

Aplicação do Conceito de Dominância de Pareto para resolver o Problema Exploração de Espaço de Projeto Ciente de Dark Silicon

Élani M. Zanlucas¹
FACOM/UFMS, Campo Grande, MS
Rubia Mara de Oliveira²
INMA/UFMS, Campo Grande, MS

1 Dark Silicon

Os processadores possuem chips que neles há vários transistores compostos por silício. Em 1965, o químico Gordon Moore apresentou o conceito da Lei de Moore, o qual descreve que o poder de processamento dobraria a cada 18 meses, sem que representasse mais espaço ocupado ou mais consumo de energia. Para isso, o número de transistores no sistema duplicava, enquanto obedecia a Escada de Dennard. Tal Escala, criada em 1974 por Robert Dennard baseia-se na diminuição do tamanho dos transistores, os quais a densidade de potência permanece constante, isto é, o uso de energia permanece proporcional à área. Relacionando a Lei de Moore com a Escala de Dennard, temos que quanto menor o tamanho dos transistores, pode-se aumentar a quantidade destes no sistema e com isso o poder do processamento.

Porém, quando o tamanho do transistor apresenta-se abaixo de 90nm, a Escala de Dennard torna-se inválida por conta da corrente de fuga criada quando ocorre uma diminuição da tensão, limitando fisicamente o consumo energético, a dissipação do calor e vazando a potência estática do chip [1]. Em outras palavras, a grande proximidade dos elétrons leva à troca de energia mesmo sem o estímulo elétrico externo. Essa limitação na miniaturização ficou conhecida como barreira de utilização (*the utilization wall*). Por conta desse problema e para não manifestar superaquecimento dos processadores, algumas áreas do circuito integrado acabam sendo “desligadas” ou funcionando em uma frequência menor. As áreas “desligadas” são chamadas de *Dark Silicon* [3]. Este trabalho tem como objetivo aplicar o conceito de Dominância de Pareto ao algoritmo Força Bruta a fim de resolver o problema Exploração de Espaço de Projeto Ciente de Dark Silicon.

2 Otimização Multiobjetivo

Um Problema de Otimização Multiobjetivo (POMO) relaciona-se com mais de uma situação objetivo simultaneamente, a fim de buscar uma solução ótima de um vetor de funções a partir de critérios e julgamento das alternativas de resolução do problema. Com isso, pode-se ser aplicado em problemas reais de tomada de decisão, que não podem ser solucionados por técnicas tradicionais de otimização, pois as funções são conflitantes entre si, ou seja, melhorando o valor de uma função,

¹emzan.06@gmail.com

²rubiaoliveira@gmail.com

tende-se a piorar outra. Um exemplo de problema com objetivos conflitantes é a tarefa de comprar um computador. A aquisição ótima é um equipamento com custo mínimo e desempenho máximo. Esses objetivos são conflitantes entre si, já que existirão desde computadores com elevado custo e desempenho até aqueles com baixo custo de desempenho. Portanto, um POMO busca soluções que satisfazem critérios mínimos de cada função objetivo individual.

A formulação matemática do Problema Multiobjetivo com n funções objetivo é:

$$\begin{aligned} & \text{Min/Max } f(x) \\ & \text{Sujeito a:} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g(x) &= [g_1(x), g_2(x), \dots, g_n(x)]^T \leq 0 \\ h(x) &= [h_1(x), h_2(x), \dots, h_n(x)]^T = 0 \\ x_i^{inf} &\leq x_i \leq x_i^{sup} \end{aligned}$$

Sendo que $f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)]^T$ é um vetor de funções objetivo, x é um vetor de variáveis de decisão com dimensão n , $g(x)$ e $h(x)$ representam o conjunto das restrições de desigualdade e igualdade de tamanho K e P , respectivamente. Os limites inferiores e superiores para cada variável x_i , que definem o espaço das variáveis, são representados por x_{inf} e x_{sup} .

Vilfredo Pareto foi um dos pioneiros nas pesquisas de otimização multiobjetivo, introduzindo no século XIX o conceito de Dominância de Pareto, utilizado para fazer uma comparação entre duas soluções. Em um POMO, o espaço de objetivos é parcialmente ordenado, distinguindo-se do espaço de objetivos de um problema de otimização de um único objetivo, o qual é completamente ordenado. A partir disso, podemos definir as soluções ótimas de Pareto [2].

Este trabalho estuda o algoritmo Força Bruta, o qual retorna as configurações que atendem às restrições de área e densidade de potência, inclusive o indivíduo com maior desempenho. Por conta de realizar todas as combinações possíveis dos parâmetros, esse algoritmo se torna computacionalmente caro. Por isso, o conceito de Dominância de Pareto será aplicado no Força Bruta a fim de otimizá-lo [4].

Referências

- [1] Dennard, R. H. A perspective on today's scaling challenges and future directions, 5:518–525, 2007.
- [2] Oliveira, R. M. Algoritmos de busca global para problemas de otimização genéricos e multiplicativos, Tese de Doutorado, Unicamp, 2005.
- [3] Silva, A.C.D.S. Exploração do espaço de projetos de sistemas multiprocessadores guiado por dark silicon, Dissertação de Mestrado, 2017.
- [4] Valente, P. A. F. Programação Multiobjetivo, Notas de aulas, Unicamp, 2005.