

ОБУЧАЮЩИЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ

Герман О.В.** , Колесников В.Л.* , Урбанович П.П.* , Быков А.А.**

*Белорусский государственный технологический университет,
220063, Минск, ул. Свердлова, 13а

**Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
220072, Минск, ул. П.Бровки, 6

На начальном этапе сбора информации о загрязнении окружающей среды необходимо располагать математической моделью загрязнения территории города рассматриваемым веществом $Z=f(F_1, F_2, \dots, F_k)$, которая имитировала бы процесс измерения качества воздуха в приземном слое атмосферы в любой заданной точке области S . Для получения модели необходимо разработать информационную сеть, в узлах которой должны содержаться данные многолетних наблюдений в зависимости от календарного времени, погодных условий, ветрового режима и других факторов F_1, F_2, \dots, F_k .

Информационная сеть строилась на основе проективных геометрий и полей Галуа. Для того, чтобы математическая модель адекватно описывала экологическую обстановку города, каждый фактор необходимо варьировать на достаточном числе уровней, с тем чтобы обеспечить получение аппроксимирующего полинома высокого порядка в виде отрезка ряда Тейлора.

Этапы решения задачи определения оптимального числа датчиков и рационального их размещения на территории города, для которого разрабатывается система мониторинга:

- Выбор и обоснование факторов и уровней их варьирования для оценки экологической обстановки в городе при различных погодных условиях и ветровом режиме;
- Выделение замкнутой области S - факторного пространства (границы области определяются контуром карты-схемы культурно-промышленного комплекса);
- Построение информационной сети;
- Получение таблично заданной функции по условиям информационной сети;
- Получение полиномиальной модели загрязнения территории города Минска;
- Выбор и обоснование значения евклидовой метрики d , определяющей точность описания области S ;
- Определение значения варьируемого параметра ρ , задающего шаг координатной сетки, разбивающей область S на квадратные ячейки;
- Формирование массива стоимости получения информации в каждой ячейке C_{ij} ;
- Определение "экологического приоритета" (значимости и ценности информации) в каждой ячейке λ_{ij} ;
- Построение координатной сетки;
- Заполнение ячеек рассчитанными значениями концентраций загрязняющих веществ;
- Определение евклидова расстояния между ячейками $d_{(a,b)}(x,y)$;

Значения евклидова расстояния можно использовать для разбиения области S на кластеры (зоны), представляющие некоторые типовые области загрязнения.

На основании S, ρ, d строится $0,1$ - матрица $B = [b_{ij}]$, такая, что $b_{ij} = 1$ в том и только в том случае, когда расстояние d_{ij} между ячейками i и j не превосходит d , и $b_{ij} = 0$ в противном случае.

Программное последовательное размещение стационарных постов наблюдений в ячейках информационной сети дает возможность использовать эти данные для оценки экологической обстановки в смежных ячейках области S со степенью точности, определяемой евклидовой метрикой d .

Процедура определения необходимого числа датчиков и рационального их размещения на обследуемой территории сводится к решению хорошо известной NP- полной задаче о минимальном взвешенном покрытии $0,1$ -матрицы множеством строк.

Таким образом, суть процесса обучения с использованием тренажера заключается в целенаправленном переборе вариантов комбинаций задаваемых значений двух главных параметров системы мониторинга - шага координатной сетки и евклидовой метрики, характеризующей значимость различий загрязнения в двух соседних ячейках, с последующим анализом результатов и коррекцией очередного хода.

В дальнейшем количество выделенных кластеров, необходимых стационарных пунктов экологического наблюдения, области и плотности их размещения на территории соотносятся с возможными причинами, связанными с функционированием конкретных промышленных комплексов.