

Сравнение качества построения карты глубины при использовании различных калибровочных моделей сверхширокоугольных объективов

Пантелеев М.

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого
panteleev.md@edu.spbstu.ru

Аннотация

1 Введение

Применения не ограничивается роботами, переписать.

За последние годы был достигнут существенный прогресс в доступности и точности сенсоров, позволяющих мобильным роботам проводить оценку окружающего пространства. Такие информационно-измерительные устройства как лидары, сонары и стереокамеры стали основным источником информации для алгоритмов автономной навигации и локализации. Тем не менее в роботах по-прежнему присутствуют телевизионные системы, так как они дают наиболее легко воспринимаемую информацию для оператора в случаях, когда его вмешательство необходимо. "Обычные" камеры, описываемые перспективной проекцией, дают изображение, понятное для восприятия и обработки, но покрывают зачастую слишком маленькую область пространства. Однако такие изображения в меньшей степени пригодны для применения в алгоритмах автономной навигации и локализации в виду того, что видят те или иные особенности окружающего пространства в среднем более короткие промежутки времени [?].

Для достижения большего поля зрения могут быть использованы катадиоптрические системы, состоящие из выгнутого зеркала и перспективной камеры. Однако такой метод не всегда применим, так как система получается громоздкой и имеет "мёртвую зону" посередине кадра. Наконец, можно использовать камеры "рыбий глаз" (англ. fisheye-camera), позволяющие с помощью специальной системы линз одним кадром покрыть угловое поле свыше 180° . В сравнении с катадиоптрическими они обладают большей полезной областью кадра.

SAMPLE

Рис. 1: Сравнение изображений с разных типов камер

При этом, как видно по изображению 1 (в), сверхширокоугольные объективы накладывают на изображение заметные искажения. Обычно принято рассматривать два вида искажений: тангенциальные и радиальные, но в данном случае тангенциальные пренебрежимы по сравнению с радиальными и далее рассматриваться не будут. Устранение этих искажений является важной задачей, так как её решение позволяет нивелировать недостатки сверхширокоугольных объективов и применять их для чувствительных к точности передачи формы объектов в кадре задач.

Одной из таких задач является стереозрение. Несмотря на существование методов, позволяющих оценивать глубину по полным fisheye-снямкам [?], классические методы, требующие ректификации, всё ещё остаются самыми доступными и производительными. Построив систему стереозрения на основе ортогонально расположенных сверхширокоугольных камер, можно получить ряд преимуществ перед традиционными камерами. Для этого сначала нужно выбрать модель искажений, наиболее точно описывающую данные линзы. [здесь бы сослаться на самого себя, но пока не на что, и тогда, получается, что принцип этой системы тоже надо бы описать].

Оптическая система была смоделирована в виртуальной среде с применением игрового движка Unity и плагина ZybrVR Dome Tools.

1.1 Модели камер "рыбий глаз"

Сверхширокоугольные линзы изготавливают, закладывая разные виды проекций, их примеры приведены на рисунке ??, но реальные линзы не всегда в точности соответствуют им, поэтому для более точного описания принято использовать модели дисторсии на основе других функций. Определим основные обозначения. Модель проекции для камеры это функция (обычно обозначаемая $\pi_c(\cdot)$), которая моделирует преобразование из точки трёхмерного пространства ($P = [x_c, y_c, z_c]^T$) в поле зрения камеры в точку на плоскости изображения ($p = [u, \nu]^T$). Тогда обратная проекция - это ... Единичная полусфера S с центром в точке O_c описывает поле зрения. На ней также лежит точка P_C , являющаяся результатом обратной проекции $\pi_c^{-1}(p)$. Угол θ является углом падения для рассматриваемой точки, а угол ϕ откладывается между положительным направлением оси u и $O_i p$.

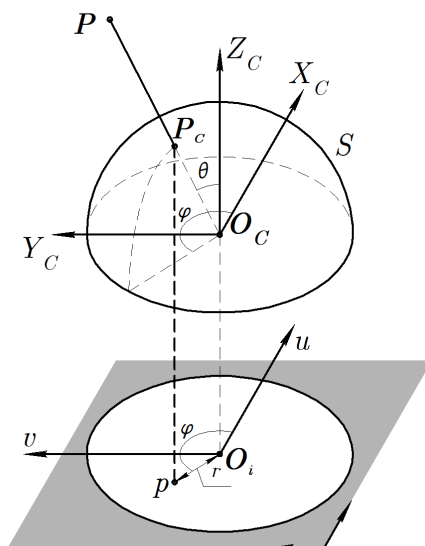


Рис. 2: Схема проекции точки трёхмерного пространства в точку на изображении

Далее будут рассмотрены основные модели камер отобранные для сравнения.

КВ

Scaramuzza

Atan

1.2 Сравнение качества построения карт глубины

Наиболее сильные искажения на изображении "рыбий глаз" возникают по краям изображения, поэтому исследуемая стереопара построена так, чтобы зона пересечения полей зрения располагалась на максимальном удалении от центра. Это соответствует ортогональному расположению камер с углом между принципиальными осями в 90° .

...

Виртуальное моделирование системы позволяет изменять размеры исследуемого геометрического объекта в процессе исследования, чтобы его угловые размеры в поле зрения камеры оставались постоянными. Таким

образом возможно получить карты глубины глубины примерно одинаковой плоскости на всём диапазоне дистанций.

...

2 Выводы

Проведённые исследования показали, что в применении к стереозрению наилучшие результаты демонстрирует модель Канналы и Брандта.