

дер. Мальково, в березняке мшистом, на почве, 22.07.2002, LE 217557; Мидинское лесн., в березняке елово-травяном, на почве, 23.07.2002, LE 217564.

Беларусь, Витебская обл., Витебский р-н, окр. дер. Седенье, в березняке елово-мшистом, на почве, 08.09.1999, опр. Я.А. Шапорова (Минковская), LE 223222; Бешенковичский р-н, окр. дер. Гнездилово, Островенское лесн., в сосняке елово-мшистом, на почве, 15.09.2000, LE 223019; окр. дер. Лучки, Островенское лесн., в сосняке елово-мшистом, на почве, 09.07.2000, LE 223030; Минская обл., Мядельский р-н, НП «Нарочанский», окр. дер. Заврутки, в березняке разно-травном, на почве, 08.1998, собр. Р.М. Хамаев, опр. Я.А. Шапорова (Минковская), MSK; окр. дер. Редупля, в ур. Ламаник, на лесном пере-гное, 15.08.1957, собр. и опр. Г.И. Сержанина, MSK 2683.

Литература

1. Исаченко А.Г., Дашкевич З.В., Карнаухова Е.В. Физико-географи-ческое районирование Северо-Запада СССР. Л.: ЛГУ, 1965. 248 с.

2. Природа Белоруссии // Популярная энциклопедия. Мн.: Белорусская советская энциклопедия им. Петруся Бровки, 1986. 598 с.

*Краснобаев Е.А., Халанский А.Ю.,
аспиранты кафедры инженерной физики*

АДАПТИВНАЯ МОДЕЛЬ ФОНА В ЗАДАЧАХ СЕГМЕНТАЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯХ

Введение

Обнаружение и отслеживание движущихся объектов в видеоизображениях является одной из важнейших задач машинного зрения, решаемых в видеонаблюдении, робототехнике, опознавательных системах, телевидении, системах анализа автомобильного трафика, сжатия изображений и др. Разработка программного обеспечения для решения таких задач особенно важна, так они являются компонентами более сложных механизмов и систем.

Обнаружение движения – проблема, хорошо изученная в теории компьютерного зрения. Существует множество подходов к решению этой задачи – это методы, основанные на выделении контуров объек-

тов, метод вычитания фона, метод вычитания кадров, блочные методы, вычисление оптического потока. Наиболее распространенным и эффективным методом является метод вычитания фона [1].

Цель исследования

Целью данного исследования является создание алгоритма детектирования движущихся объектов в видеоизображениях, на основе метода вычитания фона, устойчивого к изменяющимся условиям в кадре.

Метод вычитания фона

Метод вычитания фона один из основных методов обнаружения движения в кадре. Он основывается на использовании фонового изображения, в котором не происходит никакого движения и сравнении его с последующим рядом изображений, поступающих с камеры. На основании следующего соотношения получают бинарную маску движения: $|X_t(i, j) - X_0(i, j)| \geq \delta$ где $X_t(i, j)$ – пиксель (i, j) изображения в момент времени t , $X_0(i, j)$ – пиксель (i, j) фонового изображения, δ – порог, на основании которого определяется принадлежность пикселя к движущемуся объекту. Пиксели изображения, преодолевшие порог считаются принадлежащими объекту, остальные – фону.

Как известно, одной из глобальных проблем видеонаблюдения является устойчивость системы к изменениям в видеоизображениях. Такие изменения могут выражаться в изменении освещенности, колебаниях камеры, тенях, перекрытиях объектов, изменениях заднего плана (динамический задний план) и др. Эти изменения характеризуются природными, атмосферными или другими явлениями.

Одной из проблем метода вычитания фона является постоянная потребность в обновлении фоновой модели. Без этого в фоновой модели накапливается большое количество ошибок, что делает этот метод работоспособным только в кратковременный период без существенных изменений в сцене.

Одним из путей устранения этих недостатков метода является идея представления значений пикселя ряда последовательных изображений в виде одномерной нормально распределенной случайной величины. Вероятность наблюдения текущего значения пикселя при этом будет равна:

$$P(X_t) = \eta(X_t, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(X_t - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad 1)$$

где математическое ожидание и дисперсия вычисляются по следующим формулам:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t \quad \sigma = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n X_t^2 - \frac{1}{n^2} \left(\sum_{t=1}^n X_t \right)^2 \quad 2)$$

Принадлежность пикселя к движущемуся объекту выполняется в случае высокой вероятности отклонения значения пикселя от его математического ожидания.

Такой подход эффективен в случае, когда объекты на изображениях двигаются непрерывно и фон является статическим. В случае, когда в сцене присутствует большое количество объектов с достаточно небольшими скоростями, фон медленно обновляется и имеет единственный предопределенный порог сегментации, данный метод оказывается недостаточно эффективным.

Адаптивная модель фона

Подход, изложенный в [2] основывается на использовании для моделирования значений пикселя не одного распределения Гаусса, а нескольких, характеризуемых различными значениями дисперсии и математического ожидания.

В соответствии с [3], будем рассматривать значения интенсивности (или вектор цветных компонент) некоторого отдельного пикселя во времени, в виде следующего ряда:

$$\{X_1, \dots, X_t\} = \{I(x_0, y_0, i), 1 \leq i \leq t\} \quad (3)$$

Вероятность наблюдения текущего значения пикселя при этом будет равна:

$$P(X_t) = \sum_{i=1}^k \omega_{i,t} \eta(X_t, \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) \quad (4)$$

где k – номер распределения Гаусса, $\omega_{i,t}$ – весовая переменная, характеризующая i -е распределение в момент времени t , – математическое ожидание, η – функция плотности вероятности распределения Гаусса,

$$\eta(X_t, \mu_{i,t}, \Sigma_{i,t}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma|^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{1}{2}(X_t - \mu_i)^T \Sigma^{-1} (X_t - \mu_i)} \quad (5)$$

Ковариантную матрицу $\Sigma_{i,t}$ представляют в виде:

$$\Sigma_{i,t} = \sigma_i^2 I \quad (6)$$

где σ_i – дисперсия i -го распределения Гаусса (предполагая, что вероятности красных, зеленых, и синих компонент пикселя являются независимыми величинами и имеют одни и те же дисперсии).

Данная модель предусматривает обновление при поступлении нового пикселя. Каждое значение нового пикселя X_t проверяется на принадлежность одному из k распределений Гаусса. Соответствие считается определенным, если отклонение значения пикселя от его математического ожидания находится в пределах величины трех среднеквадратичных отклонений текущего распределения («правило трех сигм»). Если ни одно из k распределений Гаусса не соответствует значению пикселя, наименее вероятное распределение с наименьшим весом, заменяется распределением с математическим ожиданием равным значению текущего пикселя.

Значения весов каждого распределения Гаусса обновляются с течением времени следующим образом:

$$\omega_{k,t} = (1 - \alpha) \omega_{k,t-1} + \alpha M_{k,t} \quad (7)$$

где α – величина, характеризующая скорость обучения модели, $M_{k,t}$ – функция, равная 1 при k равном индексу текущего распределения и равная 0 при всех остальных значениях k .

Параметры μ и σ распределений Гаусса, для которых не выполнилось соответствие текущего пикселя, не меняются. Параметры распределения, которому соответствует новый пиксель необходимо обновить следующим образом:

$$\mu_t = (1 - \rho) \mu_{t-1} + \rho X_t \quad (8)$$

$$\sigma_t^2 = (1 - \rho) \sigma_{t-1}^2 + \rho (X_t - \mu_t)^T (X_t - \mu_t) \quad (9)$$

где $\rho = \alpha \eta(X_t, \mu_k, \sigma_k)$ – величина, характеризующая фактор адаптации текущего распределения. Принадлежность пикселя к движущемуся объекту определяется путем применения порога к весу текущего распределения в пикселе.

Основным преимуществом данного подхода является тот факт, что динамический задний план на изображении (движение листьев)

деревьев, изменяющееся освещение) постепенно включается в фоновую модель, и не позволяет фиксировать их. Этот принцип эффективен так же, когда разные области изображения имеют разную освещенность, что позволяет детектировать объекты в затененных областях изображения.

Заключение

Метод вычитания фона является одним из самых распространенных методов сегментации движущихся объектов в видеопотоке. Одним из его преимуществ является несомненная простота реализации, однако в случае, когда в изображении возможны изменения, данный метод является недостаточно эффективным. Возможным устранением этого недостатка является способ построения адаптивной модели фона, позволяющей постоянно обновлять фоновое изображение в зависимости от изменяющихся условий окружающей среды и избежать проблем динамического заднего плана.

Результаты

На основании рассмотренной адаптивной модели, построен алгоритм и прототип программы выполняющей обнаружение движущихся объектов в видеоизображениях. Тестирование алгоритма проводилось на компьютере с процессором Intel Celeron 540 1,86 ГГц и 1 Гб оперативной памяти. Быстродействие соответствует требованиям к видеоизображениям реального времени и составляет 0,048 секунды на кадр.

Список литературы

1. Karman, K. Moving object recognition using an adaptive background memory / K. Karman A. von Brandt // *Time-varying Image Processing and Moving Object Recognition*. – 1990. – Vol. 2. – P. 297–307.
2. Stauffer, C. Adaptive background mixture models for real-time tracking in Proceedings. / C. Stauffer, W. E. L. Grimson // *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. – 1999. – Vol. 2. – P. 246–252.
3. Stauffer, C. Learning patterns of activity using real-time tracking. / C. Stauffer, W. E. L. Grimson // *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence*. – 2000. – Vol. 22, №8. – P. 747-757.
4. Гаганов, В. Сегментация движущихся объектов в видео потоке. / В. Гаганов, А. Конушин // *Научно-образовательный сетевой журнал «Графика и Мультимедиа» [Электронный ресурс]*. – 2004. – Режим доступа: <http://cam.graphicon.ru/content/view/67/64/>. – Дата доступа: 27.03.2008.