

資料 3 平成 15 年度プロトタイプの実用検討

医療画像情報送信システム（リアルタイム指揮通信システム）試作機の性能検討

1) 目的

医療画像情報送信システム（リアルタイム指揮通信システム）試作機の性能評価を目的に、災害訓練現場で試用し、システムの機能、操作性、携行性などについて検討した。

2) 対象および方法

a) 災害訓練の概要

大阪空港で行われた平成 15 年度の第 28 回航空機事故対策総合訓練（日時：平成 15 年 10 月 18 日〈木〉午後 1～4 時、場所：大阪国際空港 S-3 エリア）の現場に試作機を持ち込み、空港内で送受信を行い検討した。参加者は、大阪空港を管轄する池田市、伊丹市、豊中市の各医師会および救急基幹病院、消防署、警察署をはじめ総計 47 機関、550 名からなり、これらが一同に会して訓練に参加した。訓練は、緊急着陸の際に滑走路をオーバーランした航空機が炎上し、多数の傷病者が発生したという設定で、ジャンボ旅客機（実機）を中心に特殊消防車、救急車、傷病者搬送ヘリコプターが動員され、2つの傷病者治療用テントと軽症者

用バス 1 台が設営された。

b)参加者

兵庫医科大学救命救急センター 丸川征四郎、久保山一敏、平田淳一

ドコモ関西 小縣弘志

日本総合研究所 大井大輔

リコー関西 堀田泰久、水上政利

リコー 長井 誠、舟波篤司、鈴木 章、林 正昭、

日立造船 吉田晴彦、

c)システムの構成 (図 3-1、2-1)

①基地局：現場指揮所横の来賓席・見学者席に大型ディスプレイ（マルチメディアボード）および周辺機器を設置し、移動局から伝送される画像/音声情報を受信し、それに基づき指示を行う。

基地局のハードウェア構成は、PC：IBM2656-6HJ（Pentium 1GHz）、ネットワーク：FOMA F2402（PC カード型データ通信専用端末）、ネットワーク Air Station：BUFFALO WBR-G54 である。

②移動局：訓練現場に3局（ウェアラブル PC 無線 LAN モデル2局，FOMA 単体モデル1局）配置する。

移動局のハードウェア構成は、ウェアラブル PC 無線 LAN モデル：ウェアラブル PC を中心としたフルスペック装備で、要員が装着しながら現場活動ができる

ようコンパクトにまとめられている。機材は、ウェアラブル PC : XYBERNAUT MA-V (Celeon 500MHz)、ヘッドセット (ヘッドマウントディスプレイ, CCD カメラ, ヘッドフォン, マイクロフォン) で構成されている。ネットワーク無線 LAN カードには BUFFALO WLI-CB-G54 を用いた。なお、比較のためカメラ付き携帯電話 FOMA P2102V (31 万画素) も単体モデルで利用した。

③外部閲覧：基地局画面を、インターネット経由で NTT ドコモ関西 (大阪市内) の会議室へ配信する。

d) 送信の方法

移動局は、現場の状況をリアルタイムに画像 (静止画, 動画) を音声情報とともに基地局へ LAN もしくは FOMA 回線を通じて送る。基地局は、同時に受信する複数の画像情報を、マルチメディアボードの分割画面に同時表示し、指揮者は状況を判断して現場へ指示を送る。同時に、基地局画面をインターネット経由で NTT ドコモ関西会議室へ配信する (本来は現場の対策本部への送信に使用すべき回線であるが、環境の整備が間に合わなかったため、その代替として NTT ドコモへ送信し、評価した)。

3) 評価

①ウェアラブル PC 無線 LAN モデルとの通信

- ・ 通信状況：基地局と移動局との距離は常時 100m 以内であったが、移動局の無線 LAN カードの向き (移動者の姿勢・体位) によって通信状態が悪化した。また

テントなどの障害物により、通信が切断されることがあった。

- ・ 画像/音声状態：フレームは 3～5/秒。音声遅延が多発し、会話は不能であった。現場の状況を把握することは可能であるが、音声情報の交換や画像による視診は不可能であった。

②FOMA 単体モデルとの通信

- ・ 通信状況：通信状態は良好であり、通信切断は皆無であった。ただし受信側 PC がダウンしたことによる通信切断がしばしば発生した。

- ・ 画像/音声状態：フレームレートは無線 LAN より高く 5～8/秒。音声遅延が多発し、会話は不能であった。

4) 考察

① ウェアラブル PC 無線 LAN モデルとの通信

- ・ 無線 LAN アンテナの高所設置や増設により、通信状態を安定させることが可能。
- ・ 基地局及び移動局の CPU スペックを上げることにより、フレームレート向上・音声遅延減少などに多少の改善が見込まれる。
- ・ 使用した PC カメラの性能は市販品中最高クラスだが、模擬傷病者の理学所見は十分描出できなかった。

② FOMA 単体モデルとの通信

- ・ 周囲の状態に関わらず、電波状態は安定していた。

- 基地局及び移動局のCPUスペックを上げることにより、フレームレート向上・音声遅延減少といった改善が見込まれる。
- TV 電話の画像情報をシステムに直接取り込むことができれば、画像/音声共に格段に向上すると思われる。(今回は「TV 電話ソフトで表示された画像のキャプチャし画像変換を行う」という方式をとったため、データの劣化が激しく、PCに高い負荷がかかった。)
- 無線LAN移動機と比較すると、画質面で大きく劣る。「データ通信速度」「カメラスペック」の向上が必須である。

6) 結語

医療画像情報送信システム（リアルタイム指揮通信システム）試作機は、第1号機であるが、基本システムとしては満足すべきものである。種々の改良すべき問題を抱えているが、その多くは電子機器の開発で解消できる種類のものである。今後は、さらに救急現場、災害現場で使い易い物にすること、通信システム総体との機能的整合性を目指した改良を加える必要があると考えている。

資料 4、画質評価

送信画像の臨床医学的な画質評価

目的

臨床診断に耐えるには、伝送される画像は極めて鮮明でなければならないことは想像に難くない。しかし、どの程度の画素数が必要かはほとんど分っていない。テレビ画面のような高品質の画像が送信できれば問題はないが、デジタル通信回線では送信情報量が制約されるので、送信方式も考慮しなければならない。そこで、予備的なデータとしてディスプレイ画素数が臨床判断に与える影響について検討した。

対象および方法

第 1 回 画像検討実験

日 時：平成 16 年 1 月 22 日（木）、23 日（金）

場 所：兵庫医科大学救命救急センター（22 日）、NTT ドコモ関西（23 日）

参加者：兵庫医科大学救命救急センター 久保山一敏、吉永和正

NTT ドコモ関西 小縣弘志

対象および方法：成人男子（healthy volunteer）の体表（爪床圧迫試験、眼瞼結膜、挺出舌）を、デジタルカメラ（200 万画素、ストロボ使用）で撮影した。

特に、圧迫部と正常部の爪床の色調の差，眼瞼結膜の色調，舌の色調とぬめり感に注目した．この画像を PC のソフトウェア（DIGICLIP3）上で擬似的に画素数を減らし，100 万画素，30 万画素の画像をシミュレーション作成して，実用に耐えるかを検討した．

第 2 回 画像検討実験

日 時：平成 16 年 3 月 1 日（月） 午後 1～6 時

場 所：兵庫医科大学（兵庫県西宮市）構内

参加者： 兵庫医科大学救命救急センター 久保山一敏

NTT ドコモ関西

小縣弘志、奥 誠一

リコー関西

堀田泰久

リコー

福島伸一

対象および方法：第 1 回目の実験と同じく、健康成人ボランティアを被写体とし、画素数可変のデジタルカメラで撮影して、比較検討した．さらに新世代 FOMA の実機サンプル品を用いて、同じ被写体を撮影し、両者を比較検討した．また、今回は救急現場の撮影条件が多様であることを考慮し、さまざまなシチュエーションを再現できる環境を大学構内で捜し出し撮影して比較した．

使用機器には下記を用いた。

①デジタルカメラ（リコー Caplio Pro G3）：324 万画素．光学 3 倍ズーム，接写機能，高感度モード，フラッシュ，撮影画像の e-メール送信機能を装備

②FOMA P900i : 128 万画素, オートフォーカス (約 5cm~) 装備

対 象 : 健康成人男子 (healthy volunteer) の体表 (全身像, 眼瞼結膜, 挺出舌, 爪床圧迫試験) をデジタルカメラ (300 万画素) で撮影した。特に, 全身のプロフィールと皮膚色調の再現性, 眼球・眼瞼結膜の色調, 爪床の圧迫部と非圧迫部の色調差, 舌の色調とぬめり感の再現性を検討した。

以上の画像を, デジタルカメラでは 30 万, 130 万, 300 万の 3 種の画素数で撮影した。接写機能やフラッシュは適宜使用した。FOMA P900i でも同じ画像を可能な限り良好な画像の得られる設定で撮影した。

なお時間の制約から, 今回は静止画のみを検討した。

結果

①身体全景 (図 4-1)、建物および乗用車の全景 (図 4-2) については, 30 万画素と 300 万画素の画像は基本的には同じである。30 万画素で光線が不足の画像は不鮮明である。しかし, 300 万画素では 30 万画素で見えない画像が浮かび上がる訳ではない。睫毛を接写した場合 (図 4-3)、30 万画素では毛の一本一本を識別できないが, 300 万画素では識別可能である。

②眼瞼結膜は身体情報の収集に頻用される。画素数の違いは色調にはほとんど影響せず, 粘膜直下の毛細血管の網目の分離識別が可能か否か違いであった (図 4-3)。爪床圧迫試験 (図 4-4) では, いずれの画素数でも圧迫部と非圧迫部の色調差は描出されていた。

③色調や照度が画像の再現性と鮮明度に強く影響した。

考察

第1回 画像検討実験：ソフトウェア上では、デジタル・カメラ画像の画素を間引く操作が行われる。しかし、これで得られたバーチャルな3種の画像は、実際に得られる画像とは異なり、画素数を仮想的に減じても顕著な差を感じさせない結果であった。

本来、本ソフトウェアは画像閲覧ソフトとして作成されており、「パソコン内の画像をサムネイルで高速一覧表示し、検索、整理、編集する」ことが目的と考えられる。今回のような使用法は、本来の機能からはずれるため、開発元もモニター上での見かけの上での差ははっきりしないことを認めているとのことである。これは、本法の限界を示すものかもしれない。

第2回：デジタルカメラ（リコー Caplio Pro G3）での検討では、画素数は30画素では不満が残るが、100万画素クラスではほぼ実用に耐え、画素数を増やしても顕著な画質の改善はみとめなかった。しかし、救急現場での患者情報は全身の輪郭から局所のクローズアップまでが必要となるため、接写機能は必須と考えられた。また暗所での撮影にはフラッシュが必要だが、局所の色調に影響を与える可能性も危惧される。

FOMA P900i は、スナップ撮影程度の焦点深度を要する場合はほぼ実用に耐える画像が得られた。それに加えて操作の簡便な接写（オートフォーカス）機能、

フラッシュ機能の充実が望まれる。さらに、雨天や水辺での現場活動の可能性を考えると、耐水性の検討が必要と思われる。また夜間での実験は未施行であり、今後の検討課題である。

今回は、健康成人の体表所見を中心に画像の検討を行った。病的所見や外傷所見の撮影は未施行であり、これも今後の検討課題である。

結論

画面ディスプレイの画素数を 30 万画素から 300 万画素に上げることによって、画像は鮮明になった。しかし、色調の変化や、低い照度で収集した画像がどの程度、影響するかについては今後の検討が必要である。

以上から、画素数可変のデジタルカメラを用い、条件の異なる画像を複数撮影して比較することが必要と判断した。

資料5 特別講演会

ウェアラブルコンピュータに関わる講演会ならびに検討会

日 時：平成16年3月12日（金） 午後5～7時

場 所：ホテル・ニュー・アルカニック（兵庫県尼崎市）

主 催：Prehospital Telemedicine 研究会および班会議

参加者：

兵庫医科大学救命救急センター 丸川征四郎、久保山一敏、平田淳一

NTT ドコモ関西 小縣弘志、奥 誠一、大西秀尚、志智保久

NTT 西日本 松本政昭

リコー関西 秋山義和

日本総合研究所 大井大輔、紀伊信之

その他（兵庫医科大学5回生） 山本雅章、山本光洋、吉岡恵美

吉川晴菜、吉川理恵

A) 特別講演および討論会

1) 特別講師：志水英二 宝塚造形芸術大学 造形学部芸術情報科 教授

コメンテーター：中村 肇 大阪市立大学大学院医学研究科 助教授

2) 講演タイトル：「ウェアラブルコンピュータによる救急医療支援」

3) 内容：

- a) ウェアラブルコンピューターの現状と進歩の方向性を講演.
- b) 下着にセンサーを埋め込み、装着者の生理情報を感知させる方向性.
- c) 知的装身具（眼鏡型ディスプレイ、袖装着ディスプレイ、等）を組み込み、

知的作業をサポート

- d) 入力機材がネックとなることが多い
- e) 「知的」消防服を開発：以下の機能を統合

(1) 遠赤外線カメラ、可視カメラをヘルメットに装着

(2) 隊員の活動位置センサー

(3) 隊員の生理情報センサー

(4) 通信機器

(5) コンピューター

f) 知的作業服：危険な現場での共同作業を前提に現在開発中。以下の機能を検討している。

(1) ヘッドセット：ウェブカメラ、マイクロフォン装備

(2) 袖ディスプレイ

(3) ハンディマウス

g) 知的作業服のアイデアを拡張するのが、救急隊員には使いやすいのではないか？

B) 新しい装置の性能検討

大災害時の画像送信用に開発された装置である「FOMA 映像バルク通信システム (NTT ドコモ)」のデモンストレーションを通して性能の検討を行なった。本機種は FOMA 回線 (64kbps) を 2 回線同時使用し、従来よりも高画質の動画伝送が可能である。

評価

a) 救急救命士用「知的」ユニフォームプロトタイプ制作の可能性について

志水英二宝塚造形芸術大学教授と中村 肇大阪市立大学助教授の提言から、ウェアラブルコンピューター技術を応用して画像情報伝送を簡便かつ高クオリティで行える救急救命士用「知的」ユニフォームの具体的イメージを得た。特に、ハンズフリーで携行性に優れること、活動のプロトコールや様々な情報を表示できることから、知的作業服のアイデアを拡張する方向性は、検討に値すると思われる。

b) 動画の意味について

既存のデジタルビデオカメラを使用しており画質は改善されていない。送信に約 2 秒の遅れがあり、動画送信では画像が著しく不鮮明であることが判明した。この場合は、むしろ鮮明な静止画像を連続して即送信した方が臨床的価値が高い。送信側全機材を 1 個のリュックサックに収納したことは評価できる。

資料6 研究の実施経過

研究の実施経過

班会議は計7回開催した。研究開発に関する実質的な検討は関連企業の研究者らの協力体制が不可欠であることから、「Prehospital Telemedicine 研究会」と合同開催とした。下記に、それぞれのテーマと議事内容を要約した。

第1回 班研究会議およびPrehospital Telemedicine 研究会

日 時：平成15年8月21日（木）16時-19時30分

場 所：ノボテル甲子園（兵庫県西宮市）

出席者：

兵庫医科大学救命救急センター 丸川征四郎、久保山一敏、平田淳一

ドコモ関西 小縣弘志、奥 誠一、木寺 弘、志智保久

日本総合研究所 小田康弘、紀伊信之

NTT 西日本 松本政昭

リコー関西 堀田泰久

リコー 長井 誠、舟波篤司

検討課題：

1) 班研究の趣旨説明（丸川教授）

厚生労働省に提出した申請書を紹介。当班は小濱班研究「新しい救急医療シス

テムの在り方と病院前救護体制の評価についての研究」に属し、分担する研究項目は「病院前救護体制における情報システムの在り方に関する研究」である。

研究の概要は、「病院前救護体制における救急現場情報の通信と管理システムの在り方を検討し、具体的な改善策を提言する。特に、現場の救急救命士と病院の指導医師がリアルタイムに共有する情報システム、現場情報を処理・蓄積する情報システム、患者情報の保管システム・データベース構築に関する研究を重点課題とする。」

2) 今年度事業計画（丸川教授）

民間企業の研究チーム（現在 NTT ドコモ，日本総合研究所，など）と情報交換を目的とする研究会創設を検討・推進し，理想的な救急現場情報の送信，蓄積システムの全体像を構成する。

画像送信については，新しい送信装置を利用してさらに良質な情報送信の方式を検討する。

3) 当面の活動予定（久保山）

a) 9月14日（日）-16日（火）Remote Telemonitoring and Home Telehealth Forum

（by American Telemedicine Association. Florida）の視察を検討。

b) 10月初旬 第2回班研究ミーティング

c) 10月23日（木）大阪空港ム第28回航空機事故対策総合訓練

d) 時期未定：画像条件の確定。動画と静止画では別のハードウェア（カメラ）

を用いるのが現時点では現実的。

- e) 秋期：次世代 FOMA 発売. 200 万画素が採用される予定. 性能実験を検討.
- f) 冬期：研究者招聘（海外？国内？）
- 4) 大阪空港第 28 回航空機事故対策総合訓練への参加（丸川教授，久保山）
 - a) 画像電送実験（静止画，動画）
 - b) 双方向の言語情報コミュニケーションによる画像のコントロール実験
- 5) ハードウェア・プレゼンテーション
 - a) FOMA（現行製品）：NTT ドコモ
 - b) リアルタイム指揮通信システム：リコー
 - c) 現場対応デジタルカメラ：リコー
- 6) 研究会立ち上げ
 - a) 名称については未定のため各自検討し，後日決定
 - b) 構成メンバーは当面はこのメンバーで立ち上げたい
 - c) 招聘講演も予定している
 - d) 事務局は日本総研が担当
 - e) 班研究のテーマである病院前救護だけに活動を限定せず，災害・地震対策にも寄与する研究会と位置づけると，注目度が高く，経済的援助も期待しやすい.
 - f) カメラの遠隔操作（川重防災，スワンム東大阪市）について
 - g) 定期的開催
 - h) 資料の供覧

第2回 班会議およびPrehospital Telemedicine 研究会

日 時：平成15年10月9日（木）16時-19時30分

場 所：ノボテル甲子園（兵庫県西宮市）

出席者：

兵庫医科大学救命救急センター 丸川征四郎、久保山一敏

ドコモ関西 小縣弘志、奥 誠一、木寺 弘、志智保久

日本総合研究所 小田康弘、紀伊信之、大井大輔

NTT 西日本 松本政昭、前田克樹

リコー関西 堀田泰久、長井 誠、

リコー 舟波篤司、鈴木 章

検討課題：

1)活動報告

2)Remote Telemonitoring and Home Telehealth Forum (by American

Telemedicine Association. Florida, 9月14?16日)の視察は、諸般の事情により断念。

3)10月23日（木）大阪空港第28回航空機事故対策総合訓練へ参加

4) 冬季：画像条件の確定。

5) 次世代 FOMA 機（200万画素が採用される予定）：発売は冬季にずれこむ公算。

性能実験を検討。兵庫医大救命救急センターのスタッフ全員に FOMA 機を一定期間配布し、日常業務に試用する。センターは電波状況が不良なので、技術的改善策を検討。

6) 冬期：国内研究者招聘—メンバーが共通に興味を抱ける講師をメーカー側で検討

7) 大阪空港第 28 回航空機事故対策総合訓練

a) 画像電送実験（静止画，動画）

b) 双方向の言語情報コミュニケーションによる画像のコントロール実験

c) 来賓席を基地局とする（対策本部にも機器を設置するか？）

d) 兵庫医大への画像伝送は行わない

e) 空港の電波状況の事前確認が必要

f) 参加者，参加車両を早急に確定し，空港事務所へ連絡，許可を受ける（丸川，久保山は訓練自体の進行に参画するため、実験は他のメンバーを主体に行う）。

g) ハード&ソフト・ウェア・プレゼンテーション：試作デジタルカメラ（リコー）-740×480pixel（オート・フォーカス，オート，ズーム装備）

h) BROBA チャット・サイト紹介（Docomo）：文字のみでなく，画像・音声でのチャット可能

8) 研究会としての活動

名称は Prehospital Telemedicine 研究会とし、構成メンバーは当面は現在の参加メンバーとする。

講演会の講師の人選を進める。

カメラの遠隔操作（川重防災，スワンム東大阪市）を将来の研究項目に加えることが妥当である。

第3回 班会議およびPrehospital Telemedicine 研究会

日時：平成15年12月24日（水）18時-19時30分

場所：兵庫医科大学（兵庫県西宮市）

出席者：

兵庫医科大学救命救急センター 久保山一敏、丸川征四郎

ドコモ関西 小縣弘志

日本総研 小田康弘

検討事項：

1) 情報交換

2) 冬季：コンピューターのソフトウェア上で、デジタル画像の画素数変化をシミュレーションし、病院前医療活動に必要な十分な画像条件を確定する。

3) 次世代 FOMA 機（200万画素を採用）：発売は2月の予定。性能実験を検討。

さらに兵庫医大救命救急センターのスタッフ全員に実機を一定期間配布し、日常業務の延長で試用する。ただし、センターは電波状況が不良なので、技術的解決策を検討。

4) 研究会としての活動

名称：Prehospital Telemedicine 研究会（仮決定）

講演会：講師として、宝塚造形芸術大学・造形学部芸術情報科学科 志水英二教授に打診する。教授はウェアラブルコンピューターの研究を通じ、知的消防服の開発を行っている。本年度中の開催を企画した。

第4回 班会議およびPrehospital Telemedicine 研究会

日 時：平成16年1月22日（木），23日（金）

場 所：兵庫医科大学救命救急センター（22日），NTT ドコモ関西（23日）

参加者：

兵庫医科大学救命救急センター 久保山一敏、吉永和正

NTT ドコモ関西 小縣弘志

討議事項：

第1回目の画質検討のための実験

目的：生体画像の送信画質の至適条件を明らかにすること

方法：成人男子 healthy volunteer の体表（爪床圧迫試験，眼瞼結膜，挺出舌）を，兵庫医科大学救命救急センターの吉永和正講師が所有するデジタルカメラ（200万画素，ストロボ使用）で撮影した。画像の検討点は，圧迫部と正常部の爪床の色調の差，眼瞼結膜の色調，舌の色調とぬめり感の再現とした。

次に、PC のソフトウェア（DIGICLIP3）上で擬似的に画素数を減らし，100万画素，30万画素の画像をシミュレーション作成して，実用に耐えるかを検証