

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

УДК 621.396

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

© 2021 Я. Е. Львович, П. В. Карлин, Ю. П. Преображенский

*Воронежский государственный технический университет (Воронеж, Россия)
Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)*

В статье рассматриваются проблемы моделирования беспроводных сенсорных сетей. Показаны особенности вероятностного подхода.

Ключевые слова: беспроводная сеть, моделирование, сообщение.

Компьютерные с соответствующим функционалом, в настоящее время имеют применение в различных практических сферах. Вследствие разнообразия их характеристик требуется использовать соответствующий инструментарий.

К настоящему времени разработаны различные средства, позволяющие осуществлять имитационное моделирование беспроводных сенсорных сетей (БСС). Среди них, например, можно указать такие: AnyLogic, OMNeT++, ns, OPNET, NetSim и GNS3.

Существуют коммерческие проекты, в которых есть закрытые исходные коды для программных моделей БСС. Что из этого следует? Атакующие сети узлов при таком условии не могут быть сформированы.

Тогда требуется, чтобы код по таким проектам подвергался процессу обратного анализа.

То, насколько корректным считается применение соответствующих протоколов в БСС, а также насколько модули, входящие в состав будут энергетическим образом эф-

фективными, рассматривается во многих средствах моделирования.

Необходимо обратить внимание на виды топологий, которые применяются в различных симуляторах. Большой частью происходит реализация достаточно простых схем. Среди них можно указать – «звезда», «дерево» и «точка-точка».

Их можно увидеть в различных практических реализациях [1, 2]. Но они рассматриваются только в виде некоторого частного случая среди БСС.

Нет возможностей с их использованием получить полную картину по тому, как будут осуществляться многие атаки. Не учитываются реализации более сложных видов структур, среди которых можно указать такие: «кластерное дерево», а также «ячеистая сеть».

Мы провели сравнительный анализ по возможностям применения средств моделирования, указали их недостатки и преимущества.

В результате было установлено, что определенными перспективами с точки зрения применения на практике характеризуется симулятор OMNeT++.

Это связано с тем, что построение его основано на библиотечном принципе. По объектам, связанным с сетевым взаимодействием, показано, как ведется определение классов по сетевым узлам [3, 4].

На основе указанного программного средства есть возможности для того, чтобы

Львович Яков Евсеевич – Воронежский государственный технический университет, доктор техн. наук, профессор, office@vvt.ru.

Карлин Павел Вадимович – Воронежский институт высоких технологий, студент, Karllin_pavel@yandex.ru.

Преображенский Юрий Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, petrovich@vvt.ru.

были реализованы процессы дискретно-событийного моделирования.

Мы исходим из того, что рассматривается описание с точки зрения очередей сообщений.

Пересылка сообщений позволяет поддерживать взаимодействие среди объектов в сетевых структурах.

Есть некоторое время доставки сообщений. Оно будет влиять не значение приоритета, с которым будут формировать очередь.

Сообщение, которое будет к началу очередей ближе – будет характеризоваться большим приоритетом.

Статистика по отправлению данных в сети может быть получена в ходе реализации процессов моделирования при учете возможных атак в БСС.

В ходе моделирования учитываются требования, связанные с целостностью и доступностью сетевых компонентов.

Важно, чтобы в любой точке анализируемой сети [5] мы могли осуществлять моделирование с любой степенью детализации.

$$\begin{cases} T_1 = k \\ T_2 = l \\ T_3 = m \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{1}{k} \\ v_2 = \frac{1}{l} \\ v_3 = \frac{1}{m} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1 = \frac{lm}{klm} \\ v_2 = \frac{kl}{klm} \\ v_3 = \frac{km}{klm} \end{cases} \Rightarrow v_{\text{общ}} = \frac{lm + kl + km}{klm}$$

В сетях могут использоваться технологии маршрутизации. В качестве примера можно привести сети с маячками.

В качестве них применяются специальные сообщения, которые отправляются в сетевые структуры координаторами.

Длительность в 16 слотов между маячками рассматривается как суперфрейм. Он относится к активной части.

Между узлами задержки по передаче пакетов должны быть учтены в ходе моделирования. Мы считаем, что по разным сетевым характеристикам [7, 8] осуществляется оценка времени передачи сообщения между различными узлами.

В этой связи важно при построении методики оценки параметров сетевых структур необходимо знать среднее время передачи сообщений между соседними узлами.

Среди любых двух узлов в сети в ходе формирования модели мы полагаем одинаковую скорость передачи данных.

В очередь будут помещаться такие пакеты, которые не были обработаны к текущему моменту.

То есть при анализируемых характеристиках сети количество пакетов будет больше, чем максимально возможное. С точки зрения учета статистики результат будет таким же, как и в сетевых структурах [6], в которых частота передачи данных будет больше, чем возможное ограничение по обработке такой информации.

В любом из узлов можно наблюдать нормальное распределение по генерации пакетов.

В нем пользователь осуществляет задание значений стандартного отклонения, а также математического ожидания.

Каждый из узлов характеризуется своим временем генерации пакетов. Ниже приведен пример расчета общей частоты для системы, которая сформирована на основе 3 узлов:

Но величина периода, в течение которого генерируются пакеты, будет больше этого среднего времени.

Пусть нам известна величина T_{min} – то минимальное значение временного интервала, которое позволяет пакеты гарантированным образом передать в требуемую точку.

Тогда необходимо обеспечивать выполнение неравенства

$$\frac{1}{v_{\text{общ}}} > T_{min}.$$

Что это означает на практике? Если где-то возникнет в сетевой структуре пакет, то не будет осуществляться его передача, прежде чем завершится процесс передачи предыдущего из пакетов, который был обработан в любом месте.

Понятно, что если узлы достаточным образом будут разнесены в крупной сетевой

структуре, то нет необходимости в жестком выполнении указанного условия.

Кроме того, есть условия, например, в ходе применения протокола ZigBee внутри сенсорных сетей, когда несколько секунд составляют интервал между пакетами.

На рисунке 1 указаны вероятностные распределения, которые были использованы в ходе построения разрабатываемой нами сетевой модели.

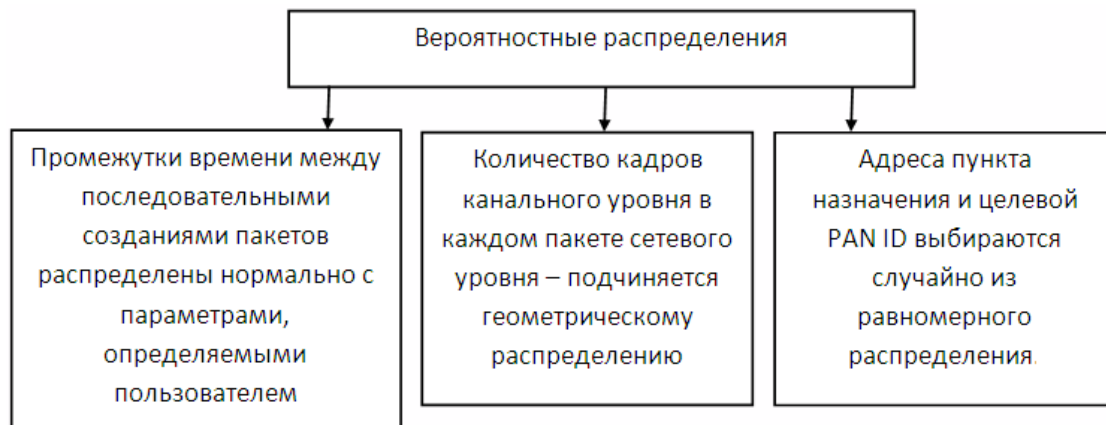


Рисунок 1. Виды вероятностных распределений в ходе моделирования

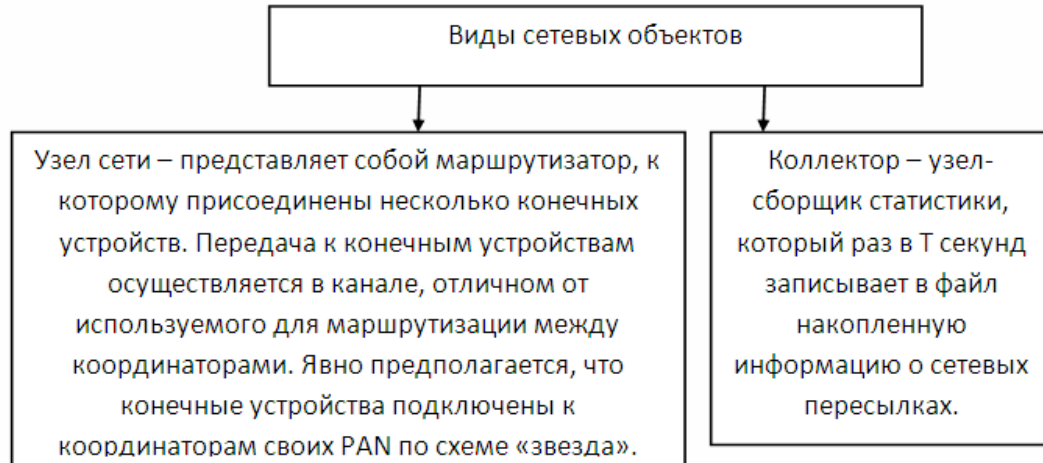


Рисунок 2. Виды использованных сетевых объектов

ЛИТЕРАТУРА

1. Lvovich I. Ya. Modelling and optimizing sensor wireless network systems / I. Ya. Lvovich, Ya. E. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, Yu. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov // IOP Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Krasnoyarsk, Russian Federation. – 2021. – С. 22080.

2. Преображенский Ю. П. Распространение радиоволн для объектов с полостями /

На рисунке 2 показаны два вида объектов, которые были применены в рамках ячейки сети.

В разработанном алгоритме поиска маршрута есть новые элементы. Они основываются на том, что применяется технология кластерного дерева в комбинации с моделью, обученной на основе нейронных сетей.

Ю. П. Преображенский // Современные инновации в науке и технике. Сборник научных трудов 8-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Ответственный редактор А. А. Горохов. – 2018. – С. 187-190.

3. Lvovich I. Y. Algorithmization of control of information and telecommunication systems based on the optimization model /

I. Ya. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, Yu. E. Lvovich, O. N. Choporov // Procedia Computer Science. 14. Сер. "14th International Symposium "Intelligent Systems", INTELS 2020". – 2021. – С. 563-570.

4. Львович И. Я. Исследование характеристик сложных дифракционных структур на основе комбинированного подхода / И. Я. Львович, Я. Е. Львович, А. П. Преображенский, Ю. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Ural Radio Engineering Journal. – 2021. – Т. 5. – № 1. – С. 49-62.

5. Казаков Е. Н. Разработка и программная реализации алгоритма оценки уровня сигнала в сети wi-fi / Е. Н. Казаков // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2016. – № 1 (12). – С. 13.

6. Lvovich I. Ya. Models for evaluating the performance of complex information and

communication systems / I. Ya. Lvovich, Ya. E. Lvovich, A. P. Preobrazhenskiy, Yu. P. Preobrazhenskiy, O. N. Choporov // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk, Russian Federation. – 2020. – С. 22099.

7. Львович И. Я. Расчет характеристик металлодиэлектрических антенн / И. Я. Львович, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 11. – С. 26-29.

8. Преображенский А. П. Алгоритм расчета радиолокационных характеристик полостей с использованием приближенной модели / А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2005. – № 4 (21). – С. 17-19.

ABOUT THE FEATURES OF SIMULATION OF WIRELESS SENSOR NETWORKS

© 2021 Ya. E. Lvovich, P. V. Karlin, Yu. P. Preobrazhenskiy

*Voronezh State Technical University (Voronezh, Russia)
Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)*

The paper deals with the problems of modeling wireless sensor networks. The features of the probabilistic approach are shown.

Keywords: wireless network, modeling, communication.