

Subconjunto de Instruções do MIPS para Suporte à Robótica

Vicente S. Cruz, Henrique C. Freitas, Philippe O. A. Navaux

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Informática
Grupo de Processamento Paralelo e Distribuído

Sumário

- Introdução: Problemas e Proposta de Solução;
 - Trabalhos Correlatos;
 - Proposta do Conjunto de Instruções;
 - Análise das Instruções;
 - Aplicação;
 - Resultados;
 - Conclusões;
 - Observações;
 - Trabalhos Futuros;
 - Referências Bibliográficas.
-
-

Introdução: Problemas

- Robôs vêm auxiliando cada vez mais o homem [1]
 - Tarefas repetitivas
 - Tarefas arriscadas
- Necessidade de otimização do tempo para realizar as tarefas

Introdução: Proposta de Solução

- Deseja-se expandir o conjunto de instruções do MIPS com o fim de auxiliar na realização dos cálculos necessários para efetuar os movimentos do braço de um robô. Essa nova arquitetura será chamada de MIPS_Robot.
 - Ferramenta utilizada: Linguagem de Descrição de Arquiteturas (Architecture Description Language - ADL) ArchC [2]
 - Expansão realizada em cima da descrição do MIPS monociclo, de 32 bits, para ArchC, elaborada pelos próprios desenvolvedores da ADL.

Trabalhos Correlatos

- Propostas de novos chips que implementem as funções de Seno e Cosseno
 - D. Fu e Wilson Jr. [3]
 - Realizam operações utilizando uma variação do algoritmo de CORDIC [4]. Geram circuitos menores e mais velozes.
 - V. Paliouras [5]
 - Método baseado na interpolação de polinômios de segunda ordem. Obtém um ganho de 40% de redução do espaço utilizado na memória
 - Será apresentado não só a simulação dessas instruções, mas também de outras, necessárias para a movimentação dos braços robóticos.
-
-

Expansão do Conjunto de Instruções

- Definiram-se sete novas instruções, apresentadas abaixo, seguido de seus mnemônicos:
 - Seno, Cosseno, Produto Escalar, Translação, Rotação no Eixo X, Rotação no Eixo Y, Rotação no Eixo Z
 - SIN, COS, SCL, TRS, RTX, RTY, RTZ
-
-

Análise das Instruções

- Seno e Cosseno:
 - Necessárias para efetuar os movimentos de rotação dos braços
 - Produto Escalar:
 - Para verificar se um eixo do braço está perpendicular a outro
 - Translação:
 - Para expandir e contrair o braço
 - Rotação nos eixos cartesianos X , Y e Z
 - Para rotacionar o braço
-
-

Aplicação

- Para verificar a utilidade das novas instruções, desenvolveu-se duas aplicações, em assembly, que gere os cálculos necessários para realizar a o movimento de um braço. A primeira não utilizou as novas instruções, e a outra utilizou.
- Ambas aplicações rodaram sob a mesma frequência (50 MHz).
- A aplicação é a seguinte:
 - Parte das coordenadas cartesianas [2, 3, 4]
 - Realiza uma translação de 3 unidades na direção dos três eixos
 - Rotaciona 3 radianos em torno do eixo X
 - Por fim, rotaciona 2 radianos em torno de Z

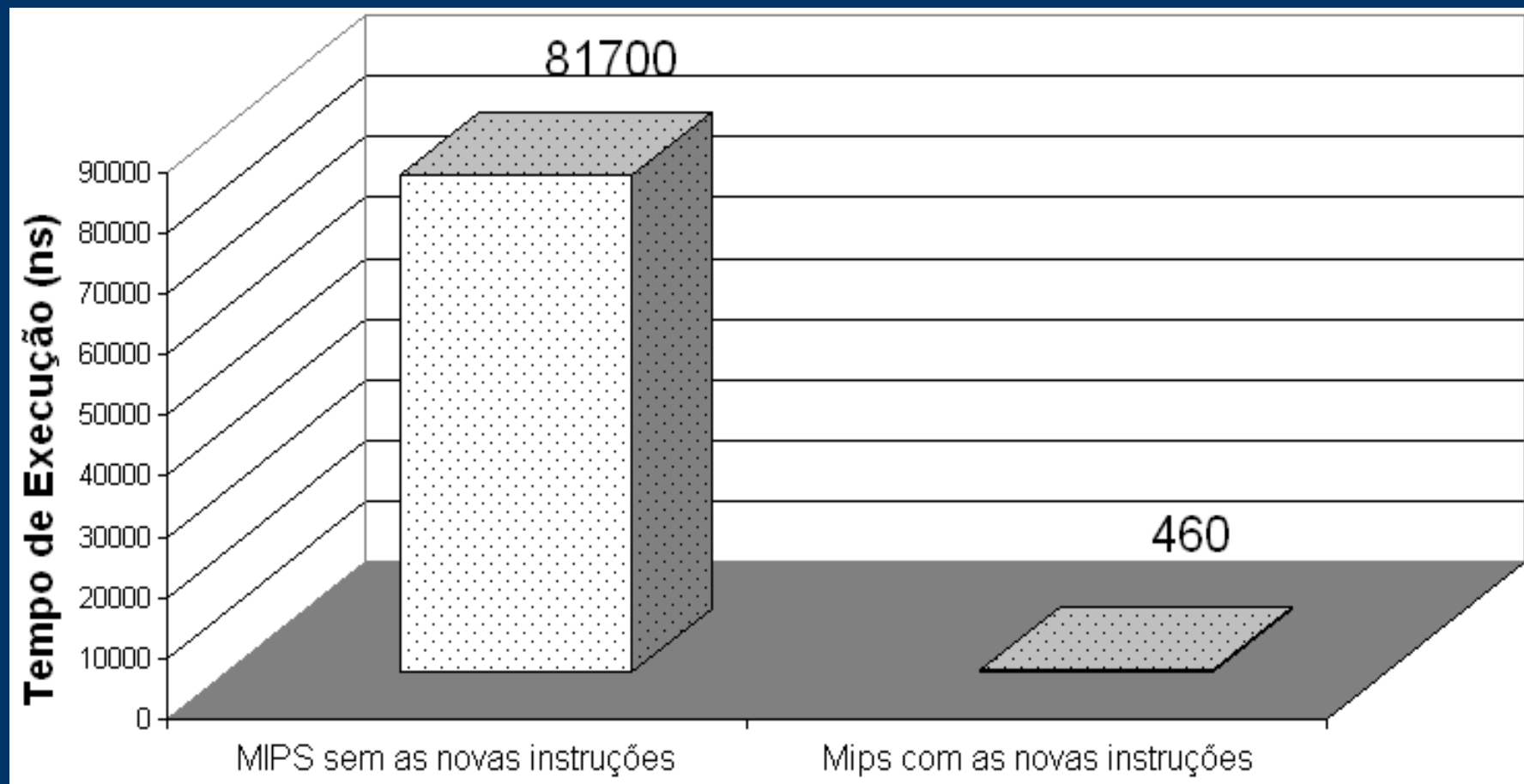
Características

- Aplicações executaram sob a mesma frequência.
 - Necessidade de fazer mudanças no circuito do MIPS_Robot para que as novas instruções executassem no mesmo ciclo de clock.
 - Maior área de hardware ocupada.
 - Maior dissipação, consumo de energia
-
-

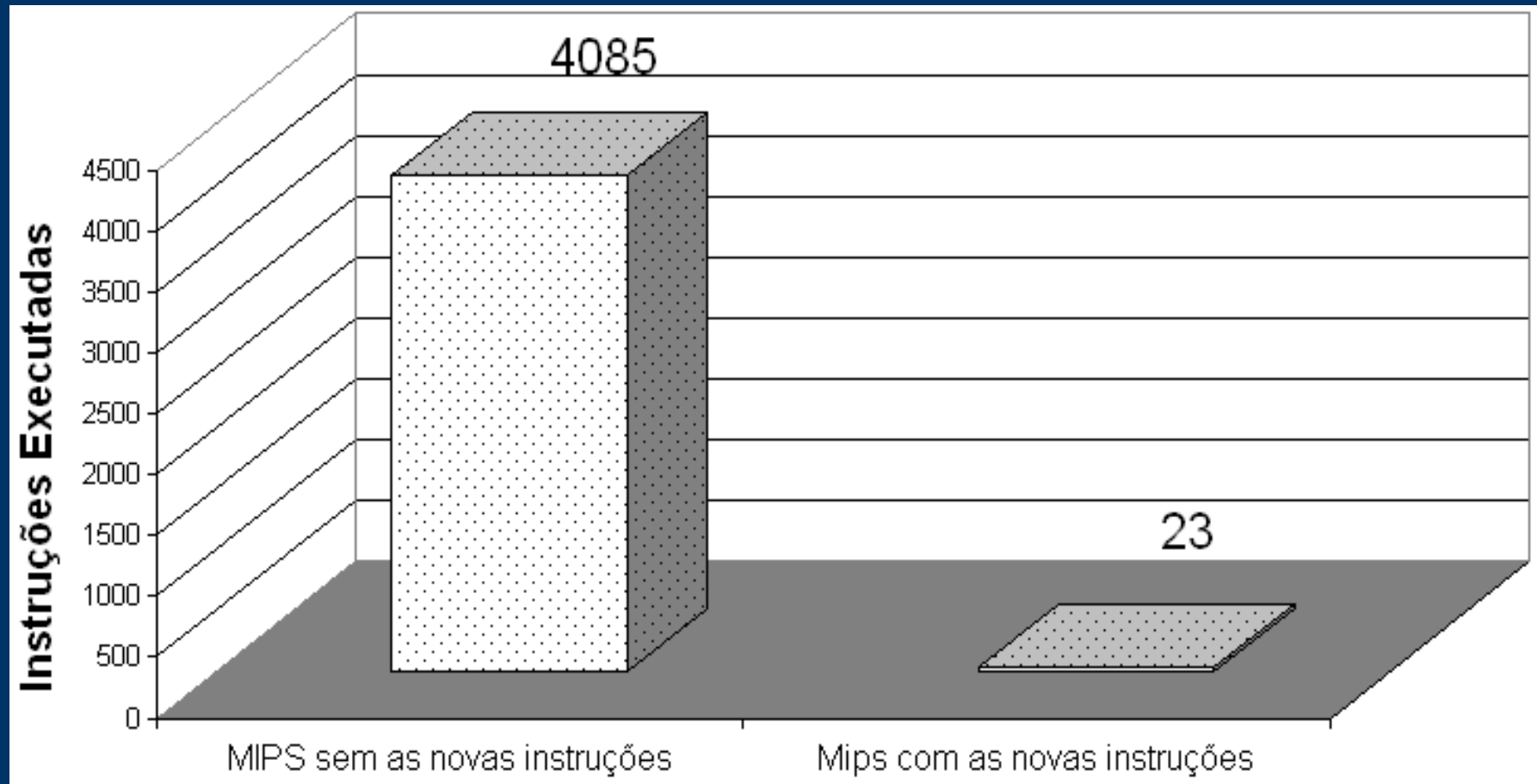
Resultados

- Comparações realizadas entre as aplicações
 - Tempo total de execução
 - Quantidade de instruções executadas
 - Quantidade de acessos à memória
 - Quantidade de acesso aos Registradores
-
-

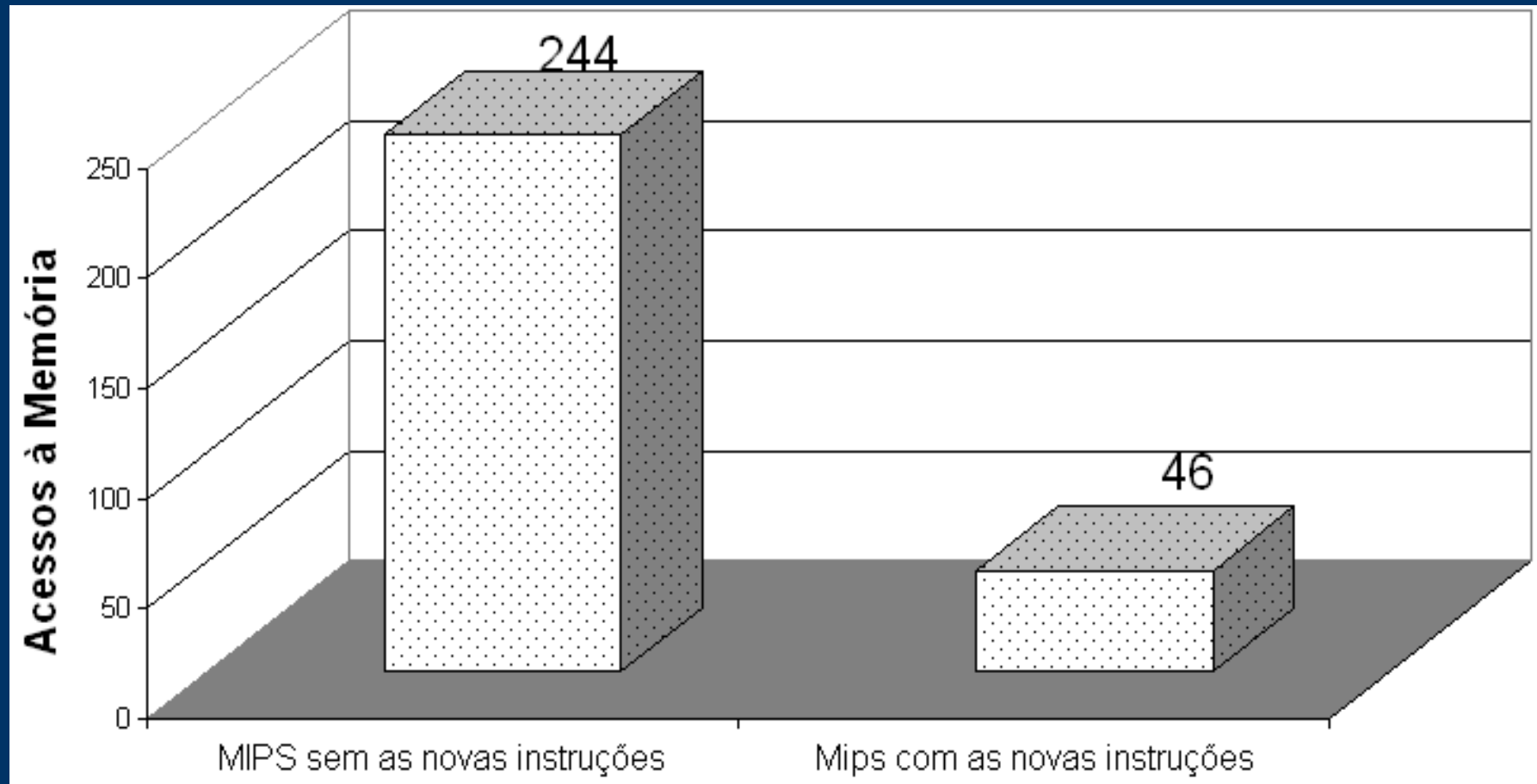
Tempo de Execução



Quantidade de Instruções Executadas



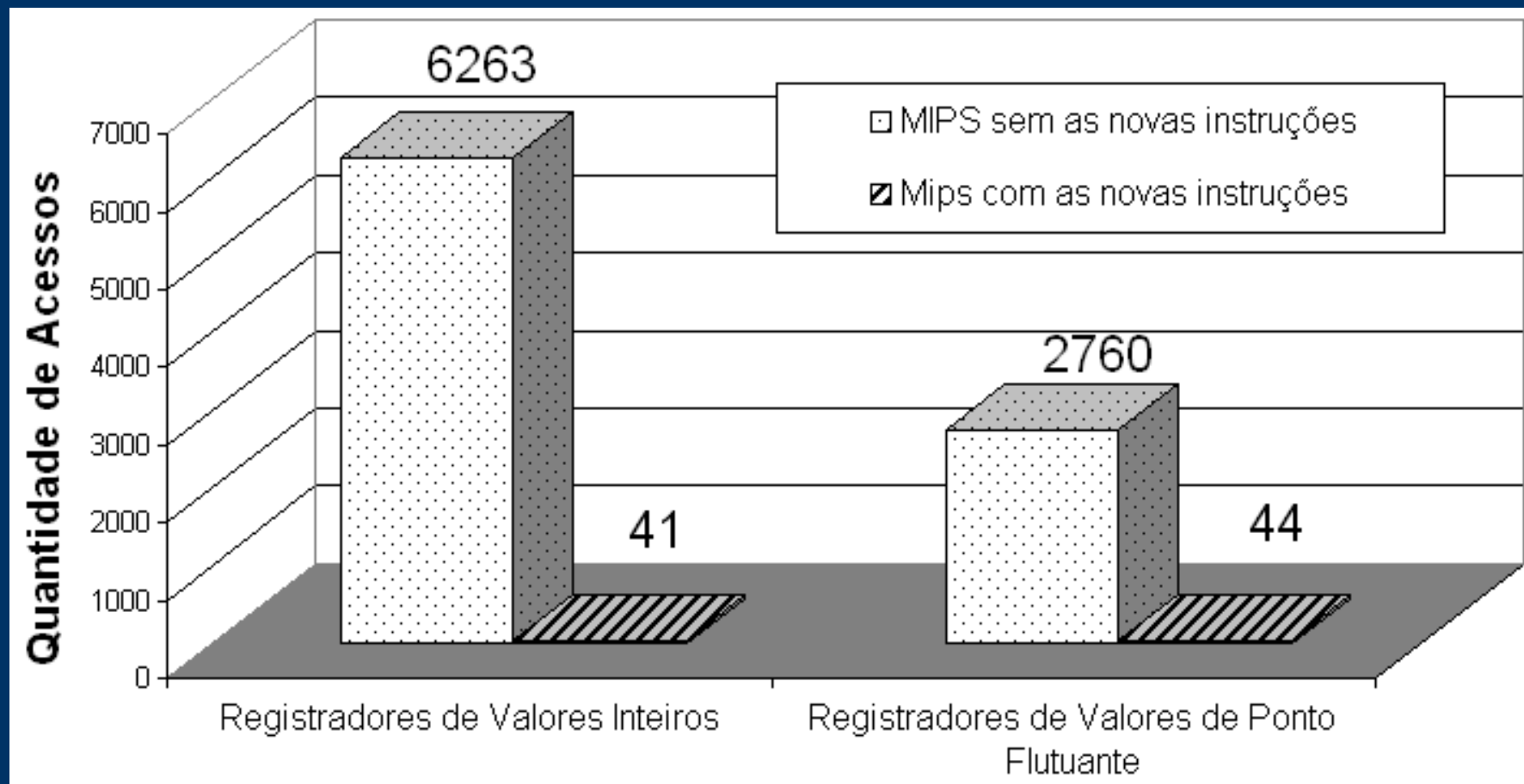
Quantidade de Acessos à Memória



Quantidade de Acesso aos Registradores

- Visto que a descrição do MIPS, utilizado nessa pesquisa, possuía apenas registradores que armazenavam valores inteiros, foi criado um outro banco de registradores que armazenasse valores em Ponto-Flutuante (PF).
 - Assim, foi verificado a quantidade de acesso ao banco de registradores de inteiro, e do banco de registradores de PF.
-
-

Quantidade de Acesso aos Registradores



Resultados

- Tempo de execução
 - MIPS_Robot executou em 0,56% do tempo do MIPS normal
- Quantidade de instruções executadas
 - MIPS normal: 4085
 - MIPS_Robot: 23

Resultados

- Quantidade de acessos à memória
 - MIPS_Robot acessou 18,85% das vezes que o MIPS a acessou
 - Quantidade de acessos aos bancos de registradores
 - Registradores Inteiros
 - MIPS_Robot acessou apenas 0,65% das vezes que o MIPS normal
 - Registradores de Ponto Flutuante
 - MIPS_Robot acessou apenas 1,59% das vezes que o MIPS normal
-
-

Conclusões

- Conforme os resultados mostram, é interessante incluir essas instruções na arquitetura.
- Desempenho do MIPS_Robot é bastante superior ao MIPS normal.



Trabalhos Futuros

- Utilizar a técnica de Pipeline no MIPS_Robot e obter novos resultados.
 - Verificar a viabilidade da inclusão das novas instruções nessa nova arquitetura, levando em consideração as observações feitas.
 - Obter uma menor dissipação usando menos hardware.
 - Isso implica a utilização de um clock maior, o que reduz a velocidade do novo chip.
-
-

Referências Bibliográficas

- [1] K. Yokoi, et al., *Application of Humanoids Robots for Teleoperation of Construction Machines*, IEEE/RSJ IROS Workshop on Exploration towards Humanoids Robot Applications, 2001.
 - [2] S. Rigo, et al., *ArchC: A SystemC - Based Architecture Description Language*, International Symposium on Computer Architecture and High Performance Processing, pp.66-73, October 2004.
 - [3] D. Fu and A. N. Wilson Jr, *A High-Speed Processor for Digital Sine/Cosine Generation and Angle Rotation*, Conference on Signals, Systems & Computers, 1998.
 - [4] R. Andraka, *A Survey of CORDIC Algorithms for FPGA Based Computers*, Sixth Inter. Symp. on Field Programmable Gate Arrays, pp. 191-200, February 1998.
 - [5] V. Paliouras, et al., *A Floating-Point Processor for Fast and Accurate Sine/Cosine Evaluation*, IEEE Trans. on Circuits and Syst. - II., vol 47, pp. 441-451, May 2000.
 - [6] D. A. Patterson, J. L. Hennessy, *Organização e Projeto de Computadores: A Interface Hardware/Software*, Editora Campus, 3ª Edição, 2005.
-
-