

SUSTENTABILIDADE EM SISTEMAS COMPUTACIONAIS

UM DOS GRANDES DESAFIOS DA COMPUTAÇÃO,
HOJE, É BUSCAR SOLUÇÕES PARA REDUZIR
CONSUMO E CUSTO DE ENERGIA ELÉTRICA.

.....
por Vinicius Petrucci e Daniel Mossé
.....

Preocupações ambientais têm estimulado projetos de pesquisa e soluções comerciais para reduzir o consumo de energia em sistemas computacionais, sejam eles dispositivos portáteis, computadores pessoais ou servidores de computação na nuvem. Essas preocupações crescem diariamente a passos desenfreados devido ao crescimento exponencial de dispositivos, imagens e dados em geral produzidos em nossa sociedade digital.

Os dados armazenados nos sistemas computacionais são gerados principalmente por bilhões de dispositivos conectados à internet. Bilhões de celulares inteligentes permitem fácil geração e compartilhamento de fotos e vídeos que raramente são deletados. Outros bilhões de dispositivos IoT (Internet das coisas) têm sido utilizados na automatização e monitoramento constante das nossas atividades

Atualmente, soluções mais usadas para redução de energia em sistemas computacionais incluem ajustar a velocidade de processamento e desligar partes do dispositivo que não estão sendo utilizadas.

e do ambiente a nossa volta, como relógios/pulseiras inteligentes, assistentes virtuais e carros autônomos. Todos esses dados são processados em supercomputadores para extrair informação e conhecimento que não podem ser simplesmente gerados por pessoas, principalmente tão rapidamente. O custo energético de processamento e armazenamento desses dados têm se tornado um problema cada vez mais proeminente.

O consumo de energia representa um dos principais custos para as maiores empresas de internet do mundo e tem crescido astronomicamente, estimando-se que os centros de dados só nos Estados Unidos precisarão de mais de 100 TWh de eletricidade por ano até 2020, equivalente a 10 usinas nucleares; e até 2025, a indústria

de tecnologia/comunicação poderia usar cerca de 20% de toda a eletricidade mundial e emitir até 5,5% das emissões mundiais de carbono [1], ou seja, maior do que qualquer país do mundo, exceto os Estados Unidos, China e Índia.

Atualmente, soluções mais usadas para redução de energia em sistemas computacionais incluem ajustar a velocidade de processamento (ou da memória, ou da rede, ou do brilho da tela dos celulares) e desligar partes do dispositivo que não estão sendo utilizadas. Essas técnicas tipicamente causam queda de desempenho, tendo consequências negativas à experiência do usuário. Assim, quaisquer soluções de eficiência energética devem estar vinculadas aos requisitos de satisfação dos usuários que utilizam os sistemas computacionais. Em geral, tais técnicas devem ser automatizadas com suporte dos sistemas operacionais para utilizar recursos heterogêneos disponíveis de forma mais eficientemente possível [2].

Outras soluções para eficiência energética utilizam, para o processamento de

Importantes desafios ainda perduram: entender as micro e macroestruturas do consumo de energia, o impacto desse consumo com a integração de vários subsistemas e incorporação de técnicas de sustentabilidade do começo ao fim.

tipos específicos de aplicativos ou informações, arquiteturas ou componentes especializados, como GPUs (processamento massivamente paralelo), FPGAs (sintetização dinâmica de circuitos especializados) e TPUs (chips especializados para aprendizado de máquina). TPUs são 30 a 80 vezes mais energeticamente eficientes que GPUs e CPUs modernas [3]. Outra possibilidade é ter vários tipos heterogêneos de componentes no mesmo sistema e usar cada tipo de componente na situação mais apropriada dependendo das características das aplicações, como mudar entre

processadores mais rápidos ou lentos/econômicos (e.g., games ou e-mail, respectivamente), ou entre memória flash (SSD) e memória convencional (DRAM).

Importantes desafios ainda perduram: entender as micro e macroestruturas do consumo de energia, o impacto desse consumo com a integração de vários subsistemas e a incorporação de técnicas de sustentabilidade do começo ao fim; isto é, da visão do usuário até as tecnologias empregadas no hardware/circuito. Extrair maior eficiência energética irá exigir melhor coordenação de decisões tomadas em distintos níveis de abstração, envolvendo subsistemas gerenciando múltiplos recursos heterogêneos, e atuando em diferentes escalas de tempo. Além da redução do consumo energético dos sistemas, faz-se necessário o uso destes para diminuir o consumo de energia de vários outros mundos que são afetados pelos sistemas computacionais. Exemplos incluem usar sistemas computacionais para diminuir o desperdício de ar-condicionado (otimizando a operação via sensores) ou de combustível (via automatização das estradas e carros), os quais consomem grande parte da energia mundial, e consequentemente influenciam em mudanças climáticas e no aquecimento global. ●

Referências

1. "Tsunami of data' could consume one fifth of global electricity by 2025. Climate Home. 11/12/2017. <https://bit.ly/2B3P12D>
2. Vinicius Petrucci, Orlando Loques, Daniel Mossé, Rami Melhem, Neven Abou Gazala, and Sameh Gobriel. 2015. Energy-Efficient Thread Assignment Optimization for Heterogeneous Multicore Systems. *ACM Trans. Embed. Comput. Syst.* 14, 1, Article 15 (January 2015)
3. An in-depth look at Google's first Tensor Processing Unit (TPU). Google Cloud. 12/05/2017. <https://bit.ly/2se11Xu>



VINICIUS PETRUCCI | É professor adjunto no DCC/UFBA, onde atua em pesquisas ligadas à Computação heterogênea e eficiência energética em sistemas computacionais. Realizou pós-doutorado na Universidade de Michigan--Ann Arbor (2014). Possui doutorado em Computação pela UFF (2012) com estágio sanduíche na Universidade de Pittsburgh (2011).



DANIEL MOSSÉ | É professor na Universidade de Pittsburgh, onde atua em educação e pesquisa, juntando as partes teóricas e práticas, criando novos sistemas computacionais, bem como usando esses sistemas em vários âmbitos da vida real. Participa em 2018 como pesquisador visitante na UFBA com apoio da FAPESB e outros projetos no Brasil.