

**COLÉGIO TÉCNICO DE CAMPINAS
(COTUCA)**

**INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO
(PD 19)**

**LUÍS FILIPE SILVA FORTI (20806)
OTÁVIO CIPOLETTA DE OLIVEIRA ANDRADE (20733)**

JAZZ HANDS

**ORIENTADORA: ANDRÉIA CRISTINA DE SOUZA
COORIENTADORA: SIMONE PIERINI FACINI ROCHA**

**CAMPINAS
2022**

LUÍS FILIPE SILVA FORTI (20806)
OTÁVIO CIPOLETTA DE OLIVEIRA ANDRADE (20733)

JAZZ HANDS

Trabalho de conclusão de curso, apresentado
como exigência para obtenção do título de
técnico de informática

Orientadora: Profa. Andréia Cristina de Souza
Coorientadora: Profa. Simone Pierini Facini
Rocha

CAMPINAS, novembro de 2022

RESUMO

Jogos, uma forma de lazer utilizada por muitos mundialmente sendo, em sua maioria, amados pela comunidade. Porém muitas pessoas acabam sendo excluídas deste lazer pela falta de acessibilidade aos jogos, como a porção de pessoas com deficiências visuais. Logo, esse projeto teve como objetivo criar um jogo rítmico de lazer dedicado a essa população com dificuldades visuais, na tentativa de inclusão. Foi utilizado o acelerômetro do próprio celular para os controles do jogo, além de narrações para que o usuário possa entender o que pode ser feito. Como benefícios, aumentaria a quantidade de jogos inclusivos com essa parte da população, além de ajudar no treinamento de coordenação motora do usuário. A partir do projeto, houve a conclusão de que o aplicativo ainda possui muito potencial, além de um maior entendimento sobre o motivo de haver pouquíssimos jogos que usam essa tecnologia de acelerômetro no mercado, sendo bem complicado pelo fato do dispositivo ser muito sensível.

Palavras Chaves: Deficientes visuais, jogos, acelerômetro, ritmo, inclusivo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. METODOLOGIA	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO	11
5. REFERÊNCIAS	12

1. INTRODUÇÃO

Existem pouquíssimos jogos digitais para cegos, então eles acabam por perder muitos dos benefícios dados por este meio digital. Dispositivos móveis estão muito difundidos atualmente, e, desde 2008 com o T-Mobile G1, segundo o site GSMARENA [1] e MobileTechReview [2], o acelerômetro tem sido muito utilizado por estes. O acelerômetro é um mecanismo capaz de medir o ângulo de rotação do celular ao redor dos três eixos cartesianos, calculando sua inclinação. Ao utilizar uma combinação dessas duas tecnologias é possível criar um jogo dedicado à comunidade deficiente visual, o qual não teria necessidade de tocar a tela.

Dado este cenário, surge a pergunta norteadora do projeto: como fazer uma maior integração do grupo das pessoas com deficiência visual no universo dos jogos eletrônicos, utilizando de recursos não-visuais no desenvolvimento e na jogabilidade.

Acerca dos objetivos, teria como o principal criar um jogo de celular para deficientes visuais para que eles possam ser mais integrados no mundo dos jogos. Como objetivos específicos: escolher o melhor tipo de jogo para esta comunidade, estudar sobre a utilização do acelerômetro em celulares, estudar o uso do acelerômetro em jogos digitais e entender a programação de um jogo de ritmo.

2. METODOLOGIA

A pesquisa teve início na tentativa de descobrir como usar o giroscópio, um dispositivo capaz de medir a variação de ângulo do celular ao redor dos três eixos cartesianos. Programou-se um protótipo capaz de ler variações lentas.

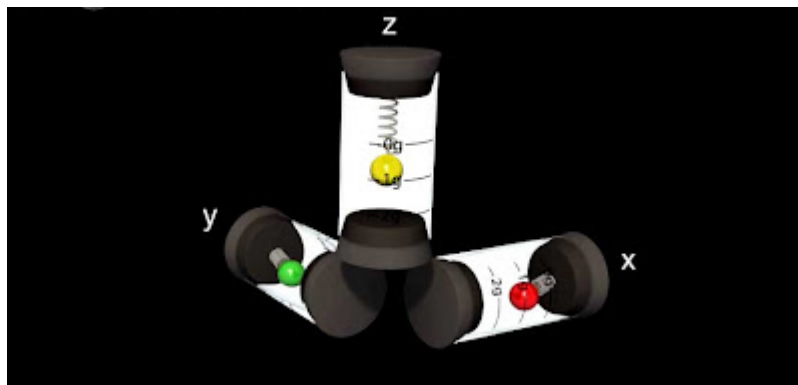
Em seguida buscou-se uma *engine* de jogos que pudesse suportar o uso do giroscópio. Foi decidido que seria usado o LibGdx, uma vez que os alunos já tinham conhecimento prévio de como utilizá-lo e sua documentação era detalhada e simples.

No entanto, ainda existia um problema que persistia desde o protótipo: o giroscópio perdia grande parte de sua precisão em movimentos muito rápidos. Para um jogo com o objetivo de movimentos rítmicos isto seria inadmissível, pois é necessário um referencial fixo para análise do jogo.

Continuando a pesquisa sobre os mecanismos do LibGdx, foi encontrado o acelerômetro. Este equipamento, ao invés de medir a variação de movimento do celular, mede o seu ângulo em relação a cada eixo cartesiano. Optou-se por usar este, pois ele possui uma referência fixa a cada eixo, tornando-o muito mais estável e confiável. Ele também apresenta o mesmo erro que o giroscópio: sua medição falha em movimentos muito rápidos, mas com a vantagem de se auto-corrigir.

O acelerômetro mede a força realizada em cada eixo. A figura 1 apresenta um exemplo de acelerômetro. Este não é o utilizado nos dispositivos eletrônicos móveis, mas exemplifica muito bem seu funcionamento. Pode ser observado que ele analisa a força exercida sobre a mola. Conforme seu alinhamento com o centro da Terra, a mola distende mais. É desta maneira que ele mede a rotação em relação aos eixos, baseado na gravidade. É aqui que pode surgir sua falha: movimentos muito rápidos do usuário exercem força sobre os pesos na ponta das molas, afetando as medições.

Figura 1: Exemplo de um acelerômetro



Fonte: Brasil Acadêmico [3]

Mas, mesmo com esta falha comum ao giroscópio, para os fins deste projeto ele é o mais adequado. Mesmo que falhe a medição por alguns instantes, inevitavelmente ele se corrigirá assim que o movimento diminuir, permitindo que mantenha grande parte da sua precisão.

Encontrou-se o Filtro de Kalman, um modelo matemático criado por Rudolf Kalman [4], o qual busca corrigir medições de grandezas com incertezas. A engenheira Bonnie Baker, com mestrado em engenharia elétrica da universidade do Arizona, adaptou o modelo para usar o giroscópio e o acelerômetro para corrigirem um ao outro [5]. Como se vê na figura 2, a equação calcula o ângulo baseado em diversas constantes e a análise do giroscópio (*gyrData*) e acelerômetro (*accData*). O resultado definitivamente é constante e confiável, mas lento. Quanto mais próximo do ângulo a equação estiver, mais devagar será o cálculo, o que não é adequado a um jogo de ritmo, o qual depende da constante mudança de posições.

Figura 2: Filtro de Kalman adaptado

$$angle = 0.98 \times (angle + gyrData \times dt) + 0.02 \times (accData)$$

Fonte: Digi-Key [5]

Optando por usar apenas as medidas do acelerômetro o desenvolvimento do jogo seguiu. A falha do acelerômetro, em velocidades muito grandes, fazia o código constantemente falhar. Uma inclinação para frente resultava em valores que

tinham margens de erro que iam desde adequados ao movimento até completamente opostos ao esperado. Ao analisar a relação entre leitura dos dados e o objetivo do jogo, percebeu-se que não era necessária uma análise constante dos dados, apenas em intervalos. Se o jogo tem uma batida a cada meio segundo, então a leitura da posição do jogador só precisa ser analisada a cada meio segundo. Isto corrigiu a taxa de erro consideravelmente. Ainda existe uma chance de falhar a análise, nos casos em que o momento de identificação coincida com o jogador se movimentando, mas é muito menor.

Uma vez que a análise do movimento estava eficiente, começou a busca pelas músicas. Ao perguntar à assistente administrativo na Inova Unicamp sobre a situação sobre os direitos autorais das músicas, foi afirmado que seria necessário adquirir permissão para usá-las. Foi contatado o Escritório Central de Arrecadação e Distribuição (ECAD), órgão responsável pelo controle dos direitos autorais no Brasil, sobre como poderia ser adquirida permissão para utilizar músicas com direitos autorais. Foi informado que seria necessário pagar cinco unidades de direito autoral (UDA) por mês para poder usar tais músicas. O valor de uma UDA é R\$ 87,68 no ano de 2022, ano do trabalho, portanto a autorização custaria R\$ 438,40 por mês. Optou-se, então, pelo uso de músicas sem direitos autorais.

Para fim de testes do código, enquanto a primeira música estava sendo analisada, foi utilizada a música do vídeo “twenty one pilots: Heathens [WITH METRONOME]” [6].

Como primeira música, foi decidido que seria usada a “On & On (feat. Daniel Levi) [NCS Release]” por Cartoon [7]. Ela foi programada visando copiar a batida da música. A música possuía momentos em que a frequência das batidas mudava, o que resultou num jogo muito difícil, contra-intuitivo e imprevisível.

Para o segundo teste, usou-se a música “Unity” por TheFatRat [8]. O teste acabou tendo um resultado pior que o anterior. Ficou perceptível que seria necessário usar algo constante às músicas, então definiu-se que as músicas seriam programadas pelas batidas por minuto (BPM).

Seguindo a nova lógica de programação foram selecionadas onze músicas. O site Conversion Tool [9] calculou o BPM de cada uma e foram prontamente programadas. Após alguns testes ficou claro que este seria o novo

método de programar as músicas. Cada uma recebeu dez batidas com metrônomo para introduzir o jogador ao ritmo da música, permitindo que ele se adaptasse.

A partir deste ponto a programação seguiu fluída e sem muitas complicações. O problema mais notável surgiu durante a programação do banco de dados. Tentou-se criar uma conexão com o banco de dados do tipo MySQL controlado pelo site PlanetScale [10]. A conexão seria feita pela biblioteca Java™ EE Database Connectivity (JDBC) [11]. Percebeu-se que a conexão do android com o banco de dados precisaria de uma API intermediária e a conexão entre os dois seria muito difícil de realizar sem ser localmente. Então trocou-se o banco de dados pelo SQLite, uma versão local e já experimentada pelos alunos.

Por fim foram gravados todos os áudios de narração do jogo. Para narrar a pontuação foi criado um código que, por meio da combinação de alguns áudios numéricos, conseguiria pronunciar qualquer valor de 0 até 99999.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Originalmente o projeto foi pensado utilizando o giroscópio para a análise dos movimentos de um jogo dedicado à deficientes visuais. Com o passar do desenvolvimento, descobriu-se que o acelerômetro seria muito mais viável para o propósito, uma vez que este utilizava de pontos de referência fixos: o centro da Terra.

Em uma segunda etapa, havia um certo receio sobre como seria a utilização das músicas, tendo em vista os direitos autorais. Foi confirmado, por órgãos oficiais da Unicamp, que era necessária permissão para o uso de tais músicas em um trabalho de conclusão de curso. Ao contatar o ECAD foi confirmado que a permissão custaria um valor de R\$ 438,40 por mês. Foi então decidido que seriam utilizadas músicas que não possuísem direitos autorais.

Nos momentos iniciais da implementação das músicas, estava sendo utilizado o instante de cada nota, ou seja, o tempo de cada nota estava sendo adquirida para a demarcação do ritmo. Essa forma acabou sendo muito menos eficiente do que utilizar os valores de BPM, pois ele é muito mais intuitivo e previsível, fundamental para um jogo que não possui características visuais para seu funcionamento, sendo então a forma final utilizada para a ritmização do jogo.

Com o desenvolver do projeto, foi observado um dos motivos de o acelerômetro ser pouco utilizado em jogos, pois a sua precisão é baixa em movimentos rápidos, sendo então muito mais comum em jogos de corrida como Angry Birds Go e Asphalt 7 e drones, que não precisam de movimentos bruscos/velozes para atingirem seu objetivo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

Com a finalização do projeto, percebe-se que muitos conhecimentos foram adquiridos com a programação do acelerômetro e do giroscópio. Ficou claro quais são suas diferenças, sendo o giroscópio um leitor de variação e o acelerômetro um leitor de posição absoluta. Além disso, ambos são muito sensíveis, fazendo com que sejam utilizados, em sua maioria, para jogos que não incentivam movimentos bruscos, como os jogos de corrida.

O trabalho ainda possui muito potencial, como a adição de mais músicas, podendo chegar à usar até mesmo as que possuem direitos autorais. Ele também é muito acessível, utilizando de uma tecnologia presente nos celulares desde 2008 e o sistema operacional mais utilizado no mundo.

O jogo treina a coordenação motora e rítmica, é interessante, com muito espaço para aprender técnicas e estratégias e divertido.

5. REFERÊNCIAS

[1] <https://www.gsmarena.com/search.php3>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[2] <https://www.mobiletechreview.com/phones/T-Mobile-G1-Android.htm>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[3]

<http://blog.brasilacademico.com/2012/05/como-funciona-o-acelerometro-de-um.html>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[4] https://pt.wikipedia.org/wiki/Filtro_de_Kalman

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[5]

<https://www.digikey.com/en/articles/apply-sensor-fusion-to-accelerometers-and-gyroscopes>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[6] <https://www.youtube.com/watch?v=kagnuCGexGg>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[7] <https://www.youtube.com/watch?v=JNxXpNXT4Ks>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[8] https://www.youtube.com/watch?v=n8X9_MgEdCg

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[9] <https://www.conversion-tool.com/bpmdetector/>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[10] <https://planetscale.com/>

Acesso em: 23 de novembro de 2022

[11] <https://www.oracle.com/br/database/technologies/appdev/jdbc.html>

Acesso em: 23 de novembro de 2022