

Санкт-Петербургский государственный университет

Кафедра Системного Программирования

Группа 22.Б10-мм

Обновление системы сборки TRIK

Сергеев Игнатий Федорович

Отчёт по учебной практике
в форме «Решение»

Научный руководитель:
Старший преподаватель кафедры ИАС К. К. Смирнов

Санкт-Петербург
2024

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	5
2. Обзор	6
2.1. Описание yosto	6
2.2. Описание текущего проекта	7
2.3. Выбор версии yosto и сравнение с предыдущей	8
3. Архитектура реализации	10
3.1. Архитектура слоя setup-scripts	10
3.2. Рецепты слоя meta-trik	10
4. Реализация	11
4.1. Слой setup-scripts	11
4.2. Слой meta-trik	12
5. Тестирование	14
Заключение	15
Список литературы	16

Введение

Область разработки ПО для встраиваемых систем обширна в наше время. Эти системы невероятно компактны и энергоэффективны, поэтому они применяются в различных сферах, например в космической или военной отрасли. В этой области проектирование, разработка, тестирование, настройка и сопровождение ПО для систем происходит под конкретную аппаратную часть.

Разработка для этих систем разбивается на две основные части:

- разработка BSP(board support package) — ПО под конкретную машину;
- разработка прикладного ПО.

Финальным действием является связывание этих приложений в один образ — бинарный файл загружаемый на итоговую машину.

Данная работа связана с проектом TRIK [8], целью которого является создание удобных средств для обучения разработки и применения ПО для роботов. Точнее работа относится к обновлению системы сборки образа для Контроллера ТРИК — «Контроллер ТРИК сочетает в себе мощь современной электроники и надёжность проверенных решений. Он способен одновременно решать задачи обработки аудио- и видеоданных, синтеза речи, навигации; управлять сервоприводами и моторами; собирать показания с аналоговых и цифровых датчиков; обмениваться информацией по беспроводной связи.»[9]

До реализации данной практики образ для представленного контроллера собирался с помощью проекта yosto версии dunfell [10], поддержка которой заканчивается в апреле 2024 года.

Описанная версия стара, в качестве тулчейна используется GNU 5.0 и соответствующая ему библиотека glibc, которая не позволяет использовать новые стандарты(c++17, c++20) для компиляции программ под машину, также поддержка используемой версии yosto скоро закончиться, что сделает сопровождение образа тяжелее.

Перевод на более новую версию систему сборки позволит использовать новые инструменты для поддержки образа и обновить GNU тулчейн.

1. Постановка задачи

Целью работы является:

1. провести обзор проекта yosto;
2. переписать сборку образа для Контроллера ТРИК [9] на выбранную версию систему сборки;
3. протестировать запуск полученного образа на реальном контроллере.

2. Обзор

2.1. Описание yocto

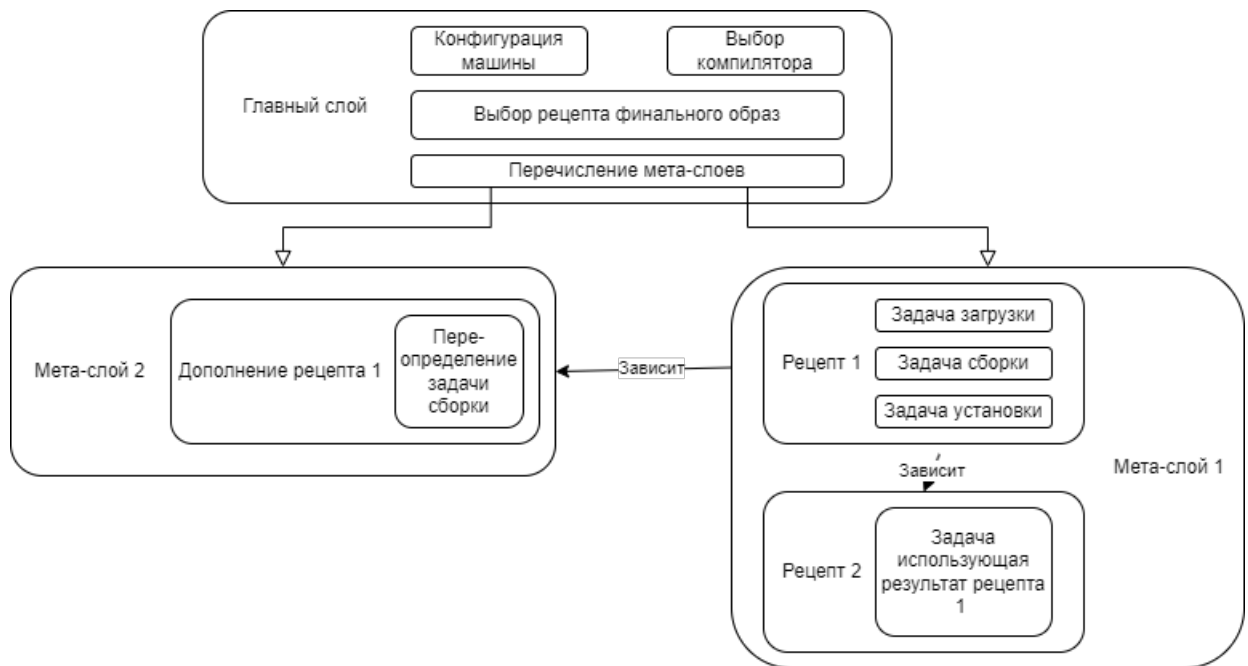
yocto [12] — коллаборация проектов, используемых для разработки встраиваемых систем. Он состоит из следующих компонент:

1. openembedded — системы для сборки;
2. року — примера дистрибутива на основе yocto, также содержащего полезные инструменты для разработки аналогичных ему.

2.1.1. Основные концепты в yocto [11]

Описание концептов:

- Задача — минимальная единица, представляющая собой набор shell команд и python функций;
- Рецепт — абстракция приложений, образов и т д, содержит набор задач необходимых для скачки, сборки и установки приложения на итоговый образ, файлы рецептов имеют расширение .bb;
- Дополнение рецепта — дополняют рецепты, заданные в других слоях, добавляя их в финальный образ, файлы имеют расширение .bbappend;
- Конфигурация машины — абстракция аппаратной части;
- Слой с метаданными(далее мета-слой) — набор рецептов, конфигураций машин, связанных по какому-то принципу;
- Главный слой — включает в себя набор параметров, задающих сборку, например выбор машины, под которую будет собираться образ, компилятор.



2.1.2. openembedded

openembedded в свою очередь состоит из:

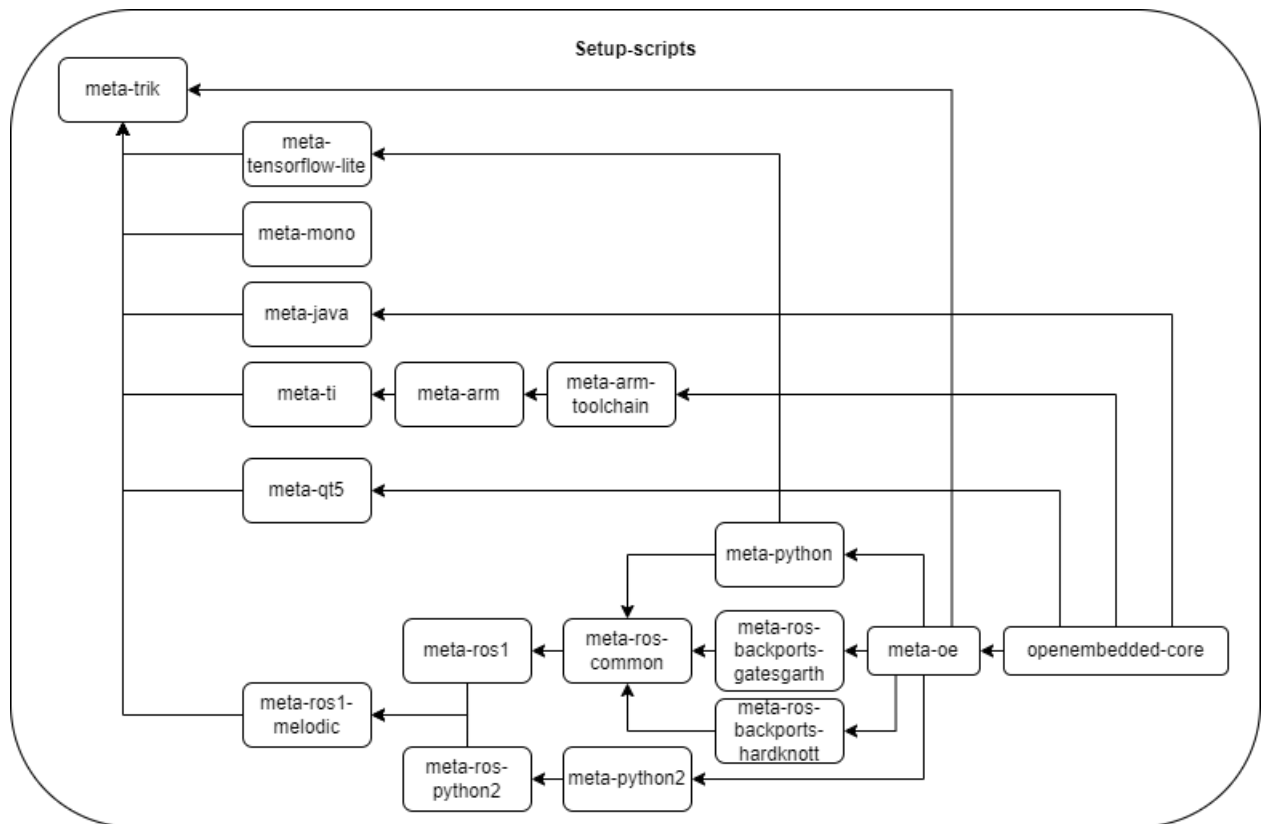
- инструмента сборки — bitbake [5];
- мета-слоя openembedded-core [4], с базовыми рецептами, конфигурациями машин, python скриптами, которые необходимы практически в каждом проекте написанном на bitbake;
- обширного сообщества с более чем 150 доступных слоев с различными приложениями, под различные платы, архитектуры [3].

Особенность bitbake в том, что он используется собственный язык для описания рецептов[5].

2.2. Описание текущего проекта

Проект сборки образа под Контроллер ТРИК состоит из основного мета-слоя meta-trik, в котором описана конфигурация машины, рецепты, и все, что на прямую связано с финальным образом. Также в проекте присутствуют мета-слои зависимости, заимствованные из открытого сообщества, например meta-ti, meta-mono, meta-java, meta-ros1.

Для удобства сборки образов присутствует главный слой — setup-scripts, который содержит все остальные мета-слои и задает необходимые параметры машины.



2.3. Выбор версии yusto и сравнение с предыдущей

2.3.1. Выбор версии

Для наибольшей простоты поддержки образа требуется брать версию с долгосрочной поддержкой. В yusto последняя версия с данным требованием: kirkstone, с поддержкой вплоть до 2026 года(по сравнению с 2024 для нынешней версии) [13].

2.3.2. Изменения по сравнению с предыдущей версией

Синтаксис Изменения в синтаксисе не большие [1], в данном разделе приведены примеры одинаковой опции с новым и старым синтаксисом bitbake.

Старый синтаксис:


```
RDEPENDS_${PN}_append = " libv4l "
```

Новый синтаксис:

```
RDEPENDS:${PN}:append = " libv4l "
```

Состав слоев В новой версии `yocto` некоторые рецепты у общественных мета-слоев были объединены с главным мета-слоем `openembedded-core`, некоторые были удалены, некоторые объединены между собой. Аналогично и со слоями — поддержка некоторых слоев была завершена, например у слоя `meta-ros1`.

Также в некоторых слоях изменены локации итоговых файлов на образе, что требует изменений в исходных кодах компонент, например в оригинальном ядре линукс `trik-ti-linux`.

3. Архитектура реализации

Синим отмечены модифицированные элементы, красным удаленные.

3.1. Архитектура слоя setup-scripts

Были удалены большинство зависимостей связанных со слоями meta-ros1 и meta-tensorflow-lite

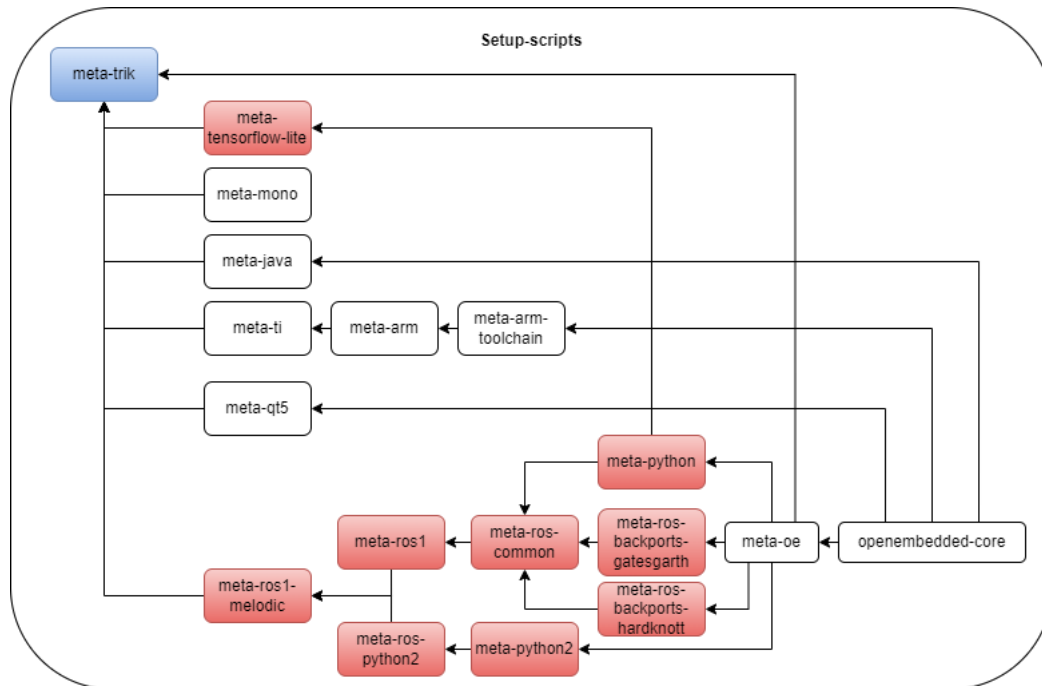


Рис. 1: Изменения в архитектуре слоя setup-scripts

3.2. Рецепты слоя meta-trik

Почти все рецепты были модифицированы из-за изменения синтаксиса, более крупные изменения претерпели рецепты непосредственно связанные с ядром линукса, u-boot, и рантаймом

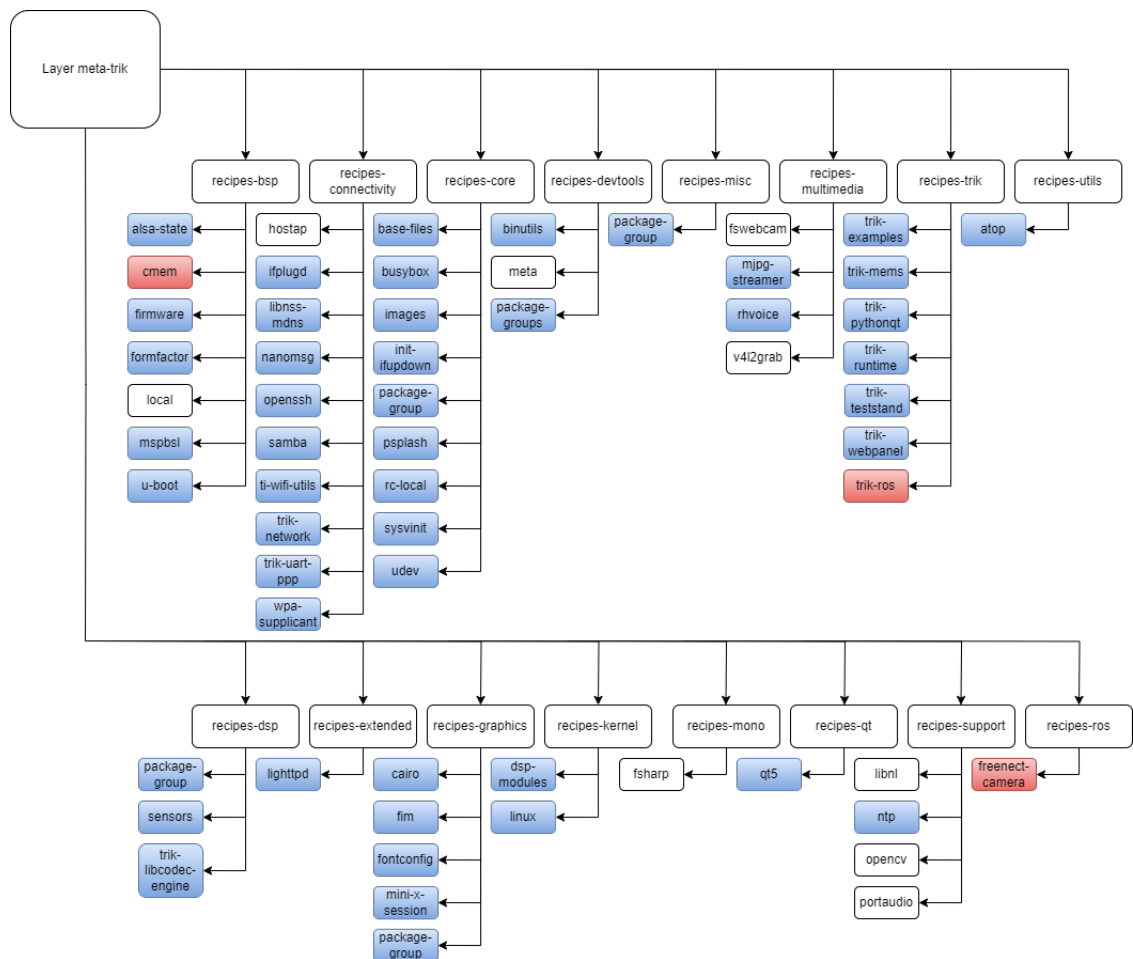


Рис. 2: Изменения рецептов в слое meta-trik

4. Реализация

4.1. Слой setup-scripts

setup-scripts претерпел лишь небольшие изменения, ведь он представляет собой набор других мета-слоев и содержит описание конфигурации сборки. В нем был изменен компилятор на gcc версии 11, что является одной из целей переписывания системы сборки, обновлены версии слоев и убраны 2 из них в связи с переходом на новую версию yosto.

Об удалении двух слоев следует рассказать чуть подробнее, так как это будет важно в следующей секции. Удаление связано с концом поддержки первого (meta-ros1) и слиянием второго (meta-python) с другим слоем-зависимостью. Последствия этих удалений можно посмотреть на рисунке 1.

4.2. Слой meta-trik

Переписывание meta-trik имеет четыре основные задачи, разберемся с первыми тремя:

1. использование нового синтаксиса;
2. правильный менеджмент зависимостей;
3. исправление исходных кодов для сборки новым тулчейном.

4.2.1. Синтаксис

Для обновления синтаксиса в року присутствует python скрипт, так что этот процесс был автоматизирован.

4.2.2. Зависимости

На этом моменте становится заметна основная проблема удаления слоя meta-ros1: нельзя без последствий удалить зависимость. Из-за прекращения поддержки этого слоя пришлось отказаться от рецепта (trik-ros) в meta-trik, который позволял, пользуясь фреймворком ros (Robot Operating System) [6], моделировать работу сенсоров и моторов.

Остальные изменения связаны с перемещением и модификацией рецептов в общественных слоях. Вот самые заметные из них:

- убран рецепт freenect-camera необходимый для trik-ros;
- убран рецепт smem, т к он был добавлен в слой meta-ti-bsp;

Также стоит отметить, что из-за некорректной конфигурации переменных для машин armv5 в рецепте с компилятором rust, его пришлось добавить в финальный образ. В момент парсинга bitbake создает задачи для сборки всех рецептов включенного слоя и запускает некоторые python скрипты. В рецепте с компилятором rust из-за неверных переменных такой скрипт выдавал ошибку, для её исправления пришлось дополнить эти рецепты правильными переменными, что автоматически добавило компилятор в финальный образ.

4.2.3. Исправление исходных кодов

В момент сборки образа все компоненты качаются и собираются из исходных кодов, поэтому наш тулчейн должен быть способен их собрать, в связи с этим, а также с модификациями общественных мета-слоев были сделаны следующие изменения (описаны наиболее заметные):

- в связи с изменением локации установки cpython, обновлены пути в исходниках trik-pythonqt и рецепт trik-runtime-qt5;
- исправлена сборка ядра trik-ti-linux в связи с изменениями путей к библиотеке fdt при сборке с gcc-11;
- добавлен патч, чинящий рецепт ti-wifi-utils при сборке с gcc-11.

Описанные и упомянутые изменения изображены на рисунке 2.

5. Тестирование

Тестирование полученного после сборки образа заключается в следующем:

1. установки этого образа на sd карту;
2. проверка самого Контроллера ТРИК с ней — проверка запуска системы, корректной работы графического и веб интерфейсов, и внесение необходимых изменений для корректной работы этих компонент;

Во время запуска Контроллера ТРИК с sd картой у машины получилось загрузиться в систему, но экран был синего цвета (вместо присутствия на нём меню графического интерфейса). При анализе логов было обнаружено, что address sanitizer не дает запустить графический интерфейс из-за нарушения правила одного определения (odr). После перекомпиляции интерфейса в режиме отладки было выяснено, что конфликтуют две библиотеки (trik-pythonqt и её расширение trik-pythonqtall). Была предпринята попытка пересобрать эти библиотеки в одну, но проблема осталась. Из предположения, что эта ошибка возникает внутри qt, было решено, что её можно просто игнорировать (как сделано с другими ошибками в рецепте графического интерфейса), и добавить её подавление у address sanitizer. После этих изменений интерфейс заработал.

В качестве проверки графического интерфейса было решено проверить каждое его меню на работоспособность, ошибка возникала только при переходе в раздел Testing/Digital sensors из-за отсутствующих модулей ядра системы. Информация о них была найдена только для старой версии ядра, соответственно они не подходили для новой, этим предлагается заняться в продолжении данной практики.

В случае веб интерфейса была выбрана аналогичная проверка, и она была успешно пройдена.

Заключение

В результате проведения данной практики были выполнены следующие задачи:

- был проведен обзор проекта для сборки embedded систем yosto;
- проект образа для Контроллера ТРИК был переписан на новую версию проекта yosto;
- полученный образ был протестирован на реальной машине.

Код основных слоев доступен в GitHub репозиториях [2] и [7].

Список литературы

- [1] Bitbake migration notes. — URL: <https://docs.yoctoproject.org/migration-guides/migration-3.4.html> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [2] Meta trik Github repository. — URL: <https://github.com/IgnatSergeev/meta-trik/tree/kirkstone> (дата обращения: 8 января 2024 г.).
- [3] Openembedded Layers index. — URL: <https://layers.openembedded.org/layerindex/branch/master/layers> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [4] Purdie Richard. Openembedded Core Layer. — URL: <https://layers.openembedded.org/layerindex/branch/master/layer/openembedded-core> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [5] Richard Purdie Chris Larson, Blundell Phil. Bitbake manual. — URL: <https://docs.yoctoproject.org/bitbake> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [6] Robot Operating System. — URL: <https://www.ros.org/> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [7] Setup scripts Github repository. — URL: <https://github.com/IgnatSergeev/setup-scripts/tree/kirkstone> (дата обращения: 8 января 2024 г.).
- [8] Trik. — URL: <https://trikset.com/> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [9] Trik Controller. — URL: <https://trikset.com/products/trik-controller> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [10] Yocto Dunfell release. — URL: <https://docs.yoctoproject.org/migration-guides/migration-3.1.html> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).

- [11] Yocto overview. — URL: <https://www.yoctoproject.org/development/technical-overview> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [12] Yocto project. — URL: <https://www.yoctoproject.org> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).
- [13] Yocto releases. — URL: <https://wiki.yoctoproject.org/wiki/Releases> (дата обращения: 10 декабря 2023 г.).