

GRAPHICS & MEDIA LAB
VIDEO GROUP

Медиапроцессоры Philips Nexperia

Юрий Чернышов

Video Group
CS MSU Graphics & Media Lab

Содержание доклада

Введение

Возможности процессора

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

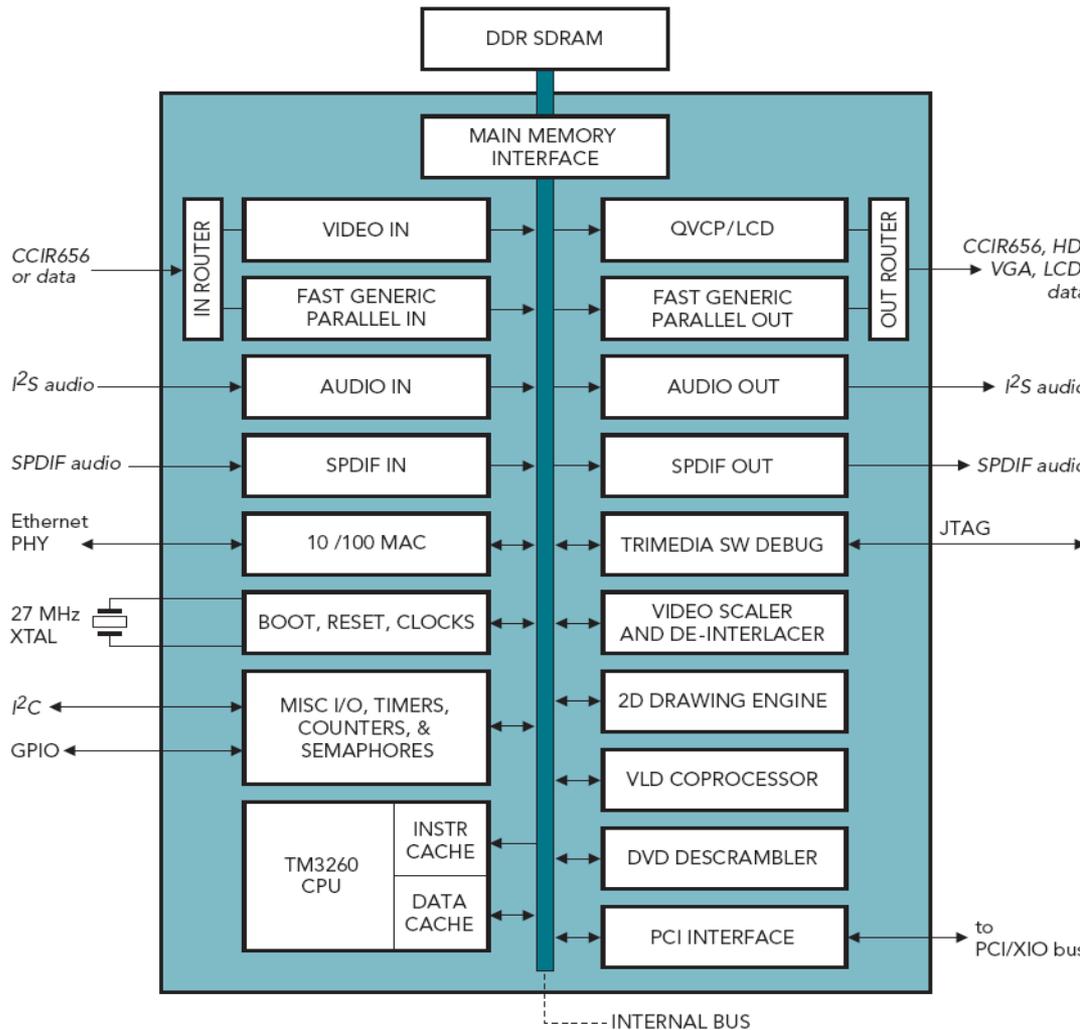
Введение

PNX – медиапроцессоры от Philips

Поддержка сторонними разработчиками

Выпущен NDK (платный)

Введение



Встроенные интерфейсы для подключения (ethernet, usb, pci)

АЦП и ЦАП

DDR память

128 32-битных регистров

Двухуровневый кэш данных

Содержание доклада

Введение

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Возможности процессоров PNX

- ◆ Номинальная тактовая частота процессоров tm3260 не ниже 240 MHz
- ◆ Для tm5250 эта величина начинается с 450 MHz
- ◆ Существует h264 декодер
Позволяет декодировать видео разрешения SD с частотой не ниже 25 fps.
- ◆ Имеется возможность кодирования/декодирования всех популярных видеоформатов.
- ◆ Также есть возможность декодирования аудиопотоков

[VdecH264](#)

Содержание доклада

Введение

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Поддерживаемые оптимизации

Аппаратно поддерживаются следующие оптимизации:

- ◆ Дополнительные инструкции для видеообработки:
 - PNX — RISC-архитектура
 - Инструкции для конвертации (IFIR8UI)
 - Инструкции для подсчета ошибки (UME8UU)
 - Насыщение (ICLIPI, UCLIP1)
 - Прочие инструкции (IABS, IMIN, IMAX)

[tm 5250 usermanual](#)

Поддерживаемые оптимизации

- ◆ Работа с кэшем данных процессора (численные данные для ядра tm5250) :
 - L1-кэш 16 кб
 - L2-кэш 128 кб
 - Инструкции для прямого управления кэшем:
 - COPYBACK
 - INVALIDATE (очистка блока кэша)
 - ALLOC (добавление ячейки памяти в кэш)

[tm 5250 usermanual](#)

Поддерживаемые оптимизации

- ◆ Все данные, необходимые для текущей работы могут быть предзагружены в кэш
- ◆ Компилятор TCS не перемещает операции работы с кэшем
- ◆ Хорошая программа полностью контролирует работу с кэшем

[tm 5250 usermanual](#)

Поддерживаемые оптимизации

Организация кэша: кэш состоит из 4 дорожек по 256 строк по 128 байт в каждой. Возможна загрузка в кэш по дорожкам, по строкам и по ячейкам памяти.



Поддерживаемые оптимизации

Сравнительные характеристики кэша для нескольких ядер:

	TM 3260	TM 5250	TM 2270	TM 3270
Instruction cache	64 KB	64 KB	32 KB	64 KB
L1 data cache size	16 KB	16 KB	16 KB	128 KB
L1 block size	64 bytes	64 bytes	64 bytes	128 bytes
L1 associativity	8 way	4 way	4 way	4 way
L2 data cache	-	128 KB	-	-
L2 block size	-	128 bytes	-	-
L2 associativity	-	8 way	-	-
HW prefetching	No	Yes, L2 only	Yes	Yes
Prefetch regions	-	4	2	4
Allows negative prefetch stride	-	No	Yes	Yes

Поддерживаемые оптимизации

- ◆ Кэш является row-ориентированными, то есть ускорение работы значительно при последовательном доступе к памяти.

Для тестирования опции был взят код, заполняющий матрицу значениями. При последовательной записи в кэш было занесено в 58 раз больше ячеек, нежели при записи по столбцам.

[cache_analysis](#)

Содержание доклада

Краткий обзор архитектуры Philips PNX

Поддерживаемые оптимизации

Возможности процессоров PNX

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Дополнительные оптимизации



- ◆ Развертка циклов позволяет распараллелить выполнение программы
- ◆ Встраивание функций и уменьшение числа параметров позволяет сэкономить время на передачу аргументов
- ◆ Использование целочисленной арифметики вместе арифметики с плавающей точкой
- ◆ Построение lookup table для уменьшения нагрузки на ALU
- ◆ Деление на константу с медленнее умножения на $1 / c$
- ◆ Команды $/$, $\%$, fsqrt (машинная команда) имеют latency 17 и recovery 16. Их следует избегать

Содержание доклада

Краткий обзор архитектуры Philips PNX

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

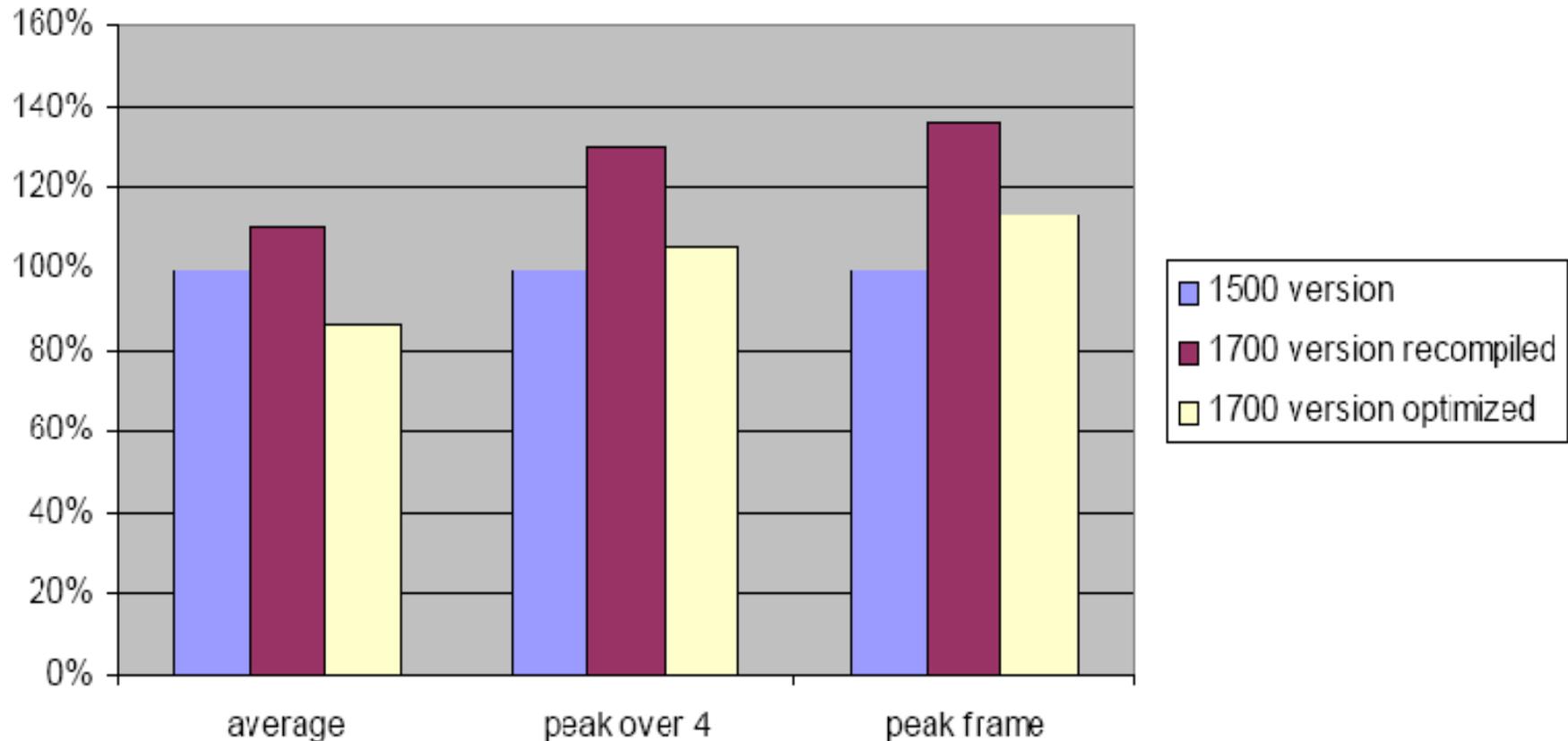
Выводы и итоги

Вопросы

Результаты применения оптимизаций

Porting DivX Decoder

Total cycles usage.
PNX1500 results as 100%



Результаты применения оптимизаций

- ◆ Под архитектуру PNX1700 оптимизировался DivX декодер. Имелась версия написанная под архитектуру PNX1500. При увеличении тактовой частоты нового ядра (tm5250) вдвое, загрузку процессора удалось снизить до 30%.

Результаты применения оптимизаций



- ◆ От изменения архитектуры можно было ожидать следующего:
 - Ускорение работы в случае, когда на PNX1500 программа использовала более 16 Кб кэша. На PNX1700 это число было увеличено до 128 Кб
 - Замедление работы в случае большого числа переходов или использовании более, чем 128 Кб кэша
 - В остальном архитектура системы не изменилась, если не учитывать добавления новых команд

[Getting Started with PNX1700](#)

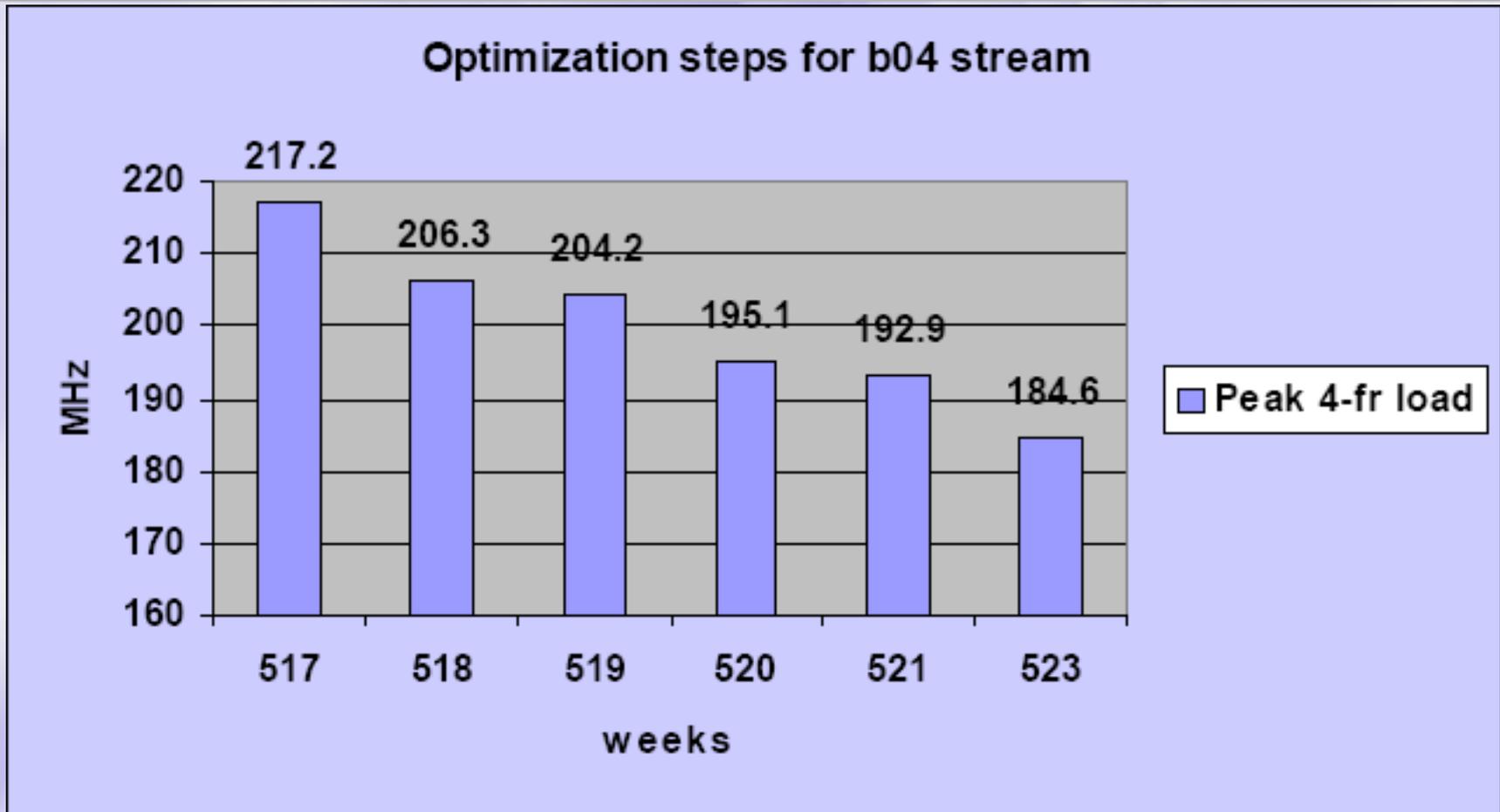
Результаты применения оптимизаций

- ◆ Примененные оптимизации
 - Первые четыре аргумента функции передаются через регистры. Если поместить на эти места аргументы, используемые первыми, то можно несколько распараллелить работу процессора
 - Функции слияния будут работать значительно быстрее, если некоторые операнды будут находится в регистрах, поскольку эти функции довольно часто обращаются к операндам
 - Использование новых инструкций ядра. Стоит отметить, что $x + x$ на ядре tm5250 работает быстрее, нежели $x \ll 1$. Команды имеют latency 1 и 2 соответственно

Результаты применения оптимизаций

- Команда `jump` имеет latency 8, поэтому ее следует избегать
- Если команды `jump` избежать не удалось, рекомендуется сделать маленькие ветви программы как можно более похожими друг на друга (возможно, за счет добавления дополнительных команд) , чтобы соответствующие деревья исполнения можно было слить в одно
- Необходимо разворачивать циклы там, где это возможно — это сокращает число деревьев исполнения. Процессор использует эвристику для определения того, возможно ли убрать ячейку данных их кэша. Чем проще структура программы, тем лучше работает алгоритм
- Встраивание небольших функций позволяет избежать дополнительных переходов

Результаты применения оптимизаций



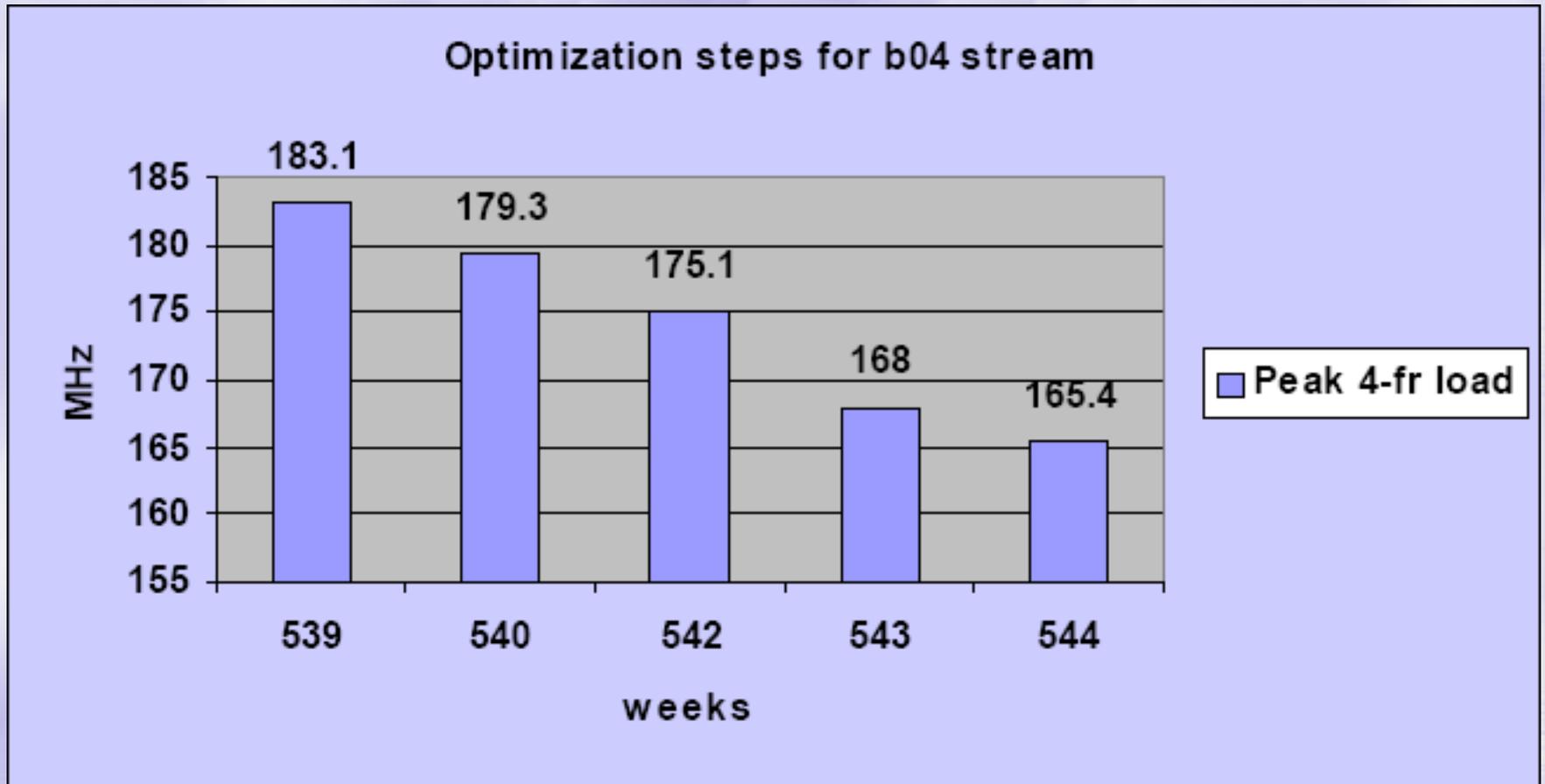
[Getting Started with PNX1700](#)

Результаты применения оптимизаций

- 1) Простая перекомпиляция под новую архитектуру
- 2) Развертка циклов, распараллеливание работы с памятью (non-aligned memory load)
- 3) CLSAME, DUALADDSUB, DSPIDUALMUL, развертка циклов, встраивание функций
- 4) U_BYTESEL, уменьшение объема таблиц motion-векторов
- 5) DUALIMIN, DUALIMAX, DUALIADD, DUALASL, DUALASR

[Getting Started with PNX1700](#)

Результаты применения оптимизаций



[Getting Started with PNX1700](#)

Результаты применения оптимизаций



- 6) Перестановка команд — PNX1700 может выполнять несколько команд с независимыми результатом параллельно, поскольку система имеет скалярную архитектуру
- 7) ALLOCD_SET
- 8) Чистка структур данных
- 9) Встраивание и оптимизация функций
- 10) Использование независимых IDCT-функций

Результаты применения оптимизаций

Для оптимизации кодирования стоит сделать следующее:

- Ограничения на кадр:
 - Использование ME только для Y компоненты
 - Использование YUV420
 - Использование макроблоков 16x16
- Использование кэша:
 - Для UV компонент текущего кадра
 - Для Y компонент ссылочного кадра
 - Запрет на использование кэша для восстановленного кадра, поскольку он записывается однократно
 - ◆ Размер измерений кадра должен быть кратен кратен 16, поскольку блок 16x16 не переполняет очередь на запись в кэш, позволяя сделать 2 prefetch операции

[Getting Started with PNX1700](#)

Содержание доклада

Краткий обзор архитектуры Philips PNX

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Development kit

- ◆ На платной основе можно приобрести Nexperia Development Kit (далее — NDK)

В состав пакета входит следующее ПО:

- Trimedia Compilation System
 - TriMedia Eclipse IDE
 - TriMedia Debugger
 - tmsim
 - Прочие инструменты
- ◆ Возможно взять из NDK заголовочные файлы, и, несколько их модифицировав, заниматься разработкой и отладкой программ под любой другой системой программирования

Development kit

Для создания рабочего фильтра на NXP я использовал:

- Microsoft ® Visual Studio 2008
- Gnu Make
- tmcc compiler
- tmrn
- tmsim
- Плата с установленным на ней процессором pnx1500e (номинальная тактовая частота — 240 MHz)

Development kit

Были получены следующие результаты:

Был написан Spatial Denoiser, работающий по алгоритму 2dCleaner.

Тестирование производилось на разрешении SD.

Средний показатель fps был равен 8.78

Содержание доклада

Краткий обзор архитектуры Philips PNX

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Выводы и итоги

Основными конкурентами Trimedia являются:

- Texas Instruments (четвертые в мире производители полупроводников после Intel, Samsung, Toshiba; первый в мире производитель DSP)
- ARM Holdings (компанией созданы процессоры ARMv5TE и ARMv5TEJ , ориентированные на DSP. Отличается только расширенным набором инструкций)

Выводы и итоги

- Intel® Media Processor

Создана архитектура Intel Media Processor (отличается большей производительностью; в данный момент производится CE3100 — Pentium M 800 MHz, 256 L2 Cache DDR2 RAM).

Энергопотребление (как следствие, тепловыделение) процессоров Pentium M не превышает 27 ватт.

Для сравнения: мощность процессоров Pentium 4 не может быть ниже 21 ватта. Максимальное тепловыделение составляет 115 Ватт (в 4.2 раза больше, чем у Pentium M при сравнимых номинальных тактовых частотах)

[Intel CE3100 Brief](#)

Содержание доклада

Краткий обзор архитектуры Philips PNX

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Обзор нового ядра tm3270

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Выводы и итоги

- ◆ Процессоры TriMedia, как и прочие System-on-Chip, являются сегодня мощным инструментом для DSP.

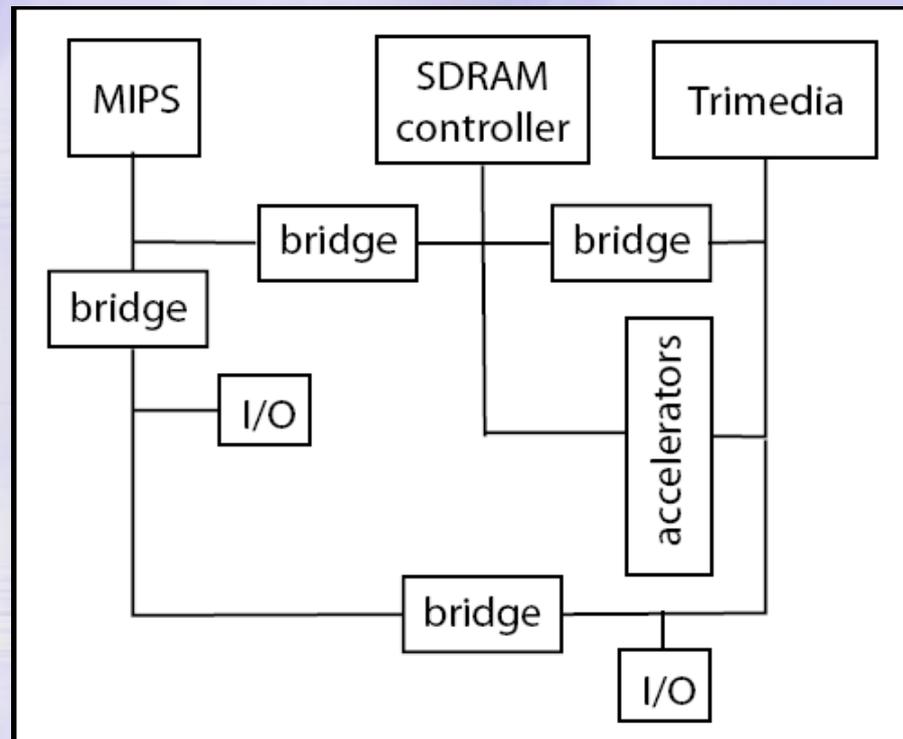
Это возможно благодаря достаточно высокому (более высокому, чем для обыкновенных CPU) соотношению скорость/энергопотребление.

Архитектура, оптимизированная под определенный класс задач, справляется с поставленными задачами значительно лучше аналогов без оптимизаций или general purpose аналогов.

- ◆ Одним, хотя и довольно значительным, минусом может стать некоторая сложность разработки, вызванная необходимостью изучения новой системы с нуля.

Выводы и итоги

- ◆ Сегодня существует архитектура PNX8500 с двумя процессорами. На одном из них работает операционная система. Другой используется для обработки и декодирования видео. Такая архитектура значительно упрощает процесс управления:



Содержание доклада

Краткий обзор архитектуры Philips PNX

Возможности процессоров PNX

Поддерживаемые оптимизации

Дополнительные возможности оптимизации

Результаты применения вышеописанных техник

Система разработки (development kit)

Основные конкуренты

Выводы и итоги

Вопросы

Список литературы

- ◆ Getting started on PNX1700 (from www.nxp.com)
- ◆ TM5250 User Manual
- ◆ VdecH264 — H264 Decoder
- ◆ The Future of Multiprocessor Systems-on-Chips,
Wayne Wolf (Department of Electrical Engineering of Princeton University)
- ◆ Intel Media Processor CE 3100 Product Brief
- ◆ ARM DSP-Enhanced Extensions
Hedley Francis (ARM Ltd.)
- ◆ Некоторая документация, поставляемая с NDK