

Адаптивное прогнозирование развития лесных пожаров с использованием рекуррентных нейронных сетей

НЕЖЕВЕНКО ЕВГЕНИЙ СЕМЕНОВИЧ

КОЗИК ВИКТОР ИВАНОВИЧ

ФЕОКТИСТОВ АРТЕМ СЕРГЕЕВИЧ

e-mail: feoktistov.artem@gmail.com

Снижение ущерба, наносимого лесными пожарами, требует не только эффективных методов борьбы с ними, но и разработки эффективных методов предсказания их поведения. Существуют различные модели, однако неопределенность параметров среды не всегда позволяет получить результаты с необходимой точностью. В таких случаях для решения поставленной задачи предложено использование нейронных сетей. Главной особенностью такого представления является возможность обучения нейронной сети путем использования результатов наблюдения процессов развития пожара (оптического, радиолокационного и др.).

Моделирование осуществляется на основе априорных знаний, полученных из ГИС (состав леса, характер склона, погодные условия и др.), и состоит из двух последовательных этапов: прогнозирование и адаптация.

На этапе прогнозирования осуществляется моделирование фиксированного по времени шага развития пожара. Распространение пожара предлагается моделировать в полярной системе координат, где нейроны располагаются вдоль лучей исходящих из очага пожара. Роль синаптических связей играют каналы теплопередачи, а синаптические коэффициенты определяются параметрами среды. Сигналы возбужденных нейронов передаются на окружающие нейроны, и суммируются ими. Если превышен порог активации, нейрон переходит в состояние возбуждения. В активном состоянии нейрон находится конечное время, после чего навсегда переходит в неактивное состояние. Рабочая область в окрестности фронта пожара, состоящая из возбужденных и возбуждаемых нейронов, перемещается по радиусам, возбуждаемые нейроны замещаются возбужденными, которые в свою очередь так же начинают передавать сигнал по аналогии с работой рекуррентных нейронных сетей.

После расчета состояния системы на этапе адаптации производится коррекция синаптических коэффициентов для нейронов, находящихся в рабочей области. Коррекция осуществляется на основе несвязного расширенного фильтра Калмана, обеспечивающего ускоренную адаптацию. Вектор состояний определяется параметрами среды и соответствует синаптическим связям нейрона, а учет наблюдений ведется сравнением рассчитанного состояния с действительным развитием пожара. Разница между их фронтами минимизируется путем коррекции вектора состояний.

На основании изложенных принципов создано программное обеспечение для моделирования развития лесных пожаров. Эффективность моделирования доказана путем введения неопределенности в исходный набор параметров с последующим восстановлением хода процесса.