

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科特定課題研究報告書

ウェアラブル端末を活用した救急救命支援シ
ステムの開発
ープロトタイプシステムの要件および映像音
声通信機能の開発ー

市川正隆

(コンピュータサイエンス専攻)

指導教員 田中二郎

2011年 3月

概要

我々は筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラムにおける特定課題研究として、日本電気株式会社（以下、NEC）が提案した「産業向けウェアラブルコンピュータシステムにおける新規ソリューション開発プロセスの習得と実践」というテーマで、同社が開発中のウェアラブルコンピュータ「テレスカウター」(Tele Scouter)を用いて、産業向けウェアラブルコンピュータシステムにおける新規ソリューションの企画立案、仮説検証、及びプロトタイプ開発を学生 4 名で実施した。

我々は「産業向けウェアラブルコンピュータシステムにおける新規ソリューション」として様々な企画を立案したが、企画立案した企画の中から特に「救命支援ソリューション」を取り上げた。

仮説検証フェーズでは、救急隊員の映像での現場把握に対するニーズや、バイスタンダーの救命処置を行う難しさが課題として挙げた。そこで我々はテレスカウターを用いて、バイスタンダーの救命処置支援と、救急隊とバイスタンダーとの映像音声通信によるコミュニケーションによって上記の課題の解決を図るという仮説を立て、プロトタイプシステムの開発を行った。

本報告書では、これらの研究開発の成果の概要について報告するとともに、特にプロトタイプ開発において筆者が担当した音声映像通信機能の設計開発、及び実証実験の結果について報告するものである。

プロトタイプシステムの救急隊員とバイスタンダーとのコミュニケーション機能は、救急隊員側の UI とバイスタンダー側の UI、救急隊員とバイスタンダーとの映像音声通信機能から構成される。開発において筆者は、救急隊員とバイスタンダーとのコミュニケーション機能のうち、バイスタンダー側の UI と救急隊員とバイスタンダーとの映像音声通信機能を担当した。

開発では、テレスカウター (Tele Scouter) は組み込みシステム開発の制約があるため、実現可能な技術の調査を行い、その中からプロトタイプシステムの要件を満たすものを開発する、という手順で行った。調査の結果から、通信にはソケットを利用し、映像処理は DirectShow を用いた USB カメラの映像処理とキャプチャーした Jpeg 画像の連像送受信で実現した。また音声通信は Wave データの入出力とその送受信から実現した。さらに、救急隊員側のアプリケーションへ組み込むために通信機能のモジュール化を行った。また、バイスタンダーの救命処置支援のための救命処置手順表示機能との連動部分についてバイスタンダー側のアプリケーションに組み込んだ。

プロトタイプシステムのコミュニケーション機能について実証実験を行った結果、映像音声通信によって、バイスタンダーの適切な救命処置へのサポートが可能であることや、救急隊員が現場状況を把握できることを確認した。

目次

第1章	はじめに	5
1.1	プロジェクト概要	5
1.2	ヘッドマウントディスプレイ、ヘッドマウントカメラについて	7
1.3	「テレスカウター」(Tele Scouter) について	7
1.4	本報告書の構成	8
第2章	企画立案	9
2.1	企画立案の進め方	9
2.2	立案した企画案	10
第3章	仮説立案・検証	12
3.1	救急救命支援ソリューション	12
3.1.1	背景・問題点	12
3.1.2	解決案	14
3.1.3	システムの利用シーン	14
3.1.4	システム概要	16
3.2	仮説検証	17
3.2.1	検証方法	17
3.2.2	検証結果	17
第4章	救急救命ソリューションのプロトタイプシステムについて	19
4.1	プロトタイプシステムの目的	19
4.2	利用シナリオ	19
4.3	想定する利用者	20
4.4	システム構成	20
4.5	システムの要件	22
4.5.1	システムの機能詳細	22
4.5.2	プロトタイプシステムの非機能要件	23
第5章	開発フェーズにおける検討事項	25
5.1	システム構成における検討事項	25
5.2	開発における技術内容の検討事項	25
5.3	開発環境について	26
第6章	開発機能の分担と開発担当した機能	27
6.1	開発機能の分担	27
6.2	担当機能の開発方針	27
6.3	ソケット通信	29
6.3.1	ソケット通信における通信の流れ	29
6.3.2	スレッドを用いた非同期通信の実装	30
6.3.3	通信処理機能の開発	31
6.4	映像通信	35
6.5	音声通信	36
6.6	アプリケーション構成について	37
6.7	開発の実績	38
6.7.1	成果物について	38

6.7.2	プログラムについて	39
第 7 章	実証実験と評価検証	40
7.1	実証実験の方法	40
7.2	実証実験の結果	42
7.3	実証実験における開発担当部分の評価検証とその結果	44
7.3.1	評価検証項目	44
7.3.2	検証項目の評価結果	45
7.4	考察	46
第 8 章	関連研究	48
第 9 章	プロジェクトの振り返り	49
9.1	プロトタイプシステムの開発計画と実績	49
9.2	企画の振り返り	50
9.3	仮説立案・検証の振り返り	50
9.4	プロトタイプシステム開発の振り返り	50
9.5	実証実験の振り返り	51
第 10 章	結論と今後の展望	52
謝辞		53
参考文献		54
付録		56

図目次

図 1-1	プロジェクトのスケジュール	6
図 1-2	プロジェクトメンバーと役割分担	6
図 2-1	企画の分類表（一部抜粋）	9
図 3-1	救急隊の現場到着時間及び病院収容時間の推移	12
図 3-2	カーラーの救命曲線（M.Cara：1981.「カーラーの曲線」一部改変）	13
図 3-3	利用シナリオ（前半）	15
図 3-4	利用シナリオ（後半）	16
図 3-5	ソリューションのシステム構成	17
図 4-1	プロトタイプシステムの利用シナリオ	20
図 4-2	システム構成図	21
図 4-3	コミュニケーション機能の概要図	23
図 6-1	ソケット通信の処理の流れ	30
図 6-2	バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリのクラス構成	32
図 6-3	バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリのフローチャート	33
図 6-4	救急隊員側の映像送受信モジュールのクラス構成	34
図 6-5	アプリケーション構成	38
図 7-1	各処置の所要時間(映像音声通信と音声通信のみ)	43
図 7-2	各処置の誤り数(映像音声通信と音声通信のみ)	43
図 9-1	プロトタイプシステムの開発計画と実績	49

表目次

表 4-1	ソフトウェア構成.....	21
表 5-1	開発環境.....	26
表 6-1	映像音声通信の技術要件.....	28
表 6-2	プログラムの実績.....	39
表 7-1	コミュニケーション機能を用いた評価実験.....	40
表 7-2	各救命処置の所要時間の範囲.....	41
表 7-3	各救命処置の誤り箇所チェックリスト.....	41
表 7-4	アンケート項目.....	41
表 7-5	救急隊員へのインタビュー結果.....	44
表 7-6	実証実験における開発担当部分の評価検証項目.....	44
表 7-7	実証実験における開発担当部分の評価検証項目とその結果.....	45

第1章 はじめに

筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム（以下、高度 IT コース）における特定課題研究として、筆者を含む 4 名のチームで日本電気株式会社（以下、NEC）が提案した「産業向けウェアラブルコンピュータシステムにおける新規ソリューション開発プロセスの習得と実践」というテーマの元、同社の製品であるウェアラブルコンピュータ「テレスカウター」（Tele Scouter）を用いたソリューションの企画立案、仮説検証、及びプロトタイプ開発を行った。

本報告書は、これらの研究開発の成果、特にプロトタイプ開発において筆者が担当した音声映像通信機能の設計開発、及び実証実験の結果について報告するものである。

1.1 プロジェクト概要

本プロジェクトでは、NEC の製品であるウェアラブルコンピュータ「テレスカウター」（Tele Scouter）を用いたソリューションの企画立案から、仮説検証、プロトタイプ開発、実証実験、評価検証を行った。

本プロジェクトの目的は、テレスカウターの特性を活かしたソリューションを提案することと、提案したソリューションのプロトタイプシステムを開発し、実証実験を行うことでソリューションの有用性を検証することである。

本プロジェクトのスケジュールを図 1-1 に示す。

「企画、仮説立案」フェーズでは、ソリューションの企画を行い、その中から市場調査やビジネスモデルを検証し、仮説として 1 つのソリューションを立案する。「仮説検証」フェーズでは、有識者へのヒアリングや参考文献の調査からソリューションの妥当性を検証する。

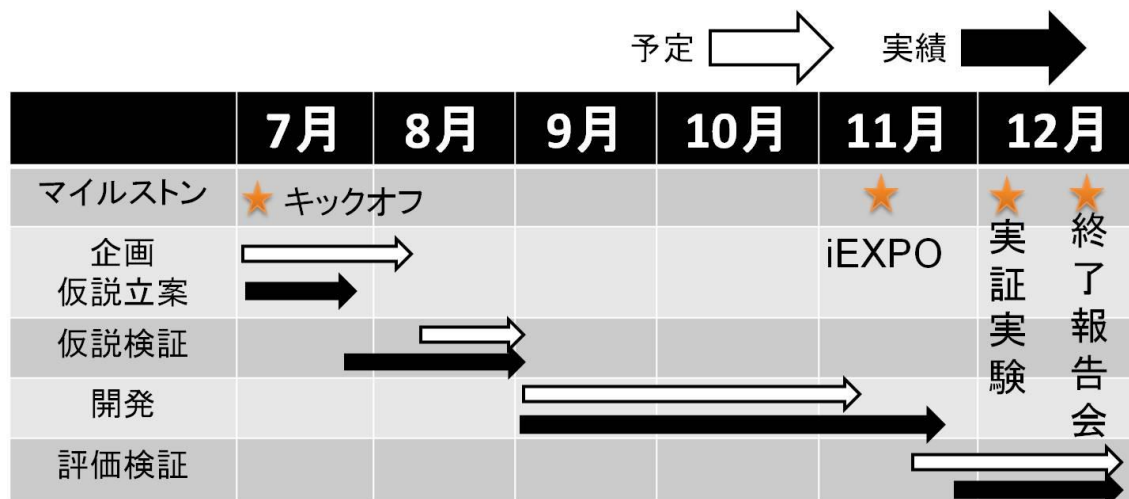
「開発」フェーズでは、検証結果を元にソリューションのプロトタイプシステムを開発する。

「実証実験、評価検証」フェーズでは、プロトタイプシステムを用いて実証実験を行い、実験の評価結果からソリューションとしての有用性を検証する。

プロジェクトは筆者を含めた高度 IT コースの学生 4 名がメンバーの中心として進めた。NEC は外部支援として企画検証の協力、技術情報／ノウハウの提供等を行った。

プロジェクトメンバーの関係とそれぞれの役割分担を図 1-2 に示す。

具体的なメンバーの分担について、企画フェーズでは各メンバーがそれぞれの企画案を立案した。仮説立案、検証のフェーズとプロトタイプシステムの要件定義はミーティングを中心に全員で行った。プロトタイプシステムの設計以降の開発フェーズでは各メンバーが機能ごとに担当を分担して開発した。



- 企画・仮説立案
テレスカウターを用いた企画を立案し、その中から仮説を立てソリューションとして立案する
- 仮説検証
ソリューションの有用性、市場性について検証する
- 開発
仮説検証に基づいてプロトタイプのスコープを決定し、プロトタイプの設計、実装、テストを行う
- 評価検証
プロトタイプを用いた実証実験を行い、実験結果からソリューションの有用性を評価する

図 1-1 プロジェクトのスケジュール

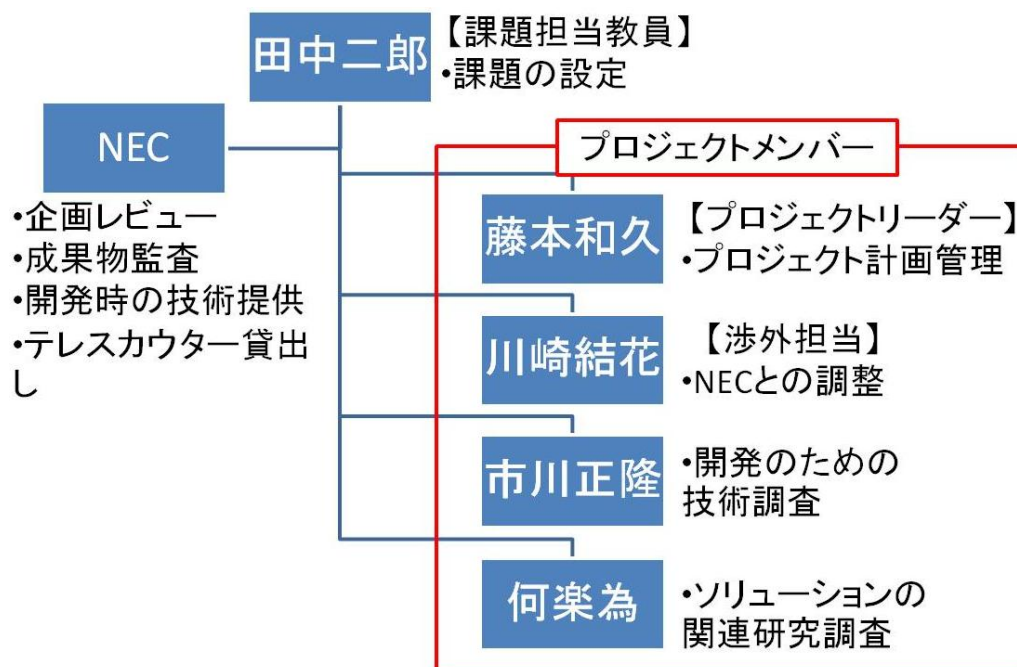


図 1-2 プロジェクトメンバーと役割分担

1.2 ヘッドマウントディスプレイ、ヘッドマウントカメラについて

ヘッドマウントディスプレイ（Head Mounted Display、HMD）とは、頭部に装着するディスプレイ装置であり、その用途は大きく分けて 2 つある。1 つは物理的空間や視線の移動を考慮せずに済むディスプレイとしての役割、もう一つは視覚に働きかけて立体的な映像を表示させるバーチャルリアリティのための表示ツールである。

1968 年、Ivan Edward Sutherland が 3 次元ヘッドマウントディスプレイの開発を提唱した。[1]

ヘッドマウントディスプレイの形状は、帽子型とメガネ型がある。ディスプレイの方式はかけても外の様子が見える透過型と外の様子が見えない非透過型がある。また画面の投影方法も虚像投影と網膜投影がある。

ヘッドマウントカメラ（Head Mounted Camera、HMC）とは、頭部に装着するカメラである。ウェアラブルコンピュータに接続された HMD、HMC、及び作業仲間無線ネットワークで遠隔地からなるシステムによって、遠隔作業支援に利用される[2]。装着者の実作業空間の状況は音と映像によって遠隔の協調作業仲間である指示者に送られ、また、HMD を通して装着者は、遠隔の指示者が提供する指示内容を視覚的に得ることができる。

作業仲間が HMD と HMC を装着し、装着者の作業空間の映像を遠隔地の指示者に伝送する葛岡の Shared-View System[3]がある。指示者は、HMC で得られた遠隔作業空間の映像に手振りを重ね合わせて作業仲間（装着者）の HMD に表示させることで、対話的な作業支援を実現させる。HMD と HMC での対話的な作業支援の比較についての研究では、HMD と HMC を装着し、遠隔の熟達した共同作業仲間が居る場合、居ない場合、実作業空間のビデオ映像がない場合やある場合を比較した Kraut ら[4]の研究があげられる。また、HMC を使った場合と作業場所に固定したカメラを使った場合を比較した Fussell ら[5]の研究などがある。

さらに、HMD と HMC を用いた対話的な作業支援向けの製品例として、後述するテレスカウター（Tele Scouter）や Fast IC[6]が挙げられる。Fast IC は単眼 MND と MNC、骨伝導ヘッドセット、小型 PC を用いる。利用シーンとしては、設備、車輛、航空機などの点検・整備の現場やプラント、ビルなどの建設現場等での遠隔作業支援、オフィスビル、工場、銀行、プラントなどでの構内巡回警備支援、災害、事故等の災害救助支援等が上げられる。

1.3 「テレスカウター」（Tele Scouter）について

「テレスカウター」（Tele Scouter）とは、NEC が開発しているメガネ型ディスプレイを中心とするウェアラブルコンピュータシステムである。

その構成は、眼鏡型ヘッドマウントディスプレイ、MGS（Mobile Gateway Server）と呼ばれる小型コンピュータ（以下、ウェアラブル端末）と、スピーカーとマイクが付いたヘッドセット、ヘッドマウントカメラ（HMC）を身体に装着し、ブロードバンドネットワークを介してサーバシステムと情報を送受信するシステムとなっている。[7]

「テレスカウター」（Tele Scouter）には以下のような特徴[7]が挙げられる。

- 外の様子を透過して直接見ることができるハーフミラーを使った眼鏡型かつ光学透過型のヘッドマウントディスプレイで、ほとんど視界を遮ることなく両手で作業することが可能
- 必要な時のみ表示された情報を見るため、眼精疲労が少ない

1.4 本報告書の構成

本報告書は全 9 章から構成される。

第 2 章では、本プロジェクトで行った企画立案のプロセスと筆者の企画案について述べる。

第 3 章では、企画からソリューションとして仮説立案した救急救命支援ソリューションの内容と、仮説検証の方法、検証結果について述べる。

第 4 章では、本プロジェクトで開発する、救命支援ソリューションのプロトタイプシステムの目的、システム要件として想定される利用者やシステム構成や機能要件について述べる。

第 5 章では、開発するシステムにおける技術課題等の検討事項について述べる。

第 6 章では、開発するシステムの設計、実装について、その設計内容や、成果物の実績について述べる。

第 7 章では、実証実験の方法と実験結果、さらに実験結果を元にした考察について述べる。

第 8 章では、仮説検証で行った、仮説立案した救急救命支援ソリューションについての関連研究について述べる。

第 9 章では、本プロジェクトの成果から出した結論と今後の展望について述べる。

第2章 企画立案

本章では、テレスカウターを用いたソリューションの企画立案時の進め方と、筆者が立案した企画案について述べる。

2.1 企画立案の進め方

企画立案では、まず各テーマに合わせてブレインストーミングによる発散を行い、企画を出し合う。具体的な企画テーマとして、顔認識や、音声認識といった機能ごとのテーマに合わせてその機能を活かすような企画案を立案していく。

また企画を比較するための共通指針として、ターゲット顧客や、その規模、顧客への提供価値、市場の成長性や顧客ニーズ、ソリューションに関連した社会動向等の項目を設け、実現可能性を視野に入れた企画として立案していくこととした。

次にマトリクス法による企画の整理を行う。具体的な分類分けとして「医療/介護」、「建設」、「オフィス」等の具体的な利用シーン、また「手順/状況参照」、「遠隔オペレーション」等の機能ごとに分類分けを行った。企画の整理後は、そのマトリクスを参照して関連分野や機能の応用から新しい企画案を再び立案していく。

マトリクス法で整理した企画の分類表を図 2-1 に示す。

このように進めた結果、31 の企画が出された。これらの企画の中から、一つを開発するソリューションとして決定していくプロセスでは、下記のような項目ごとに各企画を点数付けし、その点数の最も高い企画を採用した。

- テレスカウターの特性であるハンズフリー、アイズフリーで映像を見るメリットを生かしてある企画であるか
- エコや安心安全、高齢者・障害者支援等の企業注目度が高いテーマに関連しているか
- 限られた場所での使用を想定した、産業向けに販売展開できるのか
- 同様な企画がすでに提案されていないか
- 市場規模
- 法律的な障壁があるか

最終的に「救急救命支援ソリューション」を開発する企画案として決定した。

	機能									
	音声の視覚化	文字認識	識別タグ	ナビ	手順/状況参照	遠隔オペレーション	音声文書化	映像通信	音声機器操作	
シーン	オフィス	発想支援	リファレンス	暗号化動的コンテンツ付加		プレゼン支援		プレゼン支援 議事録	遠隔会議	
	警備/警察	取調べ支援					取調べ支援	警備支援	警備支援	
	医療/介護				在宅介護支援 入院患者看護支援 AED 育児支援	在宅介護支援 入院患者看護支援 AED 育児支援		在宅介護支援		
	建設				建設現場作業支援	建設現場作業支援		建設現場作業支援		
	災害				救出活動支援	救出活動支援			救出活動支援	救出活動支援
	漁業									漁船遠隔操作

図 2-1 企画の分類表（一部抜粋）

2.2 立案した企画案

本節では筆者が立案した企画案についていくつか紹介する。

建設現場作業支援

本企画は、建設現場における現場監督と作業員のコミュニケーション支援、またクレーン操作におけるサポートを行うソリューション企画である。

特に高層ビルやダム建設など、大規模な建設作業現場においては、作業員も多く広範囲で作業を行っているので、現場監督からの作業情報の伝達は重要になる。

そこで、作業員がテレスカウターを装着して、現場での作業をしながら作業内容の報告や、現場監督からの連絡事項を把握する。また、現場監督はオペレーション用 PC 端末を用いて作業オペレーションを現場作業員に行ったり、作業状況を作業員の HMC から確認する。

さらに、クレーン作業時のクレーンの先端カメラの映像をテレスカウターの HMD で確認しながら細かいクレーン操作を行うことを可能とする。

この企画のメリットは、現場作業員はテレスカウターにより、ハンズフリーで情報取得が可能となり、トランシーバーより画像・映像で分かりやすく、携帯端末よりも素早く情報表示が早い点である。またクレーン操縦時では、アイズフリーのメリットを生かして、クレーン周りの状況などへの注意がおろそかになることを防ぐ。さらに、作業所や協力業者間で行き交う情報を一元化することで、工事の関係者全員が同時に同じ情報を共有し、連絡漏れや指示忘れ、言い違いなどのミスをなくし、スムーズで確実な工事管理を実現させることが可能となる。

検討課題としては、現在利用されている PDA と違い、テレスカウターでは建設の設計図等の表示がしにくい等、テレスカウターのメリットを生かせる範囲が狭い点が挙げられた。

在宅介護支援

本企画は、在宅での要介護者の家族等と遠隔地での介護福祉士とのコミュニケーションによって在宅介護を支援するソリューション企画である。

高齢化によって、今後介護の需要はますます増大し、介護施設も入るのが厳しくなり、在宅介護が増大すると予想されるため、それに対応することをコンセプトとしている。

要介護者の家族等の介護担当者は、テレスカウターを用いて、介護手順、介護スケジュールを確認したり、遠隔地の介護福祉士・担当医師からの指示を受ける。また、遠隔介護の学習、e-Leaning による介護学習を受けることも可能とする。介護福祉士、担当医師は介護担当者の HMC からのカメラ映像、音声等から介護状況を把握し、介護のオペレーションを行う。

メリットとして、介護担当者はハンズフリーで介護をしながら介護手順を確認でき、プロの指導を受けて適切な介護を行うことができる点があげられる。

検討課題としては、法的な問題から規制が厳しくてすぐに参入するのが厳しい点や、在宅介護における現在の需要が、要介護者からの通報・連絡手段の拡充や、介護福祉士がきちんと介護業務を行っているのかを把握すること等で、本企画と外れている点である。

漁船遠隔操作

本企画は、漁船の船長がテレスカウターを用いて、音声操作による魚全の遠隔操作を行い、漁を行いながら、漁船を操縦するというソリューション企画である。

特に、漁師 1、2 人での一本釣り漁船、はえ縄漁船において、漁船の船長がテレスカウターを用いて音声による漁船の遠隔操縦を行うことで漁をしながら漁船を操縦する。HMD には漁船の計器や魚群レーダー、衛星画像等を表示することで、漁をしながら、魚群の追跡を行うことを可能とする。また、近隣漁船との音声・映像通信を行うことで、漁の連携や事故時の連絡のサポートを行うことができる。

検討課題としては、音声操作による遠隔操縦の安全性の問題や、漁船のエンジン、計器等との連携が現段階では厳しい、という問題が挙げられた。

看護師向け入院患者看護

本企画は、病院におけるテレスカウターによる外国人看護師、研修生のサポートを行う、というソリューション企画である。

最近話題に上がった外国人看護師の受け入れ問題の対応や、医療過誤の防止、適切な看護の支援、看護師研修生の看護品質の向上をコンセプトとしている。

具体的には、外国人看護師や看護師研修生がテレスカウターを装着し、HMC から画像データによって、患者の顔を認識して患者に必要な薬、処置等を表示する。また、看護師長が遠隔指示を行うことで、適切な処置を行うためのサポートをしたり、外国人看護師向け会話の翻訳を行う。

検討課題としては、処置方法や処方箋など多くの専門知識がシステムに必要な点、それに関する法的な問題などがあげられる。

第3章 仮説立案・検証

仮説立案のフェーズでは、前章で行った企画から開発する仮説として決定した救急救命支援ソリューションについて、ソリューションが解決する問題、背景を明らかにし、その解決策として、テレスカウターを活用したシステムを提案する。

仮説検証のフェーズでは、救急救命支援ソリューションの新規性やニーズ、ソリューションの解決策で問題を解決できるかどうかの妥当性を検証する。

本章では救急救命支援ソリューションについて、ソリューションの背景・問題点とその解決策、さらにソリューションのシステム概要について述べる。また、救急救命支援ソリューションの仮説検証としておこなったことと、その検証結果について述べる。

3.1 救急救命支援ソリューション

3.1.1 背景・問題点

図 3-1 は救急隊の現場到着時間及び病院収容時間の推移を示している。救急隊の現場到着までの所要時間の全国平均は 7.7 分（前年 7.0 分）、病院収容までの所要時間の全国平均は 35.1 分（前年 33.4 分）となっており、年々増加傾向となっている。

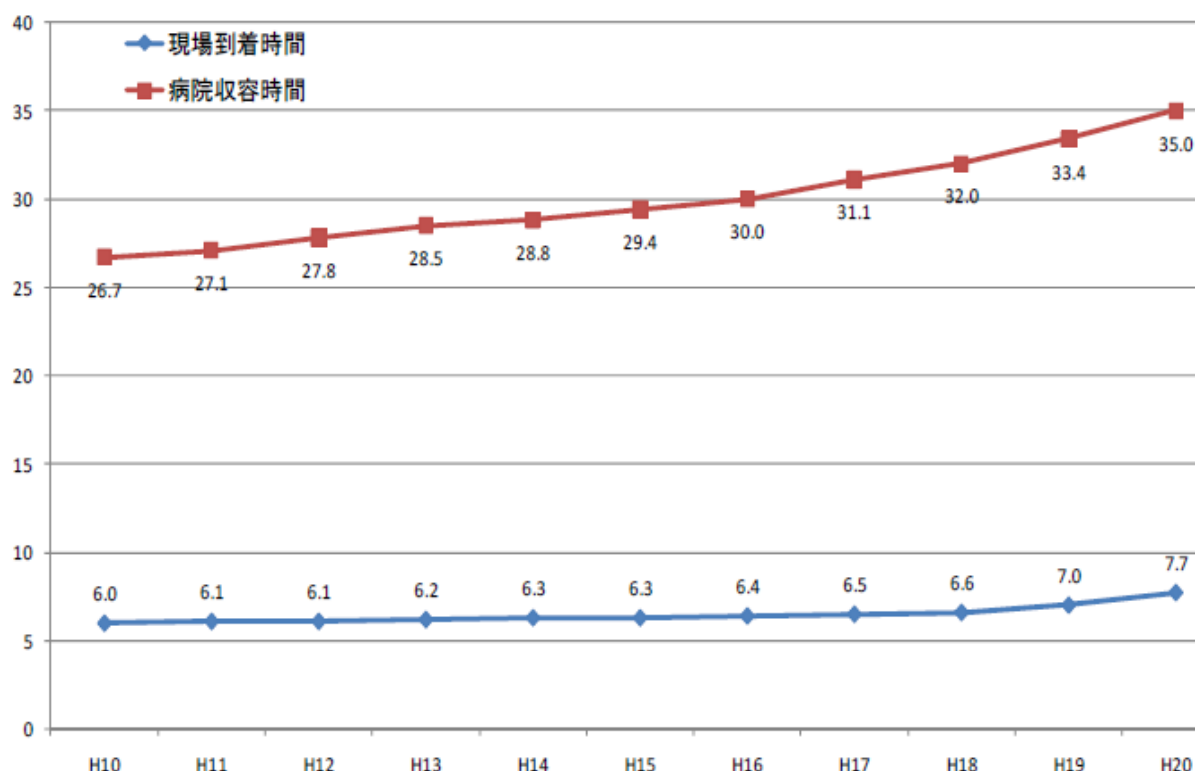
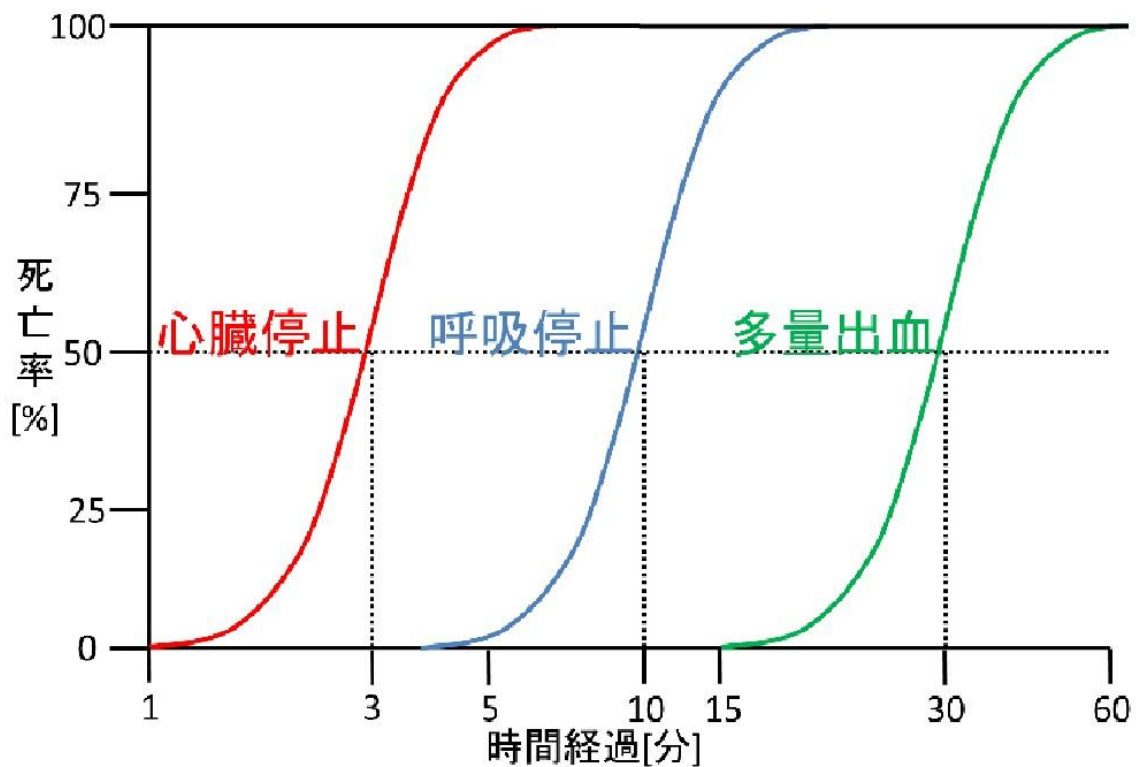


図 3-1 救急隊の現場到着時間及び病院収容時間の推移

また、図 3-2 はフランスの救急専門医 M.Cara が 1981 年に報告したもので、心臓停止、呼吸停止、多量出血の傷病者について、経過時間とその死亡率の目安をグラフ化したもので

ある。特に心臓停止から約3分で死亡率が50%となり、上記の救急隊の現場到着までの所要時間が全国平均で7.7分であることから、救急隊到着までの救命処置が何も行われず、放置していた場合の死亡率はほぼ100%となる。



- ①心停止後3分で50%死亡
- ②呼吸停止後約10分で50%死亡
- ③多量出血後約30分で50%死亡

図 3-2 カーラーの救命曲線 (M.Cara : 1981. 「カーラーの曲線」 一部改変)

さらに、総務省消防庁が 2008 年に発表した救急蘇生統計では、同年の一般市民による応急手当が行われた場合の 1 ヶ月後生存率は 12.8%、行われなかった場合の 8.2%と比べて約 1.6 倍となり、1 ヶ月後社会復帰率についても 8.6%で、行われなかった場合の 4.0%と比べて約 2.2 倍高くなっている。

これらのことから、バイスタンダー(現場に居合わせた一般市民)による迅速な救命手当は、傷病者の生存、社会復帰のためにとても重要であるといえる。

しかし、現状では一般市民により救命処置が実施された傷病者数実施割合が約 50%程度とされる。さらに正しい処置が行われたケースは非常に少なく、心肺停止の場合、有効な処置が実施されたのは 10% (つくば市の場合) となっている。

さらに、バイスタンダーの通報内容が実際の傷病者の状況と食い違っている、という問題

もある。つくば市消防本部中央消防署の救急隊の方からのヒアリングによると、「死戦期呼吸(危険な状態を表す呼吸)でも「呼吸をしている」と通報してしまう、など現場の状況を通報者の鵜呑みにすると、実際の状況と違う場合がある。」といった回答があった。したがって、事前に傷病者状況を把握し、バイスタンダーに適切な処置を指示する手段が求められている。

また、救命には、バイスタンダー・救急隊員・病院の連携が不可欠である。そのため、状況をより正確に把握し、情報連携を支援する手段が求められている。

3.1.2 解決案

前節の課題に対して、以下の解決案を提示した。

① テレスカウターを用いた一次救命処置手順の提示

テレスカウターの HMD に、一次救命処置の手順説明を表示し、バイスタンダーによる正しい処置の実施を支援する。

② テレスカウターによるバイスタンダーと救急隊員との映像音声通信

テレスカウターを装着したバイスタンダーと救急車で現場に向かっている救急隊員とで映像と音声による通信を行い、処置の指導や、傷病者の病態の把握を行う。

③ 病院の医師と救急隊員との映像音声通信

救急隊員が近くの病院に映像を送信し、受け入れ先を探す。医師は映像を見て受け入れ可否を判断や、処置の指導を行う。

①、②の解決案について、バイスタンダーによる救命処置実施率の上昇と、救急隊の正確な状況把握によりバイスタンダーへの適切な処置の実施を行うことで、傷病者の救命率の上昇を目的としている。また③の解決案について、受入病院の早期発見と、病院側の受け入れ準備、救急隊員へのより専門的な救命処置の指導をすることで、救急隊員と病院との連携を強化することを目的としている。

3.1.3 システムの利用シーン

具体的な利用シナリオとしては、図 3-3、図 3-4 を想定している。

まず、テレスカウターの設置場所についてであるが、AED と同じ場所へ設置する。AED の普及率が高まり、一般市民の認知率も高まってきているため、救命措置を行うときに AED と一緒に本システムを利用することが可能になる、という理由である。またテレスカウターの設置場所の別案として、仮説検証の結果から、学校やスポーツジム、老親介護施設といった、救命措置を行う可能性が比較的高い施設において、その施設の職員が保持しておく、という手段も考えられる。

具体的な利用の流れについて、まずバイスタンダーが傷病者を発見してから救急隊員が現場に到着するまでの手順を以下に示す。このとき、テレスカウターの設置場所は AED と同じ場所へ設置している場合で示す。

- ① バイスタンダーは傷病者を発見したら、消防へ通報を行った後、別の協力者に対して、AED とテレスカウターを探してきてもらう。
- ② 通報後、消防署から救急隊員が出動する。
- ③ 協力者が AED とテレスカウターを持ってくる。
- ④ バイスタンダーはテレスカウターを起動し、テレスカウターが表示する救命処置の手順

を確認しながら、救命処置を行う。

- ⑤ 救急隊の PC とテレスカウターの通信が確立した後は、救急隊とバイスタンダーで映像・音声通信を行う。バイスタンダーは救急隊から送信される手順や指示画面を参照しながら救命処置を行う。救急隊はテレスカウターから現場の映像を確認し、バイスタンダーに対して音声、画像による指示を出す。

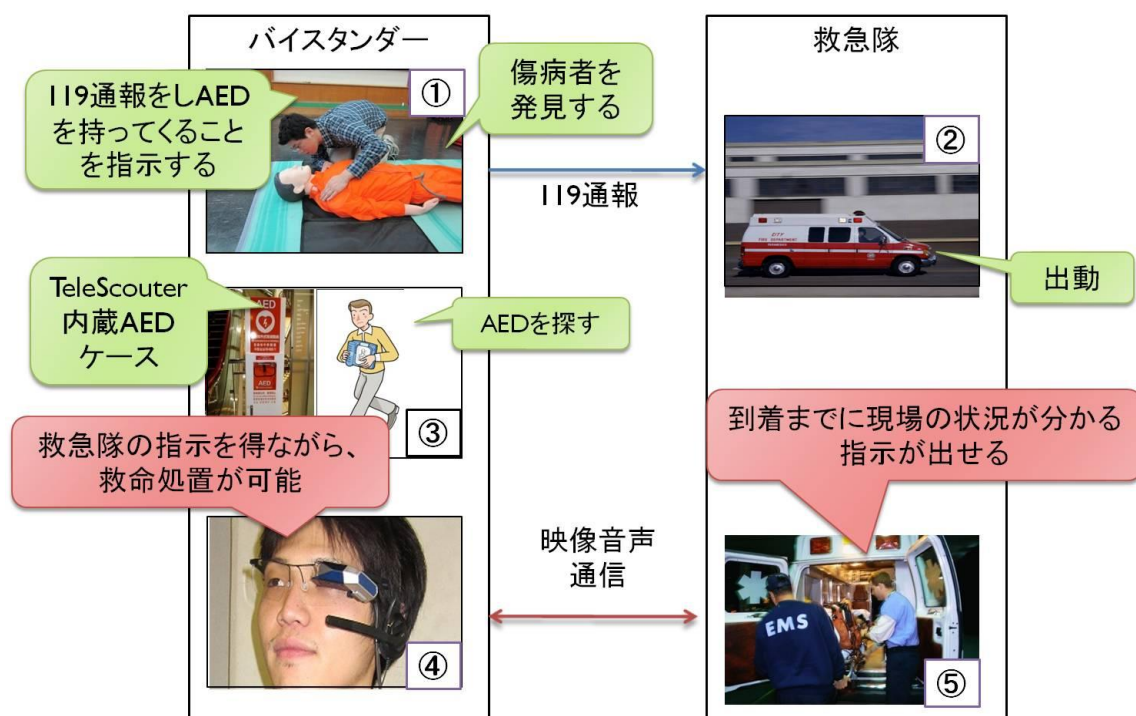


図 3-3 利用シナリオ（前半）

続いて、救急隊員が傷病者を救急車に搬送してから、救急車が受入先の病院に到着するまでの手順を以下に示す。

- ① 救急隊員は傷病者を救急車内に搬送し、救急車内のカメラと音声通信により、近隣の病院へ傷病者の状況を伝える。
- ② 病院は傷病者の状況を確認したら、受け入れ可否を返信する。
- ③ 受入先病院が決定したら、受入先病院の救急担当医の指示に従って救命処置を行う。また、病院は傷病者の状況を確認し、受け入れの準備を行う。
- ④ 受入先病院に救急車が到着する。

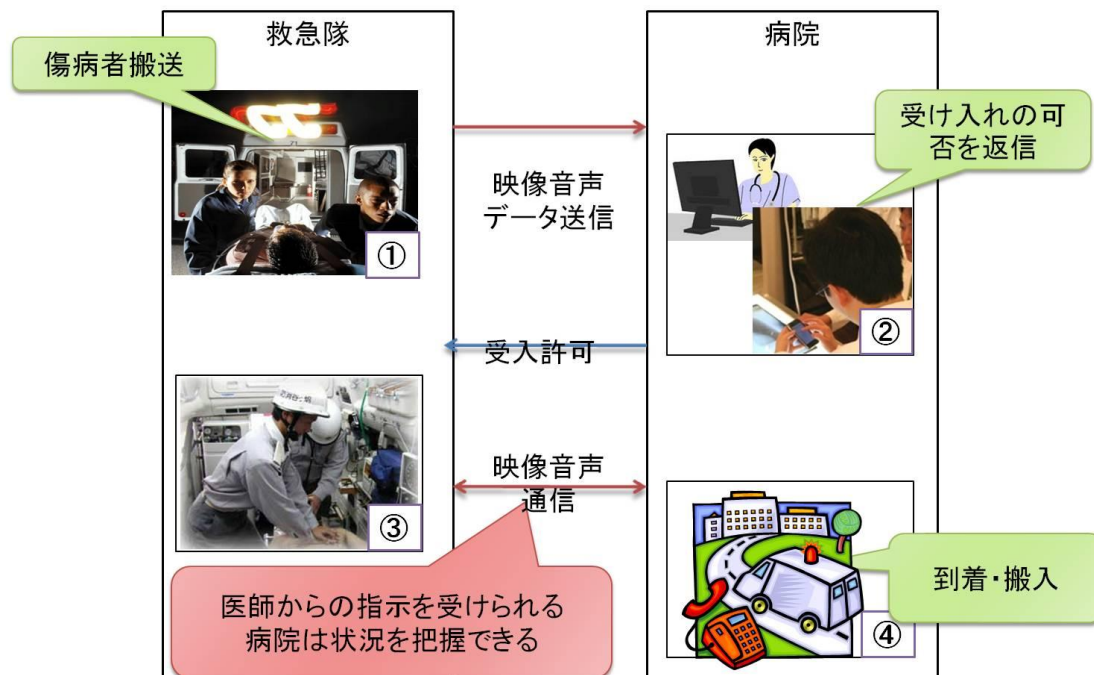


図 3-4 利用シナリオ（後半）

3.1.4 システム概要

本ソリューションのシステム構成を図 3-5 に示す。

テレスカウターの配置場所については、現段階では普及率と認知度の高さから、AED と共に設置する。ソリューションの基幹システムはソリューションを運用する自治体が管理するサーバに設置し、テレスカウターと、救急車内の端末 PC、消防署や病院の端末 PC で公衆回線を通してシステムを使用する。

バイスタンダーは傷病者を発見したら、AED とテレスカウターを持ってきて、テレスカウターを起動すると、公衆回線を通して消防署や救急車内の端末 PC と映像音声通信を行う。また、傷病者を救急車に搬送した後は、救急車で救急隊員が病院と映像音声通信を行う。

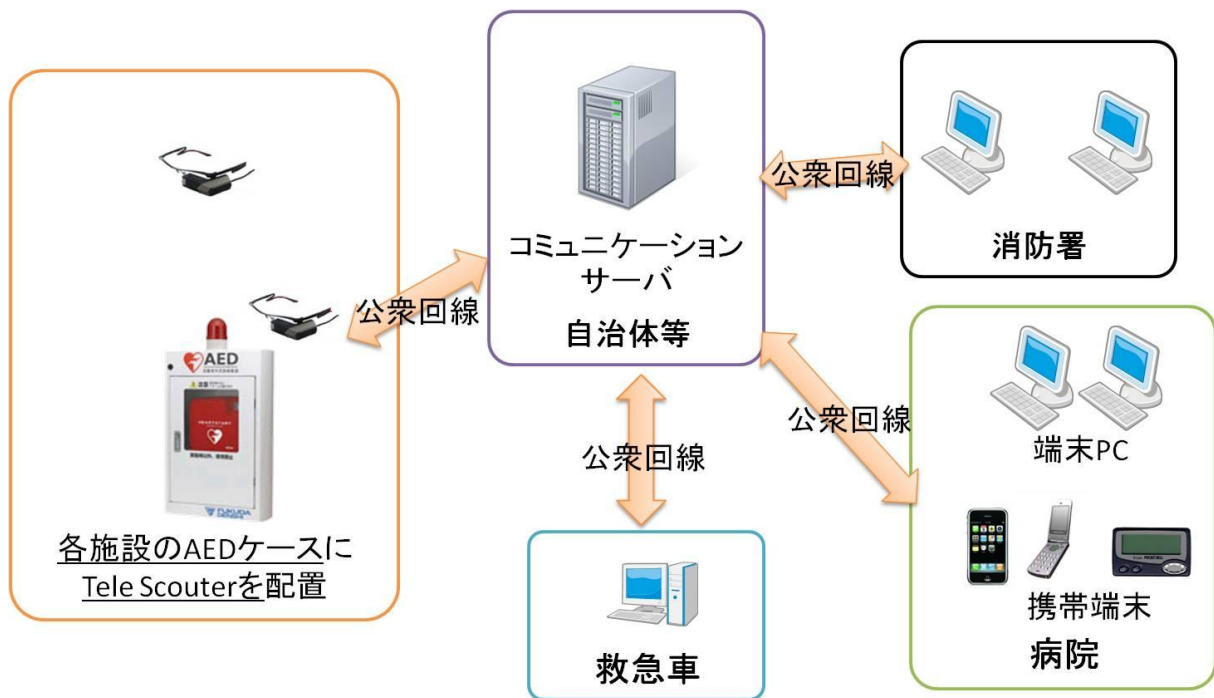


図 3-5 ソリューションのシステム構成

3.2 仮説検証

本節では、救急救命支援ソリューションにおける仮説検証の方法とその検証結果について述べる。

3.2.1 検証方法

救急救命支援ソリューションについての検証方法として、ソリューションの関連研究の調査と有識者へのヒアリングを行う。

関連研究の調査では、ソリューションとの差異を調査し、特に新規性の有無から、市場規模について調査する。有識者へのヒアリングでは、具体的にはつくば市中央消防署の救急隊員、筑波大学病院の救急担当の医師、医療機器メーカーへヒアリングを行い、ソリューションへのニーズやソリューションの問題点、課題の洗い出しを行う。

3.2.2 検証結果

ソリューションの関連研究の調査結果の詳細については、第 8 章で述べる。

調査結果から、バイスタンダーの支援に関しては、研究段階のものが多く、テレスカウターの特性を生かしてバイスタンダーを支援する点に新規性があると判断した。しかし救急隊と救急病院とのコミュニケーションに関しては、全国規模で実証実験の実績があり、特にモバイル・テレメディシン・システムについては製品化もされているため、新規性が低いと判断した。そこで特に前者を中心にプロトタイプシステムの要件を検討した。

また、ヒアリングから下記のような意見をいただいた。

- ▶ 救急担当医師
 - ▶ 病院と救急隊の通信が現実的である
 - ▶ 傷病者の状況をみたい
 - ▶ テレスカウターの設置について、使用者を限定するとより効果が高い
 - ▶ 救命講習を受けても、正しい処置をできていないケースがある
- ▶ 医療機器メーカー
 - ▶ 利用機会の多い場所のほうが効果的
 - ▶ AED の前に使用できるとより効果的
- ▶ 救急隊員
 - ▶ 現場の状況を映像で詳細に把握したい
 - ▶ 一般人の一次救命処置件数は少ない

これらのヒアリング結果から、現場映像を確認したいという救急隊や医師の意見からソリューションへのニーズを確認した。また救命講習を受けても正しい処置をできていないケースがあることから、適切な処置のサポートについてもニーズがあることを確認した。

また、実用時における利用シナリオについて、利用機会の多い場所へのテレスカウターを設置することや、学校の教諭、スポーツジムのインストラクター等、利用可能性が高い人がテレスカウターを常備する、という利用シーンの変更によって、よりソリューションの有用性が上がるという意見をいただいた。

第4章 救急救命ソリューションのプロトタイプシステムについて

4.1 プロトタイプシステムの目的

救命支援ソリューションについて、前章の仮説検証の結果から、特にバイスタンダーの救命支援、救急隊とバイスタンダーとのコミュニケーション支援に新規性があり、ソリューションの評価において最も重要であると判断した。そのため、ソリューションのプロトタイプのスコープはバイスタンダーの救命支援、救急隊とバイスタンダーとのコミュニケーション支援とした。

またプロトタイプシステムの目的として、現場映像を確認したいという救急隊や医師のニーズと、救命講習を受けても正しい処置をできていないケースがあることから、適切な処置のサポートへのニーズに対応しているかを検証することを目的とする。具体的には、下記の項目について、プロトタイプシステムを用いたシミュレーション実験を行うことにより検証した。

- バイスタンダーが適切な処置ができるか
- 救急隊は現場状況を確認でき、バイスタンダーに適切な指示を出せるのか

4.2 利用シナリオ

具体的な利用シナリオとしては、図 4-1 を想定している。

- ① バイスタンダーはテレスカウターを装着し、起動する。
- ② 救急隊員は救急隊員側アプリを起動する。
- ③ バイスタンダーは、テレスカウターを用いて救命処置の手順を確認する。
- ④ 協力者が AED とテレスカウターを持ってきたら、バイスタンダーはテレスカウターを起動し、テレスカウターが表示する救命処置の手順を確認しながら、救命処置を行う。
- ⑤ 救急隊側の PC とテレスカウターとの通信が確立した後は、救急隊とバイスタンダーで映像音声通信を行う。バイスタンダーは救急隊から送信される手順画面や指示画面を参照しながら救命処置を行う。救急隊はテレスカウターから現場の映像を確認し、バイスタンダーに対して音声、画像による指示を出す。

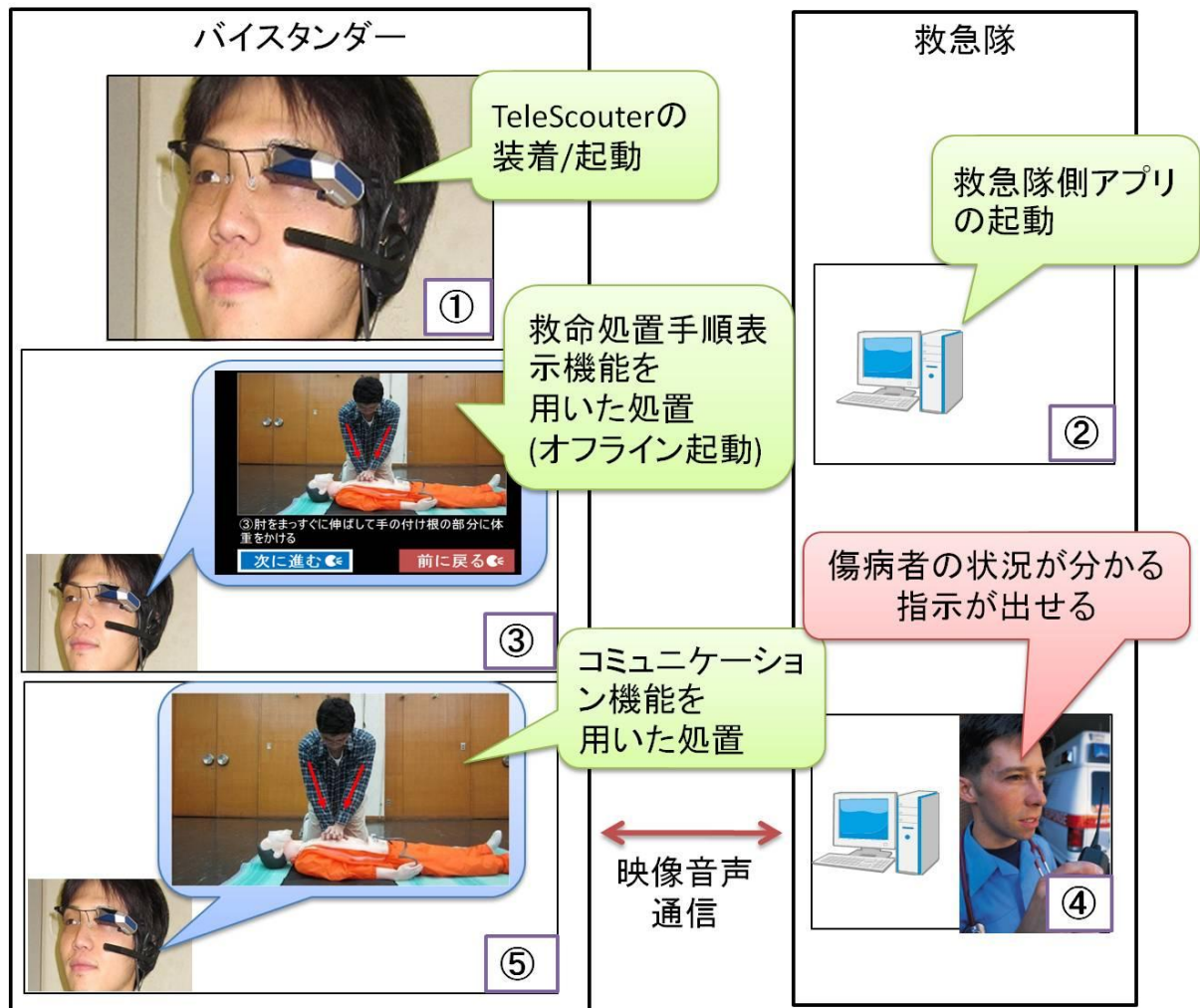


図 4-1 プロトタイプシステムの利用シナリオ

4.3 想定する利用者

本システムの利用者は、バイスタンダーと救急隊員とする。

バイスタンダーはテレスカウターとヘッドマウントカメラ、ヘッドセットを装着して、本システムを利用する。

救急隊員は、現場に向かう際中に、PC を用いて本システムを利用する。バイスタンダーとの通信確立後はバイスタンダーと映像・音声通信を行うことが可能となる。

4.4 システム構成

本システムのデバイス構成及びネットワーク構成を図 4-2 に示す。バイスタンダーと救急隊員との通信は無線 LAN を用いたホームネットワークとする。バイスタンダーはテレスカ

ウター、ヘッドセット、HMC を装着し、救急隊員はヘッドセットを装着し、PC 端末を操作する。また、本システムのソフトウェア構成を表 4-1 に示す。なお、本システムで使用するテレスカウターは試作機であるため、表 4-1 の構成も試作機としての仕様である。

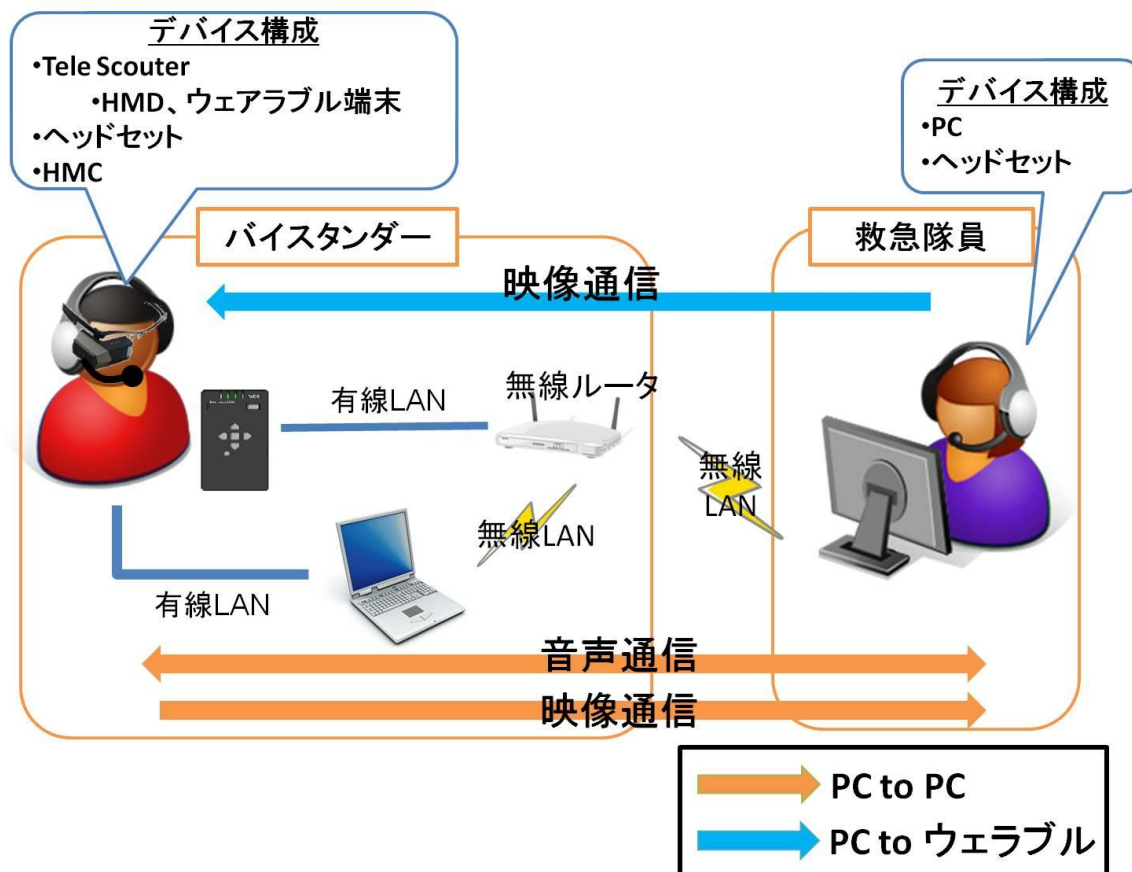


図 4-2 システム構成図

表 4-1 ソフトウェア構成1

	ウェアラブル端末（テレスカウター）	PC 端末
OS	Windows Embedded CE 6.0 R2	Windows 7 Professional
SDK	NBX(NEC 提供) MGS (NEC 提供)	
フレームワーク	.NET Compact Framework 3.5	.NET Framework 3.5
その他	DirectShow	

4.5 システムの要件

4.5.1 システムの機能詳細

本システムは、以下の 2 つの機能から構成される。

① 救命処置手順表示機能

救命処置手順表示機能は、救命処置の補助としてバイスタンダーが装着する HMD に救命処置手順を表示する機能である。具体的には、「手順フロー表示機能」、「手順詳細表示機能」の機能から構成される。

「手順フロー表示機能」では、救命処置の一連の流れを表示し、バイスタンダーに対して次にどの処置をすればいいのかをナビゲートする。

「手順詳細表示機能」では、救命処置の各項目についての詳細な処置方法や注意事項等を表示する。救命処置の項目は「人工呼吸」、「心臓マッサージ」、「AED の使用」があり、バイスタンダーはこれらの項目で詳細な処置方法、注意事項等を確認することができる。

また、救命処置手順表示機能の操作方法として、ウェアラブル端末のキー入力と、音声認識による操作がある。音声認識による操作では、画面中の各ボタンに表示されている文字について、バイスタンダーが発音するとウェアラブル端末からそのボタンを選択した時と同じ動作を行う。

救命処置手順表示機能は、救急隊員とバイスタンダーの通信接続が完了する以前において動作する。通信接続後はコミュニケーション機能が動作し、救命処置手順表示機能は停止する。

② コミュニケーション機能

救急隊が現場の状況を把握することと、救急隊員がバイスタンダーへ救急救命処置の指示を出すためのコミュニケーション機能を提供する。救急隊員とバイスタンダーの通信が接続すると（すなわち、コミュニケーション機能が動作し始めると）バイスタンダーによるウェアラブル端末からの操作は一切無効となる。

コミュニケーション機能は、「映像音声通信機能」、「受信映像表示機能」、「映像編集機能」、「遠隔救命処置手順表示機能」の 4 つの機能から構成される。ただし、「映像編集機能」、「遠隔救命処置手順表示」は救急隊員に対してのみ提供される。

「映像音声通信機能」は、バイスタンダーと救急隊との、映像・音声による通信機能である。

「受信映像表示機能」は、「映像音声通信機能」によって受信する映像を表示する機能である。表示する映像は救急隊とバイスタンダーで異なっている。救急隊はバイスタンダーが装着している HMC からのカメラ映像で、バイスタンダーは救急隊員から送られてくる救急救命手順画像、または救急隊員から送られてくるポイントや文字などが付加された現場の映像である。

「映像編集機能」は、バイスタンダーが装着している HMC からのカメラ映像を編集する。バイスタンダーへの処置などに対する指示を支援する機能である。編集方法には、ポイント、図形、文字の描写がある。

「遠隔救命処置手順表示機能」は、救急隊員の操作によって救急救命処置手順の映像をバイスタンダーに送信する機能である。表示する内容及びデザインは①の機能と同様である。

コミュニケーション機能の概要図を図 4-3 に示す。

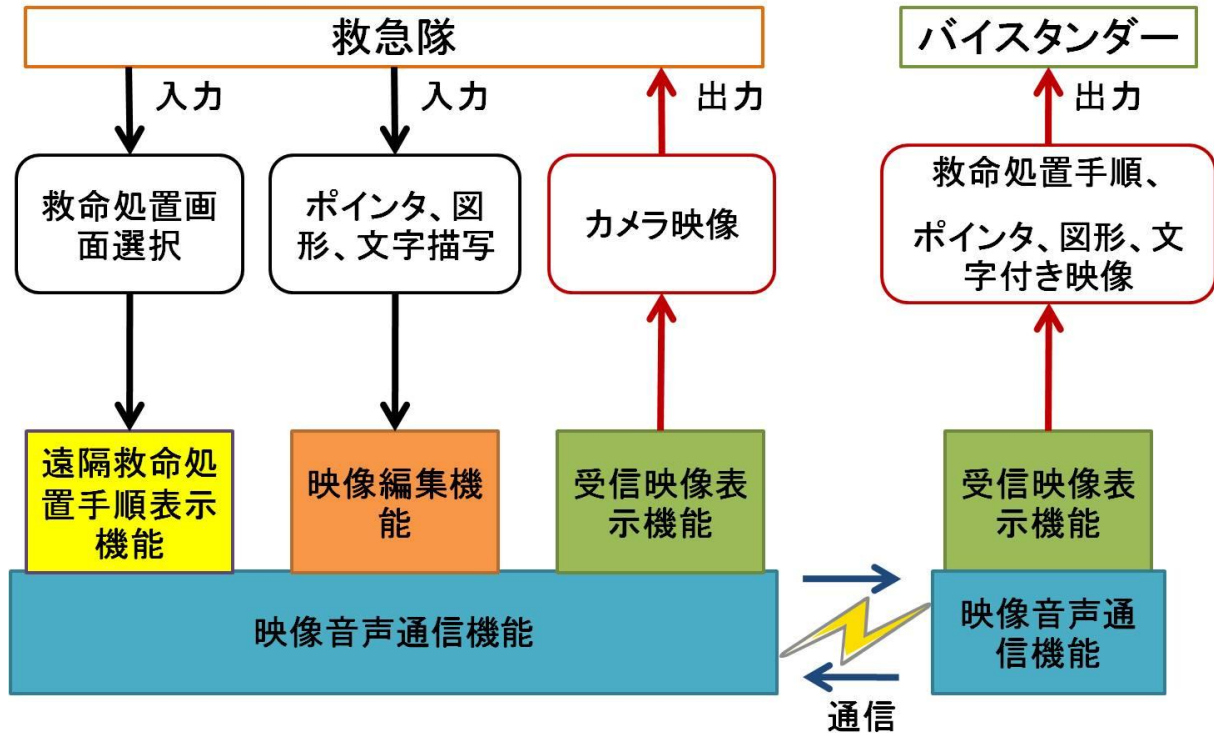


図 4-3 コミュニケーション機能の概要図

4.5.2 プロトタイプシステムの非機能要件

本システムの非機能要件を以下に示す。

- セキュリティ

本システムは効果検証のプロトタイプのため、システム使用におけるユーザ認証、または通信路の暗号化は行わない。

- サービス時間

本システムは効果検証のプロトタイプのため、実験中にシステムダウンしないこととする。また、通信が切断されてもシステムは停止せずに再接続を行う。

- システムの反応速度

映像音声通信におけるタイムラグはコミュニケーションの弊害を考慮してフレームレート 10fps に対して 1 秒以下とする。救命処置手順表示機能について、画面遷移は音声認識またはキー操作から 3 秒以内とする。ただし音声認識に関して、その認識率は外部ライブラリ依存のため考慮しない。

また、救命処置手順表示機能はバイスタンダーが救命処置を行う場合に使用するが、救命処置は緊急を要するものであり、バイスタンダーは慌てている可能性が高いため、シンプルでかつ分かりやすい表示にする。具体的には、下記の項目を順守する。

- 24pt 以上の文字を用いる
- 2 行以上の文章を表示しない

- 画面の分岐を少なくする

- **システム保守**

システムの機能追加や、今後の本番システム化を想定して、システムのモジュール分割を行う。特に、コミュニケーション機能における映像音声通信機能は、通信方法、音声入出力、映像入出力の変更を容易にするシステム設計を行う。また、保守作業を行うことを想定し、システム仕様書を作成する。

- **システム移植**

コミュニケーション機能における映像音声通信機能は表 4-1 に示すソフトウェア構成を満たす環境への移植する場合、システムの正常稼働を保証する。

第5章 開発フェーズにおける検討事項

本章では、プロトタイプシステムの開発におけるシステム構成上の検討事項と、開発上の利用技術について述べたうえで、プロトタイプシステムの開発環境について述べる。

5.1 システム構成における検討事項

本システムの開発においては、組み込み開発におけるハードウェア、ソフトウェアの制約が最も考慮しなければならない点である。すなわち、表 4-1 おけるウェアラブル端末の構成について、考慮すべき点について述べる。

今回使用するウェアラブル端末は、NEC が提供するテレスカウターの一部で、HMD への映像出力やマイク、ヘッドホン等の音声入出力、サーバとの通信のため、無線 LAN (802.11a/b/g) をサポート²する。また、その OS である Windows Embedded CE 6.0 はすべての機能が「コンポーネント」という単位で分割されている。[10]これらの中から必要なコンポーネントを選択して、OS イメージを構築するため、ウェアラブル端末ではどのコンポーネントが利用可能なのかを確認しておく必要がある。

また、CPU やメモリは通常の PC のそれよりかなり性能が下がるため、CPU の使用効率とアプリケーションの実行速度を考慮したシステム設計が求められる。

本システムにおけるシステム構成においては、下記のシステム構成案が考えられる。

- ① バイスタンダー側のテレスカウターと救急隊側の PC との Peer to Peer 通信を行う
 - ② バイスタンダー側のテレスカウターと救急隊側の PC との間にサーバを設置する
- さらに②の場合、サーバを Web サーバとして、本システムをウェブアプリケーションとするか、それとも通常の実行アプリケーションとするのかも検討する必要がある。

本プロジェクトにおける開発期間と、開発に関する学習コストを考慮した結果、①の Peer to Peer 通信で開発を行うこととした。

5.2 開発における技術内容の検討事項

開発するための言語として .NET Compact Framework を用いた Visual C# での開発、または、Win32API を用いた Visual C++ での開発について検討した。

.NET Compact Framework は、Microsoft が開発した Windows CE ベースのモバイル・組み込みデバイス上で動作するように設計された、.NET Framework のサブセットである。[11].NET Compact Framework は .NET Framework のクラスライブラリの約 30% が実装されている。また、バッテリー動作機向けにメモリや CPU リサイクル等で最適化がされており、フレームワークのサイズも .NET Framework に比べ、約 8% となっている。[12]

言語の選択については、開発期間や開発コストを考慮し、.NET Compact Framework を用いた Visual C# で開発することにした。ただし、.NET Compact Framework はフレームワークとして実行されている機能が限定されているため、足りない機能は Visual C++ で開発し、

2 試作機としての仕様

Visual C#で呼び出す (P/Invoke (Platform Invoke、プラットフォーム呼び出し))

これにより、開発については、通常の Windows と同じく、Visual Studio 上でクラスライブラリを使用したコーディングが可能で、GUIを作成するためのデザイナも通常の Windows 上と同様にフォームコントロールを並べることで作成することができるため、開発コストを抑えることが可能となった。

また、ソフトウェアの実行環境について、PC の Windows 上では実行できないため、NEC が提供するウェアラブル端末のエミュレータ、もしくは実機を使用することで実行する。

5.3 開発環境について

本プロジェクトにおける開発環境については表 5-1 に示す。

表 5-1 開発環境

開発 PC 用 OS	Windows 7 Professional
IDE	Visual Studio 2008 Professional Edition SP1
開発言語	Visual C#、 Visual C++
SDK	NBX(NEC 提供)、 MGS (NEC 提供)、 Microsoft Windows SDK for Windows 7 and .NET Framework 3.5 SP1
クラスライブラリ その他	.NET Compact Framework 3.5 再頒布可能パッケージ、 .NET Compact Framework 2.0 SP2 再頒布可能パッケージ、 音声認識ライブラリ(NEC 提供)
ソースコード管理	Subversion クライアント : AnkhSVN、TortoiseSVN
単体テスト環境	上記 IDE 標準搭載の単体テスト機能
総合テスト環境	ウェアラブル端末のエミュレータ(NEC 提供)、 ウェアラブル端末の実機(NEC 提供)

第6章 開発機能の分担と開発担当した機能

本章では、筆者が開発したプロトタイプシステムの機能について、開発方針と設計、実装方法、その実績について述べる。

6.1 開発機能の分担

プロトタイプシステムの開発では、要件定義以降の外部設計、内部設計、実装、テストをプロジェクトメンバーが機能ごとに分担して開発した。

筆者が開発した機能として、プロトタイプシステムのコミュニケーション機能の内の映像音声通信機能を担当した。具体的には、以下のアプリケーションとモジュールを開発した。

- バイスタンダー側の PC での HMC のカメラ映像送信アプリ
- バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリ
- 救急隊員側の映像送受信モジュール
- バイスタンダー側の PC と救急隊員側の音声通信アプリ

データの送信、または受信の機能は全てのアプリケーションで共通で、通信相手との接続、切断、データ送受信を行う。具体的な機能は、通信の初期化、通信の接続、送信データの送信または受信データの受信、通信切断と再接続となっている。詳細については 6.3 で述べる。

バイスタンダー側の PC での HMC のカメラ映像送信アプリは HMC の USB カメラ映像を救急隊員側のアプリケーションへ送信するアプリケーションである。USB カメラの映像処理は、USB カメラの初期化を行い、USB カメラからの映像データ取得し、それを再生する、という流れになる。詳細については 6.4 で述べる。

バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリは、テレスカウター上で動作するアプリケーションで、救急隊員側のアプリケーションから救命処置の手順画像や HMC の現場映像を加工（ポイント、図形、文字等の追加）した映像を受信する。

救急隊員側の映像送受信モジュールは、救急隊員側のアプリケーション中の通信処理の制御部分で、HMC のカメラ映像送信アプリからカメラ映像を受信するモジュールと、テレスカウターでの映像受信アプリへ映像を送信するモジュールから構成される。

音声通信アプリはバイスタンダー側と PC と救急隊員側で共通のアプリケーションとなっている。音声処理の流れは音声デバイスの初期化を行い、マイク入力した音声データを相手に送信し、逆に受信した音声データをスピーカーに出力する、という流れになる。詳細については 6.5 で述べる。

6.2 担当機能の開発方針

開発方針とその経緯について、前提として開発の制約であるテレスカウターのウェアラブル端末でのハードウェア、ソフトウェア要件があるため、通信の規格、音声、映像の規格をウェアラブル端末側で利用可能なものを採用し、端末 PC 側が採用した規格に合わせて開発する。またその条件下で映像音声通信がコミュニケーションの弊害にならない程度の画質、音質、また遅延度合いを確保できない場合は代替手段として PC での同機能のアプリケーション

ョンを開発する。

技術要件の検討手順については、まず PC で利用できる技術についてウェアラブル端末で実現可能かを調査し、サンプルアプリを作成して利用可能かどうか判定する。そのうえで、参考文献などから、実装が容易な技術について採用する方針をとった。

映像音声通信の実装技術候補として、以下が挙げられた。

- Skype（映像音声通信）
- DirectShow
 - AVI、ストリーミング（映像音声通信）
 - MotionJPEG（映像操作）
 - カメラデバイス制御（映像操作）
- DirectSound（音声操作）
- Windows 標準搭載の Wave データ制御（音声操作）

上記の技術のうち、ウェアラブル端末で実現不可能なのは、Skype と DirectSound であった。

また、DirectShow の AVI、ストリーミング、または MotionJPEG の制御は、実装に関する参考文献が少なく、実装が容易でないため、USB カメラの映像処理は DirectShow のカメラデバイス制御、音声操作は Windows 標準搭載の Wave データ制御の技術を利用することに決定した。また、通信方式については、.NET Framework のソケット通信を利用した。

開発言語について、ユーザーインターフェースの開発の効率性から、テレスカウターのウェアラブル端末は .NET Compact Framework 3.5 を使用して、Visual C# で開発する。ただし、音声や映像について .NET Compact Framework 3.5 と、テレスカウターのウェアラブル端末のソフトウェア要件から実現できない個所があるため、その部分については Visual C++ で DLL を Visual C# 上から呼び出す P/Invoke (Platform Invoke、プラットフォーム呼び出し) を利用することにより実現させた。

開発の制約を考慮した上で採用を決定した技術要件を表 6-1 に示す。

表 6-1 映像音声通信の技術要件

項目	要件
通信方式	ソケット通信 (.NET Framework)
音声データ	WAVE 形式
音声処理	P/Invoke (COREDLL.dll) 3
画像データ	JPEG 形式
映像通信	JPEG 画像の連続送受信
USB カメラのデバイス処理	.NET Framework (DirectShow)

6.3 ソケット通信

.NET Framework の System.NET.Sockets 名前空間にある Socket クラスを使用して、ソケット通信を実装する。使用するアドレスは IP version4 のアドレスとした。通信プロトコルは TCP、UDP の二種類あるが、映像通信の場合は JPEG 画像の連続送信（または受信）を行うため、1 画像の情報量は少なくても、特にファイルヘッダの欠損があると画像の表示ができなくなるため TCP を用いることに決定した。JPEG 画像の連続送信（または受信）の送信間隔については、フレームレートのテストを行った結果、10fps 以上で動画として再現できると判断した。

対して音声通信では音声データは多少途切れてでもすぐに相手に音声を再生させることができるため、UDP のほうが通信速度の面から優勢であると考えられた。しかし、TCP、UDP のプロトタイプで音声の通信速度を比較した場合、どちらも 1 秒弱程の遅延でお互いの差異がみられなかったため、音声通信についても TCP を用いて、設計を一本化することに決定した。

6.3.1 ソケット通信における通信の流れ

通信処理機能の開発の前提知識として、ソケット通信における通信の流れを説明する。

ソケット通信のモデルはクライアントサーバモデルとなっており、サーバはクライアントからの接続要求を待機して、クライアントからの接続要求があると、それを受けて通信が接続される。通信接続後はクライアント、サーバの一方が受信待ちの状態にある場合に、相手から何らかの要求が送信された時、これを受け付けることができる。これを、どちらかが通信を切断するまで行われる。

ソケット通信における具体的な通信の処理の流れを図 6-1 に示す。

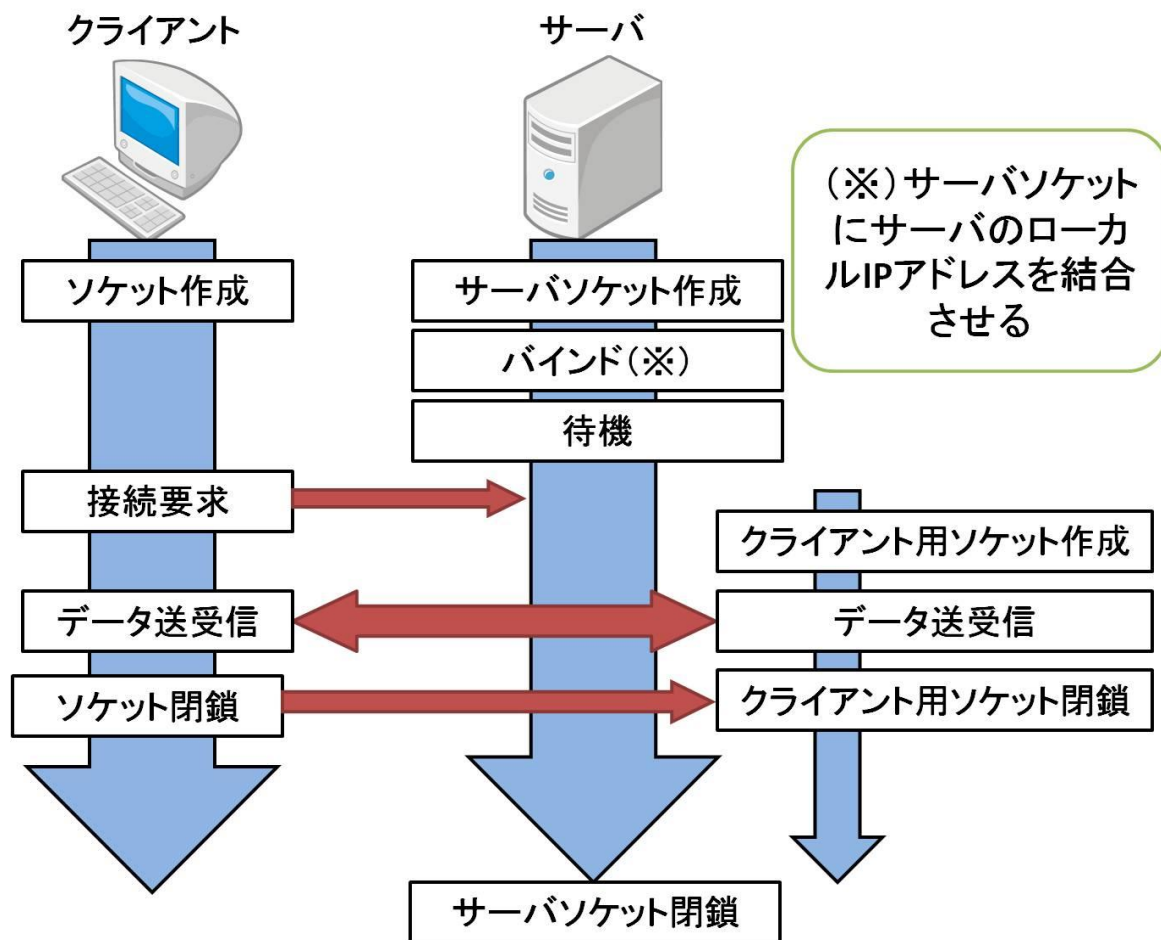


図 6-1 ソケット通信の処理の流れ

6.3.2 スレッドを用いた非同期通信の実装

上記のソケット通信をそのまま実装した場合、サーバはクライアントからの接続待機やデータの受信で待機している間、ユーザは他のフォームの操作が一切できなくなる。これはブロッキングモード4を含む処理が UI スレッド（メインスレッド）にあるために起こる現象である。

上記のブロッキングモードでの通信を同期通信というが、通信処理の完了を待つことによって他の処理の進行を妨げない非同期通信について、**.NET Framework** では主に 3 つの方法が存在する。1 つ目はブロッキングモードを含む処理を別スレッドで処理すること、2 つ目は **.NET Framework** の **Socket** クラスが提供する非同期モードの処理を使用すること、3 つ目は **BackgroundWorker** コンポーネント使用して、時間のかかる処理をバックグラウンド行うことである。

今回は設計が比較的容易な点と、筆者の学習コストの面から、スレッドを用いて非同期通信を実現させた。ただし、バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリについては、スレッドを用いた場合は通信の強制切断時にスレッドのコントロールが PC とは違って

4送受信の完了を待ってから他の処理を開始する

いたため、エラーが発生した。そのためバイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリでは、非同期モードで処理を実装した。

その他にも、Windows フォームアプリケーションでのスレッド使用について注意事項がある。それは UI スレッド以外のスレッドからはボタンやテキストボックス等のコントロールへ直接アクセスできない、という点である。この問題は別スレッドから UI スレッドのコントロールを操作することができる `Invoke` メソッドを用いてスレッドからコントロールを呼び出すことで解決した。

6.3.3 通信処理機能の開発

バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリのクラス構成と簡易フローチャートを図 6-2、図 6-3 に示す。

バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリは、UI スレッドの `Form1` クラスと、データの送信と受信を処理する `WorkProc` クラスがある。また、`WorkProc` から `Form1` のコントロールを操作するために、`PaintDalegate` と `SumDalegate` の 2 つのデレゲートを用意した。[13]

処理については、まずアプリケーション起動時に `Form1` がソケットサーバを起動させるスレッドを生成する。ソケットサーバスレッドはサーバソケットの初期処理を行い、クライアントからの通信接続待ちになる。通信確立後は `WorkProc` の非同期通信処理である `StartRead` を実行する。非同期通信で受信完了時に呼ばれるコールバック関数である `OnReadComplete` 関数は、1 画像分受信が完了した時に呼び出され、受信した画像データについて、`PaintDalegate` を用いて、`Form1` の画面へ出力する。相手からの通信切断時、または予期しない通信切断時には `OnReadComplete` 関数がコールバック関数として呼ばれるが、その場合は受信データが 0 の時、または `SocketException`、`IOException` が発生するため、`Try-Catch` で受信し、画像データ受信用の `Stream` を閉じる。[14]ソケットサーバスレッドは常に接続待ち状態で待機し、相手から新しく接続要求がある場合はその都度、受信相手を変更するため、`WorkProc` を生成し直し、非同期通信処理である `StartRead` を実行する。アプリケーションを終了させる場合は、ユーザが `Escape` キーを入力する。入力があった場合は、ソケットサーバスレッドに対して、サーバソケットのクローズと、ループから離脱させる必要があるが、ソケットサーバスレッドは接続要求が来るまでの間、ループ処理がブロックされるので、`Form1` のアプリケーション停止フラグを `False` から `True` にしたうえで、自分自身に接続要求を出す。それによりブロックが解消され、ループを脱出するという流れになる。なお、自分自身と接続したソケットは、ループから脱出する前にクローズしておく。[13]これにより、安全に通信切断とアプリケーションの終了が可能となる。

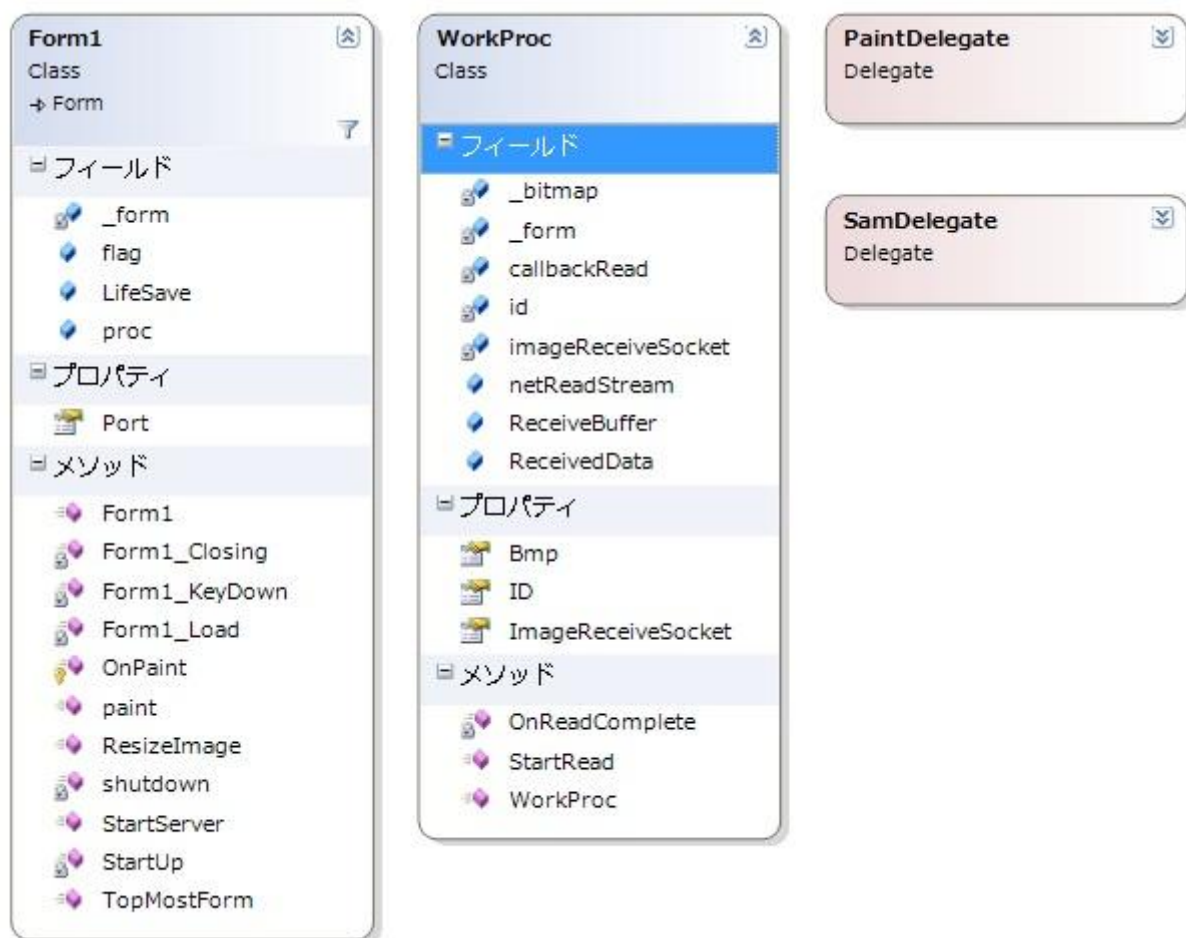


図 6-2 バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリのクラス構成

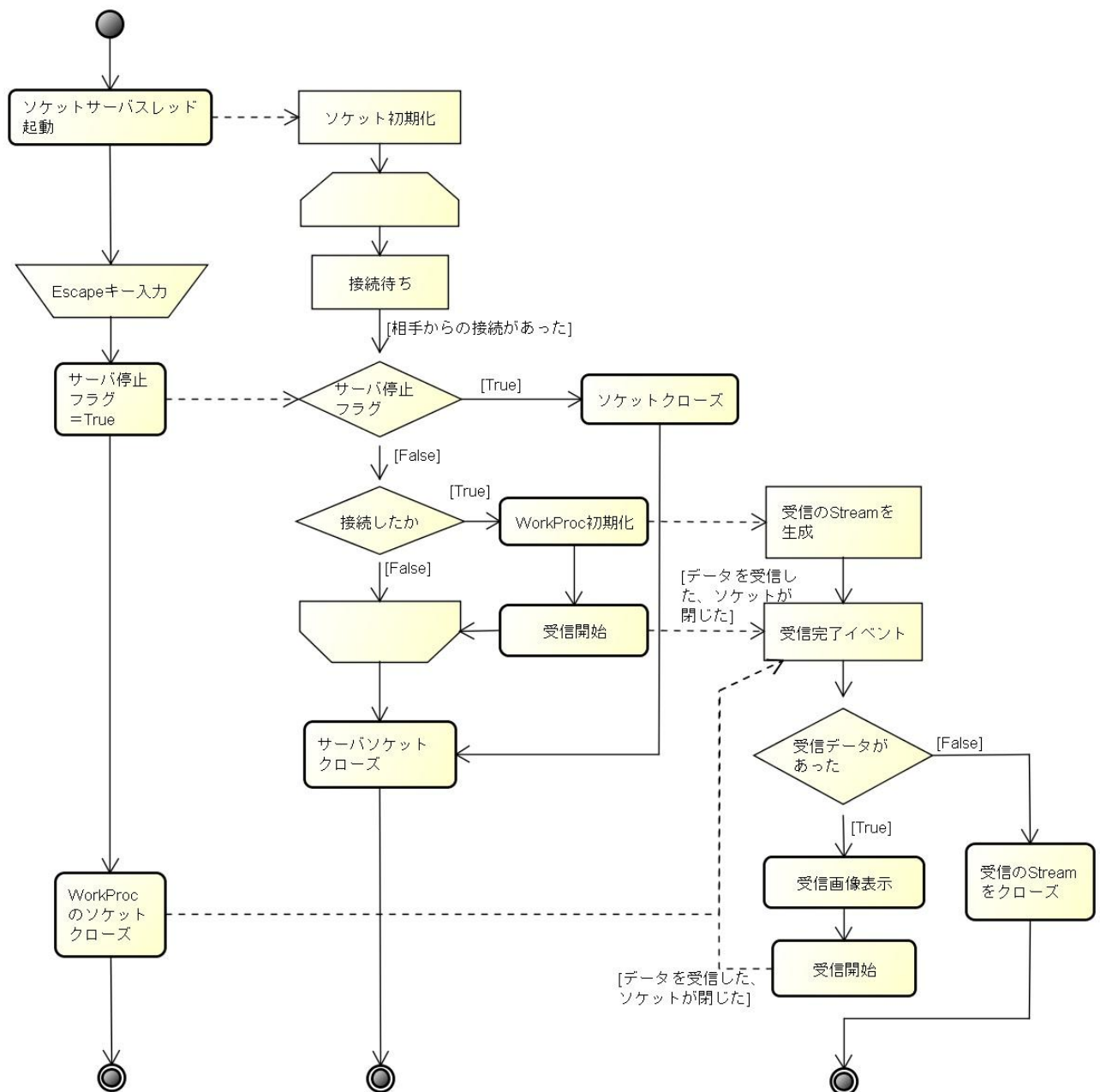


図 6-3 バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリのフローチャート

次に救急隊員側の映像送受信モジュールのクラス構成を図 6-4 に示す。

救急隊員側の映像送受信モジュールについて、送信クラスは **SendProc** クラス、受信クラスは **RecieveProc** クラスである。どちらもソケットクライアントであるため、**startConnect** 関数において、設定ファイルにあるサーバの IP アドレスポート番号を参照して、サーバへの接続処理を行う。通信確立後は送信、受信用のスレッドを起動して通信確立後のソケットを用いて送信、受信を行う。送信時は **SendProc** のインスタンスを保持するクラスが任意のタイミングで **SendProc** の送信メソッドを呼び、データを送信する。受信時は **RecieveProc**

スレッドが受信した画像データを PaintDalegate を用いて、RecieveProc インスタンスを保持するクラスの画面へ出力する。相手からの通信切断時について、映像受信モジュールでは、RecieveProc 中に Try-Catch で SokectException、IOExceprion の発生を確認し、通信切断処理を行い、スレッドを閉じる。対して映像送信モジュールでは、通信接続後に SurveillantDisconnection 関数をスレッドで起動し、Try-Catch で SokectException、IOExceprion の発生を確認するという方法をとる。どちらのモジュールでも、通信が切断されたことを通知するフラグを保持しているため、呼び出し元はタイマーイベント等でそのフラグの値を確認しておくことで、切断と再接続を可能とする。

なお、バイスタンダー側の PC での HMC のカメラ映像送信アプリは、バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリのソケットサーバスレッドの仕組みと、救急隊員側の映像の SendProc の送信スレッドと同じ構成で作成したあるため省略する。

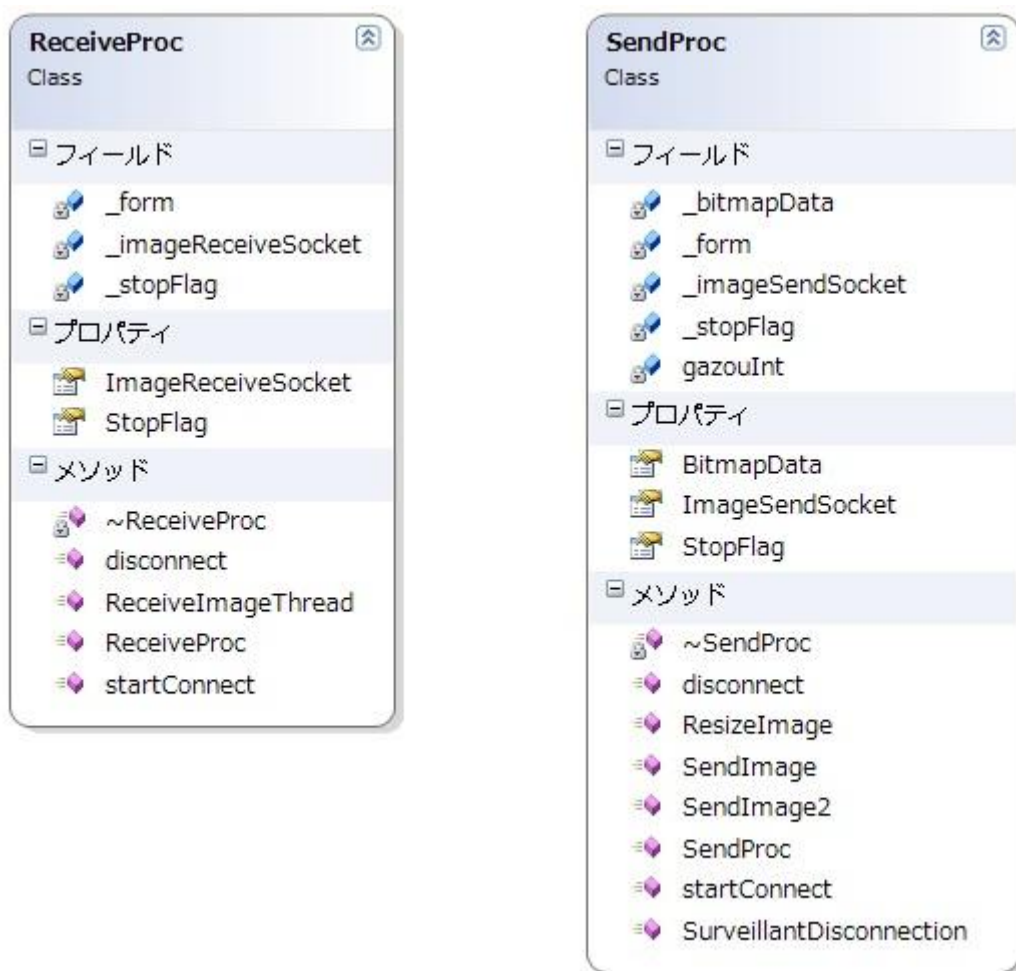


図 6-4 救急隊員側の映像送受信モジュールのクラス構成

6.4 映像通信

USB カメラの映像処理部分については、塚田浩二氏の Web サイト「俄プログラマー心得」(<http://mobiquitous.com/programming/usbcamera.html#CaptureStill>) を参考にして作成した。[15] また、ささお氏の Web サイト「まちのみな」(<http://tmp.junkbox.info/e24.html>) で配布されているサンプルソースの一部を改変し作成した。[16]

バイスタンダー側の PC での HMC のカメラ映像送信アプリでは、DirectShow を用いて、Visual C# で開発した。DirectX9 からは、Visual C# 用のクラスライブラリが標準添付されているが、DirectShow はそれが利用できないため、DirectShowNet という、.Net 用に DirectShow をラップしたライブラリを利用した。USB カメラからの映像の取得の流れを以下に示す。

- ① PC に接続されているキャプチャーデバイス (USB カメラなど) のリストを取得する。
- ② 0 番目のデバイスをキャプチャーデバイス (USB カメラ) として選択する。
- ③ キャプチャーデバイスをソースフィルタに対応づける。
- ④ フィルタグラフマネージャを作成し、各種操作を行うためのインタフェースを取得する。
- ⑤ フィルタグラフマネージャ (graphBuilder) にキャプチャーグラフビルダと各フィルタを追加する。
- ⑥ DirectShow イベントを、Windows メッセージを通して通知するように設定する。
- ⑦ プレビューを開始する。

また、USB カメラ映像から静止画をキャプチャーするときの処理の流れを以下に示す。

- ① キャプチャーするフレームデータのサイズを設定する。
- ② 画像バッファサイズを取得する。
- ③ 画像バッファのアドレスを、メモリ空間内で固定してデータを取得する。
- ④ 取得したデータをビットマップデータに変換する。

上記の手順によって、HMC の USB カメラ映像から、毎秒 10 枚ずつキャプチャーして、そのビットマップデータを Jpeg に変換し、送信する。ビットマップのままではなく Jpeg に変換する理由として、データの圧縮率が高いことにある。Jpeg に変換した画像データのサイズは、キャプチャーしたビットマップ画像データと比較して 1/5～1/10 程度に圧縮できた。

バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリでは、通信時の画像サイズについて制限がある。それは、テレスカウターでの 1 画像の受信容量が 10Kbyte 以下でないと容量をオーバーした分だけ画像が切れる、という問題である。この問題を解決するため、送信側である救急隊員側のアプリでは、テレスカウターの表示サイズに拡大せずに、320*240 の画像サイズの Jpeg のまま送信し、バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリで、受信した Jpeg をテレスカウターの HMD の表示サイズである 800*600 に拡大して表示させる。 .NET Compact Framework では Bitmap クラスのコンストラクタには倍率の指定での初期化はサポートされていないため、手動でビットマップを拡大させる必要がある。具体的な手順は、まず幅、高さの倍率を元の Bitmap と表示させるサイズとの商から算出し、そのサイズの新たな Bitmap を生成する。また元画像から Graphics インスタンスを生成し、DrawImage メソッドを使用して新しい Bitmap に描画しなおすことで実現した。

6.5 音声通信

音声処理部分は SocketCoder.com(<http://socketcoder.com/>)にある、Fadi Abdelqader 氏が作成した「C# P2P Voice Chat Example」にあるサンプルソース「The Low Level Voice Class」を利用した。[17]

音声データは WAVE 形式を扱う。また、ウェアラブル端末側では、マイクやヘッドホンのデバイス認識は Windows で標準搭載されている「COREDLL.dll」に含まれる WAVE 関連の標準 API を P/Invoke で呼び出して使用する。

マイクからの音声入力の流れを下記に示す。

- ① **waveInOpen()** 関数を用いて、オーディオ入力デバイスのハンドルを取得する。
- ② **waveInPrepareHeader()** 関数で入力バッファを用意する。
- ③ **waveInAddBuffer()** 関数で、デバイスが管理するキューにバッファを追加する。
- ④ **waveInStart()** 関数でバッファへの保存を開始する。音声の入力が開始されると、キューのバッファに対し FIFO 順でデータが格納される。

また、スピーカーへの音声出力の処置の流れを下記に示す。

- ① **waveOutOpen()** 関数を用いて、オーディオ出力デバイスを開く。
- ② **waveOutPrepareHeader()** 関数で出力バッファを用意する。
- ③ **waveOutProc()**関数を定義し、**waveOutOpen()** 関数が呼び出すアプリケーション定義のコールバック関数とする。
- ④ **waveOutWrite()**関数で、データバッファブロックを指定出力デバイスに送信する。

TCP 通信での音声通信部分の処理を以下に示す。

- ① 初期起動時に TCP ソケットを作成し、音声受信用スレッドを作成する。
- ② 通信接続後は、音声を受信したら、スレッドがバッファに音声データを書き込む。
- ③ 書き込みがあったらそのデータをスピーカーへ流す。
- ④ マイクから音声入力があったら、音声データが格納されたバッファから、音声データを TCP で送信する。
- ⑤ 切断通知があったら、音声受信スレッドを破棄し、バッファを破棄し、ソケットを閉じる。

サンプルソース「The Low Level Voice Class」の利用手順は、まずサンプルソースの DLL をインクルードし、**WaveOutPlayer**、**WaveInRecorder** のインスタンス、バッファストリームのインスタンス **FifoStream**、音声入力、出力用のバッファのためのバイト配列を宣言する。通信確立後は、Wave データのフォーマットを指定し、**WaveOutPlayer**、**WaveInRecorder** のインスタンスの初期化を行う。今回の Wave データのフォーマットはサンプリングレートを 44.1kHz、ビットレート 16bit、チャンネル数は 2 のステレオ、と標準的なフォーマットとした。また、インスタンスの初期化において、**WaveOutPlayer** ではバッファに音声データが格納された時の処理をイベントハンドラとして登録する必要があるが、バッファの状況を判定し、バッファの内容を送信する、というイベントハンドラの実装も行い、それを登録する。逆に **WaveInRecorder** では、**FifoStream** のバッファに音声データが格納された時の処理をイベントハンドラとして実装し、登録する。音声データを受信したら **FifoStream** に書き込むというスレッドを作成し、通信接続後はこれを無限ループさせて、**FifoStream** に受信デー

タを書き込ませ続ける。FifoStream が容量の限界と一致した場合は、イベントハンドラが呼び出されてスピーカーに出力される。通信切断時、アプリケーション終了時には WaveOutPlayer、WaveInRecorder を廃棄し、FifoStream も廃棄することで終了可能となる。

6.6 アプリケーション構成について

本システムのアプリケーションは以下のとおりである。

- バイスタンダー側
 - テレスカウター
 - ✧ 手順表示アプリ
 - ✧ 映像受信アプリ
 - PC
 - ✧ カメラ映像送信アプリ
 - ✧ 音声通信アプリ
- 救急隊員側
 - PC
 - ✧ 救急隊側アプリ（映像送受信、映像加工）
 - ✧ 音声通信アプリ

上記のシステムの通信接続について、TCP のクライアントサーバモデルを用いているためサーバアプリをクライアントアプリより先に起動し、受信待ち受けの状態になっている必要がある。サーバはテレスカウターの映像受信アプリと PC のカメラ映像送信アプリであるクライアントは救急隊員側アプリとした。なお、音声通信アプリは TCP のクライアントサーバモデルであるが、1 つのアプリでサーバ、クライアントの両方の機能を持っているためバイスタンダー側と救急隊員側でどちらを先に起動しても通信接続を可能とした。

バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリと手順表示アプリの連携について、まず、テレスカウターには手順表示アプリと映像受信アプリを用意しておき、映像受信アプリ起動後に、映像受信アプリが手順表示アプリを起動させる。救急隊側と通信確立後は、映像受信アプリを最前面に表示させる。もし救急隊側と通信が切断された場合は映像受信アプリを非表示にすることで、オフライン時の手順表示アプリが最前面になる。再び通信が確立された後は、映像受信アプリが最前面に表示される。

また、バイスタンダー側と救急隊側との連携について、バイスタンダー側の PC にはカメラ映像送信アプリを起動し、テレスカウターの映像受信アプリを起動したのち、救急隊側のアプリを起動し通信接続処理を行う。通信確立後は、バイスタンダー側からのカメラ映像を受信し、テレスカウターの映像受信アプリに画像を連続送信する。

アプリケーションとアーキテクチャの構成を図 6-5 に示す。

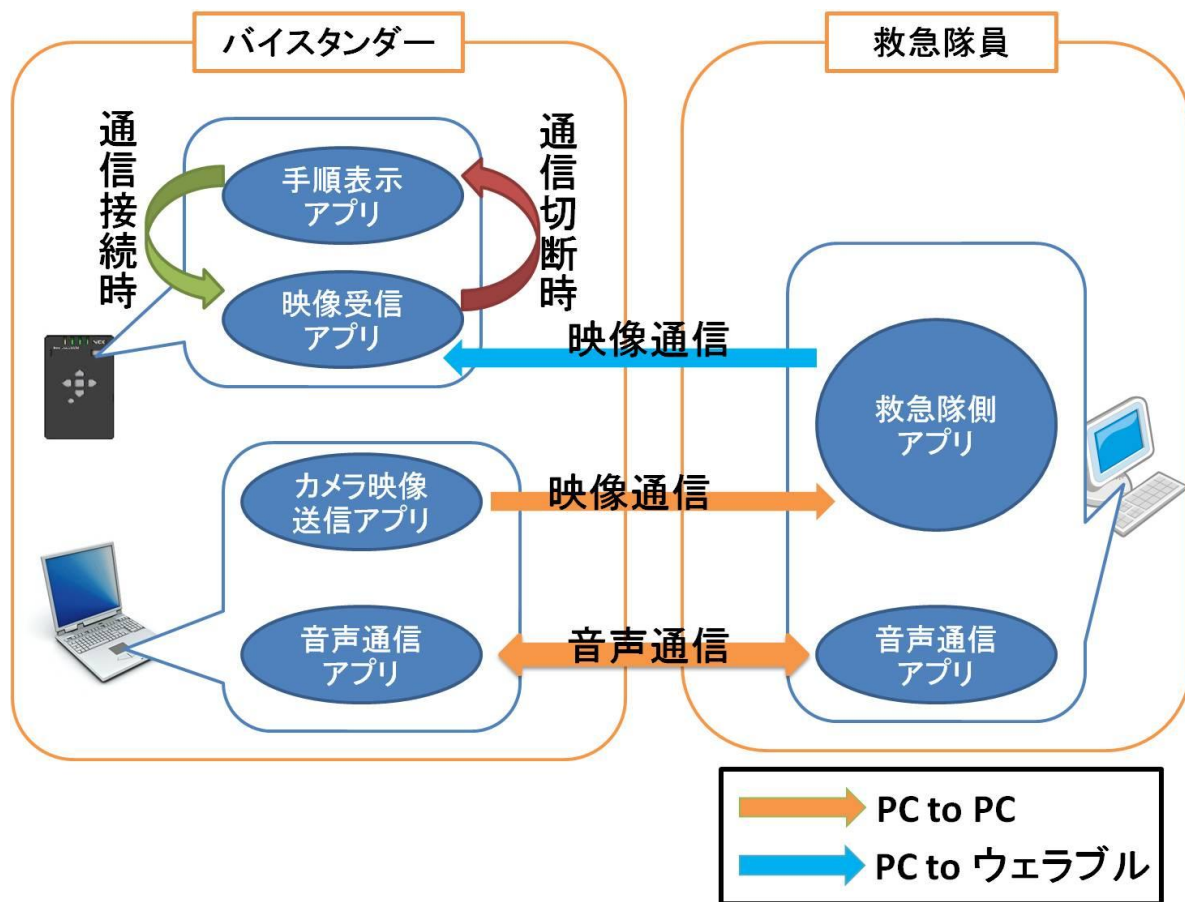


図 6-5 アプリケーション構成

6.7 開発の実績

本節では筆者の開発の実績について述べる

6.7.1 成果物について

仕様書、設計書について、バイスタンダー側のテレスカウターでの映像受信アプリは外部設計書、クラス図、テスト仕様書、その他のバイスタンダー側の PC での HMC のカメラ映像送信アプリ、救急隊員側の映像送受信モジュール、バイスタンダー側の PC と救急隊員側の音声通信アプリはクラス図、テスト仕様書を作成した。また、救急隊員側の映像送受信モジュールは他にクラス仕様書を作成した。

外部設計書では、映像受信アプリの画面ウィンドウ定義、初期起動時、通信確立時、通信切断時等での状態遷移とイベント処理（手順表示アプリの連携等）を記した。

クラス仕様書では、各クラスのインスタンスの内容、メソッドについての処理の流れ、メソッドの使用法について記した。

テスト仕様書では、主にソケット通信の通信状態とそのときの処理内容を結合テストのテスト項目として記し、また、その結果について記した。

6.7.2 プログラムについて

各プログラムの実績を表 6-2 に示す。

表 6-2 プログラムの実績

成果物		数量
ソースコード	バイスタンダー側の PC での HMC のカメラ映像 送信アプリ	256 ステップ(コメント、空行除く)
	バイスタンダー側のテ レスカウターでの映像 受信アプリ	283 ステップ(コメント、空行除く)
	救急隊員側の映像送信 モジュール	149 ステップ(コメント、空行除く)
	救急隊員側の映像受信 モジュール	195 ステップ(コメント、空行除く)
	バイスタンダー側の PC と救急隊員側の音声通 信アプリ	256 ステップ(コメント、空行除く)

第7章 実証実験と評価検証

本章では、開発したプロトタイプシステムの実証実験について、その方法と、実験結果について述べる。また、実証実験における筆者が開発した映像音声通信の評価検証について、評価項目と、評価結果について述べる。また、最後に実験結果、評価結果からプロトタイプシステムにおける考察を述べる。

7.1 実証実験の方法

実証実験ではコミュニケーション機能を用いた評価実験を行う。評価実験の概要について表 7-1 に示す。

表 7-1 コミュニケーション機能を用いた評価実験

実験目的	コミュニケーション機能を用いて、下記の項目が達成可能か検証する。 1 救急隊が現場を把握できるか 2 救急隊がバイスタンダーに指示ができるか 3 バイスタンダーは指示を受けて適切な処置ができるか
予定日時	12月7日
所要時間	13:30~17:30 (4時間)
人員	被験者：学生17名 (うち音声通信のみ4名)、救急隊員2名 実験準備運行：学生3名
実施場所	つくば市中央消防署
設備等	救急救命処置訓練用人形 救急救命処置訓練用 AED ホームネットワーク用無線 LAN ルータ テレスカウター PC2 台 (バイスタンダー／救急隊員) タッチパネル
方法	携帯電話を用いた音声通信のみのグループと本システムを用いたグループに分け、別室に待機する救急隊員から遠隔で指導を受けながら、一連の救命活動を行う。(気道確保、人工呼吸、胸骨圧迫、AED による除細動)

実験における前提として、実験開始前には救急隊員に対してはシステムの操作説明を数分程度行った。また、バイスタンダーに対しては HMD に救命処置に関する映像が表示される旨を伝えた。

実験の計測方法として、処置の映像をビデオカメラで撮影し、各救命処置の所要時間や処置の誤り数を計測した。誤り数に関しては、救命講習で使われている教習本から誤り項目を抽出した。

さらに、ユーザビリティの調査として、バイスタンダー役の学生被験者に対してアンケート

トを行い、救急隊員に対してはインタビューを行った。各救命処置の所要時間の範囲と誤り項目のチェックリスト、アンケート項目をそれぞれ表 7-2、表 7-3、表 7-4 に示す。

表 7-2 各救命処置の所要時間の範囲

気道確保	実験開始から呼吸確認完了まで
人工呼吸	気道確保完了後から 2 回息を吹き込むまで
心臓位置特定	人工呼吸完了後から心臓に手をあてがうまで
胸骨圧迫	心臓位置特定から胸骨圧迫が 30 回終了するまで
AED	AED を取りだしてから、電気ショックが終了するまで

表 7-3 各救命処置の誤り箇所チェックリスト

気道確保	訓練用人形の顎先が上がっているか 指であごの柔らかい部分を圧迫していないか 訓練用人形の顎先が上げる動作が荒くないか 訓練用人形の胸部の上がり下がりを見て呼吸を確認していたか 訓練用人形の口元に、耳および頬を近づけ呼吸を確認していたか
人工呼吸	訓練用人形の胸部が膨らんでいたか
心臓マッサージ	心臓の場所を特定できたか 訓練人形に対して垂直に圧迫できたか 圧迫の深度は正しいか 圧迫のテンポを守っていたか 圧迫した後ちゃんと元の位置まで戻せていたか
AED	訓練用人形に張るパッドの位置は正しいか ショックを与える前に周囲を確認していたか 被験者自身が訓練用人形から離れてショックを与えたか

表 7-4 アンケート項目

No	質問内容	TeleScouter の被験者解答	音声通信のみの被験者解答	記入方法
質問 1	最近、救命講習を受けたのはいつ頃ですか？	必須	必須	選択式
質問 2	過去に救命講習を何回受講しましたか？	必須	必須	記述式
質問 3-①	救命処置の手順内容表示による指示内容はわかりやすかったですか？	必須	不要	5 段階評価
質問 3-②	ポインタ（矢印）表示による指示内容は	必須	不要	5 段階

	わかりやすかったですか？			評価
質問 3-③	線、文字表示による指示内容はわかりやすかったですか？	必須	不要	5段階評価
質問 3-④	全体的に指示内容はわかりやすかったですか？	必須	不要	5段階評価
質問 4-①	人工呼吸の処置は分かりやすかったですか？	必須	必須	5段階評価
質問 4-②	心臓マッサージの処置は分かりやすかったですか？	必須	必須	5段階評価
質問 4-③	AED の使用方法の処置は分かりやすかったですか？	必須	必須	5段階評価
質問 5	テレスカウターの装着感はどうでしたか？	必須	不要	
質問 6	映像音声通信に対してストレスを感じましたか？	必須	必須	
質問 7	Q 6 について具体的にどんなことにストレスを感じましたか？ A. 画像の品質 B. 音声の品質 C. 映像と音声のズレ D. その他（自由記述）	必須	必須	複数選択
質問 8	落ち着いて救命処置をすることができましたか？	必須	必須	5段階評価
質問 9	現場に居合わせた場合、もう一度本システムを使用したいと思いますか？	必須	不要	5段階評価
質問 10	その他、本システムに対するご意見、ご感想等があればご記入ください	必須	必須	記述式

7.2 実証実験の結果

実証実験の結果として、各救命処置の所要時間と処置の誤り数、救急隊員からのインタビュー内容をそれぞれ、図 7-1、図 7-2、表 7-5 表 7-5 救急隊員へのインタビュー結果に示す。

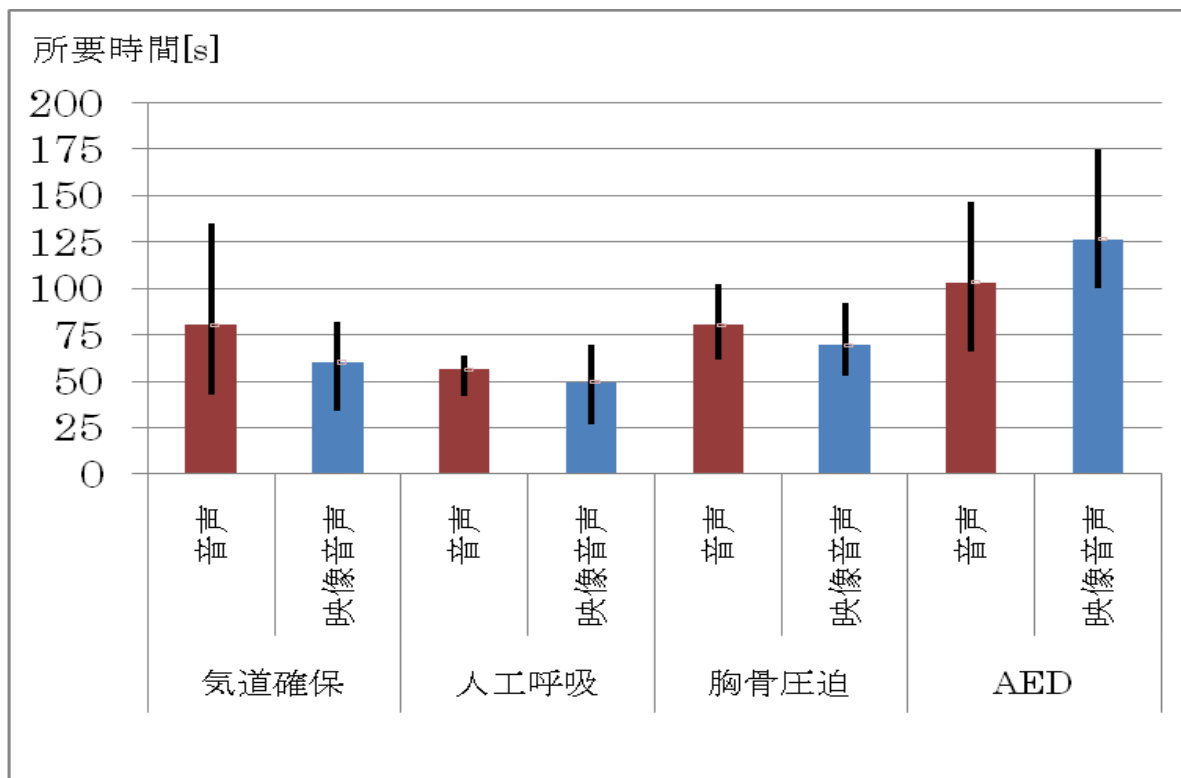


図 7-1 各処置の所要時間(映像音声通信と音声通信のみ)

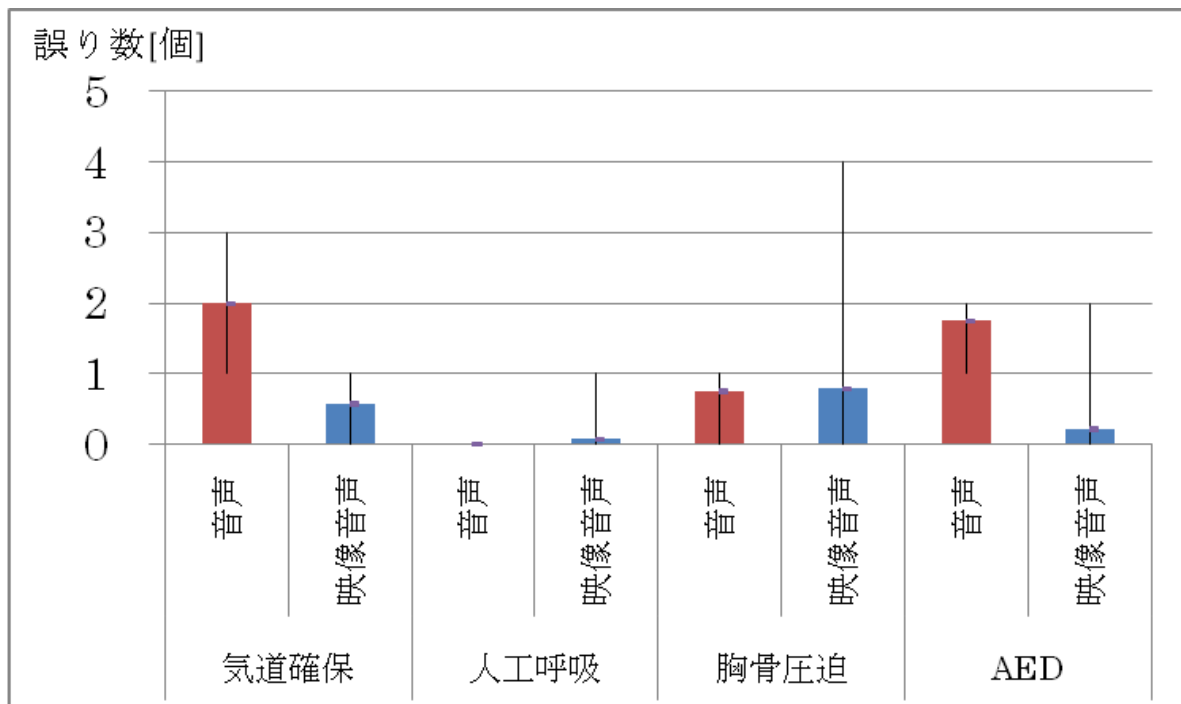


図 7-2 各処置の誤り数(映像音声通信と音声通信のみ)

表 7-5 救急隊員へのインタビュー結果

インタビューの分類	インタビュー結果
アプリケーションの操作に関して	● バイスタンダー受信映像に文字やポインタを付加させて指示を出す際、受信映像がバイスタンダー目線であるため、受信映像からベストアングルのスナップショットを取得することが難しかった ● 手順表示のようにマニュアルを表示させる方が、指示が出しやすい
バイスタンダーからの映像に関して	● 人工呼吸の時に、きちんと呼吸しているか映像からは確認できなかった
仕様環境、アーキテクチャに関して	● 操作性に問題はないが付きっきりで操作しなくてはならず、救急車の中では資材の準備などを考えると救急車の中での操作は難しい ● 通信室とバイスタンダーのやりとりの方がいいかもしれない

7.3 実証実験における開発担当部分の評価検証とその結果

7.3.1 評価検証項目

実証実験における筆者が開発した映像音声通信の評価検証における検証個所と、映像音声通信でのストレスについて被験者へのアンケート結果を表 7-6 に示す。

表 7-6 実証実験における開発担当部分の評価検証項目

大項目	小項目
救急隊員が見る受信映像	フレームレート 10fps に設定した時、映像中の画像が途切れる割合 現実時間との表示の時差
バイスタンダーが見る受信映像	救急隊員が送信した時間から表示されるまでの時間差
音声通信	音声通信についての発話からの時間差
アンケート結果	映像音声通信に対してストレスを感じましたか？（5段階評価） 具体的にどんなことにストレスを感じましたか？（複数選択） A. 画像の品質 B. 音声の品質 C. 映像と音声のズレ D. その他（自由記述） 具体的なストレスの内容（自由記述）

7.3.2 検証項目の評価結果

表 7-6 の評価項目における評価結果を表 7-7 に示す。

表 7-7 実証実験における開発担当部分の評価検証項目とその結果

大項目	小項目	結果
救急隊員が見る受信映像	フレームレート 10fps に設定した時、映像中の画像が途切れる割合	1 人当たり：3.85 回 平均途切れ回数：96.3 秒/回
	現実時間との表示の時差	0.5 秒～1 秒
バイスタンダーが見る受信映像	救急隊員が送信した時間から表示されるまでの時間差	0.5 秒～2 秒
音声通信	音声通信についての発話からの時間差	0.5 秒～1 秒
アンケート結果	映像音声通信に対してストレスを感じましたか？（5 段階評価）	1～5 の 5 段階評価の平均 2.69
	具体的にどんなことにストレスを感じましたか？（複数選択） A. 画像の品質 B. 音声の品質 C. 映像と音声のズレ D. その他（自由記述）	A. : 2 人 B. : 0 人 C. : 3 人 D. : 3 人 記述なし：5 人
	具体的なストレスの内容（自由記述） ● ナビゲーションの内容把握に関する指摘 ➢ 静止画が表示されていて「〇〇をみてください→はい、大丈夫です」と言われたときに、自分が今見ているモノが表示されないの、本当に合っているか不安だった。 ➢ 音声を聞きながら、映像を見て、患者をみるという複数のことを同時にするというのに頭が混乱した ➢ 音声のみの方が集中できた ➢ AED の説明でどこにパッドをどこに付ければ良いか分かりにくかった ● HMD の見やすさに関する指摘 ➢ 画面のバックが透明なので、少し違和感を感じた ➢ 外の背景と画面が重なって集中し見づらかった ➢ 片側の目には完全に画像を映すようにしてほしい ● AED との音声の競合に関する指摘 ➢ AED からの音声指示の音が大きくて、ヘッドセットからの音声が聞こえなかった ➢ 実際の運用だと、環境音で聞こえないかも ➢ AED の音に音声が消される ➢ AED の音声とイヤホンからの音声がごっちゃになる ● 音声通信の音量に関する指摘	

	➤ 音声小さくて聞こえづらい ● 装着に関する指摘 ➤ 装着時にうまく装着できず、映像が見づらいときがあった ● 装着感に関する指摘 ➤ メガネをかけていたためか、映像が見えにくいことがあった ➤ メガネの上にメガネでは装着しにくい
--	---

7.4 考察

処置の実施時間と誤り数について、本システムと音声通信のみの違いでは、本システムでは処置内容を救急隊員が確認できることからバイスタンダーへの処置のやり直しをさせるなどで時間を要した。その分誤り数は少なかった。逆に音声通信のみでは、救急隊員が処置内容を映像で確認できないことから、やり直しが少なかったため時間は本システムよりかからなかった。その分誤り数が増えた。

誤った個所についての本システムと音声通信の特徴について、本システムを用いた被験者は傷病者の口元に、耳および頬を近づけ呼吸を確認していたか、腕を伸ばして、心臓を垂直圧迫していたかなど、救急隊員がカメラ映像から確認できない項目において間違いが何人か出た。音声通信のみでは、気道確保の時の指であごの柔らかい部分を圧迫していないか、顎先が上げる動作が荒くないか、等の項目で誤りが多かった。HMD に動作内容が表示されておらず、救急隊員から細かい指示がない部分であったために誤りが増えたと考えられる。さらに、AED の使用について、パッドを張る位置を間違えていた、これは救急隊員が映像で春一を確認できなかったことから誤ったままとなった。また徐細動を行うときに訓練用人形の周りにだれもいないことを確認していなかった、という誤りについて、AED の使用になれていなかったことから、救急隊員への確認のための発話も多く、焦ったため周りの確認をせずに、すぐにスイッチを押してしまったと考えられる。

バイスタンダーからの HMC の映像に関して、救急隊員へのインタビューから、一部の処置で確認ができなかった。それは人工呼吸での旨が膨らんでいたか、心臓マッサージでの心臓圧迫の深さである。目線と同じカメラでは上記の部分の確認ができないために起こった。

HMD の装着、調整、見え方について、着時にうまく装着できず、映像が見づらい、メガネと一緒にかけにくい、という意見について、調整の必要もなく、かけただけで画面がよく見える被験者もいれば、HMD 装着時の画面表示の調整に時間が 2 分ほどかかった被験者もいた。HMD の調整方法がわかりにくいために調整に時間がかかっていた。

ソリューションの有用性について、落ち着いて救命処置をすることができた、現場に居合わせた場合もう一度本システムを使用したい、というアンケート結果で、非常に良い、良い、を合わせて約 8 割という結果が出た。救急隊からの音声通信だけでなく、それにあわせて処置内容が HMD から見えること、さらに救急隊員側もカメラ映像を確認しながら支持をしたことで、処置に安心感を持てたと考えられる。

音声映像通信における評価結果から、音声通信でのストレスについてはアンケートから、AED の音声アナウンスの音量が大きく、救急隊員からの指示が伝わりにくく、ストレスを感じたという意見があった。音声通信における音量調整、または AED アナウンスとの差別化、

調整が必要になる。

実時間とのずれ、画像、映像とのずれについて、特にストレスを感じた、という意見はなかった。実際の処置も音声で手順を確認してから処置に移ったため、1 秒程度のずれは特に問題ないと判断できる。画像、映像とのずれについても、実際に使用したのが手順画面と、カメラの静止画像だったため、多少のずれは影響しなかったと判断できる。

映像通信でのストレスについて、現実世界と、HMD に表示される映像（画像）、救急隊員からの音声の指示、の 3 種類を判断しながら処置をするのが難しい、HMD をみるタイミングがわかりにくい、という意見があった。HMD を見てほしいタイミングで合図がないため処置がとまっていたので、HMD の画面に注目するタイミングを送ることが効果的であると考えられる。

救急隊員が見る HMC からの映像において、映像中の画像が一部欠ける、途切れる、という現象が発生した件については、Jpeg 画像生成、送信の間隔が 10fps の場合では 1 人当たり 3.85 回、平均途切れ回数が 96.3 秒/回だった。この現象は Jpeg 画像生成、送信の間隔が 10fps より短くなるにつれて増えたため、Jpeg 画像生成が間に合わないという原因が考えられる。救急隊員からのインタビューでは、映像中の画像が一部欠けるという不具合についてのストレスはなかったが、通信環境が変化した場合、この現象は悪化することも考えられる。

表示画像の画質については、特にストレスを感じた、という意見はなかった。実験でのビットマップの画質はピクセルあたり 24 ビット（赤が 8 ビット、緑が 8 ビット、青が 8 ビット）を使用しており、この程度の画質であれば処置には問題ないと判断できる。

第8章 関連研究

本章では、救急救命ソリューションの関連研究について、その特徴と、救急救命ソリューションとの差異について述べる。

救急救命ソリューションの関連研究では、バイスタンダーの支援に関して、太田らによる Shared-View System[18]を用いて、気道確保、脈拍確認、心臓マッサージを遠隔より指導するという研究がある。HMD の視野内での指さしによって、脈拍測定の一役、胸骨圧迫の位置を遠隔から指示するもので、本ソリューションとの違いについて、Shared-View System では HMD が両眼でのポインタの重畳表示させるのに対して、本ソリューションでは、テレスカウターの HMD が単眼で、画面が視界の左上に表示されることを考慮したポインティングや画像、文字の描写等の描画設計にしている点で異なる。

また、小嶋らによるカメラ付携帯電話を使用した救命支援システム[19]がある。携帯電話のカメラとメールを用いて、救急車の救急隊員や搬送する病院とリアルタイムでの情報共有を図るシステムである。本ソリューションとの違いについて、救急隊員からバイスタンダーへの音声での指示と、テレスカウターの HMD を通して、ポインティングや画像、文字の描写等を行うことで、バイスタンダーの救命処置の支援を可能としている点で異なる。

また、救急隊と救急病院とのコミュニケーションに関して、石橋らによる救急医療支援システム Mobile ER[20]がある。これは、救急隊員が小型 PC、HMD、HMC を装着し、救急車に装備されたサーバと無線通信装置を使い、事故現場や患者の様子の画像を救急車からワイヤレスネットワークを使って、消防指令本部や救急救命センターに送るというシステムである。本ソリューションとの違いについて、ウェアラブルコンピュータの装着者がバイスタンダーであるため、支援対象が異なる点である。

また救急隊と救急病院とのコミュニケーションに関するサービスとして、救急医療支援情報流通システム(GEMITS)[21]が挙げられる。このシステムは救急病院の受け入れ可能状況を救急車内でリアルタイムに把握でき、受け入れ先の病院は現場の状況や患者の情報を確認することで、最適搬送先の決定に対する意思決定時間の短縮や、受け入れ先での早期の準備を支援する。

さらに、実用化されたサービスとしては、NTT コムウェアのモバイル・テレメディシン・システム[22]がある。救急車と複数の病院をリアルタイムで結ぶ医療情報共有システムで、救急車で搬送中の患者の誘導心電図、血圧、呼吸、脈拍などのバイタルデータや、小型ビデオカメラによる患者の映像などを、受け入れ先の病院へ送付する。医師の指示のもとでの救急救命士による適切な初期対応や、早期の診断による専門病院への収容などを支援する。

第9章 プロジェクトの振り返り

本章では、プロジェクトの振り返りとして、筆者のプロトタイプシステムの開発計画と実績の対比、また筆者の視点からプロジェクトの反省点について述べる。

9.1 プロトタイプシステムの開発計画と実績

プロトタイプシステムの開発計画とその実績を図 9-1 に示す。

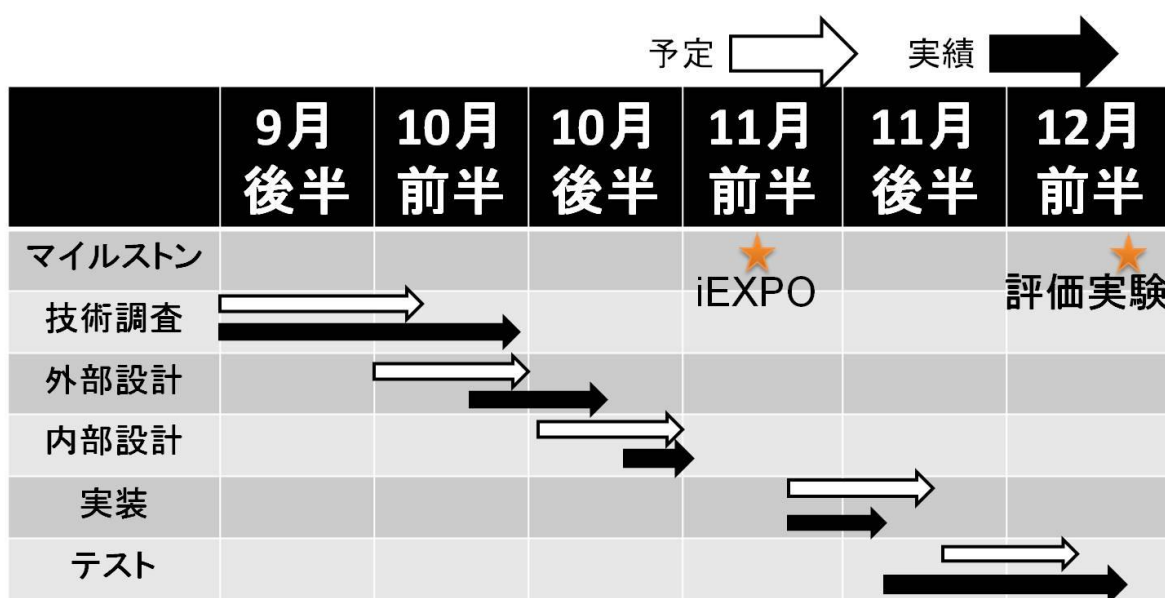


図 9-1 プロトタイプシステムの開発計画と実績

技術調査について、予定より実績が遅延した理由は、筆者が組み込みシステム開発について事前調査が不足していた点と、調査する技術に対して、実際に利用可能かサンプルを作成し、確認するタスクについて、見積もりが甘かった点である。見積もりが甘かった原因は、音声処理や映像処理に関する筆者の知識不足であると考えられる。また、調査する技術について、一つ一つサンプルを作成して確認する、という方法にも問題があったと考えられる。そのため、調査する技術を一度まとめて、要件と照らし合わせて比較した上で見積もりを行い、サンプル作成の計画を立ててから行う必要があったと考えられる。

内部設計を工程について、予定よりも短縮できた理由について、プロトタイプシステムの開発では機能ごとに担当を分担したことで、実装のための設計書作成のコストが減ったからと考えられる。

実装工程で予定よりも短縮できた理由について、内部設計で通信機能のアルゴリズムを統一し、モジュール化したため、複数のアプリケーションを作成するコストを予定よりも減ったからと考えられる。

テスト工程が予定よりも早く進んだにもかかわらず、予定よりも遅延した。これは外部設

計工程や、内部設計工程でテスト計画やテスト項目の洗い出しを行わなかったため、テストが効率よく行われなかったことが原因であると考えられる。外部設計工程や内部設計工程でバグ修正のコストを含めて見積もりを行い、テスト計画を立てておくことが必要であった。

9.2 企画の振り返り

顔認識や、音声認識といった機能ごとのテーマを 1 週間の短い期間に区切って企画を出すために、ブレインストーミングとチームレビュー、最後に NEC と行う全体レビュー、というプロセスを形成した。これにより、各テーマでの企画立案数にばらつきが起こりにくく、安定して企画を立案できた。また、マトリクス法による企画の整理を行うことで、仮説として採用するときの企画の点数付けをしやすくなった。

反省点は、プロジェクトメンバー全員が HMD やウェアラブルコンピュータに関する事前知識がそれほどないまま企画を行った点である。各メンバーが事前学習を行っていることで、ソリューションとして実現性の高い企画をより多く立案することが可能であったと考えられる。

9.3 仮説立案・検証の振り返り

仮説立案時は、筆者は仮説立案時のシステムの画面レイアウトや、ビジネスモデル、ステークホルダや関連する法律の調査を担当した。また担当以外の部分についてもレビュー、修正に携わることでソリューションの全体内容を把握できた。

仮説検証では、救急救命支援ソリューションに関連して、実際に救命講習を受講した。また救急救命士や救急担当医師、医療機器メーカー等のヒアリングをステークホルダへのヒアリングを行うことで、仮説の見直しと、プロトタイプシステムの要件を定めた。

反省点は、企画の中から仮説として立案できたのが一つのみだった点である。救急救命支援ソリューション以外にも、並行して仮説案を用意することで、仮説の比較検討を行うことなどができたと考えられる。

9.4 プロトタイプシステム開発の振り返り

プロジェクトメンバーがそれぞれ機能ごとに開発を分担することで、各メンバーが自分の開発に専念でき、内部設計工程でのドキュメント作成のコストを減らすことができた。また、スクラムを採用することで、他のメンバーの進捗を常に把握し、遅延の発生や開発上で問題が起きた場合の対処を容易にした。

開発の反省点として、各スプリントでの反省があまり行われなかった点である。このため成果物のフィードバックが行われず、特に筆者の場合、機能についてのドキュメントの品質低下を招き、テスト工程での遅延につながったと考えられる。スプリントごとに必ず成果物のレビューを行うことや遅延や問題発生を見越した計画立案をすることで、課題の発見や品質の向上につながり、上記の課題を解決できると考えられる。

9.5 実証実験の振り返り

実証実験を行う前の準備として、計画書を作成し消防署の方への協力を依頼したり、それに際しての実験方法やシステムの説明等を徹底することで、関係者が多くいた中でも実験では想定よりスムーズに行うことができた。

今後の課題として、より救急救命の実際に近い状況を想定した実証実験を行うことで、ソリューションの有用性を検証していくことが挙げられる。

第10章 結論と今後の展望

研究開発プロジェクトにおいて、NEC が提示した「産業向けウェアラブルコンピュータシステムにおける新規ソリューション開発プロセスの習得と実践」というテーマの元、同社の製品であるウェアラブルコンピュータ「テレスカウター」(Tele Scouter) を用いたソリューションの企画立案、仮説検証、及びプロトタイプ開発を行い、プロトタイプシステムを用いて実証実験を行った。

音声映像通信の実装では、HMC からの映像送信機能と、音声通信機能は PC 開発し、救急隊員側からの映像受信についてはテレスカウターでの受信機能を開発した。

実用化に向けては、テレスカウターで HMC からの映像処理、映像送信、また、音声通信機能を開発することがあげられる。具体的な方法としては、映像と音声を同時に動画としてキャプチャーし、ストリーミング通信で動画として配信する方法が考えられる。

実証実験の結果から、プロトタイプシステムの目的が達成されたかどうかについて、救急隊は現場状況を確認でき、バイスタンダーに適切な指示を出せるのか、という点については、救急隊員がバイスタンダーの HMC からの映像を確認し、現場状況、救命処置の状況を確認することができた。しかし、一方で一部のバイスタンダーの処置状況を確認できなかった、という課題が残った。この課題の解決法として、別の固定カメラを利用することや、HMC のカメラ角度を遠隔で操作する方法などがあげられる。

もう一方の目的である、バイスタンダーが適切な処置ができるか、という点については、心肺停止の状況下での救命処置は既存の音声通信のみと比べて効果が高いことが示された。今後の検討課題として、傷病者の状況が本実験とは違った場合や、複数人の傷病者やバイスタンダーがいる場合等、より様々な状況下での実証実験を行い、効果を検討していく必要がある。

ソリューション全体の有用性として、プロトタイプシステムを用いた実証実験から、バイスタンダーの救命処置支援、バイスタンダーと救急隊員との連携については有用性があると判断できる。ただし、バイスタンダーの救命処置の処置時間は、テレスカウターの装着時間のロスを解消させることはできなかった。このため、AED と一緒にテレスカウターを配置し、一般人が緊急時に初めてテレスカウターを使用することは、一時救命処置の実施率向上にはつながりにくいと考えられる。最終的な救命率向上のためにはテレスカウターの装着時間のロスを減らせるような導入環境への配備が重量となる。すなわち、老人介護施設の職員やスポーツジムのインストラクター、学校の部活の顧問など救命処置の使用機会が多い機械、人物をテレスカウターのユーザとして絞ることが望ましい。

また、現状の導入先としては、工事現場での作業支援等の別ソリューションに付属させて販売していくことも有用であると考えられる。

本ソリューションは、バイスタンダーの一時救命処置の支援と、バイスタンダー、救急隊、受け入れ先病院との連携強化を図るものである。本ソリューションの実現・導入によって救急医療の課題解決に役立つことを期待したい。

謝辞

塩川正二様、永浜公太郎様、景安泰千様をはじめとする、日本電気株式会社プラットフォームマーケティング戦略本部の皆様からはテーマのご提供から、プロジェクトの支援と、細部にわたるご指導をいただきました。誠に有難うございました。

本プロジェクトの委託元教員および指導教員の田中二郎教授には、二年間丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。心から感謝申し上げます。

本報告書執筆にあたり、副査としてご助言を戴くとともに本報告書の細部にわたりご指導を戴いた山戸昭三教授に深く感謝致します。

本研究開発プロジェクトでは、つくば市中央消防署の皆様にはお忙しい中、様々なご協力をいただきました。誠に有難うございました。

高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム担当教授である菊池純男教授、駒谷昇一教授には、今年度の上半期まで熱心な指導をしていただきました。誠に有難うございました。

本研究開発プロジェクトのチームメンバーである、藤本和久氏、川崎結花氏、何楽為氏の三人には大変お世話になりました。有難うございました。

最後に温かく見守っていただいた家族と、私の学生生活を支えてくださった全ての方々に心から感謝いたします。

参考文献

- [1] Ivan Edward Sutherland, “A HEAD-MOUNTED THREE-DIMENSIONAL DISPLAY,” AFIPS Joint Computer Conferences, AFIPS, 1968.
- [2] Hestnes, B., Heiestad, S., Brooks, P., Drageset, L., “Real situations of wearable computers used for video conferencing - and implications for terminal and network design”, In Proc. of ISWC 2001, pp.85-93, 2001.
- [3] H. Kuzuoka. Spatial workpace collaboration: A sharedview video support system for remote collaboration capability. In Proc. CHI 92, pages 533–540, 1992.
- [4] Kraut, R. E., Miller, M. D., Siegal, J., “Collaboration in Performance of Physical Tasks: Effects on Outcomes and Communication”, In Proc. of CSCW 96, pp. 57-66, 1996
- [5] Fusell, S. R., Setlock, L. D., Kraut, R. E., “Effects of Head-Mounted and Scene-Oriented Video Systems on Remote Collaboration on Physical Tasks”, In Proc. of CHI 2003, pp.513-520, 2003.
- [6] 富士通関西システムズ, “現場業務支援ツール Fast IC : 情報コミュニケーション機能,” <http://jp.fujitsu.com/group/fks/services/genbagyoumu/>
- [7] 塩川正二, 永浜公太郎, “ウェアラブルコンピュータシステム Tele Scouter と社会基盤の変化,” NEC 技報 Vol.62 No.4/2009, NEC 技報編集委員会 (編), pp.105-105, (社) 日本電気株式会社 (政策調査部), 2009.
- [8] 総務省消防庁, 平成 21 年度版 消防白書, 総務省消防庁, 株式会社日経印刷, 2009.
- [9] 総務省消防庁, 平成 21 年版 救急・救助の現況のポイント, 総務省消防庁, http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/2112/02_point.pdf
- [10] Microsoft, Windows Embedded CE Features, Microsoft, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa907981.aspx>
- [11] Microsoft, .NET Compact Framework, Microsoft, <http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/f44bbwa1%28v=VS.90%29.aspx>
- [12] Microsoft, .NET Compact Framework と .NET Framework の相違点, Microsoft, <http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/2weec7k5%28VS.90%29.aspx>
- [13] 趙森, “改訂 Visual C#.net ではじめるネットワークプログラミング1 基礎編,” 石塚勝敏, 株式会社カットシステム, 2008-01-10 初版第 1 刷, pp.113-124
- [14] Igoten/Hatanero, C#, Vb2005 で Socket 通信 (複数クライアント&非同期処理), ソフト工房 波田, <http://www.geocities.co.jp/hatanero/sockscsource2.html>
- [15] 塚田 浩二, USB カメラを C# で使おう, 俄プログラマー心得, <http://mobiquitous.com/programming/usbcamera.html>
- [16] ささお, .NET Framework 2.0 でキャプチャー, まちのみな, <http://tmp.junkbox.info/e24.html>
- [17] Fadi Abdelqader, C# P2P Voice Chat Example, SocketCoder.com, <http://www.socketcoder.com/ArticleFile.aspx?index=2&ArticleID=46>
- [18] 太田祥一, 行岡哲男, 山崎敬一, 山崎晶子, 葛岡英明, 松田博青, 島崎修次, “Head

- Mounted Display (HMD)による Shared-View System を用いた遠隔指示・支援システムの検討”, 日救急医学会誌, Vol.11 No.1, pp.1-7, 2000.
- [19] 小嶋純平, 出江幸重, “カメラ付携帯電話を利用した救命支援システム,” 鳥羽商船高等専門学校紀要, 2005-02-28, 27, 0, pp.27-30, Feb, 2005.
- [20] 山崎純一, 神原誠之, 横矢直和, “Mobile ER のための隊員視点カメラと救急車内 PTZ カメラを併用した伝送映像の生成,” 信学技報, vol.110, no. 238, MVE2010-57, pp. 25-30, Oct, 2010.
- [21] 小倉真治, 豊田泉, 熊田恵介, 土井智章, “岐阜地域における地域医療連携 救急医療支援情報流通システム(GEMITS),” 日本クリニカルパス学会誌, vol.12, no.2, pp.132-135, Jun, 2006.
- [22] 田中耕明, 村上悦郎, 松本博志, 栗山拓也, “救急車と病院をリアルタイムにつなぎ, 救命率の向上を実現—モバイル・テレメディシン・システム,” NTT 技術ジャーナル, vol.21, No.12, pp.53-56, Des, 2009.

付録

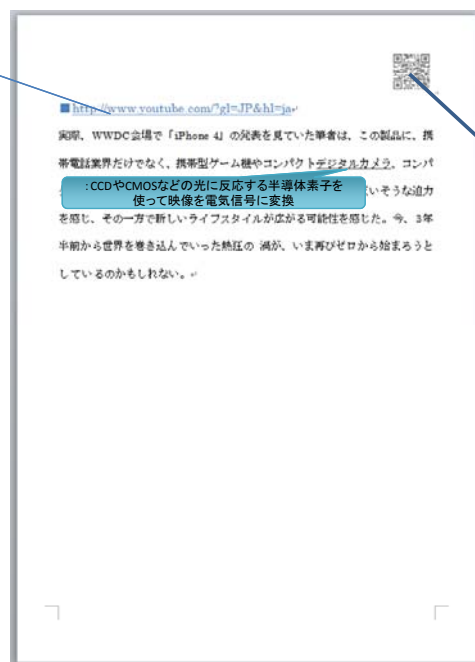
発想支援・3Dマインドマップ



リファレンス



- 識別タグ
 - QRコード
 - 色
 - 下線
 - 記号



変更履歴

ドキュメント暗号化

- 表示したい箇所に識別子をつける
 - 特定のスカウターからしか文書が復元されないなど



動的コンテンツの付加

- 動的コンテンツを表示したい箇所に識別子をつける



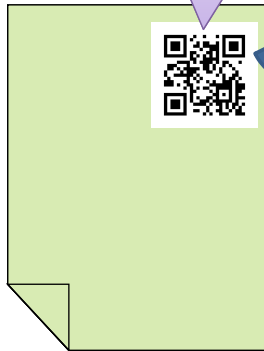
文書ファイル操作

ディスプレイにメニュー表示

QRコードに
文書が保存してある場所の
アドレスが書いてある

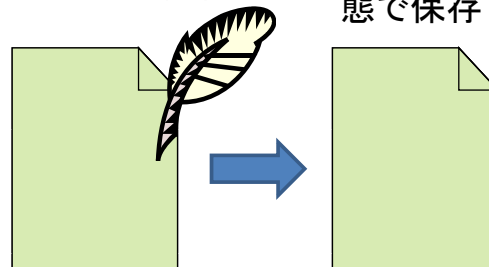
印刷
メールに添付
コピー

読む



普通のペンで追記

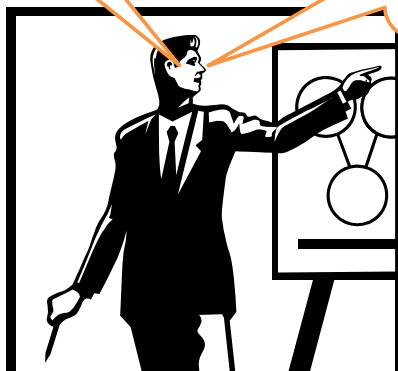
追記された状
態で保存



プレゼンテーション支援

- メモ、カンペ表示
- スライド時自動切り替え
- 質疑応答自動メモ

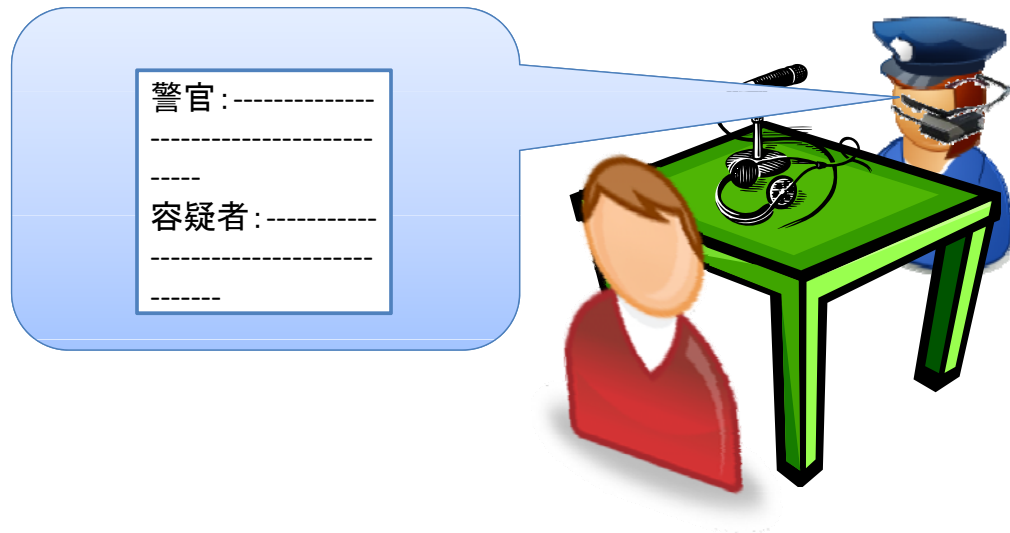
- スライド内容表示
- 質疑応答自動メモ



- スライドメモ、カンペ等表示
- スライドページ自動切り替え
- スライド内容表示
- 質疑応答自動メモ

取り調べ支援

- ・供述を音声から文書化
- ・文書をモデル化し、矛盾点を自動解析



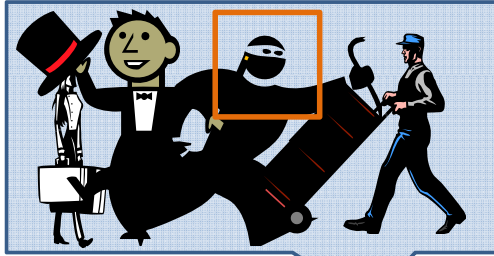
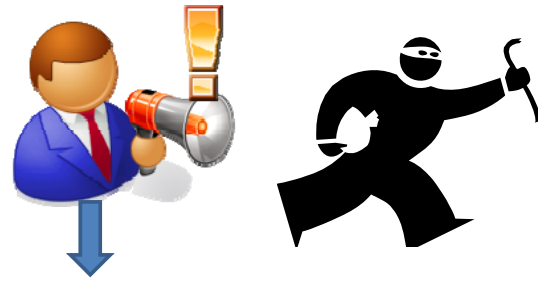
警備支援ソリューション

- ・別の場所の監視カメラの映像を確認
- ・音声で監視カメラの映像の切り替え
- ・監視カメラで画像に異常が生じたら通知・自動切り替え



イベント警備ソリューション

- 怪しい人をカメラで撮影
- Tele Scouter をつけているスタッフに顔情報と付加情報を配信
- 別の場所でその人が現れたら通知



入場制限ソリューション



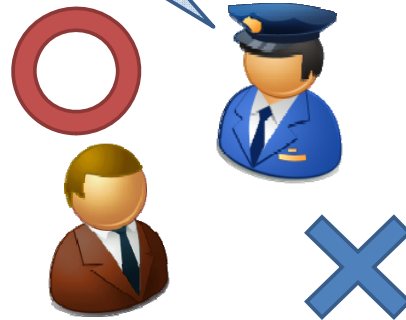
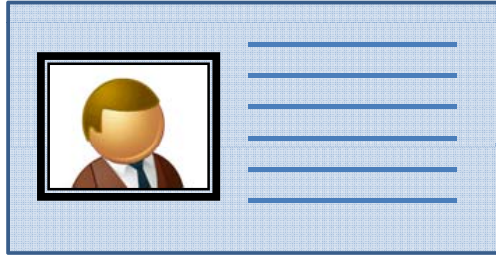
入場する客の顔写真を撮って、過去の犯罪歴があるかどうかを調べる。

使用シーン: ワードカップのような入場人数のおおいスポーツ大会で、フーリガンの入場を禁止する

選挙不正防止ソリューション

投票の本人確認を顔認識で行う

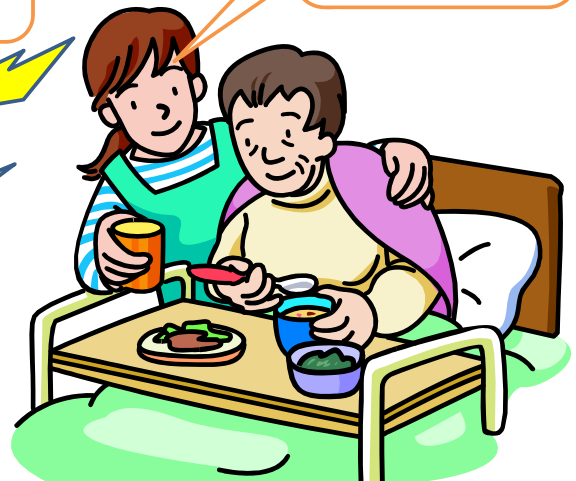
- ・不正防止
- ・2重投票の防止



在宅介護支援ソリューション

- ・介護手順、介護スケジュール表示
- 介護者についての情報(必要な薬など)

- ・介護福祉士から、適切なオペレーション
⇒介護福祉士が現場に行かなくても、身近な人が質の高い介護を行うことができる。



看護師向け入院患者看護支援ソリューション



看護師長

- ・現場の看護状況の把握
- ・看護手順等の遠隔指示



必要な処置、
薬の種類



現場看護師

- ・患者の顔認識
- ・患者に必要な薬、処置等の表示
- ・看護師長による遠隔指示
- ・会話の翻訳(外国人看護師向け)

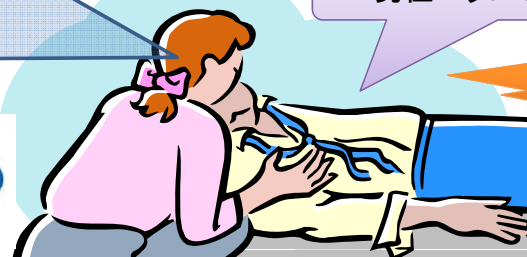
AEDオペレーション・応急処置支援

○の位置に
電極パッドを
貼ってください



落ち着いて。声をかけてみてください

現在こういった状況です



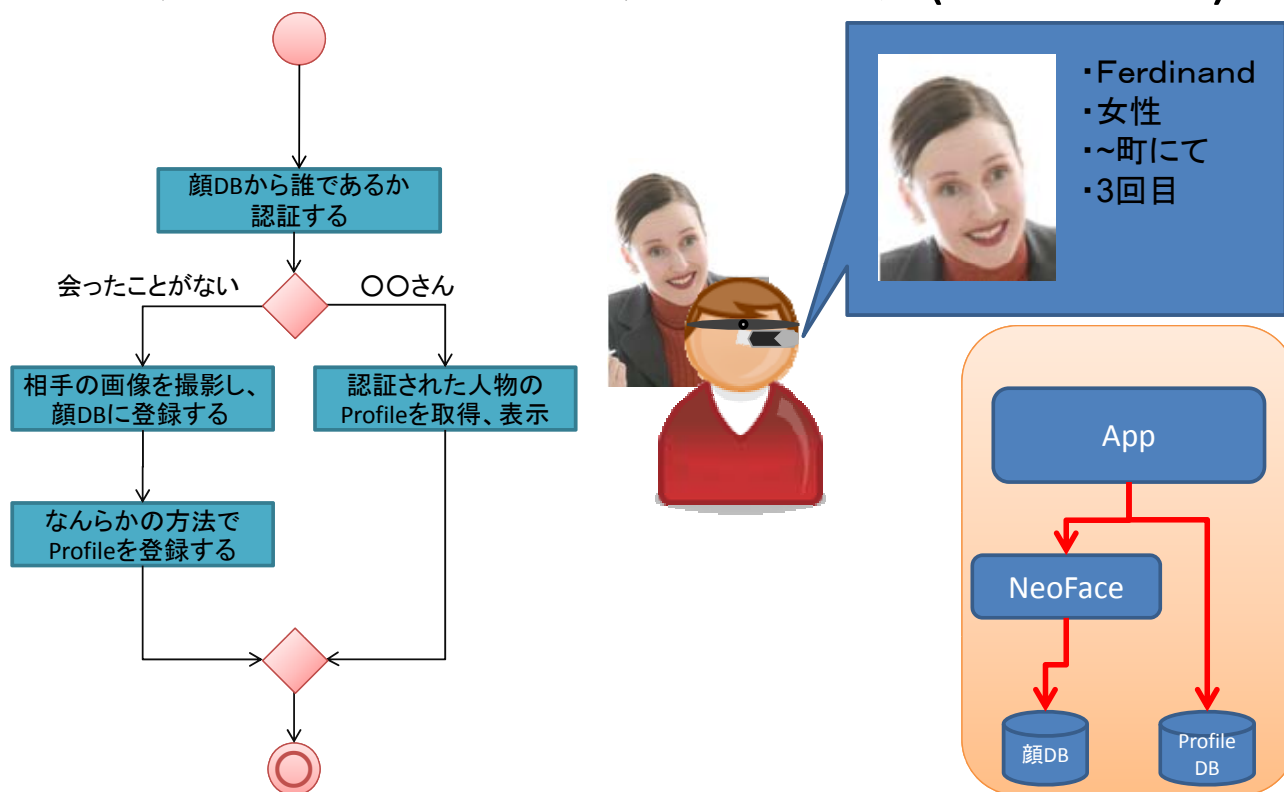
AEDオペレーション

- ・ AEDとセットで設置
- ・ 操作方法を表示
- ・ 音声操作で次の指示
- ・ 使用者が動揺している場合
- ・ 落ち着かせるナレーションを入れる

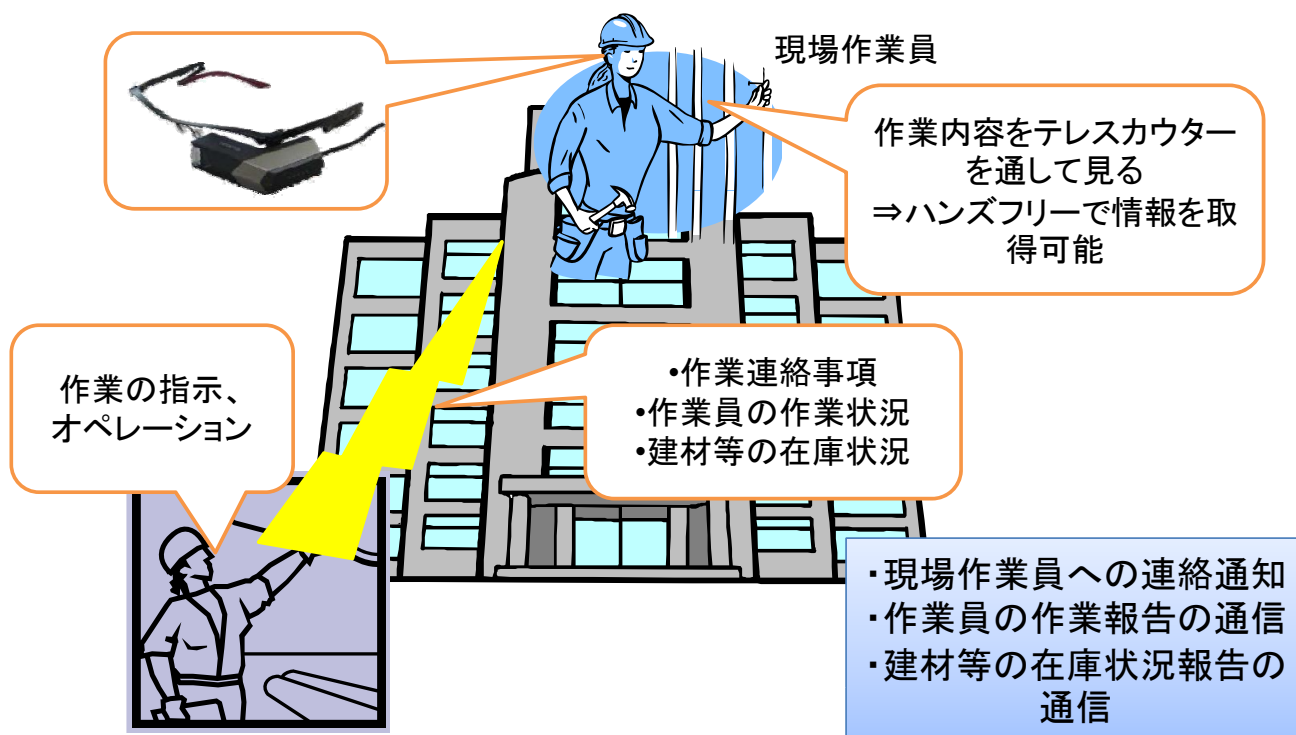
救急隊との通信による
応急処置

- カメラで状態を確認
- ディスプレイにガイドを表示
- 救急車の現在地表示

相貌失認患者向け顔識別支援(個人特定)



建設現場作業支援ソリューション



建設現場作業支援ソリューション



クレーン運転手

⇒運転席からをテレスカ
ターを通してカメラ映像を
見る
⇒運転中の視界を外さず
にカメラ映像を確認可能

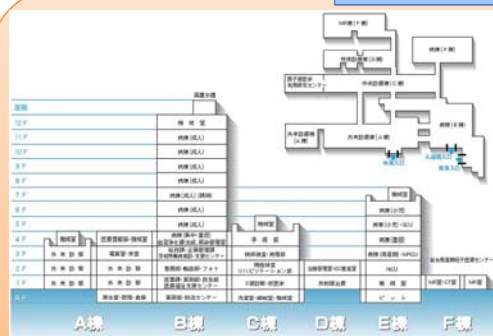
クレーンのカメラ映像
⇒クレーン運転席から見えない箇所で頻繁にクレーン作業を行う場合の安全性・効率性を高める

・クレーン先端のカメラ映像
表示

災害時救出活動支援ソリューション



- ・建物の配置図、周辺地図表示
- ・要救出者の携帯のGPSから救出箇所の表示
- ・捜査経路の表示

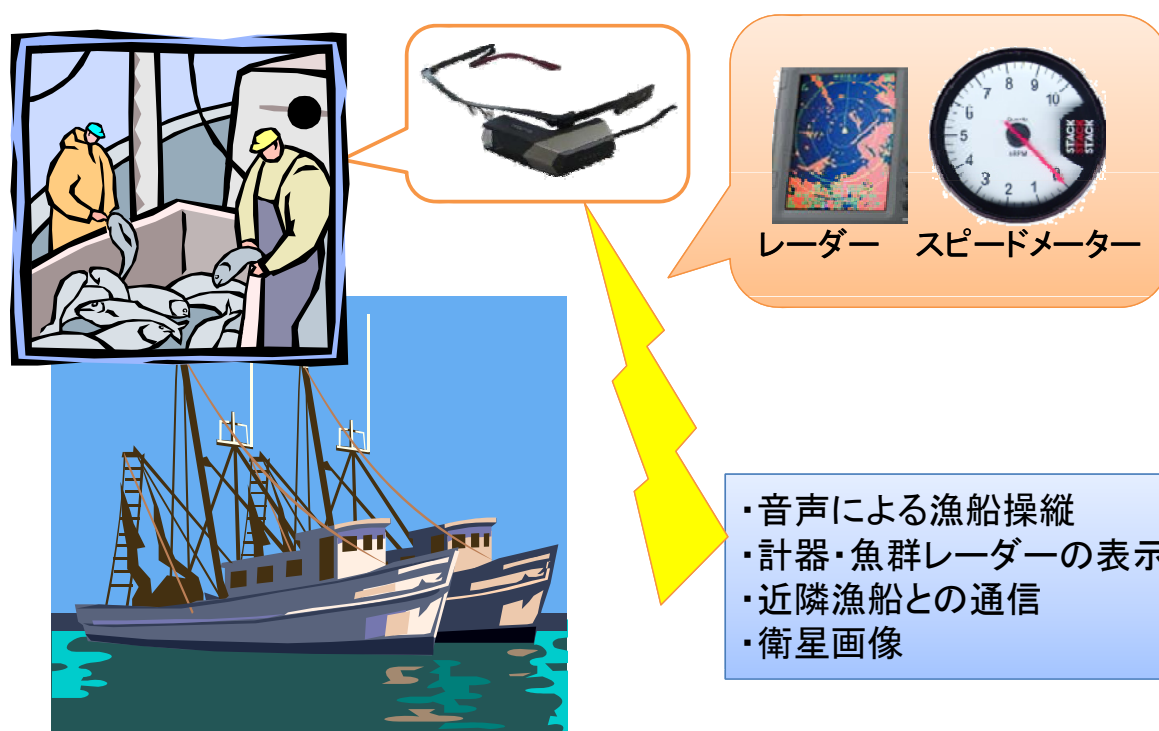


建物の配置図

災害時救出活動支援ソリューション

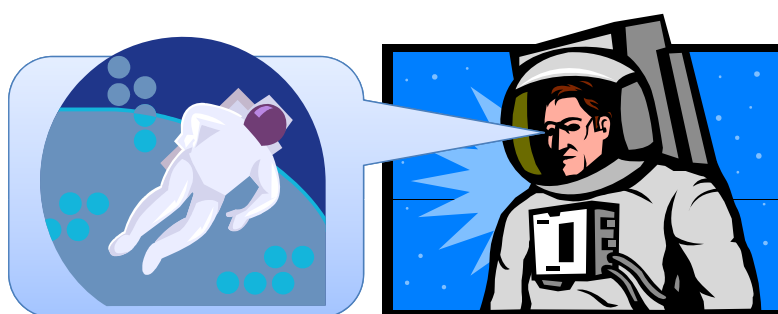


漁船遠隔操作ソリューション



宇宙での作業支援

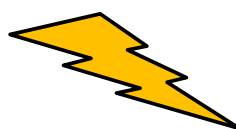
- 対象：船外活動する宇宙飛行士
- 機能：
 - － 作業手順の表示
 - － 指令との通信
- 特徴：
 - － 画像による通信が可能なので、ミスや事故が防止できる



遠隔ロードサービス



1. 車に積んだり、高速道路の緊急電話ボックスに設置
2. カメラと音声で遠隔地の技術者に状況を伝える
3. 技術者は状況を見て派遣の必要性を判断
4. 派遣が必要ないと判断された場合、技術者の指示を受けながらドライバーが処置を行う



ピッキング作業支援

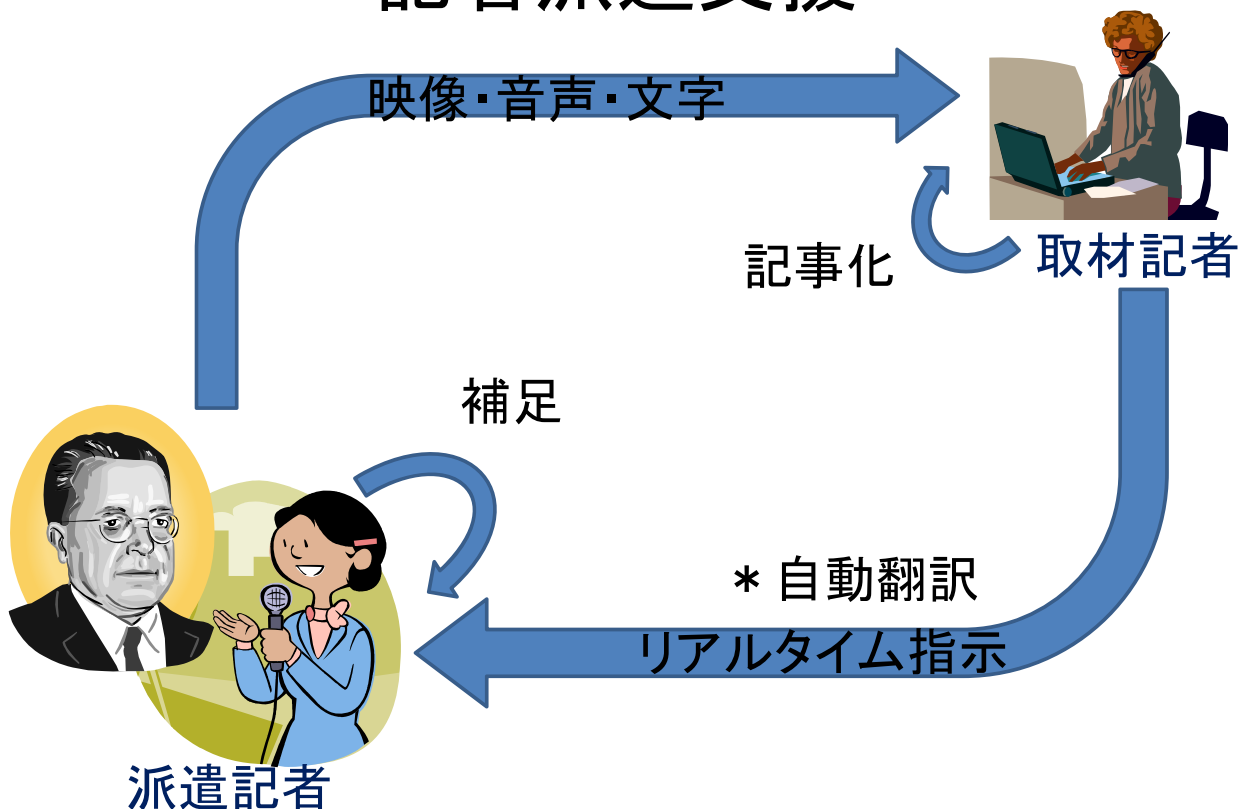


- バーコードのカメラ読み取り
- 入庫指示内容の表示
- 複数出庫指示時の最短ルート表示

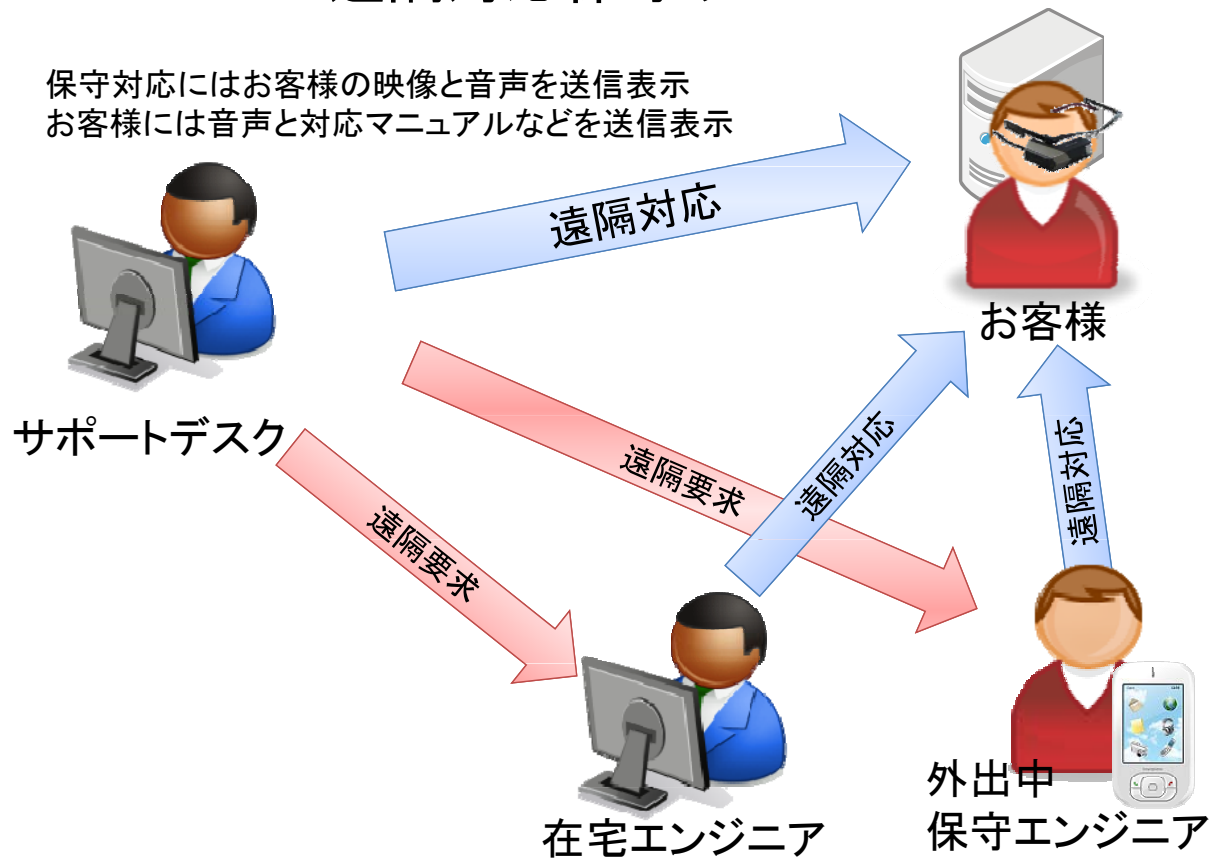


- 入荷検品
- 入庫
- ピッキング・出庫

記者派遣支援



遠隔対応保守サービス



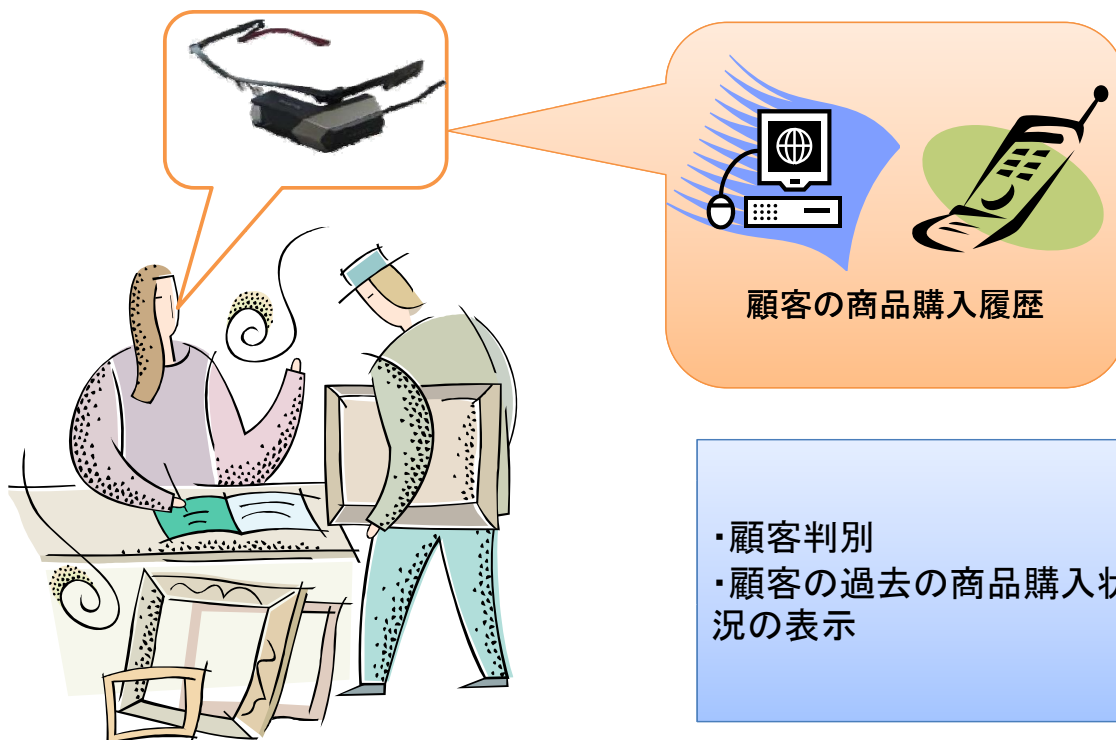
大規模のお見合いパーティ



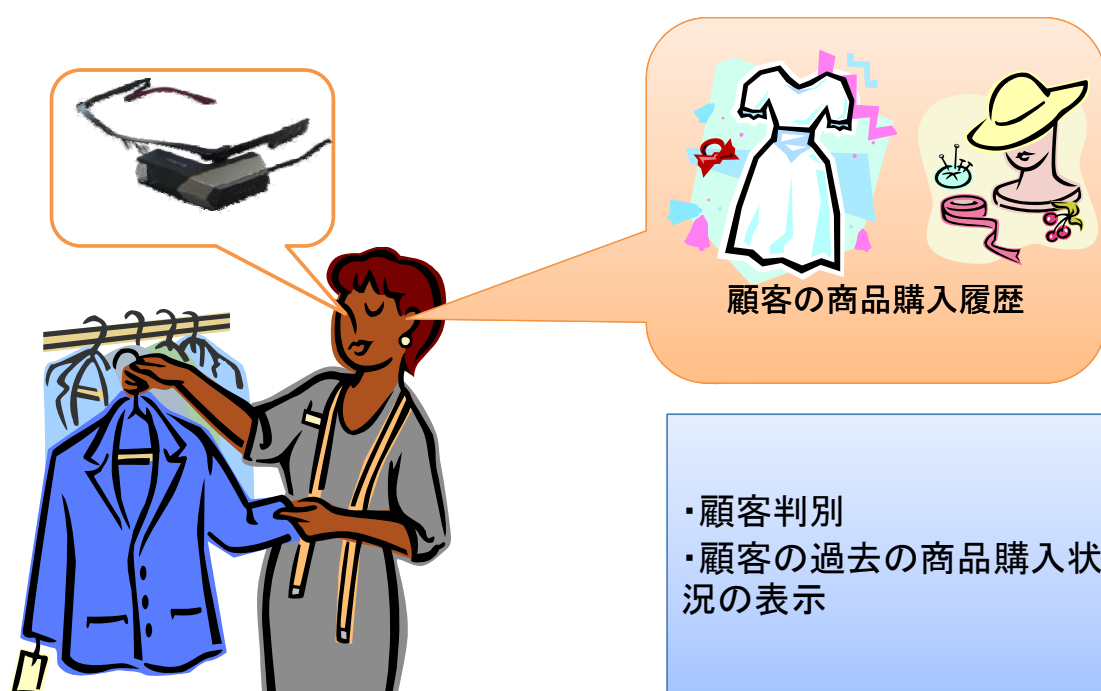
会場の異性の顔写真を
撮って、相手のプロ
フィールを画面上に表示
してくれて、自分の要求
に合う異性を探しやすい

- ◆気になった異性をお気に入り登録とかできる
- ◆お互いブックマークできるとアラームで知らせてくれる

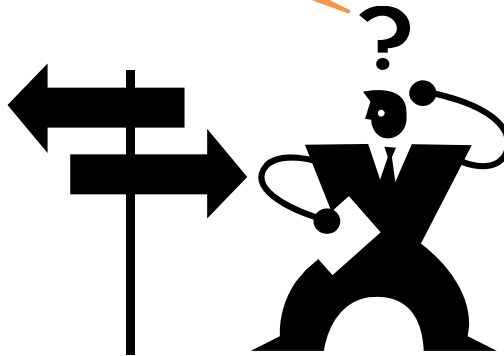
小売店向き顧客対応支援(家電量販店の場合)



小売店向き顧客対応支援(アパレルの場合)



家電量販店案内サービスソリューション



- ・商品に関するCM等の表示
- ・過去に検索した他の商品との比較内容表示
- ・店内の案内
- ・店の電子広告、セールス情報等表示

図書館の調べ物支援



料理支援

- 対象: 自宅で料理をする人
- 機能:
 - レシピ検索
 - 手順表示
 - 難しい手順の動画表示
 - インターフォンや電話の対応
 - 火元から離れると警告
 - 子供の様子などの確認



騒音環境化下の会話支援ソリューション

工場やパチンコ店など、騒音で会話しにくい環境にて使用
会話をディスプレイにチャット形式で表示
対面している人にだけ会話が可能
BluetoothでTele Scouter同士で通信

かずひさ: ○○の部品が減ってるから、補充をお願い

まさこ: わかりました

かずひさ: ところでお昼どこ行く？

まさこ: 今業務中ですからあとにしてください



警備支援ソリューション

コンセプト	(簡潔に) 「視界」を増やすことで異常をすぐに察知
ターゲット顧客、規模	(できるだけ具体的に) 警備員で、監視カメラのついた建物を見回って警備をする人 警察官で、被疑者の尾行をする人
顧客への提供価値	(わかりやすく。可能なら定量化する) 警備員: 異常の検知率上昇→顧客満足度上昇 警備室の待機人数や見回り人数の削減→コスト削減 警察官: 検挙率の増加 尾行人数の削減
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	(このソリューションは、汎用性があるのか、ニッチなのか) (根本的なニーズなのか、時間によって変化するのか)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載)

Page 1

騒音環境化下の会話支援ソリューション

コンセプト	(簡潔に) 聞こえない環境でも自然な会話を
ターゲット顧客、規模	(できるだけ具体的に) パチンコ店、工場などの騒音環境(会話が困難、耳栓をすることが定められているなど)
顧客への提供価値	(わかりやすく。可能なら定量化する) コミュニケーションの円滑化→作業効率、安全性の増加
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	(このソリューションは、汎用性があるのか、ニッチなのか) 聾啞者とのコミュニケーション手段にも活用可能 (根本的なニーズなのか、時間によって変化するのか)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載)

Page 2

救急救命支援ソリューション

コンセプト	AEDを救命センターに
ターゲット顧客、規模	利用者：専門知識を持たないが、救命処置を行わなければならない人 顧客：国、自治体、企業、学校、交通機関、公共団体 全国27万台 http://www.jhf.or.jp/aed/spread.html
顧客への提供価値	救命率の上昇 地域社会貢献 - 適切な応急処置を迅速に行える - AEDでカバーできない救命処置も可能 - 安心感を与えることでAEDや応急処置の実施率上昇 - AEDと応急処置を施した場合、応急処置のみより救命率が高い (AED普及促進に関する報告書 広島県地域保健対策協議会救急医療・災害医療体制専門委員会)
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	- ニッチだが、普及台数が多い - ただ、普及がある程度進んでしまっているため搭載するのは次のAED装置の入れ替え時になる？ - アメリカを中心にAEDの普及が日本より進んでいる。よってアメリカ市場を狙うのも良いかもしれない - 高齢化社会に向けて、ニーズは高まると予想
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	2004年に一般の人の除細動が認められ、AEDの使用が可能に 高齢化の進行 AEDの普及が進んでいる AED使用の講習があまり普及していない (AED普及促進に関する報告書 広島県地域保健対策協議会救急医療・災害医療体制専門委員会)

関連組織

- AED普及協会
<http://www.aedjapan.com/>
- 日本心臓財団
<http://www.jhf.or.jp/aed/spread.html>
- 循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究
<http://kouroukaken-kyukyusosei.info/>

低価格店向け接客ソリューション

コンセプト	(簡潔に) しまむらでもチャネルの対応
ターゲット顧客、規模	(できるだけ具体的に) ファーストフード、ファストファッション、ビジネスホテルなどの安価な商品を取り扱っている店舗
顧客への提供価値	(わかりやすく。可能なら定量化する) きめ細やかなサービスを安価に実現 他企業との差別化による売り上げの向上
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	(このソリューションは、汎用性があるのか、ニッチなのか) ニッチ (根本的なニーズなのか、時間によって変化するのか)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載)

Page 5

イベント警備ソリューション

コンセプト	現場の状況を即反映
ターゲット顧客、規模	利用者: イベントスタッフ イベント会社、イベント施設、スポーツ施設、テレビ局、設備レンタル会社など
顧客への提供価値	イベントの円滑な運営 低コストで確実性の高い入場制限 大がかりな顔認証設備を設置しなくても、Tele Scouterを使うことで簡易的な顔認証システムが作れるので、低コスト&野外などでの設置が簡単 イベントの事故・事件防止 イベント会場・テレビ局・楽屋の確実な入場制限
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	- イベントでの事故・事件がイベントの存続に関わるため、需要はある - 対テロ対策のために、安全性の向上が求められている
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	テロなどの不安を受けて、来場者の手荷物検査を実施するイベントが増加 http://www.google.co.jp/search?hl=ja&q=イベント 手荷物検査&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=

Page 6

投票所の不正防止ソリューション

コンセプト	顔認証で不正防止
ターゲット顧客、規模	選挙管理委員会
顧客への提供価値	簡単かつ確実に不正防止 公正な選挙の実現
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	代理投票・期日前投票の不正が問題になっている 神戸新聞 http://www.kobe-np.co.jp/news/shakai/0003134099.shtml
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	老人保健施設で不正投票、事務長ら3人逮捕 http://www.yomiuri.co.jp/national/news/20100717-OYT1T00113.htm 有権者の顔を登録・更新しなければならないため、制度の整備が課題になる 認識の正確性はどれだけ有効なのか？ 固定カメラでも実現可能であるため、Tele Scouterを使う利点が弱い

Page 7

遠隔ロードサービスソリューション

コンセプト	(簡潔に) 自分の車は自分で解決する
ターゲット顧客、規模	(できるだけ具体的に) JAF、保険会社、車のディーラー
顧客への提供価値	(わかりやすく。可能なら定量化する) コスト削減 作業員派遣が必要となる機会が減る 出動件数のうち、タイヤのパンクによる出動は10.9% 半分以上が派遣せずとも解決できる問題だった場合、約5.5%のコスト削減 http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200906/03.html
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	(このソリューションは、汎用性があるのか、ニッチなのか) - 他の機器トラブルの遠隔対応などにも応用可能 - 保険の事故の見積もりなどにも応用可能 (根本的なニーズなのか、時間によって変化するのか)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載) - 車のトラブルではバッテリーの過放電が上昇し、キーのとじ込みが減っている - ロードサービスは連休などに要請が多い - JAFのサービス出動件数は減少傾向

Page 8

参考

- ロードサービス研究所
http://www.geocities.jp/road_services/pc/road/toukei.htm
- JAFロードサービスデータから見たトラブルの傾向と対処法
<http://www.jama.or.jp/lib/jamagazine/200906/03.html>
- JAFロードサービス出動件数(全国)
<http://www.jaf.or.jp/rservice/data/2006/year.htm>

Page 9

大規模お見合いパーティ支援ソリューション

コンセプト	お見合いパーティで、理想的な結婚相手を探しやすい。
ターゲット顧客、規模	お見合いパーティの開催する組織
顧客への提供価値	・異性と話すトレーニングになる ・一度に多くの異性と知り合うことができ、交際や結婚の大きなチャンスとなる
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・2000年の電通による市場調査では300億円だった市場規模が、2007年の経済産業省の調査では600億円へと成長。 http://www.ibjapan.com/businesschance/201001.html ・2009年で中国の“恋愛サービス市場”は30億元(約390億円)を超えた。また今後5年間のうちに100億元(約1300億円)規模にまで拡大することが見込まれている。http://media.yucasee.jp/posts/index/4146
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・日本では、少子化の問題が深刻です。 - 結婚したくない・結婚できない ⇒ 少子化問題 - 政府もこの問題を重視して、少子化担当大臣を設置している

Page 10

看護師向け入院患者看護支援ソリューション

コンセプト	医療過誤の防止、適切な看護の支援、看護師研修生の看護品質の向上
ターゲット顧客、規模	看護師(特に外国人看護師、研修生) ・外国人看護師:104名(2008、インドネシア)、92人(2009、フィリピン) ・学校養成所・定員数:240,682名(2009)
顧客への提供価値	・看護の信頼性向上 ・看護師長は複数人の看護師研修生に対応できる
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・看護師は今後増える(現在は課題が多く、外国人看護師が減少中) ・介護士向けにも可能
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・EPA(経済連携協定)に基づく外国人看護師候補者の受け入れ事業 ・医療過誤のリスク増大 ・高齢化による看護師需要の増大

Page 11

参考資料

- ・EPA(経済連携協定)に基づく外国人看護師候補者の受け入れ事業
(<http://www.mhlw.go.jp/bunya/koyou/other22/index.html>)
- ・医療事故調査会 - 医療事故調査会報告 資料集
(<http://www.reference.co.jp/jikocho/data.html>)
- ・社団法人日本看護協会 - 看護統計資料室
(<http://www.nurse.or.jp/toukei/index.html>)
- 関連ソリューション
- ・NEC - MegaOakアシスト らくらく看護師さん
(<http://www.nec.co.jp/medsq/solution/rakuraku/index.html>)
- ・モトローラ - 病院/看護師コミュニケーション ソリューション
(<http://www.motorola.com/Business/JA/Business+Solutions/Industry+Solutions/Healthcare>)

Page 12

小売店向き顧客対応支援ソリューション

コンセプト	顧客対応支援
ターゲット顧客、規模	・小売店(アパレル(ブランド)、化粧品販売店(ブランド)、宝石店、家電量販店)
顧客への提供価値	・顧客満足度上昇 ・CRMにも利用可能
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・市場の変化はなし
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・商品、製品に対するニーズの種類が多い

Page 13

低価格店向け接客ソリューション

コンセプト	(簡潔に) しまむらでもチャネルの対応
ターゲット顧客、規模	(できるだけ具体的に) ファーストフード、ファストファッション、ビジネスホテルなどの安価な商品を取り扱っている店舗
顧客への提供価値	(わかりやすく。可能なら定量化する) きめ細やかなサービスを安価に実現 他企業との差別化による売り上げの向上
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	(このソリューションは、汎用性があるのか、ニッチなのか) ニッチ (根本的なニーズなのか、時間によって変化するのか)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載)

Page 14

漁船遠隔操作ソリューション

コンセプト	漁をしながら漁船を操縦できる。
ターゲット顧客、規模	ターゲット顧客：漁船（小～中規模、一本つり、はえなわ） 規模：漁船数106211隻、漁業世帯数151000世帯（H19、海岸漁業）
顧客への提供価値	・漁をしながら魚群を追うことができる。 ・漁の効率アップ
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・制御等のインタフェースがオープン化されていないとできない ・漁業従事者が減少しているため、漁をしながら漁船を操縦できるニーズは増えると予想される。 ・漁船の遠隔操縦はニッチ
社会・政策動向・一般動向 （少子化、グローバル、危機管理） ・政策動向（法改正等）	・日本の漁業就業者数減少（21万1,810人：前年比1万100人（4.6%）減少） （http://166.119.78.61/j/tokei/sokuhou/gyogyou_syugyou_09/index.html） ・マグロ漁獲量規制（http://www.jfa.maff.go.jp/j/tuna/index.html） ・漁船燃料の高騰

Page 15

農業機械遠隔操作ソリューション

コンセプト	別の農作業を行いながら農業機械の操縦を行う。
ターゲット顧客、規模	ターゲット顧客：農家（農業機械を使用する農家） 規模：農家数1699000戸（国内）、農業機械出荷台数1,889,754台（09年）
顧客への提供価値	・農業機械を用いた農作業の効率アップ
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・制御等のインタフェースがオープン化されていないとできない
社会・政策動向・一般動向 （少子化、グローバル、危機管理） ・政策動向（法改正等）	・農業ロボット（富士重工業）

Page 16

地雷除去機遠隔操作ソリューション

コンセプト	小型の地雷除去機(実用機は現在ない)を遠隔操作で操作することにより安全で確実に地雷を除去する。
ターゲット顧客、規模	・ターゲット顧客:地雷埋設国の人々、地雷撤去の支援者等 ・規模:地雷数6000万～7000万個 (http://www.peaceboat.org/project/jirai/mine/index.html)
顧客への提供価値	・音声操作の必要性が低い
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・地雷の使用は大幅減少し、市場は今後縮小傾向 ・全自動地雷除去機がある ・現在の自動地雷除去機は大型で、価格が高い
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・対人地雷全面禁止条約

Page 17

瓦礫内探査ロボット遠隔操作ソリューション

コンセプト	倒壊した建物等で人が入れない場所について、小型の瓦礫内探査ロボット(実用機は現在ない)を操作して生存者を発見する。
ターゲット顧客、規模	ターゲット顧客:地震等の災害時における救助隊、自衛隊、軍隊
顧客への提供価値	ハンスフリーで小型の災害救助ロボットを操作可能なため、救出活動中の捜査の邪魔にならない (小型探査ロボットが必要)
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・災害時のみならず、人が通れない場所について小型ロボットを動かして確認するニーズはある(工場、発電所、上下水道等の施設の検査)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・首都直下地震 (http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_gaiyou/gaiyou_top.html) ・東海地震(http://www.yomiuri.co.jp/science/news/20090811-OYT1T00609.htm)

Page 18

宇宙でのロボットアーム遠隔操作ソリューション

コンセプト	ロボットアーム操作卓なしで操作することで、ロボットが行えない細かい作業を人が同時に行う。
ターゲット顧客、規模	ターゲット顧客:宇宙飛行士
顧客への提供価値	(わかりやすく。可能なら定量化する)
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	(このソリューションは、汎用性があるのか、ニッチなのか) (根本的なニーズなのか、時間によって変化するのか)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載)

Page 19

災害時救出活動支援ソリューション

コンセプト	大規模災害時の救出活動支援、生存者早期発見
ターゲット顧客、規模	ターゲット顧客:救助隊、被災地でのボランティアの人 規模:
顧客への提供価値	・要救出者の早期発見 ・救出活動の効率アップ(生存者の分布状況、生存者が多い場所に多くの救助隊員を割り当てられる) ・(ハンズフリーの必要性が薄いほど)携帯端末で代用可能
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・首都直下地震や東海地震等の大地震の可能性が高い ・
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・首都直下地震 (http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_gaiyou/gaiyou_top.html) ・東海地震(http://www.yomiuri.co.jp/science/news/20090811-OYT1T00609.htm)

Page 20

大規模災害時の避難ナビゲーションソリューション

コンセプト	大規模災害時に、避難経路や避難情報等を正確に入手でき、また音声入力による目的地の設定により、ハンズフリーで行うことが可能。
ターゲット顧客、規模	ターゲット顧客:被災者
顧客への提供価値	・(ハンズフリーの必要性が薄いほど)携帯端末で代用可能
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	(その他、政府の動きや、社会動向と連動していると思われる場合は記載)

Page 21

相貌失認患者向け顔識別支援

コンセプト	相貌失認支援
ターゲット顧客、規模	相貌失認患者
顧客への提供価値	顔認識により顔DBより過去にあった人を照合し、その対象者のprofileや会話履歴を表示することにより、誰であるのか判断できる 表情の変化の読み取りを支援することにより、コミュニケーションを支援する
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	相貌失認患者想定数 軽度(50人に1人) 罹患率2%前後(ハーバード大学心理学部のケン・ナカヤマ教授)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	相貌失認が疾患として広く認知され始めている 治療法はあまり開発されておらず、髪の色、体形、声といった二次的な手がかりを使用する、という認識戦略を身につける事が多い ⇒容姿や声が変化すると識別できない

Page 22

小売店向き顧客対応支援ソリューション

コンセプト	顧客対応支援 (マルチブランドコーディネート)
ターゲット顧客、規模	・アパレル
顧客への提供価値	・きめ細やかなサービスの提供 ・即座な対応
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	・2009年度久しぶりの落ち込み 2010年度未定 ・低価格路線は好調 ・安くていいものを求める傾向が強くなっている
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	・SPAモデル 企画・開発・製造・物流・販売・在庫管理・店舗企画など一貫した垂直統合型企業 (例:GAP コムサなど) ・消費者目線では単体でのブランド完結ファッションはあまりなく、他ブランド間とのコーディネートが重要

Page 23

派遣取材ソリューション

コンセプト	取材派遣によるコストカット
ターゲット顧客、規模	新聞社, 雑誌社
顧客への提供価値	質を落とさず、取材派遣することにより取材コストカット
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	日本の雑誌販売金額:1兆1,299億円(前年比4.5%減)『出版指標年報 2009』 日本の新聞市場は20%~25%減 マーケター向け実践モバイルマーケティングニュース (株式会社ライブレボリューション) 新聞市場ではインドが好調(5年間で売上35.5%増)
社会・政策動向・一般動向 (少子化、グローバル、危機管理) ・政策動向(法改正等)	デジタル市場へ移行している 日本の新聞業界は高コスト体質

Page 24

保守サービス

コンセプト	駆け付け対応と窓口対応の中間点
ターゲット顧客、規模	ターゲット：保守サービス企業 保守サービス市場規模： 13,565億円（'09見込）、13,785億円（'10予測）、14,303億円（'12予測） 富士キメラ総研（'10/2/15） http://www.group.fuji-keizai.co.jp/press/pdf/100215_10014.pdf
顧客への提供価値	駆け付け対応よりコストが安く 窓口対応より、対応が細やか
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	<u>保守サービス市場</u> 販売管理やSCM、物流管理等、ミドルウェア、セキュリティは今後も増加見込 基幹系への需要は上げ止まり <u>運用サービス市場</u> 増加見込
社会・政策動向・一般動向 （少子化、グローバル、危機管理） ・政策動向（法改正等）	外部脅威対策、情報漏えい、内部脅威対策などに対する クラウドにより保守サービス需要減少の懸念

Page 25

取調べ支援ソリューション

コンセプト	矛盾を暴く！
ターゲット顧客、規模	ターゲット：取調べ 取調べの分類 ・弁解聴取型 ・矛盾確認型 ← ここを狙う ・自白追求型
顧客への提供価値	矛盾点を指摘する
市場性 ・成長性 ・顧客ニーズ変化	
社会・政策動向・一般動向 （少子化、グローバル、危機管理） ・政策動向（法改正等）	取調べの可視化が求められている 重犯罪検挙を重点化

Page 26

	機能												
		音声の視覚化	文字認識	識別タグ	ナビ	手順/状況参照	遠隔オペレーション	音声文書化	映像通信	音声機器操作	顔認識	翻訳	その他
シーン	オフィス	発想支援	リファレンス	暗号化動的コンテンツ付加		プレゼン支援		プレゼン支援 議事録	遠隔会議		名刺	翻訳	文書ファイル操作
	警備/警察	取調べ支援						取調べ支援	警備支援	警備支援	イベント警備 入場制限 選挙不正防止	イベント警備	
	医療/介護					在宅介護支援 入院患者看護支援 AED 育児支援	在宅介護支援 入院患者看護支援 AED 育児支援		在宅介護支援		入院患者看護支援 相貌失認向け	入院患者看護支援	
	建設					建設現場作業支援	建設現場作業支援		建設現場作業支援				
	災害				救出活動支援	救出活動支援			救出活動支援	救出活動支援			
	漁業									漁船遠隔操作			
	農業						作業支援	作業管理					
	宇宙					宇宙作業支援	宇宙作業支援			宇宙作業支援			
	交通					ロードサービス	ロードサービス		ロードサービス				
	不動産			間取り3D								外国人支援	
	流通			ピッキング		ピッキング							
	メディア						記者派遣	記者派遣	記者派遣			記者派遣	
	保守/メンテ					遠隔対応/ 点検	遠隔対応/ 点検		遠隔対応/ 点検				
	婚活					お見合いPT		お見合いPT			お見合いPT		
	小売			家電量販店案内サービス	家電量販店案内サービス	顧客対応支援					顧客対応		
	図書			調べ物支援	調べ物支援	調べ物支援							
	家庭					料理支援			料理支援	料理支援			
	その他					星座		騒音下コミュ					

	ハンズフリー	アイズフリー	秘匿性	パワー	エコ	安心安全	高齢者	障害者	一般消費者向けでない	市場規模	オフィス向けでない	法的な障壁はない	類似	音声認識	顔認識	点数
AED	○	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	22
入場制限	○	○	○	○	△	○	×	×	○	○	○	○	○	×	○	21
救出活動支援	○	○	△	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	×	×	21
ロードサービス	○	○	△	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	×	×	21
在宅介護支援	○	○	○	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	×	○	20
入院患者看護支援	○	○	○	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	×	○	20
建設現場作業支援	○	○	△	○	○	△	×	×	○	○	○	○	○	○	×	20
記者派遣	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○	×	20
相貌失認向け	△	○	○	○	×	○	○	○	○	×	○	×	○	×	○	19
騒音下コミュ	×	○	○	○	△	○	×	○	○	×	○	○	○	○	×	19
イベント警備	○	○	○	○	△	○	×	×	○	○	○	○	×	×	○	19
遠隔対応	○	○	○	○	○	△	×	×	○	○	○	○	×	×	×	19
取調べ支援	○	○	○	○	×	○	×	×	○	×	○	○	○	○	×	18
警備支援	○	○	○	○	×	○	×	×	○	○	○	○	×	×	○	18
選挙不正防止	○	○	○	○	△	○	×	×	○	×	○	×	○	×	×	17
漁船遠隔操作	○	○	△	○	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×	×	17
お見合いPT	○	○	○	○	×	×	×	×	△	○	○	○	○	×	○	17
ピッキング	○	○	△	○	△	△	×	×	○	○	○	○	×	○	×	17
遠隔会議	△	○	△	○	○	×	×	×	○	○	×	○	○	○	×	16
顧客対応支援	○	○	○	○	△	△	×	×	○	×	○	○	×	×	○	16
宇宙作業支援	○	○	△	○	×	×	×	×	○	×	○	○	○	×	×	15
暗号化	×	△	○	×	△	○	×	×	○	×	○	○	○	×	×	14
家電量販店案内サービス	△	○	○	○	△	△	×	×	△	×	○	○	×	×	×	14
調べ物支援	△	○	△	○	△	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	13
料理支援	○	○	×	○	×	△	×	×	×	×	○	○	○	○	×	13
動的コンテンツ付加	×	△	△	○	△	×	×	×	○	×	×	○	○	×	×	11
文書ファイル操作	△	△	△	×	△	×	×	×	○	×	×	○	○	×	×	10
発想支援	×	×	×	○	○	×	×	×	○	×	×	○	○	○	×	10
プレゼン支援	△	○	○	×	△	×	×	×	○	×	×	○	×	×	×	10
星座	×	○	×	○	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	×	10
リファレンス	×	△	△	×	△	×	×	×	○	×	×	○	○	×	×	9



調査報告 救急救命支援ソリ ューション

筑波大学 Viz

2010/08/06

救急救命に関わる法律

AED の使用資格

- 一般市民は特に講習を受けていなくても AED を使用できる
- 仕事の内容などから繰り返し究明にあたる可能性がある人((一定頻度者)は 220 分の講習が要求されている

職業例：スポーツ施設・公衆施設・学校・公共施設等の関係者，スポーツ指導者，
公務員，警察官，消防士，消防団員，教員，養護教諭，介護ヘルパー，
介護福祉士，客室乗務員，空港関係者，保安関係者，等

【一定頻度者の AED 使用が医師法違反とならない 4 条件】

1. 医師を探す努力をしても見つからない等，医師による速やかな対応を得る事が困難である
2. 救助者（AED 使用者）が傷病者の意識，呼吸がないことを確認していること
3. 救助者（AED 使用者）が AED 使用に必要な講習を受けていること
4. 使用される AED が医療用具として薬事法上の承認を得ていること

AED を使って法に触れることはあるか

- 救命のためであれば，医師法違反にはならない.
- 救命の不成功や，後遺症が残ったとしても，救助者がその責任を問われることはない.
- 民法の「緊急事務管理」にまつわる規定によって免責されることが明言されている.

救急救命士のみが行える 特定行為

救急救命士の資格を持つ救急隊員は、医師の指示があれば以下のことを行える。

- AED（自動対外式除細動器）を用いた除細動処置
- 一般人が行うものとは違い，救急現場では心電図モニターを解析，さらに波形を確認した上で除細動を行う行為.
- 乳酸リンゲル液を用いた静脈路確保
- 器具を用いた気道の確保
- 薬剤投与
- 気管挿管

参考

- 救急救命士法施行規則の改正（2003 年 3 月）
(<http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/03/n3-kaisei.htm>)
- (<http://paramedic.ambulance119.net/syochi.htm>)

救急医療に関する問題

救急医療について

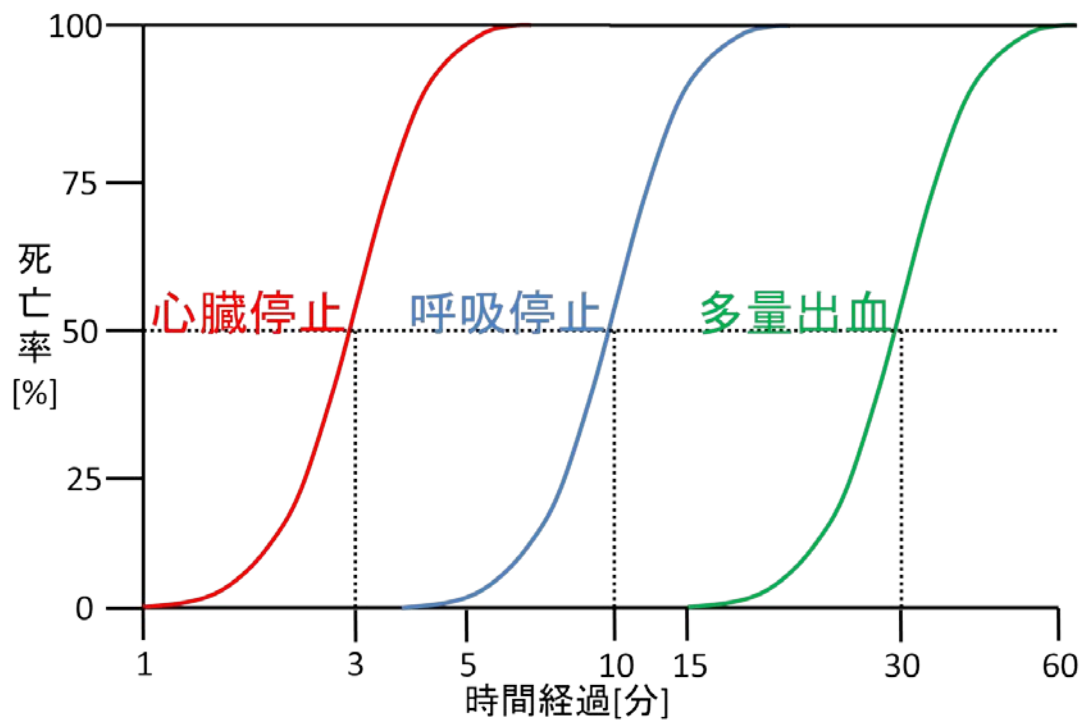
救命の連鎖

心臓が停止するほどの重篤な病気は、応急処置・通報・AEDの使用・救急隊員の適切な処置などの連携が重要となる

- 1：迅速な通報（119番通報）
- 2：迅速な心肺蘇生（心臓マッサージ・人工呼吸）
- 3：迅速な除細動（AEDの使用）
- 4：二次救命処置

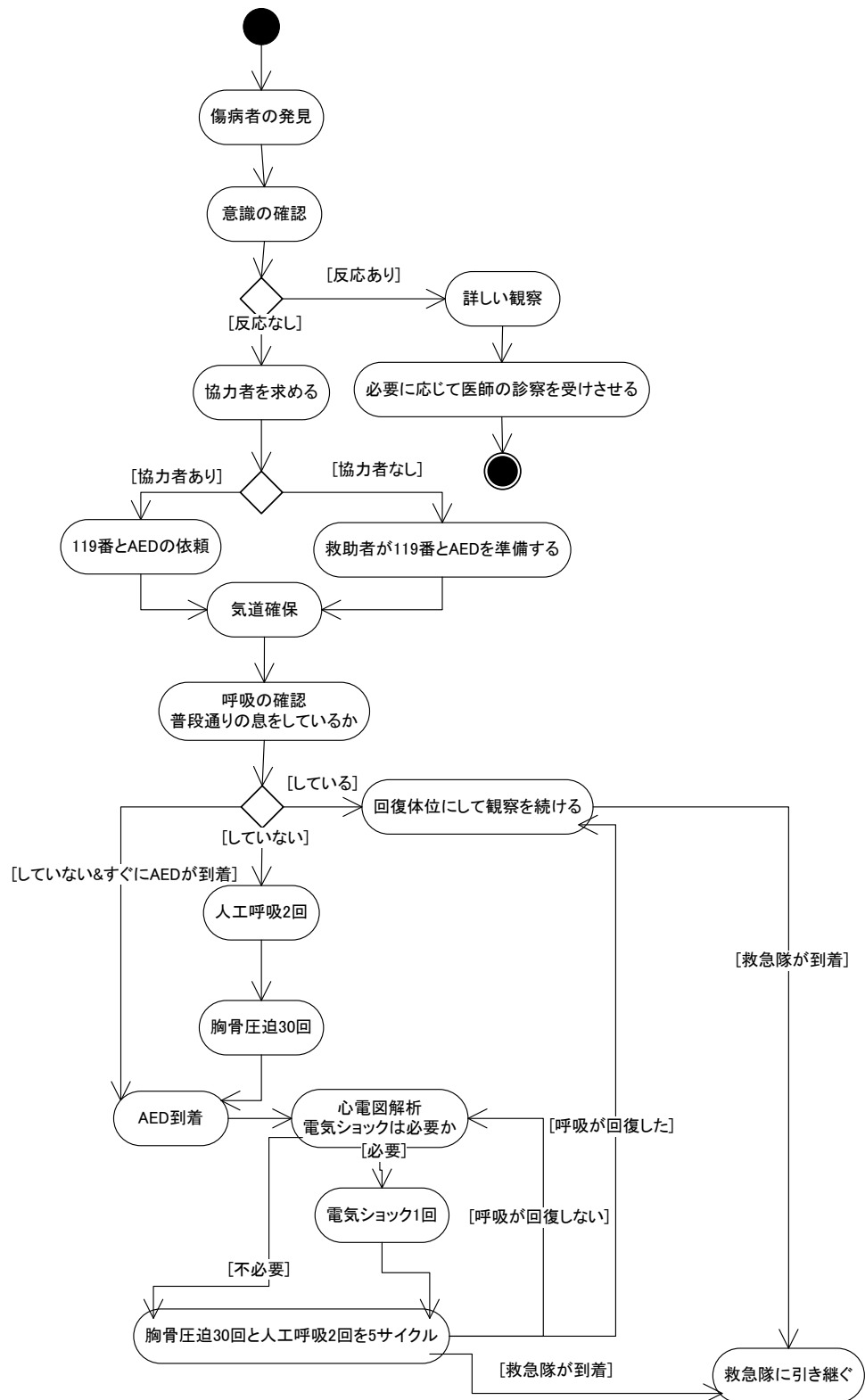
- 一次救命処置：いわゆる心肺蘇生法。バイスタンダーによって行われる。
- 二次救命処置：病院などの医療機関において行われる処置
- バイスタンダー by stander：現場に居合わせた人

患者の死亡率と時間経過の相関を表したものに、カーラーの救命曲線というものがある。



図：カーラーの救命曲線

一次救命処置のフロー



救急医療の現状

救急業務の実施状況

- 6.2 秒に一回、救急出場(救急車、ヘリコプターの出動)
- 国民 27 人に 1 人が救急搬送
- 過去 10 年で約 140 万件増加している
- バイスタンダーによる心肺蘇生実施率は、全国平均で 36.2%

搬送者の状況

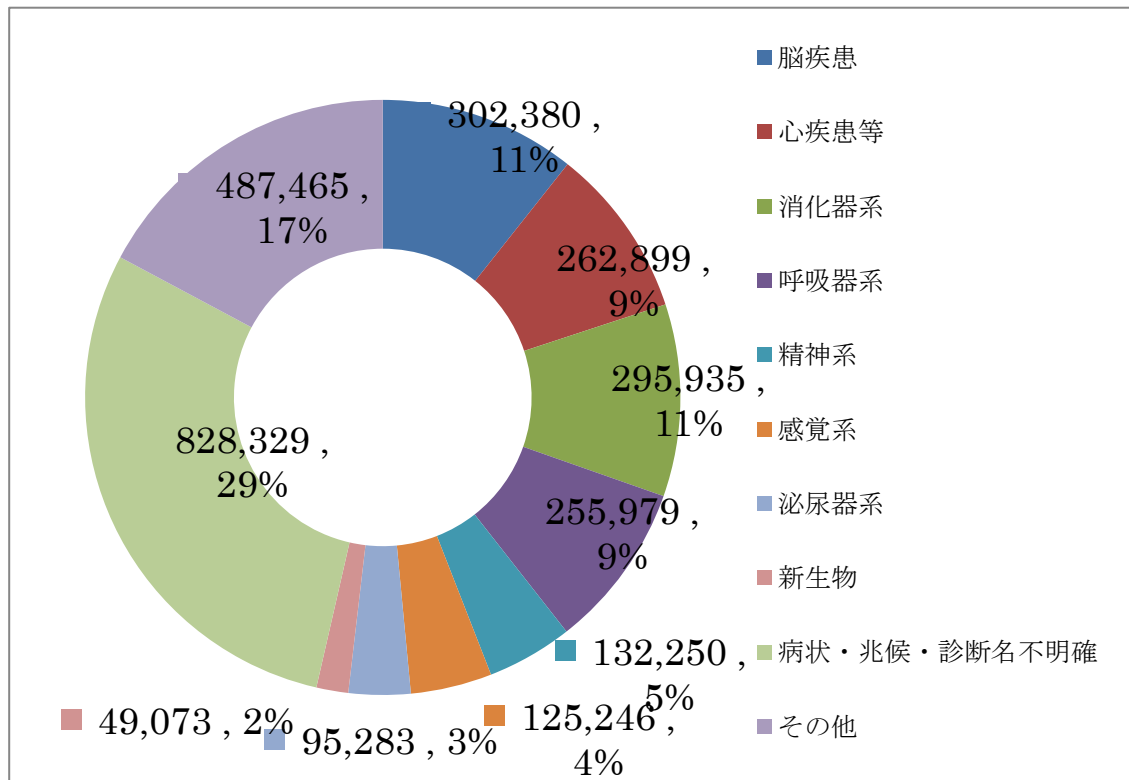
- 入院治療を必要としない患者が 50.9%

平成 20 年中の救急自動車による搬送人員 467 万 8,636 人のうち、死亡、重症、中等症の傷病者の割合は全体の 49.1%，入院加療を必要としない軽症傷病者及びその他の割合は 50.9%

- 搬送人員の 48.3%が高齢者

平成 20 年中の救急自動車による搬送人員 4,678,636 人の内訳を年齢区分別に見ると、新生児（0.3%）、乳幼児（5.1%）、少年（4.1%）、成人（42.2%）、高齢者（48.3%）

- 症状の種別(<http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h21/h21/html/k2414000.html>より引用)



図：急病に関わる疾病分類別搬人員の状況

救急に関わる人員や組織の状況

- 現場到着まで平均 7.7 分で、前年度に比べ長くなっている
- 病院収容まで 35 分
- 救急隊員は 5 万 9010 人、ほぼ横ばい
- 救急救命士は約 2 万、増加傾向
- 救急自動車数は約 6000 台

救急医療に関する問題と対策

救急車をタクシー代わりに使う人の増加

入院治療を必要としない患者が 50.9%であるように、本来救急車を呼ぶべきでない場合に 119 番通報をする例が増加している。明らかないたずらでも、万が一のことを考え出動せざるを得ないため、救急車が不足し、重篤な患者の命を救えない可能性もあり、社会問題になっている。

- 対策
 - 救急車の有料化検討
 - 明らかな不適切利用者を取りしめる（1 年間に 50 回近く通報した男を逮捕）
 - 緊急度・重症度の選別（トリアージ）の検討
 - 軽症患者への代替手段案内の検討

病院の受け入れ拒否

救急車などで運ばれた患者が、病院の受け入れを断られるケースが増えている。原因として、病院の設備やスタッフ不足があげられる。特に産科のケースが多い。

その他

- 国からの予算削減（医療報酬の引き下げ）
- 地方によって医療の予算の配分が違うことによるサービスの地域格差
- 医療と搬送の連携が求められている
- 緊急医療専門の人材育成を求める声がある

参考

- 平成 21 年版 消防白書 消防庁
<http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h21/h21/index.html>
- 救急需要対策に関する検討会報告書のポイント 消防庁
- 平成 20 年中の救急搬送における医療機関の受入状況等実態調査の結果

AEDに関する問題

AED 操作手順

1. AED のフタを開ける（自動的に電源が入る）.

音声案内「電極を患者にセットしてください」

2. 電極シールを右鎖骨の下と左わき下 5 センチほどのところに貼る.

音声案内「患者に触れないでください. 心電図の解析中です」

>>>電気ショックが必要な場合

3. 音声案内「除細動適用です. 充電中です」（自動的に充電）

4. 音声案内「放電します. 患者から離れて点滅ボタンを押してください」

5. 患者から離れて, AED 本体にある放電ボタンを押す.

→このあと, 2 の音声案内を繰り返し, 再び除細動が必要かどうか, 心電図を自動解析.

>>>電気ショックが必要ない場合

音声案内「脈拍をチェックしてください. 脈拍がないときは CPR (人工呼吸と心臓マッサージ) を行ってください」

機器について

メーカー

- 日本光電 (<http://www.nihonkohden.co.jp/aed/productcomparison.html>)
- フィリップス (<http://www.healthcare.philips.com/jp/products/resuscitation/index.wpd>)
- 日本メドトロニック <http://www.medtronic-lifepak.com/>)
- フクダ電子 (<http://www.fukuda.co.jp/aed/index.html>)
- エムビーエス (http://www.cu911.com/jp/02_sub/02_sub01.html)

価格

- メドトロニック CR Plus 販売価格 285,000 円
- フィリップス FR2 販売価格 330,000 円
- 日本光電 AED-1200 販売価格 320,000 円

※いずれも税別

※セコムや ALSOK などでは, 月々 5 千円程度の料金の AED をレンタルすることも可能

普及台数

27 万 2020 台 (<http://www.jhf.or.jp/aed/spread.html>)

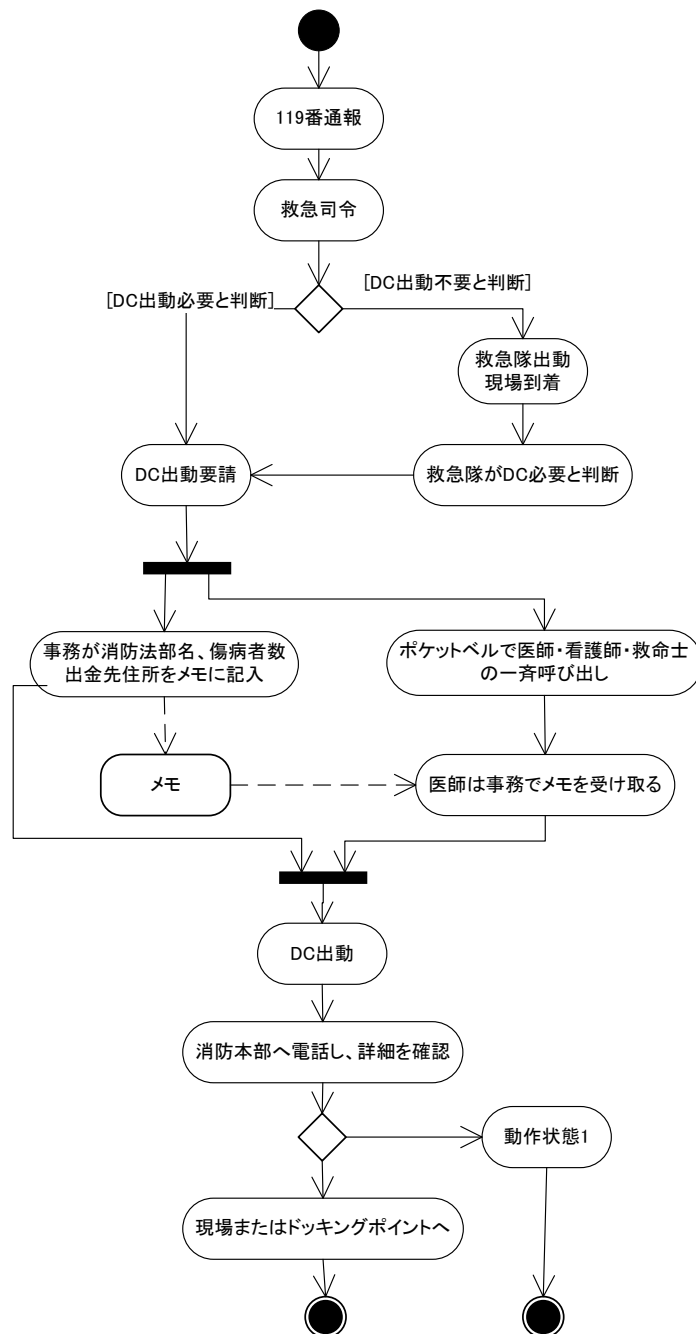
AED の問題点

- 誤った操作で救助者も感電するなどの二次事故の不安
- AED を含む救命法の知識、技術を知る人が少ない
- AED の使用を知っていても「本当に使っていいかわからない」、「使用に失敗したら任を問われるかもしれない」などの理由から AED を積極的に使用しない人もいる
- AED の設置場所が把握されていない。一覧マップを作成している自治体もあるが、AED が周囲に設置されていない場合には、設置場所が町丁目番地単位でわかったとしても、心停止から 5 分以内の利用を鑑みると、その有用性には疑問が生じる
- AED に付属している電極パッド、バッテリーは消耗品であると同時に、使用しない場合でも数年で寿命を迎えるため、数年に一度交換する必要がある。公共施設における AED の管理方法は条例などでは定まっておらず、設置者が適切な管理を行っていない可能性がある

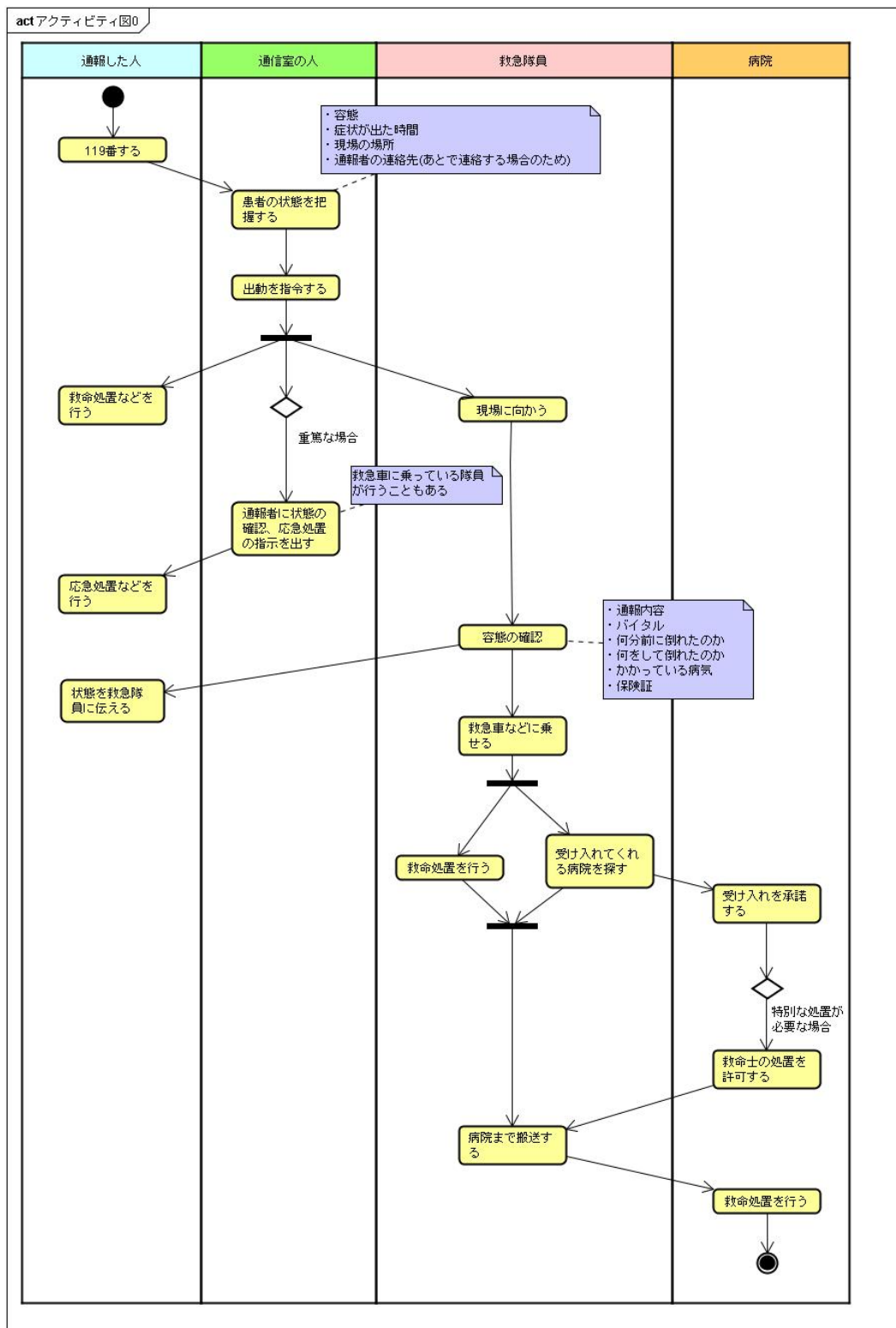
救急隊員の通報から出動までのフロー

フローは、自治体ごとに異なっている。

- 大阪市の場合



● 茨城県高萩市の場合



類似システム

救急隊員と病院との連携を強化するためのシステムが提供されているが、バイスタンダーと救急隊員との連携を強化するためのシステムはほとんどない。

AED

1. Philips 社の FR2+

<http://www.healthcare.philips.com/jp/products/resuscitation/products/fr2plus/index.wpd>

2. CU メディカルシステム社 CU-ER1

<http://www.vital-japan.com/aed1.html>

関連システム

1. 電子カルテ"ドクターボード"

<http://www.drboard.com/features/ftr04.html>

電子カルテシステム

2. WebSERVE

<http://jp.fujitsu.com/group/fsol/services/webserve/h0000-154-154.html>

救急受付業務から統計作成までのパッケージソフト

類似システム

1. Mobile ER

http://www.ipv6style.jp/jp/special/20051031_2/index.shtml

ヘッドマウントディスプレイを救急隊員が装着し、患者の映像を病院に送信する。

2. モバイル・テレメディシン・システム

http://www.nttcom.co.jp/case/project/002_telemedicine/

救急車と複数の病院をリアルタイムで通信、患者の映像などを病院に送信するシステム

画面レイアウト (一次救命処置支援)

応急処置操作手順表示

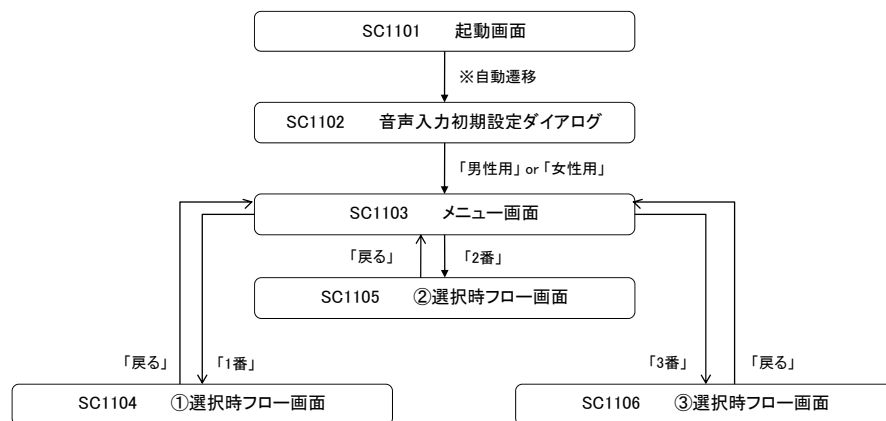


救急処置の手順を選択してください

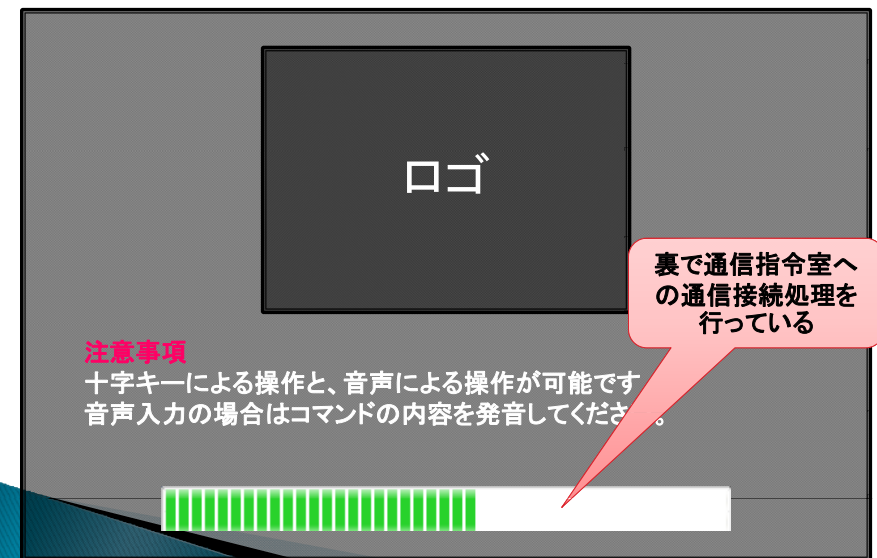
	119番通報	進む
	救急救命処置手順参照	2番
	AED操作手順参照	3番

- ・人工呼吸手順表示
- ・心臓マッサージ手順表示
- ・AED操作手順表示
- ・注意事項等表示
- ・マイク入力で音声操作
- ・音声ナビゲーション

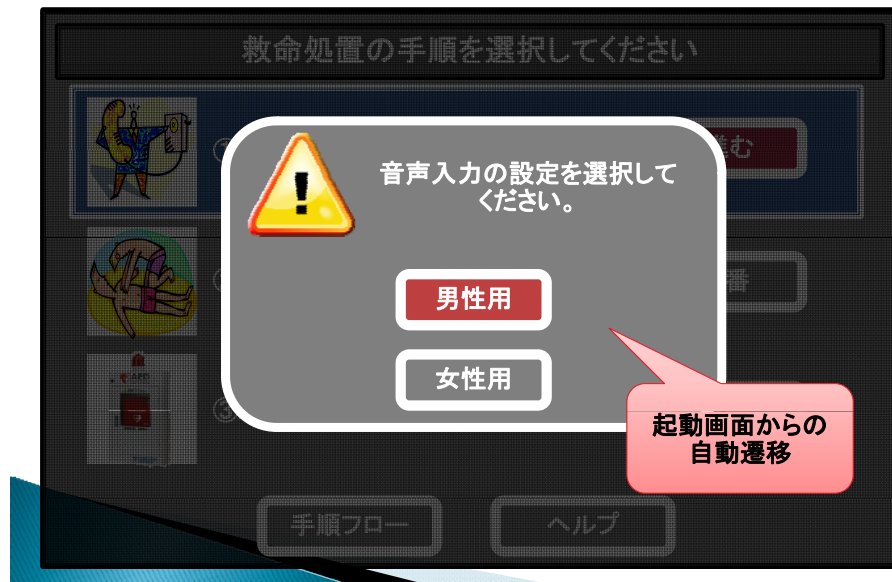
画面遷移図(メニュー)



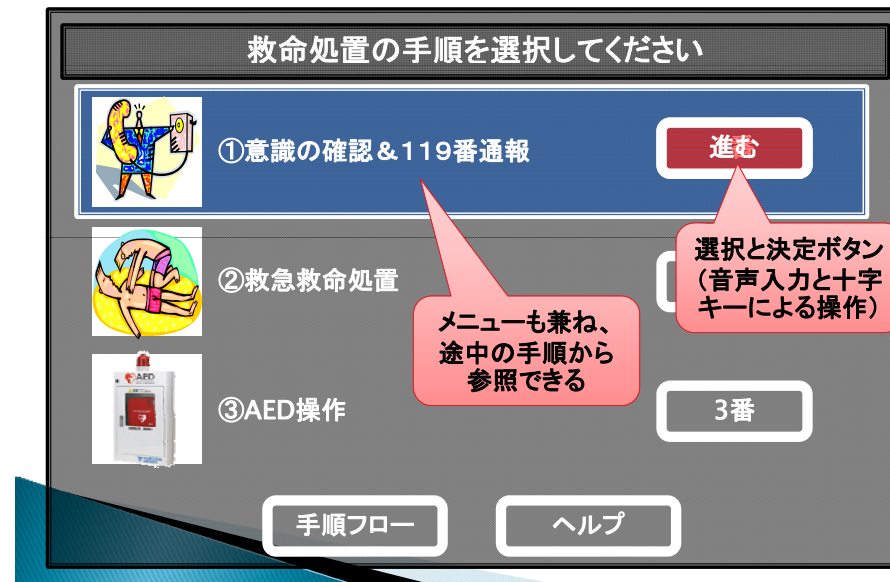
SC1101 起動画面



SC1102 音声入力初期設定ダイアログ



SC1103 メニュー画面



SC1104 ①選択時フロー画面



SC1103 メニュー画面



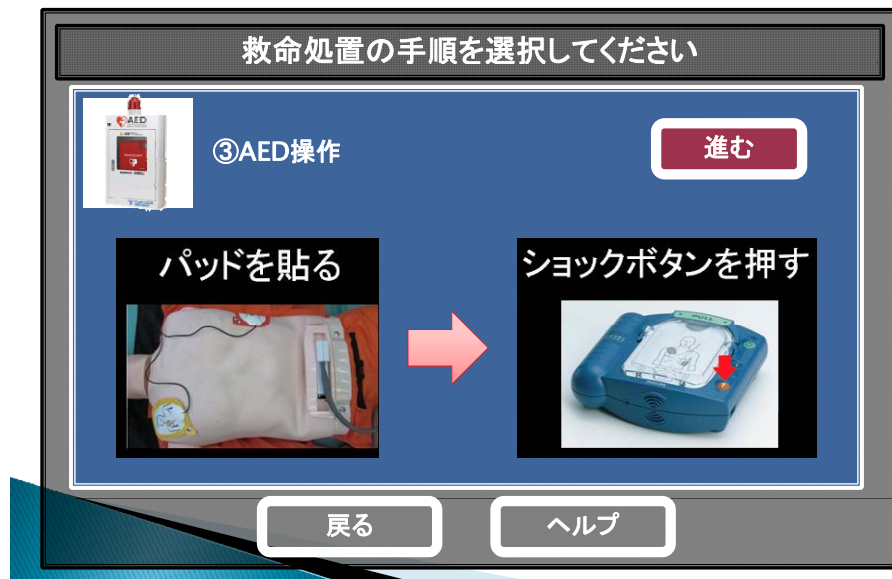
SC1105 ②選択時フロー画面



SC1103 メニュー画面



SC1106 ③選択時フロー画面



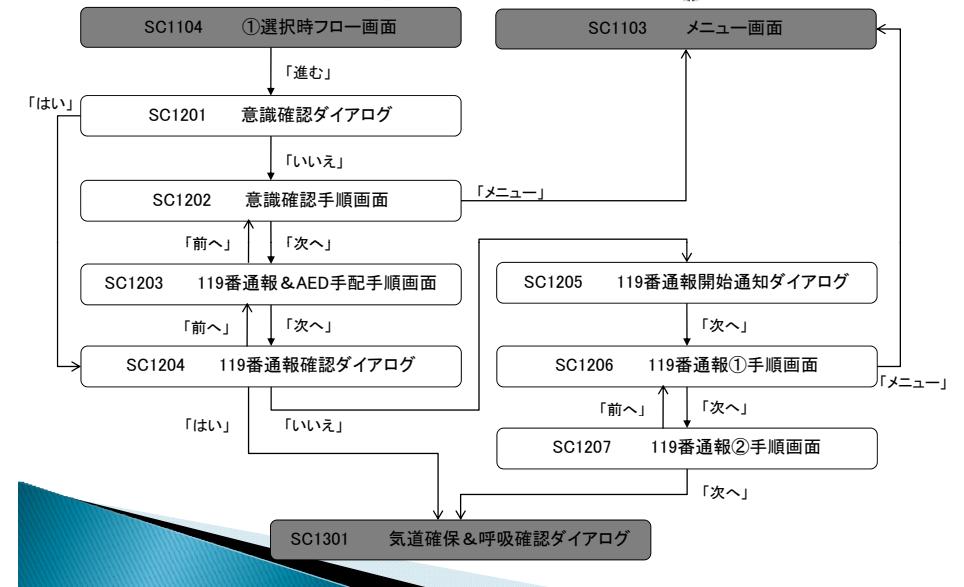
SC1103 メニュー画面(没遷移)



SC11XX 応急救護手順フロー画面(没画面)



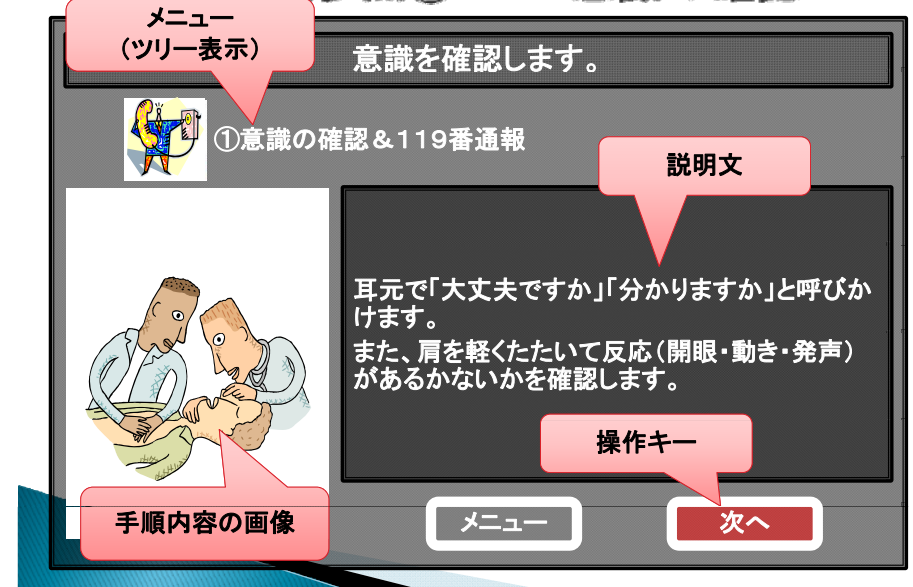
画面遷移図(手順参照①)



SC1201 手順参照①-1 ~意識の確認~



SC1202 手順参照①-1 ~意識の確認~

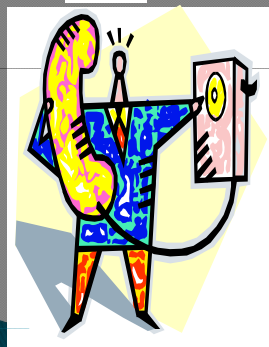


SC1203 手順参照①-2 ~119番通報~

119番通報とAED[自動体外式除細動器]を手配します。



①意識の確認&119番通報



大きな声で助けを求めます。
「誰か来て！救急車を呼んでください！」

協力者が来たら、「あなたは119番へ通報してください」「あなたはAEDを持ってきてください」と要請します。

周りに誰もいない場合は、自分で119番通報します。

前へ

次へ

SC1204 手順参照①-2 ~119番通報~

119番通報とAED[自動体外式除細動器]を手配します。



はい

いいえ

前へ

次へ

SC1205 手順参照①-2 ~119番通報~

119番通報とAED[自動体外式除細動器]を手配します。



①



119番通報を開始します

はい

前へ

次へ

SC1206 手順参照①-2 ~119番通報~

119番通報をします。



①意識の確認&119番通報



119番
通報は
落ち着いて
正確に

- ① 119番をかけます。
- ② 「救急です」と救急要請であることを正確に教えて下さい。
- ③ 「住所」を正確に教えて下さい。
- ④ 「目標」となる建物などを教えて下さい。

※住所が分からない場合は、目標物で特定しますので正確に教えて下さい。

メニュー

次へ

SC1207 手順参照①-2 ~119番通報~

①意識の

指令室との通信が確立した場合の通知
(アラームも鳴る)

119番通報は落ち着いて正確に

④ 患者さんの容態や事故の内容を出来るだけ詳しく教えてください。
(例) 胸が痛い、呼吸が苦しい、頭が激しく痛い
また、患者さんの呼吸や意識はあるのか？

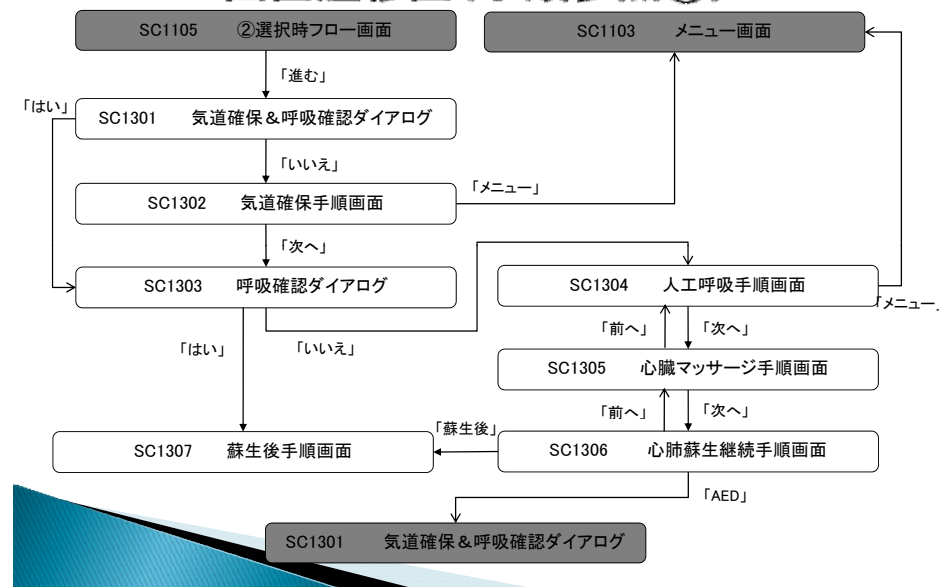
⑤ 患者さんの名前・性別・年齢を教えてください。

⑥ 通報されている方の名前と電話番号を教えてください。

※通信指令室から折り返し電話をすることがあります。

前へ 次へ

画面遷移図(手順参照②)



SC1301 手順参照②-1 ~気道確保、呼吸確認~

気道の確保と呼吸の確認をします。

②

気道を確保し、呼吸を確認しましたか？

はい

いいえ

前へ 次へ

SC1302 手順参照②-1 ~気道確保、呼吸確認~

気道の確保と呼吸の確認をします。

②救急救命処置

図のようにしてあご先を上げて気道を確保します。

図のように、頬を傷病者の口・鼻に近づけます。
10秒以内で、胸や腹部の上がり下がりを確認し、
息の音を聞いて、頬で息を感じます。

呼吸を感じられなかったり、不十分である場合には、『正常な呼吸なし』と判断します。

前へ 次へ

SC1303 手順参照②-2 ~人工呼吸~

口対口で傷病者の肺に空気を送り込みます。



②救急救命処置

正常な呼吸をしていますか？

はい

いいえ

メニュー

次へ

SC1304 手順参照②-2 ~人工呼吸~

口対口で傷病者の肺に空気を送り込みます。



②救急救命処置

気道を確認したまま、額に当てた手の親指と人差し指で傷病者の鼻をつまみます。
口を大きくあけて傷病者の口を覆い、空気が漏れないようにして、息を約1秒かけて吹き込みます。この際、傷病者の胸が持ち上がるのを確認します。
いったん口を離し、同じ要領でもう1回吹き込みます。

メニュー

次へ

SC1305 手順参照②-3 ~心臓マッサージ~

心臓マッサージを行います。



②救急救命処置

傷病者の胸の真ん中に片方の手の付け根を当てて圧迫する部位を決めます。もう一方の手はその上に重ね、肘を垂直に伸ばし体重をかけて4センチから5センチ圧迫します。
圧迫する回数は連続30回で、速さは1分間に100回のペースで行ないます。

前へ

次へ

SC1306 手順参照②-4 ~心肺蘇生法の継続~

胸骨圧迫30回と人工呼吸2回を絶え間なく続けます。



②救急救命処置

蘇生

救急隊が到着するか、傷病者に何らかの反応（息・発声・体動など）がでるまで胸骨圧迫30回と人工呼吸2回を絶え間なく続けます。
心肺蘇生法実施中にAEDが届けば、心肺蘇生法を一時中断しAEDを使用します。

2回

30回

前へ

AED

SC1307 手順参照②-5 ~心肺蘇生後~

気道の確保を続けて救急隊の到着を待ちます。



②救急救命処置

手で頭を支える

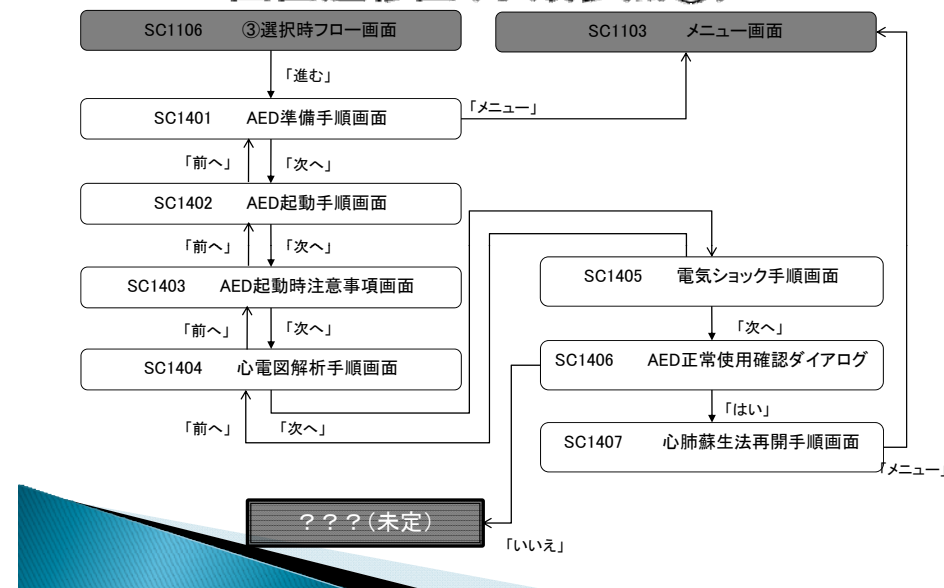


手前の足は
折り曲げる

吐物等による窒息の危険があるか、やむを得ず傷病者のそばを離れるときには、傷病者を回復体位にします。

メニュー

画面遷移図(手順参照③)



SC1401 手順参照③-1 ~AEDの使用準備~

AEDが到着したらすぐにAEDを使う準備を始めます。



③AED操作



到着したAEDを傷病者の頭の横に置き、ケースから本体を取り出します。

注意！

AEDの電源が入ると、音声メッセージとランプで実施すべきことを指示してくれます。落ち着いて指示に従ってください。

前へ

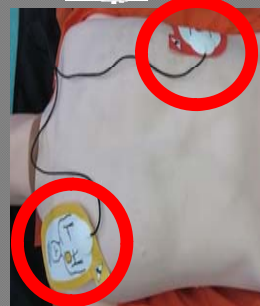
次へ

SC1402 手順参照③-2 ~AEDの起動~

電源を入れ、音声メッセージとランプに従って操作します。



③AED操作



衣服を取り除き、胸部の状況を確認してから、電極パッドを右鎖骨の下で胸骨の右、及び左側脇の5センチから8センチ下にしっかりと密着させて貼り付け、電極パッドのケーブルを本体に差し込みます。

前へ

次へ

SC1403 手順参照③-2 ~AEDの起動~

電源を入れ、音声メッセージとランプに従って操作します。



③AED操作



注意！

- タオル等で水気をふき取っておきます。
- 貼り薬をはがし、薬剤をふき取っておきます。
- ペースメーカーから3センチ程度離れたところに電極パッドを貼ります。
- 胸毛が濃い場合は、電極パッドが浮かないように強く張り付けます。
- 金属が電極パッドに直接触れないように注意し、アクセサリを遠ざけておきます。

前へ

次へ

SC1404 手順参照③-3 ~心電図の解析~

心電図の解析を行います。



③AED操作



AEDから「傷病者から離れてください」などの音声メッセージが流れ、自動的に心電図の解析が始まります。

注意！

このとき、周囲の者が傷病者に触れないように声や手振りなどで注意を促してください。

前へ

次へ

SC1405 手順参照③-4 ~電気ショック~

AEDのショックボタンを押します。



③AED操作



AEDが電気ショックを加える必要があると判断すると、自動的に充電が始まります。

充電が完了すると、ショックボタンが点灯し、充電完了の連続音が出ます。

充電が完了したら、誰も傷病者に触れていないことを確認し、ショックボタンを押します。

前へ

次へ

SC1406 手順参照③-5 ~心肺蘇生法の再開~

音声メッセージに従って、ただちに心肺蘇生法を再開します。



AEDによる電気ショックは正常に行えましたか？

はい

いいえ

前へ

メニュー

SC1407 手順参照③-5 ~心肺蘇生法の再開~

音声メッセージに従って、ただちに心肺蘇生法を再開します。



③AED操作



音声メッセージが流れますので、これに従って、ただちに胸骨圧迫を再開します。胸骨圧迫30回、人工呼吸2回の組み合わせを続けます。

2分経つと、AEDは自動的に心電図の解析を再び行います。

以後、心電図の解析→電気ショック→心肺蘇生法の再開を、約2分間おきに繰り返し行います。

前へ

メニュー

画面レイアウト (救急隊との通信)

救急隊との通信(手順参照時)

音声メッセージに従って、ただちに心肺蘇生法を再開します。



③AED操作



救急隊員との通信が確立した場合の通知(アラームも鳴る)



音声メッセージが流れますので、これに従って、ただちに胸骨圧迫を再開します。胸骨圧迫30回、人工呼吸2回の組み合わせを続けます。

2分経つと、AEDは自動的に心電図の解析を再び行います。

以後、心電図の解析→電気ショック→心肺蘇生法の再開を、約2分間おきに繰り返し行います。

前へ

メニュー

救急隊との通信(手順参照時)

アラーム等の通知の後、ダイヤログが出現する



救急隊の方との通信が開始されました。

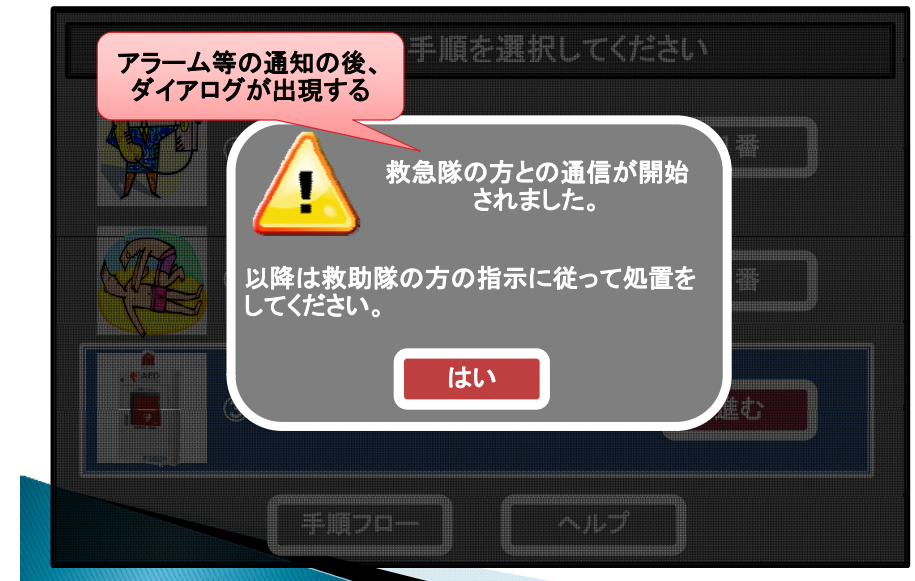
以降は救助隊の方の指示に従って処置をしてください。

はい

救急隊との通信(メニュー画面時)



救急隊との通信(メニュー画面時)



救急隊との通信中の操作



画面レイアウト (バイスタンダー-救急車)

救急車編 by ディスプレイ

メイン画面

HMDのカメラ映像

バイスタンダーの映像
(こちらからコマンドキーの
選択が可能)

バイスタンダーが操作した
ダイアログを元に、処置済
が自動的に書きこまれる

バイスタンダーに表示する
画面のサムネイル
(こちらから画面の選択が
可能)

通信以前の処置履歴
●人工呼吸
●心臓マッサージ
●AEDによる電気ショック済み

指令室の画面

画面レイアウト (バイスタンダー-指令室)

指令室編 by ディスプレイ

現場詳細

現場映像



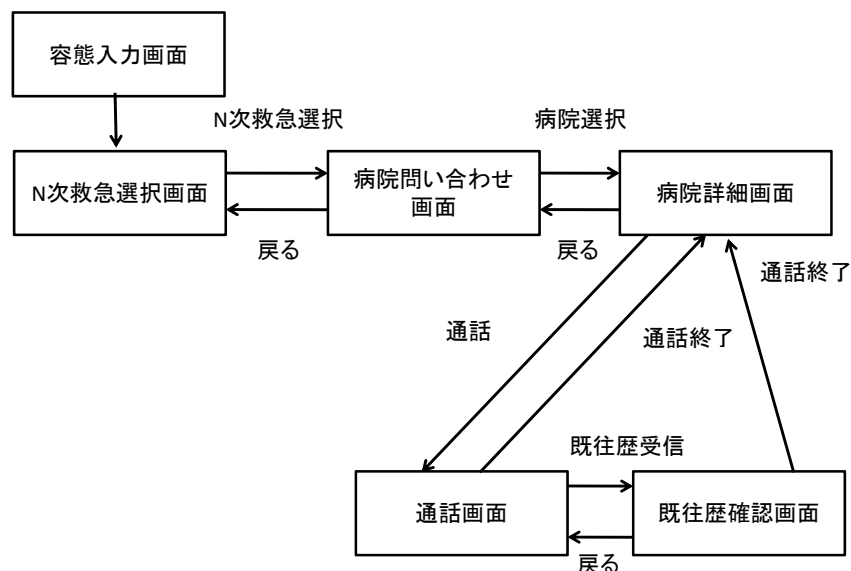
位置情報



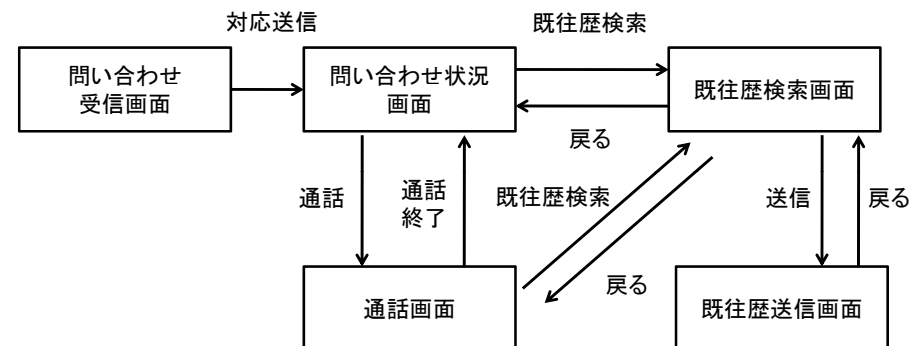
病状

AED_ID: tsukuba001

救急隊員側の画面遷移



病院側の画面遷移

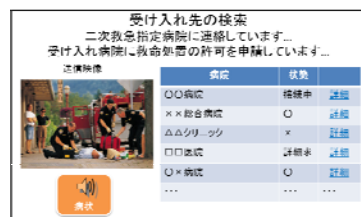


救急隊員側の画面～全体

2つのディスプレイを使う
OR
画面を2分割する

バイスタンダーとの
通信画面

病院との通信



救急隊員側の画面 ～容態入力画面～

容態の入力
患者の容態を音声で入力してください



受け入れ先病院の検索へ

救急隊員側の画面 ～N次救急選択画面～

受け入れ先の検索
救急指定病院を選択してください

一次救急

二次救急

三次救急

救急隊員側の画面 ～病院問い合わせ画面～

病院を探すと同時に、
救命処置の許可を申請
する

受け入れ先の検索
二次救急指定病院に連絡しています...
受け入れ病院に救命処置の許可を申請しています...

送信映像



病状

病院	状態	
〇〇病院	接続中	詳細
××総合病院	○	詳細
△△クリニック	×	詳細
□□医院	詳細求	詳細
○×病院	○	詳細
...	...	...

救急隊員側の画面 ～病院詳細画面～

病院詳細

送信映像



病状

□□医院
状態: 詳細求

通話

戻る

救急隊員側の画面 ～通話画面～

病院詳細

送信映像



病状

□□医院
状態: 詳細求

通話終了

救急隊員側の画面 ～通話画面～

病院詳細

病院から既往歴情報を受信しました

参照する

通話終了

病状

救急隊員側の画面 ～既往歴確認画面～

既往歴確認

氏名: ○○○○
年齢: 76
性別: 男

写真

既往症: 糖尿病

通院歴:

戻る

病院の画面 ～問い合わせ受信画面～

救急患者の受け入れ依頼が来ました

病状

受け入れ

詳細請求

拒否

病院側の画面 ～問い合わせ状況画面～

病院問い合わせ状況
二次救急指定病院に連絡しています...

状況

返答: 詳細請求

状況	件数
受け入れ可	2件
詳細請求	5件
受け入れ拒否	10件

病状

通話

返答の変更

既往歴検索

病院側の画面 ～通話画面～

救急隊員と通話中

状況



メモ

既往歴検索

通話終了

病院側の画面 ～既往歴検索画面～

既往歴検索
氏名を入力してください

検索

検索結果

No	氏名	病状	
1	〇〇 〇〇	糖尿病	詳細
2	□□ □□	骨折、意識不明	詳細
3	△△ △△	食道がん	詳細
...	...	...	...

病院側の画面 ～既往歴送信画面～

既往歴確認

氏名:〇〇〇〇
年齢:76
性別:男

既往症: 糖尿病

通院歴:

写真

この情報を救急隊に送信しますか？

送信

戻る

要件定義書

救急救命支援ソリューションプロトタイプ Ver 0.0

筑波大学大学院 システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻
高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム
2010 年度 研究開発プロジェクト
市川正隆, 川崎結花, 何楽為, 藤本和久

September 4, 2010

目次

1. はじめに.....	3
1.1. 救急医療の背景.....	3
1.2. 目的.....	3
2. 課題と解決方法.....	4
2.1. 課題.....	4
2.2. 解決方法.....	4
3. システム化の範囲.....	5
4. 前提条件と制約条件.....	6
4.1. 前提条件.....	6
4.2. 制約条件.....	6
5. 対象ユーザ.....	7
6. システム構成.....	8
7. 機能要件.....	10
7.1 救命処置手順表示機能.....	10
7.2 映像音声通信機能.....	10
8. 非機能要件.....	12
9. 業務フロー.....	13
9.1 システム導入前のフロー.....	13
9.2 システム導入後のフロー.....	14
10. システムの開発及び検証の計画.....	15

10.1	開発体制	15
10.2	作業スケジュール	15
10.3	システムの検証方法	15

1. はじめに

1.1. 救急医療の背景

20年度の救急車の現場到着時間は全国平均で7.0分（前年6.6分）、医療機関収容までの所要時間は、全国平均で33.4分（前年32.0分）と年々遅くなって来ている。

図1は心臓停止、呼吸停止、多量出血からの経過時間と死亡率の関係を示すカーラーの救命曲線である。この図から現場到着時間が平均7.0分である日本では特に、現場に居合わせた人（以後、バイスタンダー）の救命処置及び、搬送中の救命処置が救命のために重要となることがわかる。

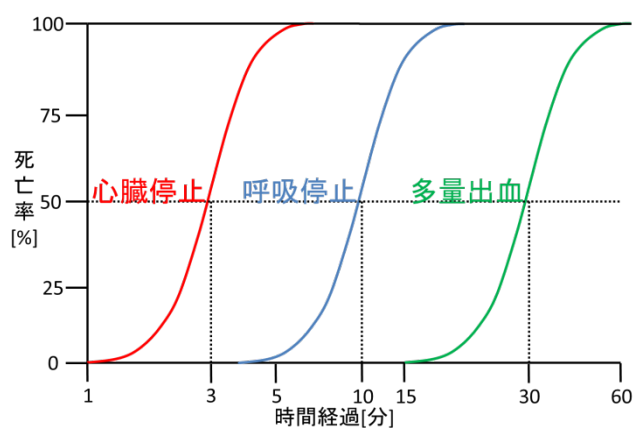


図 1：カーラーの救命曲線

1.2. 目的

1.1.の背景より、我々は以下を満たすプロトタイプを開発し、その効果を検証することを目的とする。

- バイスタンダーによる救命処置の強化
- バイスタンダー、救急隊員、病院との連携強化

2. 課題と解決方法

2.1. 課題

目的に関連する救急医療の課題には以下のようなものがある。

- ① バイスタンダーによる適切な救命処置が十分に実施されていない
- ② 現場の状況の捉え方が、バイスタンダーと救急隊でギャップがある
- ③ 救急救命の質向上のためにメディカルコントロール(救急隊が医師に指示や指導を受けること、事後検証を行うこと)の充実が求められている

2.2. 解決方法

2.1.で述べた課題に対する解決方法を示す。

- A) HMD を装着したバイスタンダーへの救命処置手順表示
ハンズフリーである点を活かして、救命処置手順を参照しながら救命処置を行えるようにすることで課題①の解決を図る。
- B) HMD 及びヘッドセット、カメラを装着したバイスタンダーと救急隊員との映像音声通信
映像音声による救急隊員の指示を受けながら、救命処置を行えるようにすることで課題①の解決を図る。また、バイスタンダーの装着するカメラやマイクからの映像音声を通信することで、救急隊員に現場の状況を伝え、コミュニケーションを行うことで課題②の解決を図る。
- C) 救急隊員と病院医師とのリアルタイム通信
救急車の中に設置されたカメラや救急隊が装着するマイクからの映像音声を通信することで、医師に現場の状況を伝え、コミュニケーションを行うことで課題③の解決を図る。

3. システム化の範囲

開発期間を考慮した上でシステム化の範囲を 2.2. で掲げた解決策の A) と B) とする。また、プロトタイプのため、以下の検証項目に関連する部分を中心に開発を行い、他の部分に関しては仮想的に扱う(例：セキュア通信は行わないなど)。詳しくは機能要件、非機能要件で述べる。

- バイスタンダーが適切に救命処置を行えるか
- 救急隊がバイスタンダーに遠隔で正しく指示を行えるか
- 救急隊が現場の状況を把握することができるか

4. 前提条件と制約条件

この章では本システムの前提条件と制約条件を述べる。

4.1. 前提条件

一部の機能以外はバイスタンダーと救急車の通信によって成り立ち、救急車側には FOMA 回線、バイスタンダーには WiFi を用いて接続を行う。よって、FOMA がカバーしている範囲及び WiFi 環境が整っていることを前提条件とする。

4.2. 制約条件

PC 端末のソフトウェア構成が以下のようにになっていることが制約である。

表 1 : PC 端末のソフトウェア構成の制約条件

OS	Windows 7 / Vista
ライブラリ	.net framework 3.5 以上
	DirectX 8.0 以上

5. 対象ユーザ

- バイスタンダー

傷病者の発見者。Tele Scouter とヘッドマウントカメラ、ヘッドセットを装着している。救命救急処置の手順を参照しながら救命救急処置ができる。また、映像音声通信により、救急隊員から指示を受けることができる。

- 救急隊員

通報を受け、傷病者の現場に向かう救急隊員。現場に向かう際に本システムを介してバイスタンダーに対して映像音声通信を用いて指示を出す。また、映像音声通信により現場の状況を把握できる。

6. システム構成

本システムのネットワーク構成およびデバイス構成を図 2 に示す。プロトタイプのため、バイスタンダーと救急隊員への接続は無線 LAN を用いたホームネットワークを用いる。バイスタンダーは TeleScouter, ヘッドセット, HMC を装着し、救急隊員はヘッドセットを装着し、PC 端末を操作する。

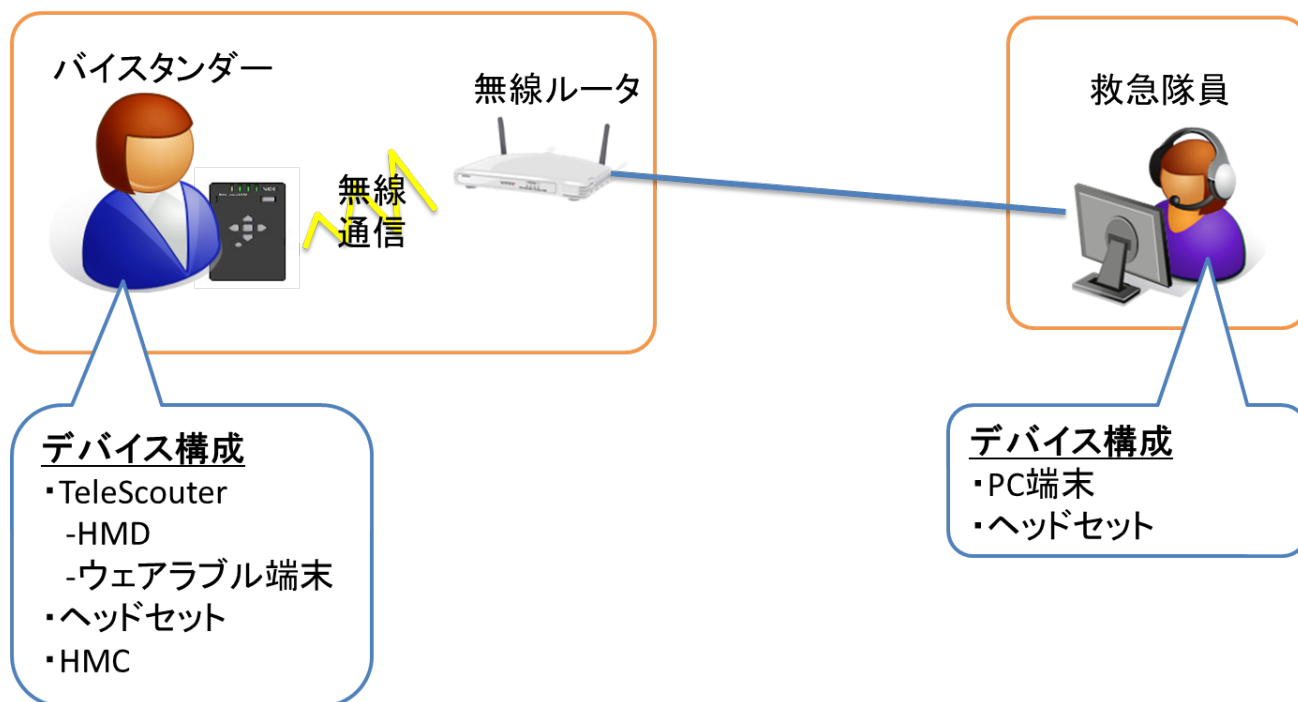


図 2：ネットワーク構成とデバイス構成

本システムのソフトウェア構成を表に示す。

	ウェアラブル端末 (TeleScouter)	PC 端末
OS	Windows CE6.0 R2	Windows Vista SP3 以上
プラットフォーム SDK	MGS(NEC 提供)	
フレームワーク	.net Compact framework 3.5	.net Framework 3.0 以上

ライブラリ	DirectX8.0	DirectX8.0
-------	------------	------------

7. 機能要件

ここでは本システムの機能概要について述べる。

7.1 救命処置手順表示

救命処置の補助としてバイスタンダーの装着する HMD に救命処置手順を表示する機能を提供する。本機能には音声による操作と、ウェアラブル端末のボタンによる操作が可能である。また、救命処置は緊急を要するものであり、バイスタンダーは慌てている可能性が高いため、シンプルでかつ分かりやすい表示が重要である。そのため、本機能では以下の事を厳守する。

- 24pt 以上の文字を用いる
- 2 行以上の文章を表示しない
- 画面の分岐を少なくする

この機能は、救急隊員とバイスタンダーの通信接続が完了する以前において動作する。

7.2 コミュニケーション機能

本システムでは、救急隊が現場の状況を把握するためと、救急隊員がバイスタンダーへ救急救命処置の指示を出すためのコミュニケーション機能を提供する。救急隊員とバイスタンダーの通信が完了するとバイスタンダーによるウェアラブル端末の操作は一切無効となる。

- 映像音声通信機能

映像と音声による通信機能を提供する。

- 受信映像表示機能

救急隊員とバイスタンダーが見ることができる映像はそれぞれ以下の通りである。

- ・ 救急隊員
 - バイスタンダーから送られてくる現場の映像
- ・ バイスタンダー
 - 救急隊員から送られてくる救命救急手順画像
 - 救急隊員から送られてくるポイントや文字などが付加された現場の映像

- 映像編集機能

バイスタンダーから送られてきた映像を編集する。バイスタンダーへの処置などに対する指示を支援する。編集方法には以下の3つがある。

- ・ ポインタ描写
- ・ 図形描写
- ・ 文字描写

- 遠隔救命救急処置手順表示機能

救急隊員の操作によって救命救急処置手順の映像をバイスタンダーに送信する。表示する内容及びデザインは 7.1 の機能と同様である。

8. 非機能要件

- サービス時間

効果検証のプロトタイプのため、サービス時間を実験中にシステムダウンしないこととする。

- パフォーマンス

映像音声通信におけるタイムラグはコミュニケーションの弊害を考慮してフレームレート 10fps に対して 1 秒以下とする。また、手順表示の反応については、即座に応答することとする。音声認識に関しては、性能は外部ライブラリ依存のため認識率等は考慮しない。

- セキュリティ

通信の暗号化は行わない。

9. 業務フロー

9.1 システム導入前のフロー

システム導入前のフローを示す。

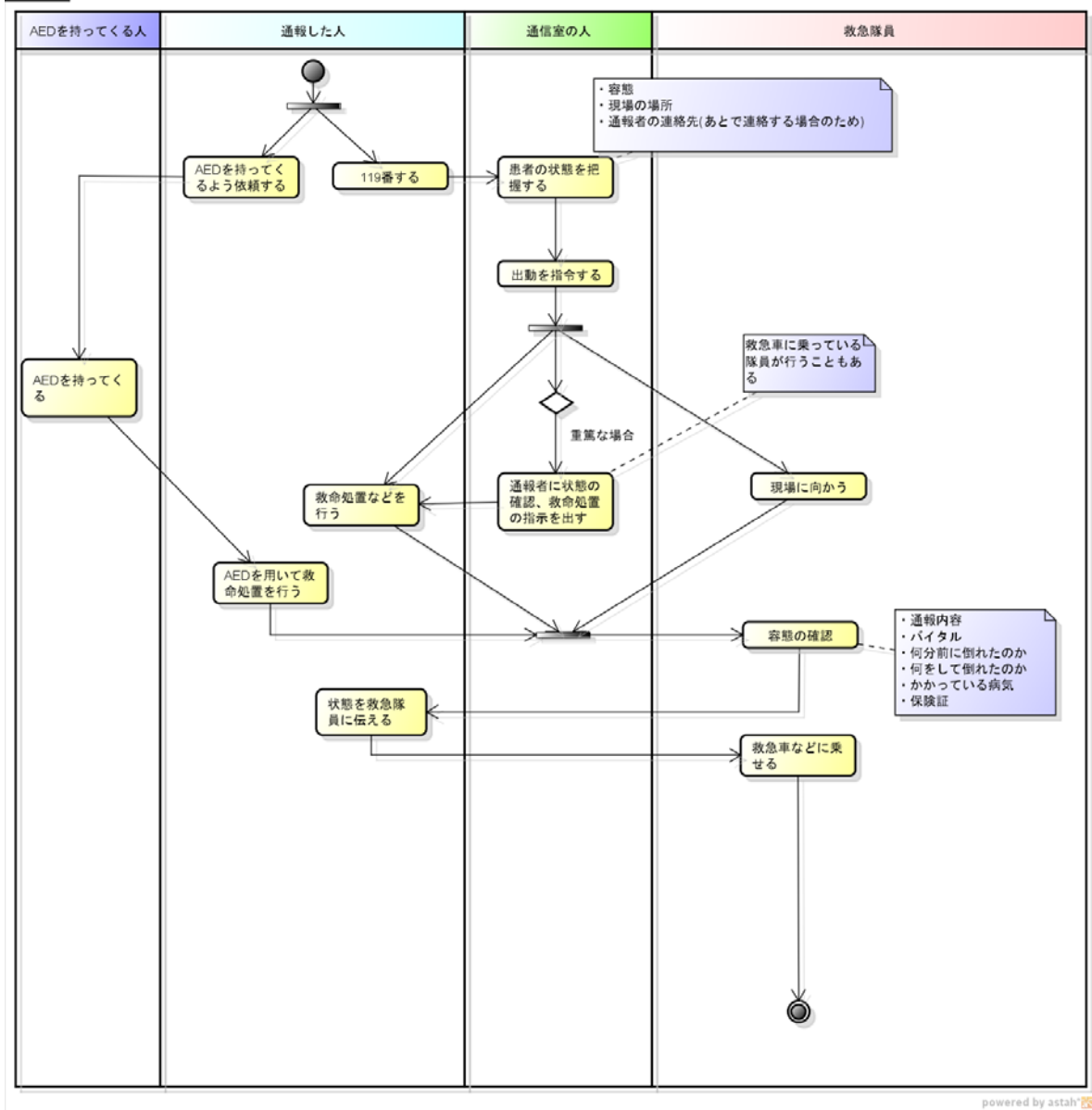


図 3

9.2 システム導入後のフロー

システム導入後を想定したフローを示す。赤色のフローがシステム導入前からの変更点である。

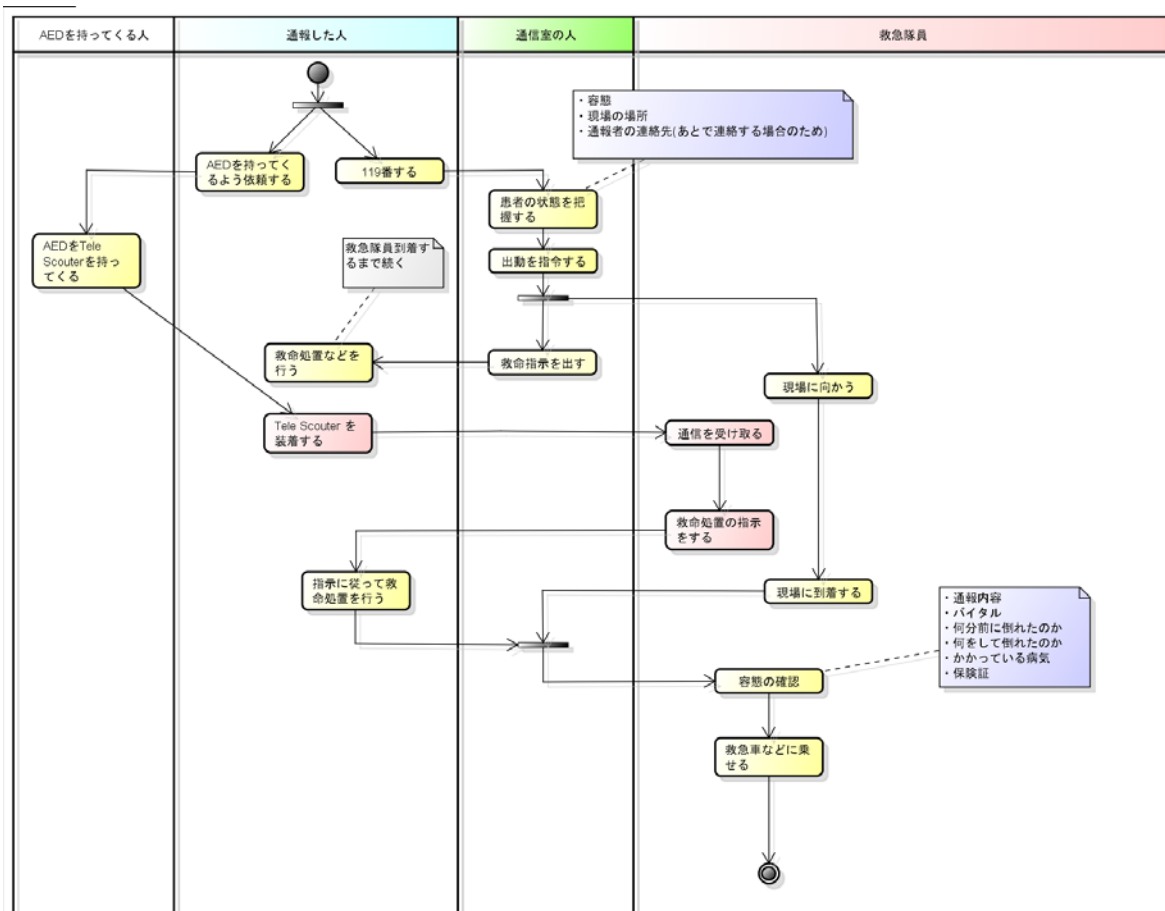


図 4

10. システムの開発及び検証の計画

この章では本システムの開発体制、スケジュール及び、1.2 で示した目的が達成できたかの検証の計画について述べる。

10.1 開発体制

本システムは筑波大学 大学院システム情報工学科 コンピュータサイエンス専攻 博士前期課程 2 年に所属している学生 4 人で開発を行う。また、日本電気株式会社 マーケティング戦略本部 永浜様・影安様より適宜サポートを受けることとする。

10.2 作業スケジュール

作業スケジュールを図 5 : に示す。

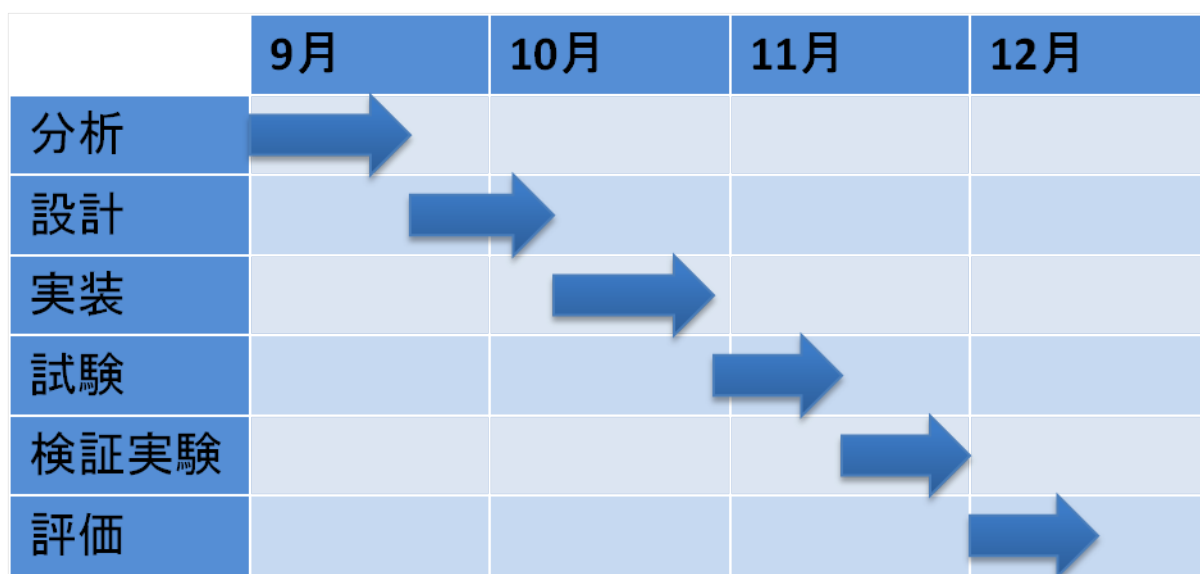


図 5 : 作業スケジュール

10.3 システムの検証方法

本システムの検証の目的、方法、評価項目をそれぞれ表 2、表 3 に示す。

表 2：救急救命手順表示機能の有用性検証について

目的	救急救命手順表示機能の有用性検証
対象者	救急救命講習受講者
方法	受講者に HMD を装着してもらい、救急救命の手順を見ながら正しく処置ができていないか確認する。
評価項目	定量的評価 実地計測 ・呼吸確認⇒気道確保⇒人工呼吸⇒心臓マッサージ⇒除細動器の使用までに要した時間 ・正しくできていない処置の箇所数(救急隊の方に判断して頂く) アンケート(5段階評価) ・操作は分かりやすかったか ・説明は分かりやすかったか ・救急現場に居合わせた場合にもう一度システムを使用したいか 定性的評価 上記結果に対する理由をインタビューや動きから評価を行う

表 3：映像音声通信機能の有用性検証/システム全体の有用性検証について

目的	映像音声通信機能の有用性検証/システム全体の有用性検証
対象者	施設従事者、救急隊員
方法	本システムを用いた 119 番通報から搬送までのフローを実際に行う
評価項目	定量的評価 実地計測 ・呼吸確認⇒気道確保⇒人工呼吸⇒心臓マッサージ⇒除細動器の使用までに要した時間 ・正しくできていない処置の箇所数(救急隊の方に判断して頂く) アンケート(5段階評価) バイスタンダー ・救急隊員からの指示は分かりやすかったか ・救急隊員と通信を行うことで、安心して処置を行えたか ・救急現場に居合わせた場合にもう一度システムを使用したいか 救急隊 ・操作は分かりやすかったか

- ・現場を把握できたか

定性的評価

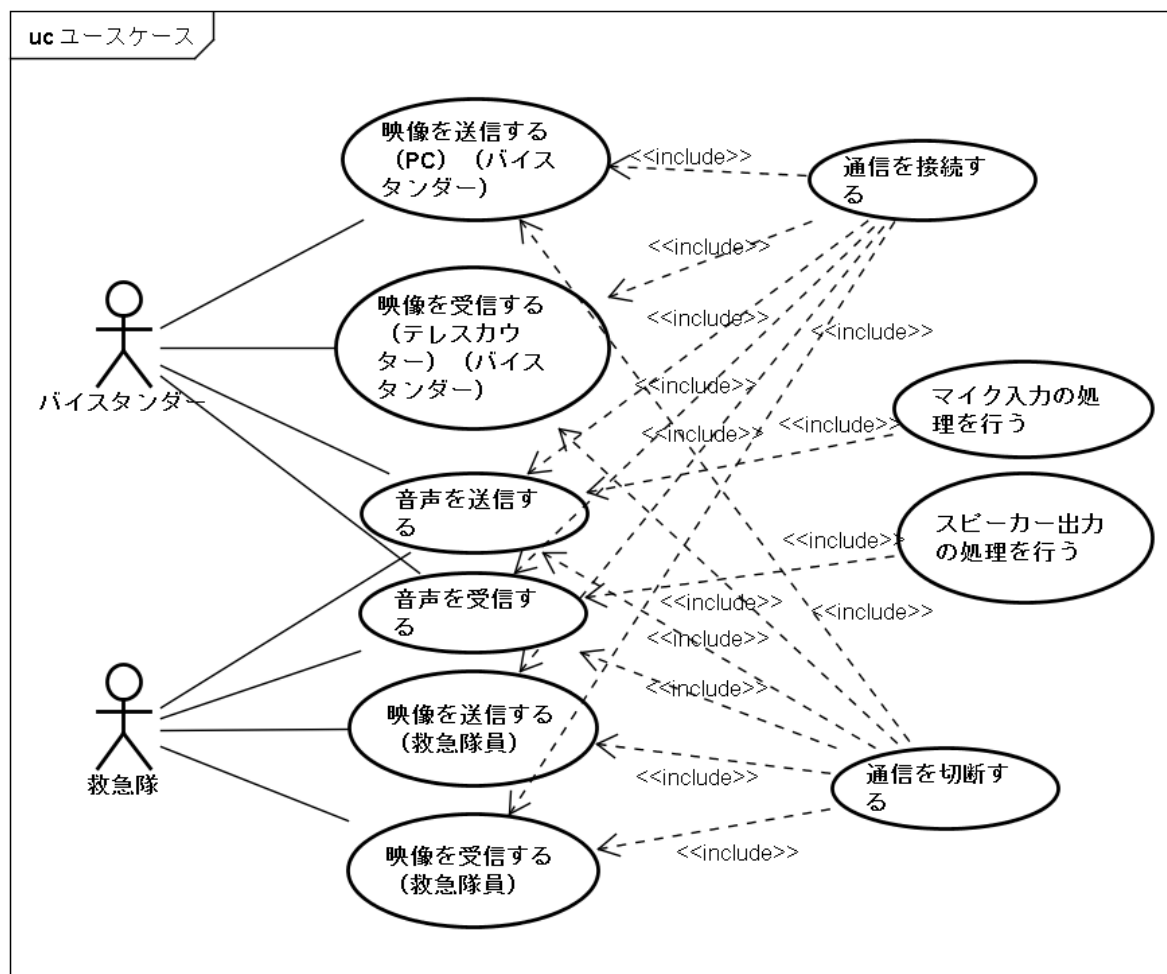
上記結果に対する理由をインタビューや動きから評価を行う

ユースケース

映像音声通信機能

市川 正隆
2010/10/15

ユースケース図



ユースケース ID	B-PC-01
ユースケース名	映像を送信する (PC) (バイスタンダー)
前提条件	救急隊員側アプリと通信接続されている USB カメラがデバイスとして PC に接続されている
事後条件	救急隊員側アプリへ画像を送信している
アクター	バイスタンダー
基本フロー	1. タイマーがアプリにキャプチャーを要求する 2. アプリは USB カメラの映像をキャプチャーする 3. アプリはキャプチャーした画像を救急隊員側アプリへ送信する 4. 基本フロー1に戻る
代替フロー	1.a. アクターがアプリを停止した時 1.a.1. アプリは救急隊側アプリへ通信切断要求を出し、通信を切断する 1.a.2. アプリケーションを終了する 1.b. 救急隊員側アプリが通信切断をした時 1.b.1. 通信を切断し、救急隊員側アプリからの通信接続を待つ 1.c. ネットワークが断線をした時 1.c.1. 通信を切断し、救急隊員側アプリからの通信接続を待つ

ユースケース ID	B-TL-01
ユースケース名	映像を受信する（テレスカウター）（バイスタンダー）
前提条件	救急隊員と通信接続されている
事後条件	テレスカウターに画像が表示される
アクター	バイスタンダー
基本フロー	1. アプリは救急隊員側アプリから映像を受信する 2. アプリは画面に受信画像を表示する 3. 基本フロー1に戻る
代替フロー	1.a. アクターがアプリを停止した時 1.a.1. アプリは救急隊側アプリへ通信切断要求を出し、通信を切断する 1.a.2. アプリケーションを終了する 1.b. 救急隊員側アプリが通信切断をした時 1.b.1. 通信を切断し、手順表示画面を表示する 1.b.2. 救急隊員側アプリからの通信接続を待つ 1.c. ネットワークが断線をした時 1.c.1. 通信を切断し、手順表示画面を表示する 1.c.2. 救急隊員側アプリからの通信接続を待つ

ユースケース ID	A-01
ユースケース名	映像を送信する（救急隊員）
前提条件	バイスタンダー側の映像受信アプリと通信接続されている
事後条件	画像をバイスタンダー側の映像受信アプリへ送信している
アクター	救急隊員
基本フロー	1. アクターは画像を選択する 2. アプリは画像をバイスタンダー側の映像受信アプリへ送信する 3. 基本フロー1に戻る
代替フロー	1.a. アクターがアプリを停止した時 1.a.1. アプリはバイスタンダー側の映像受信アプリへ通信切断要求を出し、通信を切断する 1.a.2. アプリケーションを終了する 1.b. バイスタンダー側の映像受信アプリが通信切断をした時 1.b.1. 通信を切断し、バイスタンダー側の映像受信アプリへ再接続を要求する 1.c. ネットワークが断線をした時 1.c.1. 通信を切断し、バイスタンダー側の映像受信アプリへ再接続を要求する 1.d. 自動送信の設定がされている時 1.d.1. タイマーは送信用画像をアプリに渡す 1.d.2. 基本フロー2に進む

ユースケース ID	A-02
ユースケース名	映像を受信する（救急隊員）
前提条件	バイスタンダー側の映像送信アプリと通信接続されている
事後条件	画面に画像が表示されている
アクター	救急隊員
基本フロー	1. アプリはバイスタンダー側の映像送信アプリから画像を受信する 2. アプリは画面に受信画像を表示する 3. 基本フロー1に戻る
代替フロー	1.a. アクターがアプリを停止した時 1.a.1. アプリは救急隊側アプリへ通信切断要求を出し、通信を切断する 1.a.2. アプリケーションを終了する 1.b. 救急隊員側アプリが通信切断をした時 1.b.1. 通信を切断し、手順表示画面を表示する 1.b.2. 救急隊員側アプリからの通信接続を待つ 1.c. ネットワークが断線をした時 1.c.1. 通信を切断し、手順表示画面を表示する 1.c.2. 救急隊員側アプリからの通信接続を待つ

ユースケース ID	AB-01
ユースケース名	音声を送信する
前提条件	バイスタンダーと救急隊員のアプリがそれぞれ通信接続されている
事後条件	マイクから入力した音声を送信される
アクター	バイスタンダー、救急隊員
基本フロー	1. アクターはマイクから音声を入力する 2. アプリは入力された音声から Wave データを生成する 3. アプリは Wave データを相手側のアプリへ送信する 4. 基本フロー1に戻る
代替フロー	1.a. アクターがアプリを停止した時 1.a.1. アプリは相手側のアプリへ通信切断要求を出し、通信を切断する 1.a.2. マイク入力を無効にする 1.a.3. アプリケーションを終了する 1.b. 相手側アプリが通信切断をした時 1.b.1. 通信を切断する 1.b.2. マイク入力を無効にする 1.b.3. 相手側のアプリからの通信接続を待つ 1.c. ネットワークが断線をした時 1.c.1. 通信を切断する 1.c.2. マイク入力を無効にする 1.c.3. 相手側のアプリからの通信接続を待つ

ユースケース ID	AB-02
ユースケース名	音声を受信する
前提条件	バイスタンダーと救急隊員のアプリがそれぞれ通信接続されている
事後条件	受信した音声データの音声がスピーカーから出力される。
アクター	バイスタンダー、救急隊員
基本フロー	1. アプリは Wave データを受信する 2. アプリは受信した Wave データをスピーカーへ出力する 3. 基本フロー1に戻る
代替フロー	1.a. アクターがアプリを停止した時 1.a.1. アプリは相手側のアプリへ通信切断要求を出し、通信を切断する 1.a.2. スピーカー出力を無効にする 1.a.3. アプリケーションを終了する 1.b. 相手側アプリが通信切断をした時 1.b.1. 通信を切断する 1.b.2. スピーカー出力を無効にする 1.b.3. 相手側のアプリからの通信接続を待つ 1.c. ネットワークが断線をした時 1.c.1. 通信を切断する 1.c.2. スピーカー出力を無効にする 1.c.3. 相手側のアプリからの通信接続を待つ

外部設計書 【バイスタンダー映像受信アプリ】

Ver1.0
2010年10月15日

画面定義書

画面名	映像受信画面
画面ID	B-TE-001

1



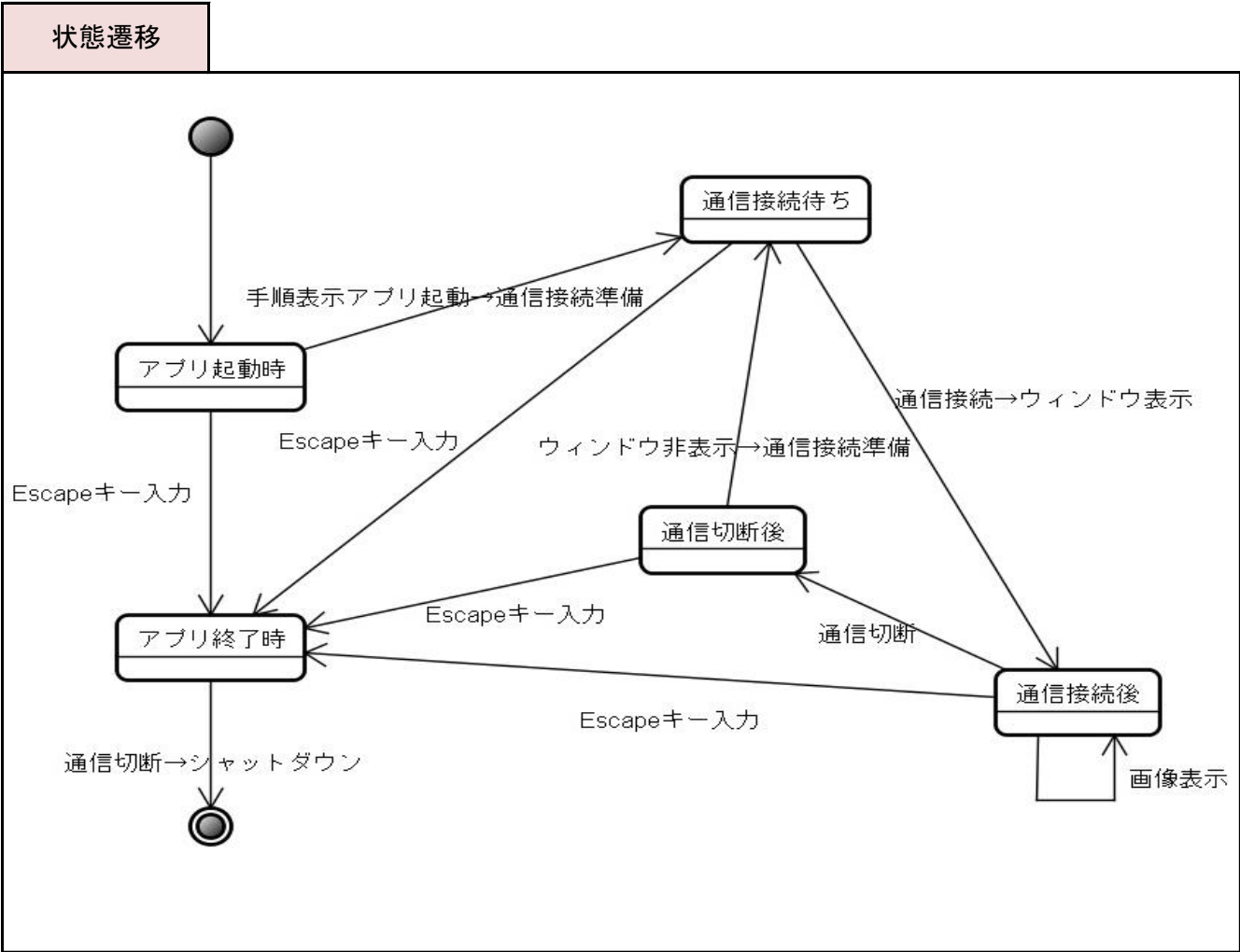
画面項目					
項番	論理項目名	論理項目種	表示内容	発生イベント	イベントトリガ
1	受信映像	パネル	救急隊員側アプリから送られてくる画像	画像受信	-

イベント項目		
項番	イベント項目名	イベント内容
1	手順表示アプリ起動	手順表示アプリを起動する
2	通信接続準備	救急隊員側アプリからの通信要求があるまで待機する
3	通信接続	救急隊員側アプリの通信接続を開始する
4	通信切断	通信接続を切断する *通信が接続されていない場合は何も起きない
5	画像受信	救急隊員側アプリから受信した画像を表示する
6	ウィンドウ表示	ウィンドウを表示する
7	ウィンドウ非表示	ウィンドウを非表示にする
8	Escapeキー入力	ダイアログを表示し、『はい』を選択すると、【シャットダウン】を起動する
9	シャットダウン	システムをシャットダウンする *通信が接続されている場合は通信切断を行う

画面定義書

状態項目		
項番	状態項目名	起動イベント
1	アプリ起動時	【手順表示アプリ起動】→【通信接続準備】
2	通信接続待ち	【通信接続】→【ウィンドウ表示】、【Escapeキー入力(※)】
3	通信接続後	【画像受信】、【Escapeキー入力(※)】
4	通信切断後	【ウィンドウ非表示】→【通信接続準備】、【Escapeキー入力(※)】
5	アプリ終了時	【通信切断】→【シャットダウン】

(※) ユーザの任意のタイミングでイベントが発生可能

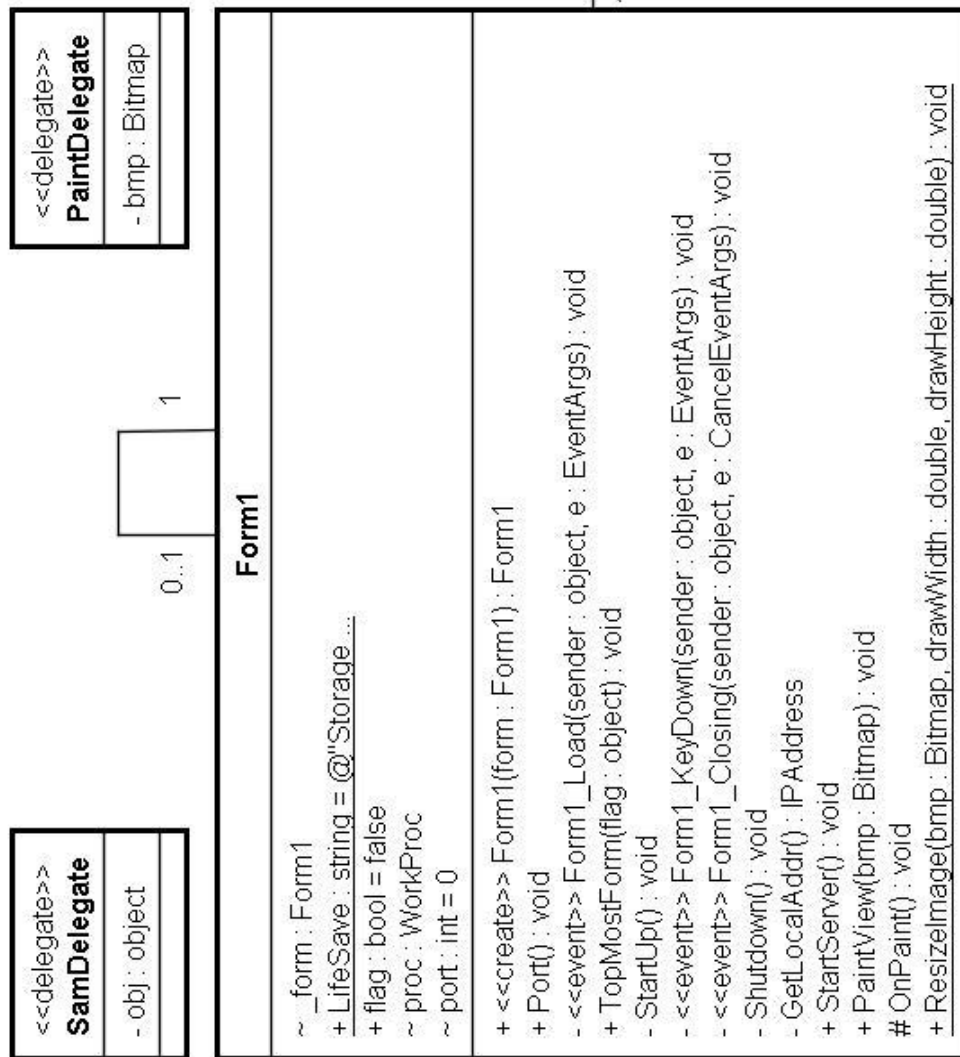


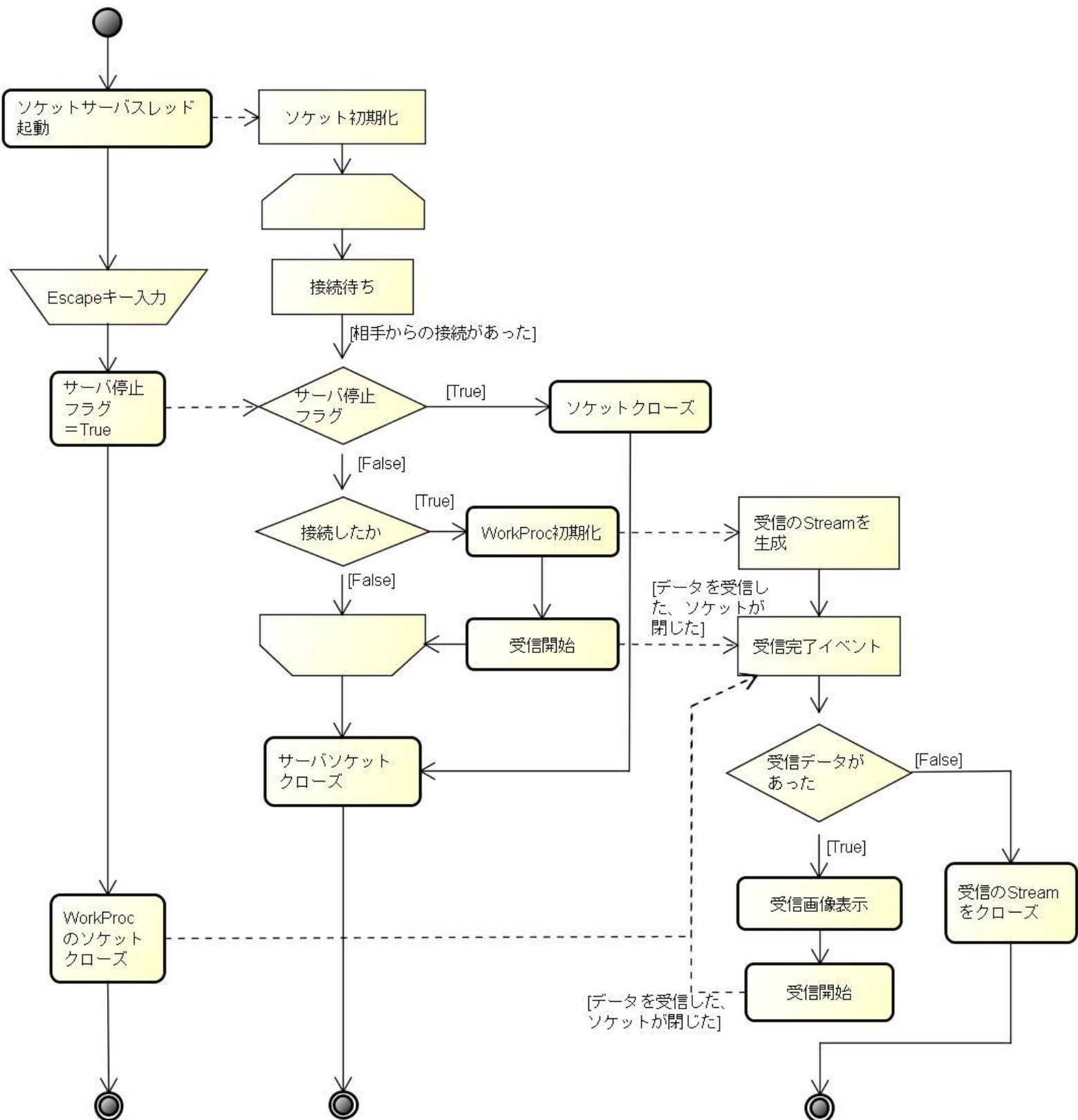
設計書

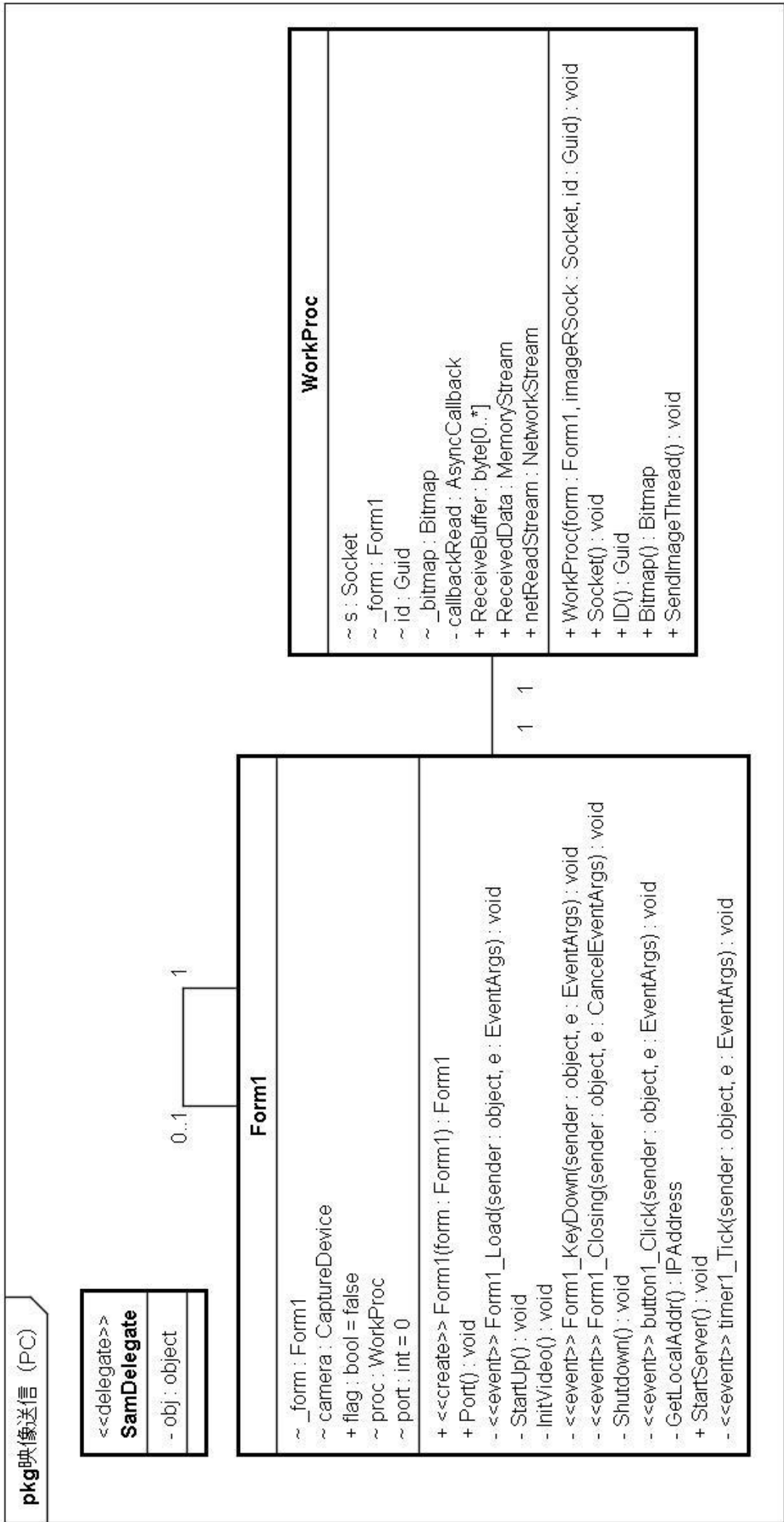
映像音声通信機能

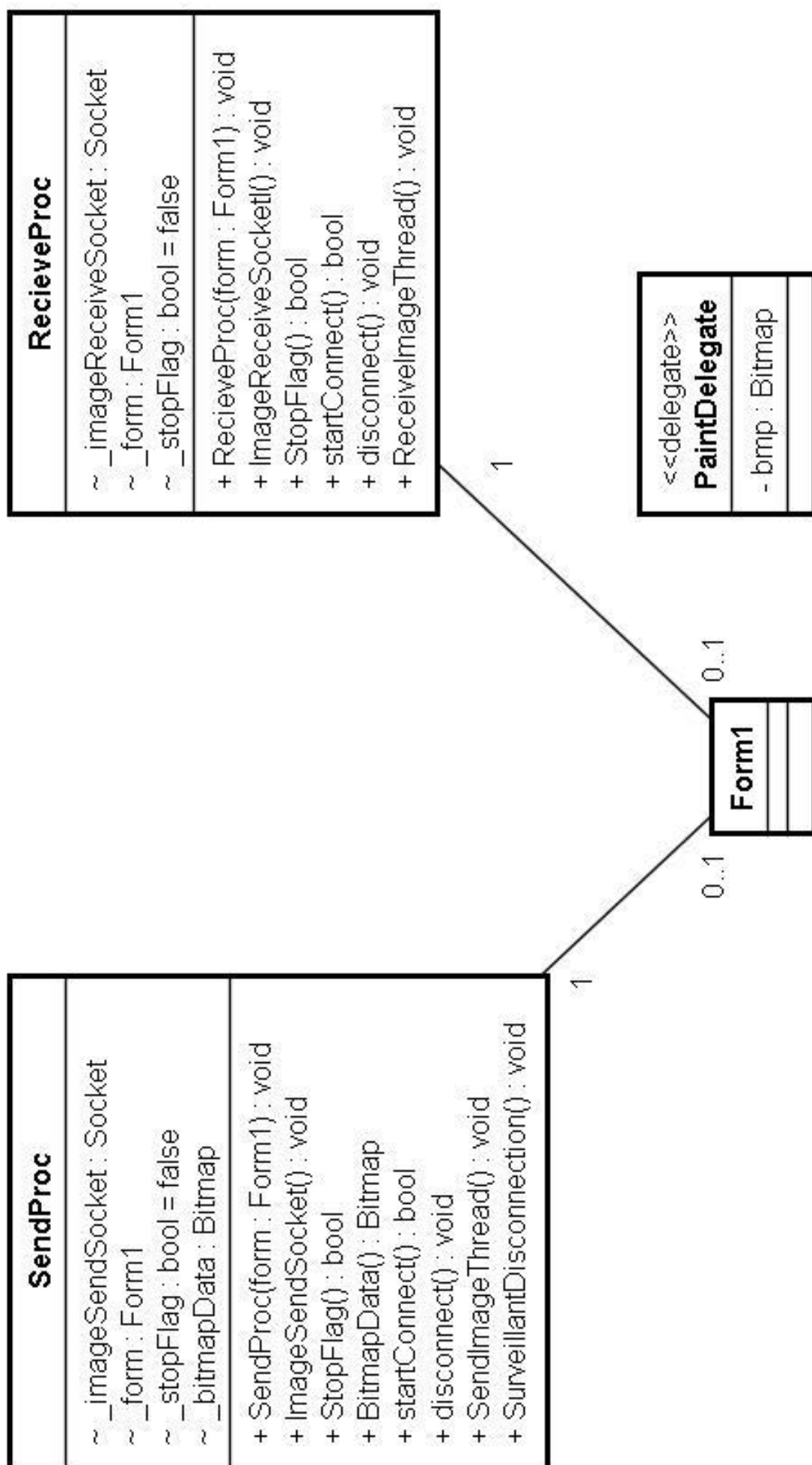
市川正隆

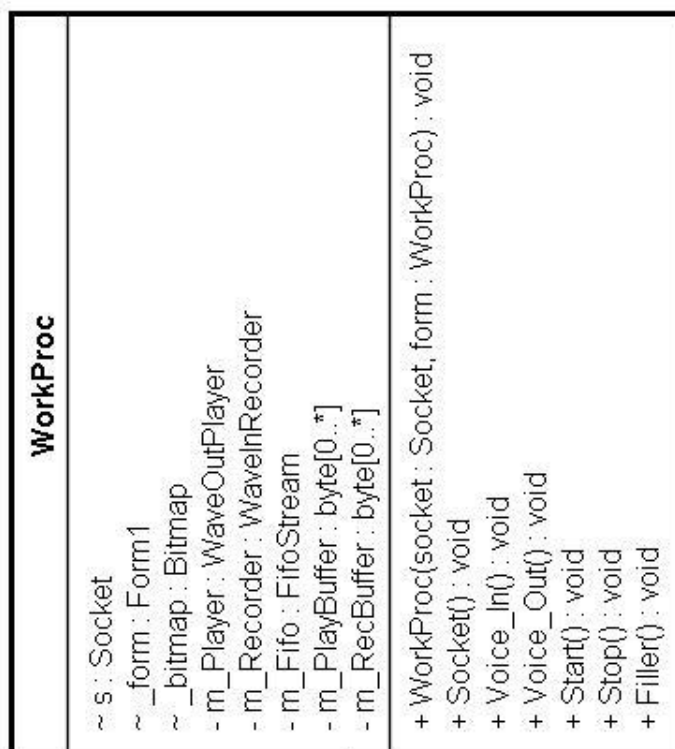
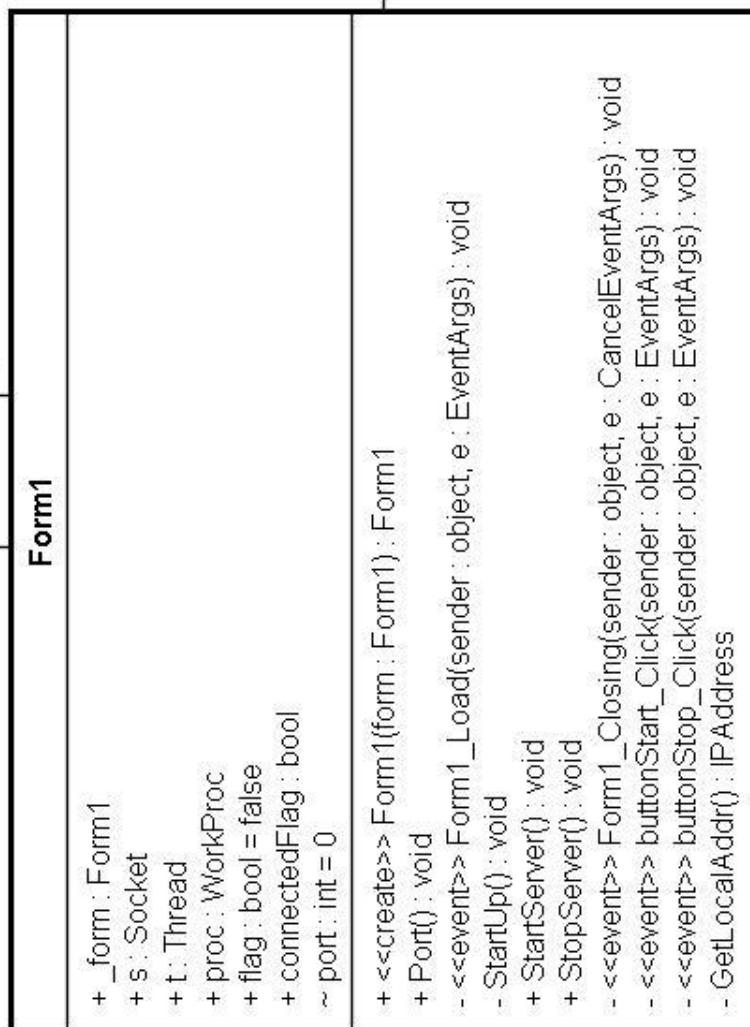
2010/10/27











<<delegate>>

SamDelegate

- obj : object

+ 操作0() : void

クラス仕様書 【SendProc】

Ver1.0
2010年10月20日

クラス定義書					
クラス名	SendProc				
パッケージ名	Ambulance				
可視性	public				
static	-				
クラスの概要					
画像受信サーバと接続し、画像をJpegデータとして送信する					
using					
1	System	9	System.Net.Sockets		
2	System.Collections.Generic	10	System.Threading		
3	System.Linq	11	System.Drawing		
4	System.Text	12	System.Drawing.Imaging		
5	System.IO	13	System.Runtime.InteropServices		
6	System.Net	14			
インスタンス					
項番	インスタンス名	型	可視性	ゲッター・セッターの有無	説明、その他
1	_imageSendSocket	Socket	package	ゲッター・セッター	通信用ソケット
2	_form	Form1	package	-	フォームインスタンス
3	_stopFlag	bool	private	ゲッター・セッター	通信切断監視用フラグ 【初期値:False】
4	_bitmapData	Bitmap	private	ゲッター・セッター	送信用画像データを保持する
メソッド					
項番	メソッド名	型	可視性	引数	説明、その他
1	startConnect	bool	public	-	画像受信ソケットサーバへ接続する
2	disconnect	void	public	-	画像受信ソケットサーバとの通信を切断する
3	SendImageThread	void	public	-	画像受信ソケットサーバへ画像を送信する
4	ServeillantDisconnection	void	public	-	画像受信ソケットサーバからのソケット切断を監視する
コンストラクタ					
引数					
項番	引数名	型	説明		
1	form	Form1	Form1のインスタンス(Form1のコントロール操作用)		
詳細記述					
(1) クラスインスタンス【_form】に引数を代入する					
備考					
特になし					

メソッド仕様書			
メソッド名	bool startConnect()		
クラス名	SendProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
設定ファイルのIPアドレスとポート番号から画像受信ソケットサーバへ接続する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型	説明	
処理フロー			
詳細記述			
(1) disconnect()を呼び出す			
(2) 設定ファイル『AddressPort.settings』からサーバのIPアドレス、ポート番号を取得する			
(3) IPアドレスとポート番号からSocketを生成し、クラスインスタンス【_imageSendSocket】に代入する			
(4) サーバへConnect()する			
(4.1) [条件分岐1: _imageSendSocketが接続された] SurveillantDisconnection()をスレッドとして生成する			
(4.2) スレッドをバックグラウンド起動する			
(4.3) return True [分岐1終了]			
(5) Exceptionが発生する			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	Exception	①disconnect()を呼び出す。 ②return False	
備考			
特になし			

メソッド仕様書			
メソッド名	void disconnect()		
クラス名	RecieveProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
画像受信ソケットサーバとの通信を切断する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型	説明	
処理フロー			
詳細記述			
(1) [条件分岐1: クラスインスタンス【_imageReceiveSocket】がNullではない]			
(1.1) [条件分岐2: _imageSendSocketが接続されている] _imageSendSocketをシャットダウンし、閉じる			
(1.2) _imageSendSocketをNullにする [分岐2終了]			
(2) Exceptionが発生する			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	Exception	①_imageSendSocketをNullにする	
備考			
特になし			

メソッド仕様書

メソッド名	void SendImageThread()		
クラス名	SendProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
画像受信ソケットサーバへ画像を送信する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型	説明	
処理フロー			
詳細記述			
(1) MemoryStreamインスタンスを作成し、クラスインスタンス【_bitmapData】からJepg画像を生成する			
(2) クラスインスタンス【_imageSendSocket】からNetworkStreamインスタンスを作成する			
(3) NetworkStreamへMemoryStreamの画像データを書き込む			
(4) _bitmapDataをDisposeする			
(5) MemoryStreamをDisposeし、閉じる			
(6) NetworkStreamをDisposeし、閉じる			
(7) SocketExceptionが発生する			
(8) IOExceptionが発生する			
(9) Exceptionが発生する			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	SocketException (通信が切断された時)	エラーメッセージを保持する	
2	IOException (NetworkStream書き込み中に通信が切断された時)	エラーメッセージを保持する	
3	Exception (その他)	エラーメッセージを保持する	
備考			
【前提条件】			
・_imageSendSocketが画像受信サーバと接続されている			
・_bitmapDataに画像データが格納されている			

メソッド仕様書			
メソッド名	void ServeillantDisconnection()		
クラス名	SendProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
画像受信ソケットサーバからのソケット切断を監視する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型	説明	
処理フロー			
詳細記述			
(1) 受信バイト数を保持する変数を生成し、受信用バイト配列変数を生成する			
(2) [繰り返し1] _imageSendSocketからデータを受信し、受信用バイト配列に書きこみ、受信バイト数を保持する			
(3) [繰り返し1の終了; [条件分岐1: 受信バイト数が0以下]]			
(4) SocketExceptionが発生する			
(5) [Finally]disconnect()を呼び出す			
(5.1) クラスインスタンス【_stopFlag】をTrueにする [Finally終了]			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	SocketException (通信が切断された時)	①disconnect()を呼び出す ②クラスインスタンス【_stopFlag】をTrueにする	
備考			
【前提条件】			
・ImageSendSocketが画像受信サーバと接続されている			

クラス仕様書 【ReceiveProc】

Ver1.0
2010年10月19日

メソッド仕様書			
メソッド名	bool startConnect()		
クラス名	RecieveProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
設定ファイルのIPアドレスとポート番号から画像送信ソケットサーバへ接続する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型		説明
1	bool		True/Falseを返す
処理フロー			
詳細記述			
(1) disconnect()を呼び出す			
(2) 設定ファイル『AddressPort.settings』からサーバのIPアドレス、ポート番号を取得する			
(3) IPアドレスとポート番号からSocketを生成し、クラスインスタンス【_imageRecieveSocket】に代入する			
(4) サーバへConnect()する			
(4.1) [条件分岐1: _imageRecieveSocketが接続された] ReceiveImageThread()をスレッドとして生成する			
(4.2) スレッドをバックグラウンド起動する			
(4.3) return True [分岐1終了]			
(5) Exceptionが発生する			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	Exception	①disconnect()を呼び出す。 ②return False	
ZSZS			
特になし			

メソッド仕様書			
メソッド名	void disconnect()		
クラス名	RecieveProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
画像送信ソケットサーバとの通信を切断する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型	説明	
処理フロー			
詳細記述			
(1) [条件分岐1: クラスインスタンス【_imageRecieveSocket】がNullではない]			
(1.1) [条件分岐2: _imageRecieveSocketが接続されている] _imageRecieveSocketをシャットダウンし、閉じる			
(1.2) _imageRecieveSocketをNullにする [分岐2終了]			
(2) Exceptionが発生する			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	Exception	①_imageRecieveSocketをNullにする	
備考			
特になし			

メソッド仕様書			
メソッド名	void ReceiveImageThread()		
クラス名	ReceiveProc		
namespace	Ambulance		
可視性	public		
static	-		
メソッドの概要			
画像送信ソケットサーバから画像を受信する			
引数			
項番	引数名	型	説明
返却値			
項番	型	説明	
処理フロー			
詳細記述			
(1) [繰り返し1; 条件:True]			
(2) 受信バイト数を保持する変数、受信用バイト配列変数、MemoryStreamインスタンスを作成する			
(3) [条件分岐1: _imageRecieveSocketが接続されていない] break			
(4) _imageRecieveSocketからNetworkStreamを生成する			
(5) [繰り返し2] NetworkStreamからデータを受信し、受信用バイト配列に書き込み、受信バイト数を保持する			
(5.1) [条件分岐2: Exceptionが発生した]クラスインスタンス【_stopFlag】をTrueにして、break			
(6) 受信用バイト配列からデータをMemoryStreamへ書き込む			
(8) [繰り返し2終了; [条件分岐3: NetworkStream.DataAvailable]]			
(9) [条件分岐4: _stopFlagがTrue] MemoryStreamとNetworkStreamをDisposeし、閉じる			
(9.1) disconnect()を呼び出し、break [分岐4の終了]			
(10) MemoryStreamからビットマップデータを生成する			
(10.1) ビットマップデータをForm1のPaintDelegateを呼び出し、画像として描画する			
(10.2) ビットマップデータをDisposeする			
(10.3) ArgumentExceptionが発生する			
(10.1) [Finally] MemoryStreamとNetworkStreamをDisposeし、閉じる			
(11) Exceptionが発生する			
例外処理			
項番	例外タイプ	例外処理	
1	SocketException (通信が切断された時)	処理フロー(5)参照	
2	ArgumentException (受信画像のデータが通信途中で欠損していた時)	なにもしない	
3	Exception (その他)	なにもしない	
備考			
【前提条件】			
・_imageRecieveSocketが画像受信サーバと接続されている			

テスト仕様書

Ver1.0
2010年11月28日

項番	前提条件	動作	期待結果	実測結果
1		アプリケーションを起動する	①ウィンドウが立ちあがる ②手順表示アプリが起動する	
2	1の状態のとき	別アプリでポート8888でアプリに接続する	アプリと接続できない	
3	1の状態のとき	別アプリでポート8889でアプリに接続する	①アプリと接続する ②アプリが最前面に表示される	
4	1の状態のとき	別アプリでポート8890でアプリに接続する	アプリと接続できない	
5	3の状態の時	別アプリでJpeg画像を送信する	送信したJpeg画像が表示される	
6	3の状態の時	別アプリでBMP画像を送信する	送信したBMP画像が表示される	
7	3の状態の時	別アプリでPNG画像を送信する	送信したPNG画像が表示される	
8	3の状態の時	別アプリで画像サイズ10K以上のJpeg画像を送信する	送信したJpeg画像が10K以上分のみ表示される	
9	3の状態の時	別アプリで画像サイズ10K以上のBMP画像を送信する	送信したBMP画像が10K以上分のみ表示される	
10	3の状態の時	別アプリで画像サイズ10K以上のPNG画像を送信する	送信したPNG画像が10K以上分のみ表示される	
11	3の状態の時	別アプリでJpeg画像を66msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が10秒間に1枚以内)	
12	3の状態の時	別アプリでJpeg画像を100msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が30秒間に1枚以内)	
13	3の状態の時	別アプリでJpeg画像を200msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が100秒間に1枚以内)	
14	3の状態の時	相手側のアプリで通信を切断する	①通信が切断される ②ウィンドウが非表示になる	
15	3の状態の時	相手側のアプリを終了する	①通信が切断される ②ウィンドウが非表示になる	
16	3の状態の時	ネットワークを一時断線する	①通信が切断される ②ウィンドウが非表示になる	
17	14の状態の時	ポート8889でアプリに接続する	①アプリと接続できる ②アプリが最前面に表示される	
18	15の状態の時	ポート8889でアプリに接続する	①アプリと接続できる ②アプリが最前面に表示される	
19	16の状態の時	ポート8889でアプリに接続する	①アプリと接続できる ②アプリが最前面に表示される	
20	17の状態の時	Jpeg画像を100msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が30秒間に1枚以内)	
21	18の状態の時	Jpeg画像を100msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が30秒間に1枚以内)	
22	19の状態の時	Jpeg画像を100msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が30秒間に1枚以内)	
23	3の状態の時	接続→切断を100回繰り返す	・接続時 ①アプリと接続できる ②アプリが最前面に表示される ・切断時 ①通信が切断される ②ウィンドウが非表示になる	
24	1の状態のとき	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
25	24の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	アプリが終了する	
26	3の状態の時	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
27	26の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	①通信が切断される ②アプリが終了する	
28	12の状態の時	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
29	28の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	①通信が切断される ②アプリが終了する	
30	14の状態の時	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
31	30の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	アプリが終了する	
32	15の状態の時	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
33	32の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	アプリが終了する	
34	16の状態の時	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
35	34の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	アプリが終了する	
36	3の状態の時	1時間接続させたままにする	1時間接続状態になる	
37	3の状態の時	1時間別アプリでJpeg画像を100msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される	
38	3の状態の時	さらに別のアプリがポート8889でアプリに接続する	①接続されていたアプリとの接続を切断する ②接続を試みたアプリと接続する	

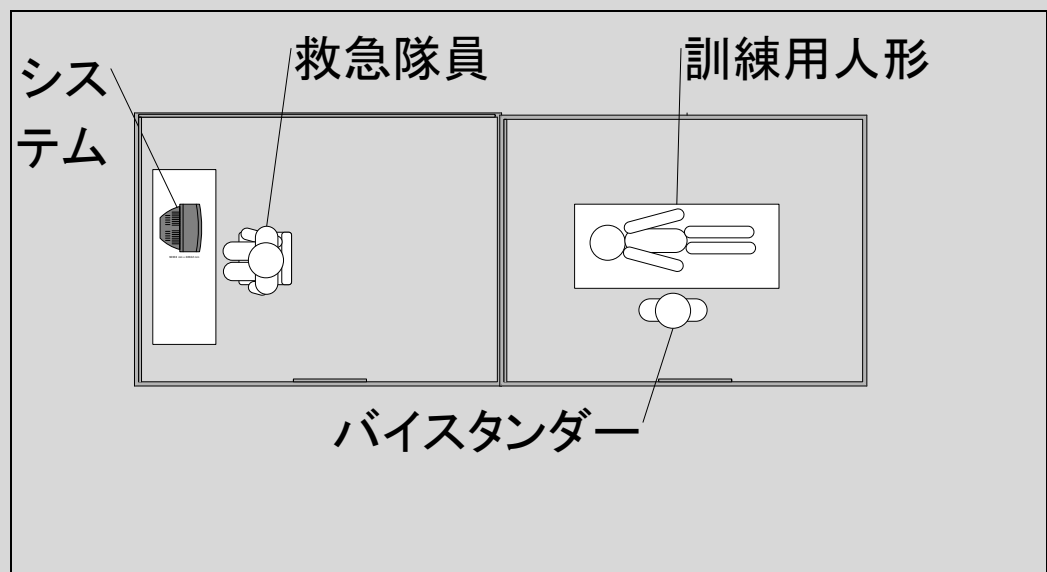
項番	前提条件	動作	期待結果	実測結果
1	USBカメラを接続しておく	アプリケーションを起動する	①ウィンドウが立ちあがる ②USBカメラの映像が表示される	
2	USBカメラを切断しておく	アプリケーションを起動する	①ウィンドウが立ち上がる ②警告ダイアログが開く ③USBカメラの映像が表示されない	
3	1の状態のとき	別アプリでポート8887でアプリに接続する	アプリと接続できない	
4	1の状態のとき	別アプリでポート8888でアプリに接続する	アプリと接続する	
5	1の状態のとき	別アプリでポート8889でアプリに接続する	アプリと接続できない	
6	4の状態の時	開始/停止ボタンを押す	別アプリにUSBカメラのキャプチャ画像を送信する	
7	5の状態の時	相手側のアプリで通信を切断する	接続が切れる	
8	5の状態の時	相手側のアプリを終了する	接続が切れる	
9	5の状態の時	ネットワークを一時断線する	接続が切れる	
10	6の状態の時	開始/停止ボタンをもう一度押す	送信を停止する	
11	10の状態の時	開始/停止ボタンを100回押す	送信と送信停止を繰り返す	
12	4の状態の時	相手側のアプリで通信を切断する	接続が切れる	
13	4の状態の時	相手側のアプリを終了する	接続が切れる	
14	4の状態の時	ネットワークを一時断線する	接続が切れる	
15	6の状態の時	相手側のアプリで通信を切断する	①送信を停止する ②接続が切れる	
16	6の状態の時	相手側のアプリを終了する	①送信を停止する ②接続が切れる	
17	6の状態の時	ネットワークを一時断線する	①送信を停止する ②接続が切れる	
18	15の状態の時	別アプリでポート8887でアプリに接続する	アプリと接続できない	
19	15の状態の時	別アプリでポート8888でアプリに接続する	アプリと接続する	
20	15の状態の時	別アプリでポート8889でアプリに接続する	アプリと接続できない	
21	16の状態の時	別アプリでポート8887でアプリに接続する	アプリと接続できない	
22	16の状態の時	別アプリでポート8888でアプリに接続する	アプリと接続する	
23	16の状態の時	別アプリでポート8889でアプリに接続する	アプリと接続できない	
24	17の状態の時	別アプリでポート8887でアプリに接続する	アプリと接続できない	
25	17の状態の時	別アプリでポート8888でアプリに接続する	アプリと接続する	
26	17の状態の時	別アプリでポート8889でアプリに接続する	アプリと接続できない	
27	1の状態のとき	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
28	28の状態のとき	ダイアログで『はい』を選択する	アプリが終了する	
29	1の状態のとき	アプリケーションを終了する	アプリが終了する	
30	4の状態のとき	Escapeキーを入力する	ダイアログが表示される	
31	30の状態の時	ダイアログで『はい』を選択する	①通信が切断される ②アプリが終了する	
32	4の状態のとき	アプリケーションを終了する	①通信が切断される ②アプリが終了する	
33	4の状態のとき	1時間接続させたままにする	1時間接続状態になる	
34	4の状態のとき	1時間別アプリでJpeg画像を受信し続ける	Jpeg画像を送信し続ける	
35	4の状態のとき	さらに別のアプリがポート8888でアプリに接続する	①接続されていたアプリとの接続を切断する ②接続を試みたアプリと接続する	

項番	前提条件	動作	期待結果	実測結果
1	アプリケーションが起動している	画像送信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
2	1の状態の時	画像送信相手でJpeg画像を66msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が10秒間に1枚以内)	
3	1の状態の時	画像送信相手でJpeg画像を100msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が30秒間に1枚以内)	
4	1の状態の時	画像送信相手でJpeg画像を200msの間隔で送信し続ける	Jpeg画像が全て表示される (画像が途切れる枚数が100秒間に1枚以内)	
5	3の状態の時	画像受信相手から通信切断する	接続が切れる	
6	3の状態の時	画像受信相手のアプリを終了する	接続が切れる	
7	3の状態の時	ネットワークを一時断線する	接続が切れる	
8	5の状態の時	画像送信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
9	6の状態の時	画像送信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
10	7の状態の時	画像送信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
11	1の状態の時	通信接続→切断を100回繰り返す	通信接続と通信切断が100回繰り返される	
12	1の状態の時	アプリケーションを終了する	アプリケーションが終了する	
13	3の状態の時	アプリケーションを終了する	①通信を切断する ②アプリケーションが終了する	
14	アプリケーションが起動している	画像受信相手と接続を試みる	画像受信相手と接続する	
15	14の状態の時	画像を送信する	相手のアプリへ画像を送信する	
16	15の状態の時	画像受信相手から通信切断する	接続が切れる	
17	15の状態の時	画像受信相手のアプリを終了する	接続が切れる	
18	15の状態の時	ネットワークを一時断線する	接続が切れる	
19	16の状態の時	画像受信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
20	16の状態の時	画像受信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
21	16の状態の時	画像受信相手と接続を試みる	画像送信相手と接続する	
22	14の状態の時	通信接続→切断を100回繰り返す	通信接続と通信切断が100回繰り返される	
23	1の状態の時	アプリケーションを終了する	アプリケーションが終了する	
24	14の状態の時	アプリケーションを終了する	①通信を切断する ②アプリケーションが終了する	
25	1の状態の時	画像受信相手、画像送信相手と通信を試みる	どちらとも通信が接続する	
26	25の状態の時	画像受信相手、画像送信相手のアプリを終了する	どちらとも接続が切れる	
27	25の状態の時	ネットワークを一時断線する	どちらとも接続が切れる	
28	26の状態の時	画像受信相手、画像送信相手と通信を試みる	どちらとも通信が接続する	
29	27の状態の時	画像受信相手、画像送信相手と通信を試みる	どちらとも通信が接続する	
30	25の状態の時	アプリケーションを終了する	①両方の通信を切断する ②アプリケーションが終了する	

項番	前提条件	動作	期待結果	実測結果
1		アプリケーションを起動する	ウィンドウが立ちあがる	
2	1の状態のとき	もう一方のアプリでポート8089でアプリに接続する	アプリと接続できない	
3	1の状態のとき	もう一方のアプリでポート8090でアプリに接続する	アプリと接続する	
4	1の状態のとき	もう一方のアプリでポート8091でアプリに接続する	アプリと接続できない	
5	1の状態のとき	ポート8089にして接続ボタンを押す	もう一方のアプリと接続できない	
6	1の状態のとき	ポート8090にして接続ボタンを押す	もう一方のアプリと接続する	
7	1の状態のとき	ポート8091にして接続ボタンを押す	もう一方のアプリと接続できない	
8	3の状態の時	マイク入力をする	もう一方のスピーカーから音声が出力される	
9	3の状態の時	もう一方のアプリからマイク入力を行う	スピーカーから音声が出力される	
10	6の状態の時	マイク入力をする	もう一方のスピーカーから音声が出力される	
11	6の状態の時	もう一方のアプリからマイク入力を行う	スピーカーから音声が出力される	
12	3の状態の時	もう一方のアプリで通信を切断する	通信が切断される	
13	3の状態の時	もう一方のアプリを終了する	通信が切断される	
14	3の状態の時	ネットワークを一時断線する	通信が切断される	
15	6の状態の時	もう一方のアプリで通信を切断する	通信が切断される	
16	6の状態の時	もう一方のアプリを終了する	通信が切断される	
17	6の状態の時	ネットワークを一時断線する	通信が切断される	
18	12~17の状態の時	もう一方のアプリでポート8089でアプリに接続する	アプリと接続できない	
19	12~17の状態の時	もう一方のアプリでポート8090でアプリに接続する	アプリと接続する	
20	12~17の状態の時	もう一方のアプリでポート8091でアプリに接続する	アプリと接続できない	
21	12~17の状態の時	ポート8089にして接続ボタンを押す	もう一方のアプリと接続できない	
22	12~17の状態の時	ポート8090にして接続ボタンを押す	もう一方のアプリと接続する	
23	12~17の状態の時	ポート8091にして接続ボタンを押す	もう一方のアプリと接続できない	
24	1の状態のとき	アプリを終了する	アプリが終了する	
25	3の状態の時	アプリを終了する	①通信を切断する ②アプリを終了する	
26	6の状態の時	アプリを終了する	①通信を切断する ②アプリを終了する	
27	1の状態の時	接続→切断を100回繰り返す	もう一方のアプリと接続、切断を繰り返す	
28	1の状態の時	マイクデバイスを抜く	①エラーメッセージを表示する ②アプリを終了する	
29	1の状態の時	スピーカーデバイスを抜く	①エラーメッセージを表示する ②アプリを終了する	
30	3の状態の時	マイクデバイスを抜く	①エラーメッセージを表示する ②通信を切断する ③アプリを終了する	
31	3の状態の時	スピーカーデバイスを抜く	①エラーメッセージを表示する ②通信を切断する ③アプリを終了する	
32	6の状態の時	マイクデバイスを抜く	①エラーメッセージを表示する ②通信を切断する ③アプリを終了する	
33	6の状態の時	スピーカーデバイスを抜く	①エラーメッセージを表示する ②通信を切断する ③アプリを終了する	
34	3の状態の時	1時間接続させたままにする	1時間接続状態になる	
35	6の状態の時	1時間接続させたままにする	1時間接続状態になる	

実験 2：シミュレーションによる評価	
概要	● 実際のようにシステムを使って、役に立つかどうか検証する ● 携帯電話を用いた通信による処置の方法と比較して、優れているか検証する
希望時期	11 月末
所要時間	救急隊員や被験者の数にもよるが、230 分程度を予定
人員	● 被験者 ➤ 学生 20 名程度 ➤ 救急隊員 1～2 名 ● 実験準備運行 ➤ 学生 4 名
希望実施場所	つくば中央消防署
必要な設備等	● 訓練用人形 ● 訓練用 AED ● インターネット回線
方法	● 事前準備(数十分程度) 1. 救急隊員の方に操作を教える 2. 実際に操作をして練習していただく 3. バイスタンダー役の被験者を 2 グループに分け、システムを使うグループと携帯電話の通話を使うグループに分ける ● 前提 ➤ 傷病者は心肺停止、心室細動状態にあるとする ● 実験 ※1 回当たり 10 分程度を想定 ➤ システムを使用したグループ 1. 以下の図のように、救急隊員とバイスタンダー役の方が離れた場所に待機する 2. 119 番通報をする 3. システムを装着する 4. 手順表示を見ながら人形に対し処置をする 5. 数分後、救急車との音声映像通信を開始する

6. 救急隊員は、バイスタンダーに心臓マッサージ、AED の処置を指導する
 7. 通報から 7 分経過したところで終了
- 携帯電話の通話を利用したグループ
1. 以下の図のように、救急隊員とバイスタンダー役の方が離れた場所に待機する
 2. 電話をかけ、119 通報をする
 3. 数分後、救急車との通話を開始する
 4. 救急隊員は、バイスタンダーに心臓マッサージ、AED の処置を指導する
 5. 通報から 7 分経過したところで終了
- その他
 - 実験中の様子を撮影し、評価に用いる



実験概要図

評価方法

評価したい項目

- 映像などを用いて計測
 - 処置に要した時間
 - ☆ 終わらなかった場合はどこまでできたか
 - 通信中の発言数

- 指示が伝わったか(聞きなおした回数)
- アンケート(5段階評価)
 - 疲れたか
 - 音声認識率
 - 役に立つか
 - 説明は分かりやすかったか
 - 救急現場に居合わせた場合にもう一度システムを使用したいか
 - その他意見

救命処置の実証実験アンケート

本日は私たちの実証実験にご参加頂き誠にありがとうございます。今後の改善の参考にさせていただきますので、お手数ですが下記アンケートへご協力をお願いいたします。

Q1. 最近、救命講習を受けたのはいつ頃ですか？（自動車免許の取得時に受講するものも含む）

- A. 一週間以内 B. 一か月以内 D. 半年以内 E. 1年以内 F. 1年以上前
F. 受けたことはない

Q2. 過去に救命講習を何回受講しましたか？
（ ）回

以下の項目で、最も当てはまる番号に○を記入してください。

非常に良い(5) 良い(4) 普通(3) あまり良くない(2) 悪い(1)

Q3. 下記について、指示内容はわかりやすかったですか？

「④全体」以外で分からない場合は無記入でかまいません

①救命処置の手順内容表示

5 — 4 — 3 — 2 — 1

②ポインタ(矢印)表示

5 — 4 — 3 — 2 — 1

③線、文字表示

5 — 4 — 3 — 2 — 1

④全体

5 — 4 — 3 — 2 — 1

Q4. 以下の処置について、処置は分かりやすかったですか？

①人工呼吸

5 — 4 — 3 — 2 — 1

②心臓マッサージ

5 — 4 — 3 — 2 — 1

③AEDの使用方法

5 — 4 — 3 — 2 — 1

Q5. 装着感はいかがでしたか？

5 – 4 – 3 – 2 – 1

Q6. 映像音声通信に対してストレスを感じましたか？

5 – 4 – 3 – 2 – 1

Q7. Q6について具体的にどんなことにストレスを感じましたか？下記より選択し

() 内に具体的な内容を記入してください。(複数選択可)

A. 画像の品質 B. 音声の品質 C.映像と音声のズレ

D. その他 ()

$$[\hspace{1.5cm}]$$

Q8. 落ち着いて救命処置をすることができましたか？

5 – 4 – 3 – 2 – 1

Q9. 現場に居合わせた場合、もう一度本システムを使用したいと思いますか？

5 – 4 – 3 – 2 – 1

Q10. その他、本システムに対するご意見、ご感想等があればご記入ください

以上でアンケートは終わりです。
ご協力、ありがとうございました。