

**А. Б. Муравьев<sup>1</sup>**<sup>1</sup> ОАО НПЦ «Электронные вычислительно-информационные системы»

# ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА АЛГОРИТМОВ ОБНАРУЖЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ЦЕЛЕЙ

*Проведен аналитический обзор подходов к построению автоматизированной системы контроля качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей в охранных системах с активными датчиками. Рассмотрены как подходы, основанные на использовании проверочных данных, так и подходы, позволяющие обходиться без создания проверочной информации. На основе проведенного анализа предложена схема автоматизированной системы, объединяющая в себе оценивание и контроль качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей, а также хранение проверочной информации о целевой обстановке.*

**Ключевые слова:** оценка качества обнаружения и сопровождения, сопровождение на проходе, обнаружение движущихся целей, нормирование мер качества, оценка разброса значений мер качества.

Факторами, обуславливающими разработку новых и совершенствование существующих методик оценки качества обнаружения и сопровождения целей в охранных системах с активными датчиками, являются усложнение как аппаратной, так и программной составляющих этих систем, распространение охранных систем с активными датчиками, вызванное применением их не только на государственных, но и на частных объектах.

Применение методик и алгоритмов оценки качества работы алгоритмов обнаружения и сопровождения целей позволяет минимизировать затраты на испытание приборного комплекса, контролировать улучшение качества алгоритма в процессе разработки, что также позволяет минимизировать затраты на разработку программной части системы, упрощает и предоставляет возможность автоматизировать настройку параметров работы алгоритма.

В последнее время появилось большое количество работ, посвященных оценке качества алгоритмов сопровождения целей [1–4], в частности, сопровождения целей в составе охранных систем с активными датчиками [1–3].

Цель статьи – выбрать наиболее подходящий подход к построению автоматизированной системы оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей в охранных системах с активными датчиками на основе анализа существующих подходов, а также описать основные элементы этой системы на примере системы, построенной для

оценки качества алгоритмов охранного комплекса Orwell-R.

Существует ряд часто используемых терминов, которые применяются при описании систем оценки качества [4]. Поэтому следует представить некоторые определения:

- Тестовыми данными будем называть записанную необработанную информацию, поступающую от активных датчиков. Данная информация записывается с целью последующего хранения в составе набора тестовых данных для оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей.
- Автоматическими данными называются те данные, которые получаются на выходе оцениваемого алгоритма, на вход которого подаются тестовые данные. Автоматические данные могут содержать как общее описание целевой обстановки, так и описание отдельных траекторий и отметки целей.
- Вместе с автоматическими данными для оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей также должно храниться описание отображенной на них целевой обстановки. Эти данные будем называть проверочными. Как и в случае с автоматическими данными, проверочными также будем называть не только набор данных целиком, но и отдельные траектории и отметки целей.

Среди подходов к оценке качества обнаружения и сопровождения целей можно выделить следующие категории:

- оценивание через сравнение выходных данных анализируемого алгоритма на тестовой последовательности с заранее подготовленной информацией о целях (проверочных данных), отображенных на данной последовательности [2, 3];
- оценивание правдоподобности поведения целей [2, 7];
- сравнение с автоматическими данными, полученными с помощью этой же последовательности, но поданной на вход оцениваемого алгоритма в обратном порядке [6, 7].

Подход, основанный на сравнении с эталонными данными, является наиболее проработанным и подходящим для оценивания качества алгоритмов. Основным недостатком данного подхода является необходимость подготовки проверочных данных и невозможность использования для мониторинга текущего качества работы системы в штатных условиях. Схема потоков данных этого подхода представлена на рис. 1.

При реализации подхода, основанного на оценивании правдоподобности поведения целей, могут быть использованы, например, условия Липшица и Ляпунова [7]. Такое оценивание правдоподобности целевой обстановки является косвенным. В общем случае поведение ложной цели может ничем не отличаться от поведения достоверной цели. Несмотря на отсутствие необходимости в проверочных данных, данный подход нельзя назвать строгим. Подобные меры могут быть основаны на таких характеристиках целей, как постоянство цвета и направления движения. Однако этот подход не может использоваться для того, чтобы в полной мере оценить качество сопровождения целей в системах на основе активных датчиков или для сравнения различных алгоритмов. Такие показатели качества могут использоваться для контроля качества обнаружения и сопровождения целей в режиме реального времени [2].



Рисунок 1. Схема потоков данных оценки качества обнаружения и сопровождения целей

Использование так называемого подхода forward-backward является компромиссным решением. Этот подход более надежен и не требует наличия проверочных данных, но также требует выключения охранной системы из штатной работы и не дает детального анализа работы системы.

Схема классификации подходов к оценке качества обнаружения и сопровождения целей представлена на рис. 2.

Автоматизация подхода, основанного на сравнении автоматических и проверочных данных о целевой обстановке, требует наличия показателей качества и проверочных данных. Для оценивания могут использоваться проблемно-ориентированные меры качества либо математически строгие универсальные метрики [5].

Подход, основанный на сравнении автоматической целевой информации с проверочными данными, наилучшим образом отвечает требованиям для оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей, так как он является наиболее достоверным. В отличие от других представленных подходов, этот подход обеспечивает точную оценку работы алгоритма на данной входной последовательности.

Внешняя структура экспертной системы (ЭС) представлена на рис. 3. Методика проверки качества алгоритма, применяемая в данной системе, заключается в расчете набора мер качества на наборе входных данных и сравнении значений этих мер с пороговыми значениями. База наблюдений системы содержит входные данные алгоритма и соответствующие им эталонные выходные данные (информация о целях), на которых происходит расчет мер качества. База знаний содержит описанные на языке представления знаний критерии качества, а также диагностические знания. Критерии и входные данные сгруппированы так, что позволяют пользователю задать нужный набор тестовых данных и критериев качества алгоритма. Каждый набор критериев может также содержать специфические диагностические знания. Источником этих знаний должен являться разработчик проверяемого алгоритма. Источником знаний о пороговых значениях



Рисунок 2. Классификация подходов к оценке качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей

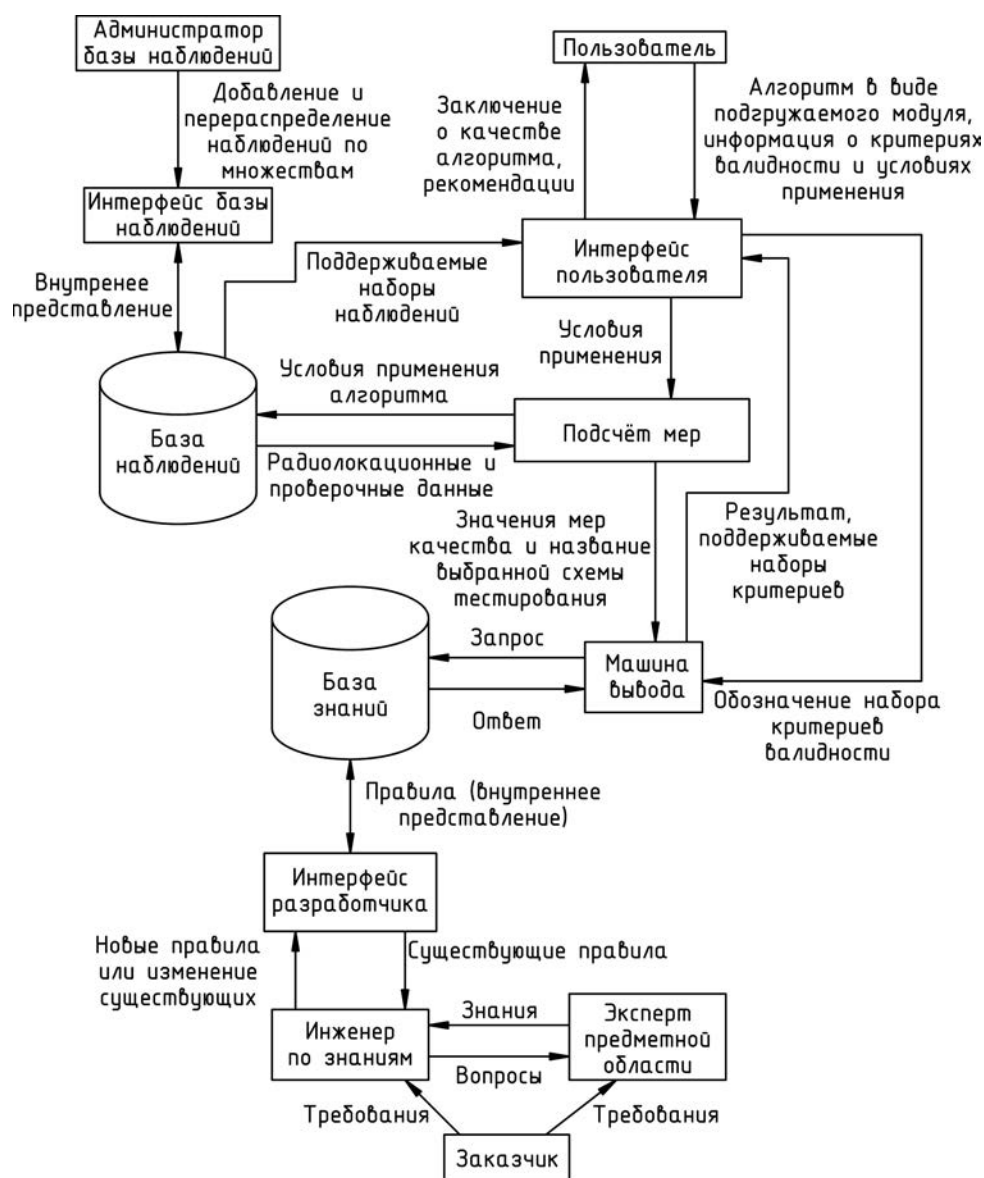


Рисунок 3. Структура автоматизированной системы оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей в охранных комплексах с активными датчиками

мер качества должен быть заказчик системы или технический руководитель.

Экспертная система содержит три интерфейса взаимодействия с пользователями:

- интерфейс базы наблюдений позволяет работать с наборами данных, на которых будет производиться тестирование алгоритмов. Такой интерфейс предоставляет возможность добавления, удаления и редактирования вспомогательной информации с объединением в группы тестовых данных;
- интерфейс пользователя позволяет загружать реализацию тестируемого алгоритма в систему и вводить информацию об условиях работы алгоритма и критериях качества;
- интерфейс разработчика позволяет работать с правилами вывода, которые используются при вынесении решения о валидности алгоритма на основе значений мер качества.

В описываемой системе проверку соответствия качества алгоритма установленным требованиям предлагается осуществлять через сравнение значений этих мер с пороговыми значениями. Для сравнения значения мер качества с соответствующими пороговыми значениями, а также для извлечения дополнительной диагностической информации в системе, схема которой представлена на рис. 3, используются такие блоки, как база знаний, решатель (машина вывода), редактор базы знаний (интерфейс разработчика)

и интерфейс пользователя. Наличие этих блоков относит предлагаемую систему к классу экспертных систем (ЭС).

Использование ЭС для решения задачи оценки качества (диагностики) алгоритмов путем интерпретации значений мер показателей качества является обоснованным, так как выполняются следующие условия [8]:

- результативность задачи зависит от субъективных знаний. Эти знания заключаются в соответствии значений мер оценки качества требованиям, предъявляемым к качеству работы алгоритма, а также в нахождении причин неисправности алгоритма по набору значений мер;
- требования к качеству работы алгоритма могут меняться как в зависимости от требований

заказчика для данного проекта, которые могут быть обусловлены условиями использования алгоритма, так и вследствие других обстоятельств.

### Заключение

В данной работе на основе анализа существующих подходов была разработана структурная схема автоматизированной системы оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей. В основе выбранного подхода лежит сравнение автоматической и проверочной информации о целевой обстановке с помощью набора мер качества. Использование предложенной схемы позволяет решать задачи хранения проверочной и тестовой информации, оценивание алгоритмов, контроль качества алгоритмов и взаимодействия с пользователями и администраторами системы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stove A., Hurd D. Thales Sensors, Crawley, W. Sussex. Performance evaluation for modern radars. RH109PZ, U.K.
2. Colegrove S., Davey S., Cheung B. A Tracker Assessment Tool for Comparing Tracker Performance. Technical Report. Australian Government. Department of Defence, 2005.
3. Pelletier M., Blasch E. A Track Scoring MOP for Perimeter Surveillance Radar Evaluation // 15th International Conference on Information Fusion (FUSION), 2012, pp. 2028–2034.
4. Малистов А. С., Солохин А. А., Хамухин А. В. Формальный подход к оценке качества алгоритмов обработки изображений в интеллектуальных системах видеонаблюдения // Вопросы радиоэлектроники. 2006. Сер. Общетеchnическая. Вып. 2. С. 17–29.
5. BrankoRistic, Ba-NguVo, Daniel Clark, Ba-Tuong Vo. A Metric for Performance Evaluation of Multi-Target Tracking Algorithms // IEEE Transactions on Signal Processing. 2011. Vol. 59(7). pp. 3452–3457.
6. Kalal Z., Mikolajczyk K., Matas J. Forward-Backward Error: Automatic Detection of Tracking Failures // IEEE 20th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), 2010, pp. 2756–2759.
7. Вражнов Д. А., Шаповалов А. В., Николаев В. В. Сравнительный анализ методов повышения устойчивости алгоритмов слежения на видео // Вестник ТГУ. Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. № 4 (25).
8. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000. 384 с.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Муравьев Александр Борисович**, младший научный сотрудник, ОАО НПЦ «Электронные информационно-вычислительные системы», 124498, Москва, Зеленоград, проезд № 4922, д. 4, стр. 2, тел.: 8 (985) 150-29-08, e-mail: aleksandrm8@gmail.com.

---

*For citation: Radiopromyshlennost. – 2016. – № 3. – P. 23–27.  
A. Muraviov*

## APPROACH TO ESTABLISHMENT OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM WITH RESPECT TO QUALITY OF ALGORITHMS OF TRAGETS DETECTION AND TRACKING

We have carried out analytical overview of the approaches to the establishment of automated control system with respect to quality of algorithms of targets detection and tracking in security systems with active sensors. We have reviewed both the approaches based on the test data and approaches that allow to do without check information. On the basis of the conducted analysis the scheme of automated system has been proposed, which combines assessment and detection of quality of algorithms of target control and tracking, and maintenance of check information with respect to target environment.

**Keywords:** evaluation of quality of detection and tracking, track-while-scan, moving targets detection, regulation of quality measures, assessment of spread of values of quality measures.

## REFERENCES

1. Stove A., Hurd D. Thales Sensors, Crawley, W. Sussex. Performance evaluation for modern radars. RH109PZ, U.K.
2. Colegrove S., Davey S., Cheung B. A Tracker Assessment Tool for Comparing Tracker Performance. Technical Report. Australian Government. Department of Defence, 2005.

3. Pelletier M., Blasch E. A Track Scoring MOP for Perimeter Surveillance Radar Evaluation. 15th International Conference on Information Fusion (FUSION), 2012, pp. 2028–2034.
4. Malistov A. S., Solokhin A. A., Khamukhin A. V. Formal'nyy podkhod k otsenke kachestva algoritmov obrabotki izobrazheniy v intellektual'nykh sistemakh videonablyudeniya [A formal approach to assessing the quality of image processing algorithms in intelligent video surveillance systems]. *Voprosy radioelektroniki*, 2006, Ser. Obshchetekhnicheskaya, Issue 2, pp. 17–29.
5. BrankoRistic, Ba-NguVo, Daniel Clark, Ba-Tuong Vo. A Metric for Performance Evaluation of Multi-Target Tracking Algorithms. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 2011, Vol. 59 (7), pp. 3452–3457.
6. Kalal Z., Mikolajczyk K., Matas J. Forward-Backward Error: Automatic Detection of Tracking Failures. *IEEE 20th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, 2010, pp. 2756–2759.
7. Vrazhnov D. A., Shapovalov A. V., Nikolaev V. V. Sravnitel'nyy analiz metodov povysheniya ustoychivosti algoritmov slezheniya na video [Comparative analysis of methods for increasing the stability of algorithms for tracking on video]. *Vestnik TGU. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika*. 2013. № 4 (25).
8. Bazy znaniy intellektual'nykh system [Knowledge Base of Intelligent Systems]. SPb.: Piter, 2000. 384 p.

## AUTHOR

**Muraviov Alexander**, Junior Researcher, Open Joint-Stock Company Research and Development Center «ELVEES», bldn. 2, house 4, travel № 4922, Zelenograd, Moscow, 124498, Russia, tel.: +7 (985) 150-29-08, e-mail: aleksandrm8@gmail.com..