

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ: ТРЕБОВАНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ

В.В. Инсаров
ФГУП Гос. НИИ авиационных систем, Москва

2011

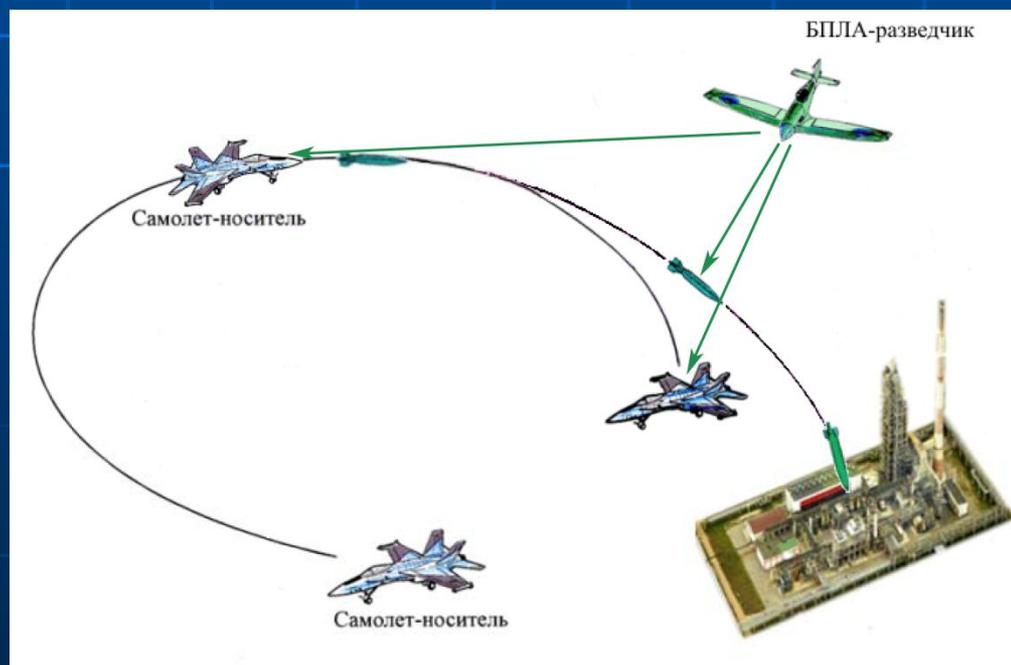
Требования к системам

- необходимость функционирования системы в условиях широкой номенклатуры объектов и сцен, круглосуточности и всепогодности;
- обеспечение высокой помехозащищенности бортовых информационных каналов от естественных и искусственных помех;



Требования к системам

- реализация в бортовой системе управления режимов автоматического обнаружения, локализации объектов сцены и определения координат точки приведения летательного аппарата, заданной на поверхности выбранного объекта, в процессе полета с ошибками менее 1-3 м;
- обеспечение возможности получения информации о нанесенном ущербе и изменения траектории в процессе полета.



Проблемы построения систем

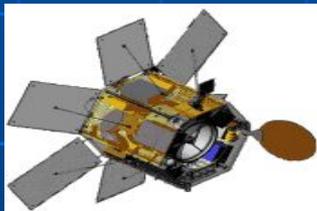
- **информационное обеспечение** (разнообразие источников получения исходной информации – изображений наземных сцен, их обработка и комплексирование, технологии построения 3D и 2D моделей наземных объектов и сцен, их эталонных описаний и т.д.);
- **анализ характерных признаков** изображений неподвижных наземных объектов в различных диапазонах электромагнитного спектра, формирование их совокупности, робастной в различных условиях применения;
- **анализ возможностей бортовых датчиков** информации, получаемых на их основе текущих изображений реальных сцен, выделения характерных признаков этих изображений;
- **разработка алгоритмов** автоматического обнаружения, локализации объектов наблюдаемой сцены и определения в процессе полета с высокой точностью координат точки приведения, заданной на поверхности выбранного объекта, оценку вычислительной реализуемости алгоритмов в реальном масштабе времени;
- **выбор архитектуры** и разработку структуры бортового сигнального процессора сверхвысокой производительности, реализующего разработанные алгоритмы в реальном масштабе времени.

Информационное обеспечение

Источники получения исходной информации:

- спутниковые снимки высокого разрешения
- авиационные снимки крупного масштаба
- снимки, получаемые с помощью БПЛА
- наземные снимки
- облака лазерных точек

Спутниковые снимки



Авиационные



Снимки БЛА



Наземные снимки



Технологии построения 3D моделей



- ракурсные 2D изображения (получение 3D информации методами фотограмметрии)
- облака лазерных точек (получение 3D информации напрямую)

База данных



Выделение характерных признаков

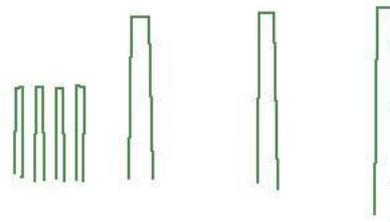
ИК 3-5 мкм

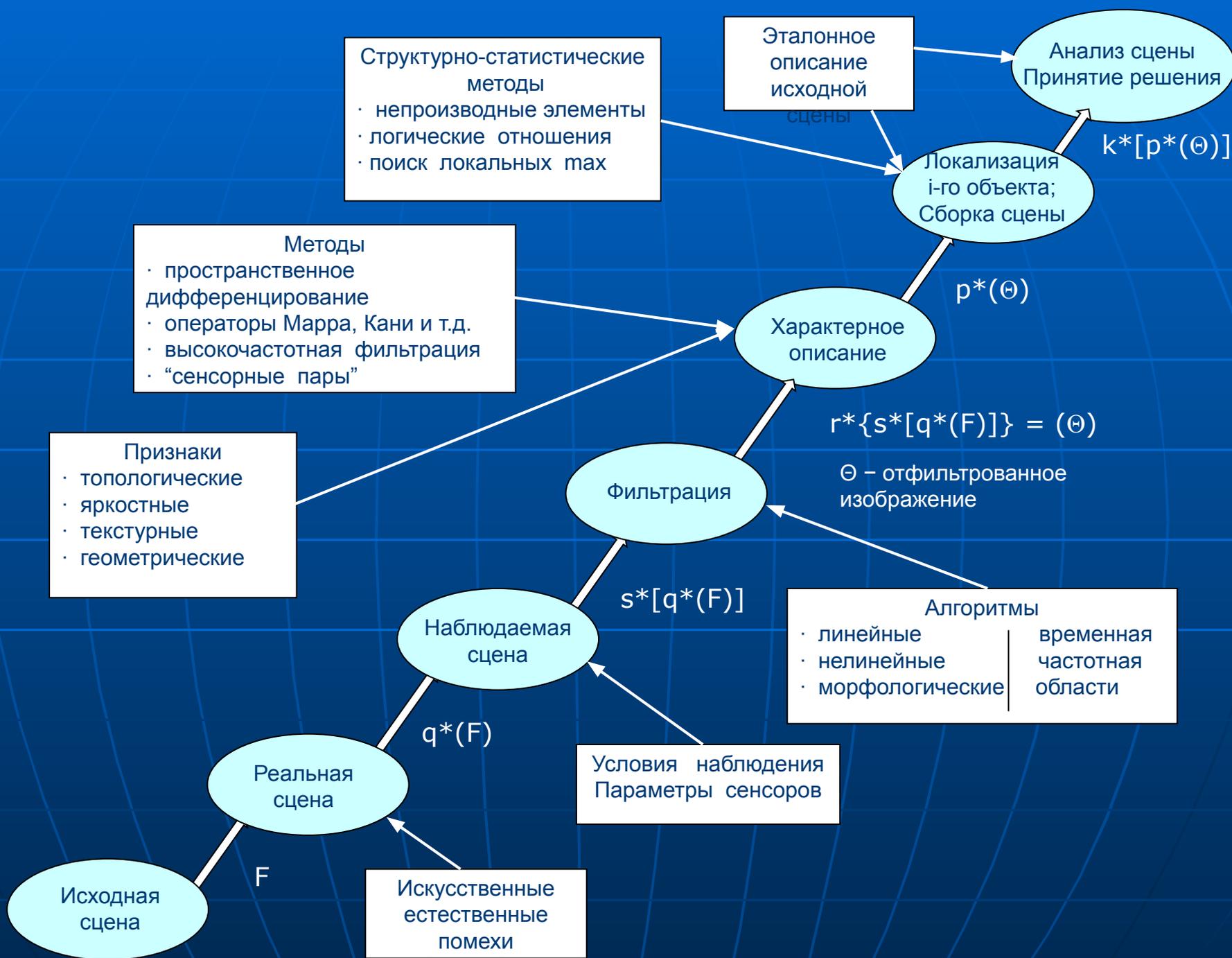


ТВ



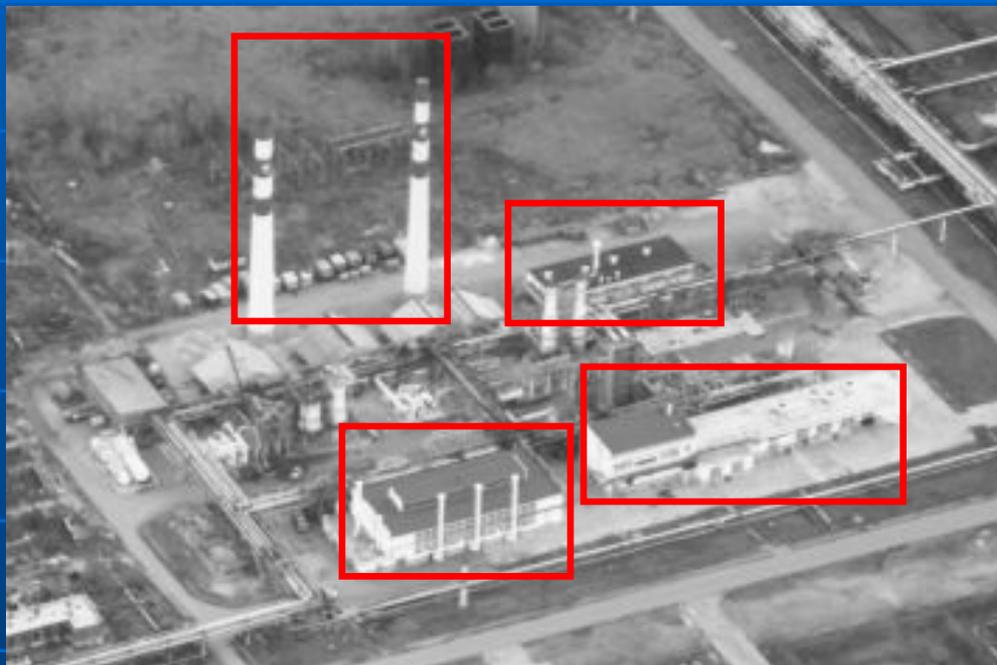
Характерные геометрические признаки (контурный эталон)



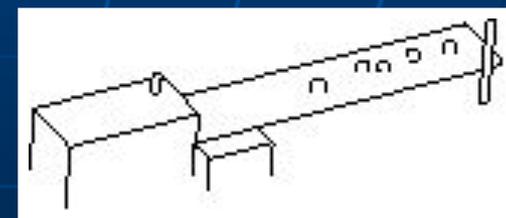
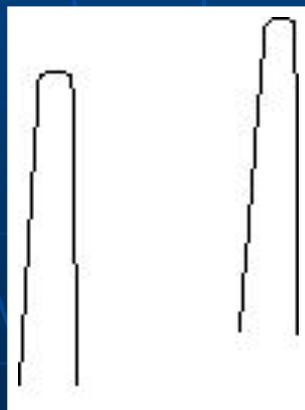


Алгоритм обнаружения и распознавания объектов сцены

Текущее изображение (фрагмент)



Примеры контурных эталонов (КЭ)



Алгоритм обнаружения и распознавания (селекции) объектов сцены

Вариант 1. Использование информации о контурах

Поиск максимума логарифма отношения правдоподобия

$$\log l_k = N_k \left[\frac{N_k^+}{N_k} \log \frac{P_{\text{об}}}{P_{\text{фон}}^k} + \left(1 - \frac{N_k^+}{N_k} \right) \log \left(\frac{1 - P_{\text{об}}}{1 - P_{\text{фон}}^k} \right) \right] \quad \log l_k = 0 \quad \text{при} \quad \frac{N_k^+}{N_k} \leq P_{\text{фон}}^k$$

Вариант 2. Использование информации: об угловой ориентации ребер ЭИ и об углах перепадов интенсивности ТИ

$$\log l_k - \frac{1}{\sigma_1^2} \sum_{i=1}^{N_k} (\varphi_i - \varphi_{iЭТ})^2 + \frac{1}{\sigma_0^2} \sum_{i=1}^{N_k} (\varphi_i - m_{ТИ})^2 \quad \text{сводится к минимизации} \quad \sum_{i=1}^{N_k} |\varphi_i - \varphi_{iЭТ}|$$

Вариант 3. Использование информации:

о контурах;

об угловой ориентации ребер ЭИ и об углах перепадов интенсивности ТИ

Максимизация суммы «контурной» составляющей логарифма функции правдоподобия и «угловой» компоненты

$$\frac{N_k}{P_{\text{фон}}^k (1 - P_{\text{фон}}^k)} \left(\frac{N_k^+}{N_k} - P_{\text{фон}}^k \right)^2 - \alpha \sum_{i=1}^{N_k^+} |\varphi_i - \varphi_{iЭТ}|$$

α – весовой коэффициент «контурной» и «угловой» компонент

Пути построения БЦВС и сигнальных процессоров высокой производительности

1. Семейство сигнальных процессоров TMS320

На стадии ОКР находится две микросхемы сигнальных процессоров:

- 1867ВЦ3Ф (функционально совместимый TMS320C40) ОКР.

-1867ВЦ4Т (функционально совместимый TMS320C542) ОКР.

2. Платформа "МУЛЬТИКОР" (ГУП НПЦ "ЭЛВИС")

Микросхемы серии "Мультикор" объединяют в одном кристалле RISC-ядро и цифровой процессор обработки сигналов (DSP-ядро).

3. Векторный процессор НТЦ «Модуль»

серия модулей векторного процессора с применением NM6403 (Л1879ВМ1): МЦ 4.01, МЦ 4.02, МЦ 4.04, МВ 4.04 и МЦ 4.07 (различаются числом процессоров, емкостью памяти и внешним интерфейсом)

4. Модули сигнальных процессоров ЗАО «Инструментальные системы»

- на микросхеме Мультикор-24 (600 MFLOPS),

- с использованием процессора ADSP-TS101S фирмы ADI (1,8 GFLOPS),

- с использованием семи процессоров TigerSHARC ADSP-TS101S фирмы ADI (12,6 GFLOPS),

- на базе десяти процессоров TigerSHARC ADSP-TS101S фирмы ADI (до 18 GFLOPS),

- на базе TMS320C64115 или TMS320C6416 фирмы TI (5760 MIPS)

5. Перспективные вычислительные средства обработки сигналов

Ближайшая перспектива

- работы по совершенствованию микросхем серии «Мультикор»;

- анализ платформ С5000 и С6000 (фирма TI); выбор модели, архитектуру и характеристик для воспроизводства в РФ;

Дальнейшая перспектива

- процессоры с реконфигурируемой сетевой микроархитектурой типа процессора MONARCH фирмы Raytheon