

ПРОТОКОЛЫ РАЗВЕРТЫВАНИЯ С УЧЁТОМ ЗОНЫ ПОКРЫТИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

БОБКОВ Егор Олегович

студент

БАЛАШОВА Екатерина Андреевна

студент

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
г. Самара, Россия

Проблема покрытия в беспроводных сенсорных сетях (WSN) может быть в общем случае определена как мера того, насколько эффективно сетевое поле контролируется его сенсорными узлами. Эта проблема привлекла большой интерес на протяжении многих лет, и в результате было предложено много протоколов покрытия. В этой статье мы рассмотрим протоколы развертывания с учётом зоны покрытия.

Ключевые слова: Протоколы покрытия, протоколы развертывания, потребление энергии, модели зондирования, беспроводная сенсорная сеть (WSN).

Оптимальное развертывание датчиков с учетом зоны покрытия может быть определено как процесс определения оптимального расположения датчиков в сетевом поле таким образом, чтобы было удовлетворено требование покрытия приложения. Проблема дыры покрытия, которая относится к нахождению областей, не охваченных никаким датчиком, является подзадачей протоколов развертывания [1]. Мобильные датчики используются для решения такой задачи путем адаптации их положения с целью заполнения чувствительных отверстий и в конечном итоге увеличения площади покрытия [2]. Задача развертывания датчика максимального покрытия (MCSDP) является примером задачи развертывания, которая направлена на поиск минимального числа датчиков для достижения максимального покрытия зоны наблюдения. Большинство проблем развертывания - это сложная задача со многими противоречивыми целями. Поэтому централизованные эволюционные подходы часто используются для решения различных задач развертывания [3; 4; 5].

Алгоритм развертывания на основе PSO, PSODA, предложен в [6] для решения детерминированной задачи развертывания для точечного покрытия в WSNs. В PSODA, MCSDP моделируется как ограниченная задача оптимизации, и основная цель алгорит-

ма состоит в том, чтобы минимизировать количество датчиков при удовлетворении ограничений покрытия для всех целевых точек. ROI делится на небольшие ячейки, и центр каждой ячейки является потенциальным положением для датчика. PSODA содержит одну двоичную переменную решения 0/1 для каждой позиции в области сети, где значение 1 указывает на то, что датчик должен быть развернут в этой позиции, а 0 указывает на противоположное. Функция пригодности использует подход взвешенной суммы, который сочетает в себе две подцели: первая используется для минимизации количества развертываемых датчиков, а вторая - для минимизации неудовлетворенности ограничениями покрытия. PSODA предполагает, что датчики следуют высокочувствительной модели (Elfes sensing model), и все датчики статичны и однородны. Для решения проблемы преждевременной конвергенции традиционных ПСО была принята модифицированная ПСО, использующая новую процедуру обновления позиций для более быстрой конвергенции. Хотя PSODA была разработана в первую очередь для решения проблемы точечного покрытия, она может быть принята для приложений, требующих полного покрытия территории. Следует отметить, что протокол PSODA не учитывает связь между датчиками и БС.

Для решения задачи детерминированного развертывания в WSNs в работе [4] предложен ограниченный многоцелевой эволюционный подход на основе CPMEA. В отличие от PSODA, CPMEA рассматривает требование покрытия как цель, а не как ограничение. Кроме того, CPMEA стремится поддерживать полную связность между каждым сенсорным узлом и БС, моделируя требование связности в качестве ограничения. CPMEA использует концепцию доминирования для формулировки целевых функций. Основная цель состоит в том, чтобы найти несколько оптимальных схем расположения датчиков, которые могут одновременно максимизировать охват и срок службы при сохранении полной связи между датчиками. Переменные решения в CPMEA представляют желаемые положения сенсорных узлов. Однако вместо того, чтобы генерировать совокупность случайных макетов без учета связности, начальная популяция генерируется в два этапа. Первый шаг состоит в генерации ряда случайных топологий деревьев, которые соединяют БС с узлами датчиков. Затем на втором этапе позиции сенсорных узлов генерируются случайным образом на основе позиции БС и древовидной структуры. CPMEA предполагает, что датчики следуют логической модели зондирования, и все датчики статичны и однородны.

Протокол развертывания на основе GA был предложен в работе [5] для обеспечения как охвата, так и связности данного набора целей. Цель протокола состоит в том, чтобы выбрать минимальное количество потенциальных позиций для датчиков таким образом, чтобы были выполнены два требования: покрытие и подключение. Целевая функция была определена как взвешенная сумма трех масштабируемых подцелей: минимизация количества развернутых сенсорных узлов, максимизация общего достигнутого покрытия и максимизация связности. Каждая особь в популяции имеет длину, равную числу потенциальных положений датчиков. Каждый ген может иметь значение либо 1, либо 0, чтобы указать, следует ли устанавливать датчик в этом месте или нет. [5] предполагает, что дальность зондирования равна дальности связи, и все датчики следуют логической модели

зондирования. Также предполагается, что все датчики статичны и однородны.

Другой подход к решению проблемы развертывания датчиков в WSNs заключается в нахождении оптимальной схемы развертывания. При таком подходе предполагается, что ROI делится на виртуальные сетки и каждый датчик развертывается в точках пересечения сетки. Форма сетки может быть квадратной, треугольной, шестиугольной и т. д. Целью протокола развертывания является оценка структуры (формы сетки) и оптимального расстояния между датчиками. Например, авторы в работе [7] разработали протокол для решения проблемы поиска регулярного шаблона развертывания узлов, который использует минимальное количество датчиков для обеспечения k -покрытия и m -подключения. Основная идея предлагаемого протокола состоит в том, чтобы найти шаблон развертывания, удовлетворяющий трем условиям: Сетевая область покрыта k , сенсорные узлы соединены m , а количество развернутых датчиков сведено к минимуму. Основная цель этого протокола-оценить местоположение и оптимальное расстояние между сенсорами для трех различных моделей развертывания: треугольника, квадрата и шестиугольника. Затем протокол выбирает шаблон развертывания, который будет использоваться для развертывания минимального количества датчиков при соблюдении требований к покрытию и подключению. Протокол предполагает логическую модель зондирования, и все датчики статичны и однородны.

Другой подход к развертыванию с учетом покрытия заключается в развертывании и перемещении мобильных датчиков в соответствии с требованиями покрытия определенного приложения. MobiBar [38] – это протокол такой конструкции, который предлагается для приложений барьерного покрытия. MobiBar – это протокол распределенного развертывания, который использует мобильные датчики для построения k различных полных барьеров и, следовательно, обеспечивает покрытие k -барьера. Цель протокола MobiBar состоит в том, чтобы достичь окончательного развертывания, которое обеспечивает максимально достижимое

покрытие барьера путем изменения положения мобильных датчиков. Авторы MobiBar определили базовую линию как линию, параллельную границе области сети, к которой параллельно ей должны быть построены другие барьеры. Мобибар предполагает, что датчики, расположенные на соседних барьерах, способны взаимодействовать. Эти связанные барьеры называются компонентом связанного барьера. Каждый барьер в Мобибаре имеет приоритет, который уменьшается по мере увеличения расстояния между базовой линией и барьером. Первоначально все датчики перемещаются к базовой линии, чтобы увеличить связность сети. Первый датчик, достигший базовой линии, выбирает себя в качестве лидера подключенного барьерного компонента. Затем этот лидер выбирает не более четырех соседних датчиков, каждый из которых перемещается в соседнее положение барьера. Приоритет отдается барьерам с более высокими приоритетами. В свою очередь, каждый из этих вновь перемещенных датчиков повторяет этот процесс не более чем с четырьмя соседними датчиками. Если перемещенный узел не смог найти достаточно соседних датчиков, чтобы попросить о перемещении, он продолжает выполнять ограниченный многопереходный поиск, пока не найдет один или несколько. Перемещенный датчик может переместиться только к барьеру с более высоким приоритетом, если он его обнаружит. Новые барьеры затем объединяются со старыми барьерами, перемещая датчики в новом барьере на свободные позиции старого барьера. В конце строится единый соединенный барьер. Все

сенсорные узлы в Мобибаре мобильны, и он также предполагает булеву модель зондирования для зондирования, а также идеальную дисковую модель для связи.

В работе [8] был предложен протокол оптимизации покрытия на основе мобильного приемника (MS) и оценки стабильности канала связи (MSCOLER) для восстановления покрытия и предотвращения сбоев передачи в сети. MSCOLER работает в два этапа. На первом этапе MSCOLER использует сеточный имитационный «отжиг светлячка» (GFSA) для перемещения мобильных датчиков вблизи отверстий покрытия. Для этого область сети делится на сетки, и каждая ячейка в этой сетке должна контролироваться по крайней мере 1 датчиком. Задача покрытия моделируется как задача неконструированной оптимизации с целью максимизации коэффициента покрытия. Затем для решения этой задачи используется имитация «отжига светлячка» (FSA) путем нахождения оптимального расположения мобильных датчиков для восстановления отверстий покрытия. На втором этапе MSCOLER алгоритм маршрутизации оценки устойчивости канала связи (LSER) используется для поиска оптимальных релейных датчиков для передачи данных в БС. Оптимальные линии связи определяются путем минимизации трех показателей качества связи: ожидаемого времени передачи (ETX), показателя уровня принимаемого сигнала (RSSI) и показателя качества связи (LQI). Авторы предполагают бинарную модель зондирования и модель энергопотребления первого порядка. Все датчики однородны, мобильны и знают свое местоположение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Tsai C.-W., Tsai P.-W., Pan J.-S. and Chao H.-C. Metaheuristics for the deployment problem of wsn: A review. *Microprocessors and Microsystems*, vol. 39, no. 8, pp. 1305-1317, 2015.
2. Shi W. and Corriveau J.P. A comprehensive review of sensor relocation in IEEE/ACM International conference on Green Computing and Communications (GreenCom) and International conference on Physical and Social Computing (CPSCoM), Dec 2010, pp. 780-785.
3. Aznoli F. and Navimipour N.J. Deployment strategies in the wireless sensor networks: Systematic literature review, classification, and current trends. *Wireless Personal Communications*, pp. 1-28, 2016.
4. Khalistan M. and Delavar M.R. Wireless sensors deployment optimization using a constrained pareto-based multi-objective evolutionary approach. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 53, pp. 126-139, 2016.

5. Gupta S.K., Kuila P. and Jana P.K. Genetic algorithm approach for k-coverage and m-connected node placement in target based wireless sensor networks. Computers and Electrical Engineering, 2015.
6. Senouci M.R., Bouguettouche D., Souilah F. and Mellouk A. Static wireless sensor networks deployment using an improved binary pso. International Journal of Communication Systems, vol. 29, no. 5, pp. 1026-1041, Mar. 2016.
7. Gupta H.P., Tyagi P.K., and Singh M.P. Regular node deployment for k-coverage in m-connected wireless networks. IEEE Sensors Journal, vol. 15, no. 12, pp. 7126-7134, Dec 2015.
8. Dahiya S. and Singh P. Optimized mobile sink based grid coverage-aware sensor deployment and link quality based routing in wireless sensor networks. AEU – International Journal of Electronics and Communications, vol. 89, pp. 191-196, 2018.

DEPLOYMENT PROTOCOLS BASED ON COVERAGE IN WIRELESS NETWORKS

BOBKOV Egor Olegovich

student

BALASHOVA Ekaterina Andreevna

student

Volga Region State University of Telecommunications and Informatics
Samara, Russia

The coverage problem in wireless sensor networks (WSNs) can be generally defined as a measure of how effectively a network field is controlled by its sensor nodes. This issue has attracted a lot of interest over the years and many coverage protocols have been proposed as a result. In this article, we will look at coverage protocols for deployment.

Key words: coverage protocols, deployment protocols, power consumption, sensing models, wireless sensor network (WSN).
