

УДК 004.932:57.087.3
АЛГОРИТМЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И СЕЛЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
БИОЛОГИЧЕСКИХ КЛЕТОК

В. М. АРТЕМЬЕВ, А. О. НАУМОВ, Л. Л. КОХАН
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Новое поколение микроскопов обладает повышенной разрешающей способностью и возможностью регистрации видеоизображений процессов в реальном масштабе времени. В целях реализации возможностей таких устройств требуется разработка их информационного обеспечения в виде пакета программ для автоматической обработки получаемых данных.

Особенно актуальна эта задача в биологии при изучении поведения ансамблей клеток с контролем их параметров и измерением траекторий движения. Обработка изображений движущихся биологических клеток состоит из этапов фильтрации, обнаружения, кластеризации, селекции кластеров, соответствующих биологическим клеткам, а также построения траекторий движения клеток. Первые два этапа обработки в данной работе не рассматриваются и заключаются в локальном обнаружении отдельных элементов изображения [1, 2]. Задача исследования состояла в рассмотрении методики внутрикадровой кластеризации и селекции изображений объектов применительно к изображениям биологических клеток с выходов оптических микроскопов высокого разрешения. В основу методики положены пороговые критерии сегментации и предложены способы выбора уровней порогов.

Для построения кластеров предлагается использовать признаки на основе расстояний между элементами изображения и различий в их яркостях. В качестве таких признаков используются сумма модулей разности координат и модуль разности яркостей элементов изображения. Поскольку расстояния между элементами бинарного изображения объекта, как правило, значительно меньше расстояний между самими объектами, то на этом различии и основана кластеризация по расстоянию. Кластеризация по признаку модуля разности яркостей основана на учете близости яркостей элементов на изображении одного и того же объекта. Центральным моментом в использовании пороговых критериев кластеризации является способ выбора уровней порогов. Предложена процедура выбора уровня порога на основе данных лишь текущего кадра. Она базируется на анализе гистограммы распределения кратчайших расстояний.

После образования кластеров следует выделить те из них, которые соответствуют изображениям биологических клеток. Эта операция называется селекцией и осуществляется на основе признаков, характерных для изображений клеток, однако, они эффективны только при достаточно

большом числе элементов. Поэтому на первом шаге селекции определяется число элементов в кластерах, а затем малоразмерные изображения группируются в отдельный блок. Они могут соответствовать как изображениям слабоконтрастных клеток, так и изображениям помех, в том числе выбросам шумов. Затем, на основе собственных моментных характеристик, определяются признаки оставшихся кластеров и соответствующие им критерии селекции. В настоящей работе рассматриваются следующие признаки: удлинение; эксцесс; среднее расстояние между элементами кластера и соответствующие им критерии. Для осуществления селекции по найденным признакам, используя тестовые изображения, определяются уровни соответствующих порогов.

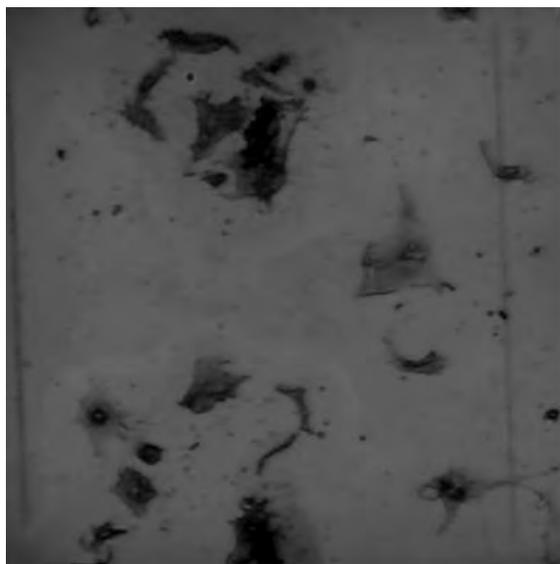


Рис. 1. Изображение популяции биологических клеток



Рис. 2. Результаты кластеризации

Работоспособность методики продемонстрирована на примере обработки реального изображения популяции клеток (рис. 1), полученного с помощью оптического микроскопа. Размер изображения – 1x1 мм. На рис. 2 показаны некоторые кластеры, полученные после этапов кластеризации и селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Артемьев, В. М.** Обнаружение точечных объектов на изображениях в условиях неопределенности / В. М. Артемьев, А. О. Наумов, Л. Л. Кохан // Информатика. – 2010. – № 2. – С. 15–24.

2. **Артемьев, В. М.** Обнаружение объектов конечных размеров на изображениях в условиях неопределенности / В. М. Артемьев, А. О. Наумов, Л. Л. Кохан // Информатика. – 2010. – № 4. – С. 5–14.