

# A Pac-Man remake in Assembly RISC-V:

## FulecoMan

Davi Bragança e Silva, Felipe Lauterjung Caselli, Gabriel Pinto Rodrigues

Department of Computer Science – University of Brasília,  
DF, Brazil.

**Abstract.** *This article describes the implementation of a custom version of the iconic Pac-Man game, where pacman is replaced by Fuleco, Brazil's 2014 World Cup mascot, and the ghosts are represented by German soccer players. The game, titled "FulecoMan," was developed as part of an academic project suggested by our professor. It was built using Assembly RISC-V and a RISC-V simulator called "Rars16\_Custom1," along with various tools provided by the simulator.*

**Keywords—** *assembly, RISC-V, Pacman, game, project*

**Resumo.** *Este artigo descreve a implementação de uma versão modificada do icônico jogo Pac-Man, no qual o pacman é substituído pelo Fuleco, o mascote da Copa do Mundo de 2014 no Brasil, e os fantasmas são representados por jogadores da seleção alemã de futebol. O jogo intitulado "FulecoMan" foi desenvolvido como parte de um projeto acadêmico proposto por nosso professor. Ele foi feito em Assembly RISC-V e um simulador do processador RISC-V chamado "Rars16\_Custom1", em conjunto com várias outras ferramentas fornecidas por esse simulador.*

**Palavras-chave—** *assembly, RISC-V, Pacman, jogo, projeto*

### 1. Introdução

O jogo Pac-Man<sup>1</sup> é um clássico dos videogames, no qual o protagonista, de formato circular e amarelado, tem como objetivo coletar todos os pontos espalhados pelo mapa enquanto foge de quatro fantasmas: Blinky, Pinky, Inky e Clyde. Nesse ícone da cultura dos jogos, cada inimigo possui um comportamento único, tornando Pac-Man um jogo de estratégia e raciocínio rápido.

Outra mecânica importante criada pela Namco são as pílulas que permitem ao protagonista atacar os inimigos em vez de apenas fugir. Nesse contexto, o jogo FulecoMan mantém o máximo possível das características do original, diferenciando-se ao apresentar novos personagens, com foco no universo futebolístico, em especial a icônica Copa do Mundo de 2014<sup>2</sup>, marcada pela infame derrota do Brasil para a Alemanha.

Em FulecoMan, o jogador controla Fuleco, mascote da Copa, enquanto foge de Boateng, Toni Kroos, Götze e Müller, jogadores que foram destaques na seleção alemã de 2014. Quando assustados pelo SuperFuleco - após o protagonista consumir uma pílula -, esses jogadores se transformam em Messi, Di María, Lucas Biglia e Mascherano, que passam a fugir do mascote brasileiro.



**Imagem1. Pac-Man logo**



**Imagem2. Fuleco**

## **2. Metodologia**

Nesta seção, abordaremos o desenvolvimento do jogo, destacando as dificuldades encontradas, as soluções implementadas e as conquistas alcançadas ao longo do processo. O relato seguirá uma ordem cronológica, permitindo uma visão clara de como o projeto evoluiu.

### **2.1 Rars**

RISC-V Assembly Runtime Simulator, ou apenas “Rars”, é uma IDE e um ambiente de simulação do processador em arquitetura RISC-V. Criada pelo professor, o “Rars16\_Costum1” apresenta ferramentas importantes para a implementação do projeto, como o "Bitmap Display", o "Keyboard and Display MMIO Simulator" e a interface de áudio MIDI, as quais serão detalhadas mais adiante.

Para a execução do jogo, utilizamos o FPGARS, que também simula o ambiente RISC-V, porém muito mais otimizado e com menos erros de execução.

#### **2.1.1 Interface Gráfica**

A interface gráfica utilizada foi o “Bitmap Display”, tendo uma disposição de 320 por 240 pixels (320x240), com 8 bits por pixel.

Ela permitiu a exibição na tela de elementos importantes do jogo, como o mapa, os personagens, a pontuação e as vidas.

#### **2.1.2 Entrada de Teclado**

Para capturar os comandos fornecidos pelo teclado do usuário, foi utilizado o “Keyboard and Display MMIO simulator”.

A técnica utilizada foi o polling, isto é, sem interrupções de sistema, fazendo com que o programa procure por dados de entrada a cada iteração.

#### **2.1.3 Interface de Áudio**

Para a interface de áudio, recorremos à interface de áudio MIDI, bem como o ecall 31, que nos permitiu a implementação da música de início, bem como os efeitos sonoros durante o jogo.

## 2.2. Arte

A arte foi inspirada no Fuleco e nas camisetas da seleção alemã e da seleção argentina, edição de 2014. Os desenhos foram feitos no site “pixilart” sendo cada um dos personagens representados por uma ilustração de tamanho 16 por 16 pixels (16x16).

## 2.3. Mapa

Os dois mapas presentes no jogo foram desenvolvidos em função de se assemelhar aos mapas do jogo original, isto é, se assemelhando a um labirinto.

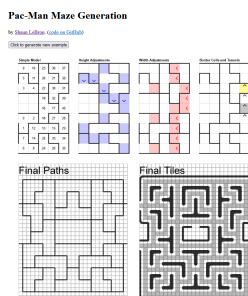
Para isso, foi utilizado o programa “Pac-Man Maze Generator”<sup>3</sup>, desenvolvido pelo Shaun LeBron, o que permitiu a confecção de layouts fidedignos ao Pac-Man.

A diferença consiste na sua ilustração, que se assemelha a um campo de futebol<sup>4</sup>.

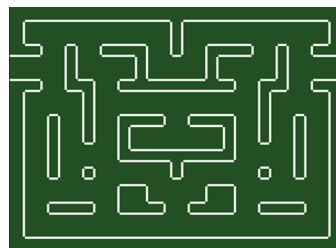
## 2.4. Colisões

Para as colisões entre paredes e personagens e entre personagens e acessórios foi feito um mapa de colisões<sup>5</sup>. Nele, foram designados os bits de número 255 para a parede (cor branca), 7 para os pontos (cor vermelha) e 192 para as pílulas (cor azul).

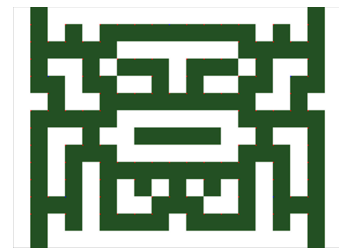
Dessa forma, ao verificar qual byte a colisão representaria, o personagem poderia parar, somar pontos ou trocar de estado.



**Imagem3. Pac-Man maze generator**



**Imagem4. Mapa 1**



**Imagem5. Mapa de colisões 2**

## 2.5. HUD

A HUD também foi feita com imagens criadas no site “pixilart”<sup>4</sup>, a fim de preservar os registradores s8 e s9, os quais seriam perdidos com o uso dos ecalls 101 e 104 (print integer e print string) fornecidos pelo professor nos arquivos “SYSTEMv21.s” e “MACROsv21.s”.

## 2.6. Inteligência dos inimigos

Cada inimigo possui um comportamento específico, mas todos seguem uma ordem particular de tentativas de movimento, em que a última opção é sempre fazer uma volta de 180°.

Ao ficarem com medo, os inimigos passam a se locomover em sentido horário e não aleatório, sem se importar com a posição do protagonista.

### 2.6.1. Boateng

O Boateng sempre tenta perseguir diretamente o Fuleco primeiro no eixo x e depois no eixo y. Ao ficar com medo, ele vira o Mascherano.

#### **2.6.2. Müller**

O Müller, ao contrário do Boateng, sempre tenta perseguir o fuleco primeiro no eixo y e depois no eixo x. Ao ficar com medo, ele vira o Messi.

#### **2.6.3. Götze**

O Götze sempre tenta ir para a posição oposta ao Boateng com relação ao protagonista, isto é, ele o encurrala com a ajuda do primeiro inimigo. Ao ficar com medo, ele vira o Biglia.

#### **2.6.4. Kroos**

O Kroos, de forma análoga ao Götze, sempre tenta ir na posição oposta do Müller com relação ao protagonista, ou seja, ele o encurrala com a ajuda do segundo inimigo. Ao ficar com medo, ele vira o Di Maria.

### **3. Resultados Obtidos**

A produção deste jogo foi bastante desafiadora, não apenas pela inexperiência com a linguagem Assembly RISC-V, mas também pela limitação no número de registradores disponíveis. Esses desafios iniciais foram superados com a prática e uma melhor compreensão da manipulação de memória, o que permitiu a criação de vetores de dados, possibilitando que um único registrador fosse utilizado para armazenar várias variáveis diferentes.

### **4. Conclusão**

Este projeto cumpriu sua função de aprendizagem na linguagem Assembly RISC-V, por meio da implementação de uma versão funcional e com um toque pessoal dos desenvolvedores do jogo Pac-Man (1980-Atari). Conseguimos incluir todas as funcionalidades solicitadas nas especificações do projeto, como também aprimorar o conhecimento no desenvolvimento de jogos numa linguagem de programação incomum nesse meio.

### **Referências**

Wikipedia do Pac-Man: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pac-Man>

GitHub para ISC: <https://github.com/victorlisboa/LAMAR>

Site para criação das artes: <https://www.pixilart.com/>

Site para geração dos mapas: <https://shaunlebron.github.io/pacman-mazegen/>

Vídeo de inspiração para as inteligências artificiais dos inimigos:

<https://www.youtube.com/watch?v=ataGotQ7ir8>

Copa do Mundo no Brasil:

<https://www.plus.fifa.com/pt/showcase/copa-do-mundo-da-fifa-brasil-2014tm/8e5f0f18-d3d2-4d3e-98d6-6dffddde1721?gl=br>