

ドライブレコーダを活用した自動車乗員の傷害予測方法の研究

Development of Injury Prediction System with Drive-Recorder

横田陽弘¹, 遠西晃彦², 富永茂³, 岡野道治³

Akihiro Yokota¹, Akihiko Tonishi², Shigeru Tominaga³, Michiharu Okano³

Abstract: In the traffic accident, it is generated from the slightly injured person to the seriously injured person who requires the emergency care. The occupant's injury is forecasted from the data of the acceleration and recording the image that is the basic function of the drive recorder. In addition, Drive-Recorder automatically informs those to a rescue squad. As a result, the proper treatment becomes possible. It is a purpose to decrease the traffic accidental death. Only using the maximum acceleration isn't enough to judge the direction of impact force. Therefore, occupant's injury prediction algorithm has a room for improvement.

1. はじめに

交通事故時の救急医療では、負傷者が外傷に合った適切な病院に運ばれず亡くなったPTDと呼ばれる例がある。原因として、①事故発生から治療開始までの時間ロスが多い、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ないという現状がある。PTDを予防するには、事故発生を早期に覚知するとともに、重症者の存在を認知し、3次救命センターへ搬送することが必要である。

Malliarisら^[1]は事故データベースを用い、宮崎ら^[2]はシミュレーションで検証した。本研究はシステムの車載化を目的としている。実証実験でドライブレコーダ(以下DR)を用いて3軸加速度を記録しており、この実事故データを用いて傷害予測アルゴリズムを研究している。

2. 傷害予測の方法

記録された車載データを用い、後術の傷害予測アルゴリズムを用いて重症度を判別し、3次救命センターへ搬送すべき重症度をグレード3とし、生命の危険度が無い中等症をグレード2、軽症をグレード1とする。

救命医療では生理学的評価、解剖学的評価、受傷機転を見る。生理学的評価では呼吸数や心拍数などのバイタ

ルレベル、解剖学的評価では骨折、胸部殴打等の外傷の有無、受傷機転では高エネルギー事故、同乗者死亡など事故の状況、などを用いる。

本研究ではグレードの判定を工学的分野から推定している。工学的分野では、加速度の大きさで主に判別し、危険因子として年齢、乗員側の側突、シートベルト非着用、横転等の項目がある。表1がその表である。

3. 車載化システムの開発

3.1 システム概要

提案する傷害予測アルゴリズムは車体合成加速度による1次判定と危険因子を加えた2次判定の2段階のアルゴリズムとした。1次判定では、車体合成加速度 a_{xy} が 400 m/s^2 以上をグレード3とし、 200 m/s^2 以上をグレード2、 50 m/s^2 以上をグレード1とした。どれか1つでも危険因子に該当する場合に自動的にグレードを1段階引き上げるアルゴリズムとした。

3.2 衝撃力とその方向の計算方法

前後方向加速度 a_x と横方向加速度 a_y を用いて、合成加速度 a_{xy} を計算し衝突の大きさとする。さらに、 a_x, a_y を用いて、衝撃力の入力角度を推算する。推算した衝撃入力角度から図1に示すように衝突方向を時計回りに30度刻みで前面、ニアサイド、後面、ファーサイドに分類する。

$$a_{xy} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} [m/s^2]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{a_y}{a_x} [\text{deg}]$$

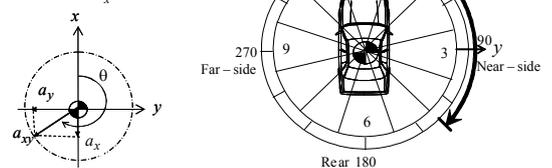


Figure 1 Definition of crash severity and direction of impact

Table 1 Injury prediction scheme

	GRADE 1 (Minor injury)	GRADE 2 (Moderate injury)	GRADE 3 (Serious injury)
Vital signs and level of consciousness	-	-	• JCS ≥ 100 • RR < 10 or ≥ 30 • SBP < 90 • SpO ₂ < 90
Assess anatomy of injury	-	-	• All penetrating injuries • Skull fracture • Flail chest etc...
Assess mechanism of injury	-	-	• High-energy automobile crash • Death in same passenger • Ejection from automobile ... etc
Acceleration threshold value	$\geq 50[m/s^2]$	$\geq 200[m/s^2]$	$\geq 400[m/s^2]$
High-risk factors	(1)Near-side impact (4)Roll over	(2)Older adults (Over age 55) (5)Multiple impact	(3)Non-belt use (6)Elapsed time after the crash

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

3.3 ドップラーセンサーによる呼吸数の計測方法

DR に生理学的情報の実装を試みる。今年呼吸数をドップラーセンサーにて計測する。呼吸数に注目したのは、救急隊や医療関係者が最初に診る重要なバイタルサインであるためである。

過去の研究からドップラーセンサーを腹部に当て計測するのが一番安定しているということから同様の計測方法を取る。センサーからの出力をパソコンに出力し、出力波形は LabVIEW によりローパスフィルタにかけて読取る。図の 2 は被計測者が静止した状態で呼吸を計測した波形である。以後、プログラムを組む予定である。

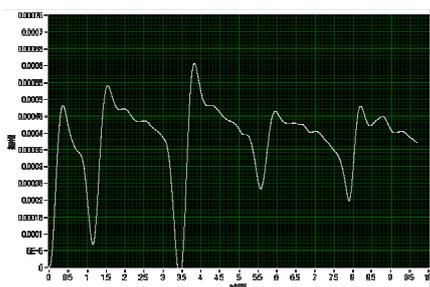


Figure 2 Waveform of respiration with Doppler sensor

4. 実傷害と傷害予測の照合

4.1 救命ドライブレダ

傷害予測アルゴリズムを DR に実装し、タクシー車両 10 台に搭載し、フィールドオペレーショナルテストにより実事故データを収集した。本稿では、2006 年 1 月から 2011 年 7 月までに収集した実事故データ 85 件を解析対象とした。なお、1 件以外は無傷事故であった。

4.2 乗員挙動の解析

表 2 は加速度および方向別に、車内カメラ映像を用いて乗員挙動の解析を行った結果である。なお、使用したデータは先で述べた実証実験中に得た 85 件のデータである。網掛けの灰は乗員挙動が確認されたものであり、黒はカメラデータが欠損していたものである。

Table 2 Occupant's movement

Acceleration [m/s ²]	Sum	Front 11~10'clock	Right 2~4o'clock	Rear 5~7o'clock	Left 8~10o'clock
0 ~ 5	0				
5 ~ 10	39	21	1	15	2
10 ~ 15	25	20		5	
15 ~ 20	5	1	2	1	1
20 ~ 25	6	4		2	
25 ~ 30	3	1	1	1	
30 ~ 35	1			1	
35 ~ 40	0				
40 ~ 45	2	1		1	
45 ~ 50	0				
50 ~ 55	1	1			
55 ~ 60	1			1	
60 ~ 65	1				1
65 ~ 70	0				
70 ~ 75	1	1			
75 ~ 80	1				
80 ~ 85	1				
85 ~ 90	1	1			

Black: Without in-car camera data Gray: Occupant's move detected

表 2 で、乗員挙動が認められるのは 25[m/s²]を超える加速度の場合であった。この 7 件についてさらに詳細な解析を行った。この結果を表 3 とする。

Table 3 Detail of accident

DR No.	Direction of Impact [o'clock]	Yawrate [deg/s]	ΔV [km/h]	Acceleration [m/s ²]
D015	6	0	10	31
D055	6	10	1	26
D081	6	10	6	41
D083	11	60	27	85
D083-2nd	11	30	10	44
D024	12	0	4	40
D040	9	110	0	64

"2nd" is second impact of the D083 accident.

解析では、方向が違くと挙動の起きる加速度が違うのか、などを調べたかったが、挙動があるデータは前後方向が多く、比較ができなかった。

4.3 実事故データと照合結果

表 4 に傷害予測アルゴリズムによるグレード判定結果と実傷害の照合表を示す。

Table 4 Relation between injury prediction results and actual injury (n=85)

Predicted \ Observed	Grade 0 (Un-injured)	Grade 1 (Minor injury)	Grade 2 (Moderate injury)	Grade 3 (Serious injury)
Uninjured	68	13	3	0
Minor injury	0	0	1	0
Moderate injury	0	0	0	0
Serious injury	0	0	0	0

全 85 件の実事故データのうち、現状の傷害予測アルゴリズムでは、アンダートリアージ（重症度を過小に予測する）は 0 件であったが、オーバートリアージ（重症度を過大に予測する）17 件となる結果となった。

5. まとめ

DR で収集した 85 事故例を用いて、傷害予測アルゴリズムに基づく重症度判定結果の妥当性を検討した。その結果、アンダートリアージは発生しなかったが、オーバートリアージが発生する事故事例があった。

オーバートリアージを減少させるように改良を行っていく。

6. 参考文献

- [1] Malliaris, et al.: "Relationship between crash Casualties and crash attributes", SAE Paper 970393, 1997
- [2] 宮崎祐介ら: 「マルチボディモデルを用いた全面衝突事故シミュレーションによる乗員傷害予測手法の構築」, 自動車技術会論文集, Vol.42, No.1, pp73-78, 2011