**Слайд 1. Вступление**.

Визуальное отслеживание заключается в последовательном определении местоположения целевого объекта на каждом кадре видеозаписи, а также области кадра, которую он занимает. Несмотря на значительное количество научных работ и исследований, проводимых в данной области, точное и устойчивое к ошибкам отслеживание объектов на видео остается сложной проблемой. Небольшие размеры объектов, меняющийся фон, резкие ускорения и смены траектории движения объектов, частичные или полные перекрытия, изменение масштаба отслеживаемой цели при ее приближении или удалении от камеры являются основными трудностями на пути к построению точной траектории перемещения объекта на кадрах видеозаписи.

Целью работы является разработка метода отслеживания объекта в видеопотоке, позволяющего справляться с указанными проблемами

**Слайд 2. Классификация**

На основе проведенного анализа существующих подходов к отслеживанию для дальнейшего изучения был выбран фильтр частиц, относящийся к группе вероятностных методов, реализующих распознавание на основе отслеживания. Вероятностные методы отслеживания основаны на последовательном вычислении плотности распределения вероятности состояния объекта. Они повышают точность оценки вектора состояния объекта за счет принятия во внимание случайных погрешностей модели динамики объекта и шумовых воздействий на процесс измерения его состояния.

Выбор фильтра частиц обоснован следующими его преимуществами других рассмотренных методов. Во-первых, он не использует никаких предположений о характере функции плотности распределения вероятности состояния объекта. Во-вторых, он позволяет анализировать только часть кадра, , что позволяет снизить накладные расходы на процесс измерения состояния объекта. В-третьих, добавление новых характеристик в вектор состояния объекта, не влечет за собой резкого повышения вычислительной стоимости.

**Слайд 3.Байесовский подход.**

Для изучения фильтра частиц сначала необходимо рассмотреть основные принципы байесовского подхода к отслеживанию, на которых базируются все методы вероятностной группы.

Согласно байесовскому подходу, цель отслеживания заключается в вычислении для каждого кадра плотности распределения состояния объекта на основе результатов, полученных с предыдущего кадра. Для ее вычисления необходимо задать модель динамики объекта, которая описывает процесс изменения его состояния, и функцию правдоподобия, которая позволит оценить вероятность каждого из возможных состояний объекта.

**Слайд 4.Прогноз и коррекция**

Процесс вычисления искомой плотности распределения состоит из двух этапов: прогноза и коррекции. На этапе прогноза на основе модели динамики объекта предсказывается априорная плотность распределения вероятности следующего состояния объекта, которая затем корректируется с учетом полученных на текущем кадре наблюдений и функции правдоподобия

**Слайд 5. Фильтр частиц**

Поскольку функция плотности распределения вероятности состояния объекта во многих практических задачах не может быть представлена в аналитическом виде, используют ее аппроксимацию. Фильтр частиц аппроксимирует плотность распределения набором частиц, каждая из которых имеет свой вес. Фактически частица представляет одно из множества возможных состояний объекта, а ее вес задает вероятность, с которой объект примет это состояние, и вычисляется с помощью заданной функции правдоподобия.

**Слайд 6 Способ представления объекта**

На каждом кадре видеопоследовательности область объекта задается описывающим прямоугольником. В вектор состояния объекта включаются координаты левого верхнего угла прямоугольника, его ширина и высота. Эти характеристики задают статическую часть вектора. Также в вектор состояния включены производные указанных величин, составляющие его динамическую компоненту. Это позволит учитывать скорость перемещения объекта и изменения его размеров.

**Слайд 7. Модель динамки объекта**.

Этап прогнозирования управляется моделью динамики объекта. С ее помощью можно определить тенденцию движения объекта и предсказать его возможное следующее состояние. В данной работе была выбрана модель динамики 1 порядка, позволяющая учитывать скорость перемещения объекта. В нее входит аддитивный белый шум, моделирующий возможные изменения скорости и направления движения. Для задания его матрицы ковариации вводится вектор стандартных отклонений, также включающий в себя статическую и динамическую компоненты.

**Слайд 8. Вычисление функции правдоподобия**

Для внешнего представления объекта используется цветовое распределение, рассчитанное внутри области описывающего прямоугольника. Цветовя гистограмма строится в пространстве HSV, чтобы сделать результаты независимыми от смены освещения. Считается, что эталонная гистограмма объекта известна заранее. Тогда процесс измерения на текущем кадре выглядит следующим образом: для каждой частицы строится цветовая гистограмма и вычисляется ее разница с эталонной гистограммой. Чем меньше различие между гистограммами, тем с большей вероятностью данная частица описывает реальное состояние объекта

Для вычисления разницы между гистограммами используется расстояние Бхаттачария. Функция правдоподобия задает нормальное распределение этой величины, на основе которого вычисляются веса частиц.

**Слайд 9. Алгоритм воспроизведения условной плотности**.

Базовым алгоритмом, реализующим основные принципы фильтра частиц, является алгоритм воспроизведения условной плотности, позволяющий построить новое множество частиц для текущего кадра на основе набора, полученного с предыдущего кадра. На первом шаге алгоритма производится выборка частиц из имеющегося множества, при этом частица попадает в новый набор с вероятностью, равной ее весу. Затем каждая частица из полученного набора обновляется согласно уравнению динамики, что соответствует этапу прогнозирования. Для обновленных частиц производится процесс измерения: строятся цветовые гистограммы, вычисляется расстояние до эталонной гистограммы и определяются новые весовые коэффициенты. Полученные веса нормализуются, так что их сумма равна 1. Итоговое состояние объекта на текущем кадре вычисляется как средняя частица полученного набора.

**Слайд 10 Адаптация стохастической компоненты вектора состояния**.

Если цветовая гистограмма области, полученной в результате итерации алгоритма, сильно отличается от эталонной, это говорит о том, что трекер потерял объект. В этом случае информация о тенденции движения объекта, полученная на основе предыдущих результатов, перестает быть актуальной. Чтобы снизить время на восстановление трекера, необходимо увеличить разброс частиц. Этого можно достичь, приблизив модель динамики объекта к модели случайных блужданий. На этой идее основана предлагаемая модификация описанного алгоритма.

Для осуществления перехода к модели случайных блужданий нужно снизить влияние динамической компоненты вектора состояния объекта и увеличить вклад статической. Этого можно достичь путем адаптации стохастической компоненты уравнения динамики к результатам отслеживания. Для этого вводится сигмоидальная зависимость текущих значений вектора стандартных отклонений от расстояния до эталонной гистограммы. Адаптация задается с помощью сигмоидальной функции.

**Слайд 11. Реализация ПО**

Описанный метод был программно реализован на языке С++ с использованием графической библиотеки OpеnCV

**Слайд 12. На чем исследуем**

Для исследования работоспособности предложенного метода использовались размеченные наборы видеозаписей, находящиеся в открытом доступе, и предоставляющие возможность проверить работу метода в условиях изменения фона, освещения, ускорения и изменения траектории движения, частичных и полных перекрытий, а также при наличии в сцене похожих объектов. Рассматривались также видеозаписи статичного объекта, сделанные перемещающейся камерой.

**Слайд 13. Метрики**

Для оценки качества получаемых результатов были использованы следующие метрики. Отношение пересечения площадей реальной и вычисленной областей объекта к максимальной из этих площадей показывает, насколько точно была определена занимаемая объектом область. Если данная величина не превышает значения 0.3, объект считается потерянным в кадре. Такие кадры снижают среднюю точность определения занимаемой объектом области, поэтому рассматривается также среднее значение этой величины по всем успешным кадрам. Еще один оцениваемый параметр – среднее время восстановления – количество кадров видеозаписи, прошедших с момента потери объекта до его повторного обнаружения.

**Слайд 14**

На данном слайде представлены результаты, полученные для отслеживания неподвижного объекта, снятого перемещающейся камерой. Проверялись следующие ситуации: резкие перемещения камеры в различных направлениях, изменение освещения, частичное перекрытие объекта. Видно, что предложенная модификация позволила справиться с хаотичными движениями камеры, в то время как обычный алгоритм потерял объект менее чем за 50 кадров. Метод с адаптацией стандартных отклонений оказался также нечувствительным к частичному перекрытию объекта, в отличие от стандартного алгоритма. Оба алгоритма показали инвариантность к смене освещения.

**Слайд 15.**

Исследование работоспособности метода при отслеживании перемещающихся объектов показало, что, как и стандартный алгоритм, он способен отслеживать объекты, резко меняющие свои направление и скорость и перемещающиеся на неоднородном меняющемся фоне. Полученные оценки примерно одинаковы для обоих алгоритмов. А вот на видеозаписи с повторяющимися полными перекрытиями объекта предложенный метод показал более высокие результаты и восстановился после всех перекрытий, в то время как обычный алгоритм достаточно быстро потерял объект. Оба алгоритма корректно справились с наличием похожих объектов в кадре.

**Слайд 16.**

Для инициализации трекера нужно сформировать набор частиц на первом кадре. Они могут быть сгруппированы вокруг объекта, если известно его начальное положение, или равномерно распределены по области кадра. Возможна также ситуация, что начальное положении объекта задано неверно, и частицы сгруппированы вокруг точки, не относящейся к объекту. Исследование времени обнаружение объекта в зависимости от начальной конфигурации набора частиц показало, что метод с адаптацией стохастической компоненты в несколько раз быстрее находит объект как при равномерном распределении частиц на кадре, так и в случае их группирования вокург точки, не имеющей отношения к объекту.

**Слайд 17.**

Разработанный метод обладает следующими достоинствами:

* справляется с резкими перемещениями и изменениями направления движения камеры / объекта,
* инвариантен к изменению освещения и фона,
* справляется с частичными и полными перекрытиями объекта.

Неодстатки метода:

* цветовая гистограмма объекта должна быть известна заранее и должна отличаться от гистограммы фона;
* при наличии в сцене похожих объектов точность отслеживания снижается;
* если в момент перекрытия объект меняет направление движения, он с высокой вероятностью не будет обнаружен трекером.

**Слайд 18 вывод**

В ходе работы был проведен анализ существующих подходов к отслеживанию, представлено математическое описание фильтра частиц , разработан алгоритм отслеживания с адаптацией стохастической компоненты и реализующее его ПО, проведено исследование разработанного алгоритма.

Исследование показало, что разработанный алгоритм повышает среднюю точность отслеживания и уменьшает среднее время восстановления после потери объекта