

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИЗУЧЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ Г. МИНСКА)

Д. С. Михасько

dzmitry.mikhasko@mail.ru;

Научный руководитель — Д. М. Курлович, кандидат географических наук, доцент

Создание картографического материала при помощи искусственного интеллекта является одним из приоритетных направлений в ГИС. Основной проблемой использования нейронных сетей является технический порог входа, часто не позволяющий стандартному потребителю ГИС программ создать материал. Распространенной проблемой является недостаток данных и неправильное их применение, так как для каждого инструмента необходимо подбирать собственный набор исходных данных в зависимости от задачи.

Ключевые слова: ГИС; нейронная сеть; ArcGIS; алгоритм машинного обучения; Random forest.

ВВЕДЕНИЕ

Цель данной работы – нахождения путей применения ГИС и искусственного интеллекта для целей изучения городской среды путём сравнения различных вариантов использования искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект – это термин, используемый для описания компьютерных технологий в моделировании интеллектуального поведения и критического мышления, сравнимого с человеческим. В работе будет рассмотрено применение алгоритмов машинного обучения и нейронных сетей в ГИС.

Итогом применения данных технологий будет создание нескольких картографических изображений, а именно дешифрирование классов земной поверхности при помощи алгоритма «случайный лес» и семантическая сегментация растительности при помощи свёрточной нейронной сети.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Использования алгоритма машинного обучения random forest. Random forest – алгоритм машинного обучения, смысл которого заключается в использовании для целей классификации, регрессии и кластеризации ансамбль решающих деревьев. Алгоритм состоит из большого количества деревьев решений, которые являются базовыми единицами алгоритма. Дерево решений можно рассматривать как серию

вопросов формата да/нет о входных данных. Вопросы в итоге приводят к предсказанию определённого класса исходных данных (или величины в случае регрессии). Базовая идея дерева решений заключается в формировании запросов, с которыми алгоритм обращается к данным. Применительно к нашему проекту разделения городского пространства на типы землепользования используется классификационный аспект алгоритма random forest. Классификация объектов в данном алгоритме проводится путём голосования: каждое дерево комитета относит классифицируемый объект к одному из классов, а побеждает класс, за который проголосовало наибольшее число деревьев. При анализе растрового изображения города Минска такое голосование проводилось для каждого пикселя на основе созданной заранее обучающей выборки.

В стандартных наборах инструментов геоинформационного программного обеспечения отсутствует алгоритм random forest для растровых изображений с целью классификации пикселей на классы. В качестве решения был выбран плагин Semi-Automatic Classification Plugin в среде QGIS. В качестве данных, на основе которых производится классификация – спутниковые снимки Sentinel-2. Классификация по классам земных покрытий происходила согласно классификации CORINE Land Cover.

Создание свёрточной нейронной сети. В целях изучения городской среды при помощи искусственного интеллекта возможно создание такой модели, которая будет при помощи семантической сегментации выделять, например, определённую зону городского землепользования при помощи данных дистанционного зондирования. В данном проекте модель будет находить площади, занятые растительным покровом на территории Минска.

С точки зрения технической реализации проекта, для создания модели распознавания изображений используются свёрточные нейронные сети (CNN). CNN – искусственная нейронная сеть, обладающая рядом уникальных свойств, за счёт специфически построенной архитектуры. Слои в данной нейросети организованы в трёх измерениях. Нейроны в одном слое соединяются не со всеми нейронами в следующем слое, а только с небольшой областью нейронов этого слоя. Окончательный результат сокращается до одного вектора оценки вероятности, упорядоченного по глубине в одном из измерений. При помощи свёрточной нейронной сети реализуется алгоритм семантической сегментации изображения. Семантическая сегментация создаёт маску, которая будет разделять изображения на несколько классов. В данном случае будет использоваться архитектура CNN U-Net. Она состоит из стягивающего пути для захвата контекста и симметричного

расширяющего пути, который позволяет осуществить точную локализацию. Создание свёрточной нейронной сети проходило при помощи языка программирования Python.

Матрица ошибок. Последним этапом работы является создание матриц ошибок для итоговых картографических отображений. Согласно матрице ошибок, при помощи алгоритма random forest общий процент правильно дешифрованных объектов – 74 %. Основной проблемой использования данного алгоритма машинного обучения является не сам процесс классификации, а подготовка изначальных данных. Пространственное разрешение исходных снимков не позволяет различить классы, сходные друг с другом по пикселям. Сходства пикселей заключается, например, в схожей цветовой гамме у крыш домов и дорожного покрытия.

Процент правильно дешифрованных объектов по матрице ошибок для свёрточной нейронной сети составляет 84 %. Важно отметить, что созданная модель инициализирует как зелёные зоны, всю территорию, имеющую характерные особенности растительности. То есть сравнение данного картографического отображение с генеральным планом г. Минска нерелевантно, так как, например, зоны растительности, находящиеся во внутридворовой территории, будут инициализироваться моделью как зелёные зоны, в то время как по генплану это будет селитебная зона. Поэтому в качестве источника для построения матрицы ошибок была выбрана карта World Imagery от компании Maxar, которая свободно распространяется в подборке географических ресурсов Living Atlas, встроенной в программу ArcGIS Pro.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, инструментарий для создания картографического материала при помощи искусственного интеллекта является достаточным для реализации как относительно простых, так и сложных проектов. Основной проблемой данного вида технологий является технический порог входа, часто не позволяющий стандартному потребителю ГИС программ создать материал с их использованием. Другой распространённо проблемой является недостаток данных и неправильное их применение, так как для каждого инструмента необходимо подбирать собственный набор исходных данных в зависимости от задачи и инструмента реализации.

Библиографические ссылки

1. *Luger G.F., Stubblefield W.A.* Artificial intelligence: Structures and Strategies for complex problem solving. – 2nd ed. – Redwood: The Benjamin Publishing Company Inc., 1993. – 738p.
2. CORINE Land Cover [Electronic resource] / European Environment Agency. –Mode of access: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>. – Date of access: 03.04.2023.
3. *Popovich V.V.* Intelligent GIS Conceptualization // Information Fusion and Geographic Information Systems, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, 2014. P. 17–44. DOI: 10.1007/978-3-642-31833-7_2.
4. *Курлович Д.М.* ГИС-картографирование земель: учеб.-метод. пособие – Минск: БГУ, 2011. – 244 с.