

УДК 004.057.4

ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

Березовская О.И. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., научный сотрудник Виксин И.И.
(Университет ИТМО)

Аннотация

В докладе рассмотрено применение протоколов беспроводной связи в кибер-физических системах для решения задачи мониторинга. Сформулированы ключевые требования к беспроводной связи в рамках информационного взаимодействия элементов кибер-физической системы, затем по этим критериям произведён сравнительный анализ существующих решений. В результате анализа выбраны наиболее подходящие для организации информационного взаимодействия элементов кибер-физической системы протоколы.

Введение. Кибер-физическая система (далее – КФС) – информационно-технологическая концепция, подразумевающая интеграцию вычислительных ресурсов в физические сущности; в задачах мониторинга – средство сбора и анализа данных для дальнейшего принятия управленческих решений на основе полученной информации. Протокол беспроводной связи – это набор правил, определяющих процесс обмена данными, т.е. информационное взаимодействие (далее – ИВ) в беспроводных сетях.

В настоящее время существует множество стандартов в области беспроводных сетевых протоколов, однако задача мониторинга расширяет требования к ИВ КФС и, как следствие, налагает дополнительные ограничения на выбор протокола. Работа посвящена выявлению ключевых характеристик беспроводной связи для реализации модели ИВ КФС и выбору наиболее подходящего решения по итогам сравнительного анализа.

Основная часть. Для выявления оптимального протокола беспроводной связи в рамках ИВ КФС существующие решения сравнивались по следующим параметрам:

- топология;
- масштабируемость;
- наличие шифрования и контроля целостности;
- надежность;
- энергопотребление;
- диапазон радиочастот;
- радиус действия.

Ключевыми характеристиками КФС в рамках задач мониторинга являются безопасность, децентрализованность и самоорганизация. Исходя из этих характеристик и модели ИВ КФС, были сформулированы следующие требования к протоколу беспроводной связи:

- топология «дерево» или mesh;
- гибкая масштабируемость;
- наличие шифрования и контроля целостности;
- минимизация потерь при передаче;
- низкое энергопотребление;
- разрешенный в РФ диапазон радиочастот.

По перечисленным выше критериям был проведён сравнительный анализ существующих протоколов беспроводной связи, а именно – Bluetooth Low Energy, ZigBee, Z-Wave, Thread, WiFi, WiFi-ah, LoRaWAN и NB-fi. В ходе анализа было установлено, что наиболее полно заявленным требованиям соответствуют протоколы ZigBee, Thread, LoRaWAN и NB-fi. В случае LoRaWAN топология «звезда звёзд» накладывает ограничение на высоту дерева – максимум 3 узла – однако это не существенно влияет на масштабируемость системы.

Протокол NB- fi, в свою очередь, обладает жёстким ограничением на длину сообщения (до 8 байт), что является довольно серьёзным недостатком и исключает его применение.

Выводы. По результатам сравнительного анализа были отобраны протоколы ZigBee, Thread и LoRaWAN. Первые два решения позволяют реализовать модель информационного взаимодействия благодаря топологии mesh и достаточно гибкой масштабируемости (до 65 535 и 10 000 устройств в сети соответственно), кроме того, Thread поддерживает IP-адресацию; протокол LoRaWAN выделяется топологией «звезда звёзд» и большим радиусом действия (до 15 км в среде без препятствий). В виду упомянутых различий при расстоянии между элементами КФС до 100м наиболее подходящим был признан ZigBee, при той же дальности и необходимости удалённого мониторинга – Thread. На расстояниях, превышающих указанное значение, следует применять протокол LoRaWAN.

Дальнейшие исследования будут посвящены конкретизации и расширению требований к беспроводной связи в рамках информационного взаимодействия элементов кибер-физической системы, а также выбору и доработке наиболее подходящего протокола.

Березовская О.И. (автор)

Подпись

Виксин И.И. (научный руководитель)

Подпись