

Разработка симуляторов транспортных средств с использованием операционной системы Android

Р.В. Мальчева, С.В. Кривошеев, Т.В. Завадская
Донецкий национальный технический университет
raisa.malcheva@gmail.com

Мальчева Р.В., Кривошеев С.В., Завадская Т.В. Разработка симуляторов транспортных средств с использованием операционной системы Android. Выполнен анализ ARM архитектуры как аппаратной основы для создания симуляторов транспортных средств. Исследованы особенности операционной системы Android. Выполнена разработка симулятора и проведено его исследование на базе существующих мобильных устройств с использованием параметров реального объекта.

Введение

В современном мире каждое десятилетие происходит практически полная смена технологической базы. И все более острой становится проблема безопасной транспортировки объектов и ресурсов. Это усиливает необходимость разработки и моделирования высокоточных систем для расчета параметров и визуализации движения транспортных средств.

Развитие современных мобильных платформ и беспроводной связи позволяет вывести решение сложных задач моделирования за границы научных лабораторий, предоставляя исследователям и инженерам доступ к вычислительным мощностям и средствам визуализации данных практически из любой точки земного шара. Т.е. позволяет выполнять необходимые расчеты и моделировать технологические процессы в непосредственной близости к месту проведения работ, что, безусловно, ускоряет научно-технический прогресс.

Постановка проблемы исследований

Критической точкой в обучении высококвалифицированных специалистов, оперирующих современной техникой, является получение практических навыков эксплуатации транспортными средствами и принятия решений в экстремальных ситуациях. При современном уровне развития вычислительной техники и методологий построения моделей объектов возможно добиться максимальной точности при моделировании различных ситуаций. Существует несколько подходов к решению подобных задач [1]. Первым решением является моделирование ситуации с помощью различных языков программирования. Такой подход предоставляет

большую гибкость в симуляции различных условий, однако значительно усложняет реализацию расчётов. Иным можно считать подход к моделированию, когда ситуация описывается в специализированной среде (к примеру, Matlab). С помощью подобного пакета прикладных средств можно описывать различные структуры данных на основе матриц, что может быть оптимальным решением при моделировании определённых задач [2].

При проектировании тренажеров особое внимание уделяется пользовательским терминалам. Одним из вариантов применения средств визуализации является возможность использовать их и как устройства ввода-вывода, и как самостоятельные вычислительные узлы. Новейшие планшетные компьютеры комплектуются процессорами, которые поддерживают различные технологии параллельного вычисления, и графическими чипами, которые имеют достаточное количество вычислительной мощности для динамического построения графического представления результатов моделирования. Эти возможности, а так же доступность различных специфических технологий (акселерометра, сенсорного ввода), позволяет применять подобные устройства для эффективной подготовки квалифицированных специалистов. Большинство современных мобильных устройств реализованы на базе платформ, использующих процессы с RISC-архитектурой. Наиболее распространёнными являются процессоры, созданные компанией ARM Limited.

Задачей данных исследований является анализ разработки и исследование симуляторов транспортных средств с учетом особенностей и возможностей операционной системы Android.

Анализ особенностей ARM архитектуры

Архитектура ARM (Advanced RISC Machine, Acom RISC Machine, усовершенствованная RISC-машина) — семейство лицензируемых 32-битных и 64-битных микропроцессорных ядер разработки компании ARM Limited. Компания занимается исключительно разработкой CPU и инструментов для них (компиляторы, средства отладки и т. п.). Эти процессоры имеют низкое энергопотребление, поэтому находят широкое применение во встраиваемых системах и доминируют на рынке мобильных устройств, для которых немаловажен данный фактор.

Особенностями архитектуры ARM (рис.1) является:

- архитектура загрузки/хранения;
- нет поддержки нелинейного (не выровненного по словам) доступа к памяти (теперь поддерживается в процессорах ARMv6 за некоторыми исключениями и полностью в ARMv7);
- равномерный 16x32-битный регистровый файл;
- фиксированная длина команд (32 бита) для упрощения декодирования за счет снижения плотности кода. Позднее режим Thumb повысил плотность кода;
- одноцикловое исполнение.

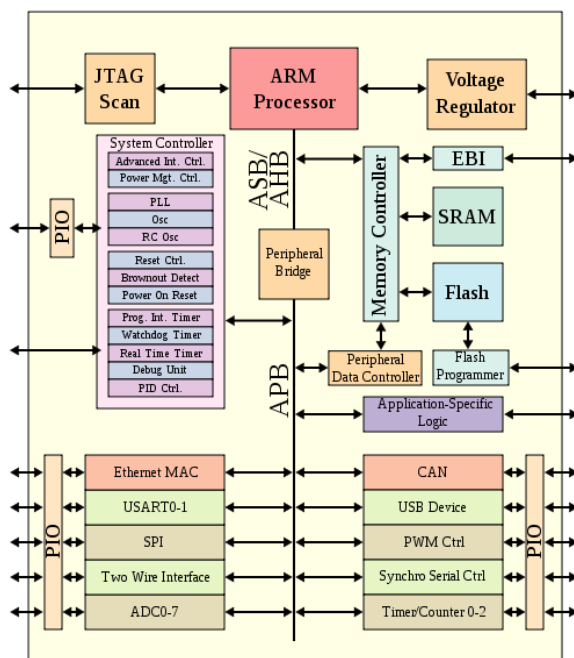


Рисунок 1 - Внутренняя организация устройства на базе процессора с ARM-архитектурой

Множество периферийных операционных систем поддерживают ARM-архитектуру. Среди мобильных операционных систем, применяемых для устройств на базе ARM-архитектуры, наиболее распространены iOS, Android, Windows

Phone, Windows RT, Blackberry OS/ Blackberry 10, Tizen, Ubuntu Touch [3]. Кроме того, ряд настольных операционных систем, используется в компьютерах на базе ARM-архитектуры - семейство Unix – систем (в частности, BSD(NetBSD)), OpenSolaris и различные дистрибутивы Linux (Ubuntu, ChromeOS). Лидером среди ОС для мобильных устройств является Android (рис.2). Эта система лидирует на рынках смартфонов (Android занимает 81,1 % рынка), интернет-серверов (60 %).

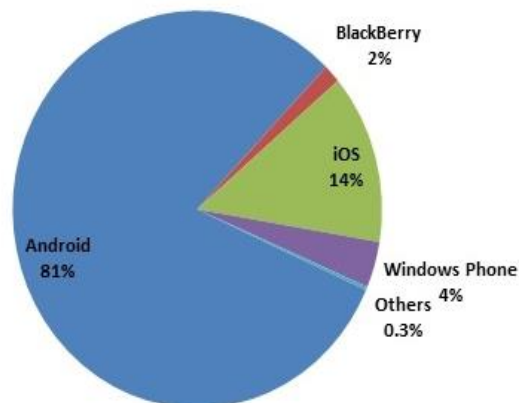


Рисунок 2 - Доля ОС Android на рынке мобильных платформ

На рынке домашних компьютеров Linux прочно занимает 3 место (по разным данным, от 1 до 5%). Согласно исследованию Goldman Sachs, в целом, рыночная доля Linux среди электронных устройств составляет около 42%.

Android это операционная система для смартфонов, планшетов и нетбуков, которая основана на модифицированном ядре Linux [4]. Приложения, созданные для Android являются программами в нестандартном байт-коде для Dalvik - оптимизированной, регистр-ориентированной виртуальной машины. Архитектура ОС Android включает в себя несколько уровней – уровень приложений, уровень каркаса, уровень библиотек, уровень среды выполнения и уровень ядра Linux. Уровень приложений (Applications) содержит комплект базовых приложений: клиенты электронной почты и SMS, календарь, различные карты, браузер, программа для управления контактами и много другое. Уровень каркаса приложений (Application Framework) предоставляет любому приложению возможность использовать уже реализованные возможности другого приложения. Таким образом, архитектура реализует принцип многократного использования компонентов ОС и приложений. Уровень библиотек (Libraries) включает набор C/C++ библиотек, используемых различными компонентами ОС. Для разработчиков доступ к функциям этих библиотек

реализован через использование Application Framework

Разработка симулятора

Для выработки навыков управления транспортным средством необходимо обеспечить модельную поддержку, которая включает в себя описание динамики движения. С точки зрения кинематики, транспортное средство может рассматриваться как твердое тело с шестью степенями свободы. Уравнения движения такого объекта составляются на основании законов кинематики и динамики твердого тела, а также теории силового воздействия внешней среды на движущееся тело.

Для построения тренажера можно использовать несколько архитектурных подходов. Первый – выполнение программы симуляции на одном локальном устройстве (планшетном компьютере). Этот подход позволяет исключить затраты времени на пересылку данных по сети, однако не является наиболее оптимальным с точки зрения ограниченности ресурсов современных планшетных компьютеров.

Второй подход – объединение нескольких мобильных устройств между собой в единую локальную сеть, и обмен данными между ними внутри беспроводной локальной сети. Вариацией этой архитектуры может быть выделение отдельного стационарного компьютера, к которому будут подключаться мобильные устройства, и который будет управлять процессом симуляции. Этот компьютер не обязательно должен быть настроен для выполнения специализированных задач.

Ещё одним вариантом решения проблемы скорости симуляции является выделение отдельного сервера внутри локальной сети, который будет выполнять все необходимые для моделирования расчёты, и распределять результаты между участниками симуляции. Этот подход позволит сконцентрировать вычислительные мощности планшетных компьютеров на работах по визуализации результатов, и не заботиться о скорости выполнения расчётов. В качестве серверного узла можно использовать как кластер в локальной сети, так и облачные ресурсы.

Разработанная система включает:

- мобильное приложение (клиент), реализованное на ОС Android с использованием Android API;
- сервер, который отвечает за обработку данных, полученных от мобильных приложений, а также выполняет синхронизацию полученных задач;
- базу данных для хранения необходимой информации об объекте.

Мобильное приложение предназначено для обеспечения следующих функциональных возможностей:

- выполнение запросов к серверу, отправка задачи для расчета параметров;
- отображение информации, полученной от сервера;
- сохранение данных, необходимых для начала расчета параметров движения объекта.

При оценке быстродействия архитектуры, используемой для симуляции, необходимо помнить о том, что данные, поступающие с периферийных источников, должны обрабатываться и передаваться для анализа с частотой не ниже 1 Hz. Для автономного надводного ТС структура информационных каналов (рис. 3), частота определения состояния и формирования команд выбраны аналогично рассмотренным в работе [1].

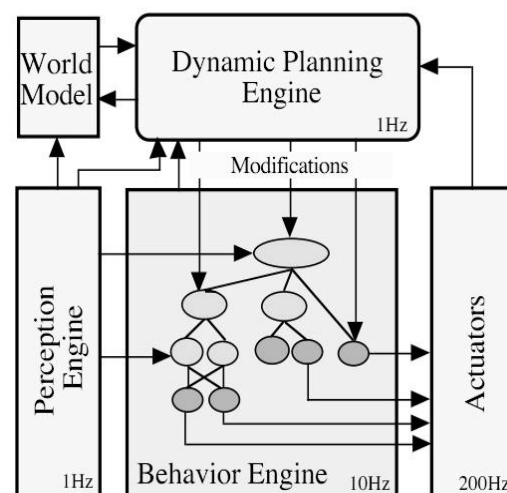


Рисунок 3 - Структура информационных каналов интеллектуального транспортного средства с типовыми значениями расчёта параметров

В результате проектирования разработаны основные компоненты системы:

- мобильное приложение;
- сервер для расчета параметров движения судна;
- базы данных.

Для работы с базой данных использована ORM технология, что позволило уменьшить количество SQL запросов и упростить работу с математическими данными об объекте исследований. Выбор СУБД SQLite обусловлен возможностью переноса БД с сервера, который выполняет расчеты, в мобильное приложение.

Также выполнена разработка специализированного пакета данных, предназначенного для передачи данных между клиентским приложением и сервером, что позволило структурировать обмен данными между элементами системы. Использование формата JSON в качестве основы для пакета

данных упростит перенос клиентского приложения на другие операционные системы та предоставит возможности для дальнейшей модернизации системы.

Исследование симулятора

Исследования проводились на различных мобильных устройствах со следующими техническими характеристиками:

Asus Memo Pad 7

CPU – Cortex A9 1000 MHz

Cores – 1

RAM – 1 Gb

GPU – Mali 400

1. Google Nexus 7

CPU – NVIDIA Tegra 3 1.2 GHz

Cores – 4

RAM – 1 Gb

При проведении моделирования работы распределенной системы расчета параметров движения объекта использованы параметры реального судна, приведенные в табл.1. При этом выполнялось сравнение по нескольким параметрам.

На рис.4. приведен график зависимости минимального времени выполнения от количества моделей. На рис.5. показана зависимость среднего

времени выполнения от количества моделей. На рис.6. показана зависимость максимального времени выполнения от количества моделей.

Таблица 1 – Основные параметры объекта

Параметр	Ед.изм.	Значение
Длина	м	108,9
Ширина	м	16,0
Осадка	м	3,0
Расстояние от центра судна до двигательного рулевого комплекса	м	50,0
Масса без груза	кг	1260000
Грузоподъемность	кг	3000000
Коэффициент общей заполненности	-	0,801
Коэффициент полноты площади мидель-шпангоута	-	0,997
Коэффициент полноты площади грузовой ватерлинии	-	0,904
Площадь рулей	м ²	2,4
Диаметр гребного винта	м	1,6

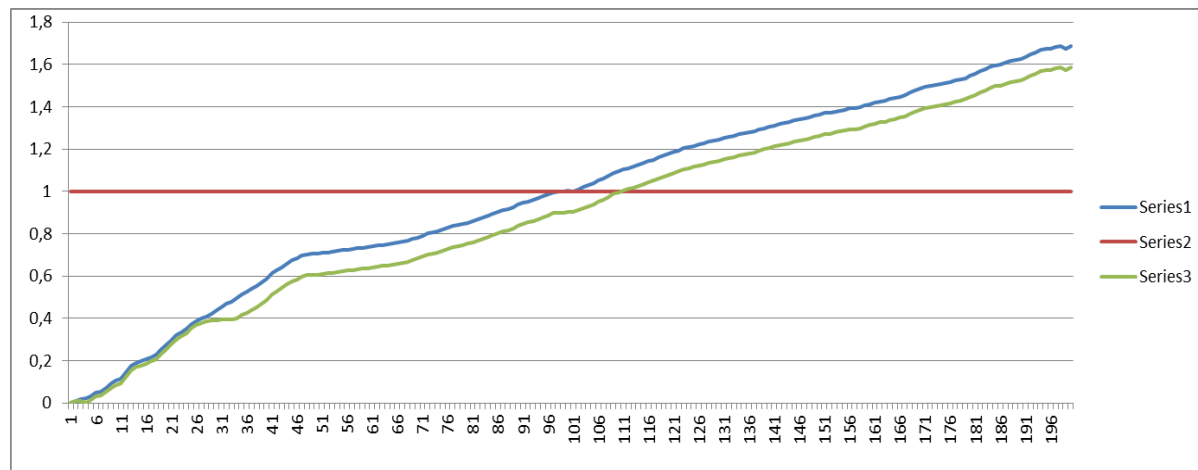


Рисунок 4 – График зависимости минимального времени выполнения от количества моделей

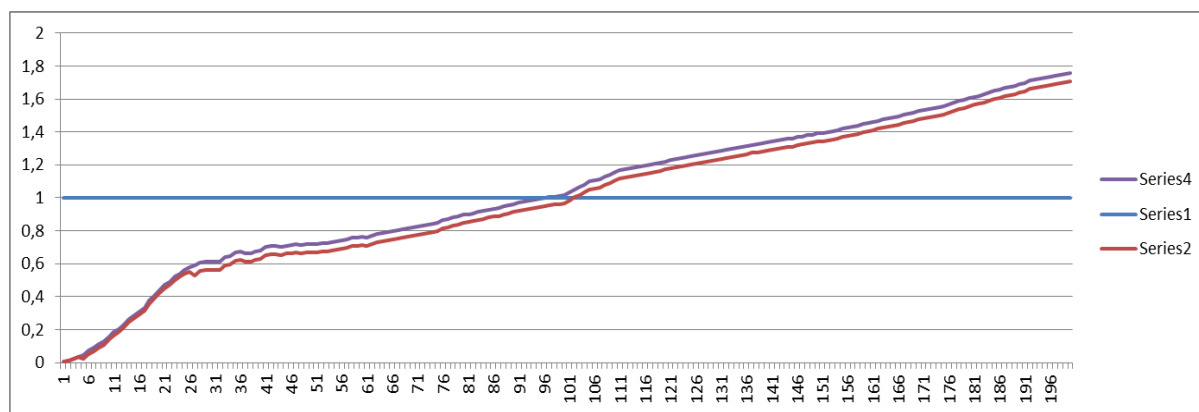


Рисунок 5 – График зависимости среднего времени выполнения от количества моделей

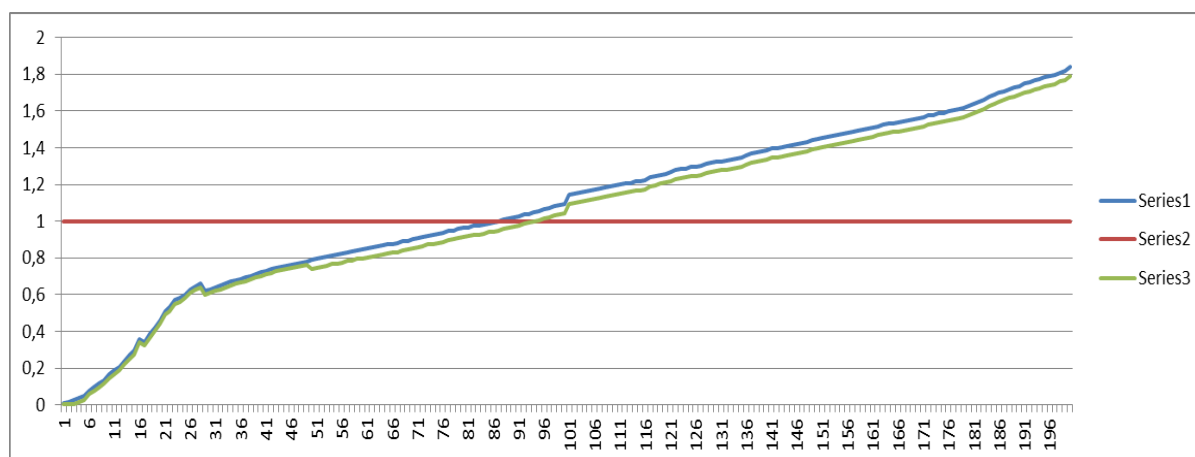


Рисунок 6 – График зависимости максимального времени выполнения от количества моделей

Графики зависимостей показывают, что, несмотря на то, что изначально ОС Android не была рассчитана на использование во встраиваемых устройствах, продуманное конфигурирование и разработка программного обеспечения делают эту операционную систему вполне применимой и в данном круге задач. Постепенно ОС Android перерастает рамки мобильной ОС и превращается в мощную платформу для встраиваемых приложений. Использование этой операционной системы пока еще связано с определенными трудностями в таких областях, как ограничения на объемы занимаемой памяти, разработка программных средств, функционирование в безоператорном режиме, поддержка встраиваемых процессоров и режим реального времени. При этом не вызывает сомнений, что популярность ОС Android будет стимулировать все более широкое применение во встраиваемых системах различных ее версий. С точки зрения используемых при выборе операционной системы основных критериев, таких как наличие аппаратных средств и готового программного обеспечения, Android следует признать одним из главных кандидатов на роль ОС для встраиваемых систем.

Заключение

Разработана распределенная система расчета параметров движения объекта. Проведены ее исследования с использованием параметров реального судна. На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

- использование распределенной системы позволяет уменьшить время расчета параметров движения объекта;
- современные мобильные процессоры практически не имеют ограничений с точки зрения использования разработанной системы;
- на процессорах с тактовой частотой от 1000 МГц до 2000 МГц для своевременного расчета параметров необходимо отслеживать и корректировать количество моделей и шагов расчета.

Список использованной литературы

1. Eric Hansen, Terry Huntsberger and Les Elkins. Autonomous maritime navigation: developing autonomy skill sets for USVs // Proc. SPIE 6230, 62300U (2006).
2. Вьюгов В.В. Гидродинамические аспекты теории судовождения на внутренних

водных путях : Автореф. дис... д-ра техн. наук / Новосибирская гос. академия водного транспорта. - Новосибирск: НГАВТ, 1999.- 33 с.

3. Jonathan W. Valvano. Embedded Systems: Introduction to Arm® Cortex(TM)-M Microcontrollers (Volume 1), CreateSpace, ISBN: 1477508996.

4. Joseph Annuzzi Jr., Lauren Darcey, Shane Conder. Introduction to Android Application Development: Android Essentials. ISBN: 032194026.

5. Jeffrey S. Beasley, Piyasat Nilkaew. Networking Essentials. - Peachpit Press, 3rd Edition. ISBN: 978-0-7897-4903-1.

Поступила в редколлегию 10.12.2015

Р.В. МАЛЬЧЕВА, С.В. КРИВОШЕЄВ, Т.В. ЗАВАДСЬКА

Донецкий национальный технический университет

РОЗРОБКА СІМУЛЯТОРІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID

Виконаний аналіз ARM архітектури в якості апаратної основи щодо створення симуляторів транспортних засобів. Проведені дослідження особливостей операційної системи Android. Розроблен симулятор й проведено його дослідження на базі існуючих мобільних платформ з використанням параметрів реального об'єкта. Результати досліджень довели, що застосування розподіленої системи на базі мобільних пристроїв скорочує час розрахунку параметрів руху об'єкту; сучасні мобільні процесори практично не мають обмежень з точки зору застосування розробленої системи.

Ключові слова: *мобільна платформа, динаміка руху, розподілена система, модель, дослідження.*

R.V. MALCHEVA, S.V. KRYVOSHEYEV, T.V. ZAVADSKAYA

Donetsk National Technical University

DEVELOPMENT OF THE VEHICLES SIMULATOR WITH THE USE OF ANDROID OPERATING SYSTEM

An ARM hardware architecture as the foundations for the establishment simulator vehicles is analyzed. The features of the operating system Android are studied. Simulator is developed and researched on the base of existing mobile platforms using the parameters of the real object. Research results have shown that the use of distributed systems based on mobile devices reduces the time of object's motion parameters' calculation; modern mobile processors are virtually no limitations in terms of the application of the developed system.

Keywords: *mobile platform, motion dynamics, distributed system, model, investigation.*

Статья поступила в редакцию 20.09.2015

Рекомендована к публикации д-ром техн. наук В.Н. Павлышом