

АЛГОРИТМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ КАМЕРЫ СИСТЕМЫ ОПТИЧЕСКОГО СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТАМИ

З.Ж. Раев

Жалал-Абадский государственный университет,
г.Жалал-Абад, Кыргызская Республика, raev_z@rambler.ru

Одно из перспективных направлений развития информационных технологий связано с разработкой и развитием новых методов распознавания образов. Несмотря на широкое применение сканеров и программ для анализа изображений поиск новых эффективных алгоритмов является актуальной задачей. Наиболее сложные задачи распознавания образов связаны с анализом движущихся объектов.

Введение. Применение автоматических систем управления транспортными потоками позволит повысить безопасность движения при одновременном снижении нагрузки на человека, контролирующего работу таких быстропротекающих систем.

Основной частью таких систем управления являются подсистемы слежения в связи с необходимостью обладать информацией о текущем положении управляемых объектов. Большинство существующих систем слежения за автотранспортными средствами [1–3] основаны на данных видеонаблюдения как наиболее информативного источника получения данных о сцене, по сравнению, например, с аудионаблюдением и радиолокацией.

Создание системы, воспринимающей сцену с любого ракурса, является весьма сложной задачей ввиду многообразия и больших различий в поведении элементов сцены в проекции в зависимости от точки рассмотрения. Поэтому в специализированных системах такой наиболее гибкий подход, как правило, не применяется. Это связано как со сложностью его реализации, так и с возможной избыточностью получаемых данных. В связи с этим автоматические системы видеонаблюдения нуждаются в позиционировании видеокамеры определенным образом в некотором диапазоне значений параметров, определяющих ее положение.

Автоматическая система выделения, распознавания и слежения за автотранспортными средствами по данным видеонаблюдения [1-2], использует на этапе распознавания данные изображения задней части автотранспортного средства, на этапе слежения оценивает траекторию движения и среднюю скорость транспортного средства.

Таким образом, для наиболее эффективной работы системы на каждом этапе необходимо иметь подходящую видеопоследовательность, получаемую от камеры, от параметров установки которой во многом будет зависеть качество работы системы.

Целью данной статьи является создание метода автоматического позиционирования камеры системы оптического слежения за автотранспортными средствами.

Автоматическое позиционирование позволит ускорить и уточнить процедуру установки видеокамеры как составную часть развертывания системы оптического слежения, которая может быть подвижной.

1. Постановка задачи. Для системы оптического слежения, использующей при распознавании изображение задней части автотранспортного средства, необходимо разработать формальные критерии и определить параметры установки видеокамеры: высоту подвеса камеры h , реальные расстояния от вертикальной опоры камеры до прямой, соответствующей нижней границе проекции d_1 , и до прямой, соответствующей середине проекции d_2 .

Для автоматического позиционирования камеры необходимо разработать метод определения значений параметров высоты подвеса камеры h , угла наклона камеры по отношению к вертикали α , коэффициента оптического приближения $zoom$ с учетом используемой базы шаблонов транспортных средств. Поскольку значение h ограничено, а α определяется параметрами базы шаблонов, то задача сводится к нахождению параметра

$zoom$, в контексте метода автоматического позиционирования, как функции от h , α : $zoom = f(h, \alpha)$.

2. Параметры калибровки камеры в программной реализации системы оптического слежения. Система оптического слежения за автотранспортными средствами, разработанная авторами [1; 2], предоставляет возможность задавать значения параметров установки камеры, которые необходимы для оценки скорости движения автомобиля.

К таким параметрам относятся: высота подвеса камеры h , реальные расстояния от вертикальной опоры камеры до прямой, соответствующей нижней границе проекции d_1 , и до прямой, соответствующей середине проекции d_2 . Параметр d_2 является не столько параметром установки, сколько параметром самой камеры, и выбран для оценки скорости движения автотранспортных средств вместо параметра угла обзора камеры γ ввиду простоты его изменения по сравнению с последним.

Окно калибровки камеры (рис. 1) позволяет задать параметры, а также помогает осуществить их достаточно точное измерение.

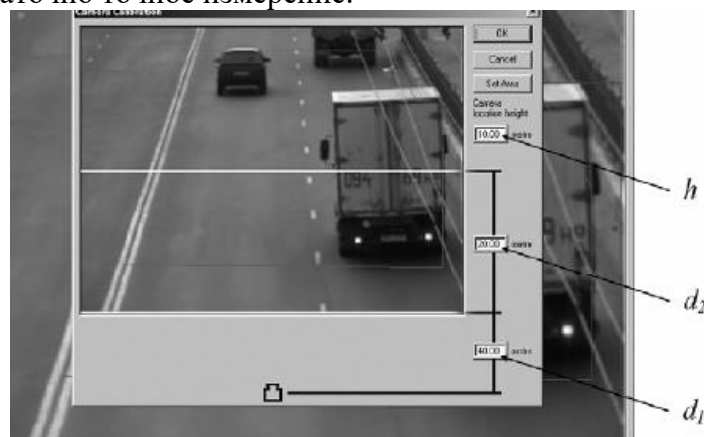


Рис. 1. Окно калибровки камеры.

Программа позволяет сохранять параметры калибровки для каждой доступной в системе камеры и для каждого видеофайла, используемого в качестве входной видеопоследовательности.

3. Определение параметров установки камеры. Для обеспечения наиболее качественной работы системы оптического слежения в реальных условиях необходимо установить видеокamerу определенным образом. Благодаря интеллектуальности и адаптивности система работает с довольно широким диапазоном входной информации. А в силу различных внешних условий и различий в используемом оборудовании параметры установки камеры не могут быть заданы строго.

Поэтому представляются необходимыми рекомендации по их выбору и оценке.

Параметрами установки камеры являются высота подвеса h и реальное расстояние от вертикальной опоры камеры до прямой, соответствующей нижней границе проекции d_1 (рис. 2). Эти параметры взяты также для удобства и как входные параметры (вместе с d_2) для калибровки камеры в системе оптического слежения для оценки скорости движения объекта.

Для выбора параметров установки введем ряд критериев.

Степень компрессии задней проекции C определим как отношение площади проекции задней части объекта к площади ее ортогональной проекции:

$$C = 1 - \sin \left(\arctg \left(\frac{d_1}{d_2} \right) + \frac{\gamma}{2} \right).$$

Значения критериев при некоторых приемлемых значениях h и d_1

$h, м$	$d_1, м$	$C, \%$	$I, \%$	$d, м$
5	2	33	0	7
5	3	22	0	11
5	4	15	17	21
5	5	9	33	52
5	6	6	44	8
6	2	38	0	8
6	3	27	0	11
6	4	19	0	17
6	5	14	20	28
6	6	9	33	63
7	3	32	0	11
7	4	24	0	15
7	5	18	7	22
7	6	13	22	36
7	7	9	33	73

4. Метод автоматического позиционирования камеры. Предлагаемый метод автоматического позиционирования позволит быстро разворачивать систему оптического слежения и при этом максимально возможно повышать точность сопоставления с используемой базой шаблонов для нахождения объектов на сцене.

Рассмотрим механизм получения вычисляемых значений параметров установки камеры для системы автоматического позиционирования.

Из параметров используемой базы шаблонов нам известны степень вертикальной компрессии шаблона C , а также среднее отношение высоты проекции искомого объекта к высоте проекции, получаемой камерой R , которое выражается формулой:

$$R = \frac{C \cdot H_{MAX}}{CB \cdot tg\left(\frac{\gamma}{2}\right)}, \quad (2)$$

где C – степень компрессии задней проекции; H_{MAX} – максимальная высота объекта.

Из рис. 2 также видно, что:

$$\frac{d_1}{h} = tg\left(\alpha - \frac{\gamma}{2}\right), \text{ а } CB = \frac{h}{\cos(\alpha)}.$$

Средняя компрессия шаблонов будет идентична степени компрессии задней проекции и, следовательно, вычисляется при формировании базы шаблонов как:

$$C = 1 - \sin\left(\arctg\left(\frac{d_1}{h}\right) + \frac{\gamma}{2}\right) = \sin(\alpha), \quad (3)$$

Значение коэффициента оптического приближения находится как:

$$zoom = \frac{CO}{F} = \frac{0,5s}{tg\left(\frac{\gamma}{2}\right)} \left(\frac{0,05s}{tg\left(\frac{\theta}{2}\right)} \right)^{-1} = \frac{tg\left(\frac{\theta}{2}\right)}{tg\left(\frac{\gamma}{2}\right)},$$

где F – фокусное расстояние без оптического увеличения; θ – угол обзора камеры без оптического увеличения.

Подставив значение тангенса из выражения (2), а также значение C из выражения (3), получим:

$$zoom = tg\left(\frac{\theta}{2}\right) \frac{CB \cdot R}{C \cdot H_{MAX}} = F(h, \alpha) = tg\left(\frac{\theta}{2}\right) \frac{h \cdot R}{\cos(\alpha)(1 - \sin(\alpha))H_{MAX}}.$$

Таким образом, алгоритм автоматического позиционирования камеры предлагается представить в виде следующей последовательности шагов:

1. Оператором задается высота подъема камеры h , либо автоматически берется одно из допустимых значения.

2. Системой считываются параметры используемой базы шаблонов: степень вертикальной компрессии шаблона C и среднее отношение высоты проекции искомого объекта к высоте проекции, получаемой камерой R ; а также параметр камеры – угол обзора θ .

3. Определяется значение $\alpha = \arcsin(1 - C)$.

4. Вычисляется значение параметра оптического приближения $zoom$ по формуле:

$$zoom = tg\left(\frac{\theta}{2}\right) \frac{h \cdot R}{\sqrt{C(2 - C)} \cdot C \cdot H_{MAX}}.$$

5. Производится автоматическое позиционирование камеры в соответствии с заданными и вычисленными параметрами h , α , $zoom$.

Заключение. С целью повышения эффективности работы системы оптического слежения за объектами исследована актуальная задача автоматического позиционирования видеокамеры и в результате:

- предложен метод автоматического позиционирования видеокамеры системы оптического слежения за объектами для достижения быстрого развертывания системы оптического слежения и максимальной отдачи от использования конкретной базы шаблонов;
- найдены критерии для оценки параметров установки камеры для оптимальной работы системы оптического слежения: степень компрессии задней проекции, степень перекрытия проекций автотранспортных средств, интервал наблюдения за объектом.

Практической ценностью является рассчитанные значения параметров установки. Так, система оптического слежения за автотранспортными средствами для обеспечения наилучшей работы должна получать входные данные с видеокамеры, установленной на высоте $h \approx 6 - 7 м$ с расстоянием до прямой соответствующей нижней границе проекции $d_1, \approx 4 - 5 м$.

Литература

1. Субботин С.А., Бойченко К.Ю. Оптимизированный поиск по шаблону с использованием многослойных карт разнонаправленных градиентов //Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных: Материалы XV Всероссийского семинара, 5-7 октября 2007 г. / Под ред. А.Н. Горбаня, Е.М. Миркеса. – Красноярск: ИМВ СО РАН, 2007. – С. 146–148.
2. Бойченко К.Ю. Интеллектуальная система автоматической классификации автомобилей // Компьютерное моделирование интеллектуальной системы: под ред. Д.М. Пизи, С.О. Субботина. – Запорожье: ЗНТУ, 2007. – С. 23–27.
3. Rad R., Jamzad M. Real time classification and tracking of multiple vehicles in highways // Pattern Recognition Letters. – 2005. – № 26. – P. 1597–1607.
4. Правила дорожного движения КР