

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2024, Том 9, № 1 / 2024, Vol. 9, Iss. 1 <https://kostumologiya.ru/issue-1-2024.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL124.pdf>

2.6.16. Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Завадская, И. Д. Определение пропорций мужской фигуры с помощью искусственного интеллекта для разработки рекомендаций по выбору одежды / И. Д. Завадская, И. А. Петросова, К. В. Парфентьев // Костюмология. — 2024. — Т. 9. — № 1. — URL: <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL124.pdf>

For citation:

Zavadskaja I.D., Petrosova I.A., Parfentiev K.V. Determining the proportions of a man's figure using artificial intelligence to develop recommendations for choosing clothes. *Journal of Clothing Science*. 2024; 9(1): 22TLKL124. Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/22TLKL124.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 687.1

Завадская Инга Дмитриевна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Аспирант группы АТШ-1-121
E-mail: ingeliya@mail.ru

Петросова Ирина Александровна

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)», Москва, Россия
Заведующая кафедрой
Доктор технических наук, профессор
E-mail: 76802@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=606302

Парфентьев Кирилл Викторович

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)», Москва, Россия
Старший преподаватель кафедры «ИУ-1 Системы автоматического управления»
Кандидат технических наук
E-mail: parfentiev@bmstu.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1078795

Определение пропорций мужской фигуры с помощью искусственного интеллекта для разработки рекомендаций по выбору одежды

Аннотация. Создание гармоничного образа — важная задача в подборе предметов готовой одежды. Рекомендации по подбору гардероба в настоящее время процесс, требующий опытных стилистов и, следовательно, не поддающийся масштабированию или простой персонализации в зависимости от индивидуального телосложения и цветотипа потребителя. Разнообразие фигур создаёт сложности в подборе одежды нужного размера, стиля, силуэта и цвета. Широко известны системы рекомендации готовой одежды с применением алгоритмов, оценивающих облик потребителя. На основе оценки облика такие системы в состоянии предложить одежду, подходящую человеку по цветотипу или архетипу, как и одежду, сочетающуюся между собой по ряду признаков: стилю, цвету, назначению, используемому материалу. Многие системы построены на использовании эмоциональных откликов потребителей на покупку, полученных из социальных сетей или отзывов. Выявлено, что

потребитель заинтересован в приложениях и программных продуктах, способных оценивать особенности облика и предлагать готовую одежду, гармонично сочетающуюся с фигурой и цветотипом. В выполненном исследовании рассмотрен процесс определения типа телосложения мужской фигуры с помощью искусственного интеллекта. Цель исследования — создание метода цифрового определения силуэта потребителя для облегчения подбора предметов одежды, подходящих потребителю по типу телосложения. Применение предлагаемого метода возможно как при он-лайн покупках готовой одежды, так и в реальном магазине до выполнения фактической примерки. Он имеет перспективы использования в разностороннем развитии лёгкой промышленности. Объектом исследования являются мужские фигуры в статическом положении. Статья является частью диссертационного исследования.

Ключевые слова: искусственный интеллект; онлайн примерка одежды; коэффициент силуэта; нейронные сети; мужская фигура; качество посадки одежды; онлайн гардероб

Введение

Потребитель активно включается в процесс выбора готовой одежды как в онлайн, так и в офлайн магазинах. Более половины онлайн-покупателей разочарованы покупкой одежды, поскольку она не соответствует их фигуре [1]. Разработки виртуальной примерки Google Shopping основаны на работе искусственного интеллекта, в котором происходит обучение путем добавления гауссовского шума к изображению. Данный процесс позволяет модели искусственного интеллекта реалистично изображать, как предмет одежды будет драпироваться, складываться, облегать и растягиваться на доступном ассортименте разнообразных моделей, независимо от того, под каким углом или в каком положении он находится. Google добавляет новые фильтры, упрощающие пользователям найти определённую модель, например, аналогичную, но с более низкой ценой альтернативу рубашке или пиджаку. Алгоритмы машинного обучения и визуального определения позволяют пользователям уточнять исходные данные, такие как цвет и стиль, в различных интернет-магазинах одежды, чтобы найти товар, который наилучшим образом соответствует их требованиям. Пользователи Google Shopping в США могут получить доступ к виртуальной примерке¹, которая реалистично отображает, как тот или иной предмет одежды будет смотреться на подборке реальных человеческих моделей с возможностью изменения этнической принадлежности, типов волос и формам тела, что поможет пользователям увидеть, как предмет одежды будет смотреться на типе телосложения, похожем на их собственный. Для привлечения внимания пользователя маркет-плейсы стараются как можно подробнее и точнее представить изделие, в том числе демонстрируют покупателю внешний вид одежды на фигуре или аватаре. Для более точного попадания в ожидание покупателей активно применяют системы рекомендаций, основанные на использовании искусственного интеллекта [2]. Зачастую системы рекомендации одежды позволяют пользователю выбирать одежду не путем поиска по всему ассортименту магазина, а с помощью программных фильтров, позволяющих отразить пользователю подходящую одежду. В такие фильтры часто включают цвет, состав материала, размер, сезонное или половозрастное назначение, стилевые особенности [3]. Широко распространены системы показа одежды, похожей на ту, что потребитель приобрел ранее или на основе списка уже купленных товаров. Одной из самых удобных для потребителя является система подбора комплектов одежды, разработанная компанией ASOS [4]. Любой предмет одежды, показываемый покупателю, является не единичным изделием, а частью модного образа или нескольких образов, созданного профессиональными дизайнерами компании. В базе данных магазина каждый товар связан с остальными частями образа. С помощью нейронной сети на

¹ Benjamin Paul Chamberlain Fashion Outfit Generation for E-commerce. SIGIR 2019 eCom, July 2019, Paris, France.

странице товара, который просматривается пользователем (включая страницы уже купленных товаров), система подбирает изделия, входящие в комплект с исходным изделием, на основе сходства со связанными частями целостного образа. При этом можно подобрать комплект максимально из четырех видов изделий (верх, низ, обувь, сумка), подходящих друг к другу. Кроме того, система учитывает особенности телосложения покупателя, так как при регистрации пользователь указывает свой вес и рост.

Известны системы, которые определяют тип телосложения потребителя и представляют одежду на максимально близкой к этому типу фигуре или манекене. Такие системы работают на основе данных трехмерного сканирования [5] или краткого анкетирования, в котором покупателя просят по подробным изображениям определить наиболее похожую на него по пропорциям фигуру [6]; или просят сравнить свою фигуру с изображением геометрической фигуры: треугольником, прямоугольником, кругом и т. д.

Способы определения типов пропорций и телосложения описаны в ряде источников [7] еще в начале 20 века. Широко известен метод определения типа телосложения мужчин по классификации В.В. Бунака², в которой описаны типы конституции мужских фигур. Принципы определения типа телосложения или пропорций фигуры, заложенные в ту или иную систему классификации носят разный характер [8]: от количественных измерений отдельных участков фигуры до описательных и сравнительных с общеизвестными предметами или геометрическими фигурами.

Как показывают научные исследования [9] интеллектуализация выбора размеров и моделей одежды востребована потребителями, особенно мужчинами, которые часто сталкиваются с проблемой определения верного размера одежды, так как не знают свои параметры. Проблема подбора подходящей к типу телосложения одежды зачастую становится для мужчин неразрешимой задачей. Поэтому автоматизация определения пропорций мужской фигуры с последующей выдачей рекомендаций по выбору подходящей одежды является актуальной задачей.

Цель исследования: разработка способа автоматизированного определения типа телосложения потребителя для повышения эстетического, функционального и эргономического соответствия одежды фигуре потребителя.

Методы исследования

В рамках исследования, для получения исходной информации использованы методы прикладной антропологии для оценки типовых и индивидуальных фигур, методы обработки изображений и компьютерного зрения. В ходе исследования применялись методы систематизации и классификации, методы алгоритмизации и программирования. Для решения задач по анализу изображений, отобранных визуальной оценкой с расположением фигуры по центру и без перспективы, при помощи аугментации данных было получено 2 232 изображения фигур, использованы свободные программные библиотеки `pytorch`, языки программирования `googlecolab`, `pyton` и фреймворк `roboflow`.

Результаты и обсуждение

Для упрощения решаемой задачи по определению типа телосложения мужской фигуры используем классификацию, в которой происходит сравнение поперечного диаметра плеч и

² Дунаевская Т.Н., Коблякова Е.К., Ивлева Г.С., Ивлева Р.В. Основы прикладной антропологии и биомеханики: учебник / под ред. Е.Б. Кобляковой. М.: ИИЦ МГУДТ 2005. 280 с.

поперечного диаметра бедер между собой, а затем вычисление коэффициента отношения поперечного диаметра бедер к поперечному диаметру плеч; затем на основании величины полученного соотношения относят фигуру к определённому типу.

Поперечный диаметр плеч (расстояние между двумя акромиальными точками), поперечный диаметр бедер (расстояние между двумя гребешковыми точками). В классификации три типа телосложения для создания гармоничной посадки изделия на фигуре:

- равные длины диаметров плеч и бёдер (прямоугольник, рис. 1 б);
- диаметр плеч больше диаметра бёдер (перевёрнутый треугольник, рис. 1 а);
- диаметр плеч меньше диаметра бёдер (треугольник, рис. 1 в).

Чтобы определить тип телосложения необходимо получить коэффициент. Для этого необходимо произвести измерения (рис. 1) — диаметр плеч и диаметр бёдер. Величину коэффициента вычисляем по формуле:

$$K_{тф} = \frac{d_б}{d_п};$$

где $d_б$ — диаметр бёдер; $d_п$ — диаметр плеч.

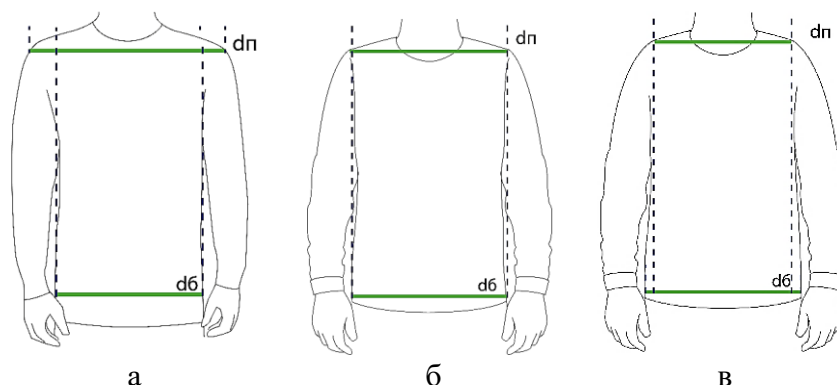
Таким образом получаем, если:

$K_{тф} = 1,0$ то, равные ширины плеч и бёдер;

$K_{тф} \geq 1,0$ то, ширина плеч больше ширины бёдер;

$K_{тф} \leq 1,00$ то, ширина плеч меньше ширины бёдер.

Нейронные сети уже зарекомендовали себя как эффективное средство распознавания образов. Для автоматизированного определения типа телосложения мужской фигуры по фотоизображению необходимо сформировать правильную базу данных типов телосложения, включающих диаметр плеч и диаметр бёдер, с помощью которой обучить нейронную сеть.



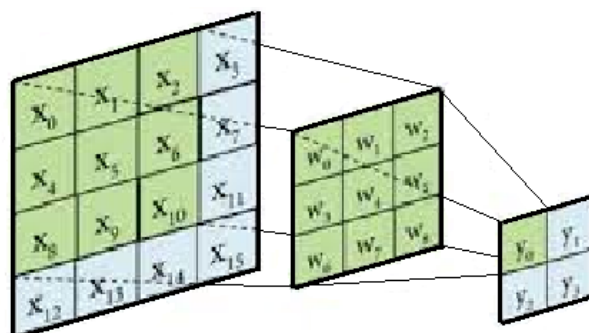
$d_п$ — диаметр плеч; $d_б$ — диаметр бёдер

Рисунок 1. Измерения диаметров: а — диаметр плеч больше диаметра бёдер; б — равные диаметры; в — диаметр плеч меньше диаметра бёдер (рисунок автора)

Основными критериями для подбора фотоизображения являются:

- вид изображения в полутоне;
- одинаковый размер изображений;
- чёткий контур телосложения;
- минимальное количество посторонних предметов на изображении.

Для проведения эксперимента были выбраны сверточные нейронные сети, состоящие из базовых блоков, которые могут быть комбинированы, чтобы создавать более сложные архитектуры. Основными блоками сверточных нейронных сетей являются сверточные слои, слои пулинга, активационные функции и полносвязные слои [10]. Слой свертки является главным слоем в сверточных нейронных сетях. Его основная задача заключается в выделении признаков на входном изображении и формировании карты признаков. Карта признаков представляет набор матриц, каждая из которых отвечает за определенный выделенный признак. Каждая матрица сворачивается с исходным изображением и выделяет из него характерные очертания. Для того, чтобы сформировать карту признаков из входного изображения, производится операция свертки входного тензора с каждым из фильтров. Свертка — это операция вычисления нового значения выбранного пикселя, учитывающая значения окружающих его пикселей. Алгоритм получения результата свертки можно описать так: фильтр накладывается на левую верхнюю часть изображения и производится покомпонентное умножение значений фильтра и значений изображения, после чего фильтр перемещается дальше по изображению до тех пор, пока аналогичным образом не будут обработаны все его участки (рис. 2).³



Изображение Ядро свертки Выход

Рисунок 2. Операция свертки [10]

Постановка эксперимента

В качестве набора данных взяты изображения мужчин, на них вручную были размечены линии — диаметр бедер и плеч. Эти длины измерялись и делились друг на друга. В результате получился набор данных из 124 изображений размером 256 на 320 и соответствующим им значениям отношений длин. Примеры набора данных отображены на рисунке 3.

Для эксперимента выбрана классическая сверточная нейросетевая модель, которая выделяет признаки из изображения, на выход ставится регрессионный слой, чтобы вместо привычной классификации, нейронная сеть выдавала два значения (если линии (диаметр плеч и диаметр бедер) строго горизонтальные) или 4 значения, если линии имеют наклон.

Поскольку глубокие нейронные сети обучаются на сотнях тысяч изображений, а иногда и на миллионах, к набору данных была применена аугментация. Аугментация данных — это увеличение выборки для обучения модели путем модификации существующих данных [11]. К изображениям были применены операции гауссовой фильтрации для размытия изображений [12], поворот и отражения относительно вертикальной оси (рис. 4).

³ Свёрточная нейронная сеть с нуля. Часть 0. Введение. URL: <https://programforyou.ru/poleznoe/convolutional-network-from-scratch-part-zero-introduction>.

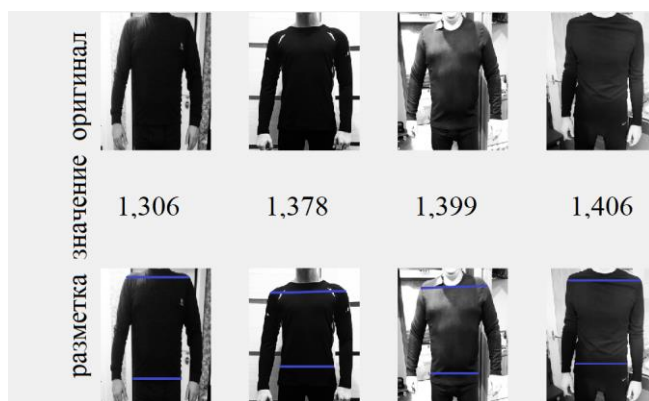


Рисунок 3. Набор данных для обучения и тестирования (фото автора)



Рисунок 4. Пример аугментации данных (фото автора)

Таким образом удалось увеличить данные до 2 232 изображений. Выборка была разделена на 1 920 обучающих изображений и 252 валидационных для проверки качества обучения.

В большинстве случаев сверточные нейронные сети решают задачу классификации. В этой задаче необходимо перестроить нейросетевую структуру под решение задачи регрессии. Задача регрессии — прогноз на основе выборки объектов с различными признаками [13]. На выходе должно получиться вещественное число, в этом случае отношение ширины плеч к ширине бедер.

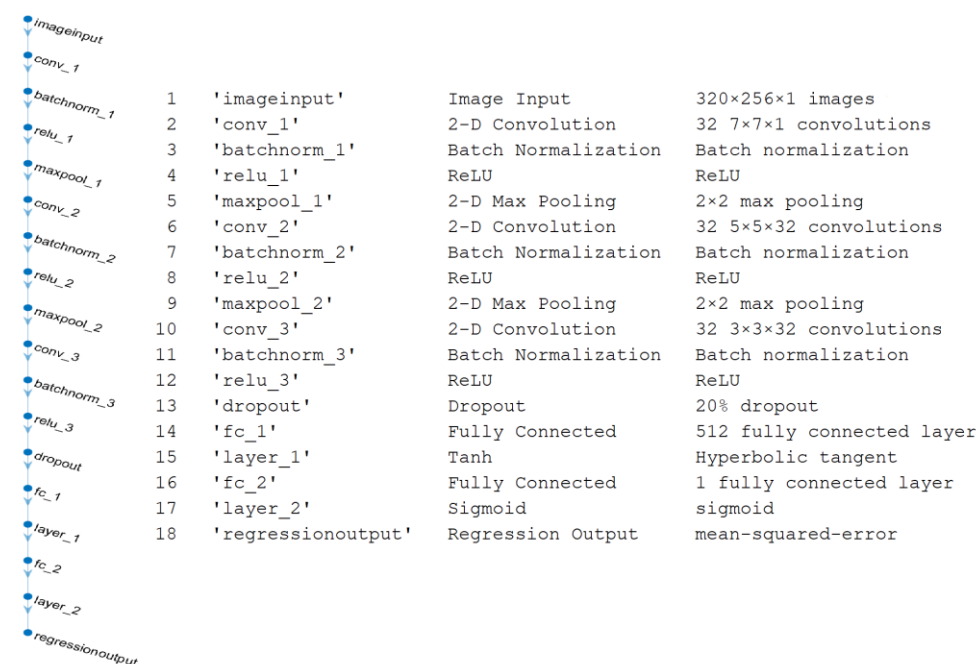


Рисунок 5. Структура нейронной сети (фото автора)

Для решения поставленной задачи разработана структура нейронной сети из 18 слоев, состоящая из сверточных, пулинговых и полносвязных слоев (рис. 5).

Процесс обучения нейронной сети представлен на рисунке 6.

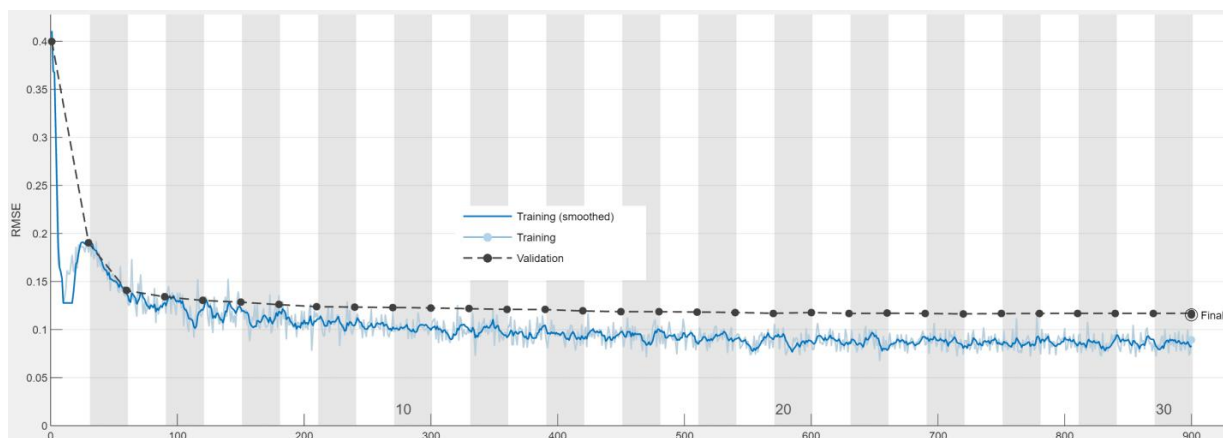


Рисунок 6. Обучение нейронной сети (фото автора)

По итогам обучения получено значение среднеквадратичной ошибки (RMSE), равное 0.115.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Пример тестирования обученной нейронной сети на валидационной выборке показан на рисунке 7.

Изображение	Реальное значение	Прогнозируемое значение
	1,216	1,167
	1,240	1,433
	1,304	1,451

Рисунок 7. Тестирование нейронной сети (фото автора)

Исходя из полученных данных можно утверждать, что у фигур $K_{тф} \geq 1,0$, то есть ширина плеч больше ширины бёдер. Результаты можно улучшить путём увеличения обучающей выборки, или непосредственного обучения нейронной сети находить линии плеч и бёдер самостоятельно.

Выводы

В результате проведённых научных исследований рассмотрен процесс определения силуэта мужской фигуры с помощью искусственного интеллекта, что в целом позволит повысить качество онлайн подбора предметов одежды. С помощью собранной входной информации фотоизображений мужских фигур проведено обучение глубокой нейронной сети для определения силуэта. Можно сказать, что полученные результаты дают возможность развивать и улучшать возможность автоматизированного определения типа телосложения мужской фигуры. Полученные результаты дают возможность разработки цифровых систем и приложений по определению пропорций фигуры человека с помощью искусственного интеллекта для разработки рекомендаций по выбору одежды в магазинах и онлайн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Benjamin Paul Chamberlain Fashion Outfit Generation for E-commerce. SIGIR 2019 eCom, July 2019, Paris, France, pp. 339–354.
2. Янь Лэй, Лонг Чен, Цзыю Гуань Система рекомендаций по ткани, основанная на подборе товаров. // 5-я Международная конференция по электротехнике, управлению и робототехнике (EECR 2019) 12–14 января 2019 г., Гуанчжоу, Китай. https://www.researchgate.net/publication/333506173_Cloth_Recommender_System_Based_on_Item_Matching.
3. Юэ, Х., Чжан, К., Фуджита, Х. и др. Распознавание стиля одежды с помощью графика проблем с дизайном. Приложение Intell том 51, С. 3548–3560. 16 ноября 2020 г.
4. Элейн Бетгани, Стивен Хардвик, Одиссей Зисимопулос, Бенджамин Пол Чемберлен. Создание модной одежды для электронной коммерции. // Конференция по машинному обучению и обнаружению знаний в базах данных. Прикладная наука о данных и демонстрационный трек. ECML PKDD 2020. Спрингер, Чам. <https://paperswithcode.com/paper/fashion-outfit-generation-for-e-commerce>.
5. И.А. Петросова, О.А. Шанцева, Е.Г. Андреева Оценка соответствия размера готовой одежды фигуре потребителя в трехмерной системе// Известия высших учебных заведений, Серия Технологии Текстильной Промышленности, 2017 г. № 5. С. 139–142.
6. И.А. Петросова, Е.Г. Андреева, М.А. Гусева Система подбора и продажи готовой одежды в виртуальной среде // Международная научно-техническая конференция EastConf, Владивосток, Россия, 2019. С. 1–5.
7. Бунак В.В. Методика антропометрических исследований. — М.: Госмедиздат, 1931. — 222 с.
8. Васильев С.В. Основы возрастной и конституциональной антропологии. М.: Изд-во РОУ, 1996. 217 с.
9. Ю.С. Дин, Ю.С. Сюй Интеллектуальный оптимальный выбор размеров одежды с использованием иммунного алгоритма и метода АНР. // Журнал текстильного института 99 (3). Июнь 2008. С. 281–286.
10. Ямасита, Р., Нисио, М., До, Р.К.Г. и др. Сверточные нейронные сети: обзор и применение в радиологии // Визуализация инсайтов 9, 611–629 (2018).

11. Шортен С., Хошгофтаар Т.М. Исследование по увеличению данных изображений для глубокого обучения // Журнал больших данных. 2019. Т. 6. № 1. С. 1–48.
12. Гедрайт Э.С., Хадад М. Исследование эффекта размытия по Гауссу при фильтрации и сегментации изображений // Труды ELMAR 2011. С. 393–396.
13. Цзян Х. и др. Обнаружение заметных объектов: дискриминационный подход к интеграции региональных признаков // Материалы конференции IEEE по компьютерному зрению и распознаванию образов. 2013. С. 2083–2090.

Zavadskaja Inga Dmitrievna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: ingeliya@mail.ru

Petrosova Irina Alexandrovna

Russian State University named A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia
E-mail: 76802@mail.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=606302

Parfentiev Kirill Viktorovich

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
E-mail: parfentiev@bmstu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1078795

Determining the proportions of a man's figure using artificial intelligence to develop recommendations for choosing clothes

Abstract. Creating a harmonious image is an important task in the selection of ready-to-wear items. Wardrobe recommendations are currently a process that requires experienced stylists and, therefore, cannot be scaled or simply personalized depending on the individual physique and color type of the consumer. The variety of shapes creates difficulties in choosing clothes of the right size, style, silhouette and color. Ready-to-wear recommendation systems using algorithms that evaluate the appearance of the consumer are widely known. Based on the assessment of appearance, such systems are able to offer clothes suitable for a person in terms of color type or archetype, as well as clothes that combine with each other in a number of ways: style, color, purpose, material used. Many systems are built on the use of consumers' emotional responses to purchases received from social networks or reviews. It was revealed that the consumer is interested in applications and software products that are able to evaluate the features of the appearance and offer ready-made clothes that harmoniously match the figure and color type. In the performed study, the process of determining the type of physique of a male figure using artificial intelligence is considered. The purpose of the study is to create a method for digitally determining the silhouette of a consumer to facilitate the selection of clothing items suitable for a consumer by body type. The application of the proposed method is possible both for online purchases of ready-made clothes, and in a real store before the actual fitting is performed. It has prospects for use in the diversified development of light industry. The object of the study is male figures in a static position. The article is part of the dissertation research.

Keywords: artificial intelligence; online clothing fitting; silhouette coefficient; neural networks; male figure; fit quality of clothes; online wardrobe