

仮想マラソンにおける大規模競争機能による運動促進

Promoting Physical Activities by Massive Competition in Virtual Marathon

中西 裕也^{1*} 北村 泰彦²
Yuya Nakanishi¹ Yasuhiko Kitamura²

¹ 関西学院大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻

¹ Department of Informatics, Graduate School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

² 関西学院大学 理工学部 情報科学科

² Department of Informatics, School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

Abstract: Overweight and obesity due to lack of physical activities incur a serious social problem and a number of systems to promote physical activities using information and communication technology have been developed. Virtual Kobe Marathon is an Android app to experience a marathon race virtually and easily. It shows the Kobe Marathon course on its display and moves an agent along the course according to the user's running distance. It also has the pseudo simultaneous competition scheme to make users to compete virtually with others running at different place and time. The scheme facilitates competitions with a small number of opponents. We, in this paper, introduce a massive competition scheme utilizing the record of 17,769 runners who participated in the 3rd Kobe Marathon. The evaluation experiment shows the scheme promotes physical activities more than the one-to-one competition scheme.

1 はじめに

近年、運動不足による体重超過や肥満が深刻な社会問題となっており、健康に対する意識が高まっている。ウォーキング、ジョギング、マラソンなどがブームになりつつある一方で、情報技術を用いた運動促進の研究やシステム開発が行われている。最近では特に、携帯電話やスマートフォンを用いた運動促進システムの開発も盛んである [3]。従来の運動促進の方法としては、運動状況を記録して表示することで動機付けを行うセルフモニタリング機能がある。この代表的なツールとしては万歩計やスマートバンドがあげられるが、さらに高度なシステムとして携帯電話と連動させた UbiFit [2] がある。UbiFit ではさまざまな運動状況を植物や生き物の成長としてディスプレイ上に表示することで運動を促進するシステムになっている。

もう一つの運動促進の方法として競争機能があげられる。これには、運動の記録をユーザ間で共有し、互いに競わせることで運動促進を行うものである。これは、SNS などを用いて運動中以外の動機付けを行うオフライン型システム [1] と、運動中にユーザ同士を直接競わせるオンライン型システム [5, 7, 6, 4] に分類で

きる。

オンライン型システムとして、Mueller [5] らはモバイル端末と携帯電話を用いて、遠隔地のユーザ同士が、相手の足音を聞いたり、会話しながら走ることでできるシステムを開発した。さらにトレッドミルをインターネットを介して連動させることで競争をうながしたり [7]、スマートフォンを用いて他のユーザと競争できる仮想マラソンシステム [6] が開発されている。これらの仮想マラソンシステムでは、ユーザは同時に走り始めることが前提となっていたが、岸野らはサーバで走行データを共有することで、異なる場所と時間帯に走行するユーザ同士であっても競争することを可能にするバーチャル神戸マラソンを開発した [4]。

従来のオンライン型仮想マラソンシステムは競争相手は 1 名ないしは複数名を前提とするものであった。そこで本研究では、第 3 回神戸マラソンで記録された 17769 人の走行データを用いて、現実の市民マラソンにより近づけた大規模競争機能を導入し、その運動促進効果を明らかにすることを目的とする。

本論文の構成は以下のとおりである。まず 2 章では、大規模競争機能のベースになっているバーチャル神戸マラソンシステムについて説明する。次に 3 章では、現実の市民マラソンの走行データを活用した大規模競争機能の実現方法について述べる。さらに 4 章では評価実

*連絡先：関西学院大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻
兵庫県三田市 学園 2-1
E-mail: eyw91160@kwansai.ac.jp



図 1: バーチャル神戸マラソンのメイン画面

験を通して、大規模競争機能の運動促進効果について述べる。最後に、5章で今後の課題とまとめを述べる。

2 バーチャル神戸マラソン

バーチャル神戸マラソンはスマートフォンに実装された仮想マラソンシステムである [4]。本システムは、スマートフォンに内蔵されている GPS 機能を用いてユーザが移動した距離を計測し、その距離だけスマートフォンに表示された神戸マラソンコースに沿ってエージェントを移動させる。また移動した距離はサーバに保存され、神戸マラソンコース上で他のユーザと競争することのできる疑似リアルタイム競争機能を実装している。これにより、異なる場所、時間帯にいるユーザ同士が競争できる仮想マラソンを実現している。

2.1 インタフェース

バーチャル神戸マラソンのメイン画面を図 1 に示す。画面において、犬がユーザの現在地をあらわすエージェント、赤色の線がマラソンコースとなっている。画面上部に走行距離、経過時間、順位が示される。

2.2 ユーザの位置表示

ユーザの走行距離に応じて、マラソンコース上にエージェントを配置する。そのために、一定時間ごとにスマートフォンの GPS 機能を用いて緯度と経度を計測し、ユーザの走行距離 r を計算する。マラソンコースを位置座標リスト $\langle p_1, p_2, \dots, p_n \rangle$ で表す。ここで、 p_1 と

p_n はスタート地点とゴール地点である。エージェントの現在地 $a_{current}$ で表し、 p_i と p_{i+1} ($1 \leq i \leq n-1$) の間に存在しているとす。ユーザの走行距離 r からエージェントを配置すべき座標 a_{next} は以下の手順により計算される。

1. $a_{current}$ から p_{i+1} までの距離 $d(a_{current}, p_{i+1})$ を計算する。
2. $d(a_{current}, p_{i+1}) < r$ ならば (3), そうでなければ (4) へ。
3. $r \leftarrow r - d(a_{current}, p_{i+1})$. $a_{current} \leftarrow p_{i+1}$. もし、 $a_{current} = p_n$ ならば $a_{next} \leftarrow p_n$ として終了。そうでなければ、 $i \leftarrow i + 1$ として、(1) へ戻る。
4. a_{next} が $a_{current}$ と p_{i+1} の間に存在するので、

$$a_{next} \leftarrow p_i + (p_{i+1} - p_i) \cdot \frac{r}{d(p_i, p_{i+1})}$$

として終了。

2.3 疑似リアルタイム競争機能

従来の仮想マラソンでは、全てのランナーが同時刻にスタートするリアルタイム競争が前提となっていた。本システムでは、異なる時刻にスタートしたランナーと互いに競争できる疑似リアルタイム競争機能を導入した。

例えば、2人のユーザ A と B がおり、ユーザ B は午前 9 時にスタートしたとする。ユーザ A が午前 10 時にスタートするとき、既にユーザ B はスタートしているので競争にならない。疑似リアルタイム競争機能ではユーザ B があたかも午前 10 時にスタートしたかのように走行データを変換することにより、競争を可能にする。

ユーザの経過時間を t_u とし、競争相手の経過時間と走行距離の組から構成されている走行データのリストを $\langle (t_1, d_1), (t_2, d_2), \dots, (t_m, d_m) \rangle$ とする。 t_k と d_k は、競争相手の k 番目の経過時間と走行距離の組を示している。ただし $1 \leq k \leq m$ である。 t_u における競争相手の走行距離 d_c を以下の式で求める。

$$d_c = d_j + (d_{j+1} - d_j) \cdot \frac{t_u - t_j}{t_{j+1} - t_j}$$

ただし、 $t_j \leq t_u \leq t_{j+1}$ ($1 \leq j \leq m-1$) とする。

その後 d_c をもとに、2.2 で述べた方法と同様に、競争相手の位置座標を求め、そのエージェントを図 2 に示すように画面上に表示する。図ではユーザが犬のエージェントとして表されている。競争相手は陰をつけた



図 2: 擬似リアルタイム競争

動物のエージェントとして表されている。擬似リアルタイム競争機能では複数の相手と競争することが可能である。

3 大規模競争機能

大規模競争機能は、第 3 回神戸マラソンで記録された 17769 人の走行データを用いて、より現実のマラソンに近づけた競争を可能にする。

3.1 順位計算

神戸マラソンで記録された走者 r の走行データは 5Km 毎のラップタイム $\langle (p_1, t_1^r), (p_2, t_2^r), \dots, (p_9, t_9^r) \rangle$ として与えられる。ここで $p_1 = 5, p_2 = 10, \dots, p_8 = 40, p_9 = 42.195$ であり、スタート地点から記録地点までの距離をそれぞれ表す。 t_i^r は走者 r の記録地点 i における経過時間を表す。

各走者の各 5Km の速度は一定と仮定して、ユーザの順位を算出している。走者 r の競争開始時からの経過時間を x^r とし、走行距離 $d(x^r)$ を求める計算過程を示す。まず、経過時間 x^r において、走者がどの区間内に位置しているかを調べるために、 $t_i^r \leq x^r \leq t_{i+1}^r$ となる $i (0 \leq i \leq 8)$ を求める。走行距離 $d(x^r)$ は走行距離 p_i に t_i から x^r までの間に進む距離を加えたものになる。その距離は、 p_i から p_{i+1} までの区間の速さを求め、 t_i から x^r までの経過時間を掛けることによって求める。

$$d(x^r) = p_i + \frac{p_{i+1} - p_i}{t_{i+1} - t_i} \times (x^r - t_i)$$

以上の計算を神戸マラソン参加者全員に対して行い、順位付けを行う。



図 3: ズームレベル 12~18 の画面

3.2 競争相手の描画

従来のバーチャル神戸マラソンでは競争相手を動物のエージェントとして表現していた。しかしながら、競争相手が 17769 人となる大規模競争ではそれら全てをスマートフォン上の画面に表示することは困難である。そこで特定の順位の競争相手をマークとして画面に表示する。また地図をズームレベルに応じて表示する競争相手を変化させるようにしている。

バーチャル神戸マラソンの地図を表示する GoogleMap のズームレベルは 2 から 21 まで選択でき、21 に近づくにつれて縮尺が小さくなる。ズームレベルが 12 よりも小さい場合は順位が先頭 (1 位) と最下位 (17770 位) の競争相手のみ黄色のマークで表示する。図 3 に示すようにズームレベルが 12 から 18 の場合は順位を 1000 位毎に、先頭 (1 位), 1000 位, 2000 位, ..., 16000 位, 17000 位, 最下位 (17770 位) のマークを黄色で表示する。また、図 4 に示すようにズームレベルが 18 よりも大きい場合はユーザの順位との順位差が前後 3, 5, 10, 25, 50, 100 位となる競争相手を、前方の競争相手は赤色のマークで、後方の競争相手は青色のマークによって表示する。そして、図 5 に示すように競争相手のマークをタッチすると順位と走行距離が表示され、ユーザのエージェントをタッチすると走行距離が表示される。マーク同士が被ってしまい小さなマークで表示される場合でも、マークをタッチすることで順位や走行距離を確認することができる。

3.3 大規模競争機能の実装

システム処理の流れを図 6 に示す。

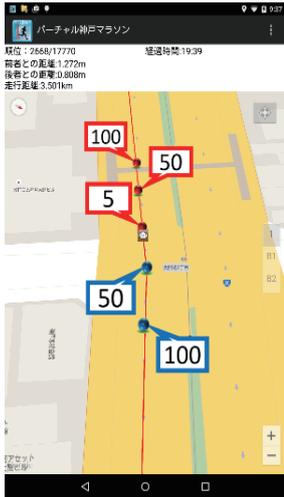


図 4: ズームレベル 18 以上の画面



図 5: 詳細画面



図 7: スタート画面

起動時には大規模競争に用いる競争相手の走行データを読み込む。データの読み込みが終了すると図7のスタート前の画面が表示される。地図画面の左上に17770人中何位であるかを表示し、画面右上には経過時間を表示している。2段目にはひとつ前の順位の競争相手との距離の差を表示し、3段目にはひとつ後ろの順位の競争相手との距離の差を表示している。4段目にはユーザの走行距離を表示している。

次にGPSで位置情報を取得し、ユーザの走行距離を計算する。経過時間から競争相手の順位を求め、ユーザの順位を算出する。ユーザのアイコンと競争相手のマーカーを画面上に描画する。この際、ユーザのアイコンを最優先として、競争相手のマーカー同士が被らないように描画する。アプリの起動中はGPS取得からユー

バーチャル神戸マラソンアプリ

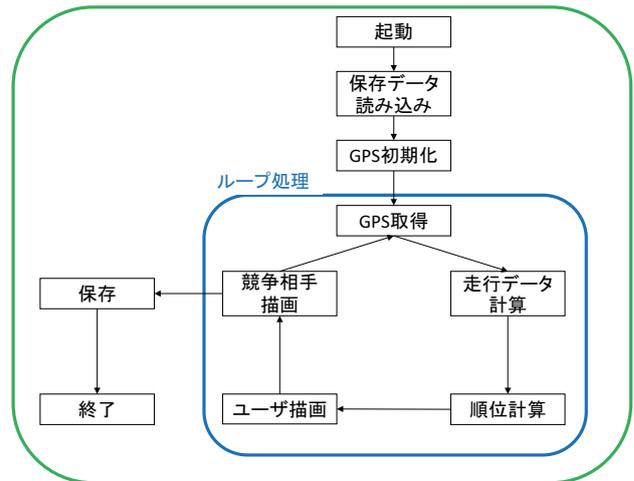


図 6: バーチャル神戸マラソン処理手順

ザ描画までの一連の流れを5秒毎に繰り返し行い、走行距離が42.195kmを越えるとゴールとなる。

4 評価

大規模競争機能による運動促進効果を確認するために評価を行った。

4.1 実験内容

評価実験は大規模競争機能を用いた場合、1対1の疑似リアルタイム競争を用いて過去の自分と競争を行った場合、競争機能を用いない場合の3種類のバーチャ

ル神戸マラソンを用いて比較実験を行った。以後、それぞれを大規模競争、小規模競争、競争なしと呼ぶ。

18歳から22歳の被験者48名(男性24名、女性24名)に対し、1日の歩行時間がどの程度かを調べるために事前アンケートを行った。30分未満と回答した人数が多かったため、歩行時間が30分未満の人数と30分以上の人数が男女ともに均等になるように3グループに割り当てた。被験者には指定した約3kmのコースを2回走行してもらう。1周目は歩行能力のベースラインを測定するために、3グループともバーチャル神戸マラソンアプリを用いずに走行してもらった。2周目は大規模競争、小規模競争、競争なしのそれぞれで走行してもらい、走行時間の差を比較した。

4.2 実験結果

大規模競争、小規模競争、競争なしの1周目と2周目の走行時間の差を図8に示す。

大規模競争、小規模競争、競争なしのそれぞれでt検定を行った。その結果、5%水準で有意差が認められたのは、大規模競争と競争なし($p=0.014$)、大規模競争と小規模競争($p=0.041$)の組み合わせである。

4.3 考察

走行時間の差に関する検定の結果より、大規模競争と競争なし、大規模競争と小規模競争に有意な差が見られ、大規模競争は運動促進に有効であることが示された。この原因として、小規模競争の場合は、競争相手が1名に限られており、その相手を抜かしてしまうと、その後の競争の動機付けが失われてしまうが、大規模競争の場合は、競争相手が多数であり、競争する動機付けが継続することがあげられる。

5 サマリーと課題

従来の仮想マラソンにおける競争機能では、競争相手が少数の場合を扱っていた。本研究では仮想マラソンを現実に近い状態にするために、実際に神戸マラソンで記録された走行データを用いて多人数との競争を可能とした大規模競争機能の導入を行い、運動促進に効果があるかの検証を行った。結果として、小規模な競争と比較して、大規模競争機能は運動促進に有効であることが示された。

今後の課題としては、競争の様子を伝えるインタフェースの改善が必要である。現在はユーザはスマートフォンの画面を見ながら競争することになるが、走りにくい上、危険も伴う。今後は、ことばによって競争の様子を伝える音声ガイダンス機能を開発する必要がある。

また、今回の評価実験では約3kmのコースを用い、走行速度を比較することにより、運動促進の効果を評価していたが、今後はより長いコースでも同様の効果が得られるのかを検証していくが必要になる。

参考文献

- [1] Sunny Consolvo, Katherine Everitt, Ian Smith, and James A Landay. Design requirements for technologies that encourage physical activity. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pp. 457–466, 2006.
- [2] Sunny Consolvo, Predrag Klasnja, David W McDonald, Daniel Avrahami, Jon Froehlich, Louis LeGrand, Ryan Libby, Keith Mosher, and James A Landay. Flowers or a robot army?: encouraging awareness & activity with personal, mobile displays. In *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing*, pp. 54–63, 2008.
- [3] B.J. Fogg and Dean Eckles. *Mobile Persuasion*. Persuasion Technology Lab, 2007.
- [4] Hirofumi Kishino and Yasuhiko Kitamura. Virtual marathon system where humans and agents compete. In *Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14)*, No. 47, 2014.
- [5] Florian 'Floyd' Mueller, Shannon O'Brien, and Alex Thorogood. Jogging over a distance: supporting a jogging together experience although being apart. In *CHI'07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 1989–1994, 2007.
- [6] Fabrizio Mulas, Paolo Pilloni, and Salvatore Carta. Everywhere race!: A social mobile platform for sport engagement and motivation. In *SOTICS 2012, The Second International Conference on Social Eco-Informatics*, pp. 63–69, 2012.
- [7] Mingmin Zhang, Mingliang Xu, Lizhen Han, Yong Liu, Pei Lv, and Gaoqi He. Virtual network marathon with immersion, scientificness, competitiveness, adaptability and learning. *Computers & Graphics*, Vol. 36, No. 3, pp. 185–192, 2012.

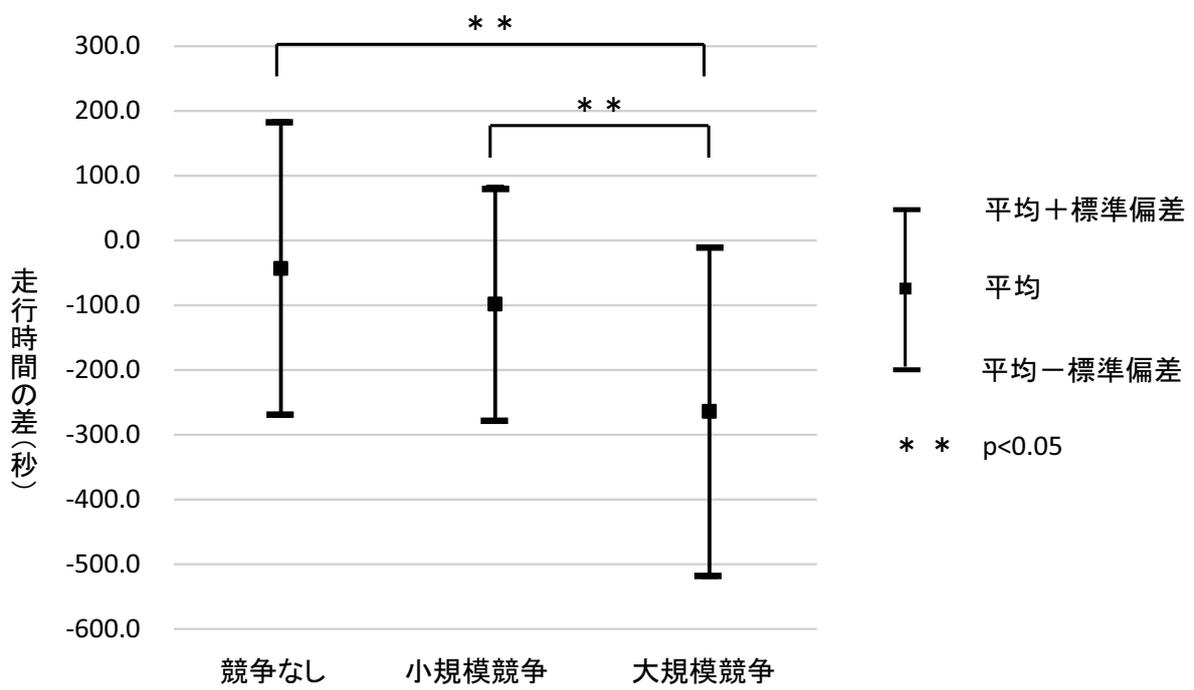


図 8: 走行時間の差