



# Aplicando o Arcabouço OpenTuner em Jogos Digitais

Renan Teruo Carneiro, Vitor Cerqueira Santos <renantc@linux.ime.usp.br varyag@linux.ime.usp.br>, Orientador: Alfredo Goldman <gold@ime.usp.br>, Co-Orientador: Pedro Bruel <pedro.bruel@gmail.com>

Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo - Trabalho de Conclusão de Curso

## Introdução

Neste trabalho são exploradas possíveis aplicações do conceito de Ajuste Fino, ou *autotuning* em jogos digitais.

O processo do *autotuning* consiste em automatizar a otimização de um programa alterando seus parâmetros ou algoritmos. Um sistema que realiza essa ação é comumente chamado de *autotuner*, e pode funcionar de várias maneiras. Ao testar diversas configurações diferentes de parâmetros ou algoritmos, um autotuner escolhe as que obtêm o melhor desempenho para o programa. O desempenho pode ser medido pelo tempo de execução, ou pela maximização da saída do programa, por exemplo.

Os possíveis usos e aplicações de um *autotuner* no campo de jogos digitais são diversos, desde a criação de ferramentas externas para jogadores que desejam conseguir o máximo de seus pontos em um jogo, até possíveis implementações de meta-ferramentas de análise e desenvolvimento de jogos.

Neste trabalho foi utilizado o OpenTuner, um arcabouço de ajuste fino para otimização de parâmetros. Analisando os resultados gerados, o *autotuner* explora o espaço de busca, encontrando otimizações para o programa.

O OpenTTD é um simulador de gerência de uma empresa de transportes, onde é possível construir e controlar rotas de entrega, linhas de trem e outros meios de transporte. O jogo utiliza Inteligências Artificiais que controlam empresas. Neste trabalho, implementamos um *autotuner* para as IAs do OpenTTD, e analisamos o desempenho das IAs em relação aos objetivos do jogo.

## Objetivos

- ▶ Estudar a viabilidade e o desempenho de aplicação de técnicas de *autotuning* em jogos digitais.
- ▶ Implementar um *autotuner* aplicado às IAs do jogo OpenTTD.
- ▶ Estudar o desempenho de IAs, em relação aos objetivos do OpenTTD, como o lucro da empresa.

## OpenTuner

OpenTuner é um arcabouço para a implementação de sistemas de otimização e autotuning de programas. Utilizando um conjunto de técnicas empíricas de busca, o OpenTuner gera e testa combinações de parâmetros de configuração para um determinado programa, que podem representar escolhas algorítmicas.

O OpenTuner realiza a ação de otimização via um conjunto de métodos. O módulo de medição recebe objetivos de diferentes tipos, como por exemplo tempo de execução, e tenta minimizar ou maximizar esses objetivos. Ao final da execução, os resultados observados são devolvidos para o módulo de otimização, que navega o espaço de busca do problema, e chega em novos resultados, que são enviados novamente ao módulo de medição.

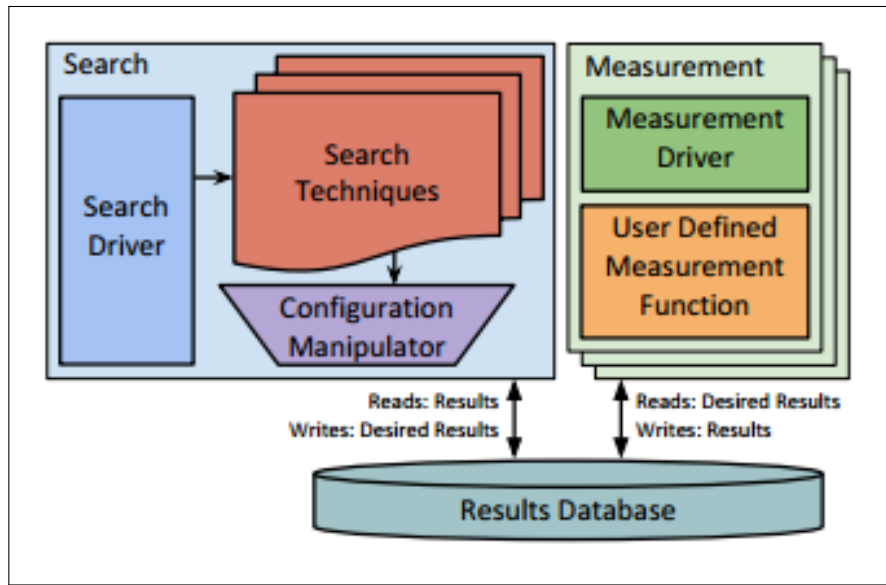


Figura: Método de funcionamento do OpenTuner. Fonte: Ansel, Jason, et al, Opentuner: An extensible framework for program autotuning

A ideia básica de aplicar o OpenTuner a um jogo é que podemos usá-lo para otimizar um conjunto de parâmetros e ajudar o jogador a planejar ou desenvolver seu jogo.

Implementamos um *autotuner* para as IAs do jogo OpenTTD, que otimiza os parâmetros do algoritmo de *pathfinding* de uma IA. As IAs produzidas pelo *autotuner* foram avaliadas segundo o valor da empresa produzida e ganho monetário.

## OpenTTD

### O Jogo

OpenTTD é um simulador de gerência de uma empresa de transportes, onde pode-se comprar, vender e construir veículos e linhas de transporte, como por exemplo trens. O jogo possui um modo para vários jogadores via rede com um servidor, e suporta Inteligências Artificiais.

Os testes do *autotuner* executaram e avaliaram o desempenho das IAs no ambiente do jogo.

- ▶ Utilizamos uma IA chamada ChooChoo, especializada no gerenciamento e construção de linhas de trem.
- ▶ O *autotuner* tenta otimizar os parâmetros da função de *pathfinding* da IA.

### Experimentos

A execução dos testes consiste em iniciar um servidor do jogo, inserir uma IA no ambiente do jogo usando os parâmetros dados pelo *autotuner*, e então avaliar o ganho monetário da empresa representada pela IA. Alterando os valores dos custos no algoritmo de *pathfinding*, o *autotuner* navega o espaço de busca do problema procurando pela configuração que maximiza o ganho monetário e o valor da empresa ao final de um período dentro do jogo.

## Resultados

A implementação é composta de três partes:

- ▶ O construtor gera os arquivos a serem alterados para os testes e os passa para o *autotuner*
- ▶ O handler organiza e trata a saída do programa, comunicando-se com o *autotuner*
- ▶ O *autotuner* executa os testes em um servidor de jogo, carregando os arquivos de IA modificados, e registrando seus resultados.

Novos parâmetros são gerados baseando-se nos resultados encontrados até o momento, e as informações necessárias para preparar os novos arquivos de teste são passadas para o construtor.

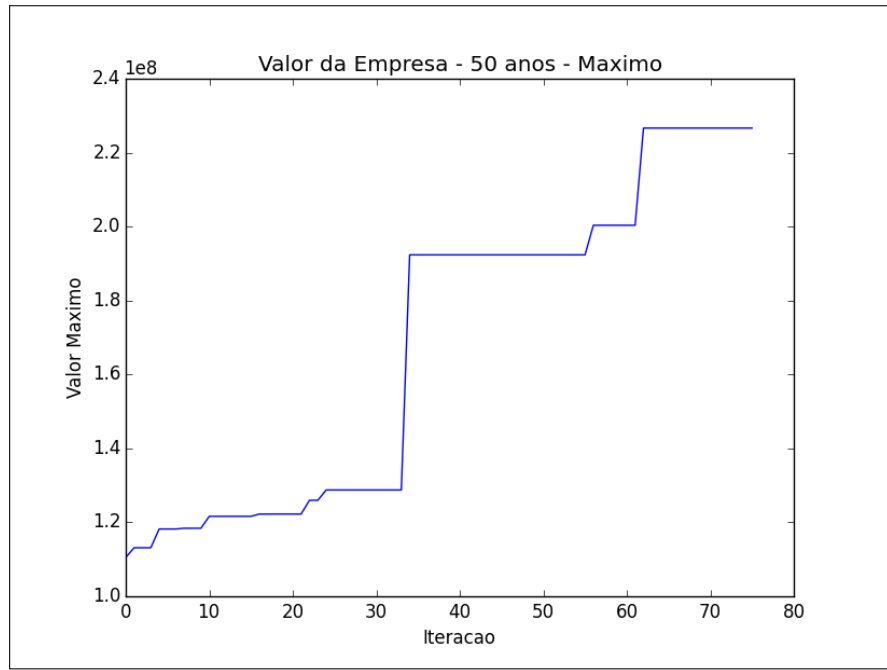


Figura: Teste com duração de 50 anos dentro do jogo

Resultados obtidos com esse exemplo incluem:

- ▶ É possível notar uma melhora gradual nos resultados do valor da empresa, depois da realização dos testes.
- ▶ Há um impacto significativo no crescimento do valor da empresa, o que é surpreendente dado o escopo do alvo da otimização: os custos do algoritmo de *pathfinding*.
- ▶ Outros valores também foram avaliados, como o lucro final e o valor de caixa ao final do semestre, e também foram observadas significativas melhoras.

### Dificuldades

- ▶ Testes em paralelo com o OpenTuner não foram implementados até o presente momento, o que causa uma geração mais lenta de resultados, e uma navegação mais lenta do espaço de busca do algoritmo.

## Referências

- ▶ Ansel, Jason, et al. "Opentuner: An extensible framework for program autotuning." Proceedings of the 23rd international conference on Parallel architectures and compilation. ACM, 2014.