

УДК 004.85

doi:10.18720/SPBPU/2/id23-105

*Подмарькова Виктория Александровна*¹,
специалист;

*Петряева Александра Андреевна*²,
специалист

**МЕТОДИКА РУЧНОЙ РАЗМЕТКИ СПУТНИКОВЫХ
СНИМКОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
С КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА АИСТ-2Д**

¹ Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» Центра НТИ СПбПУ,

¹ vicktoria.podmarkova@spbpu.com, ² alexandra.petryaeva@spbpu.com

Аннотация. Целью работы является разработка методики разметки изображений земной поверхности, полученных с космического аппарата Аист-2Д. В данной работе применены предложенные авторами статьи алгоритмы классической

ручной сегментации изображений, а также вручную размечены обучающие и тестовые изображения для последующего анализа и применения в области глубоких свёрточных нейронных сетей на классе «водное пространство», включающего в себя такие объекты как «реки» и «водоёмы». Для этого использовался многофункциональный графический редактор Adobe Photoshop, в котором имеются различные инструменты быстрого выделения объектов, такие как «Волшебная палочка», «Выделение объектов» и «Быстрое выделение». Исследование подтвердило качество и точность найденных сегментов, а также прошло последующую обработку в ходе обучения глубокой свёрточной нейронной сети.

Ключевые слова: разметка, экологический мониторинг, космические снимки, датасет, обработка изображений.

*Victoria A. Podmarkova*¹,
Specialist;
*Alexandra A. Petryaeva*²,
Specialist

THE TECHNIQUE OF MANUAL MARKING OF SATELLITE IMAGES OF THE EARTH'S SURFACE FROM THE AIST-2D SPACECRAFT

^{1,2}Laboratory of Industrial Systems for Streaming Data Processing of
the SPbPU National Technology Initiative Center for Advanced
Manufacturing Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic
University, St. Petersburg, Russia,

¹vicktoria.podmarkova@spbpu.com, ²alexandra.petryaeva@spbpu.com

Abstract. The aim of the work is to develop a methodology for marking images of the Earth's surface obtained from the Aist-2D spacecraft. In this work, the algorithms of classical manual image segmentation proposed by the authors of the article are applied, as well as training and test images are manually marked up for subsequent analysis and application in the field of deep convolutional neural networks in the class "water space", which includes such objects as "rivers" and "reservoirs". To do this, a multifunctional Adobe Photoshop graphic editor was used, which has various tools for quickly selecting objects, such as "Magic Wand", "Object Selection" and "Quick Selection". The study confirmed the quality and accuracy of the found segments, and also underwent subsequent processing during the training of a deep convolutional neural network.

Keywords: markup, environmental monitoring, satellite images, dataset, image processing.

Введение

В современном мире важнейшей областью наблюдения и управления является экологический мониторинг объектов, а именно обеспечение приёма и последующей обработки изображений Земли из космоса при помощи космических аппаратов. Для актуализации мониторинга за локальными и глобальными проблемами используются не только актуальные снимки, но и многолетние архивы, включая снимки высокого и низкого разрешения. Снимки высокого разрешения позволяют отследить

локальные проблемы — например, зоны вырубки лесов вблизи населённых пунктов, а низкого — для большего охвата территории, например, чтобы посмотреть охваченные территории при пожарах и наводнениях. Спутниковые снимки могут быть выполнены как в видимой части спектра, так и в ультрафиолетовой, инфракрасной и других частях диапазона. При наложении снимков разного спектра можно увидеть различные детали объектов на наблюдаемых территориях. Благодаря спутниковым изображениям можно получить данные о погоде, наводнениях, пожарах и осадках, проследить движение ледников и айсбергов и многих других явлениях антропогенного и природного характера. Сравнивая снимки разных лет, можно видеть, как меняются городские территории, строятся новые промышленные предприятия и дороги, меняются русла рек и образуются новые острова.

Для построения методики разметки космических снимков важно учитывать особенности конкретного региона, его погодные условия, а также применять программные продукты (Adobe Photoshop) [1], позволяющие попиксельно выделять определенные классы объектов, чему и посвящено данное исследование. В данном графическом редакторе представлены особые инструменты для выделения, облегчающие поставленную задачу: «Волшебная палочка», «Выделение объектов» и «Быстрое выделение».

1. Постановка задачи

1.1. Описание предметной области

Существующие космические технологии космического мониторинга в принципе позволяют решать сформулированные задачи, однако требуют тщательного анализа и адаптации к конкретным задачам с учётом многочисленных природно-промышленных факторов: климатических условий, природных и техногенных факторов [2]. С использованием технологий обработки космических изображений можно выполнить анализ последствий наводнений, изучить уровни подъёма вод и их разлив, посчитать расстояние до населённых пунктов, оценить динамику распространения воды и рассчитать затопленные площади. Отдельной важной задачей стоит наблюдение за загрязнением водных объектов, в том числе проведение мониторинга разлива нефтепродуктов и подсчёт площади загрязнения акватории.

В статье представлена методика ручной разметки снимков, основанная на данных с космического аппарата Аист-2Д для последующей сегментации и классификации методом глубоких нейронных свёрточных сетей.

1.2. Определение проблемы

Рассматривая сферу дешифрования космических изображений, необходимо упомянуть о процессе сегментации изображений. Алгоритмы семантической сегментации, построенной на автоматизации, позволяют ускорить процесс обработки данных с космических аппаратов, но для обучения подобной модели используются попиксельно размеченные вручную изображения. Семантическая сегментация — процесс, который включает в себя разделение снимка на отдельные группы пикселей, которые соответствуют одному классу объектов [3].

Данная методология представлена в виде обработки изображений с помощью графического редактора Adobe Photoshop, таким образом, чтобы в конечном итоге снимки из себя представляли изображение, где классифицируемые объекты — это белые элементы, а всё остальное — чёрный фон. Такой формат даёт сразу обработанный материал для обучения нейронной сети, пропуская этапы попиксельного выделения в других программах, с последующей выгрузкой и обработкой изображений [4].

2. Предложенное решение

При подготовке данных для обучения нейронной сети пришлось столкнуться с проблемой: получаемые нами снимки достаточно большого размера, и, выделять какие-то объекты по контуру вручную — слишком трудозатратно.

Для ускорения процесса было необходимо подобрать графический редактор, в котором есть возможность «умного» выделения, под такие параметры нам подходил Adobe Photoshop. В нём есть следующие инструменты, которые помогают с данной задачей:

«Волшебная палочка» — инструмент предназначен для быстрого выделения произвольных областей изображения, имеющих близкие цветовые оттенки, при этом есть возможность контроля диапазона выделения, через допуск, ограничивая в отклонении оттенка, от взятого образца. Таким образом, если объект достаточно контрастен по отношению к окружающему его фону, получается быстрое и точное его выделение.

«Быстрое выделение» — инструмент предназначен для быстрого выделения объектов сложной формы с контрастными краями. Требуемый фрагмент изображения «закрашивается» кистью инструмента, по мере перемещения мыши Photoshop автоматически определяет края объекта и расширяет выделенную область до реальных границ объекта. В нашей работе больше подходит для небольших объектов.

«Выделение объекта» — инструмент использует принципы самообучающегося искусственного интеллекта Adobe Sensei для распознавания границ объектов. Для нашей задачи, также, как и «Быстрое выделение», подходит лишь в случаях небольших объектов.

Вышеописанные инструменты являются хорошим дополнением, но никак не заменяют «классические». Так как получаемые снимки преимущественно чёрно-белые, «умное» выделение затрудняется за счёт отсутствия цветового профиля, что в свою очередь делает выделение некорректным. Например, ошибочно может выделяться тень деревьев вблизи рек, как их часть, или же не учитывается вода, через которую хорошо видно песчаное дно на участках мелководья [5]. В таких случаях необходимо производить корректировку быстрых способов выделения с помощью классических инструментов — «Лассо» и «Прямолинейное лассо».

Если говорить подробнее про этапы разметки, то первым делом необходимо произвести выборку фотографий, которые подходят под наши задачи.

Фотографии должны быть высокого качества (ориентировочно, должны быть различимы небольшие загородные дома и их тени), на них должны быть классифицируемые объекты (реки, водоёмы) [6].

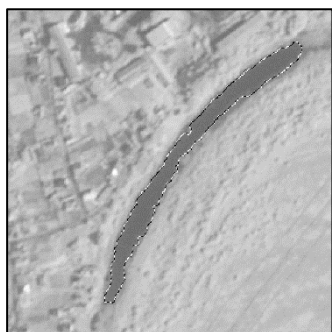
Для самой разметки мы используем чёрно-белые фотографии. Они легче для восприятия границ объектов, прослеживается чёткий контур воды и тени других объектов, цветные фотографии используются как дополнение. Для анализа трудных моментов (цветение водоёмов, мелководье, пересыхание рек). Также вспомогательным компонентом служит использование карт в режиме просмотра «Спутник», в спорных ситуациях, когда объект располагается в участке леса и трудно сказать, тропа это или река. Для этого к каждому снимку прилагаются координаты местности, с которой было сделано изображение [6].

При открытии изображения через программу Adobe Photoshop, перед началом работы необходимо сделать несколько подготовительных этапов. Для удобства просмотра и восприятия необходимо настроить тон и контрастность фотографии. Сделать несколько новых слоёв, один — чёрный, фоновый слой, и, в зависимости от вашей задачи, отдельный слой для каждого класса объектов, в нашем случае это «Водоёмы» и «Реки».

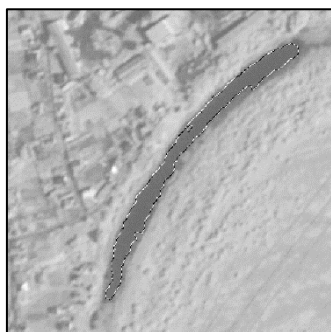
С помощью инструментов выделения выбираем объекты и производим их заливку белым цветом на соответствующем ему слое (рис. 1).

Кроме того, для скорости работы, в некоторых ситуациях нецелесообразно использовать выделение и дальнейшую заливку. Достаточно часто встречаются объекты шириной в несколько пикселей (мелкие реки), выделение и заливка которых будет занимать длительное время. Для таких ситуаций мы предлагаем использовать обычный инструмент «Кисть» с параметрами «жёсткая круглая», не зависящая от силы нажатия пера, так же можно корректировать дефекты заливки (рис. 2, б).

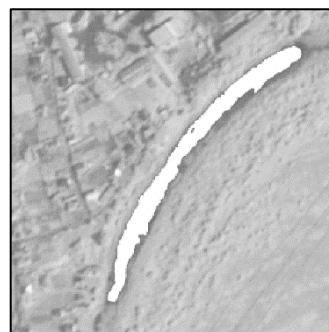
Для проверки правильности разметки, предлагаем уменьшить непрозрачность слоя до 10-20 % (рис. 2, а), таким образом, чтобы была видна граница объекта. Если заливка вышла за границы элемента — это легко исправить с помощью инструмента «Ластик» (рис. 2, в).



а. Выделение объекта с помощью инструмента «Волшебная палочка»

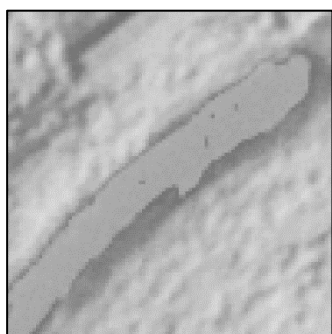


б. Корректирование выделения с помощью инструмента «Лассо»

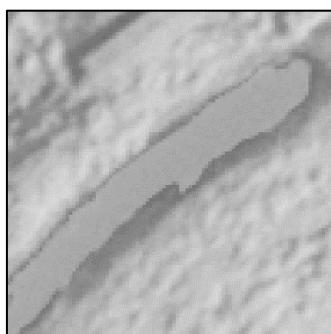


в. Заливка выделенной области

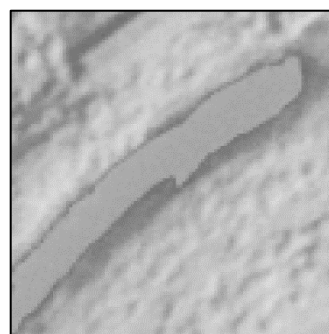
Рис. 1. Выделение и заливка элемента



а. Уменьшение прозрачности слоя до 16 %



б. Корректировка заливки с помощью инструмента «Кисть»

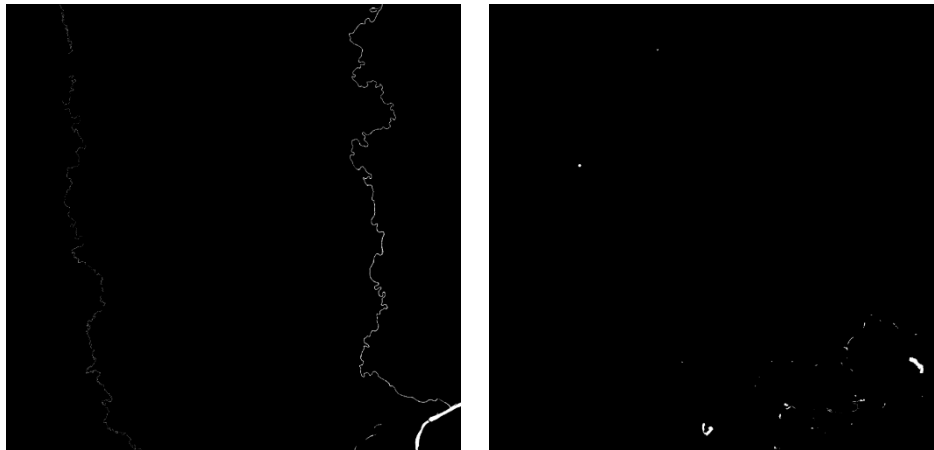


в. Корректировка заливки с помощью инструмента «Ластик»

Рис. 2. Корректировка заливки

Когда все объекты размечены, необходимо удалить слой с исходным снимком и сохранить или экспортировать изображения с нужным вам видимым слоем (рис. 3).

В ходе обучения сверточной нейронной сети был предложен датасет, состоящий из ста размеченных изображений по методике, предложенной авторами статьи.



а. Реки

б. Водоёмы

Рис. 3. Итоговые изображения, которые идут на обучение нейронной сети (а. – класс «Реки», б. – класс «Водоёмы»)

На рисунке 4 представлены результаты работы нейронной сети. В ходе обучения нейронной сетью был отмечен водоём (в крайнем правом углу), который авторами размечен не был.



Рис. 4. Слева направо: космический снимок, размеченное изображение и результаты работы нейронной сети

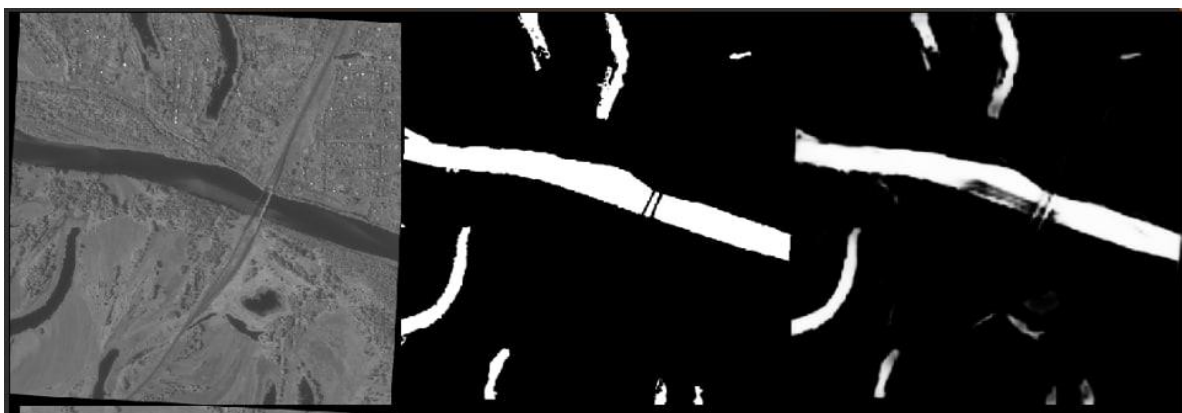


Рис. 5. Слева направо: космический снимок, размеченное изображение и результаты работы нейронной сети

В ходе обучения нейронная сеть идентифицировала мост без водной поверхности, а также мель, которую можно увидеть на исходном изображении (авторами размечена как «типичная» водная поверхность).



Рис. 6. Слева направо: космический снимок, размеченное изображение и результаты работы нейронной сети

В ходе обучения нейронная сеть пока «сомневается» в размеченном изображении. Решением подобных проблем является разметка и обучение на более объёмном датасете. Это позволит понять, что изображено на космическом изображении — водная поверхность, граница леса или тень.

Заключение

В данной работе авторами решалась задача построения авторской методики ручной семантической сегментации космических снимков с Аист-2Д при использовании многофункционального графического редактора Adobe Photoshop. А также проводилась обработка изображений свёрточной нейронной сетью. Проблемы с нахождением выделенных авторами классов решается дополнением датасетов новыми космическими изображениями.

На основании данной работы нами были сделаны следующие выводы:

1. Для исполнения ручной разметки мы рекомендуем использовать графические редакторы, в которых присутствуют инструменты быстрого выделения, по типу инструмента «Волшебная палочка» как в графическом редакторе Adobe Photoshop, для ускорения процесса выделения объектов, относящихся к искомым классам.

2. Для проверки правильности выполнения ручной разметки рекомендуем уменьшать прозрачность слоя, для выявления ошибок заливки выделенной области, как выход за края объекта, так и дефекты заполнения внутри.

3. Для улучшения качества распознавания объектов нейронной сетью рекомендуем использовать более объёмный и разнообразный обучающий датасет, включающий в себя разные территории, чтобы в дальнейшем классы распознавались вне зависимости от окружающих их объектов.

Список литературы

1. Photoshop. Полное руководство. Официальная русская версия: руководство пользователя / Д.М. Фуллер, М.В. Финков, Р.Г. Прокди и др. – М.: Наука и Техника, 2017. – 464 с.
2. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Практикум по «Дешифрованию аэрокосмических снимков». – М.: Географический факультет МГУ, 2013. – С. 18–23.
3. Блохинов Ю.Б., Горбачев В.А., Ракутин Ю.О., Никитин А.Д. Разработка алгоритма семантической сегментации аэрофотоснимков реального времени. – М: Компьютерная оптика, 2018. – Т. 42, № 1. – С. 141–148.
4. Широкова Т.А., Чермошенцев А.Ю., Бармитова А.Т. Исследование точности визирования на точки космических снимков высокого и среднего разрешения // Вестник СГГА. – 2010. – Вып. 2 (13). – С. 31–36.
5. Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования. – М.: Радиотехника, 2010. – 681 с.
6. Мониторинг и использование земельных ресурсов: учебное пособие / С.Е. Головатый, С.В. Савченко, С.С. Позняк и др. – Минск, 2009.
7. Карпик А.П. Анализ состояния и проблемы геоинформационного обеспечения территорий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 4/С. – С 3–7.