

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25280106

研究課題名(和文)実世界指向ユビキタス病院情報システムの開発

研究課題名(英文)Development of Real-world Oriented Ubiquitous Hospital Information System

研究代表者

黒田 知宏(Kuroda, Tomohiro)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：10304156

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、(A)実世界の情報である医療機器の情報と医療機器・医療スタッフ・患者の位置情報を取得するセンサーネットワーク(B)取得した実世界の情報と病院情報システム上の情報空間の情報を統合して患者=看護師=医療機器=薬剤=指示の関係を自動推定し投薬可否等を判断する情報推定機能(C)推定情報を実世界であるベッドサイドに直接提供する情報提示環境(D)前記の機能を用いた臨床現場での活用シナリオ、の四つを開発し、システム全体の有効性を臨床現場で評価するとともに、その一部を臨床現場の実業務に導入した。本研究を通じて、人間機械系としての情報化時代の新たな医療現場の有り様と、実現への道筋が示された。

研究成果の概要(英文)：This research successfully demonstrates clinical medicine of information age realized as man-machine system through prototyping following four components and evaluated their efficiency; (A) a sensor network system collecting real-world data; data provided through medical devices and their position, (B) a medication administration system estimating relation between a patient, a nurse, a medical device, a pack of medicine, and a physician's order from obtained real-world data and cyber world data in a hospital information system, (C) a display system to visualize the output of the administration system, and (D) some use-case scenarios within clinical activities. The part of the prototype is even introduced to real clinical activity as a commercial clinical information system.

研究分野：医療情報学

キーワード：医療情報 ユビキタスコンピューティング

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年の病院情報システム (HIS) の発達によって、病院等の臨床現場は、もはやコンピューター無しの業務遂行は考えられない状況になっている。

(2) 病院情報システムは多くの点で、臨床現場の効率性と安全性の向上に貢献している。しかし、現在の一般的な HIS が取り扱える情報は、コンピューター内部 (情報空間) に保存されている情報に限られるため、情報空間と実世界との界面で情報の受け渡しがうまくいかないことで、臨床業務の効率性が落ち、医療事故が起きている現実がある。

(3) 情報空間と実世界の間にある溝を埋めるためには、実世界の情報を情報空間に取り込み、解釈し、得られた情報を実世界上に提示する必要がある。これまでに、実世界から得られた情報と情報空間にある情報を付き合わせて状況を推定し、適切なときに適切な実世界上の場所で情報を提供する、コンテキストウェア・ユビキタス情報システムは実現できていない。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、実世界と情報空間の溝を埋める実世界指向ユビキタス病院情報サービスを実現する。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、具体的に下記の四課題の実現の検討・実現を通じて、目的とする実世界指向ユビキタス病院情報サービスを実現し、臨床業務環境下でこれを評価して、その有効性を検証する。

- A: 実世界の情報を取得する
 センサーネットワーク
- B: 実世界と情報空間の情報を統合した
 状況推定機能
- C: 実世界への直接的情報提示環境
- D: 臨床利用シナリオ

4. 研究成果

(1) (課題 A) 実世界の情報を取得するセンサーネットワーク装置として、申請者らが開発した、Bluetooth アクセスポイント兼 Bluetooth ビーコン (BTAP/BTID) と接続し、医療機器の計測情報を医療機器の位置情報と合わせて取得する、Bluetooth シリアルアダプタ (BTSA) を開発した。また、当該装置を用いることで、シリンジポンプ・輸液ポンプなどの医療機器の、位置情報と取得情報を同時に取得することが可能になった。



図 1) BTAP/BTID (左) と BTSA (右)

(2) (課題 B1) センサーネットワークで取得された BTSA の位置計測情報、特に、取得されたシグナル強度から、総室 (四床室) 内の医療機器等が、どのベッドに最も近い可能性があるかを推測し、推測結果をその確信度と併せて看護師に提示するシステムを構築した。評価の結果、推測結果に関する確信度を加えることで、センサーネットワークが誤った位置推定を行った際等に、看護師が推定結果を盲信して誤りを見逃す可能性が減退される可能性が示唆された。一方、情報を適切なタイミングで提供するためには、運用シナリオを精査して提示タイミングや表示方法を検討する必要があることも示唆された。

(3) (課題 B2) センサーネットワークで取得されたシリンジポンプの設定情報やシリンジポンプにかけた薬剤の情報を取得することで、これまでの「患者・薬剤・実施者 (看護師)」の三点の情報をバーコードで読み込んで、「患者・薬剤・指示」の三点の情報の一致を確認する「三点認証」に対して、「患者・ (薬剤のかかった) 医療機器・実施者 (看護師)」の三点の情報をセンサーネットワークで自動的に取得して、「患者・薬剤・医療機器設定・指示」の四点の情報の一致をゼロアクションで確認する「ゼロ点認証」システムを開発した。京大病院病棟において、京大病院看護師による評価を行った結果、従来の三点認証と比較して、ゼロ点認証では割り込み業務が発生する可能性がある時間 (クリティカルセクション) が短くなり、安全性が向上することが明らかになった。もちろん、バーコード読み取り作業を減じることで、業務効率の向上も実現している。一方、バーコード読み取り作業の削減によって、却って看護師の作業に対する「安心感」が失われる現象も観測され、今後の人間=機械系システムの有り様を考える際の、重要な要素となることが見出された。

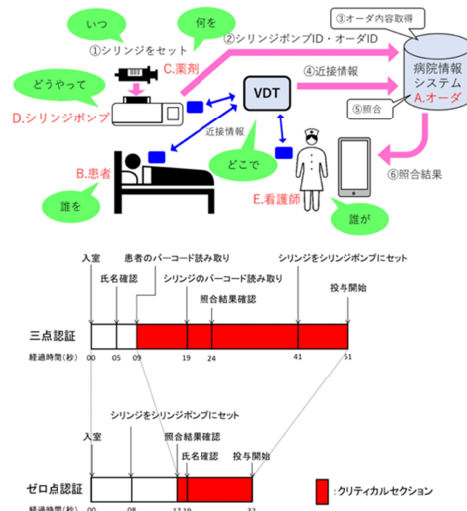


図 2) ゼロ点認証システム (上) とその評価結果 (下)。

(4)(課題 C)実世界への直接情報提示については、頭部搭載型ディスプレイ(HMD)、プロジェクションマッピング等様々な可能性が検討されたが、現在の診療現場で適用可能な技術を検討した結果、患者ベッドサイドに取り付けたディスプレイか携帯端末を用いるのが適当であるとの結論に達した。なお、看護師等の医療スタッフへ、各種実験の中でヒアリングを行った結果からは、将来的には、医療機器自身が有するディスプレイに情報を提示されることが、最も好ましいであろうとの結論を得た。

(5)(課題 D)センサーネットワーク適用シナリオでは、様々なシナリオが開発された。その中で最も実現性が高く、かつ、効果的なシナリオとして、下図に示す、医療機器のカルテシナリオと、医療機器自動設定シナリオの二つが効果的なシナリオと考えられた。

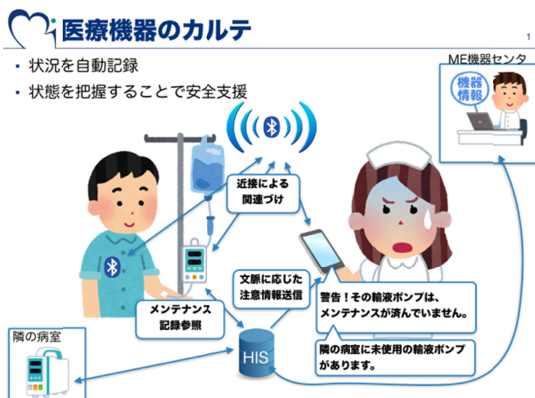


図 3) 考案されたシナリオ

(6)(成果の活用)本研究で研究成果を活用し、一部の機能を実際の医療現場で活用する情報システムとして商品化し、京都大学医学部附属病院に導入した。島津 SD 社により商品化された VDT(Vital Data Terminal)は、Bluetooth Low Energy(BLE)技術を用いて、パッチを装着する看護師・患者の近接を認識して自動的に確認すると共に、近接通信(NFC: Near Field Communication)機能を有する医療機器からターミナルにかざす

だけで、計測情報を取得できる。これによって、看護師は計測をしたその場で、患者・計測者・計測情報を「かざして押すだけ」で電子カルテに転記できる。導入の結果、大幅に業務負担の軽減が図られたとともに、転記エラー等の削減にも効果を発揮している。また、国内外のメディア等に取り上げられ、海外の研究者や議員団の視察を繰り返し受けるなど、高い注目と評価を集めている。

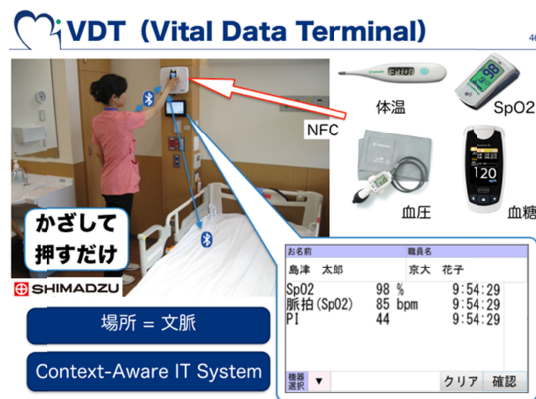


図 4) 島津 SD 社 VDT

(7)(今後の展開)本研究の成果に基づいて、先述の「医療機器のカルテ」機能と「ゼロ点認証」機能を有した情報システム開発が、NICT 委託研究などのもとで開始されることとなった。近い将来、本研究の成果に基づいて、新しい情報システムが医療現場に提供され、医療の安全性向上と効率化、さらには、客観的データの自動記録に基づく、現実的な医療ビッグデータの蓄積が実現されると考えられる。

(8)本研究を通じて、医療現場に IoT 技術を取り込み、Mark Wiser が提唱したようなユビキタス情報サービスが実現できることが明らかになった。これらの技術実現によって、医療現場は、航空機と同様の「人間機械系システム」へと生まれ変わることが想定される。これに伴って、医療を取り巻く諸制度、診療記録のあり方、医療者と機械の役割分担、それを支えるインタフェース等、様々な学術的課題が発生すると予想される。今後、「人間機械系」としての医療現場の有り様を考える、新たな学問体系が産み出されることになると、考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

1. T.Kuroda, H.Noma, C.Naito, M.Tada, H.Yamanaka, T.Takemura, K.Nin, H.Yoshihara: Prototyping Sensor Network System for Automatic Vital Signs Collection. Methods Inform.

- Med. 2013:52(3):239-49.
2. 竹村, 野間, 黒田, 多田, 桑, 岡本, 疋田, 吉原: BT-AP アンテナを利用したセンサネットワークによる病院内ユビキタス環境の構築. 遠隔医療学会誌 2013:9(2):136-9.
 3. T.Kuroda, N.Nakashima, M.Kaneda, K.Sato, N.Ohboshi, A.kada, K.Okamoto, H.Yoshihara, T.Akiyama: Evaluating the Workload Reduction of Automatic Vital Data Transmission. Adv. Biomed. Eng. 2014:2:124-9.
 4. T.Kuroda, H.Noma, K.Takase, S.Sasaki, T.Takemura: Bluetooth Roaming for Sensor Network System in Clinical Environment. Stud. Health Technol. Inform. 2015:216:198-201.
 5. K.Sato, T.Kuroda, A.Seiyama: Visualization and Quantitative Analysis of Nursing Staff Trajectories Based on a Location System. Smart Innov. Sys. Technol. 2015:45:25-35.
 6. M.Esashi, H.Noma, T.Kuroda: Supporting Nurses Work and Improving Medical Safety Using a Sensor Network System in Hospitals. Smart Innov. Sys. Technol. 2015:45:225-36.

〔学会発表〕(計 43 件)

1. 佐藤, 黒田, 竹村: Bluetoothによる位置計測情報を用いた病棟におけるStaff Trajectoryの定量化に関する検討. 医療情報学会春季学術大会 (2013/06/21) 富山.
2. K.Sato, T.Kuroda, T.Takemura, A.Seiyama: Feasibility Assessment of Bluetooth Based Location System for Workflow Analysis of Nursing Staff. IEEE EMBC (2013/07/06) Osaka.
3. 黒田(招待): 電子カルテ化後の病院の危険: 界面を考える. 知能情報フレンジイ学会 関西支部例会 (2013/07/27) 京都.
4. 黒田(招待): 情報化社会における医療の姿. 日本 M テクノロジー学会大会 (2013/08/30) 神戸.
5. T.Kuroda, K.Sato, T.Takemura, K.Okamoto, A.Seiyama: Visualization of nursing staff's workflow for management with location system. 生体医工学シンポジウム (2013/09/20) Fukuoka.
6. T.Kuroda, N.Nakashima, M.Kaneda, K.Sato, N.Ohboshi, A.Okada, K.Okamoto, H.Yoshihara, T.Akiyama: Evaluating the Workload Reduction from Automatic Vital Data Transmission. 生体医工学シンポジウム (2013/09/20) Fukuoka.
7. 中野, 小野瀬, 佐藤, 疋田, 保子, 岡本, 黒田, 大星: 文脈に応じた情報をPush 通知する看護師用モバイル端末システムの開発. 医療情報学連合大会 (2013/11/22) 神戸.
8. T.Kuroda (招待): How AR Reforms Social Medical System? International Display Workshops (2013/12/05) Sapporo.
9. T.Kuroda (招待): Prototyping Health-care Environment of Information Age -How Ubiquitous Computing Changes our Workflow-. Health Technology Expo in Finland (2014/01/09) Helsinki.
10. 黒田(招待): 昔の未来は今も未来 病院は体内へ、医療は日常へ、医療の未来像と技術への期待. 日経デジタルヘルス・サミット (2014/03/18) 東京.
11. 中野, 小野瀬, 佐藤, 疋田, 保谷, 岡本, 黒田, 大星: Push 通知型医療情報システムの状況検知部の開発. 医療情報学会春季学術大会 (2014/06/07) 岡山.
12. T.Kuroda(招待) Toward Social Hospital -snapshot of medical information technologies. Joint CBU-BCBU Summer School (2014/08/25) Kuopio.
13. T.Kuroda(招待): HCI to make user friendly -context aware hospital information systems-. Sweden - Kyoto Symposium, (2014/09/12) Stockholm.
14. 黒田(招待): 行動センシング技術がもたらす医療・健康情報の分解能向上. 電気四学会関西支部専門講演会 (2014/10/21) 大阪.
15. 黒田(招待): ウェアラブルコンピューティングとユビキタスコンピューティングの医療応用の今. 医療とニューメディアを考える会 (2015/02/24) 東京.
16. 中野, 菅野, 佐藤, 疋田, 保谷, 岡本, 黒田, 大星: Push通知型医療情報システムの通信部の開発. 電子情報通信学会研究会 (2015/03/12) 東京.
17. 黒田(招待): 医療のナイキスト周波数を上げるために -電子カルテはビッグデータなのか?-. 医療情報学会関西支部講演会 (2015/03/14) 神戸.
18. 黒田(招待): 情報技術は医療をどう変えようとしているのか. 情報処理学会全国大会 (2015/03/17) 京都.
19. 黒田(招待): Big Data のあり方について 恩恵かプライバシー侵害か. 日本

- 内科学会年次講演会 (2015/04/11) 京都.
20. 黒田(招待): センサーネットワーク技術による情報化医療の動向. 日本医学会総会 (2015/04/13) 京都.
 21. 黒田(招待): 医療情報の管理と活用. 理学療法学会学術大会, (2015/06/07) 東京.
 22. 黒田(招待): センサーネットワーク技術が拓く情報化医療. Wellbeing 研究会 (2015/07/23) 仙台.
 23. 黒田(招待): 情報化時代の医療. MEDC 医学教育セミナーとワークショップ (2015/08/08) 岐阜.
 24. T.Kuroda, H.Noma, K.Takase, S.Sasaki, T.Takemura: Bluetooth Roaming for Sensor Network System in Clinical Environment. World Congress on Medical and Health Informatics (2015/08/21) Sao Paulo.
 25. 黒田(招待): 更に豊かなデータを対象としたビッグデータ解析 ウェアラブルな健康データ. 医療の質・安全学会 (2015/09/05) 東京.
 26. K.Sato, T.Kuroda, A.Seiyama: Visualization and Quantitative Analysis of Nursing Staff Trajectories Based on a Location System. Innovation in Medicine and Healthcare (2015/09/12) Kyoto.
 27. M.Esashi, H.Noma, T.Kuroda: Supporting Nurses Work and Improving Medical Safety Using a Sensor Network System in Hospitals. Innovation in Medicine and Healthcare (2015/09/12) Kyoto.
 28. 黒田, 竹村, 野間: 病院情報システムにおける位置情報の活用. 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーショングループシンポジウム(2015/12/16) 富山.
 29. 中野, 江指, 佐藤, 疋田, 保谷, 岡本, 黒田, 大星: Push 通知型病院情報システムの開発. 情報処理学会全国大会 (2016/03/10) 横浜.
 30. 江指, 中野, 岩尾, 浦西, 岡本, 加藤, 齊藤, 田村, 野間, 黒田: 医療機器と病院情報システムを接続する試み. 生体医工学 (2016/04/26) 富山.
 31. 黒田(招待): IoT 技術が拓く情報化医療の未来. 日本臨床工学会 (2016/05/14) 京都.
 32. 福士, 岩尾, 岡本, 浦西, 田村, 齊藤, 加藤, 黒田: 外来病棟における位置情報とオーダ情報を用いた患者待ち時間の分析. システム制御情報学会研究発表講演会 (2016/05/25) 京都.
 33. T.Kuroda(招待): Social Hospital : How IoT changes the medicine. EAI International Conference on IoT and Big Data Technologies for Healthcare (2016/06/15) Budapest.
 34. T.Kuroda(招待): Contribution of HIS for Hospital Management. International Symposium on Geriatric Patients Diabetic, Cardiovascular and Renal Diseases (2016/07/16) Taichung.
 35. 黒田(招待): ヘルス・ビッグデータを創るために. Centricity Live Tokyo (2016/07/23) 東京.
 36. M.Esashi, T.Nakano, N.Onose, K.Sato, T.Hikita, R.Houya, K.Okamoto, N.Ohboshi, T.Kuroda: Prototyping Context-aware Nursing Support Mobile System. Conference on IEEE Engineering in Medicine and Biology (2016/08/18) Orlando.
 37. 黒田(招待): IoT と情報銀行が拓く医療の未来. IoT Round Table (2016/09/25) 東京.
 38. 江指, 杉山, 平木, 岡本, 田村, 南部, 黒田: ヒューマンエラー防止のための輸液・シリンジポンプと病院情報システムの統合. 医療情報学連合大会 (2016/11/23) 横浜.
 39. 福士, 岡本, 杉山, 田村, 南部, 黒田: 総合病院における位置情報及びオーダ情報による患者待ち時間取得の試み. 医療情報学連合大会(2016/11/23) 横浜.
 40. 黒田(招待): ネットワークに医療機器を繋ごうとすると.... 医療情報学連合大会(2016/11/23) 横浜.
 41. 黒田(招待): 情報化時代の医療の姿. 医療ICTカンファレンス(2016/12/09) 東京.
 42. 黒田(招待): デジタルヘルスの未来像. 日本におけるデジタルヘルス (2016/12/14) 京都.
 43. 黒田(招待): 病院の ICT 化の現状と未来 -IoT が拓く情報化医療の未来- 画像医療システム産業研究会 (2016/12/16) 東京.
- 〔図書〕(計 5 件)
1. ウェアラブル・エレクトロニクス, エヌ・ティー・エス (2014)
 2. 西村(編), 医療白書 2015-2016 年版, 日本医療企画 (2015)
 3. 石田(編), デザイン学概論, 共立出版 (2016)
 4. 高橋(編), 人工知能時代の医療と医学教育, 篠原出版新社 (2016)
 5. ウェアラブルセンシング最新動向, 情報機構(2016)
- 〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

[報道]

1. 特集: ソーシャルホスピタル. 日経デジタルヘルス (2014/02/03)
2. IoT でも注目の遠隔医療が日本で遅れている理由. Tech Target Japan (2014/02/14)
3. 医療現場での「スマートデバイス」テレビ会議システム」の有用性は 国内大学病院の医療情報システム担当者が議論. 日経デジタルヘルス (2014/07/23)
4. 京大病院の“情シス”に聞く(後編): 真の「医療×IT」を実現するために、求められる電子カルテシステムとは?. IT Media (2015/02/04)
5. デジタルヘルス DAYS 2015: 電子カルテが「情報のゴミ箱」から脱却するためには: 京大病院の黒田氏が講演. 日経デジタルヘルス (2015/10/19)
6. デジタルヘルスデイズ 2015 : 電子カルテは情報のゴミ箱?. 日経デジタルヘルス, 特別編 終版 秋 (2015/11/05)
7. 京大病院が 1100 台導入、バイタルデータ登録端末. 日経デジタルヘルス (2016/06/23)
8. リポート 京大病院が進める ICT 業務効率化(1) 「かざす」だけでバイタルデータを瞬時に記録. 日経メディカル (2017/01/18)
9. 京大病院の ICT 改革(上): バイタル記録は「かざす」だけ. 日経デジタルヘルス (2017/01/20)

6. 研究組織

(1)研究代表者

黒田 知宏 (KURODA Tomohiro)
京都大学・大学院医学研究科・教授
研究者番号: 10304156

(2)研究分担者

竹村 匡正 (TAKEMURA Tadamasa)
兵庫県立大学
・大学院応用情報学研究科・教授
研究者番号: 40362496

桑 直人 (KUME Naoto)
京都大学
・大学院医学研究科・特定准教授
研究者番号: 00456881

岡本 和也 (OKAMOTO Kazuya)
京都大学・大学院医学研究科・講師
研究者番号: 60565018

(3)連携研究者

大星 直樹 (OHBOSHI Naoki)
近畿大学・理工学部・教授
研究者番号: 80294247

多田 昌裕 (TADA Masahiro)
近畿大学・理工学部・講師
研究者番号: 40418520

野間 春生 (NOMA Haruo)
立命館大学・情報理工学部・教授
研究者番号: 00374108

(4)研究協力者

なし