

# Simplicity, Reproducibility And Scalability for Huge Wireless Sensor Network Simulations

Matheus L. Silva <sup>1</sup>, Joubert Lima <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Ouro Preto

**Abstract.** In this work we present two contributions for the wireless sensor network (WSN) literature. The first one is a general model to achieve reproducibility in kernel level of parallel simulators. Unfortunately, users must implement how their simulations repeat from scratch in WSN simulators, but a parallel or distributed simulation imposes the concurrence principle, not trivial to be implemented by non-specialists. Tests using the simulator named JSensor proved that the model guarantees the most restrict level of reproducibility, even when simulations adopt different number of threads or different machines in multiple runs. The second contribution is the JSensor simulator, a parallel general purpose simulator for large scale WSN applications and high-level distributed algorithms. JSensor introduces more realistic simulation elements, such as the environment represented by customizable cells and application-events representing natural phenomena, such as lightning, wind, sun, rain and more. The cells are placed in a grid that represents the environment with characteristics of the space defined by the users, such as temperature, pressure and air quality. Experimental evaluations show that JSensor has good scalability in multi-core computer architectures, achieving a speedup of 7.45 in a machine with 16 cores with Hyper-Threading Technology, thus 50% of cores are virtual ones. JSensor also proved to be 21% faster than OMNeT++ while simulating a flooding model.

**Resumo.** Neste trabalho apresentamos duas contribuições para a literatura de redes de sensores sem fio (WSN). A primeira é um modelo geral para alcançar a reprodutibilidade no nível do kernel em simuladores paralelos. Infelizmente, os usuários devem implementar do zero como suas simulações se repetem em simuladores WSN, mas uma simulação paralela ou distribuída impõe o princípio de concorrência, não trivial de ser implementada por não especialistas. Testes usando o simulador chamado JSensor comprovaram que o modelo garante o nível mais restrito de reprodutibilidade, mesmo quando as simulações adotam diferentes números de threads ou diferentes máquinas em múltiplas execuções. A segunda contribuição é o simulador JSensor, um simulador paralelo de uso geral para aplicações WSN de grande escala e algoritmos distribuídos de alto nível. O JSensor introduz elementos de simulação mais realistas, como o ambiente representado por células personalizáveis e eventos de aplicação que representam fenômenos naturais, como raios, vento, sol, chuva e muito mais. As células são colocadas em uma grade que representa o ambiente com características do espaço definido pelos usuários, como temperatura, pressão e qualidade do

ar. Avaliações experimentais mostram que o JSensor tem boa escalabilidade em arquiteturas de computadores multi-core, alcançando um speedup de 7,45 em uma máquina com 16 núcleos com tecnologia Hyper-Threading, portanto 50% dos núcleos são virtuais. O JSensor também provou ser 21% mais rápido que oOMNeT++ ao simular um modelo do tipo flooding.