

Компьютерная графика

Домашнее задание 1: график функции на плоскости

2021

Задание

- ▶ Функция на плоскости, зависящая от времени $f(x, y, t)$

Задание

- ▶ Функция на плоскости, зависящая от времени $f(x, y, t)$
- ▶ Фиксированный прямоугольник $[x_0, x_1] \times [y_0, y_1]$, разбитый на сетку из $W \times H$ прямоугольных ячеек

Задание

- ▶ Функция на плоскости, зависящая от времени $f(x, y, t)$
- ▶ Фиксированный прямоугольник $[x_0, x_1] \times [y_0, y_1]$, разбитый на сетку из $W \times H$ прямоугольных ячеек
- ▶ Нужно нарисовать:
 - ▶ Трёхмерный график функции, т.е. поверхность $z = f(x, y, t)$, используя вершины сетки как основу

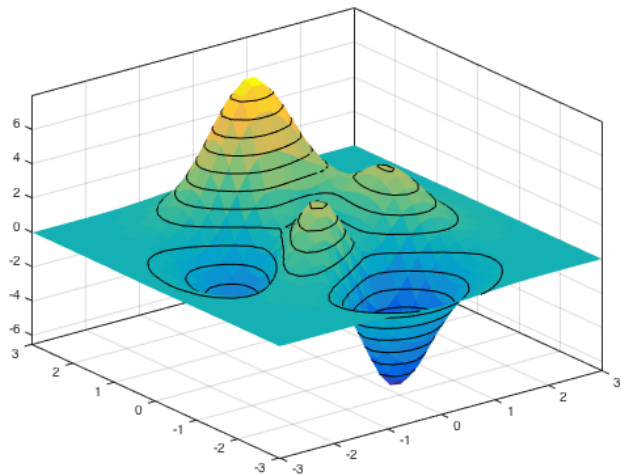
Задание

- ▶ Функция на плоскости, зависящая от времени $f(x, y, t)$
- ▶ Фиксированный прямоугольник $[x_0, x_1] \times [y_0, y_1]$, разбитый на сетку из $W \times H$ прямоугольных ячеек
- ▶ Нужно нарисовать:
 - ▶ Трёхмерный график функции, т.е. поверхность $z = f(x, y, t)$, используя вершины сетки как основу
 - ▶ Изолинии - линии $f(x, y, t) = \text{const}$ поверх трёхмерного графика

Задание

- ▶ Функция на плоскости, зависящая от времени $f(x, y, t)$
- ▶ Фиксированный прямоугольник $[x_0, x_1] \times [y_0, y_1]$, разбитый на сетку из $W \times H$ прямоугольных ячеек
- ▶ Нужно нарисовать:
 - ▶ Трёхмерный график функции, т.е. поверхность $z = f(x, y, t)$, используя вершины сетки как основу
 - ▶ Изолинии - линии $f(x, y, t) = \text{const}$ поверх трёхмерного графика
- ▶ Поверхность и изолинии вычисляются заново на каждый кадр

Пример



Функция

Любая интересная меняющаяся во времени функция на плоскости

- ▶ Metaballs: $f(x, y, t) = \sum c_i \exp\left(-\frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{r_i^2}\right)$, где (x_i, y_i) - координаты движущейся по какому-то закону точки

Функция

Любая интересная меняющаяся во времени функция на плоскости

- ▶ Metaballs: $f(x, y, t) = \sum c_i \exp\left(-\frac{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}{r_i^2}\right)$, где (x_i, y_i) - координаты движущейся по какому-то закону точки
- ▶ Шум Перлина: строится на основе сетки двумерных единичных векторов, которые можно крутить в зависимости от времени (эта сетка никак не связана с сеткой использующейся для рендеринга)

Функция

Любая интересная меняющаяся во времени функция на плоскости

- ▶ Metaballs: $f(x, y, t) = \sum c_i \exp\left(-\frac{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}{r_i^2}\right)$, где (x_i, y_i) - координаты движущейся по какому-то закону точки
- ▶ Шум Перлина: строится на основе сетки двумерных единичных векторов, которые можно крутить в зависимости от времени (эта сетка никак не связана с сеткой использующейся для рендеринга)
- ▶ Комбинация синусов/косинусов с разными амплитудами и фазами

Функция

Любая интересная меняющаяся во времени функция на плоскости

- ▶ Metaballs: $f(x, y, t) = \sum c_i \exp\left(-\frac{(x-x_i)^2+(y-y_i)^2}{r_i^2}\right)$, где (x_i, y_i) - координаты движущейся по какому-то закону точки
- ▶ Шум Перлина: строится на основе сетки двумерных единичных векторов, которые можно крутить в зависимости от времени (эта сетка никак не связана с сеткой использующейся для рендеринга)
- ▶ Комбинация синусов/косинусов с разными амплитудами и фазами
- ▶ etc.

График

- ▶ Вершина исходной сетки - (x_i, y_j)
- ▶ Вершина графика - $(x_i, y_j, f(x_i, y_j, t))$
- ▶ Раскрасить в зависимости от значения функции

График

- ▶ Вершина исходной сетки - (x_i, y_j)
- ▶ Вершина графика - $(x_i, y_j, f(x_i, y_j, t))$
- ▶ Раскрасить в зависимости от значения функции
- ▶ Прямоугольники сетки придётся разбить на пары треугольников

График

- ▶ Вершина исходной сетки - (x_i, y_j)
- ▶ Вершина графика - $(x_i, y_j, f(x_i, y_j, t))$
- ▶ Раскрасить в зависимости от значения функции
- ▶ Прямоугольники сетки придётся разбить на пары треугольников
- ▶ Вместо $z = f(x, y, t)$ у вас может быть $y = f(x, z, t)$, - это не принципиально, главное, чтобы график был над некой координатной плоскостью и менялся по вертикальной оси

Изолинии

- ▶ Линии $z = f(x, y, t) = C_i$ для некоторых C_i , разного цвета
- ▶ Набор значений $C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$ - выбрать на основе вашей функции

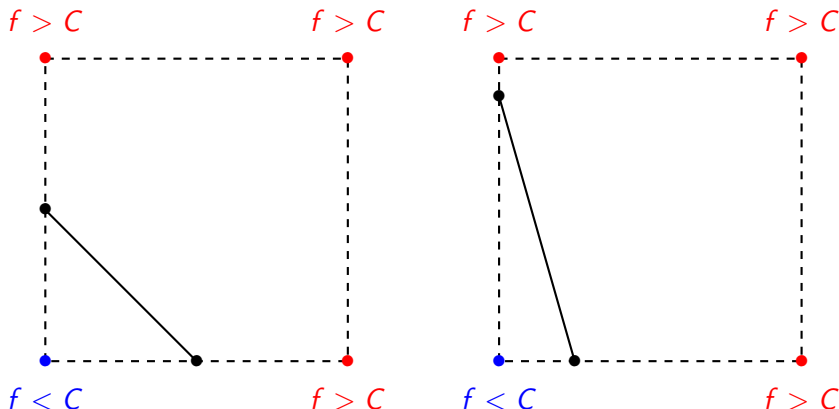
Изолинии

- ▶ Линии $z = f(x, y, t) = C_i$ для некоторых C_i , разного цвета
- ▶ Набор значений $C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$ - выбрать на основе вашей функции
- ▶ Строить алгоритмом marching squares (с линейной интерполяцией) на основе той же сетки, что и график
- ▶ Изолиния $f(x, y, t) = C$ должна быть нарисована на высоте C , т.е. лежать на графике

Изолинии

- ▶ Линии $z = f(x, y, t) = C_i$ для некоторых C_i , разного цвета
- ▶ Набор значений $C_1, C_2, C_3, \dots, C_k$ - выбрать на основе вашей функции
- ▶ Строить алгоритмом marching squares (с линейной интерполяцией) на основе той же сетки, что и график
- ▶ Изолиния $f(x, y, t) = C$ должна быть нарисована на высоте C , т.е. лежать на графике
- ▶ Чтобы не было z-fighting'a между графиком и изолиниями, можно прибавить к высоте изолинии небольшой сдвиг

Marching squares



- ▶ Есть вариант алгоритма, соединяющий центры рёбер
- ▶ Есть вариант алгоритма, линейно интерполирующий значение функции вдоль ребра чтобы найти точку $f = C$ -
нужно использовать его

Немного деталей

- ▶ Часть данных вершин будут обновляться каждый кадр - высоты точек графика, изолинии
- ▶ Часть данных постоянна - XY-координаты вершин сетки - их имеет смысл хранить в отдельном VBO
- ▶ Как для графика, так и для изолиний имеет смысл использовать индексированный рендеринг

Баллы

- ▶ 3 балла: рисуется динамический график функции
- ▶ 3 балла: рисуются динамические изолинии
- ▶ 3 балла: можно вращать камеру вокруг графика (хотя бы вокруг вертикальной оси)
- ▶ 2 балла: все данные в VBO обновляются только при их изменении
- ▶ 2 балла: используется индексированный рендеринг и вершины (как графика, так и изолиний) не дублируются
- ▶ 1 балл: можно динамически менять количество изолиний
- ▶ 1 балл: можно динамически менять детализацию сетки

Всего: 15 баллов

Защита заданий на практике 12 октября

- ▶ jamie-wong.com/2014/08/19/metaballs-and-marching-squares
- ▶ jacobzelko.com/marching-squares
- ▶ ckcollab.com/2020/11/08/Marching-Squares-Algorithm.html