

Сравнение 3D портретов при распознавании лиц

Дышкант Н. Ф., Местецкий Л. М.

nfd3001@gmail.com, L.Mest@ru.net

Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова

Современные системы машинного зрения позволяют в реальном времени (4–5 кадров в секунду) получать трехмерные портреты человеческих лиц в виде облака точек. Задача их анализа при биометрической идентификации требует введения метрики для сравнения портретов.

Поверхность лица представляет собой однозначную функцию двух переменных $z = F(x, y)$ в некоторой системе координат, в которой ось z направлена вдоль оси визирования, Рис. 1. Тогда метрика для измерения сходства поверхностей основывается на сравнении функций двух переменных, заданных на нерегулярных сетках.

Пусть в точках сетки G_1 задана функция F_1 , в точках сетки G_2 — функция F_2 . Предлагаемое решение задачи включает в себя следующие этапы (см. Рис. 2):

1. Построение триангуляций Делоне на каждой из сеток G_1, G_2 ;
2. Построение минимальных остовных деревьев этих триангуляций;
3. Локализация точек каждой из триангуляций в треугольниках другой;
4. Интерполяция значений функции F_1 в точках сетки G_2 , интерполяция значений функции F_2 в точках сетки G_1 ;
5. Построение общей триангуляции (на сетке $G_1 + G_2$);
6. Сравнение функций на отдельных ячейках общей сетки.

Сравнение трехмерных портретов

Для построения триангуляций используется алгоритм, в основе которого лежит парадигма рекурсивной декомпозиции «разделяй и властвуй», вычислительная сложность которого $O(N \log N)$.

Для построения минимальных остовных деревьев (МОД) используется алгоритм Черитона и Тарьяна, предложенный в [1], который позволяет построить МОД на основе графа Делоне исходного множества за *линейное* время. При реализации алгоритма используется структура данных фибоначчиева куча, предложенная Фредманом и Тарьяном в [2].

Предлагаемый метод решения задачи локализации двумерной сетки в триангуляции использует МОД, вершинами которого являются узлы данной сетки. Тогда задача сводится к задаче локализации точки в треугольниках триангуляции.

После завершения этапа локализации каждая точка сетки локализована в некотором треугольнике другой сетки, и можно рассмотреть задачу интерполяции функции, заданной в точках одной сетки, в точках другой сетки.

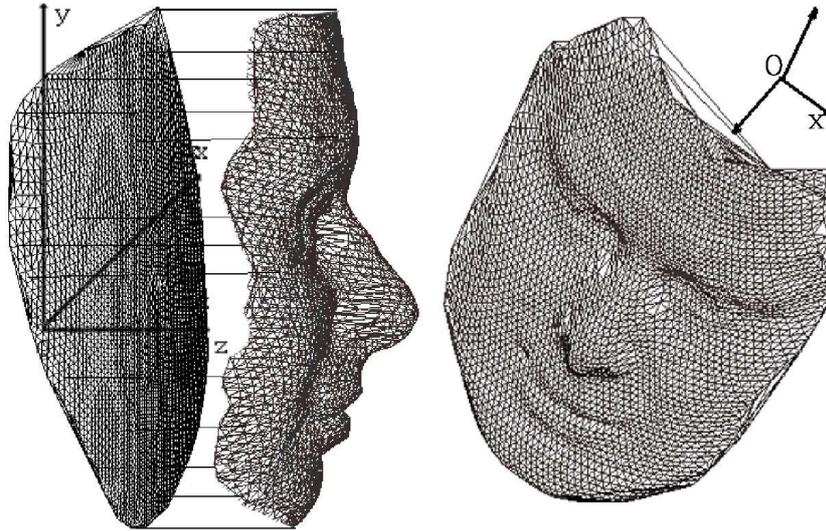


Рис. 1. Триангулированная поверхность лица.

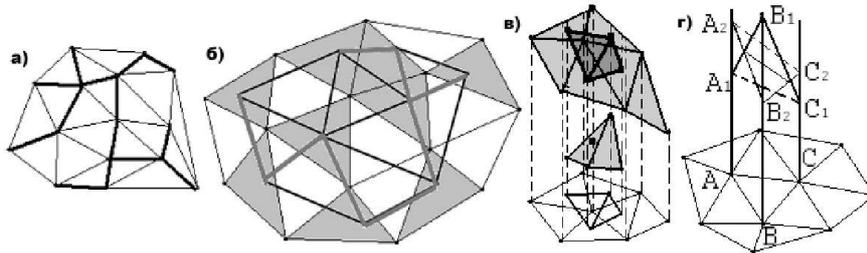


Рис. 2. Основные этапы алгоритма: а) триангуляция Делоне и минимальное остовное дерево; б) локализация с помощью МОД; в) интерполяция; г) вычисление объема разности на отдельных ячейках.

Проведенные эксперименты показали, что вычислительная сложность этапов локализации и интерполяции составляет в среднем $O(N)$.

После интерполяции в каждой точке обеих сеток известны значения двух функций. На узлах обеих сеток строится общая триангуляция Делоне. Тогда в каждом узле общей триангуляции заданы значения двух функций, и можно вычислить меру различия между двумя 3D портретами. Для каждого треугольника считается объем разности между двумя функциями, заданными в его вершинах, затем все результаты суммируются.

Полученные результаты

В Таблице 1 приведены расходы времени для различных этапов алгоритма. Вычислительные эксперименты проводились на машине с процессором AMD Athlon 2600+ и оперативной памятью 512 Мб для моделей, состоящих из 3000 точек. В том случае, если одна модель лица находится в базе, общее время уменьшается вдвое. Кроме того, это время можно уменьшить за счет возможности распараллеливания, использования более быстрого процессора и построения общей триангуляции алгоритмом слияния, описанным в [3], с использованием локализации.

Этап алгоритма	Время (сек)
Построение триангуляции G_1 и G_2	0,124
Построение МОД G_1 и G_2	0,203
Локализация триангуляций	0,015
Интерполяция функций	<0,001
Построение общей триангуляции	0,109
Вычисление $\int F_1 - F_2 $	0,031
Общее время	0,497

Таблица 1. Расход времени для этапов алгоритма.

Алгоритм сравнения оказывается эффективным, что позволяет искать положение, при котором маски совпадают наилучшим образом.

Предложенный метод позволяет эффективно сравнивать портреты, допускает распараллеливание и может быть использован в системах реального времени.

Литература

- [1] *Препарата Ф., Шеймос М.* Вычислительная геометрия. — Москва: Мир, 1989. — 314 с.
- [2] *Tarjan R. E., Fredman M. L.* Data Structures and Network Algorithms // Society for Industrial and Applied Mathematics. — 1983.
- [3] *Местецкий Л. М., Царик Е. В.* Триангуляция Делоне: рекурсия без пространственного разделения точек. // Труды 14 международной конференции ГРАФИКОН, Москва, 2004. — С. 267–270.