Санников А.С.
Sannikov A.S.

*аспирант, младший
научный сотрудник
Института конструктор-
ско-технологической
информатики
Российской академии наук,
г. Москва,
Российская Федерация*

Нахушев Р.С.
Nakhushhev R.S.

*аспирант, младший
научный сотрудник
Института конструктор-
ско-технологической
информатики
Российской академии наук,
г. Москва,
Российская Федерация*

Глашев Р. М.
Glashev R.M.

*аспирант, младший
научный сотрудник
Института конструктор-
ско-технологической
информатики
Российской академии наук,
г. Москва,
Российская Федерация*

УДК 004.891.2

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ НЕЙРОСЕТИ ИЗ ВИДЕОЗАПИСЕЙ

В данной статье описывается структура программного обеспечения для автоматизации и распределения задачи формирования обучающей выборки для нейросети. Обоснована необходимость разработки программного обеспечения, предложен принцип работы. Описан вариант реализации программного обеспечения для задачи нейросетевого распознавания медицинских изображений. Объектом исследования является процесс формирования обучающей выборки для искусственной нейронной сети. Предметом исследования является программное обеспечение, позволяющее частично автоматизировать и распределить среди нескольких специалистов процесс формирования обучающей выборки. Целью данного исследования является разработка программного обеспечения, позволяющего осуществлять распределенную между специалистами обработку видеозаписей и централизованное хранение результатов.

Описываемое программное обеспечение было разработано в рамках проекта нейросетевого распознавания изображений внутренних органов. Процесс обучения нейросети легко поддается разложению на несколько параллельных потоков, что позволяет использовать большое количество специалистов, не отнимая у каждого из них существенного количества времени. Программное обеспечение выполнено в виде системы клиент – сервер. Преимуществами такого решения является простота разработки и очевидный способ централизованного хранения результатов. Существенным недостатком является отказ всей системы при нештатной ситуации на серверном модуле. Так как разрабатываемое программное обеспечение не является высоконагруженным приложением, был выбран вариант централизованной структуры. Для разработки программного обеспечения был выбран язык программирования C++ с использованием фреймворка Qt5. C++ – компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения. Было разработано программное обеспечение для автоматизации и разделения труда при ручной обработке видеозаписей с целью создания обучающей выборки для нейросети. Данное программное

обеспечение было использовано при формировании обучающей выборки для нейросети, решающей задачу распознавания внутренних органов. В качестве входных данных были использованы видеозаписи реальных операций. Результатом работы стало программное обеспечение, позволяющее организовать и разделить процесс ручного распознавания данных.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, распознавание изображений, обучающая выборка, программное обеспечение.

TRAINING SAMPLE FROM VIDEO RECORDS FORMATION FOR NEURAL NETWORK AUTOMATION AND DISTRIBUTION SOFTWARE

This article describes the structure of software for automating and distributing the task of forming a training set for a neural network. The necessity of software development is grounded, the principle of work is proposed. A software implementation variant for the task of neural network recognition of medical images is described. The object of the research is the process of forming a training sample for an artificial neural network. The subject of study is software that allows to partially automate and distribute among several specialists the process of forming a training sample. The purpose of this study is to develop software that allows distributed processing of video recordings among specialists and centralized saving of results. The described software was developed as part of the neural network image recognition project for internal organs. The process of learning non-networks is easy to decompose into several parallel streams, which allows the use of a large number of specialists without taking a significant amount of time from each of them. The software is implemented as a client-server system. The advantages of this solution are simplicity of development and an obvious way of centralized preservation of results. A significant drawback is the failure of the entire system in the event of an emergency situation on the server module. Since the software being developed is not a high-load application, the option of a centralized structure was chosen. For software development, a C++ programming language was chosen using the Qt5 framework. C++ is a compiled, statically typed general-purpose programming language. Software was developed for the automation and division of labor in the manual processing of video recordings in order to create a training sample for the neural network. This software was used in the formation of a training set for a neural network that solves the problem of recognition of internal organs. As input data videotapes of real operations were used. The result of the work was software that allows you to organize and separate the process of manual data recognition.

Key words: artificial neural network, image recognition, training samples, software.

Введение

В настоящее время нейронные сети часто используются для задач распознавания изображений. Это обусловлено сложностью формализации задач распознавания изображений в связи с большим количеством разнообразных признаков.

Алгоритмы, основанные на нейросетях, не требуют от разработчика выделения конкретных признаков объектов распознавания, но нуждаются в обучении. Процесс обучения нейросети – формирование весовых коэффициентов на известном наборе данных, который называют обучающей выборкой.

Объектом исследования является процесс формирования обучающей выборки для искусственной нейронной сети. Предметом

исследования является программное обеспечение, позволяющее частично автоматизировать и распределить среди нескольких специалистов процесс формирования обучающей выборки.

Точность работы нейросетевого алгоритма сильно зависит от качества обучающей выборки, так как на ее основе происходит выделение признаков объектов распознавания. Существует возможность формирования обучающей выборки на основе видеозаписей. Актуальность темы обусловлена сложностью процесса формирования обучающей выборки на основе видеозаписей несколькими специалистами.

Целью данного исследования является разработка программного обеспечения,

позволяющего осуществлять распределенную между специалистами обработку видеозаписей и централизованное хранение результатов.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

- 1) определение алгоритма работы специалиста над одним образцом обучающей выборки;
- 2) разработка структуры программного обеспечения;
- 3) разработка алгоритма работы серверного модуля;
- 4) разработка алгоритма работы и пользовательского интерфейса клиентского модуля

Структура программного обеспечения

Описываемое программное обеспечение было разработано в рамках проекта нейросетевого распознавания изображений внутренних органов. Возникла необходимость в качественной обучающей выборке, каждый объект которой содержит в кадре как минимум один внутренний орган. В свободном доступе в глобальной сети интернет имеется большое количество видеозаписей лапаро-

скопических операций, которые возможно использовать для формирования обучающей выборки. Но эти записи требуют предварительной обработки врачом. Алгоритм обработки выглядит следующим образом:

- 1) найти момент, при котором в кадре имеется внутренний орган;
- 2) сохранить кадр;
- 3) сделать запись о количестве и расположении внутреннего органа на кадре.

Процесс обработки видеозаписи прост, но занимает существенное время. Поскольку от качества и размера обучающей выборки зависит качество обучения нейросети, было принято решение частично автоматизировать процесс обработки видеозаписей. Также процесс обработки легко поддается разложению на несколько параллельных потоков, что позволяет использовать большое количество специалистов, не отнимая у каждого из них существенного количества времени.

В связи с вышеизложенными тезисами была предложена структурная схема разрабатываемого программного обеспечения (рисунок 1).

Рисунок 1. Структурная схема

Программное обеспечение выполнено в виде системы клиент – сервер. Преимуществами такого решения является простота разработки и очевидный способ централизованного хранения результатов. Слабое звено программы – отказ всей системы при нештатной ситуации на серверном модуле. Поскольку разрабатываемое программное обеспечение не является высоконагруженным приложением, был выбран вариант централизованной структуры.

Алгоритм работы серверного модуля

Администратор системы загружает видеозаписи, подлежащие обработке, на сервер-

ный модуль. В процессе работы специалист получает изображение, которое является стоп-кадром из видео операции. Он должен отметить, какие внутренние органы есть в кадре, и их примерные границы. Если в данном кадре нет внутреннего органа или отсутствует возможность различить, что в кадре, специалист отмечает соответствующий пункт меню. Результаты распознавания отправляются на серверный модуль, где сохраняются для дальнейшего доступа. Блок-схема алгоритма работы серверного модуля представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Блок-схема алгоритма работы серверного модуля

Серверный модуль поддерживает авторизацию, что позволяет администратору системы указывать, при необходимости, соответствие видеозаписи и специалиста, которому она будет отправлена на распознавание.

Программное обеспечение позволяет формировать обучающую выборку из видеоряда при помощи практически неограниченного количества специалистов, что существенно ускоряет процесс формирования выборки.

Среда разработки

Для разработки программного обеспечения был выбран язык программирования C++ с использованием фреймворка Qt5. C++ – компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения. Преимуществом использования C++ является высокая скорость исполнения, достигаемая за счет механизмов ручного управления памятью и различных оптимизаций, реализованных на стороне компилятора. Недостаток – отсутствие встроенных механизмов сборки мусора, сложность разработки. Распространенный способ предотвращения утечек памяти – использование «умных указателей», которые тем или иным образом следят за необходимостью освобождения памяти по указываемому адресу.

Qt – кроссплатформенный фреймворк для разработки программного обеспечения на языке C++. В состав фреймворка входит визуальная среда под названием Qt Creator, позволяющая производить графическую разработку пользовательского интерфейса.

Одной из основных отличительных особенностей фреймворка Qt является использование метаобъектного компилятора – системы предварительной обработки исходного кода. Использование метаобъектного компилятора добавляет в язык программирования механизм слотов – сигналов. Слот – метод класса, который может быть вызван асинхронным образом по событию сигнала. Данный механизм используется для соединения событий пользовательского интерфейса с вызовами методов в программе, но не ограничивается этим. Сигналы и слоты также могут связы-

вать методы различных объектов внутри программы.

Выбор данного фреймворка был обусловлен наличием средств работы с графическими изображениями, видеозаписями и широким набором функций для организации сетевого взаимодействия.

Сетевое взаимодействие

Поскольку программное обеспечение предусматривает асинхронное подключение клиентов к серверу, необходимо было обеспечить постоянную доступность серверного компьютера в сеть Интернет. Серверный компьютер имеет доступ в Интернет через маршрутизатор, обладающий статическим IP-адресом. В связи с этим в маршрутизатор было прописано правило перенаправления порта для организации возможности внешнего подключения к серверному модулю.

Обмен данными между серверным модулем и клиентским производится через объекты классов QTcpSocket. Использование протокола TCP-IP упрощает процесс разработки за счет механизмов гарантии доставки пакета и контроля целостности.

Для передачи данных по сети необходимы процедуры сериализации и десериализации. Сериализация данных – процесс преобразования данных в последовательный вид. Частые применения – передача данных по сети и сохранение их в файл. За счет использования фреймворка эти процессы были решены с использованием класса QDataStream.

Пользовательский интерфейс клиента

В процессе работы специалист получает изображение, которое является стоп-кадром из видео операции. Он должен отметить, какие внутренние органы есть в кадре, и их примерные границы. Если в данном кадре нет внутреннего органа или отсутствует возможность различить, что в кадре, специалист отмечает соответствующий пункт меню. Пример пользовательского интерфейса программы приведен на рисунке 3.

Рисунок 3. Интерфейс пользователя

В левой части окна расположено изображение, подлежащее распознаванию. В процессе работы специалист отмечает границы и выбирает название внутреннего органа из правого списка. Для перехода к следующему или предыдущему изображению предусмотрены соответствующие кнопки на форме. В правом нижнем углу окна отображается счетчик изображений в текущей сессии. Для завершения работы используется кнопка «Отправить результаты», которая вызывает отправку данных текущей сессии и её завершение.

Вывод

Было разработано программное обеспечение для автоматизации и разделения труда при ручной обработке видеозаписей с целью создания обучающей выборки для нейросети. Данное программное обеспечение было использовано при формировании обучающей выборки для нейросети, решающей задачу распознавания внутренних органов. В качестве входных данных были использованы видеозаписи реальных операций. Результатом работы стало программное обеспечение, позволяющее организовать и разделить процесс ручного распознавания данных.

Список литературы

1. Соломенцев Ю.М., Шептунов С.А., Суханова Н.В., Кабак И.С. Автоматизация оценки надежности программного обеспечения для систем управления технологическими процессами // Вестник Брянского государственного университета. – 2015. - № 3 (47).
2. Керниган Б.В. The C Programming Language / Д.М. Ричи. – М.: Вильямс, 2017.
3. Страуструп Б. Язык программирования C++. – М.: Бином, 2015.
4. Qt Documentation, режим доступа: <http://doc.qt.io/>

Reference

1. Solomentsev Y.M., Sheptunov S.A., Suhanova N.V., Kabak I.S. Automation of software reliability assessment for process control systems // Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2015. - № 3 (47).
2. Kernigan B.V. The C Programming Language / D.M. Ritchi. – Moscow: Williams Publishing House, 2017.
3. Strausstrup B. C++ programming language. – Moscow: Binom Publishing House, 2015.
4. Qt Documentation, URL: <http://doc.qt.io/>