

TEC - CÂMARA DE ARQUITETURA E ENGENHARIAS (COMUNICAÇÃO COORDENADA)

NOME: PEDRO HENRIQUE OLIVEIRA SILVA

TÍTULO: ANÁLISE DE OPERAÇÕES EM PONTO FLUTUANTE FUNDIDAS EM MICROCONTROLADORES AVR

AUTORES: PEDRO HENRIQUE OLIVEIRA SILVA, PEDRO HENRIQUE OLIVEIRA SILVA, EDUARDO BENTO PEREIRA, ERIVELTON GERALDO NEPOMUCENO

AGÊNCIA FINANCIADORA (se houver): Fapemig

PALAVRA CHAVE: ARDUINO, MICROCONTROLADORES, ARITMÉTICA DE PONTO FLUTUANTE

RESUMO

Recentemente diversos trabalhos demonstram a necessidade de compreendermos melhor como é feito o processamento em diferentes diversas plataformas, incluindo computadores convencionais. Uma das plataformas mais utilizadas recentemente são os microcontroladores, ferramentas destinadas para controle e transmissão de processos, encontrado na maioria dos equipamentos eletrônicos, bem como nas populares plataformas Arduino. Os microcontroladores são populares principalmente devido ao seu baixo custo, baixa potência, alto desempenho e curva de aprendizagem relativamente pequena. Entretanto, como outras diversas ferramentas, os microcontroladores possuem limitações numéricas ao se utilizar aritmética de ponto flutuante, em que operações elementares não seguem as mesmas regras da matemática convencional.

Normalmente os microcontroladores possuem unidades de ponto flutuante emuladas em software, em que as mesmas portam instruções de unidades de ponto flutuante fundidas como a Fused Multiply-Add (FMA). A FMA torna possível executar a operação $[(A \times B) + C]$ em ponto flutuante utilizando somente um arredondamento, potencialmente garantindo maior precisão nos cálculos. O presente trabalho tem por objetivo identificar as vantagens de incluir unidades de ponto flutuante fundidas nas rotinas dos microcontroladores AVR e apresentar as limitações numéricas ao se utilizar aritmética de ponto flutuante. Para realizar a análise é utilizado o método de estimação de propagação de erro Lower Bound Error (LBE), calculado como a média da diferença de duas Extensões Intervalares Naturais (EIN), que representam a mesma operação matemática das operações da função teste em cada iteração, fornecendo informações que uma precisão mínima para a simulação não é mais satisfeita. Aplicando o método durante o cálculo das n iterações do mapa logístico, que representa um modelo populacional, é obtido o limite inferior do erro, possibilitando analisar a perda de precisão a cada iteração resultante dos usos das EIN do mapa logístico realizada com a instrução FMA e as instruções convencionais de ponto flutuante. Os valores do limite inferior do erro encontrados para as EIN que são compostas da instrução FMA, atingem valores inferiores em 20 % aos encontrados pelas EIN da função logística formadas com funções dos axiomas básicos. Sendo que a precisão mínima exigida é satisfeita por um número maior de iterações utilizando a instrução FMA, garantindo confiabilidade em um maior tempo de simulação. Posteriormente, é analisado os erros numéricos associados durante o processamento dos microcontroladores utilizando duas formas de realizar a simulação com os mesmos parâmetros, unidade padrão e unidade fundida FMA. Os resultados da unidade convencional mostram propagação de erro em comparação ao resultado analítico da função nos mesmos parâmetros. Entretanto, ao utilizar a unidade fundida FMA, há a convergência para o resultado analítico da função, determinando que a instrução proporcionou um erro menor e suficiente para garantir a confiabilidade da simulação, resultado esperado pela análise do LBE. Conclui-se que por meio de métodos de estimação da propagação de erro é possível garantir maior confiabilidade e tempo de simulação ao utilizar diferentes instruções por meio de ambientes de programação.