

**ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДНЕГО ПЛАНА НА КАРТАХ
ГЛУБИНЫ С ПОМОЩЬЮ СКЕЛЕТНОГО
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИЛУЭТОВ ОБЪЕКТОВ**

Белобородов Дмитрий Сергеевич

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: dmitribeloborodov@yandex.ru

Задача определения переднего плана и выделения объектов интереса неизбежно возникает в приложениях, связанных с распознаванием жестов и дистанционным управлением. Задача выделения переднего плана состоит в том, чтобы для каждого кадра видеопоследовательности определить множество областей, расположенных ближе к камере, чем окружающие их объекты сцены.

Существует несколько основных подходов к решению этой задачи: обнаружение объектов интереса с помощью обученных классификаторов [3]; анализ нескольких подряд идущих кадров и оценка модели фона [2]; представление изображения в виде графа и его анализ [4].

Большинство разработанных методов используют цветные изображения как источник данных и либо полагаются на анализ подряд идущих кадров и потому не могут находить статичные объекты, либо требуют обучения на больших выборках. Задача выделения переднего плана заметно усложняется, если фон изображения имеет сложную структуру. Особую сложность имеет выделение переднего плана для изображений с окклюзиями, на которых некоторые объекты или части одного объекта могут перекрываться.

Развитие сенсорных устройств привело к появлению RGBD-камер, таких как устройства серии Kinect. Эти сенсоры позволяют в режиме реального времени получать цветное изображение сцены и соответствующую карту глубины. Карты глубин представляют собой массивы данных, хранящие информацию о расстояниях от точки сцены до камеры для каждого пикселя изображения сцены. Целью данной работы является исследование нового подхода к решению задачи определения переднего плана на основе такого устройства.

Простой анализ перепадов глубин на границах объектов позволяет оценить локальные свойства областей, примыкающих к линиям перепада глубины. Однако понятие переднего плана является глобальной характеристикой сцены, поэтому для его получения требуется комплексный анализ всех локальных перепадов глубин. Пред-

лагаемый подход позволяет провести такой анализ на основе использования медиального представления объектов сцены.

Медиальное представление плоской фигуры состоит из непрерывного скелета и множества максимальных вписанных кругов, описывающих форму фигуры. Скелет фигуры представляет собой множество центров максимальных кругов, вписанных в данную фигуру. Для многоугольной плоской фигуры он представим в виде планарного графа, вершины которого являются точками внутри фигуры, а ребра — отрезками прямых или парабол. Каждой вершине графа соответствуют ее координаты и радиус максимального вписанного круга с центром в данной вершине. Каждому вписанному кругу соответствуют два или более участков границ фигуры, которых он касается. Для дискретных фигур медиальное представление строится после аппроксимации их границ многоугольниками. Эффективные алгоритмы построения медиального представления описаны в [1].

Границы между объектами на карте глубины отделяют между собой области разной глубины, одна из которых является ближней относительно камеры. Назовем передним планом множество областей изображения, которые являются ближними относительно всех своих границ. Использование медиального представления позволяет дать формальное определение и построить метод выделения переднего плана. На первом шаге производится разбиение карты глубины на области с плавно меняющейся глубиной путем применения оператора выделения границ. Затем составляется бинарное изображение, содержащее силуэты объектов — связных компонент, полученных при разделении изображения. Для этих силуэтов строится медиальное представление. Далее для каждого узла скелета построим соответствующую вписанную окружность (радиуса R) и две дополнительных концентрических окружности с радиусами $R + d$, $R - d$, где d — небольшое число. Построение показано на рис. 1, слева. Пусть C — центр вписанной окружности, D — точка ее касания границы фигуры, B, A — точки пересечения CD с дополнительными окружностями, внешней и внутренней соответственно. Обозначим за $p(M)$ значение глубины в точке M . Назовем величину $p(B) - p(A)$ перепадом глубины для данной точки касания. Выберем два порога p_{min}, p_{max} и будем относить узел скелета к переднему плану, если $p_{min} \leq p(B) - p(A) \leq p_{max}$ для всех точек касания данного узла. Будем относить ребро скелета к переднему плану, если хотя бы одна из инцидентных ему вершин отнесена к переднему плану. Далее по выделенной части скелета можно восстановить области, соответ-

ствующие переднему плану.

Вычислительный алгоритм, основанный на этой идее, был реализован и экспериментально проверен. Эксперименты показали, что метод устойчив к шуму, а также способен выделять передний план разного масштаба — от переднего плана всей сцены до локально выступающих объектов. Он работает в режиме реального времени (9-12 кадров в секунду), позволяет найти передний план по одному кадру и не требует обучения. Метод может быть использован в системах компьютерного зрения, дистанционного управления жестами, виртуальной и дополненной реальности. Пример работы метода продемонстрирован на рис. 1, справа.

Иллюстрации

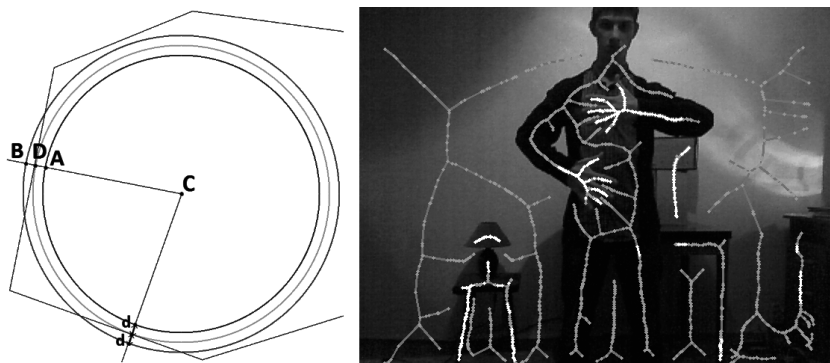


Рис. 1. Построения для узлов скелета (слева), демонстрация результатов работы метода (справа)

Литература

1. Местецкий Л. М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.
2. Bondi E., Seidenari L., Bagdanov A. D., DelBimbo A. Real-time people counting from depth imagery of crowded environments. University of Florence, 2014.
3. Gupta S., Girshick R., Arbelaez P., Malik J. Learning Rich Features from RGB-D Images for Object Detection and Segmentation. European Conference on Computer Vision (ECCV), Zurich, 2014.
4. Toscana G., Rosa S. Fast Graph-Based Object Segmentation for RGB-D Images. Politecnico di Torino.