

タブレット端末を利用した 遠隔介護用コミュニケーション支援システムの試作

Implementing a Remote Elder-Care Communication Support System using Tablet Devices

片山 真也
Shinya Katayama

今井 翔太
Shota Imai

白松 俊
Shun Shiramatsu

大冢 忠親
Tadachika Ozono

新谷 虎松
Toramatsu Shintani

名古屋工業大学大学院情報工学専攻

Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology

Our goal is to realize a communication support system for a remote elder care. There are communication problems among caregivers and elder people because of some asymmetry among them. To support such communication, we propose a novel approach, asymmetric interface, which addresses the problem of the asymmetry. In this paper, the asymmetric interface consists of three main modules: a video synchronization module, a handwriting characters synchronization module and a Web page synchronization module. The modules never need any operations by the patient but the caregiver control all synchronizations to avoid irritation of the patient. We evaluated the availability of the system and we concluded that the system can be used with telephone in real time.

1. はじめに

遠隔地に居住する高齢者の介護を支援するためのシステムの実現が求められている。本研究では、遠隔地の高齢者を介護することを支援するために、高齢者の子供や孫とのコミュニケーションを支援するためのシステムの実現を目的とした。ここでの課題は、ICT 機器に不慣れな介護者および高齢者による利用を想定したシステムを実現することであった。本稿では、介護者と被介護者の 3 種類の非対称性に着目した、タブレット端末に基づく遠隔介護用コミュニケーション支援システムの実装について述べる。

遠隔介護の効果的な実施には、視覚と聴覚の両方を用いたコミュニケーション支援が必要不可欠である。例えば、介護において、高齢者の孫がコミュニケーションを行うことは有効であり、高齢者の主観的幸福感、孫に対する情緒的感情を要因として高められるという報告もある [中村 07]。特に対面のコミュニケーションが重要であり、認知症ケア技法の一種であるユマニチュードにおいても直接的なインタラクションに基づく絆作りが重要視されている。

遠隔介護の支援においてシステムの運用が容易であることは本質的に重要である。遠隔介護において、時間的もしくは経済的な制約から、頻繁に介護者および被介護者間における対面のコミュニケーションを取ることが困難であり、コミュニケーション不足による問題が発生する。例えば、電話によるコミュニケーションでは、被介護者の虚偽や不作為を見抜くことが困難である。電話を超えるコミュニケーションを可能にしつつ、さらに電話と同等程度に容易なシステムの実現が好ましい。

本システムの特長は、介護者と被介護者の非対称性を考慮したインタフェースを実現した点である。本稿では、介護者および被介護者の非対称性について考察し、それらの非対称性を考慮したインタフェースの設計および実装について説明する。

以降、2. および 3. において、遠隔介護支援および 3 つの非対称性について議論し、4. で遠隔介護支援システムについて述べる。5. で本システムの性能を評価し、最後に 6. でまとめる。

2. 遠隔介護用コミュニケーション支援

遠隔介護において視覚による音声通話の補助を行うための機能が必要であり、以下の 3 つの理由がある。

視覚による補助が必要な 1 つ目の理由は、被介護者の様子を映像によって確認することが可能である点である。視覚的に被介護者の様子を確認することで、会話による反応を、被介護者の表情から確認することが可能になる。また、音声通話に回答しない場合でも被介護者の様子を確認することができる。

2 つ目の理由は、手書き文字によるリアルタイムなコミュニケーションが可能である点である。記入した文字をリアルタイムに相手に提示することで、音声通話で会話ができない場合の補助とすることができる。

3 つ目の理由は、写真等の非言語的な情報を提示することが可能である点である。写真を提示することにより被介護者に安心感が生まれるという研究結果 [藤村 13] があり、被介護者に対して写真を見せることは遠隔介護に有効であるといえる。また、例えば、介護者が被介護者に旅行へ行った思い出を話す時、行った場所や、そこで見た景色についてを口頭で話すよりも、実際に地図を見せたり、写真を見せたりする方が被介護者は理解しやすいという利点がある。

3. 介護者と被介護者の非対称性

遠隔介護支援システムの実現には、被介護者の認知能力の低下を補うための視覚による音声通話の補助を導入するにあたり、通信環境の非対称性、知識の非対称性、および目的の非対称性の 3 つの非対称性を考慮する必要がある。

3.1 通信環境の非対称性

通信環境の非対称性とは、スマートフォンやタブレット端末を使用する際に必要となるインターネット通信のための環境の相違を意味する。介護者と非介護者の利用する通信環境の性能が異なるため、被介護者の通信環境を圧迫する可能性があるという問題である。

介護者は、非介護者に比べて高速な通信環境を導入可能であると考えられる。遠隔介護を行う介護者は、介護対象の高齢者の子や孫を想定しており、そのような人々は都市に近い地域に在住していると想定している。さらに、近年スマートフォン

連絡先: 片山 真也, 名古屋工業大学大学院情報工学専攻,
愛知県名古屋市昭和区御器所町, TEL: 052-733-6550,
katashin@toralab.org

や、タブレット端末等の通信を伴う電子機器が急速に普及しているため、介護者は十分な通信環境を持っていると想定する。

一方、被介護者の通信環境は、介護者の通信環境と比べると劣ると考えられる。本研究における被介護者は、通信環境の不十分な地域に居住している高齢者をも想定する必要がある。被介護者は一般的にスマートフォンや、タブレット端末等の最新の電子機器を使用しておらず、さらに通信環境すらも整えていないことが想定される。

遠隔地から映像をリアルタイムに配信するシステムを実現する際、通信プロトコルには RTP [Schulzrinne 96] を用いるのが一般的である。通常、データの通信をする際には輻輳を考慮しなければならず、RTP を用いる際にも例外ではない。RTP は輻輳制御については仕様として策定されておらず、それぞれのアプリケーションで制御するべきであるとしている。ここで、本システムを構築する環境の中でも、被介護者の通信環境は、例えば、第 3 世代移動通信システム等の比較的品質の劣る環境となる場合がある。このような通信環境では 1 度でも輻輳が発生してしまうとその後数分間、すべての通信を行うことができないといった状況に陥ってしまう場合がある。そのため、通信環境の非対称性を考慮しつつ、輻輳が起こらないような通信を行うことが要求される。

3.2 知識の非対称性

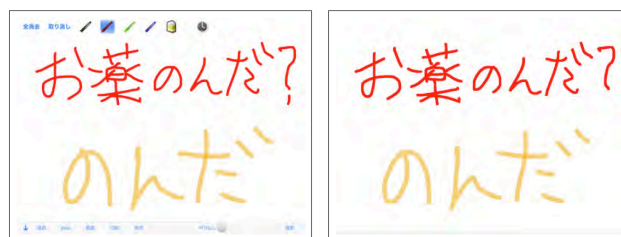
知識の非対称性とは、介護者に比べて非介護者の ICT リテラシが高くないことや、新たな機器への適応能力が低下していることを意味する。ここでの ICT リテラシとは、電子機器に対する知識、電子機器、または、アプリケーションを操作するための一般的な知識を含んでいる。

介護者は新しいアプリケーションを使う際に、試行錯誤しながら操作方法を習得できる程度の知識を持っているといえる。なぜならば、近年のスマートフォンや、タブレット端末の普及により、このような電子機器を日常的に使用している可能性が高いと考えられるためである。例えば、既存のコミュニケーション支援システムには、Skype^{*1}や LINE^{*2}等がある。これらを用いるためには、ユーザは、アプリケーションの利用方法や、アプリケーションをインストールした電子機器の使い方を学習する必要がある。本研究で想定する被介護者にとって、新しい電子機器やアプリケーションの使い方を学習することはコストが高いため、学習の必要がないアプリケーションの構築が要求される。

被介護者は、最新の電子機器やアプリケーションの操作することが困難である場合が少なくない。なぜならば、一般的に被介護者は電子機器を日常的に使用していない可能性が高いと考えられるためである。これは、高齢者を対象として機能を制限した携帯端末が販売されていることからわかる。以上のことから、被介護者にアプリケーションを使用してもらうためには、機能を制限したり、被介護者の日常の動作と関連のある操作をアプリケーションに取り入れることが重要である。

3.3 目的の非対称性

ここでの目的とは、介護者と被介護者が、介護を通して最終的にどのような状態を目指しているかを指している。例えば、介護者は被介護者の様子を知り、コミュニケーションをとることで、被介護者が快適な生活を送ることや、健康を損なうことなく過ごしてほしいということを考えている。しかし、介護者のこの目的が必ずしも被介護者の目的と一致するとは限らない。一例として、現在の環境を変化させることに抵抗を示す被



介護側クライアント

非介護側クライアント

図 1: 非対称インタフェース

介護者がいる。このような場合、介護のために被介護者の環境を変化させることが、被介護者にとってストレスとなってしまうことがある。したがって、被介護者の心理的負担を最小限に抑え、介護をすることが要求される。

4. 非対称インタフェースに基づく遠隔介護用コミュニケーション支援システム

非対称インタフェースは、3. で述べた非対称性を考慮し、既存の遠隔介護手法における課題を解決するためのアプローチである。ここでは、介護者と被介護者間の非対称性により発生していた課題を解決するために、被介護者側からアクセスすることのできる機能を必要最小限に制限し、すべての機能は介護者側から実行できるようにする。被介護者は、電子機器にほとんど触れることなくシステムを利用できるため、被介護者の心理的負担の軽減が期待される。実現のために、3 種類の同期機構を導入する。本節では、3 種類の同期機構を備えた非対称インタフェースの実装について述べる。

4.1 非対称インタフェース

本研究では図 1 に示されるような非対称なインタフェースを持つ、遠隔介護用コミュニケーション支援システムを開発した。非対称インタフェースによって、介護者は、遠隔の被介護者側の端末のすべての機能に対してアクセスすることができる。被介護者側の端末にアクセスし、情報の配信、同期を行う機構として、動画像同期機構、手書き文字同期機構、Web ページ同期機構を構築した。これらの機構は非対称インタフェースにより、被介護者が機能の複雑さを意識することなく利用することができ、知識の非対称性を克服することが可能になる。

本システムには介護者が使用するクライアントと、被介護者が使用するクライアントが存在するが、設置環境の違いによってそれぞれ異なるインタフェースを設定できる。

被介護者側クライアントは、機器の導入による被介護者の心理的負担を減らしたり、被介護者が容易に操作できるように、機能を制限したインタフェースとなっている。一方で、介護者側クライアントは被介護者側クライアントで行う操作を代わりに行ったり、介護者からの情報を被介護者側クライアントへ発信するようにできているため、比較的複雑なインタフェースとなっている。

目的の非対称性を克服するために、非介護者側クライアントは、非介護者の生活環境への最小限の侵食のみを行うこととした。例えば、通常はカメラによる監視を行わず、また、クライアントの画面を暗転することとした。非介護者が希望するなら、アルバム画像をスライドショー形式で表示することも可能であり、普段は単なるアルバム表示システムとして振る舞うことも可能である。

*1 <http://www.skype.com/>

*2 <http://line.me/>

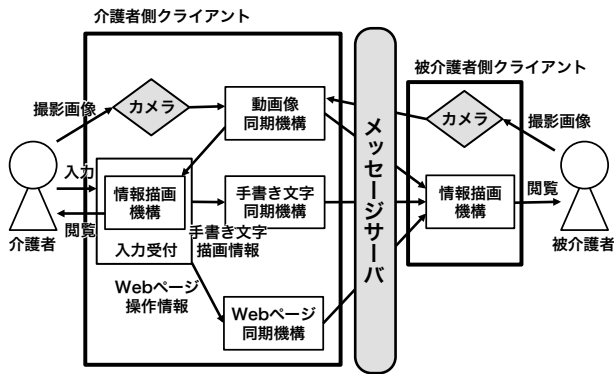


図 2: 本システムの構成図

4.2 3種類の同期機構

図 2 のシステム構成図に示されるように、本システムは動画同期機構、手書き文字同期機構、および Web ページ同期機構の 3 つの同期機構を用いることにより、3 種類の非対称性の克服を目指している。

リアルタイムなメッセージや Web ページの同期のための基盤技術として、本研究室で開発しているプッシュ型 Web コンテンツに基づく共創支援環境がある [今井 13]。このプッシュ型 Web コンテンツはクライアント間のメッセージをリアルタイムに仲介するメッセージサーバによって配信されている。本システムはリアルタイム通信のためにこの共創支援環境のメッセージサーバを利用している。これは、本システムは音声通話をしながら使用することを想定しているため、通信のリアルタイム性が重要となるためである。

4.2.1 動画同期機構

動画同期機構は、通信環境の非対称性を考慮し、被介護者側のクライアントで通信データの輻輳が発生しないように同期を行う機構である。動画同期機構が同期するデータは、タブレット端末のカメラから撮影した静止画像である。画像の配信がいつ停止しても十分な画質を配信するために、静止画像を随時送信する方式とした。通信環境が良好であれば、動画画像としてとして互いを見ることも可能である。

本機構は、被介護者側が比較的通信速度の遅い通信環境であったとしても問題なく通信を続けることができる実装をしている。本機構では以下の 2 種類の通信を扱う。1 つは画像データの送受信（データ通信）であり、もう 1 つは画像データの送受信を管理するための通信（メッセージ通信）である。メッセージ通信では REQUEST, SHOT, ACK の 3 種類のメッセージを扱う。これらの通信の流れを、クライアント X がクライアント Y の画像を取得する場合で考える。初めにクライアント X がクライアント Y へ REQUEST メッセージを送信する。REQUEST メッセージを受け取ったクライアント Y はデータ通信により画像をメッセージサーバへアップロードする。この時、メッセージサーバからアップロードした画像へアクセスするための URL が発行される。クライアント Y は取得した URL を SHOT メッセージとしてクライアント X へと送信する。SHOT メッセージを受け取ったクライアント X は、URL をもとにメッセージサーバから画像ファイルをダウンロードする。ダウンロードが完了したら、クライアント X はクライアント Y へ ACK メッセージを送信する。クライアント Y は ACK メッセージを受け取るまで、次の画像を送信しない。

4.2.2 手書き文字同期機構

タブレット端末の画面をタッチすることで、手書き文字を描画することができる。画面をタッチすると、それをトリガとするタッチイベントが発生する。タッチイベントは、タッチビギン TB 、タッチムーブ TM 、タッチエンド TE 、タッチキャンセル TC の 4 種類がある。タッチイベントが発生した座標 $P_1(x_1, y_1), \dots, P_n(x_n, y_n)$ は送信用リスト L に格納される。 P_n が TE か TC によって発生した座標である場合、 L と描画に使った描画ツールの情報を通信相手のクライアントに送信し、それを受信したクライアントが L と描画ツールの情報を元に描画処理をシミュレートする事で、同期描画を実現する。

ユーザ A がシステムを利用して、ユーザ B がシステムを利用していなかったとする。このとき、ユーザ A が手書きした情報は、ユーザ B のインタフェースにリアルタイムに反映する事ができない。そこで、本システムは、サーバサイドに仮想クライアントを設ける事で、ユーザ A の描画状況をサーバに蓄積することにした。こうすることで、ユーザ B がシステムを利用し始めたときに、それまでのユーザ A の描画状況を再現することができる。すなわち、非同期描画を実現することができる。

非同期描画は、被介護者が何らかのメモを介護者に残したいときに利用する。例えば、被介護者が外出中に、介護者が本システムによって被介護者の様子を確認しようとしたときに、被介護者が外出する事をメモ書きすることができる。介護者が、被介護者の姿が見えないことによって不安に感じる事を防ぐことができる。

4.2.3 Web ページ同期機構

本稿では、非言語的な情報を被介護者へ提示する手段として、Web ページの同期を行う。非介護者にとって Web ブラウザの操作の習得が困難であったとしても、Web ページの同期を行うことで、様々な種類の情報を被介護者へ提示することが可能になる。例えば、介護者が旅行へ行った思い出を話す時、Web ページを用いて地図を見せたり、Web 上に保管されている写真を見せることができる。

Web ページを同期するには、介護者側クライアントで Web ページを表示するだけで良い。閲覧中の Web ページは被介護者側クライアントにも反映され、介護者と被介護者は同期的に Web ページを閲覧することができる。

同期的な Web ページの閲覧のために、Web ページのスクロール、ズームを同期する事ができる。介護者側でスクロール、ズーム等の操作を行った結果を、被介護者側の画面にレンダリングする。本機能と特筆すべき点は、被介護者が Web ページを閲覧するための操作を、介護者が代わりに行う事で、被介護者は、本機能を利用するために操作方法を習得する必要がない点である。

5. 評価と考察

遠隔地におけるコミュニケーションにおける齟齬を減らすために、同期機構のリアルタイム性が重要である。ここでは、非対称性を考慮した同期機能のリアルタイム性に関して評価・考察した。動画同期機構については、通信時間について評価し、通信の非対称性を克服するための最適な通信設定について検討した。手書き文字同期機構および Web ページ同期機構のリアルタイム性は、メッセージ通信のリアルタイム性に依存する。ここでは、同期描画を行う際のメッセージ通信のリアルタイム性を評価するために、メッセージ通信の同期遅延を計測し、固定電話との併用時における利便性について検討した。

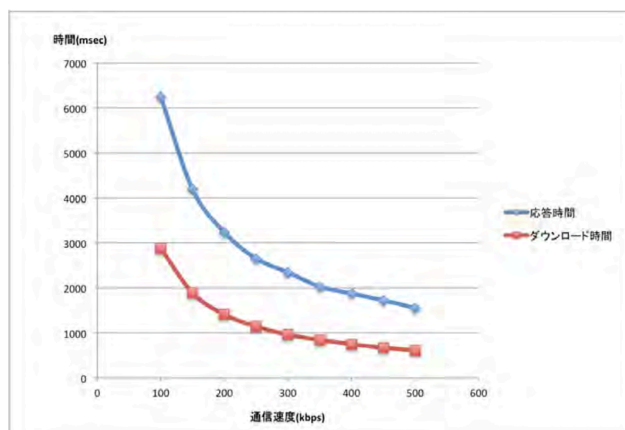


図 3: 動画像同期機構による画像送信時の応答時間とダウンロード時間

実験環境は以下の通りである。通信端末として、Apple 社のタブレット端末である iPad Air を 2 台用いた。タブレット端末の OS は iOS 7 であり、CPU およびメモリは、それぞれ Apple A7 および 1GB であった。2 つの端末を、無線 LAN (IEEE802.11n) で接続した。

5.1 動画像同期機構の性能評価・考察

本システムにおいて、最も通信帯域を必要とするのは、動画像同期機構による画像の送受信である。介護者側クライアントから被介護者側クライアントへの画像更新要求を送信し、実際に被介護者側クライアントからの画像を受け取るまでにかかる時間（以降、応答時間と呼ぶ）を計測した。

本実験では、通信速度が制限された環境における通信遅延を計測した。本実験では予め帯域の上限が設定された通信環境における画像のダウンロード時間を計測した。本実験で用いた画像の解像度を 1280×1080 とした。これは、被介護者の部屋の様子を見渡す用途に十分な画質を想定して決定した。本実験において、帯域の上限を 100kbps から 500kbps まで 50kbps 刻みに設定し、それぞれ 50 回ずつ測定を行ったときの平均値を求めた。帯域毎の応答時間および画像のダウンロード時間を示したグラフを図 3 に示す。

図 3 の青線のグラフ（上側）が応答時間を表し、赤線のグラフ（下側）は、メッセージサーバからの画像のダウンロード時間を表している。このグラフより、通信速度が 250kbps を超える帯域であれば、3 秒以内で画像を被介護者側クライアントから受け取ることができるといえる。すなわち、3 秒毎に被介護者側クライアントのカメラで撮影された画像を更新することができる通信速度であるといえる。2014 年現在日本国内で広く普及している第 3 世代移動通信システムの通信速度は、静止時で 2Mbps であることが想定されるため [武田 01]、被介護者の制限された通信環境でもこのシステムは十分に利用可能であると結論づける。

5.2 手書き文字同期機構の性能評価・考察

手書き描画の同期遅延計測実験を行った。ここでは、本手書き描画機能が、固定電話との併用に耐えうるリアルタイム性を持つか否かを評価するために、一方の iPad の長辺に沿って端から端まで 500 本の直線を描画し、その同期遅延を測定した。

実験結果を図 4 に示す。図 4 から、手書き文字の同期遅延は、線の本数によらず、ほぼ一定であることがわかった。こ

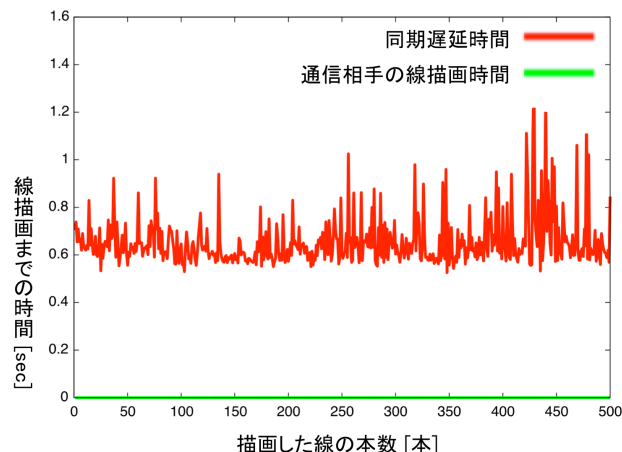


図 4: 手書き文字同期機構による手書き文字同期時の同期遅延

での遅延は平均 650 ミリ秒であり、高度な即時性を必要としない状況で、音声通話と併用して本システムを用いるのに十分な性能であるといえる。描画に要する処理時間は、通信時間に比べてほぼ無視できるほど短時間であり、リアルタイム性には通信遅延が支配的である。

6. おわりに

本稿では、遠隔介護のための、非対称インタフェースに基づく遠隔介護用コミュニケーション支援システムを試作について述べた。非対称インタフェースにより、遠隔介護における、介護者と被介護者間の 3 つの非対称性の課題を効果的に解決している。特筆すべき点として、非介護者がシステムの利用方法を学習する必要がほとんど不要である点が挙げられる。今後の課題として、実際の運用において、本システムの有効性を評価することが挙げられる。

参考文献

- [藤村 13] 藤村 有 他: 別居高齢者とその孫間におけるコミュニケーションツールの提案, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, pp. 175-176 (2013).
- [今井 13] 今井 翔太 他: 動きのあるプッシュ型 Web コンテンツに基づく共創支援環境の実現, 電子情報通信学会技術報告, Vol. 113, No. 332, pp. 29-34 (2013).
- [宮脇 14] 宮脇 建三郎 他: 食生活行動遠隔認知リハビリテーション支援システムに基づく高次脳機能障害者の自立に向けた介入, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J97-D, No. 1, pp. 95-107 (2014).
- [中村 07] 中村 辰哉 他: 孫との関係に着目した高齢者の主観的幸福感に関する研究, 武蔵工業大学 環境情報学部 情報メディアセンタージャーナル, No. 8, pp. 75-86 (2007).
- [Schulzrinne 96] H. Schulzrinne et al.: RTP: A Transport Protocol for Real-time Applications, Tech. Rep., IETF (1996).
- [武田 01] 武田 幸雄: モバイルインフラ -IMT-2000 とその後の展開-, Fujitsu, Vol. 52, No. 4, pp. 308-314 (2001).