

ReAção: Experimentos artísticos explorando a computação afetiva

Elton Cardoso do Nascimento¹, Artemis Moroni²

¹Instituto de Computação (IC)
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) - Campinas – SP – Brazil

²Divisão de Sistemas Ciberfísicos (DISCF)
CTI/MCTI Renato Archer - Campinas – SP – Brazil

elton.nascimento@students.ic.unicamp.br, artemis.moroni@cti.gov.br

Abstract. *Advances in artificial intelligence not only accelerate and democratize creative creation processes, but also open up a new range of opportunities, such as the use of affective computing. In this context, this text reviews previous works involving emotion detection, as well as developments carried out in the construction of interactive applications that use affective computing in some way. It also presents at the end a proposal for a detection interface and applications to explore and foster other works that interact with the emotional state of the user.*

Resumo. *Avanços na inteligência artificial não apenas aceleram e democratizam processos de criação criativa, mas também possibilitam um novo leque de oportunidades, como o uso de computação afetiva. Nesse contexto, este texto revisa trabalhos prévios envolvendo detecção de emoções, assim como desenvolvimentos realizados na construção de aplicações interativas que utilizam de alguma forma computação afetiva. Ele também apresenta ao fim uma proposta de interface de detecção e aplicações para explorar e fomentar outros trabalhos que interagem com o estado emocional do usuário.*

1. Introdução

O uso da tecnologia no contexto das artes digitais foi muito além do que poderíamos imaginar. É possível verificar os efeitos diretos que os ambientes digitais têm na expressão artística e estética, possibilitando novas experiências perceptivas. Imersão e estímulo são características da experiência artística, porém, com o advento dos ambientes interativos, surgiu um novo tipo de envolvimento. Na arte interativa baseada em computador, a atividade se dá por meio do contato entre pessoas e artefatos; o usuário (ou público) e a máquina, juntos, formam uma relação capaz de produzir um resultado artístico único a cada encontro [1], [2]. Com os recentes avanços na área de Inteligência Artificial, a área de computação afetiva também apresenta desenvolvimentos ao utilizar tais técnicas e, com isto, surgem experimentos e propostas na área de arte computacional no uso de detecção de emoção para criar aplicações que interagem com o espectador de diferentes formas. Tipicamente, tais desenvolvimentos

se dividem em dois grupos principais, o primeiro envolvendo a detecção e interpretação do estado emocional de indivíduos; enquanto o segundo lida com o uso destes detectores em aplicações, especialmente as interativas. Além de apresentar trabalhos destas duas naturezas, detecção e aplicação, iremos também apresentar e propor aplicações para fomentar e explorar a utilização de computação afetiva na arte computacional.

Esse artigo se organiza da seguinte forma: a seção 2 apresenta trabalhos envolvendo a primeira parte de detecção de emoções, enquanto a seção 3 apresenta trabalhos na segunda parte do processo. A seção 4 apresenta os desenvolvimentos propostos, seguida pela conclusão na seção 5, agradecimentos na seção 6 e referências bibliográficas na sétima seção.

2. Representação e detecção de emoções

Esta seção apresenta conceitos e trabalhos associados à primeira parte do processo de uso de emoções em aplicações: a representação, detecção e anotação. Antes de iniciar este processo, é interessante entender os processos cognitivos envolvidos na experiência emocional de um indivíduo: a avaliação (appraisal) e o enfrentamento (coping). A avaliação está associada com a interpretação do indivíduo do ambiente e eventos, sendo a causadora da emoção; enquanto que o enfrentamento se refere à resposta do indivíduo aos significados avaliado [3].

Uma vez que a pessoa sinta uma emoção, alguns trabalhos buscam formas de representar este estado emocional ou, ao menos, de representar o estado emocional visível. Três destes modelos são apresentados em [4], iniciando pelo modelo categórico, possivelmente o mais utilizado, sendo este um modelo com representação e uso simplificado que divide as emoções em classes discretas como alegria, tristeza, medo, raiva, neutro. O modelo dimensional, ao contrário, retrata as emoções em dimensões contínuas, como valência (agradável – desagradável), ativação/excitação (probabilidade da pessoa realizar uma ação dado o estado emocional) e controle/dominância (senso de controle sobre a emoção). Este é um modelo que teoricamente permite uma representação de um conjunto maior de estados emocionais, mas também é mais difícil de ser interpretado e utilizado. O círculo circunflexo é uma tentativa de interpretar as dimensões valência-excitação (Figura 1).

Um meio termo dos dois anteriores, o modelo de componentes descreve as emoções em uma hierarquia de emoções discretas, com emoções complexas podendo ser combinações de emoções mais simples. Por fim, o modelo OCC (Ortony, Clore and Collins) [5] se volta para o processo de avaliação, representando as emoções como resposta à consequência de um evento, à ação de um agente, ao aspecto de um objeto ou a combinações dos anteriores [6]. Um exemplo seria classificar medo como uma emoção negativa em relação a uma consequência provável de um evento; e esperança a correspondente positiva.

Para cada modelo de representação escolhido existem diferentes propostas para realizar a detecção de fato do estado emocional, variando em tipo de dado e técnica. Alguns tipos de dados incluem dados fisiológicos (ex. batimento cardíaco), imagem da face, gestos corporais (de metade do corpo ou inteiro) e voz [4]. No contexto de

aplicações interativas, além da necessidade de se utilizar técnicas rápidas (realtime) e não invasivas como questionários, elementos de interação (variáveis do mouse, teclado, internas de um jogo) e imagens são preferíveis [3]. Um exemplo de detector facial é a rede neural emonet [7], criada visando o uso em contextos naturais não controlados e que detecta emoções na representação categórica e dimensional. Pela sua estrutura, detectar emoções representadas pelo modelo OCC é mais complexo e menos explorado.

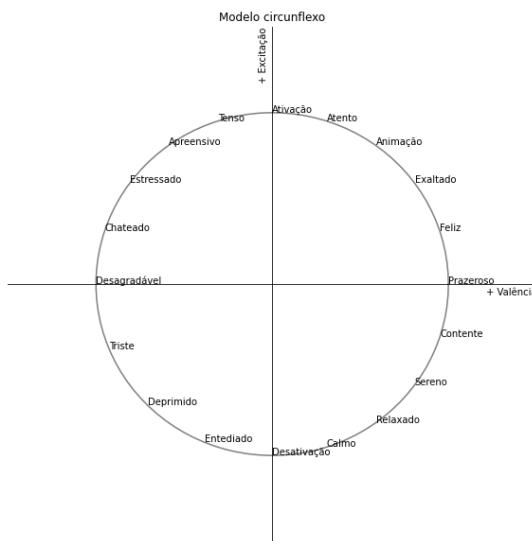


Figura 1: Modelo circunflexo

Além da detecção, alguns trabalhos realizam processos de anotação dos dados, principalmente no caso de experimentos na área da saúde. Há propostas de anotação automatizada como a anotação de reações relacionadas a eventos com tempo de início e fim registrados, procurando elementos de destaque na emoção detectada. Por exemplo, na detecção de reações fáscicas, que possuem resposta rápida e curta, informando sobre a alteração de um estímulo; e reações tônicas, com resposta lenta e longa, informando sobre a presença e força de um estímulo [9]. Em dados dimensionais, reações fáscicas podem ser interpretadas como picos e vales [8], enquanto reações tônicas são o resultado da integral dos dados [10]. A verificação de reações pode gerar informações mais simples de serem interpretadas e utilizadas.

3. Detecção de emoções em aplicações

Uma vez ocorrida a detecção de emoção, vem o seu uso de fato em aplicações, que difere em um conjunto de formas e objetivos diferentes. Desde a criação de engajamento, empoderamento e gerador de questionamentos, apresentaremos algumas formas em que emoções foram utilizadas, seja em sua detecção ou estímulo.

Em aplicações envolvendo narrativas de forma online existem duas abordagens utilizadas: a criação de modelos de emoções para personagens, e a geração de narrativas baseadas na emoção do usuário [3]. Focando na segunda abordagem, um exemplo seria o sistema PACE [11], que rastreia o estado emocional do indivíduo e adapta a narrativa com foco a atingir a “curva emocional objetivo” pretendida pelo autor, ou seja, tenta aproximar a emoção do usuário em cada instante de tempo para a pretendida pelo autor.

segundo a curva autoral. A narrativa é descrita como um processo de decisão de Markov, em que cada estado é um trecho narrativo, e as transições são realizadas por decisões do jogador e manipulações do sistema. Uma aplicação é proposta utilizando o sistema, porém sem testes com usuários. Além disso, muitos dados autorais são necessários para seu funcionamento.

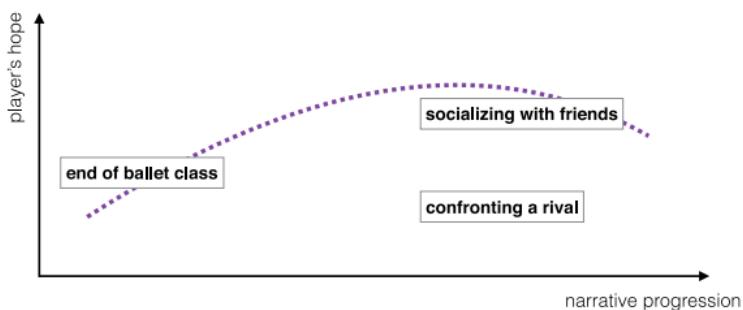


Figura 2: Exemplo de curva emocional objetivo (em roxo), onde o autor definiu o nível da emoção "esperança" para cada etapa da narrativa [11].

Um conceito similar a “curva emocional objetivo” seria a de “arcos emocionais”. Em [12] os autores apresentam uma análise de filmes, construindo uma base de dados com filmes, músicas e curtas-metragens, e verificando relações entre as curvas de valência detectadas em cada obra. Observe que aqui a análise de emoções se encontra na obra, não no indivíduo. Essas curvas são agrupadas em arcos emocionais, famílias de obras com valências similares, e um preditor do engajamento de cada obra a partir da família à qual pertence é construído, embora a definição de “engajamento” utilizada como a quantidade de interações em plataformas de streaming possa sofrer influências externas. Isso abre a possibilidade de “projetar” obras audiovisuais em que, *offline*, se maximiza o engajamento.

Em um experimento semelhante, porém com usuários, [10] realiza uma análise detalhada de reações anotadas a partir das curvas de valência e excitação, e mostra como a reação pode variar de indivíduo para indivíduo, assim como fatores relevantes para a análise, como considerar tanto os estímulos visuais como os sonoros na obra. Estes trabalhos, junto de sistemas que se adaptam ao usuário como o PACE [11], abrem a possibilidade de criar narrativas que tentam maximizar, de forma tanto offline quanto online, o engajamento do espectador enquanto experimenta a obra.

A capacidade de observar de forma objetiva a emoção do usuário abre ainda mais possibilidades para os autores de uma narrativa, não apenas no nível de engajamento. Como mostrado pelos desenvolvedores do jogo de terror “Until Dawn”, analisar a reação de jogadores durante o desenvolvimento pode ser parte de um processo iterativo para aumentar a qualidade da obra, garantindo uma maior consistência na experiência [13], mas é importante ressaltar que não existem publicações formais descrevendo o processo e sua eficácia.

Assim como narrativas podem ser construídas para evocar certas emoções, imagens também podem realizar este papel. Experimentos com usuários indicam que aspectos das cores como o brilho, value, chroma, lightness, e o tamanho de regiões de

saliência (áreas de atenção) são capazes de influenciar a valência e dominância evocada pela imagem, enquanto a quantidade de matizes na imagem influencia a valência e excitação (Figura 3) [14]. Porém, um outro projeto envolvendo o treino de uma GAN (Generative Adversarial Network) com imagens com hashtags “sad” e “happy” do Instagram indica que apenas os aspectos relacionados às cores não são suficientes para provocar as emoções desejadas, sendo necessário considerar também seu conteúdo [15].

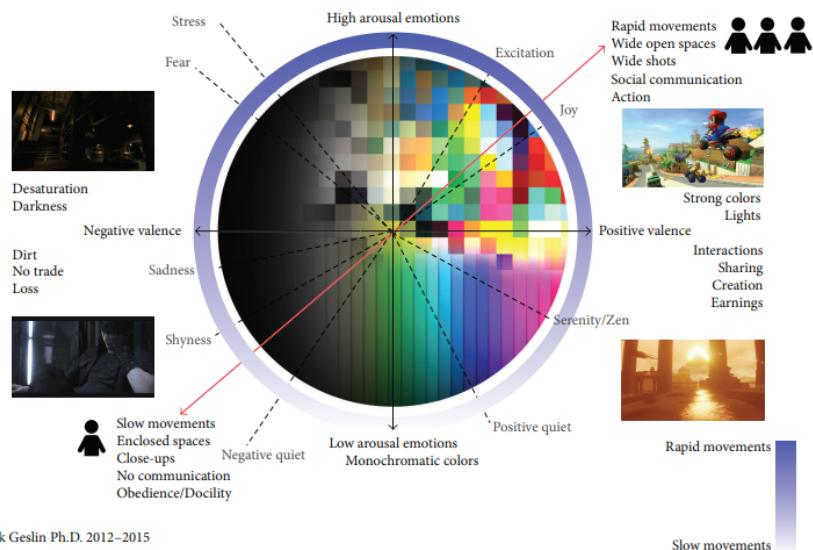


Figura 3: Modelo circunflexo para indução de emoções em videogames. Reproduzido de [14].

Instalações interativas também exploram o estímulo e a detecção de emoções dos participantes. RIOT AI [16] é uma instalação interativa onde um televisor e som 3D colocam o indivíduo em uma situação de tumulto, com intervenção policial. A emoção detectada no usuário, medo, raiva, calma, conduz a narrativa para uma direção diferente. Com objetivo de empoderar o espectador, criando uma mídia que o reflete e tornando-o consciente sobre suas emoções, treina-o para entender como elas afetam o seu redor e altera a forma como lida com essas situações. Embora não mostre formalmente os resultados obtidos, o resultado esperado é semelhante ao conceito de emotion-regulation [18], o ato de auto-regular as próprias emoções, de forma consciente ou não, em que perceber as próprias emoções é parte chave do processo para treinar esta habilidade (emotion-regulation). A interação resulta num processo de condicionamento instrumental, onde um comportamento é penalizado ou recompensado a partir de sua decisão. Emotion-regulation pode de fato melhorar a tomada de decisões de um indivíduo, embora ainda seja preciso maiores comprovações.

Por fim, um outro exemplo de instalação, “Don’t Worry, Be Happy” [17] também caminha em um sentido similar, onde o artista é colocado em uma simulação de cadeira elétrica, com eletrodos sendo ativados caso uma câmera detecte nele qualquer emoção que não seja “feliz”, forçando-o a ficar constantemente sorrindo. Numa avaliação ao uso não crítico de inteligências artificiais no sistema jurídico, esta instalação visa mostrar como o uso destes detectores pode motivar discussões político-

sociais, e também indica seus limites.

4. Proposta de aplicação

Com objetivo de explorar o uso de detectores de emoção em aplicações artísticas, bem como identificar quais podem ser estas aplicações, propomos criar uma interface com simples uso de detecção de emoções, e criar uma aplicação utilizando a game engine Unity e esta interface (Figura 4). O código do projeto em desenvolvimento pode ser obtido em <https://github.com/EltonCN/ProjetoReAcao>.

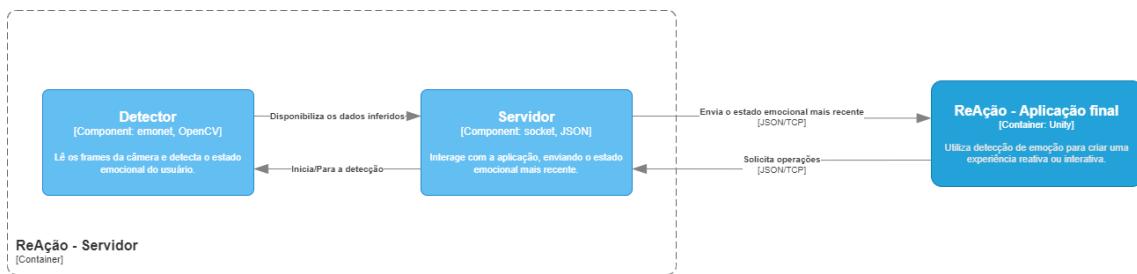


Figura 4: Diagrama de componentes da aplicação proposta

A interface já construída utiliza mensagens JSON enviadas através de protocolo de rede para compatibilidade com outras aplicações finais, permitindo seu uso tanto para obter diretamente a emoção detectada, quanto reações anotadas. Pela necessidade de se utilizar uma técnica rápida e não invasiva, decidiu-se pelo uso de detectores pela imagem de uma câmera, utilizando o modelo emonet [7]. A interface atualmente disponibiliza a emoção instantânea do usuário e a média dos dados em uma janela de tempo.

A aplicação proposta é um conjunto de experimentos utilizando a game engine Unity. O primeiro experimento, Cores, utiliza as relações entre propriedades de cores e emoções encontradas por [14], mostrando um quadro de cores que refletem o estado emocional detectado¹ (Figura 5, Figura 6). Ainda são necessários testes para verificar a eficácia do experimento proposto.

¹ Um vídeo mostrando o experimento está disponível em https://www.youtube.com/watch?v=mNwTotTj_ZM



Figura 5: Captura de tela do experimento Cores – Alta valência.

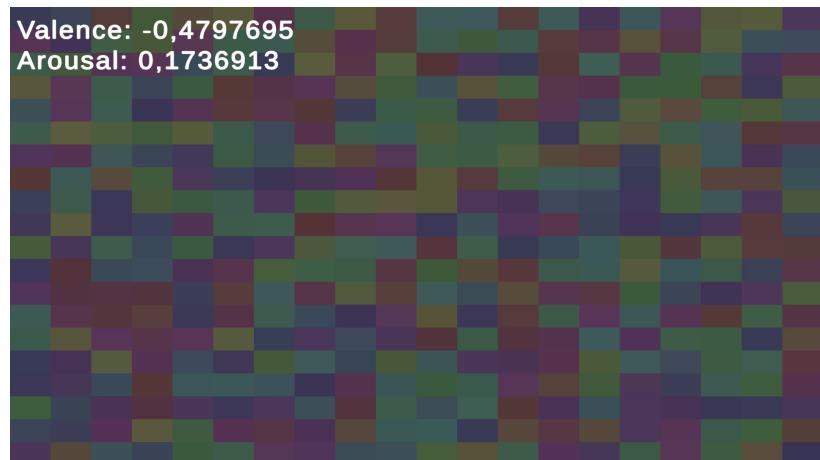


Figura 6: Captura de tela do experimento Cores – Baixa valência.

Já o segundo experimento, Interrogatório, ainda em construção, é inspirado pela discussão de [17] e interatividade de [16], em que o espectador será colocado no lugar de um suspeito em um interrogatório. Imagens de “evidências” serão exibidas, mas com elementos do conteúdo e cores que se opõem a seu significado dentro do contexto. A reação do espectador será utilizada para incriminá-lo ou não, e direcionará a narrativa (Figura 7). Uma versão alternativa em que o estado emocional detectado é mostrado na tela, assim como um indicador de incriminação do jogador, também será desenvolvida, tentando verificar se existem diferenças no seu comportamento, indicando uma melhor regulação de emoção.

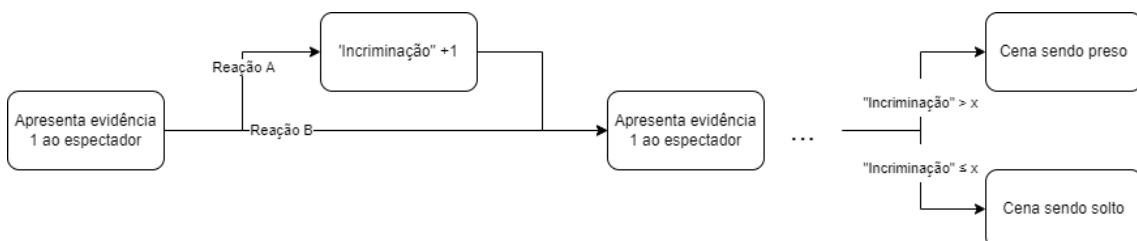


Figura 7: Fluxograma da narrativa proposta para "Interrogatório".

5. Conclusão

O processo de uso de detecção de emoção em aplicações interativas pode ser visto como um processo em duas etapas: a primeira realizando a detecção de fato do estado emocional do usuário, que se inicia pela escolha de um modelo de representação deste estado, como o categórico ou dimensional; seguida pela detecção, utilizando diferentes técnicas e dados coletados; e sendo finalizada, em alguns casos, pela anotação dos dados gerados.

A segunda etapa se trata da criação da aplicação para utilizar esses detectores com desenvolvimentos existentes na área de narrativas de forma online, durante a interação do usuário, ou offline, no design da aplicação. Na área visual, cores e conteúdo são fatores relevantes para entender a reação emocional do visualizador. Por fim, instalações também podem utilizar a computação afetiva, promovendo discussões sociopolíticas através dela e empoderando o indivíduo.

Com a interface de detecção desenvolvida, pretende-se conseguir aproximar artistas do uso de computação afetiva em suas aplicações. Seu desenvolvimento ainda pode ser aprimorado, incluindo outros modos de detecção, como a anotação de reações a eventos específicos. Pensar e validar diferentes formas de utilizar a computação afetiva ainda é um problema com potencial artístico e criativo a ser amplamente explorado.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio ao projeto pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, assim como ao DISCF/CTI pela oportunidade de realizar este projeto.

7. Referências

- [1] M. Jeon, R. Fiebrink, E. Edmonds, D. Herath, (2019). From rituals to magic: Interactive art and HCI of the past, present, and future. *International Journal of Human-Computer Studies*, 131, 108–119. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.06.005>
- [2] A. Moroni, C. G. Dezotti, J. Manzolli, RABISCO: An artistic creative environment using movement as a form of self-expression In: XXIII Generative Art Conference - GA2020, 2020, Roma. *Proceedings of XXIII Generative Art Conference*. Rome: Domus Argenia Publisher, 2020. p.69 – 73.
- [3] H. Zhao, “Emotion in Interactive Storytelling”, p. 7.
- [4] F. Noroozi, C. A. Corneanu, D. Kamińska, T. Sapiński, S. Escalera, e G.

- Anbarjafari, “Survey on Emotional Body Gesture Recognition”, arXiv:1801.07481 [cs], jan. 2018, Acessado: 26 de dezembro de 2020. [Online]. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1801.07481>
- [5] A Ortony, G. L. Clore, A Collins, *The cognitive structure of emoticons* Cambridge University Press, 1988.
- [6] B. Steunebrink, M. Dastani, J.-J. Ch, e J. Meyer, “The OCC model revisited”, jan. 2009.
- [7] A. Toisoul, J. Kossaifi, A. Bulat, G. Tzimiropoulos, e M. Pantic, “Estimation of continuous valence and arousal levels from faces in naturalistic conditions”, *Nat Mach Intell*, vol. 3, nº 1, Art. nº 1, jan. 2021, doi: 10.1038/s42256-020-00280-0.
- [8] H. Zhao, “Emotion in Interactive Storytelling”, p. 7.
- [9] M. D. Binder, N. Hirokawa, e U. Windhorst, Orgs., “Adaptation of Sensory Receptors”, em *Encyclopedia of Neuroscience*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, p. 54–54. doi: 10.1007/978-3-540-29678-2_86.
- [10] Do Nascimento, E. C. do and Moroni, A., 2021. Análise automática de reações emocionais aplicada a narrativas audiovisuais. Em: XXIII Jornada de Iniciação Científica do CTI Renato Archer. [online] Campinas. Disponível em: <<https://www1.cti.gov.br/pt-br/jicc-2021-publicacoes>> [Acessado em 18 Agosto 2022].
- [11] S. P. Hernandez, V. Bulitko, e E. S. Hilaire, “Emotion-Based Interactive Storytelling with Artificial Intelligence”, p. 7.
- [12] E. Chu e D. Roy, “Audio-Visual Sentiment Analysis for Learning Emotional Arcs in Movies”. arXiv, 7 de dezembro de 2017. Acessado: 18 de agosto de 2022. [Online]. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1712.02896>
- [13] Supermassive Games, 2015. The Science of Fear. [vídeo] Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=C-Y1ZP3kPX0>> [Acessado 18 Agosto 2022].
- [14] E. Geslin, L. Jégou, e D. Beaudoin, “How Color Properties Can Be Used to Elicit Emotions in Video Games”, *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2016, p. e5182768, jan. 2016, doi: 10.1155/2016/5182768.
- [15] Foka, A., 2022. Forging emotions. A deep learning experiment on emotions and art. In: 27th International Symposium on Electronic Art. [online] Disponível em: <<https://isea2022.isea-international.org/event/full-papers-forging-emotions-a-deep-learning-experiment-on-emotions-and-art/>> [Acessado em 18 Agosto 2022].
- [16] Karen Palmer. 2018. Riot AI. Artwork.
- [17] Meshi, A. and Forbes, A., 2021. “Don’t Worry, Be Happy”: Resisting an AI Emotion Recognition System With a Smile. 10th International Conference on Digital and Interactive Arts,.
- [18] Jerčić, P. and Sundstedt, V., 2019. Practicing emotion-regulation through biofeedback on the decision-making performance in the context of serious games: A systematic review. *Entertainment Computing*, 29, pp.75-86.