

ЛИТЕРАТУРА

Мурашев С. В., Воробьев С. А. Моделирование цветовых переходов между формами миоглобина // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. 2011. № 2. С. 239—247.

Сведения об авторах

- Елена Васильевна Горбунова** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра опико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург; E-mail: vredina_ia@mail.ru
- Валерий Викторович Кортаев** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра опико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург; заведующий кафедрой; E-mail: kortaev@grv.ifmo.ru
- Елена Александровна Ластовская** — студент; Университет ИТМО, кафедра опико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург; E-mail: plastelinchik@mail.ru

Рекомендована кафедрой
опико-электронных приборов и систем

Поступила в редакцию
11.08.14 г.

УДК 681.786

В. В. КОРОТАЕВ, Х. В. НГУЕН, А. Н. ТИМОФЕЕВ, С. Н. ЯРЫШЕВ

**МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЯ
ДЛЯ АКТИВНОЙ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ**

Разработан оригинальный алгоритм выделения препятствия на автомобильной дороге из облака пространственных точек, полученных активной стереоскопической системой. Предложен метод, основанный на анализе градиентов высоты. Алгоритм обработки результатов съемки реализован в среде MatLab.

Ключевые слова: активная стереоскопическая система, облако точек, безопасность автомобиля, распознавание препятствий.

Системам безопасности движения автомобиля уделяется повышенное внимание. Одним из вариантов реализации может служить активная стереоскопическая система (АСС) [1]. Для ее успешной работы требуется решить задачу распознавания полотна дороги и препятствий, выделяемых из облака пространственных точек. Известные пассивные стереоскопические системы на основе полученных в стереопаре изображений выделяют объекты и определяют их положение в пространстве [2—5]. Отличительной особенностью активных стереоскопических систем является то, что они включают в себя лазер, с помощью которого пространство перед камерами сканируется путем перемещения луча в вертикальном направлении. В процессе обработки полученных кадров АСС создает пространственную картину, которая может быть представлена в виде облака пространственных точек. Существующие методы выделения объектов из облака пространственных точек [6—9] требуют больших вычислительных ресурсов, поэтому их применение затруднено.

Авторами предложен и разработан алгоритм выделения препятствия из облака пространственных точек. Поскольку на трехмерном изображении препятствия отличаются от дорожного полотна градиентом высоты объекта (т.е. скоростью ее нарастания), то задача алгоритма — выделить препятствия по градиенту G и принять решение исходя из его порогового значения

$$G = h/d,$$

где h — разница высот двух точек; d — расстояние между ними.

Предложенный алгоритм работает следующим образом:

— облако пространственных точек по оси OZ делится на участки шириной, равной максимальной ширине углубления d_{\max} , через которое автомобиль сможет проехать;

— выбираются первая и последняя точки каждого участка, сравниваются соответственно с первой и последней точками соседних участков. Выбираются точки с максимальной и минимальной высотой, определяются градиент высоты G и разница по высоте между этими точками (рис. 1). В случае $G > G_{\max}$ участок получает статус „1“. Если $G > G_{\max}$ и высота h больше порогового значения по высоте h_{\max} , этот участок получает статус „2“. Если на выбранном участке нет ни одной точки, участок получает статус „3“;

— для двух соседних участков определяется расстояние от последней точки первого участка до первой точки последующего. Если это расстояние больше d_{\max} , то эти два участка получают статус „3“;

— если два или более участков со статусом „1“ следуют друг за другом и их суммарная высота больше h_{\max} , эти участки получают статус „2“;

— решение принимается на основе следующих данных: участки со статусами „2“ и „3“ представляют опасность для проезда автомобиля, остальные участки — проезжая часть дороги, свободная от препятствий.

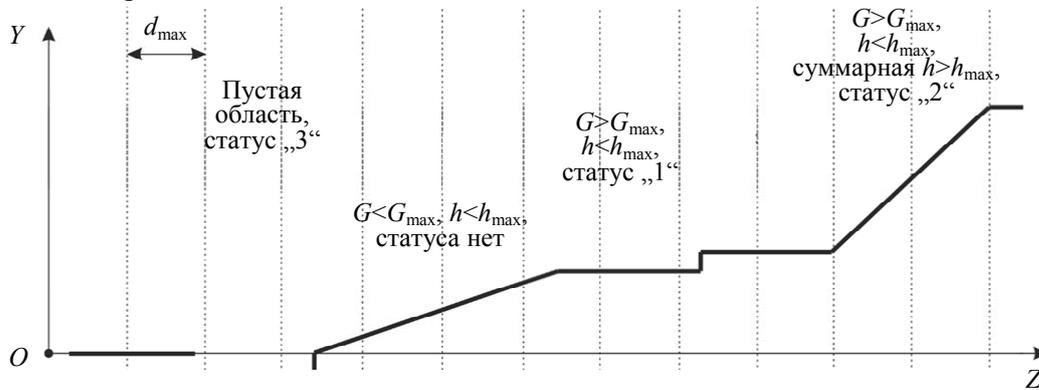


Рис. 1

Апробация метода проводилась на физической модели, включающей в себя АСС, движущийся макет автомобиля и наклонную поверхность, имитирующую дорогу. В модели использованы лазер IE84-05CLF (длина волны 650 нм), две камеры Microsoft LifeCam HD-5000 с разрешением 1280×780 пикселей. Величина стереобазы 128 мм. Алгоритм обработки результатов съемки реализован в среде MATLAB. Трехмерная картина, полученная с помощью физической модели, после преобразования представляла собой облако из 36 842 пространственных точек (рис. 2). Время обработки составляет около 3 с. Моделирование подтвердило, что разработанный алгоритм устойчиво выделяет на сцене силуэт автомобиля.

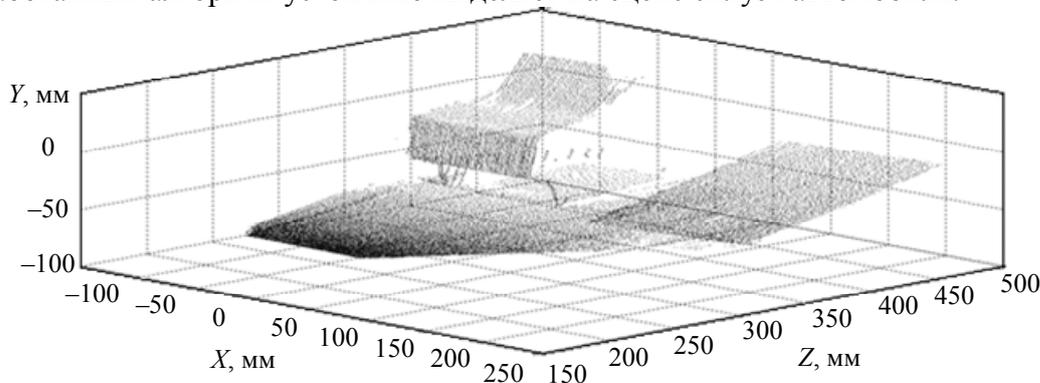


Рис. 2

Работа выполнена при частичной государственной финансовой поддержке ведущих университетов Российской Федерации (Госзадание 2014/190).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Moreno S. A. M., Zuniga S. J. M., Garcia D., Martinez A. L., Gonzalez J. M.* Laser application in industrial close range photogrammetry // Proc. SPIE. Three-Dimensional Imaging, Optical Metrology, and Inspection 1999. Vol. 3835, N 184.
2. *Hwang J., Huh K., Lee D.* Vision-based vehicle detection and tracking algorithm design // Optical Engineering. 2009. Vol. 48, N 12.
3. *Nedevschi S., Danescu R., Grafn Frentiu Th., Marita T., Oniga F., Pocol C., Schmidt R.* High Accuracy Stereo Vision System for Far Distance Obstacle Detection // IEEE Intelligent Vehicles Symposium. University of Parma. Parma, Italy. 2004. P. 292—297.
4. *Toulminet G., Bertozzi M., Mousset S., Benschrair A.* Vehicle detection by means of stereo vision-based obstacles features extraction and monocular pattern analysis // Image Processing. IEEE Transact. 2006. Vol. 15, N 8. P. 2364—2375.
5. *Linga B., Zeifmana M. I., Gibson D. R. P.* Multiple Pedestrians Detection Using IR LED Stereo Camera // Proc. Intelligent Robots and Computer Vision XXV: Algorithms, Techniques, and Active Vision. 2007. Vol. 6764.
6. *Golovinskiy A., Kim V. G., Funkhouser T.* Shape-based recognition of 3D point clouds in urban environments // Computer Vision. 12th Intern. Conf. 2009. P. 2154—2161.
7. *Frome A., Huber D., Kolluri R., Bülow Th., Malik J.* Recognizing Objects in Range Data Using Regional Point Descriptors // Proc. of the European Conf. on Computer Vision (ECCV). 2004. P. 224—237.
8. *Sithole G., Vosselman G.* Automatic structure detection in a point-cloud of an urban landscape // Remote Sensing and Data Fusion over Urban Areas. 2nd GRSS/ISPRS Joint Workshop. 2003. P. 67—71.
9. *Rabbania T., van den Heuvel F. A., Vosselman G.* Segmentation of Point Clouds Using Smoothness Constraint // IAPRS. Dresden, 2006. Vol. XXXVI, Pt. 5. P. 248—253.

Сведения об авторах

- Валерий Викторович Коротяев** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра оптико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург; заведующий кафедрой; E-mail: korotaev@grv.ifmo.ru
- Хоанг Вьет Нгуен** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра оптико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург; E-mail: ngvietvn@gmail.com
- Александр Николаевич Тимофеев** — Университет ИТМО, кафедра оптико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург
- Сергей Николаевич Ярышев** — канд. техн. наук, доцент; Университет ИТМО, кафедра оптико-электронных приборов и систем, Санкт-Петербург; E-mail: ysn63@mail.ru

Рекомендована кафедрой
оптико-электронных приборов и систем

Поступила в редакцию
24.10.14 г.