

К постановке задачи создания интеллектуальной системы управления процессами тушения лесных пожаров

И.Р. Шегельман¹, Л.В. Щеголева¹

¹Петрозаводский государственный университет

Аннотация: показаны перспективность создания интеллектуальной системы управления процессами тушения лесных пожаров и роботизации таких процессов. Особое внимание уделено необходимости оснащения интеллектуальными устройствами членов лесопожарных расчетов..

Ключевые слова: интеллектуальная система, лесные пожары, пожарные расчеты, роботизация, тушение.

Лесные пожары являются основной причиной повреждения и гибели лесов на значительных площадях. Ежегодно в России происходит более 18 тыс. лесных пожаров [1]. В результате лесных пожаров ежегодно в Российской Федерации гибнет около 1 млн. га леса [2].

Прогнозируемое глобальное изменение климата может привести к увеличению частоты лесных пожаров, расширению ареала их распространения и долгосрочной деградации лесорастительных условий [3 – 4].

В связи с этим в России [4 – 5] и др. и за рубежом [6 – 7] и др. идет активные поиск новых методов и техники для предупреждения и тушения лесных пожаров.

Например, из проанализированных нами российских изобретений для защиты от лесных пожаров на изобретения размещенных на сайте ФИПС в 2014-2015 гг. (<http://www.fips.ru/cdfi/Fips2009.dll/Query>) шесть патентов посвящено способам установления месторасположения лесного пожара и контроля пожарной опасности; восемь – способам и конструкциям для тушения лесного пожара.

Необходимо отметить, что выявление инновационных методов и техники для защиты от лесных пожаров невозможно без использования

современных систем управления технологическими процессами и информационными потоками [8 – 9], использования интеллектуальных систем, а на дальнейшем этапе – роботизация процессов мониторинга, предупреждения и тушения лесных пожаров. Возможность решения последней задачи подтверждается интенсивно ведущимися в России и за рубежом работами по созданию роботов (дронов) многофункционального и тактического назначения, включая создание беспилотных летательных средств [10]. Роботизированные вертолеты могут выполнять задачи мониторинга, видеонаблюдения, картографирования, транспортировки грузов в условиях опасных для жизни пилота, монтажа и строительства, и т. д. [11].

Борьба с лесными пожарами при помощи пожарных расчетов подразумевает территориальное рассредоточение пожарных вдоль фронта пожара. Важным элементом успешности борьбы является оперативная координация действий пожарных в условиях постоянно изменяющейся внешней среды. Вербальные средства связи не всегда обеспечивают оперативность принятия решений. Возникает необходимость в более точных и быстрых способах обмена информацией и принятия оперативного и оптимального решения. Т. е. координации действий территориально распределенных членов группы, решающих общую задачу. В перспективе возможна замена пожарного-человека на пожарного-робота, тогда задача автономного принятия решения и управления действиями роботов становится неотъемлемой.

На первом этапе рассмотрим пожарный расчет, каждый член которого оснащен специализированным интеллектуальным устройством. Устройство включает блок сенсоров, блок управления и блок связи с другими устройствами. Блок сенсоров предназначен для сбора информации внешней среде, включая информацию о состоянии пожара (динамика

ликвидации/распространения пожара) и средств пожаротушения. Это могут быть датчики температуры, скорости ветра, система глобального позиционирования, датчик уровня воды в емкости и другие. Блок управления предназначен для обработки информации, поступающей от датчиков, обработки информации, поступающей от других устройств через блок связи, и формирования управляющих команд, сообщающих пожарному рекомендуемую последовательность действий с точки зрения достижения общей цели локализации и ликвидации пожара.

Такую систему устройств можно классифицировать как однородную группу, действующую в недетерминированной динамической среде, решающую задачу локализации и тушения лесного пожара в условиях противодействия окружающей среды [12].

В процессе тушения пожара интеллектуальное устройство обменивается данными с другими аналогичными устройствами остальных членов пожарного расчета и решает задачу координации пожарных в условиях изменения как внешней среды, т.е. успешности действий по тушению пожара, так и с учетом расхода ограниченных средств пожаротушения каждого участника пожарной команды.

Решение задачи координации действий может быть реализовано посредством центрального управления или распределенного управления. В случае центрального управления выделяется одно центральное интеллектуальное устройство, которое собирает все данные, оценивает сложившуюся ситуацию, решает задачу выбора оптимальных действий для каждого члена расчета и передает команды управления на все остальные устройства. В этом подходе блок связи каждого интеллектуального устройства обменивается информацией только с центральным устройством. А блок управления решает только простейшие задачи первичной обработки данных и передачи команд пожарному. Самая сложная задача по выработке

оптимального решения возлагается на центральное устройство. В случае распределенного управления интеллектуальные устройства обмениваются информацией попарно, а принятием оптимального решения каждое интеллектуальное устройство занимается самостоятельно.

В целом для решения задачи координации действий необходимо в первую очередь сформировать модель, описывающую состояние внешней среды – пожара, на основе показаний системы датчиков, и построить сценарии или модели оптимального поведения пожарного расчета в зависимости от состояния внешней среды. Разработанные по этим моделям алгоритмы будут составлять ядро блока управления интеллектуального устройства.

Литература

1. Лесные пожары. URL: rosleshoz.gov.ru/forest_fires/
2. Гришин, А.М. Математические модели лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. Новосибирск: Наука, 1992. 408 с.
3. Abaimov, A.P., Zyryanova, O.A, Prokushkin, S.G., Koike, T., Matsuura, Y. Forest Ecosystems of the Cryolithic Zone of Siberia; Regional Features, Mechanisms of Stability and Pyrogenic Changes // Eurasian J. For. Res. 2000. № 1. Pp. 1-10.
4. Ключев, Г.В. Некоторые особенности механизации тушения лесных пожаров // Наука и бизнес: пути развития. 2013. № 3 (21). С. 37-40.
5. Ключев, Г.В. Прикладные особенности проектирования лесопожарной техники // Resources and Technology. 2012. Т. 9. № 1. С. 18-021.
6. Paatero, J., Vesterbacka, K., Makkonen, U., Kyllonen, K., Hellen, H., Hatakka, J., Anttila, P. Resuspension of radionuclides into the atmosphere due to forest fires // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2009. Pp. 473-476.



7. Rothermal, R.C. How to predict the spread and intensity of forest and range fires // USDA Service, Intermountain research station, General Technical Report. 1983. Ogden, Utah (USA). 161 p.
8. Казаков, Н.В., Абузов, А.В. Автоматизированные системы управления процессами промышленного лесопользования // Инженерный вестник Дона, № 2, 2014 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2426
9. Perminov, V. Mathematical Modeling of Large Forest Fire Initiation // Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Fluid Mechanics (Fluids'09), Recent Advances in Fluid mechanics, Ningbo(China), January 10-12. 2009. Pp. 69-73.
10. Фиговский, О. Инновационный инжиниринг – путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий // Инженерный вестник Дона, № 1, 2014. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321#top
11. Кульченко, А.Е. Структурно-алгоритмическая организация автопилота робота-вертолета // Инженерный вестник Дона, № 1, 2011. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/330
12. Каляев, И.А., Гайдук, А.Р., Капустян, С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. М.: Физматлит. 2009. С. 280.

References

1. Lesnye pozhary [Forest fires]. URL: rosleshoz.gov.ru/forest_fires/
2. Grishin, A.M. [Matematicheskie modeli lesnyh pozharov i novye sposoby bor'by s nimi]. Mathematical models of forest fires and new ways of dealing with them. Novosibirsk: Nauka, 1992. 408 p.
3. Abaimov, A.R., Zyryanova, O.A, Prokushkin, S.G., Koike, T., Matsuura, Y. Forest Ecosystems of the Cryolithic Zone of Siberia; Regional Features, Mechanisms of Stability and Pyrogenic Changes. Eurasian J. For. Res. 2000. № 1. Pp. 1-10.
4. Kljuev, G.V. Nauka i biznes: puti razvitija. 2013. № 3 (21). Pp. 37-40.
5. Kljuev, G.V. Resources and Technology. 2012. T. 9. № 1. Pp. 18-021.
6. Paatero, J., Vesterbacka, K., Makkonen, U., Kyllonen, K., Hellen, H., Hatakka, J., Anttila, P. Resuspension of radionuclides into the atmosphere due to forest fires. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2009. Pp. 473-476.
7. Rothermal, R.C. How to predict the spread and intensity of forest and range fires. USDA Service, Intermountain research station, General Technical Report. 1983. Ogden, Utah (USA). 161 p.
8. Kazakov, N.V., Abuzov, A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), № 2, 2014 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2426
9. Perminov, V. Mathematical Modeling of Large Forest Fire Initiation. Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Fluid Mechanics (Fluids'09), Recent Advances in Fluid mechanics, Ningbo(China), January 10-12. 2009. Pp. 69-73.
10. Figovskij, O. Inženernyj vestnik Dona (Rus), № 1, 2014. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321#top



11. Kul'chenko, A.E.. Inženernyj vestnik Dona (Rus), № 1, 2011 URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/330

12. Kaljaev, I.A., Gajduk, A.R., Kapustjan, S.G. [Modeli i algoritmy kollektivnogo upravlenija v gruppah robotov. Models and algorithms for collective management in groups of robots.] M.: Fizmatlit. 2009. P. 280.