

車載型事故記録装置による人体傷害の予測手法に関する研究

Study on human injury prediction methods with emergency drive-recorder

水野弘基* , 熊田諭* , 西本哲也* , 富永 茂** , 村上 成之***
Hiroki Mizuno* , Satoshi Kumada* , Tetsuya Nishimoto* , Shigeru Tominaga**
Sigeyuki Murakami***

*日本大学工学部 , **日本大学大学院理工学研究科
***東京慈恵会医科大学付属柏病院

*College of Engineering, Nihon University

**Graduate School of Science and Technology, Nihon University

***Department of Neurosurgery JIKEI University School of Medicine

キーワード: 傷害(Injury) , 交通事故(Traffic accident) , ドライブレコーダ(Drive Recorder) ,
救命救急(Emergency life guard)

連絡先: 〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部機械工学科

バイオメカニクス研究室 西本哲也 , Tel.: (024)956-8777, Fax.: (024)956-8642

E-mail: tnishi@mech.ce.nihon-u.ac.jp

1. はじめに

消防白書¹⁾によると,平成 15 年度の国内における救急自動車保有台数は 5574 台であり,自動車による交通事故の搬送人員は約 72 万人となる.そのうち軽傷者の占める割合は 77%の 56 万人に上り軽傷者の占める割合と搬送人員が年々増加し,救急車の出場が現在 6 秒に 1 件の割合となっている.また警察庁の事故統計の交通事故件数は昭和 50 年の 48 万件から増加を始め,平成 15 年では 98 万件に上る²⁾.これらのことから,

救急車が軽傷者の搬送のために不足し,本来必要とする重篤の患者を優先的に搬送することができない恐れがある.自動車交通事故におけるこの問題は,現在開発が進んでいる予防安全や被害軽減を目的とした先進安全自動車(ASV)の技術では実際に事故が発生した場合の自動通報や乗員の傷害の推定といった乗員救助を主体とする開発は進んでおらず,軽傷者と重傷者の優先度の識別による救助といった自動車と救急医療との連携は困難である.

本研究では、車載型事故記録装置（以下ドライブレコーダ）を用いた9ヶ月間のフィールドテストの結果から事故のパターンに応じて傷害度を識別し、優先的に重傷者の救助を行うことを可能とするために傷害の予測手法を開発することを目的とした。

2. 実験

2.1 事故検知方法

自動車の交通事故が発生したかどうかは、その時の衝撃量の大きさ、つまり加速度の変化量によって決まる。ドライブレコーダで記録する加速度は、車両走行方向と横方向の加速度の合成ベクトルの大きさを衝撃の大きさとして算出した。この合成前の各軸方向で収集される加速度は、架橋の継ぎ目、段差等による車両の傾斜といった上下左右運動の影響を除去するため、収集時間の区間毎に前区間との差分値を用いた。走行方向の加速度差分値をJ、平均化区間をn個、i番目の収集加速度を a_i とすると、時間tにおける加速度差分値 J_t は(1)式になる。

$$J_t = \frac{\sum_{i=t-n}^t (a_i - a_{i-n})}{n} \quad (1)$$

この加速度の合成ベクトルを車両走行方向(X)と横方向(Y)に各閾値に対し、(2)式を用いて同等な衝撃量に対する正面衝突と側面衝突時における乗員傷害の程度の違いを考慮した楕円関数を用いて、合成ベクトルの値が閾値を超えたか否かで記録開始の判定を自動的に行った。

フィールドテストで使用したタクシーの形状はボンネット型車両であるので車体エネルギー吸収量の高い前後面に対して側面はそれより低い⁹⁾ことから横方向の閾値を低く設定し、小さい衝撃でも記録が可能と

した。閾値の値は急ブレーキを行ったときに検出される減速度の大きさから車両走行方向、横方向の値をそれぞれ 8m/s^2 、 4m/s^2 とした。

$$\left(\frac{a_x}{G_x}\right)^2 + \left(\frac{a_y}{G_y}\right)^2 \geq 1 \quad (2)$$

ここで、 a_x 、 a_y は車両から収集された各軸方向の加速度であり G_x 、 G_y は記録トリガーの閾値となる。

衝突時の加速度の合成ベクトルが各軸方向の閾値を超えた場合、つまり Fig.1 の上図の楕円の外に合成ベクトルが存在すると、事故あるいはなんらかの原因で運転手が急激な運転操作を行った場合に発生した急激な加速度変化を検知して記録を開始する。記録する際 Fig.1 の下図のようにトリガーが発生した時点より15秒前から5秒後までの映像、加速度、角速度、運転操作情報を記録する。

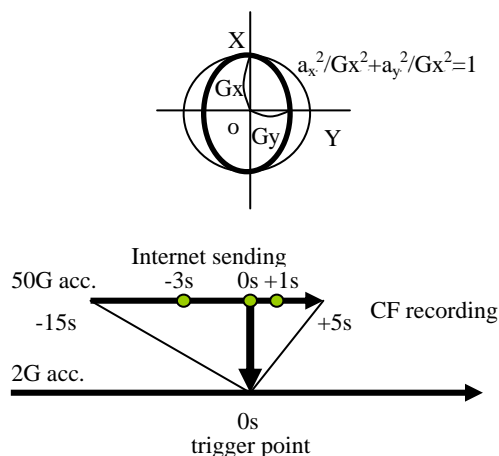


Fig.1 scheme of trigger crash recording and trigger algorithm

2.2 ドライブレコーダ

今回製作したドライブレコーダのブロックダイアグラムを Fig.2 に示す。衝突検知用の加速度計は運転席シート下に

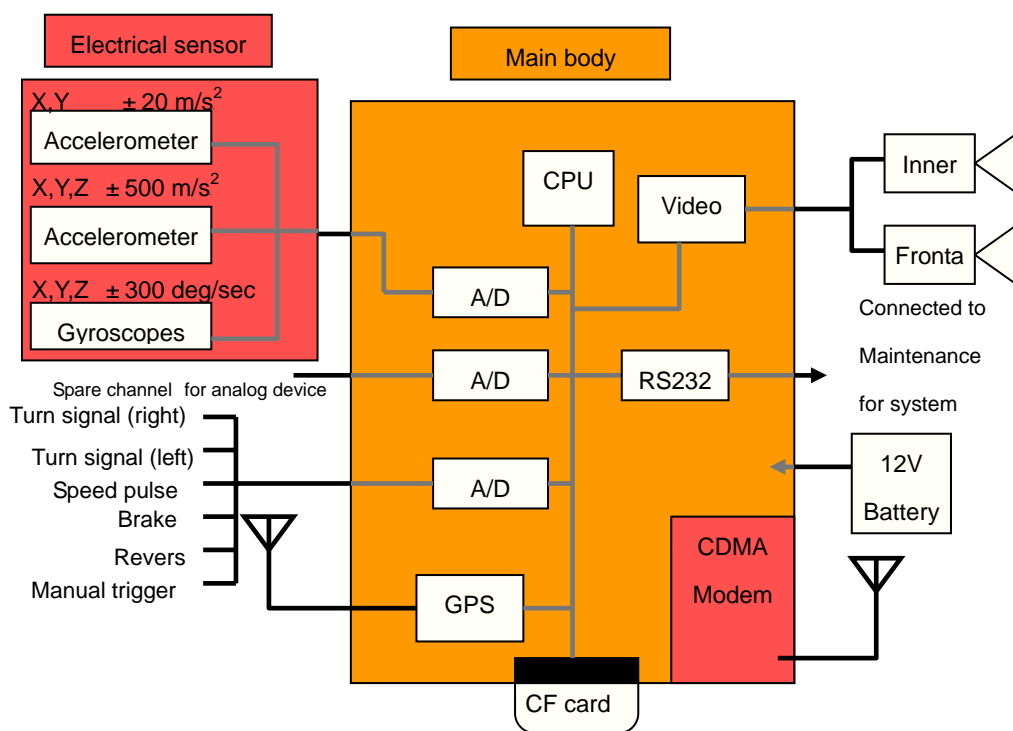


Fig.3 block diagram of emergency drive-recorder

配置し、ドライブレコーダ本体はセンターコンソール内に配置した。

記録項目は加速度、角速度、車速パルス、ウィンカー信号、ブレーキ信号、手動トリガー信号、GPS 信号、車内・車外前方映像、運転手の年齢や血液型などが含まれる個人情報である。ドライブレコーダ本体には加速度計からの衝突入力信号、車速パルス等の車両信号が入力される。本体に入力された各種信号は事故が検知された場合 CF カード内に格納される。

2.3 実験方法

千葉県を拠点とするタクシー車両 10 台にドライブレコーダを搭載し、9 ヶ月間のフィールドテストを実施した(Fig.3)。

タクシー車両が交通事故を起こした場合、ドライブレコーダ本体の携帯端末により事故時の記録データが自動的に送信される。送信内容には車外前方、車室内の衝突 3 秒前、衝突の瞬間、1 秒後の静止画 6 枚、加

速度、車両操作情報、運転手の個人情報が含まれる。これらのデータから、乗員に傷害が発生している可能性がある場合慈恵医科大学大柏病院へ通報を行った。

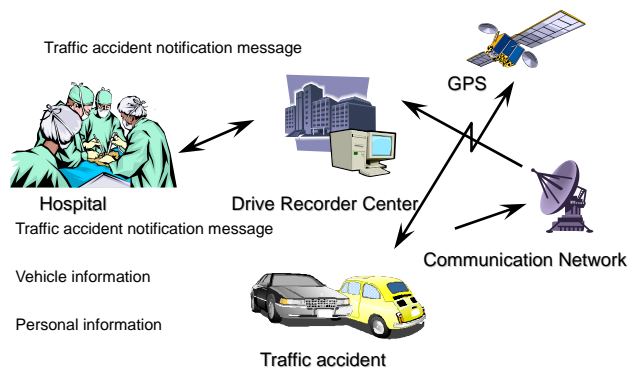


Fig.3 summary of field test

4. 実験結果

フィールドテストを 9 ヶ月間実施した結果、加速度閾値を超えて自動的に記録されたものが 1320 件あり、このうち実際にタクシー車両が対車両あるいは対固定物に接触した事故が 10 件発生した。また事故が起こる可能性があったニアミスデータは 80 件

発生した事故の10件に関してはタクシー乗員に傷害は発生しなかった。

5. 考察

今回のフィールドテストによって交通事故が発生した場合、ドライブレコーダでの自動的な事故時の衝撃度、乗員の名前や年齢等の情報の記録、および事故内容を送信することは可能である。今回記録トリガーとして用いた加速度閾値は急ブレーキによる減速度から設定したものであったため、この加速度閾値は事故やニアミスを記録するための値としては妥当であると考えられる。しかし、現状では事故データとニアミスデータ、あるいは段差の乗り上げといった交通事故とは無関係なデータの振分けを人的に行っているため、今後のフィールドテストでは収集データを自動的に事故の大きさによって識別するために、Fig.4のように現在利用している記録トリガーとは別に乗員着座位置やシートベルトの着用の有無等を考慮した加速度閾値の設定が必要である。

加えて収集した事故データ内容での乗員の傷害度別による自動的な振分けのための傷害の予測手法の確立が必要である。傷害を予測する手法として(3)式に示す TRISS 理論⁵⁾の P_s (Probability of Survival)がある。

$$P_s = \frac{1}{1 + e^{-b}} \quad (3)$$

$$b = b_0 + b_1(TS) + b_2(ISS) + b_3(AGE)$$

ここで、 $b_0 \cdots b_3$ は各指標の傷害に対する重みを表す。

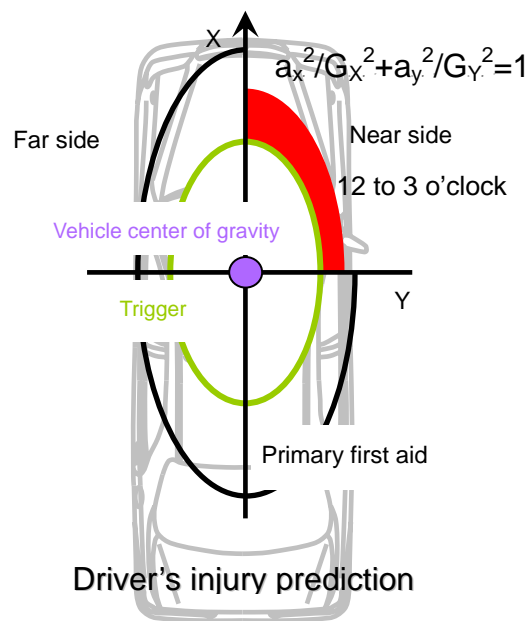


Fig.4 secondary trigger algorithm

この手法は医師の医療結果の質評価として用いられることがあり、心拍数や呼吸数といった生理学的指標の Trauma Score、人体の傷害を判定する解剖学的指標の Injury Severity Score に年齢を加味し、医療結果から統計学的に算出されており信頼性の高い患者の生存率が求められる。この生理学的指標と解剖学的指標の関係と交通事故の衝撃度の大きさの相関性がフィールドテストにより得られれば人体傷害の予測は可能と考えられる。

自動車の交通事故による乗員の傷害度と自動車に加わる衝撃度、あるいはシートベルト着用の有無といった交通事故におけるあらゆる力学的応答と乗員傷害との相関性の有無、傷害発生率は回帰的に次式により得られる。

$$\log \frac{P_{(x)}}{1 - P_{(x)}} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 \cdots \beta_n \cdot X_n$$

(4)

ここで、 $P(x)$ は軽度の傷害の発生しうる

確率とし、この目的変数に対する説明変数 $X_1 \cdots X_n$ が交通事故時の衝撃度や乗員に力が加わるシートベルトの荷重、エアバック展開の有無といった要素となる。また $x_0 \cdots x_n$ は軽度傷害発生確率に対する各説明変数の重み係数となる。説明変数となりうる衝突時の車両の力学的応答は現時点では加速度と角速度であり、今後車両に乗員を拘束しているシートベルトの張力等を変数として用いる。そしてそれら変数と傷害との関係から傷害の予測方法を確立する。

6. おわりに

交通事故による傷害度の適切な判断は、事故当事者や救急隊員では難しく、傷害予測型のドライブレコーダを用いればどのような場所で事故が発生しても常に定量的に事故を判断することが可能となる。このことより軽傷者より優先的に救急自動車を重傷者のために出動させることなどが可能となり、防ぎ得る死亡者の救済効率が高くなると考える。

参考文献

- 1) 消防庁編：平成 16 年版消防白書，救急・救助の現状，13/32，(2004)
- 2) 交通事故総合分析センター：交通事故発生状況の推移，
<http://www.itarda.or.jp/data/kihon.html>
- 3) 日本外傷学会外傷研修コース開発委員会（編）：外傷初期診療ガイドライン JATEC，55/202，ヘルス出版，(2003)
- 4) 西本哲也，富永茂，藤田裕介，村上成之：救急救命型ドライブレコーダの開発，Vol.36，No.4，213/218 (2004)，自動車技術会春季学術講演会
- 5) Carl R. Boyd, M.D., F.A.C.S., Mary Ann Tolson, R.N., M.S.N., CCRN, Wayne S. Copes,

- PH.D. : Evaluating Trauma Care the TRISS Method: the Journal of Trauma Vol.27 No.4
- 6) Howard R. Champion, FRCS, FACS, Wayne S. Copes, PhD, William J. Sacco, PhD, Charles F. Frey, MD, FACS, James W. Holcroft, MD, FACS, David B. Hoyt, MD, FACS, and John A. Weigelt, MD, FACS: Improved Predictions from A Severity Characterization of Trauma over Trauma and Injury Severity Score: Results of an Independent Evaluation: The Journal of Trauma, Vol.40 No.1
 - 7) A.C. Malliaris, DeBlois Associates, K.H. Digges, George Washington Univ., J.H. DeBlois Associates: Relationships Between Crash Casualties and Crash Attributes, SAE International 970393 (1997)
 - 8) Harold J. Mertz, James E. Williamson, and Donald A. Vander Lugt, General Motors Corp.: The Effect of Limiting Shoulder Belt Load with Air Bag Restraint: SAE International 950883 (1995)
 - 9) J-Y. Foret-Bruno, X. Trosseille and J-Y. Le Coz, Lab Renault/PSA Peugeot-Citroen, F. Bendjellal and C. Steyer, Safety Engineering Department, Renault, T. Phalempin, D. Villeforceix, P. Dandres and C. Got, CEEASR: Thoracic Injury Risk in Frontal Car Crashes with Belt Load Limiter: SAE International 983166 (1998)
 - 10) D Otte, Medical University of Hannover: Deformation Characteristics and Occupant Load Capacity in Lateral Impacts for Nearside Belted Front Car Passengers, STAPP Car Crash Conference (2004), 933126
 - 11) Dynamic Science, Inc.: In-Depth Accident Investigation, case number DS00-020, SCI