

---

## РАСПОЗНАВАНИЕ СЛОЖНЫХ СТЕРЕО И МУЛЬТИ-ИЗОБРАЖЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Адилъ Тимофеев, Олег Дерин

**Аннотация:** Рассматриваемые в данной статье методы распознавания сложных стерео- и мульти-изображений в реальном времени анализируют окружающее пространство, выделяют окружающие объекты, классифицируют их и оценивают уровень их важности для решаемой системой задачи. Особенностью данной задачи является как выделение в видеоизображении объектов, так и их классификация, и собственно оценка (рейтинг) их важности.

**Ключевые слова:** распознавание изображений в реальном времени, виртуальная реальность, 3D-сцена, нейросеть.

**ACM Classification Keywords:** C.2.4 Distributed Systems

**Conference:** The paper is selected from XIV<sup>th</sup> International Conference "Knowledge-Dialogue-Solution" KDS 2008, Varna, Bulgaria, June-July 2008

---

### Введение

Задача автоматического распознавания сложных стерео и мульти – изображений в реальном времени в настоящее время актуальна в медицине, робототехнике, мультимедиа – приложениях, системах обеспечения безопасности. Например, автоматизированные системы позволяют сократить усилия персонала служб безопасности, затрачиваемые на контроль всей охраняемой территории, наблюдаемой сотнями телекамер видеонаблюдения, и сконцентрировать их на наиболее уязвимых участках и подозрительных объектах. Рассматриваемые в данной статье методы анализируют окружающее пространство, выделяют окружающие объекты, классифицируют их и оценивают уровень их важности для решаемой системой задачи. Особенностью данной задачи является как выделение в видеоизображении объектов, так и их классификация, и собственно оценка (рейтинг) их важности.

---

### Методы распознавания сложных стерео- и мульти-изображений в реальном времени

Выделение, сопровождение и классификация недетерминированных объектов в реальной обстановке с перекрытием движущихся объектов препятствиями в условиях изменяющихся фона и условий освещенности, при наличии помех возможно при нейросетевой обработке мульти-изображений. Мульти-изображения (3D-сцены, разнесенные во времени и/или пространстве) с высоким разрешением позволяют измерять статические и динамические параметры объектов (размеры, координаты, скорости, траектории движения) и более надежно выделять подозрительные объекты в 3D-сцене.

Наиболее целесообразно в этом случае использование нейросетевых технологий как наиболее приспособленных к обнаружению недетерминированных объектов в условиях изменяющихся фона и помех.

Следует отметить, что использование «классических» нейросетей (совокупности «равноправных» нейронов) в принципе позволяет решить эту задачу в реальном масштабе времени. Однако «универсализм» такой системы чрезвычайно усложняет аппаратную реализацию и обучение нейросетей и затрудняет её реальное применение. Предложенный ранее логико-аксиоматический метод распознавания сложных изображений основывается на предварительном обучении компьютерной системы понятиям (классам изображений отдельных объектов в разных ракурсах) в форме логических аксиом и на последующем принятии решений путём идентификации и локализации отдельных объектов (например, лица террориста) на сложном изображении средствами адаптивного поиска логического вывода в

исчислении предикатов [1]. Рассматриваемый в данной статье нейросетевой метод распознавания также базируется на предварительном обучении нейронной сети понятиям (классам изображений объектов) с последующей идентификацией и отслеживанием нужного объекта путём параллельной обработки видеоинформации в реальном времени [2–3].

Авторами разработаны методики и математический аппарат, позволяющие редуцировать сложность нейросети путем построения иерархической нейросети («гиперсети») как совокупности адаптивно - связанных нейросетей и ее предобучение [4]. Авторами также разработаны технологии разделения нейросетей на потоковые вычисления, реализуемые на базе FPGA, и сложные вычисления, реализуемые на МСРU, в результате чего аппаратные средства используются оптимально, улучшаются стоимостные, массогабаритные и энергетические характеристики системы [4].

Реализация предлагаемых нейросетевых и мульти-агентных технологий представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из сенсоров - телекамер, радио и ИК средств наблюдения, расположенных в зонах контроля, и нейросетевых вычислителей, обрабатывающих сигналы сенсоров, обнаруживающих и оценивающих уровень оценки важности наблюдаемых объектов для решения поставленной целевой задачи. Например, для систем безопасности важным является оценка уровня террористической угрозы наблюдаемых объектов. При превышении порогового уровня такой оценки информация и изображение подозрительного объекта передается оператору, который принимает решение – игнорировать оценку или принять адекватные меры (закрыть проезд, вызвать группу быстрого реагирования и т.п.). В автоматическом режиме комплекс может принять необходимые меры самостоятельно.

Разработаны, изготовлены и прошли испытания для различных приложений ряд таких комплексов, в том числе [4]:

1. Программно-аппаратный комплекс трехмерного зрения, обеспечивающий автоматическое обнаружение окружающих предметов и обход препятствий подвижной платформой.

Этот комплекс анализирует серию изображений, разлагает 3D-сцену на объекты за счет стереозрения, отделяет движущиеся объекты от неподвижных, с помощью движущихся объектов ориентируется в пространстве и затем сопровождает и классифицирует неподвижные объекты. При движении платформы, на которой установлена данная система, за счет явления зрительного параллакса определяется расстояния до окружающих неподвижных объектов и их размеры, строится (планируется) траектория обхода препятствий в соответствии с выполнением задачи достижения заданной точки. При этом система может преследовать классифицированный движущийся объект (траектория «погони»). Для уточнения расстояния до выбранных объектов могут использоваться дальномеры. Обработка производится бортовым вычислителем каждый кадр (25 раз в секунду).



*Рис. 1. Первое мульти-изображение во входной выборке.*



*Рис. 2. Последнее мульти-изображение во входной выборке.*

*(телекамера установлена на движущейся платформе)*

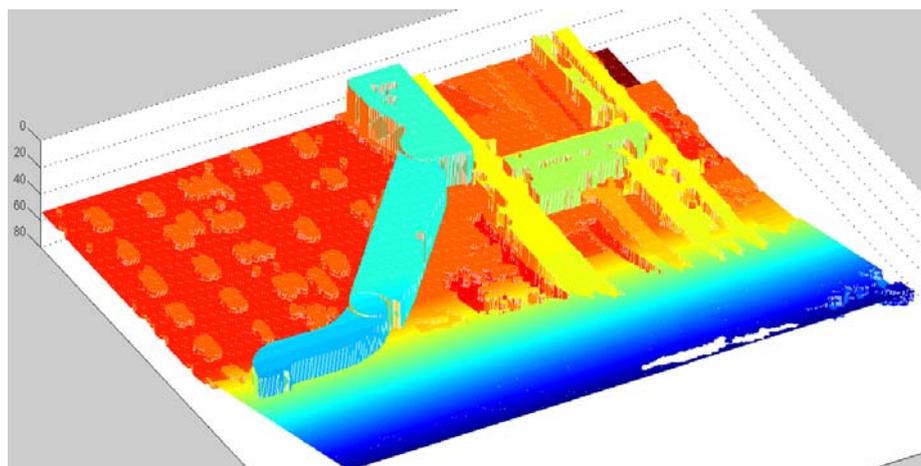


Рис. 3. Трехмерное изображение окружающих платформу препятствий. В левом верхнем углу – расстояние до платформы в метрах

2. Программно – аппаратный комплекс автоматического обнаружения подозрительных лиц и предметов в целях антитеррористической защиты скопления людей в публичных местах.

Этот комплекс предназначен для обнаружения подозрительных лиц и предметов на охраняемой территории, оборудованной многокамерной системой видеонаблюдения, и привлечения к ним внимания оператора, контроля за его действиями и т.п. Изображения со всех телекамер ранжируются по вероятности угрозы (ВУ) и наиболее высокие показатели ВУ поочередно выдаются на экран дополнительного монитора для человека-оператора. Комплекс указывает оператору номер камеры, положение подозрительного объекта в кадре, «историю движения» объекта и параметры, по которым объект признан подозрительным. Одновременно эти данные, а также сведения, переключился ли оператор на данную камеру, его голосовые команды и т.п. записываются в базу данных («черный ящик»), что позволяет отследить принятые меры (аналогично «черному ящику» самолета) и повышает ответственность оператора ввиду того, что зачастую оператор не наблюдает за камерами с должным вниманием и нет возможности проконтролировать его работу.

Обработка производится вычислителем комплекса каждый кадр (25 раз в секунду).



Рис. 4. Результат работы комплекса обнаружения угроз.

3. Программно – аппаратный комплекс контроля подъездных путей стратегических объектов.

Этот комплекс анализирует движение транспортных средств на подъездном пути по данным видеокамер с двух или нескольких точек зрения, телевизионных камер, ИК и радиосредств. По этим данным автоматически обнаруживаются и классифицируются объекты на подъездном пути, сравнивая их характеристики с базой знаний системы, производится их распознавание на классы: «свой», «чужой» или «неизвестный». По результатам распознавания принимается решение об открытии или закрытии проезда с помощью шлагбаума и блокиратора, а также информируется оператор контрольно-пропускного поста.

Обработка производится вычислителем комплекса каждый кадр (25 раз в секунду).

---

### **Заключение**

---

Предлагаемые методы и модели позволяют эффективно решать задачи распознавания сложных стерео- и мульти-изображений в реальном времени и обеспечивают безопасность людей и транспортных средств от террористических угроз.

Статья написана при поддержке гранта **РФФИ № 06–08–01612а**.

---

### **Bibliography**

---

- [1]. Тимофеев А.В., Косовская Т.М. Методы адаптивного логического распознавания и его применение. – Труды Международной конференции “Искусственный интеллект – промышленное применение” (Ленинград, 15-19 апреля 1990г.) – Л., ЛВЦ РАН, с. 247–249.
  - [2]. Timofeev A.V., Andreev V., Gulenko I.E., Derin O.A., Litvinov M.V. Design and implementation of multi-agent man-machine interface on the base of virtual reality models. – 9th International Conference SPEECOM'2004 (September 20-22, 2004, St.Petersburg), pp.670-675.
  - [3]. Timofeev A.V., Derin O.A., Sova R.U. Application DSP and ADSP For Artificial Neural Network Control of Dynamic Objects. - Proceedings of the First International Conference Szczecin Poland, December 11-12, 1997 , pp.91-95.
  - [4]. Timofeev A.V., Derin O.A., Sova R.U. Technology of hardware and software designing the neuro-like control for electric drives. - Proceedings of international conference on informatics and control (June 9-13,1997, St.Petersburg), vol.2,u3,pp.632-637..
- 

### **Информация об авторах**

---

**Тимофеев Адиль Васильевич** – Заведующий лабораторией информационных технологий в управлении и робототехнике Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, 199178, Санкт-Петербург, 14-я линия, д. 39; e-mail: [tav@iias.spb.su](mailto:tav@iias.spb.su)

**Дерин Олег Александрович** – Научный сотрудник лаборатории информационных технологий в управлении и робототехнике Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, 199178, Санкт-Петербург, 14-я линия, д. 39; e-mail: [derino@mail.ru](mailto:derino@mail.ru)