

УДК 623.385.6

Применение технологии распознавания образов как инструмент решения задач технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления

Семенов С. С., Педан А. В., Смолеха А. В.

Постановка задачи: применение новых способов ведения технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления для повышения ее эффективности. Известные способы ведения технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления не позволяют оперативно и в полном объеме решать возложенные на нее задачи. **Цель работы** - анализ возможности повышения оперативности и эффективности ведения технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления. Предлагается рассмотреть возможность применения технологии распознавания образов на базе мобильных роботизированных комплексов для повышения эффективности показателей технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления. **Используемые методы:** решение задачи повышения эффективности системы технической разведки объектов связи и автоматизированных систем управления на основе анализа возможности применения мобильных роботизированных комплексов и технологии распознавания образов. **Новизна:** предложен новый способ использования мобильных роботизированных комплексов на основе беспилотных летательных аппаратов для решения задачи ведения технической разведки, а также применение метода опорных векторов для поиска поврежденной техники. **Результат:** предложены научно-обоснованные способы использования мобильных роботизированных комплексов на основе беспилотных летательных аппаратов для сбора информации и поиска изображений поврежденной техники.

Ключевые слова: техническая разведка, мобильные роботизированные комплексы, техника связи, беспилотные летательные аппараты, распознавание образов, машина опорных векторов, гистограмма направленных градиентов.

Введение

Модернизация и переход к новому облику Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ), готовым к отражению полномасштабной агрессии, ведению успешных боевых действий не возможно без всестороннего технического обеспечения техники связи и автоматизированных систем управления (ТС и АСУ), которые решают задачи управления войсками. В соответствии с общими принципами организации технического обеспечения, техническое обеспечение должно организовываться и осуществляться постоянно во всех видах боевых действий, при передвижениях к местам выполнения задач и в ходе применения войск. При этом должны планироваться и выполняться все основные мероприятия технического обеспечения: снабжение, контроль технического состояния, техническое обслуживание, техническая разведка, эвакуация, ремонт, подготовка личного состава по вопросам технического обеспечения и т.д. Все эти мероприятия проводятся в комплексе с мероприятиями боевого обеспечения имеющимися силами и средствами.

Успешное выполнение боевой задачи при различных видах боевых действий напрямую зависит от технического состояния техники связи и автоматизированных систем управления (ТС и АСУ), ее готовности к

выполнения задач по предназначению. На ее состояние оказывают воздействие такие факторы как боевые повреждения, эксплуатационные отказы, уровень подготовки личного состава экипажей, а также возможность в кратчайшие сроки устранить неисправность и вернуть ее в строй за счет системы восстановления. Восстановление вооружения и военной техники является основным источником восполнения потерь непосредственно в ходе боевых действий. Задача системы восстановления достигается – технической разведкой, эвакуацией и ремонтом.

Одной из важнейших подсистем восстановления в ходе боевого применения войск связи является техническая разведка ТС и АСУ, которая организуется и осуществляется в целях своевременного выявления вышедшей из строя техники ТС и АСУ, определения характера и объема ее повреждений, рекогносцировки путей эвакуации, перемещения и районов развертывания органов технического обеспечения связи и автоматизации (ТОС и А), определения возможности использования трофеев и местных ресурсов.

В частях (соединениях) связи силы и средства, специально предназначенные для решения задач технической разведки, отсутствуют. Техническая разведка техники связи организуется исключительно за счет нештатных формирований с использованием сил и средств органов технического обеспечения.

Задача выделения внештатных подразделений в ходе ведения боевых действий на данном этапе развития ВС РФ будет стоять очень остро. Это связано с переходом ВС РФ к новой оптимизированной организационно-штатной структуре ВС РФ, которая не позволит в полном объеме обеспечить потребность в силах и средствах подразделений технической разведки ТС и АСУ.

От полноты и оперативности добытой информации посредством технической разведки ТС и АСУ напрямую зависит время восстановления ТС и АСУ, которое определяет возможность системы связи выполнять задачи по предназначению.

В основу организации технической разведки положены следующие основные принципы: целеустремленность, непрерывность, оперативность, активность, скрытность, достоверность, живучесть.

Основными задачами технической разведки ТС и АСУ являются:

- установление мест нахождения, типов и принадлежности поврежденной ТС и АСУ;
- проведение предварительной дефектации для определения состояния, характера и степени повреждения ТС и АСУ;
- определение направления, способа и путей эвакуации, поврежденной ТС и АСУ;
- выявление находящихся в районах действий подразделений связи трофейной ТС и АСУ и предприятий местной промышленности;
- сбор трофейной техники и определение ее состояния;

- рекогносцировка районов возможного перемещения и развертывания органов технического связи.

Техническая разведка ведется:

- личным составом экипажей;
- пунктами технического наблюдения (ПТН);
- группами технического обеспечения (ГТО);
- группами технической разведки (ГТР).

Информация о вышедшей из строя техники связи собирается посредством системы управления связью и анализируется командирами подразделений, пунктами технического наблюдения (ПТН) и заместителем по вооружению для принятия решения на восстановление вышедшего из строя образца техники связи (рис 1).

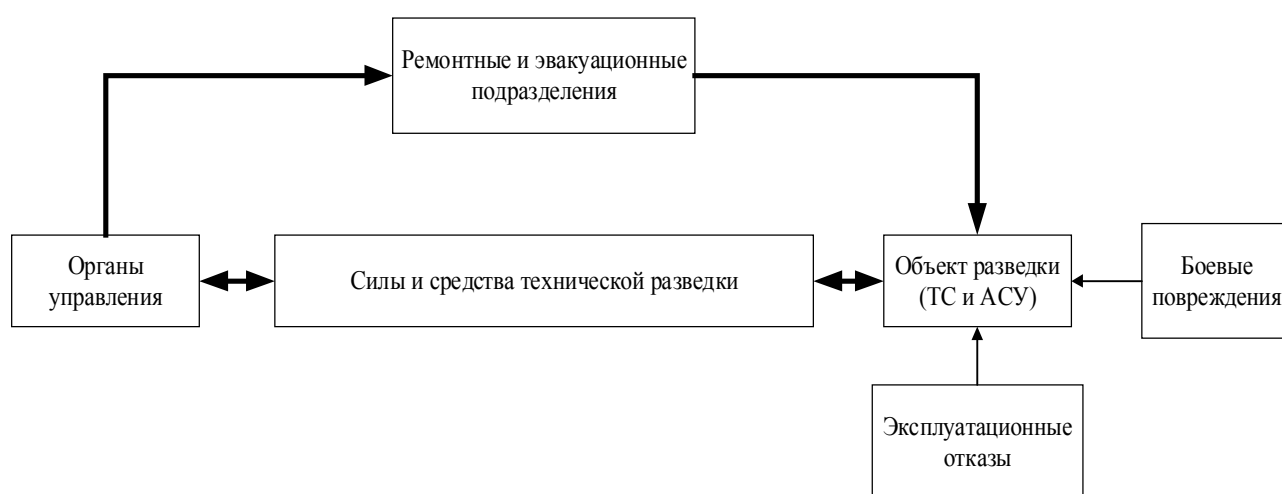


Рис. 1. Схема системы технической разведки ТС и АСУ

Ведение технической разведки ТС и АСУ в условиях современного боя который характеризуется высокой маневренностью, динамикой и скоротечностью, быстрыми и резкими изменениями обстановки и разнообразием применяемых способов его ведения, развертывания боевых действий на земле и воздухе и ведением их в высоких темпах, требует применение новых способов сбора и обобщения информации о техническом состоянии техники связи. Которые позволят в кратчайшие сроки с привлечением минимального количества личного состава получить и обобщить информацию о месте вышедшей из строя техники связи, характера и объема ее повреждений для принятия решения о ее восстановлении.

Одним из способов повышения эффективности ведения технической разведки техники связи является применение мобильных роботизированных комплексов (МРК).

Круг задач, выполняемых МРК в настоящее время постоянно расширяется. МРК применяются в различных сферах человеческой деятельности таких как патрулирование территорий в очагах возгорания лесных массивов, охрана протяженных участков государственной границы, корректировка огня артиллерии и д.р. Одним из видов МРК являются беспилотные летательные

аппараты (БПЛА), которые уже поступили на вооружение в ВС РФ. На вооружение были приняты такие новейшие комплексы как «Застава», «Гранат», «Леер» и «Орлан». Тактика-технические характеристики БПЛА «Орлан» приведены на рис. 2.

Технические характеристики:

Длина	1,8 м
Размах крыла	3,1 м
Макс. взлетная масса	18 кг
Масса целевой нагрузки	до 5 кг
Скорость	70 - 150 км/ч
Тип двигателя	ДВС (АИ-95)
Радиус действия (по радиоканалу)	130 км
Продолжительность полета	16 ч
Макс. высота полета	5000 м
Скорость ветра на старте	до 10 м/с
Диапазон рабочих температур у поверхности земли	от -35 до +40

Взлет и посадка

- Взлет – с катапульты
- Посадка – на парашюте

Система связи

Дальность командно-тепеметрического канала 150 км
Дальность канала передачи фото (видео) информации 130 км



Рис. 2. Тактико-технические характеристики комплекса «Орлан-10»

БПЛА «Орлан» применялся при проведении учений ВС РФ:

- 2012 год :
 - 10 – 20 сентября, учения «Северный Кавказ 2012», полигон Капустин Яр.
- 2013 год:
 - 10 – 30 февраля (военный аэродром г. Липецка и полигон Серноводское);
 - 13 – 14 марта (артиллерийский полигон, г. Луга);
 - 9 – 12 апреля (полигон Капустин Яр);
 - 20 – 23 мая (полигон Погоново);
 - 22 – 24 июня (полигон Ашулук);
 - 20 – 30 сентября, учения «Северо-Запад 2013».

Новые БПЛА, поставленные по государственным контрактам в рамках Гособоронзаказа, предназначены для обеспечения действий войск и более эффективного применения артиллерии.

Так странами НАТО БПЛА применяются в военной сфере уже более 20 лет. На вооружении стран НАТО стоят комплексы БПЛА различного назначения такие как «Hunter», «Predator», «Global Hawk».

Основные достоинства использования БПЛА в военных целях:

- отсутствие потерь летного состава;

- отсутствие необходимости выделения сил и средств на поиск и спасение;
- малые затраты на обслуживание БПЛА и подготовку расчета;
- возможность выполнения маневров с высокими перегрузками;
- малые размеры и эффективная отражающая поверхность;
- возможность дистанционного пилотирования посменно несколькими операторами;
- возможность ведения различных видов разведки;
- возможность оснащать БПЛА полезной нагрузкой различного назначения;

Использование штатных БПЛА ВС РФ совместно технологиями распознавания образов и радиометок для ведения технической разведки ТС и АСУ позволит увеличить оперативность обнаружения поврежденной ТС и АСУ и определения ее технического состояния, а вместе с тем и уменьшить время на ее восстановление. Применение БПЛА стоящих на вооружении ВС РФ для сбора данных о техническом состоянии ТС и АСУ не потребует больших капиталовложений, особенно по сравнению с формированием в ВС РФ штатных подразделений технической разведки ТС и АСУ, которые потребуют увеличения штата личного состава и техники.

Получение информации в реальном масштабе времени о текущей обстановке возможно за счет БПЛА, оснащенных телевизионными и тепловизионными камерами. Полученная информация поступает в центр обработки данных для дальнейшего анализа. Система распознавания образов позволит выделить на цифровом изображении области «интереса» т.е. места нахождения техники и с определенной вероятностью ее техническое состояние. На рис. 3 изображена схема обнаружения и распознавания образов с применением МРК.

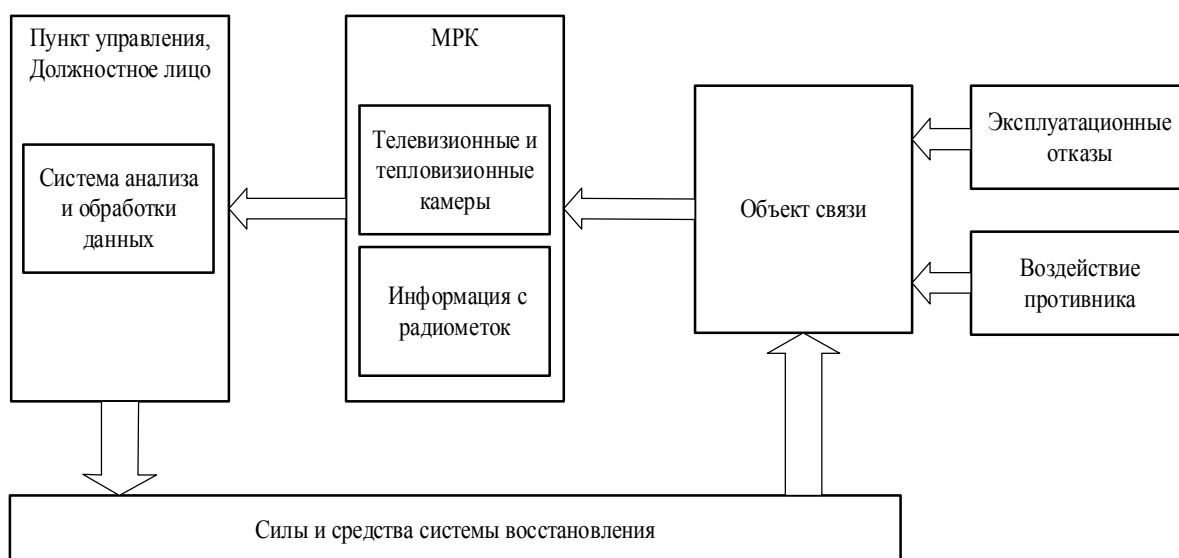


Рис. 3. Схема обнаружения и распознавания образов с применением БПЛА

Для повышения вероятности определения технического состояния ТС и АСУ предлагается использование радиометок. Информация с которых будет передаваться на БПЛА и далее в ЦОД. Радиометка будет содержать информацию о типе техники связи и коды ошибок, полученные от системы встроенного контроля образца связи.

Для решения задачи распознавания техники связи на местности необходимо сформировать базу идентификационных параметров образцов связи под различными ракурсами.

Эффективность использования БПЛА для распознавания образов ТС и АСУ будет зависеть от полезной нагрузки которая на него установлена, возможности им получать изображения в различных спектрах таких как:

- цветные изображения видимого спектра
- инфракрасные изображения;
- ультразвуковые изображения;
- радиолокационные снимки;
- изображение с данными о глубине.

Полученная видео информация обобщается с информацией, полученной посредством радиометок в системе анализа и обработки данных. Результатом работы системы анализа и обработки данных будет количество распознанных образцов техники связи их местоположение и техническое состояние. В совокупности с информацией, полученной посредством системы анализа и обработки данных и докладов, полученных по системе управления связью появляется возможность более рационально использовать силы и средства системы восстановления. Схематично система распознавание образов приведена на рис. 4.



Рис. 4. Схема распознавания образов

Для решения задачи распознавания образов ТС и АСУ предлагается использовать метод гистограмм направленных градиентов (англ. Histogram of

Oriented Gradients, HOG). Данный метод основан на подсчете количества направлений градиента в локальных областях изображения. Этот метод в первые был применен в 2005 году Навнитом Далал и Биллом Триггсом в работе они использовали алгоритм для нахождения пешеходов на статичных изображениях, хотя впоследствии расширили область применения до нахождения людей на видео, а также различных животных и машин на статичных изображениях.

Основной идеей алгоритма является допущение, что внешний вид и форма объекта на участке изображения могут быть описаны распределением градиентов интенсивности или направлением краев (рис. 5). Реализация этих дескрипторов может быть произведена путем деления изображения на маленькие связные области, именуемые ячейками, и расчетом для каждой ячейки гистограммы направлений градиентов или направлений краев для пикселей, находящихся внутри ячейки. Комбинация этих гистограмм и является дескриптором. Для увеличения точности локальные гистограммы подвергаются нормализации по контрасту. С этой целью вычисляется мера интенсивности на большем фрагменте изображения, который называется блоком, и полученное значение используется для нормализации. Нормализованные дескрипторы обладают лучшей инвариантностью по отношению к освещению.

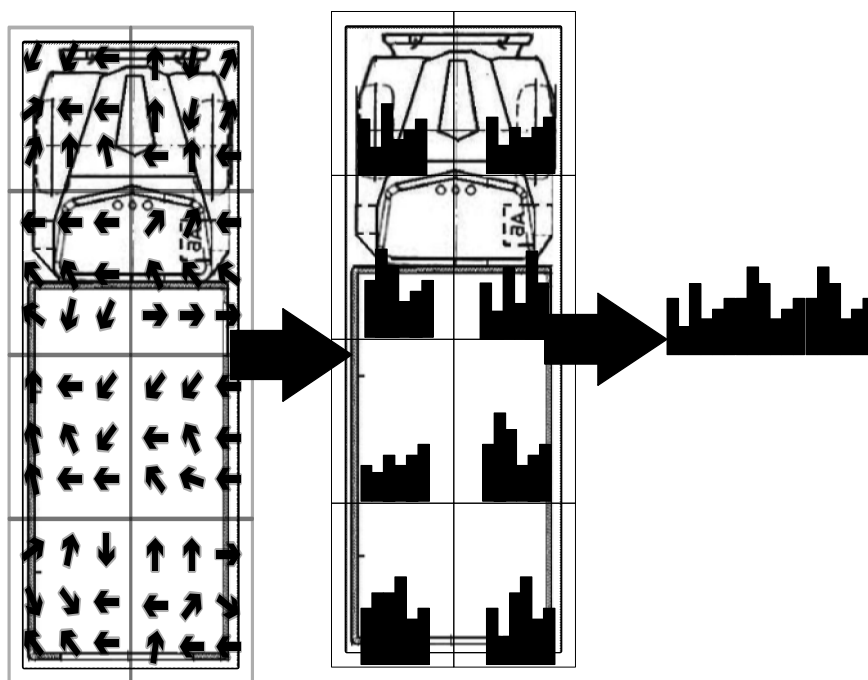


Рис. 5. Схема построения дескрипторов на основе гистограммы направленных градиентов

Конечным шагом в распознавании объектов с использованием HOG является классификация дескрипторов при помощи системы обучения с учителем, метод опорных векторов (SVM, Support Vector Machine). Схема обучения классификатора изображена на рис. 6. Схема распознавания образа изображена на рис. 7.

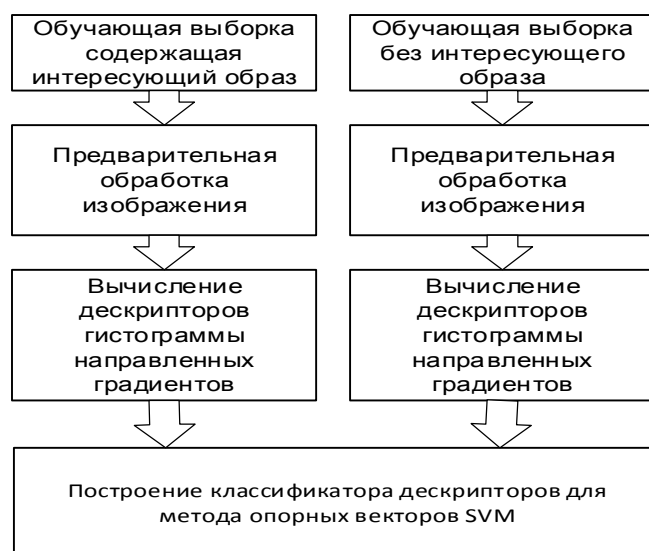


Рис. 6. Схема обучения классификатора

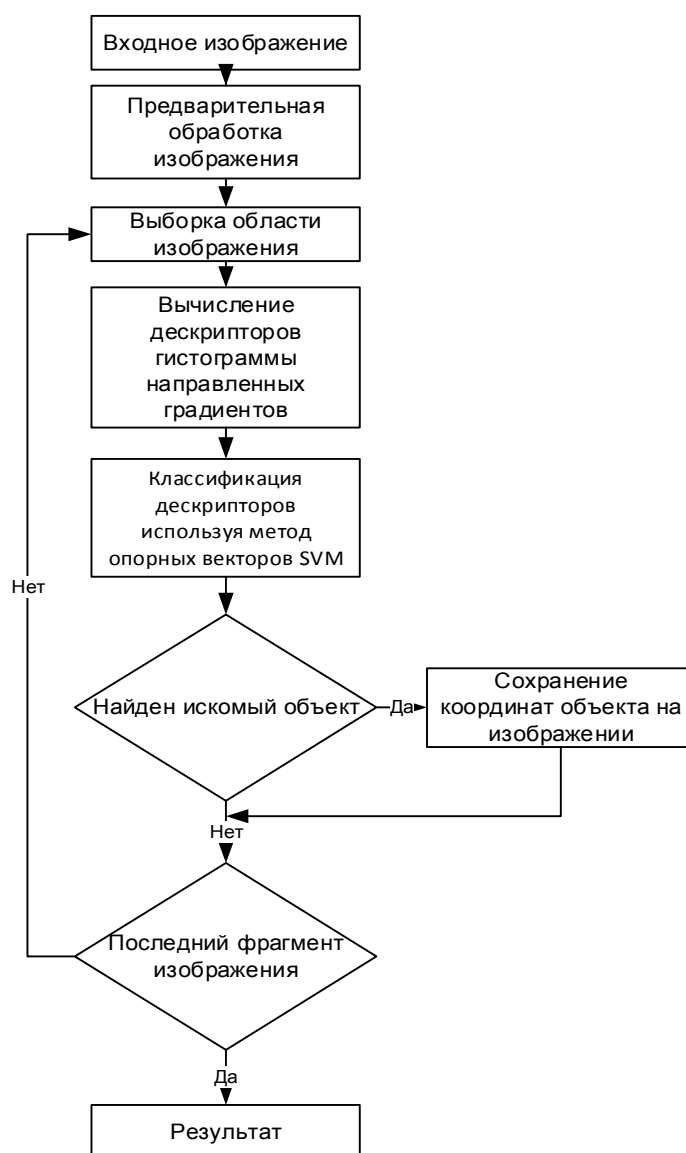


Рис. 7. Схема распознавания образа на изображении

Вывод

Обобщение информации, полученной с БПЛА позволит повысить оперативность и вероятность определения технического состояния техники связи для принятия решения о ее способах, методах и целесообразности восстановления. Применение БПЛА для ведения технической разведки дает возможность увеличить показатель живучести для системы восстановления в целом. Особенно актуально применение БПЛА для ведения технической разведки в местах применения противником оружия массового поражения, когда необходим сбор данных о потерях подразделений и частей связи.

Таким образом, возникает задача проведения исследований в области ведения технической разведки техники связи. Необходимо разработать модель текущих способов ведения технической разведки и оценить их эффективность. Исследовать существующие способы распознавания образов, для нахождения оптимальной модели распознавания. Построить модель системы ведения технической разведки с применением БПЛА и радиометок, определить эффективность и на основе анализа полученных данных подготовить предложения по применению БПЛА для ведения технической разведки техники связи.

Литература

1. Руководство по техническому обеспечению связи и автоматизированных систем управления Вооружённых сил Российской Федерации. М.: Воениздат, 1994. 288 с.
2. Гирш В.А., Баринов М.А., Захаров А.А., Марченков А.А., Музыкантов А.Н., Чихачев А.В., Штеренберг И.Г. Техническое обеспечение связи и автоматизации. Учеб. СПб.: СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2011. 451 с.
3. Галенко В. Беспилотные летательные аппараты на войне - итоги 2014 года // IAREX.RU: Информационное агентство REX. 2014. URL: <http://www.iarex/articles/51261/html> (дата обращения 3.02.2015).
4. Гистограмма направленных градиентов // Википедия [Электронный ресурс]. 2014. URL: http://www.ru.m.wikipedia.org/wiki/Гистограмм_направленных_градиентов (дата обращения 3.02.2015).

Reference

1. Manual Maintenance of communication and automated control systems of the Armed Forces of the Russian Federation, Moscow, Military Publishing, 1994. 288 p. (In Russia).
2. Girsch V.A., Barinov M.A., Zakharov A.A., Marchenko A.A., Muzyakntov A.N., Chikhachev A.V., Shterenberg I.G. *Tekhnicheskoe obespechenie sviazi i avtomatizacii* [Technical support communication and automation]. St-Petersburg, Government University of Professor. M.A. Bonch-Burevich, 2011. 451 p. (In Russia).

3. Gulenko V. UAVs on the outcome of the war in 2014. IAREX.RU: News agency REX, 2014, URL: <http://www.iarex/articles/51261/html> (accessed 03 February 2015) (In Russia).

4. Histogram of oriented gradients. Wikipedia, 2014, URL: http://www.ru.m.wikipedia.org/wiki/Гистограмм_направленных_градиентов (accessed 03 February 2015) (In Russia).

Статья поступила 17 февраля 2015 г.

Информация об авторах

Семенов Сергей Сергеевич - доктор технических наук, доцент. Профессор кафедры технического обеспечения связи и автоматизации Военной академии связи имени Маршала Советского союза С.М. Буденного. Тел.: +7(911) 117-11-08. E-mail: semsem@yandex.ru

Педан Алексей Викторович – адъюнкт кафедры технического обеспечения связи и автоматизации Военной академии связи имени Маршала Советского союза С.М. Буденного. Тел.: +7(929) 101-78-94. E-mail: mусор14@mail.ru

Смолеха Алексей Витальевич – адъюнкт кафедры технического обеспечения связи и автоматизации Военной академии связи имени Маршала Советского союза С.М. Буденного. Тел.: +7(911) 085-07-50. E-mail: a.1802@yandex.ru

Адрес: 194064, Россия, г. Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., д. 3.

The use of technology as a tool for recognizing images of solving technical intelligence communication equipment and automated control systems

Semyonov S. S., Pedan A. V., Smoleha A. V.

Purpose: the use of new methods of technical intelligence communication equipment and automated control systems to improve its efficiency. Known methods of technical intelligence communication equipment and automated control systems do not allow to promptly and fully to solve its tasks. The aim is to analyze the possibility of increasing the efficiency and effectiveness of conducting technical intelligence communication equipment and automated control systems. Invited to consider the possibility of using pattern recognition technology based on mobile robotic systems to improve the efficiency indicators of technical intelligence communication equipment and automated control systems. **Methods:** the objective to increase the effectiveness of the technical intelligence communication equipment and automated control systems based on the analysis of the possibility of using mobile robotic systems and pattern recognition technology. **Novelty:** the ability to assign to the mobile robotic systems for the solution of the problem of conducting technical intelligence and the use of support vector machine method to search for the damaged equipment. **Result:** the use of mobile robotic systems for gathering information and search image damaged.

Keywords: technical intelligence, mobile robotic systems, communication technology, unmanned aerial vehicles, pattern recognition, support vector machine, a histogram of gradient direction.

Information about Authors

Semenov Sergey Sergeevich - Dr. habil. of Engineering Sciences. Associate Professor. Full Professor at the Department of technical equipment and automation Academy of Signal Communication. Tel.: +7 911 117 11 08. E-mail: semsem@yandex.ru

Pedan Alexsey Victorovich – Doctoral Student. Postgraduate student of Department of technical equipment and automation. Academy of Signal Communication. Tel.: +7 929 101 78 94. E-mail: mycop14@mail.ru

Smoleha Alexsey Vitalevich – Doctoral Student. Postgraduate student of Department of technical equipment and automation. Academy of Signal Communication. Tel.: +7 911 085 07 50. E-mail: a.1802@yandex.ru

Address: Russia, 194064, Saint-Petersburg, Tihoreckiy prospekt, 3.