

순서형 프로빗 모형을 이용한 다차로도로 사고심각도 분석

The Study on the Accident Injury Severity Using Ordered Probit Model at
MultiLane Highway

김성민* · 최재성** · 김상엽*** · 김명규**** · 이대성*****

Kim, Seong Min · Choi, Jai Sung · Kim, Sang Youp · Kim, Myung Gyu · Lee, Dae Sung

1. 서 론

도로교통공단(2008)에 의하면 우리나라는 2008년을 기준으로 교통사고 발생률이 30개 OECD 회원국 중 30위이며, 자동차 1만대당 사망자수가 28위로 우리나라 안전수준은 OECD 회원국 중 최하위권 수준에 머물고 있다고 밝히고 있다. 이는 아직까지 우리나라의 교통사고는 다른 선진국과 비교하여 심각한 상황이라고 할 수 있으며, 교통사고 감소를 위한 대응책과 사고원인 규명에 관한 연구가 필요한 실정이라고 할 수 있다. 사고에 대한 분석은 크게 사고의 정량적인 부분을 나타내는 사고건수와 사고의 정성적인 부분을 나타내는 사고심각도에 대한 분석으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 사고심각도에 대하여 분석하고자 하였으며, 사고심각도에 영향을 줄 수 있는 인적요인, 도로요인, 환경요인, 속도요인 그리고 사고유형에 대한 분석을 통하여 사고심각도에 영향을 미치는 요소들에 대해 규명하고자 하였다.

2. 기존문헌고찰

사고심각도에 대한 연구는 여러 접근 방법을 통하여 분석 되어 왔다. 사고심각도에 영향을 미치는 변수들은 크게 나누자면 인적요인(나이, 성별 등), 환경요인(기상상태, 주변밝기 그리고 량 등), 도로요인(기하구조요소, 제약 시설 등) 그리고 속도요인(출동속도, 속도차 등)으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 기존연구들에 대하여 각 요인 별로 세분화하여 사고심각도와와의 관계를 표 1과 같이 분석하였다.

* 비회원 · 서울시립대학교 공학과 석사과정 · 공학사 · 010-3251-4302(E-mail : road@uos.ac.kr)
** 정회원 · 서울시립대학교 공학과 교수 · 공학박사 · 010-2361-8110(E-mail: traffic@uos.ac.kr)
*** 정회원 · 서울시립대학교 공학과 박사 · 공학박사 · 010-3251-4302(E-mail: road@uos.ac.kr)
**** 비회원 · 서울시립대학교 공학과 석사과정 · 공학사 · 010-9699-5215(E-mail: stealdevil@uos.ac.kr)
***** 비회원 · 서울시립대학교 공학과 석사과정 · 공학사 · 010-8865-9042(E-mail: dock4@uos.ac.kr)

표 1. 사고 요인별 사고심각도에 대한 기존문헌 고찰

분류	세부 분류	연구 내용	저 자
인적 요인	나이	젊은 운전자에 의하여 사고가 발생할 경우 사고심각도가 증가함	심관보(1998), Evans(1991), Zhang(2000), 이주연(2008)
		고령 운전자에 의하여 사고가 발생할 경우 사고심각도가 증가함	Evans(1991), Zhang(2000), 이주연(2008)
	성별	여성 운전자일 경우 사고심각도가 증가함	심관보(1998), Kelvin(2004)
	차량 요인	택시를 운전하는 경우 다른 소형차 보다 사고심각도가 증가함	심관보(1998)
		화물차가 승용차보다 사고심각도가 증가함	Kara(2002)
환경 요인	기상 상태	날씨가 흐릴 경우, 노면습기가 많을수록 사고심각도가 증가함	이주연(2008)
		계절이 겨울이면 다른 계절 보다 사고심각도가 증가함	이동민(2008)
		안개에 의하여 시거가 감소될수록 사고심각도가 증가함	이수일(2008)
		눈이나 비가 오면 사고심각도가 증가함	Zhuanglin(2009)
	주변 밝기	조명이 어두울수록 사고심각도가 증가함	Kelvin(2004), 하오근(2005)
		운전시간이 밤일 경우 사고심각도가 증가함	이수일(2008), Zhuanglin(2009)
	기타 요인	량이 증가하면 사고심각도가 증가함	하오근(2005), 이동민(2008)
도로 요인	기하 구조	도로폭이 감소하면 사고심각도가 증가함	Kelvin(2004)
		길어깨 폭이 감소하면 사고심각도가 증가함	이동민(2008)
		도로가 오르막일 경우 평지보다 사고심각도가 증가함	박준태(2008)
		중단경사의 변화가 클수록 사고심각도가 증가함	원민수(2009), Hauer(2001)
	곡선 내의 사고가 직선 내의 사고 보다 사고심각도가 증가함	Zhuanglin(2009)	
기타 요인	도로의 제약 시설이 감소할수록 사고심각도가 증가함	하오근(2005)	
속도 요인	충돌 속도	충돌 직전 속도가 증가할수록 사고심각도가 증가함	손소영(1998)
		ΔV (두 차량이 충돌 완료한 순간의 속도의 차)가 클수록 사고심각도가 증가함	강성모(2009)
	기타 요인	제한 속도 이상 운전 시 사고심각도가 증가함	Moghaddam(2009)

검토결과 사고심각도는 다양한 요인들에 의해 영향을 받고 있음을 알 수 있었고, 이에 따라 본 연구에서는 인적요인, 환경요인, 도로요인 그리고 속도요인과 사고심각도와의 관계를 분석하고자 하였다.

3. 자료 수집 및 분석

본 연구는 고속도로 13개 노선의 2,045.7km구간에 대한 기하구조자료를 수집하였으며 이는 전체 고속도로 연장 3,732.2km 중 54.81%에 해당하는 자료이다. 또한 고속도로에 설치한 984개의 검지기에서 측정된 속도를 통하여 속도자료를 수집하였다. 마지막으로 다차로도로 13개 노선, 812개 구간에서 5년(2005년~2009년) 동안 발생한 4,483건의 사고자료를 수집하였다. 이처럼 본 연구에서는 기하구조, 속도, 사고에 관한 자료를 수집하였으며 이는 표 2와 같다.

표 2. 본 연구에서의 활용한 자료현황

연번	노선	노선번호	구간연장(km)	분석지점 수(N)
1	남해선		167.6	71
2	88선		41.3	25
3	서해안선		255.2	159
4	호남선		194.2	112
5	중부선		357.0	79
6	제2중부선		31.1	25
7	중부내륙선		265.6	178
8	영동선		182.0	105
9	중앙선		387.2	162
10	남해2지선		20.6	9
11	호남선의지선		53.9	43
12	대전남부선		13.3	12
13	중앙선의지선		8.2	4
고속국도 총괄			2,045.7	984

4. 변수선정

본 연구에서는 고속도로 사고심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 구축한 사고심각도 관련 자료를 이용하여 변수를 선정하였다. 본 연구에서는 사고심각도를 사망, 중상, 물피로 구분하여 종속변수로 선정하였고, 인적요인(성별, 나이, 차량종류), 도로요인(평면선형, 종단선형, 사고지점), 환경요인(기상상태, 시간, 계절, 사고차량 수, 량), 속도요인(V_{85} , |속도차|*, 속도편차) 그리고 사고유형에 대한 33개의 독립변수를 선정하였다. 모형 개발을 위한 변수 및 변수 표시 방법에 관한 내용은 표 3과 같다.

* 본 절에서는 분석 모형 해석을 위하여 속도차의 절대값을 이용함.

표 3. 사고심각도 관련 각 변수의 표시방법 및 기초통계량

변수		변수의 표시방법		기초통계량	
				평균	표준편차
심각도(종속변수)		· 물피=0; 부상=1; 사망=2		0.3556	0.6190
인적 요인	운전자 성별	남자	· 남자=1; Others=0	0.8664	0.3403
		여자	· 여자=1; Others=0	0.1336	0.3403
	운전자 나이	30세 미만	· 30세 미만=1; Others=0	0.1985	0.3989
		30~60세	· 30~60세=1; Others=0	0.7589	0.4278
		60세 이상	· 60세 이상=1; Others=0	0.0426	0.2020
	차량 종류	소형	· 소형=1; Others=0	0.5456	0.4980
중형		· 중형=1; Others=0	0.0727	0.2597	
대형		· 대형=1; Others=0	0.3817	0.4858	
도로 요인	평면 선형	직선	· 직선=1; Others=0	0.5880	0.4923
		곡선	· 곡선=1; Others=0	0.4120	0.4923
	종단 선형	평탄	· 평탄=1; Others=0	0.4414	0.4966
		내리막	· 내리막=1; Others=0	0.3203	0.4667
		오르막	· 오르막=1; Others=0	0.2382	0.4261
	사고 지점	본선	· 본선=1; Others=0	0.7399	0.4387
교량·터널		· 교량, 터널=1; Others=0	0.1100	0.3123	
기타		· 기타=1; Others=0	0.1501	0.3572	
환경 요인	기상 상태	맑음	· 맑음=1; Others=0	0.5599	0.4965
		흐림	· 흐림=1; Others=0	0.1860	0.3892
		비·눈·안개	· 비·눈·안개=1; Others=0	0.2541	0.4354
	시간	주간	· 주간=1; Others=0	0.6132	0.4871
		야간	· 야간=1; Others=0	0.3868	0.4871
	계절	봄	· 봄=1; Others=0	0.2376	0.4256
		여름	· 여름=1; Others=0	0.3123	0.4635
		가을	· 가을=1; Others=0	0.3150	0.4646
		겨울	· 겨울=1; Others=0	0.1352	0.3420
	사고차량 수		· 1=1; 2=2; 3=3; ...	1.3953	0.9107
AADT		· 1,000=1; 2,000=2; ...	19.9708	7.9661	
속도 요인	V_{85}	· 90~95=0; 95~100=1; 100~105=2; 105~110=3; 110~115=4; 115~120=5; 120~125=6; 125~130=7; 130~135=8; 135~140=9; 140~145=10; 145~150=11; 150이상=17	3.3861	1.6973	
	속도차	· 0~5=0; 5~10=1; 10~15=2; 15~20=3; 20~25=4; 25~30=5; 30이상=6	1.7540	1.6966	
	속도편차	· 0~2=0; 2~4=1; 4~6=3; 6~8=4; 8~10=5; 10~12=6; 12~14=7; 14~16=8; 16~18=9; 18이상=10	2.3770	0.9441	
사고 유형 요인	사고 유형	차-시설	· 차-시설=1; Others=0	0.6759	0.4681
		차-차	· 차-차=1; Others=0	0.2293	0.4204
		기타사고	· 기타사고=1; Others=0	0.0948	0.2930

5. 모형 개발 및 결과분석

5.1 모형개발

사고심각도는 순서형 자료이므로 본 연구에서는 순서화된 다항(Polytomous)의 선택을 다룰 수 있도록 고안된 모형을 이용하여 사고심각도 요인분석을 실시하였다. 본 연구에서는 ε_{it} (오차항)의 확률분포형태를 분산이 동일하고 독립적(Identically and Independently Distribution, IID)인 와이블 분포(Weibull Distribution)라 가정된 순서형 로짓 모형과 ε_{it} (오차항)의 확률분포가 분산이 동일하고 공분산이 0인 정규분포 (Normal



Distribution)를 따른다고 가정한 순서형 프로빗 모형을 통해 사고심각도 분석을 실시하였다. 본 연구에서는 고속도로 사고심각도 분석을 실시하기 위하여 통계패키지 STATA/SE 9.1을 이용하였다. 사용된 변수는 앞에서 설명한 33개의 변수와 4,483건의 사고 건수를 이용하여 분석에 활용하였다. 표 4는 순서형 로짓 모형과 순서형 프로빗 모형의 분석결과이다.

모형분석 결과 두 모형의 계수는 차이가 나지만 부호의 차이는 없었으며 모형의 설명력을 나타내는 ρ^2 (우도비)의 값이 각각 0.1887과 0.2442으로 순서형 로짓 모형보다 순서형 프로빗 모형의 설명력이 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서는 ρ^2 (우도비)의 설명력이 높게 나타난 순서형 프로빗 모형으로 분석을 수행하였다. 본 연구에서 선택한 사고심각도에 영향을 미치는 33개 독립변수 중 25개의 독립변수가 유의한 것으로 (P-Value<0.05) 나타났으며, 계절, AADT 그리고 사고유형요인은 유의하지 않은 것으로 나타났다.

표 4. 순서형 로짓 모형과 순서형 프로빗 모형 분석결과

변수			순서형 로짓 모형				순서형 프로빗 모형			
			coef.	Std. Err.	z	P> z	coef.	Std. Err.	z	P> z
인적 요인	운전자 성별	남자	-	-	-	-	-	-	-	-
		여자	0.494	0.114	4.36	0.000	0.278	0.064	4.33	0.000
	운전자 나이	30세 미만	-	-	-	-	-	-	-	-
		30~60세	-0.425	0.094	-4.54	0.000	-0.238	0.053	-4.47	0.000
		60세 이상	0.576	0.181	3.19	0.001	0.334	0.105	3.19	0.001
	차량 종류	소형	-0.288	0.151	-2.11	0.035	-0.189	0.085	-2.22	0.026
중형		-	-	-	-	-	-	-	-	
대형		0.530	0.151	3.50	0.000	0.286	0.085	3.36	0.001	
도로 요인	평면 선형	직선	-	-	-	-	-	-	-	-
		곡선	0.430	0.078	5.48	0.000	0.253	0.044	5.72	0.000
	종단 선형	평탄	-0.288	0.099	-2.92	0.003	-0.174	0.055	-3.15	0.002
		내리막	0.255	0.098	2.59	0.010	0.142	0.055	2.55	0.011
		오르막	-	-	-	-	-	-	-	-
	사고 지점	본선	-0.175	0.115	-1.52	0.128	-0.096	0.066	-1.46	0.044
교량·터널		-	-	-	-	-	-	-	-	
환경 요인	기상 상태	맑음	-0.439	0.089	-4.96	0.000	-0.264	0.050	-5.27	0.000
		흐림	-0.303	0.111	-2.72	0.007	-0.178	0.063	-2.83	0.005
		비·눈·안개	-	-	-	-	-	-	-	-
	시간	주간	-0.383	0.077	-4.99	0.000	-0.215	0.043	-4.96	0.000
		야간	-	-	-	-	-	-	-	-
	계절	봄	-	-	-	-	-	-	-	-
		여름	-0.044	0.102	-0.43	0.667	-0.028	0.058	-0.48	0.629
		가을	0.010	0.102	0.10	0.924	0.010	0.057	0.18	0.855
	사고차량 수	겨울	-0.065	0.130	-0.50	0.617	-0.020	0.072	-0.27	0.788
		AADT	0.431	0.041	10.44	0.000	0.234	0.021	11.19	0.000
속도 요인	V ₈₅ (km/h)	AADT	-0.006	0.005	-1.29	0.197	-0.003	0.003	-1.14	0.256
		속도차 (km/h)	0.313	0.021	15.02	0.000	0.176	0.012	14.76	0.000
	속도편차(km/h)	속도차 (km/h)	0.266	0.022	12.22	0.000	0.153	0.012	12.58	0.000
		속도편차(km/h)	0.715	0.044	16.17	0.000	0.408	0.024	16.76	0.000

본 연구에서는 25개의 유의한 설명변수만으로 분석한 최종 결과와 설명변수들이 사고심각도에 미치는 영향을 나타내는 한계효과(Marginal effect)는 표 5와 같다. 최종 모형의 설명력은 0.2362로 설명력이 있는 것으로 나타났고 설명변수들의 P-value가 0.05 이하로 95% 신뢰수준에서 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다.

표 5. 순서형 프로빗 모형 분석결과

변수		coef.	Std. Err.	z	P> z	한계효과				
						물피	부상	사망		
인적 요인	운전자 성별	여자	0.284	0.064	4.44	0.000	-0.090	-0.108	0.018	
	운전자 나이	30~60세	-0.241	0.053	-4.54	0.000	0.076	0.092	-0.015	
		60세 이상	0.333	0.104	3.20	0.001	-0.106	-0.127	0.021	
	차량 종류	소형	-0.188	0.084	-2.23	0.026	0.060	0.072	-0.012	
대형		0.301	0.085	3.55	0.000	-0.095	-0.114	0.019		
도로 요인	평면선형	곡선	0.250	0.044	5.69	0.000	-0.079	-0.095	0.016	
		평탄	-0.308	0.050	-6.14	0.000	0.098	0.117	-0.019	
	종단선형	오르막	-0.145	0.055	-2.63	0.008	0.046	0.055	-0.009	
		사고지점	본선	0.252	0.064	3.94	0.000	-0.080	-0.096	0.016
			기타	0.389	0.085	4.58	0.000	-0.124	-0.148	0.025
환경 요인	기상 상태	맑음	-0.273	0.050	-5.48	0.000	0.087	0.104	-0.017	
		흐림	-0.176	0.063	-2.82	0.005	0.056	0.067	-0.011	
	시간	주간	-0.221	0.043	-5.13	0.000	0.070	0.084	-0.014	
		사고차량 수	0.233	0.021	11.20	0.000	-0.074	-0.089	0.015	
속도 요인	V_{85}	0.177	0.012	14.96	0.000	-0.056	-0.067	0.011		
	속도차	0.154	0.012	12.69	0.000	-0.049	-0.058	0.010		
	속도편차	0.395	0.024	16.37	0.000	-0.125	-0.150	0.025		
통계값	cut1		2.5306							
	cut2		3.7755							
	Log likelihood		-2588.1315							
	Number of obs		4,483							
	ρ^2		0.2362							

5.2 결과분석

분석결과 고속도로 사고심각도에 영향을 미치는 변수로 운전자 성별, 운전자 나이, 차량종류, 평면선형, 종단선형, 사고지점, 기상상태, 시간, 사고차량 수, 속도차, 속도편차, V_{85} 가 선정되었다.

1) 인적요인

먼저 운전자 성별별 사고심각도를 살펴보면 사고를 낸 운전자가 여성 운전자일 경우 남성 운전자에 비해 사고의 심각도가 높게 나타났다. 이 결과는 심관보(1998), Kelvin(2004)의 연구와 동일하게 나타났다.

운전자 나이에 대한 사고심각도를 살펴보면 30세 미만의 운전자에 비해 30~60세의 운전자는 사고심각도가 낮았으며 60세 이상의 운전자는 사고심각도가 높게 나타났다. 이 결과는 심관보(1998), 이주연(2008), Evans(1991), Zhang(2000)의 연구와 동일한 결과이다.

차량 종류에 따른 사고심각도를 살펴보면 분석결과 중형차량의 사고에 비해 소형차량은 낮지만 대형차량은 사고심각도가 높은 것으로 분석되었다. 특히 대형차량은 중형차량에 비해 사고심각도가 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이 결과는 Kara(2002)의 연구결과와 동일하게 나타났다.

평면선형의 경우 직선부에 비해 곡선부에서 사고가 발생할 때 심각도가 높아지는 것으로 분석되었다. P-value가 <0.0001로 유의성이 있는 것으로 나타났으며, 최근 발표된 Zhuanglin(2009)의 연구 결과와도 동일한 결과이다.

2) 도로요인

종단선형의 경우 사고심각도를 살펴보면 내리막 경사에 비해 오르막 경사와 평탄지역이 사고심각도가 낮은 것으로 나타났다. 오르막 경사는 내리막 경사보다 사고심각도가 낮았지만 평탄지역에 비해 높게 나타났으며, 특히 평탄지역에 비해 내리막 경사는 사고 발생 시 사고심각도가 크게 증가하는 것으로 분석되었다. 이 결과는 박준태(2008), 원민수(2009), Hauer(2001)의 연구 결과와 동일하게 해석되었다.

사고가 발생한 지점의 경우에 따른 사고심각도를 살펴보면 교량·터널이 본선부와 기타지점의 사고심각도보다 높았다.

3) 환경요인

기상상태별 사고심각도를 살펴보면 운전자에게 영향을 끼치는 요인으로 맑은 날에 비해 흐림, 안개·비·눈 등 악천후 시 사고의 심각도가 증가하며, 특히 맑은 날에 비해 비·눈·안개 시 심각도가 크게 증가하였다. 이는 흐림이나 비·눈·안개의 경우 노면 습기나 결빙, 시거 제약으로 인해 사고심각도가 늘어나는 것으로 판단되며 이주연(2008), 이수일(2008), Zhuanglin(2009)의 연구와 동일하게 나타났다.

시간에 대한 사고심각도를 살펴보면 야간에 비해 주간이 사고심각도가 낮은 것으로 분석되었으며, P-value가 <0.0001로 유의하게 나타났다. 이는 하오근(2005), 이수일(2008), Kelvin(2004), Zhuanglin(2009)의 연구와 동일한 결과이다.

사고차량 수에 대한 사고심각도를 살펴보면 사고 발생 시 사고에 직접적으로 관련된 차량, 충돌이 일어난 차량이 많을수록 사고의 심각도는 증가하는 것으로 나타났다.

4) 속도요인

V_{85} 의 경우 V_{85} 가 높을수록 사고의 심각도가 높게 나타났다. V_{85} 가 높을수록 차량의 통행속도가 높아지며 이는 사고심각도로 이어져 사고심각도가 증가하는 것으로 판단하였다.

|속도차|에 대한 사고심각도를 살펴보면 고속도로에서 이전구간과의 속도차이가 큰 구간일수록 사고의 심각도가 높게 나타났다.

속도편차에 대한 사고심각도를 살펴보면 고속도로를 지나는 차량들의 속도편차가 커질수록 사고 발생 시 사고심각도가 높게 나타났다. 속도편차가 커질수록 개별차량간의 속도차이가 커지며 이는 충돌 직전의 속도 차이가 증가하게 되어 사고심각도가 증가한다.

6. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 다차로도로 사고심각도에 영향을 미치는 요인을 도출하기 위하여 인적요인, 환경요인, 도로요인, 속도요인에 대하여 분석하였다. 분석결과 다차로도로 사고심각도에 영향을 미치는 변수로 운전자 성별, 운전자 나이, 차량종류, 평면선형, 종단선형, 사고지점, 기상상태, 시간, 사고차량 수, 속도차, 표준편차, V_{85} , 사고유형이 선정되었다.

향후 연구과제로는 본 연구의 분석결과 사고유형은 사고심각도와 관련이 없다고 분석되었으나, 사고유형은 사고심각도와 직접적인 관련을 미칠 수 있는 변수로 판단된다. 따라서 사고유형과 사고심각도의 관계에 대한 좀더 세밀한 연구가 필요할 것이다. 또한 사고심각도 모형에 대한 다양한 검증 작업을 통하여 보다 신뢰도 높은 연구결과를 도출해 내야 할 것이라 판단된다.

참고 문헌

- [1] 강성모(2009), 후미추돌사고의 충격정도에 따른 승차자의 상해심각도 추정에 관한 연구, 동국대학교.
- [2] 도로공단(2008), OECD 회원국 사고 비교, pp.27-45.
- [3] 손소영, 신형원(1998), 데이터 마이닝을 이용한 사고심각도 분류분석, 대한학회, 대한학회지, 제18권, 제4호, pp.187-194.
- [4] 심관보, 권기환(1998), 사고심각도 분석 연구, 대한학회, 제34회 학술발표회.
- [5] 이동민, 김응철, 성낙문, 김도훈(2008), 지방부 비신호 교차로 사고심각도 예측모형 개발, 한국도로학회, 한국도로학회, 제10권, 제3호, pp.47-56.
- [6] 이수일, 원제무, 하오근(2008), 안개지역의 사고심각도 모형개발에 관한 연구, 건설기술평가.
- [7] 이주연, 정진혁, 손봉수(2008), 구조방정식모형을 이용한 고속도로 사고심각도 분석, 대한학회, 대한학회



- 지, 제26권, 제2호, pp.17-24.
- [8] 원민수, 이겨라, 오철, 강경우(2009), 사고심각도 예측 모형의 활용방안에 관한 연구(서해안 고속도로를 중심으로), 대한학회, 대한학회지, 제27권, 제4호, pp.167-173.
- [9] 하오근, 오주택, 원제무, 성낙문(2005), 순서형프로빗 모형을 이용한 사고심각도 분석, 대한학회, 대한학회지, 제23권, 제4호, pp.47-55.
- [10] Evans L.(1991), Traffic Safety and driver, Van Nostrand Reinhold, New York.
- [11] Kelvin K. W. Yau(2004), Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong, Accident Analysis and Prevention 36, pp.333-340.
- [12] Moghaddam F. R., T. Rezaie Moghaddam, M. Pasbani Khiavi & M. Ali Ghorbani(2009), Crash Severity Modeling in Urban Highways Using Backward Regression Method, World Academy of Science, Engineering and Technology 60.
- [13] Zhang J., K. Clarke, G. Robbins & Y. mao(2000), Factors Affecting the Severity of Motor Vehicle traffic crashes involving elderly drives in Onario, Accident Analysis & Prevention, Vol. 32, pp.115-117.
- [14] Zhuanglin MA, Chunfu SHAO, Hao YUE & Sheqiang MA(2009), Analysis of the Logistic Model for Accident Severity on Urban Road Environment, IEEE, pp.983-987.