

ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ И ФУРЬЕ ФИЛЬТРАЦИИ

Олег Дергач
Технический Университет Молдовы
boomer035@mail.ru

Abstract. *The work deals with image searching, based on neural recovering of damaged images, Fourier filtering of images and their comparison with reference one from database. Experimental researches show that image searching system based on proposed technologies is in 3-4 times more productive, than deterministic methods.*

Ключевые слова: *поиск изображений, технология поиска, нейронные сети.*

I. Введение

Под поиском изображений в работе подразумевается поиск изображений в базе данных по предъявленным искаженным (зашумленным) изображениям.

Проблема поиска изображений возникает:

- при построении беспилотных летательных аппаратов, когда необходимо найти и распознать наперед заданную цель;
- при наличии нечетких фрагментов отпечатков пальцев и фотороботов преступников в криминалистике;
- при астрономических наблюдениях небесных тел и галактик;
- при идентификации объектов по результатам аэрофотосъемки из космоса, наблюдаемых со спутников в условиях искажающего влияния атмосферы.

Существующие детерминированные методы поиска изображений обеспечивают быстрый поиск изображений по предъявленным с зашумлением до 15% изображениям [1]. Однако, при применении этих методов к зашумленным изображениям более 15% и изображениям трёхмерных объектов возникают трудности, связанные с пространственными поворотами и изменением условий освещённости. В нейросетевых методах поиска изображений существуют трудности, связанные с приобщением полученного изображения к какой-либо информации, принадлежащей распознанному изображению [1].

В работе *объектом исследования* являются искаженные графические изображения, а также изображения с недостающей информацией.

Целью работы является разработка технологии поиска эталонных двухмерных изображений на основе многослойной нейронной сети прямого распространения и их Фурье фильтрации.

Для достижения поставленной цели в работе:

1. выбраны методы поиска двухмерных изображений;
2. разработан алгоритм поиска изображений, определена структура нейронной сети восстановления изображений и выбран фильтр для фильтрации восстановленных изображений.
3. исследована эффективность предложенной технологии.

II. Технология поиска изображений

Предлагаемая технология поиска изображений основана на методе нейросетевого восстановления изображений, Фурье фильтрации восстановленных нейронной сетью изображений и методе сравнения с эталоном. Технология поиска изображений предусматривает трехэтапный процесс. На первом этапе происходит идентификация истинных изображений и восстановление изображения по предъявленному искаженному изображению. Второй этап предусматривает преобразование восстановленного изображения в Фурье спектр, фильтрация данного изображения и обратное преобразование Фурье. На третьем этапе происходит сравнение восстановленного изображения с изображениями из базы данных и выбор изображения по установленному критерию качества.

Разработанный алгоритм поиска изображений, состоит из следующих шагов:

1. Ввод двухмерного изображения;
2. Адаптация изображения к параметрам нейронной сети [1];
3. Синтез (восстановление) рабочего изображения по предъявленному изображению;
4. Фурье преобразование изображения;
5. Фильтрация изображения;
6. Обратное преобразование Фурье;
7. Сравнение рабочего изображения с изображениями из базы данных;
8. Вывод результата поиска.

На рис.1 представлена блок-диаграмма восстановления, фильтрации и поиска изображений согласно предложенной технологии.

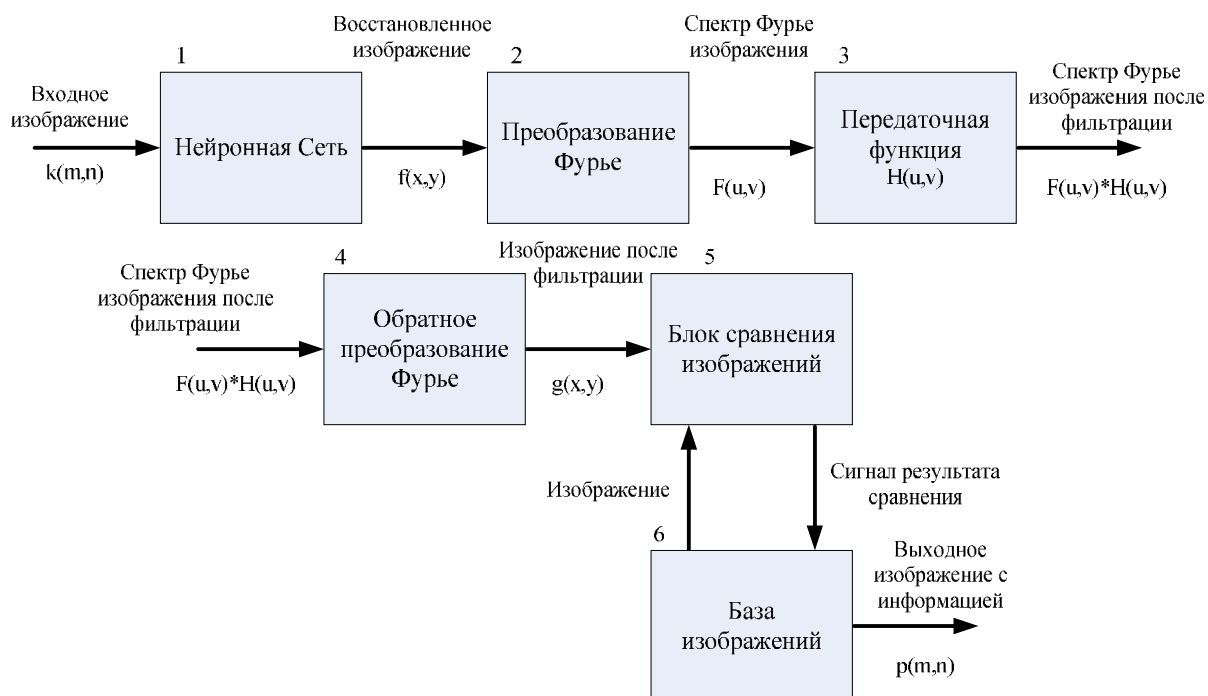


Рис.1. Блок-диаграмма восстановления, фильтрации и поиска изображений

2.1. Обучение нейронной сети восстановления изображений

Для реализации нейросетевого метода восстановления изображений была предложена многослойная нейронная сеть прямого распространения [2], которая *позволяет* восстанавливать предъявляемое системе искаженное изображение до наперед заданного эталонного изображения. Задача восстановления изображений предусматривает определение оптимальной структуры нейронной сети и обучение нейронной сети с использованием обучающей выборки изображений.

Основным способом определения оптимальной структуры нейронной сети является экспериментальное исследование структур с различным количеством слоев и нейронов. Оно включает в себя определение оптимальной архитектуры нейронной сети по критерию наименьшего значения порога вектора ошибки восстановления изображений и порога евклидова расстояния между эталонным и выходными изображениями, ниже которых изображение на выходе нейронной сети будет представляться без существенных видимых искажений [3].

В результате экспериментальных исследований, в качестве нейронной сети с оптимальной архитектурой предложена многослойная полносвязанная нейронная сеть прямого распространения, состоящая из трёх слоев (рис. 2): первый слой содержит 150 нейронов; второй слой содержит 700 нейронов; третий слой содержит 150 нейронов [1].

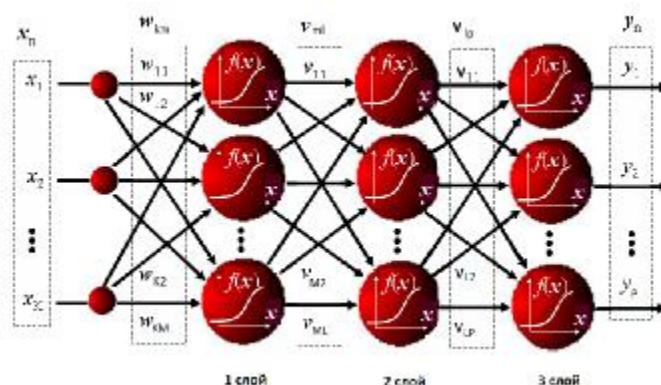


Рис. 2. Структура предложенной трехслойной нейронной сети
где: x_n – входной вектор;

y_n – выходной вектор;

W_{km} – вес от выхода k -го нейрона к входу m -го нейрона;

v_{ml} – вес от выхода m -го нейрона к входу l -го нейрона;

V_{lp} – вес от выхода l -го нейрона к входу p -го нейрона.

Процедура обучения заключается в нахождении весовых коэффициентов нейронов выходного слоя. Вся информация о задаче содержится в обучающей выборке, поэтому качество обучения сети зависит от количества обучающих пар (5-7 пар для каждого эталонного изображения базы данных) [3].

Обучающая выборка должна содержать различные вариации искаженных изображений каждого эталонного изображения из базы данных. Степень искажения изображений обучающей выборки должна находиться в диапазоне 10%÷60% от эталонного изображения. Пе-

риод обучения нейронной сети установлен экспериментальным путем и равен 3-5 тыс. эпох [1]. Пример обучения нейронной сети показан на рис. 3.

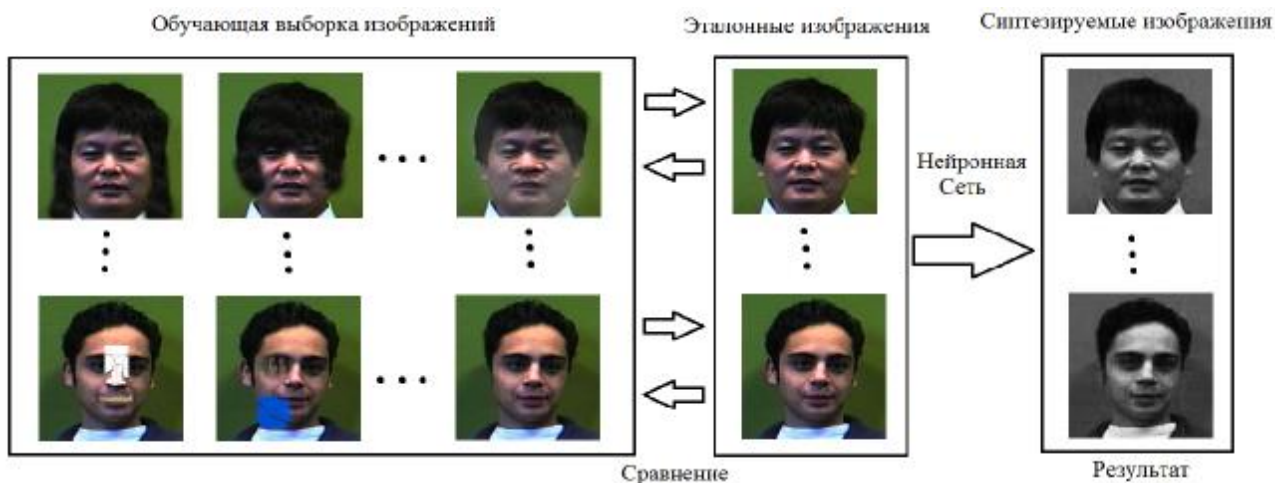


Рис.3. Пример обучения нейронной сети

На рис.3 видно, что процесс обучения проводится при помощи обучающей выборки (по 3...7 искаженных изображений для каждого из N-го количества эталонных изображений из базы данных), изображения которой сравниваются с соответствующими эталонными изображениями для настройки весовых коэффициентов нейронной сети. После обучения нейронная сеть способна синтезировать изображения, близкие к эталонному, по предъявленному сети искаженному изображению.

2.1 Экспериментальный анализ технологии поиска изображений

Эксперименты показали, что восстановленное нейронной сетью изображение имеет небольшие искажения, а именно:

- четкость;
- слабый контраст;
- зашумление средними частотами.

Снизить данные искажения можно при помощи применения частотных фильтров к Фурье преобразованию изображений.

Процедура фильтраций в частотной области выполняется по следующим шагам:

1. Вычисляются параметры расширения при помощи специальной функции;
2. Выполняется преобразование Фурье $F(u,v)$ с расширением;
3. Генерируется функция фильтра $H(u,v)$;
4. Умножается преобразование Фурье на передаточную функцию фильтра;
5. Выполняется обратное преобразование Фурье результата умножения;
6. Находится вещественная часть обратного преобразования Фурье.

$H(u,v)$ называется передаточной функцией фильтра, так как она ослабляет определенные частотные компоненты Фурье преобразования, в то время как другие компоненты остаются неизменными [4].

Если $f(x,y)$ функция входного изображения, $F(u,v)$ ее преобразование Фурье, то функция преобразования Фурье после фильтрации будет определяться по формуле:

$$G(u,v) = F(u,v) \cdot H(u,v) \quad (1)$$

где: $H(u,v)$ – передаточная функция частотного фильтра;
 $G(u,v)$ – функция преобразования Фурье после фильтрации.

В качестве передаточной функции для экспериментов были использованы высокочастотный фильтр Баттерворта (формула 2) и фильтр Гаусса (формула 2):

$$H(u,v) = 1 - \frac{1}{1 + [D(u,v)/D_0]^{2n}} \quad (2)$$

$$H(u,v) = 1 - e^{-D^2(u,v)/2D_0^2} \quad (3)$$

где: $D(u,v)$ – расстояние от центра фильтра до точки (u,v) ;
 D_0 – расстояние от начала координат до обрезания частот.

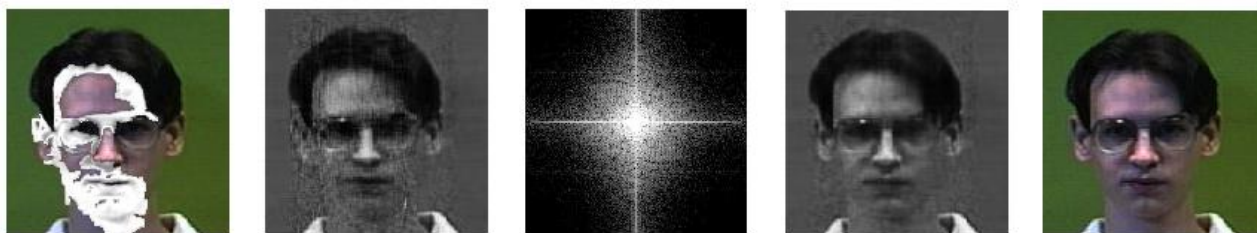
Для реализации сравнения восстановленного изображения с изображениями из базы данных и выбора изображения по установленному критерию качества, была написана программа, осуществляющая сравнение синтезированного нейронной сетью изображения с изображениями базы данных [1]. Для оценки качества сравнения используется Евклидово расстояние, которое определяется по формуле (4).

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^N (A_i - B_i)^2} \quad (4)$$

где: P – расстояние между объектами **A** и **B**;
 A_i – значение i -го свойства объекта **A**;
 B_i – значение i -го свойства объекта **B**;

Эксперименты показали, что нейронная система поиска изображений, основанная на предложенной технологии, *позволяет* найти изображение в базе данных по предъявленному искаженному изображению, при этом, допускается искажение изображений до 50% [1] (искажения, которые равномерно распределены по поверхности изображения).

К примеру, на вход системы было подано тестовое изображение, представленное на рис. 4а.



а) б) в) г) д) е)

Рис.4. а) Тестовое изображение; б) синтезированное нейронной сетью изображение;
 в) Фурье спектр изображения; д) изображение после фильтрации; е) результат поиска изображения

По предъявленному искаженному изображению нейронная сеть синтезировала рабочее изображение (рис. 4b), между которым Евклидово расстояние с эталоном составило **14.0553**.

После Фурье фильтрации (рис. 4с,4d).полученного изображения его Евклидово расстояние с эталоном составило **10.6230**.

После вычисления Евклидова расстояния между синтезированным, отфильтрованным изображением и изображениями базы данных, система выдала на выход изображение из базы данных, между которым Евклидово расстояние минимальное (рис. 4е).

В случае если изображение будет искажено более 50% или такого изображения не будет в базе данных, то результатом поиска будут несколько изображений, наиболее похожих на входное, либо сообщение об отсутствии такого изображения в базе данных [1].

III. Заключение

В данной работе *предложена* технология поиска изображений, которая *основана* на восстановлении предъявляемых системе искаженных изображений, их Фурье фильтрации и сравнении их с эталонными изображениями из базы данных. В *отличие* от известных детерминированных методов поиска, которые распознают изображения с искажением только до 15 %, предложенная технология, основанная на предварительном восстановлении изображения в нейронной сети, позволяет находить изображения в базе данных по предъявленным изображениям с искажениями до 50 %.

Экспериментальные исследования показали, что система поиска изображений, основанная на предложенной технологии в 3 – 4 раза результативнее, чем детерминированные методы поиска изображений, что подтверждает эффективность предложенной технологии поиска изображений и практическую ценность работы в условиях сильно искаженных изображений.

IV. Библиография

1. Dergaci O. Elaborarea sistemului neuronal pentru recunoașterea imaginilor. Teza de master. UTM, Chișinău, 2010, 134 p.
2. Медведев В., Потемкин В. Нейронные сети. MATLAB 6. Диалог-МИФИ. 2002, 496 с.
3. Mardare I. Concepția cognitiv-structurală de creare a sistemelor intelectuale pentru restabilirea imaginilor. Chișinău: Editura "TEHNICA-INFO", 2008. -176 p.
4. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. Москва: Техносфера, 2006. – 616 с.