CUDA Assignment #2

Работа с глобальной и разделяемой памятью

Задание на выбор

- Вейвлет преобразование Haar’a
- Свертка с использованием FFT

Вейвлет преобразование

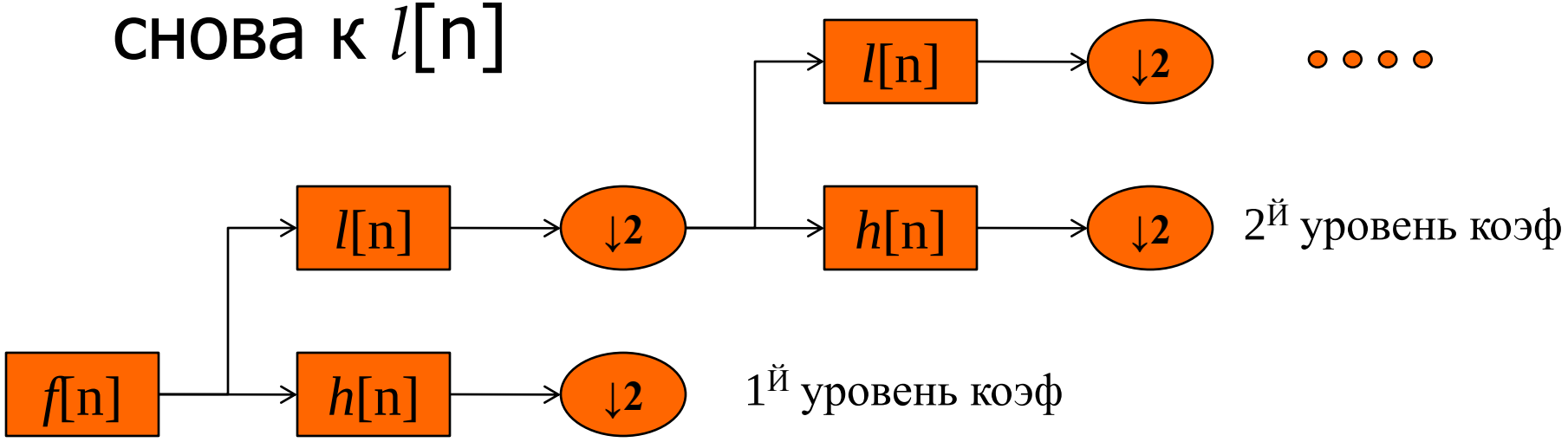
- Как работают вейвлет преобразования?
  - Исходный сигнал *f* (N = 2n отсчетов)
  - Низкочастотный фильтр L
  - Высокочастотный фильтр H

$$l[n] = (f \otimes L)[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} f[k]L[n-k]$$ N отсчетов

$$h[n] = (f \otimes H)[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} f[k]H[n-k]$$ N отсчетов

Вейвлет преобразование

- 2N отсчетов для сигнала длины N
  - Можно проредить результат фильтрации (Оператор $\downarrow 2$)
- Применить преобразование Haar'а снова к l[n]



Вейвлет Преобразование как Свертка

- Последовательность сигнала из N=2k

  $(a_0, a_1, a_2, a_3, \ldots a_{2k-2}, a_{2k-1})$

  разбивается на последовательности

  $((a_0, a_1), (a_2, a_3), \ldots (a_{2k-2}, a_{2k-1}))$

$$H_2 = \begin{Bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{Bmatrix}$$

- Умножение каждого 2d вектора на матрицу H_2
- Получаем последовательность

  $((l_0, h_0), (l_1, h_1), \ldots (l_{k-1}, h_{k-1}))$

- Коэф l_i группируются отдельно и фильтруются на след. шаге.

Вейвлет Преобразование как Свертка

- Если последовательность сигнала из N=4k то можно делать сразу два шага преобразования используя матрицу:

$$H_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Вейвлет преобразование Haar'a

- Обратите внимание:
  - Coalescing: Разделять переменные можно в cuda kernel'e, и при этом сохранять coalescing.

Вейвлет преобразование Haar'a

- Оформление программы:
  - Программа принимает один параметр – имя файла, который содержит значения в формате:
    - <N> <Level>
      - N – кол-во отсчетов сигнала
      - Level – максимальный уровень для преобразования
    - <значения функции>
    - См. Haar.txt как пример
  - Весь вывод в stdout

Свертка с использованием FFT

- Быстрое преобразование Фурье
  - CUFFT библиотека
- Загрузка / запись изображений
  - Можно взять любой код для загрузки изображений например bmploader
  - Если вы берете стороннюю библиотеку не забудьте приложить к ней все необходимое:
    - .h .lib для компиляции вашего проекта
    - .dll для запуска

Преобразование Фурье Свойства

1. $$F\{f(x,y)\otimes h(x,y)]\} = F(u,v)H(u,v)$$
$$F\{f(x,y)h(x,y)]\} = F(u,v)\otimes H(u,v)$$

2. $$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = F^{-1}\{2\pi iuF(u,v)\}$$

3. $$F\{\Delta f(x,y)\} = -4\pi^2(u^2+v^2)F(u,v)$$

4. $$F(u,v) = \int_{-\infty}^{+\infty}\left[\int_{-\infty}^{+\infty} f(x,y)e^{-2\pi i\cdot ux}dx\right]e^{-2\pi i\cdot vy}dy = \int_{-\infty}^{+\infty} F(u,y)e^{-2\pi i\cdot vy}dy$$

5. $$F\{f(x)\}\in C$$

Свертка с использованием FFT

- Изображение и ядро переводятся в частотную область
- Перемножение Образов
- Обратное преобразование Фурье

Свертка с использованием FFT

- Если сигнал $f(x)$ размера A и ядро $g(x)$ размера B то их необходимо дополнить до размера $M \geq A+B-1$ по правилу:

$$f_e = \begin{cases} f(x), & 0 \leq x \leq A-1 \\ 0, & A \leq x \leq M-1 \end{cases}$$

$$g_e = \begin{cases} g(x), & 0 \leq x \leq B-1 \\ 0, & B \leq x \leq M-1 \end{cases}$$

Свертка с использованием FFT

- Альтернатива:
  - Визуализация с помощью CUDA openGL interop
    - Приложение должно давать возможность посмотреть на загруженное изображение и на отфильтрованное
  - Запись отфильтрованного изображения на жесткий диск

Общие правила по оформлению прорамм

- Программа должна делать проверки на ошибки:
  - Наличие девайса?
  - Открылся ли нужный файл?
  - Правильного ли он формата?
- Программа должна быть скомпилирована в Release и запускаться на Windows XP SP2 с CUDA Toolkit 2.1
- Программа должна компилироваться
  - Для этого должен быть приложен vcproj для VS2005 либо makefile

Общие правила по оформлению прорамм

- Если вы используете любые другие инклюды кроме стандартных – не расчитывайте, что они прописаны на проверяющей машине.
- Пример того, чего не будет на машине:
  - `cutil.h  (требует установки CUDA SDK)`
- Пример того, что будет на машине:
  - `cudart.h (ставиться вместе с CUDA toolkit)`
  - `stdio.h  (стандартная C библиотека)`

Вопросы