

СУПЕР-РАЗРЕШЕНИЕ В СИСТЕМЕ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Матвеев М.А., Щербаков Е.В., Тушев А.Н.

*Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул*

email: bewundernswertmm@gmail.com

Аннотация. В данной статье была рассмотрена роль алгоритма супер-разрешения в области видеонаблюдения. Несмотря на то, что системы видеонаблюдения претерпели значительные изменения и улучшения, использование новейших систем не является доступным широкой публике из-за высокой цены, а дешевые системы не радуют своим качеством видео на выходе. Для решения этой проблемы и был создан алгоритм супер-разрешения, основанный на использовании нескольких кадров низкого разрешения, для получения кадров высокого разрешения.

Ключевые слова: Супер-разрешение, интерполяция, регистрация, видеонаблюдение.

На сегодняшний день практически всем частным и государственным учреждениям необходимо самостоятельно обеспечивать безопасность своей собственности, работников, клиентов и саму IT-структуру организации. Использование систем видеонаблюдения имеет важное значение для многих подобных организаций и их систем безопасности. За последние несколько лет методы видеонаблюдения совершили скачок вперед в развитии. На смену большому количеству сотрудников служб безопасности пришли цифровые камеры, удаленный доступ к ним, глубокий анализ данных, позволяющий обработать полученные данные в автоматическом режиме. Подобная эволюция позволила организациям значительно улучшить безопасность, одновременно снизив эксплуатационные расходы.

На данный момент известны три вида систем видеонаблюдения: аналоговое, цифровое и интеллектуальное [1]. Первые системы видеонаблюдения управлялись вручную, и передавали видео в аналоговом формате. Аналоговые системы видеонаблюдения использовались в качестве средств для записи людей, предметов и событий, и служили сдерживающим фактором для потенциальных преступлений. Однако из-за высокой стоимости, низкого качества изображения и ограничений в способах передачи информации было ясно, что технологию нужно развивать дальше.

Системы видеонаблюдения второго поколения были также основаны на аналоговой камере, с использованием оптоволоконных или коаксиальных кабелей и аналоговым матричным коммутатором, коммутирующим видеосигналы без преобразования их структуры [11]. Основной проблемой при этом стала разработка способов хранения видеозаписей.

Следом пришли цифровые системы, которые начали сменять аналоговые, поскольку служили гораздо дольше, могли сжимать видеопотоки, синхронизировали аудио с изображением и имели высокую частоту кадров [11]. Они преобразовывали и сохраняли аналоговые видеопотоки в цифровом формате на внутреннем жестком диске. После появления Ethernet-портов у цифровых систем видеонаблюдения, они получили возможность передавать и транслировать записи в реальном времени.

Все эти изменения произошли за достаточно короткий промежуток времени. Развертывание подобной системы является непростой задачей по многим причинам, включая высокие затраты на установку, обновление и эксплуатацию, а потому многие учреждения и организации еще не перешли на использование новых технологий [22]. К тому же качество видео остается невысоким из-за происходящего

сжатия при оцифровывании видеопотока, что необходимо для снижения нагрузки системы. С другой стороны, для распознавания объектов на видео приложениям необходимы изображения с высоким качеством. Существует возможность отключения сжатия изображения, однако качество изображения будет по-прежнему зависеть от разрешения видеорегистратора, а нагрузка на систему значительно возрастет.

Технический прогресс, снижение затрат и повышенные требования к обеспечению безопасности привели к быстрому распространению как систем видеонаблюдения, так и биометрических технологий (например, система распознавания лиц). Спрос на камеры видеонаблюдения значительно вырос как среди частных предприятий, так и у правительства. Например, видеонаблюдение может использоваться: в государственных университетах и колледжах для наблюдения за передвижением студентов и выявления незаконной деятельности; у дорог и на перекрестках, чтобы фиксировать номера автомобилей, нарушающих правила дорожного движения; для снижения уровня или предотвращения уличной преступности.

Рассматривая частный сектор можно отметить распространенность систем видеонаблюдения на рабочих местах, в многоквартирных и частных домах, гаражах и хранилищах, магазинах, банках, ресторанах и т.д. Хотя видеонаблюдение не является единственным эффективным средством предотвращения и сдерживания преступлений, оно является весьма доступным (разумеется, в зависимости от количества, уровня и качества оборудования), а потому и пользуется популярностью.

Сами системы видеонаблюдения постоянно используются сотрудниками служб, контролируются дистанционно или записываются для просмотра в дальнейшем, при необходимости (например, при ограблении банка).

Относительно новые функции в технологии видеонаблюдения, которые значительно расширяют ее возможности – камеры ночного видения, детекторы движения и др. – позволяют задать системе команду автоматически переходить в режим тревоги при выполнении определенных условий.

С каждым днем возникает все больше потенциальных угроз безопасности, а потому возрастает важность получения точных данных. В видеонаблюдении это может быть изображение лица преступника или номерного знака автомобиля, низкое разрешение которого понижает шанс корректной идентификации спецслужбами, и негативно сказывается на их работе. Фактически, такие данные могут оказаться бесполезными. Поэтому требуются методы и средства для получения изображений с высоким разрешением.

В настоящее время ведутся многочисленные исследования новых методов в этом плане (к примеру, биометрические методы идентификации). Большинство таких методов обладают быстрой скоростью исполнения, и, без сомнения, предоставляют новые возможности в идентификации. Однако у этих методов есть свои ограничения. Из-за возникновения шумов или любых других ошибок при получении данных, такие алгоритмы с большой вероятностью выдадут неверный результат. А возникновения ошибок, например, при видео регистрации, избежать достаточно сложно.

Для этой цели был разработан алгоритм супер-разрешения. Он увеличивает качество изображения за счет комбинирования нескольких изображений низкого разрешения [3]. Алгоритм супер-разрешения использует два метода обработки изображения: регистрацию и интерполяцию.

Регистрация изображения – это преобразование отдельных кадров в один, и их выравнивание относительно друг друга с пиксельной точностью [3]. Регистрация является очень важным этапом в алгоритме супер-разрешения. Она достигается за

счет эффективной оценки параметров движения. Если есть только один видеорегистратор, который захватывает несколько объектов, движущихся в разных направлениях, то их движение можно описать только как локальное. В случае же, если видеорегистратор изменяет свое положение или самих видеорегистраторов несколько, то движение перемещаемого объекта, за которым выполняется слежка, можно описать с глобальной точки зрения, накладывая полученные изображения друг на друга и получая детализацию, которой иначе не достичь.

Интерполяция изображения – это вычисление значения недостающего пикселя по значениям соседних с ним пикселей [3]. В данном случае на этом шаге сравниваются пиксели изображений низкого разрешения и рассчитываются значения новых пикселей уже для изображения с высоким разрешением.

Оптимальное количество изображений низкого качества, используемых для получения картинки высокого качества, будет отличаться в зависимости от множества параметров, как например точность регистрации, разрешение видеокамеры и т.д.

Не следует думать, что чем больше изображений используется для формирования высококачественного изображения, тем лучше и точнее результат. На практике существует определенный предел качества итогового изображения. Любые неточности и погрешности в самом изображении точно так же сказываются на расчетах, из-за чего некоторые детали изображения могут быть утеряны в результате интерполяции, так как появление пикселей на итоговом изображении зависит от статистики появления этих пикселей на изображениях с низким разрешением. Это является основным недостатком алгоритмов супер-разрешения.

Разумеется, помимо самого факта, что алгоритм повышает качество изображения, у него есть и другие преимущества. Основным таким дополнительным преимуществом является применение самой интерполяции, которая снижает временные затраты и использование памяти. Подробнее принцип работы и алгоритм мы разберем далее.

По мере увеличения количества проблем в обеспечении безопасности появляется необходимость визуального мониторинга и записи событий, происходящих в организации. Целью развертывания системы видеонаблюдения является обеспечение мониторинга и защиты в реальном времени широкой публики или записи событий для последующего расследования.

Визуализация супер-разрешения является одной из тем, привлекающих множество исследователей в области обработки изображения и видео. Обновление и замена уже существующей системы видеонаблюдения ради единственного нововведения не является практичным решением: мало кто может позволить себе покупать каждый раз новые камеры наблюдения, когда среди них появляются новые улучшенные модели. Из этого возникает необходимость использования алгоритмов супер-разрешения для повышения качества видеозаписей. Таким образом использование методов супер-разрешения является неотъемлемой частью современной системы наблюдения.

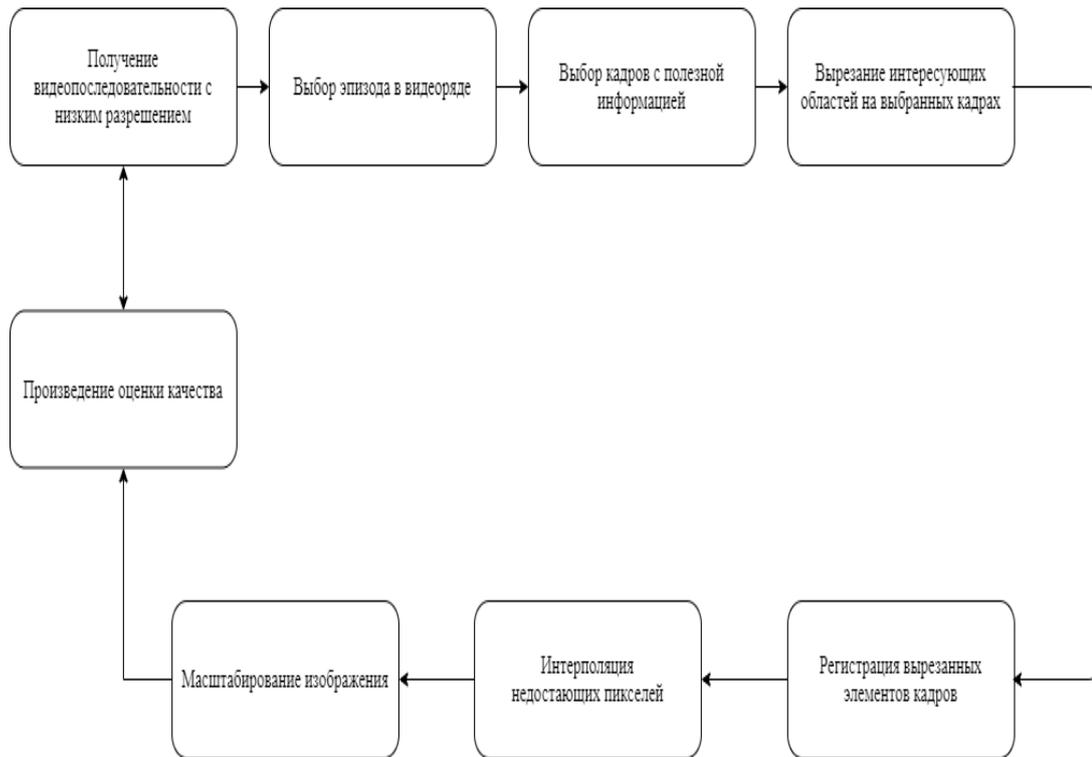


Рисунок 1. Блок-схема алгоритма супер-разрешения.

Рассмотрим принцип работы алгоритма супер-разрешения. Подразумевается, что видео (или видеопоследовательность) поступает с камеры видеонаблюдения. После этого используется метод супер-разрешения. Приведенный алгоритм супер-разрешения, используемый в системах видеонаблюдения, основан на методе интерполяции. Изначально, в каждом кадре выделяется лишь какая-то его часть – объект, разрешение которого мы хотим повысить. Таким образом мы повышаем эффективность работы, т.к. затрачиваем меньше времени на обработку части кадра, чем всего кадра [4]. Блок-схема данного алгоритма приведена на рисунке 1. Основные этапы данного алгоритма подробно описаны далее.

На вход подается видео в реальном времени с низким разрешением, записываемое камерой видеонаблюдения. Полученный видеоряд представляет собой серию снимков с данной камеры.

Выбирается нужный временной отрезок, на котором находится интересное нас событие или объект. Не требуется повышать качество всего видеоряда. Это необходимо для экономии ресурсов и времени.

Отбрасываются статичные кадры, либо части кадров с незначительным движением. Такие кадры не несут никакой информации, а, соответственно, не будут использоваться для получения изображения в высоком разрешении. Это также нужно для экономии ресурсов и времени.

На данном этапе происходит выделение и вырезание интересных нас объектов/областей на выбранных кадрах окном размера $M \times N$. Вырезанные изображения передаются для дальнейшего анализа. Все остальные части кадра не используются для повышения разрешения.

Вырезанная часть сопоставляется на сетке с высоким разрешением, вычисляется частота появления каждого пикселя на каждом из кадров-вырезов. На этом этапе важно, чтобы сопоставление было произведено корректно, и границы объектов совпадали, иначе изображение получится смазанным и неточным. Поэтому регистрация является важным шагом для восстановления точного изображения с высоким разрешением.

Интерполируются недостающие пиксели с помощью кубической свертки на сетке с высоким разрешением для создания изображения с высоким разрешением.

Далее полученное из нескольких обрезанных кадров изображения высокого разрешения масштабируется до удобного для просмотра размера и отображается на устройстве вывода графической информации.

Наконец, производится оценка качества полученной картинки на удовлетворительность результата.

Видеонаблюдение является неотъемлемой частью обеспечения безопасности. В данной статье была рассмотрена роль алгоритма супер-разрешения в области видеонаблюдения, представлены основные аспекты алгоритма. Важными шагами в алгоритме являются регистрация (сопоставление нескольких кадров в один) и интерполяция (вычисление недостающих элементов) изображения. Таким образом из нескольких изображений с низким разрешением получается одно изображение с высоким разрешением. Основным достоинством данного алгоритма является его низкая временная затратность и низкое потребление памяти, а недостатком – несовершенство регистрации, которая сильно зависит от точности входящих данных.

Библиографический список

1. Васин В.А. Видеоманитофоны и видеокамеры: Справочное пособие. // «Горячая линия-Телеком, Радио и связь», 2002.
2. Гонта А.С. Практическое пособие по видеонаблюдению // Москва, 2017.
3. Chang H., Yeung D.Y., Xiong Y. Super-resolution through neighbor embedding // In Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2004.
4. Patrick V., Sabine S., Martin V. A Frequency Domain Approach to Registration of Aliased Images with Application to Super-Resolution // EURASIP Journal on Applied Signal Processing. 2005.

SUPER-RESOLUTION IN VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM

*Matveyev M.A., Shcherbakov E.V., Tushev A.N.
Altai State Technical University, Barnaul
email: bewundernswertmm@gmail.com*

Abstract. This article studies the importance of algorithm of super-resolution in video surveillance. In spite of the fact that video surveillance systems have significant improvements, these systems are not available to broad masses because of high prices, and cheaper systems could not achieve acceptable quality in output video. Algorithm of super-resolution was created to solve this problem. It uses several low resolution frames to make high resolution frames.

Keywords: Super-Resolution, interpolation, recording, video surveillance.