

ДЕКОМПОЗИЦИЯ СТРУКТУР КОНТУРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПРОЕКТИВНЫМИ ИСКАЖЕНИЯМИ

Ю.В. Паржин, Д.В. Гринев, В.В. Онищенко
(Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба)

Предлагается декомпозиция двумерных контурных изображений объектов, устраняющая влияние проективных искажений на результат распознавания.

декомпозиция, контурные изображения, проективное искажение

Постановка проблемы. Процесс фотосъемки поверхности Земли бортовой оптико-электронной аппаратурой (ОЭА) космического аппарата (КА) подвержен воздействию ряда помех, негативно влияющих на автоматическое распознавание изображений объектов в режиме реального времени [1, 2]. Такие помехи как аддитивный стационарный гауссов шум, воздействие атмосферы и наличие подстилающей поверхности (фона) устраняются на этапе предварительной обработки изображений. Однако остается нерешенной проблема влияния аффинных преобразований и структурных деформаций контура изображения на результат распознавания.

Анализ последних достижений и публикаций. Анализ последних достижений и публикаций показывает, что одной из основных причин возникновения структурных деформаций являются проективные искажения контура изображения, вызванные съемкой КА на малых высотах и (или) при больших углах отклонения камеры от положения в наadir [3]. Повышение качества классификации и идентификации контурных изображений можно достичь за счет уменьшения влияния проективных искажений.

Формулирование цели статьи. Целью статьи является рассмотрение пути уменьшения влияния проективных искажений в контурах изображений объектов на результат распознавания при использовании декомпозиции их структур.

Исследования и результаты. Наибольший интерес при решении задач поиска объектов вызывает проблема обнаружения нестационарных объектов. Большинство подвижных искусственных объектов реального мира являются объектами с осевой симметрией 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. В идеальных условиях при съемке в наadir струк-

тура контура изображения симметричного объекта будет близка к полной (зеркальной) симметрии. Однако при съемке на малых высотах и (или) при отклонении угла съемки от положения в надир в контурах изображений увеличиваются проективные искажения, усложняющие как нормализацию структур, так и процесс распознавания в целом.

Предложенный подход к распознаванию контурных изображений использует для устранения влияния проективных искажений разнородные структурные критические точки в контурах изображений для построения декомпозиционных концептуальных структур инвариантных аффинным и структурным преобразованиям данных контуров и содержащих характерные признаки распознавания. Декомпозиционные концептуальные структуры определяются базовыми подструктурами 1-го уровня вложенности, обладающими характерными признаками класса распознавания [4, 5].

Процесс представления структуры контурного изображения в виде подструктур 1-го уровня вложенности происходит на основе определения структурных точек 1-го и 2-го рода. Точки 1-го рода характеризуют продолжение развития текущей подструктуры и определяют выпуклость данной подструктуры. Точки 2-го рода характеризуют начало развития новой подструктуры и определяют вогнутость подструктуры. Критические точки 1-го рода $t_{\tau \max}^{(1)}$ ($\tau = \overline{1, \lambda}$, где λ – количество критических точек 1-го рода) являются точками максимальной выпуклости структуры, соединение которых приводит к образованию описанного вокруг контура многоугольника (рис. 1). Критические точки 2-го рода $t_{\sigma \min}^{(2)}$ ($\sigma = \overline{1, \mu}$, где μ – количество критических точек 2-го рода) являются точками максимальной вогнутости структуры, соединение которых приводит к образованию вписанного в контур многоугольника (рис. 1).

Для определения базовых подструктур 1-го уровня вложенности последовательно соединяются все найденные критические точки по направлению обхода контура. Таким образом строится структура со строго определенным порядком следования элементов, представленная на рис. 1 жирным пунктиром:

$$z_{i,j}^{(m)} = \langle t_1, t_2, \dots, t_\ell, \dots, t_r \rangle; t_\ell = t_{\tau \max}^{(1)} \vee t_{\sigma \min}^{(2)}; m = \overline{0, g-1}; \ell = \overline{1, r},$$

где g – количество структурных уровней; r – общее количество критических точек 1-го и 2-го рода.

Отрезки, соединяющие данные точки определяются как обобщенные структурные элементы $b_{\psi}^{(1)} = [t_\ell, t_{\ell+1}]$ ($\psi = \overline{1, \xi}$, где ξ – количество обобщенных структурных элементов).

Совокупность, последовательно соединенных структурных элементов $b_{\psi}^{(1)}$, ограниченная соседними минимальными критическими точками 2-го рода, называется подструктурой 1-го уровня вложенности относительно исходной структуры контура изображения. Такая подструктура обладает характерными признаками, определяющими класс распознавания, и устойчива к аффинным преобразованиям и структурным деформациям.

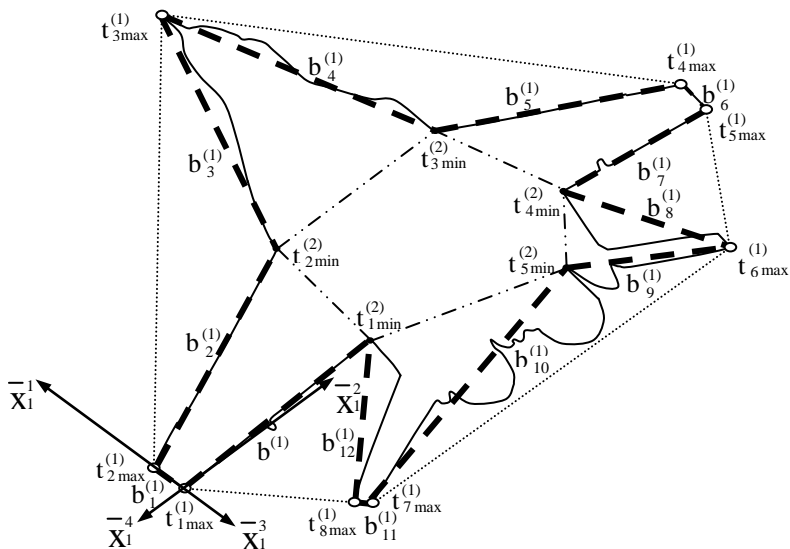


Рис. 1. Контур условного самолета

Для повышения качества классификации и идентификации контурных изображений после нормализации структуры $z_{i,j}^{(m)}$ происходит ее декомпозиция, основанная на отделении базовых подструктур 1-го уровня вложенности по структурным критическим точкам 2-го рода $t_{\sigma \min}^{(2)}$.

В результате образуется концептуальная структура $z_{i,j}^{(m+1)}$ следующего структурного уровня, принадлежащая классу распознавания, которая инвариантна относительно аффинных преобразований и структурных деформаций различного рода и состоит из декомпозиционных структур $dz_{i,j}^{(k)}$ ($k=1, \mu+1$), ограниченных структурными критическими точками 2-го рода $t_{\sigma \min}^{(2)}$:

$$z_{i,j}^{(m+1)} = \bigcup_{k=1}^{\mu+1} dz_{i,j}^{(k)}.$$

Полученная таким образом нормированная структура контурного изображения, соответствующая $(m+1)$ -му структурному уровню общности, является структурным декомпозиционным концептом $dCpt_k(I_{i,j})$ изображения распознаваемого объекта. Тогда:

$$Cpt(I_{i,j}) = \bigcup_{k=1}^{\mu+1} dCpt_k(I_{i,j}); \quad dCpt_k(I_{i,j}) = dz_{i,j}^{(k)}.$$

Декомпозиционный концепт контурного изображения состоит из совокупности концептов базовых подструктур 1-го уровня вложенности относительно исходной структуры контурного изображения.

Данное отображение структуры контура позволяет представить изображение объекта несколькими концептами, совокупность которых описывает распознаваемый объект под различными углами съемки.

При таком подходе классификация изображения сводится к сопоставлению его декомпозиционного концепта с набором эталонных декомпозиционных концептов, полученных в процессе обучения системы распознавания, и не зависит от проективных искажений.

Выводы. В результате исследований было определено, что одной из основных причин, влияющих на качество классификации и идентификации изображений, являются проективные искажения, вызванные отклонением угла съемки ОЭА КА от положения в надир. Предложенный подход к распознаванию, основанный на декомпозиции структур двумерных контурных изображений, позволяет устранить влияние данного вида помех.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюшин Л.М., Мосов С.П., П'ясковський Д.В., Толубко В.Б. *Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції: Монографія.* – К.: НАОУ, 2002. – 208 с.
2. *Космическая съемка Земли. Спутники оптической съемки Земли с высоким разрешением / Под ред. А.А. Кучейко.* – М.: Радиотехника, 2001. – 135 с.
3. Форсайт Д., Понс Ж. *Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ.* – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 928 с.
4. Гринев Д.В., Паржин Ю.В., Адаменко А.А. *Определение критических точек в структуре контурных изображений для построения концепта распознавания // Системи обробки інформації.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 10 (38). – С. 142-149.
5. Гринев Д.В. *Классификация и идентификация объектов с использованием структурно-лингвистического метода // Системи обробки інформації.* – Х.: ХВУ. – 2004. – Вип. 11 (39). – С. 44-48.

Поступила 6.03.2006

Рецензент: доктор технических наук, профессор В.А. Краснобаев,
Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба.