을 같이 해오던 탑승자라면, 동승자유무가 운전자 행태에 많은 영향을 미치지 않을 수 있다. 이는 앞서 설명한 조사지점과 시간대를 감안한다면 더욱 근거있다고 판단된다. 하지만, 동승자가 매일 같은 통행을 해오던 동승자인지 판단하기 위해서는 설문조사를 실시하여야 하는데, 통행하는 차량에 대해서 설문조사를 실시하는 것은 대기행렬 및 지체발

2) 이는 가상의 교차로로 실제 정지선보다 교차로 안 쪽으로 들어와 있는 사각형 형태를 말함 (그림 3)

생 등으로 수락간격에 영향을 미치는 문제점을 가지고 있기에 동승자 기준을 찾는 것은 현실적으로 어렵다고 판단된다. 차종 구분은 승용차, 버스, 트럭에 대해서 실질적으로 큰 차이가 없을 것으로 판단된다. 이 변수를 설정하였던 가장 큰 이유는 차량재원에 따른 가속도에 차이에 초점을 맞췄다. 하지만, 수락간격의 특성을 비디오로 분석해본 결과, 운전자가 느끼는 논리교차로의 거리는 그다지 크지 않으므로 승용차, 비승용차 구분이 없는 비슷한 가속도를 가짐을 육안으로 확인했다.



<그림 2> 물리교차로 <그림 3> 논리교차로

성별과는 다르게 연령대별로 차이가 보이는 이유는 40대 이상의 연령대는 사고에 대한 인식의 차이로 판단되며, 연령대가 높은 차량의 정지시간대를 확인하여 논리교차로가 작더라도 방어운전을 하는 것을 비디오 분석을 통해서 확인할 수 있었다.

### 3. 임계간격 도출

#### 1) 기존 방법의 문제점

먼저, Traffic flow theory의 연구에서는 특정 gap size에 대한 대기행렬이 있는 부도로의 차량의 통과한 차량 대수를 고려하였으며, 이는 주도로/ 부도로가 구분이 없는 비신호 교차로에서는 분석이 불가능할 것으로 판단되며, gap size가 크다고 하여도 대기행렬의 차량이 많지 않을 경우, 분석시 오류가 발생할 수 있다.

Manual of Transportation Engineering Studies에서 제시하는 방법론에서는 수락간격과 거절간격의 차량수를 더한 값으로 배분한다는 점에서 문제가 있다. 이는 예를 들어서 설명하겠다. 다음 <표 6>과 같이 gap이 조사가 되었을 때, 임계간격의 분포를 구하고자 한다고 하자.

<표 6> gap size에 따른 수락간격과 거절간격 차량수

gap size	1	3	5	7	total
# of 수락간격	0	5	4	10	19
# of 거절간격	60	45	56	20	181
합계	60	50	60	30	200

이를 앞서 문헌고찰에서 설명한 방법에 따라 단계별 분석을 했을 경우, 다음과 같이 된다.

#### ① 임계간격에 따른 수락간격 분포비율 구함

<표 7> 임계간격에 따른 수락간격 분포비율

gap size	임계간격				total
	0	2	4	6	
1	30				
3	25				
5	30				
7	15				
total (%)	100				

② 임계간격이 0인 수락간격을 구한 방법대로 임계간격이 2에서 6까지의 분포비율을 구한다. 예를 들어, 임계간격이 2인 차량의 비율은 임계간격이 0인 비율에서 gap size가 1인 비율을 뺀 나머지 비율의 상대 비율이다. (임계간격 < 수락간격이므로)

<표 8> 임계간격에 따른 수락간격 분포비율

gap size	임계간격			
	0	2	4	6
1	30			
3	25	35.7		
5	30	42.9	66.7	
7	15	21.4	33.3	100
total (%)	100	100	100	100

③ 임계간격이 2이면서 gap size가 3인 차량은 5대이므로 임계간격이 2의 총 대수는  $5 \times \frac{100}{35.7} = 14$ 이다. 14대를 다시 비율에 따라 나누게 되면 다음과 같은 분포를 가지게 된다.

<표 9> 임계간격에 따른 수락간격 분포

gap size	임계간격				total
	0	2	4	6	
1					
3		5			
5		6	(-2)		
7		3			
total (%)		14			

여기서 gap size가 5인 차량의 수락간격의 총 대수는 4대이나 위의 방법으로 했을 때, 이미 4대가 넘어선 6대의 값을 나타내는 문제점이 있다. 이는 (수락간격+거절간격) 값을 사용하여 비율을 구한다는 문제점이 있다.

## 2) 수락/ 거절간격의 회귀식을 이용한 도출

앞서 설명한 바와 같이 본 조사지점은 주/부도로의 구분이 없는 교차로로 기존의 3지 교차로에서의 임계간격 연구와는 달리 무제어 비신호 4지 교차로에서 조사가 이루어졌다.

먼저 각 개별 차량의 수락간격과 거절간격을 측정 한 후, 이를 각각의 gap size에 따른 수락간격과 거절간격의 상대빈도수(차량수)를 구한 다음, 수락간격의 상대빈도수를 종속변수로 하고, gap size를 설명변수로 하는 회귀식을 구하고, 마찬가지로 방법으로 거절간격의 회귀식을 구하여 이 두 식이 만나는 지점을 임계간격으로 설정한다.

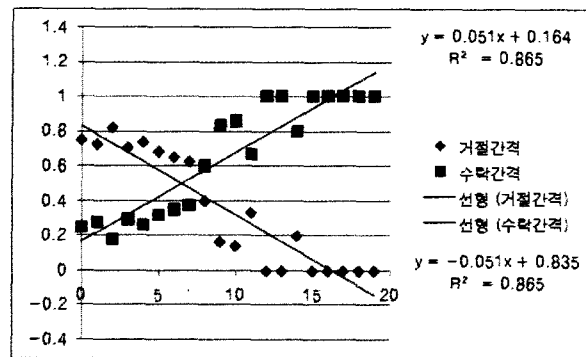
상대빈도수를 사용하는 이유는 우리나라 비신호교차로에서 운전자들은 물리교차로보다 논리교차로에서 2~4초 범위에서 가장 많은 차량이 gap을 수용하며, gap size가 커질수록 gap을 수용하는 차량수는 적게 나타난다. 동시에 거절간격값도 비슷하게 나타난다. 하지만, 임계간격 이전까지는 수락간격보다는 크게 나타나지만, 임계간격 이후에는 수락간격보다 작게 나타난다. 여기서, 모든 gap size에 대해 (수락간격+거절간격)의 값이 동일하게 통제해 줌으로써 모든 gap size에 따른 상대적인 수락간격과 거절간격의 빈도분포를 비교할 수 있다. 상대빈도수로 나타내보면 gap size가 커질수록 수락간격 빈도수는 높아지며, 거절간격 빈도수는 감소한다. 즉, 이 수락간격과 거절간격의 회귀식을 이용하여 교차

하는 지점을 임계간격이라고 할 수 있다.

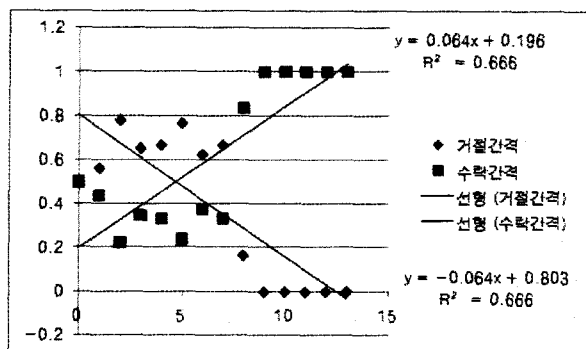
또한, 임계간격 이전까지는 거절간격 빈도수가 수락간격 빈도수보다 더 큰 구간으로 운전자가 gap을 수용함에 있어서 어느 정도의 사고위험 부담을 가지고 통과해야한다. 하지만, 임계간격 이후부터는 수락간격이 거절간격보다 크게 나타남에 따라 운전자가 gap 선택함에 있어 사고위험 부담이 적은 gap이며, 이 값을 비신호교차로에서 운전자에게 제공했을 때, 최소한의 사고위험부담을 갖는 gap size로 판단할 수 있다.

## 3) 분석결과

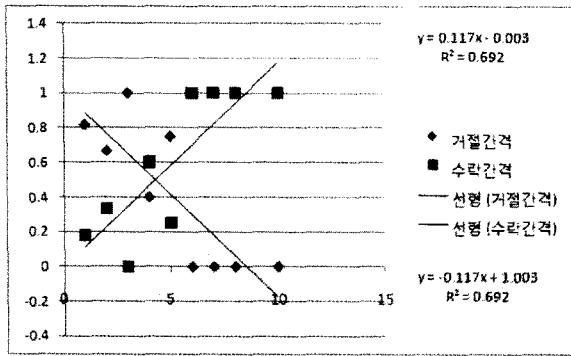
앞서 분석한 변수별 수락간격의 통계적 검증에서 교통류별로 차이가 있음을 보였다. 이에 따라 교통류별로 수락간격과 거절간격 상대빈도수에 따른 임계간격을 도출하였으며, plotting 된 그래프와 회귀분석 방법에 의해 도출된 회귀식은 다음 <그림>이다.



<그림 4> 좌회전 교통류의 상대빈도수/회귀식



<그림 5> 직진 교통류의 상대빈도수/회귀식



<그림 6> 우회전 교통류의 상대빈도수/회귀식

위의 회귀식을 통해 임계간격을 구하면, 좌회전의 경우 6.57초, 직진의 경우 4.74초, 우회전의 경우는 4.3초로 나타났으며, 좌회전의 임계간격이 가장 큰 것을 통해서 알 수 있듯이 좌회전 교통류가 더 긴 시간동안 사고위험 부담을 가지고 있다고 판단할 수 있다.

#### 4. 유입교통량과 임계간격의 관계

위의 분석 방법은 교통량과 임계간격과의 관계를 회귀모형식으로 나타내어 유입교통량 증감에 따라 임계간격에 얼마만큼 영향을 미치는지 확인하고자 하기 위해 다른 변수들은 통제된 상태에서 유입교통량만 바꾸어 주어야 하므로 현실적으로 조사하기 힘든 부분이기에 시뮬레이션을 이용했으며, 시뮬레이션 틀은 운전자 특성을 변수로 입력 가능한 TransModeler를 이용하여 분석하였다.

유입교통량의 범위는 교통안전시설실무편람에서 제시하는 주/부도로에 따른 신호설치 최소교통량에서 부도로 교통량 양측의 합을 최소값으로 주도로 교통량의 양측의 합을 최대값으로 설정하여 유입교통량을 100(대/시)씩 증가함에 따른 임계간격의 변화를 확인했다.

분석결과 유입교통량에 따른 교통류별 임계간격은 다음 <표 10>과 같다.

<표 10> 유입교통량과 교통류별 임계간격

교통량 (대/시)	좌회전 임계간격(초)	직진 임계간격(초)	우회전 임계간격(초)
300	5.93	3.95	3.57
400	5.26	3.33	3.01
500	5.02	3.18	2.91

600	4.54	2.8	2.46
700	4.27	3.02	2.43
800	4.14	2.74	2.31
900	4.11	2.71	2.34
1000	4.06	2.65	2.28

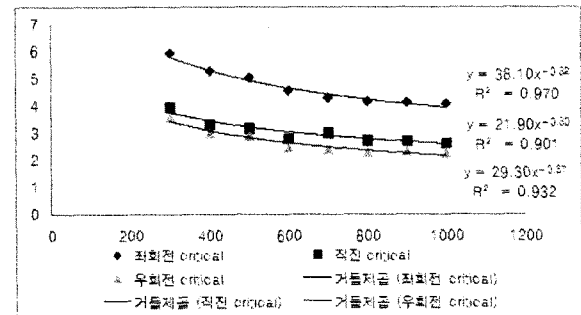
위의 결과값을 유입교통량을 설명변수로 하고, 좌회전, 직진, 우회전 임계간격을 각각의 종속변수로 하는 회귀식을 선형, 로그, 지수, 거듭제곱 회귀식을 구했을 때, 각각의 R-square 값은 다음 <표 >와 같다.

<표 11> 회귀방법별 R-square값

교통류	선형	로그	지수	거듭제곱
좌회전	.879	.961	.903	.970
직진	.785	.883	.816	.901
우회전	.814	.916	.845	.932

이를 통해 알 수 있듯이 거듭제곱 형태의 회귀식이 모든 교통류에 대해서 높게 나타났으며, 각각의 회귀식은

- 좌회전:  $y = 38.1x^{-0.32}$
- 직진:  $y = 21.9x^{-0.3}$
- 우회전:  $y = 29.3x^{-0.37}$



<그림 7> 유입교통량과 교통류별 임계간격 관계

과 나타났으며, 이를 일반식으로 나타내면,  

$$y = \alpha x^{-\beta}$$
 로 나타낼 수 있다.

## IV. 결론 및 향후과제

### 1. 결론

보다 효율적인 비신호교차로의 서비스를 제공하기 위하여 USN 센서의 수집특성과 교통공학

적 특성을 고려한 설계를 위해 우리나라 비신호 교차로의 운전자의 행태를 분석하였다. 이를 위하여 수원시의 무제어 비신호교차로를 선정/조사하여 변수별 수락간격의 통계적 검증, 임계간격 도출, 유입교통량과 임계간격의 관계를 도출하였다. 변수별 수락간격의 통계적 검증에서는 교통류와 연령에 관해서만 차이가 있다고 나왔으며, 다른 변수에는 차이가 없는 것으로 조사분석되었으나 이는 다른 교차로에서의 추가 조사가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 임계간격은 gap size별 수락간격과 거절간격의 상대빈도수를 구한 후 회귀식이 만나는 지점의 gap size를 임계간격으로 정의하였다. 또한, 유입교통량에 따른 임계간격의 분포는 거듭제곱형태의 회귀식에 가장 적합하였으며, 일반화된 식으로,  $y = \alpha x^{-\beta}$ 로 나타났다.

## 2. 향후과제

변수별 수락간격의 통계적 검증에서 변수의 구분하는 기준에 대한 명확한 논의가 필요하며, 기준의 변화에 따라 변수별 수락간격간 차이가 발생할 수도 있다고 판단되며, 특정교차로에 대한 분석이므로 일반화시키지 못한다는 단점을 보완하기 위해 우리나라의 무제어비신호교차로 여러 곳을 선정하여 추가적인 조사가 필요하다. 또한, 임계간격을 이용하여 비신호교차로의 LOS를 판단하는 연구가 필요하다고 판단된다.

## 참고문헌

1. 고동석, 이용재, 정진혁, 수도권 지역 4지 비신호교차로에 대한 이동류별 차량의 임계간격과 추종시간 기준에 관한 연구, 대한교통학회지 제 18권 제 6호, pp 19 - 32, 2000년 12월
2. 김경환(1986), The gap-acceptance of left-turn drivers, 대한교통학회지 제 4권 제 1호, pp 72-87
3. 고동석, 우리나라 4지 비신호 교차로의 임계간격과 추종시간 기준에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위논문, 2000년 6월
4. 김석근, 이용재, 편도 1차로 접근로의 비신호 교차로에 대한 운영방식의 적용에 관한 연구, 2001년도 대한토목학회 학술발표회, 대한토목학회, 2001
5. 이슬기, 이용재, 김석근, 임계간격을 이용한 비신호 교차로의 시거 산정에 관한 연구, 대한교통학회지 제 21권 제 5호, 2003년 10월
6. 건설교통부, 도로용량편람, 2000
7. 교통안전관리공단, 교통안전시설실무편람, 2000
8. TRB, HCM, 2000
9. TRB, Traffic Flow Theory, 1999
10. Institute of transportation engineers, Manual of Transportation Engineering Studies, 1994
11. American Association of state Highway and Transportation Officials(2001), A policy on geometric design of highways and streets, Washington D.C.
12. Brilon, W., Koenig. R. and Troutbeck, R., Useful Estimation Procedures for critical gaps. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 33A. No. 3/4, pp 161-186, 1999
13. Douglas W. Harwood, John M. Mason and Robert E. Brydia, Design policies for sight distance at stop-controlled intersections based on gap acceptance, Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 33. pp 199-216, 1999
14. J. L Gattis and Sonny T. Low, Gap acceptance at non-standard stop-controlled intersections, MBTC FR 1059, 1999
15. Isam A. Kaysi, Ali S. Abbany, Modeling aggressive driver behavior at unsignalized intersections, Accident analysis and Prevention, Vol. 39, no.4, pp 671-678, 2007
16. Peter J. Cooper, Yvonne Zheng, Turning gap acceptance decision-making: The impact of driver distraction, Journal of Safety Research, 33 pp 321-335, 2002