**Министерство науки и высшего образования РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Уфимский университет науки и технологий»**

**Кафедра** Высокопроизводительных вычислительных технологий и систем

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 70 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**МИНИМИЗАЦИЯ ПОГРЕШНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАТРИЦЫ ПРОЕКЦИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С ДОРОЖНЫХ КАМЕР**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовой работе по дисциплине

«Методы оптимизации»

**3952. 337102.000 ПЗ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа  ПМ-457 | Фамилия И.О. | Подпись | Дата | Оценка |
| Студент | Акмурзин М.Э. |  |  |  |
| Консультант | Касаткин А.А. |  |  |  |
| Принял | Лукащук В.О. |  |  |  |

Уфа 2024

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уфимский университет науки и технологий»

Кафедра Высокопроизводительных вычислительных технологий и систем

**ЗАДАНИЕ**

на курсовую работу по дисциплине

**«Методы оптимизации»**

Студент: Акмурзин Михаил Эдуардович Группа: ПМ-457

Консультант: Касаткин Алексей Александрович

1. Тема курсовой работы

Минимизация погрешности восстановления параметров коэффициентов матрицы проекции на основе данных с дорожных камер

2. Основное содержание

1. Изучение методов калибровки камеры, основанных на ограничениях сцены
2. Разработка и реализация методов восстановления параметров матрицы проекции
3. Оформить пояснительную записку к курсовой работе.

3. Требования к оформлению материалов работы

3.1. Требования к оформлению пояснительной записки

Пояснительная записка к курсовой работе должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ и содержать

• титульный лист,

• задание на курсовую работу,

• содержание,

• введение,

• заключение,

• список литературы,

• приложение, содержащее листинг разработанной программы, если таковая имеется.

|  |  |
| --- | --- |
| Дата выдачи задания  "\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_ г. | Дата окончания работы  "\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 202\_ г. |

Консультант \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Касаткин А.А.

**Содержание**

[Введение 4](#_Toc191328889)

[Теоретическая часть 5](#_Toc191328890)

[1. Модель камеры обскуры 5](#_Toc191328891)

[2. Ограничения сцены 7](#_Toc191328892)

[2.1. Положения камеры 7](#_Toc191328893)

[3. Начальное решение 9](#_Toc191328894)

[3.1. Точки схода 9](#_Toc191328895)

[3.2. Начальная матрица преобразования 9](#_Toc191328896)

[4. Функция оптимизация 9](#_Toc191328897)

[Практическая часть 10](#_Toc191328898)

[Заключение 11](#_Toc191328899)

[Список литературы 12](#_Toc191328900)

# ВВЕДЕНИЕ

В современных системах мониторинга дорожного движения широко применяются видеокамеры, позволяющие фиксировать транспортные потоки и анализировать их характеристики. Одной из ключевых задач обработки таких данных является восстановление параметров матрицы проекции, которая определяет соответствие между координатами объектов на изображении и их реальными пространственными координатами.

Точность определения параметров матрицы проекции оказывает значительное влияние на качество реконструкции траекторий транспортных средств, оценку их скорости и других характеристик. Однако данный процесс сопровождается рядом сложностей, связанных с различными источниками погрешностей, включая искажения перспективы, геометрические особенности дорожной сцены, ошибки калибровки камеры и шумы в данных.

Целью данной работы является разработка методов минимизации погрешности при восстановлении параметров коэффициентов матрицы проекции на основе данных, полученных с дорожных камер.

В рамках курсовой работы решались следующие задачи:

1. Изучение методов калибровки камеры, основанных на геометрических ограничениях сцены
2. Разработка и реализация методов восстановления погрешности матрицы проекции
3. Оценка точности параметров матрицы проекции

# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## Модель камеры обскуры

Модель камеры-обскуры описывает математическую связь между координатами точки в трехмерном пространстве и ее проекцией на плоскость изображения идеальной камеры-обскуры, где апертура камеры описывается как точка, а линзы не используются для фокусировки света. Модель не включает, например, геометрические искажения или размытие несфокусированных объектов, вызванные линзами и апертурами конечного размера. Она также не принимает во внимание, что цифровые камеры имеют только дискретные координаты изображения. Это означает, что модель камеры-обскуры можно использовать только в качестве первого приближения преобразования 3D-сцены в 2D - изображение. Его достоверность зависит от качества камеры и, как правило, уменьшается от центра изображения к краям по мере увеличения эффектов искажения объектива.

Проективное преобразование, заданное моделью камеры-обскуры, показано ниже (1):

где – трехмерная точка в мировой системе координат,

– двумерный пиксель в плоскости изображения (используются однородные координаты),

– внутренняя матрица камеры,

и – матрица поворота и вектор перемещения, описывающие изменение координат от мира к камере,

s – произвольное масштабирование проективного преобразования, не являющееся частью модели камеры.

Внутренняя матрица камеры проецирует 3D-точки, заданные в системе координат камеры, в 2D-пиксельные координаты то есть (2):

Элементы внутренней матрицы камеры (3) включают фокусные расстояния и , выраженные в пикселях, и сдвиг центральной точки (,), которая обычно находится близко к центру изображения:

Матрица внутренних параметров не зависит от просматриваемой сцены. Таким образом, после оценки её можно использовать повторно, если фокусное расстояние фиксировано (в случае зум-объектива). Таким образом, если изображение с камеры масштабируется с коэффициентом, все эти параметры необходимо масштабировать (соответственно умножать/делить) на один и тот же коэффициент.

Совместная матрица вращения-переноса является матричным произведением проективного преобразования и однородного преобразования. Проективное преобразование 3 на 4 (4) отображает 3D-точки, представленные в координатах камеры, в 2D-точки на плоскости изображения и представленные в нормализованных координатах камеры и :

Однородное преобразование определяется внешними параметрами и и представляет собой изменение базиса с мировой системы координат на систему координат камеры . Таким образом, учитывая представление точки в мировых координатах, , мы получаем представление P в системе координат камеры, , по формуле (5):

то есть матрица однородного преобразования состоит из – матрицы вращения, и  – вектора переноса:

Получаем проективное преобразование, которое отображает 3D-точки в мировых координатах в 2D-точки на плоскости изображения и в нормированных координатах камеры (7):

где ,.

Соединяя вместе уравнения для внутренних и внешних характеристик, можно все записать в виде (8):

Если , то (8) примет вид (9):

где

На рисунке 1 показана модель камеры-обскуры.

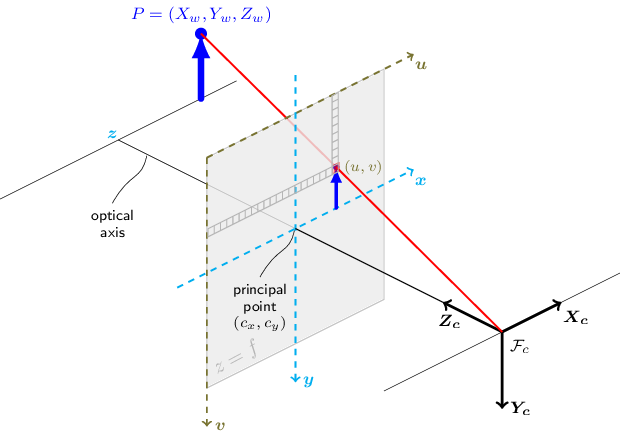


Рисунок 1 – Модель камеры-обскуры

1. **Ограничения сцены**
   1. **Положения камеры**

В качестве сцены для обзора выбирается перекрёсток или участок дороги, содержащий прямые линии и находящийся приблизительно в одной плоскости. Это допущение упрощает анализ движения транспортных средств, так как исключает сложные трехмерные структуры. Камера установлена на высоте над поверхностью дороги, что определяет ее положение в мировой системе координат. Тогда внешняя матрица преобразования из мировой системы в систему камеры будет иметь вид:

где координаты относительно системы камеры, а координаты относительно мира.

Вектор переноса в свою очередь будет иметь следующий вид:

где высота камеры относительно плоскости земли.

Ориентация камеры в пространстве описывается матрицей вращения, которая определяется углами Тейта-Брайна. Эти углы задают последовательные повороты камеры относительно её осей.

Матрица поворота вокруг оси

Матрица поворота вокруг оси :

Матрица поворота вокруг оси :

Из (12), (13), (14) получаем, что матрица поворота будет иметь вид:

Операция перемножения матриц в (15) не коммутативна, поэтому изменение порядка перемножения матриц поворота приведет к различным результатам. Перемножая выражение (15), получим:

R =

Внутреннюю матрицу преобразования (3) перепишем:

где – количество пикселей по вертикале, – количество пикселей по горизонтали. А (17) является отношением количества пикселей по горизонтали к количеству пикселей по вертикале:

Таким образом внешние и внутренние параметры камеры задаются пятью коэффициентами. Это соответственно фокусное расстояние, углы Тейта-Брайна и высота камеры. На рисунке 2 показано изображена мировая система координат и система координат камеры. Расстояние между ними равно

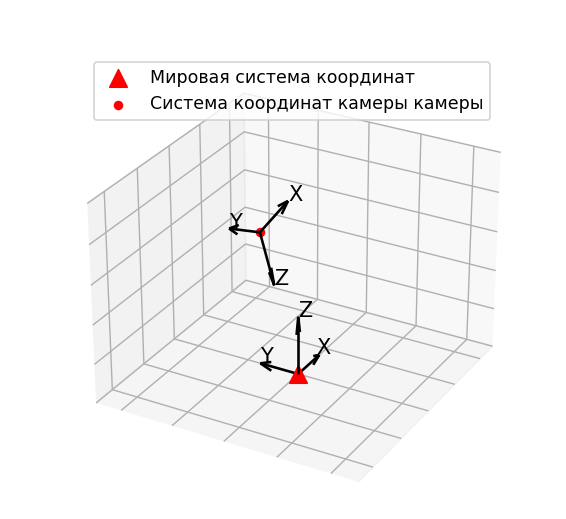


Рисунок 2 – положение мировой системы координат и системы координат камеры

1. **Начальное решение**
   1. **Точки схода**
   2. **Начальная матрица преобразования**

Формирование матрица преобразования?

1. **Функция оптимизация**

Целевая функция

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разные ограничения, точность и т.д

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**(обязательное)**

**ПЛАН-ГРАФИК**

**выполнения курсовой работы**

обучающегося Акмурзина М.Э.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование этапа работ | Трудоемкость выполнения, час. | Процент к общей трудоемкости выполнения | Срок предъявления консультанту |
| Получение и согласование задания | 0,3 | 0,8 | 30 неделя |
| Знакомство с литературой по теме курсовой работы | 2,7 | 7,5 | 31 неделя |
| Реализация основных методов фильтрации сигналов | 10 | 27,7 | 34 неделя |
| Реализация методов восстановления сигнала | 10 | 27,7 | 35 неделя |
| Сравнения методов | 10 | 27,7 | 36 неделя |
| Составление и оформление пояснительной записки и подготовка к защите | 2,7 | 7,5 | 37 неделя |
| Защита | 0,3 | 0,8 | 38 неделя |
| Итого | 36 | 100 | - |