

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кольчурин М.В. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)
Научный руководитель – д.т.н., профессор Платунов А.Е.
(Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Введение. Беспроводные технологии открывают множество возможностей для вычислительной техники. Начиная от способа сэкономить на прокладке медного или оптического кабеля до организации систем до этого нереализуемых, таких как – системы ориентирования и идентификации в пространстве или ячеистых сенсорных сетей. Множество существующих спецификаций беспроводных сетей находят применение в системах автоматизации, умного дома, киберфизических системах, однако зачастую такие решения представлены закрытыми программными и/или аппаратными стеками технологий, направленными на решение узкого перечня уникальных для каждой из систем прикладных задач. Как следствие, создание универсальной платформы способной эффективно использовать сразу несколько таких решений является ключевым для расширения возможных применений.

Основная часть. Такие технологии как Wi-Fi, Bluetooth, GPS, GSM стали именами нарицательными в вопросах беспроводного интернета, городской навигации, голосовой связи, передачи данных на короткие расстояния. Однако, они не способны решить значительную часть задач промышленной автоматизации, АСУТП, умного дома и других сфер. Кроме того, данные технологии представляют собой «ловушку» целевой предметной области, где разработчик оказывается заперт в рамках готовых аппаратных и программных решений, без возможности решения новых, для данной технологии, прикладных задач. Разработчики таких технологий делают попытки расширить возможности устоявшихся стандартов, представляя расширения спецификаций. В качестве примера можно привести Bluetooth Low Energy, где изменение PHY и DataLink уровня позволило найти применения для датчиков и актуаторов с низким энергопотреблением. Однако, несмотря на все усилия, задачи автоматизации и промышленности сталкиваются с существенными ограничениями при применении таких технологий.

В попытках обойти проблемы и расширить сферы применения создаются новые решения на основе спецификаций 802.15.4, Thread, Matter, Wireless M-BUS, LoRaWAN, Z-Wave, ZigBee, Sigfox и др. На рынке представлены решения от производителей микроконтроллерного оборудования на основе данных спецификаций, которые в значительной степени улучшают ситуацию, однако и они не лишены существенных недостатков, среди которых:

- Низкая производительность (большинство производителей представляют решения на ядрах Cortex-M4 с тактовой частотой не выше 64 МГц)
- Закрытые реализации сетевых стеков
- Уникальные модели взаимодействия с радиоподсистемой

Построение собственных решений на основе универсальных приемопередатчиков перекладывает на разработчика проблемы реализации или адаптации сетевых стеков, взамен предлагая высокую подконтрольность и гибкость решений, а также возможность применения высокопроизводительных центральных вычислительных ядер.

Для решения отмеченных проблем в работе применяется подход аспектного проектирования [2]. В качестве основного инструмента для анализа проектного пространства используется граф актуализации вычислительного процесса [1]. Полученные результаты использованы для создания решения позволяющего применять как готовые закрытые реализации MAC уровня, так и универсальные приемопередатчики радиосигнала.

Выводы. В работе представлено решение на основе спецификаций Thread, 802.15.4, 6LoWPAN на базе операционной системы реального времени Zephyr, способное использовать полосы пропускания 434 МГц, 868 ГГц, 2.4 ГГц, и нацеленное на расширение прикладных применений беспроводных технологий для систем автоматизации, киберфизических систем и умного дома.

Список использованных источников:

1. Кольчурин М.В., Пинкевич В.Ю., Платунов А.Е. Усиление роли микроархитектурных этапов проектирования встраиваемых систем [Strengthening the role of microarchitectural stages of embedded systems design] // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики [Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics] - 2022. - Т. 22. - № 4(140). - С. 716-724

2. Pinkevich V., Platunov A., Gorbachev Y. Design of embedded and cyber-physical systems using a cross-level microarchitectural pattern of the computational process organization // CEUR Workshop Proceedings. 2020. V. 2893.

Кольчурин М.В. (автор)

Подпись

Платунов А.Е. (научный руководитель)

Подпись