

Abstract

Application of Nature Inspired Algorithms to Maximum Lifetime Coverage Problem in Wireless Sensor Networks

Wireless sensor network (WSN) is a widely developing area of sensing technologies. They are getting involved in many spheres of human vital activities, such as healthcare, harsh industry environment, environment observation, agriculture, etc. WSN is a set of a huge number of small devices, called sensors or sensor nodes, enabling to monitor surroundings, gather information about environment and perform many other tasks. For many missions, sensors are randomly distributed over the monitoring area in environments, where human access is limited or impossible, and are connected in a network relatively to perform a union task. Therefore, batteries of sensors cannot be usually rechargeable or renewable. Such scenarios of WSN can be executed in deserts, forests, wilderness, mountain terrains and etc. Exhaustion of battery charge implies the change in topology of WSN, quality of its work and reduction of its lifetime. These restrictions lead to optimization problems, goals of which are to maximize lifetime of the system via effective managing the capabilities of the network. One of the well-known problems is related to energy efficient protocols in WSN is the Maximum Lifetime Coverage Problem (MLCP). MLCP is a computationally difficult problem and is known as NP-hard.

Because of MLCP is an NP-hard problem an exact solution cannot be achieved, however, approximate solutions can be found. Deterministic algorithms provide a limited number of approximate solutions which can be improved, other better solutions can be found as well. At the end of the last century the "No free lunch theorem" was introduced by Wolpert and Macready, where they proved that no one best heuristic to solve an optimization problem. Their results indicate the importance of incorporating problem-specific knowledge into the behaviour of the algorithm. The purpose of the thesis is to construct algorithms based on nature inspired approaches using additional knowledge about the problem and to compare their performance with existing in literature heuristics.

In the thesis the following goals were realized:

- working out and implementing the original simulated annealing algorithm to solve MLCP in WSN;
- working out and implementing the original local Graph Cellular Automata — based algorithm to solve MLCP in WSN;
- experimental verification of the algorithm's performance was made on the created set of testbad WSN instances of different density;
- experimental selection of algorithms parameters;
- performing comparing study of the different versions of the proposed algorithms.

The results were presented during international conferences and in journals.

Antonina Tretyakova

Streszczenie

Zastosowanie algorytmów inspirowanych naturą do problemu maksymalizacji czasu życia pokrycia w bezprzewodowych sieciach sensorowych

Praca doktorska poświęcona jest problemowi maksymalizacji czasu życia pokrycia (MLCP) w bezprzewodowych sieciach sensorowych. Przez sieć sensorową rozumie się zbiór urządzeń o małych rozmiarach, zwanych węzłami sensorowymi, komunikujących się ze sobą wykonując wspólne zadanie. Liczba urządzeń, tworzących sieć jest zwykle duża. Sieć umożliwia monitorowanie jej otoczenia, zbieranie danych dotyczących środowiska, w którym jest zainstalowana, oraz realizowanie innych zadań. W wielu przypadkach sensory są rozmieszczone w monitorowanym środowisku w sposób losowy, przy czym dostęp ludzi do środowiska jest ograniczony lub niemożliwy. Z tego względu baterie zasilające sensory nie mogą być zwykle doładowywane lub wymieniane. Wyczerpywanie się baterii powoduje zmianę topologii sieci bezprzewodowej, wpływa na jakość jej pracy, a także redukuje czas jej życia. Problem maksymalizacji czasu życia pokrycia w bezprzewodowych sieciach sensorowych należy do klasy problemów NP-trudnych.

W niniejszej pracy doktorskiej zostały osiągnięte następujące cele:

- opracowanie i implementacja zachłannego algorytmu dla rozwiązania problemu MLCP;
- opracowanie i implementacja algorytmu symulowanego wyżarzania dla rozwiązania problemu MLCP;
- opracowanie i implementacja algorytmu genetycznego wykorzystującego wiedzę o problemie dla rozwiązania problemu MLCP;
- weryfikacja eksperymentalna wydajności algorytmów dla zbioru instancji sieci sensorowej o różnych gęstościach;
- opracowanie i implementacja algorytmu opartego na grafowych automatach komórkowych dla rozwiązania problemu MLCP;
- weryfikacja eksperymentalna wydajności algorytmów wykorzystujących grafowe automaty komórkowe dla różnych reguł aktualizacji stanów.

Część wyników pracy doktorskiej zostało opublikowano w sprawozdaniach z konferencji oraz czasopiśmie.

Antonina Tretyakova