

Sistema de Telementoria Baseado em Tecnologias de Baixo Custo e *Internet das Coisas*

Wilson A. de Oliveira Neto^{1,2}, Lahis G. de Almeida^{1,2}, Carlos Maurício S. Figueiredo^{1,2}

¹Núcleo de Computação – Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Manaus – AM – Brasil

²Samsung Ocean Center (OCEAN)
Manaus – AM – Brasil

{wadon.snf, lga.eng, cfigueiredo}@uea.edu.br

Abstract. *Telementoring is a subarea of Medicine that aims to approach and allow assistance from geographically distant health professionals. Though, high costs and a lack mobility of medical equipment make it difficult to implement this type of system. With the advent of the Internet of Things area, it became possible to miniaturize and popularize devices that are able to process data and connect remotely. The objective of this paper is to introduce a Telementoring system connected to a low-cost robotic platform, allowing audio and video traffic through smartphones between physicians, for real-time monitoring of procedures, ensuring greater safety and assistance for medical teams and patients.*

Resumo. *A Telementoria é uma subárea da Medicina que visa aproximar e permitir a assistência de profissionais de saúde geograficamente distantes. Entretanto, altos custos e a falta de mobilidade de equipamentos médicos dificultam a implantação desse tipo de sistema. Com o advento da área de Internet das Coisas, tornou-se possível a miniaturização e popularização de dispositivos capazes de processar dados e se conectarem remotamente. O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema de Telementoria conectado a uma plataforma robótica de baixo custo, permitindo o tráfego de áudio e vídeo via smartphones entre profissionais da saúde, para o acompanhamento em tempo real de procedimentos, garantindo maior segurança e amparo para equipes médicas e pacientes.*

1. Introdução

Na Medicina, o ensino de novos procedimentos cirúrgicos a profissionais da saúde é comumente transmitido por meio de congressos e eventos científicos, nos quais cursos e treinamentos são ministrados por especialistas [Augestad and Lindsetmo 2009]. Em muitos casos, para que essas técnicas emergentes sejam difundidas é preciso um deslocamento regional e, até mesmo internacional, tanto do profissional que almeja aprender quanto o que tem o objetivo de ensinar. Todavia, realizar esse deslocamento, a cada novo procedimento que surge, acaba se tornando inviável, seja pelos custos na viagem ou pela agenda corrida destes profissionais [Lee et al. 1998]. Dessa forma, soluções que eliminem fronteiras geográficas são imprescindíveis para que novas técnicas sejam disseminadas.

Outro cenário preocupante, é a falta de acompanhamento especializado durante procedimentos médicos avançados em zonas distantes e menos desenvolvidas [Augestad

and Lindsetmo 2009]. Com o auxílio de tecnologias que permitam o envio de imagem e vídeo em tempo real a grandes distâncias, seria possível um acompanhamento cirúrgico mais experiente e especializado, com mais segurança aos pacientes e equipe médica.

Para alcançar locais remotos, ampliando o acesso à atendimentos médicos, surgiu, na década de 1950, um ramo na Medicina conhecido como Telemedicina. Essa subárea consiste na prática médica realizada à distância, utilizando tecnologias de comunicação para promover cuidados com à saúde [Lee et al. 1998]. A troca de informações entre os profissionais da saúde e entre estes e os pacientes ganhou muito mais praticidade, sendo propagada com a telefonia fixa, móvel e, posteriormente, com a *Internet* [Medicina 2016], ganhando rapidez e se consolidando.

Utilizando tecnologias acessíveis e eliminando limitações geográficas, a área de *Internet* das Coisas (*Internet of Things* - IoT) surge com alternativa para o desenvolvimento de sistemas de Telemedicina [Ganesh et al. 2016]. Nesse área, muitos dos objetos (coisas) que cercam a população estão conectados em rede. Sistemas de informação e comunicação se encontram pervasivos, ou seja, imperceptíveis aos seus usuários. Para proporcionar este ambiente, este paradigma utiliza infraestruturas virtuais, que integrem por exemplo dispositivos de monitoramento e armazenamento, ferramentas de análises e *streaming* de dados; possibilitando a utilização de seus serviços em tempo real de qualquer lugar e a qualquer momento [Gubbi et al. 2013].

Neste contexto, o presente trabalho tem como principais contribuições propor um sistema de Telementoria, utilizando tecnologias de baixo custo (e.g., celulares, sistemas embarcados) e conceitos de *Internet* das Coisas, tornando procedimentos médicos à distância mais acessíveis e portáteis; e analisar a viabilidade da abordagem em termos de *delay* na troca de informações e no tempo de execução de tarefas; e por meio de teste de usabilidade, levando em conta a experiência do usuário.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta as principais tecnologias aplicadas no desenvolvimento do sistema, a seção 3 aponta os principais trabalhos relacionados com este artigo, a seção 4 descreve a sistema proposto, a seção 5 apresenta os experimentos e resultados obtidos e, por fim, a seção 6 apresenta as conclusões e possibilidades de trabalhos futuros.

2. Tecnologias Aplicadas

2.1. Web Real-Time Communication

Elaborado pelo W3C (*World Wide Web Consortium*), o Web Real-Time Communication (WebRTC) é um *framework* que permite aos aplicativos interagir uns com os outros e compartilhar dados. É apropriado para chamadas de voz, compartilhamento de arquivos P2P e bate-papo de vídeo sem uso de *plugins*. Seu funcionamento descreve a comunicação em tempo real baseada na *Internet* utilizando o NAT (*Network Address Translation*), responsável em transformar o IP (*Internet Protocol*) privado em público e os servidores STUN (*Session Traversal Utilities for NAT*), encarregados de estabelecer a conexão e a transmissão de mídias (áudio e vídeo) independente do navegador que está sendo utilizado pelo usuário.

Foi considerado esta tecnologia pela facilidade em lidar com alta latência de rede, que é capaz de reduzir o *bitrate* para manter a conexão aberta, porém numa qualidade

menor. Em relação ao atraso o WebRTC tenta compensar pulando o vídeo, para que não mantenha um vídeo em atraso para quem está assistindo.

2.2. *Socket.io*

Foi utilizado o *Socket.io* 2.0, que faz parte dos módulos que acrescentam funcionalidades ao *Node.js*, possibilitando uma comunicação bi-direcional entre cliente e servidor [Bermúdez-Ortega et al. 2015]. Este módulo é uma biblioteca feita para construir aplicações em tempo real, que utiliza as especificações de *websockets* e define uma API que estabelece conexões de “soquete” entre um cliente e um servidor de forma persistente, possibilitando o envio e recepção de dados a qualquer instante.

2.3. *Arduino*

Arduino é uma plataforma baseada em placas de código-fonte aberta, contendo uma arquitetura de entrada e saída simples, sendo elas digitais e analógicas [Raju et al. 2017]. Permite criação de protótipos eletrônicos de baixo custo com muitas bibliotecas disponíveis. É possível também agregar diversos sensores e atuadores às placas, podendo transformar projetos simples em complexos tais como impressora 3D [Dantas 2017].

3. Trabalhos Relacionados

A revisão bibliográfica realizada por Augestad and Lindsetmo [2009] mostrou que vídeo conferências estão sendo cada vez mais utilizadas na Telemedicina como ferramentas clínicas e educacionais entre os cirurgiões, tanto em procedimentos de Telementoria Cirúrgica como em medicina de trauma e emergência. Além de proporcionar maior prática cirúrgica para os especialistas, essa tecnologia garante melhor experiência aos pacientes no tratamento cirúrgico, especialmente em áreas rurais isoladas que antes não tinham esse tipo de assistência.

No estudo de Clifford et al. [2016] também é realizada uma telementoria cirúrgica com assistência de um robô. Para esse procedimento, o robô foi conectado, por meio de uma rede privada virtual segura, ao Hospital Keck da Universidade da Califórnia com um cirurgião operando a uma distância de 48 milhas. Durante o procedimento, as conexões de largura de banda foram variadas entre as velocidades de 3200 Mbs e 800 Mbs. Em altas larguras de banda, o atraso de resposta e o número de pacotes perdidos foi significativamente menor, permitindo melhor visualização e acompanhamento de médico mentor.

Aziz and Ziccardi [2009] aplicaram Telemedicina em consultas odontológicas por meio de *smartphones*. Radiografias digitais do maxilar de pacientes são enviadas por *email* para os *smartphones* dos residentes sêniores e médicos assistentes para que possam auxiliar no diagnóstico e no desenvolvimento de planos de tratamento. Este acesso rápido e claro às imagens permite livre mobilidade dos especialistas, não os restringindo mais às limitações de *desktops*, garantindo melhor eficiência na consulta especializada e proporcionando cuidados aprimorados para o paciente maxilofacial.

O presente trabalho se diferencia dos demais por propor um sistema de Telementoria baseado em conceitos de *Internet* das Coisas e tecnologias acessíveis (eg., *smartphones*, *Arduino*, servo-motores, módulo *bluetooth*). A telementoria ocorrerá por intermédio de vídeo conferência, realizada por ligações de áudio e vídeo via *smartphones*, e pela utilização de estrutura robótica de baixo custo (sistema embarcado), controlada por médico mentor à distância, responsável por auxiliar médico local residente.

4. Sistema Proposto

O sistema de videoconferência foi dividido em três módulos, como mostra a Figura 1. Primeiramente o *smartphone* se conecta com o servidor para enviar e receber dados por meio da *Internet* (I). No momento que a conexão estiver estabelecida e outro usuário também estiver ativo a transmissão de mídias pode ser iniciada. Os clientes solicitam chamadas diretamente entre si (II). O *smartphone* que recebe a chamada se conecta ao *Arduino*, por meio de um módulo *Bluetooth*, que é capaz de controlar os servo motores que são responsáveis pelos movimentos do apontador laser (III).

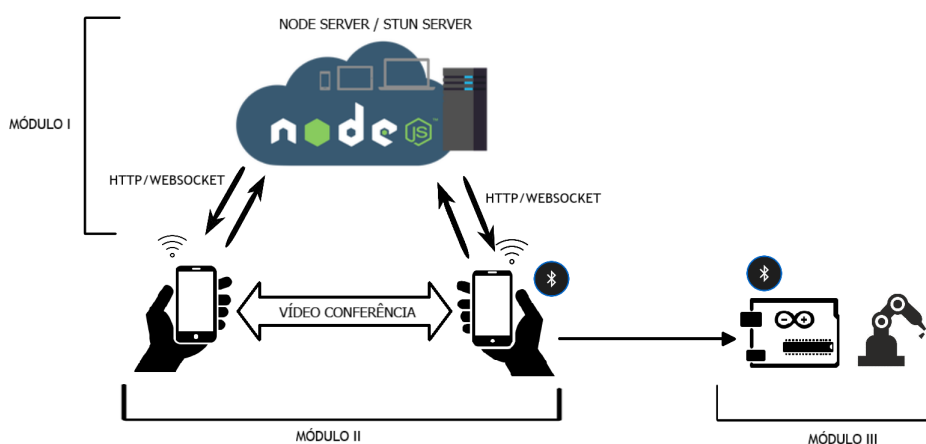


Figura 1. Sistema proposto.

4.1. Aplicativo Android

O aplicativo se comunica com o servidor através de requisições dos protocolos *http*, utilizado para realizar *login* e busca da lista de usuários; e *websocket*, para notificar ao aplicativo quando há um novo usuário *online*, mandar coordenadas do *joystick* e realizar e aceitar chamadas. Uma chamada somente é iniciada quando há o envio da identificação do usuário selecionado. O *Socket.io* é responsável por realizar esse tráfego de informações em tempo real, sendo essas informações necessárias para criar a conexão P2P utilizada pelo *framework* WebRTC, encarregado pela transmissão do áudio e vídeo.

4.2. Servidor Node.js

O servidor orquestra a comunicação entre os dispositivos *smartphones* e o *Arduino*, de modo que, somente um dos *smartphones* precisa estar próximo do *Arduino* para se conectar via *bluetooth*. O comando de controle *joystick* é passado via *websocket* pelo usuário que efetuou a ligação. Foi implementado na linguagem *Javascript* por ser amplamente utilizada no mercado e por sua arquitetura assíncrona e não bloqueante, sendo uma boa escolha para aplicações em tempo real [Bermúdez-Ortega et al. 2015]. Por conta disso, para que os dados não fossem perdidos, foi utilizado também o banco de dados *Mysql* para armazenar as informações referentes aos usuários.

O servidor possui dois protocolos de comunicação funcionando da seguinte maneira: *http*, que envia a resposta de requisição sempre que é solicitado, e o *websocket* que mantém a comunicação do servidor com o cliente aberta para enviar e receber dados sem que sejam explicitamente solicitados. Ele transmite dados de maneira segura

para o cliente pois possui autenticação baseada em *Token*, isto é, garante que o usuário que está recebendo as mensagens é realmente o que a requiriu. Toda requisição e resposta do servidor é codificada no padrão JSON (*JavaScript Object Notation*), utilizado por sua organização, fácil compreensão [Nurseitov et al. 2009] e por suportar diferentes linguagens e paradigmas. O servidor foi implementado na versão 9.1 do Node

4.3. Módulo III

É uma plataforma robótica de 2 eixos com peças de políácido láctico (PLA) impresso por uma impressora 3D, permitindo a movimentação horizontal e vertical em torno de seu próprio eixo através de dois *Micro Servo SG90 Tower Pro*, possui também fixado em sua parte superior um módulo *laser* de diodo que permite que as ações de ligar, desligar e piscar sejam realizadas. O *Arduino Uno* é responsável por receber os comandos do módulo *Bluetooth* e controlar o *laser* e a direção correspondente ao controle *joystick* do *smartphone*, conforme apresentado na Figura 2.

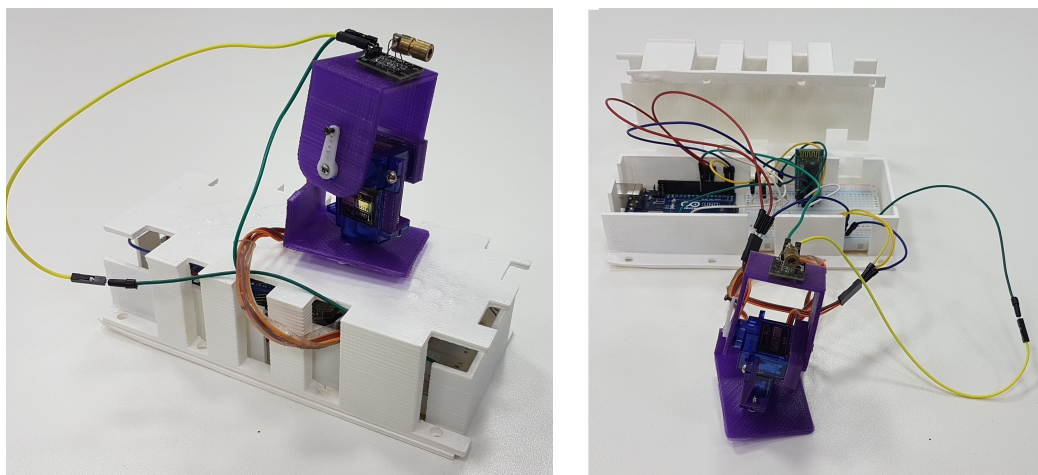


Figura 2. Apontador *laser*.

5. Experimentos e Resultados

Nesta seção, os experimentos realizados com o sistema de Telementoria desenvolvido são descritos e analisados em relação ao tempo, ou seja, quanto tempo os participantes demoraram para executar as tarefas predefinidas e o *delay* de resposta que a aplicação possui; e em relação a usabilidade, mais especificamente, como foi a experiência dos participantes ao utilizar o sistema. O sistema utilizou uma conexão com o *wifi* à uma velocidade de internet de 50Mbps.

5.1. Procedimento Experimental

Os experimentos tiveram como objetivo simular uma situação real na qual um médico mais especialista guia à distância um médico menos experiente via sistema de Telementoria, indicando possíveis regiões de incisão, tumores ou outras anomalias. Para tanto, o experimento foi realizado em duas salas isoladas uma da outra. De um lado, o apontador laser e o celular do médico, que precisa de auxílio, foram posicionados a uma distância de aproximadamente 69.5 cm e 62 cm dos alvos respectivamente. Do outro lado, o celular

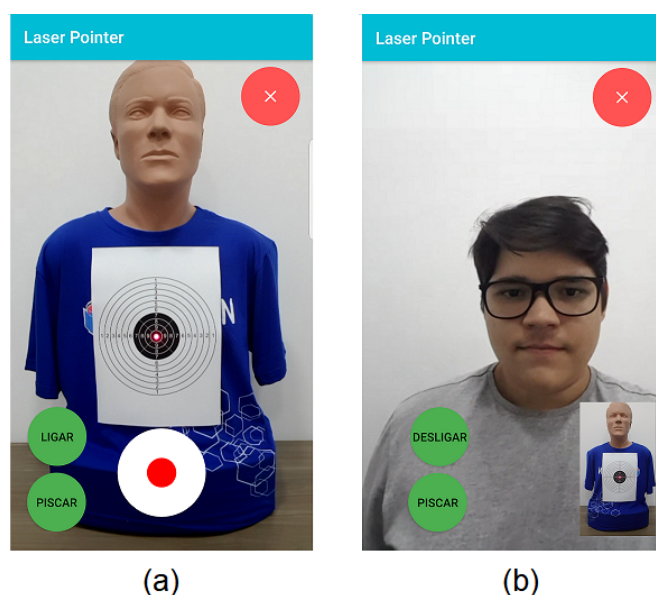


Figura 3. Telas do aplicativo de Telementoria.

que manipula o apontador laser foi operado por médico mentor responsável por indicar posições específicas. A figura 3 ilustra os dois lados do experimento.

Na figura 3(a), é possível visualizar a tela do aplicativo que o médico mentor manuseia. Para controlar o apontador laser, o *joystick* e os botões na parte inferior da tela são utilizados. Já na figura 3(b), o médico mentor aparece na tela do médico menos experiente. A folha de alvos foi anexada a um SAM *Basic*¹, equipamento que possui o mesmo porte físico de um adulto comum. Durante o experimento, os participantes simularam as ações do médico mentor.

5.2. Análise do Tempo de Execução

O tempo médio total para que os usuários concluíssem o roteiro de alvos foi de aproximadamente 8.0 minutos, com desvio padrão de ± 1.67 . Durante o experimento, a velocidade da *internet* foi de 50 Mb/s e o tempo de *delay* de comunicação entre um celular e outro, no *streaming* de áudio e vídeo, foi de aproximadamente 0.96 ms, com desvio padrão de ± 0.44 ms. Na recepção de dados via *bluetooth*, a taxa de transferência foi aumentada de 9600 bps para 115200 bps, minimizando o atraso na resposta da movimentação do apontador laser. Na análise de tempo, foi levada em consideração apenas a execução do roteiro de alvos, devido ao fato do teste de usabilidade ser preenchido de forma subjetiva e sua análise em relação ao tempo não validar o funcionamento da aplicação.

O roteiro de alvos elaborado é constituído de duas baterias de teste. Na primeira bateria, os usuários devem mirar em regiões menores e mais específicas, que necessitam de maior precisão para serem atingidas. Já na segunda, os usuários miram em regiões maiores, com maior grau de liberdade horizontal e vertical. As circunferências na folha de alvos distam 1 cm uma das outras, com exceção da central que mede 0.5 cm em relação a circunferência mais próxima. A Figura 4 apresenta a folha de alvos.

¹bit.ly/cardionics-sam

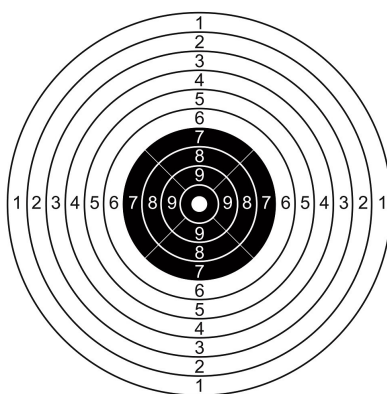


Figura 4. Folha de alvos.

Os alvos da primeira bateria são números impressos na folha, que foram escolhidos considerando a curva de aprendizado do usuário em relação ao controle do *joystick* no aplicativo. Inicialmente, o apontador começa na posição central. Os alvos mais próximos devem ser apontados e é estimulado o controle das quatro direções possíveis (inferior, superior, esquerda, direita). A Tabela 1 mostra os tempos médios e desvio padrão para que cada alvo fosse atingido na primeira bateria.

Tabela 1. Resultados da primeira bateria de testes.

ALVOS	TEMPO MÉDIO (s)	DESVIO PADRÃO (\pm s)
9 - INFERIOR	39.58	19.60
9 - SUPERIOR	23.14	9.77
8 - DIREITA	46.07	34.52
7 - ESQUERDA	29.85	19.59
3 - ESQUERDA	34.24	17.60
6 - DIREITA	41.72	19.68
1 - SUPERIOR	31.37	14.07
1 - INFERIOR	26.44	14.64
CENTRO	26.28	18.43
TOTAL BATERIA	5.34 minutos	0.96 minutos

Os tempos médios por alvo refletem a curva de aprendizado que os usuários tiveram na primeira bateria, adaptando-se aos controles e a própria lógica de funcionamento dos testes. Já os desvios padrões, indicam que os participantes tiveram tempos individuais dispersos em relação à média, possivelmente ocasionados pelo *delay* de resposta do sistema e pelo fato do apontador laser e a folha de testes não estarem exatamente alinhados entre si, devido a pequenas imperfeições na superfície a que foram anexados.

Na segunda bateria, os alvos são as metades vertical ou horizontal da circunferência. Na posição 1 - DIREITA, por exemplo, os usuários podem posicionar o aponta-

dor em qualquer local da circunferência 1 que pertença a seu lado direito, não importando se o laser atingiu uma região mais superior ou inferior. A Tabela 2 mostra os tempos médios e desvio padrão para que cada alvo fosse atingido na segunda bateria.

Tabela 2. Resultados da segunda bateria de testes.

ALVOS	TEMPO MÉDIO (s)	DESVIO PADRÃO ($\pm s$)
1 - DIREITA	14.12	5.32
5 - DIREITA	17.00	10.47
6 - SUPERIOR	14.44	6.71
4 - ESQUERDA	12.41	5.76
2 - SUPERIOR	13.40	7.53
4 - DIREITA	24.56	15.38
7 - INFERIOR	31.86	24.00
CENTRO	20.02	14.75
TOTAL BATERIA	2.54 minutos	0.83 minutos

Os tempos médios obtidos na segunda bateria de alvos (2.54 minutos) foram menores que na primeira (5.34 minutos), indicando que os usuários conseguiram atingir os alvos de forma mais rápida. Embora os desvios padrões tenham sido menores, indicam que os usuários mantiveram tempos diferentes para a execução dessa etapa. Esses resultados refletem o maior grau de liberdade que esta etapa do roteiro proporciona, possibilitando que maiores regiões sejam apontadas.

5.3. Análise da Usabilidade

Questionários de experiência do usuário (*User Experience Questionnaire* - UEQ) são amplamente utilizados para medir a impressão subjetiva (sentimentos e reações) que usuários tiveram ao utilizar uma aplicação [Schrepp et al. 2017]. Dessa forma, para avaliar a experiência dos voluntários durante o experimento, foi utilizada uma adaptação do modelo de questionário proposto por Schrepp et al. [2017]. Diferentemente do modelo original, quem contém 26 perguntas, para este artigo foram escolhidas 8 que melhor se encaixam na avaliação da aplicação.

Os itens foram agrupados em escalas de qualidade Pragmática, aspectos relacionados à tarefa, como perspicácia, eficiência e confiabilidade; qualidade Hedônica, aspectos não relacionados à tarefa, como estimulação e originalidade; e Atratividade. A interpretação é feita em cima desses três fatores. Médias acima de 0.8 indicam avaliação positiva, abaixo de -0.8 avaliação negativa e, entre esses valores, avaliação neutra [Schrepp et al. 2017]. A partir dos dados da tabela, é possível chegar a média dos valores Pragmáticos, Hedônicos e Atrativos, que foram de aproximadamente 0.86, 1.13, 0.3 respectivamente. A partir desses dados, pode-se perceber que, do ponto de vista geral, o teste de usabilidade teve uma avaliação positiva. Fatores como o *delay* de resposta e a curva de aprendizado que cada um deles obteve durante o experimento, não influenciaram na avaliação da aplicação.

Tabela 3. Resultados do questionário de experiência do usuário.

ITEM	MÉDIA	DESV. PADRÃO	NEGATIVO	POSITIVO	ESCALA
1	0.3	1.8	não prático	prático	Pragmática
2	1.3	1.4	complicado	fácil	Pragmática
3	0.5	1.4	ineficiente	eficiente	Pragmática
4	1.4	1.1	confuso	claro	Pragmática
5	0.6	1.2	chato	emocionante	Hedônica
6	1.0	1.7	desinteressante	interessante	Hedônica
7	1.8	1.3	convencional	inovador	Hedônica
8	0.3	1.5	desagradável	agradável	Atrativa

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

O presente trabalho teve como objetivo propor um sistema de Telementoria que utiliza tecnologias econômicas e IoT, possibilitando sua implantação a um baixo custo e a um alto nível de portabilidade. A Telementoria é feita por meio de *smartphones* e plataforma robótica maleável. Essa abordagem surge como uma alternativa a sistemas mais robustos, porém caros e de difícil portabilidade. Elimina também fronteiras geográficas, permitindo conectividade remota do sistema de qualquer lugar e a qualquer momento.

Para validar a solução proposta, foram realizados experimentos com 16 voluntários. Os experimentos foram divididos em duas etapas: roteiro de alvos, no qual os usuários tinham que utilizar o sistema de Telementoria para atingir alvos predeterminados, e teste de usabilidade, no qual os usuários expressavam as impressões e emoções que experimentaram durante a execução do roteiro.

Na primeira etapa, foi realizada uma análise de tempo na execução do roteiro de alvos. Pode-se perceber que alvos mais específicos e que exigiam maior precisão, levavam mais tempo para serem atingidos. Já em alvos maiores, que possibilitavam maior mobilidade da plataforma robótica, os participantes rapidamente obtinham êxito. O tempo médio do experimento foi de 8.0 minutos, refletindo a curva de aprendizado dos usuários, *delay* de resposta entre a comunicação dos celulares e calibração dos equipamentos.

No teste de usabilidade, um questionário de avaliação da experiência do usuário foi respondido pelos participantes, permitindo que os mesmos expressassem o que sentiram durante a utilização da aplicação de Telementoria. Como resultados dessa etapa de teste, foi possível perceber que mesmo fatores como *delay* de comunicação, não influenciaram na avaliação dos participantes que teve como resultado um *feedback* positiva em aspectos como perspicácia, confiabilidade e originalidade.

De maneira geral, pode-se concluir que a ideia do sistema de Telementoria é bem promissora e surge como alternativa para sistemas caros e não portáteis. Como trabalhos futuros, almeja-se reduzir o atraso na resposta de comandos e aumentar a precisão na movimentação do robô apontador, possibilitando que o mesmo possa auxiliar procedimentos mais minuciosos. Outra modificação, seria a substituição do controle *joystick* por

controle feito por meio de *clicks*, ou seja, o usuário clicaria no alvo na tela do *smartphone* e o robô se movimentaria para aquelas coordenadas específicas, sem a necessidade de vários movimentos até um ponto específico, otimizando a sincronia entre toque no celular e movimento do apontador.

Referências

- Augestad, K. M. and Lindsetmo, R. O. (2009). Overcoming distance: video-conferencing as a clinical and educational tool among surgeons. *World journal of surgery*, 33(7):1356–1365.
- Aziz, S. R. and Ziccardi, V. B. (2009). Telemedicine using smartphones for oral and maxillofacial surgery consultation, communication, and treatment planning. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 67(11):2505–2509.
- Bermúdez-Ortega, J., Besada-Portas, E., López-Orozco, J., Bonache-Seco, J., and de la Cruz, J. (2015). Remote web-based control laboratory for mobile devices based on ejss, raspberry pi and node.js**this work has been supported by the spanish national research project dpi2013-46665-c2-1-r. *IFAC-PapersOnLine*, 48(29):158 – 163. IFAC Workshop on Internet Based Control Education IBCE15.
- Clifford, T. G., Dajani, D., Khooshabeh, P., Hwang, E., Desai, M. M., Gill, I. S., and Hung, A. J. (2016). Mp23-18 inter-hospital telementoring for robotic surgery. *The Journal of Urology*, 195(4):e268–e269.
- Dantas, Douglas e Figueiredo, C. M. S. (2017). Arquitetura de iot para cidades inteligentes. *VI Encontro Regional de Computação e Sistemas de Informação, ENCOSIS 2017*.
- Ganesh, G., Jaidurgamohan, K., Srinu, V., Kancharla, C. R., and Suresh, S. V. (2016). Design of a low cost smart chair for telemedicine and iot based health monitoring: An open source technology to facilitate better healthcare. In *Industrial and Information Systems (ICIIS), 2016 11th International Conference on*, pages 89–94. IEEE.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., and Palaniswami, M. (2013). Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 29(7):1645–1660.
- Lee, B. R., Bishoff, J. T., Janetschek, G., Bunyaratevej, P., Kamolpronwijit, W., Cadeddu, J. A., Ratchanon, S., O'kelley, S., and Kavoussi, L. R. (1998). A novel method of surgical instruction: international telementoring. *World journal of urology*, 16(6):367–370.
- Medicina, P. (2016). Telemedicina: o que é e como funciona. url = goo.gl/ieehAA. [Acessado em Fevereiro/2018].
- Nurseitov, N., Paulson, M., Reynolds, R., and Izurieta, C. (2009). Comparison of json and xml data interchange formats: A case study. pages 157–162.
- Raju, J., Mohammed, S. S., Paul, J. V., John, G. A., and Nair, D. S. (2017). Development and implementation of arduino microcontroller based dual mode fire extinguishing robot. In *2017 IEEE International Conference on Intelligent Techniques in Control, Optimization and Signal Processing (INCOS)*, pages 1–4.
- Schrepp, M., Hinderks, A., and Thomaschewski, J. (2017). Design and evaluation of a short version of the user experience questionnaire (ueq-s). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4.