

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлектроники

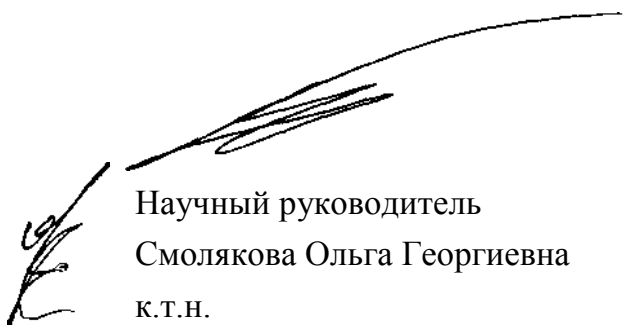
УДК 004.428

Бурец Андрей Сергеевич

**Программное средство для ортопедического кабинета на базе
платформы JavaFX**

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники по
специальности 1-40 81 01 - **Информатика и технологии разработки
программного обеспечения**



Научный руководитель
Смолякова Ольга Георгиевна
к.т.н.

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

В нашем современном мире время люди стали все чаще задумываться о здоровье своих ног: именно здоровые ноги дают нам свободу перемещения, позволяют комфортно управлять автомобилем, выполнять различные задачи и заниматься спортом. Здоровая стопа – единый слаженный механизм, совершенный «инструмент» для опоры и передвижения.

Здоровый человек легко осуществляет плавный перекал стопы от пятки до кончика пальцев. Это происходит благодаря мышцам и связкам, стягивающим косточки стопы между собой. Ослабление любого из этих звеньев приводит к деформации стопы, что плачевно сказывается на состоянии организма в целом: человек становится более раздражительным и появляется излишний стресс, который, как известно, приводит к еще более плохим последствиям. Поэтому были придуманы ортопедические стельки, как самый простой и безболезненный способ поддержания здоровья стопы человека.

Ортопедические стельки – специальные вкладные стельки для обуви для поддержания сводов и для коррекции нарушений движения стопы обладающие следующими свойствами:

- предназначены как для повседневного применения, так и для особых случаев (при длительном стоянии, для занятий спортом);
- ношение ортопедической стельки меняет движение при ходьбе так, чтобы согласовано работали все мышцы ноги, а кости и суставы имели правильную нагрузку;
- правильно выбранные стельки помогают избавиться от болей в стопах, значительно уменьшить вероятность появления проблем с коленными и голеностопными суставами.

Однако стоит заметить, что неправильно подобранные стельки могут не только не помочь, но и даже значительно ухудшить состояние человека. Поэтому оптимальным вариантом является индивидуальное изготовление ортопедических стелек.

С развитием технологий, инновации коснулись и ортопедического кабинета. Был создан аппарат для сканирования человеческих стоп, который имеет возможность получить объемный снимок стопы человека. На основе данных полученных из сканера, специалисты могут делать заключения о состоянии, в котором находятся стопы, а также принимать решения о том, какие стельки необходимы.

В последнее время в повседневной жизни человека также начинают

участвовать и нейронные сети. Так, одна из основных задач, с которой нейронные сети сейчас успешно справляются, это задача машинного зрения. После того как были разработаны компьютерные алгоритмы, способные различать объекты на изображениях и их различные характеристики, нейронные сети начали находить применение практически во всех сферах жизнедеятельности человека. Не исключением стала и медицинская сфера, где нейронные сети показывают хорошие результаты в качестве помощников для различных специалистов.

Создание такого программного средства, которое бы включало в себя возможности машинного зрения, смогло бы предложить врачам средство, позволяющее выполнять сканирование стоп, используя специализированный сканер и точнее предлагать возможные варианты стелек, а для клиентов компании – возможность посещать данные медицинские центры без привязки к определённому месту и с большей выгодой для себя.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цели и задачи исследования

Цель диссертационной работы состоит в разработке программной системы, предназначенной для компаний, предоставляющих ортопедические услуги для эффективного взаимодействия между врачом-ортопедом и клиентом компании. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ литературных источников и существующих программных средств и выработать спецификацию требований;
- определить оптимальную архитектуру программного средства, а также нейронной сети, с помощью которой можно будет получать результаты ортопедического исследования достаточного уровня достоверности;
- разработать архитектуру программного средства, которая будет гибкой и позволит в дальнейшем без особых трудностей расширять приложение новыми модулями;
- создать нейронную сеть для определения параметров стопы;
- разработать тестовые сценарии для контроля качества программного средства.

Объектом исследования является информатизация процессов сканирования стоп при помощи специализированных сканнеров. Предметом исследования является обработка полученных при сканировании данных, а также про-

цесс взаимодействия пользователя с программным обеспечением для сканирования. В основу диссертационной работы была положена гипотеза о возможности использования программного обеспечения для анализа поступающего изображения стоп с целью выявления отклонений от нормы и впоследствии использование такого программного средства в медицинских центрах.

В настоящее время лишь немногие медицинские центры могут позволить себе использование сканеров для стоп и поставляемых вместе с ними программных средств. Помимо этого, большинство существующих приложений не позволяют в полной мере проводить исследования стоп из-за ограниченности своего функционала. Если такие системы смогут анализировать состояние стоп человека и предлагать соответствующие индивидуальные стельки без участия врача-ортопеда, то для большинства людей, имеющих деформацию стоп, услуга по подбору ортопедических стелек станет более доступной и простой.

Практическая (экономическая, социальная) значимость полученных результатов

Проведение исследований состояния стоп со специализированным сканером в медицинских центрах является необходимым шагом развития ортопедического кабинета, так как в современном мире люди всё чаще сталкиваются с проблемами, вызываемыми деформацией стоп. Ситуацию могут исправить индивидуальные ортопедические стельки, которые должны повторять форму стоп и, благодаря специальным вкладышам, исправлять возникшую деформацию. Однако, неправильно подобранные стельки могут только усугубить ситуацию, поэтому в таких системах важна получаемая точность. Компьютерные системы, позволяющие автоматизировать процессы исследования стоп позволят уменьшить неточности и погрешности, которые может допустить человек, что определённо положительно скажется на здоровье людей и в будущем удешевит такую услугу в медицинских центрах.

Личный вклад соискателя

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя О. Г. Смоляковой, заключается в формулировке целей и задач исследования.

Публикации

По теме диссертации в рецензируемых изданиях опубликована одна печатная работа. Объем публикации по теме диссертации составляет 11 страниц.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. В первой главе приведены результаты анализа литературных источников по исследуемой теме, рассмотрены особенности существующих систем-аналогов, определены основные проблемы существующие в данной области. Во второй главе определены требования к проектируемому ПС, приведено описание функциональности проектируемого средства, представлена спецификация функциональных требований. Третья глава посвящена деталям проектирования и конструирования ПС. В четвертой главе представлены доказательства того, что разработанное ПС работает в соответствии с выдвинутыми требованиями спецификации. В пятой главе приведено руководство по использованию разработанного программного средства. Итоги и соответствующие выводы приведены в заключении.

Общий объем работы составляет 120 страниц, из которых основного текста – 76 страницы, 31 рисунок на 27 страницах, 4 таблицы на 8 страницах, список использованных источников из 23 наименований на 2 страницах и 3 приложения на 36 страницах

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрена возможность применения технологий в ортопедическом кабинете и приведено краткое обоснование актуальности темы. Помимо этого рассмотрено строение стопы и причины её деформации, также разобраны основные варианты поддержания здоровья стопы или её лечения.

В общей характеристике работы показана практическая (экономическая, социальная) значимость полученных результатов, определены цели и задачи исследования, обозначена предметная область.

В первой главе рассмотрена предметная область, проведён обзор существующих аналогов, приведён аналитический обзор литературных источников, изучены технологии программирования с помощью которых возможна разработка такого программного средства, а также обозначены промежуточные результаты исследования.

Проведённый анализ показывает что рассматриваемая в диссертации область применения находится на стадии активного развития. Новые технологии положительно влияют на медицинскую сферу, и, в частности, на ортопедию.

Сканеры стоп являются относительно новой технологией и поэтому, чем

сложнее устройство данного сканера, тем дороже его установка и использование для медицинских компаний. В связи с этим, одним из основных факторов, которые необходимо принимать во внимание, является баланс цены готового решения и качества получаемого результата.

Добиться этого могут помочь нейронные сети. Благодаря использованию машинного зрения в связке со сканером, обладающим базовыми возможностями, можно добиться результатов, сопоставимых с более дорогими сканерами, тем самым позволяя приблизиться к желаемому балансу и обеспечить возможность устанавливать такие решения небольшим медицинским центрам.

Стоит также иметь в виду, что на данном этапе развития нейронных сетей в сфере здоровья нельзя полагаться только на машинное зрение. Нейронные сети могут выступать лишь в роли помощников, а решение о том, требуются ли клиенту стельки и какие они должны быть, должен принимать специалист.

Помимо этого, анализ показывает также, что при проектировании программной части необходимо использовать рассмотренные архитектурные решения и технологии, так как это позволит упростить дальнейшее развитие продукта и его поддержку.

Во второй главе на основании проведённого анализа сформулированы требования к программному средству, создана функциональная модель ПС, а также описана спецификация функциональных требований и приведены краткие результаты данной главы.

В результате формирования и разработки требований были определены основные компоненты, которые должны присутствовать в системе. Также был определён требуемый функционал, которым должно обладать ПС. Была составлена функциональная модель программного средства в которую вошла диаграмма вариантов использования ПС, а также инфологическая модель базы данных.

Сформулированные и разработанные требования позволяют избежать постоянных изменений в начале разработки программного средства, а также дают возможность более точно составить план разработки. Помимо этого, такие требования позволяют заранее определить узкие места в системе и подходить к проектированию и разработке более осмысленно, тем самым помогая избегать соответствующих проблем в дальнейшем.

В третьей главе рассмотрен процесс разработки архитектуры, датологической и физической модели базы данных для программного средства. Далее

рассматривается построение модели нейронной сети и проектирование и разработка сервера и клиентской части. Помимо этого, в конце главы составлена диаграмма развёртывания программного средства.

В качестве основного языка для разработки программного средства был выбран язык Java. А основой для ПС стала архитектура MVC, которая предполагает разделение данных приложения, пользовательского интерфейса и управляющей логики на три отдельных компонента: модель, представление и контроллер.

Для хранилища в разрабатываемом приложении используется СУБД H2 DB. Данная СУБД позволяет гибко подходить к вопросу хранения данных из-за предоставления различных вариантов её использования. Для данного ПС был выбран вариант хранения данных в виде файла, находящегося рядом с каждой копией ПС, а также база данных в виде сервера, для централизованного хранилища.

В качестве протокола взаимодействия между локальными машинами и ЦБД был выбран REST. Данный протокол в большей степени соответствует распределенной архитектуре клиент-серверных приложений, поскольку серверная часть публично доступна для множества клиентских приложений, при этом REST обладает свойством отсутствия состояния, что означает, что каждый запрос должен содержать в себе достаточный набор данных для его осуществления. Кроме того, данный протокол не запрещает использование различных форматов передачи данных.

Для контроля версий проектируемого программного средства была выбрана система под названием Git. Эта система является удобной для разработчика, так как позволяет осуществлять разработку различного функционала одновременно без особых трудностей: для этого можно просто переключаться между специальными ветками. Кроме этого, все созданные версии программного средства хранятся удалённо, что означает что результаты разработки не будут утеряны в случае выхода из строя компьютера на котором производится разработка.

Архитектурой нейронной сети были выбраны свёрточные нейронные сети или CNN. В качестве основы для модели была взята известная сеть VGG16.

Для разработки пользовательского интерфейса была выбрана платформа JavaFX которая позволяет создавать десктоп приложения с использованием CSS-стилей, а описание интерфейса происходит в виде XML-файла с синтаксисом, напоминающим HTML.

В четвертой главе описаны результаты тестирования разработанного программного средства. Было проведено ручное функциональное тестирование, которое повторяло основные действия пользователя. Результаты тест-кейсов подтвердили работоспособность программного средства в основных сценариях использования.

В пятой главе представлено руководство пользователя, в котором присутствует описание основного функционала, а также приведены примеры изображений работающего программного средства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предметной областью данной магистерской диссертации является информатизация процессов сканирования стоп при помощи специализированных сканеров, обработка полученных при сканировании данных, а также процессы взаимодействия пользователя с программами для сканирования. Было проведено их исследование и моделирование. Кроме того, рассмотрены существующие средства, применяемые в медицинской сфере для подбора индивидуальных стелек. Был проведен поиск существующих программных средств этого рода, по его результатам был сделан вывод об отсутствии полных аналогов.

На основании проведенного анализа предметной области были выдвинуты требования к программному средству. В качестве технологий разработки были выбраны наиболее современные существующие на данный момент средства, широко применяемые в индустрии. Спроектированное программное средство было успешно протестировано на соответствие спецификации функциональных требований.

Разработано программное средство, целевой платформой которого является десктоп-приложение и которое поддерживает следующие функции:

- поиск клиента (локально, глобально в рамках контрагента);
- создание и редактирование данных о клиенте;
- формирование и редактирование данных по ранее проведенным исследованиям (доступ определяется на уровне контрагента);
- конфигурация сканера в части разрешения, контрастности и яркости;
- инициация сканирования с помощью нажатия кнопки в рамках системы;
- передача изображения со сканера на экранную форму приложения «Помощник сканирования»;

- обработка изображения, вычисление и заполнение параметров на экранной форме приложения «Помощник сканирования»;
- ручная корректировка параметров, полученных по результату обработки изображения;
- ручное изменение изображения на экранной форме в части вращения и изменения масштаба;
- автоматическое нанесение линий (ось стопы, ось пучков). Растягивание, перемещение и вращение на изображении линий (ось стопы, линия пучков, крайние линии);
- автоматический и ручной подбор пелота и каркаса на основании параметров, вычисленных по результату сканирования стоп и введенных вручную;
- формирование изображения (тепловая карта), на котором отображено распределение нагрузки на участки стопы;
- формирование печатной формы заключения в формате «pdf».

Следующая основная цель – пополнение датасета. Это позволит повысить достоверность получаемых результатов от нейронной сети. Параллельно с этим будет производиться дальнейшая разработка программного средства. Будет добавлена возможность использования программного средства с другими специализированными сканерами. Кроме того, рассматривается возможность интеграции разработанного программного средства с уже используемыми в медицинских центрах системами, чтобы ускорить процесс внедрения продукта в новые медицинские центры.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1-А. Бурец, А.С. Ассоциативные правила и алгоритмы их поиска / М.В. Всяких – Белгород: Международный научный журнал «Научные вести», 2019, 12(17). – с. 88–98.