

インターネットトレーニングシステムの構築と評価

橋本 和樹[†] 谷 隆三郎^{††} 南 政樹^{†††} 村井 純^{††††}

†

E-mail: †{kazuki,tani,minami,jun}@sfc.wide.ad.jp

あらまし インターネットを基盤とするユビキタス社会では、場所や時間などの物理的制約を越えた新たなサービスが考えられる。本研究では、体力づくり・健康づくりを目的とした専門家による運動指導を、いつでも、どこでも、誰でも受けられるインターネットトレーニングシステムを構築した。また、本システムを神奈川県藤沢市の市民モニター10世帯に設置し、2ヶ月間の評価実験をおこなった。その結果、システムの有用性を示すことができた。

キーワード 1, インターネットコーチング 2, マイクロノード 3, センサー 4, XML 5, IPv6

The Establishment and Evaluation of Internet Training System

Kazuki HASIMOTO[†], Ryuzaburo TANI^{††}, Masaki MINAMI^{†††}, and Jun MURAI^{††††}

†

E-mail: †{kazuki,tani,minami,jun}@sfc.wide.ad.jp

Abstract In the ubiquitous society based on the Internet, existing services will overcome the constraints such as time and distance and new service model will be created. In this research, we have developed a system named "Internet Training System" which allows everyone to get professional assistance for improving health and physical conditions anytime, anywhere. Throughout this research we have installed the system to 10 households in Fujiwara-city, Kanagawa and have conducted the experiment for 2 months. As a result, Internet Training System was proven to be effective.

Key words 1, Internet Coaching 2, Micronode 3, Sensor 4, XML 5, IPv6

1. はじめに

1.1 背景

近年健康増進、体力増強を目的とした家庭用フィットネス機器も広く利用されている。しかし、特に運動不足な利用者が運動を行なう際には、専門家が健康診断などの結果に基づいて処方を行なわないと、効果が上がらないばかりか、悪影響を及ぼすこともあり危険である。

また、運動は継続して初めて効果があるにも関わらず、利用者の意志に強く依存するため、途中で運動を中断してしまうケースが少なくない。現代社会において、働き盛りの中高年が運動を日頃から行なうことは非常に難しくなっている。2003年のUFJ総合研究所の調査[1]によると、現在日常的に健康管理の必要性を感じてると回答した人は全体の94%であった。

このことから、誰もが家庭で好きな時間を利用して運動でき、アスレチックジムで専門家の指導を受けるのと同じように、専門知識に基づいた適切な運動処方が利用できる仕組みが必要で

ある。

そこで2002年度e-ケアタウンプロジェクト[15]では、自転車エルゴメータを用いたインターネットトレーニングシステムを作成した。[14]しかし、その際に構築した遠隔コーチングシステムでは特定のデバイスのみしか扱うことができなかった。そこで本研究ではインターネットでの運動コーチングにおいて汎用的な枠組を作成することを目的とする。

1.2 問題提起

これまでに、インターネットを用いたトレーニングのための技術が開発されてきた。例えばコンビ・ウェルネス社が行なっている「クラブ-コンビ.com」[4]は同社の家庭用運動機器から取得できる情報をインターネット経由で専門家のアドバイスなどが受けられることができるサービスである。また新潟大学木竜研究室では、自転車エルゴメータを用いて独自デバイスを装着することにより、インターネットを用いたコーチングを実現している[2][3]。

このようにインターネットを用いたトレーニング支援は様々

な例があるが、多くのシステムも限定的な状況でしか利用できないシステムである。つまり同じ目的にもかかわらず、それらの情報を扱う包括的な枠組みがないために、様々なデバイスや専門家をそれぞれが独自仕様でシステムを構築せざるを得ないのが現状である。

2. インターネットトレーニングシステム

本研究で提案するインターネットトレーニングシステムとは、ユーザが運動を行なう際に、運動の履歴や運動の詳細情報をセンサや運動機器自身から計測し、自動的に且つ個人を特定して、データをネットワーク上に蓄積する。そして、その運動情報を共有することで、トレーニングに役立つシステムである。

インターネットコーチングとは、インターネットトレーニングシステム上でその蓄積された情報を元に遠隔で非同期にコーチングを支援することをさす。本論文中で出てくるユーザとは運動を行なう者を指し、トレーナーとはユーザの運動情報を閲覧し専門的な所見から適切な指示を行なえるものを指す。

図1に本システムの概念図を示す。

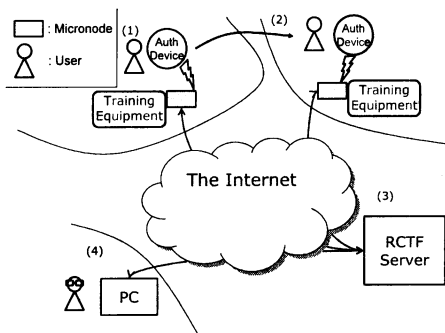


図1 概念図

本システムのモデルは図にあるようにユーザが運動を行なう際に、センサなどのインターネットに接続性を持ったマイクロノードを使い運動機器を制御する。トレーナーが指示したメニューを元にユーザが運動を行ない、運動の情報をセンサで取得し、ネットワークを用いて共有する。

ユーザは場所的には違っても、図中の1、2のように、同じメニューや指示を受けることができる。また、専門家とのやり取りも場所が遠くはなれた場所で時間を同じ時を選ばなくても、間をシステムが介在することによって時間的にも非同期に両者のコミュニケーションを行なうことができる。(図中の3、4の通り)

3. 設計

3.1 設計要求

本研究では、様々な機器やセンサから得られる情報を統一的に扱うために、取得した情報を汎用的なフォーマットで扱うための手法が必要である。また、同時にこれらを効率良く変換し、共有するための通信基盤やプロトコルも必要である。

本研究が目指すインターネットトレーニングシステムでは、汎用的である、つまりは様々なデバイスや運動をインターネット上でトレーニングする基盤が必要であるということ。また、運動の情報をネットワーク上で効率良く、共有できていなくてはならない。

既存の同様の目的で利用されている運動機器、健康器具の問題点である独自仕様、独自規格という点を改善するために、情報を汎用的な形で入出力できるシステムでなければいけない。つまり、様々な運動器具、様々な運動器具から取得できる情報というものを抽象化が必要となってくる。

且つ、以前より行なっていたインターネットトレーニングシステムの機能は損なわずに、容易な運動情報の取得、登録、また運動情報の共有が必要不可欠である。

3.2 設計概要

前章の設計要求を踏まえて家庭用運動機器を用いたインターネットトレーニングシステムの具体的なシステム設計を行なった。以下の図2に示すのが設計概要図である。

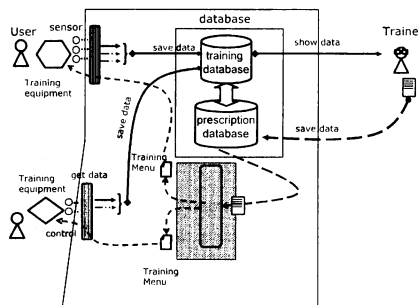


図2 設計概要図

本システムでは、ユーザとトレーナーのコミュニケーションを行なう。その際に、ユーザ側では様々な運動機器に対応することができ、また専門家側の処方というも様々な形で採用することができる。その間でシステムが両者の間に入り、情報を一時蓄積することによってこの機能を成し遂げるという形である。

システムとしてはそのシステムの基盤としてフレームワークを作成することによって様々なデバイスを扱うことのできるインターネットトレーニングを実現する。図2にあるように各種の運動機器が登場した際にも、定義されたフレームワークに則って制御アプリケーションを追加することによって、汎用的なシステムになる。

運動機器の抽象化、制御

インターネット経由でのコーチングを実現するために必要となってくるのは遠隔での運動機器からの情報を専門家に送り届けることである。また、専門家、ユーザの両者の時間的制約、空間的制約を解消するためにはセンサにより運動情報を取得し、それを遠隔で共有する必要がある。そこでマイクロノードにより、ユーザの運動メニューで運動機器を制御し、生体情報、運動情報を取得し、サーバに送信できなければならない。また、運動

機器といっても自転車エルゴメーターやステッピングマシンなど多種多様なものが存在する。外部から制御し、一つのシステムで包括しようとすると装置の抽象化が必要である。

運動情報の抽象化、保存

インターネットトレーニングシステムのフレームワークで実際のコーチングとして、専門家とユーザの間のコミュニケーションを行なえるようにするには両者の間で扱われる情報を抽象化を行ない、また、その情報を蓄積していき、その情報を扱えるAPIを用意する必要がある。

個人の特定

インターネットコーチングを実現するためには遠隔で運動機器から情報を取得する。しかし、空間的制約を解消するためにはシステムを設置してある場所では同様に遠隔でのコーチングを実現できなければならない。そこで運動機器制御に関して、それが運動機器により個人を特定するのではなく、システムとして、一意な個人を特定できなければならない。

3.3 フレームワーク設計

以下の図3に示すのがフレームワークを用いた場合のソフトウェアの構成図である。図の下側が主にユーザ側であり、上側はトレーナー側である。本システムに含まれる運動器具、専門家というのは多種多様であるため、規格化が難しい。そこで運動器具からの情報の入力部、専門家側からの処方入力部においてアプリケーションインターフェースを用意することによってこの問題を解決する。

ここでシステムの中核の機能としては、個人認証、運動処方登録、運動情報取得、運動履歴管理、センサ管理という五つのモジュールが存在する。運動情報と運動登録のやり取りであるコミュニケーションの前には、個人を特定しなければならず、個人認証は必要である。

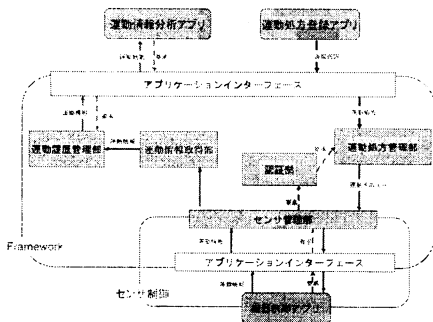


図3 フレームワーク構成図

3.4 運動情報、運動処方の抽象化

運動機器ごとの違いを吸収するためには、運動処方を運動機器ごとの制御コマンドに変換しなければならない。また機器から取得できるデータというのも機器ごとにデータフォーマット、取得できるデータは違う。その違いを同一のシステムで扱えるようにしなければならない。その際に運動機器の種類ごとに運動処方、運動機器情報のメタ情報をXMLで定義する。そ

して運動制御部においてその変換を行なう。XML (eXtensive Markup Language) では通常のデータとは違いデータの細部まで意味付けを行なうことができる。そこで本研究では、XMLの記述ルールを定義することによって、フレームワークとしての汎用性を保つ。

トレーニング時に取得できる運動情報の定義であるため、ルートエレメントを<TP></TP>とした。TPの属性として有酸素運動か無酸素運動という二種類のtypeを用意した。まず、トレーニングの情報はすべからず有酸素運動か無酸素運動というタイプに分ける。そして運動情報として運動器具から取得できる情報に器具のIDや器具から取得できる情報を記述していく。その際にトレーニングの情報として最低限必要などのようなトレーニングを行なったかということも必須の情報として記述する。また、タイプを分けた中でも有酸素運動であれば、心拍数、経過時間、負荷といった有酸素運動指導には欠かせないパラメータはあらかじめ定義する。そして、機器独自の仕様としてはTPのodataを拡張していくことにより汎用性を実現する。今回はこのようにDTD (DocumentTypeDefinition) を策定した。

3.5 運動機器制御機構

本節では実際に、運動情報、運動処方を抽象化した際に影響を受ける運動機器を制御する機構に関して述べる。運動機器制御の動作概要は以下の通りである。図4に運動機器制御機構の動作概要を示す。

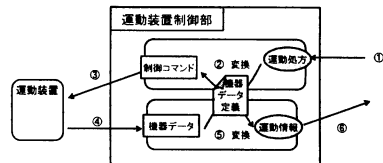


図4 運動機器制御機構

- 1 認証に成功すると運動処方を取得する
- 2 運動処方を機器の定義ファイルに基づき運動機器固有のコマンドに変換
- 3 制御コマンドとして運動機器を制御
- 4 運動機器から取得できる機器特有のデータを取得する
- 5 機器特有のデータタイプから本システム上に載せるために、メタ情報を付加して変換
- 6 変換された運動情報を運動情報取得部に送信

運動機器制御機構は認証機構と協調して動作する。機能としては認証が終了するとユーザのID、使用する機器IDを受けとり、運動処方をデータベースから取得する。その運動処方を各機器のコマンドに変換し、マイクロノードが運動装置を制御する。その後、運動機器から取得できる情報を、機器の定義に基づき変換し、サーバ側データベースに保存する。機器の定義もデータベースから取得する。

運動機器を制御する側のアプリケーションの設計クラス図は以下の図5になっている。機器を制御するマイクロノードが認証デバイスや運動器具という抽象クラスを持っている。その抽

象クラスから実際の認証器具や運動器具といったものを継承して作成していくことになる。

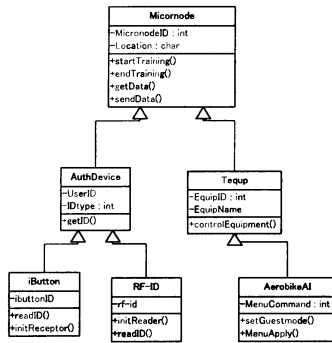


図5 設計クラス図

3.6 情報の蓄積

様々に取り交わされる情報はネットワーク上に蓄積していかなければならない。様々なモデルが考えられるが、膨大なデータが蓄積されていく、またユーザごとに様々なデータを蓄積していかなければならない。そこでデータベースを用いることにする。ユーザのID、機器のIDといったもので一意になるデータなのでリレーショナルデータベースを用いる。今回はデータモデルに関しては中央集権的なモデルを採用する。

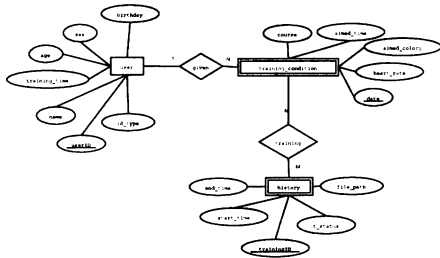


図6 設計ER図

各々のテーブルで UserID をキーとしながらリレーションがあるように設計した。蓄積していかなければならない情報は個人情報、運動処方、運動情報（運動履歴）がある。しかし、トレーニングの最中の運動情報は、ある程度時間の塊として取得される。このような時系列データはリレーショナルデータベースのエンティティとしては扱いにくいので、ファイルとしてバイナリで保存する。

4. 実装

本システムの実装について述べる。

まず、実装したサーバの環境を以下の表1に示す。

次に、本システムで使用した機器を以下の表2に示す。

運動機器にはクラブ・コンビ社のエアロバイク ai、これは PC などから RS232c ケーブル経由で制御コマンドを送信して制御

表1 サーバ

OS	FreeBSD4.9
Web サーバ	Apache2.0.49[5]
データベース	PostgreSQL7.4.3[6]

表2 使用機器

運動機器	クラブ・コンビ社 エアロバイク ai
認証キー	DallasSemiconductorInc. iButton [7]
レセプター	DallasSemiconductorInc. receptor [8]
制御ノード	Internet Node 社 RealSpace6 [10]

できる自転車エルゴメーターである。

また、認証キーにはユーザを一意に認識するために、また誰にでも容易に使えるように iButton と呼ばれる直径 16mm の小さなボタン型の物理デバイスを使用することにした。この iButton は、小さなステンレスケースの中に電子回路が収められている。レセプターとは 1-Wire [9] と呼ばれる規格で制御ノードと接続するものである。今回使用した iButton のチップには 64bit の一意な識別子が入っているため、その ID を元にユーザを特定する。

制御ノードにはインターネットノード社の RealSpace6 を使用した。これは IPv6/v4 Dualstack の汎用マイクロノードである。OS は Dallas Semiconductor 社の開発している TINI OS [11] が搭載され、JavaVM も実装されている。そのため Java 言語でアプリケーションを開発できる。また、インターフェースには 1-Wire (iButton レセプターと接続)、シリアルポート (エアロバイク ai と接続) が付いているため本システムに利用可能である。

4.1 通信プロトコル

サーバとマイクロノード間の通信において、XML データの交換には SOAP, XML-RPC などといったプロトコルが考えられるが、エアロバイクのトレーニングには一定時間のトランザクションが考えられるため、今回は独自に TCP を使ったアプリケーションプロトコルとして実装した。また、IPv6 のみの環境でも動くようにサーバもクライアントも IPv4, IPv6 共に動くよう実装した。

4.2 個人認証機構

クライアント (RS6) 側では Java 言語を用いて実装した。起動する (電源が入ると) 認証キーが挿入されているかを定期的にポーリングし続けるデーモンとして作成した。認証キーの中に埋め込まれた ID を読み込むとその UserID と authentication.dtd に沿った XML 形式のメッセージを送信する。XML のパーサーは組み込み系の XMLParser である MinML を使用した。サーバ側は C 言語で実装した。

4.3 データベース

以下に示すのは、データベースの物理設計である。今回データベースは PostgreSQL7.3.1 を使用した。リレーショナルデータベースの設計はユーザ情報を管理するテーブル、ユーザの運動処方 (運動メニュー)、ユーザの運動履歴を保存するために前章で設計した ER 図を元に構築した。

各々のテーブルで UserID をキーとしながらリレーションが

あるように設計した。蓄積していなければならない情報は個人情報、運動処方、運動情報（運動履歴）がある。しかし、トレーニングの最中の運動情報は、ある程度時間の塊として取得される。このような時系列データはデータベースのエンティティとしては扱わず、ファイルのポインタ、OIDのみを運動履歴テーブルに保持する。サーバ側で PostgreSQL との接続には C 言語のライブラリである libpq [12] を用いた。

4.4 ユーザインターフェース

専門家、ユーザが情報の閲覧、指導におけるサンプルアプリケーションとして、今回は両者に WEB ブラウザを用いてアクセスできるように WEB アプリケーションとして実装した。用いた言語は php-4.3.0 である。また、グラフ化にはグラフ化ライブラリである jgraph [13] を用いた。php の WEB アプリケーションとして、WEB 側のユーザ認証は独自に php の session 機能を用いて実装した。

5. 評価

本研究のインターネットコーチングシステムを評価するために藤沢市における e-ケアタウンプロジェクト [15] 内で本システムの実証実験を行なった。2002 年度より e-ケアタウンプロジェクトにおいてインターネットコーチングシステムを行なっている。

5.1 実験内容

藤沢市内の 10 世帯に、光回線を利用した IPv6 常時接続環境を構築し、本システムを設置した。また、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス e-ケアスタジアム内に本システムのサーバを設置した。ユーザの情報を認証用 ID と併せてあらかじめデータベース登録し、各ユーザごとに運動メニューも登録した。そして 2004 年 1 月 16 日から 2 月 29 日にかけて約一カ月半実験を行なった。

5.2 評価項目

遠隔トレーニングシステムの評価項目としては以下の四つを挙げる。

今回は本システムがプロトタイプ作成ということもあり、評価では本システムの機能検証に重点をおいた。

各機能の検証項目は以下の三点とした。

● 機能評価

新しく実装したインターネットコーチングシステムの機能評価を行なった。機能評価としては、個人認証、運動機器制御、運動情報蓄積、運動情報管理が適切に行なうことができているかを評価した。

● コスト評価

今回フレームワークとして、機器からの情報のフォーマットを定義するのではなく、情報に意味をつけてやり、その意味づけを定義し、同一ルールの元情報に意味をつけることによって汎用性を持たせた。しかし、想定しているクライアント（運動機器制御のためのノード）は計算機資源の乏しい計算機である可能性もある。現実的に使用に耐えるのか、ということの評価した。

● モニターによる主観的評価

一カ月実証実験として 10 モニターに使って頂いた際に事後

アンケートにより、主観的にインターネットトレーニングシステムの有用性を評価した。事前、事後とアンケートを取りモニターの主観的な意見を取得した。

5.3 実験結果

(1) 機能評価

汎用性を持つフレームワークを使用しながら、運動情報の共有機構であるシステムの機能を損なわないかの機能を評価した。個人認証が行なわれると、データベースに問い合わせが行なわれ、運動機器を制御しトレーニングが行なわれる。トレーニングが行なわれている最中には運動情報がサーバに送信され、蓄積されていく。トレーニング終了後にはトレーナーもユーザも閲覧したい情報に関しては WWW ブラウザを通して情報を閲覧することができる。以上の機能をバケットダンプソフトウェアとデータベースのログを参照することにより機能が実装されていることが確認できた。

(2) コスト評価

フレームワークを用いたことによるコスト評価である。計算機資源を考えなければいけない、クライアントにおいて、XML 変換処理にどのぐらいの時間がかかるかを調査した。今回使用したのは RealSpace6 (RS6) と呼ばれる 8-bit マイコンの組み込み機器である。

運動機器からの情報変換にかかるコストを計測するために、情報を取得して、データ変換のルーチンのみにかかるコストを計測した。以下の表 3 がその計測結果である。

表 3 コスト

測定	以前	フレームワーク使用
データサイズ	53 bytes	537bytes
変換時間	0	222.38msec

何も変換をしない場合においては、データサイズが 53byte ですんだが、データのサイズは冗長的に意味を付加しているため、約 10 倍になっている。また、データ変換にかかるコストは 1000 回行なった際の測定結果の平均である。測定精度はミリ秒単位で測定した。

以上より、本フレームワークを用いることによるコストがデータ量で約 10 倍ほど、1 秒おきに機器から取得する際のデータの変換には 220msec ほどかかることがわかった。しかし、実証実験を行なった際に実用上は問題はみられなかった。

フレームワークによる汎用化とコストの問題はトレードオフの関係にあるため、今回の 220msec のコストは、実用上問題にはならなかったが、1 秒ごとのリアルタイム性を求めるのであれば 20 % というコストは今後考えていかなければいけない問題であると考えてる。

(3) モニターによる主観的評価

インターネットトレーニングシステムを使用することによって、実際に運動の促進になったか、また、運動を続けていく上での助けとなることができたか、ということを実験期間終了後にアンケートによって集計した。

以下の表 5 に示すのは問い「運動の促進に役立ったか」とい

表4 運動の促進に役立ったか

回答	人数
非常に役立った	4名
役立った	3名
あまり役立たなかった	3名
全く役に立たなかった	0名

うアンケートに対する10モニターの集計結果である。

以下の表5に示すのは問い「運動の継続に役立ったか」というアンケートに対する10モニターの集計結果である。

表5 運動の継続に役立ったか

回答	人数
非常に役立った	1名
役立った	7名
あまり役立たなかった	2名
全く役に立たなかった	0名

インターネットを用いたトレーニングシステムを使用することで、運動の促進、さらには継続ということができる考えた。10名という少ないモニターで一カ月半、本システムを用いて運動を行なったため定量的な評価ということにはならないが、主観的な回答があった。そこでは、運動の促進も継続も大まかには役立つということがわかった。そこで、「あまり役立たなかった」という回答をしたモニターの方に意見を伺ったところ、「時間がとれず使えなかった」や「やる気を促進してくれるようなものが欲しかった」、「パソコンが使えなかったためどうなるのかわかりづらい」などという意見を頂いた。逆に役立ったと答えた方の意見としては「トレーナーによる効果の検証が可能であり、運動の意欲が起る」などといった肯定的な意見が多く、運動の支援をインターネットを通して行なうことができる可能性は検証できた。

5.4 考察

ユーザは自転車エルゴメーター、その他に電源を入れ、認証キーをレセプターに差し込むだけであらかじめ専門家に指示された運動メニューでエルゴメーターを制御でき、トレーニング結果を自分自身で必要に応じて確認することができた。また、蓄積したデータを閲覧しユーザに運動メニューを指示することができた。今回、実装したシステムの機能要件は満たしているといえる。また、フレームワークを用いたことによるコストも非力なRS6という環境においても、処理できることが確認できた。

本研究では、インターネットトレーニングの新しいモデルを提案し、フレームワークを定義した。そしてフレームワーク上にプロトタイプを実装し、実証実験を行なった。インターネットトレーニングをの基本的な機能である、遠隔での運動情報共有は行なえていることが検証できた。

また、実際に使用した際のユーザの反応も見ることができ、インターネットトレーニングが実社会で用いられることも検証できた。

6. まとめと今後の展望

本研究では、健康管理、疾病予防のための運動を促進するためには運動指導が必要であり、現在は時間や空間的制約が大きく、また専門家という資源を有効活用するためには遠隔で制約を取り除いた運動指導が必要であると述べた。また、運動指導にはセンサの活用や運動器具の活用などが有効である。そこで遠隔で運動指導を共有し、運動を促進するためのモデルを考案した。そのモデルを実現するためのフレームワークを設計した。

本システムではユーザは認証キーとなるデバイスだけを持ち歩けば、自分のトレーニング中のデータはどこでもいつでも引き出せ、かつ運動を行なえばその情報は保存され続ける。そしてそのフレームワーク上でプロトタイプ的设计、実装を行ない基本機能の実現は検証でき、また運動の促進や継続にも効果があることがわかった。

本研究によって、インターネットトレーニングの実現が可能であることがわかった。インターネットトレーニングが誰にでもどのような場所でも利用できる環境が実現できれば、健康管理や成人病などの予防に運動を行なうことがたやすくなる。そのためフレームワークとして広く、様々なデバイスや運動器具を用いて、大規模な実証実験を行なうことにより実際のアスレチックジムなどどのように違うのかを検証していかなければならない。そして、広く使われていくことによって枠組みというものが洗練していくことが本研究の今後の展望だと言える。

文献

- [1] (株)UFJ総合研究所 研究員 寺島 大介 「インターネットヘルスケアサービスの可能性」、2003
URL: <http://japan.internet.com/research/20030428/1.html>
- [2] T. Kiryuu, K. Takahashi and K. Ogawa 'Multivariate analysis of muscular fatigue during bicycle ergometer exercise. IEEE Trans. on BME, vol. BME44-8. pp. 665 - 672. Jun, 1997
- [3] 山口 謙一郎, 木竜 徹, 田中 喜代次, 齊藤 義明 「中高年者向け自転車エルゴメーターのリモート制御システム」 電子情報通信学会論文誌 Vol. J83-D-2. no.2 pp 840 - 847 Feb, 2000
- [4] e-Fitness 「Club-Combi.com」,
<http://www.club-combi.com/efit/intro/index.html>
- [5] 「The Apache Software Foundation」 URL: <http://www.apache.org/>
- [6] 「PostgreSQL」 URL: <http://www.postgresql.org/>
- [7] 「iButton Homepage」
URL: <http://www.ibutton.com/>
- [8] 「iButton receptor」 DS1402D-DB8:
http://www.ibutton.com/ibuttons/blue_dot.html
- [9] 「1-Wire specification」
URL: <http://www.maxim-ic.com/ibutton/1wirejapanese.htm>
- [10] 「RealSpace6」
URL: <http://www.i-node.co.jp/product/rs6index.html>
- [11] 「The TINI Specification and Developer's Guide」 Don Loomis, 2001
- [12] C Library: the C application programmer's interface to PostgreSQL
URL: <http://www.aditus.nu/jpggraph/index.php> 「Jpggraph Homepage」
- [13] 橋本 和樹, 廣瀬 峻, 横山 祥恵, 南 政樹, 村井 純 「家庭用フィットネス機器を利用した遠隔トレーニング環境実現のためのシステムの設計と実装」 2003-OS-93 pp57-64. May 2003
- [15] e-care-town project 2002-2004, <http://www.e-care-project.jp/>