

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23390128

研究課題名(和文) 病院情報システムのユーザインタフェース性能の定量的ベンチマーク指標の開発研究

研究課題名(英文) Development and evaluation of quantitative indicators of operability of user interfaces in hospital information systems

研究代表者

美代 賢吾 (Miyo, Kengo)

東京大学・医学部附属病院・准教授

研究者番号：40302690

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,700,000円、(間接経費) 3,510,000円

研究成果の概要(和文)：複数病院の病院情報システム間の操作性および操作時間の違いを明らかにし、より良いユーザインタフェース(UI)構築のために利用可能な評価指標を検討した。国内外から5大学病院と2市民病院のオーダーエントリの画面を収集した。また、国内の病院については、実操作時間の測定も行った。それらを操作ステップ、マウスポインタの移動量、Fitts' lawのT値などで評価した。その結果、同一オーダー種であっても、国内外ともに、病院間で操作ステップや実操作時間に大きな違いがあり、UI評価指標を用い、改善の余地があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to survey the differences in usability among hospital information systems (HISs) and to investigate the indicators of operability for better use of the HIS. We collected the screen shots of a physician's order entry (POE) system from five university hospitals and two municipal hospitals in two countries. We evaluated the operability of the user interfaces (UIs) with several indicators such as the steps of order procedure, the moving distance of mouse pointer, T-values from the Fitts' law method, and the actual operation time. As a result, we found the notable differences in operability of the POEs between hospitals and showed the potentialities of improvements of the UIs of HISs by using these indicators.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：境界医学・医療社会学

キーワード：医療情報学 ユーザインタフェース 病院情報システム オーダエントリシステム ユーザビリティ
電子カルテ

1. 研究開始当初の背景

ますます高度化し複雑化する現代の医療においては、ITの活用による効率化が大きく期待され、オーダエントリシステム・電子カルテを中心とした病院情報システム(以下、Hospital Information System, HIS)が多くの病院で導入されてきた。現在のHISには、病院業務に必要なほとんどの機能が実装される一方、個々のその機能の使い勝手までは十分に考慮されているとは言い難い。十分に考慮されない操作画面(以下、User Interface, UI)による業務負担の増加や誤操作によるインシデントなども報告されており、UI改善のための研究は、今後の医療の発展のためにも不可欠である。

医療以外の分野でのUIの研究は、情報システム普及とともに古くから行われている。医療分野でもいくつかのUIの研究が行われているが、個々の病院の分析事例が中心であり、処方オーダや検査オーダにはどのようなUIが適しているのか、どのようなUIが性能が高いのかを一般化、普遍化させる指標を開発するための努力が必要とされている。

海外においても、UIの分析指標としては、XEROX社が開発したKLM-GOMSなどの手法があり、近年HISへ適用した研究がおこなわれている。しかし、KLM-GOMSが開発された1980年では、現在のマウス、ウィンドウを多用したGUI(Graphic User Interface)が主流の時代とは異なり、現在の一般的なUIの基準に即した新たな指標の検討が必要である。

我々は、これまでHISへの新たな機能追加に関する開発研究を中心におこない、その中でUIについても多くの検討を重ねてきた。「診療端末上で、医療従事者に必要な医学知識をオンデマンドで提供する方法に関する研究(奨励研究A,課題番号11771487)」においては、HISと連携し、医療スタッフに適切な医療知識をシステム上で提供するUIを開発している。また「病院情報システムの蓄積データを活用したオーダ時警告システムの構築に関する研究(基盤(C),課題番号20590604)」でも、警告画面の効果的な表示方法についてUIの検討をおこなってきた。この経験から、知識提供や警告場面だけでなく、日常的なオーダ場面でのUIの改善が非常に重要であるとの認識に至った。

2. 研究の目的

電子カルテ・オーダエントリシステムの操作性および操作時間の違いを明らかにし、より良いUI構築のために利用可能な評価指標の検討である。UIの性能は、配色やデザインなどの認知・認識的な性能と、作業量的な性能にわけられるが、本研究では、後者の作業量に焦点を当て、より客観的な定量的指標の開発を主眼とする。本研究課題の最大の特徴は、複数の大学病院、中規模の研究協力病院、海外の病院など、メーカーや改造状況の

異なる複数システムを比較検討し指標の検討をおこなう点にある。UIの操作性指標を、今後システム開発・導入を行う医療機関で活用することで、医師、看護師の情報システム利用に関わる業務負担の減少、煩雑な操作が誘発する誤操作の減少による医療の質の向上が期待できる。

3. 研究の方法

本研究は、3カ年計画で実施した。本研究の全体構想は、病院情報システムのユーザインターフェイスの操作性向上のための指標の検討である。研究実施体制として、研究代表者および分担研究者の所属する病院情報システムの調査を中心とし、国内の研究協力病院および海外の研究協力病院へと調査を広げる体制とした。

(1) 病院情報システムの操作画面の収集

主任研究者、分担研究者の所属する病院、および国内・国外の研究協力病院の病院情報システムから、検査オーダ、処方オーダ、放射線オーダ、診療予約のオーダ画面を収集する。収集単位は、1ステップ単位とし、1ステップを1クリックまたは1入力と定義し、それらが発生するごとに、画面のスクリーンショットをコピーする。スクリーンショット用の患者IDは、各病院のテストIDを利用し、個人情報保護上の問題が生じないように配慮する。

(2) 実操作時間の計測

主任研究者、分担研究者の所属する病院、および国内の研究協力病院の病院情報システムで、検査オーダおよび処方オーダの操作時間を実際のシステムを操作することで実施する。実操作時間の計測は、操作者ごとの操作能力の違いによる揺れを防ぐため、同一の操作者数名を選定し、各病院で実施する。また、実操作時間の正確な計測および操作状況の把握のために、実際の操作画面と操作者の手の動きの両方について同時にビデオ録画をおこなう。患者IDは、テストIDを用いて、実患者名が録画されないよう配慮する。

(3) 収集したデータの分析

収集した画面情報から、クリック数、マウスの移動経路、マウスポイントのターゲット面積、画面遷移、スクロールの有無などの操作情報を抽出する。操作情報からKLM-GOMSおよびFitts' Lawの両指標を算出する。UIの操作と各オーダの操作フローを録画面より抽出し、実操作時間に影響を与えるUIの要因について検討する。

(4) UI再現用仮想HISソフトウェア開発および評価

実操作時間の計測は、操作テスト者間の操作能力に影響されないよう、同一操作者で複数のシステムを計測する必要がある。しかし、

実際のシステムを操作するためには、システムが稼働している場所に行く必要があり、スケジュール調整や旅費等の費用面から、複数システムを大規模に調査することは難しい。

そこで、実際のシステムのスクリーンキャプチャを用いて、録画した操作フローを再現し、仮想的に特定の操作を再現できるソフトウェアを開発する。

また、開発した UI 再現用仮想 HIS ソフトウェアが、実際の HIS の操作を代替することが出来るかどうかを、同一操作者が双方を操作することで、評価をおこなう。

4. 研究成果

(1) 病院情報システムの操作画面の収集

3年間の研究期間中、国内では、東京大学医学部附属病院、九州大学病院、秋田大学医学部附属病院の大学病院3病院、佐野市民病院（栃木県）の市民病院1病院から処方および検査オーダー画面を収集し、東京大学医学部附属病院、佐野市民病院から放射線、生理検査、診療予約の画面を収集した。また、国外では、ハノーファー医科大学（ドイツ、ハノーファー）、ブラウンシュヴァイク市民病院（ドイツ、ブラウンシュヴァイク）で調査を行い、2病院から検査オーダー画面を収集したが、市民病院は処方オーダーが未実装だったため、大学病院のみから処方オーダー画面を収集した。

(2) 実操作時間の計測

5人の操作者を選定し、事前に作成した操作手順書に従い、国内4病院について、操作時間の実測も実施した。操作は、各病院の各オーダー種ごとに、5回の練習操作の後、20回の操作を行った。すべての操作をビデオカメラで録画し、操作時間は、撮影されたビデオ画像を参照することで計測した。

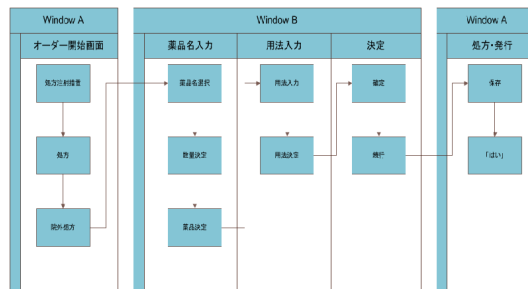
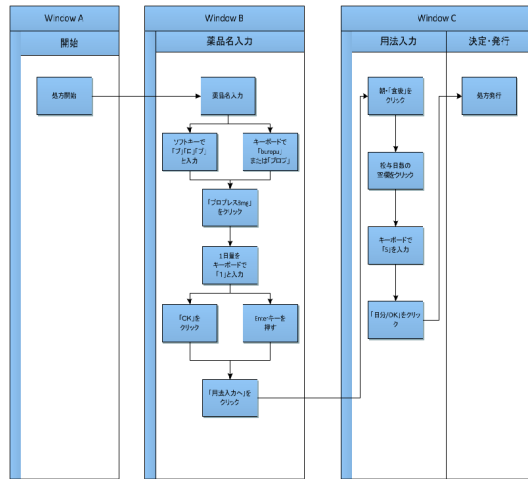


(3) 収集したデータの分析

収集したスクリーンキャプチャやビデオ録画データから、各オーダーについて、オーダーの操作フロー、操作ステップ、マウスの移動量、T値(Fitts' lawによる操作推定時間)、KLM-GOMSスコア、複数操作者での実際のHIS操作における操作時間を抽出した。

操作フロー

2病院の処方操作のフロー（学会発表より）を次に示す。処方箋を作成するという同一の目的であっても、ソフトウェアの設計の違いにより、操作フローが異なることが明らかになった。



各オーダーと、それぞれの操作指標

処方オーダーおよび検査オーダーの各操作指標を次に示す。なお、病院 A-D が国内、E, F は海外である。

表1. 処方オーダーにおける指標（学会発表より）

病院	ステップ	移動距離 (pixel)	T値 (秒)	操作時間 (秒)
A	13	4,876	39.97	13.41 (n=3)
B	14	4,584	37.79	15.15 (n=4)
C	9	2,381	21.47	10.73 (n=5)
D	12	4,805	27.98	14.56 (n=5)
E	13	4,931	35.21	-

図1. 処方オーダーでのマウスの軌跡再現

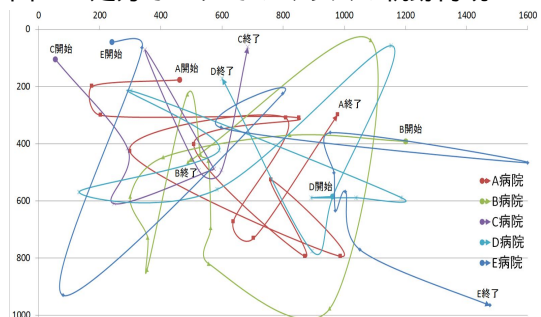


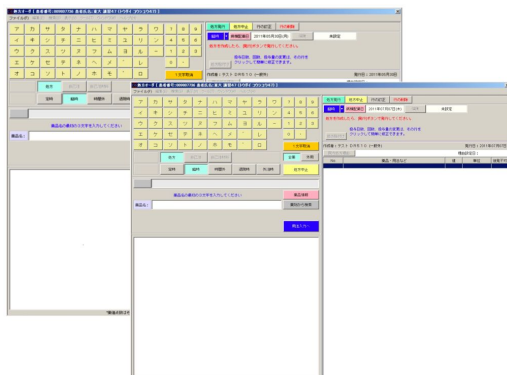
表2 . 検査オーダにおける指標 (学会発表より)

病院	ステップ	移動距離 (pixel)	T 値 (秒)	KLM-GOMS スコア
A	15	4,113	37.14	37.14
B	17	5,926	41.08	41.08
C	18	2,074	33.60	33.60
D	19	4,583	34.73	34.73
E	15	3,714	38.02	38.02
F	21	3,416	41.43	41.43

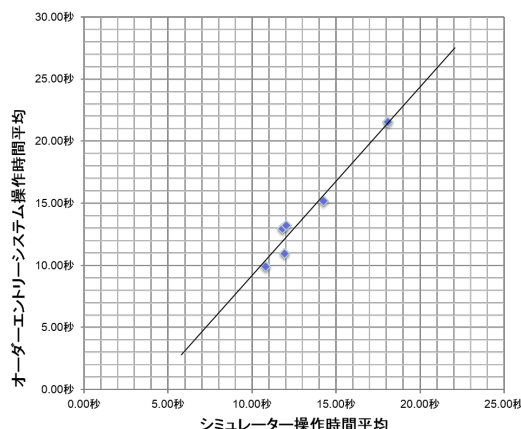
同一オーダ種であっても、操作ステップ数、マウスの移動距離に大きな違いがあることがわかった。また実操作時間を示した表1からは、それらがT値や実操作時間に反映していることが考えられる。

(4) UI 再現用仮想 HIS ソフトウェア開発および評価

UI 再現用ソフトウェアは、様々な病院情報システムの指定した操作を再現できるように汎用的に設計した。画面表示はキャプチャした JPG 形式のスクリーンショットを用い、操作フローおよび押下ボタンの位置や領域を XML で記述することで、様々な UI のフローが再現可能となった。図は、東大病院の実際の操作画面 (左) と、本研究により開発した UI 再現用仮想 HIS ソフトウェア (右) である。ほぼ同一の画面が再現されている。



この UI 再現用仮想 HIS ソフトウェアで実操作時間が推定可能かどうかを、6人の被験者で調査した。実画面と仮想 HIS での被験者



の操作時間には強い相関 (スピアマンの相関係数が 0.94(p=0.017)) があり、開発したソフトウェアで推定可能なことが示唆された (学会発表)。

また、本ソフトウェアを用いて、異なるソフトウェアベンダーが開発した複数の処方オーダの再現も実施しており、様々なベンダーの様々なオーダ種にも対応可能な汎用性を有していることも示された。

(5) 本研究のまとめと課題

異なるソフトウェアベンダーが開発したソフトウェア間、また同一ベンダーであっても異なるパッケージソフトウェア間では、同一内容のオーダを実施する場合でも、操作が大幅に異なることが分かった。例えば、処方オーダでは、A 病院と、C 病院では、医師がマウスを移動させる距離が、4,876 pixel と 2,381 pixel の違い有り、実操作時間も、13.41 秒から、10.73 秒の違いがあった。

また、海外 (ドイツ) の病院情報システムでも同様の状況にあり、E 病院と F 病院の検査オーダシステムでも同一オーダを開始し、終了するまでのステップに大きな違いがあった。

これらのことから、国内・海外ともに、現在開発され利用されている病院情報システムの操作性は、十分に最適化されているとは言えない状況にあると考えられる。したがって、操作性を評価するための指標の重要性は今後もますます高まることが想定される。本研究では、実操作時間を反映可能な指標として、ステップ数、マウスの移動量、KLM-GOMS、Fitts' law による T 値などを検討した。ステップ数や T 値とある程度の相関がみられ、これらを指標とすることで、操作性の改善も可能であると考えられる。

本研究からの操作性改善のための提案としては、ステップ数削減のためには、自動フォーカスや、デフォルト値の有効活用、また、マウスの移動距離の最適化には、自動フォーカスおよび関連操作のためのコンポーネントの集約化、また T 値改善のためには、ボタンやクリック領域などの適切なサイズ設定が考えられる。

一方で、本研究において多数の病院情報システムの様々な画面を収集し検討する中で、実際の病院情報システムのユーザインターフェイスでは、その画面構成や画面遷移において、医療安全への配慮が強く影響していることが明らかになった。安全性のために敢えて使いにくい手順を挿入したり、通常操作から離れた場所に操作ボタンを配置することも見られた。病院情報システムの操作性を評価するにあたり、利便性と安全性の双方の視点から評価可能な手法の検討が今後の課題である。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 6 件)

美代 賢吾、大江 和彦、電子カルテにおける患者情報参照環境改善に向けた過去の検査結果の参照頻度の調査、医療情報学、有、31(Suppl.)、2011、634-637
後藤 千穂、美代 賢吾、横田 慎一郎、今井 健、大江 和彦、安全性向上のための注射実地時バーコードシステムのユーザーインターフェイス改造、有、31(Suppl.)、2011、651-653
小南 亮太、美代 賢吾、今井 健、大江 和彦、処方オーダーユーザーインターフェイスの病院間比較、有、31(Suppl.)、2011、1013-1014
美代 賢吾、今井 健、中島 直樹、近藤 克幸、大江 和彦、オーダエントリシステムにおける処方作成・発行操作の施設間比較研究、有、医療情報学、32(suppl.)、2012、440-441
吉岡 純希、美代 賢吾、今井 健、平松 達雄、大江 和彦、病院情報システムのユーザーインターフェイス評価のためのシミュレータの開発と評価、有、医療情報学 33(suppl.)、2013、1146-1147
Kengo Miyo、Yoshimasa Kawazoe、Izumi Yamaguchi、Akimichi Tatsukawa、Kazuhiko Ohe、Evaluation of a Context-based Prescription Alert System: A Clinical Perspective、有、Studies in Health Technology and Informatics、2013、1030

〔学会発表〕(計 9 件)

美代 賢吾、大江 和彦、電子カルテにおける患者情報参照環境改善に向けた過去の検査結果の参照頻度の調査、第 31 回医療情報学連合大会、2011 年 11 月 22 日、鹿児島
後藤 千穂、美代 賢吾、横田 慎一郎、今井 健、大江 和彦、安全性向上のための注射実地時バーコードシステムのユーザーインターフェイス改造、第 31 回医療情報学連合大会、2011 年 11 月 22 日、鹿児島
小南 亮太、美代 賢吾、今井 健、大江 和彦、処方オーダーユーザーインターフェイスの病院間比較、第 31 回医療情報学連合大会、2011 年 11 月 22 日、鹿児島
Kengo Miyo、Michael Marschollek、Shinichiro Yokota、Kazuhiko Ohe、Reinhold Haux、International Pilot Study on User Interface of Hospital Information Systems: Focus on Laboratory Orders、GMDS 2012、2012 年 9 月 16 日～2012 年 9 月 21 日、Braunschweig, Germany
Kengo Miyo、Kazuhiko Ohe、Frequency

Analysis of Medical Providers' Access to Past Patient Clinical Information via an Electronic Health Record System、American Medical Informatics Association 2012 Annual Symposium、2012 年 11 月 3 日～2012 年 11 月 7 日、Chicago、United States of America
美代 賢吾、今井 健、中島 直樹、近藤 克幸、大江 和彦、オーダエントリシステムにおける処方作成・発行操作の施設間比較研究、2012 年 11 月 15 日～2012 年 11 月 17 日、新潟
Kengo Miyo、Yoshimasa Kawazoe、Izumi Yamaguchi、Akimichi Tatsukawa、Kazuhiko Ohe、Evaluation of a Context-based Prescription Alert System: A Clinical Perspective、MEDINFO 2013、2013 年 8 月 20 日、Copenhagen、Denmark
Kengo Miyo、Kazuhiko Ohe、A Blood Transfusion Order Entry System for the Operating Room that Ensures Blood Product Traceability and Patient Safety、AMIA 2013、2013 年 11 月 16 日～2013 年 11 月 20 日、Washington D.C. United States of America
吉岡 純希、美代 賢吾、今井 健、平松 達雄、大江 和彦、病院情報システムのユーザーインターフェイス評価のためのシミュレータの開発と評価、第 33 回医療情報学連合大会、2013 年 11 月 21 日～2013 年 11 月 23 日、神戸

6. 研究組織

(1) 研究代表者

美代 賢吾 (MIYO, Kengo)
東京大学・医学部附属病院・准教授
研究者番号: 40302690

(2) 研究分担者

大江 和彦 (OHE, Kazuhiko)
東京大学・医学部附属病院・教授
研究者番号: 40221121

近藤 克幸 (KONDO, Katsuyuki)
秋田大学・医学部・教授
研究者番号: 30282180

中島 直樹 (NAKASHIMA, Naoki)
九州大学・大学病院・教授
研究者番号: 60325529

今井 健 (IMAI, Takeshi)
東京大学・医学部附属病院・助教
研究者番号: 90401075