

Отчет по PCA-обработке данных

Date: 10/12/2022

Игорь Ванюшин, Ph. D.

Исходное предположение

Можно рассмотреть данную задачу как создание специализированной охранной системы, где камера наблюдения является промежуточным звеном — детектирующим, передающим и кодирующим — между объектами наблюдения (птицы) и сервером, обрабатывающим данные.

Из калибрующего предположения, что здоровые особи одного типа (куры, белые (?), примерно одного размера, веса и возраста, ... **ДОПОЛНИТЬ**) имеют схожее поведение (как минимум: движения, частота приема пищи, реакция на внешние и внутренние раздражители и т.д.), процесс наблюдения за ними можно сопоставить с получением информации от одинаковых (или однотипных) автоматизированных распределенных датчиков. В такой системе каждый датчик имеет один и тот же набор измерительных параметров и измеряет частное состояние обобщенного объекта (курица). Поток информации с нескольких датчиков подвергается статистической обработке для получения общего состояния этого объекта.

Такой принцип позволяет создавать модели измерений от простых к сложным, где ограниченная точность (даже сложных) моделей отдельных датчиков или потеря связи с одним из них компенсируется статистической обработкой.

В данной задаче под “датчиком” может пониматься отдельный организм объекта наблюдения (курицы), состояние которого характеризуется компонентами обобщенной поведенческой модели. Другими словами, по динамическим параметрам поведенческой модели оценивается:

1. Состояние объекта
2. Внешние факторы, предположительно влияющие на это состояние
3. Предсказание дальнейшего развития событий

Поведенческая модель может быть разработана в порядке от простой к сложной. Например, простые могут основываться на фильтрах локального движения или разностном межкадровом анализе, а более сложные могут включать использование нейросетей, машинного обучения и т.д.

Работу отдельного “датчика” можно представить в виде последовательности:

Состояние окружающей среды, качество пищи, состояние организма, ...



Поведение, изменение поведения



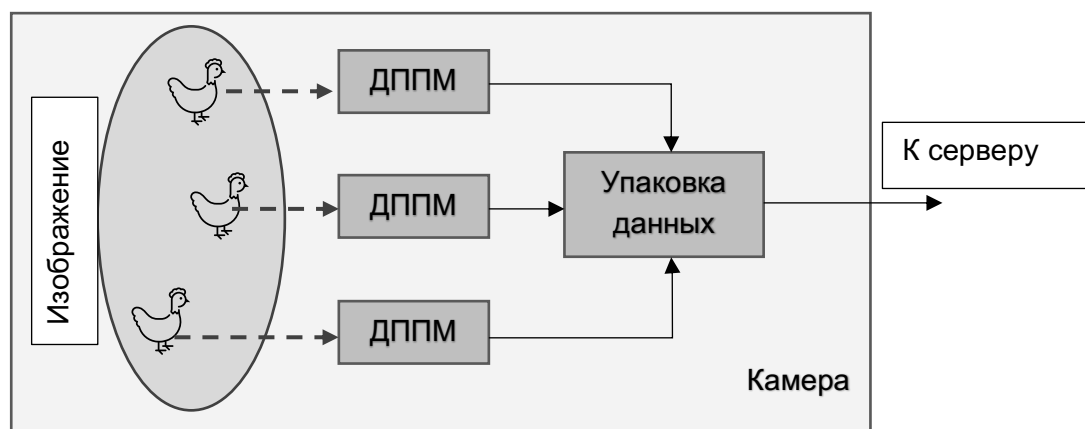
Фиксация поведения: видеопоток + обработка (выделение и отслеживание каждого из объектов, анализ его поведения по набору параметров с помощью выбранной модели).



Объединение полученной информации с нескольких “датчиков” в одном видеопотоке для статистической обработки.

В одном видеопотоке предполагается достаточно большое количество объектов-датчиков. Время наблюдения каждого датчика ограничено (куры могут “исчезать и появляться”), поэтому каждый “датчик” может рассматриваться как источник частичной информации об обобщенном объекте “курица” с конечным временем действия.

Если детектирование параметров поведенческой модели (ДППМ) суметь сделать на аппаратном уровне, это поможет разгрузить обрабатываемый поток видеоданных на сервере и повысить эффективность системы.



Разработка подхода

Необходимо создать алгоритмы

- детектирования и кур в курятнике
- отслеживания их движения (перемещение и собственные движения)
- последующего анализа

Поскольку база данных различных видов кур на данный момент отсутствует, наиболее очевидным является подход в создании адаптивных алгоритмов распознавания. Построение адаптивного алгоритма можно осуществить при помощи следующих блоков:

1. Фильтрация исходного изображения (или серии изображений)
2. предварительная сегментация изображения по заданным характеристикам объектов (примерная форма, цвет (или набор цветов), грубые черты характерных элементов, движение)

3. Анализ сегментов и выделение значимых (более различимых как "куры") для работы с нейросетью
4. Использование результатов работы с нейросетью для машинного обучения в целях достаточно быстрого распознавания кур в курятнике и их движений.
5. Статистический анализ движений кур для определения их усредненного состояния.

Детектирование кур

Блок 3 является одним из наиболее важных, так как позволяет в большей степени упростить и автоматизировать набор данных для машинного обучения.

Машинное обучение здесь можно разделить на два вида:

1. Предварительная обработка большого объема данных
2. Самообучение

Самообучение имеет известную гибкость: система может быть сделана самоадаптирующейся при отсутствии достаточного количества исходных данных.

Самоадаптация может быть достигнута через известные способы фильтрации, а также на основании факта, что практически все объекты наблюдения в помещении однородны (подобны) друг другу.

Вариант 1

Гауссовы и Лапласовы пирамиды являются распространенными видами представления данных для сегментации, детектирования и распознавания. Предлагаемый способ:

Для каждого кадра создается пирамида изображений до уровня масштаба, при котором каждый элемент, который может считаться курицей (по цвету и движению), занимает площадь не более 3x3 или 5x5 пикселей на этом уровне пирамиды.

Например, с помощью лапласовой пирамиды отсеивать более мелкие объекты и подсчитывать более крупные с учетом заданного цвета. Это может помочь отсеять элементы в виде песка или опилок на полу курятника.

Для выделения кур среди объектов похожего характерного размера можно использовать кластеризацию и межкадровый анализ движения (метод локального подобия, например).

Вариант 2

Principal Components Analysis (PCA) в настоящее время является одним из перспективных способов распознавания объектов (как предварительного, так и нейро-сетевого).

Постановка задачи может быть изложена следующим образом:



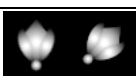

- Нахождение/выбор простейшей модели изображения курицы, которой достаточно для первичного нахождения кур в кадре.
- Получение первичных собственных векторов моделей с помощью PCA
- Уточнение первичного нахождения кур с анализом движения между кадрами, отсеивание ошибочно распознанных объектов.
- Предобработка и передача данных распознанных кур на алгоритмы машинного обучения (ML).
- Перевод алгоритмов анализа с простой модели на результат (ML).

Моделирование

На данном этапе рассмотрен следующий подход в моделировании постановки задачи (используется библиотека sklearn в среде Python; коды прилагаются):

- Созданы упрощенные модели (изображения) кур для получения собственных векторов объекта "упрощенная курица" (eigenchick) с помощью PCA.
- Рассчитаны весовые коэффициенты для eigen-chicken
- Просканировано изображение в поисках наименьшего Евклидова расстояния между весами фрагментов и eigen-chicken для детектирования предполагаемого положения отдельных кур.
- Дальнейшие операции – анализ нескольких кадров.
- Необходима предобработка данных перед PCA (фон! Резкие границы!)
- Возможно, потребуется перевести в логарифмическую шкалу.

Для построения векторов eigenchick были взяты следующие типы изображений:

1	Простейшая В/В модель №1 "капля"	8 шт	 + 2х3 поворотов 90°
2	Простейшая В/В модель №3 "капля" + "голова", использовались только для проверки кода	8 шт	 + 2х3 поворотов 90°
3	Модель №3 grayscale "курица, вид сверху"	8 шт	 + 2х3 поворотов 90°
4	Модель №4. Небольшой набор реальных изображений	48 шт	 +3 поворота 90° каждый

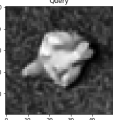


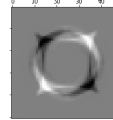
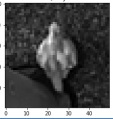

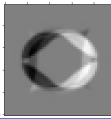
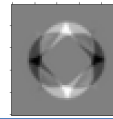
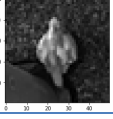
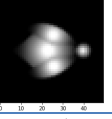
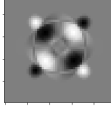
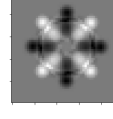
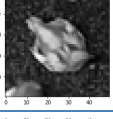
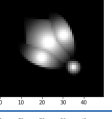
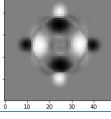
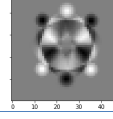
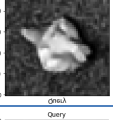
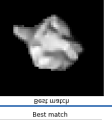
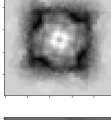
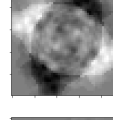
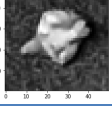
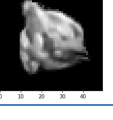
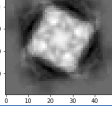
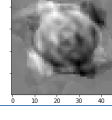
Количество изображений для пробного распознавания намеренно взято небольшим, чтобы видеть эффективность той или иной модели.

Результаты пробного распознавания


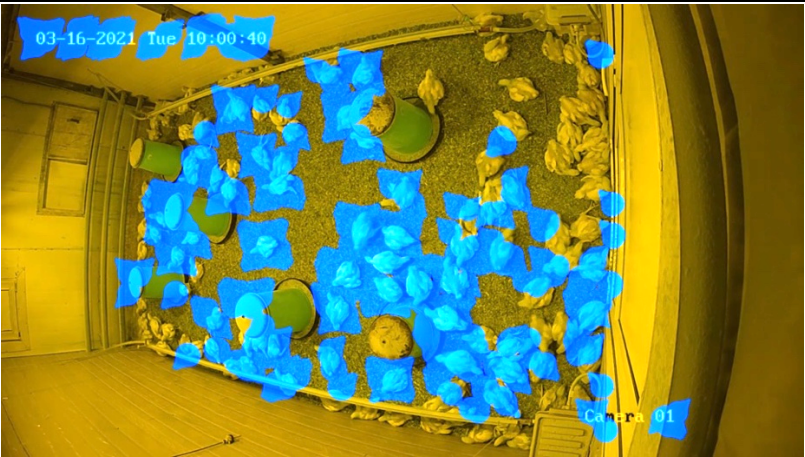

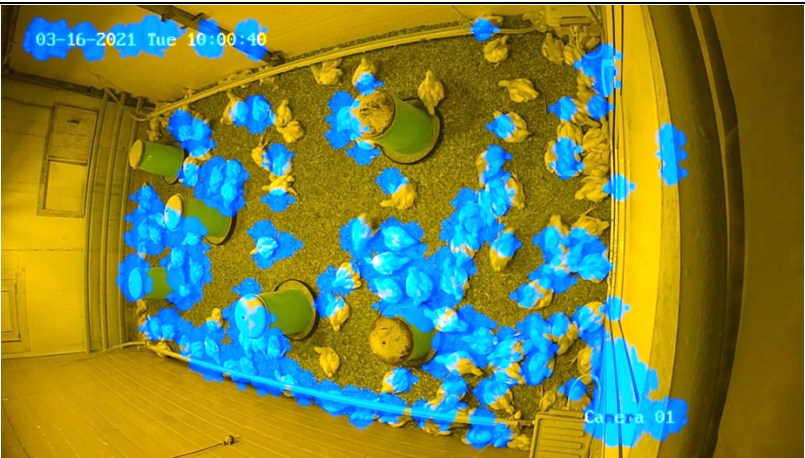

Тест алгоритма проведен на модели 2:



Проверка возможных совпадений:

	Возможные совпадения	Eigenchicks (первые 4 eigenvectors)
1 Модель №1. Лучшее совпадение по 4м eigenvectors (из 8)	 	 
Модель №1. Худшее совпадение по 4м eigenvectors (из 8)	 	 
2 Модель №3. Лучшее совпадение по 4м eigenvectors (из 8)	 	 
Модель №3. Худшее совпадение по 4м eigenvectors (из 8)	 	 
3 Модель №4. Лучшее совпадение по 24м eigenvectors (из 48)	 	 
Модель №4. Худшее совпадение по 12ти eigenvectors (из 48)	 	 

Поиск совпадений в полном изображении

<div>Модель №1</div> <div> + 2x3 поворотов 90°</div>	
<div>Модель №3</div> <div> + 2x3 поворотов 90°</div>	
<div>Модель №4</div> <div> +3 поворота 90° КАЖДЫЙ</div>	