

タブレット端末アプリケーションの利便性 向上を目指した EHR との非同期通信手法

大星直樹[†] 平山洋輔[†] 糸直人^{††} 岡本和也^{††}
竹村匡正^{††} 黒田知宏^{††} 荒木賢二^{†††} 吉原博幸^{††}

社会における ICT 化が進み、多くの人が高性能なスマートフォンやタブレット端末を持つことが可能になった。これらの情報機器を医療に役立てようとする試みの一環として本稿では、一般の病院利用者が自己の医療情報をタブレット端末によって閲覧できるシステムについて述べる。ここで閲覧の対象となる Electronic Health Record (EHR) とは、複数あるいはひとつの医療機関における個人の医療情報をサーバ上に統合共有することで医療の質の向上をめざすとともに緊急時でもその患者の診療情報を即座に引き出せ、適切な対応を可能にする仕組みである。本稿では、EHR について触れた後、医療情報のもつ特性に配慮したタブレット端末への情報の受け渡し方法について述べる。すなわち、ユーザである患者とサーバとの通信方法について述べ、その際に求められるデータ保護を考慮した設計指針と実現機能について報告する。

An Asynchronous Communication Technique for retrieving Electronic Health Record with Tablet Terminal

Naoki Ohboshi[†] Yohsuke Hirayama[†] Naoto Kume^{††}
Kazuya Okamoto^{††} Tadamasu Takemura^{††}
Tomohiro Kuroda^{††} Kenji Araki^{†††} Hiroyuki Yoshihara^{††}

Recently, highly efficient smart phones or tablet terminals have spread. These devices are so useful to retrieve and read his/her Electronic Health Record (EHR). This article reports a system with which EHR is retrieved using Tablet terminal (iPad2). We introduce an asynchronous communication technique to accumulate patients' medical records. By accumulating medical records, users can peruse EHR information, even when not having connected to DBMS through internet. We confirmed that this system works expectedly through an experiment. Finally, the point authors wish to emphasize is

that the record accumulating method could work well in the emergency situations.

1. はじめに

今日のネットワークの浸透とスマートフォンやタブレット端末の普及は、より多くの人が簡単に大きな情報リソースに触れられる環境をもたらした。人が快適な社会生活をおくる上で、重要で大きな比重をしめている医療にこれらの情報端末を活かす試みがなされてきた。本稿では、その一環として患者が自身の情報を Electronic Health Record (EHR) から参照し、自己の健康管理に役立てることを目指したタブレット端末閲覧システムについて、その設計指針と構築について述べる。タブレット端末からの情報閲覧システムの構築には、インタフェースとデータ通信という大きな要素があるが、本稿では、後者について報告する。ここで著者らが構築したのは、ネットワークを通じて、患者個人の所有する端末より自己の医療情報をデータサーバよりダウンロードし、その情報を端末内に保持しておけるシステムである。

2. 背景

2-1 Electronic Health Record (EHR)

EHR とは医療機関の間で地域連携を強化することで医療の質を高め、病院利用者によりよいサービスを提供することを目的とした仕組みであり、患者が任意の病院を受診してもかかりつけの病院の様な治療、処方を受けることが可能な環境を目指して徐々に広がりを見せている。たとえば、日本国内では長崎県のあじさいネット[1]、東京都の「HOT プロジェクト」[2]、熊本県の「ひご・メドカルテ」[3]などの EHR が整備されつつある。本稿では EHR 普及活動の一つである Dolphin Project の京都府の「まいこネット」[3]と「はにわネット」[4]を例に現状を説明する。Dolphin Project は日本医療ネットワーク協会[5]が推進する地域によって異なる病院情報システムを効率的に相互接続することのできる基盤を提供することを目的としたプロジェクトである。Dolphin Project で使用される EHR の医療文書は NPO 法人 MedXML コンソーシアム[6]が開発した XML をベースとした Medical Markup Language (MML) と呼ばれる構造を用いている。

[†] 近畿大学

Kinki University

^{††} 京都大学

Kyoto University

^{†††} 宮崎大学

Miyazaki University

・まいこネット[3]

京都地域連携医療推進協議会が運営する医療情報を提供すネットワークサービスである。京都大学医学部附属病院が参加しており、患者向けに診察結果や処方情報をパソコンの Web ブラウザや携帯を利用して閲覧できるサービスを行っている。また、他地域との連携を目指した「Super Dolphin」にも接続している。

・はにわネット[4]

宮崎健康福祉ネットワーク協議会が運営するネットワークサービスである。薬局や検査センター等も含む参加医療関係機関は 90 施設に及ぶ。2004 年より、大学病院への患者紹介元医療機関が大学病院のカルテを Web 上で閲覧できるサービスも開始している。

2-2 タブレット端末用アプリケーション

タブレット端末は画面が大きいため携帯電話では難しかった多くのデータを一度に閲覧することが可能である。また、パソコンより持ち運びが容易であり、画面にタッチして操作するユーザインタフェースのために、操作が簡単である点においても従来のデバイスに対して利点大きいといえる。病院内での利用では電子カルテの閲覧や、患者に対する情報開示の手法として医薬品や疾患の情報を閲覧するため利用されることもある。医療用にタブレット端末が利用される際、その多くがブラウザとしてではなく、分野に適した専用のアプリケーションを利用することが現在の主流である。それらの例としてカルテなどの診療情報を閲覧するアプリケーション、およびレントゲン写真などの医療画像を閲覧するためにアプリケーションを以下に挙げる。

・STATworkUP [7]

iOS 用のアプリで、医師が下した診断から治療法を決定する際に診療録などのデータを参照することができる。

・HosPad [8]

株式会社ホスピタルネットが病院に提供している入院中や診療待ち患者向けサービスの名称である。専用のアプリケーションがインストールされているタブレット端末を貸与する体系をとっており、産婦人科向け、総合病院の病室患者向け、クリニック向けの三種類が用意されている。それぞれのニーズに合ったコンテンツを備えており、問診票、検査案内の情報を閲覧できる。

・OsiriX [9]

Apple 社製の MacOSX 用プログラムとした開発された。iOS にも対応している。

DICOM に準拠した医療画像の表示や画像処理を行うことができる。日本語、英語を含めた七ヶ国語に対応している。

・AirStrip [10]

医師が患者の心拍数や脈拍等のバイタルを遠隔地でもリアルタイムでモニターできる iOS 用アプリケーションである。WiFi や 3G 通信でデータのやり取りを行う。複数患者の管理を可能にし、詳細な情報を閲覧することができる。

・Mobile MIM [11]

医療用画像の診断支援ツールとして開発された iOS 用アプリケーション。SPECT,PET,CT,MRI などの医療画像を閲覧でき、インターネットを介してアプリケーションをインストールしているユーザ同士で共有でき、Bluetooth にも対応している。利用にあたってはアカウント登録が必要になる。

他にも多くの医療用アプリケーションが存在するが、その多くが医師を対象としたもので、患者向けであっても病院内での使用が前提となっている。以上より、地域や自宅で自由に患者自身が診療記録を閲覧できる環境はほとんどないといえる。在宅医療のニーズも高まっている現在の状況を鑑みると自宅で利用できる患者向けに特化した医療文書閲覧アプリケーションが必要である。

3. システム構築

3.1 システム概要

医療文書を EHR を経由し端末で表示するためには、扱われるデータのフォーマット、通信経路、提示方法の三つを考慮する必要がある。図 1 に、医療文書情報の発生から EHR 経由の閲覧までの流れを示す。EHR は、連携している医療機関からのデータを VPN などの専用回線を通じて収集している。収集されたデータは標準のフォーマットで保存される。その後、提示する端末の種別によらず標準フォーマットでデータを提供する。現在、提供された医療文書情報は、Web サーバ上で HTML に変換されてユーザに提示されることが一般的である。Web サーバによる情報提示は、ユーザのリクエストに応じてデータを送信する形態であり、ほとんどの場合、端末にはデータが残らない。一方で、データを蓄積しないため、閲覧端末がオンラインかつ Web サーバが正常に稼働しているときのみデータの閲覧が可能である。しかも、データの提示方法は Web サーバ上でのデータの変換方式に依存するため、ユーザのニーズに応じて柔軟に提示方法を変更することは困難である。以上より、オフラインでも閲覧でき、なおかつユーザの閲覧シーンに応じて柔軟に情報の提示方法を変更できることが望ましい。

医療情報は患者の個人情報として厳重に管理され、セキュリティの確保された環境でのみ閲覧を許されるべきである。したがって、EHR とアプリケーションは暗号化された経路を通して通信され、また端末に保存されるデータも暗号化された状態で管理される必要がある。本研究では、データを暗号化して蓄積することで、オフラインでのデータ閲覧を実現し、手元に保存された情報を統合的に扱うことでデータのリッチコンテンツ化を図り、ユーザにわかりやすい提示方法を選択させることが望ましいと考えた。

以上の方針により、著者らは EHR に問い合わせを行い、医療情報をダウンロードして蓄積、管理し、医療情報を解析した結果を利用者に分かりやすいように表示する EHR 閲覧用アプリケーションを開発した。

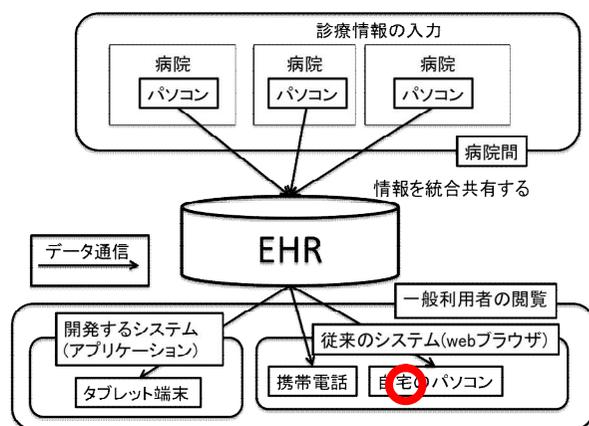


図1 EHR の概念図

3.2 EHR で扱われる文書

現在 EHR 上で取り扱っている医療情報には以下の三種類が存在する。

1. 処方された薬品の名前や用法に関する医療文書
2. 行った手術やその経過に関する医療文書
3. 血液や尿など数値で結果が得られる検査結果に関する医療文書

図2に MML 規約により記録された医療情報の例を示す。MML は、XML を踏襲し

た医療情報の交換規約で、統一的に医療情報を格納するデータフォーマットとして開発されてきた。日付、医療機関、検査内容、検査結果などの情報が文字列として特定のタグに挟まれた形式で具体的な内容が記されている。この規約により定義されたタグにより求める医療情報が検索可能であり、検索結果として得られた情報の加工と拡張が容易な交換規約である。

```

73 <mml:department mml:depCode="01" mml:depCodeId="TKACDM"/>
74 <mml:client mml:clientCode=" " mml:clientCodeId="TSTAFFM" /mml:client>
75 <mml:laboratoryCenter mml:centerCode="1.2.840.114319.5.16.2.1" mml:centerCodeId="MML0027">
76 </mml:laboratoryCenter>
77 </mml:information>
78 <mml:laboTest>
79 <mml:specimen>
80 <mml:specimenName mml:spCode="010" mml:spCodeId="TKNZAI" 検査名称 /mml:specimenName>
81 </mml:specimen>
82 <mml:item>
83 <mml:itemName mml:itCode="0214000" mml:itCodeId="TKNKMK" 検査項目 /mml:itemName>
84 <mml:value>3.0</mml:value> 結果数値
85 <mml:numValue mml:out="N"> 3.0</mml:numValue>
86 <mml:unit>分</mml:unit> 単位
87 </mml:item>
88 </mml:laboTest>
89 <mml:laboTest>
90 <mml:specimenName mml:spCode="031" mml:spCodeId="TKNZAI" 検査項目 /mml:specimenName>
91 </mml:specimen>
92 <mml:item>
    
```

図2 MML 規約の医療文書の例

3.3 EHR 閲覧システムの設計指針

本研究で作成するシステムには EHR 上に蓄積されている医療文書を扱うため、EHR の基本概念上必要なセキュリティレベルが保証された環境であることが求められる。この環境を整えるための要件を以下に示す。

1. アプリケーション起動時にパスワードを要求すること
2. 医療情報を取得する際のセキュアな通信であること
3. ダウンロードした医療情報を暗号化して保存すること

上記の三つの要件を踏まえて、病院の内外、オンライン、オフラインを問わずことタブレット端末のユーザインタフェースと操作性を十分に活用することを意図したシステムの実現を目指した。つぎに、EHR 閲覧アプリケーションの要件を以下に示す。

1. EHR に医療文書を問い合わせた患者個人の医療文書を非同期通信で全てダウンロードすること
2. 文書の端末内保存と文書リストによる管理可能であること
3. 閲覧文書種別に応じた表示画面をもつこと
4. 蓄積データをもとにした時系列情報の活用ができること

3.4 認証機能

EHR にアクセスするには ID とパスワードによる認証が必須であるため、閲覧システム側で ID とパスワードを入力させ、EHR に送信して認証を行うのが妥当であると考えられる。しかし、本システムはオンラインとオフラインを問わずに医療文書を閲覧できるよう設計するため、オフライン時にはアプリケーション内で正当な利用者であることを認証する必要がある。また、このシステムは個人所有のタブレット端末で使用することを前提に設計されているので医療文書へのアクセスを簡便にするため、認証行為をある程度簡略化する機能を実装することも有効であると考えられる。

・オンライン時の認証方法

図3にオンライン時の認証動作を示す。本システムは起動と同時に ID とパスワードを要求し、認証に成功すると次の画面に遷移する。また、認証に失敗した際には再入力を促す表示をする。入力する ID とパスワードは EHR に登録する際に送信されるものである。入力された ID とパスワードはサーバに送信され、サーバ内で認証される。その結果をサーバはレスポンスとして医療文書のリストを端末に返信する。そして、本システムは認証に成功すると入力 ID とパスワードをアプリケーション内の設定ファイルに暗号化して保存する。

・オフライン時の認証

もし、災害等に見舞われネットワークを構成する LAN や基地局などの要素が破損したときやネットワークに接続できない遠隔地にいる状況でも緊急に対応できるようにタブレット端末内のデータが参照可能であれば、ユーザにとって有益である。また、まいこねっとの ID (11 英数文字) とパスワードを参照のたびに入力することは、煩雑であり、高齢者などがユーザの場合には、緊急時に思わぬ手間がかかるおそれがある。そこで本システムでは、ユーザが簡易パスワードを設定できる機能を持たせている。これによりユーザの負担を軽減させることを意図している。(図4)

3.5 データの取得および管理

以下に、EHR から医療文書を取得する方法と、取得した医療文書の管理方法について述べる。

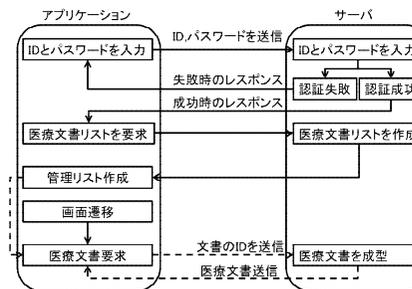


図3 端末とサーバ間での認証および医療文書取得手続き

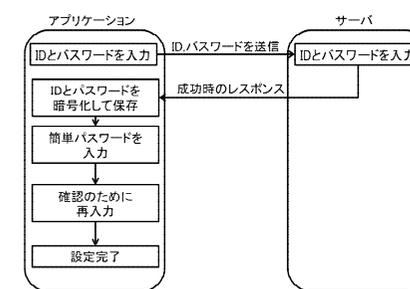


図4 簡易ログイン機能

3.5.1 データ取得

EHR からのデータ取得には、大きく分けて以下の三段階の通信が必要である。

1. 利用者の認証情報の送信
2. 認証された利用者の医療文書の一覧の取得
3. EHR サーバからの文書本体の取得

本システムは、端末とサーバ間の通信の安全のため、https 通信の POST によりデータを取得する。

3.5.2 MML (XML) 解析

EHR 上で蓄積されている医療文書のフォーマットはその多くが XML 形式を基礎にした構造を持っている。医療文書の中から必要な情報を抽出して利用できるようにするには XML の構文解析を行う必要がある。XML の構文解析は DOM(Document Object Model)パーサ[13]、もしくは SAX(Simple API for XML)パーサ[14]を利用するのが主流である。本研究ではパソコンに比べ限られた処理能力とメモリ容量のタブレット型端末に適していると考えられる SAX パーサを利用した。XML ファイルを全てメモリに読み込んだ後に処理する DOM パーサとは違い、SAX パーサは XML ファイルを先頭から一行ずつ順番に処理を行うため使用するメモリも少なくすみ、処理も一般に高速であるという利点がある。SAX パーサはタグの始まりや終わり、タグに挟まっているテキストを発見するなどのイベントが発生するたびにメソッドを呼び出して処理を進める。また、SAX パーサは EHR から受信する医療文書リストの構文解析の際にも利用する。(図5)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<mmIResult status="success" reqId="..."> ユーザID
<session>...</session> セッションID
<pages>3</pages> リストの数 文書情報
<docInfo>
<docId>...</docId> 文書ID
<title generationPurpose="record">経過記録情報</title> 文書種別と文書名
<confirmDate>20120119</confirmDate> 作成日
<mmIsc:facilityName>...</mmIsc:facilityName> 医療施設名
<mmIDp:name>血液・腫瘍内科</mmIDp:name> 診療科名
</docInfo>
<docInfo>
<docId>...</docId>
<title generationPurpose="record">経過記録情報</title>
<confirmDate>20120119</confirmDate>
<mmIsc:facilityName>...</mmIsc:facilityName>
<mmIDp:name>血液・腫瘍内科</mmIDp:name>
</docInfo>
<docInfo>
<docId>...</docId>
<title generationPurpose="record">経過記録情報</title>
<confirmDate>20120105</confirmDate>
<mmIsc:facilityName>...</mmIsc:facilityName>
<mmIDp:name>産科・婦人科</mmIDp:name>
</docInfo>
<docInfo>
<docId>...</docId>
<title generationPurpose="reportTest">検査情報</title>
<confirmDate>20120104</confirmDate>
<mmIsc:facilityName>...</mmIsc:facilityName>
```

図5 医療文書 (MML (XML) 形式)の例

3.5.3 データ管理

従来のデータ参照システムでは通信セッションが終了したら、そのセッション中に閲覧されていたデータは、端末に蓄えられないことがない。本システムでは、医療情報の特性、すなわち診療履歴を活かすことを目指して以下のような形式でデータを管理蓄積する。そのために、アクセス時に閲覧した一連の MML 文書を 2 行の CSV 形式に加工する。具体的には、1 行目には、タグに記載されている「患者 ID」、「患者名」等のデータ属性（キー）を連ね、2 行目には、1 行目のそれぞれの属性に対応した内容のデータを順次に追記する。この 2 行の CSV データが 1 回のアクセス時のダウンロードデータとなる。この CSV データを「管理リスト」と呼ぶ。

```
record,経過記録情報,2007-09-12, ..., 神経内科,6e920620-0e7f-45dc-b35d-beef4c591f21
type,title,confirmDate,mmIsc:facilityName,mmIDp:name,docId
record,経過記録情報,2009-12-03, ..., 血液・腫瘍内科,825de065-4889-4d02-b4f0-ce5d5dac94a4
type,title,confirmDate,mmIsc:facilityName,mmIDp:name,docId
record,経過記録情報,2009-11-17, ..., 血液・腫瘍内科,f1bcb77e-e4bd-41dd-a76c-14329e0b35aa
type,title,confirmDate,mmIsc:facilityName,mmIDp:name,docId
record,経過記録情報,2009-11-17, ..., 血液・腫瘍内科,e83976d4-f8ec-4b9c-b6e5-bd124e66145e
type,title,confirmDate,mmIsc:facilityName,mmIDp:name,docId
record,経過記録情報,2009-11-17, ..., 血液・腫瘍内科,678b0308-e7a5-43b1-abfa-096c89590247
type,title,confirmDate,mmIsc:facilityName,mmIDp:name,docId
record,経過記録情報,2009-11-17, ..., 血液・腫瘍内科,ac020591-2a3b-422a-af4f-b6fd6febe5f3
type,title,confirmDate,mmIsc:facilityName,mmIDp:name,docId
record,経過記録情報,2009-11-06, ..., 小児科,9e71eefc-cede-4c91-821c-5cef03a5bb5e
```

図6 「管理リスト」の例

本システムは、この管理リストに登録されている医療文書の ID をすべて参照するまで医療文書の問い合わせを繰り返す。また、既にダウンロードしている医療文書の ID を保存しておく完了リストを用意しておき、随時更新する。これにより取得済みの医療文書を再びダウンロードすることはない。ダウンロードは非同期通信を採用することで利用者が意識することなくアプリケーションシステムが稼働している間、端末内に医療情報が蓄積され、最終的には端末内に利用者の医療文書がすべて保存される。以上より、ネットワーク環境の有無に関わらず、医療文書を閲覧できる環境が整う。

この「管理リスト」を用いることでサーバからの医療文書リストに記述される医療文書の情報に変更が生じた場合、アプリケーションの拡張作業を軽減し、管理リストを更新するプログラムの動作を軽便する。本システムは、この管理リストを読み込んで辞書クラス変数に格納し、さらにその辞書クラス変数を配列クラス変数に格納する。(図8) これにより配列の 1 要素ごとに 1 つの医療文書に関する情報が格納されるため、システム内での医療文書情報に対するアクセスと加工が容易になる。

著者らは、以上に述べた仕様に基づき Apple 社の iPad2(iOS5.0)及び xcode4.0 により実験用システムを実装した。ターゲットの EHR には、すでに稼働して 5 年以上の実績をもつ京都地域の EHR「まいこネット」[3]を採用し、データの取得を試みた。まいこネットには、タブレット端末アプリケーション専用の Web サービスが設置されており、許可されたアプリケーションからのアクセスのみを受け付ける仕様となっている。

本稿では、画面設計、検査データのグラフ表示によるデータの可視化、表示内容のカスタマイズについては詳述しない。

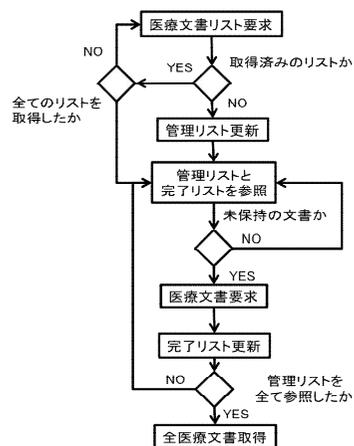


図7 医療文書ダウンロードの手順

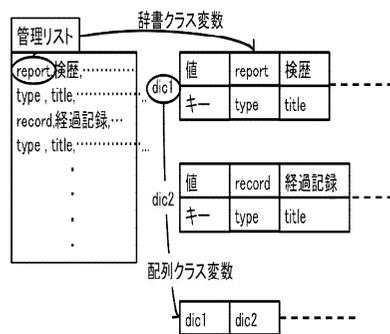


図8 管理リストのメモリへの展開

4. 結果

本システム操作時の画面遷移を図9に、文書選択画面を図10に示す。

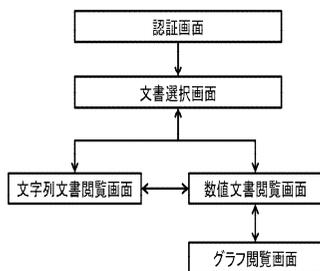


図9 画面遷移



図10 文書選択画面

「まいこネット」を通じて匿名化データについて動作検証を行い、通信時における医療文書の取得、蓄積について求めた仕様を満たしていることを確認した。

5. 結論・課題

本稿では、EHR に蓄積された医療情報を簡便に閲覧出来る環境の構築をめざし、一般の病院利用者が所有するタブレット端末を用いた新しい医療情報閲覧システムの通信方法について述べた。このシステムにより Web ブラウザではなく閲覧専用のアプリケーションによる医療文書の閲覧が可能である。本システムは、実稼働している EHR からデータを取得して表示することが可能であり、EHR 利用者である患者が自身の健康管理に有益な医療文書を取得、蓄積、閲覧することに成功している。これらの機能のなかで医療情報を保存、閲覧できる機能は災害時や遠隔地滞在中にとくに有用であると考えている。今後の課題としては、(1) 利用者による運用実験、(2) iPhone や Android 端末といった他のキャリアーへの移植と使用感の比較実験、(3) データ蓄積機能を利用したデータの可視化、リッチコンテンツ機能についての検討、そしてこれらを統合した形でのよりよいユーザインタフェースの実現である。

参考文献

- 1) あじさいネット: <http://www.ajisai-net.org/ajisai/index.htm>
- 2) HOT プロジェクト: <http://www.tokyo.med.or.jp/kaiin/inf/hot.html>
- 3) ひご・メドカルテ: <http://133.95.89.5/dolphin/>
- 4) まいこネット-京都地域連携医療推進協議会: <http://www.e-maiko.net/>
- 5) はにわネット: <http://www.haniwa-net.jp/>
- 6) NPO 法人日本医療ネットワーク協会: <http://www.ehr.or.jp/index.html>
- 7) NPO 法人 MedXML コンソーシアム: <http://www.medxml.net/XOOPS/html/modules/news/>
- 8) IatroCom: <http://www.iatrocom.org/>
- 9) 株式会社ホスピタルネット: <http://www.hpnet.co.jp/index.html>
- 10) Osirix 財団: <http://www.osirix-viewer.com/>
- 11) AIRSTRIP TECHNOLOGIES: <http://www.airstriptechnology.com/>
- 12) minSOFTWARE: <http://mimsoftware.com/products/mobile>
- 13) Document Object Model(DOM): <http://www.w3.org/DOM/>
- 14) Simple API for XML: <http://www.saxproject.org/>