ALGORITMOS OFFLINE E ONLINE PARA PROBLEMAS DE ESCALONAMENTO EM OTIMIZAÇÃO DE REDES SEM FIO

RESUMO

Este trabalho aborda problemas de otimização combinatória encontrados em redes de sensores, com ênfase para suas correlações com problemas de escalonamento de tarefas e o estudo de algoritmos *offline* e *online*, envolvendo esquemas de aproximação local. Redes de sensores são bastante adequadas para o monitoramento ambiental, seja em ambientes bem definidos (como no chão de fábrica de uma indústria) ou não (como em florestas ou áreas descampadas). O interesse maior está nas redes de sensores sem fio (RSSFs), que são um tipo especial de redes *ad hoc* (não infraestruturadas) que possuem alta densidade e redundância de nós, nós sujeitos a falhas, topologia dinâmica, comunicação *broadcast* em contraste com a comunicação ponto-a-ponto das redes tradicionais e nós com capacidade limitada de energia, processamento e memória. Dois problemas em RSSFs são considerados: o da maximização do tempo de vida e o da maximização da capacidade de comunicação. Baseando-se no problema de minimização do tempo de vida de uma rede de sensores alimentados por baterias sem fios, são discutidas duas abordagens encontradas na literatura, envolvendo problemas de programação linear inteira MaxMin: uma através de um modelo de fluxo em redes, onde procura-se pelos fluxos ótimos de dados que aproveitam ao máximo os recursos energéticos disponíveis na rede; e, uma segunda abordagem, envolvendo a conservação da energia através da inserção de sensores redundantes em modo de hibernação, em que o objetivo é encontrar um esquema ideal que determina quando cada nó sensor está dormindo e quando se está acordado. Esta segunda abordagem pode ser vista como um problema de escalonamento de tarefas e, assim, a aplicação de teoria de escalonamento neste contexto está sendo considerada neste trabalho. Sobre a maximização da capacidade, também pode ser vista como um problema de escalonamento de tarefas em que o objetivo é encontrar um esquema de disposição dos sensores de comprimento mínimo e com horários livres de conflitos, que satisfaça os requisitos de transmissão de dados de todos os links de comunicação sem fio. Algoritmos offline e online são apresentados, com ênfase em algoritmos aproximativos locais (algoritmos distribuídos de tempo constante, independentemente do tamanho da rede) e seus limites inferiores e superiores.

PALAVRAS CHAVE. Algoritmos aproximativos. Programação Inteira. Redes de Sensores. Sistemas Distribuídos. Escalonamento teórico.

ÁREA: Otimização Combinatória.

ABSTRACT

This paper deals with combinatorial optimization problems in sensor networks, emphasizing their correlation with scheduling problems and the study of offline and online algorithms, involving local approximation scheme. Sensor networks are suitable for environmental monitoring, is in a well defined (as on the factory floor of an industry) or not (as forests or open area). The main interest is in wireless sensor networks (WSNs), which are a special kind of ad hoc networks, that have high density and redundancy of nodes, we are subject to failure, dynamic topology, broadcast communication in contrast to peer-to-peer communication in traditional networks and nodes with limited energy, processing and memory. Two problems in WSNs are considered: the maximization of the lifetime and the maximization of the capacity of a wireless

communication. Based on the problem of minimizing the lifetime of a battery-powered wireless sensor, two approaches of the literature are discussed, involving MaxMin integer linear programming problems: one approach based on a network flow model, which can seek for optimal data flows that take full advantage of the energy resources available in the network, and a second approach, involving the conservation of energy through the inclusion of redundant sensors into sleep mode, in which the goal is to find an ideal scheme that determines when each sensor node is asleep and when awake. This second approach can be viewed as a problem of scheduling tasks and thus the application of scheduling theory in this context is considered in this work. About the maximization of capacity can also be given as a scheduling problem in which the goal is to find a minimum-length conflict-free schedule that satisfies the requirements of data transmission of all wireless communication links. Offline and online algorithms are presented, with local approximation algorithms (distributed algorithms of constant time, regardless of the network size) and its lower and upper bounds.

KEYWORDS. Approximation algorithms. Distributed Systems. Integer Programming. Scheduling theory. Sensor Networks.

MAIN AREA. Combinatorial Optimization.