

ПЕРСПЕКТИВНАЯ МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ОБНАРУЖЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

Н. И. Мурашко, А. Н. Мурашко, К. А. Романович

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси
Минск, Беларусь
e-mail: murnic@mail.ru*

Представлена система обнаружения торфяных пожаров, включающая интеллектуальные агенты воздушного и наземного базирования. Агенты на базе беспилотных летательных аппаратов должны работать при любых условиях видимости. Предназначены для обнаружения на малой высоте очагов подземного огня и выхода дыма. Агент на базе легкомоторного самолета с большой высоты обнаруживает на торфянике сухую растительность, которая при поджоге может стать причиной возгорания торфа, оценивает влажность торфяника и масштабы задымления, выполняет тепловую съемку местности и осуществляет управление беспилотных летательных аппаратов. Интеллектуальный наземный агент в реальном времени осуществляет прием и обработку информации, поступающей от агентов воздушного базирования.

Ключевые слова: торфяной пожар; дистанционный мониторинг; авиационные снимки видимого диапазона; тепловая аномалия.

PERSPECTIVE MULTI-AGENT SYSTEM FOR FIRE DETECTION PEATLANDS

N. I. Murashko, A. N. Murashko, K. A. Romanovich

*United Institute of Informatics Problems of NAS
Minsk, Belarus*

The detection system of peat fires include intelligent agents of air and ground based. Agents based on unmanned aerial vehicles (UAVs) should work under all conditions of visibility. The agent on the basis of light aircraft from a great height detects a dry vegetation on a peat bog, which in arson can cause of peat fire. Thereafter, it is estimated humidity of the peat bog and the extent of smoke. The agent surveys the area in the thermal range and manages the UAVs. An intelligent agent of ground based in real time receives and processes information coming from the airborne agents.

Keywords: peat fire; distant monitoring; aerial imagery of the visible band; thermal anomaly.

ВВЕДЕНИЕ

Особенность торфяных пожаров – они разгораются и распространяются очень медленно и могут продолжаться очень долго – месяцы, а иногда даже несколько лет.

Заглубляясь в нижние слои торфа до минерального грунта или уровня грунтовых вод, горение может распространяться на десятки и сотни метров от входного отверстия, лишь местами выходя на поверхность.

В настоящее время известны космические, воздушные и наземные методы обнаружения пожара торфяника. Согласно информации МЧС Беларуси вероятность обнаружения пожара по данным спутникового наблюдения не превышает 4 %. Это связано с погодными условиями в Беларуси и низким пространственным разрешением спутниковых снимков теплового ИК диапазона.

Традиционный авиационный метод обнаружения пожара торфяника сводится к визуальному обнаружению дыма и его последующей видеофиксации. При этом координаты подземного горения торфа не определяются. Наземный метод раннего обнаружения пожара на торфянике сводится к его прогнозированию, для которого необходима информация о влажности торфяника, наличии сухой травянистой растительности и специфического запаха дыма. Принимая во внимание большую площадь торфяника, специалист не в состоянии обнаружить тепловые аномалии с помощью портативного тепловизионного датчика. Отсюда возникла необходимость разработки интеллектуальной мультиагентной системы обнаружения пожаров на торфянике.

ТРЕБОВАНИЯ К МНОГОАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ТОРФЯНИКАХ

Интеллектуальная многоагентная система обнаружения пожаров на торфянике должна обеспечивать дистанционное наблюдение за торфяниками с целью обнаружения признаков и масштаба подземного возгорания торфа. Основными горючими материалами у торфов являются углерод (52–56 %) и водород (5–6 %). При этом необходимо иметь ввиду следующие факторы:

1) торф не горит открытым огнем – он тлеет, выделяя большое количество дыма. При этом выделяются угарный и углекислый газы;

2) торфяной пожар может действовать и активно дымить месяцами, включая зимний период года. Количество выделяемого им дыма может в сотни раз превышать количество дыма, выделяемого лесным пожаром той же площади.

Главной и наиболее опасной причиной возникновения торфяных пожаров являются палы (поджоги) сухой травянистой растительности, которые возникают весной или во время летних засух.

Специфика возгорания и распространения огня предъявляет особые требования к системе обнаружения пожаров на торфяниках. Система должна функционировать в двух режимах:

- раннее обнаружение подземного возгорания торфа при отсутствии видимых признаков дыма;
- поиск отверстий выхода дыма и определение координат очагов подземного пожара в условиях сильного задымления.

Первый режим работы системы выполняется по заранее составленному плану. Во втором режиме агенты системы должны работать в автономном режиме в условиях задымленности местности, т. е. при отсутствии видимости и повышенной концентрации угарного газа. Отсюда следует, что мобильные объекты системы должны быть интеллектуальными и функционировать в автоматическом режиме. При этом должна быть надежная радиосвязь между агентами системы и должно быть обеспечено сетевое управление ими.

ФУНКЦИИ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Многоагентная система разрабатывается на основе анализа требований, предъявляемых к ее функционированию, и базируется на следующих принципах [1]:

- единство целей функционирования агентов;
- соответствие интеллектуальных и функциональных возможностей агентов сложности решаемых задач;
- единство информационного пространства системы;
- перестраиваемость сетевой архитектуры, обеспечивающей поддержку единого информационного пространства системы при реализации различных стратегий группового управления;
- взаимная информационно-логическая совместимость агентов.

Система должна выполнять следующие функции:

- 1) поиск тепловых аномалий на торфянике в условиях его задымления и когда признаки дыма не регистрируются средствами видеонаблюдения;
- 2) автоматическое обнаружение повышенного содержания угарного и углекислого газов на отдельных участках торфяника;
- 3) автоматическое обнаружение дыма на торфянике;
- 4) поиск участков торфяника, содержащих сухую травянистую растительность;
- 5) обнаружение пожара травянистой растительности;
- 6) обнаружение участков торфяника, покрытых водой.

В состав системы входят три агента воздушного и один агент наземного базирования. Агенты воздушного базирования (легкомоторный пилотируемый самолет и беспилотных летательных аппаратов) оснащены системами навигации, средствами дистанционного наблюдения и связи. Легкомоторный (пилотируемый или беспилотный) самолет оснащен многоканальной спектрозональной системой наблюдения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах.

В задачу агента на базе легкомоторного самолета (агент А1) входит обнаружение с большой высоты дыма и съемка подстилающей поверхности. При обнаружении дыма агент А1 сообщает по радиоканалу агентам А2 и А3, которые базируются на БПЛА, координаты участков местности, на которых обнаружен дым. При отсутствии дыма агент А1 выполняет съемку подстилающей поверхности в красном и ближнем ИК диапазонах. Данные съемки передаются по радиоканалу наземному агенту А4. Агенты А2 и А3 оснащены тепловизионными камерами, датчиками угарного и углекислого газов и видеокамерой высокого разрешения. Эти агенты на малой высоте выполняют тепловую и видео съемки и регистрируют уровни угарного и углекислого газов. Данные наблюдения агентов А2 и А3 передаются по радиоканалу наземному агенту А4. Для увеличения дальности радиосвязи агент А3 дополнительно выполняет функции радиоретранслятора.

Наземный агент А4 выполняет следующие функции:

- 1) осуществляет планирование полетов для агентов воздушного базирования;
- 2) обеспечивает оперативное управление агентами воздушного базирования в процессе выполнения ими поставленной задачи;
- 3) обрабатывает данные наблюдения, переданные агентами воздушного базирования, и при этом:
 - выделяет участки торфяника, содержащие сухую травянистую растительность, и вычисляет их географические координаты;

- выделяет участки торфяника, покрытые водой, и вычисляет их географические координаты;
 - обнаруживает на снимках ИК диапазона тепловые аномалии и вычисляет географические координаты контуров очагов подземного горения торфа;
 - обнаруживает на ИК снимках и вычисляет географические координаты отверстий выхода дыма;
- 4) по результатам обработки данных воздушного наблюдения осуществляет прогноз пожароопасности торфяника.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ

Система в режиме раннего обнаружения подземного возгорания торфа должна, по данным дистанционного наблюдения контролировать наличие сухой растительности и затопление участков торфяника. Алгоритмы контроля вегетации растений известны, например [2]. Известны методы обнаружения затопления участков местности в ближнем инфракрасном диапазоне, например [3]. Проблема применения известных методов обработки данных авиационного наблюдения заключается в сложности их реализации на борту агентов воздушного базирования. Это связано с отсутствием на борту БПЛА высокопроизводительных вычислительных средств. По этой причине предусмотрены два варианта передачи видеоданных: по широкополосному радиоканалу и через энергонезависимые носители. Интеллектуальную обработку данных воздушной съемки выполняет наземный (стационарный или мобильный) агент системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система обнаружения торфяных пожаров должна быть многоагентной. Каждый интеллектуальный агент системы является независимым и не обладает полной информацией о всей системе. Принимая во внимание размеры торфяников в Беларуси, количество агентов, базирующихся на беспилотных летательных аппаратах, должно быть не менее двух.

Перспективная многоагентная система позволит значительно повысить вероятность раннего обнаружения пожаров на торфяниках, оперативно принимать решения по использованию сил и средств для их ликвидации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Интеллектуальные системы управления автономными мобильными роботами / И. М. Макаров [и др.] // Мехатроника, автоматизация, управление. 2008. № 2. С. 6–11.
2. Чандра А. М., Гош С. К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М. : Техносфера, 2008. 312 с.
3. Шовенгард Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М. : Техносфера, 2013. 592 с.