

研究速報

Javaによる遠隔診断のためのサーバクライアントシステム

月橋 こそえ† 中村 亨弥† (正員)
木竜 徹† (正員) 齊藤 義明†† (正員)

Server-Client System Using Java for Remote Diagnosis

Kozue TSUKIHASHI†, Nonmember, Yukihiro NAKAMURA†,
Tohru KIRYU†, and Yoshiaki SAITOH††, Members

† 新潟大学大学院自然科学研究科, 新潟市
Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata-shi, 950-2181 Japan

†† 新潟大学工学部, 新潟市
Faculty of Engineering, Niigata University, Niigata-shi, 950-2181 Japan

あらまし 本研究では生体信号を遠隔で収集し、在宅医療を支援するための新たなシステムについて報告する。提案するシステムは受診者用 PC (パーソナルコンピュータ)、医師用 PC、そして両 PC の間に設置するコントロールセンタで構成される。本システムでは、各受診者用 PC に Java でサーバを立ち上げることにより、コントロールセンタが受診者用 PC に自動的に代理アクセスし、保管されているデータを取得することを可能とした。

キーワード 在宅医療、遠隔診断、インターネット、Java、自動代理アクセス

1. まえがき

近年、長寿化と出生率の低下のために高齢化社会を迎えつつあり、西暦 2010 年には 65 歳以上の人口比率が 23.3% に達する見込みがある [1]。このような人口構成の高齢化に対応するために、在宅医療の充実が求められている。在宅医療では、医師と受診者の双方において往來の負担を軽減するために遠隔での計測と診断が期待されている。ここでは、各担当者が協力して種々の医療情報を共有して利用することが不可欠となる。このため、パソコン通信やインターネットなどの通信手段を医療情報の収集に利用し、医療の効率化や質の向上を図るさまざまな試みがなされてきた。例えば、ケーブルテレビ回線を利用した遠隔医療用モニタ [2]、ハートメディカルおよび在宅患者監視装置などがある。また、インターネットを介した生体信号モニタ装置 [3] や電子カルテサーバシステム [4] などが報告されている。最近では、生活習慣病監視ネットワークシステムや妊婦の在宅診療診断システムが商品化されている。しかし、従来のシステムは、専用機器を使用する 경우가多く高コストとなる場合が多い。

本研究では、システムの構成やマルチプラットフォームへの対応を容易にするために、Java [5] を用いた遠隔診断のためのサーバクライアントシステムを開発した。

2. システム

2.1 概要

提案するシステムは図 1 に示すように、医師用 PC と受診者用 PC および両者間の通信を仲介するコントロールセンタから構成される。各受診者は自宅で日常の健康管理の一環として心電図と血圧を計測する。計測されたデータは受診者用 PC に保存される。以下、このデータをオリジナルデータと呼ぶ。オリジナルデータからは簡単な診断に必要なデータのみが抽出され、これがコントロールセンタに転送される。心電図や血圧は在宅でも簡単に計測でき、継続して計測することにより生活習慣病の予防に役立てることができる。

担当医師は、コントロールセンタに集積されている各受診者のデータにインターネットを通じてアクセスすることにより、受診者の健康状態をチェックし、診断を行う。診断の結果、受診者の健康状態に疑問が生じた場合には、受診者用 PC に保存されているオリジナルデータをもとに詳細な診断を行うものとする。

今回は、コントロールセンタに集約するデータとして、心拍 R-R 間隔時系列データと血圧値を採用した。これは、心電図オリジナルデータは容量が大きいこと、転送に時間がかかることや保管に必要なスペースが心拍 R-R 間隔時系列データのほぼ百倍程度となるためである。なお、心拍 R-R 間隔時系列は不整脈の検出や、そのパワースペクトルを求めることにより自律神経系

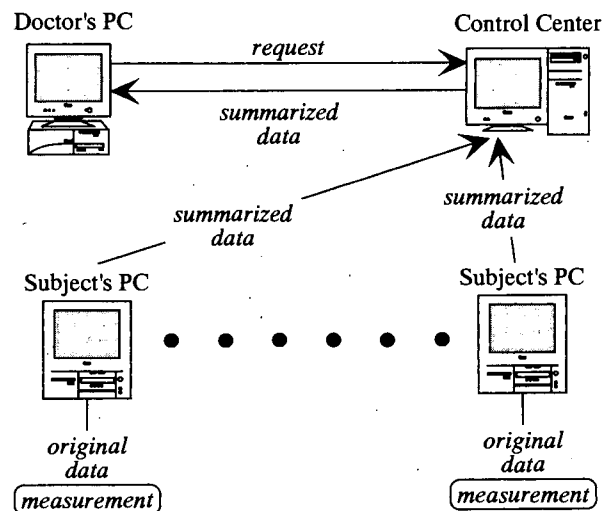


図 1 システム構成図

Fig.1 System configuration.

の診断に利用されている [6].

2.2 操作

はじめに、受診者は自宅で心電図や血圧等の生体信号を計測する。計測されたオリジナルデータは受診者用 PC のディスクに保存され、そこから抽出された心拍 R-R 間隔時系列データはコントロールセンタに転送される。また、血圧に関しては、最高血圧と最低血圧および心拍数を計測し、このデータを転送することにした。なお、受診者用 PC 内に保存されているオリジナルデータは必要に応じて参照できるようにしておく。

医師が受診者のデータにアクセスする際の二つの経路を図 2 に示す。通常、医師はコントロールセンタに保管されてる受診者のデータを用いて診断を行う (経路 (a))。診断の結果、受診者の健康状態に疑問が生じた場合には、医師は受診者用 PC 内のオリジナルデータにアクセスして、より詳細な診断を行う必要がある。このような場合、医師は受診者用 PC に直接アクセスする必要があるが、提案するシステムでは、経路 (b) のようにコントロールセンタが医師の代理として受診者用 PC にアクセスする。この結果、医師は受診者用 PC に直接アクセスすることなしに、オリジナルデータへのアクセスが可能となる。

2.3 サーバクライアントプログラム

ネットワーク関連のプログラムは Java で作成した。Java は、ネットワーク対応のプログラムの作成やマ

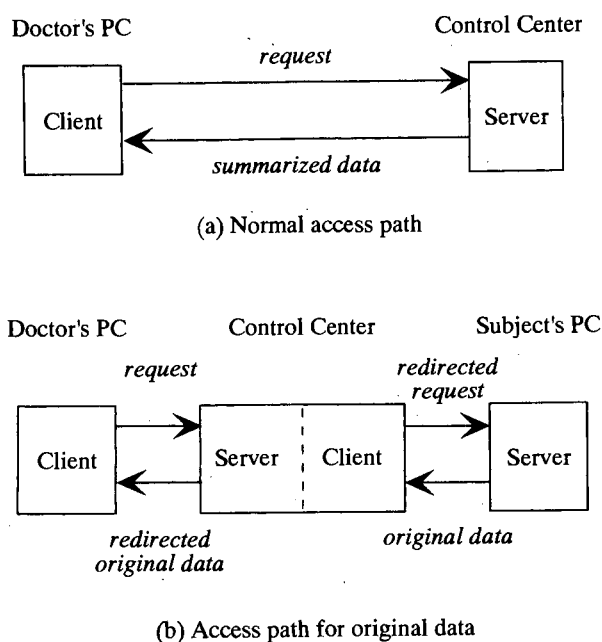


図2 アクセス経路
Fig.2 Access paths.

ルチプラットフォームへの対応が容易である。よって、コントロールセンタにおいて、医師用 PC に対してはサーバとして動作しつつ、受診者用 PC に対してはクライアントとして動作するプログラムを Java で作成した。

受診者用 PC では、心電図や血圧を計測し、心拍 R-R 間隔時系列を抽出するプログラムとデータをコントロールセンタに転送するプログラムに加え、オリジナルデータをコントロールセンタに提供するサーバプログラムを一時的に動作させる。

医師用 PC では、コントロールセンタからデータを取得、解析し、表示するプログラムを動作させる。

コントロールセンタは医師から要求に応じて、2通りのアクセス経路を切り換えてデータを提供するプログラムを動作させる。すなわち、経路 (a) ではコントロールセンタ内に集積されているデータを提供する。この際、医師用 PC のクライアントプログラムがコントロールセンタのサーバプログラムに接続し、通信を行っている。一方、経路 (b) では受診者用 PC をサーバとして、コントロールセンタは医師用 PC の代わりにクライアントとして受診者用 PC 内のオリジナルデータにアクセスし、取得したオリジナルデータを医師に提供する。この際、コントロールセンタに医師用 PC のクライアントプログラムに対するサーバプログラムを動作させると同時に、受診者用 PC のサーバプログラムに対するクライアントプログラムを動作させる。医師の受診者用 PC へのアクセスが終了した後、受診者用 PC のサーバプログラムとコントロールセンタの受診者用 PC のサーバプログラムに対するクライアントプログラムを終了させる。

この結果、医師はコントロールセンタにアクセスするだけで、各受診者のデータにアクセスすることが可能となる。

3. 実験

提案するシステムの動作を確認するために、心身ともに健常な 20 代の男性 1 名に対して 5 か月間の連続実験を行った。コントロールセンタと医師用 PC は大学内に設置し、受診者用 PC は被験者宅に設置した。受診者用 PC に 33.6[kbit/s] のアナログモデムを接続し、アナログ公衆電話回線を通じてダイヤルアップ PPP で大学内のネットワークに接続した。

心電図には心電計 (日本光電社製、IEC-1103) の出力をサンプリング周波数 200[Hz]、量子化ビット数 12[bit] で A-D 変換したデータを使用した。血圧は血

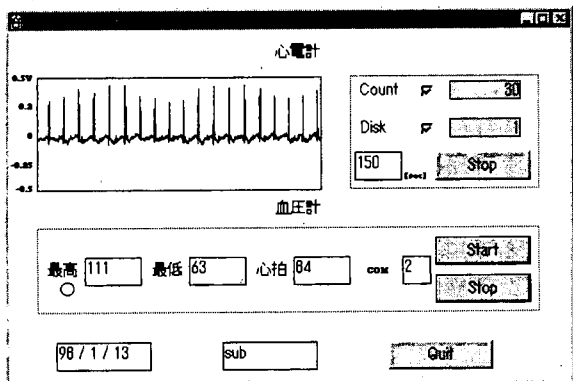
圧計 (COLIN 社製, BP-103i II) の出力を使用した。

なお OS は, コントロールセンタと医師用 PC では Windows NT 4.0 を, 受診者用 PC には Windows 95 を使用した。コントロールセンタと受診者用 PC に保管されるファイルには受診者の名前, 日付, 時刻をもとに自動的に名前を付けるようにした。

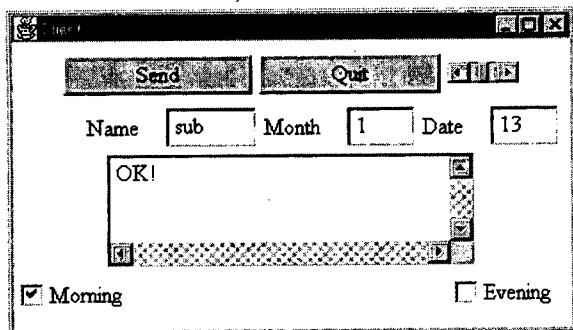
4. 動作評価

図 3 は受診者用の表示画面の例である。受診者は, 図 3(a) に示す計測プログラムを使用し, 心電図と血圧を計測した。その後, 図 3(b) に示す転送プログラムのボタンを押すことにより, 計測データをコントロールセンタに転送する。

図 4 は医師用の表示画面の例である。通常の場合には心拍 R-R 間隔時系列データの波形と, それをスペクトル解析した結果が表示される (a)。血圧データは過去 1 週間分の最高血圧, 最低血圧, 脈拍の変化を日を追って表示し, データを折れ線グラフにし, 比較できるようにした (b)。オリジナルデータにアクセスした場合には, 心電図オリジナルデータをそのまま表示した。



(a) Data acquisition window



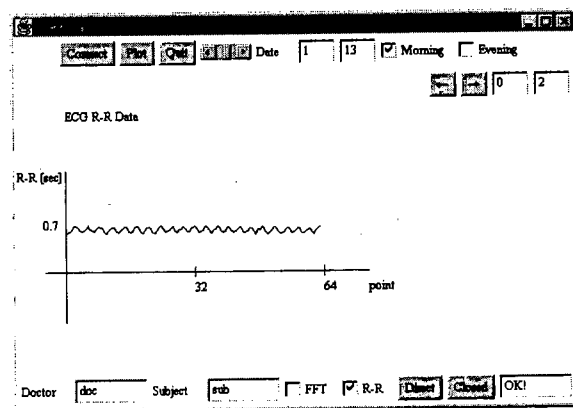
(b) Data transfer window

図 3 受診者用表示
Fig.3 Subject's window.

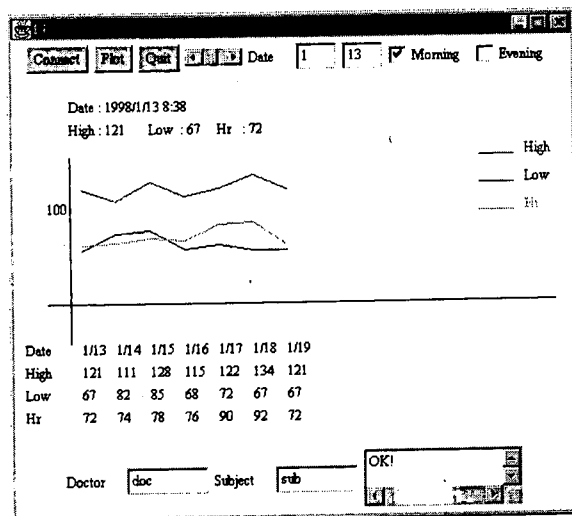
医師がデータを要求してから表示までにかかる時間を計測した。転送に利用した心拍 R-R 間隔時系列データの容量は 1.12[kByte] で, 血圧データの容量は 25[Byte] であった。また, 150 秒間の心電図のオリジナルデータの容量は 109[kByte] であった。心拍 R-R 間隔時系列データや血圧データにアクセスする場合は, 表示が終了するまでの時間は 1 秒以内であった。心電図オリジナルデータにアクセスする場合はデータを要求してからデータが転送されるまでの時間は 10 秒前後で, 更に表示が終了するまでの時間は 30 秒程度であった。

5. 考察

提案するシステムでは, ネットワーク関連のプログラムを Java で作成した。その理由は, Java がインター



(a) Window for time series of R-R interval



(b) Window for time series of blood pressure

図 4 医師用表示
Fig.4 Doctor's window.

ネット上での使用を想定した言語であり、実行形式がバイトコードであるため、異なるシステムであっても多くの場合そのまま動作可能であること、CやC++と比べて、ネットワーク関連のプログラムの作成が容易だったからである。

Java アプレットでは、Java VM [5] のセキュリティ機構によりローカルなファイルシステムへのアクセスができないため、受診者の転送プログラムに使用できないこと、将来的に医師用プログラムで解析結果をファイルに保存する可能性があることから、プログラムは Java アプレットではなく Java アプリケーションとして作成した。

システム構成として、受診者のもとにオリジナルデータを保管しておくことが、本システムと従来のシステムと異なる点である。この方式は、受診者自身が自分の健康管理に役立てることができるという利点がある。反面、オリジナルデータの安全の確保といった点で問題点が残るが、受診者のもとにオリジナルデータを保管しておくことは、今後、医療情報を共有する仕組みとしては有効な方式と考える。

また、最小限のデータを医師間で共有すること、医師側のデータ保管の負担を軽減すること、医師側の对患者通信の負担を軽減することが必要であると考えたことから、コントロールセンタを設置した。その結果として、受診者のデータがコントロールセンタと受診者のもとに2箇所に保管しているため、医師が受診者のデータにアクセスする形態は2通り必要となる。提案するシステムでは、Java でサーバクライアントシステムを作成することにより、医師はデータの保管場所を意識する必要がなく、医師に操作上の負担を与えないようなシステムになっている。

提案するシステムは、従来の対面式遠隔診断とは異なり、医師や受診者がそれぞれの生活時間に拘束されない仕組みである。従って、往診のための時間の節約や、きめ細かな健康管理などをスムーズに実現するためのネットワーク技術として活用できると考える。

6. むすび

Java を応用して複数の受診者を1人の医師が時間の制約を受けずに診察可能なシステムを提案した。

更に、提案したシステムの連続実験を行い、その動作を確認した。今回の Java を用いたシステムのような医師用 PC に対してサーバとして動作しつつ、受診者用 PC に対してはクライアントとして動作するプログラムの作成ができた。その結果、医師は、コントロールセンタにアクセスするだけで、複数の受診者のデータを診断することができた。このようなシステム構築は将来の遠隔診断に大いに利用できるものとする。

今後の課題として、サーバに蓄積した受診者のデータを解析する方法、および診断結果を受診者に通知する方法を検討する必要がある。また、将来的にはコントロールセンタに蓄積された受診者のデータをデータベース化して有効利用することを目標とする。

謝辞 本研究は通信・放送機構での創造的情報通信技術研究開発推進制度の助成による「高度医療資源共有のための高機能情報通信システムの開発に関する研究」の一部である。ここに感謝致します。

文 献

- [1] 郵政省通信制作局情報管理, “情報長寿社会の実現に向けて,” 信学誌, vol.13, no.1, pp.28-35, 1995.
- [2] 鎌田弘之, 平盛勝彦, “内科領域における遠隔医療—ケーブルテレビ回線を利用した遠隔医療用モニターの試行試験,” 医学のあゆみ, vol.171, no.11, pp.869-872, Dec. 1994.
- [3] 河戸将克, 牧川方昭, “在宅医療のための WWW 技術を利用した医療装置のリモート制御方法の検討,” 第6回インテリジェント FA シンポジウム講演論文集, pp.9-12, 1997.
- [4] 大塚博紀, 大江洋介, 宮司正道, 長倉俊明, 山田憲嗣, 牛島哲也, 石原 謙, 阪中雅広, 井上通敏, “電子カルテサーバシステム—インターネットでの遠隔生体情報リアルタイム収集と利用,” 第36回日本 ME 学会大会論文集, pp.533, April 1997.
- [5] G. Cornell and C.S. Horstmann, “Core Java SECOND EDITION,” アスキー出版局, 東京, 1997.
- [6] A. Malliani, M. Pagani, F. Lombardi, and S. Cerutti, “Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain,” Circulation, vol.84, no.2, pp.482-492, Aug. 1991.

(平成 10 年 3 月 20 日受付)