

Модуль сбора информации о  
производительности процессоров  
Intel с использованием PMU для  
профайлера ядра ОС MS WS2008R2

Выполнил:

Серко Сергей, 345 гр.

Научный руководитель:

Баклановский М.В.,

ст. преподаватель кафедры СП

# История

- Проект компании EMC<sup>2</sup>  
«Профайлер ядра ОС Microsoft Windows  
Server 2008 R2 x64 Edition»

**EMC<sup>2</sup>**



# Profiling

- Профилирование – измерение использования ресурсов
- «Горячие» точки — участки программы, на выполнение которых расходуются наибольшее количество ресурсов
- Основной ресурс – время

# Одного времени мало!

- Отвечает на вопрос «Где?», но не отвечает на вопрос «Почему?»

## Пример

- Программа, решающая численными методами ДУ большого порядка
- Бутылочное горлышко – функция, перемножающая матрицы
- Возможная причина замедления – промахи кэша – не может быть определена простым замером времени

# Решение Intel – PMU

- Performance Monitoring Unit
- Модуль сбора информации о количестве микроархитектурных событий, описывающих работу процессора
  - Cache misses/hits
  - Branch misses/hits
  - Unhalted core cycles
  - и др.

# Архитектура PMU

- Регистры-счетчики
- Регистры выбора фиксируемых параметров
- Глобальные конфигурационные регистры
- Все регистры – MSR

# Architectural & Non-architectural

- 2 класса возможностей мониторинга производительности
- Non-architectural
  - Постоянно расширяются
  - Меняются от модели к модели
- Architectural
  - Строго ограничены
  - Общие для всего модельного ряда

# Architectural

- Технология Architectural Performance Monitoring ver. 1-3
- До 4х счетчиков общего назначения на логический процессор
- 3 счетчика фиксированной функций на логический процессор
- 7 событий:
  - UnHalted Core Cycles
  - Instruction Retired
  - UnHalted Reference Cycles
  - LLC Reference
  - LLC Misses
  - Branch Instruction Retired
  - Branch Misses Retired



# Non-architectural

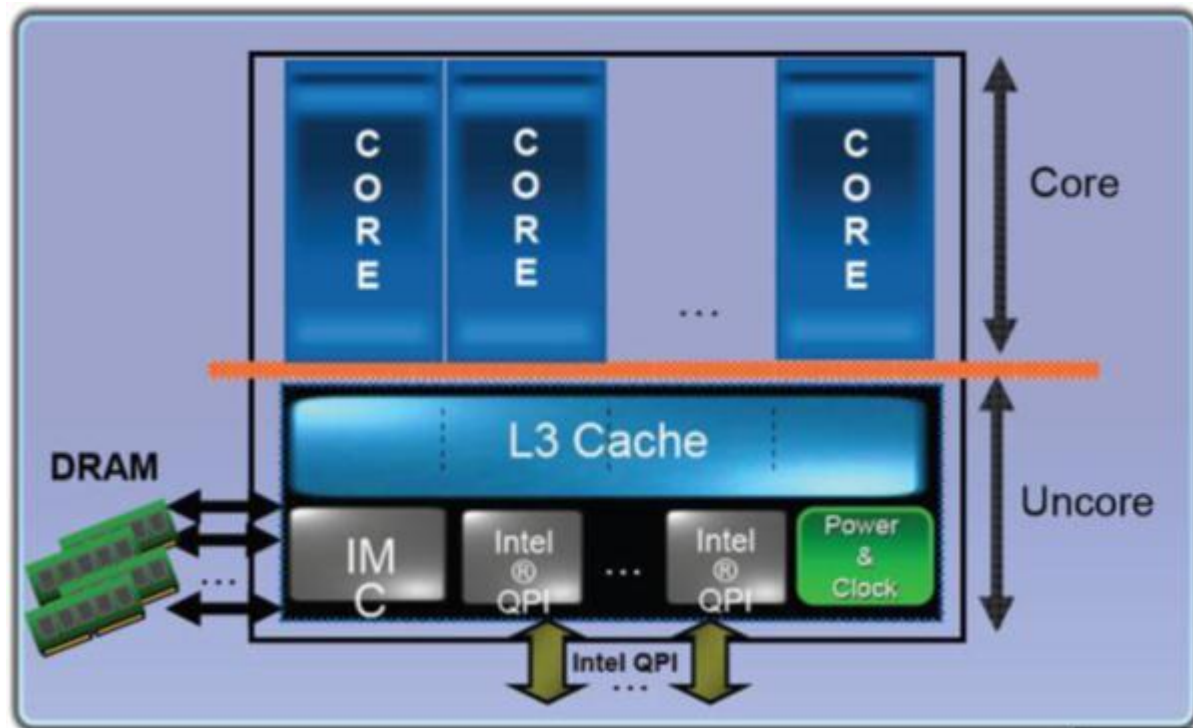
- Набор счетчиков и событий зависит от микроархитектуры:
  - Core™, Atom™, Nehalem, Westmere, Sandy Bridge
- Следствие – невозможность построения универсальных решений
- Решение – механизм CPUID

# Механизм CPUID

- Инструкция CPUID вызванная с аргументом 1 возвращает в EAX
  - Model (4-7 биты)
  - Family (8-11 биты)
  - Extended Model (6-19 биты)
  - Extended Family (20-27 биты)
- Процессор однозначно определяется парой
  - (Family + Ext. Family, Ext. Model << 4 + Model)

# Non-architectural: CORE & UNCORE

- Начиная с Nehalem – 2 класса измерений
  - CORE
  - UNCORE



# CORE & UNCORE Nehalem

- 4 CORE счетчика общего назначения
- 3 CORE счетчика фиксированной функции
- 8 UNCORE счетчиков общего назначения
- 1 UNCORE счетчик фиксированной функции

# Алгоритм работы модуля

1. Проверить модель процессора
2. Отключить счетчики, отчистить статус переполнения, обнулить счетчики
3. Сконфигурировать события
4. Запустить счетчики
5. По запросу остановить счетчики и получить их показания

# Проникновение в ядро ОС

- Счетчики – MSR
- Чтение/запись только из кольца 0
- Методы проникновения в ядро
  - Модификация системных файлов
    - Работает до первого обновления
  - Эксплойты – уязвимости, дыры в системе.
    - Легко устраняются «заплатками» (патчами).
  - Драйверы – программы, работающие с уровнем привилегий ring0
    - Просты в установке
    - Почти не зависят от обновления системы.

# Результаты

- Рассмотрена возможность сбора информации о производительности с помощью модуля Performance Monitoring Unit процессоров Intel
- Изучена архитектура PMU
- Реализован прототип модуля сбора информации о производительности для Intel® Xeon® L5630 и Intel® Xeon® X5680

# Планы на будущее

- Изучение аналогичных технологий AMD, ARM
- Продолжение разработки прототипа профайлера ядра MS WS2008 R2 x64