

#### Список литературы

1. Грачёв О.В. Пожидаев В.Ф. Вид весомой функции распределения плотности и зольности угля по фракциям // Наукові- підприємствам і установам регіону: Зб.наук.праць СНУ ім. В.Даля.-Луганськ,2002.-Ч.2 – С.35.
2. Пожидаев В.Ф.,П.И. Пилов, Полулях А.Д.,Шандар С.В. Аналитическое описание распределения угля по фракциям // Збагачення корисних копалин. Дніпропетровськ: НГА Україна . 2000г.
3. Меллер Э.Ф. Теория исследования каменных углей на обогатимость Харьков: ОНТИ, 1935.-114с.

## ОБЪЕКТИВНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ СТРУКТУР ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Е.Л. Сергеева

(Украина, Днепропетровск, ГВУЗ «Национальный горный университет»)

Характерной особенностью промышленных ландшафтов является наличие антропогенных форм рельефа – карьеров, шламо- и хвостохранилищ, промышленных отстойников, породных отвалов – элементов ландшафтов. Одна из задач долгосрочного мониторинга территорий промышленных регионов по данным разновременных мультиспектральных космических съемок состоит в выявлении устойчивых пространственно-временных структур (ПВС) элементов ландшафтов. Информация о наличии и расположении ПВС необходима для решения задачи классификации – т.е. отнесения соответствующих элементов ландшафтов к категориям техногенной опасности и оценки степени их воздействия на окружающую природную среду прилегающих территорий [1]. Методика объективной кластеризации позволяет получить наилучшее решение данной задачи с точки зрения внутреннего и внешнего критериев качества кластеризации.

### Формирование пространственно-временных структур

Пусть  $F = \{F(t_1), F(t_2), \dots, F(t_m)\}$  – множество мультиспектральных космических изображений, содержащее в каждый времени  $t_m$  ( $m=1, \dots, M$  – номер момента времени) множество  $Q = \{Q^{(1)}, Q^{(2)}, \dots, Q^{(n)}\}$  объектов – фрагментов изображений, соответствующих элементам ландшафтов ( $n$  – количество объектов). Для формирования ПВС применяются процедуры кластеризации к каждому элементу множества  $Q$ . Исходными данными для кластеризации пикселей объекта  $Q^{(i)}$  ( $i=1, \dots, n$ ) является блочная матрица

$$(G, X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_m)),$$

где  $G$  – матрица размером  $r_i \times 2$  координат пикселей в пространстве изображения ( $r_i$  – количество пикселей  $i$ -го объекта,  $i=1, \dots, n$ );  $X(t_m) = (X_1(t_m), X_2(t_m), \dots, X_{r_i}(t_m))$  – матрица типа “объект-свойство”,  $m=1, \dots, M$ .

Кластеризация  $K(t_m)$  пикселей объекта  $Q^{(i)}$  ( $i=1, \dots, n$ ) в момент времени  $t=t_m$  представляется как:

$$K(t_m) = \{K_1(t_m), K_2(t_m), \dots, K_k(t_m)\},$$

где  $k$  – количество кластеров;  $K_i(t_m)$  - номер кластера,  $\sum_{i=1}^k K_i(t_m) = X(t_m)$  ( $i=1, \dots, k$ ).

В результате каждому пикселю объекта  $Q^{(i)}$  сопоставляется номер кластера, к которому он принадлежит в момент времени  $t_m$ .

Формирование ПВС объектов множества изображений  $F$  основано на предположении о сходстве результатов кластеризации для последовательных моментов времени (преемственность кластеризаций) [2].

Преемственность кластеризаций учитывается посредством построения матрицы  $A(t_m, t_{m+1})$ , каждый элемент  $a_{ij}(t_m, t_{m+1})$  которой определяет количество пикселей, одновременно входящих в кластер  $K_i(t_m)$  и  $K_j(t_{m+1})$ ,  $i, j=1, \dots, k$ .

Результатом кластеризации является множество

$$Y = (Y^{(1)}, Y^{(2)}, \dots, Y^{(n)}),$$

где  $Y^{(i)}$  ( $i=1, \dots, n$ ) – множество ПВС  $i$ -го объекта,  $Y^{(i)} = \{y_1^{(i)}, y_2^{(i)}, \dots, y_{l_i}^{(i)}\}$  ( $l_i$  – количество ПВС  $i$ -го объекта).

В качестве базовой пространственно-временной структуры (БПВС)  $i$ -го объекта  $y_j^0$  ( $j=1, \dots, l_i$ ) принимается ПВС, содержащая наибольшее число пикселей в сравнении с прочими ПВС  $i$ -го объекта. Множество БПВС

$\overset{0}{Y} = \left\{ y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(n)} \right\}$  подается на вход процедуры объективной кластеризации

для определения их классовой принадлежности, а также интерпретации соответствующих им элементов ландшафтов в терминах объектов и явлений исследуемой предметной области.

### **Объективная кластеризация**

Группировка в кластеры пространственно-временных структур производится на основе модифицированной методики объективной кластеризации, базирующейся на итеративном принципе формирования кластеров в соответствии с различными мерами сходства между объектами, а также внутренними и внешними критериями качества кластеризации [3].

Для обоснования достоверности разбиения множества  $\overset{0}{Y}$  на однородные кластеры по совокупности характеристик БПВС вводится внешний критерий, основанный на разбиении множества  $\overset{0}{Y}$  на  $L$  непересекающихся равномоощных подмножеств:

$$\overset{0}{Y} = \left[ Y^{(1)} \mid Y^{(2)} \mid \dots \mid Y^{(L)} \right]$$

Пусть для множества  $\overset{0}{Y}$  получено множество кластеризаций  $K = \{K^{(1)}, K^{(2)}, \dots, K^{(L)}\}$ . Кластеризация  $K = K^{(0)}$  является объективной в случае наибольшего числа совпадений кластеризаций, выполненных для равномоощных подмножеств, что соответствует минимуму критерия  $J(K)$ :

$$K^{(0)} = \arg \min (J(K)),$$

где  $J(K)$  – мера сходства между кластеризациями, составляющими множество  $K$ :

$$J(K) = \frac{\frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \left( \sum_{j=1}^{k_i} |K_j^{(i)}|^2 \right) - \frac{1}{C_L^2} \sum_{i_1=1}^{L-1} \sum_{i_2=i_1+1}^L \left( \sum_{j_1=1}^{k_{i_1}} \sum_{j_2=1}^{k_{i_2}} |K_{j_1}^{(i_1)} \cap K_{j_2}^{(i_2)}|^2 \right)}{\frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \left( \sum_{j=1}^{k_i} |K_j^{(i)}|^2 \right)},$$

где  $k_i$  – количество кластеров в  $i$ -й кластеризации,  $i=1, \dots, L$ ;  $|K_j^{(i)}|$  – количество элементов  $j$ -го кластера в  $i$ -й кластеризации,  $j=1, \dots, k_i$ ;  $C_L^2$  – число сочетаний из  $L$  элементов множества  $K$  по 2. При  $J(K)=0$  кластеризации множества  $K$  полностью совпадают, при  $J(K)=1$  кластеризации полностью различны.

#### Список литературы

1. Смирный М.Ф., Зубова Л.Г., Зубов А.Р. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса: Монография. – М.: Изд-во ВНУ им. В. Даля. – 2006. – 232 с.
2. Сарычева Л.В. Пространственно-временной подход в задачах кластеризации // Искусственный интеллект. – 2006. – № 3. – С. 644-653.
3. Сарычева Л.В. Компьютерный эколого-социально-экономический мониторинг регионов. Математическое обеспечение. – Днепропетровск: НГУ. – 2003. – 222 с.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КРУГЛЫХ ПЛАСТИН, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ОДНОРОДНЫХ И НЕОДНОРОДНЫХ ОСНОВАНИЯХ, С ПОМОЩЬЮ ПАКЕТА МАТЛАВ**

Е.В. Запорожец, В.Б. Запорожец, С.Н. Горлач

(Украина, Днепропетровск, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»)

Изгиб жестких круглых пластин постоянной, а также переменной толщины, при различных случаях симметричного опирания и нагружения изучен довольно подробно [1-3 и др.]. В меньшей мере изучено поведение таких пластин, расположенных на различных упругих основаниях [2 - 7 и др.]; в этих работах основное внимание уделено изгибу бетонных или железобетонных круглых плит (пластин) постоянной толщины, свободно лежащих на однородных основаниях. Даже для случаев линейных задач, когда для описания изгиба пластин применима линейная теория, практически отсутствуют справочные сведения, позволяющие рассчитать пластины (плиты) постоянной и переменной толщины, расположенные на основании с различными неоднородностями и нагруженные сложными нагрузками. Одним из методов, который может быть эффективно использован при расчете таких пластин, является метод конечных элементов (МКЭ).

Существует много отечественных и зарубежных программных продуктов, реализующих МКЭ. Из зарубежных одними из наиболее популярных являются