

# Realidade Virtual - T2

Professor: Márcio Sarroglia Pinho  
Aluno: Felipe Freitas Silva  
Data de apresentação: 18/10/2024

# Trends in Virtual and Augmented Reality Research: A Review of Latest Eye Tracking Research Papers and Beyond

- **Publicação: Agosto 2019**
- **Local: University of Delaware**
- **Autores: Jicheng Li and Roghayeh Barmaki**

Li, J.; Barmaki, R. Trends in Virtual and Augmented Reality Research: A Review of Latest Eye Tracking Research Papers and Beyond. Preprints 2019, 2019090019.  
<https://doi.org/10.20944/preprints201909.0019.v1>

# Abstract

Although proposition of “Virtual Reality” (VR) and “Augment Reality” (AR) can be traced back to the 60s, both areas are actually blooming in recent decades. Thanks to the latest deep learning techniques, an enormous advance in computer vision research community has taken place. Since VR and AR are highly related to computer vision tasks, these areas have enjoyed the benefits as well. Yet there is no sufficient survey on such impact and new research areas arising from it. This paper mainly focuses on the latest research progress in ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA) 2019, as well as several recent representative paper works. It aims to figure out the influence of deep learning techniques on latest VR/AR research. Meanwhile, new issues have popped up with the development of VR and AR technology, such as privacy and computation efficiency. This paper draws attention to such newly produced topics as well. In addition, this paper also investigates on the effect of latest VR and AR techniques on people, such as level of teamwork in collaborative tasks, assistance and treatment to patients and the disabled, etc.

# 1. Introdução

## Definição de Realidade Virtual (RV)

- Simulação gerada por computador de ambiente 3D
- Requerem equipamentos extras
  - HMD (Head-Mounted Displays)
  - Controladores



## Sistemas Imersivos de RV x Não Imersivos

Sistemas não imersivos normalmente são obtidos por meio de um computador e não obstruem a vista do usuário, mas uma experiência sub-par. O paper foca em sistemas imersivos, um exemplo conhecido citado foi o jogo Beat Saber.



# Realidade Aumentada (AR)

Versão “aprimorada” da realidade, sobrepõe informações digitais sobre o mundo real.

- Filtros do Snapchat
- Pokemon GO

Pode ser construtiva ou destrutiva, isto é, acrescentar algo no mundo ou ocultar. É interativo em tempo real; mais “responsivo”.



# VR x AR e Deep Learning

- AR: Adiciona elementos digitais ao mundo real visíveis com dispositivos como smartphones.
- VR: Cria um mundo virtual imersivo, normalmente ocultando o mundo real.
- Deep Learning: Métodos de aprendizado de representação com múltiplos níveis de abstração.
- Redes Neurais Convolucionais (CNNs): Superam o desempenho humano em tarefas de visão, como classificação.
- Aplicação em VR/AR: Melhora o rastreamento ocular, um elemento essencial para VR/AR.

## 2. Método

### Objetivo do Método:

Revisar artigos publicados em conferências e workshops especializados em rastreamento ocular (eye tracking) no contexto de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR).

### Fontes Principais de Pesquisa:

ERTA 2019 (incluindo eventos co-localizados e workshops):

COGAIN (Communication by Gaze Interaction)

ET4S (Eye Tracking For Spatial Research)

ETVIS (Eye Tracking And Visualization)

ETWEB (Eye Tracking For The Web)

### Critérios de Seleção de Artigos:

Pesquisa de artigos com as palavras-chave: "Virtual Reality", "Augmented Reality" e "Eye Tracking".

Artigos publicados nos últimos 3 anos foram pré-selecionados.

Triagem mais refinada focou em trabalhos relacionados a:

Deep Learning

Aprendizado colaborativo

Multimodalidade

### 3. Tendências de Pesquisa e Direções Futuras



# 3.1 Atenção Visual

## Atenção Visual e Predição de Saliência

J. L. Louedec et al. [11] propuseram uma rede neural profunda que combina abordagens top-down e bottom-up para prever a atenção visual de jogadores de xadrez, gerando mapas de saliência significativos a partir de dados de rastreamento ocular.

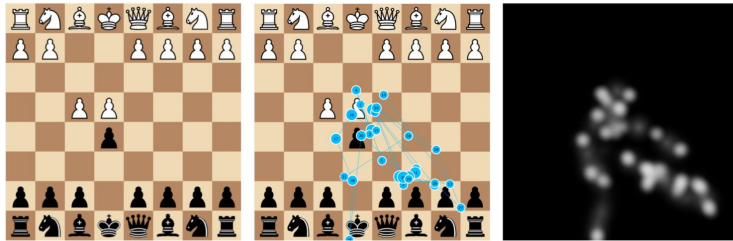


Figure 1: Saliency map from a chess game. At left, input chess board image. At centre, eye tracking results (points represent eye fixations, lines are scan path between fixations). At right, saliency map computed from eye tracking. For each pixel, a probability between 0 (black) and 1 (white) is computed. Adopted from [11, Fig. 1].

## Orientação Espacial em Ambientes Virtuais

Em [16], foi comparada a orientação da atenção espacial em ambientes virtuais, dada por dicas visuais e auditivas. Descobriu-se que pistas válidas tornavam os participantes mais rápidos nas tarefas, com diferentes modalidades de pistas (auditiva, visual) orientando a atenção global ou localmente.

## Atenção Visual e Predição de

J. L. Louedec et al. [11] propõem uma rede neural profunda que combina uma abordagem top-down e bottom-up para prever a atenção dos jogadores de xadrez, gerando mapas de saliência significativos a partir de dados de fixação ocular.



Figure 1: Saliency map from a chess board image. At centre, eye tracking rises. At bottom, eye tracking fixations, lines are scan path between fixations. At top, eye tracking fixations, lines are scan path between fixations. For each fixation, a saliency map is computed. Adopted from [11, Fig. 1].

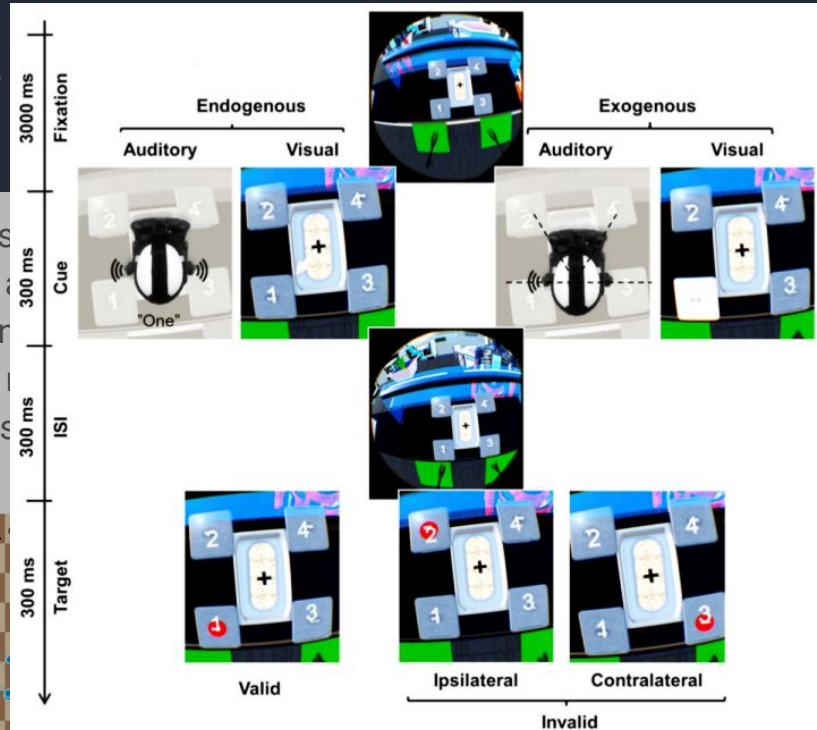


Figure 2: From top to bottom the time course of a trial: fixation of 3000 ms, cueing of 300 ms according to the block modality and type, 300 ms inter-stimulus interval, and 300 ms target presentation with a small red ball. Adopted from [16, Fig. 2].

## em Ambientes Virtuais

a a orientação da atenção em ambientes virtuais, dada por dicas visuais. Foi descobriu-se que pistas válidas levam a tempos mais rápidos nas tarefas, independentemente das modalidades de pistas (auditiva, visual ou tátil), seja a atenção global ou localmente.

## Treinamento de Atenção Conjunta com Realidade Virtual

O trabalho de [12] apresentou uma abordagem de treinamento de atenção conjunta com um professor virtual customizável, que guiava o usuário em um jogo de tambores, utilizando feedbacks multimodais para aumentar o engajamento e melhorar o foco nas áreas relevantes.



Figure 3: The User Interface for customizing the CVH Teacher. Adopted from [12, Fig. 3].

## Simulação de Respostas em Treinamentos de Enfermagem

Participantes interagiram com um paciente virtual em um ambiente de treinamento, e foi demonstrado que animações conversacionais e não conversacionais conseguiram capturar a atenção visual dos participantes [18].



Figure 4: Screenshot shows a participant interacting with the virtual patient in the RRTS, and recording his vitals in the EHR screen. Adopted from [18, Fig. 1].

## Otimização de Elementos Visuais em Ambientes Virtuais

Rawan et al. [14] propuseram um método de otimização de layout baseado em dados de atenção visual, colocando elementos em posições que maximizam o tempo de visualização, conforme ilustrado no layout de um museu virtual.



Figure 5: Left: an input 3D scene with its corresponding layout. Right: the optimal placement of visual elements that will attain the target gaze duration. The eyes depict the camera location and angle in taking the screenshots. Adopted from [14, Fig. 1].

## Predição de Olhar Sem Hardware Externo

O modelo SGaze [8] utilizou correlações entre o movimento da cabeça e dos olhos para prever o olhar em tempo real, sem a necessidade de rastreadores oculares externos, sendo útil para tarefas de exploração passiva em cenas visuais.

## Otimização de Elementos Visuais em Ambientes Virtuais

Rawan e  
otimizaç  
visual, c  
maximiz  
ilustrado

## Predição de Olhar Sem Hardware Externo



Figure 5: Left: an input 3D scene with its corresponding layout. Right: the optimal placement of visual elements that will attain the target gaze duration. The eyes depict the camera location and angle in taking the screenshots. Adopted from [14, Fig. 1].

## 3.2 Aprendizagem Colaborativa



## Colaboração em Jogos: Efeitos do Compartilhamento de Atenção Visual

Spakov et al. [19] investigaram o impacto do compartilhamento de informações sobre a atenção visual em um jogo colaborativo. Os jogadores exploravam uma casa escura para encontrar chaves, utilizando o olhar da cabeça (direção que a pessoa está encarando) ou o olhar dos olhos (onde a pessoa está focando). Comparando versões de baixa imersão (desktop) e alta imersão (VR-HMD), os resultados indicaram que o compartilhamento da informação do olhar na condição de alta imersão melhorou o desempenho geral dos jogadores.

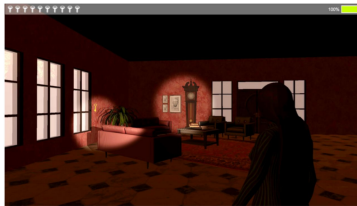


Figure 7: A screenshot from the game. Highlighted areas represent visual attention of both players. Adopted from [19, Fig. 2].

## Efeitos de Sistemas AR com HMD em Colaborações Profissionais

Em [13], os efeitos do uso de sistemas AR com HMDs foram analisados em tarefas colaborativas de resposta a crises simuladas. Profissionais da polícia, corpo de bombeiros e força aérea alternaram entre HMDs e mapas de papel para coordenar as operações. Embora o contato visual tenha sido baixo em ambas as condições, os participantes relataram maior confiança e confiança nas ferramentas com HMDs, sugerindo que a falta de contato visual não afetou negativamente a colaboração no contexto profissional.



Figure 8: Participants using HMD-based AR system as auxiliary technical tools. Adopted from [13, Fig. 2].



## Colaboração em de Atenção Vis

Spakov et al. [1] compartilham resultados de um estudo sobre a colaboração visual em um jogo de exploração. Os jogadores exploravam um ambiente virtual utilizando o olhar (encarando) ou o cursor (focando). Compararam o desempenho (desktop) e alto desempenho (HMD) e indicaram que o desempenho de olhar na condição de desempenho ge



Figure 7: A screenshot from the game. Highlighted areas represent visual attention of both players. Adopted from [19, Fig. 2].

## Colaborações

R com HMDs  
as de resposta  
ia, corpo de  
e HMDs e  
ções. Embora o  
s as condições,  
ça e confiança  
ue a falta de  
a colaboração

## Colaboração em Jogos: Efeitos do Compartilhamento de Atenção Visual

Spakov et al. [19] investigaram o impacto do compartilhamento de informações sobre a atenção visual em um jogo colaborativo. Os jogadores exploravam uma casa escura para encontrar chaves, utilizando o olhar da cabeça (direção que a pessoa está encarando) ou o olhar dos olhos (onde a pessoa está focando). Comparando versões de baixa imersão (desktop) e alta imersão (VR-HMD), os resultados indicaram que o compartilhamento da informação do olhar na condição de alta imersão melhorou o desempenho geral dos jogadores.



Figure 7: A screenshot from the game. Highlighted areas represent visual attention of both players. Adopted from [19, Fig. 2].

## Efeitos de Sistemas AR com HMD em Colaborações Profissionais

Em [13], os efeitos do uso de sistemas AR com HMDs foram analisados em tarefas colaborativas de resposta a crises simuladas. Profissionais da polícia, corpo de bombeiros e força aérea alternaram entre HMDs e mapas de papel para coordenar as operações. Embora o contato visual tenha sido baixo em ambas as condições, os participantes relataram maior confiança e confiança nas ferramentas com HMDs, sugerindo que a falta de contato visual não afetou negativamente a colaboração no contexto profissional.



Figure 8: Participants using HMD-based AR system as auxiliary technical tools. Adopted from [13, Fig. 2].

## Colaboração em Jogos de Atenção Visual

Spakov et al. [19] investiu no compartilhamento de informação visual em um jogo colaborativo onde exploravam uma casa virtual utilizando o olhar da câmera (encarando) ou o olhar virtual (focando). Comparando o desempenho (desktop) e alta imersão (HMD) indicaram que o compartilhamento de olhar na condição de alta imersão melhorou o desempenho geral dos participantes.



Figure 8: Participants using HMD-based AR system as auxiliary technical tools. Adopted from [13, Fig. 2].

## em Colaborações

mas AR com HMDs colaborativas de resposta rápida da polícia, corpo de bombeiros entre HMDs e operações. Embora o uso de ambas as condições, a confiança e a eficiência, indicando que a falta de experiência com a colaboração

## 3.3 Detecção de Emoções



## Reconstrução Facial em Tempo Real para Emoções em VR

S. Chen et al. [2] desenvolveram um sistema que captura e reconstrói rostos 3D em tempo real enquanto os usuários estão usando headsets de realidade virtual (HMDs). Como parte do rosto é ocultada pelo HMD, o sistema utiliza duas câmeras infravermelhas embutidas nos óculos de VR para capturar imagens dos olhos e uma câmera adicional externa para capturar as expressões faciais. Sensores de postura na cabeça, integrados a um celular, fornecem dados para ajustar a pose. Esse conjunto de informações alimenta um avatar, que reflete com precisão as emoções do usuário, conforme mostrado no Figura 9.

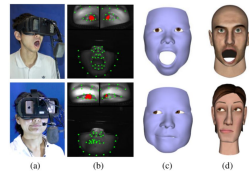


Figure 9: 3D facial expression reconstruction and eye gaze tracking. (a) The picture captured by an extra RGB camera to show the setup. (b) The three captured IR images. (c) The reconstructed 3D face and eye gaze. (d) An avatar driven by the captured 3D face. Adopted from [2, Fig. 3].

## Avatares Expressivos Utilizando Redes Neurais Convolucionais (CNNs)

Hickson et al. [7] propuseram um algoritmo que infere expressões faciais, mesmo quando parte do rosto está oculta pelo HMD, gerando avatares dinâmicos e expressivos em tempo real. Para aumentar a precisão da rede neural convolucional, eles introduziram a "personalização", que ajusta o modelo com base nas características faciais do usuário. Utilizando apenas as imagens dos olhos capturadas por uma câmera infravermelha integrada no headset VR, o sistema é capaz de inferir um subconjunto de expressões faciais, sem a necessidade de câmeras externas adicionais (Figura 10).

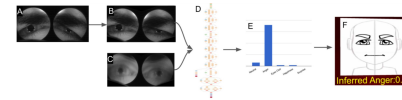


Figure 10: A: Raw eye images from the HMD. B: Rectified eye images. C: The average neutral image for this user session, used for personalization. D: The difference between the rectified headset image and the mean neutral image is the input to a deep neural network. In the non personalization case, the mean neutral image is not subtracted from the rectified image. E: Output takes the form of a distribution over expressions. F: This distribution is used to generate an expressive avatar. Adopted from [7, Fig. 3].

## Reconstrução Facial em T

S. Chen et al. [2] desenvolvem um sistema que reconstrói rostos 3D em tempo real usando headsets de realidade virtual. A parte do rosto que não é visível (como a parte de trás da cabeça e o interior da boca) é oculta por uma máscara azul. As câmeras infravermelhas e as câmeras de cor capturam imagens dos olhos e da boca para capturar as expressões faciais. Os dados são integrados a um modelo 3D da cabeça, integrados a um computador para gerar a pose. Esse conjunto de dados é usado para gerar uma expressão facial que reflete com precisão a expressão capturada, como mostrado no Figura 9.

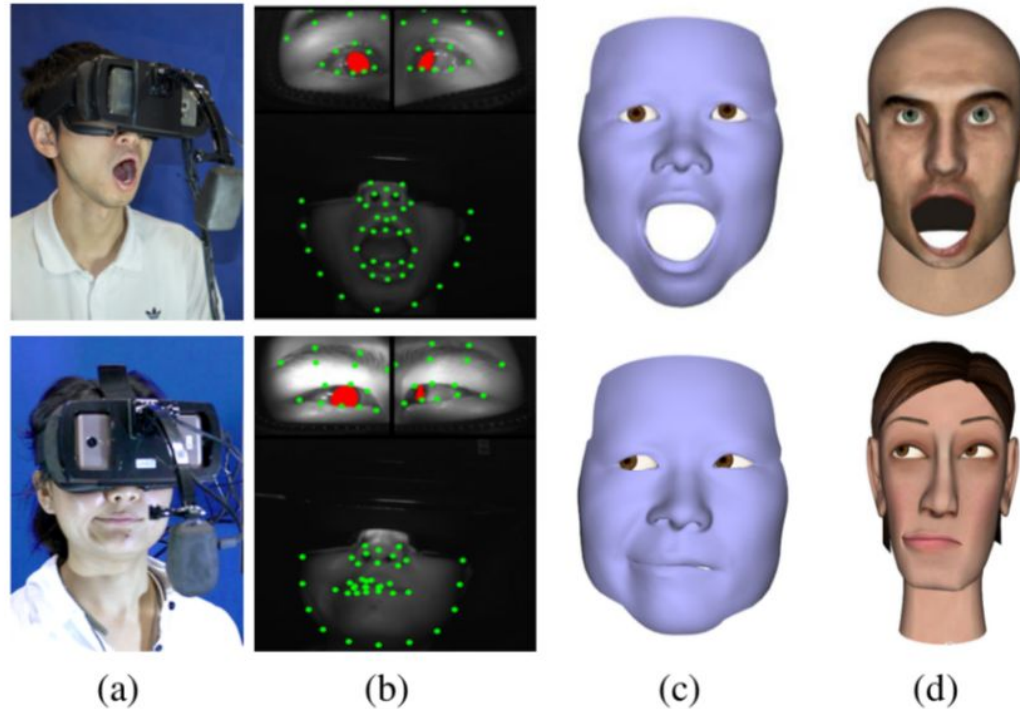


Figure 9: 3D facial expression reconstruction and eye gaze tracking. (a) The picture captured by an extra RGB camera to show the setup. (b) The three captured IR images. (c) The reconstructed 3D face and eye gaze. (d) An avatar driven by the captured 3D face. Adopted from [2, Fig. 3].

## des Neurais

goritmo que infere a parte do rosto está dinâmicos e expressivos. A precisão da rede neural "personalização", que caracteriza as características faciais dos olhos capturadas no headset VR, o conjunto de expressões faciais externas adicionais

## Reconstrução Facial em Tempo Real para Emoções em VR

S. Chen et al. [2] desenvolveram um sistema que captura e reconstrói rostos 3D em tempo real enquanto os usuários estão usando headsets de realidade virtual (HMDs). Como parte do rosto é ocultada pelo HMD, o sistema utiliza duas câmeras infravermelhas embutidas nos óculos de VR para capturar imagens dos olhos e uma câmera adicional externa para capturar as expressões faciais. Sensores de postura na cabeça, integrados a um celular, fornecem dados para ajustar a pose. Esse conjunto de informações alimenta um avatar, que reflete com precisão as emoções do usuário, conforme mostrado no Figura 9.

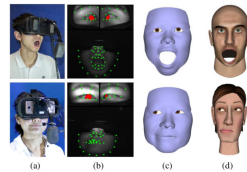


Figure 9: 3D facial expression reconstruction and eye gaze tracking. (a) The picture captured by an extra RGB camera to show the setup. (b) The three captured IR images. (c) The reconstructed 3D face and eye gaze. (d) An avatar driven by the captured 3D face. Adopted from [2, Fig. 3].

## Avatares Expressivos Utilizando Redes Neurais Convolucionais (CNNs)

Hickson et al. [7] propuseram um algoritmo que infere expressões faciais, mesmo quando parte do rosto está oculta pelo HMD, gerando avatares dinâmicos e expressivos em tempo real. Para aumentar a precisão da rede neural convolucional, eles introduziram a "personalização", que ajusta o modelo com base nas características faciais do usuário. Utilizando apenas as imagens dos olhos capturadas por uma câmera infravermelha integrada no headset VR, o sistema é capaz de inferir um subconjunto de expressões faciais, sem a necessidade de câmeras externas adicionais (Figura 10).

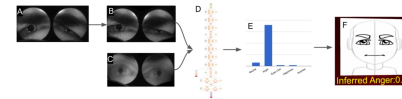


Figure 10: A: Raw eye images from the HMD. B: Rectified eye images. C: The average neutral image for this user session, used for personalization. D: The difference between the rectified headset image and the mean neutral image is the input to a deep neural network. In the non personalization case, the mean neutral image is not subtracted from the rectified image. E: Output takes the form of a distribution over expressions. F: This distribution is used to generate an expressive avatar. Adopted from [7, Fig. 3].



## Reconstrução F

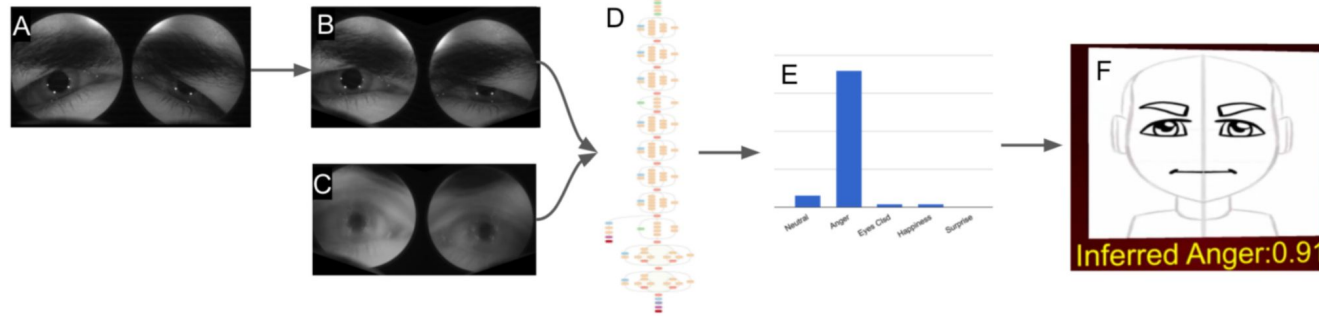


Figure 10: A: Raw eye images from the HMD. B: Rectified eye images. C: The average neutral image for this user session, used for personalization. D: The difference between the rectified headset image and the mean neutral image is the input to a deep neural network. In the non personalization case, the mean neutral image is not subtracted from the rectified image. E: Output takes the form of a distribution over expressions. F: This distribution is used to generate an expressive avatar. Adopted from [7, Fig. 3].

S. Chen et al. [2] reconstrói rosto estão usando h parte do rosto é câmeras infravermelho para capturar as cabeça, integrando a pose. Esse código que reflete com mostrado no Fig

is

re infere osto está e expressivos ede neural ação", que faciais do os capturadas eadset VR, o expressões as adicionais



## 3.4 Acessibilidade e Inclusão



## Treinamento de Atenção Conjunta para Crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA)

J. Liu et al. [12] desenvolveram o jogo de realidade virtual Imagination Drum, utilizando um Humano Virtual Customizável (CVH) como professor virtual. Este jogo foi projetado para treinar a atenção conjunta de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). A pesquisa mostrou que o Imagination Drum aumentou a capacidade de comunicação das crianças, capturou sua atenção, e melhorou seu engajamento em atividades sociais, como aulas de música na escola.

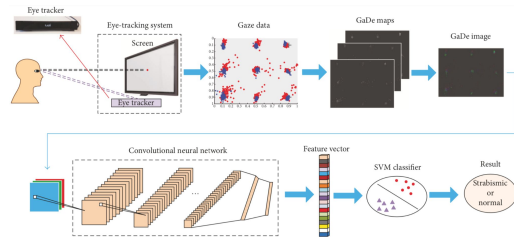


Figure 11: The proposed strabismus recognition framework. Adopted from [3, Fig. 1].

## Reconhecimento de Estrabismo com Eye Tracking

Z. Chen et al. [3] propuseram uma abordagem de reconhecimento de estrabismo utilizando dados de rastreamento ocular e redes neurais convolucionais profundas. Eles converteram os dados brutos de rastreamento ocular em GaDe maps (Mapas de Desvio do Olhar), representando o padrão de desvio ocular e alimentando redes neurais para classificar diferentes tipos de estrabismo. A técnica demonstrou eficiência na identificação de estrabismos recessivos, intermitentes e manifestos, conforme mostrado nas Figuras 11 e 12.

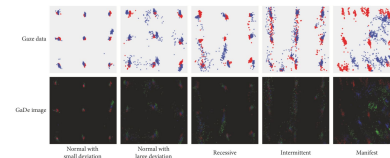


Figure 12: Examples of gaze data and corresponding GaDe images. Red ×: left gaze data. Blue ×: right gaze data. Colors in the second row represent the R, G, and B channels of GaDe images. The first two columns represent normal data with small deviation and large deviation. The third, fourth, and fifth columns represent data of, respectively, recessive strabismus, intermittent strabismus, and manifest strabismus. Adopted from [3, Fig. 4].

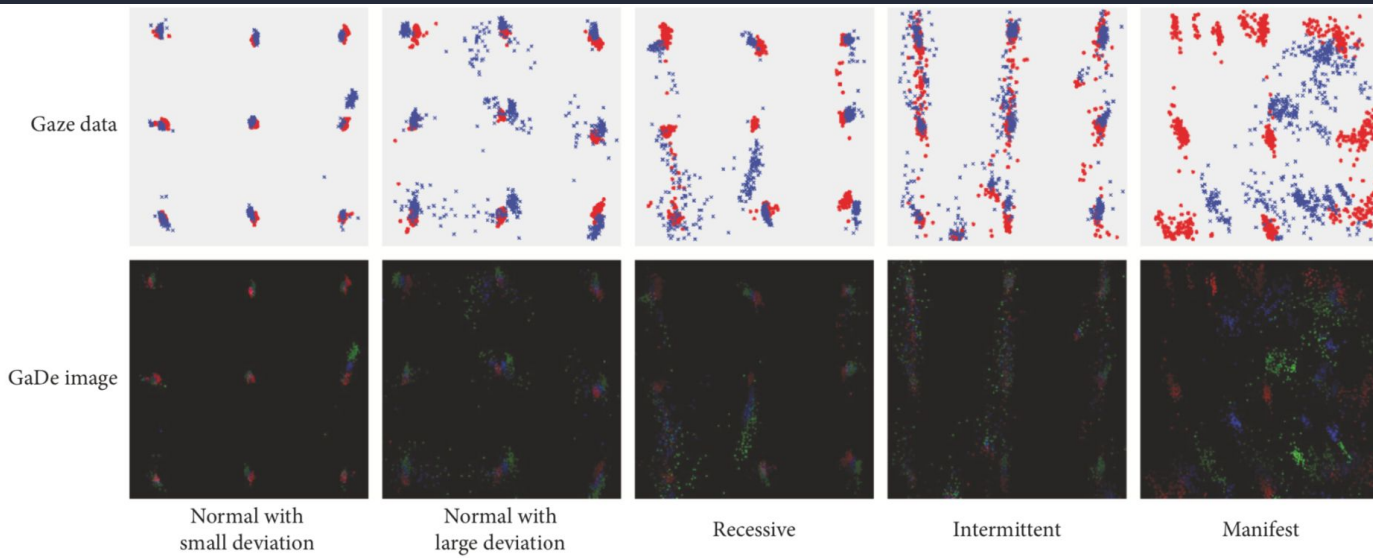


Figure 12: Examples of gaze data and corresponding GaDe images. Red \* : left gaze data. Blue ×: right gaze data. Colors in the second row represent the R, G, and B channels of GaDe images. The first two columns represent normal data with small deviation and large deviation. The third, fourth, and fifth columns represent data of, respectively, recessive strabismus, intermittent strabismus, and manifest strabismus. Adopted from [3, Fig. 4].

# 3.5 Privacidade & 3.6 Eficiência



## Privacidade em Rastreamento Ocular

Steil et al. [17] abordaram preocupações de privacidade relacionadas a câmeras de primeira pessoa usadas em dispositivos de rastreamento ocular. Para mitigar essas preocupações, eles propuseram o sistema PrivacEye, que utiliza uma rede neural profunda pré-treinada para detectar cenas sensíveis. Quando uma cena sensível é detectada, o obturador da câmera é acionado automaticamente, bloqueando a captura de imagens. Figura 13 mostra o funcionamento do PrivacEye.

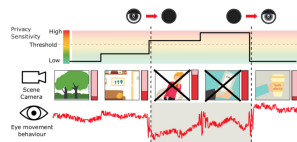


Figure 13: PrivacEye uses a mechanical camera shutter (top) to preserve users' and bystanders' privacy with head-mounted eye trackers. Privacy-sensitive situations are detected by combining deep scene image and eye movement features (middle) while changes in eye movement behaviour alone trigger the reopening of the camera shutter (bottom). Adopted from [17, Fig. 1].

## Eficiência Computacional no Rastreamento Ocular

Katrychuk et al. [9] propuseram uma solução para melhorar a eficiência computacional de sensores de rastreamento ocular em plataformas de realidade aumentada e virtual. Eles utilizaram photosensor oculography (PSOG), que capta reflexos de infravermelho dos olhos. O desafio é que os dispositivos PSOG sofrem com a degradação de desempenho devido ao deslocamento de sensores. A pesquisa aplicou uma solução baseada em aprendizado de máquina para corrigir esse problema, conforme ilustrado na Figura 14.

## Privacidade e

Steil et al. [17] propuseram o uso de uma rede neural para detectar cenários sensíveis à privacidade. Quando detectada, a câmera automaticamente fecha a lente. A Figura 13 ilustra o funcionamento do PrivacEye.

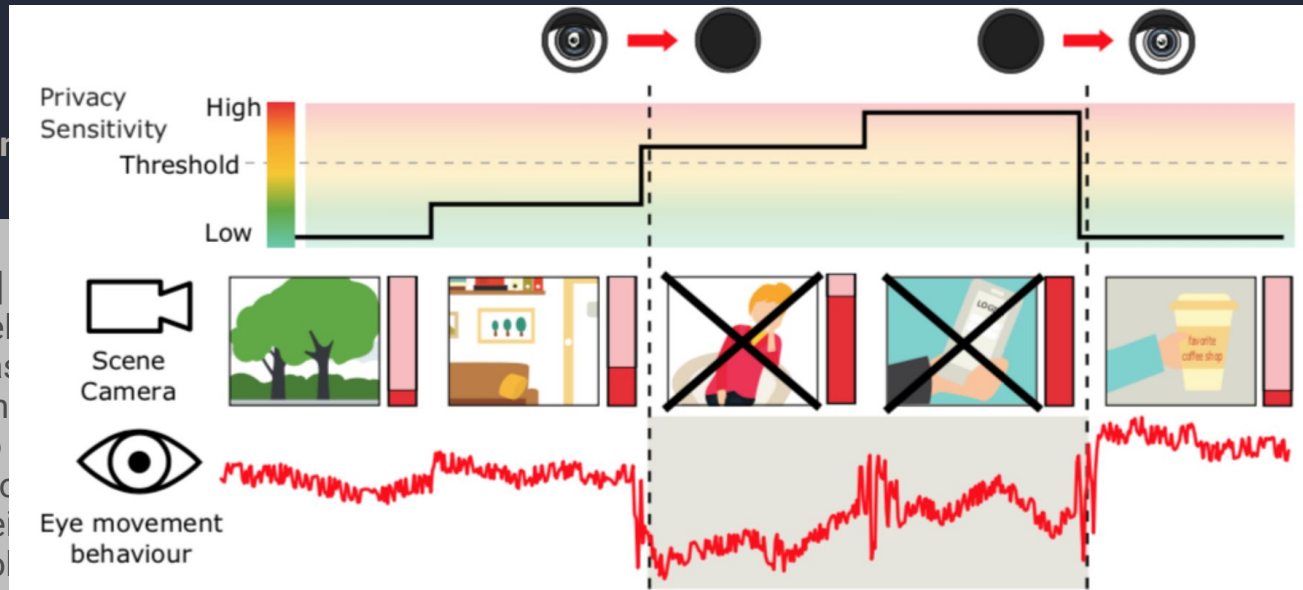


Figure 13: PrivacEye uses a mechanical camera shutter (top) to preserve users' and bystanders' privacy with head-mounted eye trackers. Privacy-sensitive situations are detected by combining deep scene image and eye movement features (middle) while changes in eye movement behaviour alone trigger the reopening of the camera shutter (bottom). Adopted from [17, Fig. 1].

## mento Ocular

olução para  
e sensores de  
de realidade  
notosensor  
os de  
que os  
adação de  
de sensores.  
ada em  
esse  
a 14.

# 4. Conclusão



- Este artigo revisou os avanços recentes em pesquisas de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR), com ênfase em rastreamento ocular, aprendizado profundo e colaboração em ambientes virtuais.
- Avanços Significativos: Há grandes avanços no uso de VR e AR, especialmente no mercado de jogos, com essas tecnologias sendo cada vez mais aplicadas fora de ambientes laboratoriais.
- Potencial Futuro: O progresso em hardware e inteligência artificial (IA) oferece um enorme potencial para a aplicação de VR e AR em uma ampla gama de áreas, com futuras inovações aguardadas à medida que essas tecnologias continuam a evoluir.



# Trabalhos Relacionados



- Moreno-Arjonilla, J., López-Ruiz, A., Jiménez-Pérez, J.R. et al. Eye-tracking on virtual reality: a survey. Virtual Reality 28, 38 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00903-y>
- Zhou, Feng & Duh, Henry & Billinghurst, Mark. (2008). [Trends in Augmented Reality Tracking. Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR](#). 2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality. 2. 193-202. 10.1109/ISMAR.2008.4637362.
- Abdullah M. Al-Ansi, Mohammed Jabooob, Askar Garad, Ahmed Al-Ansi, Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education, Social Sciences & Humanities Open, Volume 8, Issue 1, 2023, 100532, ISSN 2590-2911, <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>.
- Adhanom IB, MacNeilage P, Folmer E. [Eye Tracking in Virtual Reality: a Broad Review of Applications and Challenges](#). Virtual Real. 2023 Jun;27(2):1481-1505. doi: 10.1007/s10055-022-00738-z. Epub 2023 Jan 18. PMID: 37621305; PMCID: PMC10449001.
- Lamb Maurice , Brundin Malin , Perez Luque Estela , Billing Erik. Eye-Tracking Beyond Peripersonal Space in Virtual Reality: Validation and Best Practices. Frontiers in Virtual Reality. 3. 2022. <https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2022.864653>. 10.3389/frvir.2022.864653. 2673-4192

# Eye Tracking Research in Virtual Reality

by LEAD-ME COST Action

- Moreno-Arjona, J. L. Eye-tracking in Virtual Reality (2024). [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7777-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7777-7_10)

- Zhou, Feng, et al. Eye Tracking in Virtual Reality: A Review of Ten Years of Research. In: Proceedings of the 2013 ACM Symposium on Eye Tracking Research and Applications, 2013, pp. 101-108. <https://doi.org/10.1109/ISIRI.2013.6646532>

- Abdullah M. Al-Ansi, Ana M. Al-Ansi, et al. Recent developments in eye tracking research in Open, Volunteered, and Virtual Reality. In: Proceedings of the 2023 ACM Symposium on Eye Tracking Research and Applications, 2023, pp. 1005-1012. <https://doi.org/10.1109/ISIRI.2023.1005322>



[Eye Tracking in Virtual Reality: Applications and Challenges](#) (2023). [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7777-7\\_10](#) (2):1481-1505. Published 2023 Jan 1. 1449001.

Luque Estela ,  
Personal Space  
Practices.

[virtual-reality/ar](#)

[10.3389/fnir.2022.864653](#). 2673-4192

Dúvidas?  
Obrigado :)

