K6-73

ドライブレコーダーを活用した自動車乗員の傷害予測方法の研究

Research of Injury Prediction System with Drive-Recorder

○伊藤武[1]，山野内啓悟[2]，富永茂[3]，岡野道治[3]
Takeshi Ito[1], Keigo Yamanouchi [2], Sigeru Tominaga[3], Michiharu Okano[3]

Abstract: In the traffic accident, there are a lot of losses times until the treatment starting after an accident happens. When the driver is a serious injury, the survival rate falls with the time passage. To settle this problem, it has been developed Drive-Recorder which has the algorithm which predicts an injury. The purpose of this research is to make this algorithm more accurate, the method of requesting “Delta-V by crash” and "Crash direction" is devised. In order to find these methods, it experimented by using the model of the car that installed the acceleration sensor.

１．序論

現在，交通事故時における救急救命において，事故発生から負傷者が適切な治療を受けるまでに時間がかかり，亡くなってしまうという場合がある．その原因として，①事故発生から治療開始までに時間ロスが多い，②正確な事故情報が救急隊員や搬送先の病院の医師に伝達されていない，という現状がある．これらの問題を解決するために，事故情報を記録し，負傷の程度を予測する傷害予測アルゴリズムを搭載した救急救命型ドライブレコーダー（以下 DR）の開発を行っている．今回，死亡重傷率に影響するリスクファクタ[1]の内，①衝突による ΔV，②衝突方向，の２つを判定する手法の考案を目的とし，それぞれを求める理論および，DR に実装するためのアルゴリズムを構築する．

２．DR について

DR は, 車両にある一定値以上の大きな加速度が生じると，その瞬間を 0 秒とし，その前 10 秒および後 5 秒のデータを記録するようになっている．記録されるデータは，3 軸加速度[m/s^2]，車両速度[m/s]，3 軸角速度[deg/s]，ブレーキ・ウィンカーの ON/OFF，車内外カメラによる映像である．また測定データは Excel に出力でき，0.01[s]毎の数値として処理できる．

３．理論

３．１．衝突による ΔV

車両運動を, x-y 平面運動のみの 2 次元モデルとして考える．衝突前と衝突後の自車速度の速度差を ΔV とすると，衝突方向や乗員年齢などに関わらず，ΔV の絶対値が大きくなるほど死亡重傷確率は高くなる[1]．今回はこの ΔV の値を求めるにあたって, DR に搭載されている加速度センサを利用することにした．

まず x 方向および y 方向の ΔV は，区分求積法を用いてそれぞれ次式で表わされる．

$$\Delta V_x = a_x \cdot \Delta t \tag{1}$$

$$\Delta V_y = a_y \cdot \Delta t \tag{2}$$

さらに車両全体の ΔV は次式で表わされる．

$$\Delta V = \sqrt{\Delta V_x^2 + \Delta V_y^2} \tag{3}$$

この方法により ΔV を算出し，値の大きさで死亡重傷リスクを判断する．なお，衝突開始は衝突面での接触開始時，衝突終了は衝突面の相対速度が 0 となった時とする．

３．２．衝突方向判定

衝突方向の判定方法について **Fig.1** に示す．0 秒時の加速度センサの x 方向および y 方向の値 a_x , a_y から衝突方向の角度 θ を，三角関数を用いて表す．

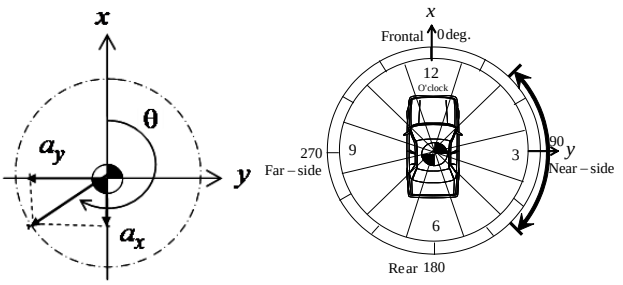


Figure 1. The Judgment of Crash Direction

$$\theta = \tan^{-1}\frac{a_y}{a_x}\,[\mathrm{deg}] \tag{4}$$

１：日大理工・学部・機械　２：日大理工・院(前)・機械　３：日大理工・教員・機械

４．理論の検証

これまで DR で得られた 3 つの事故データの加速度より(3)，(4)式で求めた結果と，事故記録から見た実際の ΔV と衝突方向を比較した結果を **Table1** に示す．なお，今回の検証では衝突の開始と終了のタイミングを判断出来なかったため，衝突開始を 0 秒，衝突終了を自車速度 V=0[km/h]となった瞬間と仮定して計算した．

Table1. Inspection Result

Case	Item	ΔV[km/h]	Direction[deg]
1	Results by (3)(4)	5.47	354
	Real date	1.7	0
	Consistency	×	○
2	Results by (3)(4)	19.7	8
	Real date	19.8	90
	Consistency	○	×
3	Results by (3)(4)	33.6	345
	Real date	33.1	0
	Consistency	○	×

ΔV に関しては値が小さかった Case1 以外は計算結果と実際の値が一致したと言える．今後，計算範囲を実際の衝突開始と終了のタイミングとした場合の理論の整合性を確かめる．衝突方向に関しては Case1 以外は一致しなかった．

５．考察

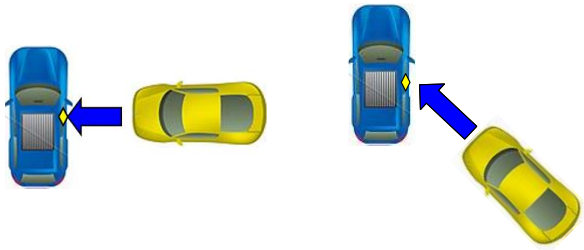
今回, 衝突方向が計算で一致しなかった原因として，衝突直前にブレーキや旋回などの回避行動をドライバーがとったことにより，衝突以外の原因による加速度が付加されたためと考える．現状の方法で求める際の問題点として，衝突以外による加速度が生じた場合が考えられる．他の例として，車両にヨー方向の自転が生じる場合がある．加速度センサが重心位置から距離 r だけずれていた場合，回転運動の公式

$$a = r\alpha \tag{5}$$

（r：回転中心からの距離，α：角加速度）

より，回転が生じるだけで並進走行の加速度が付加されてしまうと考える．

また，同じ衝突方向であったとしても，車両に加わる力の向きが異なる場合が考えられる．例えば **Fig.2** の(a)と(b)のように，衝突地点は同じでも車両に加わる力の向きが異なれば，衝突により生じる加速度の向きも異なると予想される．



(a) From the Side　　(b) From the Diagonally Behind

Figure 2. Difference in the Force of Crash Direction

６．理論の改善

今回の検証では，ΔV を求める際の衝突開始と終了のタイミングを仮定して行ったが，実際の正しいタイミングを判定する方法を考える必要がある．また，衝突方向判定の精度向上のため，ブレーキや旋回による加速度の影響を取り除く方法も考える必要がある．

これらを改善するために，事故データのさらなる検証が必要であるが，これまでに乗員に負傷が見られる実事故データが得られていない．そのため，模型衝突実験を行い，衝突データを得る事が有効だと考える．模型実験を行うにあたって，模型は実験結果に影響を与えると思われる部分を中心に，相似則に従って作成する．変形の有無も考え，変形有りの場合には模型のフロント部に

$$k=588m[N/m] \tag{6}$$

(k：バネ定数，m：車両質量)

となるようにバネなどを取付ける[2]．模型実験を行いながら，どの位置にどんなセンサを取り付けるか，どのような理論にするかを考えていく．

７．まとめ

事故情報から負傷の程度を予測する傷害予測アルゴリズムを搭載した DR の開発を行っており，①衝突による ΔV，②衝突方向，の２つを車両加速度から判定する理論を考えた．実事故データから，理論と実際の値を比較した結果，２つの値が一致しないケースがあった．今後，模型実験によって衝突データを得ると共に，理論の再検討を行い，精度向上を図る．

８．参考文献

[1] 富永茂ほか：「日本の交通事故実態を反映した AACN 傷害予測アルゴリズムの研究」自動車技術会 2014 年　秋期学術講演会

[2] 水野幸治: 「自動車の衝突安全」，pp.98-99，2012.