

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.В. Соколовский, В.В. Кривко

кафедра экологии и охраны природы биологического факультета Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Витебск, falconlepel@gmail.com

А.Б. Торбенко

старший преподаватель кафедры экологии и охраны биологического факультета Витебского государственного университета имени П.М. Машерова, Витебск

В работе представлены основные компоненты искусственной нейронной сети, предназначенной для анализа картографической информации и разработки схем районирования территорий. Обозначены основные технические аспекты реализации искусственной нейронной сети, а также представлен возможный альтернативный вариант реализации работ по районированию городских территорий.

Ключевые слова: геоинформационная система; Витебск; районирование; городская среда; искусственная нейронная сеть; открытые сетевые источники.

Урбанизированные территории имеют ряд характеристик, которые отражены в открытых и специальных картографических сервисах, позволяющих использование автоматической обработки для проведения районирования:

1. Обилие информации. В сети Интернет существует большое количество информации о практически каждом объекте в городе, что позволяет составить единую базу данных. Однако данное преимущество является одновременно и недостатком в связи с возможной недостоверностью информации.

2. Относительно простая цветовая гамма картографического материала позволяет производить обучение и настройку автоматических инструментов обработки гораздо быстрее, чем в неурбанизированных районах.

3. Динамичность. Большое количество объектов на территории города меняется ежегодно, что делает практически бесполезным использование ручных инструментов анализа. Автоматические инструменты лишены главных недостатков ручной обработки – необъективности и малой производительности.

Материалы и методы. В процессе работы было использовано следующее программное обеспечение:

1. QGIS – ГИС-платформа с открытым исходным кодом, используемая как коммутирующее звено между искусственной нейронной сетью и ГИС, а также автоматизированной векторизации растровых данных.

2. SAS.Планета – программное обеспечение, используемое для получения данных открытых сетевых источников.

3. ScH Garpia – основа искусственной нейронной сети, разработанная в сотрудничестве с некоммерческой группой программистов России и Беларуси.

В качестве исходных данных для проведения функционального зонирования были выбраны карты открытых сетевых ресурсов. Для определения четких границ дорог и тротуаров и общей оценки используемости территории были использованы данные Google Earth. Для определения расположения зданий и опре-

деления фактических адресов объектов была выбрана карта OpenStreetMap. Для определения нахождения различных организаций и предприятий был использован сервис Yandex Maps.

Искусственная нейронная сеть как инструмент анализа. ИНС, участвовавшая в функциональном зонировании, имеет ряд аппаратных и программных характеристик.

Аппаратная часть представляет собой два кластера компьютеров, имеющих различную организацию. Главный кластер осуществлял контролируемую и организующую функцию, при этом располагался целиком в одном помещении. Основную массу нейронных узлов составляют Raspberry Pi Model B, так как их низкая производительность не является проблемой при их использовании в нейросети. Каждый узел оснащен 64-х битным четырехъядерным процессором ARM Cortex-A53 с тактовой частотой 1,27 ГГц на ядро, 1 ГБ оперативной памяти и интерфейсом Ethernet на 10/100 Мбит/с. Коммуникация между различными уровнями нейросети осуществлялась с помощью проводной Ethernet сети при участии коммутатора Tp-Link JetStream с 48 портами Ethernet. Количество нейронных узлов на данном уровне организации составляет 32 компьютера Raspberry Pi Model B и один головной компьютер, имеющий следующее аппаратное обеспечение: процессор AMD Ryzen 5 2600X, 8 ГБ DDR4 оперативной памяти, видеокарта NVIDIA GEFORCE GTX 1060 с 6 ГБ DDR5 видеопамати.

В аппаратной и программной частях нейросети выделяются несколько уровней.

Головной – единственный управляющий компьютер, который распределяет задания по отдельным узлам второго уровня. Выполнял функцию финальной компоновки карты и синхронизации данных.

Промежуточный контрольный – 32 мини-ПК, объединённых между собой. Каждый из ПК получал от головного компьютера либо задание на выделение определенных зон на участке карты, либо задание на контроль или запоминание информации, либо на модификацию входных сигналов второго уровня при достижении определенного уровня ошибки в вычислениях других ПК.

Запросный – уровень ПК пользователей, объединённых в нейросеть. Каждый компьютер по команде ПК вышестоящих уровней осуществлял запрос на сервера открытых сетевых ресурсов, касающийся конкретного объекта и содержащий его физический адрес. Далее, по словам-индикаторам определялось назначение конкретного здания. Сервером для большинства запросов послужил сервис Google Maps.

Программная часть представляет собой набор скриптов, взаимодействующих со сторонними приложениями, осуществляет свою деятельность в среде JAVA Script. Сетевая инфраструктура нейросети построена на том же принципе, что и нейросеть Джеффри Хинтона, разработанная в 2007 году, однако имеет ряд дополнений.

Одним из главных изменений является отсутствие глубокого обучения нейросети – медленного процесса, сопровождающегося в большинстве случаев кропотливыми изменениями программного кода коммуникационной сети и высших уровней ИНС. Достигнуть данного результата удалось при помощи

внедрения полуавтоматического самообучения. Нейросети давалась команда на выделение определенной зоны, после чего результат многократной работы проверялся визуально, оценивался и сортировался вручную, после чего ИНС получала решение относительно наиболее точного результата. Программа сама вносит корректировки относительно полученного оптимального варианта, после чего повторяет зонирование. Такой процесс является циклическим.

При этом данный метод позволяет обучать ИНС для проведения районирования по совершенно различным критериям. Возможно создание как схемы эколого-функционального зонирования, так и экотопического, геоморфологического и др.

Альтернативным вариантом создания системы автоматического зонирования является создание отдельных модулей анализа информации на основе ГИС-платформы. Создания инструментов анализа растрового материала возможно и без использования искусственных нейронных сетей, а их программная структура не требует больших аппаратных мощностей. При данном подходе реализуется следующий алгоритм:

1. Выделение опорных объектов, которые являются отправными точками для каждой отдельно взятой территории. Данный процесс может проходить как вручную, так и автоматически.

2. Определение сферы влияния данных объектов путём создания простой буферной зоны целесообразно проводить автоматически.

3. Объединение соседствующих зон одного типа с целью отхода от привязки к единичным объектам позволяет упростить схему зонирования для восприятия человеком.

4. Корректировка границ зон влияния на основе соседствования территорий разных типов и наличия объектов, являющихся средообразующими для данной местности.

Стоит отметить, что альтернативный вариант проведения зонирования не является полностью автоматическим, однако и не требует дорогостоящего оборудования и написания сложных программ.