

Методы распознавания и
отслеживания меток в системе
захвата движения

Владимир Князь
ФГУП «ГосНИИАС», Москва



Типы систем захвата движения

- Механические
- Акустические
- Электромагнитные
- Оптические



Приложения

- Киноиндустрия
- Видеоигры



Приложения

- Спорт



Приложения

- Биомеханика и биомедицина



Требования к системе

- Качества разрабатываемой оптической системы:
 - Относительно невысокая стоимость
 - Масштабируемость
 - Точность измерений
 - Пригодность для решения различных задач
 - Высокая степень автоматизации
 - Гибкость

Технические характеристики

Разрешение камер	656 x 491 pix
Скорость захвата	до 100 fps
Число прослеживаемых точек	до 200
Рабочее пространство (РП)	Масштабируемое: от 0.1x0.1x0.1 м до 10x10x10 м
Точность определения 3D координат	0.01% РП

Калибровка

- Оценка параметров внутреннего ориентирования камер
 - Масштаб изображения
 - Положение главной точки
 - Параметры дисторсии

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_0 - \mu \mathbf{A}^T (\mathbf{x} - \mathbf{x}_p)$$

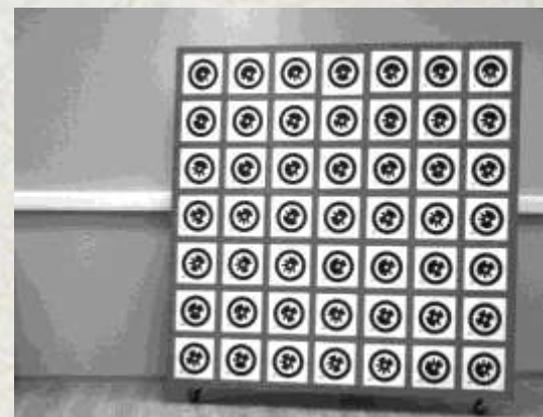
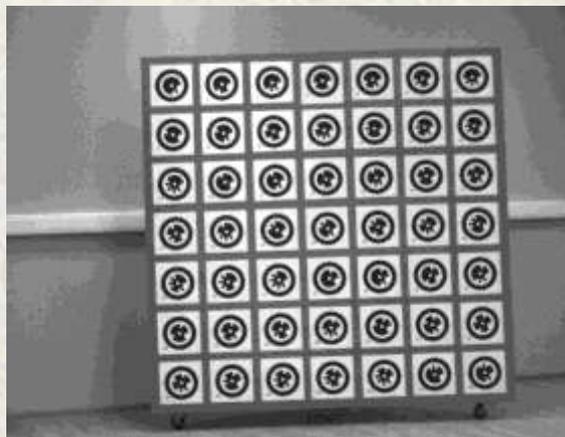
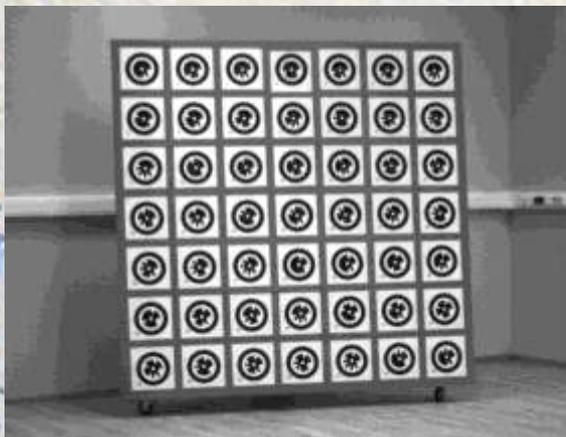
$$\Delta x = a\bar{y} + \bar{x}r^2 K_1 + \bar{x}r^4 K_2 + \bar{x}r^6 K_3 + (r^2 + 2\bar{x}^2)P_1 + 2\bar{x}\bar{y}P_2$$

$$\Delta y = a\bar{x} + \bar{y}r^2 K_1 + \bar{y}r^4 K_2 + \bar{y}r^6 K_3 + 2\bar{x}\bar{y}P_1 + (r^2 + 2\bar{y}^2)P_2$$

$$\bar{x} = m_x(x - x_p); \bar{y} = -m_y(y - y_p); r = \sqrt{\bar{x}^2 + \bar{y}^2}$$

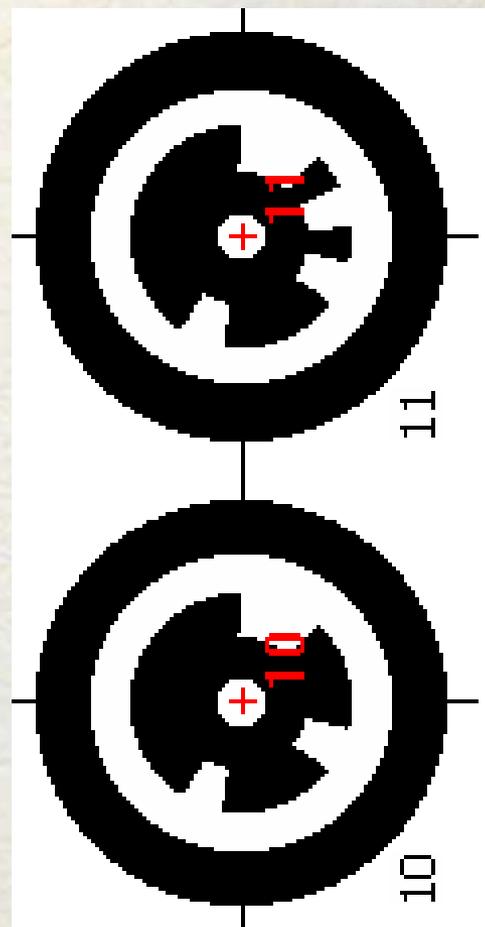
Калибровка

- Оценка параметров модели камеры по наблюдениям калибровочной сцены



Кодированные метки

- Суб-пиксельное определение центра метки
- Надежное распознавание метки
- Быстрая обработка



Внешнее ориентирование

- Набор калибровочных сцен различных размеров
- Набор объективов для различных масштабов съемки
- Кодированные метки для автоматизации процесса

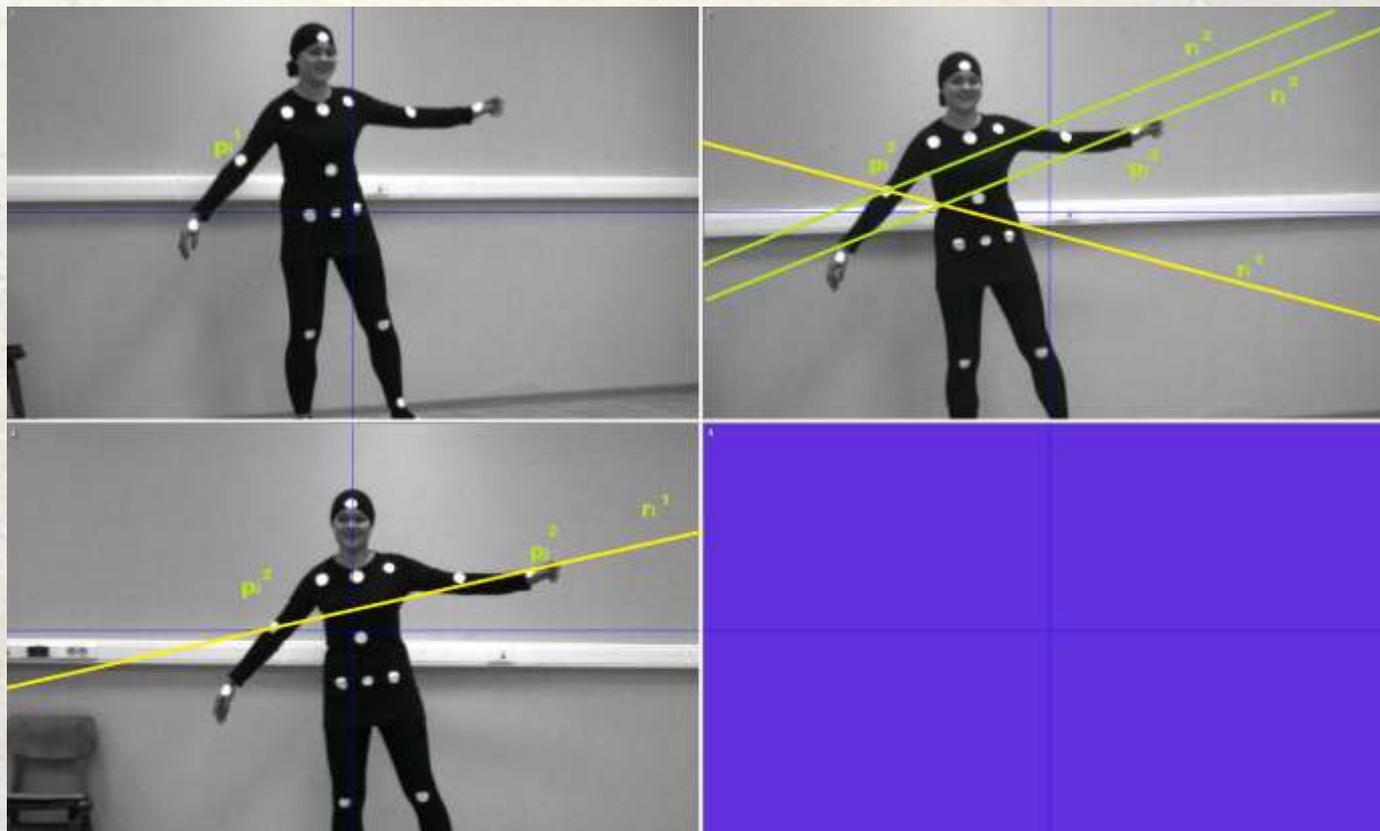


Алгоритмы обработки

- Детектирование меток
- Идентификация меток на видеопоследовательностях различных камер
- Отслеживание меток и разрешение коллизий

Алгоритм поиска соответствующих точек

- Идентификация однотипных меток на основе эпиполярной геометрии



Программное обеспечение

Решает задачи захвата и обработки данных о движении :

- Автоматическое ориентирование системы захвата
- Захват видеопоследовательностей от 4-х камер в синхронном режиме
- Автоматическое детектирование и сопоставление меток
- Расчет и визуализация 3D движения

Примеры применения

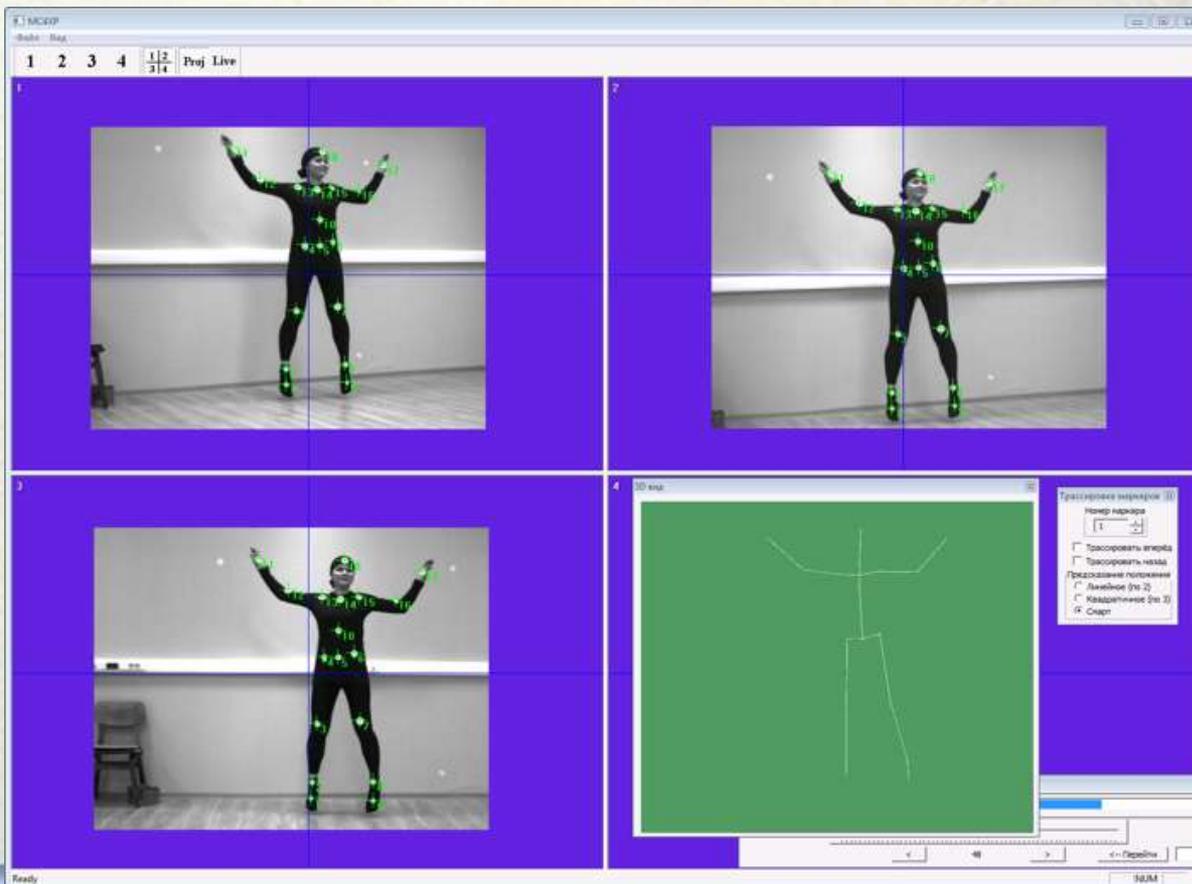
- Биометрия и биомеханика
- Идентификация параметров динамической модели кол\сного робота
- Оценка точности определения собственного положения БЛА
- Оценка равномерности движения стенда ПНМ на малых скоростях

Захват движений человека



Захват движений человека

- Интерфейс программы с распознанными метками и 3D моделью

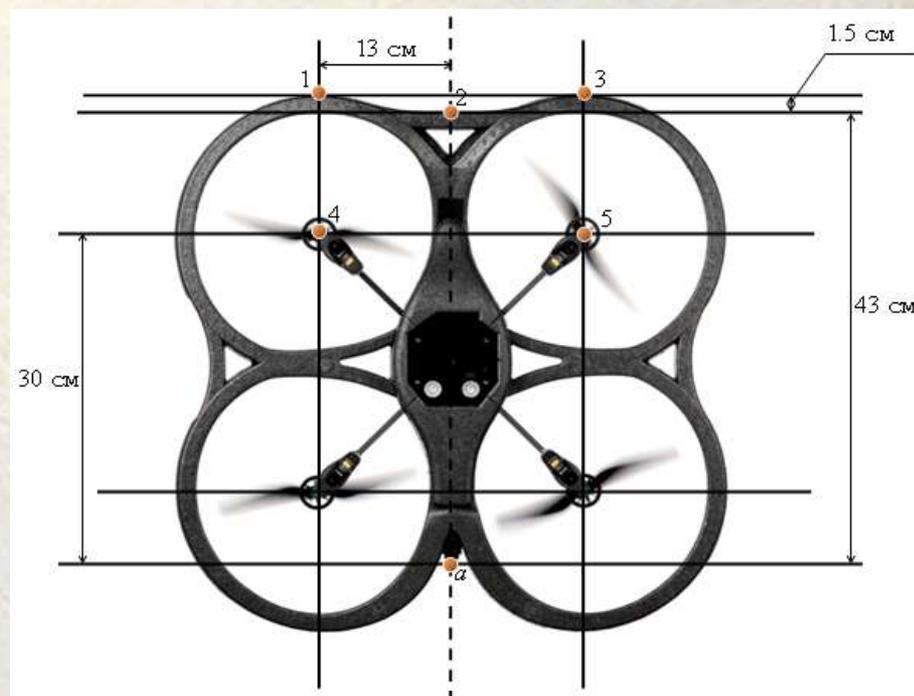


Оценка точности ориентирования БЛА

- БЛА Parrot AR.Drone2.0

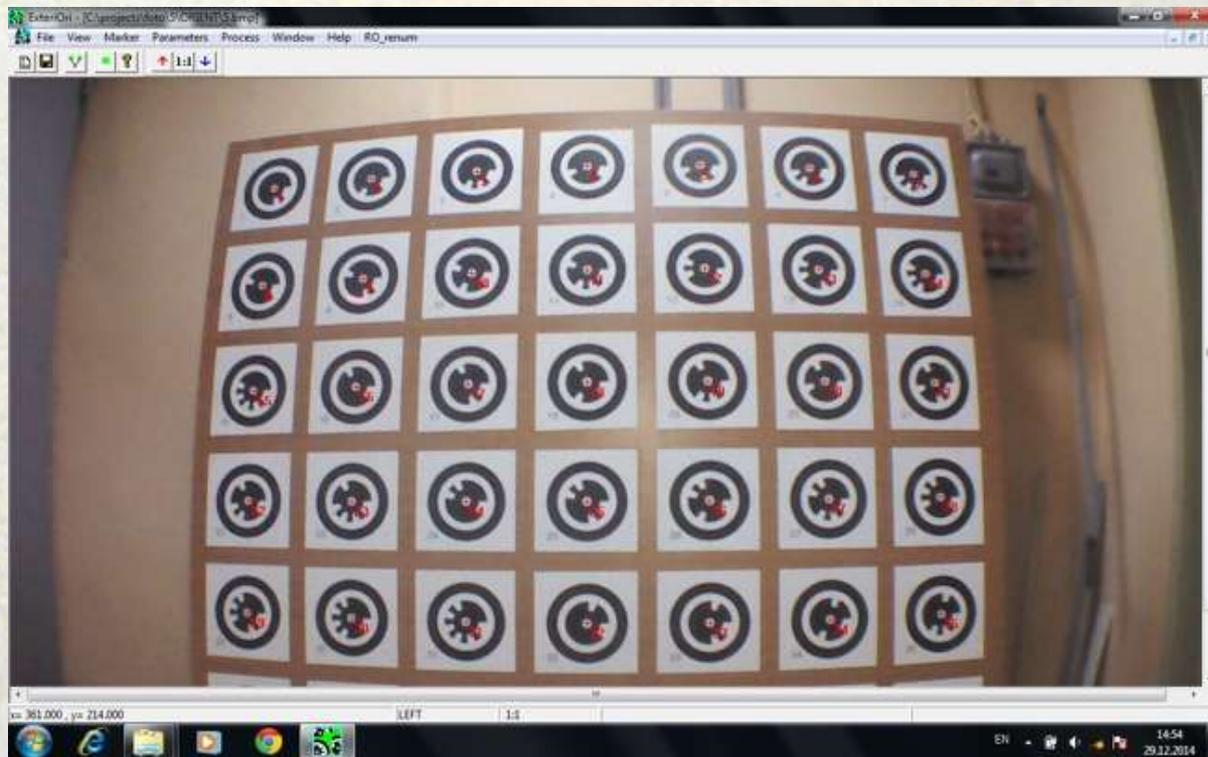
Параметр	Значение
Скорость	0.5 m/s
Вес	366 g
Размеры	515x515 mm

Фронтальная камера	
- Частота кадров	30 fps
- Разрешение:	1280x720 pix
Вертикальная камера	
- Частота кадров	60 fps
- Разрешение:	320x240 pix



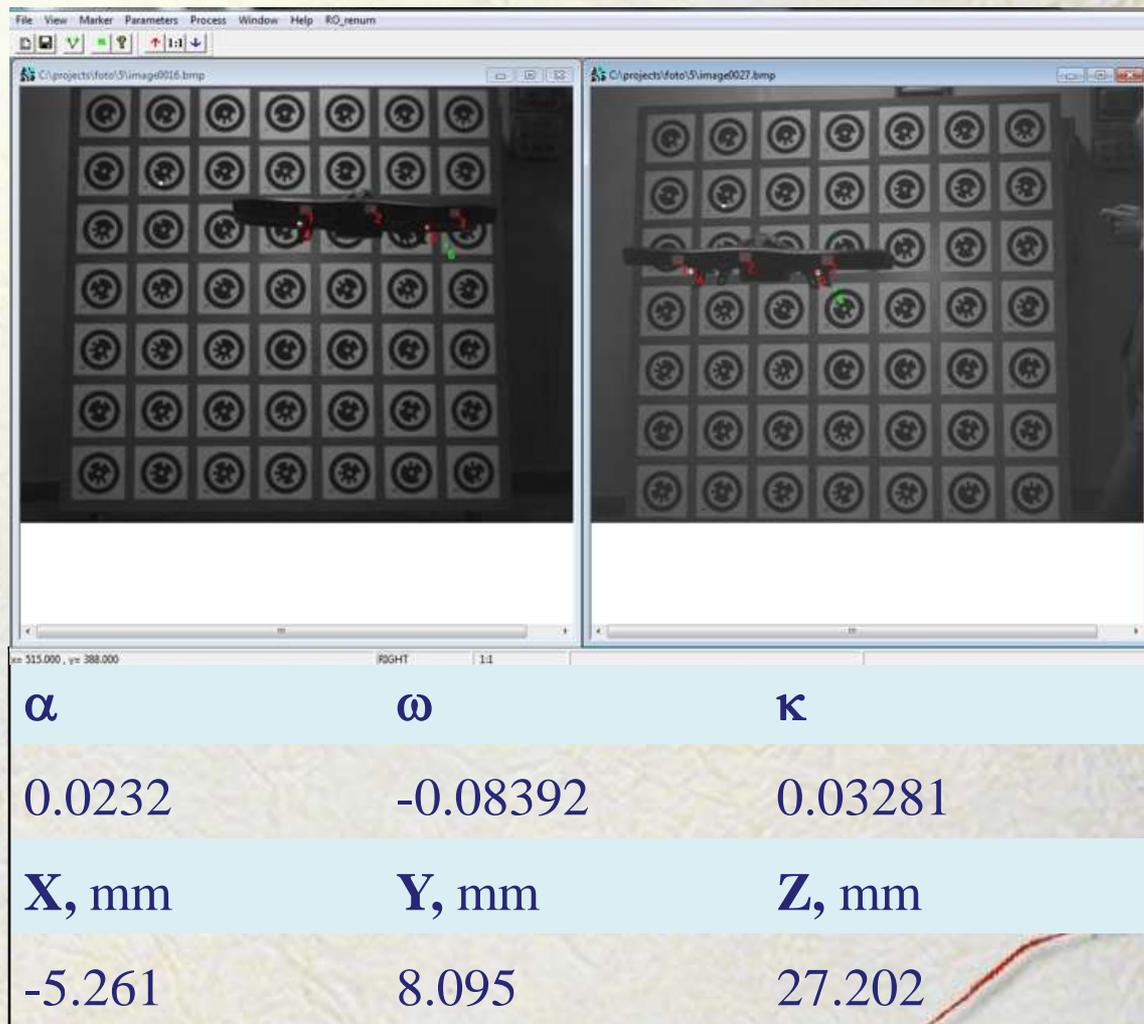
Калибровка фронтальной камеры

- Сильная дисторсия
- Точность калибровки 0.5 мм



Оценка точности ориентирования

- Регистрация видеопоследовательностей БЛА и системы захвата
- Синхронизация
- Оценка положения фронтальной камеры по данным БЛА и системы захвата



Идентификация модели робота

- Колесный робот Hercules



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Hercules Mobile Platform

Microcontroller ATmega328 20MHz

Encoder resolution 320 ppr

Motor control ± 100 PWM

Logitech C310 Webcam

Maximum resolution 1280x720 pixels

Maximum video frame rate 30 fps

Maximum video frame rate 30 fps

Raspberry PI B+ single-board computer

Processor BCM2835 700 MHz

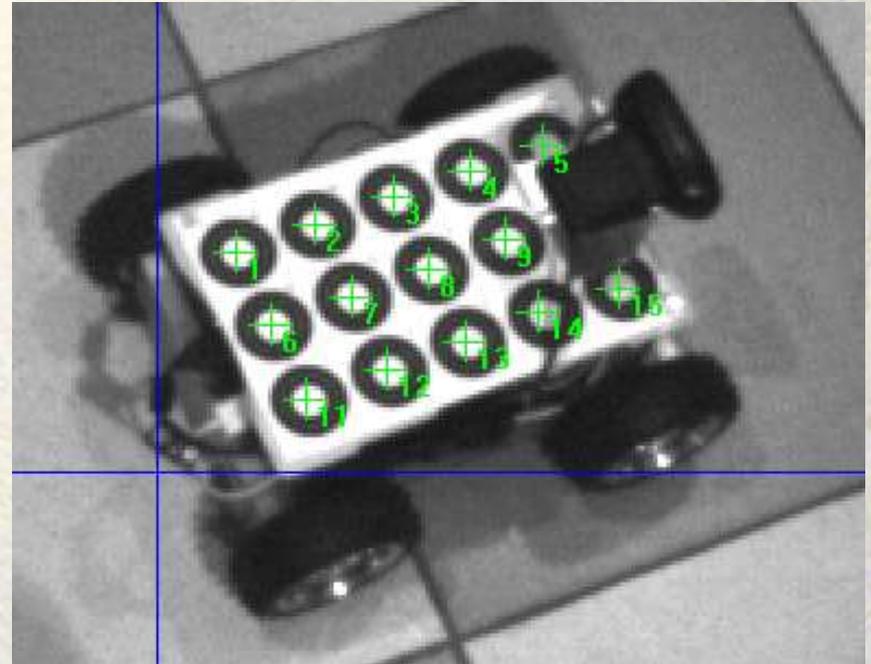
USB2.0 ports 4x

GPU VideoCore IV, 1 Gigapixel per s.

Bluetooth adapter 1x

Регистрация движения

- Регистрация движения робота при подаче входных сигналов заданного вида
- Синхронизация входных сигналов с записью видео
- Входной сигнал:



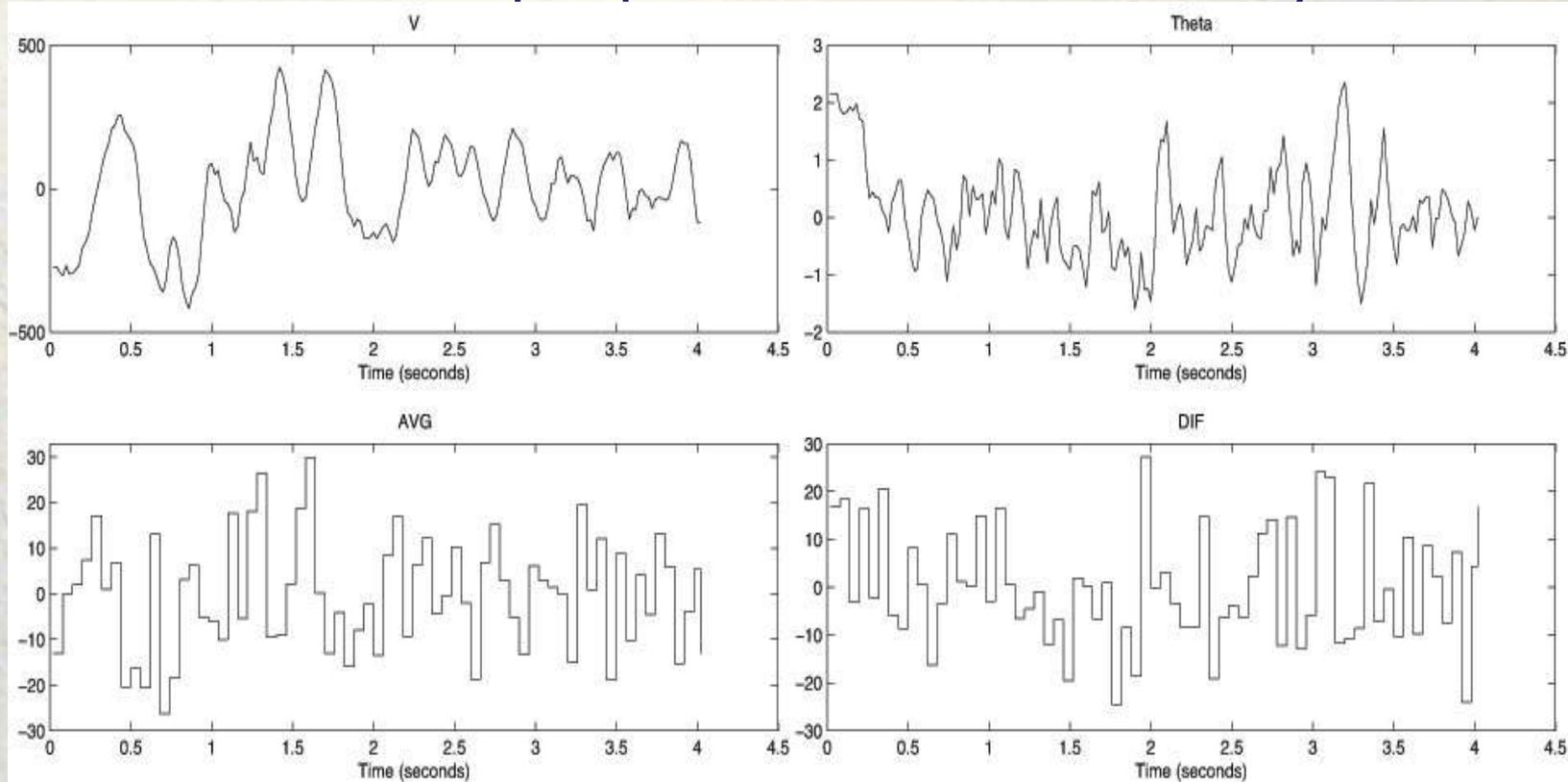
$$U(t) = \begin{bmatrix} a_m \cdot rand(t) \\ d_m \cdot rand(t) \end{bmatrix}$$

Примеры регистраций

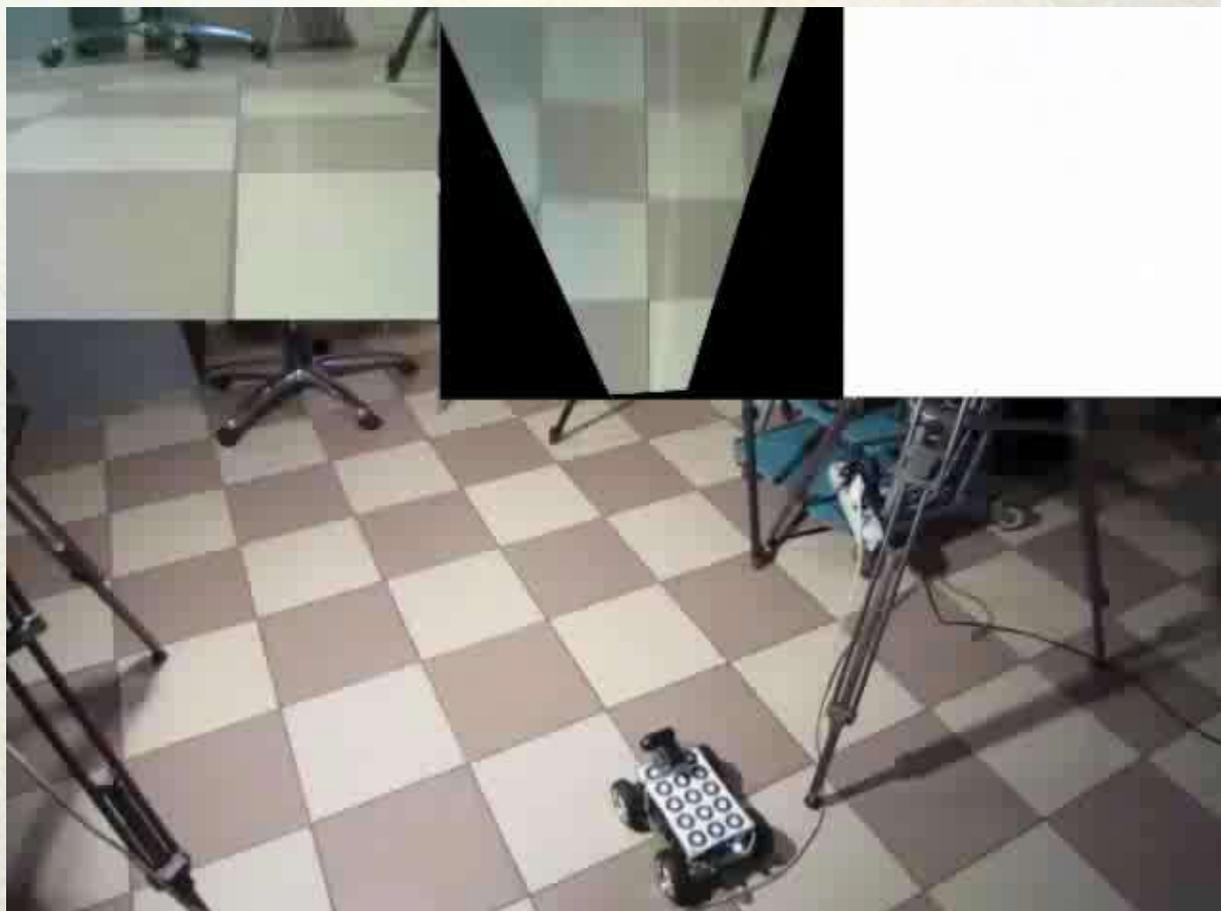


Результаты обработки

- Выходные параметры v_x , θ и входные команды в форме «белого» шума



Регистрация движения робота



Выводы

- Разработанные алгоритмы детектирования и идентификации меток позволяют в автоматическом режиме выполнять процедуры калибровки, ориентирования и обработки видеопоследовательностей
- Результаты применения системы захвата для различных приложений показали надежное распознавание и высокую точность расчета 3D координат меток
- Работы планируется продолжить в направлении решения задач обработки в реальном масштабе времени

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!