

Аппаратно-программный комплекс учета экспонатов в экспозиционных залах музея

Студент Карпунин А.А.

Руководитель Власов А. И.

Цель работы: Разработка аппаратно-программного комплекса учета экспонатов в экспозиционных залах музея.

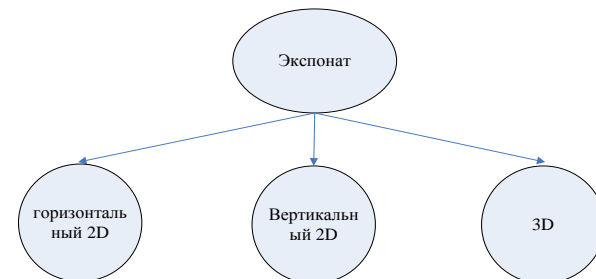
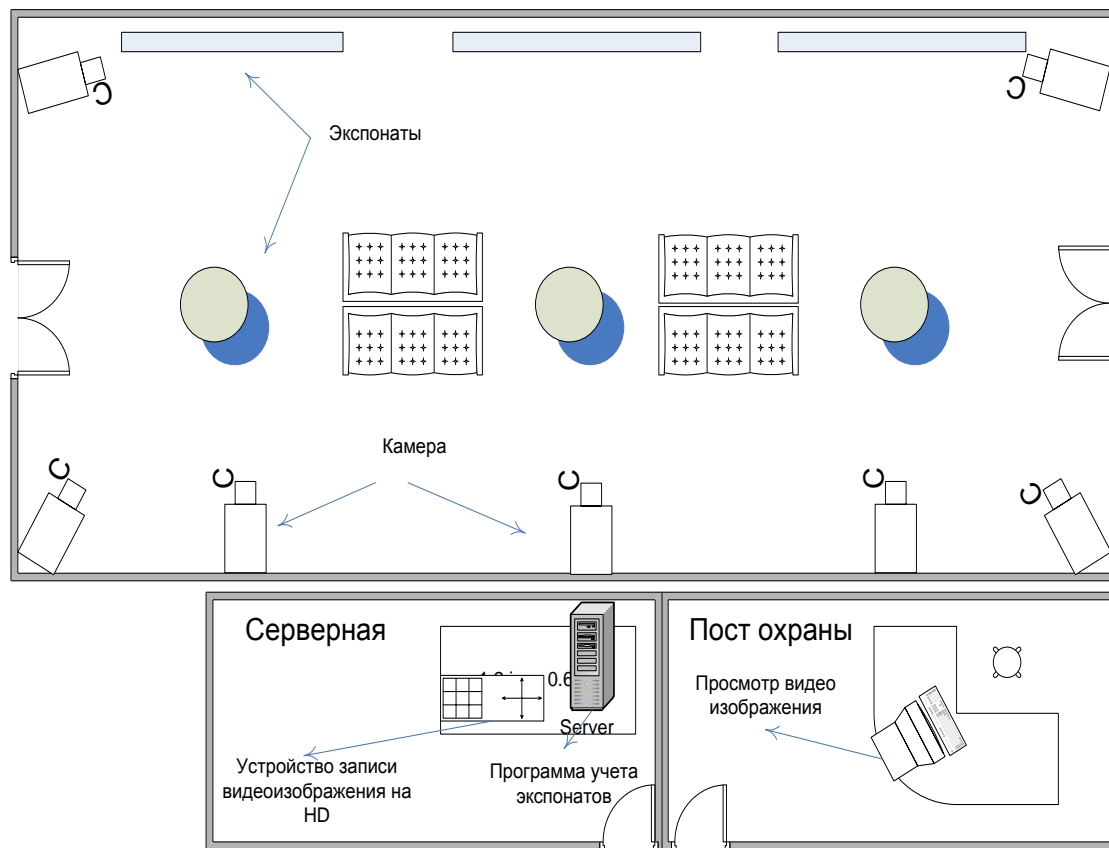
Задачи:

- Разработать схему построения системы получения и обработки 2D (3D) изображений экспонатов
- Исследовать существующие методы регистрации изображения
- Исследовать методы ускорения обработки изображений с целью снижения требований к аппаратной части
- Разработать АПК автоматизированного учета экспонатов

Постановка задачи

Для данного экспозиционного зала необходимо построить систему получения и обработки изображений (образов) экспонатов.

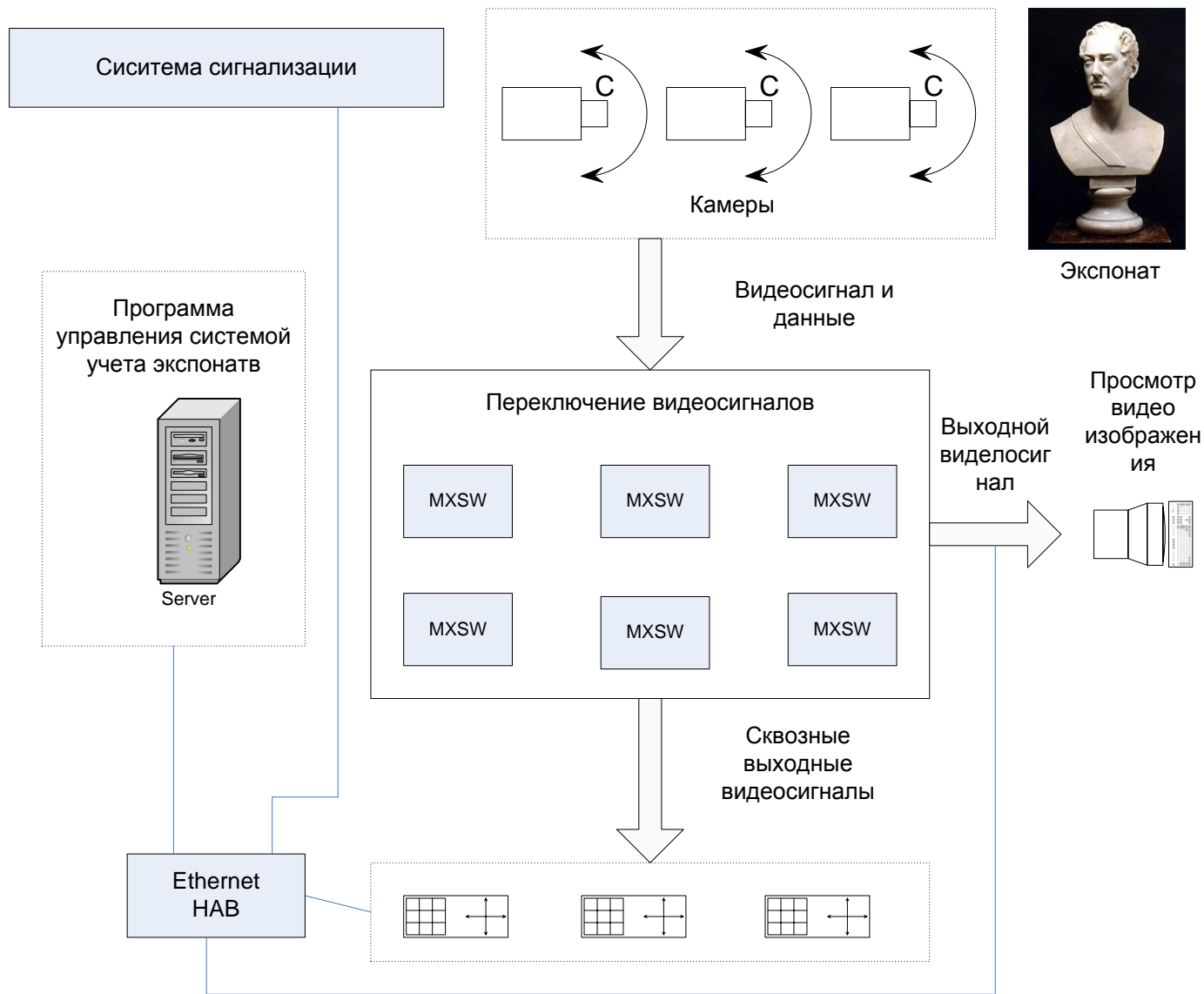
Экспозиционный зал № 5 Русского музея



- Несколько экспонатов можно снимать одной камерой
- Мала вероятность, что экспонат может быть закрыт от камеры посетителем, следовательно нет необходимости в дублирующих камерах
- Для регистрации экспоната достаточно изображения с одной камеры
- Вероятность, что экспонат может быть закрыт от камеры посетителем велика следовательно необходимо дублирующие камеры
- Несколько экспонатов можно снимать одной камерой
- Для регистрации экспоната достаточно изображения с одной камеры
- Вероятность, что экспонат может быть закрыт от камеры посетителем велика следовательно необходимо дублирующие камеры
- Несколько экспонатов можно снимать одной камерой
- Для регистрации экспоната необходимо изображение с нескольких камер
- Вероятность, что экспонат может быть закрыт от камеры посетителем велика следовательно необходимы дублирующие камеры

Построена схема экспозиционного зала с учетом взаимного расположения камер и экспонатов.

Структурная схема системы получения и обработки изображения



Функциональная схема программного продукта



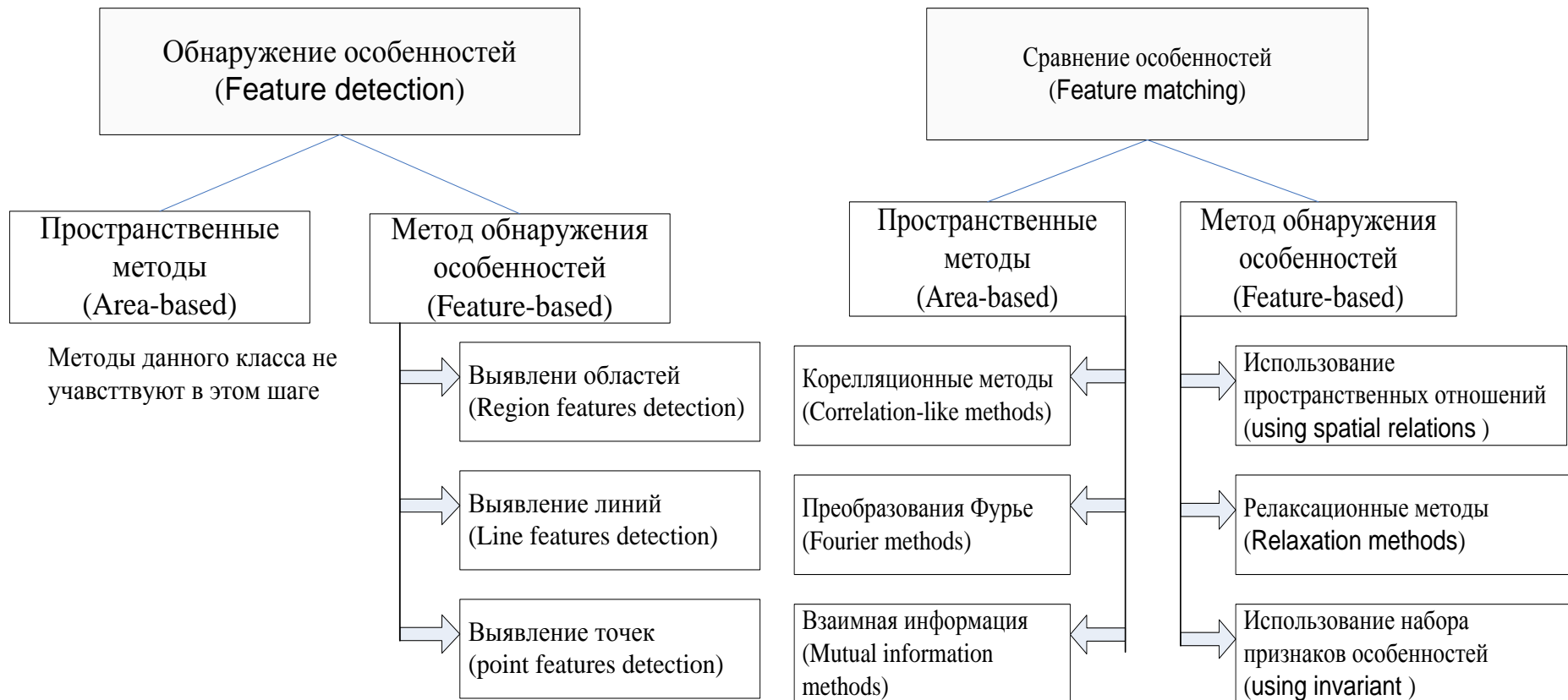
Контекстная диаграмма потоков данных в нотации Йордана



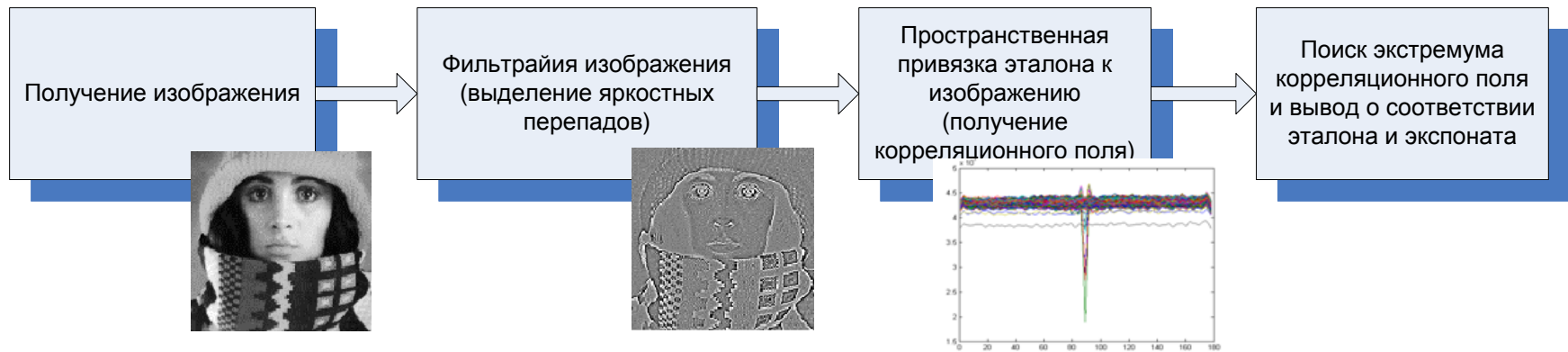
Классификация методов «регистрации изображений»

В процессе регистрации изображений можно выделить два основных шага
 - “обнаружение особенностей” (feature detection)
 - “сравнение особенностей” (feature matching)

Ниже приведена классификация методов на основе идей, заложенных в их алгоритмах для каждого шага



Процесс регистрации изображений



Фильтрация изображения (выделение яркостных перепадов) производится по формуле

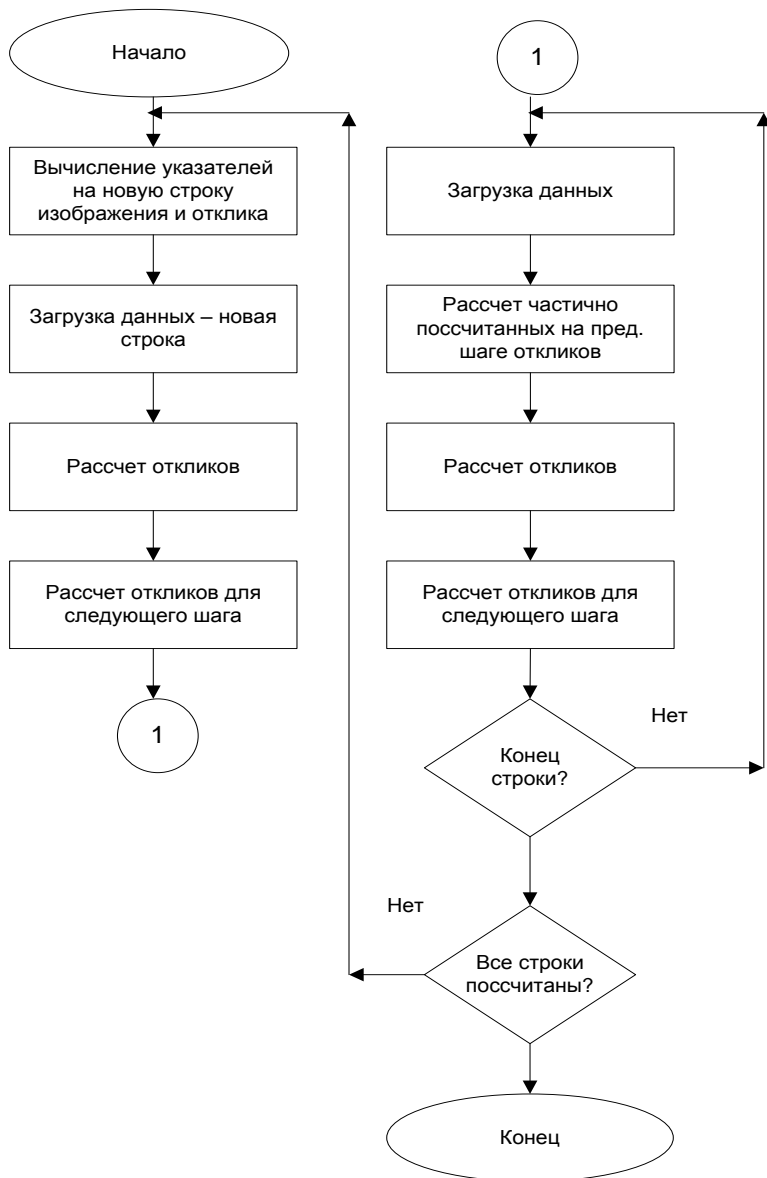
$$R[m,n] = Op[m,n] \otimes F[m,n] = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{K-1} Op(j,k) \cdot F(m-j, n-k)$$

Получение корреляционного поля состоит из следующих шагов:

- Создание маски. Это позволяет отсеять ненужные величины в сравниваемом изображении
- Наложение маски на эталон и изображение
- Создание массива эталонов
- Расчет корреляционного поля по формуле

$$Q[m,n] = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{K-1} |H(j,k) - F(j-m, k-n)|$$

Фильтрация изображения (вычисление оператора свертки)

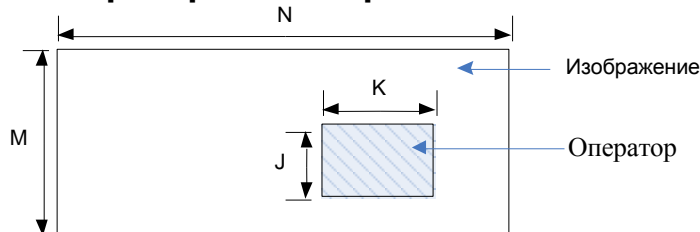


Операция свертки производится по формуле

$$R[m,n] = Op[m,n] \otimes F[m,n] = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{K-1} Op(j,k) \cdot F(m-j, n-k)$$

$R[m,n]$ – результат свертки; Op – оператор;
 F – изображение; J, K – размер ядра оператора; M, N – размеры изображения; m, n – координаты точки

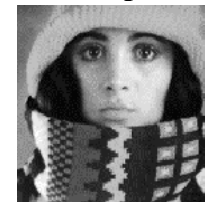
Взаимное расположение ядра оператора и изображения



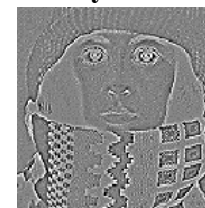
Вид использованного в алгоритме оператора свертки

-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1
-2	-3	-1	0	-1	-3	-2
-2	-1	5	8	5	-1	-2
-2	0	8	12	8	0	-2
-2	-1	5	8	5	-1	-2
-2	-3	-1	0	-1	-3	-2
-1	-2	-2	-2	-2	-2	-1

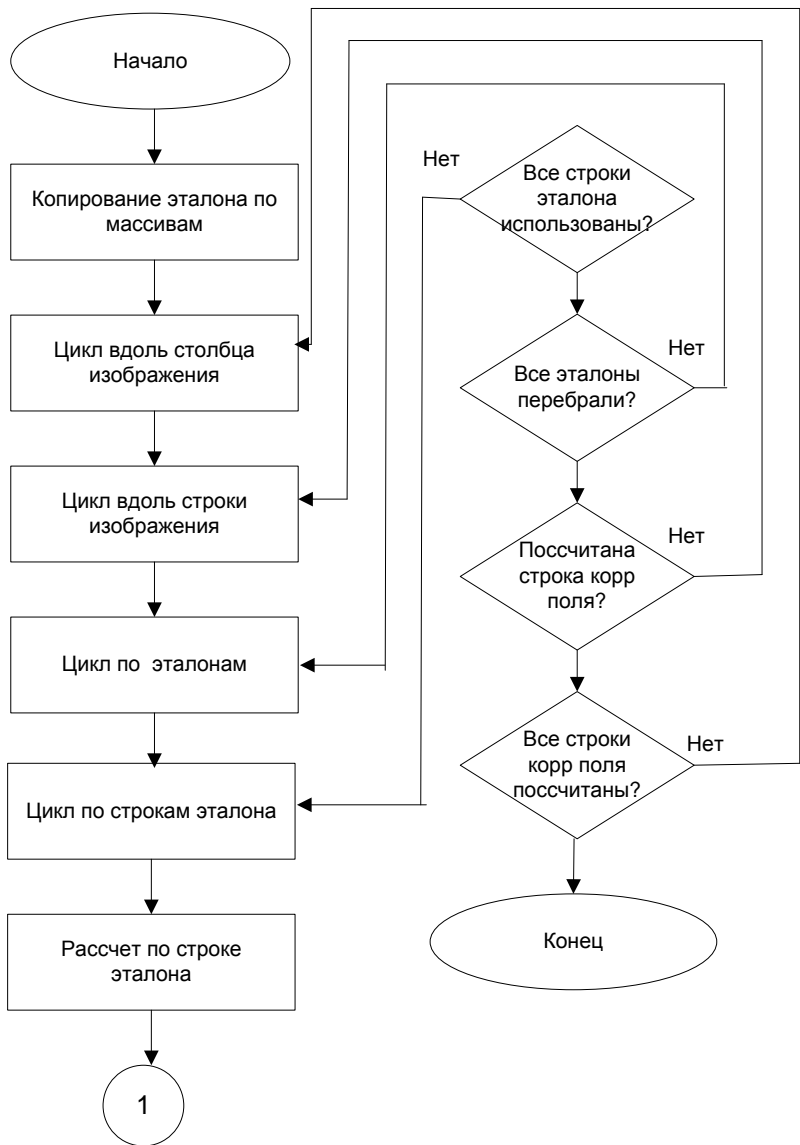
Исх. изображение



Результат



Пространственная привязка эталона к изображению (вычисление меры корреляции)

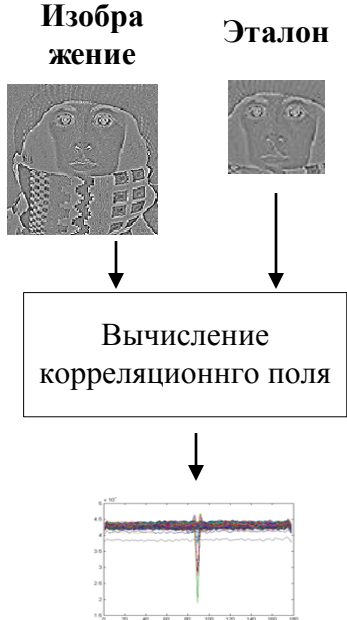
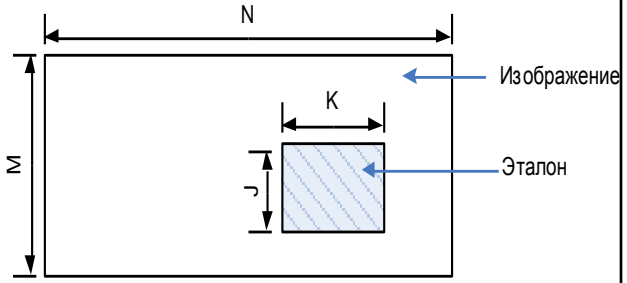


Корреляционное поле вычисляется по формуле по формуле

$$Q[m,n] = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{k=0}^{K-1} |H(j,k) - F(j-m,k-n)|$$

$Q[m,n]$ - значение оценки корреляционного поля; H - эталон; F - изображение; J,K - размер эталона; M,N - размер изображения; m,n - координаты точки изображения

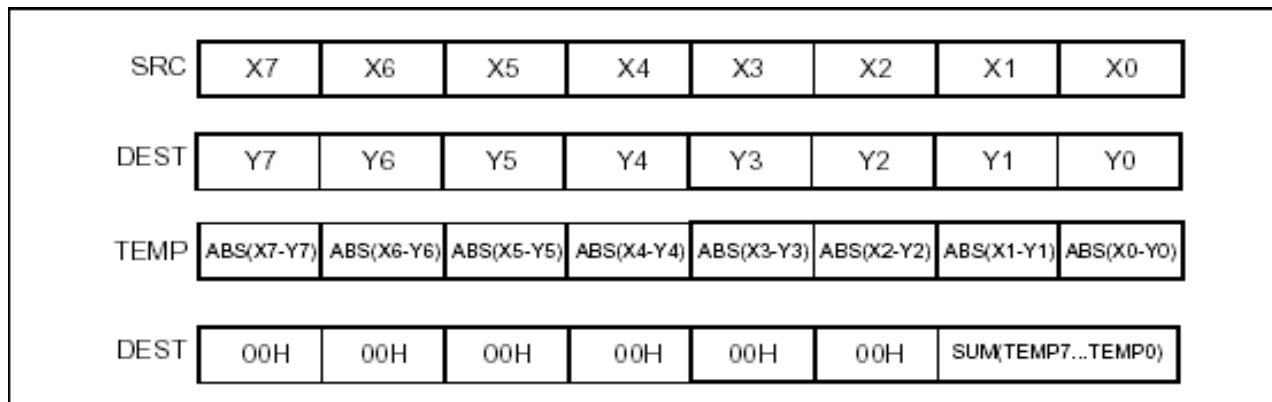
Взаимное расположение эталона и изображения



Вычисление меры корреляции.

Выполнение арифметических действий

Для вычисления меры корреляции была использована специальная команды процессора – **psadbw** (вычисление сумма модулей разности 8- битных без знаковых чисел).

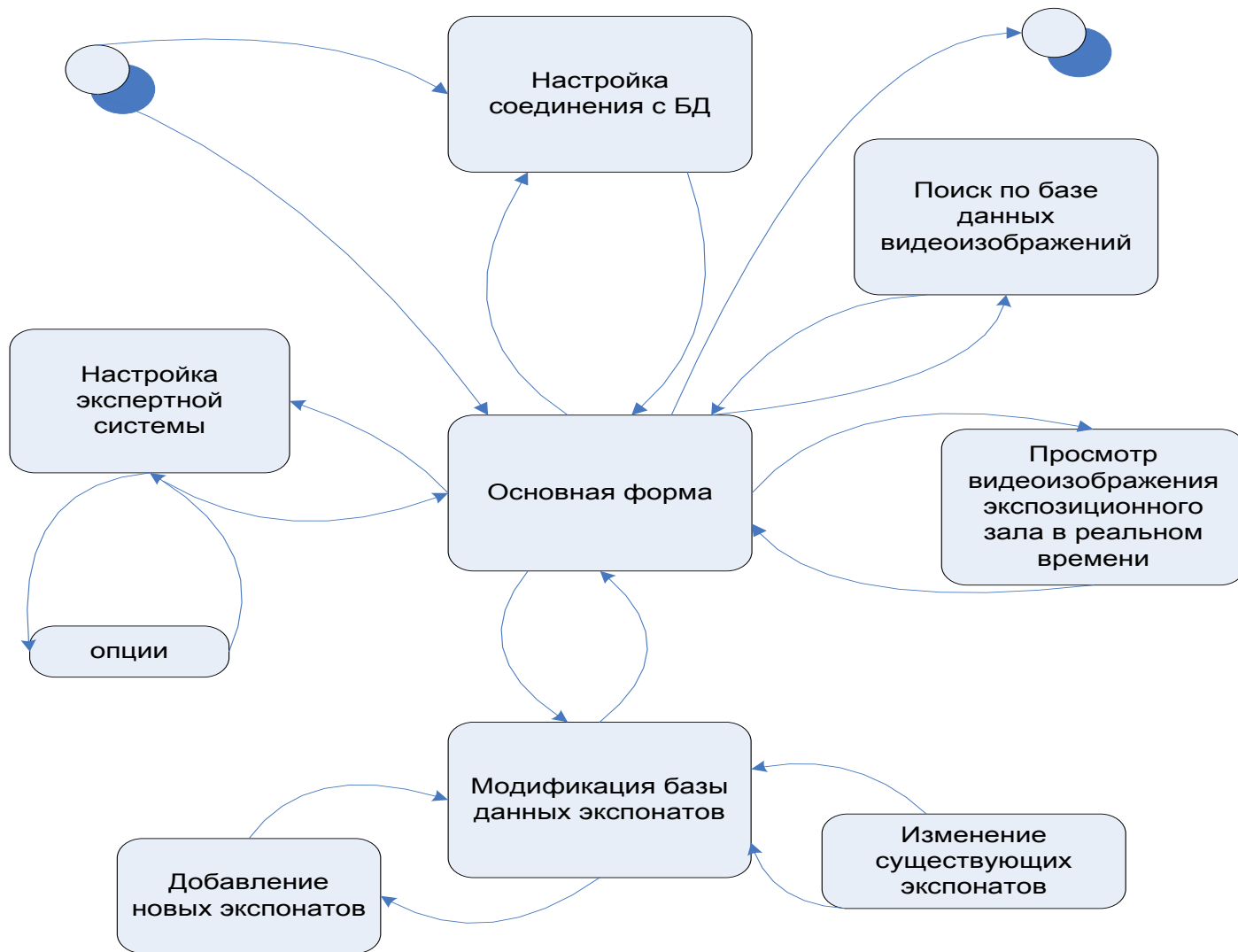


Данная операция заменяет множество действий:

- Массовое вычитание
- Вычисление абсолютного значения
- Суммирование полученных модулей

За счет этого получен существенный выигрыш в скорости.

Граф состояний интерфейса программного комплекса



Анализ меры корреляции

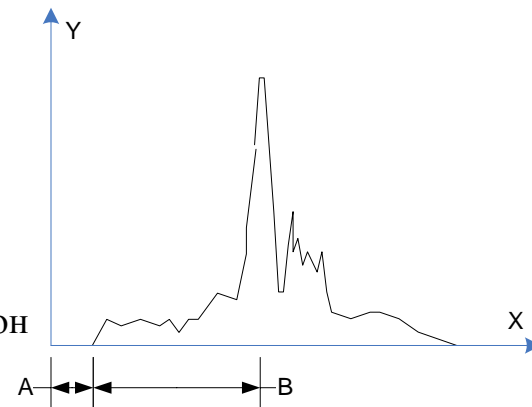
Корреляционное поле - это матрица значений, вычисленных при сравнении эталона и изображения.

Наибольшее соответствие эталона и изображения достигается при нулевом значении меры корреляции.

Величина X – значение корреляционного поля, Y – кол-во точек. Для анализа используются две величины – A и B .

- Величина A показывает, насколько эталон не подходит к текущему изображению. Если она равна нулю, то есть положение эталона, в котором он совпадает с изображением, в противном случае можно сказать, что изображение начинает отличаться от эталона.

- Величина B характеризует качество экстремума корреляционной функции. Если эта величина мала, то мы имеем слабо выраженный минимум или множественные минимумы, в результате чего можем получить неверную оценку совпадения эталона и изображения.

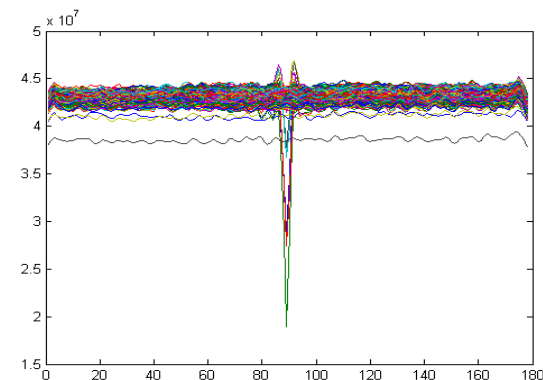


Гистограмма по значениям корреляционного поля

После анализа полученного поля корреляции можно сделать следующие выводы:

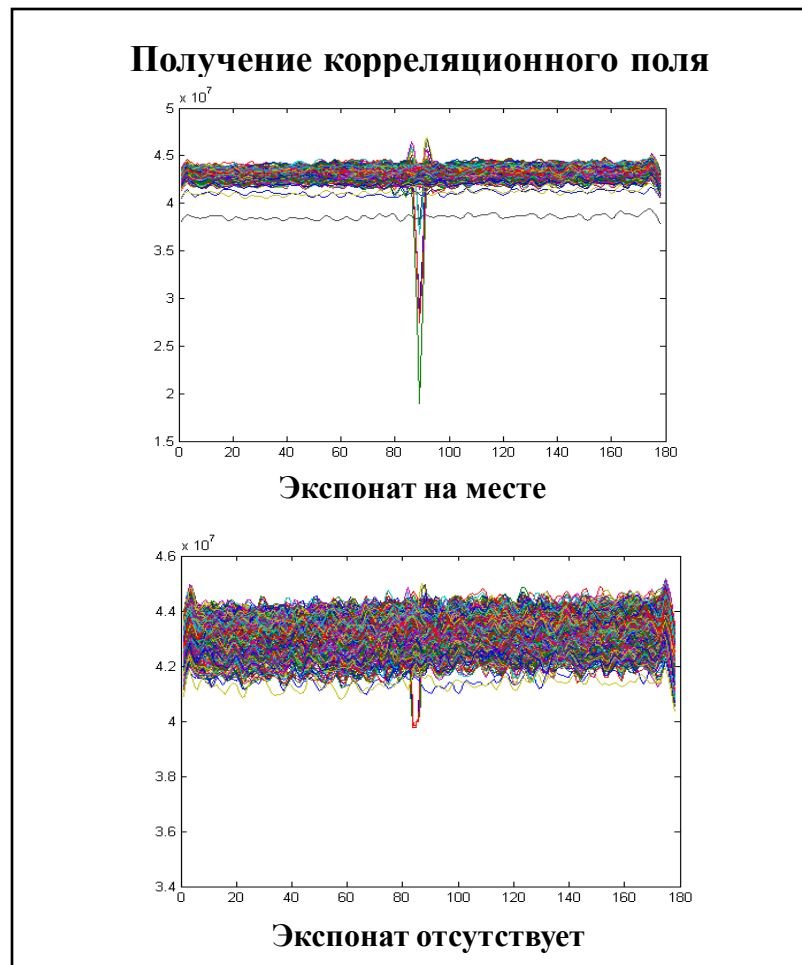
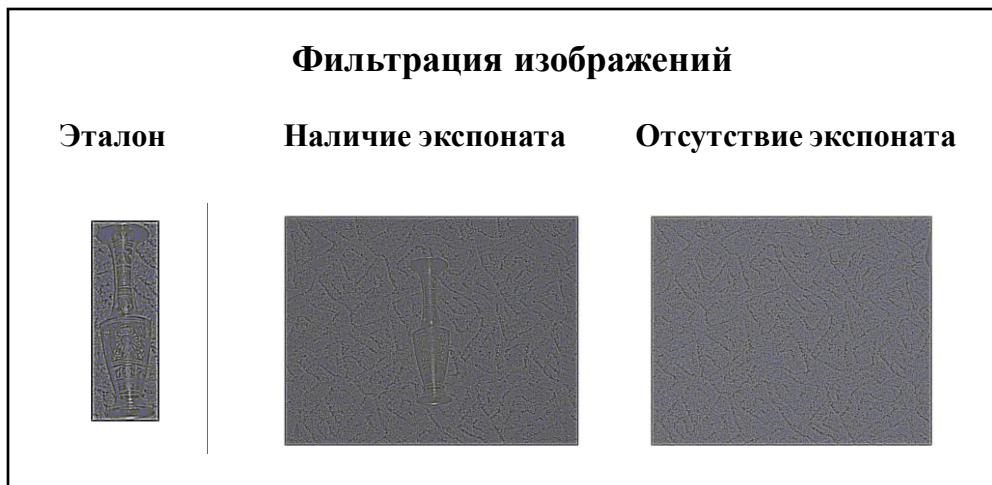
- Качество экстремума корреляционной функции (величина B) достаточно велико. Следовательно вероятность получения неверной оценки совпадения эталона и изображения мала

- Величина A не равна нулю, но достаточно близка к нему. Следовательно можно говорить о высокой степени сходства эталона и изображения



Полученное поле корреляции

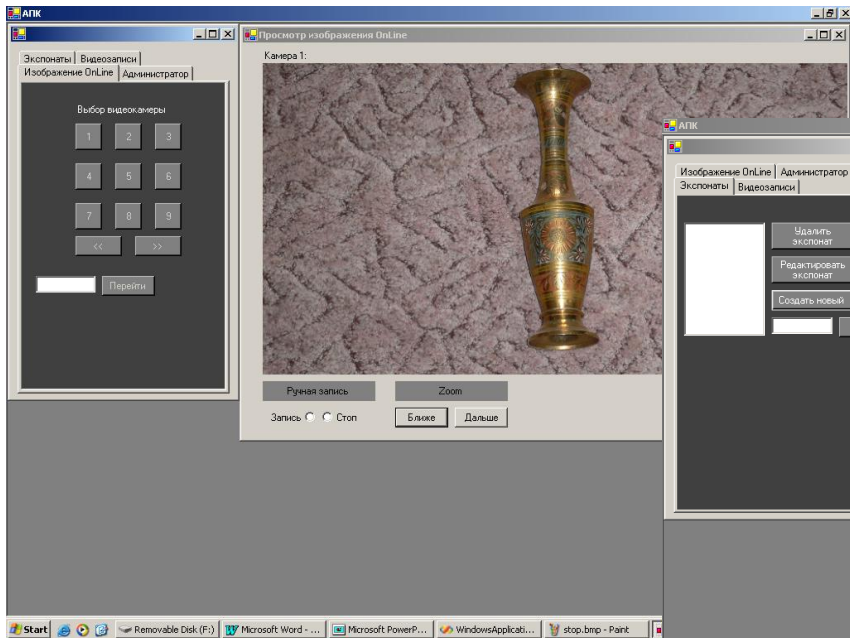
Экспериментальное исследование



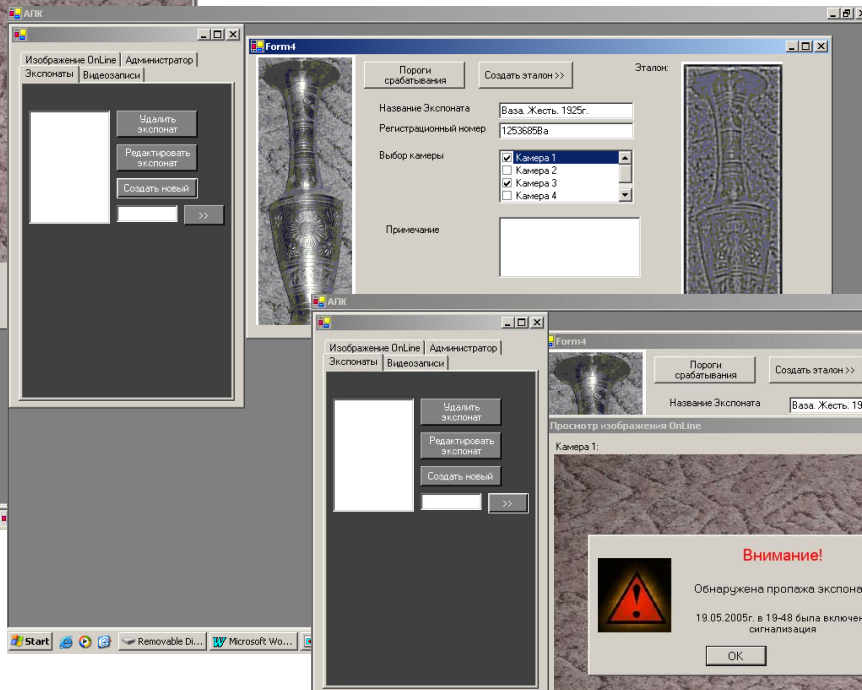
- В случае, наличия экспоната виден четкий экстремум корреляционного поля.
- В случае отсутствия экспоната четкого экстремума нет, но есть всплеск. Следовательно есть вероятность ошибочного решения о наличии экспоната.

Пример работы АПК

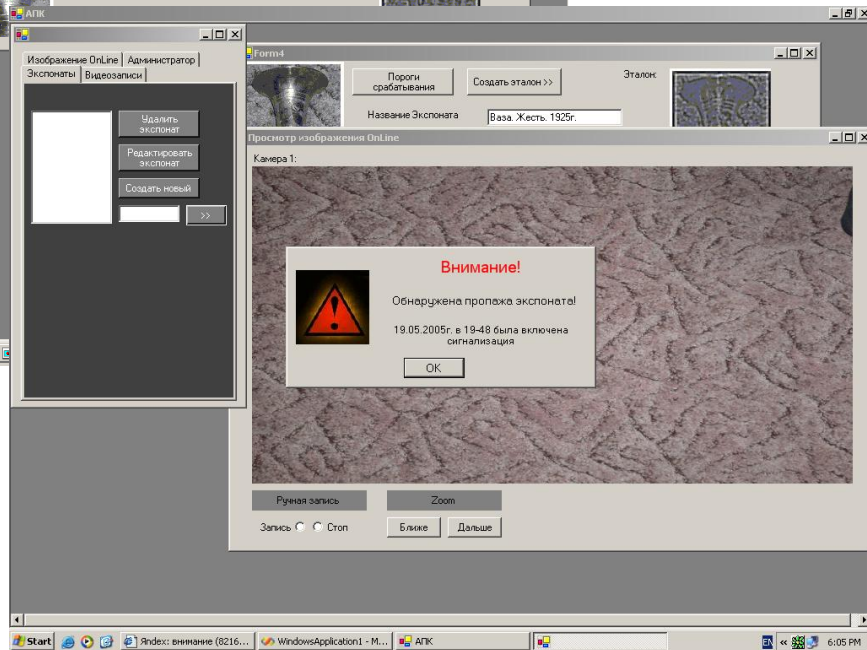
Просмотр изображения OnLine



Работа с эталонами



Срабатывание сигнализации



Выводы

- Проведен анализ классификации методов регистрации изображений, по результатам анализа выбраны методы предварительной обработки изображения и сравнения его с эталоном;
- Проведен анализ методов ускорения обработки изображений;
- Разработана схема системы получения и обработки изображений;
- Разработан АПК автоматизированного учета экспонатов в экспозиционных залах музея;
- Проведен эксперимент.

Апробация

В настоящее время проходит опытная эксплуатация и настройка системы в Русском музее г. Санкт Петербург

Перспективы разработки

- Построение нейросетевой модели обучения экспертной системы для автоматического выбора порогов срабатывания на основе приобретенной базы знаний
- Распознавание 3D изображений с целью распознавания лиц посетителей и выявления подозрительных личностей