

МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДЕОДЕТЕКТОРОВ ДВИЖЕНИЯ

Ф. Ф. Буканов, А. Р. Валиев

Самарский государственный технический университет
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Предложен метод экспериментального исследования эффективности работы видеодетекторов движения, созданных на основе методов определения движения на последовательности изображений с неподвижным фоном. Исследование видеодетекторов движения заключается в определении пространственной чувствительности, контрастной чувствительности, динамической чувствительности и чувствительности к изменению освещенности сцены. В основе исследования лежит создание синтезированного клипа с движущимся объектом.

Ключевые слова: исследование, видеодетектор движения, пространственная чувствительность, контрастная чувствительность, динамическая чувствительность, пиксель, кадр, яркость, контрастность, аддитивный шум, импульсные помехи, клип.

Анализ тенденций развития систем видеонаблюдения показал, что одним из перспективных направлений их развития является использование видеодетекторов движения и систем на их основе [1]. При этом каждый видеодетектор движения обладает определенными особенностями, достоинствами, недостатками [2, 3].

Для определения возможностей детекторов движения предлагается экспериментальный метод исследования, который дает возможность не только определить, работает или не работает тот или иной видеодетектор движения, но и определить направление практического применения: где и при каких условиях он будет работать [4, 5, 6].

Метод проведения экспериментального исследования направлен на определение пространственной, контрастной и динамической чувствительности видеодетектора движения, устойчивости к флуктуации освещенности и шумам (помехам).

Пространственная чувствительность определяется минимальными размерами объекта, который обнаруживается видеодетектором движения [3]. В качестве размера объекта будем использовать размер объекта на изображении, единицей измерения будет пиксель. Контрастная чувствительность определяется минимальным по контрасту детектируемым объектом [3]. Контрастность удобно выражать в процентах. Для этого берется модуль разности между яркостью объекта и яркостью фона, а далее делится на полный размах видеосигнала.

Динамическая чувствительность определяется как диапазон скоростей движения объекта, при которых возможно определить движущийся объект. Для этого необходимо определить минимальное и максимальное перемещение объекта между кадрами. Единица измерения – число пикселей в кадре. Этот параметр определяет, как видеодетектор движения справляется с определением медленно и быстро движущихся объектов.

Устойчивость к флуктуациям освещенности определяет максимальное увеличение или уменьшение яркости фона и объекта, при котором видеодетектор движения

*Федор Федорович Буканов – к.т.н., доцент.
Альберт Рафаилович Валиев – аспирант.*

работает корректно. Единица измерения – уровень яркости. Благодаря добавлению к часто применяемым в исследованиях видеодетекторов движения пространственной, контрастной и динамической чувствительностям еще и чувствительности к флуктуации освещенности можно установить, как работает видеодетектор движения в условиях изменения освещенности.

Аддитивный шум на изображении определяется соотношением «сигнал/шум». Импульсный шум определяется количеством искаженных элементов изображения. Уровень зашумленности изображения в первую очередь влияет на пространственную и контрастную чувствительность.

Основным условием измерения вышеназванных параметров является полное отсутствие ложных срабатываний [7].

Суть предлагаемого метода состоит в создании синтезированного клипа – видеозаписи, искусственно созданной, состоящей из набора видеок кадров с заданными характеристиками фона и объекта [7, 8]. Для полноты информации на таком клипе должен присутствовать только один движущийся объект, параметры которого, такие как яркость, контрастность, размер, скорость, задаются таким образом, чтобы можно было определить интересующие параметры видеодетектора движения. Кроме этого также необходимо задать шумы и помехи, уровень изменения освещенности.

Синтезированный клип создаем с помощью компьютерных программ нелинейного монтажа. При этом неприемлемо использовать форматы сжатия H.264, MPEG-4, так как они используют межкадровое сжатие. Идеально отказаться от сжатия и использовать поток AVI, состоящий из набора файлов BMP. Клип имеет следующие параметры: формат кадра 720×576 пикселей, ч/б, 25 к/с, 256 уровней яркости (8 бит), поток AVI без сжатия.

Исходя из этого формата кадра задаем объекты в форме квадратов следующих размеров: 128×128, 64×64, 48×48, 32×32, 28×28, 24×24, 20×20, 16×16, 12×12, 8×8, 4×4, 2×2 пикселей. Всего 12 значений размеров движущегося объекта, а значит, 12 уровней пространственной чувствительности. Объекты должны иметь контрастность не менее 50%.

Экспериментально было установлено, что для тестирования видеодетекторов движения вполне хватит 6 уровней яркости [7]. Целесообразно выбрать следующие значения яркости: 3, 12, 24, 48, 96, 127. При этом фон имеет значение уровня яркости, равное 0. Таким образом, можно сформулировать 6 уровней контрастной чувствительности: 1%, 5%, 10%, 19%, 38%, 50%. Размер объекта для определения контрастной чувствительности будет составлять 64×64 пикселя.

Для оценки влияния аддитивного шума на характер движения контрастная и пространственная чувствительности будут определяться на изображении с разными значениями «сигнал/шум». Для исследования видеодетектора движения отношение «сигнал/шум» выставляется на уровне 20 dB, 30 dB, 50 dB. При отношении «сигнал/шум» 50 dB и более получаем чистое изображение без видимых признаков шума, при 30 dB – «снег» по всему изображению, 20 dB – изображение практически неприемлемо, хотя крупные контрастные объекты через сплошную «снежную» плену разглядеть еще можно.

Для наложения импульсной помехи использовался генератор случайных чисел с равномерным на интервале [0, 1] законом распределения, вырабатывающий во всех точках кадра независимые случайные числа. Интенсивность помехи задается вероятностью p ее возникновения в каждой точке. Для исследования будет применяться наложение импульсной помехи с 5% ($p=0,05$), 10% ($p=0,1$), 15% ($p=0,15$) искаженных элементов изображения.

Интуитивно понятно, что чем контрастнее объект, тем выше пространственная чувствительность, а с усилением шумов этот параметр ухудшается [3].

Определение динамической чувствительности объекта будет производиться при скоростях 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 пикселя в кадр. По вертикали они также смещаются, точка начала движения располагается на 25%-й высоте кадра, окончания движения – на 75%-й высоте кадра. Однако необходимо рассмотреть ситуацию, когда объект движется быстро и кадры передаются медленно. Следовательно, необходимо добавить изображения, в которых объект за межкадровые промежутки перемещается на расстояния, близкие к размеру изображения, а именно 128, 256, 512, 720 пикселей в кадр. Нужно учесть ситуацию, когда динамические объекты при недостаточной скорости снятия заряда с матрицы видеокамеры будут давать смазывание на изображении. Для этого при определении верхнего порога динамической чувствительности видеодетектора движения нужно использовать объекты не только с четкими контурами, но и со смазанными. Объект будет иметь размеры 64×64 пикселя и контрастность 50%. Динамическая чувствительность будет определяться при соотношении «сигнал/шум» не менее 50 dB и отсутствии импульсной помехи.

Для определения устойчивости видеодетектора движения к флуктуации освещенности необходимо на изображении с неподвижным, а затем с движущимся объектом изменять яркость. Изменение освещенности изображения будет составлять 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 уровня. При этом при достижении фоном или объектом минимального (0) или максимального (255) уровня яркости значение яркости меняться не будет. Объект будет иметь размеры 64×64 пикселя и начальную контрастность 50%. Начальная яркость фона равна 0. При статичном изображении объект располагается в центре. Клип для исследования устойчивости видеодетектора движения к флуктуации освещенности начинается последовательностью кадров с начальными параметрами фона и объекта. Продолжительность этой части видеоклипа – 5 сек. Далее яркость повышается на заданное значение. Эта часть видеоклипа также длится 5 сек. Затем возвращаемся к начальным параметрам продолжительностью также 5 сек. Следующий шаг – повышение яркости фона и объекта на очередное значение яркости, и так до последнего значения яркости. Если изменение освещенности не приводит к выдаче видеодетектором движения информации об обнаружении движения, то видеодетектор движения устойчив к флуктуации освещенности на заданное значение. При подвижном объекте в момент достижения центра изображения яркость будет менять свое значение. В этом случае видеодетектор движения, несмотря на изменение яркости, должен определить движение.

Устойчивость видеодетектора движения к флуктуации освещенности будет определяться при соотношении «сигнал/шум» не менее 50 dB и отсутствии импульсной помехи.

В клипе все объекты двигаются равномерно (кроме определения динамической чувствительности) и прямолинейно, смещаясь на 4 пикселя по горизонтали за 1 кадр. По вертикали они также смещаются, точка начала движения располагается на 25%-й высоте кадра, окончания движения – на 75%-й высоте кадра. Такая диагональная траектория движения выбрана для того, чтобы уменьшить влияние блочной структуры некоторых видеодетекторов движения на результаты исследования, то есть чтобы исключить такую ситуацию, когда объект будет двигаться постоянно строго по границе двух блоков, использующихся для детекции движения [7]. Объекты начинают движение как бы за кадром и «въезжают» в него, что более приближено к реальности, чем если бы объекты появлялись неожиданно на пустом месте [7].

Для того чтобы исключить влияние настроек яркости и контраста в цифровых системах видеонаблюдения, в клип включено изображение из трех вертикальных полос (черная 0, серая 127, белая 255). Используя это изображение, создают одинаковые условия для всех исследуемых видеодетекторов движения, вручную подстраивая их яркость и контраст для того, чтобы максимально «растянуть» гистограмму яркости этой таблицы, не «прижимая» ее к краям [7, 8].

В титрах в правом верхнем углу кадра указываются параметры (определяемый тип чувствительности, размер, контрастность, скорость, шум, помехи, изменение освещенности) движущегося объекта, чтобы не определять его каждый раз в архивной записи, так как это необходимо при определении результатов исследования.

Видеодетектор движения выделяет из клипа только те кадры, на которых обнаружил движение, и помещает их в архивную запись, по результатам которой определяются параметры видеодетектора.

Таким образом, предложенный метод исследования не требует специальных аппаратных и программных средств, что дает большее преимущество при организации проведения экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дамьяновски В. CCTV. Библия охранного телевидения / Пер. с англ. – М.: ИСС, 2002. – 352 с.: ил.
2. Детекторы движения: вопросы тестирования и сравнения // CCTV Focus. – 2005. – №2. – С. 37-41.
3. Руцков М.В. Видеодетекторы – взгляд изнутри. Ч. 2. Практическая плоскость // Системы безопасности. – 2003. – №51. – С.64-67.
4. Тестирование детекторов движения в российских системах видеонаблюдения // CCTV Focus. – 2005. – №3 (15). – С. 60-70.
5. Тестирование детекторов движения на выставке ProST 2005 // CCTV Focus. – 2005. – №6 (18). – С. 20-27.
6. Конкурс-тест на выставке «Интерполитех-2006» // CCTV Focus. – 2006. – №5(23). – С. 28-33.
7. Методика тестирования детекторов движения // CCTV Focus. – 2005. – №3 (15). – С. 54-59.
8. Методика тестирования детекторов движения (часть 2) // CCTV Focus. – 2005. – №5 (17). – С.62-74.

Статья поступила в редакцию 3 декабря 2010 г.

UDC 004.054

EXPERIMENTAL RESEARCH METHOD OF MOTION VIDEO DETECTORS

F.F. Bukanov, A.R. Valiev

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

The experimental research method of driving overall video detectors performance created based on methods of movement determination of a sequence of images with a fixed background is offered. Research of movement video detectors consists of determination of space sensitivity, contrast sensitivity, dynamic sensitivity and sensitivity to change of illuminance of a scene. Designing a synthesized movie clip is taken as a base of research.

Keywords: *research, the motion video detector, space sensitivity, contrast sensitivity, dynamic sensitivity, pixel, frame, brightness, contrast, additive noise, impulse noise, clip.*

*F.F. Bukanov – Candidate of Technical Sciences, Associate professor.
A.R. Valiev – Postgraduate student.*