

特集 ■ ユビキタスとVR

ウェアラブルコンピューティングシステムの実運用
— 鈴鹿8時間耐久ロードレース —

寺田 努

大阪大学

TERADA TSUTOMU

1. はじめに

2004年7月25日、三重県鈴鹿市の鈴鹿サーキットにて、FIM2004世界耐久選手権シリーズ第5戦“コカコーラ鈴鹿8時間耐久ロードレース(鈴鹿8耐)”決勝レースが開催された。鈴鹿8耐は、バイクレースファンにとって夏の祭典とも言える耐久レースであり、2名(以上)のライダーが1台のバイクを交互に操って8時間の間にコースを何週走破できるかを競う過酷なものである。

筆者が所属するNPO法人ウェアラブルコンピュータ研究開発機構[1]では、2003年[2]、2004年の2度にわたって、鈴鹿8耐においてピットクルーをサポートするウェアラブルシステムの実運用を行ってきた。本NPOでは、ユビキタスコンピューティングが普及してあらゆるものが情報を発信する環境においては、ウェアラブルコンピュータが情報閲覧端末として最適であるという観点から様々な取り組みを行っている。本プロジェクトもウェアラブルコンピュータを用いてユビキタス情報を有効に活用しようという取り組みの一つである。

バイクレースの勝敗は、レーサーの腕はもちろん、マシンパワー、チームの技術・戦略など多様な要素によって決まる。その中でも、近代レースにおいて「リアルタイム情報」の活用は欠くことのできない最重要項目の一つである。しかし、筆者らが知る限り、バイクレースという分野は驚くほど情報化が遅れている。例えば、クルーはレース状況を把握するために、ピット内に設置された図1に示すモニターからの情報に頼っているが、70チーム近くが走るレースであるにもかかわらず提示される情報は10数チーム分であり、欲しいときに欲しい情報が得られていない。また、爆音の中、指示は音声会話によってのみ伝えられており、ピットインするタイミングの計



図1 レース状況を提示するモニター

算はホワイトボードに手書きで行われている。これは、最前線で戦うクルーたちが場合によってはテレビで観戦している人々よりも情報が少ないことを意味する。筆者らは、このような環境にコンピュータによる適切な情報支援システムを導入することで、監督の意思決定の迅速化、さらにはチームの順位向上を目指した。本稿では提案システムとその運用結果について説明する。

2. 鈴鹿8耐サポートシステム

2004年の8耐におけるシステムの構成図を図2に示す。システムは、サーキットのコントロールタワーがFM波で配信しているラップ情報をピット内に設置したサーバで受信し、順位や燃料の残量、周回数を計算して無線LAN経由でウェアラブルコンピュータに配信する。配信情報は自動的にフィルタリングされ、ピットクルーには自チームの詳細情報が、観客にはその観客が目目しているチームの情報が配信される。また、コース内にはレポートスタッフを多数配置し、事故やレース状況をデジタルカメラまたはカメラつき携帯電話で撮影させ、その他の情報と共にサーバから配信した。

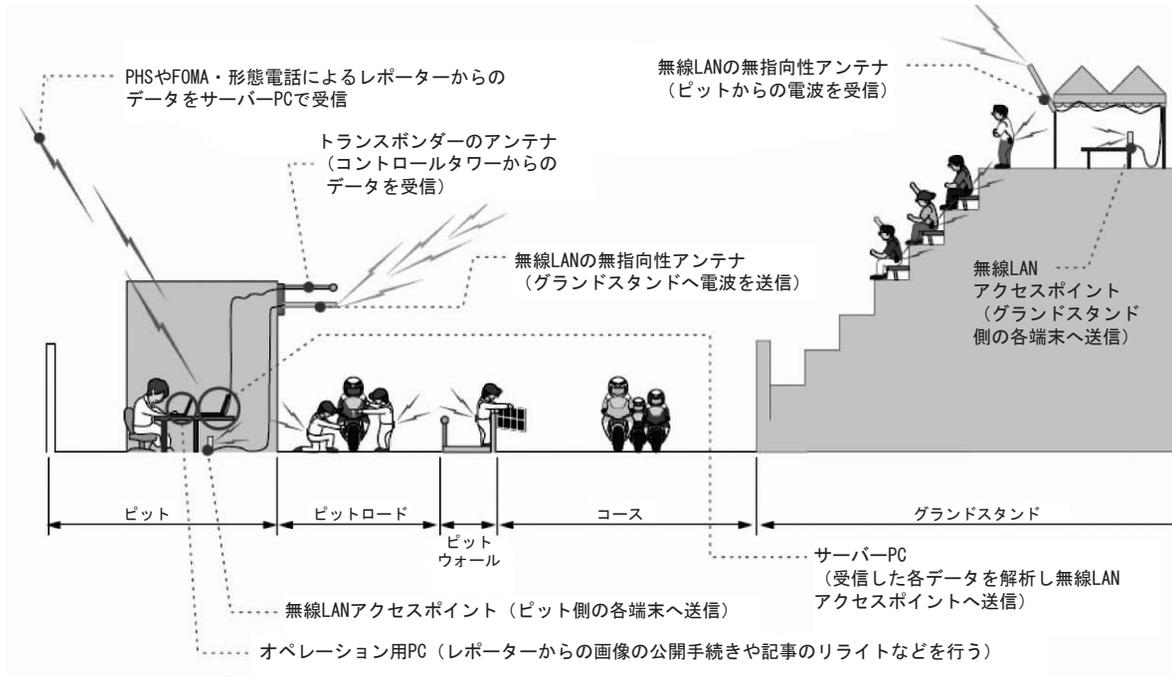


図2 8耐サポートシステム構成図

2.1 ハードウェア

データの閲覧にはウェアラブルコンピュータを用いる。図3にチーム監督(左)とスタッフ(右)がウェアラブルコンピュータを身に付けている様子を示す。ウェアラブルコンピューティングとは、ユーザが常にコンピュータを身にまとい、コンピュータから支援を受けるコンピューティングの一形態であり、「ハンズフリー」「常時ON」「生活密着」といった特徴を持つ[3]。典型的なウェアラブルコンピューティングの形態では、小型のPCを腰に装着し、HMD(Head Mounted Display)を用いて情報を閲覧する。ウェアラブルコンピューティングは下記の理由からピットサポートに適していると言える。

- ・カスタマイズ性：クルーによって必要とする情報や見やすい形、使いやすい入力デバイスは異なる。ウェアラブルコンピュータは装着ユーザの専用端末である

ため、ユーザが望む情報を望む形で提示するシステムを実現できる。

- ・移動性：各クルーは仕事を割り当てられており、激しく動き回っている。このような状況では、ウェアラブルコンピュータのように、場所を問わずにハンズフリーで情報閲覧できるシステムが必須である。
- ・秘匿性：提示する情報は、ピットインの予定時間や燃費情報など、勝敗に関わる重要な情報である。そのような情報を一般のディスプレイ上に表示すれば他チームに情報が漏れる可能性があるが、HMDを利用すれば他人に知られずに秘匿情報を閲覧できる。

ハードウェア構成の一例を図4に示す。ウェアラブルコンピュータとしては、Sony社のVAIO Type-UおよびSharp社のMURAMASA CVを用い、市販のポーチを加工して腰に装着できるようにした。HMDとしては島津



図3 ウェアラブルPCを装着したユーザ



図4 使用した機材

製作所の DataGlass2 を用い、入力デバイスとしては自作した 2 ボタンデバイスの他、Sony 社のジョグダイヤル、チャットなどで文字入力が必要なユーザのためにメヴァエル社のキーボードを用意した。サーバ PC やオペレーション PC としては IBM 社の ThinkPad X31 および Panasonic 社の Let's Note R2 を用いた。すべて合計すると PC30 台、HMD17 台を利用し、レポーターが使用したデジタルカメラは 20 台であった。

FM 波で送信されるレース情報は、トランスポンダで受信し、シリアル通信でサーバに入力される。サーバは受信情報を処理し、無線 LAN を用いてウェアラブルコンピュータにデータを送信する。無線 LAN としては 802.11b 機器を用い、バッファロー社の八木式アンテナ WLE-HG-DYG およびコーリニアアンテナ WLE-HG-NDC を用いてグラウンドスタンドとピット間の長距離通信を行った。

2.2 ソフトウェア

システムが提供する情報の内容やレイアウトは、サポートチームの監督にヒアリングを行って決定した。サーキットが配信する情報は、各バイクがコントロールライン(スタート地点)を通過したときの時刻だけであるため、必要な情報はシステム側で取得・計算して提示する必要がある。図 5 にシステムが提供する画面を示す。システムが表示する情報は「戦略立案画面」「コース画面」「レポート画面」「順位表画面」の 4 つである。

戦略立案画面ではラップ情報がリアルタイムに表示され、前後のチームやトップチームとの差を常に把握できる。また、中央部はライダー交代の予想タイミングを表示している。バーの上下位置はライダーの違いを表しており、図では 6 回のライダー交代をすでに終えており、現在第 1 ライダーがあと 8 週走れることを示す。これらの値は給油量、平均燃費から自動的に計算され、急なピットインなど状況の変化に応じてリアルタイムに更新される。画面下部はチャット画面になっており、監督の指示をクルーに伝達できる。

コース画面は戦略立案画面の中央部をコース図に置き換えたもので、現在の各バイクの位置をリアルタイム表示している(実際は 1 周前の情報をもとに予測している)。また、重要な情報は写真つきで配信される。自チームやライバルチームの位置は色つきで表示されるため、レース状況の概要を瞬時に把握できる。

レポート画面は、レポーターからのコメントつき写真を掲示板のように閲覧できる画面で、撮影地点も画面上に表示される。任意の記事を選択すると、図 5 下に示す

No.	Team	Rider	Lap	Lap Time	Delay	Gap
P1	7	セブンスター ホンダ 宇川 敬	184	2'10.999	00'00.000	00'00.000
P15	899	MOTO WIN & Kiss FM KOBE 鈴木 慎吾	175	2'18.786	9Laps	00'08.325
P16	97	HondaDream京都伏見/京都デ 匹田 祐智	175	2'18.965	9Laps	00'00.179
P17	40	ホンダ浜松エスカルゴ 名倉 高一	175	2'20.322	9Laps	00'01.357

現在時刻 14:53:33 / 2004.7.25(日)

Information1 ピットインまで8周の予定
Information2 2位 ヨシムラスキJomo 183Laps

戦略立案画面

No.	Team	Rider	Lap	Lap Time	Delay	Gap
P1	7	セブンスター ホンダ 宇川 敬	184	2'10.999	00'00.000	00'00.000
P15	899	MOTO WIN & Kiss FM KOBE 鈴木 慎吾	175	2'18.786	9Laps	00'08.325
P16	97	HondaDream京都伏見/京都デ 匹田 祐智	175	2'18.965	9Laps	00'00.179
P17	40	ホンダ浜松エスカルゴ 名倉 高一	175	2'20.322	9Laps	00'01.357

現在時刻 15:28:11 / 2004.7.25(日)

Information1 ピットインまで8周の予定
Information2 2位 ヨシムラスキJomo 183Laps

コース画面

クラッシュ!!!
ライダーはかなり痛そうにしていますが、大丈夫でしょうか?

あーっと
やはり怪我をした模様です。

京都デザイン専門学校チームのキャンセルです。
胸にディスプレイが埋め込まれた服です。

超極秘画像Ooet!!!
京都デザイン専門学校チームのピット作業の様子。

現在時刻 16:19:40 / 2004.7.25(日)

Information1 ピットインまで8周の予定
Information2 2位 ヨシムラスキJomo 183Laps

レポート画面

Top 2'10.999 Lap/200

- セブンスター ホンダ 宇川 敬
- MOTO WIN & Kiss FM KOBE 鈴木 慎吾
- HondaDream京都伏見/京都デザイン 匹田 祐智
- ホンダ浜松エスカルゴ 名倉 高一

やはり怪我をした模様です。レスキューに方を借りて歩くのがやっついです。レース復帰は無理?

現在時刻 16:45:45 / 2004.7.25(日)

Information1 ピットインまで8周の予定
Information2 2位 ヨシムラスキJomo 183Laps

レポート詳細画面

図 5 システムの表示画面



ピット作業



快走する京都デザインチームのバイク



HMDを装着したキャンギャル



ブース展示の様子



子供にも人気



システム宣伝部隊



レポーター



抜き所でスクープを狙う



スローガンは「ウェアラブルで行こう！」

図6 実運用の様子

ように拡大表示される。この機能により、レースの様々なシーンを把握でき、必要な情報に関しては詳細な情報も得られるようになった。

これらの画面はボタン操作で切り替えることができ、2ボタンですべての操作が行えるように設計してある。実装にはMicrosoft社のVisual C++.NET 2003 Enterprise Architectを用い、筆者らの研究グループで提案しているイベント駆動型ウェアラブルプラットフォームA-WEAR[4]上にシステムを構築した。データの表示部分にはMacromedia社のFlash MXを用いた。

3. 鈴鹿8耐での実運用

以上に説明したシステムを2004年7月25日に開催された鈴鹿8時間耐久ロードレースの決勝において「ホンダドリーム京都伏見&京都デザイン専門学校」チームをサポートする形で運用した。その様子を図6に示す。

チーム監督はほぼ8時間にわたり大きなトラブルなくシステムを利用し、43番手スタートから最終的には総合18位というチーム過去最高の結果を残すことができた。機材もほぼトラブルなく8時間稼働し続けたが、ピットウォール(図2参照)のスタッフ向けに設置したPCは開始15分で熱暴走した。直射日光および熱対策が不十分であったことが反省点である。

監督の端末では戦略立案画面、コース画面、順位表画面をボタン操作で切り替えられるようにしたが、監督はほぼ戦略立案画面を閲覧し、たまに順位表画面で順位の変動を確認するという使い方をしていた。これは、ピットインのタイミングを常に把握する必要があることおよび普段は前後のチームの情報が得られていれば十分であることが理由だと考えられる。また、コース画面がほとんど利用されなかった理由としては、精度の問題により誤った情報にかえって惑わされる恐れがあったためであると思われる。

監督のコメントから得られた知見としては、順位の変更や事故など突発的な事象に迅速に対応することが勝利のために重要であり、そのような情報を即座に通知する我々のシステムは有用であること、HMD は最初違和感があったが慣れれば問題なく利用でき、他のチームに知られたくない情報を表示するのに有効であることがわかった。一方、ウェアラブルコンピュータはまだ重く、ケーブルも邪魔であるため、違和感なく長時間装着するためにはさらなる軽量化や装着のための工夫が必要であることがわかった。また、前後のバイクとの距離や、天気予想など、戦略立案に役立つ情報が提供しきれておらず、情報の充実および戦略立案のアシスト機能の充実が課題となった。

また、同様のシステムを観客向けにカスタマイズし、グラウンドスタンドエリアにてブース展示を行った。ブースでは 100 人程度の観客にシステムを体験してもらい、そのうち 33 人にアンケートに答えてもらった。これまで観客が得られる情報は極端に少なく、サーキットが掲示する情報も上位チームに限られており、プライベートチームを応援する人や、8 耐についてそれほど詳しくない人はレースの状況が掴みづらかった。提案システムは、注目するチームを切り替えることでどのチームのリアルタイム情報でも得られるため、レースの新たな楽しみ方を提供できるものであったと言える。アンケートより、HMD を見づらいと回答したユーザが半数近くいたものの、9 割以上のユーザが提案システムを役に立つと感じており、1 日数千円程度ならレンタルしたいという声が多かった。このことから本システムを実際にレース会場に導入する見込みがたつたと言える。観客向けシステムではコース画面の人气が高く、多少精度が悪くてもレース全体をリアルタイムで把握できることが重要であることがわかった。自由意見としては「車載カメラの映像が見たい」「選手のプロフィールが見たい」「グッズ情報やトイレ情報など、周辺の情報が欲しい」「場内アナウンスが聞こえにくいので文字で見たい」といったものがあった。これらの情報はレースを楽しむために有用であるため、今後のシステムで提供できるようシステム拡張を行う予定である。

4. おわりに

本稿では、ユビキタス環境において発信される情報をウェアラブルコンピュータで活用する例として、バイクレースサポートシステムの設計と 8 耐での実運用について述べた。2005 年度もシステム提供を行う予定であるが、2 年間の成果を踏まえ、ビジネスとしても成立するレベルのシステムを運用したいと考えている。

溢れる情報をユーザ端末でうまく処理して適切な形で提示できれば、人々の生活はより便利に楽しくなる。筆者らは、ウェアラブルコンピュータを用いて今後も AR・VR 技術を含めた多数のアプリケーション構築および実運用を行っていく予定である。今後ともご注目いただければ幸いである。

参考文献

- [1] NPO 法人ウェアラブルコンピュータ研究開発機構
<http://www.teamtsukamoto.com>
- [2] M. Miyamae, T. Terada, et al.: An Event-driven Wearable System for Supporting Motorbike Races, IEEE ISWC'04, pp.70 -76 (2004)
- [3] 塚本昌彦: モバイルコンピューティング, 岩波書店 (2000)
- [4] M. Miyamae, T. Terada, et al.: Design and Implementation of an Extensible Rule Processing System for Wearable Computing, MobiQuitous 2004, pp. 392-400 (2004).

【略歴】

寺田 努 (TERADA Tsutomu)

大阪大学 サイバーメディアセンター 講師

NPO 法人ウェアラブルコンピュータ研究開発機構
理事兼事務局長

1997 年大阪大学工学部卒業, 1999 年同大学院工学研究科修了。2000 年同大学院工学研究科博士後期課程退学, 同年より大阪大学サイバーメディアセンター助手, 2005 年より現職。専門はウェアラブルコンピューティング, ユビキタスコンピューティング。工学博士。