

RECONHECIMENTO DE EMOÇÕES EM TEMPO REAL

Um estudo sobre estados emocionais e uma nova abordagem para o aprimoramento de jogos eletrônicos.

Andrew Gonzales Florianoⁱ Bernardo Cortizo de Aguiar Augusto Bulow Fernando Marson

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Brasil

RESUMO

Essa Tese propõe um aprimoramento no desenvolvimento de jogos digitais que busca usar as emoções do jogador como variável, para isso, foi desenvolvido um software que classifica as expressões faciais do jogador, categoria em diversas emoções e permite que o desenvolvedor tenha a possibilidade de propositalmente estimular gatilhos emocionais no jogador.

Palavras-chaves: *emoções, psicologia, design emocional, computação afetiva, IHC, estado emocional.*

1 INTRODUÇÃO

Um Sistema de desenvolvimento é crucial para qualquer instituição, normalmente as instituições necessitam de softwares fáceis de serem usados e que tenham aceitação por parte dos usuários.

Essa inevitabilidade de tecnologia qualificada e de boa facilidade de utilização torna a interação do usuário com a máquina parte fundamental da construção de um sistema de alto desempenho.

“Para contribuir nesse processo de avaliação de usabilidade de determinado sistema, temos a chamada Computação Afetiva que visa tentar fazer com que a emoção, existente na comunicação entre pessoas, esteja presente também durante a interação entre homem e computador.” [Picard, 1997].

Com isso, podemos induzir e compreender através do estado emocional de uma pessoa, qual o tipo de manifestação (boa ou ruim) este terá ao usar determinado software.

As emoções de nós seres humanos, está diretamente associada a um determinado padrão de expressões motoras. Com isso claro, as expressões motoras estão relacionadas com as expressões faciais, gestos corpóreos e características do discursos da fala como por exemplo, velocidade e a intensidade, a melodia e o som.

Isso são aspectos emocionais que utilizam medidas que não sejam verbais, em geral, avaliamos por indicadores de desempenho tais como o tempo necessário para completar uma tarefa, a o momento de chegar a um objetivo, número de erros, etc..

Para a validação, foram feitos testes com diversas pessoas, jogadores experientes, desenvolvedores de jogos digitais e jogadores casuais para uma análise emocional detalhada durante um *gameplay* específico proposto.

Os resultados experimentais mostraram que é possível analisar as emoções do usuário com um alto índice de acurácia para aprimorar a experiência de *gameplay* e a qualidade do desenvolvimento de um jogo eletrônico.

2 OBJETIVO

Essa Tese tem como objetivo é provar que é possível criar uma abordagem que auxilie a captura, análise e classificação de respostas emocionais dos usuários em tempo real com o intuito de ajudar principalmente desenvolvedores de jogos digitais, a explorar essas respostas emocionais durante a implementação de um jogo.

Permitindo assim, que jogos eletrônicos possam ser explorados a partir de tal informação, ampliando a imersão que um jogo eletrônico pode proporcionar para o jogador e levando a interação humano computador a um novo jeito de ser abordada.

A metodologia mais holística para avaliação das emoções em tempo real, se fundamentando nas pesquisas atuais principalmente na área de IHC e computação emocional, é fazer o uso de periféricos para a captura da variável desejada, nesse caso, as expressões faciais que são capturadas através da webcam.

Para analisar a captura das emoções e entender o melhor processo de classificação da experiência emocional dos usuários, esse projeto adotou o experimento explanatório de maneira interativa como método de pesquisa.

Para tanto, foi desenvolvido um programa de computador que será chamado de Classificador.

Esse *software* faz a captura da expressão facial do usuário e categoriza essas expressões em sete tipos de emoções.

- Raiva (*Angry*)
- Nojo (*Disgust*)
- Medo (*Scared*)
- Feliz (*Happy*)
- Triste (*Sad*)
- Surpresa (*Surprised*)
- Neutro (*Neutral*)

Essas emoções foram escolhidas pois são as sete emoções universais que todo ser humano apresenta mesmo que involuntariamente pelas expressões faciais, segundo estudos ¹ do psicólogo americano Paul Ekman.

3 EMOÇÕES E EXPRESSÕES FACIAIS

Expressões faciais podem fornecer informações sobre a resposta emocional e exercem um papel imprescindível na interação dos indivíduos naturalmente e como forma de comunicação não verbal, podem complementar a comunicação verbal, ou até mesmo transmitir uma mensagem completa por si só exclusivamente.

Além disso, podem contribuir mais para o efeito da mensagem falada do que o tom, acentuação ou a própria mensagem.

A cada instante, mesmo sem perceber ou notar, nossa face sem querer revela nossas emoções e sentimentos, explanando aquilo que muitas vezes, está acontecendo dentro da nossa cabeça.

A expressão facial não tem essa exclusividade, nosso corpo muitas vezes demonstra os nossos sentimentos, incluindo a voz, postura, olhar. Porém, essa pesquisa busca enfatizar e centralizar a captura das emoções através exclusivamente das expressões faciais.

Mais detalhes sobre cada micro expressão facial será detalhada com o intuito de exemplificar e categorizar cada micro expressão para o leitor, facilitando o entendimento dos métodos usados para a categorização individual dessas micro expressões em sentimentos.

Abaixo estão listadas em mais detalhes, as emoções ² que foram trabalhadas no desenvolvimento desse projeto.

- **Raiva(*sad*).** A expressão da raiva é concentrada, em suma maioria, na parte de cima do rosto, onde abaixamos e juntamos a sobrancelhas, franzindo a testa e o nariz. É normal apertar e tencionar a boca, separando

ligeiramente os lábios e apertando os dentes, forçando o maxilar.

- **Desprezo(*Disgust*).** Na expressão do desprezo, a parte superior do rosto pode apresentar diferentes expressões dependendo de pessoa para pessoa. O principal detalhe para identificá-lo está na parte de baixo do rosto, já que é extremamente comum, involuntariamente mostrar uma expressão muito particular que consiste em elevar um lado da boca, formando um meio sorriso muito específico e caricato.
- **Medo(*Scared*).** Essa expressão muito estudada, caracteriza-se pelas sobrancelhas levantadas e os olhos abertos, o corpo humano faz isso instintivamente para poder visualizar tudo o que podemos ver no nosso campo de visão, já que estamos percebendo perigo na determinada situação. A tensão das extremidades do rosto são característicos dessa expressão facial.
- **Alegria(*Happy*).** Essa expressão é caracterizada em mostrar os olhos bem abertos e com rugas(ondulações) em seus extremos exteriores e pálpebras inferiores. Em uma pessoa que supostamente fingiu alegria ou que estaria sorrindo de uma maneira irônica, estas rugas não seriam formadas. O sorriso em compensação, vem junto com a abertura da boca mostrando os dentes.
- **Tristeza(*Sad*).** Esta expressão é extremamente complicada de fingir. Tem como uma das características em sua maioria por sobrancelhas baixas que se juntam levemente e ao mesmo tempo a boca fica deslocada para baixo e geralmente fechada. O maxilar fica relaxado e a cabeça geralmente inclina para baixo.
- **Surpresa(*Surprised*).** A expressão da surpresa ou espanto é geralmente diferenciada e exemplificada pelas sobrancelhas bem erguidas e olhos também, bem abertos. Na parte de baixo do rosto, o queixo estará mais relaxada e a boca levemente aberta.

¹ <https://www.paulekman.com/resources/universal-facial-expressions/>

² As descrições das emoções foram retiradas de:
<https://amenteemaravilhosa.com.br/7-micro-expressoes-nos-entregam/>

4 COMPUTAÇÃO AFETIVA

“Dotar a máquina de emoções humanas é um dos desafios da Computação Afetiva;” [Picard, 1997]

Picard também define a Computação Afetiva como “Computação que está relacionada com, que surge de ou deliberadamente influencia emoções”.

Esta área de estudo se divide em duas concepções, uma estuda a composição das emoções em computadores, quando se deseja inserir emoções humanas em computadores.

E a outra investiga reconhecer as emoções humanas ou expressar emoções por computadores na interação entre homem e máquina.

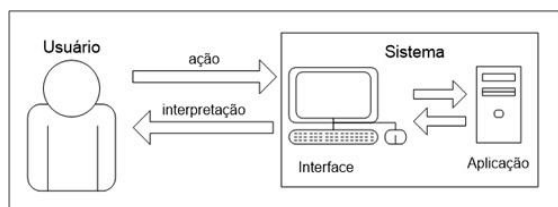
Dentro da segunda concepção, a minha Tese usará de uma ferramenta que sairá da trivial observação do usuário para métricas e variáveis de caráter emocional com intuito de unir o relacionamento entre homem e máquina a então ser usada na avaliação desses sistemas.

5 INTERAÇÃO HOMEM COMPUTADOR

Interação Homem-Computador (IHC) é uma área multidisciplinar que envolve ciência da computação, psicologia, artes entre outras.

“Posicionada como subárea da Ciência da Computação, pode ser definida como avaliação de sistemas interativos no contexto das atividades do usuário.” [Pimenta 2006].

Conforme a evolução da tecnologia, algumas formas de interação foram mudando os paradigmas e inovando ao passar do tempo.



“Figura 11 – Processo de IHC”

Ainda no intuito de compreender e distinguir interação e interfaces, Prates & Barbosa (2003) consideram como interação o processo de comunicação no qual o usuário interage com a interface, percebe e interpreta as mensagens do sistema resultados da interação e avalia seus objetivos; e interface como o sistema de comunicação utilizado no processo de interação, podendo ser uma ferramenta ou um meio que fornece instrumentos ou possibilita a interação usuário-sistema.

Neste caso podemos destacar o uso da câmera do computador como a principal forma de interação entre o usuário e o software.

A Microsoft por exemplo, modificou a forma como muitos usuários de jogos eletrônicos utilizam a forma de interação com o computador com o uso do Kinect.

O webcam possui um grande potencial e nesse estudo é usado com na interação direta com o computador indo além do campo para o qual foi criado.

6 APLICAÇÃO E ABORDAGEM

A captura das expressões faciais é feita através da webcam, não havendo a necessidade de possuir nenhum outro acessório para ser feita a captura das expressões.

Enquanto o usuário executa o *gameplay*, o Classificador roda em paralelo fazendo a captura dessas expressões faciais e categorizando nas emoções mais precisas.

Com isso, essas informações são classificadas com o uso do database FER[Challenges in Representation Learning: Facial Expression Recognition Challenge, 2013], que será apresentado no capítulo 7. O nível de acurácia nos mais de 28 mil exemplos desse banco de dados supera os 70%³.

Foi desenvolvida uma forma de avaliação baseada na identificação dos estados emocionais do usuários que tem como objetivo permitir uma análise mais documentada e estudada sobre a capacidade de personalização que um jogo digital pode ter, obtendo acesso a esse tipo de informação.

Outro tipo de uso e abordagem possibilita o desenvolvedor a criar um determinado cenário para gerar um sentimento específico no usuário durante o *gameplay* ou até mesmo moldar o *gameplay* de acordo com nível de complexidade desejado, evitando assim, que o jogador fique frustrado ou desanimado durante o *gameplay* e isso muitas vezes, pode afetar no impacto que o desenvolvedor gostaria de alcançar com o jogo.

Essa forma de avaliação também poderá ser usada durante a fase de balanceamento e *playtests* durante a implementação, auxiliando os desenvolvedores a aprimorar a qualidade do balanceamento, melhorando a experiência de *gameplay*.

O *software* desenvolvido durante essa pesquisa poderá ser usado em *playtests* pelos desenvolvedores durante o desenvolvimento de um jogo digital.

Todos os processos do desenvolvimento dessa abordagem, junto com os passos da criação do *software* que foi usado para mensurar os resultados dessa pesquisa são explicados em mais detalhes nos seguintes capítulos.

³ <https://www.kaggle.com/c/challenges-in-representation-learning-facial-expression-recognition-challenge/leaderboard>

7 FER

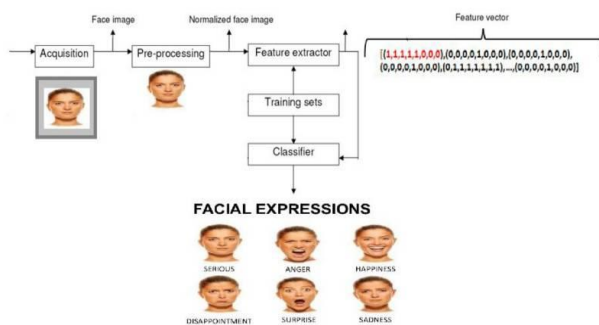
FER⁴ é um banco de dados de código aberto criado por Pierre-Luc Carrier e Aaron Courville, depois compartilhado publicamente para uma competição da Kaggle em 2013.

Esse banco de dados contém imagens de exato tamanho 48x48 pixels de faces humanas em preto e branco.

Os rostos foram registrados para que o rosto fique totalmente centralizado e acabe ocupando a mesma quantidade de espaço em cada imagem para facilitar o processo de comparação e categorização que o programa tem como objetivo principal.

A tarefa é categorizar cada rosto com base na emoção mostrada na expressão facial em uma das sete categorias:

- 0 = Raiva,
- 1 = Nojo,
- 2 = Medo,
- 3 = Feliz,
- 4 = Triste,
- 5 = Surpresa,
- 6 = Neutro



“Figura 08 – Processamento”

O Arquivo fer2013.csv contém duas colunas, ‘emoção’ e ‘pixels’.

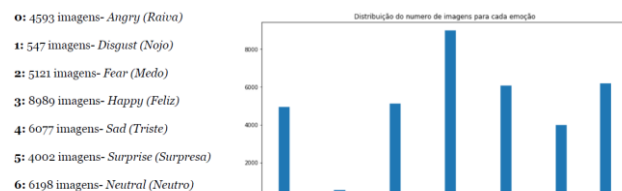
A coluna ‘emoção’ contém um código numérico que varia de 0 a 6, inclusive, para a emoção que está presente na imagem.

A coluna ‘pixels’ contém uma sequência entre aspas para cada imagem. O conteúdo dessa sequência é um valor de pixel separado por espaço na ordem principal da linha.

	A	B	C	D
1	emotion,pixels,Usage			
2	0,70	80 82 72 58 58 60 63 54 58 60 48 89 111		
3	0,151	150 147 155 148 133 111 140 170 174		
4	2,231	212 156 164 174 138 161 173 182 200		
5	4,24	32 36 30 32 23 19 20 30 41 21 22 32 34		
6	6,4	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 15 23 28 48 50 58 8		
7	2,55	55 55 55 55 54 60 68 54 85 151 163 170		
8	4,20	17 19 21 25 38 42 42 46 54 56 62 63 66		
9	3,77	78 79 79 78 75 60 55 47 48 58 73 77 79		
10	3,85	84 90 121 101 102 133 153 153 169 177		
11	2,255	254 255 254 254 179 122 107 95 124 1		
12	0,30	24 21 23 25 25 49 67 84 103 120 125 13		
13	6,39	75 78 58 58 45 49 48 103 156 81 45 41 :		
14	6,219	213 206 202 209 217 216 215 219 218		
15	6,148	144 130 129 119 122 129 131 139 153		
16	3,4	2 13 41 56 62 67 87 95 62 65 70 80 107 1		
17	5,107	107 109 109 109 109 110 101 123 140		
18	3,14	14 18 28 27 22 21 30 42 61 77 86 88 95		
19	2,255	255 255 255 255 255 255 255 255 255		
20	6,134	124 167 180 197 194 203 210 204 203		
21	4,219	192 179 148 208 254 192 98 121 103 1		
22	4,1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 7 12 23 45 38		
23	2,174	51 37 37 38 41 22 25 22 24 35 51 70 8:		
24	0,123	125 124 142 209 226 234 236 231 232		
25	0,8	9 14 21 26 32 37 46 52 62 72 70 71 73 76		
26	3,252	250 246 229 182 140 98 72 53 44 67 9:		
27	3,224	227 219 217 215 210 187 177 189 200		
28	5,162	200 187 180 197 198 196 192 176 152		
29	0,236	230 225 226 228 209 199 193 196 211		
30	2,210	210 210 211 207 147 103 68 60 45		

“Figura 09 – FER colunas”

O conjunto de faces para referência nesse banco de dados consiste em 28.709 exemplos.



“Figura 10 – Exemplos emoções”

Durante a fase de testes desse banco de dados, o nível de detecção teve a acurácia de mais de 70% do melhor resultado de todos os exemplos analisados⁵.

8 DESENVOLVIMENTO DO CLASSIFICADOR

Para realizar a avaliação e categorização dessas emoções, foi desenvolvida um programa que previamente chamei de framework, para realizar o processo de captura e caracterização dessas expressões faciais em emoções, todo esse processo é feito em tempo de execução e retornado para o usuário assim que a câmera começa a fazer a captura da face.

⁴ Disponível em:
<https://www.kaggle.com/shawon10/facial-expression-detection-cnn>

⁵ Ranking com os resultados disponível em:
<https://www.kaggle.com/c/challenges-in-representation-learning-facial-expression-recognition-challenge/leaderboard>

Esse programa executa um algoritmo que a lógica é centrada nos seguintes módulos: captura de imagens, rastreamento, categorização e comparação das características faciais.

```
face_detection = cv2.CascadeClassifier(detection_model_path)
emotion_classifier = load_model(emotion_model_path, compile=False)
EMOTIONS = ["angry", "disgust", "scared", "happy", "sad", "surprised",
            "neutral"]
```

“Figura 01 – Rastreamento de emoções”

O algoritmo faz a detecção da face pela webcam, compara no banco de dados as emoções e classifica as mesmas. As probabilidades então são calculadas para cada *input* e retornadas na tela para o jogador, facilitando também uma análise posterior da variação de humor por parte do desenvolvedor.

```
import pandas as pd
import cv2
import numpy as np

dataset_path = 'fer2013/fer2013/fer2013.csv'
image_size=(48,48)

def load_fer2013():
    # ...

def preprocess_input(x, v2=True):
```

“Figura 02 – Banco de dados FER”

```
$ ./emotionRecognition4ClassProbabilityOVA.exe 14750360.png
```

“Figura 03 – Probabilidade FER”

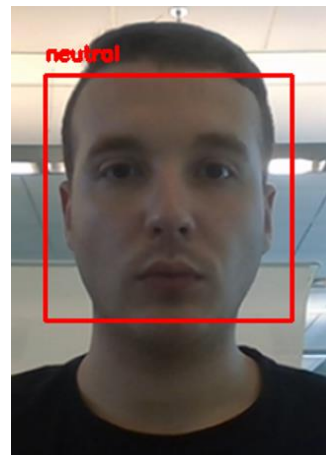
```
Program Started
probability that face 0 is Neutral :0.656612
probability that face 0 is Happy :0.341481
probability that face 0 is Sad :0.00188967
probability that face 0 is Surprise :1.68902e-05
Press Enter to delete all Photos.....
```

“Figura 04 – Probabilidades”

A captura da face e classificação emoção é feita e retornada para o usuário durante a execução do programa.

Variações das emoções são prováveis e propositalmente esperadas que ocorram durante todo o uso do programa e do *gameplay* consequentemente, por esse motivo, as probabilidades são mostradas de uma forma que a variação seja visível e clara para quem está analisando as emoções, assim é possível destacar o momento exato que o usuário está sentindo uma emoção específica, como um susto ou espanto por exemplo.

Caracterização da emoção é mostrada para o usuário.

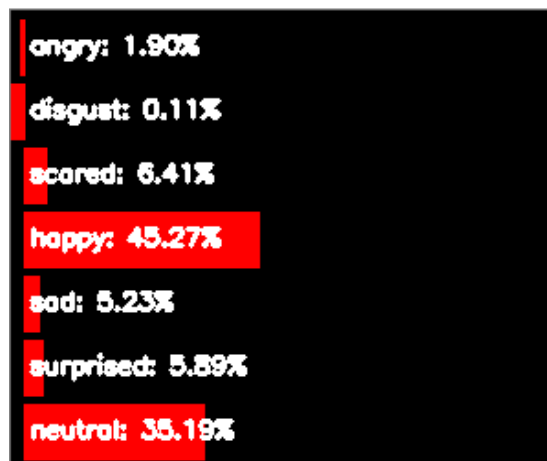


“Figura 05 – Categorização”

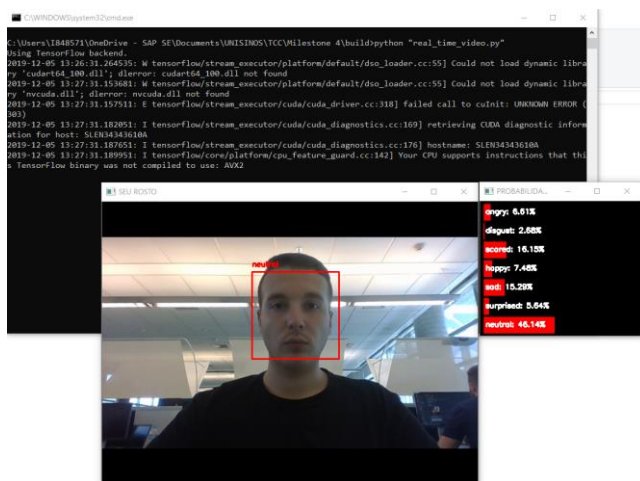
As probabilidades e suas variações são destacadas em forma de porcentagem para o usuário.

Um registro é gerado após a execução do programa para um resultado sumarizado da variação de emoção coletada do jogador.

PROBABILIDADES



“Figura 06 – Emoções”



“Figura 07 – Captura geral”

A linguagem de programação usada na criação do programa é Python ⁶ e o mesmo pode ser executado em qualquer Windows PC.

O motivo da escolha dessa linguagem de programação foi primeiramente devido ao grande suporte que a mesma tem nas maiorias das plataformas, como Windows, Linux, Mac e Solaris.

A possibilidade de usar bibliotecas de aprendizado de máquina e inteligência artificial como Keras ⁷ e TensorFlow⁸, também foram essenciais para essa tomada de decisão.

9 AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

A usabilidade é a característica que irá afirmar se o uso do software e metodologia desenvolvida será fácil, facilmente entendido e assimilado, se fornece um elevado grau de agrado para o usuário e executa completamente as tarefas para qual foi planejado e desenvolvido.

“Em avaliações no ambiente do usuário, normalmente a coleta de dados é feita através da observação do uso sendo feito da aplicação, conversas com os usuários e resultados após a execução.” [Prates & Barbosa, 2005].

O uso do software que foi desenvolvido nessa Tese, de maneira geral, irá ocorrer em paralelo a execução de um jogo, enquanto o jogador joga o jogo, o software vai capturando as emoções em tempo real e armazenando para uma análise posterior por parte do desenvolvedor.

Após o usuário concluir o *gameplay* conforme necessidade do desenvolvedor, o mesmo irá ter a informação sumarizada dos sentimentos capturados que o usuário sentiu durante aquele período jogado.

Com isso, o desenvolvedor poderá ajustar um determinado ponto no *gameplay*, por exemplo, deixando um nível mais

fácil para o usuário, caso o mesmo tenha sentido “raiva” ou “tristeza” ao ficar falhando no jogo repetidas vezes, se esse ajuste for de acordo com o desenvolvimento do jogo.

Outra aplicação e usabilidade desse projeto poderá ser durante a implementação de jogos de estilo ‘Terror’. No momento que o desenvolvedor precisar medir o nível de tensão de uma determinada ‘cena’, com o auxílio desse software desenvolvido nessa pesquisa, será possível saber se o jogador está mais assustado ou triste e implementar a cena de acordo com esses sentimentos capturados.

Durante a fase de testes do desenvolvimento de um jogo eletrônico, com a ajuda desse framework será possível aumentar a qualidade e precisão do balanceamento, principalmente em jogos estilo “Puzzle”, nivelando a dificuldade em cada nível criado até alcançar o nível de satisfação que o desenvolvedor buscar capturar do usuário.

Com os dados capturados será possível analisar a variação de sentimentos, em que momento o jogador fica mais triste ou com raiva por exemplo, ou até mesmo se o jogador está continuamente feliz durante o game play e fazer os ajustes no balanceamento de acordo.

Normalmente, tendemos a ficar mais neutros durante o *gameplay* de um jogo no qual já estamos familiarizados, portanto, durante a fase de testes, irei oferecer dois jogos de minha autoria e de gêneros distintos que as pessoas que farão parte da fase de testes nunca jogaram.

Durante a fase de testes desse projeto, os usuários irão jogar um determinado jogo com o meu framework sendo executado em paralelo, o usuário terá que concluir o cenário do jogo enquanto as informações serão coletadas e salvas no log e vídeo gerados.

Após o *gameplay*, é possível identificar em qual momento e o motivo do porque o usuário sentiu determinada emoção durante o *gameplay* e com isso, será possível fazer modificações ou incluir características no jogo para ele se adequar melhor ao jogador e ao que o desenvolvedor espera que o jogador sinta naquele momento.

10 TESTES E CONSOLIDAÇÕES

Para a realização dos testes com usuário, foram selecionadas quatro pessoas sendo duas delas desenvolvedores de jogos digitais e duas que não são da área de tecnologia.

Um fator em relação a participação das pessoas durante a fase de testes incluem a análise das suas emoções, a descontração e diversão durante o *gameplay* de dois jogos distintos.

A proposta entregue para os participantes foi de jogar um ou dois jogos de autoria própria enquanto o Classificador é executado em paralelo.

O primeiro jogo proposto foi o “Uma Aventura no Nordeste”, um jogo 2D do gênero plataforma e ação.

⁶ Disponível em: <https://www.python.org/>

⁷ Disponível em: <https://keras.io/>

⁸ Disponível em: <https://www.tensorflow.org/>

Nesse jogo, o objetivo principal do jogador é concluir diversos níveis tendo que resolver puzzles, coletar moedas e derrotar inimigos para chegar em um portal no final do nível para concluir o mesmo e passar para os níveis subsequentes,

Cada nível conta com puzzles diferentes fazendo o jogador pensar antes de agir, tal como inimigos que o jogador precisa derrotar para chegar em outro ponto do cenário. Esse jogo foi desenvolvido durante a cadeira de Motores de Jogos.

O segundo jogo proposto foi o “Tanks Online”, um jogo de estilo *Shooter 2.5D* cujo objetivo é derrotar tanques inimigos online, quem destruir o outro primeiro, vence. Esse jogo foi desenvolvido a partir do tutorial do Unity Training Day 2015 e foi implementado durante a cadeira de Redes de Computadores.

Com esses testes de usuário concluídos, é possível obter a informação exata de quais sentimentos o jogador sentiu durante o *gameplay* e que possibilidade a identificação de em quais momentos suas emoções variaram e o porquê desses gatilhos.

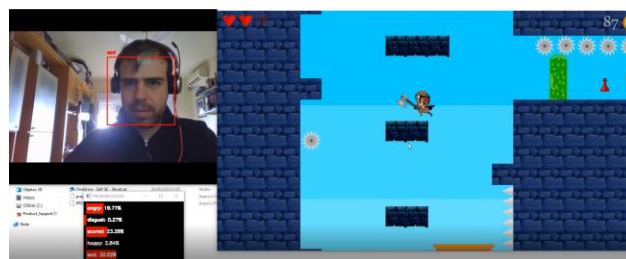
Além de gravar todo o *gameplay* do usuário durante a fase de testes, um registro também foi gerado destacando a variação de sentimentos capturados durante o *gameplay*.

Durante o primeiro *gameplay* durante a fase de testes, o jogador selecionou o jogo “Uma Aventura no Nordeste” e foi percebido uma pequena frustração(*sad*) ao iniciar o jogo, pois o jogador não sabia os comandos e nenhum tutorial do jogo foi disponibilizado, propositalmente.

O sentimento da raiva(*angry*) também foi identificado ao tentar pular em objetos do cenário e não conseguir.

A partir do terceiro nível, quando o jogador já aprendeu todos os comandos básicos do jogo e novos níveis de complexidade e dificuldade foram explicados ao jogador, fica claro a felicidade(*happy*) ao receber esses novos desafios, como podemos ver nos logs e no vídeo de *gameplay* que mostra o alto nível de felicidade do jogador ao iniciar o terceiro nível.

No nível 4, ao enfrentar o inimigo “Cactus” todos os jogadores mostraram um grau de frustração, nojo e raiva até entender como derrotar ou passar por ele, visto que o jogo propositalmente não explica como fazer isso e dificulta esse confronto com o novo inimigo.

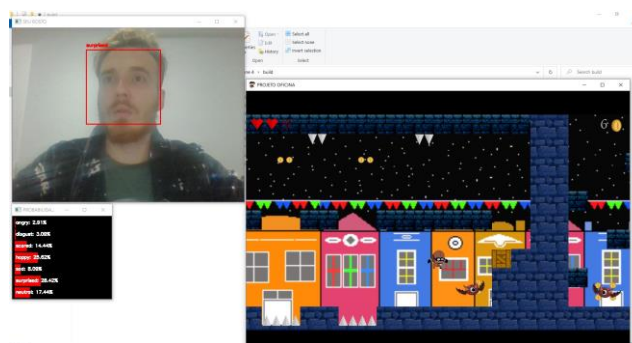


“Figura 12 – Teste01 Novo Inimigo”

No segundo *gameplay* do mesmo jogo que o usuário fez, já sabendo todos os comandos e como o jogo funciona, ficou claro o alto nível de satisfação e neutralidade durante todo o início do *gameplay*, mas ainda assim, ficando claro os momentos de frustração ao enfrentar inimigos específicos ou chegar em determinados pontos do cenário no qual foi propositalmente projetado para ficar mais difícil, com essas informações, o desenvolvedor poderia adaptar o meu jogo de acordo com as suas necessidades.

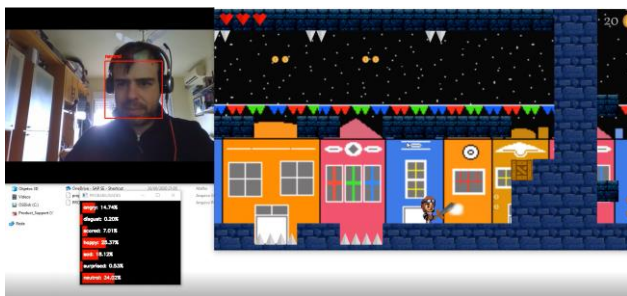
Ou seja, nesse exemplo o desenvolvedor poderia ajustar o cenário para facilitar a movimentação do jogador e prover um feedback visual de como derrotar novos inimigos que aparecem no cenário.

Os anexos relacionados a fase de teste, incluindo os vídeos e registros gerados durante o *gameplay* estão disponibilizados junto a pasta ⁹do projeto.

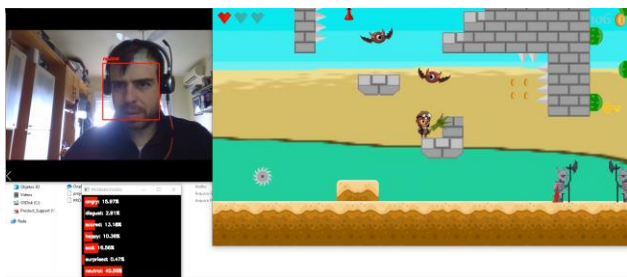


“Figura 13 – Teste02”

⁹ Disponível em: <https://github.com/andrewfloriano/TCC2>



“Figura 14 – Teste03”



“Figura 15 – Teste04”

O jogo eletrônico nos proporciona a oportunidade de uma participação efetiva que na sua essência, vai determinar uma tomada de decisão.

Além disso, a partir desses experimentos, é possível aprimorar a abordagem para calcular e estimar as emoções dos usuários na interação com os jogos, principalmente na eficácia do banco de dados FER.

As pessoas que participaram da fase de testes dessa pesquisa mostraram que é possível usar o estado emocional como um poderoso recurso para aprimorar a forma de abordagem na área da computação afetiva.

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para um julgamento emocional ideal é preciso analisar as mudanças nos processos de uma análise cognitiva, os padrões de expressões da face, bem como os movimentos incógnitos do corpo e por último, a natureza do estado dos sentimentos inerentes experimentados que refletem todas essas mudanças dos componentes.

Dessa maneira, é possível dizer que as avaliações mais completas de respostas emocionais podem ser realizadas por vários fatores (por exemplo, algoritmos) associadas a diferentes componentes emocionais.

Essa Tese entra em conclusão afirmando que é possível indicar e captar as emoções de um usuário em tempo de execução, e com isso, é possível obter e usar essa informação para o aprimoramento no desenvolvimento e aprimoramento de jogos digitais.

É possível afirmar também que somente um aspecto generalista das emoções pode permitir a confirmação de conclusões significativas sobre as emoções e sentimentos dos jogadores.

Essa Tese proporcionou uma experiência real e concreta, dando a possibilidade de estudar e analisar emoções por meio do estudo de caso com usuários interagindo com um jogo eletrônico.

Os dados capturados relativos as respostas emocionais foram coletados pela webcam e estes poderão ser usados como entrada para incrementar um modelo de desenvolvimento de jogos digitais, buscando um maior nível de interação entre homem e máquina.

A partir dos resultados obtidos durante os testes com todos os participantes, também é possível afirmar que o jogador fica frustrado quando o jogo não fornece tutoriais de como jogar e feedbacks constantes por exemplo.

Além disso, a análise da expressão facial fornece informações adequadas para realizar uma personalização eficaz de jogos digitais.

A abordagem apresentada nessa tese permite o desenvolvimento de aplicações inovadoras e processos de implementação melhorados e pode ser usada como base em projetos de pesquisa nas áreas de IHC, sensores e captura de expressões faciais, balanceamento e psicologia.

O intuito desse projeto foi a possibilidade de trazer avanços no desenvolvimento de jogos digitais, destacando os aspectos emocionais nas decisões através de uma visão geral da experiência emocional do jogador.

12 REFERÊNCIAS

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” *Phil. Trans. Roy.*
- [2] Gnauh. Naynau on FER study behalf PLM institute 'A Review on Automatic Facial Expression Recognition Systems Assisted by Multimodal Sensor Data'
- [3] "Challenges in Representation Learning: A report on three machine learning
- [4] Challenges in Representation Learning: Facial Expression Recognition Challenge, 2013.
- [5] Sariyanidi E., Gunes H., Cavallaro A. Automatic analysis of facial affect: A survey of registration, representation, and recognition. *IEEE Trans. Pattern Anal.*
- [6] Salah A.A., Kaya H., Gürpınar F. Chapter 17—Video-based emotional expression recognition in the wild. In: Alameda-Pineda X., Ricci E., Sebe N., editors. *Multimodal Behavior Analysis in the Wild*. Academic Press; Cambridge, MA, USA: 2019.

- [7] Sandbach G., Zafeiriou S., Pantic M., Yin L. Static and dynamic 3D facial expression recognition: A comprehensive survey.
- [8] Deshmukh S., Patwardhan M., Mahajan A. Survey on real-time facial expression recognition techniques. IET Biom.
- [9] Tian Y.-I., Kanade T., Cohn J.F. Recognizing action units for facial expression analysis. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.
- [10] Calvo R.A., D'Mello S. Affect detection: An interdisciplinary review of models, methods, and their applications. IEEE Trans.
- [11] Zeng Z., Pantic M., Roisman G.I., Huang T.S. A survey of affect recognition methods: Audio, visual, and spontaneous expressions. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.
- [12] Yan H., Ang M.H., Poo A.N. A survey on perception methods for human-robot interaction in social robots. Int. J. Soc. Robot.
- [13] Yan H., Lu J., Zhou X. Prototype-based discriminative feature learning for kinship verification. IEEE Trans. Cybern.
- [14] Yan H. Transfer subspace learning for cross-dataset facial expression recognition. Neurocomputing
- [15] Yan H. Biased subspace learning for misalignment-robust facial expression recognition. Neurocomputing.
- [16] Wang N., Gao X., Tao D., Yang H., Li X. Facial feature point detection: A comprehensive survey. Neurocomputing.
- [17] Saha A., Pradhan S.N. Facial expression recognition based on eigenspaces and principle component analysis. Int. J. Comput. Vis. Robot.
- [18] Naik S., Jagannath R.P.K. Advances in Machine Learning and Data Science. Springer; Singapore: 2018. GCV-Based Regularized Extreme Learning Machine for Facial Expression Recognition;
- [19] Benini S., Khan K., Leonardi R., Mauro M., Migliorati P. Face analysis through semantic face segmentation. Signal Process.
- [20] Chengeta K., Viriri S. A survey on facial recognition based on local directional and local binary patterns; Proceedings of the 2018 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS); Durban, South Africa.
- [21] Verma V.K., Srivastava S., Jain T., Jain A. Soft Computing for Problem Solving. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2019.
- [22] Munir A., Hussain A., Khan S.A., Nadeem M., Arshid S. Illumination invariant facial expression recognition using selected merged binary patterns for real world images.
- [23] Ekman, P. (1972). Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotions. In Cole, J. (Ed.), Nebraska Symposium on Motivation (pp. 207-282). Lincoln, NB: University of Nebraska Press.
- [24] Ekman, P. & Friesen, W. V. (1971). Constants Across Cultures in the Face and Emotion. Journal of Personality and Social Psychology.
- [25] Ekman, P., Friesen, W. V., & Tomkins, S. S. (1971). Facial Affect Scoring Technique: A First Validity Study. Semiotica, 3, 37-58.
- [26] Ekman, P. (1970). Universal Facial Expressions of Emotions. California Mental Health Research Digest, 8(4), 151-158.
- [27] Khan S.A., Hussain A., Usman M. Reliable facial expression recognition for multi-scale images using weber local binary image based cosine transform features. Multimed.
- [28] García-Ramírez J., Olvera-López J.A., Olmos-Pineda I., Martín-Ortiz M. Mouth and eyebrow segmentation for emotional expression recognition using interpolated polynomials. J. Intell.