

# Evolution of Thread-Level Parallelism in Desktop Applications

Blake, G., Dreslinski, R.G., Mudge, T., Flautner, K., 2010. Evolution of thread-level parallelism in desktop applications. In: Proceedings of the 37th annual international symposium on Computer architecture. ISCA '10. ACM, New York, NY, USA, pp. 302-313.

URL <http://doi.acm.org/10.1145/1815961.1816000>

Eduardo Theodoro  
RA: 134049  
eduardotheodoro@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Como o alcance do limite da frequência, devido a restrições de temperatura, e o alcance do paralelismo a nível de instruções foram atingidos, atualmente a estratégia de empresas produtoras de microprocessadores como Intel e AMD se voltaram ao aumento do número de processadores em um único chip. Desde então, chips com multiprocessadores se tornaram o emblema destas duas líderes de desenvolvimento, atualmente utilizando acima de 8 cores por *die*. A expectativa assim se torna de que desenvolvedores de software escrevam softwares com concorrência suficiente para tirar proveito deste hardware adicional. O artigo estudado visa determinar como o aumento do número de cores tem sido acompanhado com o nível de paralelismo de softwares desenvolvidos para desktop.

## 2. PROCEDIMENTOS

Como forma de avaliação, foi utilizada a métrica TLP (*Thread Level Parallelism*), que caracteriza a quantidade média de concorrência exibida por um programa durante sua execução quando pelo menos 1 core está ativo. TLP é calculada pelo somatório de  $c_i^s$  que correspondem a frações de tempo que exatamente  $i = 0, 1, \dots, n$  (onde  $n$  corresponde ao número de threads sendo executadas na máquina) threads são executadas concorrentemente. Este número é então dividido pela fração de tempo ocioso  $1 - c_0$ . Utilizando TLP é possível identificar o número mínimo de processadores necessários para suportar um conjunto de aplicações em paralelo.

Uma variedade de experimentos utilizando benchmarks de jogos 3D (*Call of Duty 4*, *EA Crysis*), editores de imagens (*Adobe Photoshop CS4*, *Autodesk Maya 3D*), players multimídia (*iTunes 9*, *QuickTime*), editores de vídeo (*Cyber-Link PowerDirector*, *Handbrake 0.9*), navegadores de internet (*Mozilla Firefox 3.5*, *Apple's Safari 4.0*) entre outros programas interativos, foram realizados nos sistemas operacionais *Apple's OS X Snow Leopard* e *Microsoft Windows 7*,

utilizando os processadores Intel Xeon e Intel Atom.

## 3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Em média, o índice TLP médio das aplicações obtido para o Intel Xeon foi de cerca de 2.15. Isto significa que uma máquina multiprocessador com cerca de 2-3 cores é suficiente para a maioria das aplicações de uso cotidiano. Podemos notar contudo que aplicações relacionadas a área de edição de vídeo exibem uma performance muito superior, exibindo uma média de 7.4, enquanto aplicações relacionadas a jogos possuem TLP de apenas 1.6. Todavia, devido ao Intel Xeon possuir uma performance em *single thread* alta, tarefas individuais poderiam estar sendo completadas rapidamente e suficiente para não rodarem concorrentemente. Assim, os mesmos aplicativos foram executados utilizando o processador Intel Atom, que possui uma performance *single thread* mais baixa, podendo levar assim a um aumento do TLP. Apesar de notado uma redução do tempo ocioso do sistema, o índice TLP também se manteve na faixa de 2 no Intel Atom.

Através dos resultados, podemos observar que em alguma porção de tempo existe execução concorrente, contudo, em muitos casos essa execução concorrente é em porcentagem pequena. Na prática, os desenvolvedores de software estão escrevendo códigos com um grande número de threads na maioria das aplicações desktop, porém estas threads raramente são executadas em paralelo ou o trabalho distribuído entre elas é muito desbalanceado. Este desbalanceamento leva a efeitos da *lei de Amdahl*, resultando assim no baixo TLP visto nos experimentos computacionais.

A maioria das fabricantes atuais tem adotado multicores como uma tentativa de aumentar a performance. Contudo, em comparação com um estudo realizado no ano 2000 por Flautner et al., que utilizou-se de aplicações similares, foi possível observar apenas uma pequena melhoria no TLP para aproximadamente 2 nos anos atuais, levando assim a acreditar que a adição de cores em CPU's pode não ser a resposta para o aumento da performance no espaço de aplicações desktop.