

VHLab - Virtual Human Lab

Laboratório de Simulação de Humanos Virtuais

**Soraia Raupp Musse^{1,2}, Victor Araujo^{1,2}, Rubens Montanha¹, Gabriel Fonseca Silva¹,
Vitor Peres¹, Paulo Knob¹, Greice Pinho¹, Júlia Melgaré¹, Estêvão Testa¹,
Guido Mainardi¹, Gabriel Schneider¹, Ana Schmitt¹, Andriele Lange¹,
Natália Dal Pizzol¹**

¹Curso de Pós-graduação em Ciência da Computação
Escola Politécnica - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)
Porto Alegre, RS – Brasil

²Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em
Neurociência Social e Afetiva Social (INCT - CNPq)

Autor para contato: soraia.musse@pucrs.br

Abstract. *The Virtual Human Simulation Laboratory (VHLab) is a research laboratory specialized in virtual human technologies, located at the School of Technology of the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul. With a multidisciplinary team of researchers, its areas of expertise include crowd simulation, studies on virtual human perception, animation of virtual human faces and bodies, and the development of embodied conversational agents. The laboratory collaborates with industry and other research institutions to apply its innovations in education, entertainment, health, and security, contributing to advancements in computing and the creation of immersive experiences.*

Keywords *Computer Graphics, Virtual Humans, Crowd Simulation, Animation, Perception.*

Resumo. *O Laboratório de Simulação de Humanos Virtuais (VHLab) é um laboratório de pesquisa especializado em tecnologias de humanos virtuais, localizado na Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Com uma equipe multidisciplinar de pesquisadores, suas áreas de expertise incluem simulação de multidões, estudos sobre percepção de humanos virtuais, animação de faces e corpos de humanos virtuais, e desenvolvimento de agentes conversacionais incorporados. O laboratório colabora com a indústria e outras instituições de pesquisa para aplicar suas inovações em educação, entretenimento, saúde e segurança, contribuindo para avanços na computação e criação de experiências imersivas.*

Palavras-Chave *Computação Gráfica, Humanos Virtuais, Simulação de Multidões, Animação, Percepção.*

1. Introdução

O Laboratório de Simulação de Humanos Virtuais (VHLab) é um laboratório de pesquisa focado no desenvolvimento e estudo de tecnologias relacionadas a Humanos Virtuais (HVs). Localizado na Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Rio

Grande do Sul (PUCRS), o laboratório foi criado em 2007 e é coordenado pela Profa. Dra. Soraia Raupp Musse. O VHLab trabalha em uma variedade de projetos que podem ter aplicações em entretenimento, educação, saúde e segurança. Esses projetos incluem pesquisas nas áreas de Simulação de Multidões, Animações Faciais e Corporais, Percepção Visual, Interação Humano-Computador, além de pesquisas envolvendo a utilização de *Machine Learning* para simulação de multidões, e visão computacional aplicada a faces, detecção de pessoas e animação facial.

Além das pesquisas na área da computação, o grupo também trabalha de forma interdisciplinar com outras áreas, como a psicologia e biologia. Também colabora ativamente com a indústria e outras instituições de pesquisa, incluindo laboratórios de outros países, buscando transferir seus avanços tecnológicos para aplicações práticas e comerciais.

2. Competências do Grupo de Pesquisa

Ao longo dos anos, o VHLab tem estudado e trabalhado com diversas pesquisas, incluindo estudos nas áreas de:

- **Simulação de Multidões:** Desenvolvimento de técnicas avançadas para simular o comportamento de grandes grupos de pessoas em ambientes virtuais, aplicáveis em planejamento urbano, segurança pública e simulações de desastres.
- **Percepção de HVs:** Estudos sobre como as pessoas percebem os HVs, investigando o impacto do realismo, gênero, peso corporal, idade e emoção nessa percepção. Além disso, estudos envolvendo distorções cognitivas em relação a imagem corporal e gênero.
- **Vale da Estranheza:** Pesquisas sobre o fenômeno do "vale da estranheza", sua mudança ao longo do tempo e estratégias para mitigá-lo.
- **Animação de Faces e Corpos de HVs:** Desenvolvimento de técnicas avançadas para animar HVs, utilizando diversos modelos de animação e explorando seu impacto na percepção dos HVs.
- **Agentes Conversacionais Incorporados:** Desenvolvimento de sistemas interativos que combinam inteligência artificial com representações visuais de personagens virtuais, focando em comportamento, expressão facial, gestual e adaptação contextual.

Além disso, o grupo de pesquisa apresentou um tutorial no SIBGRAPI de 2023 [Montanha et al. 2023a], apresentando e explorando essa expertise aos participantes do evento, mostrando as etapas de criação e animação de HVs, explicações sobre o percepção e o vale da estranheza, além de aplicações envolvendo HVs, utilizadas em simulação de multidões e agentes conversacionais incorporados.

Os estudos realizados no VHLab visam compreender e propor novas contribuições para os desafios de pesquisa na área de jogos e entretenimento digital, buscando novas perspectivas na percepção, animação e comportamentos dos HVs [Musse et al. 2020]. Sobretudo com o advento de técnicas de Inteligência Artificial, a expectativa é cada vez mais as pesquisas na área de humanos virtuais sejam integradas com linguagens e interface que visam melhorar a experiência do usuário [Montanha et al. 2023a].

3. Infraestrutura do Grupo de Pesquisa

A equipe do VHLab é composta por um grupo diversificado, incluindo a coordenadora Profa. Dra. Soraia Raupp Musse, 2 pós-doutorandos, 5 doutorandos, 2 mestrados, 4 bolsistas de iniciação científica, além de alunos de graduação voluntários e colaboradores já graduados que contribuem para as pesquisas no laboratório.

O laboratório conta com uma infraestrutura que conta com mais de 10 computadores, que contam com placas de vídeo como RTX 2070, RTX 2080, RTX 3050 e RTX 4070 e de 16 GB até 32 GB de RAM.

4. Trabalhos de Destaque

Os trabalhos perceptivos do VHLab têm objetivos de entender o comportamento humano, reproduzi-lo em HVs e fazer com que a audiência se sintam bem com eles.

No campo dos estudos sobre entretenimento, nosso grupo publicou o artigo intitulado "*Is the perceived comfort with cg characters increasing with their novelty?*" [Araujo et al. 2021]. O objetivo foi comparar o conforto das pessoas em relação a personagens de diversas mídias (jogos, filmes, etc.) em 2012 com personagens do período de 2013 a 2020. Nesse artigo, avaliamos a percepção das pessoas através da perspectiva do Vale da Estranheza, medindo suas percepções de realismo e conforto em relação aos personagens. Nosso objetivo era determinar se as pessoas se sentiam mais confortáveis com os HVs mais recentes em comparação com os HVs criados com tecnologias mais antigas.

No caso de entender o comportamento humano, também é necessário entender as diversas características humanas. Nessa linha de pensamento, o VHLab também tem pesquisas que envolvem estudos perceptivos sobre vieses de gênero, cor de pele, peso corporal entre outras características que envolvem diversidade. Um desses trabalhos foi publicado no *SIGGRAPH Asia 2022*, na Seção de *Technical Communications*, e foi intitulado "*Towards virtual humans without gender stereotyped visual features*" [Araujo et al. 2022]. O trabalho replicou um estudo da Psicologia sobre vieses de gênero na percepção de emoções e na atribuição de gênero para bebês reais. No nosso trabalho, usamos bebês e ambientes virtuais. O objetivo do nosso trabalho foi observar se vieses de gênero que acontecem no mundo real também poderiam acontecer no mundo virtual.

Com relação a pesquisas em jogos, o grupo do VHLab tem mais de 20 publicações na história do *SBGames*. Em um dos destaques de 2023, o VHLab teve o segundo melhor artigo do *SBGames 23*, intitulado "*Revisiting Micro and Macro Expressions in Computer Graphics Characters*" [Montanha et al. 2023b]. Nesse trabalho, realizamos um estudo perceptivo sobre micro e macro expressões de emoções faciais em HVs muito realistas do estado da arte, e comparamos com HVs modelados com tecnologias mais antigas. Ainda sobre estudos de faces em jogos no *SBGames* de 2023, nosso grupo apresentou no trabalho "*Can we truly transfer an actor's genuine happiness to avatars? An investigation into virtual, real, posed and spontaneous faces*" [Peres et al. 2023], um estudo que compara as intensidades das unidades de ações de músculos de faces reais com modelos de reconstrução 3D (*3D Morphable Models*). O objetivo do trabalho foi identificar se ocorre suavização das intensidades em domínios (Real e Computação Gráfica), gêneros, e tipo de faces (posadas e espontâneas) diferentes.

Com relação a simulação de multidões, se torna importante a capacidade de simular movimentos e comportamentos realistas em grupos de HVs. Isto pode ser aplicado tanto em um contexto da indústria do entretenimento, como ao movimentar grupos de personagens, quanto em situações de segurança, como na simulação de cenários de evacuação de edificações. Um das publicações do VHLab nesta linha é intitulada “*Evaluating and comparing crowd simulations: Perspectives from a crowd authoring tool*” [Silva et al. 2024]. O objetivo deste trabalho foi propor uma métrica quantitativa de avaliação de cenários de evacuação, levando em consideração diversas métricas da simulação como tempo total e velocidades e densidades médias dos agentes sendo simulados. Em experimentos conduzidos, os resultados indicaram que especialistas de domínio tiveram uma maior concordância com nossa métrica proposta, do que com outra métrica encontrada na literatura.

Além disso, com relação a pesquisas sobre agentes conversacionais, o VHLab foi agraciado com o prêmio de melhor tese do Concurso de Teses e Dissertações do SBGames 2023, com a tese “*Modeling an Empathetic Embodied Conversational Agent*” [Knob 2022], a qual tinha o objetivo de propor um agente conversacional personificado dotado de diversas habilidades, dentre as quais se destacam uma memória com funcionamento baseado na memória humana e um comportamento empático para com o interlocutor, bem como uma conexão entre a memória e a empatia do agente.

5. Considerações Finais

O VHLAB ¹ é um laboratório de Pesquisa no contexto do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação da PUCRS, Curso Nota 7, máxima, pela CAPES. Várias pesquisas do VHLab são premiadas e destaque nacionalmente e internacionalmente.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq (Números dos Processos - 309228/2021-2; 406463/2022-0; 153641/2024-0), à CAPES (Código de Financiamento 001) e à FAPERGS pelo apoio parcial a este trabalho.

Referências

- Araujo, V., Melgare, J., Dalmoro, B. M., e Musse, S. R. (2021). Is the perceived comfort with cg characters increasing with their novelty? *IEEE Computer Graphics and Applications*, 42(1):32–46.
- Araujo, V., Schaffer, D., Costa, A. B., e Musse, S. R. (2022). Towards virtual humans without gender stereotyped visual features. In *SIGGRAPH Asia 2022 Technical Communications*, pages 1–4.
- Knob, P. R. (2022). Modeling an empathetic embodied conversational agent.
- Montanha, R., Araujo, V., Knob, P., Pinho, G., Fonseca, G., Peres, V., e Musse, S. R. (2023a). Crafting realistic virtual humans: Unveiling perspectives on human perception, crowds, and embodied conversational agents. In *2023 36th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI)*, pages 252–257. IEEE.

¹www.inf.pucrs.br/vhlab

- Montanha, R., Raupp, G., Gonzalez, V., Partichelli, Y., Bins, A., Ferreira, M., Araujo, V., e Musse, S. (2023b). Revisiting micro and macro expressions in computer graphics characters. In *Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, pages 38–45.
- Musse, S. R., Molin, G. P. D., Araujo, V. F. d. A., Schaffer, D. H. M., e Brandelli, A. C. (2020). Perceptual analysis of computer graphics characters in digital entertainment. In *Forum on Grand Research Challenges in Games and Entertainment*, pages 207–232. Springer.
- Peres, V. M. X., Dal Molin, G. P., e Musse, S. R. (2023). Can we truly transfer an actor's genuine happiness to avatars? an investigation into virtual, real, posed and spontaneous faces. In *Proceedings of the 22nd Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, pages 56–65.
- Silva, G. F., Knob, P. R., Montanha, R. H., e Musse, S. R. (2024). Evaluating and comparing crowd simulations: Perspectives from a crowd authoring tool. *Graph. Models*, 131(C).