

**2018-2019, международный научно-технический проект ГКНТ № Ф18ПЛШГ-008 «Методы и алгоритмы нечеткой классификации в задачах обработки мультиспектральных изображений дистанционного зондирования земли для мониторинга стихийных бедствий» (н. рук. Дудкин А.А., отв. исп. Ганченко В.В.).**

Зарубежные партнеры:

Промышленный институт сельскохозяйственных машин (ПИМР), ул. Старолеска, 31. Познань, Польша, 60-963, tel. +48(61)8712222, fax. +48(61)8793262, [office@pimr.poznan.pl](mailto:office@pimr.poznan.pl), координатор Павловски Тадеуш, директор, Pawlowski Tadeusz, Director, Industrial Institute of Agricultural Engineering (PIMR), 60-963 Poznan, ul. Starolecka 31, Poland.

Институт системных исследований Польской академии наук (ИСИ РАН), ул. Невельска, 6, 01-447, Варшава, Польша, Tel.: + 48 22 3810 213; Fax: +48 22 3810 105, [owsinski@ibspan.waw.pl](mailto:owsinski@ibspan.waw.pl),

координатор Овсиньски Ян В., заместитель директора по науке, Owsinski Jan W., deputy director for research, Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk (Systems Research Institute, Polish Academy of Sciences, SRI PAS), Newelska 6, 01-447 Warszawa, Poland

Разработана методология построения функций принадлежности нечетких множеств, соответствующих консеквентам продукционных правил механизма нечеткого вывода типа Мамдани, строящегося на основе результатов обработки обучающей выборки эвристическим алгоритмом возможностной кластеризации для распознавания объектов на изображениях полей сельскохозяйственной растительности. В качестве признаков пространства используются: цвет, яркости мультиспектральных каналов, индекс листовой поверхности, усовершенствованный вегетационный индекс, нормализованный относительный индекс биомассы, локальные текстурные признаки. Методология отличается простотой и содержательной осмысленностью количественной оценки результатов классификации, а также позволяет сократить число нечетких продукций, формирующих базу правил системы нечеткого вывода, в сравнении с традиционным методом проектирования систем нечеткого вывода.

Разработана методика распознавания объектов на аэрофотоснимках сельскохозяйственной растительности для мониторинга заболеваний. Данная методика включает отбор наиболее информативных признаков и свойств классифицируемых объектов на основе интервально-значного представления исходных данных об объектах, построения дескрипторов объектов на основе нечеткой логики, кластеризации одним из алгоритмов нечеткой и возможностной кластеризации и построения системы нечеткого вывода типа Мамдани, применение системы вывода для классификации пикселей, извлекаемых из входных изображений. При этом собственно распознавание объектов на аэрофотоснимках сельскохозяйственной растительности производится в системе нечеткого вывода. При мониторинге заболеваний растительности на основе данной методики генерируется последовательность систем вывода, соответствующая изменению состояния растительности.

Разработаны экспериментальные программные средства распознавания объектов на аэрофотоснимках сельскохозяйственной растительности, которое состоит из модулей взаимодействия с пользователем, предобработки, постобработки, распознавания, обработки и базы данных MongoDB. Программные средства реализованы на языке Python. Для визуализации используются встроенные средства библиотеки OpenCV. Разработанное программное обеспечение предназначено для организации экспериментальной проверки предложенных алгоритмов распознавания объектов, а архитектурные решения позволяют без изменений программного кода подключать модули предобработки изображений, анализа и постобработки, что дает возможность гибкой настройки порядка выполнения

действий модулями. Разработаны экспериментальные программные средства распознавания объектов на аэрофотоснимках сельскохозяйственной растительности, с использованием сверточных нейронных сетей, построенных на базе четырехклассовых нейросетевых моделей SegNet и U-Net. Представленные программные средства позволили выполнить сегментацию аэрофотоснимков со средней точностью 92-93 %. Результаты работы могут найти практическое использование в системах обработки данных дистанционного зондирования Земли для решения задач точного земледелия, устойчивого лесопользования и мониторинга состояния растительных покровов.



а)



б)



в)



г)

Пример результата сегментации участка растительности