

УДК 004.896

ФОРМИРОВАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ АВТОНОМНЫМИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Н.В. Ким (*nkim2011@list.ru*)Н.Е. Бодунков (*boduncov63@yandex.ru*)

Московский авиационный институт, Москва

Аннотация. Расширение круга решаемых задач беспилотными летательными аппаратами (БЛА) требует совершенствования бортового алгоритмического обеспечения. Данная работа посвящена проблемам формирования семантических описаний наблюдаемой сцены, предназначенных для повышения эффективности решения целевых задач автономными БЛА в помещениях. Например, при почтовой доставке малогабаритных грузов (с помощью БЛА) в качестве конечной точки может быть указан «стол» или другие объекты, требующие их семантического описания. Предлагаемое семантическое описание окружающей среды основано на распознавании объектов, присутствующих на наблюдаемой сцене, с помощью технологий технического зрения. При этом из исходного растрового 3D изображения, получаемого от лазерного сканера или стереосистемы, на первом этапе формируется векторное описание, а затем искомое семантическое описание. Представлена методика формирования семантических описаний на основе использования 3-х мерных векторных описаний, подготовленных онтологических описаний объектов сцены и продукционных правил.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, анализ изображения, семантическое описание наблюдаемой сцены.

Введение

В настоящее время актуальным и практически важным является использование автономных роботов, в частности, беспилотных летательных аппаратов (БЛА), в различных задачах наблюдения и доставки грузов [Feng, 2009]. При этом автономные БЛА, должны реализовывать собственное управление и решать поставленные задачи без непосредственного участия оператора.

Отдельным направлением применения автономных роботов является решение целевых задач в ограниченных пространствах и помещениях.

Целевыми задачами в этих случаях являются, например, задачи, связанные с помощью при ликвидации последствий чрезвычайных происшествий (пожаров, аварий, взрывов), доставка полезных грузов, решение антитеррористических задач и пр.

Эффективными методами поиска искомых объектов являются подходы, основанные на предварительном определении локальных областей интереса [Kim, 2015b] с использованием семантической информации о состоянии текущей наблюдаемой сцены. Семантическое описание объектов производится с использованием технологий компьютерного зрения, теории распознавания [Kim, 2014].

Базовым видом описаний наблюдаемой сцены являются растровые изображения, содержащие информацию от бортовых систем наблюдения, оснащенных датчиками различной физической природы [Zhang, 2012]. На основе растровых данных можно получить более компактные векторные описания [Загоруйко, 2014]. При решении ряда целевых задач использование растровых и векторных описаний недостаточно. В этих случаях возникает необходимость их дополнения и расширения семантическими описаниями [Поспелов, 1986].

1. Формирование семантических описаний

Основой для получения семантического описания является растровое изображение, получаемое, например, с помощью: дальнометрических систем, стереозрения или инфракрасных 3D-сканеров.

На рис.1 представлена исходная наблюдаемая сцена.



Рис. 1. Наблюдаемая сцена

Перевод дальнометрического изображения (исходного облака точек), полученного, например, с помощью системы Kinect, в векторное описание производится на основе известных уравнений, описывающих плоскости [Загоруйко, 2014]. В результате анализа координат точек определяются коэффициенты уравнений отдельных плоскостей и их границы.

На рисунке 2 представлено изображение с выделенными плоскостями.

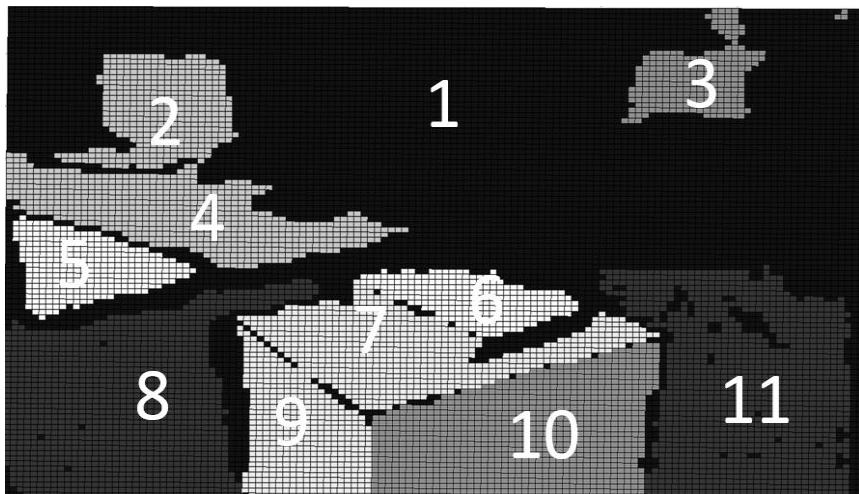


Рис. 2. Плоскости полученные, в результате кластеризации

На наблюдаемой сцене были выделены 11 плоскостей, описываемых уравнениями с уникальными коэффициентами. В рассматриваемом случае набор полученных коэффициентов является векторным описанием наблюдаемой сцены. В качестве примера ниже представлен фрагмент данного описания:

- плоскость 4: $A_4=-16.26, B_4=-295.9, C_4=33.45, D_4=255.6$;

.....
 - плоскость 7: $A_7=-4.21, B_7=-216.67, C_7=27.6, D_7=71.3$;

.....
 - плоскость 9: $A_9=-90.3, B_9=17.59, C_9=16.47, D_9=75.4$.

Семантические описания используют векторные и растровые описания объектов, но наделяют их дополнительными («смысловыми») атрибутами и отношениями [Поспелов, 1986]. Семантические описания являются ключевыми элементами анализа ситуации, который необходим для решения ряда целевых задач автономными БЛА [Kim, 2015a].

Семантические описания носят иерархический характер и в зависимости от уровня иерархии делятся на классы, подклассы и разделы различной степени детализации [Oberle, 2009].

Рассмотрим процедуру формирования семантического описания фрагмента помещения, соответствующего рис. 1.

Предполагается, что:

исходный алфавит классов объектов заранее определен;

словарь признаков (атрибутов) сформирован;

векторное описание плоскостей составлено и коэффициенты соответствующих уравнений известны.

Методика формирования описаний включает следующие этапы:

Определяются положения выделенных плоскостей;

Производится возможная принадлежность выделенных плоскостей соответствующим классам объектов;

Определяются отношений между объектами.

В общем случае могут использоваться различные виды отношений ситуации: пространственные, пространственно-временные, временные, каузальные. Если предполагаемое решение поставленных задач основано на анализе расположения объектов интереса, т.е. пространственных отношений между объектами, то целесообразно использовать пространственные описания.

Пусть известно, что в исследуемом пространстве расположены объекты: Стена, Пол, Стол, Тумба, Монитор, книги. Примеры их эталонных семантических описаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Семантическое описание искомых объектов

№	Класс объекта	Атрибут (размеры в мм)	Отношения атрибутов	Межобъектные отношения
1	Стена	Плоскость Ст, размеры не определены		Расположение вертикальное
2	Пол	Плоскость П, размеры не определены		Расположение горизонтальное, параллельно и ниже на 1600 мм плоскости X0Z
3	Стол	Плоскость С1: 600x1200;	С1 перпендикулярно С2, С3, С4;	С1 параллельно полу и выше на 750 мм

		Плоскости С2, С3: 600x750; Плоскость С4: 800x400;	С2 параллельно С3; С4 перпендикулярно С2, С3	
4	Тумба	Плоскость Т1: 550x400; Плоскости Т2, Т3: 600x400; Плоскости Т4, Т5: 600x550;	Т1 перпендикулярно Т2, Т3, Т4, Т5; Т2 параллельно Т3; Т4 параллельно Т5;	Т1 параллельно полу и выше на 600 мм
5	Монитор	Плоскость М1: 400x350;		Расположение М1 – на С1, перпендикулярно С1
6	Книги	Плоскость К1: от 150x200 до 250x300		Расположение К1 – на С1 или Т1; параллельно С1 или Т1

Распознавание объектов может производиться на основании заранее сформированных правил [Kim, 2015b] и онтологий.

Например,

Правило i:

If

Определена плоскость **and** плоскость расположена горизонтально **and** плоскость расположена выше плоскости пола на 750 мм **and** размеры плоскости 600x1200 мм

Then

Плоскость относится к классу «Стол»;

Правило i+1:

If

Определена плоскость **and** класс плоскости не определен **and** плоскость расположена горизонтально **and** плоскость расположена выше плоскости пола на 600 мм **and** размеры плоскости 550x400 мм

Then

Плоскость относится к классу «Тумба»;

Правило i+2:

If

Определена плоскость **and** плоскость расположена вертикально в класс плоскости не определен **and** плоскость расположена выше плоскости пола на 600 мм or 750 мм **and** размеры плоскости 400x350 мм

Then

Плоскость относится к классу «Монитор».

После распознавания объектов сцены определяются отношения между объектами и их свойства.

В результате формируется семантическое описание.

Пример семантического описания сцены (рис. 1, 2):

1. Распознанные объекты:

Стол, стена, монитор 1, монитор 2, тумба, книги.

2. Расположение объектов (относительное):

- стол - пол;
- стол - стена;
- монитор 1 - стол;
- тумба - пол;
- тумба - стол;
- книга - тумба.

Заключение

Показано, что описания наблюдаемых сцен могут быть представлены в семантическом виде, позволяющем повысить эффективность решения ряда целевых задач автономными БЛА.

Предлагается методика формирования семантических описаний на основе использования 3-х мерных векторных описаний, подготовленных заранее онтологических описаний объектов сцены и производственных правил.

Рассмотрены процедуры получения 3-х мерных семантических описаний, предназначенных для организации полетов и решения целевых задач БЛА в помещениях.

Список литературы

- [Feng, 2009] Lin Feng, Lum Kai-Yew, Chen Ben M., Lee Tong H. "Development of a vision-based ground target detection and tracking system for a small unmanned helicopter." Science in China Series F: Information Sciences, 2009, Springer.
- [Kim, 2015a] Kim N., Chervonenkis M. "Situational control unmanned aerial vehicles for traffic monitoring." Modern Applied Science, Vol. 9, No. 5, May 2015, Special Issue//Canadian Center of Science and Education. ISSN (printed): 1913-1844. ISSN (electronic): 1913-1852

- [**Türmer, 2011**] Türmer, S.; Leitloff, J.; Reinartz, P.; Stilla, U. (2011): Evaluation of selected features for car detection in aerial images. ISPRS Hannover Workshop 2011, 14.-17. Jun. 2011, Hannover.
- [**Zhang, 2012**] J. Zhang, L. Liu, B. Wang, X. Chen, Q. Wang, and T. Zheng, "High speed automatic power line detection and tracking for a UAV-based inspection," in International Conference on Industrial Control and Electronics Engineering (ICICEE), 2012, pp. 266-269
- [**Kim, 2014**] Kim N., Bodunkov N. «Computer Vision in Advanced Control Systems: Innovations in Practice», Volume 2, Editors M. Favorskaya, Lakhmi C. Jain, Springer 2014. – 295 p.
- [**Загоруйко, 2014**] Загоруйко С.Н., Казьмин В.Н., Носков В.П. Навигация БПЛА и 3D реконструкция внешней среды по данным бортовой СТЗ. // М.: «Новые технологии», ж. «Механика, автоматизация, управление» №8, 2014. С. 62-68.
- [**Kim, 2015b**] Kim N. Automated Decision Making in Road Traffic Monitoring by on-Board Unmanned Aerial Vehicle System. Indian Journal of Science and Technology, Vol 8(S10), December 2015.
- [**Горелик, 2004**] Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. М.: Высшая школа, 2004.
- [**Поспелов, 1986**] Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика.- М.: Наука, - Гл.ред.физ.-мат.лит. 1986.-288с.
- [**Liang, 2012**] Liang Li, Shuqiang Jiang, Qingming Huang. "Learning Hierarchical Semantic Description Via Mixed-Norm Regularization for Image Understanding." Multimedia, IEEE Transactions ...> Volume:14, Issue:5, 2012, p. 1401 – 1413.
- [**Oberle, 2009**] Oberle, D., Guarino, N., & Staab, S. (2009) What is an ontology?. In: "Handbook on Ontologies". Springer, 2nd edition, 2009.