

聴導犬ロボットによる起床アラーム：接触強度と接触周期に関する調査報告

Wake-up alarm of Hearing-dog Robot: Report of Investigation on Robot Touch Force and Period

関屋大樹^{1*} 中村剛士¹ 加納政芳² 山田晃嗣³
Daiki Sekiya¹ Tsuyoshi Nakamura¹ Masayoshi Kanoh² Koji Yamada³

¹ 名古屋工業大学

¹ Nagoya Institute of Technology

² 中京大学

² Chukyo University

³ 情報科学芸術大学院大学

³ Institute of Advanced Media Arts and Sciences

Abstract: We have been studying and developing a hearing-dog robot which aims to notify hearing impaired people of urgent information by using the robot's touch. In order to design the effective robot touching behavior, we focused on the robot's touch force and period. The experiment was conducted with sleeping participants wearing earplugs. The robot approached the participant and touched his/her bed leg again and again until waking him/her up. The experiment evaluated the wake-up time and conducted a questionnaire survey on urgent notification of the robot. This report shows the experimental results and discusses effectiveness of the robot's touching behavior.

1 はじめに

本研究では、聴覚障がい者の生活支援を目的として、緊急な情報を伝達する聴導犬ロボットを提案する。聴導犬 [1, 2] は介助犬の一種であり、アラームやインターホン等の生活音が鳴った際、音源の元まで自ら移動し、音の種類を確認した後、飼い主に頭や足で接触することで音の発生を知らせ、飼い主を音源の元へ誘導する。接触という伝達手法は、聴導犬が視界に入っていない場合や飼い主が睡眠中であっても情報伝達が可能である。以上の理由から、聴導犬は聴覚障がい者の生活支援を行う上で、非常に有効な手段であるといえる。しかし、聴導犬の育成には「数年に及ぶ訓練期間」や「育成資金調達の難しさ」等、解決しなければならない課題が存在する為、現在国内での実働頭数は約 60 頭と非常に少ない。本研究では、聴導犬の「移動」「接触」という動作は、ロボットが持つ「移動機構」と「身体性」という特徴により模倣可能であると考え、研究開発を行っている。

一方、聴覚障がい者が現在利用している主な情報伝達

支援機器としては、光で生活音を知らせる機器や、ウェアラブル端末、スマートフォン等があるが、それぞれに次のような問題がある。光で生活音を知らせる機器は視覚刺激を用いた情報伝達であり、睡眠時やその機器が視界に入っていない状況では情報伝達を行うことができない。また、ウェアラブル端末の振動刺激は、機器の振動が弱い場合が多く、機器の状態を強く意識していないと認識が難しいという点や、肌に直接装着する為アレルギーを持つ人は利用しづらいという問題がある。スマートフォンについても、ウェアラブル端末同様の問題を有する。このように、現在利用されている支援機器は、利用環境やユーザの状態等により、情報伝達が難しい場面が多い。

本稿では、聴導犬ロボットにおける緊急情報の伝達をする有効な接触行動の設計のために、接触強度と接触周期のパラメータに着目し調査実験を行った。実験では、睡眠中の被験者に対してロボットを接触させ、起床に要した時間を調査した。また、起床時には、実験条件に関する被験者の主観評価として、緊急性に関する主観調査を実施した。

*連絡先：名古屋工業大学大学院 工学研究科 情報工学専攻
〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町
E-mail: sekiya@ai.nitech.ac.jp

2 先行研究

古橋ら [3] は、ロボットが緊急な情報を伝達する際の有効な接触方法を検証する為、聴覚障がい者を被験者とした主観評価実験を実施した。ここで注目した接触動作は周期的に接触を繰り返す動作であり、接触周期を実験条件とした。実験では、聴覚障がい者の座る椅子に対して背面からロボットを接触させ、各接触条件に対して、被験者の緊急性に関する印象を調査した。その結果、緊急な情報を伝達する場合には、1秒から2秒の短い周期の接触が有効であることが報告されている。

また、関屋ら [4] は、文献 [3] の知見を基に、睡眠時のユーザに対して同様の周期的接触動作による調査実験を実施した。実験では、被験者の起床の成否及び起床させるまでに要した時間を評価し、ウェアラブル端末とスマートフォン、ロボットの三者について比較した。その結果、「起床成功率・起床までに要した時間」共に、ウェアラブル端末・スマートフォンに比べロボットの接触の方が高いという結果を得た。

上記の先行研究においては、ロボットの接触動作に関しては周期のみに注目しており、接触強度については調査していない。そこで、本稿では、先行研究 [3, 4] で得られた結果を参考に、ロボットの接触強度と接触周期の組合せに着目した調査実験を実施し、緊急な情報を伝達するためのロボットの接触動作設計の指針の獲得を試みる。

3 ロボットの構成

本研究で研究開発する聴導犬ロボットのプロトタイプには、YujinRobot 社製の Turtlebot を採用した。Turtlebot は iRobot 社製の Roomba と類似したロボットであり、二つの車輪による移動機構とバンパーに内蔵された接触センサを備える。これらの装備は、機能面として聴導犬が移動・接触を行うための最低限必要な要素であり、プロトタイプ開発としては十分であると考えられる。本研究で提案・研究開発するロボットのシステム構成を図 1 に、ロボットの外観を図 2 に示す。ロボットの機器構成は、ベースである Turtlebot に外部 PC を USB 接続し制御を行う。また、同 PC に Microsoft Kinect, Sound Watcher[6] を接続し、ユーザの探索及び生活音の検知を行う。ユーザ発見後、ユーザに直接、もしくはユーザが着座している椅子やベッド等の接触可能な部分へ接触し、力学的作用を与えることで生活音の発生をユーザへ伝達する。以下、この提案ロボットを AcToR(Active Touch-communication Robot) と呼ぶ。

AcToR の構成から分かるように、ロボットは非常にシンプルな構成をしており、接触動作もまた、二つの

車輪を制御することにより得られる単純な動作となる。ロボットに手足を付け犬型に近い複雑な構成とすることは不可能ではない。また、そのようなロボットによって現実の聴導犬と同様に、緊急な情報を伝達することも不可能ではない。しかしながら、緊急な情報の伝達の実現を目的とした場合、それを実現するロボットは必ずしも犬型であったり四足歩行したりする必要はないと我々は考える。そのため、プロトタイプとして、単純な機構で構成したロボットを採用した。

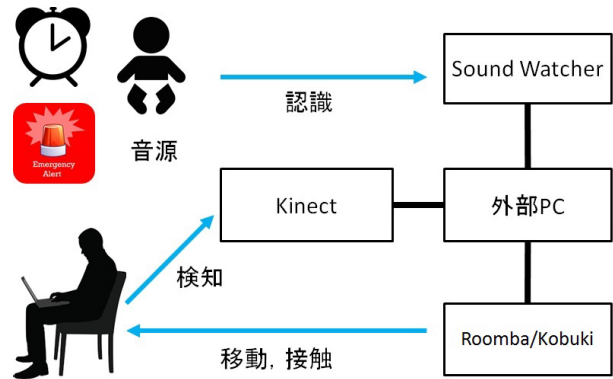


図 1: システム構成



図 2: ロボットの外観

4 実験

被験者が眠るベッドの脚に対して AcToR を繰り返し接触させ、その接触振動により起床を促す実験を行う。仮説としては、「強度が強かつ周期の短い接触は、起床に要する時間が短い」とし、これを検証するものとした。実験では、被験者が起床までに要する時間を計測し評価した。また、起床直後に、被験者による緊急性に関する主観評価を実施し、仮説を主観調査の側面から考察するものとした。今回の被験者は耳栓をした健聴者であり、本実験は聴覚障がい者を模したシミュレーションに位置付けられる。

4.1 実験方法

実験で用いた AcToR の接触動作は、被験者の眠るベッドの脚に対して、前進後進を繰り返すことで周期的な接触をし、力学作用を与える反復動作として設計した。また、接触強度と接触周期に着目した解析を行うものとし、実験計画としては接触強度と接触周期を因子とする二元配置実験とした。接触強度については強と弱の二水準とし、強い接触は平均接触荷重を約 26.0N、弱い接触は平均接触荷重を約 10.0N とした。接触周期については長短の二水準であり、長い周期は 4 秒、短い周期は 1 秒とし、各周期に一回ベッドの脚に接触するものとした。被験者は 22 歳～24 歳の健聴者男性 4 名であり、耳栓を装着して環境音が聞こえない状況を設定して、ベッドで寝てもらった。被験者が眠るベッドは株式会社山善製の折り畳みベッド BB-7s(WBK/DBR) である。

AcToR は、睡眠開始から約 40 分後に接触動作を開始するものとし、AcToR の接触動作によって目を覚ました場合、被験者には「起きました」と発言するよう指示した。この「起きました」という発言があった場合を被験者が目を覚ましたと判断するものとし、睡眠を開始してから「起きました」との発言があるまでの時間を計測した。また、5 分間情報伝達を続けても被験者が目を覚まさない場合、起こせないと判断した。なお、被験者の睡眠状態の観測には PARAMOUNT BED 社製の「眠り SCAN」[5] を用いた。眠り SCAN はマットレスの下に敷いたセンサで体動の頻度や活動量を測定し、1 分毎の活動量時系列データから睡眠・覚醒状態を判定することができる。人の睡眠は睡眠開始後約 30 分～1 時間の間に最も眠りが深い状態となるとされる。したがって、この時間帯に睡眠状態にある人は、起床が最も困難な状況にあると考えられる。そこで、本実験では被験者に対して情報伝達を行うタイミングを、睡眠が最も深い時間帯である睡眠開始から 40 分後と定めた。

起床後、被験者に対しロボットの緊急性伝達に関する主観調査を実施した。大辞林によれば、「緊急」とは、「非常に重大な状態となり、その対応・処理に急を要すること」とあり、重要さと急いでる様子を併せ持つ。そのため、質問を以下の二項目に分けて設定した。

質問 1 ロボットがあなたに急いで何かを伝えているように感じましたか。

質問 2 ロボットがあなたに重要な用事を伝えているように感じましたか。

被験者はこれらに対し「全く感じない」、「感じない」、「あまり感じない」、「どちらともいえない」、「やや感じた」、「感じた」、「強く感じた」の 7 段階評価で回答す

るものとした。ここで、「全く感じない」ならば 1、「感じない」ならば 2、「あまり感じない」ならば 3、「どちらともいえない」ならば 4、「やや感じた」ならば 5、「感じた」ならば 6、「強く感じた」ならば 7 という評点に換算する。

4.2 実験結果

被験者 A～D が AcToR の接触を受けてから起床するまでに要した時間を図 3 に、接触の緊急性伝達に関する調査結果を図 4 と図 5 に示す。図 3～図 5 中の 1sec-26.0N は周期が短く強度が強い接触。1sec-10.0N は周期が短く強度が弱い接触。4sec-26.0N は周期が長く強度が強い接触。4sec-10.0N は周期が長く強度が弱い接触を表す。なお、今回の実験では、全ての実験条件において全被験者の起床に成功している。

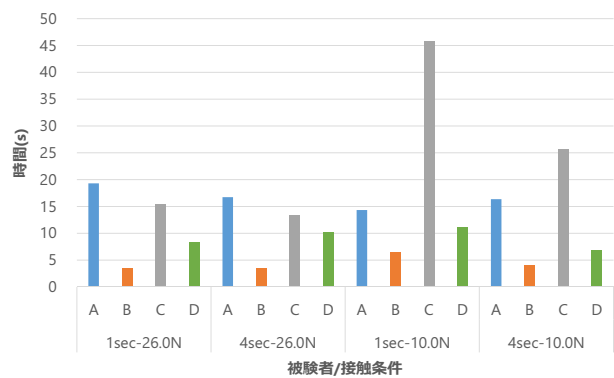


図 3: 起床までに要した時間

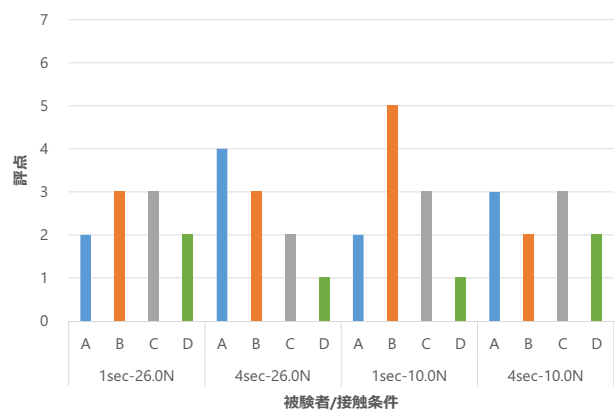


図 4: 主観調査結果 (質問 1)

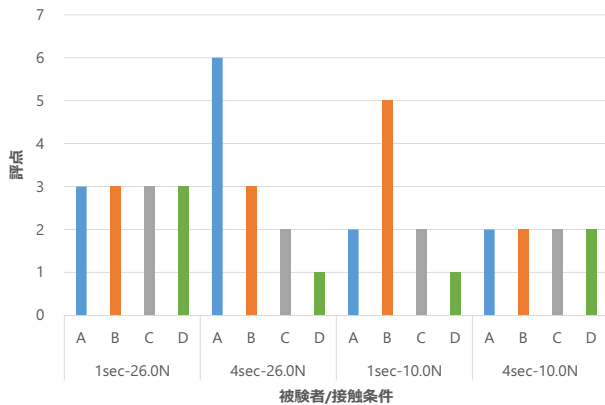


図 5: 主観調査結果 (質問 2)

4.3 考察

今回、被験者数が 4 名と少ないことから、統計的な解析は行っていないが、実験で得られた結果から考察を行う。被験者の起床までに要した時間の結果 (図 3) を見ると、実験条件の間に有意な差があるように見えない。その一方、被験者間においては、起床時間に差があることが分かる。このため、同様な接触振動刺激を用いたとしても、個人によってその効果が異なることが推測される。また、実験後に行った二つの主観調査については、3 点以下の評点がほとんどであり、被験者が緊急性を感じていないことが分かる。

今回の実験においては、ロボットの接触によって全被験者を起床させることは成功しており、この点においてはロボットの基本コンセプトを満たしている。また、関屋ら [4] の報告にあるウェアラブル端末・スマートフォンの起床に要した時間はそれぞれ、平均 24.20 秒と平均 20.53 秒であり図 3 で得られた結果の方が概ね短い時間で起床に成功している。このことから、ロボットの接触による起床アラームは他の手法に比べ有効な可能性がある。しかしながら、緊急情報伝達に関する接触動作設計という点では、有用な実験結果は得られていないのが現状である。

5 まとめ

今回、聴導犬ロボットの一つの利用環境として、睡眠中のユーザへの起床アラームを設定し、そのための動作設計の指針を得るための実験を実施した。実験結果については、十分な被験者数が確保されていないことから、現状得られた結果における傾向を示すにとどまっている。今後、被験者を追加し統計的な解析を行った上で、ロボットの接触動作設計に関する指針について考察することを考えている。

本研究は科研費 (15H02768) 及び電気通信普及財団の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 有馬もと: 補助犬 (聴導犬) システムにおける-聴覚障がい者-エンパワメント-, *CUC policy studies review*, pp.1-13 (2006)
- [2] C.M.Guest, G.M.Collis, and J.McNicholas: A Longitudnal Study of Social and Psychological Effects on Deaf and Hard-of-Hearing Recipients, *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 11, 2, pp.252-261 (2006)
- [3] 古橋道彦, 中村剛士, 加納政芳, 山田晃嗣: 聴導犬ロボット AcToR における緊急情報伝達のための接触動作設計, *Human-Agent Interaction Symposium 2015*, pp.38-43 (2015)
- [4] 関屋大樹, 中村剛士, 加納政芳, 山田晃嗣: 聴導犬ロボットによる起床実験の報告, *ファジィシステムシンポジウム*, pp.11-14(2016)
- [5] 木暮貴政, 下川真人, 細川雄史らマットレス下設置型センサ (眠り SCAN) による睡眠/覚醒判定, *日本生理人類学会誌*, 14, pp.62-63(2009)
- [6] H.Tsuzuki, M.kugler, S.Kuroyanagi, and A.Iwata: An Approach for Sound Source Localization by Complex-Valued Neural Network, *IEICE Trans. inf. & Syst.*, pp.2257-2265(2013)