

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**
при поддержке
**РОССИЙСКОГО ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
КОМПАНИИ FORECSYS**

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

ММРО-12

Доклады 12-й Всероссийской конференции

Москва
2005

Восстановление 3D поверхности лиц на базе исходных 2D изображений

А.Б. Глаз, А.А. Тимухин

(Рига)

Введение

В задачах распознавания изображений часто приходится строить решающее правило на недостаточных обучающих выборках. Такой случай, например, имеет место при распознавании человеческих лиц, когда обучающая выборка предоставлена несколькими изображениями (обычно профиль и фас). В этом случае для увеличения объёма обучающей выборки и, соответственно, повышения эффективности классификации может быть использовано восстановление 3D поверхности лица. Первые результаты в этом направлении были опубликованы в [1].

Одна из задач, которые человек решает достаточно эффективно – определение формы 3D объектов по их 2D изображениям. Представление о форме формируется при учёте множества факторов: интенсивности отражённого света и его цвета, симметрии контуров, искажения текстуры и др.[2], при этом, существенную роль может играть контекст, в рамках

которого рассматривается изображение. В данной работе рассматривается возможность использования интенсивности отражённого света для получения информации о форме и цвета для определения материалов. Восстановленная поверхность даёт возможность эффективно создавать виртуальные изображения, то есть увеличивать объём обучающей выборки, что позволяет повысить надёжность дальнейшей классификации объектов.

Модели освещённости

Примем, что имеется один точечный источник света расположенный далеко от объекта. Рассмотрим диффузионное и зеркальное отражение света[2,3]. Цвет на изображении в точке с координатами (x,y) в этом случае будет

$$C(x, y) = C_0 + C_D \mathbf{L} \cdot \mathbf{N} + C_S [(2(\mathbf{L} \cdot \mathbf{N}) \cdot \mathbf{N} - \mathbf{L}) \cdot \mathbf{V}]^n$$

или равносильно

$$C(x, y) = C_0 + C_D \cos(\alpha) + C_S \cos(\beta)^n$$

где \mathbf{L} – направление на источник света, \mathbf{N} – нормаль к поверхности, \mathbf{V} – направление на камеру, n – параметр, регулирующий ширину отражённого лепестка, C_0 – цвет наименее освещённого элемента поверхности, C_D – диффузионная компонента цвета, C_S – зеркальная компонента цвета, α – угол между нормалью и направлением на источник, β – угол между направлением отражённого луча и направлением на камеру. Цвет представляет трехкомпонентный вектор $\mathbf{C}=(c_R, c_G, c_B)$ в системе RGB. Векторы $\mathbf{L}, \mathbf{N}, \mathbf{V}$ имеют единичную длину.

Все дальнейшие построения используют эту простую модель освещения, которая задаёт соответствие между цветом и формой поверхности. В уравнении форма поверхности задана с помощью нормалей, то есть неявно, соответственно, поверхность задана с точностью до аддитивной константы.

В этом случае для построения поверхности требуется информация о расположении объектов сцены (распределение материалов на поверхности, расположение камеры и источника света).

Алгоритм построения поверхности

На первом этапе создаётся минимальная решётка с опорными точками. Решетка преобразуется по методу Лупа [4] в гладкую поверхность. Начальная решётка не симметрична (составляет только половину лица), поэтому конечная поверхность симметрично дополнена.

Параметры освещения и видовые параметры подбираются вручную. Для этого поверхность отображается вместе с исходным изображением и производится размещение поверхности и источника света. Далее с

исходного изображения считаются характеристики материала. Для этого выделяются пиксели в центре C_2 , на границе бликов C_1 и в области наименьшего освещения C_0 . Цветовые компоненты C_D , C_S определяются следующим образом:

$$C_S = C_2 - C_0 + C_D; \quad C_D = C_1 - C_0$$

Затем опорные точки сдвигаются так, чтобы обеспечить наилучшее совмещение контуров с исходного изображения и полученного для поверхности. Данный шаг осуществляется в два этапа. На первом – все точки сдвигаются в соответствии с модификацией контрольного объёма, заданного шестью точками. Затем соответствие контуров и отражений с поверхности и изображения улучшается за счёт смещения отдельных опорных точек.

Экспериментальные результаты

На рисунке 1 приведены исходные изображения (анфас и профиль).



Рис. 1. Исходные изображения.

На рис 2а показана 3D поверхность, восстановленная только по изображению 1.а, на рис 2б – изображение (профиль), полученное трансформацией поверхности 2а.

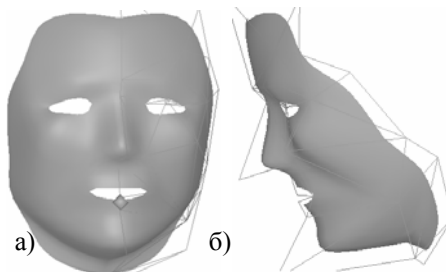


Рис. 2. Восстановленная поверхность по изображению в анфас.

На рис 3а показана 3D поверхность, восстановленная только по изображению 1.б, на рис 3б – изображение (анфас), полученное трансформацией поверхности 3а.

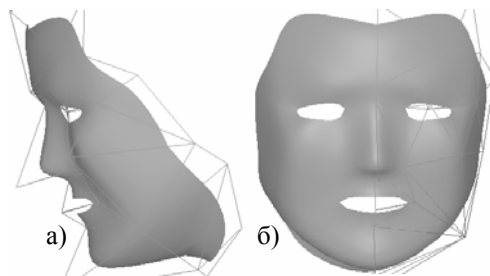


Рис. 3. Восстановленная поверхность по изображению в профиль.

Нетрудно убедиться, что изображения 2б и 3а или изображения 2а и 3б близки. Степень близости увеличивается с увеличением количества изображений, используемых для построения 3D поверхности. Это позволяет генерировать новые изображения путём трансформации построенной 3D поверхности.

Литература

1. Глаз А., Крейцс И. Применение трёхмерных преобразований в распознавании лиц. //Computer science. "RTU" Riga 2002.
2. Дэвид Форсайт, Жан Понс. Компьютерное зрение. //Издательский дом «Вильямс». 2003.
3. James Foley, Andries van Dam, Steven Feiner, John Hughes. Computer Graphics. //Principles and practice. Second edition in C
4. Столниц Э., ДуРоуз Т., Салезин Д. Вейвлеты в компьютерной графике. Теория и приложения. //РХД Москва Ижевск 2002.