

Integração de tecnologias embarcadas controladas por Inteligência Artificial: uma aplicação para apoiar o tratamento de fobias

Claudio H. M. Jambo¹, Rosa Maria E. Moreira da Costa¹

¹Programa de Mestrado em Ciências Computacionais
Instituto de Matemática e Estatística
Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro – RJ – Brazil

jambo.claudio@posgraduacao.uerj.br, rcosta@ime.uerj.br

Abstract. *In recent years, the health area has received technological contributions that provide support for diagnostic practices, monitoring and treatment of different disorders and diseases, mainly combining various techniques of Artificial Intelligence, Virtual Reality and Mobile Computing. There are many challenges to integrate these technologies and provide solutions that consider the automation of processes, the simplification of interaction between professionals and patients, the low price of equipment, the individualization of use, mobility and the use of Artificial Intelligence strategies. Aiming to overcome limitations of two previous works, which applied technological combinations in the desensitization of stress and phobias, this work aims to develop a technological combination that integrates an autonomous and low-cost virtual environment embedded in an ESP32 board, with multi-agent control, with support for natural language communication, to be used in the Treatment by Exposure in Virtual Environments - VRET in the area of Clinical Psychology, more specifically related to Anxiety Disorders. Low-cost virtual reality glasses were used, with visualization on a smartphone. The prototype, called PhobIA 3DS, is controlled by multi-agents that have modules for capturing physiological signals (heart rate); uses natural language to obtain the level of anxiety perceived by the patient; considers these two pieces of information in a Fuzzy module, which, in turn, generates a response on the calculated level of anxiety; and controls and changes the display of specific scenarios for each level of anxiety. Finally, the system was evaluated by a group of experienced professionals, to verify aspects of the interface, relevance and usability. The data obtained by the evaluation showed positive results and good prospects for using the system in real activities.*

Resumo. *Nos últimos anos, a área da saúde tem recebido contribuições tecnológicas que fornecem suporte para práticas de diagnóstico, acompanhamento e tratamento de diferentes distúrbios e doenças, combinando, principalmente, várias técnicas de Inteligência Artificial, Realidade Virtual e Computação móvel. Muitos desafios se apresentam para integrar essas tecnologias e fornecer soluções que considerem a automatização de processos, a simplificação da interação entre profissionais e pacientes, o baixo preço dos equipamentos, a*

individualização no uso, a mobilidade e o uso de estratégias de Inteligência Artificial. Visando superar limitações de dois trabalhos anteriores, que aplicavam combinações tecnológicas na dessensibilização de estresse e fobias, este trabalho tem como objetivo desenvolver uma combinação tecnológica que integra um ambiente virtual autônomo e de baixo custo embarcado em uma placa ESP32, com controle de multiagentes, com suporte à comunicação por linguagem natural, para ser utilizado no Tratamento por Exposição em Ambientes Virtuais - VRET na área de Psicologia Clínica, mais especificamente relacionada aos Transtornos de Ansiedade. Foram usados óculos de realidade virtual de baixo custo, com visualização em um smartphone. O protótipo, denominado PhobIA 3DS, é controlado por multiagentes que possui módulos de captura de sinais fisiológicos (frequência cardíaca); usa linguagem natural para obter o nível de ansiedade percebido pelo paciente; considera essas duas informações em um módulo Fuzzy, que por sua vez, gera uma resposta sobre o nível de ansiedade calculada; e controla e altera a exibição de cenários específicos para cada nível de ansiedade. Por fim, o sistema foi avaliado por um grupo de profissionais experientes, para verificar aspectos da interface, relevância e usabilidade. Os dados obtidos pela avaliação apontaram resultados positivos e boas perspectivas de uso do sistema em atividades reais.

1. Introdução

Nos últimos anos os domínios da saúde têm recebido contribuições tecnológicas que alteraram as práticas de diagnóstico, acompanhamento e tratamento de diferentes distúrbios e doenças [Nandakumar et al. 2009], [Molitor 2012],[Tian et al. 2019]. As técnicas atuais de visualização e análise de dados, comunicação, imagens 3D, aliadas às tecnologias de Inteligência Artificial (IA) [Tian et al. 2019], computação móvel [Costa Stutzel et al. 2019], Internet das Coisas (IoT) [Kaur et al. 2019] e Realidade Virtual (RV) [Kosonogov et al. 2023] impulsionaram a criação de sistemas e aplicativos que, de forma crescente, são mais sofisticados, confortáveis e precisos. Entretanto, cada tecnologia possui suas fragilidades e devem ser contextualizadas no domínio que serão exploradas. Na área da saúde, muitos são os desafios associados ao uso de novas tecnologias e relacionam-se à precisão de sistemas, custos de desenvolvimento e de uso, telecomunicação, falta de conhecimento por parte da equipe de saúde, dificuldade de acesso a equipamentos adequados, dentre outros [Novaes and Soárez 2020], [Thakare et al. 2022], [Ilin et al. 2022].

Especificamente, a área de tratamento de distúrbios neuropsiquiátricos tem explorado várias tecnologias para reproduzir cenários virtuais de estimulação cognitiva, tratamentos de síndromes de pânico e síndromes variadas. O uso da realidade virtual é considerado tão efetivo quanto as estratégias que usam contextos reais para induzir respostas emocionais [Riva 2005]. O Tratamento por Exposição em Ambientes Virtuais (VRET) pode ser utilizado em pacientes com Transtorno de Estresse Pós-traumático (TEPT), pois permite criar estímulos traumáticos mais controlados e realistas [Nugraha 2021]. A terapia de exposição usando realidade virtual é uma ferramenta importante para o tratamento de fobias [Pereira et al. 2020], que pode ser uma opção de baixo custo, se usar equipamentos de imersão mais limitada, como os *smartphones* inseridos em suportes de visualização feitos de plástico. O VRET permite que os pacientes recebam diferentes

níveis de estímulos traumáticos usando imersões de visão, som e *feedback* tátil, que responde ao princípio da dessensibilização sistemática (SD).

2. Objetivos do trabalho

Visando minimizar as desvantagens da VRET anteriormente citadas e considerando os resultados da revisão realizada, este trabalho tem por objetivo apresentar uma combinação tecnológica, que integra um ambiente virtual autônomo e de baixo custo, embarcado em um microcontrolador ESP32, com controle de multiagentes, com suporte a comunicação por linguagem natural, para ser utilizado em VRET. Os cenários apresentados aos usuários podem ser alterados em tempo real, com interferência mínima por parte do terapeuta e considerando as necessidades de cada paciente. A área de aplicação será a Psicologia Clínica relacionada aos Transtornos de Ansiedade, mais especificamente, às fobias.

Para a construção do protótipo foram utilizadas diversas tecnologias de software e de hardware. Como suporte para a visualização foi adotado os óculos de realidade virtual de baixo custo, com as cenas apresentadas em um smartphone. O protótipo, denominado PhobIA 3DS, é controlado por multiagentes, que integra módulos de captura de sinais fisiológicos (frequência cardíaca), que usa um sensor de baixo custo; usa processamento de linguagem natural (PLN) para obter o nível de ansiedade percebido pelo paciente; considera essas duas informações em um módulo de Lógica Fuzzy embarcada, que por sua vez, gera uma resposta sobre o nível de ansiedade calculada; utiliza um módulo que controla e altera a exibição de cenários específicos para cada nível de ansiedade calculado. Tudo isso, sendo processado de forma paralela.

3. Modelagem do sistema Phobia 3DS

A implementação de um sistema multiagente neste trabalho é bastante útil, visto que cada agente é responsável por uma ou mais tarefas de forma modularizada. O agente controlador recebe as informações ditadas por voz pelo paciente em relação ao seu nível de ansiedade, assim como sua frequência cardíaca é captada pelo sensor. De posse dessas informações, o agente controlador realiza os cálculos de lógica difusa e determina o nível de ansiedade calculada do paciente. O agente ambientador é o responsável por gerar e manter toda a apresentação do ambiente 3D ao paciente. Este agente está instalado em um aparelho celular Android acoplado ao óculos de realidade virtual. O agente ambientador altera as cenas apresentadas ao paciente de acordo com o que é solicitado pelo agente controlador. Uma importante funcionalidade presente no agente ambientador é a possibilidade de espelhamento de tela. O espelhamento permite que as cenas 3D visualizadas pelo paciente possam também ser visualizadas pelo terapeuta, seja em um aparelho de TV ou em qualquer dispositivo de tela compatível com essa tecnologia. O agente analisador, assim como o ambientador, está instalado em um aparelho celular Android e é o responsável por apresentar ao terapeuta, em tempo real, todas as informações referentes à sessão como: Ansiedade informada pelo paciente, sua frequência cardíaca e o nível de ansiedade calculada pelo agente controlador. O terapeuta também pode interagir com o sistema, caso necessário, utilizando os controles na tela do seu smartphone. Uma outra característica importante presente neste sistema multiagente é a possibilidade de serem adicionados mais agentes analisadores. Essa capacidade é possível pelo fato do módulo Bluetooth BLE permitir a conexão de mais de um dispositivo ao mesmo tempo. Ao ser adicionado um novo agente analisador, ele passa a fazer parte do sistema e pode interagir

da mesma forma que o agente analisador inicial. Essa característica permite que mais de um profissional acompanhe o andamento da sessão ao mesmo tempo. Na Figura 1 é apresentado o diagrama de comunicação e interação dos agentes do sistema:

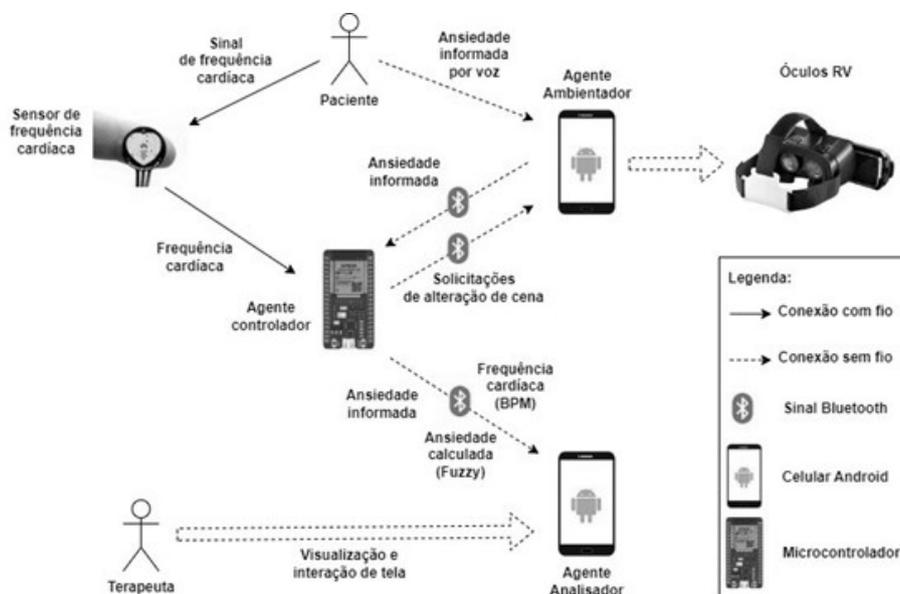


Figura 1. Diagrama de comunicação e interação dos agentes

Na Figura 2 é apresentada a montagem final do hardware em seu primeiro teste:



Figura 2. Teste inicial do sistema em sua montagem final

4. Avaliação do sistema

Existem muitas técnicas e dimensões a serem consideradas na avaliação de um produto. Entretanto, no caso do PhobIA 3DS, como uma primeira avaliação, foram observadas as questões relativas à usabilidade, à relevância para a área de saúde e à interface. A usabilidade é um aspecto fundamental para sistemas que são utilizados na área da saúde, considerando os fatores de risco envolvidos. É importante que o sistema seja simples e efetivo para todos, independente dos níveis de compreensão dos usuários [Zainab et al. 2023]. Para eles a usabilidade é a maior questão envolvida na adoção de sistemas de VRET. Para avaliar a relevância são colocadas 4 questões, que foram analisadas de forma qualitativa e visam identificar a percepção dos usuários em relação a utilidade do software. A interface é avaliada por meio de 7 perguntas que têm por objetivo identificar a percepção

da qualidade das dinâmicas adotadas no PhobIA 3DS, problemas na comunicação oral, ocorrência de tonteiras e atrasos na geração das cenas. Para avaliar a usabilidade foi adotado o System Usability Scale (SUS). Este questionário propõe 10 sentenças relativas ao produto e são formuladas alternadamente de forma afirmativa e negativa. Para responder é usada a escala Likert, variando entre valores de 1 (Discordo Fortemente) a 5 (Concordo Fortemente) [Bangor et al. 2008]. Se o valor final do cálculo do SUS for inferior a 35,7, a classificação é considerada ruim, enquanto que, valores maiores do que 71,4 são considerados bons e acima de 85,5 são excelentes.

Foi utilizado um instrumento composto por quatro itens para identificar a percepção de relevância do sistema e outro, composto de sete itens, para avaliar a interface.

No processo de avaliação do sistema Phobia 3DS, o sistema foi utilizado por seis psicólogos voluntários, em seus respectivos locais de atendimento profissional e em seguida, eles responderam às questões dos instrumentos de coleta de dados. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética da UERJ, protocolo n. 70149523.5.0000.5282.

4.1. Resultados da avaliação do sistema

Na avaliação da usabilidade do sistema usando o SUS, o resultado do cálculo foi de $\approx 86,67$. Levando-se em consideração que o valor calculado se encontra acima de 85,5, o sistema foi classificado como "Excelente" em termos de usabilidade. Como forma de obter um panorama inicial da relevância e qualidade da interface e diante do pequeno número de participantes, realizou-se um tratamento quantitativo simplificado dos resultados obtidos nessa avaliação preliminar. Na avaliação da dimensão "relevância" verificou-se que o sistema PhobIA 3DS obteve uma pontuação de 3,42, valor obtido pela média dos valores de cada item dessa categoria. Levando-se em consideração que o valor máximo é 4, pode-se concluir que o sistema foi considerado de elevada relevância para uso como ferramenta de apoio no tratamento das fobias pelos participantes da pesquisa. Em relação à avaliação da interface do sistema, adotando-se os mesmos critérios de pontuação de 0 à 4, o resultado foi uma pontuação de 3,62. Pode-se concluir que a interface do sistema recebeu uma pontuação elevada na avaliação dos profissionais.

5. Conclusões

Este trabalho teve por objetivo apresentar uma combinação tecnológica de baixo custo embarcada em uma placa ESP32, com controle de multiagentes e Lógica Fuzzy, com suporte à comunicação por linguagem natural, para ser utilizado na área de Psicologia Clínica, relacionada aos Transtornos de Ansiedade. O protótipo foi construído utilizando tecnologias de baixo custo e, na maioria dos casos, de código aberto.

Como contribuições, este trabalho apresentou uma integração de tecnologias da IA em uma placa Esp32 que poderá ser conectada a um smartphone acoplado a óculos de baixo custo, abrindo perspectivas de uso de tecnologias baratas em tratamentos de fobias. Na revisão da literatura da área não foi encontrada proposta semelhante.

Uma possível futura utilização do sistema PhobIA 3DS, além do apoio no tratamento das fobias específicas, seria sua aplicação em programas de treinamento de profissionais que tenham que executar tarefas que necessitem de um maior controle do nível de ansiedade durante sua execução.

Referências

- Bangor, A., Kortum, P. T., and Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 24(6):574–594.
- Costa Stutzel, M., Filippo, M. P., Sztajnberg, A., da Costa, R. M. E., Brites, A. d. S., da Motta, L. B., and Caldas, C. P. (2019). Multi-part quality evaluation of a customized mobile application for monitoring elderly patients with functional loss and helping caregivers. *BMC medical informatics and decision making*, 19(1):1–18.
- Ilin, I., Iliashenko, V. M., Dubgorn, A., and Esser, M. (2022). Critical factors and challenges of healthcare digital transformation. In *Digital Transformation and the World Economy: Critical Factors and Sector-Focused Mathematical Models*, pages 205–220. Springer.
- Kaur, P., Kumar, R., and Kumar, M. (2019). A healthcare monitoring system using random forest and internet of things (iot). *Multimedia Tools and Applications*, 78:19905–19916.
- Kosonogov, V., Efimov, K., Rakhmankulova, Z., and Zyabreva, I. (2023). Review of psychophysiological and psychotherapeutic studies of stress using virtual reality technologies. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, pages 1–11.
- Molitor, D. P. (2012). *Physician behavior and technology diffusion in health care*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.
- Nandakumar, A., Beswick, J., Thomas, C. P., Wallack, S. S., and Kress, D. (2009). Pathways of health technology diffusion: the united states and low-income countries. *Health Affairs*, 28(4):986–995.
- Novaes, H. M. D. and Soárez, P. C. D. (2020). A avaliação das tecnologias em saúde: origem, desenvolvimento e desafios atuais. panorama internacional e brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 36:e00006820.
- Nugraha, I. D. (2021). Efficacy of virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder: A systematic review.
- Pereira, J. S., Faêda, L. M., and Coelho, A. M. (2020). Evolution of vret to assist in the treatment of phobias: a systematic review. pages 386–390.
- Riva, G. (2005). Virtual reality in psychotherapy: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3):220–230.
- Thakare, V., Khire, G., and Kumbhar, M. (2022). Artificial intelligence (ai) and internet of things (iot) in healthcare: Opportunities and challenges. *ECS Transactions*, 107(1):7941.
- Tian, S., Yang, W., Le Grange, J. M., Wang, P., Huang, W., and Ye, Z. (2019). Smart healthcare: making medical care more intelligent. *Global Health Journal*, 3(3):62–65.
- Zainab, e. H., Bawany, N. Z., Rehman, W., Imran, J., et al. (2023). Design and development of virtual reality exposure therapy systems: requirements, challenges and solutions. *Multimedia Tools and Applications*, pages 1–24.