

УДК 614.8

DOI: 10.46548/21vek-2021-1054-0047

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОИСКА ПРОПАВШИХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

© 2021

Фролова Нина Анатольевна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности»

Амурский государственный университет

(675027, Россия, Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21, e-mail: ninelfr@mail.ru)

Аннотация. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) имеет стратегическое направление в концепции обеспечения безопасности. Аварийно-спасательные работы являются одним из сегментов в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Бедствия, связанные с обрушением зданий, которые происходят по разным причинам способствуют гибели людей. Из-за повышенной плотности населения вероятность того, что люди окажутся в образовавшихся обломках зданий довольно высока. В следствие обрушения зданий образуются пустоты, которые являются ключевыми объектами для поиска выживших. Типичные методы поиска пострадавших включают визуальный осмотр места происшествия. Поиск пострадавших и доступ к ним – длительный и опасный процесс, поскольку конструкции не всегда устойчивы и подвержены вторичному обрушению. Один из способов своевременного определения жертв и выживших людей – это возможность доступа к местам разрушения конструкций, имеющих отверстия. В статье предлагается использование фотометрического изображения камеры *ASUS Xtion RGB-D* для визуализации отверстий и нахождения пострадавших в них людей. Камера *Asus Xtion RGB-D* позволяет проецировать снимки, полученные в обвалах разрушений с помощью нескольких составляющих: инфракрасного излучателя, стандартной цветной и инфракрасной камеры.

Ключевые слова: аварийно-спасательные работы, чрезвычайная ситуация, обрушение зданий.

USE OF EFFECTIVE METHODS FOR SEARCHING FOR THE MISSED IN PERFORMANCE OF EMERGENCY RESCUE OPERATIONS

© 2021

Frolova Nina Anatolievna, candidate of technical sciences, associate professor of the Department of Life Safety
Amur State University

(675027, Russia, Blagoveshchensk, Ignatievskoe highway, 21, e-mail: ninelfr@mail.ru)

Abstract. The elimination of the consequences of emergency situations (ES) has a strategic direction in the concept of ensuring security. Emergency rescue operations are one of the segments in the elimination of the consequences of emergency situations. Disasters associated with the collapse of buildings that occur for various reasons contribute to the loss of life. Due to the increased population density, the probability that people will end up in the resulting debris of buildings is quite high. As a result of the collapse of buildings, voids are formed, which are key objects for the search for survivors. Typical methods of finding victims include visual inspection of the scene. The search for victims and access to them is a long and dangerous process, since the structures are not always stable and are subject to secondary collapse. One of the ways to identify victims and survivors in a timely manner is to be able to access the sites of destruction of structures that have holes. The article suggests using the photometric image of the *ASUS Xtion RGB-D* camera to visualize holes and find people injured in them. The *Asus Xtion RGB-D* camera allows you to project images taken in landslides of destruction using several components: an infrared emitter, a standard color and infrared camera.

Keywords: rescue operations, emergency, collapse of buildings.

Введение. Деятельность по ликвидации последствий ЧС направлена на проведение аварийно-восстановительных работ в короткие сроки [1]. Для эффективного реагирования на ЧС предварительно разрабатывают планы, снижающие потенциальные риски и обеспечивающие непрерывность операций по ликвидации последствий [2]. Цикл управления ЧС представляет собой стратегию минимизации риска до, во время и после стихийных бедствий. Признание и принятие соответствующих мер на каждом этапе цикла позволяет повысить эффективность проведения аварийно-восстановительных работ [3-4].

Механизм управления циклом ЧС состоит из четырех этапов: смягчение, восстановление, готовность и ответ (рис. 1). Ответ представляют собой этап смягчения последствий и обеспечение готовности к вос-

становительному периоду, который включает в себя: выделение необходимых экстренных служб и первых лиц, реагирующих на потенциальную катастрофу для защиты человеческой жизни и уменьшения имущественного ущерба. Этап восстановления включает в себя устранение угрозы жизни человека, а также восстановление разрушенной инфраструктуры. Смягчение последствий сосредоточено на снижении или устранении риска путем предотвращения или уменьшения серьезности бедствий [5-7].

ЧС способствуют обрушению зданий и сооружений. В городских условиях структурное обрушение зданий может привести к тому, что люди оказываются в ловушке образовавшихся обломков. Во время спасательных операций выжившим оказывается помощь, а поиск жертв, находящихся под обвалами зданий про-

должается [8-9]. Поведение аварийно-спасательных работ требуют дополнительных усилий, так как некоторый строительный материал (например, бетон) может вызывать вторичные обрушения. Проблема поиска людей под обвалами разрушенных зданий является актуальной задачей аварийно-спасательных отрядов, участвующих в ликвидации последствий ЧС [10].



Рисунок 1 - Цикл управления ЧС

Целью работы явились анализ и предложение эффективного метода поиска пропавших при проведении аварийно-спасательных работ.

Методом исследования явился анализ и обобщение данных МЧС России о существующих методиках поиска пропавших.

Материалы и результаты исследования. Поис-

ково-спасательные работы крайне трудоемки в связи с ограничением продолжительности жизни пострадавших под завалами. Статистические данные свидетельствуют о том, что выживаемость пострадавших среди обломков становится маловероятной после 72 часового интервала с момента происшествия [11]. На территории РФ преимущественным методом поиска пропавших является исследование территории спасателями и применение беспилотных летательных аппаратов, которые относятся к длительным операциям, требующим длительного времени на идентификацию возможных мест нахождения пострадавших. Преимуществом использования беспилотных летательных аппаратов для поиска пострадавших является дистанционное обследование не доступных районов [12-14].

Длительное исследование места катастрофы спасателями является травматическим событием с точки зрения психологических расстройств. Исследования показали, что контакт с такого рода переживаниями могут привести спасателей к появлению критического стресса. Поэтому дистанционный осмотр места происшествия является актуальным направлением совершенствования поиска пострадавших с учетом дополнительного исключения появления у спасателей критического стресса [15].

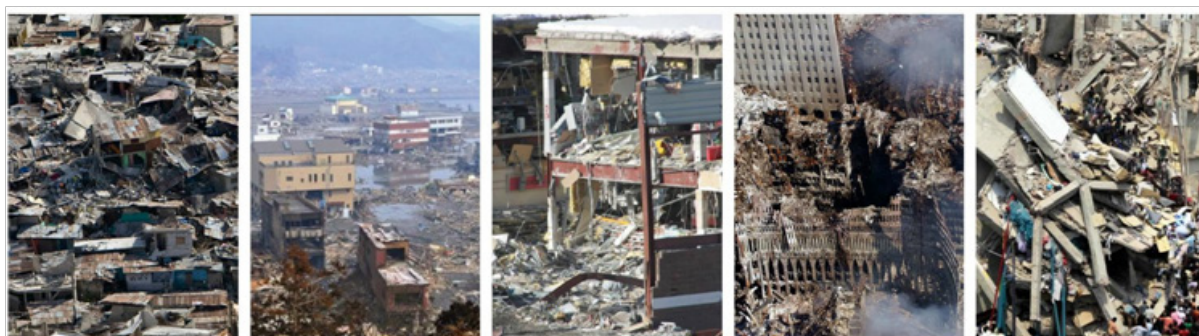


Рисунок 2 – Чрезвычайные ситуации, вызвавшие обрушение зданий

Удобным с точки зрения передвижения по загроможденной обвалами территорий является использование гусеничного наземного робота (рис. 3) или беспилотного летательного аппарата (рис. 4). Недостатком разворачивания беспилотного летательного аппарата является то, что они плохо работают в неблагоприятных условиях и не поддаются управлению в замкнутых пространствах. К недостаткам использования гусеничного наземного робота можно отнести затруднительное передвижение в обвалах зданий. Их лучше применять на более ровных поверхностях [16-18].



Рисунок 3 - Наземный робот Matilda



Рисунок 4 – Беспилотные летательные аппараты

Одним из эффективных методов поиска жертв является – использование георадара, действие которого основано на обнаружении жертв с помощью дистанционного зондирования сердечных сокращений. Данный метод позволит быстро идентифицировать места нахождения пострадавших.

Использование 3D-моделирования для построения дескрипторов интересующего объекта является одним из перспективных векторов идентификации

пострадавших при проведении аварийно-спасательных работ. Основным преимуществом моделирования является их инвариантность к свойствам материала, точке зрения и освещенности по сравнению с методами, основанными на внешнем виде. Кроме того, эти подходы упрощают задачу сегментации рисунка-фона по сравнению с подходами, основанными на внешнем виде. Возрождение интереса к визуализации местности произошло благодаря внедрению недорогих *RGB-D* камер и доступности к считыванию трехмерных моделей (рис. 5).

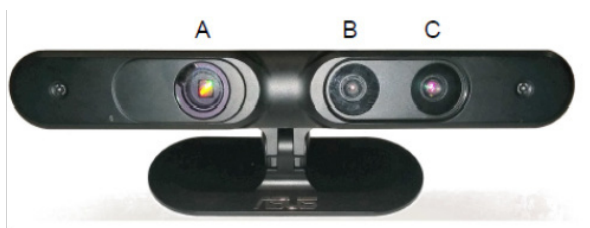


Рисунок 5 – Камера *Asus Xtion RGB-D* использует (A) инфракрасный излучатель (B) стандартную цветную камеру *RGB* и (C) инфракрасную камеру

В последнее время стали доступны компактные видекамеры, к которым можно отнести камеру *Asus*

Xtion RGB-D. Такие устройства способны вычислять глубину завалов, используя изображения, генерируемые фотометрическими камерами. Щебень, образовавшийся в результате структурного обрушения, не обладает достаточной уникальной текстурой, чтобы обеспечить точную оценку глубины. При этом, глубина кодируется как разница между левой и правой камерой и извлекается путем идентификации набора точек соответствия между двумя изображениями [19].

Инфракрасный излучатель используется в сочетании с инфракрасной камерой для восстановления метрической глубины. В качестве эффективного метода поиска пострадавших, как отмечалось выше можно отнести использование *RGB-D* камер при обследовании территории, которые обеспечивают оценку метрической информации о глубине завалов. Данная информация используется для разделения изображения на набор суперпикселей вдоль границ, которые демонстрируют сильный градиент глубины. Для разделения изображения используется общедоступный суперпиксельный алгоритм. Неправильное количество секций приводит к тому, что смежный объект (например, дыра) либо недосегментирован, либо чрезмерно сегментирован, как показано на рисунке 6 [20].

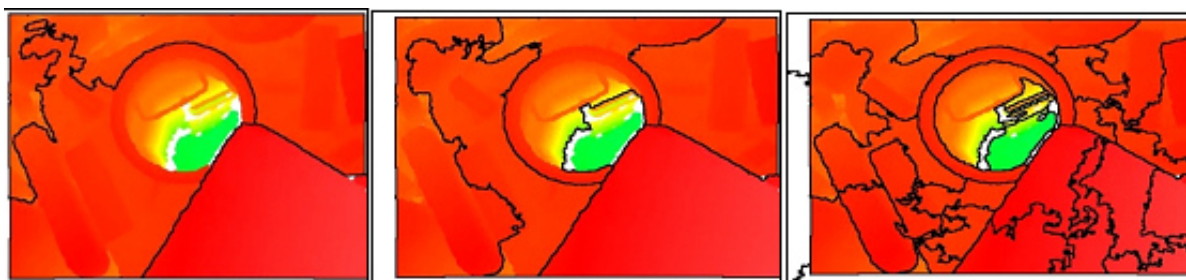


Рисунок 6 – Фотометрическое изображение камеры *ASUS Xtion RGB-D* (слева) с соответствующим на пиксель зарегистрированным глубинным изображением, которое было окрашено для визуализации

Алгоритм работы камеры *ASUS Xtion RGB-D* основан на фотометрической яркости, полученной из *RGB* - изображения. Предполагается, что отверстия, через которые делаются изображения плохо освещены и поэтому кажутся темнее. На *RGB*-изображении ширина области определяется путем подгонки эллипсоида вокруг суперпикселя по метрическим значениям, полученным датчиком глубины, и проецирования точек на плоскость.

Точки, лежащие за пределами трех стандартных отклонений от среднего, фильтруются и проециру-

ются на плоскость. Эллипс подходит к кластеру точек для вычисления большой и малой осей. Это дает приблизительную метрическую ширину и обхват области в метрических единицах. Для того чтобы отверстие считалось подходящим для введения искателя фотометрического изображения, ширина большой оси и обхват малой оси принимается на основе анатомических данных среднего взрослого человека, разрешение изображения 640×480 пикселей. Также камера позволяет делать снимки визуализации местности (рис. 7.)

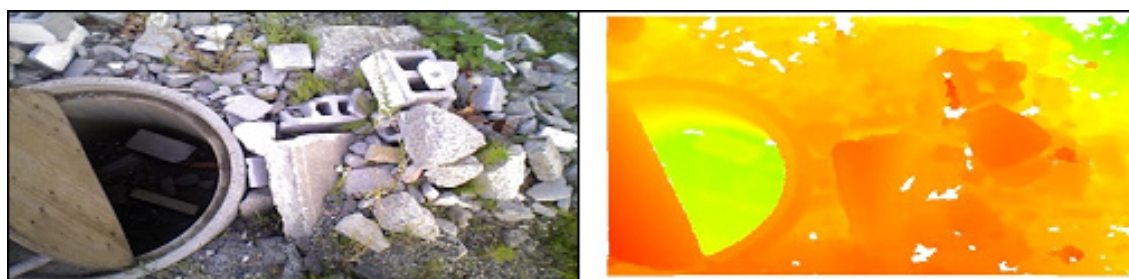


Рисунок 7 – Фотометрическое изображение камеры *ASUS Xtion RGB-D* для визуализации

Закключение. Таким образом, камера *Asus Xtion RGB-D* позволяет проецировать снимки, полученные в обвалах разрушений с помощью нескольких составляющих: инфракрасного излучателя, стандартной цветной и инфракрасной камеры, что способствует идентификации жертв, находящихся под завалами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ахтямов Р.Г. Использование сетей петри при планировании мероприятий аварийно-спасательных и других неотложных работ / Наука и безопасность. - 2013. - № 4 (9). - С. 23-25.
2. А. И. Пеньков, Р. А. Кинозеров, А. В. Наливкина. Особенности и порядок проведения аварийно-спасательных работ при выбросе или проливе АХОВ на предприятии // Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения: сборник Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015. - Т. 2. - С. 215-221.
3. Федеральный закон РФ от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
4. Мажуховский Э.И. Технологии гражданской обороны. Аварийно-спасательные и другие неотложные работы // ВНИИ ГОЧС МЧС России, 2012. - № 7. - С. 88-90.
5. Мингалеев С.Г. Курсаков А.В. Технологии гражданской обороны. Профессиональная подготовка спасателей для проведения аварийно-спасательных работ, 2012 - № 2 - Т. 4. - С. 18-20.
6. Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л. Комплексная оценка риска от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера -. М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. - С. 70-87.
7. Шойгу С.К., Воробьев Ю.Л., Долгин Н.Н. и др. Основы организации и ведения гражданской обороны в современных условиях. М.: Деловой экспресс. - 2005. - 519 с.
8. Тараканов А.Ю., Погребной Ю.П., Иванова М.А. Обеспечение безопасности спасателей в гуманитарных операциях // Современные аспекты гуманитарных операций при чрезвычайных ситуациях и вооруженных конфликтах. Материалы XIV международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. - Москва. - 2009. - С. 258-260.
9. Д.З. Прищепов, А.Ю. Тараканов, М.Е. Норсеева. Новые образовательные технологии обучения населения в области жизнедеятельности // Технологии гражданской безопасности. - 2010. - Вып. 4. - Т. 7. - С. 88-93.
10. Тараканов А.Ю., Норсеева М.Е. О подходах к формированию культуры безопасности жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности. - 2013. - № 5. - С. 52-55.
11. Максимова Е.А., И.А. Поливаный. Организационные и психологические аспекты поисково-спасательных работ при взрыве дома // Экология человека. - 2005. - № 3. С. 3-7.
12. Иванова Т.В., Лукьянова Е.Л., Церфус Д.Н. Представления о чрезвычайной ситуации у спасателей во время работы в зоне ЧС и после // Материалы международной заочной научно-практической посвященной 40-летию Амурского государственного университета. 30 января 2015 – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, – С. 55-64.
13. Кравченко А.И., Тараканов Д.В., Касторных А.В. Организация аварийно-спасательных работ при тушении пожаров в культурно-зрелищных учреждениях // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2018. - Т. 1. - С. 354-356.
14. Тумов А.К. Применение беспилотных летательных аппаратов при проведении аварийно-спасательных работ // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2018. - Т. 1. - С. 662-664.
15. Luo, L., Lin, H., and Schmidt, J. Quantitative relationships between soil macropore characteristics and preferential flow and transport. // Soil Science Society of America Journal. - 2010. - vol. 74(6). - pp. 1929-1937.
16. Macintyre, A. G., Barbera, J. A., and Smith, E. R. Surviving collapsed structure entrapment after earthquakes: A time-to-rescue analysis // Prehospital and Disaster Medicine. - 2006. - vol. 21(01). - pp. 4-17.
17. Matthies, L., Kelly, A., Litwin, T., and Tharp, G. Obstacle detection for unmanned ground vehicles: A progress report // In International Symposium of Robotics Research. - 1995. - pp. 475-486.
18. Matthies, L. and Rankin, A. Negative obstacle detection by thermal signature. In IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. - 2003. - vol. - pp. 906-913.
19. Onosato, M., Takemura, F., Nonami, K., Kawabata, K., Miura, K., and Nakanishi, H. Aerial robots for quick information gathering in USAR // In International Joint Conference of the Society of Instrument Control Engineers and the Institute of Control, Automation and Systems Engineers. - 2012. - pp. 3435-3438.
20. Onosato, M., Yamamoto, S., Kawajiri, M., and Tanaka, F. Digital gareki archives: An approach to know more about collapsed houses for supporting search and rescue activities // IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics. - 2012. - pp. 40.

Статья поступила в редакцию 05.05.2021

Статья принята к публикации 16.06.2021