

УДК 681.142.4

Ю.В. ПАРЖИН, Д.В. ГРИНЁВ

Харьковский университет Воздушных Сил, Украина

СТРУКТУРНО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ КОСМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Проводится оценка результатов работы программной модели предложенного структурно-лингвистического метода распознавания двумерных контурных изображений в реальном времени, полученных бортовой оптико-электронной аппаратурой искусственного спутника Земли (ИСЗ) в процессе поиска и мониторинга наземных объектов.

аффинные преобразования, контурные изображений, деформационные изменения, проекционные искажения, классификация, идентификация, структурно-лингвистический метод распознавания

Постановка проблемы и анализ литературы

Трагические последствия недавно прошедшего цунами в юго-восточной Азии свидетельствуют об актуальности проблемы оперативности доведения информации в процессе дистанционного зондирования Земли. Одним из способов повышения оперативности поиска и мониторинга Земли в зонах стихийного бедствия является распознавание изображений объектов в режиме реального времени, полученных оптико-электронной аппаратурой, установленной на борту космического аппарата.

Для распознавания контурных изображений объектов в реальном времени, наиболее перспективно применять структурно-лингвистические методы [1, 2]. Одной из важных проблем, с которыми приходится сталкиваться при распознавании реальных контурных изображений, являются различные аффинные преобразования, деформационные изменения и проекционные искажения их структур, влияющие на результат распознавания. В связи с этим был предложен подход к созданию структурно-лингвистического метода распознавания двумерных контурных изображений объектов, обладающего следующими отличиями от известных методов:

- независимостью процесса распознавания от аффинных преобразований контурных изображений;
- независимостью процесса распознавания от деформационных изменений структуры контурных изображений (структурных преобразований);
- устранением влияния проекционных искажений в структурах контуров изображений, не меняющих концепт распознавания [3].

Данный подход основан на определении и использовании структурных критических точек в процессе построения концептов распознавания. Структурному концепту Cpt ставится в соответствие его лингвистическое представление $LCpt$:

$$Cpt(I_i) = \langle A_i^{m+1}, r, B \rangle \rightarrow LCpt(I_i) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\},$$

где A_i^{m+1} – множество структурных элементов $a_{i,j}^{m+1}$ ($m+1$)-го уровня общности

$$A_i^{m+1} = \langle a_{i,1}^{m+1}, a_{i,2}^{m+1}, \dots, a_{i,n}^{m+1} \rangle;$$

r – бинарные отношения в которых находятся элементы множества; B – аксиомы структуры, условиям которых удовлетворяют данные отношения; $LCpt(I_i)$ представляет собой структурно-лингвистическое выражение (структуру языкового типа), состоящее из слов v_i , каждое из которых поставле-

но в соответствие определенной подструктуре a_i^{m+1} концепта Cpt класса распознавания изображения I [3, 4].

Целью данной статьи является оценка результатов работы программной модели предложенного структурно-лингвистического метода распознавания контурных изображений объектов, инвариантного относительно различного рода искажений в их структуре.

Наибольший интерес при решении задач поиска объектов вызывает проблема обнаружения подвижных объектов. Большинство подвижных искусственных объектов реального мира являются объектами с осевой симметрии структуры внешнего контура изображения. Очевидно, что в процессе съемки данных объектов различного рода помехи, шумы, искажения существенно влияют на структуру, как отдельных элементов контура изображения, так и всего изображения в целом. Предлагаемый структурно-лингвистический метод в значительной мере устраняет влияние данных изменений в структуре распознаваемых изображений на результат распознавания.

Для проведения экспериментальных исследований работоспособности предложенного метода были выбраны изображения объектов, несущие в структуре контура изображения характерные признаки распознавания. К числу данных объектов, в частности, относятся грузовые автомобили, корабли, самолеты.

Структурная схема программной модели, реализующей разработанный метод, состоит из основных блоков, представленных на рис. 1.

В процессе исследования было проанализировано распознавание более 100 различных двумерных контурных изображений указанных объектов. Двумерные контурные изображения данных объектов были подвергнуты предварительной обработке, в которую входили следующие основные этапы:

– сегментация изображений объектов с применением гиперспектральных методов обработки;

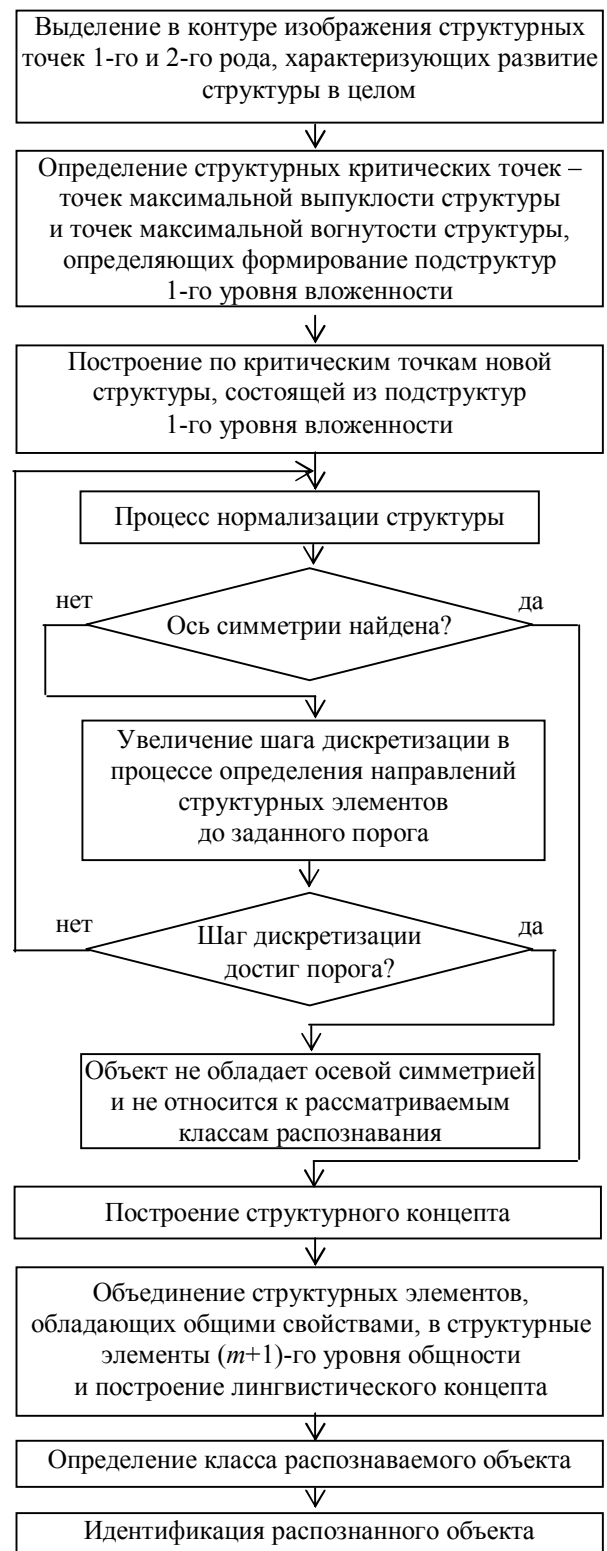


Рис. 1. Структурная схема программной модели разработанного структурно-лингвистического метода распознавания

– устранение (вычитание) фона и изображений известных стационарных объектов, не подлежащих распознаванию;

– устранение разного рода шумов и помех, к которым в первую очередь относят аддитивный стационарный гауссов шум;

– определение краев в контурах изображений объектов и подавление внутренней структуры изображения;

– сопоставление сегментам определенных линий краев контуров изображений объектов отрезков прямых и кривых линий.

В результате работы программной модели, реализующей разработанный структурно-лингвистический метод распознавания [3, 4], были получены следующие данные.

На рис. 2 представлена зависимость количества N правильно распознанных объектов от их типа T при съемке в надир.

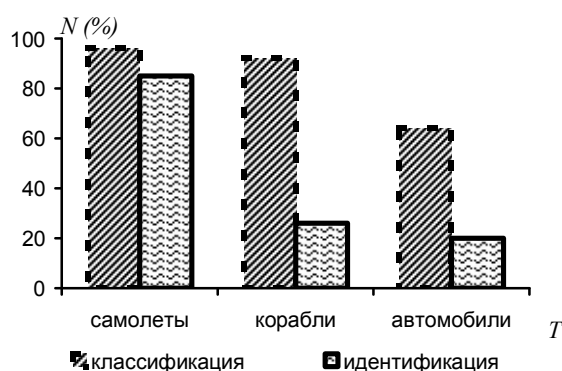


Рис. 2. Зависимость количества N правильно распознанных объектов от их типа T при съемке в надир

В результате проведения данного эксперимента определено, что правильность классификации двумерных контурных изображений объектов зависит от их типа. Так самолеты, обладающие наиболее характерными признаками распознавания, правильно классифицируются и идентифицируются в основном на 85 – 95%. Грузовые автомобили и корабли правильно классифицируются в пределах от 65 до 90%, причем объекты правильно идентифицируются в среднем с результатом 20%. Это связано с тем, что структура рассматриваемых объектов схожа как между собой, так и с другими объектами реального мира. Для повышения точности процесса распознавания необхо-

димо применять ситуационное распознавание и анализировать внутреннюю структуру изображения.

На рис. 3 представлена зависимость количества N правильно классифицированных подвижных искусственных объектов различного типа от вида преобразования структур контуров изображений, где:

А – структуры, подвергнутые аффинным преобразованиям (поворотам и изменениям размеров) рассматриваемых объектов различного типа относительно нормализованных изображений;

В – структуры, подвергнутые деформационным изменениям, к которым можно отнести:

- добавление новых структурных элементов различного уровня общности по сравнению с эталонными (полученными в процессе обучения) структурами;
- изменение параметров структурных элементов;
- отсутствие в структуре распознаваемого изображения определенного класса распознавания структурных элементов, которые присутствуют в структурах эталонных (используемых в процессе обучения);

С – структуры, подвергнутые совокупности аффинных преобразований и деформационных изменениям.

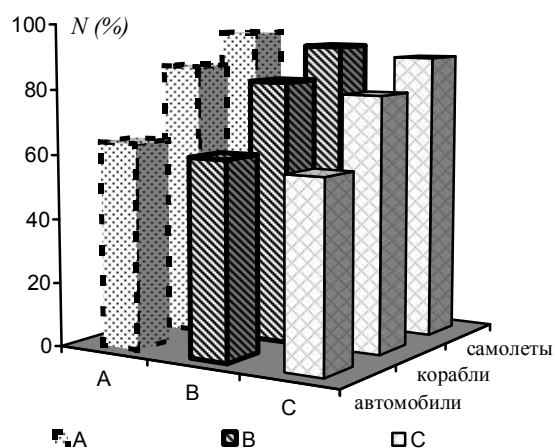


Рис. 3. Зависимость количества N правильно классифицированных объектов от вида преобразования их структур

Результат проведения данного эксперимента подтвердил независимость процесса построения концепта распознавания контурных изображений, как от аффинных преобразований и деформационных изменений в отдельности, так и от их совокуп-

ности. Присутствующие ошибки (до 4%) вызваны учетом различной разрешающей способности оптико-электронной аппаратуры, установленной на борту комических аппаратов.

На рис. 4 представлена зависимость влияния перечисленных выше преобразований структур контурных изображений рассматриваемых объектов различного типа, относительно уже распознанных объектов, на количество правильно идентифицированных объектов (N).

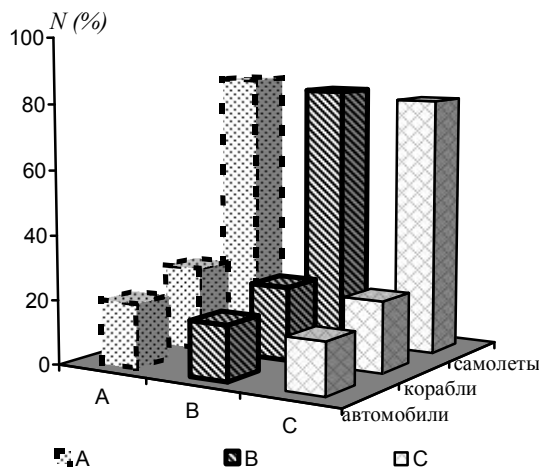


Рис. 4. Зависимость количества N правильно идентифицированных объектов от вида преобразования их структур

Результат проведения данного эксперимента подтвердил инвариантность разработанного метода к указанным видам структурных изменений. Присутствующие ошибки до 9% при идентификации объектов обусловлены внесением значительных искажений в структурные элементы исследуемого контура изображения.

В результате проведенных экспериментов установлено, что при незначительных отклонениях угла съемки от надира и высоких орбитах искусственного спутника Земли, проекционные искажения можно рассматривать как деформационные изменения в структуре контурного изображения, не влияющие на процесс распознавания. Для разработанного метода проекционные искажения оказывают влияние только в том случае, когда в структуре контура изображения появ-

ляются структурные элементы, меняющие концепт распознавания [4].

Выводы

Разработанный структурно-лингвистический метод распознавания двумерных контурных изображений объектов позволяет устранить влияние проекционных искажений, не меняющих концепт распознавания, аффинных преобразований и деформационных изменений в структуре контура распознаваемого изображения на результат распознавания. Предложенный метод позволяет в режиме реального времени классифицировать и идентифицировать изображения объектов, полученных бортовой оптико-электронной аппаратурой ИСЗ в процессе дистанционного зондирования Земли, что дает возможность повысить оперативность поиска и мониторинга объектов в зонах стихийного бедствия.

Литература

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
2. Русын Б.П. Структурно-лингвистические методы распознавания изображений в реальном времени. – К.: Наук. думка, 1986. – 126 с.
3. Паржин Ю.В., Адаменко А.А., Гринев Д.В. Определение критических точек в структуре контурных изображений для построения концепта распознавания // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 10 (38). – С. 142 – 149.
4. Гринёв Д.В. Классификация и идентификация объектов с использованием структурно-лингвистического метода // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 11 (39). – С. 44 – 49.

Поступила в редакцию 11.02.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаев, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства, Харьков.