

スマートウォッチを用いた運送業のトラック管理システムの試作と評価 Development and Evaluation of Truck Management Systems Using Smartwatches

池田 希光[†]
Kiko Ikeda

柳橋 和磨[†]
Kazuma Yanagibashi

田中 康一郎[†]
Koichiro Tanaka

1 はじめに

近年、情報技術の発達により、交通事故を防ぐ車載システムや業者向けの車両一元管理システムの開発が進められている。しかし経費の観点からこれらのシステムをすべての車両に実装することは困難であり、車両に依存したシステムであることから運転手の状態までは管理できていない。実際、交通事故の要因は運転手によるヒューマンエラーが多くを占めている [1] ことから、低コストで車両と運転手を同時に管理できるシステムが理想である。

そこで、本研究では運送会社の協力を得て、スマートウォッチおよびスマートフォンを用いたトラックおよび運転手の一元管理システムの実現を目指す。今回の研究では、経路や運転時間、体調や気分による心拍数の変化を分析することで、心拍数と運転状態の関係を見出すことを目的とする。その際、スマートウォッチの心拍数センサから心拍数、スマートフォンの GPS センサから位置情報を取得する。スマートウォッチからも GPS の取得は可能であるがバッテリー効率の問題から位置情報はスマートフォンを用いて取得することにする。スマートウォッチおよびスマートフォンを管理システムに採用した主な理由は、(1) アプリ化してシステムに組み込みが可能であるため低コストで実現できるということ、(2) 本システムに必要なセンサが搭載されていることの 2 点である。

2 開発環境

2.1 スマートデバイス

様々なセンサが組み込まれた腕時計型ウェアラブルデバイスであるスマートウォッチと、携帯電話型デバイスであるスマートフォンを主な開発環境とする。本研究では心拍数センサと GPS センサを用いるために使用した。昨年には Apple Watch シリーズ 2, 3, 4 を用いて心拍数を任意の条件で利用できることが研究 [2] で確認できているため本研究でも Apple Watch を使用する。スマートフォンは知名度の高い iPhone と Android 両方を使用する。

3 トラック管理システム

開発したトラック管理システムの構成を図 1 に示す。このシステムは記載されている (1) ~ (3) の数字順通りに動作する。まずは (1) でトラック運転手に装着したスマートウォッチから心拍数を取得し、スマートフォンから位置情報を取得する。この際、位置情報は 15 秒毎に、心拍数は 5 秒毎に取得することにした。理由としては、協力を得ている運送会社が、以前まで使用していたトラック管理システムは 30 秒毎に位置情報を取得しており、精度に問題があったためである。よって今回は精度の向上を試みるために 15 秒毎に取得する。心拍数に関しては、次の章で詳説する。

管理者側が閲覧できるマップ画面を図 2 に示す。右部に現在管理中のトラック一覧を最終更新時刻とともに表示している。中央をマップ部分とし、ピンはスマートフォンから取得した最新の位置情報を表している。押下するとどのトラックなのかを確認できる。またマップの更新を 3 秒に設定しているため動的にマップが変

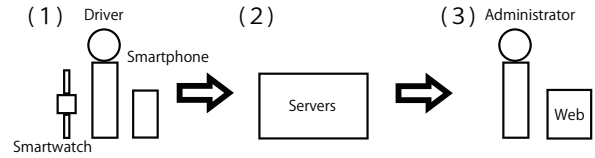


図 1: トラック管理システムの構成

化する。

管理者側が閲覧できる運転手検索画面を図 3 に示す。左部に検索したいトラックの識別番号を入力すると、右部に遷移する。検索したトラックの心拍数と座標、それらを取得した時間を一覧で表示している。

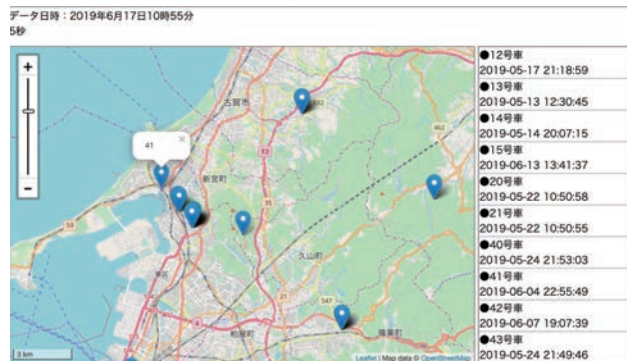


図 2: 管理者向けマップ画面

ドライバー状況を検索します

1

検索する

id	心拍数	経度	緯度	日時
856	69	33.671680	130.446579	2019-04-24 23:41:47
857	70	33.671806	130.446732	2019-04-24 23:41:52
858	70	33.671806	130.446732	2019-04-24 23:41:57
859	76	33.671585	130.446518	2019-04-24 23:42:05
860	76	33.671589	130.446381	2019-04-24 23:42:07
861	73	33.671597	130.446381	2019-04-24 23:42:12

図 3: 管理者向けトラック検索画面

4 心拍数取得機能

Apple Watch を用いて心拍数を取得する場合、心拍数を常時取得するアプリを開発し組み込むとバッテリーの継続時間が 6 時間程度減少することがわかった。これは Apple Watch が本来の動作として 5 分間隔で心拍数を取得し Apple が提供しているヘルスケアというデータセンサに自動で送信されていることが原因の一つだと推測した。また Apple Watch にインストールされている既存のアプリであるワークアウトを起動することで心拍数を約 5 秒に一度取得しヘルスケアに保管されていることが判明したため心拍数をヘルスケアデータから取得するアプリ設計にした。具体的には、Apple Watch 側で既存のアプリであるワークアウトを起動した状態で心拍数を計測しヘルスケアに自動で格納し、iPhone 側でヘルスケアにアクセスし計測した心拍数を

[†] 九州産業大学情報科学部情報科学科, Department of Information Science, Kyushu Sangyo University.

取得する。なお取得した心拍数を位置情報と紐付けることで運転中の心拍数の変化とトラックから荷降ろしを行う際の心拍数を調査し、以下で詳説する。

5 調査方法

今回はテストを 1 人とし、データベースに保存された位置情報の差異とテストの運転日報をもとに、運転と荷降ろし作業を行っている時間を特定し、その際の心拍数を分析する。

5.1 調査内容

データベースに保存された位置情報の差異とテストの運転日報をもとに、運転と荷降ろし作業を行っている時間を特定し、その際の心拍数を分析する。分析内容としては、(1) 運転中と作業中での心拍数の差異、(2) 運転場所による心拍数の変化、(3) 運送回数による心拍数の変化、(4) 運転継続時間による心拍数の差異、(5) 荷降ろし作業後の心拍数の変化の 5 つとする。

調査内容を選定した理由を説明すると、まず (1) を分析し明らかな変化を得ることができれば、本研究で開発したシステムで運転中と作業中を判断できる可能性が生まれる。(2) では仮に心拍数に変化が確認できれば、変化場所に特徴があるか、運転手の状態に関わる要因が存在すると推測でき、それらを明らかにすることで運転時のストレス要因を特定できると考えた。運転時のストレスは危険運転につながる恐れがあり、取り除くことが危険運転予防に繋がる [3]。(3) は一日に運送する回数を重ねるごとに疲労が生まれると推測し、運転中の心拍数に変化ができれば、運転手の疲労状態も確認できると考え分析する。(4) も (3) と同様、疲労状態の把握に向けて分析する。(5) では作業直後は心拍数に乱れがあるものと推測し、その乱れた状態で運転しているのかを分析する。また、乱れた状態で運転していた場合、運転時の平均心拍数に戻るまでの時間を調査する。さらに、作業回数を重ねることで運転時の平均心拍数に戻るまでの時間に差異が見られるのかを調査することで、運送時の休憩時間を定める判断材料にできると考えたからである。

5.2 評価

荷降ろし作業を含めた出庫から入庫までをデータ取得の範囲として評価を行った。出庫から入庫までの心拍数の変化を図 4 に示す。縦軸は心拍数、横軸は 5 秒毎の識別番号であり、青色の線が運転中、橙色の線が作業中、灰色の線が食事中を示している。それぞれの範囲で心拍数の違いが確認できた。これらのことから推測できることを以下に記す。運転時の心拍数変化傾向として、運転時間が 50~80 分の場合、運転前比べて心拍数が高くなり、それよりも長くなる場合は、心拍数が低くなる傾向があると研究 [4] で述べられている。このことから運転開始時と終了時を比較した際、運転時間が長くなるほど運転開始時より終了時のほうが心拍数の変化率は低くなる。つまり最大値と最小値の振幅が小さくなると仮説をたて、表 1 に示す。Number は目的地に対する運送順であり、今回の運送業務では Number 5 が最も長い運転時間となっている。それぞれの運転開始時と終了時の心拍数を最大値、最小値、平均値で比較した際に、運転時間が最も長かった Number 5 が運転開始時と終了時では終了時のほうが小さい振幅の心拍数を記録していた。このことから仮説は正しかったと推測できるが、信頼性を向上させるためにも、さらに長い運転時間や経路による変化など、より多くのデータを収集する必要がある。また、作業後は心拍数に乱れがあると推測していたが、今回のデータからは確認できなかった。これは作業後に十分な休憩を行っているためだと推測できる。逆に不十分な休憩でのデータを収集すれば、作業時間をベースに休憩時間を自動で設定するシステム構成ができると推測できる。食事中は作業中に類似した心拍数の変化を得たが、食事後は作業後と比べて心拍数が運転中の平均心拍数に戻るまでに時間がかかった。これは食事中は血圧の

関係で心拍数が上昇するため、平常時の心拍数に戻るまでの時間に作業後の場合と異なる可能性があるかと推測した。これらのことから、心拍数と位置情報の関係から、運転中、作業中、食事中 3 つの状態を自動で判断できる可能性を見出させた。具体的には、これら 3 つの状態での心拍数の閾値を設定し、位置情報の差分で運転中か否かの判断、位置情報に変化がない場合は誤差を定めることで停車中の判断をし、移動を始めた際には心拍数の変化傾向を定めることで得たデータから状態を自動で振り分けることが可能であると推測できる。

表 1: 運転時の心拍数

Number	1	2	3	4
Departure	81/65/73	81/70/74	83/65/72	84/65/70
Arrival	93/76/83	84/66/76	89/66/73	82/64/71
Time	40 分	20 分	9 分	9 分
Number	5	6	7	
Departure	87/69/77	82/67/76	98/82/89	
Arrival	76/63/69	83/70/76	92/83/87	
Time	65 分	25 分	10 分	

※ 出発・到着時は前後 3 分間、値は (Max/Min/AVG) の順。

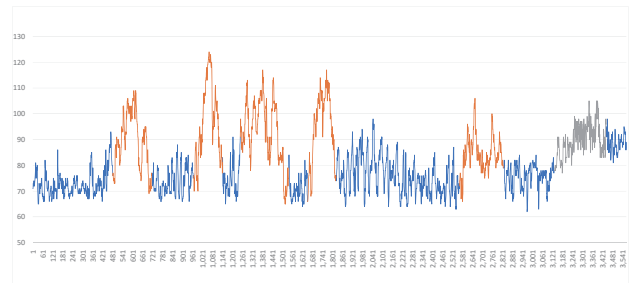


図 4: 運送日の心拍数

6 まとめ

本稿ではトラックおよび運転手一元管理システム実現のため、位置情報と心拍数を取得し、閲覧可能なシステムの実装と、取得したデータから状態、状況を判断可能かの評価を行った。今回の研究からは心拍数により運転状態を判断するには至らなかったが、運転時間による心拍数変化の傾向や、作業中の運転時と、食事後の運転時の心拍数の違いなどから心拍数と運転状態の関係が存在することは示せた。今後は得たデータをもとに、状態の自動判断実現に向けたシステム改良が必要になってくる。また、データ数を増やしデータの信頼性もあげる必要がある。今回は心拍数と位置情報 2 つのデータからトラックの管理を試みたが、他にも管理に有効なデータがあるのかを調査していく必要がある。

謝辞

本研究において、データ収集にご協力頂いた (株) 大富の大富勇佑さんに感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 所正文: 交通事故の発生要因と運転行動メカニズム, 国土館大学政経論叢, No. 91, pp. 45-67 (1995).
- [2] 大久保彰人, 長澤優希, 飯干杏美, 田中康一郎: スマートウォッチを用いた野球選手のバイタルデータ可視化システムの試作, 第 26 回 電子情報通信学会九州支部学生会講演会論文集, p. B-1 (2018).
- [3] 藤井義久: ドライバーの怒り感情とその対処行動に関する研究, 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, No. 13, pp. 253-263 (2014).
- [4] 荒木武蔵, 松田礼, 町田信夫: 1F1-1 自動車運転時の生体反応に及ぼす運転疲労の影響, 人間工学, Vol. 51, No. Supplement, pp. S190-S191 (2015).