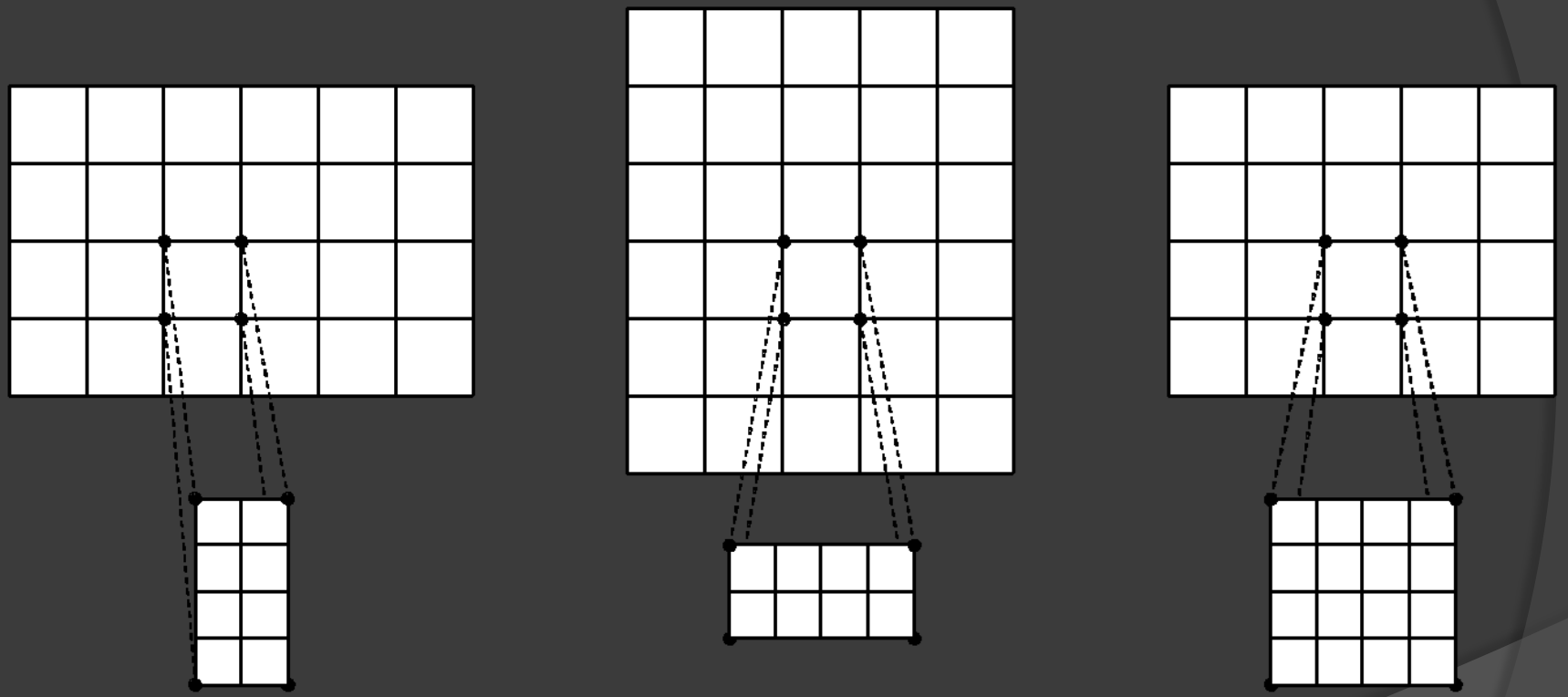
ЛАБОРАТОРНАЯ №1 «ВЕКТОРИЗАЦИЯ»

Задание

- перемножить 2 матрицы следующими способами:
  - результат – матрица C1:
    - с включенной векторизацией
    - с выключенной векторизацией
  - результат – матрица C2:
    - ручная векторизация с использованием SSE2-инструкций (либо новее)
      - ассемблер
      - intrinsics (альтернатива ассемблеру)
- элементы матрицы
  - своя матрица меньшего размера (см. сл.слайд)
- размер внешней матрицы подбирается самостоятельно
  - время получения матрица C1 от нескольких секунд
- размер матрицы / тип входных данных:
  - определяется преподавателем

Задание



Задание

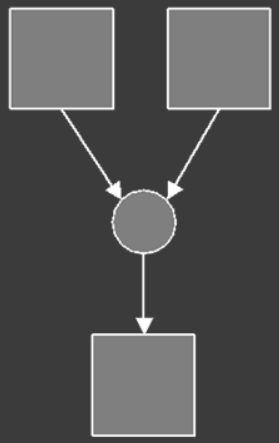
- Обязательные условия:
  - в одном проекте минимум (!) 2 функции:
    - с автоматической векторизацией
    - с ручной векторизацией
  - результат матриц C1 и C2 должны ПОЛНОСТЬЮ совпадать
    - никакого вывода фрагментов матрицы НЕ делать
  - время работы SSE2-версии *не* медленнее версии с автоматической векторизацией

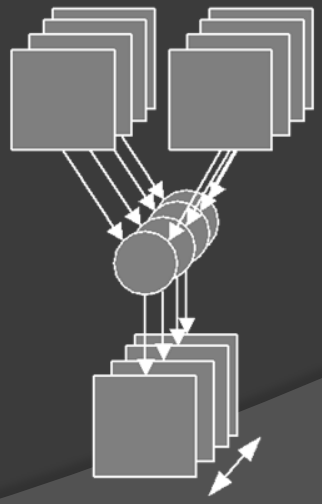
Замечания по векторизации

- Зависит от среды разработки:
  - Visual Studio 2012 и новее
  - GCC (версия неизвестна, точно с 2009 года)
    - ПРОБЛЕМА: как отключить векторизацию ???
- способы доказать:
  - дизассемблер
    - спорный способ есть на MSDN
    - принимается в определенных условиях ☺
  - Intel vTune
- Ускорение векторизованной версии:
  - float: ~3-3,5 раза
  - double: ~1,2-1,5 раза

Векторизация

- выполнение одной инструкции над вектором данных
- в лаб.работе транспонировать матрицы запрещено





Векторизация

- типы данных:
  - int (не во всех SIMD-наборах)
  - double, float (кроме MMX)
- наборы SIMD-инструкции:
  - MMX (Multi-media extension, 1997 г.)
    - 64 бит, регистры mmx
  - SSE (Streaming SIMD Extension, 1999 г.)
    - 128 бит, регистры xmm
  - AVX (Advanced Vector Extension, 2011 г.)
    - 256 бит, регистры ymm
  - AVX-512 (2016 г.)
    - 512 бит, регистры zmm

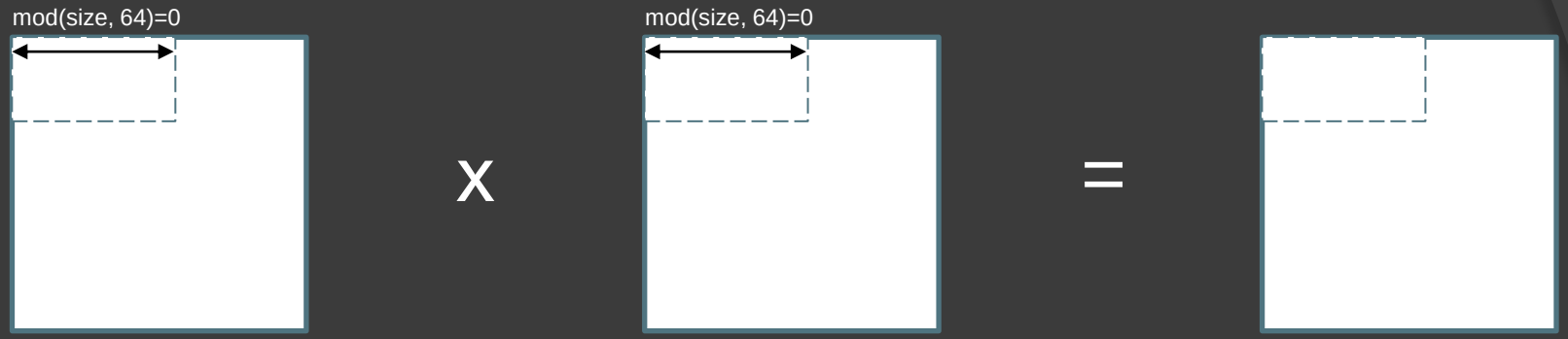
Требования к коду

- итерации цикла должны быть независимыми
- код в цикле «просчитываемый»
- нарушение потока команд
- внутренний цикл

Способы заработать бонусы

- универсальная версия с произвольными размерами матрицы
  - для ручной векторизации
- доказательство векторизации с помощью vTune
- выявить ВСЕ «узкие» места производительности (аппаратная часть) с помощью vTune
- существенное ускорение ручной векторизации по отношению к автоматической
- качественное, УНИКАЛЬНОЕ (!) и интересное решение *(на усмотрение преподавателя)*

Оптимизация доступа в кэш (доп.задание)



- умножение выполняется поблочно
  - размер блока:
    - $L3_{size}$ – размер кэша третьего уровня
    - $block_{size} = \left\lfloor \frac{L3_{size}}{3} \cdot 0{,}9 \right\rfloor$ – максимально допустимый размер одного блока
  - как распределяется размер $block_{size}$ по X и Y – решаете самостоятельно. Ограничения:
    - ширина подматриц A и B в байтах ДОЛЖНА БЫТЬ кратна 64 байтам (!!!!!!)
- алгоритм:
  - блок одной из матриц остается без изменений до тех пор, пока не будут обработаны ВСЕ блоки второй матрицы

Бонусные баллы

- оптимизация не только под L3, но и под L2, L1
- расширенная версия алгоритма (в соответствии с рекомендациями документа cpumemory.pdf, matrixmult.pdf)
- работа с Intel vTune

Рекомендуемое чтиво

- 24504501.pdf – то, как рекомендуется перемножать матрицы от Intel
  - P.S. Версия для тех, кому скучно ☺