

# Компьютерная графика

Практика 14: Timer queries, instancing, frustum culling, LOD

2021



- ▶ В этой практике имеет смысл делать Release сборку проекта

## Задание 1

Замеряем время рисования кадра с помощью timer queries

- ▶ Заводим `std::vector` для ID query объектов и ещё один для запоминания, свободен объект или нет
- ▶ В начале каждого кадра находим индекс первого свободного query объекта, или, если такого нет, создаём новый и добавляем в массив (и помечаем как свободный)
- ▶ Помечаем выбранный query объект как занятый, и вставляем `glBeginQuery(GL_TIME_ELAPSED, id)` в начало кадра (перед `glClear`) и соответствующий `glEndQuery` в конец кадра (перед `SwapBuffers`)
- ▶ В конце кадра проверяем каждый query объект на то, готовы ли его данные: если готовы – достаём их и логируем (лучше разделить на  $10^6$  или  $10^9$  чтобы получить миллисекунды или секунды, соответственно; делить нужно во floating-point), и помечаем как свободный
- ▶ В дальнейших заданиях имеет смысл смотреть на это значение и сравнивать с предыдущими заданиями (всё-таки мы занимаемся оптимизацией)
- ▶ В конце программы можно залогировать размер массива query объектов: это примерное отставание (в кадрах) GPU от CPU

# Задание 1

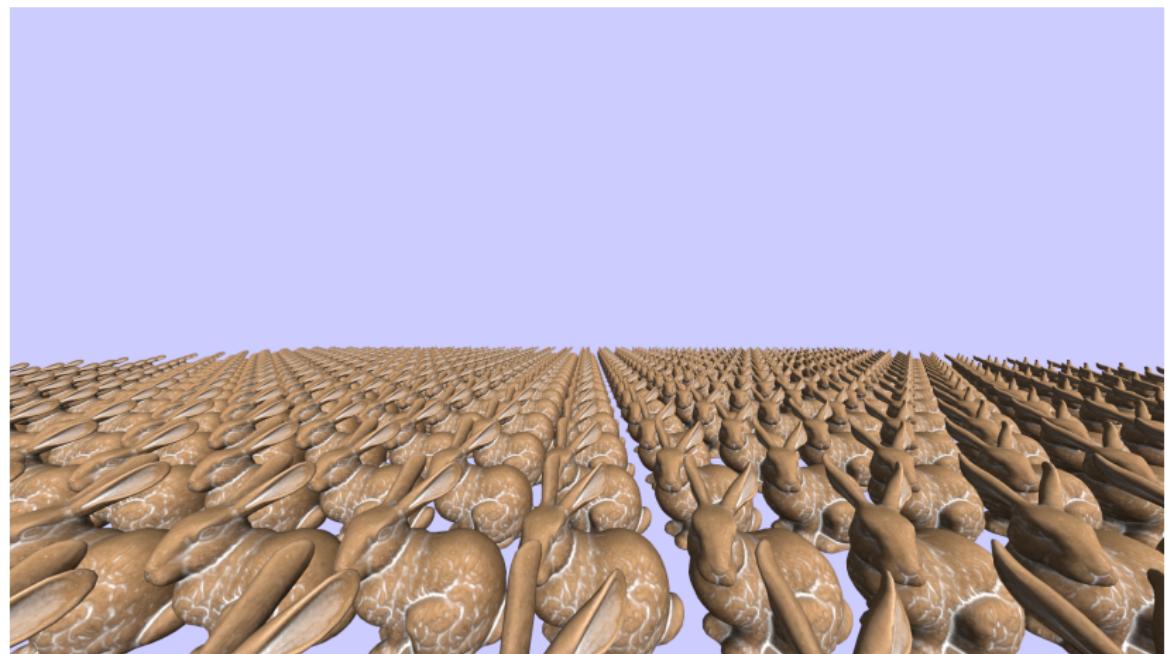


## Задание 2

Рисуем 1024 копии объекта

- ▶ В цикле рисуем копии объекта, например, сеткой, с координатами в диапазоне [-16 .. 16) с шагом в 1 по X и Z
- ▶ Для сдвига можно использовать model-матрицу (она уже есть в коде, нужно только обновлять значение через `glUniformMatrix4fv`)

## Задание 2

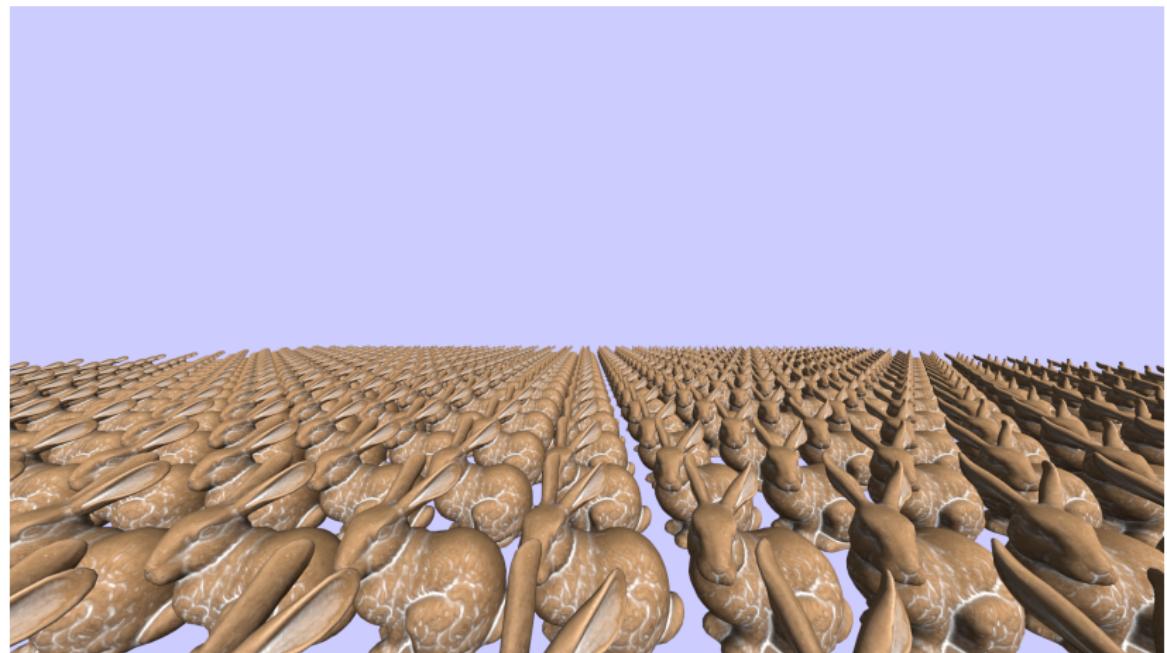


## Задание 3

Рисуем 1024 копии объекта, используя instancing

- ▶ В вершинном шейдере заводим новый атрибут вершины для позиции instance (`vec3, location = 3`) и прибавляем к `in_position` перед применением матриц
- ▶ Заводим массив `std::vector` сдвигов `glm::vec3`, использовавшихся в предыдущем задании, и заполняем при старте программы
- ▶ Заводим VBO для этих сдвигов и загружаем в него этот массив (так же, как в обычный VBO)
- ▶ Настраиваем атрибут с `index = 3`, беря данные из нового VBO, и делаем `glVertexAttribDivisor(3, 1)` (чтобы этот атрибут менялся один раз на instance, а не на вершину)
  - ▶ В коде есть несколько VAO, настроить нужно каждый!
  - ▶ Перед `glVertexAttribPointer` нужно будет сделать текущим ваш новый VBO
- ▶ Вместо цикла по 1024 объектам делаем один вызов `glDrawElementsIsntanced`
- ▶ Model-матрицу меняем обратно на единичную

## Задание 3

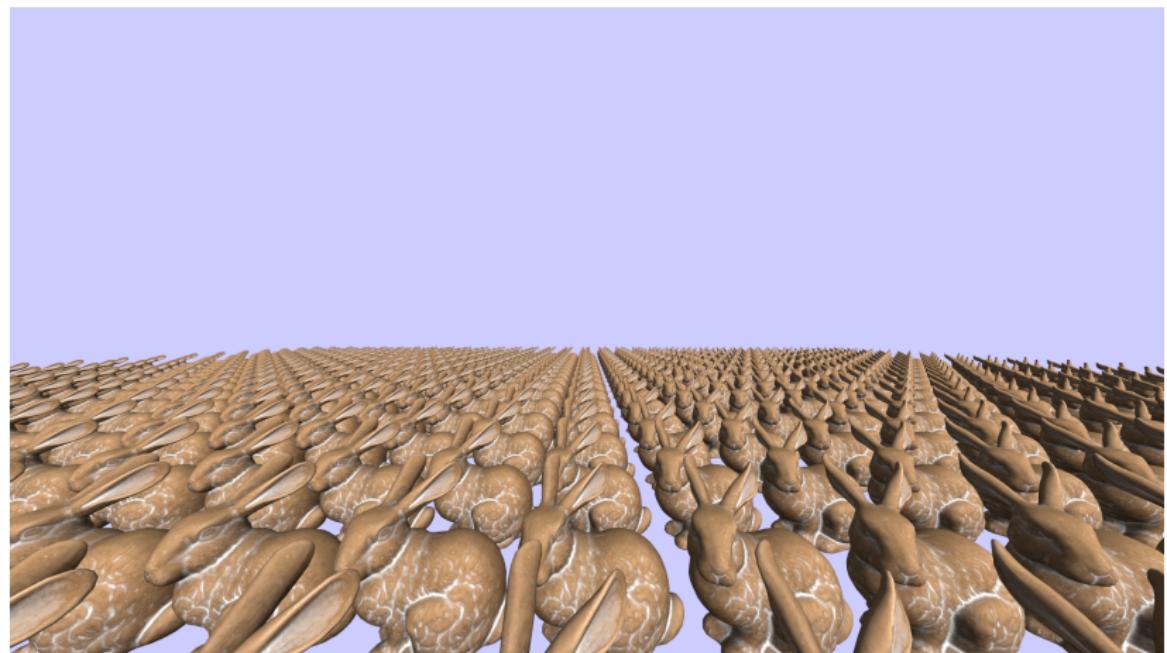


## Задание 4

### Добавляем frustum culling

- ▶ Каждый кадр создаём объект `frustum` (из `frustum.hpp`), передавая ему матрицу `projection * view`
- ▶ Вместо задания массива `instance` на старте, мы пересоздаём его на каждый кадр
- ▶ В цикле прохода по всем объектам (который теперь снова в цикле рисования) создаём объект типа `aabb` (из `aabb.hpp`), используя `bbox` модели (`input_model.meshes[0].min/max`) и прибавляя `offset` текущего объекта
- ▶ Если `aabb` объекта пересекает `frustum` (функция `intersect` из `intersect.hpp`), добавляем его в массив `instance'ов`
- ▶ Обновляем VBO с позициями `instance'ов`
- ▶ Логируем число нарисованных объектов (если вы не меняли начальные параметры камеры, на старте будет 500 объектов)

## Задание 4



## Задание 5\*

### Добавляем LOD

- ▶ Вместо одного массива `instance` заводим 6 штук – по одному на каждый уровень детализации
- ▶ Для каждого объекта вычисляем его номер LOD (например, как расстояние до камеры, далённое на фиксированное значение) и кладём в соответствующий массив
- ▶ После `frustum culling`'а делаем цикл по всем LOD [0..5], где
  - ▶ Загружаем массив `instance` для данного LOD в ваш VBO для данных `instance`
  - ▶ Рисуем модель `input_model.meshes[lod]` используя VAO `vao[lod]`

## Задание 5\*

