

PHR システムにおけるデータマイグレーションインタフェース

吉高淳夫^{†1} 中条忍^{†2} 加藤洋^{†3}

エンドユーザである一般利用者が健康診断結果などの健康データを管理して活用するための PHR (Personal Health Record) システムの研究, 開発が進んでいる。病院や検査機関等の個々の機関内部では患者 / 受診者情報の電子化が進んでおり, 健康診断結果や処方された薬の情報はフォームに印字されたものが患者 / 受診者に渡される。しかしながらそのようなデータを電子データとして受け取り, 患者 / 受診者がそれを PHR 管理システムに直接的に導入し活用することはほとんどなされておらず, 現状では印字されたデータを手作業により入力しているのが一般的である。また, PHR 管理システムはキーボードやマウスを備えた一般的な計算機環境を想定した標準的なインタフェースデザインであることが多く, PHR システムの主なユーザ層である中高年者のユーザビリティを十分に配慮したものであるとは必ずしも言えない。本稿ではこれらの問題を解決するために, タブレット端末を想定した PHR フロントエンドシステムを提案し, データの移行や閲覧をより容易に行える環境の構築を目指す。

現状では患者 / 受診者本人のものであっても, 医療機関 / 検査機関から電子データを入手することは困難であるため, 本研究では印字されたフォームをタブレット端末を用いて撮影し, OCR 処理により電子データ化する。また, データ閲覧時は, タッチパネル付ディスプレイ上での項目等の選択や各種ジェスチャ操作を主体とした操作インタフェースによりユーザビリティの向上を図る。

1. はじめに

病院内での患者情報や処方箋情報, あるいは検査機関における健康診断データを計算機によって管理することは広く行われている。しかし, このような電子化は各医療機関, 薬局, 検査機関内にとどまっており, かかりつけ医を変えた場合や検査機関が異なる場合に, これらの情報が広く共有されるインフラは整備されていない。そのため, 他の医療機関等に蓄積された過去の診療情報等を参照することができず, 基本的な問診や検査を重複して実施せざるを得ない場合が生じている。

しかし, 近年, 医療業界では新たな情報化が進んでいる。ネットワークを介して病院の電子カルテや健康診断, レセプト等の情報を複数の医療機関で共有し, 個人単位で医療・健康情報 (診療情報・検診情報等) を生涯に渡って電子的に活用する情報基盤, すなわち EHR (Electronic Health Record) [1] システムの必要性が認識され, 複数の自治体の参画・連携の下, いくつかの地域で実証実験が行われている。

このような医療機関間での情報共有を意図した広範囲な基盤整備に加えて, 健康診断結果等の個人の健康情報を自らが電子的に管理する仕組みである PHR (personal health record) システムも EHR システムの構築と共に研究開発等が進められている [2][3][4]。PHR システムでは, 健康診断結果, 「お薬手帳」に見られるような服用薬に関する情報など, 自己の健康に関する情報を一元管理することを目

的とし, 身長・体重・血液型・アレルギー・病歴・薬歴などをシステムに入力する。これらの健康情報は基本的には情報を自ら活用することを目的とするが, 必要に応じて家族や医師と共有することも容易にする。社会の高齢化に伴い, 個人が健康管理を行う必要性が高まっているが, PHR の普及が進めば, 過去の情報を一元的, 効率的に管理することが可能となり, 成人病や慢性疾患予防のための対応をよりの確に行えるようになることが期待できる。これは, 「医療の質の向上」や健康の維持・向上, すなわち QoL (Quality of Life) 向上につながり, 副次的な効果として「医療サービス, 医療費の適正化」等も期待できると考えられる。

日本における PHR は, 政府が進める「どこでも My 病院」構想や遠隔地での健康管理・健康相談において検討, 導入されている。しかし, HL7 CDA [5] といったデータ標準化の動きがあるものの, 電子カルテフォーマットの互換性を解決したシステムの実用化には依然として課題がある。また, 遠隔地域での日々の健康管理, バイタル情報の取得に血圧計等の機器に計算機との通信機能を持たせ, データの自動送信を行って電子管理する比較的大掛かりなシステムを想定している。従って, 初期導入コストに課題がある, サービス対象地域が限られている等, 広く一般的に普及するにはなお時間を要するものと考えられる。

一方で携帯電話等の携帯端末の利用を想定し, 携帯キャリアに対応した健康増進サービスや生活習慣病の改善指導, 食事指導を行うサービスなど, 家庭で計測したさまざまなバイタルデータを健康情報管理サービスに入力することにより, 医療機関と連携させる医療クラウドを視野に入れた動きも出てきている。日本においては携帯電話会社各社の通信網を活用した PHR 基盤の提供による, 携帯端末向けの PHR 関連サービスが多い。このような携帯キャリアを

^{†1} 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 / ライフスタイルデザイン研究センター

School of Information Science, JAIST

^{†2} goowa 株式会社
goowa inc.

^{†3} 一般社団法人 ライフ・ケア・オン・デマンド
LIFE-Care On Demand

利用したサービスは、近年の健康志向から特に中・高齢者層である 40 代～60 代の利用が今後拡大すると予想される。

医療機関、薬局、あるいは検査機関からは薬に関する情報や健康診断結果などが患者/受診者に提供されるが、これらはほとんど全ての場合用紙に印字されたものであり、電子データとして提供されることは日本では一般的に行われていない。従って、これらのサービスでは、携帯端末や計算機(PC)を用いてバイタルデータ等を自ら手作業で入力し、それをネットワーク経由で管理システムに登録しているのが現状である。従って、データの誤入力は避けられず、また、入力項目が専門的で、一般のユーザが理解した上で適切に入力するのが難しいものもあり、データ入力に係る時間効率、作業効率、入力データの信頼性に問題がある。さらに、PCや携帯電話等の電子機器での標準的なデザインに基づくユーザインタフェースでの操作は高齢者には使い易いものであるとは必ずしも言えず、健康管理を特に必要としている世代への普及を阻害している要因となっている。欧米では用紙に印刷されたレセプト等をファクスで送信することによりデータ入力を代行する方法も提案されているが、人手による入力作業を伴うことには変わりなく、問題を本質的に解決しているものではない。

北陸地域の自治体が導入を進めているPHRサービスにおいても実運用上の課題が挙がっている。内灘町では、平成21年度に総務省の地域情報通信技術活用推進交付金を受けて、個人が多様な端末からさまざまな健康情報を随時蓄積、管理することができる、ライフ・ケア・オン・デマンド事業を実施している。個人による健康情報データの蓄積、活用は健康管理への意欲を高めると同時に、自己の身体、体調の変化を継続的に「見える化」できるため、疾病予防に役立てられている。利用者の多くは50代から60代である。

上記事業を推進している過程で、利用者から健康データ投入の煩雑さ、すなわち、数値等の手入力プロセスにおける操作の難しさや煩わしさに関する意見を多く受けた。このようなユーザインタフェースのユーザビリティに関する改善要望があるものの、現状ではデータベース側の構築や運用改善が主眼となっているため解決には至っていない。健康データ登録の効率化・簡素化やデータ参照時のユーザインタフェースのユーザビリティの向上が図られれば実運用上の主な問題が解決することになり、より多くの人に受け入れられるPHRシステムとなると考えられる。

本稿では、健康データのPHRシステムへの移行(マイグレーション)をより容易にすることを實現するインタフェースについて述べる。PHRデータ活用のためのデバイスとしてタッチパネルディスプレイならびにカメラを備えたタブレット端末を想定する。現状では一般のユーザが医療機関や検査機関から健康診断結果等に関する電子データの提供を受けるという前提は現実的ではないため、紙面に印字

されたデータを上記デバイスを用いて撮影し、それをOCR(Optical Character Recognition)処理により電子データ化し、PHRシステムに登録する。また、タブレット端末画面での操作によりデータ登録後の参照、更新等を行うインタフェースを提供する。

2. データマイグレーションのためのインタフェース設計

(1) Lico PHR システム

高齢者層の増加により、医療機関等によるサービスだけでなく、患者、受診者である一般ユーザが自ら健康情報を活用し、慢性疾患や生活習慣病を予防する必要性が増している。ここでは、北陸地域の地方自治体で導入が進められているPHRシステムの一例について述べる。

石川県河北郡内灘町は、平成21年度に総務省の地域情報通信技術活用推進交付金を受け、ライフ・ケア・オン・デマンド事業を実施している。生涯において発生するさまざまな健康情報を個人が多様な端末から随時蓄積、管理することができる基盤の構築を目指しており、この仕組みで蓄積された健康情報データは、健康管理への意欲を高めると同時に自分自身の身体、体調の変化を「見える化」でき、将来的な疾病予防に役立てられている。利用者の多くは50代から60代である。

上記事業により構築されたシステムはWebベースのサービス「けんこうバンク Lico」として実装されており[6]、ログインIDとパスワードの入力の後、個人の健康データの登録、参照等ができるようになっている。現状の実装では、身長、体重、BMI、体脂肪率などの測定結果を記録、参照するための「健康手帳」、病気、怪我、服用中の薬、予防接種などの情報を管理するための「健康メモ帳」、妊娠中、産後の健康情報記録のための「ママ手帳」、スケジュールや記録日の管理などに使う「カレンダー」が用意されており、「カレンダー」では内灘町住民向けの発信情報も表示される。

「けんこうバンク Lico」におけるユーザインタフェースの例を図1に示す。図1はLicoの「健康手帳」において身長、体重等の測定値を入力し、PHRサーバに登録する際に用いられるWebページの例である。先に述べたように、現状では健康診断結果等を電子データとしてユーザが取得することはできないため、テキストボックスなどを用いた一般的なインタフェースによりユーザに測定値を手作業で入力させている。図2は登録データ閲覧画面の例であり、これらは冊子の「健康手帳」を模したデザインで表示される。一般的なデスクトップ計算機環境で、マウスやキーボードを入力デバイスとして用いることを想定している。

このようなユーザインタフェースによる「けんこうバンク Lico」を運用した結果、利用者からは健康データ投入時の

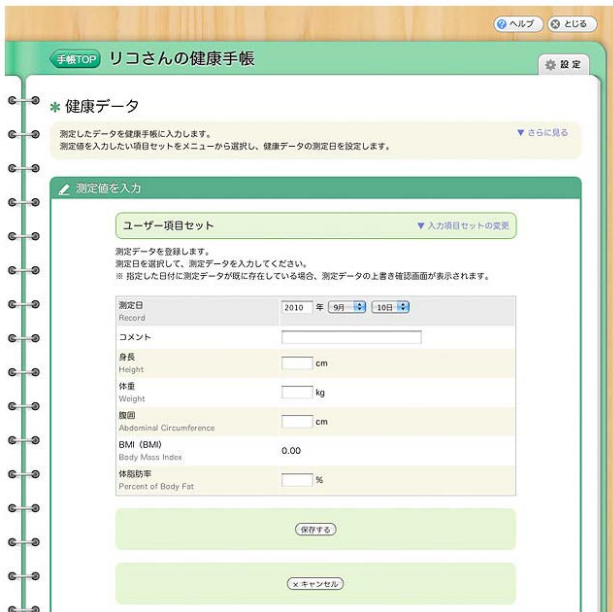


図1 Licoにおける測定値入力画面

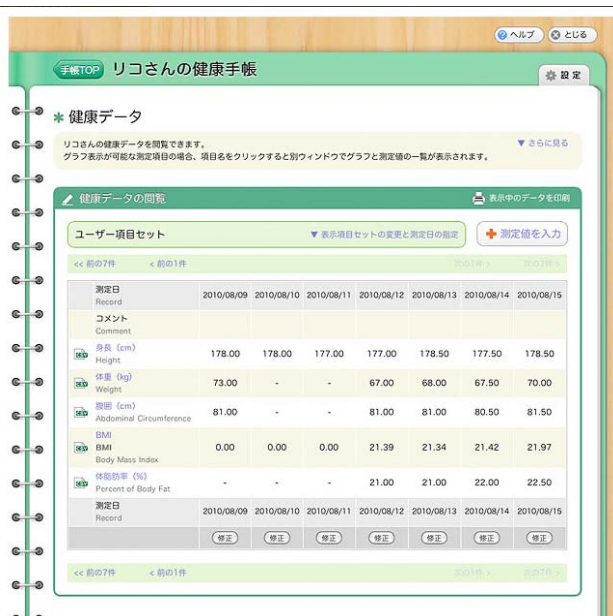


図2 登録データ閲覧画面の例

煩雑さ（操作の難しさ，入力作業の煩わしさ）に関する意見を多く得た．このようなユーザインタフェース部分のユーザビリティ改善要望があるが，現状ではPHRサーバ側の構築，運用が主眼となっており，上記問題の解決には至っていない．

(2) PHR データの活用に関する課題

社会の様々な場面において情報の電子化は進んでおり，医療機関や健康診断などを実施する検査機関においても例外ではない．先に述べたように診断結果や服用中の薬，健康診断結果に関する情報は各機関内での電子化が進んでいるものの，それらは患者や受診者である一般ユーザには用紙

に印刷された状態で渡され，電子データとして直接的に受け取ることは日本ではまだ一般的ではない．従って，けんこうバンク Lico では印字された表のデータを手作業で入力してシステムへ移行する方法が採られている．データの投入に係る煩雑さに関する課題は先に述べたとおりであるが，電子データによる直接的な移行が現時点では現実的ではないため，上記の課題を解決する方法としては，表の印字データをイメージスキャナあるいはデジタルカメラ等で画像化し，それをOCR処理により電子データ化する手法が考えられる．

イメージスキャナを使用する場合は，印字されたデータを理想的な条件で読み取りOCR処理を適用することが可能であるが，低価格化が進んでいるとはいえPHRシステム利用のためだけにイメージスキャナを利用者が導入することは初期投資の点から避けた方が好ましいと考えられる．デジタルカメラはイメージスキャナと比較して一般家庭への普及率が高いものの，健康診断表などを撮影し，その画像データをメモリカードを介して計算機側に転送する作業の煩雑さは解消せず，特に画像の状態が良好でなく撮り直しが必要な場合には問題となる．これらを助案し，本研究ではカメラモジュールを備えたタブレット端末の使用を想定する．健康診断表などの印字データをタブレット端末内蔵のカメラで撮影し，それをOCR処理することにより印字データを電子データ化し，PHRサーバに転送する方式を採用する．タブレット端末のカメラにより印字データを撮影する際にはタブレット端末を把持する際の揺れ等により不鮮明な画質となり，必要な領域を含む画像が撮影されない場合が生じることも考えられ，それらのケースへの対応が必要となる．

また，現行のけんこうバンク Lico ではデータ投入時ならびにデータ閲覧時のユーザインタフェースはマウス，キーボードを想定した，インタフェース部品を多用したものとなっているが，タブレット端末での操作が容易になるように，タイピングを主体とするものから選択等を主としたユーザインタフェースとするのが好ましいと考えられる．

3. 撮影操作によるデータマイグレーション

(1) システム構成

データ移行，参照のためのフロントエンドシステムの構成を図3に示す．PHRフロントエンドはiPad上に実装した．内蔵カメラにより印字データを撮影し，画像データとして取得された計測値等の情報をOCR処理により電子データ化する．OCR処理はネットワーク経由で接続されるPHRマネージャ側で処理し，登録データの閲覧等の操作も同端末上で行う．端末上での操作はタッチパネルを想定し，各種ジェスチャ操作に適した操作モードを考慮してユーザインタフェースを設計した．

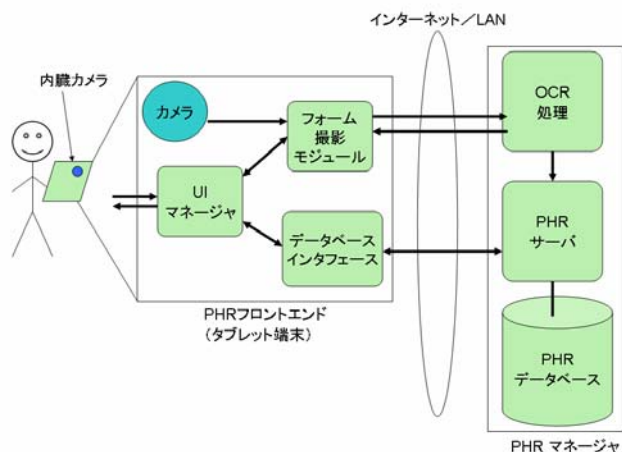


図3 システム構成

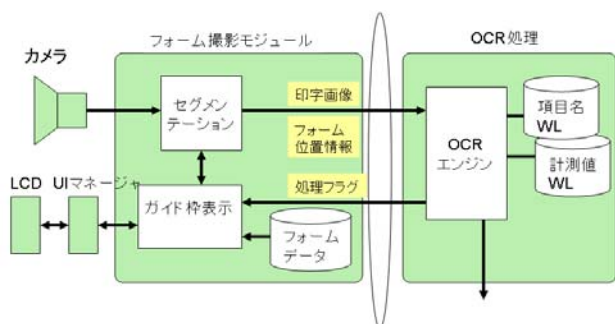


図4 撮影・OCR処理部分

(2) 撮影データの電子データ化

OCRエンジンには、当初HP研究所で開発され、現在はGoogleに引き継がれているTesseract-OCRを使用した。Tesseract-OCRはオープンソースの文字認識エンジンである。このOCRエンジンは日本語にも対応しており、他のオープンソースのOCRエンジンと比較しても認識精度が比較的良好である。

健康診断結果が通知される用紙の実例として、石川県予防医学協会使用のフォームを対象とし、そこに印字された文字の認識に関する予備的な実験を行った。その結果、フォームの広い範囲を撮影し、それをOCRエンジンに渡すのでは十分な認識精度が得られないことを確認した。検査項目名や数値の印字サイズは約2.5mm四方のものと約3mm四方のものであり、測定値や測定項目名が印字されている範囲全体を対象として撮影した場合には1文字あたりのピクセル数が十分で無いことがその原因の1つとして考えられる。また、測定項目の大分類ごとに淡い別々の色を施した背景となっており、白紙に印字した場合と比較して文字のコントラストの低さも認識率低下の原因と考えられる。さらに、漢字の認識の場合は類似した別の文字に認識されることが多く、数字の誤認識に関しては数字-数字間の誤認識(「6」を「8」と誤認識する等)は相対的に少なく、

数字をアルファベット等に誤認識(「1」をアルファベット小文字の「l」と認識する等)してしまう例が多いことが判明した。

システムのユーザビリティの観点からは文字誤認識率を可能な限り低い水準に抑える必要があり、それが達成されない場合は全てのデータを手入力するよりもOCR処理の結果生じる誤認識データの修正の方が煩わしいという状況になることが危惧される。

Tesseract-OCRでは認識対象とする文字を限定するためのホワイトリストを定義できる。たとえば、数値のみが印字されている領域を対象としてOCR処理をする場合は「0 1 2 3 4 5 6 7 8 9」というホワイトリストを定義し、OCR処理を施すことで上記のような誤認識を避けることができる。そのため、本研究では文字認識させる領域ごとにホワイトリストを動的に定義し、文字の誤認識を低減させることとした。

図4はOCR処理の中心部分であるフォーム撮影モジュールとOCR処理モジュールの構成を示す。印字された健康データを電子化し、PHRサーバに転送する場合、タブレット端末のカメラモジュールを用いて健康診断結果等の印字紙面を撮影する。撮影の際には撮影対象毎に用意されたフォームデータを読み出し、撮影対象となるフォームの適切な領域を撮影するためのガイド枠を表示する。撮影時のガイド枠の表示例を図5に示す。ユーザはガイド枠に合わせてタブレット端末を適切な位置に移動させ、ガイド枠と撮影対象の表領域が重なるようにした上で撮影ボタンを押す。撮影された画像は項目名等の文字領域と測定値等の数値・記号領域に分割され(セグメンテーション処理)OCRエンジンに渡される。OCRエンジンではフォーム位置情報を参照し、文字領域の画像である場合は項目名WL(White List)に基づいて文字認識を行う。数値領域の画像である場合は計測値WLに基づいて同様な処理を行う。電子データ化された計測値はPHRサーバを介してPHRデータベースに保存される。

ホワイトリストを用いた文字認識処理はその領域に存在し得ない文字を排除し、結果的に文字認識率を向上させることに寄与するが、認識間違いを完全に排除するのは困難であると考えられる。多くの測定項目に対しては標準値の範囲が示されていることから、認識した値の範囲が標準範囲から外れている場合は認識エラーである可能性があると判定し、数値修正画面ではアラートを沿えて認識エラーである可能性のあることを表示する。図6は認識結果の確認・修正画面の一例である。画面右側には文字認識の結果が撮影対象の表と同じレイアウトで表示され、左側には撮影した画像が表示される。認識結果の数値が標準範囲を外れている場合は赤字で表示され、特に確認が必要な部分であることがわかりやすくなっている。

4. 実験結果

ホワイトリスト使用の効果を確認するための実験を行った。本章ではその結果を示す。画像の撮影には iPad2 に搭載された背面のカメラを用いて健康診断表を撮影した。撮影画像のサイズは 1280x720 ピクセルである。上記サイズで表の部分領域を撮影し、文字領域、数値記号領域を含む切り出し画像のサイズは領域ごとに多少異なるが、おおむね幅 300 ピクセル、高さ 100x(項目行数)ピクセルほどであった。

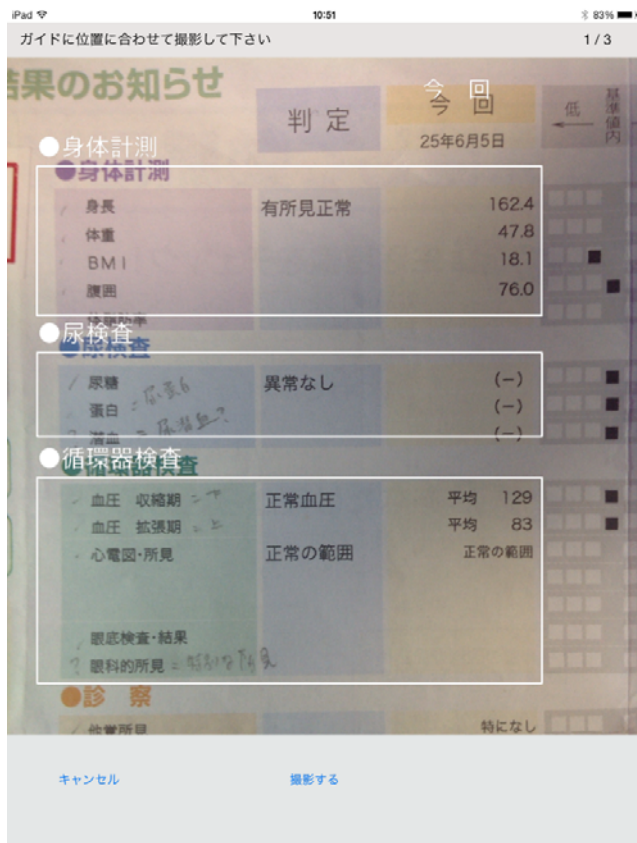


図5 撮影時のガイド表示画面

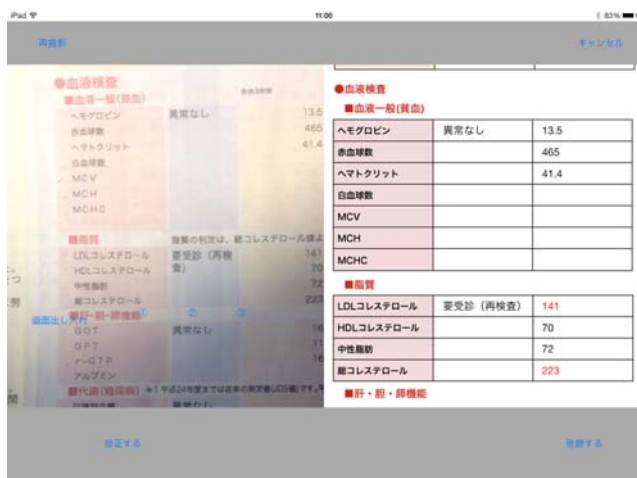


図6 認識結果確認画面

ホワイトリストを使用した場合と使用しない場合の認識精度の比較結果を表1に示す。

表1 ホワイトリスト使用による精度向上

	WLなし	WL適用
項目名領域	52% (456/876)	79% (692/876)
数値領域	82% (570/695)	91% (630/695)

WLなしの場合、項目名の領域をOCR処理する場合は言語オプションを“-l_jpn”とし、測定値等の数値領域に対しては“-l_eng”とし、標準的な設定のうち、認識精度がより高くなると考えられる設定を用いた。認識精度は文字単位で評価した。認識率の右側の分数は(正しく認識された文字数/OCR処理した文字数)を表す。

項目名の方が候補となる文字数が多い点や文字間の類似性が高いことから、測定値の認識精度よりも項目名領域の認識率が依然として低いことが判明した。項目名領域の認識率は1文字単位の認識結果の評価であるが、項目名中の数文字程度の誤認識は、生起する項目名が限定的であることから項目名リストを別途用意し、それとの類似性の比較をすることで結果を補正し、項目名レベルでの認識率を向上させる方法が考えられ、現在実装を検討中である。

5. おわりに

PHRシステムの普及を阻害している要因の1つとして、健康診断結果等を電子データとしてエンドユーザが直接受け取ることが困難である点を指摘した。現状のPHRシステムはユーザが手作業により測定値を1つ1つ入力しており、操作の煩雑さが課題であった。本研究では現状のPHR環境での現実的な解決法として表を撮影し、それをOCR処理することにより電子化し、データの移行を容易にする手法を提案した。使用装置としてカメラモジュールを備えたタブレット端末を想定し、イメージスキャナを必要とせず、また、タッチパネル上でのジェスチャ操作によりデータアクセスや更新が行えるインタフェースとした。

ホワイトリストの使用により、認識精度が改善することを確認したが、コントラスト強調などの前処理の有効性や認識精度の上限に関する考察、また、現状の認識精度がデータ投入の煩雑さ解消の点からユーザに受け入れられるか否かの評価は今後の課題である。

謝辞 本研究は総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)・地域ICT振興型研究開発によるものである。ここに記して謝意を表す。また、北陸先端科学技術大学院大学産学官連携総合推進センターの中田氏をはじめ goowa株式会社、ならびに一般社団法人ライフ・ケア・オン・デマンドの関係諸氏に謝意を表す。

参考文献

- 1) M. Tsiknakis, D. Katehakis, S.C. Orphanoudakis, "A health information infrastructure enabling secure access to the life-long multimedia electronic health record," CARS 2004 - Computer Assisted Radiology and Surgery, Proceedings of the 18th International Congress and Exhibition, Volume 1268, pp. 289–294 (2004).
- 2) Dean F. Sittig, "Personal health records on the internet: a snapshot of the pioneers at the end of the 20th Century", International Journal of Medical Informatics, Vol. 65, Issue 1, pp. 1–6 (2002).
- 3) J. S. Kahn, V. Aulakh and A. Bosworth, "What It Takes: Characteristics of The Ideal Personal Health Record," Health Affairs, 28, no.2, pp. 369-376 (2009).
- 4) S. R Reti, H. J Feldman, S. E Ross, et al., "Improving personal health records for patient-centered care, "Journal American Medical Informatics Association, Vol. 17, pp. 192-195 (2010)..
- 5) R. H Dolin, L. Alschuler, et al., "The HL7 Clinical Document Architecture," Journal American Medical Informatics Association, Vol. 8, pp. 552-569 (2001).
- 6) <https://www.l-cod.com/>