



**Опыт создания
системы
локальной
видеонавигации
для подводных
аппаратов**

Система
Обработки
Телевизионной
Информации

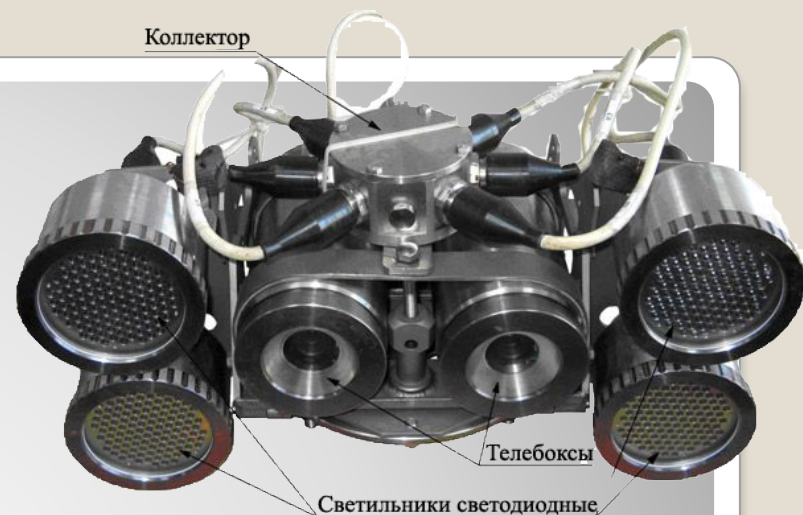


Задачи системы

- Локальная навигация подводного аппарата в придонном режиме плавания
- Режим динамического позиционирования подводного аппарата возле объекта работ
- Распознавание комингс - площадки подводной лодки
- Определение координат комингс - площадки подводной лодки относительно СГА

Состав системы

- Забортная часть
(видеодатчик – система освещения + две видеокамеры)
- Блок компьютерной обработки
обработка информации
с забортной части



Алгоритм Локальной Навигации

- Определение параметров движения подводного аппарата – координат аппарата (в связанной и полигонных системах координат), скоростей движения

Алгоритм Навигации

Определение смещения кадров

Восстановление параметров движения

Метод оптического потока

- В основе лежит предположение о постоянстве яркости любого пиксела изображения:

$$\frac{dE}{dx} dx + \frac{dE}{dy} dy + \frac{dE}{dt} dt = 0$$
$$dE = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{dE}{dx} \Delta x + \frac{dE}{dy} \Delta y = -\frac{dE}{dt} \Delta t$$

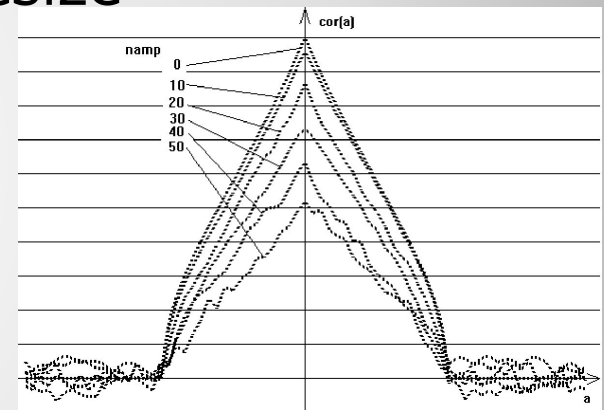
- Изначально показал себя более точным
- В результате испытаний для метода были характерны малые уходы по времени и низкая помехоустойчивость

Функционал схожести

- Исходное изображение разбивается на квадратные области – ячейки размером $csizex \times csize$

$$F(a, b) = \sum_{x-n}^{x+n} \sum_{y-m}^{y+m} f(x, y, a, b)$$

$$f(x, y, a, b) = |Video(x + a, y + b) - Sample(x, y)|$$



- Если перемещения нет, функционал равен некой константе (из-за наличия шума), если есть, то похож на конус
- Максимум функционала совпадает с максимумом корреляционной функции

Алгоритм определения максимума функционала схожести

- 1) Определяется точка начального приближения координаты вершины конуса
- 2) Производится вычисление функционала схожести в двух равноотстоящих точках
- 3) Определяется направление на вершину по отношению к текущей точке и определяется наклон образующей конуса
- 4) Определяется коррекция координаты вершины модуль которой подвергается ограничению
- 5) Вычисляется новое приближение координаты вершины конуса
- 6) Проверяется условие нахождения крайних точек на разных склонах конуса (условие завершения итераций)
- 7) Если условие п. 6) не выполняется, то осуществляется переход к п.2
- 8) Конец итераций

Восстановление параметров движения СГА по перемещениям кадров

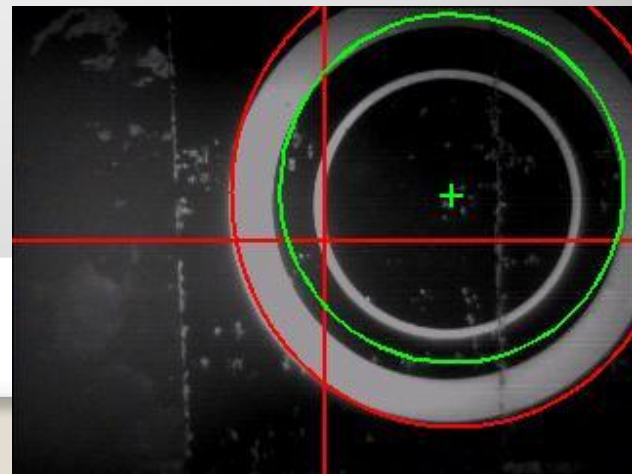
- Определение дальности по стереоканалу

$$Z_i = \frac{\lambda B}{x_i^2 - x_i^1 - \Delta x \cdot \eta}$$

- Определение перемещения на основе

Алгоритм определения комингс - площадки

- Цель – автоматическая пристыковка к люку
- Изначально изображение бинаризуется
- Затем находятся все связанные области методом разрастания регионов
- Среди выбранных областей находятся те, которые по параметрам похожи на маркировочное кольцо
- На основании заданных реальных размеров комингс - площадки вычисляются координаты люка относительно СГА

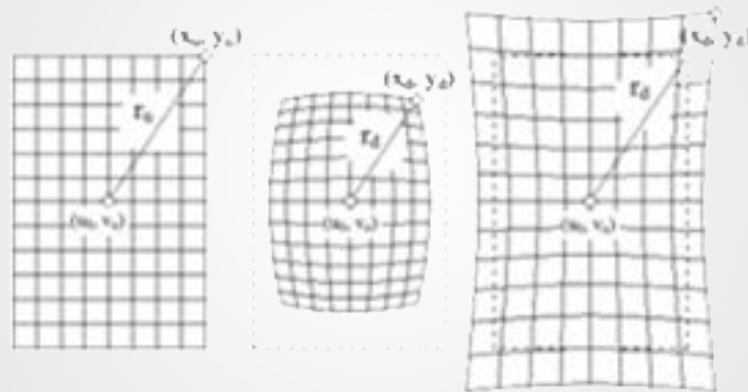


Освещение грунта

- В ходе работы были испытаны светодиодные и галогенные источники освещения
- Сравнивалась дымка обратного рассеяния
Для галогенных светильников появление малейшей взвеси в воде не позволяет равномерно осветить грунт
- Рассматривалась эффективность исследуемых алгоритмов

Калибровка стереопары

- Устранение дисторсии



- Устранение несоосностей камер

Результаты

- Алгоритм сохранения светового потока показал уходы по времени
- Алгоритм навигации на основании функционала схожести позволил достичь точности 1,5% в определении координат и скоростей аппарата
- Алгоритм посадки в реальных условиях работал не стабильно из-за чересчур сильно изменяющихся параметров подводной среды