

Использование MRP / ERP систем
 позволяет обеспечить более эффективное управление производством за счёт:



Рис 1. MRP / ERP системы.

Дальнейший качественный скачок в развитии MRP / ERP систем лежит на пути интеграции их интеллектуальных возможностей, а именно, в эффективном соединении возможностей экспертных технологий управления с возможностями современных информационных систем и компьютерных технологий. Таким образом формируется будущее следующего поколения интегрированных систем управления, представляющее новую эру в организации бизнес-процессов.

Литература

1. Демьяненко, В. Аналитические модели организации как инструменты управления изменениями / В. Демьяненко [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.cfin.ru/management/strategy/change/model.shtml>.
2. Абдуллаева Т. К., Дустова Д. Д. Интеллектуальные системы бизнес-аналитики // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 11. – С. 1271–1275. – [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/86274.htm>.
3. Ипатов, Ю. В. Разработка и внедрение интеллектуальной системы управленческого учёта металлургического предприятия: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Ю. В. Ипатов // Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет) – М., 2003. – 22 с.
4. Литвак, Б. Г. Использование интеллектуальных систем в интегрированных системах управления [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://www.bglitvak.ru/?page_id=95.

УДК 004.032.26

КАСКАДНЫЙ МЕХАНИЗМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ МОЛОЧНЫХ ПИТЬЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОТЕ- ЧЕСТВЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

студент гр. 914301 Чернышенко М. С.

Научный руководитель - канд. техн. наук Роллч О. Ч.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
 Минск, Беларусь

Распознавание образов относится к задачам со сложной формализованностью (постановкой). Это обосновано, в частности, случайностью и нестационарностью поведения объектов, образы которых подлежат распознаванию. Сложно формализованные задачи рекомендуется решать на основе искусственных нейронных сетей [1, 2].

Одним из трудоёмких этапов работы с нейронными сетями является процесс их обучения, неразрывно связанный с обучающими множествами (dataset) [3]. На сегодняшний день иностранными компаниями в области искусственного интеллекта предлагается огромное количество обучающих множеств – образов овощей и фруктов, канцелярских предметов, мебели, напитков и наиболее распространённых предметов обихода. Предлагаемые стандартные обучающие множества легко встраиваются в системы разработки современных программных приложений.

Но часто возникает необходимость в коррекции и доработке имеющихся dataset-множеств. Так, в задаче «умного холодильника» присутствует потребность в создании обучающих множеств питьевых продуктов отечественных производителей.

В работе исследуется способ обучения (или тренировки) и применения каскадного классификатора в распознавании отечественной молочной продукции. Инструментом решения поставленной задачи служат каскады Хаара библиотеки OpenCV [4].

Тренировка каскадов Хаара базируется на модели машинного обучения как частного случая модели чёрного ящика, которая всецело поддерживает принцип абстракции в программировании и предоставляет разделение интерфейса и внутренней реализации. Исходно модель машинного обучения выдаёт случайные векторы-предположения. Для получения желаемого выходного результата модель тренируется путём подачи на её входы несколько сотен или примерно тысячу исходных данных с заранее заданным правильным выходом для каждого примера. После подачи достаточного количества примеров обученная модель в состоянии выдавать правильные решения.

В качестве данных, подаваемых на вход модели, используются изображения пакетов молока «Молочный гостинец», а ожидаемых выходных данных – образы тех же молочных пакетов, но заключённые в прямоугольную область.

Для тренировки модели использована библиотека OpenCV, которая работает с двумя типами каскадных классификаторов: каскадами Хаара (Haar cascade) и локальными бинарными шаблонами (Local Binary Patterns, LBP). В большинстве случаев каскады Хаара дают более точный результат, но LBP более быстрый в обучении, что является немаловажным фактором, т.к. процесс тренировки модели может занимать от нескольких секунд до нескольких часов и даже суток.

Принцип работы каскада Хаара заключается в поиске характерных особенностей внутри изображения на разных его слоях. На верхних слоях осуществляется поиск объектов, охватывающих почти полное окно с изображением, а на нижних слоях ищутся очень мелкие детали. Такой алгоритм позволяет конечной обученной модели достаточно быстро обнаруживать объекты в реальном времени вследствие фильтрации областей изображения в верхних слоях. В то же время, модель тратит больше времени на анализ областей нижних слоёв с мелкими деталями.

При создании каскада Хаара и его использовании для распознавания образов на базе библиотеки компьютерного зрения OpenCV основная сложность заключается в сборе данных для обучения модели. Получение удовлетворительного результата работы модели требует большого количества качественных данных двух типов: положительных изображений (positive images) с объектами для дальнейшего обнаружения и отрицательных изображений (negative images) в виде фона без объектов.

В связи с тем, что для тренировки модели алгоритм машинного обучения должен достоверно отделять объект от других образов, проработано множество положительных изображений при разных ракурсах, освещении и нескольких видах фона. В точности финального детектора ключевую роль играет качество данных и разрешение изображения.

В целом, в методике каскадного машинного обучения на базе библиотеки OpenCV можно выделить следующие пять шагов.

1. *Сбор положительных и отрицательных образцов.* Выполнение данного шага сопровождается несколькими короткими видео с образцами пакета молока «Молочный гостинец» на разном фоне. Затем видео делится на 300 кадров, и изображение каждого

кадра приводится к разрешению 640 x 320 пикселей без изменения пропорций. Аналогичным образом создаётся коллекция из 600 отрицательных изображений; при этом образцами служат все варианты заднего плана, на которых располагается пакет с молоком при создании положительной выборки.

2. *Запись результирующих изображений в файлы.* Библиотека компьютерного зрения OpenCV предоставляет официальное руководство по созданию каскада Хаара, и для выбранного языка программирования python предлагает три программы на разных этапах создания каскада: `opencv_annotations.exe`, `opencv_createsamples.exe` и `opencv_traincascade.exe`.

Поэтому, для выполнения данного шага создаётся текстовый документ с перечнем полных имён отрицательных изображений. Создание подобного файла реализуется функцией `generate_negative_description_file()` на языке python:

```
def generate_negative_description_file():
    # открытие файла для записи, перезапишет все существующие данные в него
    with open('neg.txt', 'w') as f:
        # прохожусь циклом по каждому имени файла
        for filename in os.listdir('negative'):
            f.write('negative/' + filename + '\n')
```

В результате работы этой функции создаётся текстовый документ «neg.txt» (или перезаписывается, если он существовал ранее). Цикл «for» проходит по всем именам в папке с отрицательными образцами, и для каждого изображения в файле прописывается строка в виде полного пути к файлу.

Аналогичный текстовый документ создаётся для положительных образцов. Но в этом случае, кроме полного пути к изображениям, в каждой соответствующей строке прописывается количество целевых объектов и параметры ограничивающих их прямоугольников. Программа `opencv_annotations.exe` позволяет проходить по каждому изображению в папке и отрисовывать прямоугольники вокруг каждого целевого объекта, а затем записывать новые данные в текстовый документ «pos.txt».

3. *Создание векторного файла.* Файл «pos.vec» создаётся утилитой `opencv_createsamples` как команды в терминале с параметрами размеров окна обнаружения целевого объекта, означающее, что изображение с меньшими размерами обнаруживаться не будет.

4. *Обучение (или тренировка) модели.* Модели демонстрируется случайное изображение, которое будет либо положительным, либо отрицательным. Она делает предварительное предсказание его типа (положительное или отрицательное). После этого получает ответ правильности предсказания: верное или ошибочное. Основываясь на результатах предсказаний, модель корректирует свою работу. Такой цикл повторяется несколько сотен раз – на каждой итерации обучения модель анализирует изображение, пытается его классифицировать, получает ответ, проводит корректировку, и с каждым разом результат предсказания становится точнее.

Тренировка модели осуществляется только на собранных и упорядоченных данных, результат тренировки сохраняется в папке «cascade». Утилита `opencv_traincascade` обучает модель за определённое количество шагов. Чем больше шагов, тем более точной будет модель в обнаружении объектов. Однако следует избегать перетренировки, т.к. в этом случае объект будет обнаруживаться только при нахождении в условиях из коллекции позитивных образцов.

Модель молочного питьевого продукта «Молочный гостинец» обучалась в среднем за 9 шагов, или по времени за 31 секунду. На выходе, т.е. после обучения в папке «cascade» создаётся файл `cascade.xml` xml-формата.

5. *Тестирование созданного каскада Хаара.* В библиотеке OpenCV имеется готовый класс `CascadeClassifier`, который работает с полным именем каскада. С помощью

метода detectMultiScale запускается процесс распознавания объекта в видеопотоке. Используя натренированную модель, он возвращает список прямоугольников, указывающих на все объекты, которые модель обучена находить. С помощью другого метода все обнаруженные объекты будут обводиться в прямоугольники в режиме реального времени.

Обученный каскад достоверно, на уровне 87% распознаёт пищевой продукт «Молочный гостинец». Для повышения точности распознавания рекомендуется увеличивать количество положительных и отрицательных образцов, а также варьировать число шагов обучения.

В целом, применение компьютерного зрения совместно с машинным обучением перспективно в таких областях науки, техники и экономики, как банковская система с целью выявления фальшивых купюр и предотвращения мошенничества, биометрия зрения для идентификации без вести пропавших людей по узорам радужной оболочки глаза, медицина с целью выявления проблемных областей в печени и мозге у больных раком, «умные автомобили» для идентификации объектов и людей.

Литература

1. Галушкин, А. И. Нейронные сети [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4114009.

2. Гафаров, Ф. М. Искусственные нейронные сети и их приложения: учеб. пособие / Ф. М. Гафаров, А. Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с. – [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://kpfu.ru/staff_files/F1493580427/NejronGafGal.pdf.

3. Нигматуллин, В. Р. Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта в химической технологии / В. Р. Нигматуллин, Н. А. Руднев // Нефтегазовое дело. – 2019. – № 5. – С. 202 – 238. – [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/5_2019/ogbus_5_2019_p202-238.pdf.

4. Обучение OpenCV каскада Хаара [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/208092/>.

УДК 004.418

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАБОЧИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-КОММЕРЧЕСКОЙ КОМПАНИИ

студент Модников М.Ю.

Научный руководитель – канд. техн. наук Садов В.С.

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Оптимизация рабочих процессов производственно-коммерческой компании является одной из важнейших задач для обеспечения конкурентоспособности и своевременного отклика на изменения со стороны конкурирующих организаций. Для оптимизации производственно-коммерческой деятельности организации не существует унифицированного решения. Каждое существующее на рынке решение направлено на определённую узкую область деятельности и требует индивидуальной настройки для каждой отдельной компании. Любой бизнес имеет свои неэффективно настроенные области, без оптимизации которых невозможно дальнейшее развитие организации.

К таким областям бизнеса можно отнести следующее:

- сбор и анализ данных;
- доставка товара;
- работа с клиентами;