

자동차 블랙박스 기록 오차 보정과 경로 재구성 해석

양 경 수^{*1)} · 이 원 희²⁾ · 한 인 환³⁾

HKe-CAR(주)¹⁾ · HKe-CAR(주)²⁾ · 홍익대학교 기계정보공학과³⁾

Compensation of Errors on Car Black Box Records and Trajectory Reconstruction Analysis

Kyoungsoo Yang^{*1)} · Wonhee Lee²⁾ · Inhwan Han³⁾

¹⁾A-206 Seoul Industry Service Center, 647-26 Deungchon-Dong, Gangseo-Gu, Seoul 157-030, Korea

²⁾1758 McIntyre Drive, Ann Arbor, Michigan 48105, USA

³⁾Dept. of Mechano-Informatics & Design Engineering, Hongik University, Chungnam 339-701, Korea

(Received 30 January 2004 / Accepted 23 September 2004)

Abstract : This paper presents reconstruction analysis of vehicle trajectory using records of a developed black box, and results of validation tests. For reconstruction of vehicle trajectory, the black box records the longitudinal and lateral accelerations and yaw-rate of vehicle during a pre-defined time period before and after the accident. One 2-axis accelerometer is used for measuring accelerations, and one vibrating structure type gyroscope is used for measuring yaw-rate of vehicle. The vehicle's planar trajectory can be reconstructed by integrating twice accelerations along longitudinal and lateral directions with yaw-rate values. However, there may be many kinds of errors in sensor measurements. The causes of errors are as follows: mis-alignment, low frequency offset drift, high frequency noise, and projecting 3-dimensional motion into 2-dimensional motion. Therefore, some procedures are taken for error compensation. In order to evaluate the reliability and the accuracy of trajectory reconstruction results, the black box was mounted on a passenger car. The vehicle was driven and tested along various specified lanes. Through the tests, the accuracy and usefulness of the reconstruction analysis have been validated.

Key words : Automobile black box(차량 블랙박스), Trajectory reconstruction(경로 재구성), Error compensation(오차 보정), Validation tests(유효화 실험)

1. 서 론

세계보건기구 WHO는 2020년 상해나 사망의 3번째 주요 원인으로 차량사고를 예상하고 있다. 미국의 경우 2001년 한해 대략 600만건의 사고가 있었고 그 중 4만명 가량이 사망하고 300만명 가량이 상해를 입었다. 평균적으로 매 4~5초 간격으로 차량사고가 있는 것이다.¹⁾ 이러한 높은 사고율과 사망률을

줄이기 위해 국가기관이나 관련 기업들의 노력은 계속되어 왔다. 그 일환인 사고해석 프로그램은 미국과 유럽등 선진국에서 사고의 발생요인과 승객의 상해경로를 규명하여 피해를 최소화하고자 개발을 해왔으며 여러 방향으로 지속하고 있다.

사고 재현의 전통적인 방식은 스키드 마크나 차량 파손정도, 차량의 최종 정지위치, 목격자 진술 등의 사고현장의 주위환경을 분석해서 직접 유추하는 것이다. 이것을 발전시켜 충돌 동역학 모델을 적용

*To whom correspondence should be addressed.
im3poet@hke-car.com

하고 충돌 전후 운동 현상과 이동 궤적 등을 역 추적하여 분석하는 HVE²⁾, PC-Crash³⁾ 등의 사고 재현 프로그램들이 있어왔다. 그러나 이러한 방법은 차량 상태 및 도로 상황 등에 대한 불확실한 요소를 포함하고 있어 정확한 사고의 재구성에 많은 한계가 있다.⁴⁾ 또 FEM 모델을 이용한 충돌 순간에 차량의 파손 경로와 승객의 상해 경로를 해석하는 것에 중점을 두는 FEM 해석방식의 MADYMO 등의 프로그램이 있으며 이외 본 논문에서 다루는 차량에 사고 기록 장치를 장착하여 사고의 원인을 규명하고 사고를 재현하는 차량용 블랙박스 일명 EDR이 있다. 블랙박스는 차량 거동 및 운전자의 조작 상태를 감지하고 이를 기록하여 실제 도로 상황에서 차량 충돌 시 운전자의 각종 조작 상태와 충돌 펄스 및 여러 가지 신호들을 저장하는 장치이다.⁷⁾ 이러한 차량용 블랙박스에도 여러 가지 유형이 있다. 제조업체들이 같은 차량용 블랙박스 기술을 사용하지는 않으며, 그것을 사용하는 사람들 또한 신호를 저장하는데 각기 다른 포맷을 사용한다. 이를 극복하기 위해 오랜 기간에 걸쳐 차량용 블랙박스의 공통 포맷을 위한 많은 다른 접근들과 새로운 개발들이 시도되고 있다.⁴⁾ 그 일환으로 IEEE는 날짜, 시간, 위치, 속도, 주행 방향, 승객 수, 안전벨트 착용 여부 등을 포함해 차량용 블랙박스가 기록하는 데이터를 정의하는 공용 표준 제작 프로젝트 1616을 2002년 시작했다.¹⁾

이상의 차량용 블랙박스는 가속도 센서의 출력이 나 에어백 신호, 운전자의 스위치 조작으로 충돌을 감지하고 사고 전/후 일정 시간 동안 차량의 각종 정보를 저장한다. 수집된 데이터는 사고 재현과 나아가 인원과 차량의 안전을 위해 쓰여진다. 이러한 이유로 신뢰성 있는 데이터 수집과 정확한 해석은 중요한 사안이 된다. 본 논문에서는 HK e-CAR 블랙박스에서 측정 및 저장할 때 가지는 오차와 이에 따른 보정 방안을 제시하고 실제 궤적 재현을 통해 신뢰도를 검증하고자 한다.

2. 기록정보의 오차 원인과 보정법

기록정보 방식의 차량 거동 재현은 평면 거동 가정 하에 센서의 출력신호를 적분하여 구하는 것을 기본으로 한다. 이로 인하여 평면 거동 가정에 따른

오차, 센서 출력 오차, 수치적분에 따른 오차들이 발생하며 이에 대한 보정이 필요하다.

2.1 센서 자체의 오차와 보정

초기 센서의 신호발생에서 생기는 오차로는 센서의 잡음, 민감도 오차, 영점오차를 들 수 있다. 센서의 잡음으로 인한 오차는 출력 신호의 주파수 특성을 분석하여 이 중 의미 있는 주파수 대역만을 취하고 나머지 부분은 크기를 감소시켜 해소한다. 가속도당 센서의 출력 값인 민감도는 대부분의 센서들이 가지고 있는 자기진단(Self Test)단자에 일정전압을 가하여 나오는 출력을 기준으로 보정한다. 다음으로 언급한 영점오차는 센서의 기준출력이 환경적 요인으로 매우 낮은 주파수를 가지고 흔들리는 것을 말한다. 이는 출력신호의 적분연산 시 오차가 계속 누적됨으로 센서 자체의 오차 중 가장 큰 비중을 차지한다.

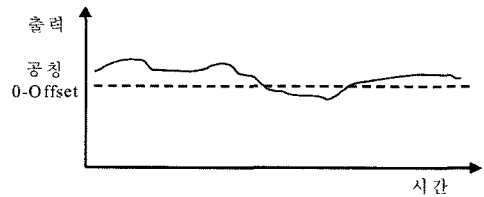


Fig. 1 0-Offset error

보정은 블랙박스 ECU에서 초기 시동 후 일정 시간의 값을 평균하여 그 값을 저장하거나 사고 재현 프로그램에서 수동으로 그 값을 조정한다. 또는 TM 속도와 조향 각 센서를 이용하여 0-오프셋(0-Offset)을 설정한다.

2.2 장착에 의한 오차와 보정

실제 블랙박스를 차량에 장착할 때 차량의 좌표 축과 센서의 좌표축이 정확히 일치하지 않으면 장착 오차가 발생할 수 있다. 여기서 종가속도센서축의 틀어짐보다는 요속도(Yaw-rate) 센서축의 틀어짐이나 횡가속도 센서축의 틀어짐에 의한 오차가 궤적재현에 큰 영향을 미친다. 이러한 장착 오차는 초기 차량을 직진 가속시켜 이때 나오는 측정 가속도와 요속도 값을 저장하여 보정한다.

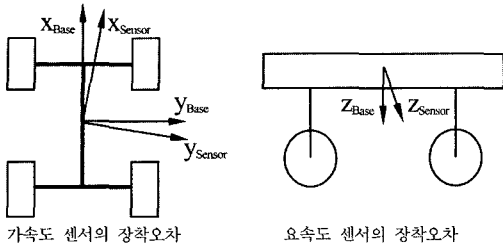


Fig. 2 Installation error of sensor

2.3 평면거동 가정의 오차와 보정

실제 3차원의 거동을 하는 차량을 2차원 평면운동으로 가정함으로써 측정 및 계산상의 오차가 발생한다.

첫째, 차량의 선회시 발생하는 롤과 횡으로 기울어진 노면 주행시 중력의 영향으로 횡가속도에 오차가 생긴다. 이는 궤적 재현에 있어 횡방향 미끄러짐이 발생하는 것처럼 작용한다. 아래 Fig. 3과 같이 차량 선회시 롤이 발생하여 횡방향 기울어짐이 발생하면 측정된 횡방향가속도와 실제 횡방향가속도 그리고 측정된 요속도와 실제 요속도의 관계는 다음과 같다.

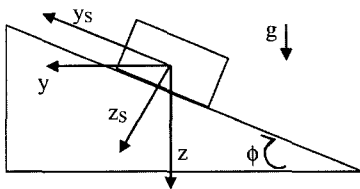


Fig. 3 Roll error

$$a_{ys} = a_y \cos \phi - g \sin \phi$$

$$\dot{\psi}_s = \dot{\psi} \cos \phi \tag{1}$$

- a_{ys} : 측정 횡 방향 가속도
 - a_y : 실제 횡 방향 가속도
 - $\dot{\psi}_s$: 측정 요속도
 - $\dot{\psi}$: 실제 요속도
 - ϕ : 롤각
 - g : 중력 가속도
- 위 식 (1)에서 롤각 ϕ 는 다음과 같다.

$$\phi = \sin^{-1} \left(\frac{\dot{\psi}_s \cdot V - a_{ys}}{g} \right) \tag{2}$$

V: 진행 방향 속도

따라서 실제 횡방향 가속도와 실제 요속도는 다음과 같다.

$$a_y = \frac{a_{ys} + g \sin \phi}{\cos \phi}$$

$$\dot{\psi} = \frac{\dot{\psi}_s}{\cos \phi} \tag{3}$$

아래 Fig. 4는 오차 보정 결과이다. 차량의 TM속도와 조향각 센서에서 받은 수치로 계산한 횡가속도를 기준으로, 보정된 횡가속도와 보정전 센서출력 횡가속도 값을 비교한 것이다.

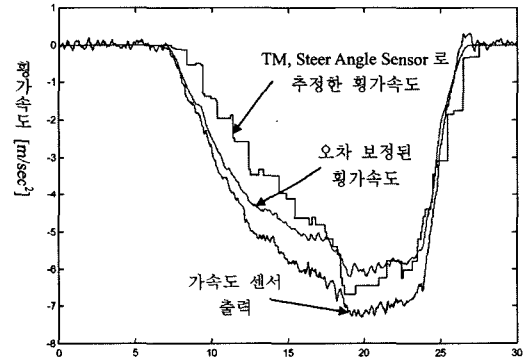


Fig. 4 Roll/Bank error compensation

보정시 요속도가 거의 없는 상태에서 횡방향 가속도가 발생하는 경우는 뱅크(Bank)주행이므로 이 경우에는 횡방향 가속도를 0으로 조정한다. 또한 롤에 의한 횡가속도의 변화량과 실제 횡방향 미끄러짐이나 차량의 회전으로 인한 횡방향 가속도 변화량을 서로 구분해야 한다. 사이드슬립이나 스핀의 경우 횡 방향 가속도가 회전시의 구심력에 의해 발생하는 가속도보다 작게 발생한다. 따라서 위 식에서 롤의 경우 (+)요속도에 (-)롤이 발생하는 반면, 사이드슬립이나 스핀의 경우에는 (+)요속도에 (+)롤이 발생하는 것처럼 계산되므로 이러한 경우에는 롤 오차 보정을 하지 않고 측정된 가속도를 참 값으로 사용한다.

둘째로 급가속 또는 급제동시 차량에 발생하는 피치의 경우 종방향 가속도 센서에 중력의 영향이 작용한다. 그러므로 적분하여 속도를 구하는 경우 실제 속도보다 빠르거나 느리게 계산된다. 이를 해결하기 위해서 차량에 대한 간단한 모델을 설정하고 차량의 피치각을 계산하여 그 오차를 보정한다.

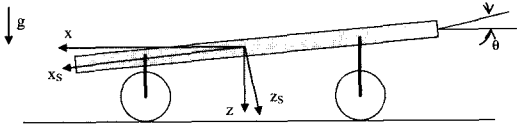


Fig. 5 Pitch error

측정 가속도와 실제 가속도 사이에는 다음의 관계가 성립한다.

$$a_{xs} = a_x \cos \theta + g \sin \theta$$

$$a_x = \frac{a_{xs} - g \sin \theta}{\cos \theta} \quad (4)$$

- a_{xs} : 측정가속도
- a_x : 실재가속도
- θ : 피치각
- g : 중력가속도

여기에서 피치각 θ 를 구하기 위해서 앞축과 뒤축의 현가장치에 들어오는 힘과 차량의 구동력에 의해 발생한 힘에 대해서 회전운동 방정식을 세울 수 있다. 그러나 식에 사용되는 변수들이 비선형적이며, 측정이 어렵다는 문제가 있다. 따라서 실험 데이터를 이용해 매개변수를 추정한다. Fig. 6은 결과적으로 계산된 추정 피치각과 측정 피치각을 비교하여 도시한 것이다.

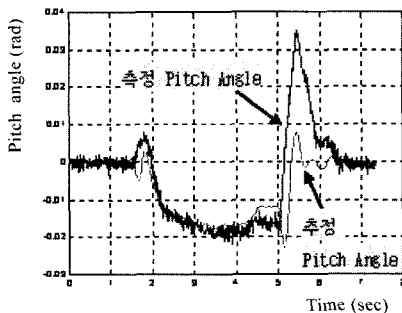


Fig. 6 Pitch angle estimation

3. X-Y축 가속도 센서를 활용한 경로 재구성

차량의 거동을 강체의 2차원 평면거동으로 가정하면 궤적은 강체 위의 한점에 대한 위치와 회전각도 변화로 기술이 가능하다. 한 점의 위치는 절대 좌표계 내에서 속도를 적분, 또는 가속도를 이중 적분하여 구할 수 있으며 강체의 회전각도는 회전각속도를 적분하여 구할 수 있다. 결과적으로 실측이 가능한 x-y축의 가속도와 z축의 요속도가 필요하다. 이 장에서는 x-y축 가속도로 요속도를 추정하여, 이를 통한 차량 거동 구현을 다룬다.

3.1 경로 재구성 해석 알고리즘

차량이 2차원 평면에서 슬립각이 5°내외로 사이드슬립을 무시할 수 있을 정도로 거동한다고 가정한다. 또한 사이드슬립을 무시하므로 차량의 조향각은 접선 방향과 일치하고 차량의 회전 각도 θ 와 동일하다.

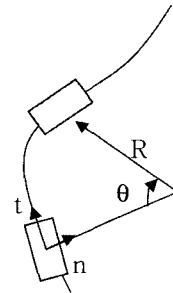


Fig. 7 Two-dimensional behavior

차량의 접선 방향을 t , 수직 방향을 n 으로 표시하고 차량의 가속도를 t 축과 n 축으로 표시하면 차량의 가속도 벡터 \vec{a} 는 다음과 같다.

$$\vec{a} = a_t \hat{u}_t + a_n \hat{u}_n$$

$$= v \hat{u}_t + \frac{v^2}{R} \hat{u}_n \quad (5)$$

- \hat{u}_t : 접선방향 단위벡터
- \hat{u}_n : 수직방향 단위벡터
- v : 접선방향 속도
- R : 회전반경

회전각속도를 ω 라 하면 다음의 관계가 성립한다.

$$a_n = \frac{v^2}{R}, \quad \omega = \frac{v}{R}$$

$$\omega = \frac{a_n}{v} \tag{6}$$

위 식에서 v 는 접선 속도이므로 접선 방향 가속도의 적분으로 다음과 같다.

$$v = \int a_n dt \tag{7}$$

3.2 오차 보정

2축 가속도 센서를 이용한 요속도 추정의 경우, 롤 오차 보정이 불가하고 0-클램핑(0-Clamping)설정이 필요하다. 0-클램핑은 차량 속도가 현저히 낮은 부분에서는 요속도 추정값이 실제보다 지나치게 커질 수 있으므로 강제적으로 요속도 추정값을 0으로 놓는 것이다. 또한 가속도 센서의 위치가 스프링 질량(Sprung Mass)에 해당하는 차량의 본체에 장착되므로 차량의 잔진동에 의해서 언스프링 질량(Unsprung Mass)는 실제 횡방향 거동이 없는데도 불구하고 횡방향으로 가속도가 검지 될 수 있으므로 요속도 0-클램핑을 이용하여 이를 방지한다. 이외에도 장착 오차로 인한 오차 보정 등을 목적으로 한다. 0-클램핑 설정은 재현된 차량 거동과 도로 등에 남아있는 거동 흔적이 잘 일치하도록 반복(Trial & Error)방식으로 설정한다.

직진 주행의 경우 이론적으로 횡가속도는 0을 중심으로 진동해야 하나 Fig. 8의 영역1과 영역2에

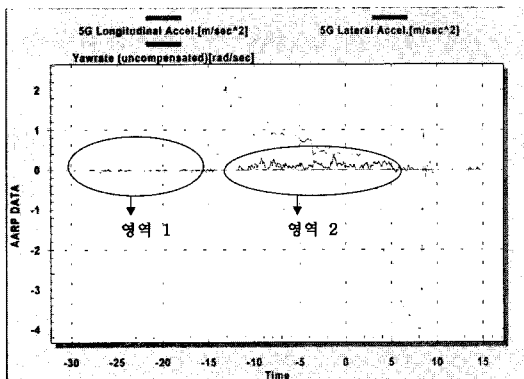


Fig. 8 Lateral acceleration of straight driving

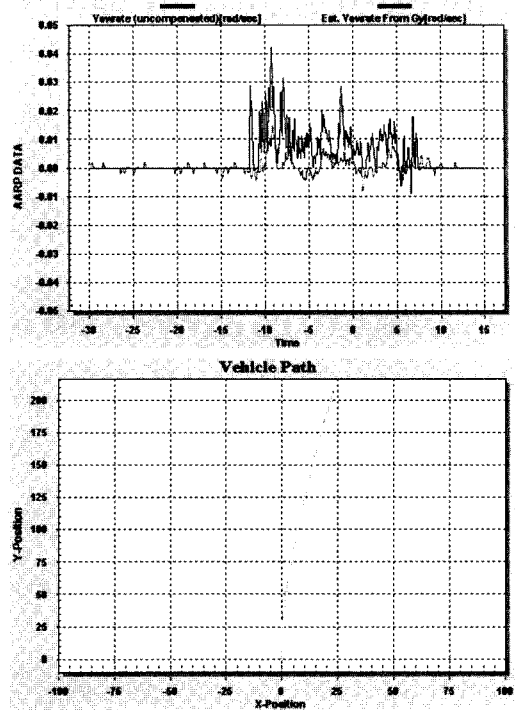


Fig. 9 Before 0-clamping

서 볼 수 있듯이 차량 가속시 횡방향 가속도가 한쪽으로 편향되는 것을 확인할 수 있다. 이는 2장에서 언급한 장착에 의한 오차에 기인한다. 아래의 그림은 0-클램핑 보정을 하지 않은 경우와 보정을 한 경우 각각의 요속도 추정값 및 차량궤적을 도신한 것이다.

이상의 0-클램핑 보정에서 문제가 되는 것은 실제 요속도 계산에 유효한 영역과 잡음(Noise) 영역의 구분이다. 아래 Fig. 11에서 실제 핸들링이 행해진 영역2에서는 횡가속도의 변화가 확실하고 크기가 크고 주파수가 낮다. 반면 차량 진동이나 장착 오차로부터 발생하는 횡가속도의 잡음이 발생하는 영역1과 영역3에서는 그 크기가 작고 영역2에 비하여 고주파이다. 그림에서 알 수 있듯이 0-클램핑 영역이 비교적 분명하게 드러난다.

이처럼 실제 횡가속도가 발생한 영역2 부분과 잡음에 해당하는 영역1, 영역3의 패턴차이는 쉽게 알 수 있다. 영역1은 초기 가속시 장착 오차등으로 인하여 횡방향 가속도 성분이 감지된 경우이며 영역3은 급제동시 장착 오차로 인한 횡방향 가속도 성분과 차

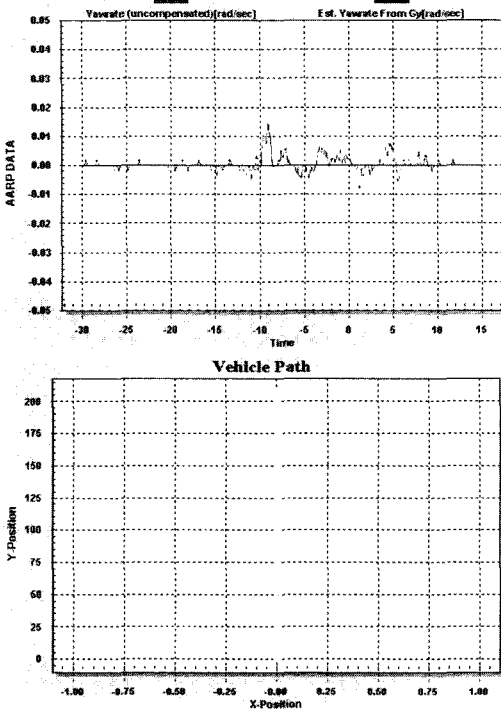


Fig. 10 After 0-clamping

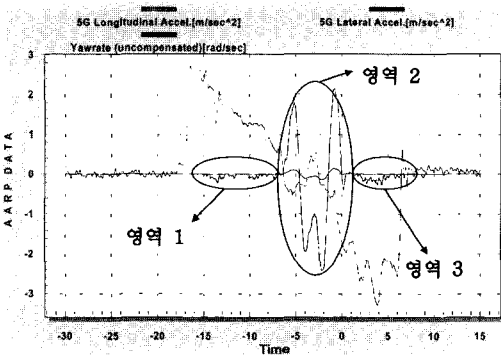


Fig. 11 Lateral acceleration of double line change driving

량 속도가 현저히 낮은 경우의 요속도 추정 오차 패턴을 잘 보여주고 있다. 이상에서 언급한 것처럼 가속도의 패턴이나 요속도 추정치로부터 실제 횡방향 거동이 발생한 부분과 잡음으로 인한 부분을 판단할 수 있다.

2축 가속도센서를 이용한 이상의 보정은 차량 블랙박스의 가격적인 면을 고려한 사항이며 요속도 센서를 이용하는 경우에는 언급한 0-클램핑 설정을

제외하고 롤 오차 보정이 이루어진다.

3.3 센서 장착 위치에 따른 영향

차량이 회전 주행할 때, 가속도가 발생하고 평면상 가속도 센서가 차량의 무게중심 위치와 거리를 두고 장착되어 있다면 가속도에 각속도의 영향이 미치게 된다.

차량 무게 중심점의 가속도와 센서위치에서의 가속도는 다음의 관계가 있다.

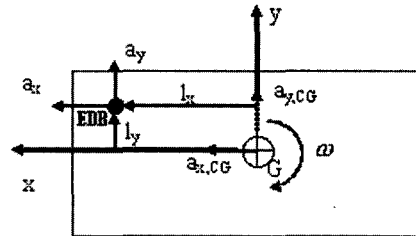


Fig. 12 Install position effect

$$\begin{cases} a_{x,CG} = a_x + (l_y \times \dot{\omega}) + (l_x \times \omega^2) \\ a_{y,CG} = a_y + (l_x \times \dot{\omega}) + (l_y \times \omega^2) \end{cases} \quad (8)$$

위 식에서 실제 차량 거동 가속도라 할 수 있는 무게중심점의 가속도 a_{CG} 는 센서위치에서 측정하는 가속도 a 에 각속도와 각가속도의 작용을 받게 된다. 그러나 일반 회전주행 시 발생하는 각속도가 크지 않고 센서 장착위치가 무게중심에서 크게 벗어나지 않으므로 그 영향은 무시할 만하다.

이와 달리 차량충돌 등 큰 각속도가 작용하고 각가속도 또한 무시할 수 없을 경우, 이때의 거동을 수식화하면 다음과 같다.⁵⁾

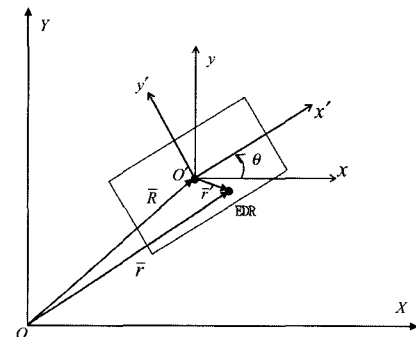


Fig. 13 Three coordinate systems for vehicle analysis

여기서 $x' - y'$ 은 차량 고정 좌표계이며 X-Y는 고정 좌표계, $x - y$ 는 이동 좌표계이다. 또한 \bar{r}' 은 $x' - y'$ 좌표에서 차량의 무게중심 O' 과 센서까지의 거리로 일정한 값이다. 위치벡터 \bar{r} 은 다음과 같이 놓을 수 있다.

$$\bar{r} = \bar{R} + A_\theta \bar{r}'$$

$$A_\theta = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (9)$$

X - Y 좌표의 센서위치에서의 속도와 가속도 무게중심의 가속도는 다음과 같다.

$$\dot{\bar{r}} = \dot{\bar{R}} + \dot{A}_\theta \bar{r}' = \dot{\bar{R}} + \omega S A_\theta \bar{r}'$$

$$\ddot{\bar{r}} = \ddot{\bar{R}} + \dot{\omega} S A_\theta \bar{r}' + \omega S (\dot{A}_\theta) \bar{r}'$$

$$\ddot{\bar{R}} = \ddot{\bar{r}} - \dot{\omega} S A_\theta \bar{r}' + \omega^2 A_\theta \bar{r}'$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

- $\dot{\bar{r}}$: 센서위치의 속도
- $\ddot{\bar{r}}$: 센서위치의 가속도
- $\ddot{\bar{R}}$: 무게중심의 가속도
- ω : 각속도
- $\dot{\omega}$: 각가속도

위 식을 $x' - y'$ 좌표로 변환하면 다음의 관계가 성립한다.

$$A_\theta^{-1} \ddot{\bar{R}} = A_\theta^{-1} \ddot{\bar{r}} - \dot{\omega} A_\theta^{-1} S A_\theta \bar{r}' + \omega^2 \bar{r}'$$

$$= A_\theta^{-1} \ddot{\bar{r}} - \dot{\omega} S \bar{r}' + \omega^2 \bar{r}' \equiv \bar{a}' \quad (11)$$

그러므로 X - Y 좌표의 차량의 무게 중심 가속도 벡터 \bar{a} 와 속도 $V(t)$ 는 수식 (12)로 정리된다.

$$\bar{a} = A_\theta \bar{a}' = \ddot{\bar{R}}$$

$$V(t) = V(t_0) + \int_{t_0}^t A_\theta \bar{a}'(t) dt \quad (12)$$

X-Y 고정좌표에서 차량의 위치는 다음과 같다.

$$X(t) = X(t_0) + \int_{t_0}^t |\bar{V}(t)| \cos \theta dt$$

$$Y(t) = Y(t_0) + \int_{t_0}^t |\bar{V}(t)| \sin \theta dt \quad (13)$$

4. 시뮬레이션 해석 및 실험

궤적 재현의 신뢰도를 확인하기 위하여 정해진 몇 가지 경로를 따라 현대자동차 EF-SONATA를 가지고 정상운행 하였다. 이를 통해 주행 속도와 차량 진행 궤적의 오차 범위를 계산한다.

4.1 경로별 주행

직선 주행은 정속 가속하여 직주행 후 정속 정지, 급 가속하여 직주행 후 급 정지 주행을 하였다. 지그재그 주행은 1개 차로 폭의 일반도로에서 정속과 급 주행을 진행하였다. 다음 선회주행은 좌/우 저속 선회와 고속 선회를 진행하였다.

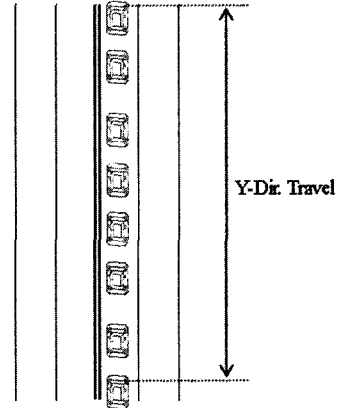


Fig. 14 Straight course

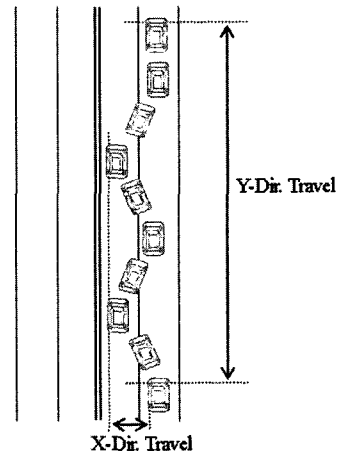


Fig. 15 Slalom course

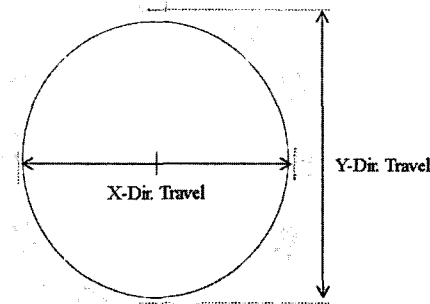


Fig. 16 Circle course

4.2 주행 데이터 해석 신뢰도

속도는 재현한 최고속도와 실측한 TM 최고속도를 대비하였으며 종방향 이동거리와 횡방향 이동거리는 재현과 실측을 대비해 오차를 계산하였다.

Table 1 Trajectory data reliability

	최고속도(KPH)			종방향 이동거리(m)			횡방향 이동거리(m)		
	TM	재현	오차 (%)	실측	재현	오차 (%)	실측	재현	오차 (%)
직선 주행									
정속	57.4	55.8	2.79	200.0	203.4	1.7	0.7	0.0	0
가속									
정지	51.8	51.9	0.2	200.0	208.4	4.2	0.7	0.5	0
급	64.4	66.7	20.2	186.0	193.7	4.14	0.7	0.0	0
가속									
정지	68.6	67.9	1.02	205.2	212.8	3.70	0.7	0.0	0
지그재그 주행									
정속	51.8	50.5	2.5	-	303.7	-	3.5	4.4	0
주행	40.6	40.2	1.0	-	264.9	-	3.5	4.0	0
급	74.2	73.8	0.5	-	375.5	-	3.5	3.6	0
주행									
선회 주행									
저속	30.8	29.5	4.2	50	49.6	0	50	47.8	0
좌선회									
고속	57.4	56.1	2.2	70	78.9	3.1	75	74.8	0
좌선회									
저속	26.6	25.6	3.7	50	50.1	0	50	48.6	0.2
우선회									
고속	53.1	51.6	2.8	70	80.4	4.6	75	76.8	0
우선회									

Table 1은 주행 실험 결과를 정리한 것이다. 지그재그 주行的 경우 진행방향 거리를 측정하지 않아

오차 계산이 되지 못하였으나 직선 주행결과로 미루어 이외의 평균 오차범위를 크게 벗어나지 않을 것이라고 추정된다.

이상 정상 주행의 경우 주행 속도와 차량의 종방향 이동거리, 횡방향 이동거리가 5%의 오차 범위 안에서 재현되어짐을 알 수 있다.

5. 결론

차량용 블랙박스는 기존의 해석 프로그램의 사후 정보수집방식에서 벗어나 센서와 기록 장치를 직접 차량에 장착하여 실시간으로 데이터를 수집한다는 점에서 의미가 크다.

본 논문에서는 수집한 데이터에 근거한 경로 재구성 과 이를 다루는데 수반되는 오차들을 언급하고 각 오차에 대응하는 보정을 다루었다. 또한 실 주행 실험을 통해 그 신뢰성을 검증하였다.

이를 기반으로 향후 보다 실질적인 충돌사고에서의 궤적재현을 통한 신뢰도 확보가 절실하며 관련 기관과 업체의 지속적인 연구가 필요하다.

신뢰성 높은 차량용 블랙박스의 적용은 빈번한 차량사고와 사고 처리 비용의 감소로 이어질 것이며 결과적으로는 인적, 물적 자원의 손실을 줄일 수 있다.

후 기

본 연구는 부분적으로 교통개발연구원의 2003 지능형교통체계(ITS) 연구개발사업에 의해 지원되었습니다.

References

- 1) IEEE Project 1616 Draft Standard Site; <http://grouper.ieee.org/groups/1616/home.htm>.
- 2) Engineering Dynamics Corporation Site; <http://www.edccorp.com/products/hve.html>.
- 3) DSD -Dr. Steffan Datentechnik Site; <http://www.dsd.at/PCCRASH.htm>.
- 4) R. Fay, R. Robinette, D. Deering and J. Scott, "Using Event Data Recorders in Collision Reconstruction," SAE 2002-01-0535, 2002.
- 5) T. Nishimoto, "Vehicle Crash Analysis Based

- on Own Data Recording,” Int. J. Vehicle Design, pp.130-141, 2003.
- 6) W. Lee and I. Han, “Development of an Automobile Black Box for Reconstruction Analysis of Collision Accidents,” Transactions of KSAE, Vol.12, No.2, pp.205-214, 2004.
- 7) W. Lee and I. Han, “Development of an Event Data Recorder and Reconstruction Analysis,” SAE 2004-01-1180, 2004.