

차선변경시 후방차량의 상대속도에 따른 충돌시간 추정 시뮬레이션

Simulation of Crash Time validation according to relative obstacle vehicle velocity during Lane change

*문상찬¹, #이순걸¹, 김민우², 주다니², 최재환²

*S. C. Moon¹, #S. G. Lee(sglee@khu.ac.kr)¹, M.W.Kim², D.N. Joo², J.H. Choi²

¹경희대학교 기계공학과

Key words : Crash Time, Relative velocity, Safe driving, lane change, Recurdyn,

1. 서론

도로의 차량들은 각자의 주행패턴 하에 주변차량 추종, 차선변경, 속도 변경 등의 상호작용 요소를 가지고 이동하며, 이로 인해 차량들 사이에서 다양한 유형의 교통사고가 발생하게 된다. 특히 차선변경시 운전자가 차량인지에 대한 소홀로 인해 전·후방차량과의 충돌사고가 빈번히 나타난다. 이는 운전자가 안전성 여부 판단을 육안과 경험적인 판단으로 결정하기 때문이다. 본 논문에서는 차선변경 가능 범위를 결정하기 위해 후방차량과의 상대속도에 따른 충돌시간을 시뮬레이션으로 추정하였다.

2. 차선변경 차량모델

직선구간에서 차선변경을 위한 차량모델은 초기 차간거리, 차선변경시간, 조향각 변화량, 차량간 상대속도 등의 변수가 발생하게 된다. 원활한 차선변경 케이스를 검증하기 위해 Fig. 1과 같이 X, Y 직교좌표계 상에 차량모델을 정의하면 차량간 상대거리는 전방차량의 후면중심점과 후방차량의 전면중심점을 기준으로 식(1), 식(2)을 통하여 알 수 있다.

$$S_2 = S_1 + V_a \times t \times \sin\theta - V_b \times t \quad (1)$$

$$S_{2+a} = S_2 - (V_a + V_b) \times T \quad (2)$$

여기서 S_1 은 차선변경 전 차량간 상대거리, S_2 는 차선 변경 후 차량간 상대거리를 나타내며, V_a, V_b 는 각 차량속도, θ 는 전방차량의 차선변경각도를 나타낸다. S_{2+a} 는 차선변경 후 시간 $T = t + t_a$

를 고려한 상대거리를 나타낸다.

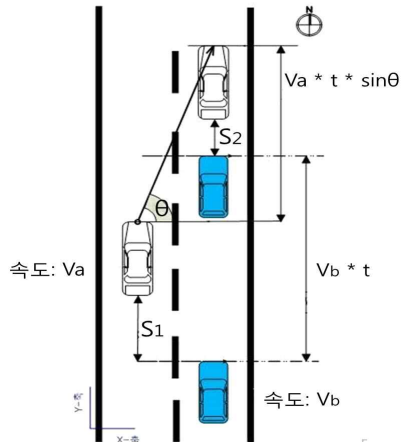


Fig. 1 Case model for lane change

차량속도와 차선변경시간을 변수로 조합하고, ISO3888-2에 명시된 차선변경 테스트시간(70km/h 일 때 3.6sec)과 표준차량의 차선변경시간을 고려하여 차선변경각도를 85°로 제한하고 속도별 차선변경시간을 Table 1과 같이 적용 하였다. 차량간 상대거리는 ISO3888-2 의 차선변경 테스트거리 (11.5~12.5m)에 준하여 12m를 차량간 초기 Y축 상대거리로 정하고, 차량간 X축 상대거리는 도로

Table 1. Lane changing time(sec) for various velocities

	70	75	80	85	90	95	100	105	110
	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
85°	2.124	1.983	1.859	1.749	1.652	1.565	1.487	1.416	1.352
	115	120	125	130	135	140	145	150	
	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	
85°	1.293	1.239	1.190	1.144	1.101	1.062	1.026	0.991	

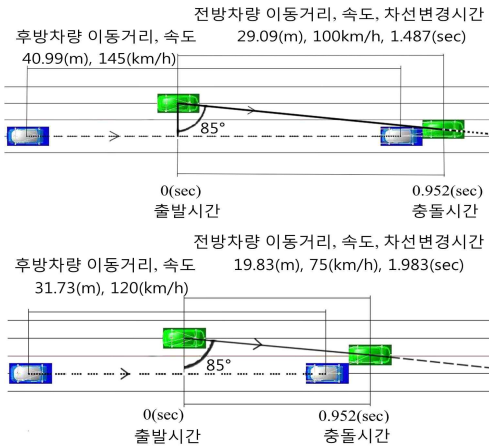


Fig. 2 Simulation when relative velocity is 45km/h

차선 폭인 3.6m로 설정하였다. 차량모델은 중형 세단의 일반적제원을 고려하여 전장 4.6m, 전폭 1.7m를 적용하였다. 차선변경은 0초에서 속도별 차선변경시간까지 전방차량이 1차로 중간축에서 차로 중간축까지 완료하도록 하였다. 전방차량의 속도는 70km/h~150km/h 범위에서 5km/h 차이로 단계별로 지정하고 후방차량의 속도는 모든 경우에 전방차량보다 빠르게하며 초기속도를 유지하도록 설정하였다. Fig 2는 위 사항이 적용된 시뮬레이션 모델이다.

3. 시뮬레이션 결과

차량간 상대속도에 따른 충돌시간은 전·후방차량의 속도에 관계없이 차량간 상대속도가 같을 경우 동일하게 측정되었다. 이는 Fig 2과 같이 기준 속도는 다르나 상대속도가 같은 경우에는 충돌시간이 같은 것을 볼 수 있다. Table 2는 차량간 상대속도별 후방충돌시간을 나타낸 것이며, 차량간 상대속도가 증가할수록 충돌시간이 줄어드는 것을 확인하였다. Fig 3는 차량간 상대속도에 따른 상대거리를 나타낸 것으로 상대거리가 0m일 때 충돌이 발생하며, 상대속도차이가 커짐에 따라 충돌시간이 급격히 빨라지는 것을 볼 수 있다. 또한 충돌은 탄성충돌이므로 충돌 후 차량간 상대거리가 다시 증가하는 것을 나타낸다. 차량속도가 높을수록 차선변경시간이 감소하므로 충돌의 가능성이 작아진다. 이를 통해 Fig. 4에 전방차량의 속도에 따른 차선변경이 가능한 차량간 상대속도의 범위를 나타내었다.

Table 2. Crash time along relative velocity

	5	10	15	20	25	30	35	40	45
km/h	5	10	15	20	25	30	35	40	45
sec	8.550	4.295	2.855	2.140	1.710	1.420	1.225	1.070	0.952

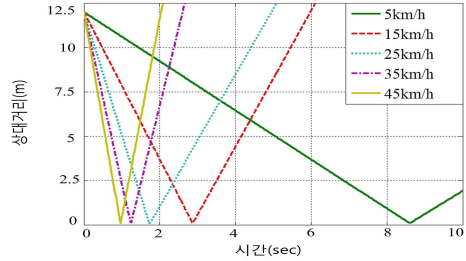


Fig. 3 Distance for various relative velocities

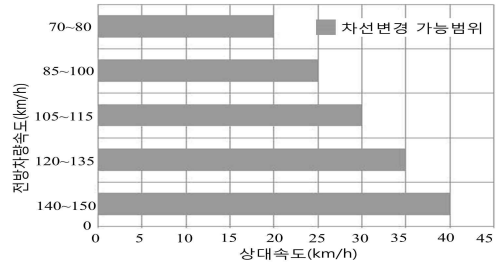


Fig. 4 Possible range for lane change

4. 결론

본 논문에서는 동역학 기반 시뮬레이션인 Recurdyn을 사용하여 전·후방 차량간 상대속도에 따른 충돌시간을 추정하였다. 상대속도에 따른 충돌시간과 속도별 차선변경시간을 고려하여 안전한 차선변경 가능 범위를 예측할 수 있으며, 추후차선변경 Case에 따라 다양한 유형의 안전한 차선변경 가능범위를 제시할 수 있을 것으로 보인다.

후기

본 연구는 국토해양부 건설기술혁신사업 스마트 하이웨이 사업의 연구비지원(07기술혁신A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. ISO3888-2, "Pasenger cars-Test track for a severe lane-change manoeuvre-part 2: obstacle avoidance", 2011.03.15
2. 문상찬, 이순걸, "고속주행시 차선변경을 위한 상대속도와 차선변경각도의 상관성 연구," 대한교통학회 춘계 학술대회, 2012년 10월.