

EnergyBrowser: 運動によるウェブ閲覧

EnergyBrowser: Web Browsing By Exercise

中村 聡史† 水口 充† 田中 克己‡
Satoshi Nakamura Mitsuru Minakuchi Katsumi Tanaka

1. はじめに

自動化技術の進歩で、人びとの生活は豊かかつ便利なものになったことにより、人々が消費するカロリー量が極端に減少した。一方、農業技術や加工技術の進歩により多くの国は飽食の時代を迎え、カロリー摂取量が上昇し、カロリー摂取と消費のバランスが崩れ、運動不足やそれに伴う肥満などの生活習慣病が問題となっている[4]。

運動不足や肥満を解消するべく、最近では健康ブームが広がっている。運動不足や肥満の解消には、ルームランナーやプールでのウォーキングのような有酸素運動が有効であり、脂肪を燃焼するために一定時間運動し続ける必要がある。しかし、ルームランナーを利用してウォーキングをしても、周りの景色が変わるわけではなく、退屈である。また、運動の目標が見えにくいため、ただ歩くという単調な運動が苦痛となり、長続きしない。

一部のスポーツジムでは、利用者の退屈さを軽減するために、運動器具の近くにテレビを設置している。利用者は、テレビを見ることで気を紛らわしながら運動することができる。しかし、テレビを見ることはユーザの運動自体には直接結びつかないため、運動の目標が見えにくい。他にもゲームや VR 空間などを利用して運動を支援する仕組みが実現されているが、高価である、バリエーションが少ないなどの問題から十分であるとは言い難い。

我々は運動を楽しくするには、運動に連動した具体的な達成感を与えることが重要であると考えている。また、アイザック・アシモフの言葉に「人間は無用な知識を得ることで快感を感じる唯一の動物である」というものがある（ベルトランド・ラッセルの言葉との説もある）ように、知的好奇心は退屈な気持ちを紛らわしてくれるものであるため、ユーザの知的好奇心を刺激することで運動を支援することが有効であると考えている。

そこで本研究では、日ごろの運動を楽しくすることを目的として、ユーザの運動とコンテンツのブラウジングを密接に結びつけたコンテンツブラウザを提案する。提案するシステムでは、ユーザのエネルギー消費量に応じてコンテンツを徐々に表示する。このようにすると、運動でコンテンツを表示しているという感覚自体の楽しさに加え、まだ表示されていない先のコンテンツに対する興味を刺激し、運動意欲を高めることができると考える。また、閲覧するコンテンツとして、World Wide Web 上で公開されている膨大なウェブコンテンツを用いることにより知的好奇心を満たす。コンテンツが無限にあるため、飽きずに楽しむことができると考えられる。この、エネルギー投入量に応じてウェブコンテンツを閲覧するシステムを *EnergyBrowser* と呼ぶ。

2. 関連研究

TV Pedaler [2] は、ペダルを漕ぎ続けないとテレビの映像が消えてしまうという運動器具である。ペダルを漕がなければテレビを見続けることができないため、利用者のテレビを見たいという欲求を運動に直接対応付けている。しかし、TV Pedaler では、運動に対応してディスプレイの ON/OFF を切り替えるだけであり、運動に合わせてコンテンツが変化しないため、達成感を得ることが難しく、利用者の運動意欲を十分に増進できるとはいえない。

KONAMI 社の Dance Dance Revolution (以下 DDR) [3] は、ダンスと音楽を対応付け、音楽に合わせて所定のステップを踏むことによりリズムカルにダンスを楽しむゲームである。課題曲をクリアするためにはプレイヤーはステップを正確に踏む必要があるため、ダンスという運動に対して達成感を得ることができる。DDR は、楽しみながらダイエットができるということも手伝い、爆発的にヒットした。しかし、DDR では用意されている曲には限りがあるため、繰り返しゲームを楽しむと飽きが生じてしまう。また、ゲームの特性上リズム感が要求されるうえ、比較的運動量が要求されるため敷居が高い。

エクササイズバイクなどを利用して VR 空間を楽しむという研究開発が多数行われている[1,5]。こうしたシステムでは、ユーザの運動を VR 空間での運動に直接割り当て、自由に空間の移動を行うことを可能としている。空間内でスピード競争などを行うことができるため楽しみながら運動を行うことができるが、システムが大掛かり過ぎるうえ、VR 酔いを防止するにはユーザの感覚と映像のずれをなくすなど多くの仕組みが必要となる。また、VR 空間の構築に手間がかかるなどの問題もある。

本研究で提案する *EnergyBrowser* は、利用者の運動に応じて徐々にコンテンツを表示することによって、運動量に応じた達成感を連続的に与えることができるという点で従来の方法とは異なっている。また、対象をウェブコンテンツにすることにより既存の膨大なコンテンツを利用できるうえ、毎朝新聞を読むような感覚で飽きずにコンテンツを閲覧することを可能とする。

3. EnergyBrowser

3.1 システム概要

EnergyBrowser は、ユーザのエネルギー消費量（投入量）に応じてウェブページを少しずつ表示するウェブブラウザである。ユーザはディスプレイに向き合う形で設置されたルームランナーの上で歩く（走る）ことにより、エネルギーの入力を行う（エネルギーを消費する）。*EnergyBrowser* は対象となっているウェブページから、入力されたエネルギーに応じた量の部分ウェブコンテンツを抽出して漸次的に表示する（図 1）。

† 独立行政法人 情報通信研究機構, NICT

‡ 国立大学法人 京都大学, Kyoto University

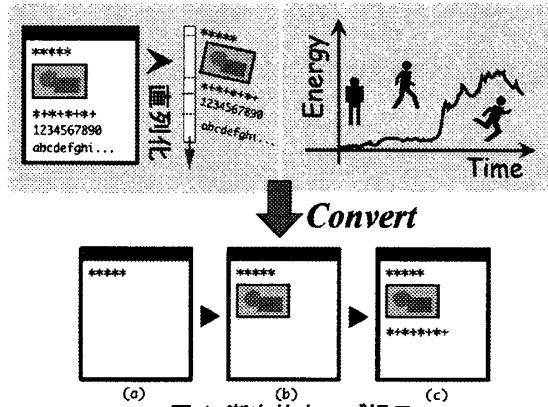


図 1. 漸次的ウェブ提示

従来のウェブブラウザでは、ユーザが指定したウェブページを高速かつ正確に描画することが求められているのに対し、EnergyBrowserではコンテンツをユーザの要求(エネルギー投入量)に応じて徐々に、運動中にでも読みやすいように表示することが求められる。図2はEnergyBrowserを利用している様子である。

3.2 システムの構成

EnergyBrowserは、ユーザのエネルギー消費量を取得するエネルギー消費量取得装置と、エネルギーをコンテンツに変換するエネルギーコンテンツ変換装置およびコンテンツ表示装置から構成される(図3)。

ユーザのエネルギー消費量を正確に計測するには、ユーザの体温の変化、心拍数の変化、発汗量、運動スピード、体重など多くのデータが必要となる。しかし、EnergyBrowserでは厳密なエネルギー消費量は必要ないため、ユーザの歩行をエネルギーの入力に割り当て、3軸の加速度の変化を取得できるモーションセンサを利用して簡易的に計測し、エネルギー消費量を取得することにした。図4はモーションセンサと、ユーザの腰に装着したモーションセンサで取得した運動の様子である。図中の波形は、各軸における加速度の変位である。波の1周期がウォーキングをしているユーザの1歩に対応している。

3.3 システムの実装

EnergyBrowserシステムは、エネルギー取得部、ブラウザ部に大別される。エネルギー取得部およびブラウザ部は、図5のような各モジュールからなる。

(1) エネルギー取得部

モーションセンサ入力監視モジュールはモーションセンサの状態を常に監視する。モーションセンサで取得した波形の変化からユーザの運動を検知すると、対応する波形をエネルギー消費量取得モジュールへと渡す。本実装では1歩を単位としてエネルギー入力とするため、各軸において閾値以上の振幅の波を検知するとエネルギーの入力があったとみなしている。

エネルギー消費量取得モジュールは、モーションセンサ入力監視モジュールから渡された波形からエネルギー量を計算する。各波形を詳しく解析することによりエネルギー消費量はある程度正確に求めることは可能である。しかし、本研究では厳密なエネルギー消費量の算出は必要ないので、簡単のため、1歩における各波形の振幅の和を利用して、消費エネルギーを「高」「中」「低」の3段階に分類し、ブラウザ部への入力として利用する。

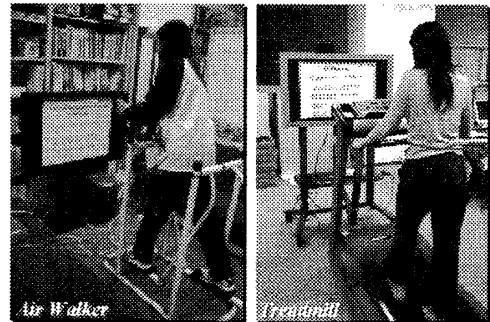


図 2. EnergyBrowserを利用している様子

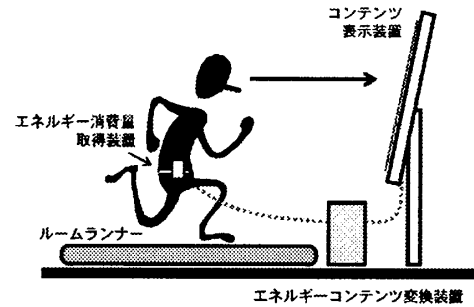


図 3. EnergyBrowserシステムの構成

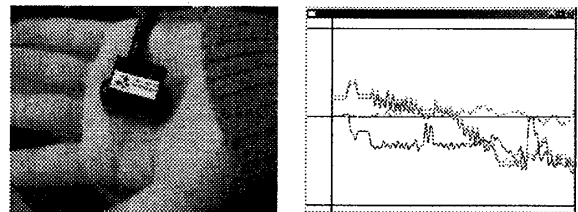


図 4. センサとセンサの出力

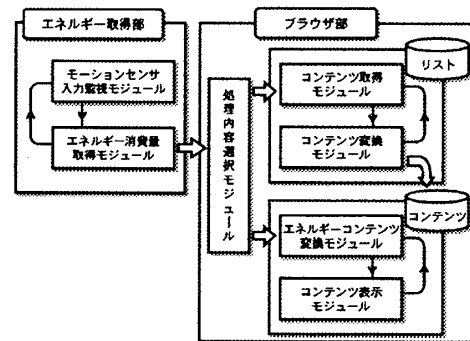


図 5. モジュールの構成

(2) ブラウザ部

処理内容選択モジュールは、エネルギーが入力されたときにブラウザ部の状態を判断し、処理命令を出す。ここで状態は、指定のコンテンツを表示完了したという処理待ちと、コンテンツを取得または徐々に表示しているという処理中に分けられる。処理待ちのとき、処理内容選択モジュールはコンテンツ取得モジュールに次のコンテンツの選択およびコンテンツの取得を指示する。処理中のときはエネルギーコンテンツ変換モジュールに対してコンテンツの表示を指示する。

コンテンツ取得モジュールは、あらかじめ与えられたウェブページのリストからウェブページを選択し、ウェブサーバーから当該ページの取得を行う。取得したウェブページは順次リストから削除していく。リストが空になると、コースは終了となる。

コンテンツ変換モジュールでは、取得したウェブページの閲覧性を向上させるため、ウェブページ中の広告のカットや、文字サイズを大きくするなどの変換を行う。コンテンツ変換終了後、処理状態へと状態を遷移する。

エネルギーコンテンツ変換モジュールは、エネルギー取得部から入力されたエネルギーに応じて、コンテンツ変換モジュールがあらかじめ取得変換しておいたウェブページから部分ウェブページを生成する。これは概念的には入力エネルギーをコンテンツに変換する処理である。入力エネルギーに対するコンテンツ量の変換率（エネルギー変換率, bytes / calories）を予め設定することによって、ユーザは運動量に応じたコンテンツの表示速度を適切に調整することができる。

コンテンツ表示モジュールは、エネルギーコンテンツ変換モジュールにより生成された部分ウェブページを、ウェブコンポーネントを利用して表示する。

3.4 実装環境

EnergyBrowser のプロトタイプシステムを、Microsoft Visual C++ .NET 2003 を用いて実装した。ブラウザ部の実装には、Microsoft Internet Explorer コンポーネントを利用した。また、モーションセンサとして NEC TOKIN 社の MDP-A3U9S を利用した。図 6 は、閲覧対象となるオリジナルのウェブページ(a)と、EnergyBrowser を利用しているときのページ変化 (b) - (f) の例である。図中の数字は、このコンテンツを閲覧するのに必要なエネルギーに対する、現在注入したエネルギーの割合を表している。

4. 利用評価

実装した EnergyBrowser を当研究所の一般公開において展示した。コンテンツとしてウェブの絵本やコミック、図鑑、などなど、ニュースなどを用意し、ユーザにはコンテンツのジャンルをウォーキングコースとして選択してもらい、ウォーキングを楽しんでもらった。子どもからお年寄りまで多くの人々が運動およびウェブ閲覧を楽しんでいた。また、体験後に下記のようなアンケートに答えてもらった。

- ・年齢と性別
- ・楽しかったか? (5段階)
- ・家にあったら使いたいか? (5段階)
- ・どのくらい継続して運動できるか?
- ・コンテンツとしてどんなものを見たいか?
- ・使ってみて感じたことは?
- ・スポーツジムに通っていたか
- ・スポーツジムにあったら使いたいか?
- ・その他意見

回答者は合計で 35 名 (男性 20 名, 女性 15 名。なお一般公開の参加者は 500 名近くであった) で、年齢は 6 歳から 71 歳までであった。楽しかったかどうかという質問 (つまらないを 1, 楽しいを 5 に設定して 5 段階評価) については、回答者平均の評点が 4.42 となり、楽しんでもらえたことがわかる。また、家にあったら使いたいという質問 (使いたくないを 1, 使いたいを 5 に設定して 5 段階

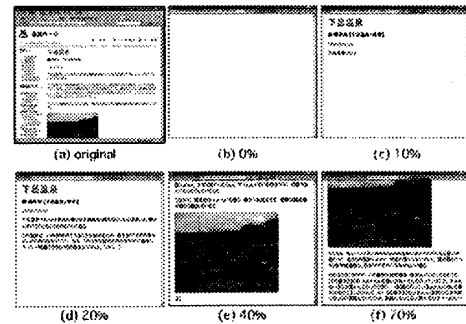


図 6. オリジナルのウェブページとエネルギー注入量に基づくページの変化

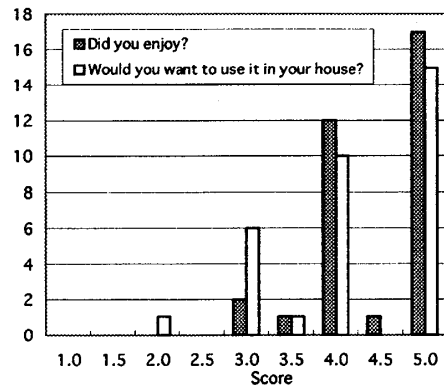


図 7. 楽しかったか。家で利用したいか。

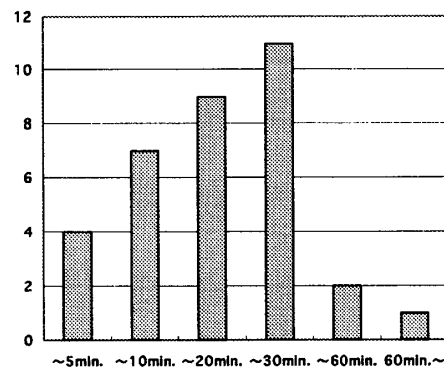


図 8. 運動可能な時間

評価) については、回答者平均の評点が 4.21 となり、多くの人が興味を示したことがわかる (図 7)。

どのくらい継続して運動できるかという質問の結果は図 8 の通りである。多くの回答者が 20~30 分程度運動できると答えていることがわかる。一般に有酸素運動における脂肪燃焼に必要な時間は 20 分程度と言われているため、もし本当に継続して運動できるのであれば、十分なものであると考えられる。

今回の展示では各種のコンテンツを用意したが、15 歳くらいまでの子どもには絵本やコミックのような絵入りのコンテンツの評判がよく、50 歳以上の大人にはニュースなどのテキストコンテンツの評判がよかった。全般的に評判がよかったのはなどなどのようなクイズ形式のコンテンツであった。クイズ形式のコンテンツは、他のコンテンツに比べ、問題のコンテンツを見た後に、答えのコンテンツを

見たいという欲求が強く、運動支援に最適であるという意見が多かった。このシステムを利用してどのようなコンテンツを閲覧したいかという質問については、映画や漫画、写真などの意見が多かった。

大人の体験者 21 名に対してスポーツジムに関して聞いたところ、6 名がスポーツジムに通った経験があり、そのうち 5 名が、運動が退屈、通うのが面倒などを理由に辞めてしまっていたことがわかった。一方、辞めたと答えた回答者の内 4 名が、これがスポーツジムにあったら楽しく続けられそうだと答えていた。

アンケートの結果や展示における観察によると、コンテンツの表示速度に関する意見が多数あった。中でも多かったのが、コンテンツの出てくる速度が遅く、コンテンツを読むまでに疲れてしまうという意見であった。これは、エネルギー変換率のデフォルト値を成人男性向けに設定していたのが一因であると考えられる。

その他の意見として多かったのは、時間を有効活用できるうえ、運動不足解消になるというものであった。また、老人ホームなどにおけるリハビリの運動や、子供の運動不足解消のために、楽しく運動を支援するのに有効であるという意見も多く聞かれた。このように様々な適用の可能性があるが、利用者や利用場面によってコンテンツの向き不向きがあると予想される。提示するコンテンツの内容やコンテンツの変換などについては今後考えていく予定である。また、運動中に応援してほしいなどの意見もあり、大きな効果を期待できるため、今後のシステム改良において実現する予定である。

5. 考察

今回実現したシステムでは、閲覧用のコンテンツとしてウェブページを利用したが、これに限るものではない。アンケートなどからも得られたように、漫画（特に 4 コマ漫画）や、旅行中に撮影した写真、映画などを利用することも考えられる。例えば漫画の場合、基本的には消費したエネルギーに応じてコマを進め、オチのコマだけは多くのエネルギーを投入しないと進めないというように設定すると良いかもしれない。動画の場合、再生速度を歩く速度に対応させて動的に変化させることにより、一定速度の長時間運動を支援できるかもしれない。

テキスト系のコンテンツでは、フォントの大きさや色、改行によるテキスト間のスペースなどをうまく利用して演出しているウェブページの評判が良かった。こうしたページでは語り口調をテキストの属性で表現していることが特徴的であり、運動に応じて続きが順次表示される形態によって、語りを聞いているように閲覧できたためであると考えられる。今後は、ニュースなどのテキスト系ウェブページに対して演出のためのスタイルシートを動的適用し、コンテンツをより楽しくする予定である。

ルームランナーを利用した場合、ユーザはルームランナー上で前方へ歩く/走るだけであるため、方向転換などができず、コンテンツ中のリンクを辿ったりすることができない。ただ、運動中のようにどちらかという提示されるコンテンツを受動的に楽しむような状況下ではリンクナビゲーションの必要性が低いと考えられる。基本的には受動的に閲覧し、たまにリンクナビゲーションをする程度であれば、運動中でも押せるようなボタンを用意し、そのボタン

を押すことでリンククリックへと適用することが考えられる。

今回の実装ではルームランナーに代表される、歩く（走る）ための運動器具を利用したが、*EnergyBrowser* 自体はモーションセンサがユーザの動きを検出できれば良いので多様な運動に適応可能である。例えばスポーツジムにはエアロバイク（自転車）、ベンチプレスなどさまざまな運動器具があり、どれも一般的には退屈なものであるので *EnergyBrowser* は有用であろう。一方、エクササイズの目的や運動量はそれぞれ異なるため、各運動器具に適したコンテンツ閲覧スタイルを考慮する必要がある。

スポーツジムや家庭でのエクササイズに限らず、日常生活において消費されるエネルギーを利用することも考えられる。すなわち、*EnergyBrowser* をウェアラブルコンピューティングなどの生活に密着したコンピュータ操作向けユーザインタフェースとすることも可能であろう。例えば、歩いた歩数により表示されるコンテンツを切り替えたり、エレベータを利用したときと階段を利用したときではコンテンツの見栄えや種類を変えたりするといった応用が考えられる。このような体の動きを利用するユーザインタフェースはコンピュータの利用方法だけでなく、ユーザの利用パターンを変える可能性を持っている。

別の応用としては、データの重みを実感させるという教育用途が考えられる。例えば、近年では P2P ソフトなどによる、多大な負荷をかけるようなネットワークの利用が少なくない。*EnergyBrowser* の仕組みを応用し、ユーザの運動量に応じてデータの送受信を行うようにすることで、ネットワーク帯域の負荷を体感するなどのネットワークリテラシ教育にも利用できるであろう。

6. まとめ

本研究では、日ごろの運動を楽しむことを目的として、ユーザの運動とコンテンツの閲覧を密接に連動させた *EnergyBrowser* を実現した。*EnergyBrowser* ではユーザのエネルギー消費量に応じてウェブコンテンツを徐々に表示することで、まだ表示されていないコンテンツに対する興味を刺激し、運動意欲を高めた。これにより、退屈や苦痛な運動を楽しめるものにするのができた。

今後は、ウェブコンテンツ変換や表示方法について工夫を行う予定である。また、評価実験により有用性を明らかにする予定である。さらに、漫画や映画などの、ウェブ以外のコンテンツへの適用も行いたい。

参考文献

- [1] CompuTrainer, <http://www.computrainer.com/>.
- [2] D Squared Technologies Inc., TV Pedaler, <http://www.tvpedaler.com/>.
- [3] KONAMI Corp., Dance Dance Revolution, <http://www.konami.co.jp/am/ddr/>.
- [4] 日経ナショナルジオグラフィック社, 肥満, ナショナルジオグラフィック日本版 2004 年 8 月号, pp. 42-59, 2004.
- [5] S. Mokka, A. Vaatanen and J. Heinila, P. Valkkynen. Fitness Computer Game with a Bodily User Interface. In Proc of Entertainment Computing, pp. 1-3, 2003.