

МНОГОФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Дронов Д.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Перцев Д.Ю. – канд. тех. наук, доцент каф. ЭВМ

Многофакторный анализ данных — это статистический метод, используемый для анализа взаимодействия множества факторов на одну или несколько зависимых переменных. Система раннего обнаружения лесных пожаров собирает данные из многих источников для оценки риска возникновения пожара на определённой территории. Используя в качестве факторов температуру, концентрацию углекислого газа, водорода и углеводородных газов, осадки, направление и скорость ветра, с помощью многофакторного анализа возможно найти закономерности и предсказывать условия с наивысшим риском возникновения пожара. Эта информация отображается на карте с помощью геоинформационной системы и позволяет сохранить природу и жизни людей.

Лесные пожары — это серьезная угроза для окружающей среды и человеческой жизни. Они могут привести к уничтожению животных и растительных видов, земельных угодий и инфраструктуры. Необходимо принимать меры для предотвращения пожаров и контроля их распространения, а также обеспечивать эффективное и быстрое реагирование на возможные пожары для минимизации их негативных последствий [1].

Система раннего обнаружения лесных пожаров представляет собой сеть устройств, объединённых в сеть ячеистой топологии [2] по протоколам IoT. Каждое устройство содержит датчик температуры, углекислого газа, водорода и углеводородных газов [3][4].

Входные данные включают дату и время, идентификатор устройства, геопозицию и показания с датчиков (пример данных представлен в таблице 1). Дополнительные факторы могут включать информацию о количестве осадков, силе и направлении ветра от метеорологических служб. Все эти данные обрабатываются с помощью многофакторного анализа данных.

Таблица 1 - Пример данных, получаемых от устройств

№	Идентификатор устройства	Дата	Время	GPS-широта	GPS-долгота	Температура	CO2	H2	CxHx
1	1	05.06.2022	15:00	29	52	28	0,0143	0,2906	0,9413
2	6	05.06.2022	15:01	34	47	28	0,0075	0,2603	1,4221
3	9	05.06.2022	15:02	37	44	28	0,0074	0,2139	0,9248
4	4	05.06.2022	15:03	32	49	28	0,0076	0,2579	1,9364
5	8	05.06.2022	15:04	36	45	28	0,0128	0,2607	0,1835
6	2	05.06.2022	15:05	30	51	28	0,0164	0,2237	0,0473
7	7	05.06.2022	15:06	35	46	28	0,0092	0,2095	0,3126
8	5	05.06.2022	15:07	33	48	28	0,0010	0,2297	0,6582
9	7	05.06.2022	15:08	35	46	28	0,0180	0,2136	1,8317
10	3	05.06.2022	15:09	31	50	28	0,0051	0,2329	1,4122

Для данной системы анализ данных начинается с предварительной обработки входных данных. Входные данные очищаются от выбросов, пропущенных значений и ошибок измерения. Далее производится нормализация данных, что позволяет сравнить различные переменные на основе их значений.

После этого производится построение модели многофакторного анализа данных. Данная модель включает в себя факторы, которые могут оказывать влияние на исходную переменную - наличие пожара в лесу.

Одним из методов многофакторного анализа данных является метод главных компонент (РСА). Он позволяет уменьшить размерность данных, выявить скрытые зависимости между факторами и сократить количество используемых переменных.

Вторым методом анализа данных, который может быть применен для системы раннего обнаружения лесных пожаров, является регрессионный анализ. Регрессионный анализ позволяет определить связь между зависимой переменной и набором независимых переменных, и использовать эту связь для прогнозирования значений зависимой переменной на основе значений независимых переменных.

В случае системы раннего обнаружения лесных пожаров, зависимой переменной может быть вероятность возникновения пожара, а независимыми переменными - температура, содержание углекислого газа, концентрация водорода и других газов, а также осадки, направление и скорость ветра. Для построения регрессионной модели необходимо использовать исторические данные о значениях этих переменных в периоды, когда происходили пожары.

Для визуализации собранных и обработанных данных используется геоинформационная система [5]. В зависимости от настройки параметров, возможно отображение датчиков и информации с них, либо раскрашивание карты в соответствии с риском возникновения пожара. Для указания области возникновения пожара используется несколько методов, изображённых на рисунке 1.

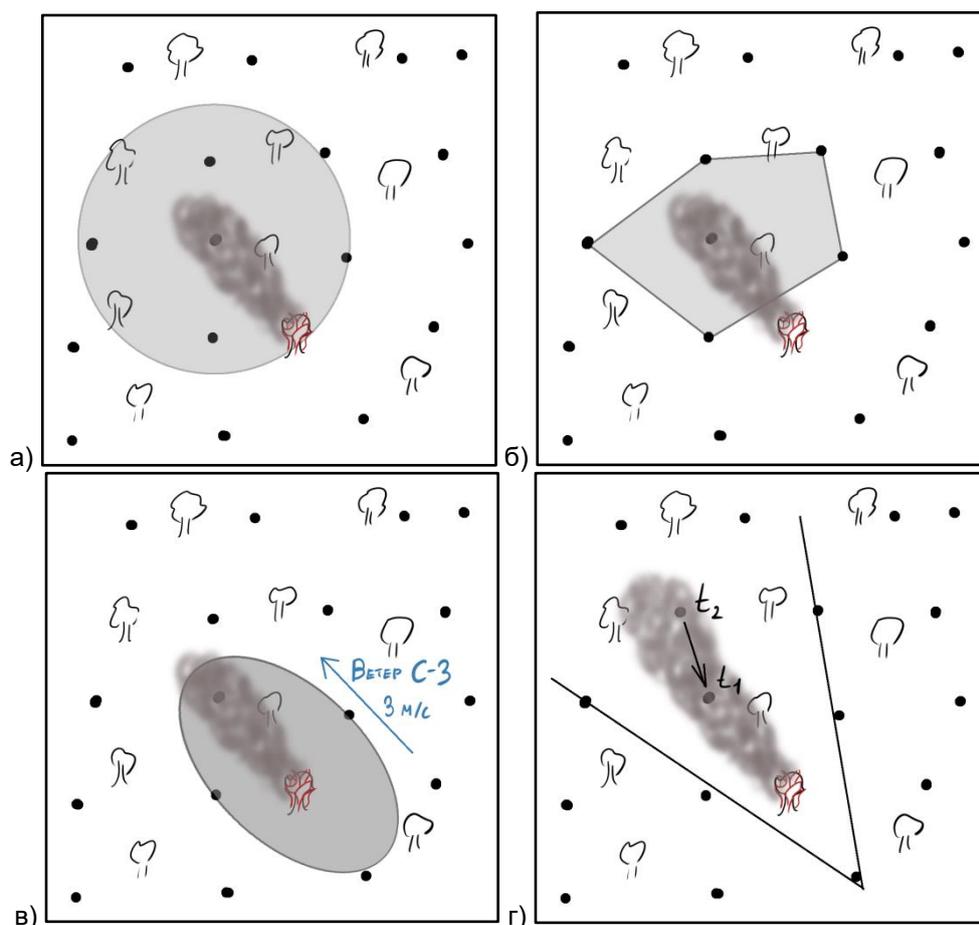


Рисунок 1 - Определение области возникновения пожара (а - одно устройство, б - полигональное, в - с учётом метеоданных, г - на основе нескольких датчиков)

С помощью авторегрессионной модели ARIMAX [6] возможно построить модель риска возникновения лесного пожара, которая учитывает сезонные изменения исследуемых факторов.

После построения модели можно использовать ее для предсказания вероятности возникновения пожара на основе текущих значений переменных. Для этого необходимо ввести значения независимых переменных в модель и получить прогноз для зависимой переменной. Если прогнозируемая вероятность возникновения пожара выше заданного порогового значения, система может автоматически сигнализировать об этом и предпринимать необходимые меры.

Список использованных источников:

1. Пожары меняют климат, даже когда мы об этом забываем [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/blogs/2019/09/23/pozhary-menjajut-klimat-dazhe-kogda-my-ob-jetom-zabyvaem/> Дата доступа: 15.03.2023
2. Wireless Mesh Networks in IoT Networks / Yu Liu, Xiangdong Qiu [et al.] // 2017 International Workshop on Electromagnetics: Applications and Student Innovation Competition, 2017. – С.55-57.

Конференция «Компьютерные системы и сети»

3. *Wildland fire emissions, carbon, and climate: Emission factors / Shawn Urbanski // Forest Ecology and Management, 2014. – С.51-60.*
4. *Early forest fire detection and verification using optical smoke, gas and microwave sensors / Wolfgang Krüll [et al.] // Procedia Engineering, 2012. – С.584-594.*
5. *Зиновьев, А.Ю. Визуализация многомерных данных / А.Ю. Зиновьев. – М. : Изд-во КГТУ, 2000. – 180 с.*
6. *Тихонов, Э.Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие / Э.Е. Тихонов – Невинномысск, 2006. – 221 с.*