

УДК 621.34

И.В. Рубан, О.В. Шитова, С.В. Осиевский

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков***МОДЕЛЬ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОИСКА ОБЪЕКТОВ И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*В статье предложены подходы к построению систем обработки изображений на основе моделей, учитывающих особенности систем дистанционного зондирования. Предложенные модели описывают процесс целенаправленного поиска и обработки изображений. Анализ результатов показывает, что использование подходов к объектному представлению изображений позволяет сократить время оценки и анализа обстановки, что при применении информационной технологии целенаправленного поиска объектов и обработки изображений сокращает время обработки и представления изображений в целом.*

**Ключевые слова:** обработка изображения, модель обработки изображений.

**Постановка проблемы**

Задачи комплексной обработки и представления изображений в системах воздушного мониторинга в настоящее время не имеют решений, которые бы нашли эффективное применение в практических реализациях [1]. Они часто носят эмпирический, узкоспециальный характер. Анализ отечественных и зарубежных источников показал, что исследования в этом направлении ограничены и не отражают в полной мере особенности взаимодействующих процессов принятия решений и систем сжатия изображений [2]. Математические модели, методы обработки изображений, представляя относительно сложные процессы, не позволяют в явном виде учитывать системность процесса обработки и представления изображений в системах воздушного мониторинга.

До настоящего время подходы к обработке изображений рассматривались по отдельности, как методы сокращения объема данных, требуемого для представления изображения, однако, при построении реальных систем обработки изображений целесообразно их использовать совместно.

В связи с этим возникает актуальная необходимость создания комплексного системного подхода к решению задач целенаправленного поиска объектов и обработки изображений в системах воздушного мониторинга, как единой проблемы.

Использование аппарата теории графов имеет большую привлекательность для построения эффективных алгоритмов обработки изображений и анализа их сложности.

**Задача данной статьи** состоит в том, чтобы описать процесс обработки изображений и построить модель целенаправленного поиска и обработки изображений.

**Основная часть**

Представим решения задачи обработки изображения  $W$ , как последовательность некоторых процедур  $V_1, \dots, V_n$  (выполняемых соответствующими техническими устройствами и человеком-оператором); для каждой процедуры  $V_k$ , известно, или может быть достаточно точно оценено время ее выполнения  $t(V_k)$ .

В процессе оценки обстановки в случае недостаточного качества изображения формируется управляющее воздействие  $F_z$  уточнения области объекта в большем масштабе. На рис. 1 представлена обобщенная модель обработки изображений в процессе мониторинга. Как видно из модели, основная задача системы обработки изображений это обеспечение высокого качества представления изображений в условиях ограничения на объем данных [3].

В табл. 1 представлен порядок выполнения процедур по обработке изображений. Задача регистрации  $V_r$  определяется множеством методов регистрации изображений  $G_r$ , выбираемых в зависимости от характеристик изображений  $A_i$ . В процессе подготовки системы регистрации задача настройки  $Q_r$  заключается в формировании функции настройки  $H_r$  на основе требуемых параметров изображения  $A_i$  и условий регистрации  $\psi$ .

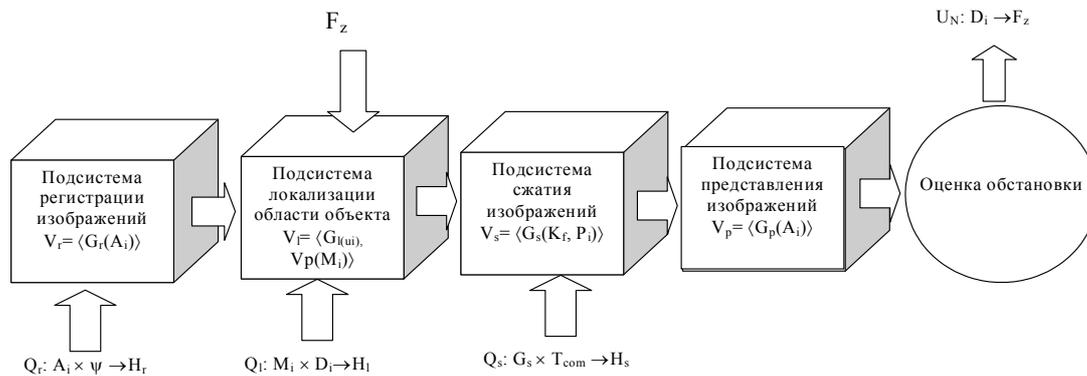


Рис. 1. Обобщенная модель обработки изображений

Таблица 1

Порядок выполнения работ по обработке изображений

n	Наименование работы	Предшествующие работы	Время выполнения $t(v_k)$
1	Регистрация изображения ( $V_1$ )	1(s)	$T(V_1)$
2	Запись изображения ( $V_2$ )	2( $V_1$ )	$T(V_2)$
3	Запись изображения ( $V_3$ )	2( $V_1$ )	$T(V_3)$
4	Обработка изображения (локализация) ( $V_4$ )	3( $V_2$ )	$T(V_4)$
5	Обработка изображения (сжатие) ( $V_5$ )	5( $V_4$ )	$T(V_5)$
6	Обработка изображения (сжатие) ( $V_6$ )	4( $V_3$ )	$T(V_6)$
7	Запись в буферную память ( $V_7$ )	6, 7( $V_5$ ), ( $V_6$ )	$T(V_7)$
8	Передача информации в канал связи ( $V_8$ )	8( $V_7$ )	$T(V_8)$

Задача локализации области  $V_1$  определяется множеством методов локализации изображений  $G_l$  выбираемых в зависимости от характеристик модели изображений  $M_i$  [4]. В процессе подготовки системы локализации задача настройки  $Q_l$  заключается в формировании функции настройки  $H_l$  на основе модели изображений и требований к качеству изображения  $D_i$ .

Задача локализации области включает задачу целенаправленного поиска объекта, область которого необходимо локализовать. Задача целенаправленного поиска  $V_p$  определяется множеством методов поиска, выбираемых в зависимости от целей, поставленных перед процессом обработки изображений. Процесс поиска ограничивается множеством условий поиска и множеством значений параметров поиска.

Процесс целенаправленного поиска состоит из этапов: задание параметров искомого объекта, поиск, обнаружение, идентификация найденного объекта, уточнение параметров.

Задача сжатия  $V_s$  определяется множеством методов сжатия изображений  $G_s$  выбираемых в зависимости от параметров обработки  $K_f, P_i$ . В процессе подготовки системы сжатия задача настройки  $Q_s$  заключается в формировании функции настройки  $H_s$  на основе выбора метода сжатия изображения  $A_i$  и характеристик системы передачи данных  $T_{com}$ .

Всю задачу  $W$  теперь удобно представить в виде сети  $G=(V,E,c)$ . Ориентированный взвешенный граф  $G=(V,E,c)$  называется *сетью*. Сеть может быть представлена матрицей весов дуг, массивами смежностей СЛЕД или ПРЕДШ, или списками СЛЕД[v] или ПРЕДШ[v]. При этом записи в списках смежности состоят из трех компонент: поля имени узла, поля веса соответствующей дуги и поля ссылки на следующую запись, где сеть  $G=(V,E,c)$  определим по правилам:

1.  $V = W$ , т.е. узлы объявим процедурами;
2.  $E = \{(v,w) : v \in \text{ПРЕДШ}(w)\}$ , то есть отношение предшествования задает дуги в сети;
3.  $c(v,w) = t(w)$ .

Исходя из этого, порядок выполнения процедур по обработке изображений описывается графом состояний, представленным на рис. 2.

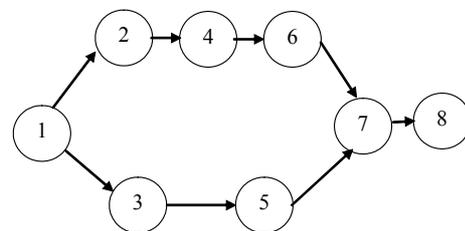


Рис. 2. Граф состояний обработки изображений

Тогда суммарное время обработки изображений можно записать

$$T(W) = \max \{ T(V_1) + T(V_2) + T(V_4) + T(V_5) + T(V_7) + T(V_8), (T(V_1) + T(V_3) + T(V_6)) \}.$$

Исходя из предложенной модели, критически важными работами являются работы  $V_4, V_5$ . Это определяется тем, что в процесс регистрации и сжатия изображений добавляется дополнительная процедура локализации. Исходя из этого, для оценки эффективности предлагаемой информационной технологии по времени будем использовать показатель представленный выражением:

$$T_{обр} = \min \{ (T(V_4) + T(V_5)), (T(V_6)) \}.$$

При реализации процесса целенаправленного поиска и обработки изображений порядок выполнения процедур представлен в табл. 2.

Порядок выполнения работ целенаправленного поиска и обработки изображений

n	Наименование работы	Предшествующие работы	Время выполнения $t(v_k)$
1	Обнаружение объектов ( $V_1$ )	1(s)	$T(V_1)$
2	Идентификация объектов ( $V_2$ )	2( $V_1$ )	$T(V_2)$
3	Уточнение параметров ( $V_3$ )	3( $V_2$ )	$T(V_3)$
4	Чтение изображения ( $V_4$ )	4( $V_3$ )	$T(V_4)$
5	Обработка изображения (локализация) ( $V_5$ )	5( $V_4$ )	$T(V_5)$
6	Обработка изображения (сжатие) ( $V_6$ )	6( $V_5$ )	$T(V_6)$
7	Обработка изображения (сжатие) ( $V_7$ )	5( $V_4$ )	$T(V_7)$
8	Запись в буферную память ( $V_8$ )	7,8( $V_6, V_7$ )	$T(V_8)$
9	Передача информации в канал связи ( $V_9$ )	9( $V_8$ )	$T(V_9)$
10	Восстановление изображения ( $V_{10}$ )	10( $V_9$ )	$T(V_{10})$

При этом, так как процесс чтения изображения из памяти можно организовать параллельно и в процессе мониторинга необходимо уточнение информации, в данном графе определена процедура по чтению изображения. Тогда граф состояний будет выглядеть следующим образом (рис. 3).

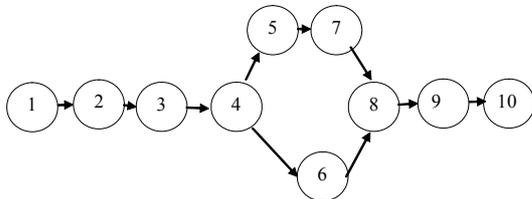


Рис. 3. Граф состояний целенаправленного поиска объектов и обработки изображений

Процесс оценки обстановки является наиболее важным в том смысле, что если мы будем представлять изображения объектов с потерей качества, то время целенаправленного поиска и обработки изображений возрастает на количество итераций уточнения информации. Целевым назначением создания информационной технологии целенаправленного поиска и обработки объектов является представление качественных изображений объектов, что значительно влияет на сокращение времени оценки обстановки  $T(V_1), T(V_2)$ .

## Выводы

Предложенные модели описывают процесс целенаправленного поиска и обработки изображений. Анализ результатов показывает, что использование подходов к объектному представлению изображений позволяет сократить время оценки и анализа обстановки, что при применении информационной технологии целенаправленного поиска объектов и обработки изображений сокращает время обработки и представления изображений в целом.

## Список литературы

1. Основы геофизических методов разведки / М.И. Толстой и др. – К.: Вища школа, 1985. – 230 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Рубан И.В. Методология объектно-ориентированного подхода к сжатию изображений // Системи управління навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НІУ, 2007. – Вип. 3. – С. 112-115.
4. Рубан И.В., Смеляков К.С., Осиевский С.В. Выделение малоразмерных изображений объектов нерегулярного вида // Вестник НТУ ХПИ. Вып. «Информатика и моделирование». – 2006. – № 23. – С. 125-130.

Поступила в редколлегию 10.07.2008

**Рецензент:** д-р физ.-мат. наук, проф. С.В. Смеляков, Харьковский университет Воздушных Сил, им. И. Кожедуба, Харьков.

## МОДЕЛЬ ЦІЛЕСПРЯМОВАНОГО ПОШУКУ ОБ'ЄКТІВ І ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

І.В. Рубан, О.В. Шитова, С.В. Осієвський

*У статті запропоновані підходи до побудови систем обробки зображень на основі моделей, що враховують особливості систем дистанційного зондування. Запропоновані моделі описують процес цілеспрямованого пошуку і обробки зображень. Аналіз результатів показує, що використання підходів до об'єктного представлення зображень дозволяє скоротити час оцінки і аналізу обстановки, що при застосуванні інформаційної технології цілеспрямованого пошуку об'єктів і обробки зображень скорочує час обробки і представлення зображень в цілому.*

**Ключові слова:** обробка зображення, модель обробки зображень.

## MODEL OF GOAL SEEKING FOR OBJECTS AND PROCESSING OF IMAGES

I. V. Ruban, O. V. Shitova, S. V. Osievskiy

*In the article offered approach to the construction of the systems of processing of images on the basis of models, taking into account the features of the systems of the remote sensing. The offered models describe the process of purposeful search and processing of images. The analysis of results shows that taking approach to objective presentation of images allows to shorten time of estimation and analysis of situation, that at application of information technology of purposeful search of objects and processing of images abbreviates time of treatment and presentation of images on the whole.*

**Keywords:** image processing, model of processing of images.