

КЛАССИФИКАЦИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА

Д.В. Гринёв

(представил д.т.н., проф. В.А. Краснобаев)

Предлагается подход к процессу классификации и идентификации объектов в реальном масштабе времени, основанный на построении концепта класса распознавания двумерных контурных изображений данных объектов, позволяющий устранить влияние аффинных преобразований и деформационных искажений в структуре анализируемых изображений на результат распознавания.

Постановка проблемы и анализ литературы. В настоящее время все более широкое применение находит структурно-лингвистический подход к распознаванию контурных изображений объектов [1, 2]. Данный подход применяется для построения автоматических систем распознавания, однако одной из важных проблем, с которыми приходится сталкиваться при распознавании реальных контурных изображений, являются различные деформационные изменения в их структуре.

Целью данной статьи является рассмотрение подхода к процессу распознавания объектов на основе сравнения сформированных в процессе обучения структурно-лингвистических концептов классов распознаваемых изображений и концептов изображений объектов, построенных непосредственно в процессе распознавания. Структура концепта класса распознавания изображений строится в результате объединения множества структурных концептов отдельных изображений объектов, принадлежащих одному классу распознавания и инвариантна относительно аффинных преобразований и деформационных искажений структуры изображения распознаваемого объекта.

Для определения концепта S_{pt} класса распознавания необходимо перейти от структурного описания нормализованной структуры z'_i двумерного контурного изображения I_i [3, 4] к ее лингвистическому представлению. Так как в рассматриваемой структуре z'_i уже определена ось симметрии, то нет необходимости в дальнейшем анализировать всю

нормализованную структуру. Предлагается исключить из рассмотрения ту часть структуры z'_i , которая лежит между точками t_1^* и t_2^* при условии левого обхода контура (против часовой стрелки) (рис. 1). Если точку t_1^* взять за начальную точку $t_1 = t_1^*$ нормализованной структуры z'_i , и все последующие за ней критические точки и структурные элементы пронумеровать относительно индекса первой точки, то концепт Cpt класса распознавания будет представлять собой структуру z''_i :

$$\text{Cpt}(I_i) = z''_i = \langle A'^2_i, r, B \rangle,$$

где A'^2_i – множество структурных элементов $a'^2_{i,j}$ 2-го уровня общности [3, 4]

$$A'^2_i = \langle a'^2_{i,1}, a'^2_{i,2}, \dots, a'^2_{i,n} \rangle,$$

причем $a'^2_{i,j} = \{t_j, t_{j+1}\}$ и $a'^2_{i,1} = \{t_1^*, t_2\}$, $a'^2_{i,n} = \{t_n, t_2^*\}$; r – бинарные отношения в которых находятся элементы множества; B – аксиомы структуры, условиям которых удовлетворяют данные отношения.

Образованная структура будет определяться множеством структурных признаков, формирующих класс распознавания объектов. Данные признаки инвариантны относительно небольших проекционных искажений и деформационных изменений в структуре и имеют общие свойства. Так, если в образованной структуре z''_i последовательные элементы $a'^2_{i,j}$, $a'^2_{i,j+1}$, ..., $a'^2_{i,j+k}$ характеризуются развитием структуры в одном квадранте, то для построения лингвистического концепта необходимо объединить данные элементы структуры, обладающие общими свойствами. Таким образом, если

$$a'^2_{i,j} = \{t_j, t_{j+1}\} \rightarrow \bar{x}_\xi^\sigma, \quad a'^2_{i,j+1} = \{t_{j+1}, t_{j+2}\} \rightarrow \bar{x}_\xi^\sigma, \quad \dots, \quad a'^2_{i,j+k} = \{t_{j+k}, t_{j+k+1}\} \rightarrow \bar{x}_\xi^\sigma$$

$$\text{и } \sigma = \text{const},$$

где $\sigma = \{ \overline{18} \}$ – номер октанта направления ориентации структурного элемента; \bar{x}_ξ^σ – вектор направления развития структуры [3, 4], то образуется новый структурный элемент

$$a''^2_{i,\gamma} = \text{Cont}_\sigma(a'^2_{i,j}, a'^2_{i,j+1}, \dots, a'^2_{i,j+k}) = \{t_j, t_{j+k}\},$$

где Cont – функция непрерывности развития структуры z^1_i .

$$\text{Если для } a'^2_{i,j} = \{t_j, t_{j+1}\} \rightarrow \bar{x}_\xi^\sigma \quad \text{и} \quad a'^2_{i,j+1} = \{t_{j+1}, t_{j+2}\} \rightarrow \bar{x}_\xi^\sigma$$

$$\sigma \neq \text{const},$$

то

$$a''_{i,\gamma}{}^2 = a'_{i,j}{}^2.$$

Тогда структурный концепт примет вид:

$$\text{Cpt}(I_i) = z_i'' = \langle A''_i{}^2, r, B \rangle,$$

где $A''_i{}^2 = \langle a''_{i,1}{}^2, a''_{i,2}{}^2, \dots, a''_{i,k}{}^2 \rangle$.

Пример образования структурных элементов $a''_{i,j}{}^2$ представлен на

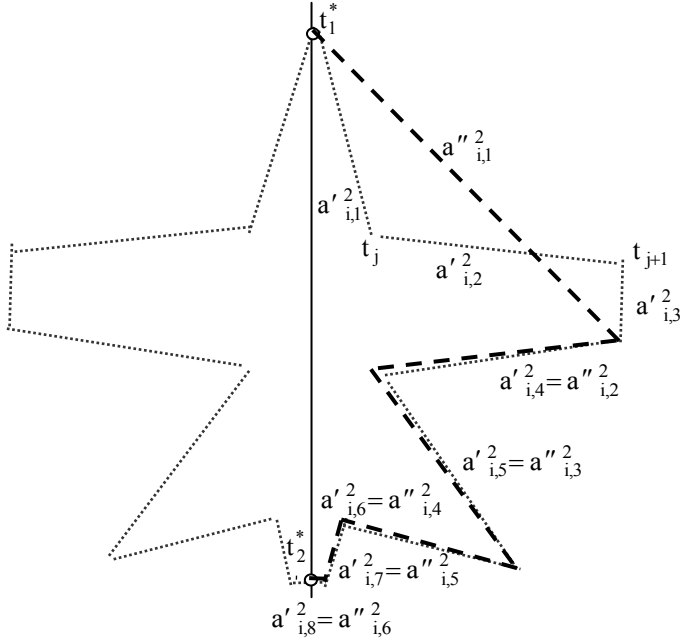


рис. 1.

После того как все последовательные структурные элементы $a'_{i,j}{}^2$ структуры z_i'' , имеющие общие свойства развития, будут объединены в структурные элементы $a''_{i,j}{}^2$, структурному концепту Cpt будет поставлено в соответствие его лингвистическое представление LCpt :

$$\text{Cpt}(I_i) = \langle A''_i{}^2, r, B \rangle \rightarrow \text{LCpt}(I_i) = \{v_{1,\sigma}, v_{2,\sigma}, \dots, v_{n,\sigma}\},$$

где $\text{LCpt}(I_i)$ представляет собой структурно-лингвистическое выражение (структуру языкового типа), состоящее из слов $v_{j,\sigma}$, каждое из кото-

рых поставлено в соответствие определенной подструктуре a_i^{m+1} концепта Cpt класса распознавания изображения I

$$(a''_{i,j} \xrightarrow{2} \bar{x}_\xi^\sigma \Leftrightarrow g_\gamma) \Rightarrow v_{j,\sigma},$$

где g_γ – γ -е направление ориентации структурного элемента $a''_{i,j}^2$.

Таким образом, LCpt представляется в виде конкатенации структурно-лингвистических элементов $v_{j,\sigma}$:

$$\text{LCpt}(I_i) = v_{1,\sigma} * v_{2,\sigma} * \dots * v_{n,\sigma},$$

где * – пропозициональные связи.

Так, для контура условного самолета, представленного на рис. 1, концепт LCpt класса изображений объектов будет иметь следующий вид:

$$\text{LCpt}(I) = v_{1,4} \wedge v_{2,6} \wedge v_{3,4} \wedge v_{4,8} \wedge v_{5,5} \wedge v_{6,7} \Rightarrow S_1,$$

где S_1 – семантический определитель лингвистического концепта. В данном случае S_1 – имеет семантическое значение «самолет».

В процессе обучения происходит коррекция $\text{LCpt}(I_i)$ в результате обобщения концептов распознанных изображений. Для контуров изображений самолетов обобщенный концепт класса изображений будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \text{LCpt}(I) = v_{1,4} \wedge d(v_{2,5}) \wedge (v_{3,6} \vee v_{3,7} \vee v_{3,8}) \wedge v_{4,4} \wedge (v_{5,6} \vee v_{5,7} \vee v_{5,8}) \wedge \\ \wedge d(v_{6,5}) \wedge d(v_{7,7}) \Rightarrow "S_1", \end{aligned}$$

где $d(v_{j,\sigma})$ – необязательный элемент, не влияющий на результат распознавания.

Для контуров изображений бронетехники, например танков, обобщенный концепт класса изображений будет иметь вид:

$$\begin{aligned} \text{LCpt}(I) = d(v_{1,3}) \wedge v_{2,5} \wedge (v_{3,2} \vee v_{3,3}) \wedge v_{4,5} \wedge v_{5,7} \wedge \\ \wedge d(v_{6,8} \vee v_{6,1}) \wedge d(v_{7,7}) \Rightarrow "S_2", \end{aligned}$$

где S_2 – имеет семантическое значение «танк».

Для контуров изображений грузовых автомобилей обобщенный концепт класса изображений будет иметь вид:

$$\text{LCpt}(I) = v_{1,3} \wedge v_{2,5} \wedge v_{3,7} \Rightarrow "S_3",$$

где S_3 – имеет семантическое значение «грузовой автомобиль».

Для контуров изображений кораблей обобщенный концепт класса изображений будет иметь вид:

Рис.
Пример
постро-
ения

$$LCpt(I) = v_{1,4} \wedge v_{2,5} \wedge (v_{3,6} \vee v_{3,7}) \Rightarrow "S_4",$$

$v_{1,4}$ – имеет семантическое значение «корабль».

Z' i

После определения концепта класса распознавания объекта осуществляется процесс его идентификации. Идентификация объекта происходит в результате вычисления отношений инвариантов $\text{Inv}_{\Xi}(a'_{i,j}{}^2)$ 2-го уровня общности к отрезку $L = \{t_1^*, t_2^*\}$ и сопоставления их с соответствующими отношениями $\text{Inv}_{\Xi}(a'_{i,j}{}^2)/L$, которые являются эталонными для определенного типа объекта, а также сопоставления инвариантов $\text{Inv}_{\Xi}(a'_{i,j}{}^3)$ 3-го уровня общности с соответствующими эталонными значениями, полученными в процессе обучения системы распознавания [3].

Таким образом, идентификация осуществляется на основе структурных признаков, инвариантных к аффинным преобразованиям и деформационным изменениям в структуре контурного изображения.

Выводы. Предложенный структурно-лингвистический метод распознавания двумерных контурных изображений, основанный на построении структурно-лингвистических концептов распознавания, отличается от известных методов тем, что в результате распознавания происходит не только классификация объектов, но и их идентификация в режиме реального времени, а также устраняется влияние как аффинных, так и структурных преобразований распознаваемого изображения на результат распознавания.

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., Гринёв Д.В. Определение критических точек в структуре контурных изображений для построения концепта распознавания // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 10. – С. 142 – 149.
4. Паржин Ю.В., Ковальчук В.С., Гринёв Д.В. Структурное распознавание изображений в реальном времени // Збірник наукових праць. – К.: ИПМС. – 2004. – Вып. 25. – С. 143 – 147.

Поступила 5.10.2004

ГРИНЁВ Денис Валерьевич, научный сотрудник НИО ИВЦ ХУ ВС. В 1996 году окончил ХВУ. Область научных интересов – методы обработки и передачи информации.