

«Алло! Меня слышно?» Как не допустить разрывов соединения в критической IoT-аппаратуре

Дж. Толлефсон¹

Мы все хотя бы однажды сталкивались с этим: минуту говоришь по мобильному телефону, а в следующую минуту связь обрывается. Когда такое происходит, это причиняет нам неудобства. Такое могло случиться в середине важного разговора или, что еще хуже, во время жизненно важного звонка в полицию или пожарную охрану.

В такой ситуации, в которой мы все побывали, могут оказаться и создаваемые нами устройства Интернета вещей. Разрабатываете ли вы датчик протечки для бытовой автоматики, беспроводную охранную систему или промышленный контроллер, призрак разрыва соединения будет вносить сумятицу в переживания пользователей и снижать надежность вашей аппаратуры. К счастью, сегодня на рынке имеются беспроводные IoT-решения, разработанные для обеспечения максимальной живучести, надежности и долговечности. Эти решения отличаются применением устойчивой технологии ячеистой сети (mesh), низким энергопотреблением и работой в субгигагерцовом диапазоне, благодаря чему они прекрасно подходят для борьбы с разрывами соединения.

ВОЗМОЖНОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ IEEE 802.15.4

Вероятно, вам известны такие беспроводные технологии, как Zigbee, WirelessHART, 6LoWPAN и MiWi™. Все они основаны на стандарте IEEE® 802.15.4. Ключевая характеристика этого стандарта заключается в возможности построения ячеистых сетей, содержащих узлы с различными ролями. В этих сетях присутствуют устройства с ограниченной функциональностью (Reduced Function Devices, RFD), полнофункциональные устройства (Full Function Devices, FFD) и устройства-координаторы. RFD и FFD соединяются между собой, а конечное соединение выполняется с координатором или шлюзом.

Ячеистая топология обладает рядом важных для надежной коммуникации свойств, а именно: возможностью увеличения дальности передачи, перенаправления потоков и сохранением. Дальность передачи в ячеистых сетях может быть увеличена относительно дальности действия отдельных радиоузлов за счет соединения узлов в последовательную цепь. На рис. 1 дальность действия каждого узла составляет 10 м, но благодаря

ячеистой топологии дальность передачи сети увеличивается до 30 м. Эта возможность позволяет повысить надежность коммуникации путем обеспечения постоянного нахождения узлов в зоне досягаемости и сохранения связи между ними.

Второе ключевое свойство ячеистой топологии – перенаправление потоков, или самовосстановление. Многим из вас приходилось сталкиваться с непредвиденными ситуациями за рулем автомобиля, например с перекрытием съезда с шоссе из-за ремонтных работ или с тем, что вы повернули на незнакомой улице в неверном направлении. В таких ситуациях мы обычно обращаемся

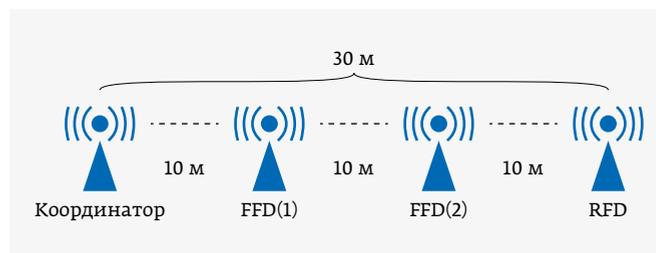


Рис. 1. Увеличение дальности передачи в ячеистых сетях

¹ Microchip Technology Inc., старший менеджер по продуктовому маркетингу.

к приложениям-навигаторам в наших мобильных телефонах, которые, как правило, предлагают нам альтернативный маршрут. Именно эта идея и лежит в основе перенаправления потоков в ячеистых сетях стандарта IEEE 802.15.4.

В беспроводных сетях возникает множество событий, таких как разрядка батарей, кратковременные помехи, вызванные перемещением людей, долговременные помехи из-за изменений в окружающей обстановке, подключение к сети новых узлов и многое другое. При возникновении таких возмущений ячеистые сети на основе стандарта IEEE 802.15.4

могут самовосстанавливаться. Иными словами, соединение между узлом и координатором может быть перестроено через другое FFD, которое предлагает более оптимальный маршрут. Эта функция кардинально повышает устойчивость сети и, как следствие, надежность коммуникации.

Третье преимущество узлов ячеистых сетей стандарта IEEE 802.15.4 – сохраняемость. В отличие от таких сетевых технологий, как Ethernet или Wi-Fi®, в которых узлы, не обменивающиеся данными, со временем отключаются, в сетях стандарта IEEE 802.15.4 «членство» узла постоянное, что позволяет узлам «молчать» в течение длительных периодов времени. Узел может неделю находиться в режиме сна, а затем «проснуться», мгновенно подключиться к сети и начать передавать данные – всего за 30 мс. Это огромное преимущество с точки зрения энергопотребления. В IoT-устройствах большая часть энергии потребляется при передаче данных и прослушивании сети, а данное свойство значительно уменьшает отношение длительностей периодов активности радиоканала и сна.

ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИМЕЕТ ЗНАЧЕНИЕ ЧАСТОТА

Между несущей радиочастотой и способностью волны проникать сквозь твердые предметы ближнего окружения существует обратная зависимость. В настоящее время наибольшее распространение получила частота 2,4 ГГц. Она используется в наших домах повсеместно: в устройствах Wi-Fi, Bluetooth®, а также в СВЧ-печах. Как известно, этот частотный диапазон позволяет обеспечить высокую скорость передачи данных, но из-за слабой способности частоты 2,4 ГГц проходить сквозь препятствия в сравнении с более низкими частотами, работая в данном диапазоне, велика вероятность столкнуться с проблемами покрытия пространства внутри дома. В то же время нелегализуемые диапазоны частот 800 / 900 МГц при более



Рис. 2. Сравнение традиционных сетей с частотой 2,4 ГГц и субгигагерцовых ячеистых сетей

низких скоростях передачи данных обладают более высокой способностью проникать сквозь препятствия, когда они используются в среде с твердыми предметами, такими как стены, деревья, мебель и двери. Поэтому субгигагерцовые частоты отличаются лучшими характеристиками, если необходимо построить сеть, способную хорошо работать в неблагоприятных условиях или условиях ограниченного пространства.

На рис. 2 показано эффективное сочетание применения субгигагерцовых частот с технологией ячеистых сетей.

«ДА, ВАС СЛЫШНО!»

Благодаря сочетанию отличной способности субгигагерцовых частот проникать сквозь объекты и технологии ячеистых сетей стандарта IEEE 802.15.4 связь в коммуникационной сети становится «громкой и чистой». Сигнал направляется к координатору по наилучшему маршруту, проникая сквозь барьеры, восстанавливая коммуникацию при изменениях в окружающей обстановке и экономя энергию до тех пор, пока не потребуется передавать данные. Это сочетание приводит к тому, что коммуникационная сеть становится живучей, надежной и долговечной.

РАЗВЕРТЫВАНИЕ ЖИВУЧЕГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

В настоящее время большинство радиосетей стандарта IEEE 802.15.4 работает на частоте 2,4 ГГц, и в них используется лишь несколько из приведенных выше преимуществ. Такие изделия, как семейство микроконтроллеров (MCU) ATSAMR30 компании Microchip, содержат в своем составе канал, соответствующий стандарту IEEE 802.15.4 для субгигагерцовых частотных диапазонов. Небольшой модуль может быть легко встроен в устройство, позволяя пройти обязательную сертификацию в Северной Америке, Европе и Китае. Микроконтроллеры ATSAMR30 содержат

флеш-память объемом 256 Кбайт; на них могут быть легко организованы ячеистые стеки, такие как MiWi, и в то же время выполняться код приложений для безопасности, бытовой автоматизации, освещения и устройств учета.

ОСТАВАЯСЬ НА СВЯЗИ

Важно, чтобы коммуникация была четкой и надежной, в особенности если информация может оказаться жизненно важной. При применении ячеистых сетей на основе IEEE 802.15.4 и субгигагерцовых частотных диапазонов узлы в IoT-сети будут оставаться надежно связанными. Такие сети, как те, которые могут быть построены на семействе микроконтроллеров ATSAMR30 с субгигагерцовыми радиоканалами, помогают быть уверенными в том, что критически важные элементы, когда это требуется, будут готовы к надежной передаче информации

в изменяющейся обстановке, при этом позволяя поддерживать длительный срок службы батарей.

С более подробной информацией о семействе микроконтроллеров ATSAMR30 компании Microchip можно ознакомиться на сайте www.microchip.com.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE 802.15.4 Standard: a tutorial / primer // <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/ieee-802-15-4-wireless/basics-tutorial-primer.php>
2. Range & Penetration Characteristics of RF // <http://www.l-com.com/content/wireless-frequency-overview-chart.pdf>
3. **McNeil P.** What are the ISM Bands, and What Are They Used For? // Pasternack Blog. March 22, 2018. – <https://blog.pasternack.com/uncategorized/what-are-the-ism-bands-and-what-are-they-used-for/>

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 920 руб.

МПИР ПЛИС И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ. ПРОГРАММНЫЕ ОШИБКИ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Под ред. Ф. Кастеншмидт, П. Реха

При поддержке АО «Конструкторско-технологический центр «ЭЛЕКТРОНИКА»
Пер. с англ. и научная редакция С. А. Цыбина, к. т. н., АО «КТЦ «ЭЛЕКТРОНИКА»,
А. В. Быстрицкого, к. т. н., АО «КТЦ «ЭЛЕКТРОНИКА», А. В. Строгонова, д. т. н.,
ФГБОУ ВО «ВГТУ», П. С. Гордкова, ФГБОУ ВО «ВГТУ»

В книге приводится понятие устранимых ошибок, возникающих в ПЛИС типа ППВМ (FPGA – Field Programmable Gate Array) и графических процессорах. Рассматриваются радиационные эффекты в ПЛИС, отказоустойчивые методы для ПЛИС, применение серийно выпускаемых ПЛИС в авиации и космонавтике, экспериментальные данные о воздействии радиации на ПЛИС, встроенные в ПЛИС процессоры под воздействием радиации и внесение ошибок в ПЛИС.

Книга будет полезна не только инженерно-техническим работникам, занимающимся применением серийно выпускаемых ПЛИС в авиации, космонавтике, в приборостроении для транспорта и других критически важных областях народного хозяйства, но и магистрантам, обучающимся по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», а также аспирантам, проходящим обучение по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи».

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2019. – 326 с.,
ISBN 978-5-94836-513-8

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru



ПАТРОНАЖ ТПП РФ

21-23
СЕНТЯБРЯ 2020
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»

Radel

XX МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА & ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
- ПЕЧАТНЫЕ ПЛАТЫ И ДРУГИЕ НОСИТЕЛИ СХЕМ
- СВЕТОДИОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
- РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ
- РОБОТОТЕХНИКА
- КОНСТРУКТИВЫ
- МАТЕРИАЛЫ
- ТЕХНОЛОГИИ
- ПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ
- КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:



FarEXPO **IFE**
Инновации. Качество. В любое время.

radelexpo.ru (812) 777-04-07