Leap Motion, карта глубин и OpenCV

Обзор

1. Leap Motion
2. Как мы творили темную магию объемного зрения

Leap Motion

Особенности

- 2 камеры с линзами fish-eye
- 3 инфракрасных светодиода
- Интерфейс: USB 3.0 micro-B
- Дальность распознавания объектов $\approx$ 60 см
- Угол обзора $\approx 135^\circ$
- Стандартный SDK умеет распознавать только руки
- Монохромные изображения с разрешением 620x240 на выходе

Leap SDK

Ололо, тут сколько-то слайдов об SDK.

Чем Leap Motion плох?

Цитата из интервью с одним из разработчиков:
"... It's very different from other things like the Kinect, and in normal device operation we have very different priorities than most other technologies. Our priority is precision, small movements, very low latency, very low CPU usage - so in order to do that we will often be making sacrifices that make what the device is doing completely not applicable to what I think you're getting at, which is 3D scanning".

Чем Leap Motion плох?

Leap Motion не создает карту глубин, для распознавания рук применяются специальные алгоритмы. То есть, единственная информация, которая нас интересует - изображения.
По сути, это просто две камеры.

Чем Leap Motion плох?

Хорошо, пусть так, тогда для получения карты глубин можно применить сторонние библиотеки, например OpenCV.
Но и такой подход не дает нужного результата, так как:

- Камеры очень чувствительны к освещению
- Отражения света светодиодов распознаются как объекты

Из-за этих двух пунктов карта глубин получается зашумленной.

Чем Leap Motion плох?

К сожалению, эти недостатки были замечены поздно.
Зато был отработан подход, который можно применить к любой другой системе объемного зрения.

Этапы

- Калибровка
- Построение карты глубин (карты разностей/disparity map)
- Построение облака точек
- Blob detection

Калибровка

Калибровка, калибровка, калибровка

Построение карты глубин (карты разностей/disparity map)

Карта глубин, разностей, disparity map

Построение облака точек

Следующий этап - построить облако точек - это массив точек вида (x, y, z) - координат относительно камеры, в этом помогает функция **ReprojectImageTo3D** из библиотеки OpenCV.
Затем запоминаются z-компоненты при разных расстояниях от камеры и по полученным значениям интерполируем функцию зависимости расстояния до объекта от интенсивности цвета на карте глубин.

Blob detection

Blob detection - это нахождение регионов на изображении, которые отличаются по каким-то свойствам, вроде цвета или яркости, в сравнении с окружающими регионами.
Грубо говоря, blob (капля) - это регион изображения, в котором какие-то свойства постоянны или почти постоянны.
Все точки blob'а считаются в каком-то смысле одинаковыми.

Blob detection

Следующий этап - применить blob detection для карты глубин.
С этой задачей вновь помог справиться OpenCV.
Алгоритм, реализованный в OpenCV, таков:

- Конвертируем изображение "бинарное"изображение - только из черного и белого цветов по заданным извне границам
- Извлекаем компоненты связности
- Группируем центры компонент - близкие компоненты относятся к одному blob'y
- По полученным группам получаем результирующую позицию blob'a