

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЙ GPS/GSM-МОДУЛЬ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АВТОТРАНСПОРТА

**С. В. Лазурин, А. А. Конопелько, С. Н. Семенович,
О. В. Тягунов**

*Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь
E-mail: stetsko@bsu.by*

Разработан телеметрический GPS/GSM-модуль для системы мониторинга автотранспорта, а также алгоритмы обработки, хранения и передачи данных для программного обеспечения данного модуля. В процессе разработки была использована операционная система реального времени freeRTOS. Был разработан уникальный протокол передачи данных, который позволил снизить матери-

альные затраты на обслуживание и обеспечил возможность удалённой настройки и обновления программного обеспечения. Созданное программное и аппаратное обеспечение было протестировано как в лабораторных, так и в полевых условиях. Для тестирования и отладки нового протокола было разработано специальное серверное программное обеспечение.

Ключевые слова: GPS, GSM, мониторинг автотранспорта, операционная система, протокол передачи данных, телеметрический модуль.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время становятся широко востребованными средства мониторинга транспортных средств (ТС). Благодаря развивающимся технологиям беспроводной связи и спутниковой навигации, средства контроля и управления ТС вышли на новый уровень. Разрабатываются новые системы, называемые комплексами навигационного мониторинга транспорта, которые предоставляют новые возможности дистанционного контроля, управления и учета перемещений транспортных средств.

Такие системы могут быть использованы для решения следующих задач: контроль местоположения и управление движением общественного транспорта; контроль маршрутов и графиков следования специальных перевозок; оптимизация расхода топлива, маршрутов автоперевозок и работы сервисных служб и служб обеспечения; обеспечение безопасности грузов и контроль перевозок; выявление местоположения угнанных автомобилей.

Исходя из обозначенной актуальности тематики и ожидаемой востребованности у потребителей, в научно-исследовательской лаборатории информационно-измерительных систем (НИЛ ИИС) кафедры информатики и компьютерных систем была проведена инициативная разработка электронного телеметрического модуля для комплекса навигационного мониторинга транспорта и разработка системного программного обеспечения для этого модуля.

ПРИНЦИП РАБОТЫ КОМПЛЕКСА

Принцип работы комплекса мониторинга автотранспорта основан на использовании центра мониторинга и телеметрических электронных навигационных модулей, размещаемых на транспортных средствах.

Благодаря встроенному GPS-приемнику электронные телеметрические модули имеют возможность определять местоположение транспортного средства, на котором они установлены. Работа приемника GPS основана на использовании возможностей космической навигационной системы GPS NAVSTAR (США) [1]. Основной принцип использования системы заключается в определении местоположения путем измерения расстояний до объекта от точек с известными координатами – спутников. Расстояние вычисляется по времени задержки распространения сигнала от посылки его спутником до приема антенной GPS-приемника. Для определения координат и высоты приемника, используются сигналы как минимум от четырех спутников.

Вычисленные данные о местоположении ТС вместе с данными от датчиков объединяются в пакеты данных. Затем они проходят предварительную обработку (фильтрацию), которая позволяет уменьшить информационный поток за счет выбора из всего потока данных наиболее информативных точек. Далее они могут быть отправлены в Центр мониторинга посредством модуля GSM, либо сохранены во внут-

реннюю буферную энергонезависимую память. GSM на сегодняшний день является наиболее распространенным стандартом связи. Соединение с центром мониторинга осуществляется посредством службы GPRS (англ. General Packet Radio Service – пакетная радиосвязь общего пользования) – надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных [2]. GPRS позволяет пользователю сети сотовой связи производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе интернет.

Центр мониторинга – это серверная программа с интерфейсом для приема данных от модулей, доступ к которой осуществляется посредством интернет соединения. Имея специальный программный интерфейс и доступ к серверу баз данных, пользователь может осуществлять контроль и слежение за транспортными средствами.

АППАРАТУРА КОМПЛЕКСА

Электронные телеметрические модули содержат набор аппаратных средств, позволяющих производить измерения, иметь привязку ко времени и координатам и обеспечивать передачу собранной информации в режиме реального времени.

Основой устройства является микроконтроллер архитектуры ARM семейства AT91SAM7S фирмы ATMEL [3]. Являясь центральным элементом в устройстве, микроконтроллер обеспечивает совместную работу узлов, реализует логику работы устройства и контроль его состояния.

Как было сказано выше, для определения местоположения транспортного средства электронный навигационный модуль обладает встроенным GPS-приемником.

GSM модуль позволяет передавать сформированные данные в центр мониторинга, обеспечивает двухстороннюю голосовую связь и обмен данными посредством SMS-сообщений.

Устройство непрерывно получает и обрабатывает большое количество различных данных. И в условиях плохой связи, а также при выездах за границу, если отсутствует GSM роуминг, возможны потери большого количества данных. Что в свою очередь ведет к потере информации об объекте и искажению статистических данных. Таким образом, возникает необходимость хранения не переданной модулем информации во временном буфере энергонезависимой памяти. Для этих целей в устройстве применяется микросхема flash-памяти объемом 8МБ, которая подключена к микропроцессору посредством последовательной шины SPI. Она позволяет хранить временные данные, которые не были переданы на сервер, конфигурацию устройства и файл с обновлением программного обеспечения. Также предусмотрена возможность подключения внешней Secure Digital (SD) карты памяти, с помощью которой осуществляется обмен данными с компьютером и конфигурирование устройства.

Интерфейс ввода данных выполнен на базе встроенных в микроконтроллер трех каналов аналогово-цифрового преобразователя и выполняет функцию сбора данных от подключаемых внешних датчиков.

Система электропитания содержит импульсные преобразователи напряжения, аккумуляторную батарею резервного питания и схему зарядки. Такая архитектура позволяет устройству продолжать нормально работать некоторое время, пока отсутствует бортовое питание транспортного средства.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

Относительная сложность программного обеспечения модуля влечет необходимость разделения разработки между программистами. Кроме того, устройство долж-

но работать в режиме реального времени, под управлением внешних сигналов, и выполнять несколько задач одновременно (обработка данных GPS-модуля, управление GSM-модулем, протоколирование, контроль работы, проблесковые режимы индикации, работа с внешней картой памяти). Все эти требования делают логичным использование в качестве основы программного обеспечения операционной системы реального времени (ОСРВ) [4].

В качестве ОСРВ навигационного модуля была выбрана система FreeRTOS.

FreeRTOS – многозадачная операционная система реального времени (ОСРВ) для встраиваемых систем. Данная ОСРВ обладает рядом преимуществ. Во-первых, она распространяется на бесплатной основе, что не вносит дополнительных материальных затрат на разработку программного кода. Во-вторых, freeRTOS достаточно компактна и проста. Имеет необходимый набор API-функций, позволяющий реализовывать все основные функции операционной системы. В-третьих, freeRTOS поставляется с демонстрационными программами, позволяющими быстро разобраться в принципах работы системы и перейти к разработке собственной программы. В качестве кросс-компилятора использовался GCC (GNU Compiler Collection) – набор компиляторов для различных языков программирования, разработанный в рамках проекта GNU. GCC является свободным программным обеспечением.

Программное обеспечение базируется на пяти независимых подзадачах: задача управления пакетами данных, задача, обслуживающая GSM-модуль, задача, обслуживающая GPS-модуль, задача, выполняющая роль контроля состояния устройства, и задача, занимающаяся обслуживанием внешних карт памяти. Так как каждая из задач является независимой и должна корректно начинать и завершать свою работу, то каждый поток имеет инициализирующую часть, рабочий цикл и блок корректного завершения работы. Такой подход позволяет не смешивать все процессы инициализации, обеспечивает сохранность всех данных и правильную работу с периферией.

Многие участки программного кода выполняют системные функции и могли бы быть использованы в других проектах. Поэтому программа, большей частью, построена по многоуровневому принципу. Самый нижний ярус занимают драйвера периферийных устройств. Затем над ними наслаиваются уровни все более и более абстрагированные от аппаратуры. Таким образом, обеспечивается возможность перемещения каких-либо функциональных участков кода на другую аппаратную платформу. Для этого понадобится замена всего лишь нижних ярусов, без изменения переносимого кода. Это придает большую гибкость программному коду и экономию сил и времени в будущем, при разработке программ использующих фрагменты данного кода.

Для того, чтобы центр мониторинга мог правильно принимать и обрабатывать пакеты данных, приходящие от электронных модулей, был разработан уникальный протокол передачи данных.

Логически протокол можно разделить на две части. Первая представляет собой процесс аутентификации на сервере. Вторая часть является регулярной и отвечает непосредственно за пересылку данных от модуля к серверу, и отправку подтверждений модулю. В качестве дополнительных функций предусмотрена возможность изменения конфигурации оборудования и обновления программного обеспечения модуля посредством специального типа пакетов.

Для разработки данного протокола были изучены имеющиеся сведения о других протоколах для данного типа устройств. На основании этого были выработаны следующие критерии: протокол должен быть бинарным, он должен иметь минималь-

ный уровень защищенности, переменную длину регулярного пакета и переменное количество регулярных пакетов в одном транспортном. Это позволило существенно сократить объем передаваемых данных и повысить скорость их передачи, без ущерба для целостности информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активная работа над программным и аппаратным обеспечением сделала возможным снижение требований к аппаратуре без ущерба функциональности и снижение стоимости устройства, что повысило его конкурентоспособность.

Разработанное и оптимизированное программно-аппаратное обеспечение было протестировано как в лабораторных, так и в полевых условиях. Благодаря специальным алгоритмам фильтрации потока входящих данных и алгоритму регистрации событий и нештатных ситуаций, а также усовершенствованному протоколу передачи данных, удалось существенно сократить объем передаваемых данных, без ущерба информативности. Это, в свою очередь, позволило сократить материальные затраты на обслуживание модулей и системы мониторинга в целом. Использование бесплатных средств разработки и операционной системы реального времени позволило сократить время и материальные затраты на разработку программного обеспечения и упростило задачу программистов по распараллеливанию задач обработки и передачи данных.

Разработка уникального протокола позволила не только сократить объем передаваемых данных, но и повысить их безопасность.

Аппаратура устройства отличается простотой и надежностью работы в суровых климатических условиях и в условиях незащищенности от электрических помех сети бортового питания транспортных средств. За время тестирования была проверена работа телеметрического модуля при низких температурах (до -20°C) и при высоких (до $+30^{\circ}\text{C}$), также в условиях повышенной влажности и плохой погоды (дождь, снег, туман).

Тестирование проходило с помощью нескольких систем мониторинга, в том числе и на бесплатном интернет-сервисе GPS-Trace Orange, который представляет собой специализированный веб-интерфейс для работы с системой мониторинга. Данный сервис позволяет осуществлять работу с различными типами телеметрических модулей, отображать текущее положение ТС на карте и хранить данные в течение месяца.

Для целей испытания нового протокола, было разработано серверное программное обеспечение, которое позволяет осуществлять приём информации от модулей и отображать её на экране пользователя. Благодаря этому был полностью реализован и протестирован новый протокол обмена данными с центром мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Яценков, В. С.* Основы спутниковой навигации / В. С. Яценков. М.: Горячая линия – Телеком. 2005. 271с.
2. *Макаров, С. Б.* Телекоммуникационные технологии: введение в технологии GSM / С. Б. Макаров, Н. В. Певцов, Е. А. Попов, М. А. Сиверс. М.: Академия, 2008. 256 с.
3. *Редькин, П. П.* 32/16-битные микроконтроллеры ARM7 семейства AT91SAM7 фирмы Atmel. Руководство пользователя (+CD) / П. П. Редькин. М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. 704 с.
4. *Таненбаум, Э.* Операционные системы: разработка и реализация (+CD). Классика CS /

Э. Таненбаум, А. Вудхалл СПб.: Питер, 2006.
