

УДК 681.325

Ю.В. ПАРЖИН¹, Д.В. ГРИНЕВ², В.В. ОНИЩЕНКО²¹ *Национальный технический университет "ХПИ", Украина*² *Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Украина*

УСТРАНЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЕКТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБЪЕКТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИСКУССТВЕННЫМ СПУТНИКОМ ЗЕМЛИ

Предлагается подход к процессу классификации изображений объектов, полученных искусственным спутником Земли (ИСЗ), основанный на правилах взаимосвязи структурно-лингвистических элементов в концепте изображения и служащий для устранения влияния проективных искажений на результат распознавания.

контур, структурный элемент, структурно-лингвистический концепт, угол съемки, классификация, распознавание, проективные искажения

Введение

Влияние помех на процесс распознавания изображений объектов, полученных средствами космического наблюдения, негативно сказывается на времени и качестве классификации исследуемых изображений. Одной из основных помех при структурно-лингвистическом распознавании объектов является искажение структур контуров их изображений [1, 2]. Структурные искажения в контуре возникают по ряду причин, среди которых наиболее весомыми являются проективные искажения, вызванные съемкой ИСЗ на малых высотах и (или) при больших (до 40°) углах отклонения камеры от надира [2]. В работах [3, 4] предложен метод структурно-лингвистической классификации двумерных контурных изображений, уменьшающий влияние структурных деформаций контура на результат распознавания. Однако данный метод имеет высокую вероятность правильной классификации только для изображений объектов, полученных при небольших (до 15°) отклонениях угла съемки от надира. Повышение качества классификации контурных изображений при наличии проективных искажений можно достичь за счет анализа, как структурных элементов

контура изображения, так и элементов внутренней структуры изображения объекта.

Цель статьи: рассмотрение подхода к процессу классификации изображений объектов на основе анализа построения структурно-лингвистических концептов контурных изображений объектов, полученных при различных отклонениях угла съемки от надира.

Решение проблемы

Получение структурно-лингвистического концепта контурного изображения объекта основано на построении структуры высшего уровня общности, содержащей характерные признаки распознавания, которые инвариантны к аффинным преобразованиям данных контуров и уменьшают влияние структурных деформаций на результат классификации [3, 4].

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

$$Cpt(I_i) = \langle A_i^m, r, B \rangle \rightarrow LCpt(I_i) = \bigcup_{j=1}^n \cup_{j,\sigma} ,$$

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

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

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 $v_{j,\sigma}$, каждое из которых поставлено в соответствие определенной подструктуре концепта $Cpt(I_i)$ класса распознавания изображения I [3, 4];

$\sigma = \{ \overline{1,8} \}$ – номер сектора направления ориентации структурного элемента;

n – количество структурных элементов в концепте изображения.

При отклонениях угла съемки от надира на угол до 15° проективные искажения в структуре являются незначительными. Определение класса распознаваемого объекта осуществляется на основе сравнения построенного концепта с набором эталонных структурно-лингвистических концептов, полученных в процессе обучения системы распознавания, единых для каждого класса.

При отклонении угла съемки от надира на угол от 15° до 40° класс распознаваемых объектов уже не может быть описан единым структурно-лингвистическим концептом. Проективные искажения вносят в структуру контура изображения такие деформации, при которых построенный структурно-лингвистический концепт исследуемого изображения может не соответствовать концепту, определяющему класс объектов распознавания.

Так, при проективных искажениях в контуре для описания развития структурных элементов $a_{i,j}^m$ в структуре высшего уровня общности необходимо построить k обобщенных структурно-

лингвистических концептов распознавания для множества возможных проекций изображений, полученных при различных отклонениях угла съемки от надира. Построенные концепты должны содержать необходимые и достаточные признаки распознавания, обуславливающие класс объектов распознавания, и будут определяться следующим образом:

$$LCpt(I_g^\gamma) = \bigcup_{j=1}^n v_{j,\sigma}^{g,\gamma},$$

где $LCpt(I_g^\gamma)$ – структурно-лингвистический концепт изображения I_g^γ , которое получено при отклонении угла съемки от надира на угол γ и при повороте изображения объекта на плоскости на угол g от базового (нормированного) направления развития структуры контура, при условии, что контур нормализован (причем $0^\circ \leq \gamma \leq 40^\circ$ и $0^\circ \leq g < 360^\circ$, g и γ – целые числа);

$v_{j,\sigma}^{g,\gamma}$ – структурно-лингвистический элемент концепта для γ -го угла съемки ИСЗ при повороте изображения объекта на плоскости на угол g от базового направления.

На основе проведенных исследований установлено, что порядок следования структурно-лингвистических элементов $v_{j,\sigma}^{g,\gamma}$ в концептах различных проекций контуров изображений обусловлен определенными закономерностями. Учет развития структурно-лингвистических элементов позволил ограничить количество концептов, необходимых для отнесения исследуемого контура изображения к некоторому классу объектов распознавания.

Определено, что для классификации изображений, содержащих в своем контуре характерные признаки распознавания, минимальное количество k концептов, необходимое для формирования обобщенного структурно-лингвисти-

ческого концепта распознавания для множества возможных проекций изображений равно 9 (рис. 1). Полученные концепты будут определяться множеством структурных признаков, формирующих класс объектов распознавания, и включают в себя:

– базовый для каждого класса объектов распознавания обобщенный структурно-лингвистический концепт $LCpt(I_{g_0}^{\gamma_0})$ изображений, полученных при отклонении угла съемки от надира до 15° (данный концепт инвариантен относительно аффинных преобразований, небольших проективных искажений и деформационных изменений в структуре);

– четыре проективных структурно-лингвистических концепта $LCpt(I_{g_1}^{\gamma_1})$, $LCpt(I_{g_2}^{\gamma_2})$, $LCpt(I_{g_3}^{\gamma_3})$ и $LCpt(I_{g_4}^{\gamma_4})$ изображений, полученных при отклонении угла съемки от надира от 15° до 27° ;

– четыре проективных концепта $LCpt(I_{g_1}^{\gamma_2})$, $LCpt(I_{g_2}^{\gamma_2})$, $LCpt(I_{g_3}^{\gamma_2})$ и $LCpt(I_{g_4}^{\gamma_2})$ изображений, полученных при отклонении угла съемки от надира от 27° до 40° , где:

$$0^\circ \leq \gamma_0 < 15^\circ, 15^\circ \leq \gamma_1 < 27^\circ, 27^\circ \leq \gamma_2 < 40^\circ;$$

$$g_0 = g_1 = 0^\circ, g_2 = 90^\circ, g_3 = 180^\circ, g_4 = 270^\circ.$$

Для классификации контурных изображений при наличии существенных проективных искажений определено одно из основных правил взаимосвязи структурно-лингвистических элементов в концептах изображений одного класса для $\gamma \in \{\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2\}$ и $g \in \{g_0, g_1, g_2, g_3, g_4\}$.

Если $\upsilon_{j,\sigma} \in LCpt(I)$ – первый элемент в анализируемом концепте изображения (при условии, что структура контура изображения нормализована), и $\upsilon_{j,\sigma} = \upsilon_{j,\sigma}^{g,\gamma} \in LCpt(I_g^\gamma)$, то порядок следования остальных элементов структуры (по ходу развития структуры при правом обходе контура изображения) следующий:

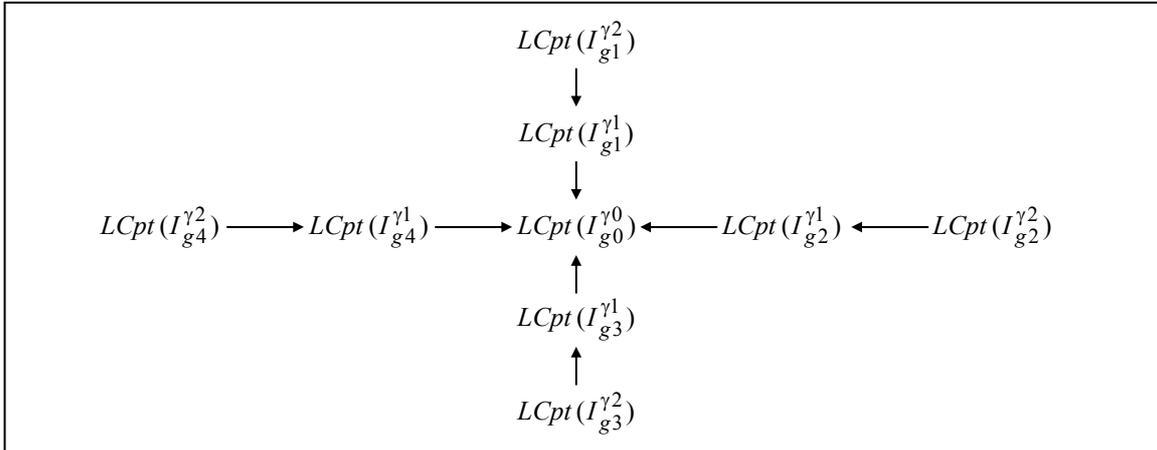


Рис. 1. Схема структурной взаимосвязи концептов, необходимых для построения обобщенного структурно-лингвистического концепта распознавания для множества проекций изображений ($k = 9$)

а) $\upsilon_{j+i,\sigma} = \upsilon_{j+i,\sigma}^{g,\gamma}$, если $\{\upsilon_{j+1,\sigma}, \upsilon_{j+2,\sigma}, \dots, \upsilon_{n,\sigma}\} \in LCpt(I_g^\gamma)$;

б) $\upsilon_{j+i,\sigma} = \begin{cases} \upsilon_{j+i,\sigma}^{g,\gamma}, & \text{если } 1 \leq i \leq \xi \text{ и } \{\upsilon_{j+1,\sigma}, \upsilon_{j+2,\sigma}, \dots, \upsilon_{\xi,\sigma}\} \in LCpt(I_g^\gamma), \\ \upsilon_{j+i,\sigma}^{g+1,\gamma}, & \text{если } \xi + 1 \leq i \leq n \text{ и } \{\upsilon_{j+\xi+1,\sigma}, \upsilon_{j+\xi+2,\sigma}, \dots, \upsilon_{n,\sigma}\} \in LCpt(I_{g+1}^\gamma), \end{cases}$

$$в) \nu_{j+i,\sigma} = \begin{cases} \nu_{j+i,\sigma}^{g,\gamma}, & \text{если } 1 \leq i \leq \xi \text{ и } \{\nu_{j+1,\sigma}, \nu_{j+2,\sigma}, \dots, \nu_{\xi,\sigma}\} \in LCpt(I_g^\gamma), \\ \nu_{j+i,\sigma}^{g-1,\gamma}, & \text{если } \xi + 1 \leq i \leq n \text{ и } \{\nu_{j+\xi+1,\sigma}, \nu_{j+\xi+2,\sigma}, \dots, \nu_{n,\sigma}\} \in LCpt(I_{g-1}^\gamma). \end{cases}$$

Однако, для правильной классификации произвольного изображения с большой вероятностью использование только девяти обобщенных структурно-лингвистических концептов недостаточно. Это связано, прежде всего, с тем, что количество структурных элементов $a_{i,j}^m$ в структуре высшего уровня общности при таком описании различно, а соответственно различно и количество структурно-лингвистических элементов $\nu_{j,\sigma}^{g,\gamma}$ в обобщенных концептах изображений. Это приводит к тому, что при сравнении элементов анализируемого концепта с элементами эталонного концепта возникает неопределенность, связанная с тем, что структурно-лингвистические элементы могут быть не верно сопоставлены друг другу.

Для устранения неопределенностей при сопоставлении элементов концептов контурных изображений необходимо дополнительно использовать внутренние базовые подструктуры 1-го уровня вложенности, ограниченные разнообразными структурными критическими точками и обладающие характерными признаками класса распознавания [5].

Выводы

1. В результате проведенного анализа построения структурно-лингвистических концептов контурных изображений объектов, полученных ИСЗ при различных отклонениях угла съемки от надира, определены правила взаимосвязи структурно-лингвистических элементов в концепте изображения.

2. Использование факторов закономерного развития структурно-лингвистических элементов

в концептах позволило ограничить необходимое для классификации количество проективных концептов.

3. Повышения качества распознавания контурных изображений с проективными искажениями можно достичь за счет дополнительного анализа элементов внутренних базовых подструктур контура изображения, ограниченных разнообразными структурными критическими точками.

Литература

1. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2004. – 928 с.
2. Космическая съемка Земли. Спутники оптической съемки Земли с высоким разрешением / Под ред. А.А. Кучейко. – М.: Радиотехника, 2001. – 135 с.
3. Гринев Д.В. Классификация и идентификация объектов с использованием структурно-лингвистического метода // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 11 (39). – С. 44-48.
4. Паржин Ю.В., Гринев Д.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. Паржин Ю.В., Гринев Д.В., Онищенко В.В. Декомпозиция структур контурных изображений с проективными искажениями // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2006. – Вип. 3 (52). – С. 11-122.

Поступила в редакцию 1.09.2006

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