

SISTEMAS OPERACIONAIS RECONFIGURÁVEIS

RESUMO

A necessidade por desempenho e eficiência em computadores digitais para lidar com as tarefas dos usuários pode ser suprida com o paradigma de computação reconfigurável. A computação reconfigurável apresenta alguns desafios que podem ser contornados por estruturas de controle que as façam úteis e simples de utilizar. Os Sistemas Operacionais Reconfiguráveis possibilitam a abstração de conhecimentos específicos dos desenvolvedores, o que possibilita a aderência do paradigma ao público em geral em um futuro próximo. Para isso, serão levantados estudos sobre o estado da arte de Sistemas Operacionais Reconfiguráveis e também a futura implementação de um caso de estudo. O caso de estudo será o Sistema Operacional Reconfigurável ReconOS (Operating System for Reconfigurable Computing ou Sistema Operacional para Computação Reconfigurável).

Palavras-chave: computação reconfigurável. programação. sistema operacional. fpga.

INTRODUÇÃO

A maioria dos computadores digitais de hoje em dia são organizados em camadas, onde cada camada possui a sua linguagem e um interpretador que possa entender essa linguagem. A camada relacionada a arquitetura do conjunto de instruções fornece um conjunto de instruções, como o próprio nome sugere, fixo e característico de cada arquitetura. Instruções (Software) determinam uma operação a ser realizada no dispositivo físico (Hardware) e possuem um ciclo padrão dentro do caminho de dados de toda CPU, o ciclo buscar-decodificar-executar.

Os processadores de uso geral, atualmente, apresentam conjunto de instruções fixo, o que garante grande flexibilidade, reduz custos de produção e facilita o processo de desenvolvimento por parte dos desenvolvedores de alto nível. Porém a eficiência não apresenta um bom resultado em aplicações específicas. A computação reconfigurável possibilita a modificação da camada lógica digital do processador, isto é, permite a criação de um conjunto de instruções flexível e adaptável de acordo com as instruções necessárias pela aplicação em execução.

A computação reconfigurável baseia-se em dispositivos lógicos reprogramáveis que podem atingir um desempenho elevado juntamente com a flexibilidade da programação a nível de portas lógicas. Um dispositivo de hardware típico utilizado em computação reconfigurável são as FPGA (Field Programmable Gate Arrays) (SKLIAROVA; FERRARI, 2003).

**X Jornada de Educação,
Ciência e Tecnologia do IFMG - campus Formiga, 19, 20 e 21 de outubro de
2021.**

Atualmente, entende-se o sistema operacional como uma camada de software que possibilitou a interação com o hardware de maneira segura e efetiva (DEITEL; DEITEL; CHOFFNES, 2005).

O objetivo deste trabalho é realizar o estudo das tecnologias de Sistemas Operacionais reconfiguráveis que vieram suprir a demanda de uma infraestrutura mais flexível e adaptável para o controle dos dispositivos reconfiguráveis. A fomentação do tema na comunidade acadêmica nacional também é um objetivo a ser cumprido por esta pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Como citado anteriormente, as FPGAs são dispositivos típicos utilizados em computação reconfigurável, para isso serão utilizadas placas de desenvolvimento com FPGAs para a futura adaptação e implementação de Sistemas Operacionais reconfiguráveis que serão estudados no decorrer do trabalho.

O trabalho foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas de estudos já concluídos sobre o tema. Deste modo, a mesma foi baseada na análise da literatura já publicada em forma de livros, artigos e literatura acadêmica (teses, dissertações, relatórios, trabalhos apresentados em congressos etc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos Wigley e Kearney (2001) e Wigley e Kearney (2002) identificam pontos importantes para o sistema operacional voltado para computação reconfigurável. Carregamento de aplicações, particionamento, gerenciamento de memória, escalonamento, proteção e entrada/saída, e comunicação e sincronização são partes importantes que compõem um sistema operacional, principalmente para a computação reconfigurável. A ideia da computação reconfigurável é trazer estas funções do sistema operacional para o nível de hardware, de forma que se obtenha uma solução mais eficiente.

Eckert et al. (2016) trazem as seguintes discussões sobre os tópicos citados no parágrafo anterior. O problema do particionamento nas lógicas reconfiguráveis pode ser resolvido internamente ao sistema operacional, a solução sugerida pelo autor traz a ideia da utilização de áreas reconfiguráveis dos dispositivos. A principal desvantagem desta solução está no surgimento de fragmentações internas. Para o carregamento de aplicações no sistema, os módulos reconfiguráveis devem atuar como processadores equivalentes que interagem com a CPU, isso é chamado de hw-application. O objetivo desta utilização é, como citado

**X Jornada de Educação,
Ciência e Tecnologia do IFMG - campus Formiga, 19, 20 e 21 de outubro de
2021.**

anteriormente, trazer a função de software para o nível de hardware, trazendo ganhos em termos de tarefas. Esta área está em constante pesquisa na área científica atual, a dificuldade de solução está na necessidade de uma comunicação e sincronização sofisticada.

No decorrer do trabalho, foram levantadas informações sobre diversos Sistemas Operacionais Reconfiguráveis, porém os que demonstraram mais relevância e possibilidade de evolução foram o FENIKS, BORPH e ReconOS.

O FENIKS é um sistema operacional para computação reconfigurável desenvolvido por pesquisadores da Microsoft (ZHANG et al., 2017). Pouco se sabe sobre o sistema ainda por ser uma iniciativa privada da Microsoft, porém existem grandes possibilidades de ganhar mais atenção em um futuro próximo devido a necessidade de performance exigida nos servidores com o aumento de SaaS, IaaS e PaaS (Software como um serviço, Infraestrutura como um serviço e Plataforma como um serviço).

BORPH (Berkeley Operating System for ReProgrammable Hardware) é um sistema operacional para dispositivos reconfiguráveis desenvolvido na Universidade da Califórnia, Berkeley em 2007. A semântica UNIX é mantida no sistema BORPH (SO; BRODERSEN, 2007). Acreditava-se que o sistema BORPH, por se tratar de um trabalho de Berkeley, apresentaria evolução durante o tempo. Porém o sistema não apresentou evoluções até o presente momento, tampouco possui seus portais com acesso aos arquivos e procedimentos de instalação. Espera-se que o projeto ainda apresente novas colaborações.

O ReconOS é um sistema operacional para dispositivos reconfiguráveis baseado, primeiramente, no eCos (Embedded Configurable Operating System) com o foco em oferecer um ambiente de programação unificado e portabilidade de aplicativos para dispositivos reconfiguráveis (LUBBERS; PLATZNER, 2007). Para dar suporte a sistemas em tempo real, a abordagem RTOS oferece escalonamento preemptivo dinâmico baseado em prioridade para threads, reduz as latências de interrupção, tempo de execução limitado para chamadas do sistema e são altamente reconfiguráveis para lidar com escassez de memória. Em alguns artigos, o ReconOS é citado como um framework, visto que necessita de um núcleo de outro sistema operacional para ser executado.

Desde sua primeira versão em 2006, o ReconOS evoluiu e apresentou 4 novas versões até o momento em que este artigo está sendo escrito, incluindo suporte ao núcleo Linux e outros novos recursos (RECONOS, 2021). Pretende-se realizar a futura implementação do sistema em uma arquitetura ARM compatível. É ideal para desenvolvedores com conhecimentos em sincronização de processos para desenvolver aplicativos híbridos com

encadeamentos sendo executados na CPU (software) e no dispositivo reconfigurável (hardware) (LÜBBERS; PLATZNER, 2010).

CONCLUSÃO

Na área de Computação reconfigurável ainda existem muitos desafios, como a síntese de hardware ser um processo lento em relação à síntese de software, dificultando o crescimento da computação reconfigurável. (ECKERT et al., 2016)

Realizar a reconfiguração de uma FPGA para se comportar de acordo com a tarefa que a requisite é um processo manual que visa ser automatizado por meio dos Sistemas Operacionais reconfiguráveis. Com isso, caso um programador deseje realizar o desenvolvimento de uma aplicação para este paradigma, não será necessário conhecimentos profundos acerca de síntese de hardware e outras áreas do conhecimento. A ideia é que o paradigma se torne consolidado e com um ecossistema de ferramentas que o torne útil para aplicações dos usuários. Com isso, o desenvolvedor pode se concentrar no algoritmo da aplicação, assim como acontece com os computadores comuns atualmente.

Por se tratar de uma pesquisa com o intuito de estudar o estado da arte sobre Sistemas Operacionais reconfiguráveis, foram levantados diversos trabalhos anteriores que discutem o tema. A partir disso, obteve-se a conclusão de que existem poucos trabalhos nacionalmente desenvolvidos, sendo o único citado o EPOS (FRÖHLICH, 2001). Além disso, foi possível obter informações necessárias para a futura implementação do ReconOS.

O Sistema Operacional Reconfigurável que apresentou evoluções e possui propriedades de arquitetura e APIs que tornam a implementação possível para a pesquisa é o ReconOS. Espera-se que em um futuro próximo a computação reconfigurável se torne relevante não só para um público específico, mas também para o público em geral.

REFERÊNCIAS

SKLIAROVA, I.; FERRARI, A. B. Introdução à computação reconfigurável. Portugal: Revista do DETUA, 2003.

DEITEL, H.; DEITEL, P.; CHOFFNES, D. Sistemas Operacionais. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. (3. ed.).

ECKERT, M. et al. Operating system concepts for reconfigurable computing: review and survey. International Journal of Reconfigurable Computing, Hindawi, v. 2016, 2016.

WIGLEY, G.; KEARNEY, D. The development of an operating system for reconfigurable computing. In: IEEE. The 9th Annual IEEE Symposium on Field-Programmable Custom

**X Jornada de Educação,
Ciência e Tecnologia do IFMG - campus Formiga, 19, 20 e 21 de outubro de
2021.**

Computing Machines (FCCM'01). [S.l.], 2001. p. 249–250.

WIGLEY, G.; KEARNEY, D. The first real operating system for reconfigurable computers. In: IEEE. Proceedings 6th Australasian Computer Systems Architecture Conference. ACSAC 2001. [S.l.], 2001. p. 130–137.

ZHANG, J. et al. The feniks fpga operating system for cloud computing. In: Proceedings of the 8th Asia-Pacific Workshop on Systems. [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–7.

SO, H. K.-H.; BRODERSEN, R. W. Borph: An operating system for fpga-based reconfigurable computers. [S.l.]: University of California, Berkeley, 2007.

LUBBERS, E.; PLATZNER, M. Reconos: An rtos supporting hard-and software threads. In: IEEE. 2007 International Conference on Field Programmable Logic and Applications. [S.l.], 2007. p. 441–446.

LÜBBERS, E.; PLATZNER, M. Reconos: An operating system for dynamically reconfigurable hardware. In: Dynamically Reconfigurable Systems. [S.l.]: Springer, 2010. p. 269–290.

FRÖHLICH, A. A. M. Application Oriented Operating Systems. [S.l.]: Citeseer, 2001. v. 1.