

*Институт автоматики и электрометрии СО РАН
Новосибирский государственный университет*

**Тема: Разработка и исследование
межкадровых методов подавления шума в
тепловизионных системах наблюдения**

Руководитель:
Борзов С.М., к.т.н., зав. лаб.,
лаб. 15 ИАиЭ СО РАН

Выполнил:
Узилов С.Б.

Мобильные тепловизионные системы наблюдения

Формат матрицы	640x480	ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ	
Поле зрения	18° x 13.6°	Распознавание ростовой фигуры солдата	800 м
Минимально обнаруживаемая dT	0.1°C	Обнаружение движущейся ростовой фигуры	1600 м
Диапазон рабочих температур	-40...+50°C	Обнаружение движущегося транспорта	5000 м
Длительность работы без перезарядки	3.8 часа		
Энергопотребление	3 Вт		
Масса с аккумулятором, без кронштейна	1.3 кг		
Габариты с наглазником, без кронштейна	271x87x76 мм		



Видеопоследовательность полученная с прибора ТБ-4-50



Неохлаждаемый тепловизионный прицел для стрелкового оружия ТБ-4-50, производства НФ ИФП СО РАН «КТИ ПМ»

Шум ФПУ



Исходная видеопоследовательность
масштаб 1:1



Центральный фрагмент исходной
видеопоследовательности
масштаб 4:1 (автоконтраст)

Цель работы

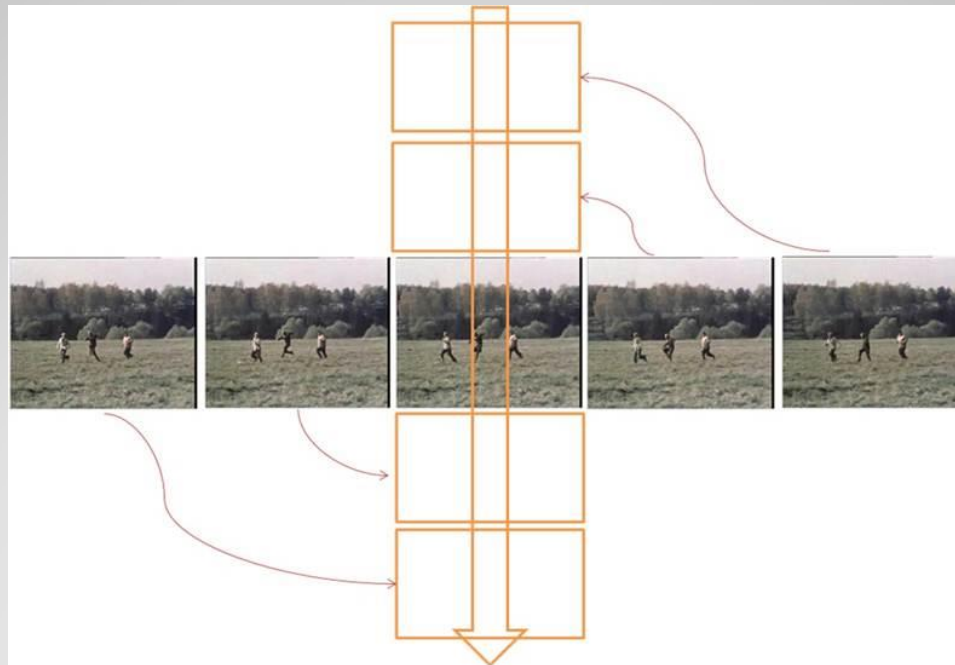
- Исследование эффективности межкадровых методов подавления шума и разработка алгоритма, ориентированного на применение в мобильных тепловизионных системах наблюдения.

Задачи

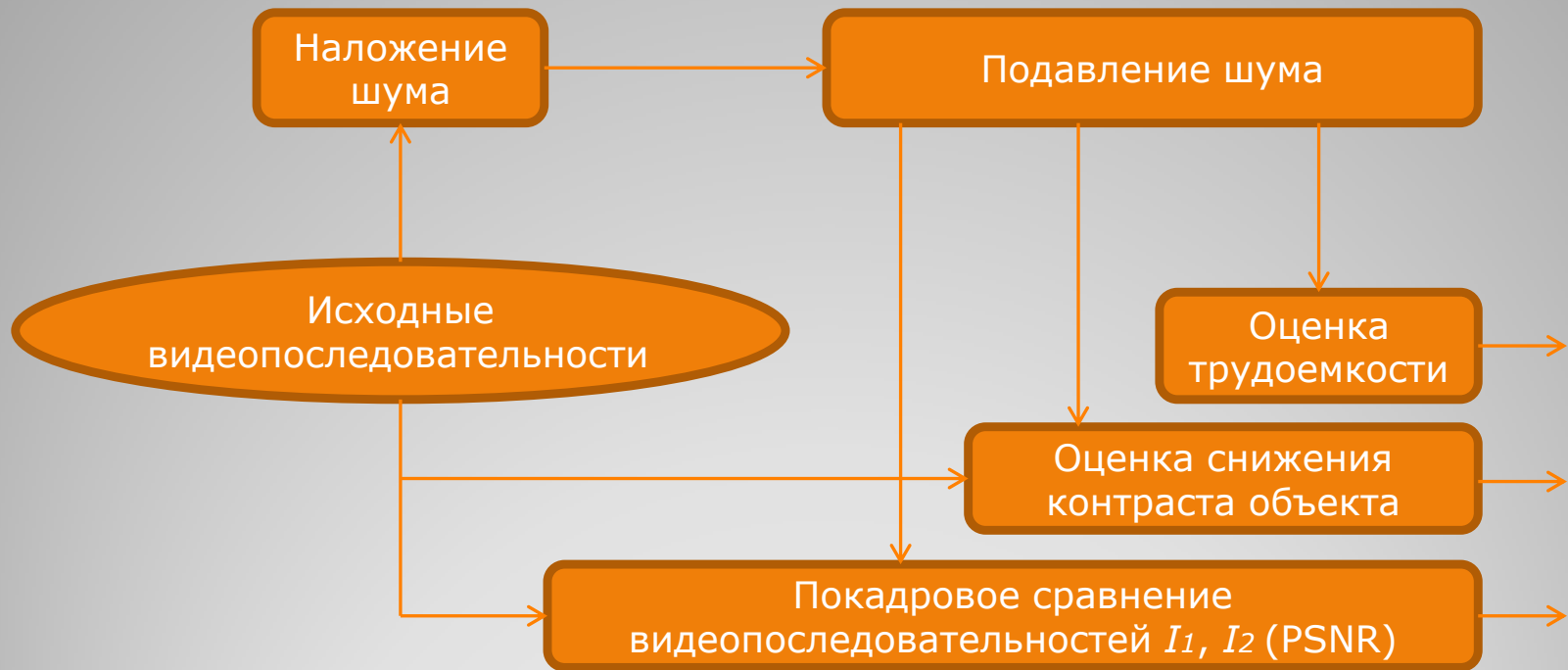
- обзор существующих методов подавления шума;
- разработка программного обеспечения для исследования эффективности алгоритмов подавления шума;
- исследование эффективности внутрикадровых и многокадровых алгоритмов подавления шума;
- разработка алгоритма подавления шума с учетом специфики применения и его реализация (на ПК);
- сравнительные исследования эффективности разработанного алгоритма.

Методы подавления шума

- Внутрикадровые: медианная фильтрация, равно взвешенное усреднение и т.п.
- Межкадровые:
 - без компенсации движения;
 - с компенсацией глобального или локального движения.



Исследование эффективности алгоритмов подавления шума



$$K_l(O) = \frac{\langle I_{l,O}(i, j) \rangle - \langle I_{l,B}(i, j) \rangle}{\langle I_{l,O}(i, j) \rangle + \langle I_{l,B}(i, j) \rangle}$$

$K_l(O)$ – контраст объекта в видеопоследовательности l

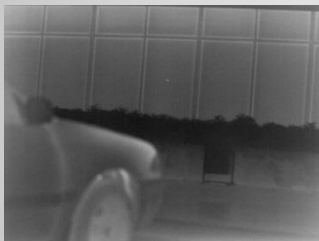
$I_{l,O}$ – яркость объекта, $I_{l,B}$ – яркость фона

$$PSNR(I_1, I_2) = 10 \lg \left(\frac{N^2}{\langle |I_1(i, j) - I_2(i, j)|^2 \rangle} \right)$$

N – число градаций яркости

Результаты исследования алгоритмов подавления шума

Процедуры	№1, PSNR дБ	№2, PSNR дБ	№3, PSNR дБ	Снижение контраста объекта, %	Относительная трудоемкость, %
Внесение шума	31.28	31.54	31.49	-	-
Пространственная медианная фильтрация	33.46	33.84	33.91	15	1,55
Пространственно-временная медианная фильтрация	32.98	33.28	33.36	13	1,57
Накопление с компенсацией глобального движения	32.27	32.58	32.58	4	7,35
Пространственно-временная медианная фильтрация с компенсацией глобального движения	33.38	33.80	33.53	13	7,46
Накопление по 3 кадрам с компенсацией локального движения	33.77	34.15	34.35	5	50,00
Накопление по 5 кадрам с компенсацией локального движения	35.04	35.36	34.78	5	100,00



Кадр из видеопоследовательности №1



Кадр из видеопоследовательности №2



Кадр из видеопоследовательности №3

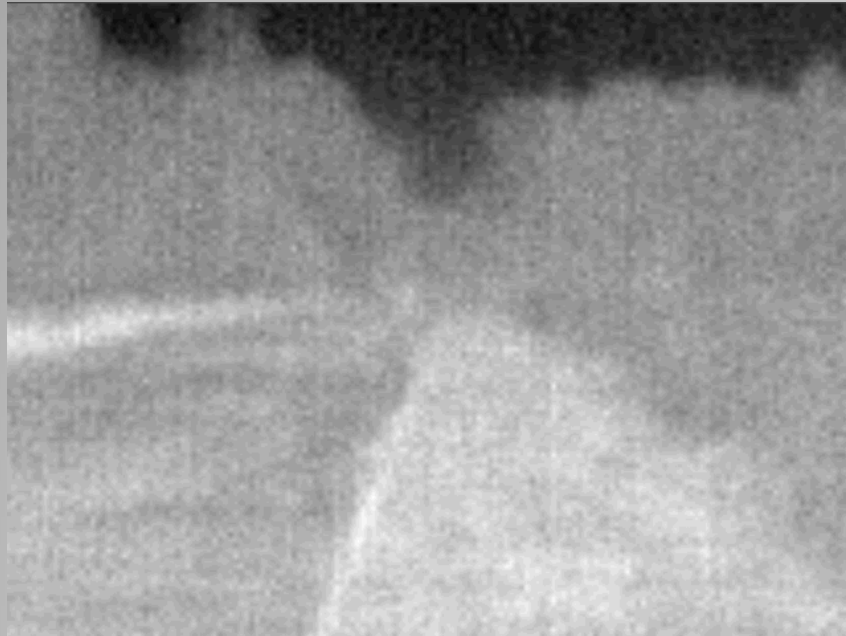
Предлагаемый алгоритм



Исследование эффективности разработанного алгоритма

Процедуры	№1, PSNR дБ	№2, PSNR дБ	№3, PSNR дБ	Снижение контраста объекта, %	Относительная трудоемкость, %
Внесение шума	31.28	31.54	31.49	-	-
Пространственная медианная фильтрации	33.46	33.84	33.91	15	1,55
Пространственно-временная медианная фильтрация	32.98	33.28	33.36	13	1,57
Накопление с компенсацией глобального движения	32.27	32.58	32.58	4	7,35
Пространственно-временная медианная фильтрация с компенсацией глобального движения	33.38	33.80	33.53	13	7,46
Накопление по 3 кадрам с компенсацией локального движения	33.77	34.15	34.35	5	50,00
Накопление по 5 кадрам с компенсацией локального движения	35.04	35.36	34.78	5	100,00
Предлагаемый алгоритм	34.17	34.52	34.90	8	1,38

Предлагаемый алгоритм: подавление шума



Исходная
видеопоследовательность



Видеопоследовательность
с подавленным шумом

Заключение

- Произведен обзор внутрикадровых и межкадровых методов подавления шума. Отобраны алгоритмы для исследования эффективности подавления шума.
- Разработано программное обеспечение для исследования эффективности алгоритмов подавления шума.
- Исследована эффективность ранее отобранных алгоритмов подавления шума. Показано, что внутрикадровые методы в 3 раза сильнее снижают контраст изображения малоразмерных объектов, чем межкадровые методы с компенсацией движения и накоплением по нескольким кадрам. Трудоемкость методов с различными вариантами компенсации движения превосходит от 4 до 64 раз трудоемкость внутрикадровых методов. При этом алгоритм с компенсацией глобального движения и накоплением по 3 кадрам продемонстрировал наименьшую степень подавления шума (разница составляла от 0,5 до 3 дБ).
- С учетом специфики задачи обнаружения малоразмерных объектов разработан комбинированный алгоритм улучшения качества изображений видеопоследовательности, ориентированный на реализацию в мобильных тепловизионных системах наблюдения.

Заключение (продолжение)

- В результате сравнительных исследований показано, что предложенный алгоритм
 - по степени подавления шума не уступает большинству рассмотренных алгоритмов (исключение составляет лишь значительно более трудоемкий алгоритм с компенсацией локального движения и подавлением шума по 5 кадрам);
 - снижает контраст целевого объекта практически в 2 раза меньше, чем внутрикадровые методы подавления шума на основе медианной фильтрации;
 - обладает трудоемкостью на уровне внутрикадровых методов подавления шума.

Список публикаций

Журналы ВАК:

1. Борзов С. М., Узилов С. Б. Разработка многокадрового алгоритма подавления шума для мобильных тепловизионных систем наблюдения // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2013. Т. 11, вып. 1. С. 16–23

Материалы конференций:

1. Узилов С.Б. Разработка алгоритма подавления шума для мобильных тепловизионных систем наблюдения // Материалы молодежной конкурс-конференции «Фотоника и оптические технологии». 2012. С. 27-27
2. Узилов С.Б. Исследование эффективности межкадровых методов подавления шума // Материалы 50-й юбилейной международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс». 2012. С. 23 (диплом 3-й степени)
3. Узилов С.Б. Исследование методов коррекции неоднородности в тепловизионных системах наблюдения // Материалы 51-й международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс». 2013. С. 152
4. Борзов С. М., Узилов С. Б. Обнаружение выборочных рубок Караканского бора по данным спутника SPOT // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. научн. конгресс, 15-26 апреля 2013 г., Новосибирск: Междунар. научн. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геология»: сб. материалов в 2 т. Т. 1. – Новосибирск: СГГА, 2013. – С. 156-161.

Спасибо за внимание

Тема: Разработка и исследование межкадровых методов подавления шума в тепловизионных системах наблюдения

Доклад подготовил Узилов Сергей Борисович

Ваши вопросы?

Предлагаемый алгоритм (продолжение)

- **1 этап** - оценка смещения изображений. Выполняется оценка относительного сдвига для $n-2$ и $n+2$ кадров видеопоследовательности (где n – номер текущего кадра). Рассчитывается сумма абсолютных разностей (SAD) центральных фрагментов изображений для различных их относительных смещений. Размеры фрагментов 300×300 , размеры смещений от -5 до 5 по обеим координатам. В результате получается массив значений SAD размерностью 11×11 . В данном массиве ищется положение минимума.
- **2 этап** - выбор метода фильтрации. В зависимости от положения минимума в массиве SAD, сформированном на первом этапе, выбирается дальнейшая ветвь алгоритма обработки:
 - если минимум SAD достигается при отсутствии относительного смещения центральных фрагментов сравниваемых изображений, выбирается первая ветвь,
 - если минимум оказывается при малом смещении (от 1 до 3 элементов), выбирается вторая ветвь,
 - во всех иных случаях выбирается третья ветвь.

Предлагаемый алгоритм (продолжение)

- **3 этап** - фильтрация.
 - **Ветвь 1.** Выполняется усреднение яркости каждого отсчета по пяти последовательным кадрам $n-2$, $n-1$, n , $n+1$, $n+2$. Значения отсчета в пяти указанных кадрах суммируются, и результат делится на 5. Деление выполняется в целых числах.
 - **Ветвь 2.** Выполняется оценка смещений $n-1$ и $n+1$ кадров относительно текущего (n) изложенным ранее методом (описание этапа 1). С учетом полученных смещений формируются компенсированные по движению кадры. Затем выполняется усреднение яркости каждого отсчета по трем кадрам: текущему (n) и компенсированным предыдущему ($n-1$) и последующему ($n+1$).
 - **Ветвь 3.** Выполняется медианная внутрикадровая обработка с ядром 3×3 текущего кадра.