

искусственного освещения, а также на изменчивом фоне, таком как открытое водное пространство, лес в ветреную погоду);

- обеспечение простоты и удобства использования видеодетектора (трехмерная калибровка перспективы, задание классов детектируемых объектов, фильтрация ложных срабатываний).

Наиболее сложной задачей является поиск компромисса при одновременном решении трех перечисленных проблем. С одной стороны, видеодетектор должен обладать высокой чувствительностью к объектам непредсказуемой формы. Например, он должен эффективно регистрировать людей в камуфляжной форме, группы людей произвольного размера, транспортные средства любого вида. С другой — детектор не должен реагировать на "безобидные" воздействия внешней среды, например на раскачивание деревьев и бегущие тени от облаков.

Решение этих задач предполагает наличие искусственного интеллекта высокого уровня сложности, способного не только детектировать движение в поле зрения камеры, но и выделять целевые объекты, представляющие интерес для службы охраны. Таким образом, детектор дол-



Рис. 2. Нарушитель с лестницей на заднем плане

жен классифицировать движущиеся объекты как актуальные или неактуальные во всех возможных проявлениях окружающего мира. Частота ложных срабатываний не должна превышать пороговое значение, при котором применение видеодетектора становится экономически невыгодным. Допустимый период между ложными тревогами зависит от сценария использования и может варьироваться от нескольких часов до нескольких месяцев.

Видеодетектор высокой четкости

Более остро рассмотренные проблемы проявляются в видеосистемах высокой четкости (HD), то есть с разрешением сенсоров свыше 1 Мпкс. Основными отличиями видеодетектора в системе HD по сравнению с системами стандартной четкости (SD) являются:

- более значительная детализация сцены HD приводит к учащению ложных срабатываний. Собственные движения камеры, обусловленные ветром и вибрацией техники, становятся причиной значительных изменений изображения. Применение цифрового или механического стабилизатора изображения становится обязательным;
- мегапиксельные камеры имеют большую дальность действия или радиус обзора.

Диапазон масштабов объектов может быть более значительным, чем в системах SD. В системах HD необходимо применять принципиально другие алгоритмы перспективной калибровки и оптической коррекции, а также использовать многомасштабные алгоритмы моделирования фона и сегментирования объектов;

- поток данных в системах HD многократно превышает поток данных в системах SD. Большинство алгоритмов, используемых в интеллектуальных видеодетекторах, обладают нелинейной сложностью по отношению к размеру кадра, и нагрузка на процессор возрастает на несколько порядков. Таким образом, необходимо принципиально оптимизировать, а чаще создавать новые алгоритмы для работы с потоком HD.

Архитектуры и вопросы интеграции

Серверные видеодетекторы

Классический подход к организации архитектуры системы состоит в программной реализации видеодетектора, который обрабатывает поточное видео, поступающее с аналоговых или IP-камер, на сервере. В качестве аппаратной платформы обычно используются видеодетекторы на платформе x86, совместимые с компьютерами, имеющими специализированные платы видеозахвата и аппаратные ускорители компрессии. Такие серверные видеодетекторы реализованы в отечественных системах "Интеллект" компании ITV, "Трассир" компании DSSL и др.

Главные преимущества серверного, централизованного подхода — это простота интеграции и гибкость видеоаналитики. Существенным недостатком является то, что видеодетектор обрабатывает сигнал, искаженный аналоговым трактом или алгоритмом сжатия. Другой минус — значительная нагрузка на каналы связи и плохая масштабируемость сервера. В случае перегрузки сервер начинает пропускать кадры, что приводит к пропущенным событиям и ложным срабатываниям. Перечисленные недостатки значительно усугубляются при переходе на стандарт HD.

Встраиваемые видеодетекторы

Альтернативный подход к построению системы состоит в использовании встраиваемых видеодетекторов. В этом случае обработка поточного видео производится непосредственно в камере до сжатия и передачи в ситуационный центр. Популярными аппаратными платформами яв-



Рис. 3. Ползущий нарушитель ночью, сильный шум, летучие мыши, дрожание камеры

ляются однокристальные системы DaVinci компании Texas Instruments, Blackfin компании Analog Devices, ETRAX компании Axis, Nexperia компании NXP и разработки компании Stretch. Также возможно использование архитектуры x86, например, на базе процессора Intel Atom. Поставщиками встраиваемых видеодетекторов являются такие компании, как IOImage, ObjectVideo, Cernium на Западе, "Синезис" в СНГ и др.

Здесь сразу хотелось бы опровергнуть распространенное заблуждение о том, что серверные видеодетекторы на платформе x86 обладают более высокой точностью, чем их однокристальные аналоги. Напротив, теоретическая точность встраиваемых видеодетекторов выше, чем у серверных, за счет более высокого качества входного изображения и вычислительной мощности выделенного процессора, все ресурсы которого загружены обработкой только одного канала.

Видеоанализ данных в системах со встраиваемыми детекторами значительно децентрализован, что обеспечивает хорошую масштабируемость системы на сотни или тысячи камер. При этом нагрузка на канал связи и системы хранения может быть минимизирована за счет фильтрации и выборочной передачи видеоматериала прямо в камеру, что особенно актуально в беспроводных сетях.

Недостатками встраиваемых видеодетекторов являются сложность их интеграции из-за отсутствия общепринятых стандартов и более высокая стоимость аппаратного обеспечения. Впрочем, первоначальные инвестиции быстро окупаются, если встраиваемый детектор сделан качественно.

Гибридные видеодетекторы

Существуют также гибридные решения, объединяющие серверный и встраиваемый подходы. Так, компания Agent Vi реализовала интересное решение распределенной обработки изображения: встраиваемый алгоритм выделяет локальные векторы движения в кадре, а серверный алгоритм производит обработку более высокого уровня. Однако такая технология плохо применима к сценам с изменчивым фоном и создает значительную нагрузку на канал связи при переходе на стандарт HD.

Точность детектирования

Формальная оценка точности детектирования является непростой организационной и инженерной задачей ввиду безграничного разнообразия сценариев поведения нарушителей и проявлений окружающей среды. Специалисты традиционно рассматривают ошибки двух родов: пропущенное нарушение и ложное срабатывание. Очевидно, что пропущенное нарушение является более серьезной ошибкой, чем ложное срабатывание, однако высокая частота ложных срабатываний может привести к понижению эффективности службы охраны и в конечном счете нейтрализовать пользу видеодетектора. Допустимые соотношения ошибок первого и второго рода определяются техническими требованиями проекта.

Научное подразделение МВД Великобритании создало набор видеосюжетов i-LIDS (Imagery Library for Intelligent Detection Systems) и формальную методику тестирования детекторов.