

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛЕСНОГО ПОЖАРА

В статье рассматриваются существующие решения для обнаружения лесных возгораний, сравниваются их реализация, преимущества и недостатки. Предлагается осуществлять мониторинг лесных территорий с помощью системы коптеров и координирующего программного обеспечения. Производится сравнение существующих систем с предлагаемой, анализ и описание процесса моделирования поведения данной системы.

Ключевые слова: повышение эффективности; мобильные системы; анализы производительности; эффективность; мониторинг; пожар; лесной пожар.

Проблема лесных пожаров является чрезвычайно актуальной, учитывая частоту и масштаб, с которыми они происходят. Многие страны имеют территории, подверженные риску выгорания от лесных пожаров. Какими бы ни были в наличии ресурсы для их ликвидации, в случае позднего обнаружения возгорания и быстрой скорости распространения, их будет недостаточно для эффективной борьбы с пожаром. От этого страдают, в том числе, крупные страны с развитой инфраструктурой. Показательным примером может служить пожар в Канаде летом 2016 года, в результате которого пострадал город Форт-Макмюррей провинции Альберта на западе страны [1]. Поэтому раннее обнаружение источника возгорания, распространившегося на минимальную территорию, — ключ к успеху в борьбе со стихией. По аналогии с медициной, где раннее обнаружение болезни позволяет провести более эффективное лечение, в особенности тяжелых заболеваний.

Лесные пожары классифицируются по нескольким типам [2]:

- в зависимости от места распространения
- по силе

Можно выделить две причины возникновения пожара:

- природные
- антропогенные

Согласно статистике, пожары по природным причинам происходят намного реже, чем по вине человека. В первом случае, в большинстве случаев пожары возникают из-за ударов молнии, реже (но масштабнее) — из-за жары.

Существуют различные системы обнаружения возгорания, однако новостные сводки свидетельствуют

о том, что их работа несовершенна и нуждается в улучшениях.

В качестве примера возьмем систему «Лесной дозор» [3]. Данный комплекс является системой наземного мониторинга, которая опирается на видеокамеры и различные датчики, которые стационарно установлены на вышки. Преимуществом является слабая зависимость от погодных условий, однако ради этого приходится жертвовать мобильностью. Тем самым, данная система требует установки достаточного числа вышек, чтобы покрыть необходимую территорию. Поскольку площадь лесных массивов часто занимает далеко не один гектар, ставится под сомнение целесообразность такого решения. В частности, возникает вопрос, какой ресурс необходимо потратить на установку данной системы и насколько это повлияет на биосферу покрываемых территорий.

Рассмотрим иной подход к решению данной проблемы, ставший предметом разработки в Канаде [4]. В данном случае был сделан упор на мобильность системы, что позволяет меньшими затратами увеличить покрываемую площадь. Однако, при таком подходе также есть минусы — за счет использования самолета увеличивается время обнаружения пожара, поскольку самолет в конкретный момент времени покрывает только маленький участок. Какими бы мы не выбрали траектории и маршруты, мы не сможем максимально эффективно среагировать на возгорание, особенно в случаях быстро разрастающихся пожаров. Возможным решением данной проблемы может стать увеличение кол-ва задействованных самолетов, что в свою очередь влечет за собой большие затраты на ресурсы для функционирования системы. Кроме того, стоит

учитывать, что в данном случае приходится в большем кол-ве задействовать человеческий ресурс.

Наиболее эффективным можно считать обнаружение в тот момент, когда площадь возгорания является минимальной. Соответственно, имеет смысл поставить задачу снизить время обнаружения места возгорания, чтобы не допустить распространения пожара до той стадии, когда на его ликвидирование будет не хватать имеющихся ресурсов. Одним из ключевых параметров, необходимых для реализации такого подхода, является мобильность. Исходя из этого, наиболее подходящими кандидатами на роль таких передвижных датчиков являются коптеры.

Из плюсов такого подхода можно выделить крайне высокую мобильность, возможность установки необходимых датчиков и устройств связи, возможность работы в автономном запрограммированном режиме, относительная дешевизна производства.

К минусам можно отнести ограниченное время автономной работы, зависимость от погодных условий (в большей степени от сильного ветра и осадков).

С учетом вышесказанного, предлагается следующая архитектура системы обнаружения лесного возгорания на основе – системы коптеров, вышек для подзарядки их аккумуляторов, центрального пункта реагирования и программного обеспечения.

Рассмотрим каждую из них в отдельности.

Система коптеров представляет из себя набор коптеров, которые осуществляют патрулирование по заданному программным обеспечением маршруту, покрывающему максимально эффективную площадь лесного массива. Каждый коптер оснащен тепло- и инфракрасными датчиками, с помощью которых они могут идентифицировать источник возгорания. Также на борту коптера имеется устройство связи с центральным пунктом реагирования.

Одна из основных проблем коптера заключается во времени его автономной работы. С учетом того, что в нашей системе коптеры не осуществляют транспортировку полезного груза и имеют на борту минимальный набор необходимого оборудования, мы можем устанавливать на него аккумуляторы с максимально эффективной емкостью. Однако, какой бы ни была емкость аккумулятора, мы не сможем обеспечить ему длительную автономную работу без подзарядки. Поэтому к процессу создания такой системы стоит добавить разработку подобной конструкции-вышки, которая будет служить док-станцией для подзарядки коптера. Данный вопрос может послужить предметом рассмотрения в отдельной статье. В качестве вариантов, можно предложить следующие:

- замена аккумулятора с последующей зарядкой использованного аккумулятора (подход Tesla) [5].
- короткая дозарядка аккумулятора с определенными интервалами (подход на основе разработки китайских инженеров в сфере общественного транспорта) [6].

Первый вариант сокращает длительность периода, когда коптером не осуществляется процесс патрулирования. Следовательно, мы не жертвуем эффективностью системы, однако кол-во аккумуляторов, за-

действованных в отдельно взятом коптере, увеличивается, как минимум, вдвое.

Второй вариант позволяет использовать один аккумулятор на каждый коптер, однако зарядка происходит непосредственно при участии коптера. Таким образом, происходит потеря времени реакции на возгорание.

Центральный пункт реагирования принимает сигналы с коптеров и направляет ресурсы на устранение возгорания. Также в его задачу будет входить отправка коптеров «на базу» в случае существенного ухудшения погодных условий, когда применение коптеров невозможно. Пункт является центральным источником команд для всех задействованных коптеров, между каждым отдельным коптером существует двусторонняя связь – коптеры посылают сигнал обнаружения очага возгорания в пункт реагирования. Пункт, в свою очередь, мобилизует ресурсы для ликвидации возгорания и, при необходимости, передает дальнейшие указания коптеру. В случае быстро распространяющегося пожара, могут быть задействованы ближайшие коптеры для отслеживания площади возгорания и его развития.

Программное обеспечение включает в себя логику, прошитую в контроллеры коптеров, с помощью которых они будут осуществлять маршрут патрулирования, отсылать данные с датчиков на центральный пункт реагирования при обнаружении возгорания. Для повышенной эффективности работы системы, на центральном пункте реагирования предусматривается возможность спрогнозировать дальнейшее распространение пожара и принимать меры по слежению за его развитием. В рамках данной системы предлагается задействовать ближайшие к обнаружившему возгорание коптеру летательные аппараты

Общий алгоритм работы для всей системы следующий: коптеры осуществляют патрулирование по заданному маршруту для данной территории. В случае обнаружения каким-либо из коптеров источника возгорания, он посылает сигнал на центральный пункт реагирования сигнал о локализации возгорания. Тот, в свою очередь, отправляет сигнал ближайшим коптерам для определения площади возгорания и дальнейшим слежением за ней. Коптеры работают до тех пор, пока пожар не будет ликвидирован. В случае успеха, коптеры возвращаются в режим патрулирования.

Следует учесть, что в процессе слежения за пожаром, коптеры не смогут производить подзарядку в обычном режиме. Поэтому возникает вопрос об оптимальной работе задействованных коптеров в таком режиме, поскольку в момент низкого заряда аккумулятора они не смогут постоянно находиться поблизости от вышек для подзарядки. Возвращаясь к вопросу о реализации таких док-станций, стоит остановиться на выборе именно подхода с мгновенной заменой батареи, т.к. время при такой ситуации становится критической характеристикой. В любой момент развитие пожара может измениться.

Для упрощения задачи с прогнозированием развития возгорания, в работе использованы имеющиеся разработки по вычислению скорости распространения

пожара, созданные на кафедре Компьютерных систем ОНПУ. Это существенно поможет максимально задействовать программные ресурсы для слежения за динамикой чрезвычайной ситуации.

С учетом вышесказанного спроектирована архитектура системы и проведено моделирование работы данной системы в заданных условиях. Для этого использованы возможности WEB-программирования. В качестве модели лесной территории использованы Google Maps API, поскольку в ней имеется возможность работы с логикой с непосредственным заданием необходимых координат. Модели коптеров представляют собой объекты, для которых заранее задан маршрут патрулирования и которые содержать

в себе функции детектирования источника возгорания и связи с пунктом реагирования. В случайный момент времени на случайно выбранных координатах обозначено возгорание со случайно заданными параметрами распространения (изначальная площадь, скорость и направление распространения, и т.д.). Данное возгорание система обнаруживает в процессе патрулирования и осуществляет слежение за ним. Работа системы считается успешной, когда возгорание обработано за короткий период времени, при котором пожар не успел распространиться на определенные территории. Ликвидация пожара не входит в рассмотрение в данной работе.



Рис 1. Визуализация работы модели системы на реальном природном парке

Таким образом, рассмотрена альтернативная система мониторинга лесных массивов для обнаружения лесного возгорания. Предложена архитектура системы, проведен сравнительный анализ с уже существующими системами, рассмотрены их плюсы и минусы. Описан метод моделирования работы системы на ос-

нове современных WEB-технологий. Предложенная система имеет определенные преимущества перед существующими аналогами, которые позволяют ей эффективно производить мониторинг лесной территории и локализовать возможные возгорания.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.segodnya.ua/world/lesnoy-pozhar-vyzheg-gorod-v-kanade-713903.html>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Лесной_пожар
3. <http://lesdozor.ru/ru/problemy-obnaruzheniya-lesnyh-pozharov/analitika/qlesnoj-dozorq-effektivnaya-sistema-rannego-obnaruzheniya-lesnykh-pozharov>
4. <http://dsn.sagepub.com/content/10/3/597368.full>
5. <https://www.tesla.com/supercharger>
6. http://www.chinadaily.com.cn/china/2015-08/12/content_21571870.htm

К. С. Олейников,

В. С. Ситников,

Одеський національний політехнічний університет,
м. Одеса, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОБІЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРІНГУ ЛІСОВОГО ЗАЙМАННЯ

Проблема лісових пожеж є надзвичайно актуальною, враховуючи частоту та масштаб, з якими вони відбуваються. Багато країн мають території, схильні до ризику вигорання від лісових пожеж. Якби не були ресурси в наявності для їх ліквідації, у разі пізнього виявлення загоряння та швидкого поширення, їх не вистачить для ефектної боротьби з пожежею. Від цього страждають, у тому числі, великі країни з розвинутою інфраструктурою. Показовим прикладом може бути пожежа в Канаді літом 2016 року, в результаті якого постраждало місто Форт-Макмюррей провінції Альберта на заході країни. Тому раннє виявлення джерела загоряння, яке розповсюдилось на якомога меншу територію, – ключ до успіху у боротьбі зі стихією. Аналогічно з медициною, де раннє виявлення хвороби дозволяє провести більш ефективне лікування, в особливості тяжких захворювань.

Ключові слова: підвищення ефективності; мобільні системи; аналіз продуктивності; ефективність; моніторинг; пожежа; лісова пожежа.

K. S. Oleinikov,

V. S. Sytnikov,

Odessa National Polytechnic University,
Odessa, Ukraine

EFFICIENCY IMPROVEMENT OF FOREST FIRE DETECTION MOBILE SYSTEMS

The problem of the forest fires is extremely urgent, considering the frequency and scale of their occurrence. Many countries have territories, that are highly fire-prone. In case of late detection of the fire and considering its fast spreading, the resources available in any quantity will not be able to stop it. Even large countries with developed infrastructure are vulnerable to this problem. Recent example of this happening is the fire in Canada in summer 2016, during which Fort-McMurray city of west province Alberta was almost destroyed. So the early detection of the fire source, which is spread on the minimal territory, is the key to successful fire control. By analogy with medicine, where the early detecting of the disease allows to provide more effective treatment, especially for serious illness.

Key words: efficiency improvement; mobile systems; performance analysis; efficiency; monitoring; fire; forest fire.

Рецензенти: д. т. н., проф. **М. П. Мусієнко;**

к. т. н., доц. **І. М. Журавська.**

© Олейников К. С., Ситников В. С., 2016

Дата надходження статті до редколегії 10.10.16