

# 遠隔ビデオ通話機能を備えた自律追従型見守りロボット

## Autonomous Elderly Monitoring Robot by Communicating through Video Chat

ターリック シドラ<sup>1\*</sup> ラビアトゥル アダウィア<sup>1</sup>

福田悠人<sup>1</sup> 小林貴訓<sup>1</sup> 久野義徳<sup>1</sup>

Sidra Tariq<sup>1</sup> Adawiah Rabiatalul<sup>1</sup>

Hisato Fukuda<sup>1</sup> Yoshinori Kobayashi<sup>1</sup> Yoshinori Kuno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 埼玉大学

<sup>1</sup> Saitama University

**Abstract:** Population growth of the elderly has increased and is forecasted to grow further in the near future. As a result, solutions to the problem of how to care for them need to be addressed. In addition, younger people may not always be physically near their elderly family members. For example, an elderly person may live in a nursing home or simply prefer to live alone. Thus monitoring their well being is difficult. We propose a telepresence robot that supports communications and monitoring of the elderly. This system is capable of performing video calls and can interact with the elderly on behalf of the remote operator. The present study puts special focus on the telepresence robot system's effectiveness for monitoring elderly people living at a nursing home. In particular, we investigate monitoring the elderly exercising and walking outdoors while providing effective video interaction with the robotic system so that the elderly would always feel connected to their family members.

## 1 はじめに

近年、高齢者の人口が増加し、今後も高齢化は進むと予想されている。そのため、高齢者の健康寿命の延伸が社会的な課題となっている。外へ出かけることは、心身の健康維持に重要であり、高齢者もなるべく散歩などに出かけることが推奨されるが、一方で、認知症高齢者では、徘徊などの問題も懸念される。そこで、本稿では外出中の高齢者を見守るロボットシステムを提案する。

近年、離れた場所にいるユーザがネットワークを介してロボットを操作し、本人に代わって遠隔地にいる人々と会話したり、遠隔地での作業を行うことができるビデオ通話機能を備えた「テレプレゼンスロボット」が、注目されている [1]。特に、介護や育児などの分野では、遠隔地からのコミュニケーションを可能にするテレプレゼンスロボットの存在は大きい。本研究では、この「テレプレゼンスロボット」に着目し、介護施設などで家族と離れて暮らす高齢者が、一人で散歩に出掛けるとき、ロボットが家族に代わって見守り、一緒

に散歩をしているような安心感をもたらすシステムの開発をめざす。

ロボットが会話相手と一緒に移動することを目指した研究 [2] も近年注目を集めているが、現在製品化されているテレプレゼンスロボットは、基本的にずっと操作し続けなくてはならない。そのため、このテレプレゼンスロボットを使って見守りをしようとする場合には、家族がロボットをずっと操作し、ビデオ通話などを介して、高齢者を見守る必要がある。そこで、本稿では、普段は、見守り対象の高齢者に自律的に追従し、危険な場所に行こうとしたときは、ロボットが呼び止め、家族へ通知し、遠隔ビデオ通話機能により家族と会話できる機能を備えた自律追従型見守りロボットを提案する (図 1)。

## 2 提案するロボットシステム

提案するロボットには、遠隔ビデオ通話機能と人に自律的に追従する機能、危険な場所に立ち入ろうとする行為を検出する見守り機能が必要である。

\*連絡先：埼玉大学大学院理工学研究科数理工学専攻  
〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255  
E-mail: sidra@cv.ics.saitama-u.ac.jp



図 1: 提案するロボットシステム。

## 2.1 遠隔ビデオ通話機能

遠隔ビデオ通話機能は、高齢者と近親者がビデオ通話をするものであり、高齢者が、遠隔地に暮らす近親者と散歩をしながら会話することで、楽しく散歩をできるようにする機能である。また、緊急時には高齢者と近親者を繋ぎ、高齢者の状況の把握や声かけにも用いる。本システムでは、遠隔ビデオ通話を行うために、高齢者に自律的に追従する見守りロボットの胸の部分に図1のようにタブレット PC を設置し、近親者とのビデオ通話を行う。

我々は、高齢者と家族が簡単に利用できるビデオ通話システム [3] を別途開発しており、本システムでは、このビデオ通話システムを応用して、高齢者と近親者の遠隔ビデオ通話機能を実現する。

## 2.2 自律追従機能

我々の研究グループでは、これまでに同伴者に自動的に追従するロボット車椅子を開発してきた。このロボット車椅子は、レーザ測域センサを用いて同伴者を検出・追跡し、同伴者の位置や身体の向きに基づいて、相対的な車椅子の位置を調整する。これにより、ロボット車椅子は、同伴者と横に並んで移動したり、後ろから追従したりといった協調移動をすることができる [4]。

具体的には、レーザ測域センサを用いて、人物の身体の位置と向きを実時間で計測する。同伴者の肩の形状が計測できるように、レーザ測域センサを同伴者の肩付近の高さに水平に設置し、得られた距離データを画像上にマップすると、図2に示すような同伴者の肩の輪郭の一部が観察される。このとき、同伴者の肩の輪郭を楕円形と仮定すると、観察される肩の輪郭部分は、レーザ測域センサとの位置関係により向きが変化する楕円形の一部として観察できる。そこで、同伴者の肩あたりの高さを水平に切断したときの輪郭形状として予測される一定の大きさの楕円形を追跡対象モデルとして用い、運動モデルにランダムウォークを採用

したパーティクルフィルタにより同伴者の身体の位置と向きを追跡する。本システムでは、この同伴者追従機能を人型ロボットに適用する。

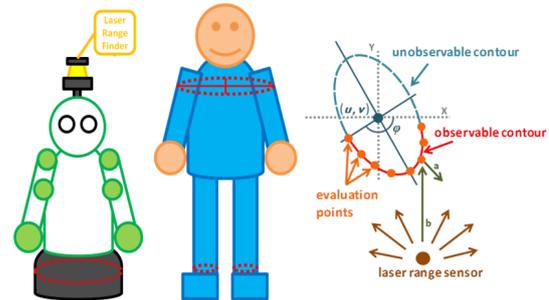


図 2: レーザ測域センサ用いた人物追跡。

## 2.3 見守り機能

高齢者の安全を確保するための見守り機能には様々なものが考えられるが、本稿では、高齢者の徘徊抑止を目的に、特定のエリアから出てしまいそうなユーザを検知して呼び止める (図3)。また、特定のエリアから高齢者が出て行ってしまった場合には、メールで近親者に通知し、連絡を受けた近親者がビデオ通話できるようにする。

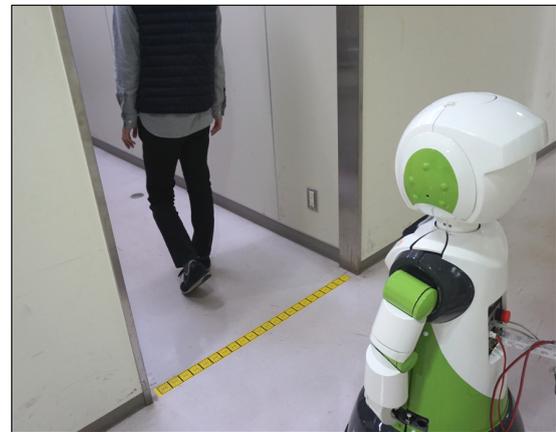


図 3: 特定エリアから出たユーザを呼び止めるロボット。

本稿では、高齢者に追従するロボットが、路面や床面のマーカをカメラで読み取ることで、特定のエリアから出ようとしている高齢者を検出する。マーカはテープ状になっており、任意の場所に設置することができる。マーカが印刷されたテープを図4に示す。マーカの読み取りには、ARToolKitを用いた。マーカの向きからロボットがマーカ上を横断する方向を特定し、特定のエリアから外に出ようとする高齢者を呼び止める。

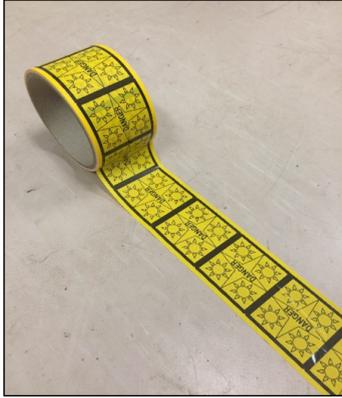


図 4: マーカーテープ.

## 2.4 自律追従型見守りロボット

我々は、高齢者介護施設と協働して、商店街の中での高齢者の買い物支援や移動支援、見守りの研究を進めている。そこで、本稿で提案するロボットのプロトタイプを実際に商店街に持ち込み、デモを通じて、コンセプトの検討を行った(図5)。介護施設の方からは、外出中の高齢者の徘徊の抑止に役立つであろうとの意見を得た。

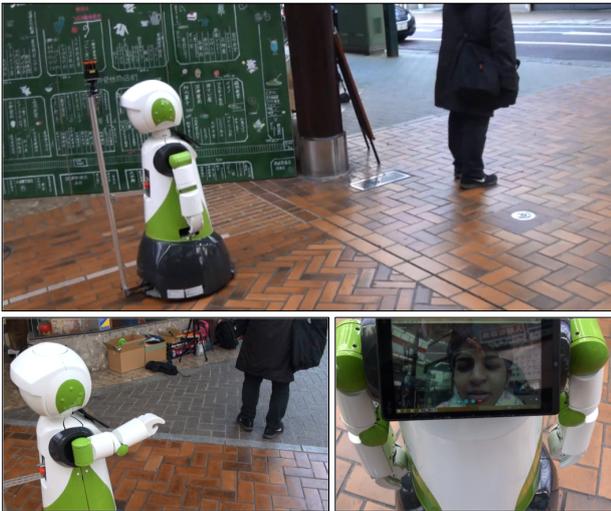


図 5: 遠隔見守りロボットシステム.

## 3 ロボットの遠隔操作

本稿で提案するロボットは、自律的に高齢者に追従して移動することができるが、ビデオ通話しているときなど、遠隔地の近親者がロボットを遠隔で操作したい場合もある。そこで、本システムでは、ビデオ通話をすると同時に映像を使って信号を送信し、ロボットを遠

隔操作できるようにしている。このような遠隔操作を可能とすることで、遠隔地のユーザがロボットを介して高齢者を案内したり、高齢者と様々な位置関係で移動したりすることができる。このような機能は、高齢者が楽しく会話しながら移動するのに役立つであろう。

ロボットの遠隔操作を行うためには、制御信号をロボットシステムに伝達しなければならない。スマートフォンなどの近親者の端末からロボットの制御信号をロボット本体に送信するためには、通常、ネットワーク上に置かれたサーバを介して信号を送受信する必要がある。これに対して、本システムでは、多数のユーザがロボットを遠隔操作する際に、ロボット操作信号の送受信のためのネットワークサーバを新たに構築せず、ビデオ通話で送信できる信号を利用してロボットを遠隔操作することを考える。具体的には、ビデオ通話で送受信するマイクで取得した音や Web カメラで取得した映像に制御信号を重畳して送信する。

### 3.1 信号の選択

ビデオ通話の映像や音声にロボットの制御信号を重畳する場合、制御信号は、ユーザの目に見え、音として聞こえもする。事前に行った予備調査により、音よりも会話の邪魔にならなかった映像に画像を重畳する方法を採用し、ロボットの制御信号を伝送する。

信号として使用する画像は人を不快にせず、会話の邪魔にならないようにしなければならない。信号として使用する画像は、人に見える画像を使用してロボットを遠隔操作することを考え、図6のような画面に表示されても不快に感じにくいマークを使用した。さらに、ロボットの動きに関連付けたマークを使うことで、画面に表示されたマークに違和感を感じにくくするように配慮した。また、ビデオ通話で会話をするとき、画面中央部分には、話者の顔があることが多いので、信号画像の表示場所は画面の隅とした。



図 6: 信号画像.

### 3.2 ユーザのビデオ通話端末

遠隔地の近親者がロボットを遠隔操作するために必要なものは、スマートフォンやPCなどのSkype通話ができる端末のみである。ユーザは、ロボットから届いたメールに記載されたリンクや、端末操作により、Skypeでロボットに通話要求を発信する。

### 3.3 遠隔操作方法

本システムでは、近親者側でロボット操作の信号画像をビデオ通話映像に埋め込み、ビデオ通話を介して高齢者側に送信する。高齢者側では、ビデオ通話画面に信号画像が表示されるので、その信号画像を取得することでロボットに動作指令を発行する。

近親者側の画像の挿入には任意のプログラムからビデオデータを供給できるソフトウェア部品である ycapture[5]を使用した。操作するときは、ソフトウェアを立ち上げ、それぞれの信号画像に対応するボタンを押すことで信号をビデオ通話映像に埋め込むことができる(図7)。

高齢者側では、まず Skype のウィンドウ情報を取得し、その中からテレビ電話画面を選択し取得する。次にビデオ通話画面の映像部分のみを取り出して、信号画像が表示される領域のみを用いて信号解析を行う。信号となるマークの色の面積が一定以上あると信号が表示されたと認識する。その後、ロボットに信号と対応した動作命令を出し、ロボットを制御する。



図 7: 可視信号挿入後のビデオ通話画面。

## 4 むすび

本稿では、高齢者の徘徊などの抑止を目的に、楽しい会話をしながら散歩し、外出中の高齢者を見守るロボットシステムを提案した。ロボットは、遠隔ビデオ通話機能と人に自律的に追従する機能、危険な場所へ

の進入する行為を検出する見守り機能の三つを組み合わせ、外出中の高齢者を見守るロボットシステムとしてまとめた。作成したロボットシステムを、実際に商店街で動かし、必要に応じて家族や老人ホームとビデオ通話を繋ぐことで、高齢者の様子を見守るコンセプトの検討を行った。

本稿では、信頼性が重要のため、床面にテープを取り付けたが、今後は、高齢者が危険な場所に行きそうになった場合、テープを取り付けなくても、ロボットが自動的にそれを認識できる機能を開発する予定である。また、ロボットが高齢者と一緒に外出する観点から、ロボットの動きをスムーズにし、会話がさらに促進されるようなシステムも必要である。このようなロボットシステムが実現できれば、介護施設などで利用することができ、外出中の高齢者を見守り、近親者との交流を増やすことが期待できる。

本研究の一部は JSPS 科研費 26540131 の助成による。

## 参考文献

- [1] F. Tanaka, T. Takahashi, S. Matsuzoe, N. Tazawa and M. Morita, "Child-Operated Telepresence Robot: A Field Trial Connecting Classrooms between Australia and Japan," *Proc. International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pp. 5896-5901, (2013)
- [2] R. Murakami, Y. Morales, S. Satake, T. Kanda and H. Ishiguro, "Destination Unknown: Walking Side-by-Side without Knowing the Goal," *Proc. International Conference on Human Robot Interaction (HRI)*, pp. 471-478, (2014)
- [3] S. Goto, Y. Matsuda, T. Kikugawa, Y. Kobayashi, and Y. Kuno, "Remote Communication Support System as Communication Catalyst for Dementia Care," *Proc. Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON)*, pp. 4465-4470, (2015)
- [4] 鈴木亮太, 新井雅也, 佐藤慶尚, 山田大地, 小林貴訓, 久野義徳, 宮澤怜, 福島三穂子, 山崎敬一, 山崎晶子, "複数同伴者とのグループコミュニケーションを考慮した複数ロボット車椅子システム," *電子情報通信学会論文誌, Vol. J98-A, No. 1*, pp. 51-62, (2015)
- [5] やざわラボ: ycapture(わいきゃぷちゃ)  
<http://yzwlab.net/ycapture/>