

Аппаратно-программная платформа для ИКН-терминалов

Свириденко В.А., доктор технических наук, профессор, технический директор ГК SPIRIT DSP



С появлением высокопроизводительных микропроцессоров актуальной стала задача разработки многофункциональных терминалов телематических систем на базе интеграции информационных, коммуникационных и навигационных (ИКН) технологий, ориентированных на решение комплекса задач в интересах различных мобильных пользователей и сервисов для них. Эти технологии служат основой существующих и проектируемых телематических систем, включая системы мониторинга и диспетчеризации подвижных объектов, интеллектуальные транспортные системы, планируемая ко вводу система ЭРА Глонасс для экстренного реагирования на аварии (аналог европейской системы eCall), системы обеспечения безопасности автомобилей, системы инфотейнмента (In Vehicle Infotainment — IVI), предоставляющих информационную поддержку и развлечения для водителя и пассажиров транспортного средства (ТС), и другие.

В статье рассматривается аппаратно-программная платформа (АПП) для терминалов ИКН-систем на основе универсальных и специализированных процессоров, выполненных по современным технологическим нормам и способных реализовать большой набор функций в составе оконечного компьютеризированного бортового оборудования ТС, а также концепции программного движка (engine) в составе прикладного программного обеспечения (ПО) АПП.

• телематика • интеллектуальные транспортные системы • инфотейнмент • аппаратно-программная платформа • терминал • программный движок (engine) • речевой интерфейс • SDR • host based принцип • навигация • Intel IVI • интеграция приложений • радиointерфейс • ОС • GPS/Глонасс • мультимедиа • движок речевой связи • навигационный движок • архитектура • клиентское ПО • серверное ПО • кодек IP-MR • приёмник.

High productive general purposed/specific processor based hardware and software platform for multifunctional terminals of telematic systems is proposed in the paper. It integrates information, telecommunication and navigation (ITN) technologies. The technologies serves as a basis for designed systems for mobile objects monitoring and control, intellectual transport systems, planned putting into operation ERA Glonass system (as an analog of European eCall), car security systems, in vehicle infotainment systems for driver and passengers entertainment etc. Different approaches may be used for the terminal implementation. Software engines (voice, video, telecommunication, navigation and others) are described shortly in the paper as a basic for flexible and quick realization of the car board electronic equipment.

• telematics • intellectual transport systems • infotainment • hardware and software platform • terminal • software engine • speech interface • SDR • host based principle • navigation • IVI • integration of applications • radiointerface • OS • GPS/Glonass • multimedia • speech communication engine • navigation engine • architecture • client SW • server SW • IP-MR codec • receiver.

Обеспечение многофункциональности, одновременное решение ряда задач, поддержка разнообразных услуг, доступ в Интернет по радиоканалу — основные тенденции развития инфраструктуры, ориентированной на сервис для широкого круга мобильных пользователей. Системы ИКН призваны удовлетворить требованиям таких пользователей. Одно из решений на уровне терминала — создание и использование унифицированной и достаточно универсальной аппаратно-программной платформы.

Известно, что выбор АПП для ИКН-терминалов и самой конфигурации телематической системы сложен. Он определяется приложениями, которые, в свою очередь, определяют рабочую нагрузку на вычислительные ресурсы и память её процессорных ядер. Но принимать во внимание нужно также другие технические и коммерческие требования.

Рассмотрим основные функции ИКН-терминала и указанные требования к нему. К функциональным требованиям, имея в виду перечисленные приложения, можно отнести следующие [1]:

- информационная поддержка на базе мобильного офиса и доступ в Интернет;
- поддержка двусторонней связи (в частности, видео и речевой);
- коммуникация в ближней зоне (например, Bluetooth, RFID и др.);
- коммуникация в дальней зоне (GSM/GPRS, 3G/4G, WiMax/LTE, спутниковая и КВ-связь и др.);
- речевой интерфейс водителя с бортовым компьютером и речевое управление некоторыми подсистемами транспортного средства;
- регулярная оценка PVT-данных (P — позиция, V — скорость, T — время) для ТС;
- цифровые карты и отображение текущей позиции ТС на цифровой карте;
- сбор информации от датчиков для оценки состояния подвижного объекта;
- регистрация событий;
- регулярная передача собранных данных в центр мониторинга/диспетчеризации;
- охранные функции (передача данных об особых событиях, биометрика, тревожная кнопка и др.);
- реализация Assisted-GNSS, поддержка системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) и SBAS при решении навигационных задач;
- вспомогательные функции (прокладка маршрута на цифровой карте, информация о пробках);
- проигрывание аудио- и видеофайлов;
- речевая или видеоконференцсвязь в многоточечном режиме (как опция);
- другие (в частности, спецприложения).

Технические требования:

- высокая производительность процессорного ядра;
- поддержка интерфейсов (CAN, USB и др.);
- малые массогабаритные параметры;
- низкое энергопотребление и возможности по его снижению;
- высокая точность навигации (PVT-данные) и малые значения времени старта (TTFF);
- хорошее качество речевой и видеосвязи;
- надёжность для разных условий эксплуатации;

- ремонтпригодность;
- возможности по модернизации;
- простота инсталляции;
- масштабируемость ПО.

Коммерческие требования:

- стоимость приобретения и гарантии/поддержки;
- стоимость эксплуатации и обновления;
- стоимость ремонта;
- стоимость услуг.

С учётом указанных требований и специфики приложений терминал ТС может рассматриваться в качестве клиента информационно-управляющей системы, взаимодействующего с её серверной частью (система «клиент-сервер»). С позиций пользователя такой терминал должен обладать собственными вычислительными ресурсами и большой памятью, чтобы самостоятельно решать ряд задач в его интересах, т.е. функционально это должен быть «толстый клиент».

Реализация такого терминала с высоким уровнем интеллектуализации становится возможной благодаря прогрессу процессорных чипов (более продвинутые технологические нормы (32 нм и менее), развитые архитектуры, многоядерность и др.). Возросшие ресурсы процессоров позволяют существенно расширить функциональность терминала телематической системы, одновременно решать несколько задач, обеспечить предоставление разнообразных услуг в интересах мобильных пользователей. Это также позволяет не только ставить новые задачи в рамках развития телематических систем, способствующих их интеллектуализации, начиная с терминального оборудования, но и менять основные реализационные концепции при их разработке и производстве (например, использовать подход на базе программного радио (Software Defined Radio — SDR) при имплементации разнообразных радиоинтерфейсов или хост (host based) принцип при имплементации телекоммуникационной, навигационной и других функций).

Термин «АПП» различными авторами определяется по-разному. Обычно под ним подразумевают компьютерную платформу с многоуровневой (многослойной) логической организацией, состоящую из аппаратной и программной части. К аппаратной части относятся физические устройства, архитектура процессорного ядра, используемые шины и система команд на нижних уровнях. Программная часть включает связующее (middleware) и системное ПО, а также прикладное ПО вместе с библиотеками, графическим (GUI) и речевым интерфейсами. Предполагается, что аппаратной части АПП соответствуют совместимая с ней программная часть (middleware, операционная система, прикладные программы).

Понятие «платформа» применительно к телематическим, в частности, интеллектуальным транспортным системам, используется широко. При этом различные крупные западные фирмы уже представили свои решения для ИКН-терминала в автомобиле. В их числе NXP ATOP, Microsoft Auto, CSR SIRFprima и SIRFprimaAuto, Intel IVI и другие [2–5].

Платформа ATOP (Automotive Telematics On-board unit Platform) позиционируется компанией NXP как многофункциональное трёхпроцессорное открытое телематическое решение «под ключ» с малым форм-фактором в виде системы в корпусе (SiP) размером 33x33x3 мм, в которой объединены три чипа. Оно может использоваться автономно или же в составе распределённой телематической системы. Решение ориентировано для таких приложений, как eCall, автоматизированное управление транспортом, оплаты проезда на дороге, охрана автомобилей, сервис на основе местоположения (LBS) и др. В качестве микроконтроллера используется RISC-процессор ARM 7, который предоставляет различные интерфейсы для интеграции ATOP с другими компьюте-

ризованными подсистемами автомобиля. Навигационный GPS-приёмник на базе отдельного чипа (в перспективе GNSS-приёмник) входит в состав чипсета.

Фирма SIRF, вошедшая недавно в компанию CSR, известна своими качественными навигационными GPS-чипами, которые широко используются в различных навигаторах и смартфонах с навигационной поддержкой. Последние ИКН-решения CSR для инфотейнмента в виде системы на кристалле (SoC) SIRFprimaAuto (дальнейшее развитие системы SIRFprima) предлагают многофункциональную платформу. Она акцентирована на позиционирование в сложных условиях, радиосвязь внутри автомобиля и связь с внешним миром, разнообразную мультимедийную поддержку, простую интеграцию в компьютеризированную среду автомобиля, позволяющую экономить время и деньги. Платформа SiRFprimaAuto комбинирует навигационный приёмник GPS/Galileo, процессор ARM11 в качестве CPU, аппаратные ускорители для 2D/3D графики (OpenGL ES, Direct3DM и OpenVG), мультимедийные средства и поддержку разнообразной периферии (сенсорные экран, системы хранения данных, видеокамеры, проигрыватели DVD, радиоприёмник и др.) на базе набора интерфейсов, а также коммуникационные компоненты, обеспечивающие таким образом много возможностей для взаимодействия различных подсистем. Микроэлектронные компоненты выполнены по современным технологическим нормам (65 нм в BGA-корпусе), что повышает надёжность электроники в условиях эксплуатации, характерных для автомобиля.

Программная часть этой платформы поддерживает все профайлы Bluetooth (включая A2DP, HFP, PBAP, SPP, AVRCP, DUN, MAP и др.). Встроенные речевые технологии (распознавание речи, синтез речи по тексту, подавление акустического эха, шумоподавление) обеспечивают речевое управление IVI-системой и качественную речевую связь с абонентами радиосетей и Интернета. В структуру платформы включён и видео-движок, обеспечивающий декодирование видеопотоков в соответствии с протоколами H.264/MPEG1/MPEG2/MPEG4/WMV9. Отметим, что ПО может работать под операционными системами Linux, Windows CE и Android.

Навигация — важная функция для подвижного объекта. Спутниковый навигационный приёмник с высокой чувствительностью (-161 дБм в режиме слежения) входит в качестве обязательного компонента в ИКН-терминал. В нём компания CSR использовала свою продвинутую технологию SiRFDRive GPS/dead reckoning. Эта технология сопрягает спутниковый навигационный приёмник, который обеспечивает долговременную точность позиционирования автомобиля, с сенсорами (например, одометрами, акселерометрами или приборами MEMS), не зависящими от каких-либо радиотехнологий позиционирования, но способными обеспечить только кратковременную точность. Это позволяет такой навигационной компоненте работать в сложной обстановке (насыщенной городской среде с затенениями, туннелями, городскими каньонами, эстакадами, подземными парковками и пр.), когда позиционирование при условии прямой видимости достаточного числа спутников обеспечивается спутниковым приёмником, а при отсутствии таких условий (например, в туннелях) позиционирование осуществляется на базе инерциальной компоненты интегрированного навигационного движка (engine). В спутниковом приёмнике используется фильтр промежуточной частоты (ПЧ) полосой 2 МГц с высокой избирательностью по соседнему каналу, чтобы минимизировать влияние радиопомех при работе электрического или элек-

тронного оборудования автомобиля. Ещё одним позитивным фактором технологии SiRFDRive является встроенная в неё технология SiRFInstantFix, обеспечивающая быстрый холодный старт навигации на основе вычисления (синтезирования) эфемерид навигационных спутников, снижающих параметр TTFF до значения пяти секунд.

В настоящее время платформа SIRFprimaAuto является одной из наиболее продвинутых для систем IVI, готовых для встраивания в ТС. Однако, на наш взгляд, её с точки зрения универсальности и функциональности превосходит платформа Intel IVI на базе процессора Atom, предназначенного для различных встроенных систем для мобильных приложений.

АПП Intel IVI реализована в виде пятислойной архитектуры или архитектурного стека. Его нижний слой представлен аппаратной частью, главным элементом (ядром) которой является процессор Atom (CPU). Он произведён по передовым технологическим нормам, которые ставят его вне конкуренции по части вычислительных ресурсов и памяти на рынке мобильных устройств. Это, в свою очередь, позволяет предоставить в распоряжение мобильного пользователя все те информационные, коммуникационные и мультимедийные возможности, которые он мог бы получить только на базе современного ноутбука.

CPU дополняется средствами ввода/вывода (I/O), как специфическими (например, шины MOST, CAN, SPI и др.), так и соответствующими промышленным стандартам (например, PCI Express), что позволяет производителям автоэлектроники реализовать конечные решения со многими опциями без дополнительных издержек и доработок ПО.

Типовая конфигурация аппаратной части Intel IVI — платформы дана в Таблице 1.

Таблица 1

Типовая конфигурация аппаратной части Intel IVI

| Аппаратная функция | Краткое описание |
|----------------------------------|---|
| Процессор Intel Atom | CPU поддерживает операции с фиксированной и плавающей точкой, технологию Hyper-Threading (Intel HT Technology) и технологию Virtualization (Intel VT) |
| Контроллер памяти | Поддерживает 1–2 MB DIMM/UDIMM подобно DDR2–533 и DDR2–667 |
| Видео-декодер | Полная аппаратная поддержка декодеров MPEG2, MPEG4, VC1, WMV9, H.264 (базовый и расширенный профайлы уровня 4.1), DivX |
| Графический движок | Характеристики: скорость 400 мегапиксел/с и 3DMark*05 из 120 |
| HD аудио | Высококачественное (HD) аудио на базе Intel HD Audio |
| Дисплей | Аппаратная поддержка типа LVDS/DVI/dRGB/TV Out WXGA 1280x800 18 bpp; XGA 1024x768 24 bpp |
| Ввод/вывод (I/O) | Gen1 PCI Express* x1 Expansion slots и USB 2.0 |
| Блок I/O совместимости | Блок компонент типа PIC, RTC, Timer, GPIO, Power Management, Firmware Hub Interface и LPC, чтобы обеспечить загрузку ОС |
| Специфические I/O для авто-ОЕМов | MOST, CAN, SPI, Bluetooth, UART, SDIO, Ethernet, Radio Tuner, Video Capture, GPS, GRIО и др. |

Над аппаратным слоем располагается уровень ОС. Он предполагает использование различных операционных систем, включая ОС реального времени (например, RTOS: QNX, Windows CE, VxWorks, Embedded Linux) и коммерческие ОС, используемые в PC (например, Linux, MS Windows XP Embedded). Слой ОС включает также драйверы для подключения внешних устройств в автомобиле.

Следующий слой — связующее ПО (Middleware) — включает разнообразный набор компонент и интерфейсов, реализующих для надстроенного над ним прикладного ПО такие функции, как интерфейс Bluetooth с поддержкой различных профайлов, подключение к сетям связи и протокольные стеки CAN и MOST.

Прикладной слой реализует различные приложения, включая те, что характерны для мобильных интернет-устройств (MID) или наладонных устройств (веб-браузеры, календари, управление подсистемами автомобиля, подсистема мультимедиа и т.д.). Прикладное ПО этого слоя отвечает за информационные функции (типа мобильного офиса), доступ в Интернет, навигацию и цифровые карты, мультимедиа (аудио и видео), диагностику, управление компьютеризированными подсистемами автомобиля и др.

Самый верхний слой обеспечивает интерфейс «человек-машина» (HMI). Он определяет специфику взаимодействия пользователя с системой IVI.

Отметим, что эта концепция АПП принята GenIVI — Альянсом производителей автомобилей, поставщиков аппаратно-программных платформ и сервисов для развития IVI-систем, куда входят BMW, GM, Renault, Intel, ARM, Continental, HARMAN и др.

Основная задача, которую ставят перед собой разработчики подобных платформ, — относительная простота интеграции различных приложений от разных поставщиков. Подходы к выбору платформы во многих случаях связаны с тем, на какое процессорное ядро делать ставку и какую операционную систему, вокруг которой строится экосистема, взять за основу. Этот выбор, прежде всего, определяется набором функций, которые должен поддерживать терминал. Главные из этих функций — связь, информация, навигация, мультимедиа, экстренное реагирование на ДТП, охранная сигнализация с мониторингом через Интернет, обеспечение удобства и надёжности управления, интеграция с внутренними подсистемами автомобиля.

Эти функции можно реализовать отдельно, но издержки и стоимость будет велика. Поэтому более эффективен путь интеграции в рамках платформы с многоуровневой структурой. В обобщённом виде она может быть представлена так, как показано на рис. 1 [6].

Здесь предполагается шесть уровней. Нижний из них (физический уровень) выделен из аппаратной части архитектуры платформы, чтобы в явном виде показать радиointерфейсы для радиосвязи (GSM/GPRS или TETRA — для обеспечения региональной радиосвязи там, где имеется соответствующее покрытие сетями мобильной связи: WiFi, 3G/4G, WiMax/LTE — для выхода в Интернет; Bluetooth и другие — для связи внутри транспортного средства или в непосредственной близости от него; спутниковая и КВ-связь — для обеспечения глобальной телекоммуникации для спецприложений), а также АЦП и ЦАП (например, для оцифровки сигнала микрофона или вывода на громкоговоритель), физические интерфейсы для подключения к подсистемам автомобиля (к датчикам) и др.

Собственно аппаратная часть включает высокопроизводительный центральный процессор (CPU) и, возможно, дополнительные чипы для телеком-поддержки (например, WiMax/LTE), навигации мобильного объекта и поддержки мультимедийных функций.

Уровень ОС создаёт операционную среду соответствующим системным ПО.

Связующее ПО также выполняет свои функции посредника между системным и прикладным ПО.

На самом верхнем уровне АПП расположен человеко-машинный интерфейс (ЧМИ), обеспечивающий пользователю удобное взаимодействие с терминалом и ИКН-системой в целом. Он также воспринимает биометрическую информацию (например, голос или изображение), которая используется для безопасности и охранных целей.

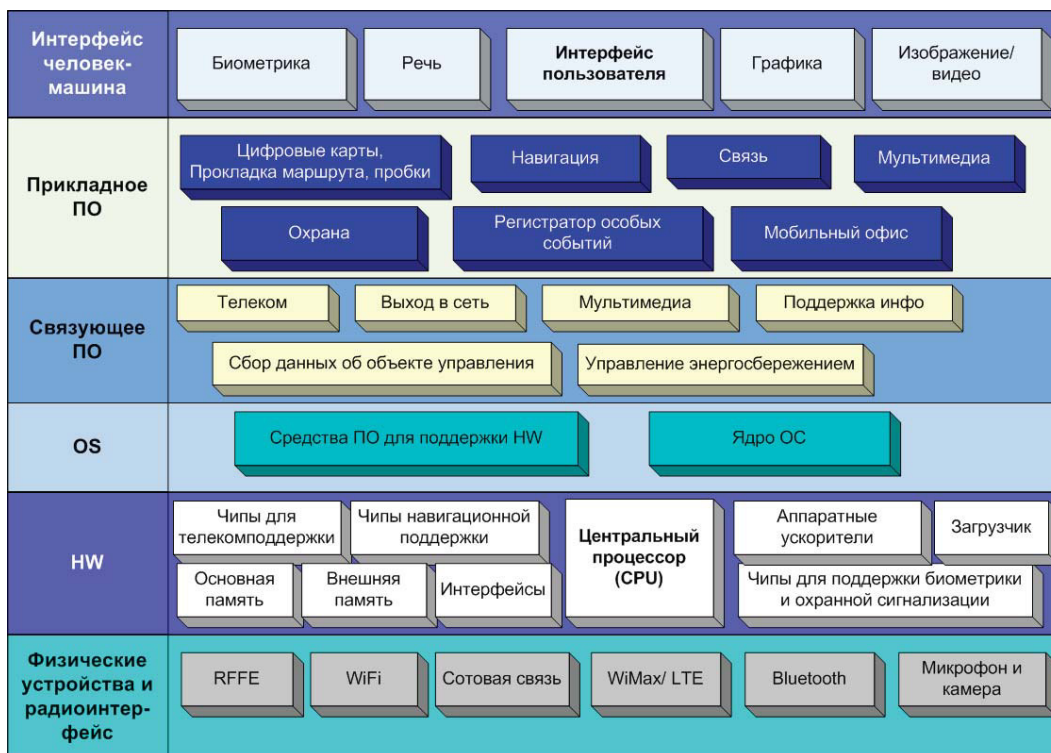


Рис. 1. Многоуровневая организация универсальной платформы ИКН-терминала

Усечённые версии этой универсальной платформы могут быть использованы для решения ограниченного набора задач. Так мониторинг транспортных средств предъявляет достаточно скромные требования к телематическому терминалу. Это — связь по сети сотовой связи и регулярная передача PVT-данных и информации о состоянии ТС, оцениваемого его внутренней системой сбора данных, по каналам GSM/GPRS. При необходимости обеспечивается речевая связь водителя с центром мониторинга и передача сигнала тревоги в экстремальных ситуациях. В основе такого терминала — многочиповое решение на базе микроконтроллера, GPS-приёмника и GSM/GPRS-чипа. Именно такой тип терминала успешно использовался в РФ ранее, но в последнее время GPS-чипы заменили на GPS/Глонасс-модули. В связи с началом выпуска GPS/Глонасс-чипов в 2011 г. началась замена указанных модулей на более компактные с двухсистемными приёмниками, реализованными в виде системы в корпусе (SiP) по технологии 90 нм. Сильную конкуренцию им начали составлять многосистемные навигационные чипы западных вендоров. Однако уже имеются планы увеличения числа функций в подобных терминалах, что определённо приведёт разработчиков к концепции универсального терминала, один из подходов к разработке которых представлен в данной статье.

В настоящее время большое внимание уделяется созданию системы ЭРА Глонасс, которая должна обеспечить быстрый вызов скорой помощи и сотрудников ГИБДД на место аварии, чтобы в «золотой час» повысить вероятность спасения участников дорожно-транспортного происшествия (ДТП) при худших его сценариях и оперативно освободить место ДТП. Очевидно, что требования надёжности фиксации ДТП, его местоположения и постоянной связи с соответствующими службами являются самыми важными. Основные функции ИКН-системы в этом случае таковы:

- двусторонняя речевая связь;
- позиционирование транспортного средства в любых его положениях;

- реализации функции тахографа (хранение логов);
- регистрация особого события (ДТП);
- сбор данных от датчиков (опция);
- автоматическая передача данных в центр спасения при регистрации особого события;
- совместимость с европейской системой eCall.

В этом случае в универсальной платформе можно исключить все функции, которые поддерживают инфотейнмент, кроме, возможно, обеспечения доступа в Интернет. Это удешевляет стоимость самой платформы для таких приложений. Однако к надёжности позиционирования (особо при регистрации ДТП) требования повышаются. Всё это обуславливает важность навигационной составляющей в терминалах системы ЭРА Глонасс.

Основной элемент представленной концепции универсальной платформы — центральный процессор. При его выборе необходимо оценить требуемые вычислительные ресурсы для реализации основных функций. Их грубая оценка в предположении, что соответствующая функция реализуется программно и не требуется соответствующая аппаратная поддержка, такова:

- навигация > 300 МИПС;
- коммуникации — 200 МИПС;
- мультимедиа > 500 МИПС;
- распознавание образов < 150 МИПС;
- система сбора данных — 20 МИПС;
- мобильный офис — 100 МИПС;
- другие приложения — 150 МИПС.

Ресурсы по памяти: основная память $\geq 5...10$ МВ, L2-кэш $\geq 128...512$ КВ, внешняя память $\geq 100...500$ МВ. Этим требованиям в полной мере удовлетворяют процессоры Intel Atom и Intel Core iX. В меньшей степени — RISC-процессоры ARM Cortex Aх, но они более энергоэкономичны, что важно для мобильных устройств. Из отечественных кандидатов на роль CPU можно назвать такие процессоры, как СБИС К1879ХК1Я (НТЦ «Модуль») и NVCom-01 («Ангстрём»), выполненные по нормам 130 нм.

В [1] предложен универсальный вариант АПП, которая адаптируется к конкретной телематической системе на основе концепции программного движка (engine), представляющего собой центральную часть ПО для реализации конкретной прикладной задачи. Такой движок может быть относительно автономным и переносимым, и наиболее часто он представлен в виде библиотеки или SDK. Использование готовых движков позволяет сократить время разработки ПО терминала и компоновать общее решение на базе конструирования архитектуры ПО для разнообразных терминалов. Применительно к ТС такими движками могут быть навигационный движок, движок речевой связи, видеодвижок, движок речевого интерфейса с пользователем, движок биометрики, телекоммуникационный движок, движок регистрации событий, движок сбора данных, движок машинного зрения и т.п. Такой блочный подход может сочетаться с готовыми программными решениями (например, с готовым ПО мобильного офиса, которое обеспечивает информационную составляющую программной платформы). На рис. 2 представлено одно из решений с акцентом на прикладное ПО для архитектуры АПП на базе движков. Оно развивает собой концепцию АПП, показанной на рис.1. Здесь зелёным цветом полностью или частично окрашены компоненты, разработанные компанией SPIRIT.

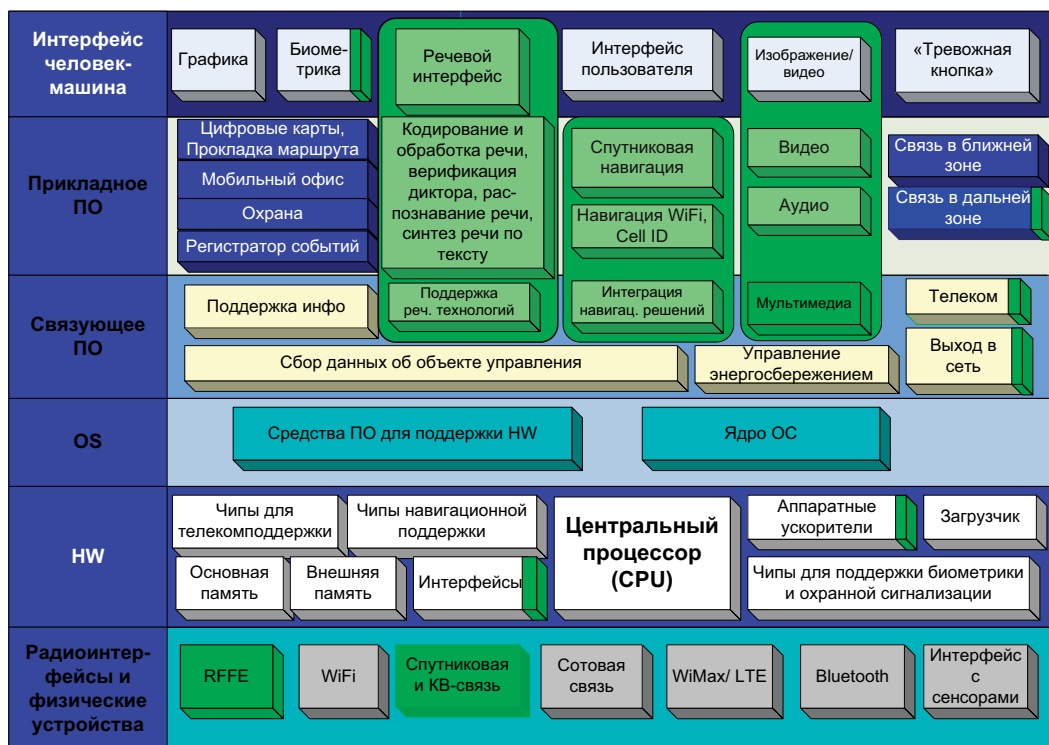


Рис. 2. Архитектура универсальной платформы ИКН-терминала на базе движков

Рассмотрим детально два важных движка в составе прикладного ПО, которые обязательны и весьма специфичны для ИКН-терминала. В их число входит речевой движок, обеспечивающий качественную речевую связь (особенно в режиме громкой связи) в цифровой форме между водителем (или пассажиром) и службами телематической системы, и навигационный движок.

Важность повышения качества речевой связи декларировалась не раз. Для этого необходимо обеспечить не только кодирование речи с высоким качеством (фактор MOS должен быть на уровне 3.8...4.5, что обеспечивает высокий уровень разборчивости и узнаваемости), но и подавления акустического эха и шумов. Примерно так же ставится задача при разработке речевого движка в системах VoIP и видеоконференсинга. Речевой и видеодвижок SPIRIT отвечает указанным требованиям и ориентирован на использование в подобных условиях. Его структура показана на рис. 3 (стр. 70) в составе клиентского и серверного ПО (решение TeamSpirit © [7]). Надстройкой является стёк протоколов транспортного уровня, а аппаратной частью средства ввода/вывода звука и видео (Sound IO и Video IO).

Речевой движок реализован на разных платформах, включая и мобильные устройства, и лицензирован многим известными компаниями в мире, предлагающими рынку системы ВКС. Такой движок включает набор стандартных и проприетарных речевых кодеков для разных скоростей передачи (4.8 Кбит/с... 32 Кбит/с), включая специально спроектированный масштабируемый многоскоростной кодек IP-MR для сетей IP, обеспечивающий наивысшее качество передачи речи с учётом реальной текущей пропускной способности виртуального канала в такой сети. В состав речевого движка с API входит также подсистема улучшения качества речи, включающая адаптивный подавитель акустического эха (AEC), нелинейный процессор (NLP), подавитель шума (NS) на базе проприетарной технологии RealDuplex, подсистема нейтрализации таких

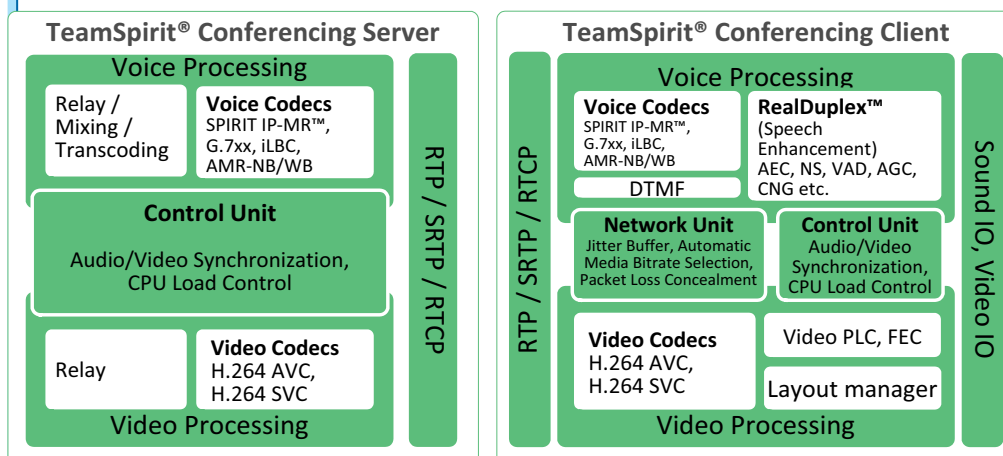


Рис. 3. Клиентское и серверное ПО для передачи речи и видео в сети IP

проблем, как задержки, «дрожания», потери пакетов, неизменно присутствующие в сетях пакетной коммутации, на базе технологии NetJet, а также АРУ для регулировки уровня сигнала, детектор активности речи (VAD), генератор комфортного шума (CNG) и модуль DTX, снижающие загрузку виртуального канала в речевых паузах. Специальный модуль Wizard и синхронизатор тактовых частот Clock Drift Control на разных концах речевого канала обеспечивают наилучший набор параметров подавителя эха для согласования тактовых частот и создания наилучших акустических условий в режиме громкой связи, что важно для водителя и пассажира ТС.

Такой движок входит в состав комплексного программного продукта TS Voice & Video Engine в виде SDK, отвечающего за передачу речи и видео в рамках многоточечной системы ВКС компании «ВидеоМост» [8].

Навигационная составляющая используется практически для всех приложений и особо для приложения «ЭРА Глонасс». Навигационный движок может быть в своей основной (baseband) цифровой части реализован программно на основе SDR-принципа или на базе host based подхода, когда наиболее ресурсоёмкая (корреляционная) обработка сигнала выполняется аппаратно [9]. СВЧ-часть движка (радиоинтерфейс) выполняется аппаратно всегда в силу своей специфики.

Надёжность позиционирования «всегда и везде» может быть обеспечена только интеграцией разных технологий, а именно — радиотехнологий (спутниковая навигация, позиционирование по WiFi или по вышкам сети сотовой связи Cell ID) и инерциальных средств (акселерометры, приборы MEMS). В условиях использования транспортных средств на первое место выдвигается спутниковый навигационный приёмник, который должен работать при разных положениях своей антенны, возможного отсутствия прямой видимости спутников, наличии помех. Этого, в первую очередь, можно достигнуть путём существенного повышения чувствительности приёмника для обеспечения работоспособности при сильном ослаблении радионавигационного поля за счёт сложных условий приёма (городской каньон, затенение, приём отражённого сигнала спутника от естественных или искусственных препятствий при опрокидывании автомобиля после ДТП и др.).

Дополнительная проблема при приёме ослабленного радиосигнала — влияние электромагнитных помех (EMI), излучаемых работающим электронным или электрическим оборудованием. Оно особенно заметно при весьма ослабленных полезных радиосигналах от навигационных спутников. Поэтому повышение чувствительности спутникового приёмника и борьба с помехами должны обеспечиваться в комплексе.

Для универсальной платформы с мощным CPU предлагается использовать программный GNSS-приёмник, обеспечивающий работу с сильно ослабленными радиосигналами благодаря его сверхчувствительности [10]. Он включает аппаратную часть с радиочастотным фронт-эндом (RFFE) и интерфейсом с CPU и программную часть, выполняющую главные функции обработки сигнала в основной полосе (baseband) вплоть до вывода PVT-данных. Этот подход базируется на принципах программного радио (Software Defined Radio — SDR), который становится всё более привлекательным по мере роста вычислительной мощности универсальных процессоров.

Идеи повышения чувствительности приёмного устройства хорошо известны. Это параллельная обработка сигнала банком корреляторов, плотно расставленных на плоскости «время-частота», и когерентная или некогерентная интеграция (накопление) принимаемого сигнала. Повышение числа корреляторов (до десятков и сотен тысяч) снижает время поиска сигналов и оставляет больше времени для интеграции, т.е. повышает тем самым чувствительность приёмника. Время поиска может быть дополнительно снижено путём уменьшения окна поиска на указанной плоскости при получении внешней информации о частоте и времени. Такой «аппаратный» подход используется при проектировании современных чипов или чипсетов, реализующих функции GNSS-приёмника.

Накопление — обязательный компонент обработки сигнала в приёмнике. Когерентное накопление даёт лучший эффект в повышении чувствительности приёмника, но более ресурсоёмко, а некогерентное проще реализовать. Можно сочетать когерентное и некогерентное накопление для компромисса между чувствительностью приёмника и сложностью его реализации. Именно такой подход реализован в сверхчувствительном приёмнике (в его baseband-части) программными средствами на CPU Intel Atom или Core iX, которые используют специфику архитектуры процессора. Дополнительно программным способом подавляются электромагнитные помехи. Получаемая таким путём увеличенная чувствительность зависит от времени накопления. При этом RFFE обеспечивает перенос спектра высокочастотного сигнала в область низкой промежуточной частоты (ПЧ) и оцифровку отсчётов ПЧ-сигнала в аналого-цифровом преобразователе (АЦП). Для ввода оцифрованных ПЧ-отсчётов в baseband-часть приёмника его RFFE в настоящее время представлен в виде USB-донгла (ВЧ-адаптера). Альтернативным решением реализации «RFFE+интерфейс» может быть размещение RF-чипа на материнской плате терминала.

Указанная алгоритмическая специфика проявляется приёмником при работе с сильно ослабленным радиосигналом на его входе, что автоматически программно оценивается. При приёме спутникового радиосигнала вне зоны его ослабления нет необходимости поддерживать высокую чувствительность, так как в этом случае обеспечивается прямая видимость спутников. Если уровень мощности принимаемого сигнала достаточно высок, нет необходимости проводить долгое накопление. Это существенно уменьшает требование к динамике подвижного объекта, т.е. в условиях высокой динамики, а такая ситуация характерна для объектов на просторе, вне укрытий, интенсивность радиосигнала относительно велика и время его накопления целесообразно снизить, тем самым обеспечив условия получения PVT-данных для высокой динамики объекта. В этой ситуации можно исключить подавление электромагнитных помех, так как при сильном сигнале их влиянием можно пренебречь. Это позволяет снизить нагрузку на процессор.

Характеристики описываемого приёмника:

- 32 канала и более;
- точность позиционирования: 3 м (СЕР) в автономном и 1 м в дифференциальном режиме;
- чувствительность в режиме холодного старта до — 159 dBm;
- чувствительность в режиме горячего старта (< 1сек.) и в режиме A-GNSS до — 164 dBm;
- чувствительность в режиме поиска сигнала до — 166 dBm;
- чувствительность в режиме слежения до — 170 dBm;
- возможные режимы: ГЛОНАСС+GPS, только GPS, только ГЛОНАСС;
- поддержка Internet aided A-GNSS.
- Возможное обеспечение приёма сигналов Galileo.

Очевидно, что приём навигационных радиосигналов от спутников разных созвездий (GNSS) существенно повышает надёжность навигации и точность позиционирования в условиях сильного ослабления мощности принимаемых сигналов из-за возможности выбора лучшей геометрии по комбинации сопровождаемых спутников. Именно поэтому многосистемность для такого приёмника — важный фактор улучшения его основных технических характеристик.

Для того чтобы обеспечить позиционирование ТС в любых сложных условиях, целесообразно интегрировать различные технологии позиционирования. В полной мере это реализуется в рамках концепции объединения радиотехнологий позиционирования (спутниковая навигация, WiFi, Cell ID и др.) и инерциальных устройств (акселерометров, MEMS, IMU), причём объединяющим центром такого гибридного навигационного движка (Hybrid Location Engine) является программный приёмник.

В заключение укажем, какое готовое прикладное программное обеспечение, помимо рассмотренного выше навигационного ПО, может обеспечить реализацию важных функций универсальной платформы не традиционно аппаратными, а программными средствами. Это телекоммуникационное ПО, разработанное на базе SDR-подхода. Сюда включаются спутниковая и КВ-связь, обеспечивающие глобальное радиопокрытие [11], речевые технологии (распознавание и синтез речи, верификация диктора, подавление акустического эха, одно- и многомикрофонное шумоподавление, АРУ, детекторы речевой активности, линейка проприетарных и стандартных речевых кодеков и др.), аудиопроцессинг (аудиокодеки MP3, AAC, AAC+, OGG, WMA, эквалайзинг и др.), видеопроцессинг (видеокодеки H.263, H.264, MPEG 2, MPEG 4 и др.). Всё это ПО разработано и апробировано его лицензиатами. Оно также использовано в качестве компонент в системах VoIP и видеоконференсинга, включая доставку мультимедийных потоков мобильным пользователям.

Интеграция информационных, коммуникационных и навигационных технологий в рамках единой платформы для транспортных средств и поддержка продвинутых программных решений по видеоконференцсвязи, где некоторые абоненты могут быть мобильными, — это уже ближайшее будущее телематических систем.

Литература

1. Свириденко В.А. , Будник Р.А. Платформа и прикладное ПО для смарт-терминалов телематических систем. Т-Comm. № 2. 2011. С. 30–34.
2. NXP Automotive Telematics On-board unit Platform (ATOP).
3. Microsoft Corporation, MS Auto Platform Overview.
<http://download.microsoft.com/download/6/5/0/6505FA0E-1F39-4A34-BDC9-A655A5D3D2DB/MicrosoftAutoPlatformOverview3%201.pdf>
4. CSR launches SiRFprimaAuto location platform SoC. <http://johndayautomotiveelectronics.com/?p=4199>
5. Suresh Marisetty et al. Low Power Intel Architecture Platform for In-Vehicle Infotainment. Intel Technology Journal, v.13, 2009.
6. Р.А. Будник, В.А. Свириденко. Универсальная компьютерная платформа для информационно-коммуникационно-навигационных терминалов и её программная составляющая для различных приложений. Доклад на конференции «Оборудование спутниковой навигации, модули и электронные компоненты», ChipExpo-2010.
7. <http://www.spiritdsp.com/products/voice-video-engine-mobile/>
8. <http://www.videomost.com/products/>
9. Беркович Г.М. , Будник Р.А. , Свириденко В.А. Программно-аппаратные навигационные решения для мобильных устройств. Сборник трудов МЭС-2010. С. 227–232.
10. http://www.spirit-telecom.ru/super_sensitive_receiver.html
11. В.А. Свириденко, П.В. Смирнов. Навигационно-коммуникационный комплекс для магистральной связи. Первая миля. 2008. № 5. С. 34–39.

Сведения об авторе

Свириденко Владимир Александрович —

доктор технических наук, профессор, технический директор ГК SPIRIT DSP, автор ряда книг, монографий и учебных пособий в области сжатия данных, передачи и распределения информации, моделирования систем, автор и соавтор более 100 статей и более 30 авторских свидетельств и патентов.

При его непосредственном участии инженерное подразделение SPIRIT DSP в течение уже почти двух десятилетий специализируется в области разработки систем голосового (VoIP) и видеоконференсинга, проектирования речевых, аудио- и видеодвижков (engines), включая и наиболее важные их компоненты, речевых технологий (кодирования и обработки речевых сигналов, распознавания речи, верификации диктора, модификации голоса и др.), ЦОС, цифрового радио, но также телекоммуникационных систем и спутниковых навигационных приемников. Большинство продуктов ГК SPIRIT DSP отмечено различными премиями и почти все они лицензированы многими известными ИТ- и полупроводниковыми компаниями, которые выпускают более 60% смартфонов в мире.