

*Журнал «Научное обозрение.
Технические науки»
зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-57440
ISSN 2500-0799*

**Двухлетний импакт-фактор РИНЦ – 0,270
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ – 0,242**

*Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции и издателя: 410056, Саратовская
область, г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56*

**Founder, publisher and edition:
LLC SPC Academy of Natural History,
Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47
Editorial and publisher address: 410056,
Saratov region, Saratov, V.I. Chapaev Street, 56**

*Подписано в печать 29.10.2021
Дата выхода номера 30.11.2021
Формат 60×90 1/8*

*Типография
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
410035, Саратовская область,
г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 29.10.2021
Release date 30.11.2021
Format 60×90 8.1**

**Typography
LLC SPC «Academy Of Natural History»
410035, Russia, Saratov region,
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Байгузова Л.М.
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2021/5
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

**С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания**

**From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

**Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov**

Редакционная коллегия (Editorial Board)
А.Н. Курзанов (A.N. Kurzanov)
Н.Ю. Стукова (N.Yu. Stukova)
М.Н. Бизенкова (M.N. Bizenkova)
Н.Е. Старчикова (N.E. Starchikova)
Т.В. Шнуровозова (T.V. Shnurovozova)

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • TECHNICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2021 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
статьи проблемного
и научно-практического характера***

***The issue contains scientific reviews,
problem and practical scientific articles***

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.09.00, 05.11.00, 05.12.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ <i>Амеличев Г.Э., Панина В.С., Белов Ю.С.</i>	5
МЕТРИКИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАНЖИРОВАННОГО СПИСКА НОВОСТЕЙ ДЛЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ <i>Колебцев В.И., Белов Ю.С.</i>	10
РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ СРЕДСТВ ЯЗЫКА PYTHON И БИБЛИОТЕКИ OPENCV <i>Бурмистров А.В., Ильичев В.Ю.</i>	15
АЛГОРИТМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕКСТА В РЕЧЬ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ СИНТЕЗА <i>Хлопенкова А.Ю., Гришунов С.С., Белов Ю.С.</i>	20
ОЦЕНКА ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ МОРСКОГО ТОРГОВОГО СУДОХОДСТВА <i>Кирносов Д.А.</i>	24

CONTENTS

Technical sciences (05.09.00, 05.11.00, 05.12.00, 05.13.00)

ARTICLES

USING BIOMETRIC DATA IN FACIAL RECOGNITION SYSTEMS

Amelichev G.E., Panina V.S., Belov Yu.S. 5

METRICS REQUIRED TO COMPILE A RANKED LIST OF NEWS FOR A RECOMMENDATION SYSTEM

Kolebtsev V.I., Belov Yu.S. 10

OBJECT RECOGNITION IN IMAGES USING BASIC PYTHON LANGUAGE TOOLS AND OPENCV LIBRARY

Burmistrov A.V., Ilichev V.Y. 15

ALGORITHMS FOR CONVERSION TEXT TO SPEECH BASED ON DIFFERENT FORMS OF SYNTHESIS

Khlopenkova A.Yu., Grishunov S.S., Belov Yu.S. 20

STAGES OF DEVELOPMENT OF COMMERCIAL RELATIONS IN SEA COMMERCIAL NAVIGATION

Kirnosov D.A. 24

СТАТЬИ

УДК 004.89

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Амеличев Г.Э., Панина В.С., Белов Ю.С.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Калужский филиал,
Калуга, e-mail: amelichev.g2020@mail.ru*

Поскольку биологические данные являются огромным источником информации, из которого необходимо извлекать полезные знания, распознавание образов становится все более важным. Биометрические данные – это измерения и расчеты, связанные с характеристиками человека. Эти данные состоят из так называемых биометрических идентификаторов – отдельных измеримых характеристик, используемых для идентификации и описания людей. В настоящее время использование биометрических данных зачастую связано с идентификацией личности и контролем доступа. Практически каждая современная модель смартфонов снабжена системой распознавания лиц или сканером отпечатков пальцев для аутентификации пользователя. Однако биометрическая идентификация заставила многих с осторожностью относиться к ее использованию в качестве автономной аутентификации. При этом нельзя отрицать, что биометрические технологии предлагают привлекательные решения для обеспечения безопасности. И, несмотря на риски, данные системы удобны и их сложно дублировать. Кроме того, эти системы продолжают постоянно развиваться и совершенствоваться. Данная статья посвящена вопросу использования биометрических данных в современном мире. Рассмотрены наиболее популярные типы биометрии. Выявлены основные этапы для разработки систем распознавания лиц. Обозначены различные методы, включая локальный, целостный и гибридный подходы, которые обеспечивают распознавание изображения лица, используя физические или поведенческие черты (одну и более).

Ключевые слова: биометрические данные, детектор, детектор Виолы – Джонса, распознавание образов, этапы распознавания лиц, классификация методов распознавания лиц

USING BIOMETRIC DATA IN FACIAL RECOGNITION SYSTEMS

Amelichev G.E., Panina V.S., Belov Yu.S.

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: amelichev.g2020@mail.ru

Since biological data is a huge source of information from which useful knowledge must be extracted, pattern recognition becomes more and more important. Biometric data are measurements and calculations related to a person's characteristics. This data consists of so-called biometric identifiers – individual measurable characteristics used to identify and describe people. Today, the use of biometric data is often associated with personal identification and access control. Almost every modern smartphone model is equipped with a face recognition system or a fingerprint scanner for user authentication. However, biometric identification has led many to be wary of using it as an offline authentication. That being said, it cannot be denied that biometric technologies offer attractive security solutions. And, despite the risks, these systems are convenient and difficult to duplicate. In addition, these systems continue to evolve and improve continuously. This article focuses on the use of biometric data in the modern world. The most popular types of biometrics are considered. The main stages for the development of face recognition systems are identified. Various techniques are outlined, including local, holistic, and hybrid approaches that provide facial recognition using one or more physical or behavioral traits.

Keywords: biometric data, detector, Viola-Jones detector, pattern recognition, stages of face recognition, classification of face recognition methods

Все физические и биологические особенности человека позволяют идентифицировать личность. Наиболее популярными способами цифровой идентификации личности являются распознавание отпечатков пальцев, структуры радужной оболочки глаза, сетчатки глаза, аутентификация на основе динамики рукописной подписи и голоса. Основной сферой внедрения биометрических данных являются места, где необходимо обеспечить безопасность доступа к информации или материальным объектам. Биометрия предоставляет уникальный доступ к данным, который нельзя потерять и практически невозможно подделать [1].

Биометрия, как правило, более удобна, чем другие методы аутентификации личности. Выходя из номера отеля, вы можете забыть свой ключ, но все равно сможете использовать биометрические устройства для аутентификации личности. Достаточно просто приложить палец к сканеру или посмотреть в камеру [2].

Популярность биометрических данных растет с каждым годом. Они стали одним из главных символов нашего времени, и их распространение вошло не только в систему защиты данных, но и на путь развлечений. Биометрия все еще находится на ранних стадиях развития, но конкретные приложения уже существуют.

Исторически приложения, использующие биометрию, используются властями для контроля доступа военных, идентификации преступников или гражданских лиц в рамках жестко регулируемой правовой и технической базы.

Сегодня секторы, включая банковское дело, розничную торговлю и мобильную коммерцию, демонстрируют реальный интерес к преимуществам биометрии.

За последние семь лет осведомленность и признание биометрии повысилось, поскольку миллионы пользователей смартфонов разблокируют свои телефоны с помощью лица или отпечатка пальца.

Цель исследования: рассмотреть современные типы биометрии. Выявить основные этапы для разработки систем распознавания лиц. Привести описание различных методов, включая локальный, целостный и гибридный подходы, которые обеспечивают распознавание изображения лица, используя физические или поведенческие черты (одну и более).

Типы биометрии. Поскольку основной задачей биометрии является идентификация личности, выделяют следующие типы характеристик: физиологические (статистические) и поведенческие (динамические). Физиологические характеристики основываются на строении человеческого тела, которые являются неизменными. К ним можно отнести отпечаток пальцев. Поведенческие характеристики завязываются на поведении человека, к ним можно отнести, скорость написания текста. Некоторые исследователи ввели термин «бихевиометрия» для описания последнего класса биометрии.

Наиболее распространенными типами биометрии являются:

1. Идентификация по отпечатку пальца. В последние годы сканеры отпечатков пальцев стали повсеместными благодаря их широкому распространению на смартфонах. Любое устройство, к которому можно прикоснуться, например экран телефона или сенсорная панель, может стать простым и удобным сканером отпечатков пальцев. Согласно Spiceworks, сканирование отпечатков пальцев является наиболее распространенным типом биометрической аутентификации [3].

2. Распознавание на основе фото и видео. Если устройство оснащено камерой, его можно легко использовать для аутентификации. Распознавание лиц и идентификация по радужной оболочке глаза являются двумя общими подходами [4].

3. Идентификация по лицу. Распознавание лиц является третьим наиболее распространенным типом аутентификации.

Другие методы аутентификации на основе изображений включают распознавание геометрии рук, считывание радужной оболочки или сетчатки глаза.

4. Идентификация с помощью человеческого голоса. С другой стороны, идентификация – это задача определения личности неизвестного говорящего. В некотором смысле верификация представляет собой поиск совпадений 1:1, где голос одного говорящего сопоставляется с определенным шаблоном, тогда как идентификация говорящего – это совпадение 1:N, где голос сравнивается с несколькими шаблонами. Цифровые помощники на основе голоса и порталы телефонного сервиса уже используют распознавание речи для идентификации пользователей и аутентификации клиентов.

5. Идентификация по рукописному почерку. Аутентификация с помощью подписи часто используется в тех сферах деятельности, где речь заходит об оформлении документов. Проверка подлинности подписи не подойдет, если стоит задача получения доступа к помещению, так как это будет очень долгий процесс. А подпись документа будет быстрой и нетрудной.

6. Идентификация по ДНК. Сегодня ДНК-тесты используются главным образом в правоохранительных органах для выявления подозреваемых. На практике секвенирование ДНК было очень долгим процессом, но сейчас технологии меняются. Существует возможность провести ДНК-тест за считанные минуты.

Основные этапы систем распознавания лиц. Создание системы распознавания лиц включает три основных этапа: получение изображения лица, извлечение основных признаков и распознавание личности [5]. На первом этапе системе необходимо получить изображение, в которое попало человеческое лицо. На этапе извлечения признаков происходит создание вектора признаков для конкретного человеческого лица, обнаруженного на предыдущем этапе. В завершение необходимо сравнить полученный вектор признаков с другими лицами, имеющимися в базе данных. В случае успешного нахождения пользователя можно сказать, что идентификация прошла успешно.

– Получение изображения лица. Система распознавания лиц начинается с локализации человеческих лиц на имеющемся изображении. Основная задача – определить, присутствует на данном изображении человеческое лицо или нет. Внешние факторы могут отразиться на корректности распознавания. К внешним факторам можно отнести освещенность помещения, в котором

делалось изображение. Предварительная обработка поможет сделать процесс распознавания человека более легким. Существует множество методов для обнаружения и определения местоположения человеческого лица на изображении, например детектор Виолы – Джонса, представленный на рис. 1, гистограмма ориентированного градиента (HOG) и анализ главных компонентов (PCA) [6–8].

– Извлечение признаков: после этапа получения изображения человеческого лица необходимо извлечь особенности черт его лица. Данная функция представляет все признаки в виде набора векторных признаков. Под векторными признаками принято понимать такие элементы лица, как глаза, нос, рот и их геометрическое распределение [9]. Человеческое лицо представляет собой сложную структуру. У каждого человека свои размеры головы, разрез глаз, форма носа – этот набор признаков помогает идентифицировать человека. В основном методы основываются на выделении рта, глаз или носа для проверки личности по размеру и расстоянию. Для извлечения черт лица широко используются следующие методы:

HOG, масштабно-инвариантное преобразование признаков (SIFT), вейвлеты Хаара, фильтр Габора, преобразования Фурье и методы локальной двоичной структуры (LBP) Eigenface, линейный дискриминантный анализ (LDA), локальное квантование фазы (LPQ), независимый компонентный анализ (ICA) [10].

– Распознавание лиц: все признаки, извлеченные на прошлом этапе, сравниваются с заполненной ранее базой данных. Набор признаков сравнивается с признаками из базы данных и на основе имеющихся данных выдает результат распознавания. Существует два основных способа распознавания лиц: один называется идентификацией, а другой – верификацией. На этапе идентификации лицо человека сравнивается с известным лицом в базе данных, чтобы принять решение, совпадает ли лицо с имеющимся в базе данных. Корреляционные фильтры (CF) [10], сверточная нейронная сеть (CNN), а также k-ближайший сосед (K-NN), как известно, эффективно решают эту задачу.

На рис. 2 представлена схема этапов распознавания лица.

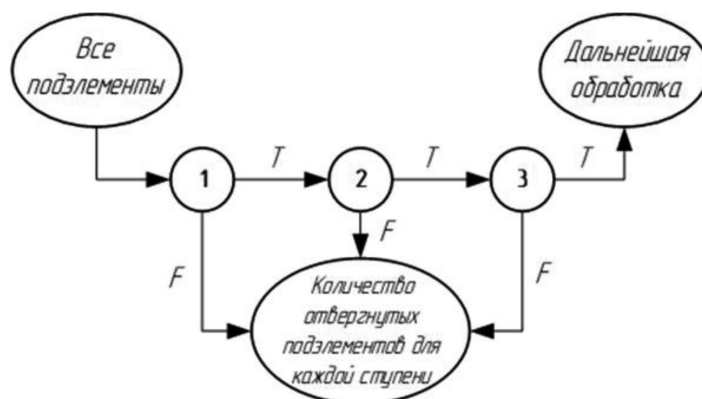


Рис. 1. Детектор Виолы – Джонса

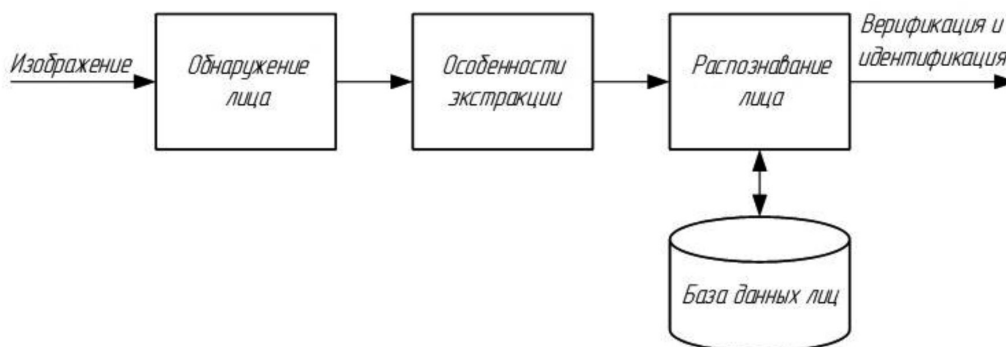


Рис. 2. Этап распознавания лиц

Классификация систем распознавания лиц. Системы распознавания лиц являются не самыми эффективными и надежными методами по сравнению с другими биометрическими системами, такими как распознавание сетчатки, радужной оболочки или отпечатков пальцев. Кроме того, несмотря на все вышеперечисленные преимущества, эта биометрическая система имеет множество ограничений. Распознавание лиц в контролируемых условиях является очень всеобъемлющим.

Основная проблема компьютерного зрения – большая контрастность зрительных образов. На изображение могут повлиять внешние факторы. К таким факторам можно отнести освещение помещения, цвет изображения, угол обзора [11]. Количество факторов, которые могут повлиять, сложно предугадать. К примеру, это могут быть цвет и яркость отдельных пикселей изображения.

Обычно к этим факторам относят:

- 1) количество и расположение источников света;
- 2) цвет и интенсивность излучения;
- 3) тени или отражения окружающих предметов.

Большие объемы данных могут затруднить поиск объектов. Поскольку изображения могут содержать тысячи пикселей, каждый пиксель имеет смысл. Чтобы в полной мере воспользоваться информацией, содержащейся в изображении, необходимо проанализировать каждый пиксель объек-

та или фона и рассмотреть возможную изменчивость объекта. Из-за большой памяти и производительности компьютера этот анализ может быть дорогостоящим.

Для решения этой задачи необходимо правильно подобрать описание объекта и систему распознавания обнаружения. Описание объекта должно быть достаточно репрезентативным, чтобы отличить его от остальной окружающей сцены.

При построении системы обнаружения и распознавания необходимо учитывать:

- 1) выбор между 2D и 3D представлением сцены: алгоритмы, использующие двумерные представления, проще, но требуют большого количества различных описаний, которые соответствуют представлению объекта в различных условиях наблюдения;
- 2) выбор между описанием объекта в целом или как системы, состоящей из набора взаимосвязанных элементов;
- 3) выбор между системой признаков на основе геометрических характеристик или характеристик, описывающих особенности объекта.

Были реализованы несколько систем для идентификации человеческого лица в 2D или 3D изображениях [12]. Эти системы на основе метода их обнаружения и распознавания, как показано на рис. 3, можно классифицировать на три подхода:

- 1) локальный подход;
- 2) целостный подход;
- 3) гибридный подход.

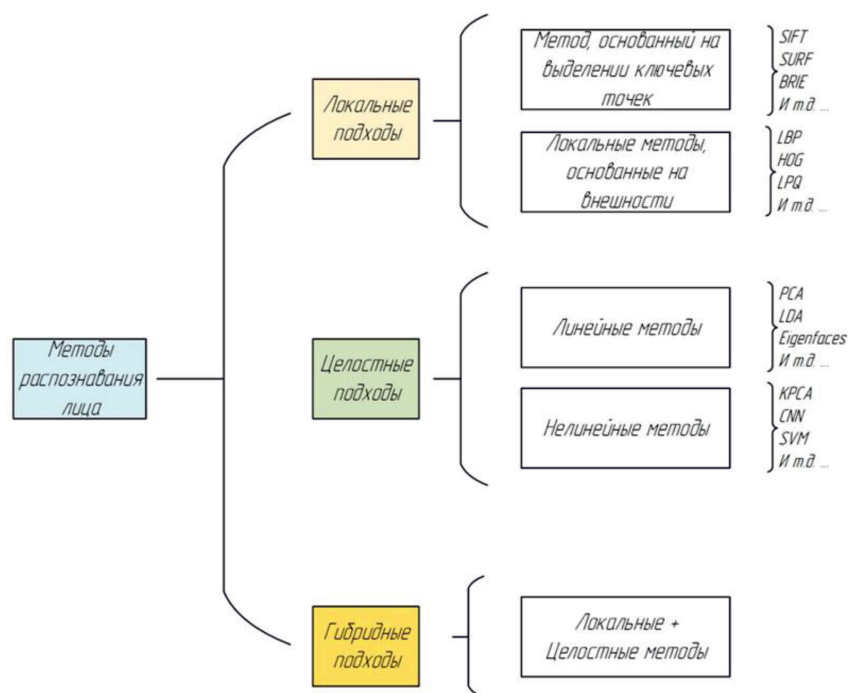


Рис. 3. Классификация методов распознавания лица

Первый подход основан на рассмотрении отдельных черт лица, не рассматривает полностью лицо. Второй подход использует полностью грань, как входной параметр, а после проецирует в небольшое подпространство или в корреляционную плоскость. Третий подход использует локальные и глобальные особенности для повышения точности распознавания лиц.

Основным отличием при использовании гибридных подходов можно назвать избавление или сведение к минимуму недостатков каждого метода распознавания по отдельности.

Заключение

Таким образом, система биометрической верификации – это новая тенденция, меняющая наш образ жизни. Она внедрена почти во все отрасли и секторы для обеспечения конфиденциальности и безопасности как отдельных лиц, так и организаций. В ближайшем будущем мы увидим более широкое внедрение технологии распознавания лиц для доступа к личным устройствам для реорганизации и аутентификации. Это, несомненно, внесет изменения в наши судебные и правоохранительные органы, предоставив им возможность обеспечить безопасность данных с помощью систем биометрической проверки и обеспечить безопасность записей преступников и материалов дела. Благодаря этой технологии мы сможем обмениваться файлами и данными из одной системы в другую и передавать их без какой-либо угрозы кражи. Она обеспечит безопасность с комфортом и простым в использовании решением, которое, несомненно, сделает нашу жизнь простой, легкой и безопасной.

Список литературы

1. Biometrics Institute. «Biometrics Institute Privacy Code». [Electronic resource]. URL: <http://www.biometricsinstitute.org/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=8> (date of access: 11.09.2021).
2. Mordini E., Massari S. Body, Biometrics and Identity. *Bioethics*. 2008. Vol. 22. Issue 9. P. 488–498.
3. Duarte T. Biometric access control systems: A review on tecnologies to improve their efficiency. *power Electronics and Motion Control Conference (PEMC)*. 2016. P. 2–5.
4. Funk W., Arnold M., Busch C., Munde A. Evaluation of image compression algorithms for fingerprint and face recognition systems. In: *Systems, Man and Cybernetics (SMC) Information Assurance Workshop. Proceedings from the Sixth Annual IEEE. West Point, NY, USA: IEEE Computer Society, 2005. P. 72–78.*
5. Napoléon T., Alfalou A. Pose invariant face recognition: 3D model from single photo. *Opt. Lasers Eng.* 2017. No. 89. P. 150–161.
6. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In *Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Kauai, HI, USA, P. 3–6, 8–14 December 2001.*
7. Ouerhani Y., Alfalou A., Brosseau C. Optics and Photonics for Information Processing XI. Volume 10395. SPIE; Bellingham, WA, USA: 2017. Road mark recognition using HOG-SVM and correlation; P. 2–5. International Society for Optics and Photonics.
8. Shah J.H., Sharif M., Raza M., Azeem A. A Survey: Linear and Nonlinear PCA Based Face Recognition Techniques. *Int. Arab J. Inf. Technol.* 2013. No. 10. P. 536–545.
9. Smach F., Miteran J. Atri M., Dubois J., Abid M., Gauthier J.P. An FPGA-based accelerator for Fourier Descriptors computing for color object recognition using SVM. *J. Real-Time Image Process.* 2007. No. 2. 249–258.
10. Berg T. and Belhumeur P. POOF: Part-based one-vs-one features for fine-grained categorization, face verification, and attribute estimation. In *Proc. CVPR*. 2013. P. 4–7.
11. Редько А.В., Молчанов А.Н., Белов Ю.С. Использование алгоритмов определения ключевых точек изображения в задаче реконструкции трехмерных сцен // *Электронный журнал: наука, техника и образование*. 2016. № 1 (5). С. 94–101.
12. Кузнецов Г.С., Белов Ю.С. Обзор метода 3D распознавания лиц без преобразования лицевой поверхности // *Электронный журнал: наука, техника и образование*. 2016. № 2 (6). С. 104–110.

УДК 004.942

МЕТРИКИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ РАНЖИРОВАННОГО СПИСКА НОВОСТЕЙ ДЛЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Колебцев В.И., Белов Ю.С.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, филиал,
Калуга, e-mail: fn1-kf@mail.ru*

Проблема фильтрации и рекомендации новостей исследуется уже долгие годы. Технически в эти годы было выдвинуто множество подходов, от подходов коллаборативной фильтрации до методов, основанных на содержании, или гибридных систем. Главная цель персонализированной рекомендации новостей – помочь читателям найти интересные истории, максимально соответствующие их читательским интересам. Однако новостная область обладает рядом характеристик, которые делают задачу рекомендации особенно трудной: ускоренное снижение релевантности статьи (релевантность статьи может очень быстро уменьшиться после публикации или при появлении новой информации по текущей тематике), быстро растущее количество статей (ежедневно на новостных порталах добавляются сотни новых новостных статей. Это усиливает проблему холодного запуска. Тем не менее свежие элементы должны рассматриваться для рекомендации, даже если для них записано не слишком много взаимодействий), смещение предпочтений пользователей (предпочтения отдельных пользователей часто не так стабильны, как в других областях, например, развлечения). В данной статье описаны основные факторы, формирующие контекст статьи. Учитывая эти факторы, можно максимально оптимизировать вычисление актуальности статьи. Также в статье представлен возможный способ балансировки точности рекомендации с учетом новизны статьи.

Ключевые слова: рекомендация новостей, метрики новостей, точность рекомендации, актуальность элемента рекомендации

METRICS REQUIRED TO COMPILE A RANKED LIST OF NEWS FOR A RECOMMENDATION SYSTEM

Kolebtsev V.I., Belov Yu.S.

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: fn1-kf@mail.ru

The problem of filtering and recommending news has been studied for many years. Technically, many approaches have been put forward in these years, from collaborative filtering approaches to content-based methods or hybrid systems. The main goal of a personalized news recommendation is to help readers find interesting stories that best match their reader interests. However, the news area has several characteristics that make the task of recommendation particularly difficult: an accelerated decline in the relevance of the article (the relevance of the article can decrease very quickly after publication or when new information on the current topic appears), a rapidly growing number of articles (hundreds of new news articles are added daily on news portals. This reinforces the cold start problem. However, fresh items should be considered for recommendation, even if not too many interactions are recorded for them), user preference bias (individual user preferences are often not as stable as in other areas, such as entertainment). This article describes the main factors that form the context of the article. Given these factors, it is possible to optimize the calculation of the relevance of the article as much as possible. The article also presents a possible way to balance the accuracy of the recommendation with the novelty of the article.

Keywords: news recommendation, news metrics, recommendation accuracy, recommendation element relevance

Благодаря технологии персонализированных рекомендаций, особенно популярных сегодня в области электронной коммерции, они также постепенно распространились на другие приложения, в том числе и персонализированные рекомендации новостей, которые обсуждаются в данной работе. Однако, поскольку новости имеют свои уникальные характеристики, ключевые технологии персонализированной рекомендации новостей немного отличаются от таковых в традиционной сфере электронной коммерции [1]. Ниже приведено сравнение и анализ ключевых технологий в персонализированной рекомендации новостей с разных точек зрения характеристик новостей.

Цель исследования: изучить факторы, влияющие на актуальность статьи, и при-

вести структуру зависимости этих параметров друг от друга. На основе полученной модели описать исчерпывающую информацию об основных факторах, от которых зависит актуальность новостной статьи, и предложить способ балансировки точности рекомендации статьи с учетом параметра новизны.

Основные факторы, влияющие на актуальность статьи. Новости используются для быстрого и своевременного сообщения людям последних, своевременных и, главное, «ценных» фактов с помощью кратких текстов. «Недавний» фактор относится к контекстуальной информации новостей в смысле времени (т.е. когда новость произошла), а «ближайший» фактор относится к контекстуальной информации новостей в смысле местоположения (т.е. где новость

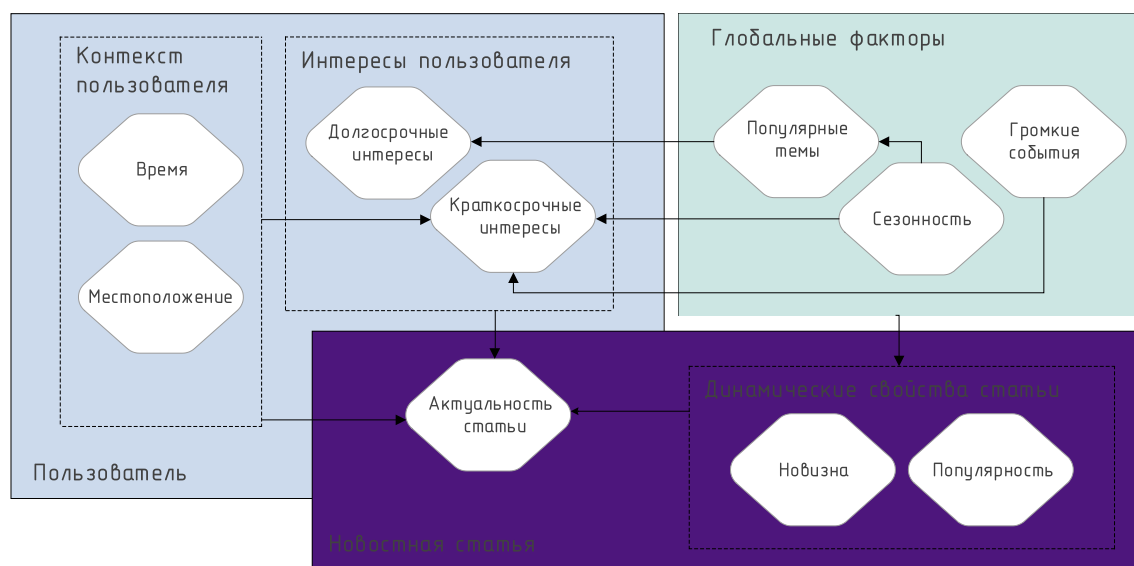
произошла) [2]. Эти два фактора являются основной контекстуальной информацией, рассматриваемой в персонализированной новостной рекомендации. Кроме того, существует множество других контекстуальных факторов, таких как погода, сезон, будний день или выходные, плотность толпы и наличие сверстников среди окружения. В этой работе обсуждается только влияние контекстной информации о времени и местоположении на персонализированные рекомендации новостей. С популяризацией портативных мобильных устройств, таких как мобильный телефон, iPad и ноутбук, читатели новостей постепенно переходят с веб-приложений на мобильные. Благодаря портативности и гибкости мобильных устройств пользователи могут читать новости в любом месте и в любое время. Поэтому существует острая необходимость в изучении технологии персонализированных рекомендаций новостей, которая интегрирует контекстуальную информацию о времени и местоположении.

Учитывая все вышеописанное, на рисунке показана концептуальная модель факторов релевантности новостей. В этой модели на релевантность новостной статьи для отдельного пользователя может влиять ряд факторов, в том числе факторы, связанные со статьей, связанные с пользователем и так называемые глобальные факторы. Ниже подробно рассмотрены основные факторы.

Цель персонализированной рекомендации новостей, зависящей от времени и ме-

стоположения, состоит в том, чтобы точно предсказать интересы пользователей к чтению в определенный момент времени (или период) и в определенном месте [3]. Если взять в качестве примера задачу рекомендации $Top - N$, то цель состоит в том, чтобы в итоге сформировать список новостей длиной N для пользователей, с учетом того, что список должен содержать только новости, интересные пользователю в определенный момент или в определенном месте. Детальный анализ технологии рекомендаций новостей с учетом фактора времени и фактора местоположения выглядит следующим образом.

Фактор времени. Влияние временной контекстуальной информации на персонализированную систему рекомендаций новостей и интересы пользователей является обширным и глубоким и в основном отражается в трех аспектах. Во-первых, интересы пользователей постоянно меняются. В зависимости от конкретного пользователя его интересы могут меняться постепенно или резко с течением времени. Для того чтобы точно извлечь текущие процентные предпочтения пользователей с постепенными изменениями интереса, их недавнее поведение должно быть также рассмотрено, поскольку недавнее поведение может наилучшим образом отражать текущие процентные предпочтения [4]. Во-вторых, новости имеют свой жизненный цикл. Жизненный цикл новостей короткий. Сегодняшние «горячие» новости могут потерять свою актуальность завтра.



Концептуальная модель факторов релевантности новостной статьи

Поэтому при рассмотрении вопроса о рекомендации новостей пользователям в данный момент необходимо различать, являются ли новости устаревшими или нет. В-третьих, новости имеют эффект сезонности. Например, различные громкие события, повторяющиеся с какой-то периодичностью, будут влиять на интересы пользователей, что является эффектом, вызванным изменением сезона. В общем случае при разработке алгоритмов рекомендаций необходимо учитывать данный фактор.

В связи с тем, что интересы пользователей меняются с течением времени, будет целесообразно делить интересы пользователей на два типа – долгосрочные предпочтения и краткосрочные предпочтения. Долгосрочные предпочтения пользователя относятся к общим предпочтениям, которые пользователь сформировал от начала использования системы до текущего времени. Краткосрочные предпочтения в основном основаны на недавнем поведении пользователя при чтении. Затем различные группы новостей, предпочитаемые разными пользователями, могут быть разделены, учитывая долгосрочные предпочтения пользователей, а затем с помощью краткосрочных предпочтений этот метод позволяет выбрать именно те новости, которые, скорее всего, будут актуальны для пользователя в данный момент времени. Этот метод полностью сочетает долгосрочные интересы пользователя с краткосрочными интересами, полностью учитывая характеристику интересов пользователей, изменяющихся постепенно с течением времени. Еще один важный фактор – продолжительность времени чтения. То есть это время, которое пользователи тратят на чтение новостей. Используя его, система может различать пользователей, которые внимательно читают новости, и пользователей, которые читают новости поверхностно. Корректировка традиционной формулы оценки пользователей с помощью данного фактора может в определенной степени повысить точность рекомендаций. Однако этот метод не учитывает внешние факторы, влияющие на чтение. Например, продолжительность чтения может увеличиться, если пользователь прервался и продолжил чтение через определенный промежуток времени.

В персонализированной рекомендации новостей временной контекст играет очень важную роль в методе рекомендации пользовательской коллаборативной фильтрации [5], особенно для измерения сходства. После нахождения похожей группы пользователей для пользователя u , краткосрочные предпочтения пользователей в этой группе, по-видимому, ближе к текущим новостным

темам пользователя u , чем новостные темы, интересующие их некоторое время назад. Иными словами, на последние прочитанные новости пользователей, имеющих схожие интересы с целевым пользователем u , должно быть обращено больше внимания при рекомендации новостей целевому пользователю. Это особенно важно в области новостных рекомендаций с очень короткими жизненными циклами. Учитывая все вышеописанное, ниже приведена формула расчета сходства пользователей (модернизированная формула в алгоритме user-based коллаборативной фильтрации) (1).

В уравнении (1) к числителю формулы добавляется коэффициент затухания времени λ для новостей, которыми поделились пользователь u и пользователь v . $N(u)$ и $N(v)$ означает коллекцию новостей, которую читают пользователь u или v соответственно. t_{ui} представляет собой временную точку отсчета i для пользователя u . Чем дальше временные точки i для u и v при чтении новостей, тем меньше их сходство. В результате найденные похожие друг на друга группы уникальных пользователей будут более точными.

$$sim_{uv} = \frac{\sum_{i \in N(u) \cap N(v)} \frac{1}{1 + \lambda |t_{ui} - t_{vi}|}}{\sqrt{|N(u)| |N(v)|}}. \quad (1)$$

Фактор местоположения. Персонализированная новостная рекомендация, рассматривающая информацию о местоположении, в основном рассматривает траекторию движения пользователя, а также построение и распознавание сети часто посещаемых мест. В частности, точки местоположения пользователя, изменяющиеся с течением времени, соединяются последовательно для формирования траектории движения. Это повторяется для каждого пользователя, зарегистрированного в системе. После этого анализируются различные маршруты относительно позиции всех пользователей на основе сети траекторий, чтобы сформулировать новый метод расчета ближайшего пользователя [6]. Даже при рассмотрении информации о перемещении только одного пользователя, будущие предпочтения в тематике новостей можно предсказать в соответствии с собственными траекториями перемещения конкретного пользователя. Затем пользователю будут предложены новости, которые, скорее всего, будут ему интересны в диапазоне прогнозируемой позиции, чтобы реализовать основанную на местоположении персонализированную рекомендацию новостей.

Фактор оценки новизны новостной статьи. Новизна рекомендуемого элемента может быть определена по-разному, например как неочевидность предложений элемента, или с точки зрения того, насколько отличается элемент по отношению к тому, что уже было предложено и оценено пользователем или группой пользователей. Однако рекомендация исключительно новых или непопулярных товаров может иметь ограниченную ценность, если они не соответствуют интересам пользователей [7]. Поэтому цель рекомендательной системы часто состоит в том, чтобы сбалансировать эти конкурирующие факторы, то есть сделать несколько более новые и, следовательно, рискованные рекомендации, в то же время обеспечивая высокую точность.

В литературе был предложен ряд способов количественной оценки степени новизны, в том числе альтернативные способы учета информации о популярности или расстоянии элемента-кандидата до профиля пользователя. Например, можно измерять новизну как противоположность популярности статьи, исходя из предположения, что менее популярные статьи с большей вероятностью будут неизвестны пользователям и их рекомендации приведут к более высоким уровням новизны.

Что касается рассмотрения компромиссных ситуаций, то возможны различные технические подходы. Можно, например, попытаться повторно ранжировать оптимизированный по точности список рекомендаций либо для достижения глобально определенных уровней качества, либо для получения списков рекомендаций, соответствующих предпочтениям отдельных пользователей. Другой подход заключается в варьировании весов различных факторов, чтобы найти конфигурацию, которая приводит как к высокой точности, так и к хорошей новизне.

Наконец, можно попытаться включить рассмотрение компромиссов в фазу обучения, например, используя соответствующий термин регуляризации. Существует метод под названием Novelty-aware Matrix Factorization (NMF), который пытается одновременно рекомендовать точные и новые элементы. Предлагаемый ими подход

к регуляризации носит точечный характер, что означает, что новизна каждого элемента-кандидата рассматривается индивидуально.

Балансировка точности рекомендации с учетом новизны. Конечной задачей системы рекомендации новостей является составление ранжированного списка элементов (Top-N рекомендация), которые, по предсказанию системы, пользователь будет читать следующими [8]. В связи с этим определим функцию потерь на основе ранжирования для поставленной задачи.

Введем термин регуляризации новизны в функцию потерь с целью включения аспекта новизны статьи непосредственно в процесс обучения модели. Этот параметр регуляризации может быть настроен для достижения баланса между точностью рекомендации и новизной предлагаемой статьи в соответствии с желаемым эффектом для конкретного приложения.

В данной статье предлагаемый подход определения новизны основан на методе непопулярности элемента. То есть, как писалось выше, можно измерять новизну как противоположность популярности статьи, исходя из предположения, что менее популярные статьи с большей вероятностью будут неизвестны пользователям и их рекомендации приведут к более высоким уровням новизны [9].

Таким образом, предлагаемый фактор новизны направлен на смещение рекомендации нейронной сети в сторону новых элементов в системе. В таком случае это не повлияет негативным образом на элементы из положительной выборки (те, на которые пользователи кликнули), а только на элементы из отрицательной (которые еще не были просмотрены). Новизна отрицательных элементов оценивается по их вероятности быть следующей предложенной статьей в последовательности (апостериорная вероятность того, что статья будет прочитана следующей во время текущего пользовательского сеанса), чтобы выдвинуть эти элементы на первое место в списке рекомендованных статей, которые будут одновременно новыми и релевантными для конкретного пользователя.

Функция потерь для фактора новизны определяется в уравнении

$$nov_loss(\theta) = \frac{1}{|C|} \sum_{(s, i^+, D^+) \in C} \frac{\sum_{i \in D^+} P(i | s, D^+) \cdot novelty(i)}{\sum_{i \in D^+} P(i | s, D^+)}, \quad (2)$$

где C – множество кликов пользователя, доступных для обучения, D^+ – случайные элементы из отрицательной выборки,

за исключением положительной выборки, i – идентификатор статьи, s – текущий пользовательский сеанс. Значение новизны

элементов оценивается по их прогнозируемой релевантности $P(i|s, D^t)$, чтобы поднять к вершине списка как новые, так и релевантные элементы.

$$\text{novelty}(i) = -\log_2(\text{rec_norm_pop}(i) + 1). \quad (3)$$

Метрика новизны в уравнении (3) определяется на основе нормализованной популярности статьи за последнее время. Отрицательный логарифм в уравнении увеличивает значение метрики новизны для long-tail элементов (элементы, которые мало кто видел).

$$\text{rec_norm_pop}(i) = \frac{\text{recent_clicks}(i)}{\sum_{j \in I} \text{recent_clicks}(j)}. \quad (4)$$

Вычисление нормализованной популярности статьи суммируется до максимального значения 1.0 для всех рекомендуемых элементов (набор I), как показано в уравнении (4). Поскольку балансировка актуальна только для тех статей, которые стали популярны недавно, в расчетах рассматриваются только клики, полученные статьей в течение определенного периода времени (например, за последний час). Данная информация возвращается функцией $\text{recent_clicks}(\cdot)$.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе написания данной статьи были изучены факторы, влияющие на актуальность статьи, и приведена структура зависимости этих параметров друг от друга. На основе полученной модели описана исчерпывающая информация об основных факторах (таких как время и связанные с этим профили предпочтений (долгосрочный и краткосрочный), местоположение и новизна новостной статьи), от которых зависит актуальность новостной статьи, и предложен способ балансировки точности рекомендации статьи с учетом параметра новизны с последующим выводом функции потерь для учета этого фактора.

Заключение

Роль персонифицированных рекомендаций в процессе цифровизации всех областей интернета также становится все более важной, особенно в области новостей. Одной из важнейших задач сегодня является интеграция существующих персонализированных рекомендательных технологий в ин-

тернет-новости; другая не менее важная задача — построить оптимальную модель предпочтений пользователей, всесторонне учитывающую множество факторов. Решая эту важную задачу, появляется возможность создания новостной рекомендательной системы с исчерпывающей контекстуальной информацией. Изучение масштабируемых контекстно-зависимых методов рекомендаций имеет большое значение для продвижения в практических приложениях. До сих пор существуют две проблемы в исследовании контекстно-зависимых рекомендательных систем. Одна из проблем заключается в том, что каждая система рекомендаций в основном предназначена для конкретного сценария применения, что ограничивает масштабируемость данной системы. Другая проблема заключается в том, что все контекстно-зависимые рекомендательные системы содержат одинаковую контекстуальную информацию, но, несмотря на это, одна и та же контекстуальная информация может обладать различной структурой хранения и обработки, что ограничивает обмен данными между различными контекстно-зависимыми рекомендательными службами.

Список литературы

1. Bao J., Mokbel M.F., Chow C.Y. GeoFeed: A location-aware news feed system. Proc. IEEE Int. Conf. Data Eng. 2012. P. 54–65.
2. Chen C., Meng X., Xu Z., Lukasiewicz T. Location-aware personalized news recommendation with deep semantic analysis. IEEE Access. 2017. Vol. 5. P. 1624–1638.
3. Epure E.V., Kille B., Ingvaldsen J.E., Deneckere R., Salinesi C., Albayrak S. Recommending personalized news in short user sessions. In Proc. 11th ACM Conf. Recommender Syst. (RecSys). 2017. P. 121–129.
4. Yeung K.F., Yang Y., Ndzi D. A proactive personalised mobile recommendation system using analytic hierarchy process and Bayesian network. Journal of Internet Services and Applications. 2012. P. 195–214.
5. Клюквин Р.В., Белов Ю.С. Использование косинуса схожести в рекомендательных системах на основе коллаборативной фильтрации // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2017. № 2 (12). С. 131–136.
6. Mohallick I., Özgöbek Ö. Exploring privacy concerns in news recommender systems. In Proc. Int. Conf. Web Intell. (WI). 2017. P. 1054–1061.
7. Gulla J.A., Marco C., Fidjestøl A.D., Ingvaldsen J.E., Özgöbek Ö. The intricacies of time in news recommendation. In Proc. 24th Conf. User Modeling, Adaptation Pers. (UMAP). 2016. P. 1–6.
8. Lommatzsch A., Kille B., Albayrak S. Incorporating context and trends in news recommender systems. In Proc. Int. Conf. Web Intell. (WI), 2017. P. 1062–1068.
9. Jugovac M., Jannach D., Lerche L. Efficient optimization of multiple recommendation quality factors according to individual user tendencies. Expert Syst. Appl. 2017. Vol. 81. P. 321–331.

УДК 004.93

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ СРЕДСТВ ЯЗЫКА PYTHON И БИБЛИОТЕКИ OPENCV

Бурмистров А.В., Ильичев В.Ю.

*Калужский филиал ФГОУ ВО «Московский государственный технический университет имени
Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: patrol8@yandex.ru*

Распознавание статических и динамических изображений является операцией, необходимой для развития современных технологий во многих отраслях науки и техники: в мехатронике и робототехнике, в медицине, в сфере обеспечения безопасности людей, для выявления нарушений правопорядка и др. При этом для языка программирования Python имеется библиотека компьютерного зрения OpenCV, позволяющая успешно осуществлять как процедуры распознавания образов, так и применять многие другие методы обработки изображений. При этом программы, написанные на Python, отличаются наглядностью, а также простотой понимания и корректировки, совершенствования. Поэтому целью данной работы является разработка программных продуктов, позволяющих продемонстрировать основные функциональные возможности модуля OpenCV по распознаванию образов различного заданного типа путём применения каскадного алгоритма Хаара, а также некоторые дополнительные функции. В ходе исследования разработаны две программы: для определения контуров объектов и для выделения определённых классов объектов. Приведены примеры применения программ для указания кромок деталей, а также для распознавания лиц, глаз, морд кошек и выделения их на изображении. Даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию разработанных алгоритмов и по расширению сфер применения созданных методик распознавания образов.

Ключевые слова: робототехника, распознавание образов, определение кромок деталей, каскадный алгоритм Хаара, язык Python, модуль OpenCV

OBJECT RECOGNITION IN IMAGES USING BASIC PYTHON LANGUAGE TOOLS AND OPENCV LIBRARY

Burmistrov A.V., Ilichev V.Y.

Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, e-mail: patrol8@yandex.ru

Recognition of static and dynamic images is an operation necessary for the development of modern technologies in many branches of science and technology: in mechatronics and robotics, in medicine, in the field of ensuring the safety of people, to detect violations of law and order, etc. At the same time, for the Python programming language, there is a library of computer vision OpenCV, which allows you to successfully perform both pattern recognition procedures and use many other image processing methods. At the same time, programs written in Python are distinguished by clarity, as well as ease of understanding and adjustment, improvement. Therefore, the purpose of this work is to develop software products that allow you to demonstrate the main functionality of the OpenCV module for recognizing images of various given type by using the cascade Haar algorithm, as well as some additional functions. During the study, two programs were developed – to determine the outlines of objects and to highlight certain classes of objects. Examples are given of using programs to indicate the edges of parts, as well as to recognize faces, eyes, snouts of cats and highlight them in the image. Recommendations are given for further improvement of the developed algorithms and for expansion of the scope of application of the created pattern recognition techniques.

Keywords: robotics, pattern recognition, detail edge determination, Haar cascade algorithm, Python language, OpenCV module

Целью разработки технологий компьютерного зрения является имитация, воспроизведение в приложении к электронно-механическим устройствам человеческих зрительно-когнитивных способностей для реализации следующих задач [1]:

1) выделение отдельных важных элементов анализируемого изображения (распознавание);

2) в случае анализа динамичных сцен – предсказание траектории движения некоторых объектов.

В настоящее время эти задачи всё более активно решаются в таких отраслях знаний, как робототехника (например,

для классификации объектов или объезда препятствий) [2], медицина (для обнаружения опухолей при магниторезонансной томографии, ультразвуковом и рентгеновском исследованиях тканей, при реконструкции органов), информационная и техносферная безопасность (для обработки биометрических данных, распознавания опасных перемещений), мехатроника (для автоматизированной сборки промышленных изделий, дефектоскопии, сортировки деталей).

Естественно, данные задачи могут быть эффективно решены только с применением современных компьютерных технологий и алгоритмов. Пожалуй, наиболее совер-

шенные и при этом наглядно реализованные способы компьютерного зрения реализованы в среде программирования Python [3]. Для Python на данный момент существует специальный модуль компьютерного зрения OpenCV [4], включающий в себя самые совершенные математические и кибернетические приёмы.

Операции, которые можно осуществить с помощью OpenCV, являются очень разнообразными и разноплановыми. К ним относятся, например, следующие действия [5]:

1) считывание статических и динамических сцен из файлов многочисленных существующих форматов, а также отображение изображений во всплывающем динамическом окне и их запись почти во всех существующих форматах;

2) определение и изменение свойств сцен: размеров, типа цветовой гаммы, осуществление таких операций, как вращение, деформация, морфинг, а также других способов модификации как всего изображения, так и отдельных его элементов;

3) реализация описанных выше функций компьютерного зрения с помощью таких операций, как изменение цветового пространства, поиск краевых линий и точек объектов сцены, обнаружение определённых объектов с использованием образцовых моделей изображений, например таких характерных, как лица или глаза.

Таким образом, библиотека OpenCV позволяет исследователю производить огромное количество всевозможных операций, помогающих реализовать компьютерное зрение. Целью данного исследования является разработка программных продуктов для демонстрации и практического применения описанных выше базовых возможностей библиотеки OpenCV.

Материалы и методы исследования

В настоящее время существуют версии библиотеки OpenCV для языков C++ и Python. Язык Python выбран для разработки программ в данной работе по причине полностью свободного его распространения (и открытости исходных кодов абсолютного большинства библиотек), высокой скорости исполнения программного кода, совершенства применяемых алгоритмов компьютерного зрения и их универсальности при решении огромного количества разнообразных задач [6].

Рассмотрим последовательность расположения блоков созданного программного кода для обработки образца любой подаваемой на вход программы сцены-изображения:

1. Загрузка двух библиотек – функций взаимодействия с операционной системой

Os, позволяющих, например, находить файлы в любой папке на жёстком диске, а также функций компьютерного зрения (OpenCV – краткое название cv2).

2. Чтение файла в графическом формате jpeg, вывод его в окно на экране и перезапись в ту же папку с тем же именем, но уже в другом формате – png.

3. Преобразование палитры цвета изображения (для примера производится преобразование стандартной цветовой палитры RGB в оттенки серого).

4. На данном этапе выполняется алгоритм распознавания краёв изображения. Результат этого преобразования также записывается в графический файл с заданным разрешением. Обе эти операции объединены в одну команду.

Второй программный код предназначен для выполнения более «продвинутой» операции компьютерного зрения – определение лица на изображении. Он также содержит загрузку модуля cv2 и анализируемого изображения. В отличие от первой программы используется специальная функция каскадного алгоритма Хаара [7] HaarCascadeClassifier, в качестве параметров которой используется обрабатываемое изображение и файл xml. Этот файл содержит данные, характерные именно для моделирования искомого объекта и используемые в алгоритме Хаара.

Например, для обнаружения лица, расположенного анфас, из директории установки модуля OpenCV (cv2) необходимо выбрать файл haarcascade_frontalface_default.xml. В разработанной программе применяется особая разновидность алгоритма Хаара, позволяющая выделить на изображении лицо в нужном масштабе путём использования функции detectMultiScale. В качестве аргументов функции используются: ссылка на обрабатываемое изображение, фактор увеличения – указывает, во сколько раз увеличивается изображение во время каждого этапа обработки (чем меньше это значение, тем больше шанс совпадения искомого объекта с моделью из файла xml, т.е. больше вероятность его обнаружения), минимальное количество соседей – чем больше это значение, тем меньше вероятность обнаружения объекта, но выше качественное совпадение объекта с моделью из xml (по умолчанию принимается значение, равное 5). Также в функции detectMultiScale возможно использование дополнительных параметров, влияющих на способ применения каскадного алгоритма Хаара [8].

Затем вокруг области с обнаруженной деталью изображения (лицом) рисуется прямоугольник.

Каскадный алгоритм Хаара может быть использован для поиска любых обладающих характерными особенностями деталей изображения – животных, дорожных знаков, лиц и глаз людей и т.д. В каждом случае на вход функции CascadeClassifier необходимо «подгружать» файл xml, описывающий особенности искомой детали изображения.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим результаты применения разработанных программных кодов для реализации технологий компьютерного зрения. В качестве изображения для обнаружения контуров технических объектов на комбинированной сцене (наиболее характерный случай при обработке изображения роботами) используется рис. 1, представляющий собой фото зубчатых колёс различного типа [9].



Рис. 1. Изображение деталей для обработки

Представленное изображение уже преобразовано программой в серую цветовую гамму. Результат работы первого описанного кода на Python (для определения граней объектов) представлен на рис. 2.

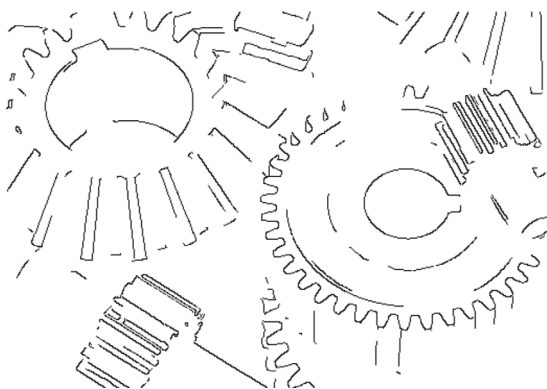


Рис. 2. Обработанное изображение деталей с обнаруженными их контурами

Из рис. 2 можно сделать вывод, что в результате компьютерной обработки сложной механистической сцены грани деталей определены достаточно отчётливо. Для получения ещё более качественных результатов рекомендуется производить дополнительную предварительную обработку изображения: повышать его резкость и контрастность, нормализовать по яркости [10]. Рекомендуется произвести отдельное исследование по изучению влияния перечисленных параметров на качество распознавания контуров.

На рис. 3 приведено изображение для демонстрации работы второго созданного программного кода с параметрами по умолчанию, предназначенного для обнаружения области, содержащей лицо (эта задача ставится на практике очень часто – например, большое количество случаев обработки графических потоков с камер наблюдения направлено именно на такое распознавание).

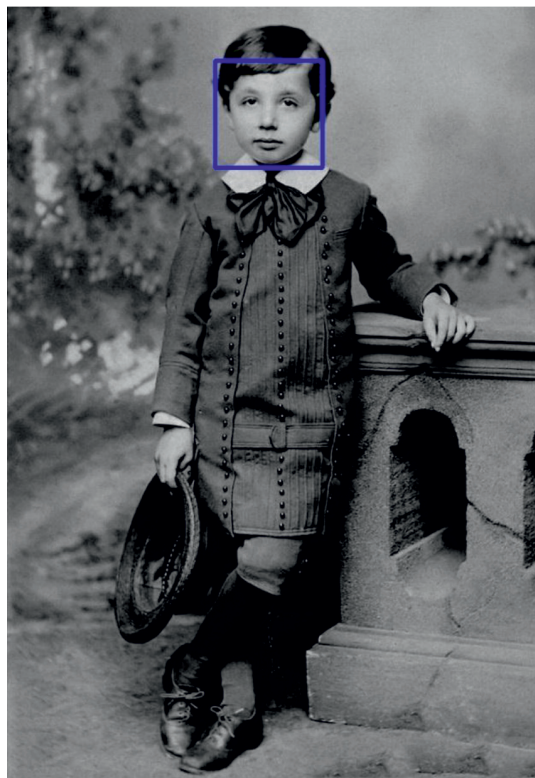


Рис. 3. Результаты распознавания лица на изображении

Как видно из рисунка, распознавание успешно произведено даже для изображения не очень высокого качества, содержащего большое количество посторонних деталей. Лицо человека выделено из всей представленной сцены очень точно.

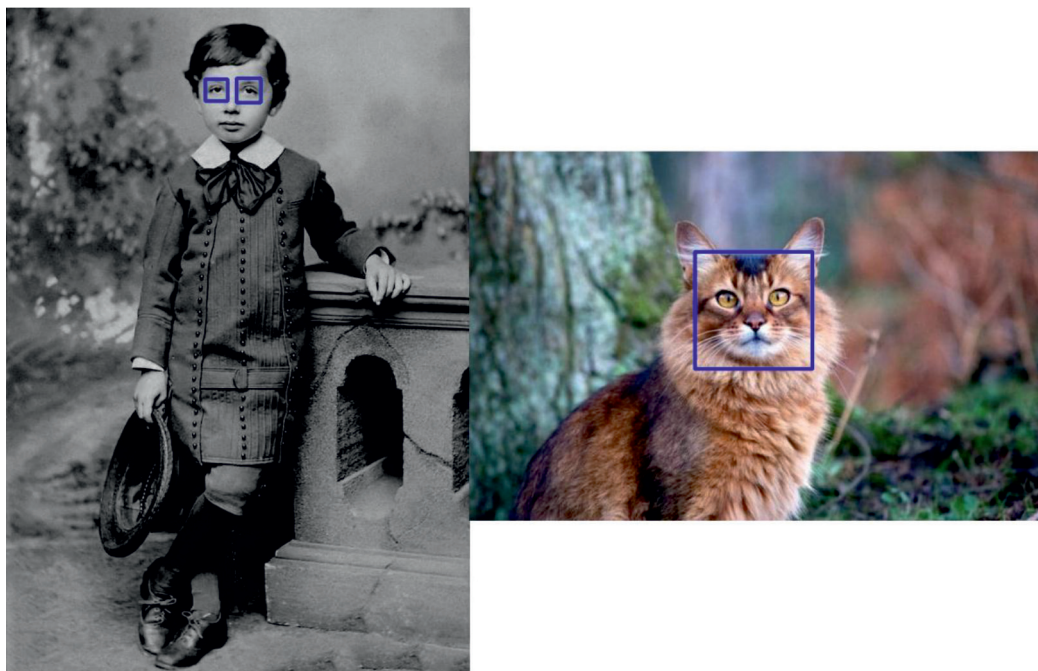


Рис. 4. Результаты распознавания человеческих глаз и морды кошки

Приведём далее результаты распознавания прочих объектов при помощи каскадного алгоритма Хаара. В директории установки модуля OpenCV для этого имеется множество соответствующих файлов xml. Также в сети Интернет можно найти множество таких файлов для выделения на изображении совершенно разных объектов. На рис. 4 представлены результаты распознавания глаз на приведённом выше изображении (использован файл из папки установки `haarcascade_eye.xml`), а также распознавание морды кошки на другом изображении (с применением соответствующего файла модели `haarcascade_frontalcatface_extended.xml`).

Заключение

По представленным результатам работы алгоритмов компьютерного зрения можно сделать следующие выводы:

1. Функции модуля OpenCV позволяют распознавать контуры деталей (например, для их обработки в промышленных условиях) или других объектов (к примеру, для поражения целей при ведении военных действий) [11].

2. Применение программных кодов с использованием функций OpenCV отлично подходит для выделения на анализируемых сценах заданных пользователем деталей (в приведённых случаях – лица,

глаза людей, морды кошек). Для изменения типа распознаваемых элементов изображения в разработанном программном коде достаточно лишь изменить ссылку на файл формата xml, содержащий существенные свойства типа искомых объектов для их математического описания.

3. Работа разработанных программ отличается быстротой исполнения и высокой точностью результатов даже в случае обработки сложных изображений с высоким разрешением.

4. Язык программирования Python позволяет использовать команды библиотеки OpenCV вместе с любыми функциями других многочисленных библиотек.

В описанном исследовании рассмотрено распознавание объектов только на статических, неподвижных изображениях. Однако библиотека OpenCV позволяет работать также с динамическими изображениями (видеопотоками).

Среда программирования Python, так же как и абсолютное большинство подключаемых к ней библиотек, является свободно распространяемой, и более того, существует огромное множество сообществ и форумов в сети Интернет, а также учебных пособий, позволяющих любому желающему в совершенстве освоить данный язык и функции его библиотек [12], успешно решать возможные трудности, возника-

ющие при их применении. В связи с этим технологиями распознавания образов могут овладеть не только опытные специалисты, но и начинающие пользователи, студенты вузов. Поэтому развитие тематики описанного исследования должно происходить всё более быстрыми темпами.

Список литературы

1. Иванов Ю.А. Технологии компьютерного зрения // Железнодорожный транспорт. 2012. № 12. С. 49.
2. Силонин В.А., Смычко М.В. Использование компьютерного зрения в автоматизированной робототехнике для охраны здоровья // Молодой ученый. 2021. № 22 (364). С. 121–123.
3. Ильичев В.Ю. Разработка программы для исследования аттрактора Лоренца и ее использование // Сложные системы. 2021. № 1 (38). С. 56–63.
4. Магамедова Д.М. OpenCV – инструмент компьютерного зрения // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 63 3. С. 42–48.
5. Ильичев В.Ю. Использование рекурсивных функций для создания фрактальной графики средствами языка Python // Системный администратор. 2021. № 3 (220). С. 92–95.
6. Ilichev V.Y. Creation of software for research of Rössler attractor // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2021. № 5–1 (56). С. 31–35.
7. Белых Е.А. Обучение каскадов Хаара // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2017. № 1 (22). С. 42–54.
8. Object detection: face detection using Haar cascade classifiers. [Электронный ресурс] URL: https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_opencv3_Image_Object_Detection_Face_Detection_Haar_Cascade_Classifiers.php (дата обращения: 08.08.2021).
9. Nasonov D., Raevsky V., Ilichev V., Volkhonskaya A. Methodology of error measurements reduction while determining integrated errors of satellite nodes of planetary gears. Vibroengineering PROCEEDIA. 2021. Vol. 38. P. 90–94. DOI: 10.21595/vp.2021.22054.
10. Егоров Д.А. Методы автоматической цветовой и яркостной коррекции сигналов в системах обработки цифрового изображения // X Международная отраслевая научно-техническая конференция: сборник трудов. 2016. С. 93.
11. Краснов А.М. Управление поражением цели в комплексе авиационного вооружения со случайным изменением структуры // Труды МАИ. 2011. № 49. С. 10.
12. Яковлева Т.А., Конради Т.А. Робототехника в процессе обучения // Инновационные технологии в науке и образовании. 2015. № 3 (3). С. 143–145.

УДК 004.934

АЛГОРИТМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕКСТА В РЕЧЬ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ СИНТЕЗА

Хлопенкова А.Ю., Гришунов С.С., Белов Ю.С.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, филиал, Калуга,
e-mail: fn1-kf@mail.ru*

В статье рассматриваются различные существующие методы и алгоритмы синтеза речи. Рассматривается каскадный синтезатор формант, состоящий из последовательно включенных полосовых резонаторов. Описаны методы линейного прогнозирования, предназначенные как для систем кодирования речи, так и для синтеза речи. В статье описаны методы конкатенативного синтеза звука, в которых используется большая база данных исходных звуков, сегментированных на единицы, и алгоритм выбора единиц, который находит единицы, которые лучше всего соответствуют звуку или музыкальной фразе, которую нужно синтезировать, называемой целью. Качество синтезаторов систем TTS оценивается по различным аспектам, включая разборчивость, естественность и предпочтительность синтетической речи, а также факторы человеческого восприятия, такие как грамматическая правильность. В статье описывается недостаток обычного метода линейного прогнозирования, заключающийся в содержании антиформантов. Также поднимается проблема правильного анализа просодии и произношения по письменному тексту. Подчеркивается влияние разработок в области компьютерных наук и искусственного интеллекта на алгоритмы синтеза речи, которые развивались на протяжении многих лет в ответ на последние тенденции и новые возможности сбора и обработки данных.

Ключевые слова: TTS, методы PSOLA, формантный синтез, конкатенативный синтез, синусоидальные модели, методы, основанные на линейном прогнозировании

ALGORITHMS FOR CONVERSION TEXT TO SPEECH BASED ON DIFFERENT FORMS OF SYNTHESIS

Khlopenkova A.Yu., Grishunov S.S., Belov Yu.S.

Bauman Moscow State Technical University, Kaluga branch, Kaluga, e-mail: fn1-kf@mail.ru

Various existing methods and algorithms of speech synthesis are discussed in the article. A cascade formant synthesizer consists of band-pass resonators connected in series is considered. Linear predictive methods, which designed both for speech coding systems and speech synthesis, are described. The article describes concatenative sound synthesis methods, which use a large database of source sounds, segmented into units, and a unit selection algorithm to match best the sound or musical phrase to be synthesised. The quality of TTS system synthesizers is evaluated from different aspects, including intelligibility, naturalness, and preference of the synthetic speech, as well as human perception factors, such as comprehensibility. The article describes the disadvantage of the conventional linear forecasting method, which is the content of antiformants. Also discussed the problem of correct prosody and pronunciation analysis from written text. The influence of developments in Computer Science and AI the approaches to speech synthesis that was evolving through years in response to the recent trends and new possibilities in data collection and processing, is highlighted.

Keywords: TTS, PSOLA, Formant Synthesis, Concatenative Synthesis, Sinusoidal Models, Linear Prediction

Под синтезом речи подразумевается восстановление формы речевого сигнала по его параметрам из текстового представления. Система преобразования текста в речь (TTS) преобразует текст в речь, анализируя и обрабатывая исходные данные с помощью обработки естественного языка (Natural Language Processing (NLP)), затем используя технологию цифровой обработки сигналов (Digital Signal Processing (DSP)) для преобразования этого обработанного текста в синтезированное речевое представление [1]. Большинство из методов синтеза речи представляют собой TTS на уровне предложения, которые могут учитывать информацию временного ряда во всем предложении. Однако необходимо установить инкрементную TTS, которая выполняет синтез в меньших лингвистических единицах, что-

бы реализовать синтез с малой задержкой, пригодный для систем одновременного преобразования речи в речь [2]. Рассмотрим некоторые из алгоритмов.

Цель исследования: рассмотреть различные алгоритмы для синтеза речевого потока. Выявить основные этапы реализации методов. Определить преимущества и недостатки каждого алгоритма.

Формантный синтез

Одним из наиболее широко используемых методов синтеза последнего десятилетия является формантный синтез, который основан на модели речи с фильтром источника. Выделяют две основные структуры: параллельная и каскадная, однако для повышения производительности используют их совместно. Формантный синтез позволяет

генерировать бесконечное количество звуков, что делает его более гибким, например, по сравнению с методом конкатенации [3].

Техника синтеза формант – это методика TTS, основанная на правилах. Он производит речевые сегменты путем создания искусственных сигналов на основе набора определенных правил, имитирующих структуру формант и другие спектральные свойства естественной речи. Синтезированная речь генерируется на основе аддитивного синтеза и акустической модели. Основными параметрами акустической модели являются голос, частота, уровни шума и т.д., которые изменяются во времени. Системы на основе формант могут управлять всеми аспектами выходной речи, генерируя широкий спектр эмоций и голоса разного тона с помощью некоторых техник просодического и интонационного моделирования.

Обычно требуется как минимум три форманта для получения членораздельной речи. Пяти формант достаточно, чтобы получить речь высокого качества. Обычно словообразовательный формант моделируется двухполюсным резонатором, позволяющим задавать как частоту форманта, так и ее полосу пропускания [3]. Формант (Q) определяется следующей формулой:

$$Q = \frac{\text{Resonanse}}{0.5 * EQwidth at half maximun Gain}.$$

То есть величина « Q » вычисляется путем деления центральной частоты кривой (в Гц) на полуширину кривой эквалайзера (измеренную при половине максимального усиления). Возьмем, например, кривую эквалайзера с центральной частотой 1 кГц и шириной (при половине максимального усиления) 200 Гц. Таким образом, Q будет 1000/100, что равно 10. Точно так же, если бы центральная частота оставалась равной 1 кГц, а ширина была бы всего 50 Гц, Q было бы 40.

К достоинствам данного метода можно отнести высокую разборчивость синтезированной речи даже на высоких скоростях без акустических глюков, а также адаптивность для встраиваемых систем, где память и мощность микропроцессора ограничены. Среди недостатков выделяют сложность разработки правил, определяющих время появления источника и динамические значения всех параметров фильтра даже для простых слов и низкую естественность получаемого речевого потока.

Конкатенативный синтез

Методы конкатенативного синтеза звука (Concatenative sound synthesis (CSS))

используют большую базу данных исходных звуков, сегментированных на единицы (блоки), и алгоритм выбора единиц, который находит последовательность единиц, которая наилучшим образом соответствует звуку или фразе, которые нужно синтезировать, называемой целью.

Целевое расстояние C^t соответствует восприятию подобия блока u_i базы данных целевому блоку t_τ . Оно задается как сумма r взвешенных функций расстояния отдельных дескрипторов C_k^t как [4]:

$$C^t(u_i, t_\tau) = \sum_{k=1}^p w_k^t C_k^t(u_i, t_\tau).$$

Чтобы способствовать выбору единиц из того же контекста в базе данных, что и в целевой, контекстное расстояние C^x учитывает скользящий контекст в диапазоне r единиц вокруг текущей единицы с весами w_j^x , уменьшающимися с расстоянием j :

$$C^x(u_i, t_\tau) = \sum_{j=-r}^r w_j^x C^t(u^{i+j}, t^{\tau+j}).$$

В основном используется Евклидово расстояние, нормированное на стандартное отклонение, а r равно нулю. Некоторым дескрипторам требуются специализированные функции расстояния. Для символьных дескрипторов, например класса фонем, требуется справочная таблица расстояний.

Расстояние конкатенации C выражает нарушение непрерывности, создаваемое конкатенацией единиц u_i и u_j из базы данных. Он задается взвешенной суммой q функций расстояния конкатенации дескрипторов C_k^c

$$C^c(u_i, u_j) = \sum_{k=1}^q w_k^c C_k^c(u_i, u_j).$$

Расстояние зависит от типа блока: объединение основного блока допускает разрывы в высоте звука и энергии, а дополнительный блок – нет. Последовательные блоки в базе данных имеют нулевое расстояние конкатенации. Таким образом, если в базе данных присутствует целая фраза, соответствующая цели, она будет выбрана полностью.

Преимуществом данного метода является высокое качество звука с точки зрения разборчивости. Однако такие системы занимают очень много времени, потому что они требуют огромных баз данных и жестко кодируют комбинацию для формирования этих слов и результирующая речь может казаться менее естественной и безэмоциональной.

Методы PSOLA

Метод PSOLA (Pitch Synchronous Overlap Add) изначально был разработан компанией France Telecom (CNET). Данный метод хотя и не является методом синтеза, но предоставляет возможность плавно объединять предварительно записанные речевые образцы и обеспечивать контроль высоты тона и длительности, поэтому он используется в некоторых коммерческих системах синтеза речи, таких как ProVerbe и HADIFIX.

Базовый алгоритм состоит из трех шагов [5]:

1. Этап анализа, на котором исходный речевой сигнал сначала разделяется на отдельные, но часто перекрывающиеся сигналы краткосрочного анализа.

2. Преобразование каждого сигнала анализа в сигнал синтеза.

3. Этап синтеза, на котором эти сегменты рекомбинируются посредством перекрывающегося добавления. Кратковременные сигналы $x_m(n)$ получаются из цифрового речевого сигнала $x(n)$ путем умножения сигнала на последовательность сегментов анализа с синхронизацией по высоте тона $h_m(n)$:

$$x_m(n) = h_m(t_m - n)x(n),$$

где m – индекс кратковременного сигнала, t_m – последовательные моменты, называемые шагами.

Эти метки устанавливаются с синхронной частотой тона для вокализованных частей сигнала и с постоянной скоростью для невокализованных частей. Используемая длина сегмента пропорциональна локальному периоду основного тона, а коэффициент сегмента обычно составляет от 2 до 4. Маркеры основного сегмента определяются либо вручную, либо автоматически некоторыми методами оценки. Рекомбинация сегментов на этапе синтеза выполняется после определения новой последовательности меток основного тона.

TD-PSOLA имеет следующие недостатки: оптимальная разметка шага не является полностью автоматической, а шаг, фаза и рассогласование спектральных амплитуд не позволяют адекватно сглаживать конкатенации. Более того, он предлагает несколько возможностей сжатия базы данных (скорость хранения 80000 бит/с может быть достигнута с помощью кодировщика DPCM с нулевым отводом). Однако он обеспечивает хорошее качество сегментов, а его вычислительная нагрузка очень низка: 7 операций на образец [6].

Методы, основанные на линейном прогнозировании

Способы линейного прогнозирования изначально разработаны для систем кодирования речи, но могут также использоваться в синтезе речи. Фактически первые синтезаторы речи были разработаны из кодировщиков речи. Как и формантный синтез, базовый метод линейного прогнозирования (Linear Predictive Coding (LPC)) основан на модели речи с фильтром источника. Коэффициенты цифрового фильтра оцениваются автоматически из кадра естественной речи.

Основная идея линейного прогнозирования заключается в возможности аппроксимировать речевую выборку $y(n)$ или предсказать ее из набора предыдущих p выборок от $y(n-1)$ до $y(nk)$ линейной комбинацией с малой погрешностью $e(n)$, называемой остаточным сигналом. Тогда получим следующие выражения [5]:

$$y(n) = e(n) + \sum_{k=1}^p a(k)y(n-k),$$

$$e(n) = y(n) - \sum_{k=1}^p a(k)y(n-k) = y(n) - \tilde{y}(n),$$

где $\tilde{y}(n)$ – предсказанное значение, p – порядок линейного предсказателя, $a(k)$ – коэффициент линейного предсказания, образуемый путем минимизации суммы квадратов отклонений.

Для вычисления этих коэффициентов обычно используются два метода: метод ковариации и метод автокорреляции, однако только с помощью метода автокорреляции фильтр гарантированно будет стабильным.

На этапе синтеза используемое возбуждение аппроксимируется последовательностью импульсов для звонких звуков и случайным шумом для невокализованных звуков. Затем для обработки полученного сигнала используется цифровой фильтр, коэффициенты которого равны $a(k)$. Порядок фильтра обычно составляет от 10 до 12 при частоте дискретизации 8 кГц, однако если требуется получить более высокое качество с частотой дискретизации 22 кГц, то используется порядок от 20 до 24. Коэффициенты обычно обновляются каждые 5–10 мс.

Главный недостаток обычного метода линейного прогнозирования состоит в том, что он представляет собой многополюсную модель, а это означает, что фонемы, содержащие антиформанты, такие как носовые и назализованные гласные, моделируются плохо. Качество также низкое с короткими взрывными согласными (пловивы, эксплозивные,

чистые смычные), потому что события временного масштаба могут быть короче, чем размер кадра, используемый для анализа. Из-за этих недостатков качество синтеза речи стандартным методом LPC обычно считается плохим, но с некоторыми модификациями и расширениями базовой модели качество может быть улучшено [5, 6].

Искаженное линейное прогнозирование (Warped Linear Prediction (WLP)) использует преимущества человеческого слуха, и необходимый порядок фильтрации затем значительно снижается с порядков 20–24 до 10–14 с частотой дискретизации 22 кГц. Основная идея заключается в том, что единичные задержки в цифровом фильтре заменяются следующими всепроходными участками:

$$\tilde{z}^{-1} = D_1(z) = \frac{z^{-1} - \lambda}{1 - \lambda z^{-1}},$$

где λ – параметр деформации между -1 и 1, $D_1(z)$ – элемент задержки деформации, а со шкалой Барка это $\lambda = 0,63$ с частотой дискретизации 22 кГц.

WLP обеспечивает лучшее качество на низких частотах и хуже работает на высоких частотах.

Синусоидальные модели

Синусоидальные модели базируются на теории, что речь может быть представлена в виде суммы синусоидальных волн с амплитудами и частотами, которые изменяются во времени. В базовой модели речевой поток $s(n)$ представляется в виде суммы небольшого количества L синусоид [5]:

$$s(n) = \sum_{l=1}^L A_l \cos(\omega_l n + \phi_l),$$

где $A_l(n)$ и $\phi_l(n)$ представляют собой амплитуду и фазу синусоидальных составляющих, связанных с частотной дорожкой ω_l . Для поиска параметров $A_l(n)$ и $\phi_l(n)$, вычисляется дискретное преобразование Фурье сегментных сигнальных кадров, и для каждого кадра выбираются экстремумы спектральной величины. Базовая модель, известная как модель Маколея/Кватиери, имеет некоторые модификации, такие как модели ABS/OLA (анализ путем синтеза/добавления перекрытия) и модели гибридного/синусоидального шума.

Синусоидальные модели хорошо подходят для представления гласных и звонких согласных, но плохо работают для представления глухих звуков.

Заключение

Синтез текста в речь – это быстро развивающийся аспект компьютерных техноло-

гий, который играет все более важную роль в том, как мы взаимодействуем с системой и интерфейсами на различных платформах. Формантный и конкатенативный методы наиболее часто используются в современных системах синтеза речи. На протяжении длительного времени преобладал формантный синтез, но сегодня все более популярным становится метод конкатенации. В настоящее время существует несколько направлений, основанных на модернизации конкатенативного синтеза текста в речь. Одним из основных направлений является инвентаризация логических единиц.

До сих пор из-за соображений вычислительной сложности и требований к памяти в хранилищах размещалось не более пары токенов для каждой необходимой единицы. Далее, в зависимости от контекста, токены изменялись по таким параметрам, как высота амплитуды и длительность. Основная задача заключалась в оптимальном подборе токенов.

Не так давно стало популярным повышение количества хранимых токенов, части которых могут появляться в различных контекстах, с различным шагом и продолжительностью. Это отрицательно сказывается на работе, так как требуется гораздо больше объема памяти и большего объема вычислений для поиска в большом инвентаре. Однако благодаря развитию современных процессоров доступная память и вычислительная скорость расширяются очень быстро и становятся вполне доступными [7].

Список литературы

1. Хлопенкова А.Ю., Белов Ю.С. Методы обработки естественного языка в виртуальных голосовых помощниках // Электронное периодическое издание E-Scio. 2019. [Электронный ресурс]. URL: http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2019/11/Хлопенкова_А.-Ю.-Белов-Ю.-С..pdf (дата обращения: 11.09.2021).
2. Takaaki Saeki, Shinnosuke Takamichi, Hiroshi Saruwatari. Incremental Text-to-Speech Synthesis Using Pseudo Lookahead with Large Pretrained Language Model. IEEE Signal Processing Letters. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/pdf/2012.12612.pdf> (date of access: 11.09.2021).
3. Sudoh K., Kano T., Novitasari S., Yanagita T., Sakti S., Nakamura S. Simultaneous speech-to-speech translation system with neural incremental ASR, MT, and TTS. Vol. abs/2011.04845. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://arxiv.org/abs/2011.04845> (date of access: 11.09.2021).
4. Sciforce. Text-to-Speech Synthesis: an Overview. Sciforce. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://medium.com/sciforce/text-to-speech-synthesis-an-overview-641c18fcd35f> (date of access: 11.09.2021).
5. Kuligowska K., Kisielewicz P. and Wlodarz A. Speech synthesis systems: disadvantages and limitations. International Journal of Engineering & Technology. 2018. [S.1]. V. 7. n. 2. 228. P. 234–239.
6. Simon Robinson, Gary Marsden and Matt Jones. There's Not an App for That. Morgan Kaufmann. 2015. DOI: 10.1016/C2013-0-00032-1.
7. Хлопенкова А.Ю., Белов Ю.С. Подходы компьютерной лингвистики в технологиях работы голосовых помощников // Всероссийская научно-техническая конференция, г. Калуга, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2019. Т. 3. С. 186–188. [Электронный ресурс]. URL: http://conference.bmstu-kaluga.ru/uploads/userfiles/tom3_sek_10_16.pdf (дата обращения: 11.09.2021).

УДК 656.612

ОЦЕНКА ЭТАПОВ РАЗВИТИЯ КОММЕРЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ В ОБЛАСТИ МОРСКОГО ТОРГОВОГО СУДОХОДСТВА

Киринос Д.А.

*ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота
им. адмирала С.О. Макарова», Санкт-Петербург, e-mail: kir.denis@yahoo.com*

Статья содержит ретроспективный анализ истории формирования коммерческих взаимоотношений в области морского торгового судоходства. В статье определено, что морской транспорт обеспечивает основную долю перевозок в международной торговле. Взаимоотношения между сторонами в процессе морской перевозки имеют достаточно длительную и сложную историю формирования и становления. Большинство авторов выделяется пять основных этапов формирования коммерческих взаимоотношений в области торгового судоходства. Этапность формирования системы коммерческих взаимоотношений связана с постепенным развитием науки, техники и технологии, освоением географических пространств и развитием экономических связей. Увеличение объемов перевозок, расширение маршрутов и номенклатуры перевозимых морем товаров привело к созданию новых форм товаросопроводительных и транспортных документов. Коносамент и чартер постепенно стали основными документами, используемыми на морском транспорте. При этом коносамент долгое время сохранял функцию исключительно дополнения и приложения к договору фрахтования судна – чартеру. Его роль товаросопроводительного и товарораспорядительного документа сформировалась ближе к концу XVIII в. В свою очередь, чартеры, как основные документы, устанавливающие права и обязанности сторон в процессе фрахтования морских судов, сегодня достаточно разнообразны и отвечают задачам и требованиям времени.

Ключевые слова: морской транспорт, фрахтование, коммерческая работа

STAGES OF DEVELOPMENT OF COMMERCIAL RELATIONS IN SEA COMMERCIAL NAVIGATION

Kirnosov D.A.

*Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
Saint Petersburg, e-mail: kir.denis@yahoo.com*

The article contains a retrospective analysis of the history of the formation of commercial relationships in the field of merchant shipping. It is determined in the article that sea transport provides the main share of transportation in international trade. The relationship between the parties in the process of sea transportation has a rather long and complex history of formation and development. Most of the authors identify five main stages in the formation of commercial relationships in the field of merchant shipping. The stage in the formation of a system of commercial relationships is associated with the gradual development of science, technology and technology, the development of geographical spaces and the development of economic ties. The increase in traffic volumes, the expansion of routes and the range of goods transported by sea has led to the creation of new forms of shipping and transport documents. The bill of lading and charter gradually became the main documents used in maritime transport. At the same time, the bill of lading for a long time retained the function of exclusively supplementing and supplementing the ship charter agreement – charter. Its role as a shipping and title document was formed towards the end of the 18th century. In turn, charters, as the main documents establishing the rights and obligations of the parties in the process of chartering sea vessels, today are quite diverse and meet the tasks and requirements of the time.

Keywords: sea transport, chartering, commercial work

На протяжении всей человеческой истории морской транспорт традиционно выступает одним из важнейших инструментов международной торговли, экономики и прогресса. По данным ИМО сегодня на международную морскую торговлю приходится более 80% от общего объема торгового оборота. Именно морское торговое судоходство является наиболее выгодным и экономически рентабельным средством для осуществления массовых перевозок товаров и грузов на рынке.

Качественное обеспечение морского судоходства сегодня было бы невозможным без создания доступной и эффективной системы коммерческих взаимоотношений и документооборота, отвечающего

интересам сторон и веяниям времени. Наиболее востребованными документами, используемыми сегодня на морском транспорте, являются коносамент и чартер. Данные коммерческие документы прошли достаточно большой период формирования и отвечают всем требованиям и вызовам настоящего.

Цель исследования: в рамках исследования организационных аспектов коммерческой деятельности в морском торговом судоходстве необходимо провести оценку этапов развития и становления взаимоотношений участников морских торговых перевозок, а также дать оценку существующим правовым формам базовых коммерческих документов, используемых на мор-

ском транспорте: договорам фрахтования и коносаменту.

Результаты исследования и их обсуждение

Взаимоотношения между владельцем морского торгового судна и собственником товаров, нуждающимся в их доставке в другие города и регионы, имеют тысячелетнюю историю. Первым этапом развития этих отношений считается период Древнего мира и Средних веков. В это время шло становление мировой морской торговли и взаимоотношения лиц, участвующих в морском торговом судоходстве, основывались преимущественно на устных договоренностях и носили договорной характер. Отношения между владельцем морского или речного судна и владельцем груза регулировались примитивными общественными законодательными нормами, устанавливающими ответственность судовладельца исключительно за бережную доставку груза из порта отправления в порт назначения [1].

В Средние века стала распространяться практика оформления коммерческих взаимоотношений между судовладельцем и грузовладельцем в формате «договоров товарищества», в которых учитывались особенности и специфика местной морской торговли в регионе, определялось распределение расходов и прибыли, а также рисков и бонусов, связанных с морской доставкой и последующей продажей грузов. В некоторых случаях в рамках «договоров товарищества» стали оформляться письменно найм или аренда части морского судна.

Вторым этапом в развитии коммерческих взаимоотношений в области морского торгового судоходства принято считать XV–XVI вв. – эпоху «Великих географических открытий». Именно в это время начинает складываться и внедряться понятие «чартера» как документа, в котором оговорены общие условия, права и обязанности всех сторон и отдельно для каждого участника перевозки – грузовладельца и перевозчика-судовладельца. Наряду с формированием правовых основ чартера происходит формирование и основного перевозочного документа – прообраза современного коносамента [2].

Ведение от лица судовладельца всей коммерческой деятельности, связанной с морским судоходством, стало осуществляться приглашенными писарями и/или нотариусами, которые занимались составлением реестров перевозимых на судах грузов и вели судовые журналы. Основными обязанностями писарей и/или нотариусов являлась фиксация всего перевозимого

на судах товара, его точного количества веса и названия. На основе этой информации в рамках ведения реестров перевозимых товаров составлялись договоры между судовладельцем и грузовладельцами, а также рассчитывалась провозная плата. На основании реестров о перевезенных грузах велось решение всех спорных моментов, возникающих между судовладельцем и грузовладельцем, а также возможных финансовых разногласий, возникающих в процессе морской перевозки грузов. Для удобства ведения дел грузовладельцы на постоянной основе запрашивали у писаря и/или нотариусов выписки из реестров перевозимых грузов. Выданная нотариусом или писарем выписка являлась свидетельством о перевозимом грузе: его состоянии, качестве, количестве и весе. При этом в выписках не содержались информация и сведения о лице, уполномоченном на получение товара.

Третьим этапом в истории формирования коммерческих взаимоотношений в области морского торгового судоходства принято считать XVII в. – начало Нового времени. В этот период произошло полное разделение понятий морского судоходства и морской торговли. В связи с ростом объемов и количества перевозимых товаров грузовладельцы (чаще всего купцы) практически перестали сопровождать свои товары при их морской перевозке. Это было также связано и с ростом общего уровня мировой торговли, расширением географии и кратным увеличением объемов перевозок. На этом этапе одну из главных ролей в морском торговом судоходстве стали играть страховые компании и банки, которые принимали на себя все риски, связанные с морскими перевозками грузов, а также осуществляли финансирование самой перевозки, хранения и перегрузки товаров [3].

Рост количества перевалок грузов и сроков их хранения обусловлен переориентацией морской торговли на работу по условиям мирового рынка, когда грузовладельцам часто требовалось задержать продажу товара для установления выгодных рыночных цен, либо было выгоднее продавать товары на рынках других стран и регионов.

Постепенное усложнение мировой кредитно-денежной политики привело к появлению в морском торговом судоходстве коносамента. Этот документ стал давать право тому или иному купцу получить отправляемый ему товар в порту назначения. Появление коносамента позволило учитывать не только интересы грузоотправителя, но и наряду с ним всех других участников

морской торговли и судоходства – грузополучателя, капитана судна, банка и страховых компаний.

Коносаменты стали выдаваться капитанами судов как подтверждение фактов принятия товаров на борт и обязанности выдать их в порту назначения тому лицу, которое непосредственно указано в коносаменте. Таким образом, система выписок из реестра постепенно стала заменяться коносаментами, которые стали выпускать исключительно в печатном виде в трех экземплярах и издавать на нескольких языках.

К концу этого этапа произошло четкое разграничение двух документов – коносамента и чартера. Под чартером стал пониматься исключительно письменный договор между нанимателем-грузовладельцем и судовладельцем, в котором оговаривались обязательства судовладельца по перевозке не принадлежащего ему товара морем из порта отправления в порт назначения на судне, а также дополнительные связанные с этим условия. При этом коносамент был напрямую связан с чартером и являлся распиской капитана, подтверждающей принятие товара на борт для выдачи указанному лицу в порту назначения [4].

Чартер стал документом, обеспечивающим фиксацию прав и обязанностей всех сторон, участвующих в морской перевозке груза. Закljučая договор фрахтования – чартер, судовладелец стал получать подтверждение о том, что получит за предоставленное для перевозки груза судно оговоренную денежную сумму, даже в случае если грузовладелец не обеспечит полную загрузку судна. При этом грузовладелец стал получать юридически оформленные гарантии на требуемую перевозку в оговоренном объеме и в оговоренные сроки. Постепенное массовое внедрение в практику морского судоходства договоров-чартеров стало следствием бурного развития международного морского судоходства и, в частности, появления трампового судоходства. Суды в рамках трампового судоходства стали осуществлять рейсы в любой указанный порт, не придерживаясь четких линий и расписания.

Четвертым этапом развития коммерческих отношений в области морского судоходства принято считать начало XIX в. Именно в это время стала активно развиваться линейная форма морского судоходства. Линейное судоходство – работа судов, курсирующих между определенными портами отправления и назначения по строго установленному расписанию. Развитие линейного судоходства привело к трансформации коносамента и сделало его основным

товарораспределительным документом, используемым при линейных перевозках.

На начальных этапах коносамент выступал исключительно приложением к договору чартера и имел функцию расписки капитана судна в приеме груза, а также содержал некоторые положения и выдержки из чартера. Выдача коносаментов стала обязательным условием договора фрахтования.

При этом в коносамент стала вноситься ограниченная информация – о портах отправления и назначения, названии судна, перевозящего груз, дате прихода и отхода, а также о некоторых основных базовых условиях выполняемой морской перевозки. Помимо этого в коносамент стали вносить сведения об условиях оплаты морской перевозки, а также перечень обязательств и обстоятельств, по которым морская перевозка выполнялась или же, наоборот, не могла быть выполнена. Таким образом, информация, содержащаяся в коносаментах, не так подробно изложена, как в договорах фрахтования. Дополнительно в коносаменте прописывалось обязательство доставить груз в надлежащем состоянии и выдать его лицу. Все эти функции и сведения коносамент сохранил и в наше время.

В большинстве случаев коносамент составлялся в трех экземплярах. Один экземпляр коносамента следовал вместе с судном, перевозящим товар. Второй экземпляр направлялся почтовым сообщением лицу, определенному на получение груза. Третий экземпляр коносамента оставался у лица, заключившего договор на морскую перевозку, и являлся официальным документом, подтверждающим количество и наименование отправленного груза (в случаях, когда груз не был доставлен либо был доставлен в ненадлежащем состоянии и/или количестве). В случаях, когда получателей товара было несколько, составлялось необходимое количество оригиналов коносамента с указанием определенных товарных партий и лиц, которым эти товарные партии необходимо было выдать.

Ближе к концу XIX в. коносамент стал обретать функцию юридического документа и давал право владеть и распоряжаться товаром. Появление устойчивого почтового сообщения позволило грузополучателям иметь на руках экземпляр коносамента задолго до момента поступления товара в порт назначения, и поэтому заранее проводить необходимые таможенные процедуры с товарами, обеспечивать их хранение, а в некоторых случаях и продавать товар до момента его фактического поступления в порт назначения.

Таким образом, у получателей товаров появилась реальная возможность оплачивать приобретённый товар не в момент его фактического прибытия в порт назначения, а после получения коносамента. Таким образом, коносамент стал отождествляться с грузом, находящимся на борту судна, и давал его владельцу права на физический товар.

Коносаменты стали издаваться непосредственно капитанами судов, осуществляющих перевозку товаров. Это является одним из отличий коносамента от чартера. Ведь чартер является договором, подписанным между судовладельцем и фрахтователем, причём в качестве фрахтователя или арендатора могло выступать абсолютно любое лицо, желающие взять в аренду судно целиком или же часть судна, а не только отправитель/получатель товара.

Пятым этапом развития коммерческих отношений в области морского судоходства считается период с начала XX в. по настоящее время. Однако даже сейчас не до конца сформирована общепринятая трактовка и итоговая форма чартера. В некоторых случаях идёт смешение понятий – чартера и договора аренды судна. При этом иногда чартер ошибочно именуют «договором чартера», что в корне неверно, поскольку чартер по своей природе и является договором [5].

В международной практике сегодня чартеры подразделяются в зависимости от периода фрахтования. Распространено фрахтование на определённый период времени и на один (либо несколько) рейсов. Фрахтование судна на определённый период времени называется тайм-чартером, тогда как фрахтование судна на один рейс либо на серию рейсов называется рейсовым чартером.

Основные связи и коммерческие взаимоотношения между сторонами в процессе морской перевозки груза представлены на рис. 1.

Оба вида чартеров различаются между собой основным условием: по договору тайм-чартера владелец отдаёт судно в распоряжение фрахтователя на определённый период времени, оговоренный в чартере, тогда как рейсовый чартер предполагает передачу судна под перевозку конкретных товаров из оговоренного порта отправления в согласованный порт назначения.

При этом оба вида чартера подразумевают сохранение контроля владельца за экипажем, снабжением и управлением судном. Основной обязанностью судовладельца в обоих случаях является обеспечение пригодности предоставляемого им судна для обеспечения перевозки грузов в интересах фрахтователя.

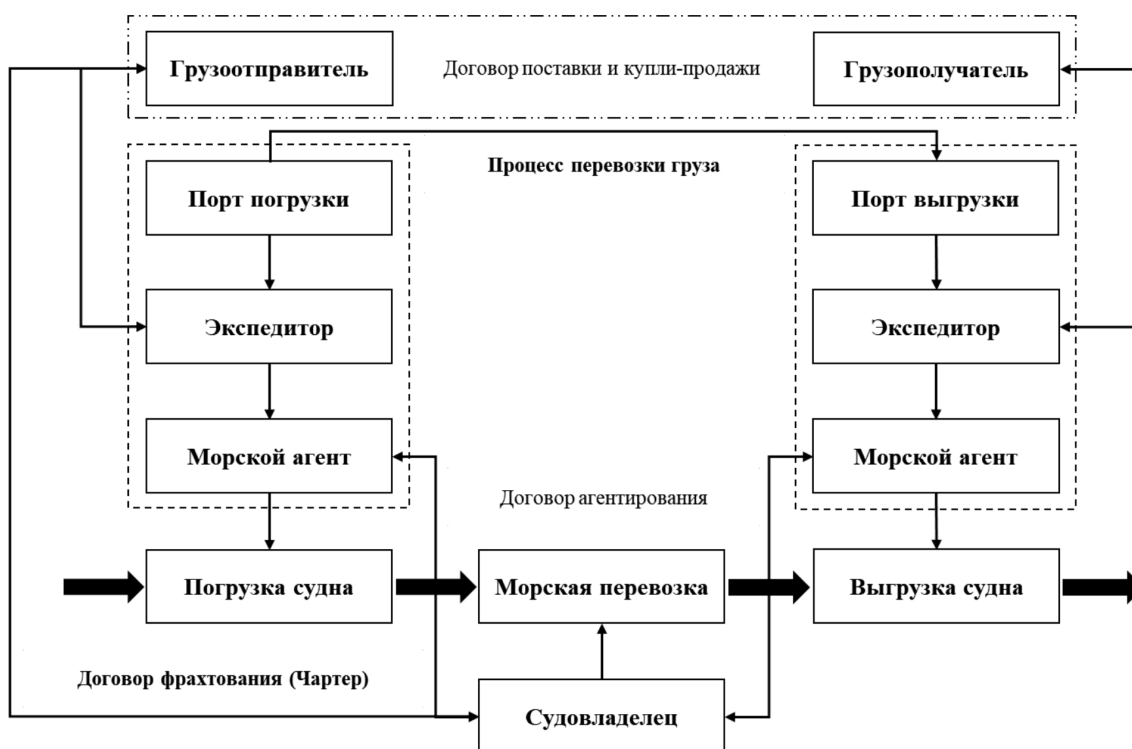


Рис. 1. Коммерческие взаимоотношения в процессе морской перевозки груза

	Рейсовый чартер	Тайм-чартер	Бербоут-чартер (демайз-чартер)
Топливо	Судовладелец	<i>Фрахтователь</i>	<i>Фрахтователь</i>
Крюинг/экипаж	Судовладелец	Судовладелец	<i>Фрахтователь</i>
Портовые сборы	Судовладелец	<i>Фрахтователь</i>	<i>Фрахтователь</i>
Запасы и управление судном	Судовладелец	Судовладелец	<i>Фрахтователь</i>

Рис. 2. Распределение расходов и ответственности по различным договорам фрахтования и аренды судна

В свою очередь, договор аренды судна известен под названием бербоут-чартер или же димайз-чартер в некоторых англоязычных странах. Этот вариант договора аренды судна принципиально отличается от тайм-чартера и рейсового чартера. Тем не менее бербоут-чартер и димайз-чартер отличаются от классического базового варианта договора аренды движимого имущества.

Отличие обусловлено в первую очередь характером деятельности и статусом морского судна, а также характером выполняемых действий по международной перевозке грузов. Основные отличия существующих сегодня договоров аренды судна и чартера представлены на рис. 2.

Общей чертой договоров аренды судна и чартера является положение о том, что владелец судна предоставляет его для осуществления перевозки товаров и грузов. Также объединяет договоры аренды судна и чартеры положение о том, что представленное судовладельцем судно на должно быть переходным во всех отношениях.

В наше время в коммерческих отношениях в области морского торгового судоходства широкое распространение получили так называемые проформы чартеров, которые были разработаны международными морскими организациями для удобства осуществления сделок по фрахтованию и аренде судов. Существующие проформы чартеров отличаются в зависимости от типа фрахтования судна, вида перевозимого груза, а также географии судоходства.

В разработанных международными морскими организациями проформах чартеров поддерживается баланс между интересами судовладельцев и интересами фрахтователей. Использование в коммерческой деятельности проформ чартеров призвано упростить процесс заключения сделок в тех случаях, когда договаривающимися сторонам достаточно согласовать ключевые моменты касательно фрахтования, а в общих случаях сослаться на типовые условия проформы. Помимо этого плюсом использования проформы чартера является возможность

внесения в неё нужных дополнений и изменений в зависимости от предпочтений той или иной стороны сделки.

Одним из наиболее распространённых сегодня вариантов фрахтования судна является рейсовый чартер. По условиям рейсового чартера судовладелец передаёт в распоряжение фрахтователя всё судно или же его часть (например, определённые грузовые помещения) для осуществления перевозки оговоренного груза между портом отправления и портом назначения, указанными в чартере [6].

Финансовый интерес судовладельца состоит в получении за перевозку груза определенной денежной суммы – фрахта. Размер этой денежной суммы зависит от количества перевозимого груза и определяется на основе мировых и локальных рыночных фрахтовых ставок.

Часто ставка фрахта оговаривается за единицу перевозимого груза, но в некоторых случаях – это определённая денежная сумма (lump sum) [7]. По условиям рейсового чартера фрахтование может быть осуществлено либо на один рейс, либо на несколько последовательных рейсов судна (серию рейсов). В общем смысле рейсовый чартер представляет собой договор перевозки груза морским транспортом, предусматривающий предоставление всего судна целиком или же его части для перевозки конкретного груза.

По условиям рейсового чартера за судовладельцем остаётся полный контроль судна: его состояния, снабжения и экипажа, без каких-либо условий в этом отношении для фрахтователя.

Детализация процесса формирования фрахтовых ставок на рынке международного морского торгового судоходства представлена на рис. 3.

Наиболее распространённой проформой рейсового чартера является проформа «GEN-CON», разработанная и одобренная Балтийским и международным морским советом. Сегодня эта проформа используется в мировом торговом судоходстве чаще всего [8].



Рис. 3. Детализация процесса формирования фрахтовых ставок на рынке морского торгового судоходства

Распространенным вариантом фрахтования в международном морском торговом судоходстве является и фрахтование на условиях тайм-чартера. Принципиальным отличием между рейсовым чартером и тайм-чартером является принцип оплаты за предоставление судна. По условиям рейсовых чартеров фрахтователь оплачивает судовладельцу оговоренную сумму за конкретную перевозку грузов, тогда как по условиям тайм-чартеров оплата определяется периодом времени, в течение которого судно находится в активном распоряжении фрахтователя.

Вследствие этого фрахтование судна на условиях тайм-чартера даёт фрахтователю возможность использовать предоставленное судно не только для осуществления каких-то конкретных перевозок, но и для других видов деятельности, связанных с международным морским судоходством.

При фрахтовании на условиях тайм-чартера владелец судна предоставляет его вместе с экипажем. Данная деталь является характерной именно для тайм-чартера. В случае если предоставление экипажа по условиям договора становится обязанностью фрахтователя, то тайм-чартер трансформируется в иной тип договоров – в бербоут-чартер. Поэтому основной

чертой договоров тайм-чартера является совместная аренда судна и его экипажа. В этом главное отличие данного типа договоров от иных, например указанных договоров аренды судна. Капитан морского судна и его экипаж по условиям тайм-чартера подчиняются сразу двум сторонам. Так, в части вопросов, связанных с управлением и работой судна, капитан и экипаж подчиняются непосредственно владельцу судна. В вопросах коммерческой эксплуатации судна – выбора порта погрузки, порта выгрузки, грузовой и коммерческой работы и иных связанных с этим вопросах – капитан и команда подчиняются фрахтователю судна. Ключевой чертой тайм-чартера является условие, по которому фрахтователь может использовать судно и экипаж исключительно для извлечения прибыли от ведения морского торгового судоходства. Именно данная цель – ведение морского торгового мореплавания – является первопричиной и поводом заключения договора фрахтования на условиях тайм-чартера. В случаях, когда фрахтователь планирует использовать судно не для осуществления морских перевозок, а для иных целей, тайм-чартер трансформируется в самостоятельный договор – «sui generis». Важной деталью является и то, что по всем условиям договора

тайм-чартера и «sui generis» капитан морского судна и его экипаж подчиняются двум сторонам. На практике договоры фрахтования судна на условиях тайм-чартера могут заключаться как на короткое время (6–12 месяцев), так и на длительные (1–20 лет) сроки с условием возможной пролонгации договоров [9].

Наиболее распространённой проформой тайм-чартера сегодня является универсальный тайм-чартер «BALTIME», который был разработан и одобрен Балтийским и международным морским советом.

Основной формой договоров аренды судов является бербоут-чартер. Данная форма фрахтования судов подразумевает аренду судна без экипажа, запасов и снаряжения. По своей сути договор бербоут-чартера предполагает полную передачу прав управления и контроля над судном фрахтователю. В случаях, если в договоре аренды судна на условиях бербоут-чартера не содержится каких-либо оговорок, фрахтователь имеет право передать судно в субаренду.

Ключевым условием передачи судна в аренду бербоут-чартера для судовладельца является приведение судна в мореходное состояние. В свою очередь, страхователь обязан поддерживать мореходное состояние судна в течение всего срока действия договора аренды. В случаях обнаружения скрытых недостатков судна в течение срока действия договора аренды на условиях бербоут-чартера судовладелец обязуется устранить их в разумные сроки.

Согласно условиям бербоут-чартера обязанность по комплектованию экипажа возлагается на фрахтователя судна. Аренда судна на условиях бербоут-чартера даёт страхователю достаточно широкие права в части комплектования команды. При этом неважно, были ли лица, привлекаемые к работе в экипаже судна, ранее членами экипажа этого судна или нет. Управление работой капитана и экипажа судна также осуществляется исключительно фрахтователем. В качестве определения для фрахтования судна без экипажа в мировой англоязычной коммерческой практике часто используется понятие димайз-чартер. При этом понятия аренда судна на условиях бербоут-чартера и димайз-чартера практически идентичны, а различия между ними заключаются в локальных нормах и правилах (США и Западная Европа). По своей сути данный вариант аренды судна также предполагает его полную передачу в распоряжение фрахтователя без экипажа, запасов и снаряжения [10].

Наиболее распространённой сегодня проформой договора аренды судна на усло-

виях бербоут-чартера является универсальная проформа «BARECON», которая также была разработана и одобрена Балтийским и международным морским советом.

Заключение

1. Коммерческие отношения в области морского торгового судоходства прошли долгий путь становления и эволюции. На сегодняшний день принято разделять данный процесс на пять основных этапов. На текущем пятом этапе произошло полное формирование коммерческих документов на морском транспорте и форм договоров фрахтования.

2. Все используемые в мировом торговом судоходстве договоры фрахтования можно разделить на три основных типа: рейсовый чартер, тайм-чартер и бербоут-чартер (или димайз-чартер).

3. По условиям рейсового чартера предметом договора морской перевозки является предоставление судна или его отдельных помещений для перевозки конкретного груза между оговоренными пунктами отправления и назначения. Полный контроль над судном, его экипажем, снабжением и состоянием возложен на судовладельца, фрахтователь, в свою очередь, оплачивает судовладельцу заранее оговоренную сумму фрахта.

4. Согласно условиям договора фрахтования на время – тайм-чартера, судовладелец предоставляет страхователю судно вместе с экипажем на оговоренный срок для ведения морской торговли или пассажирских перевозок.

5. На практике также применяется и договор аренды морского судна бербоут-чартер, согласно которому судно передаётся в пользование фрахтователю без экипажа, снабжения и запасов. Управляет судном и экипажем исключительно фрахтователь. Бербоут-чартер и димайз-чартер являются практически идентичными понятиями, объединёнными одной сутью – судовладелец передаёт судно на определенный период в полное управление фрахтователя.

Список литературы

1. Вишневский Д.О. Моделирование оптимальной структуры флота и перспективных направлений его работы // Технологический аудит и резервы производства. 2015. № 1/3 (21). С. 115–120.
2. Туркина Л.А. Основные концепции деятельности судоходной компании // Балтийский экономический журнал. 2018. № 2. С. 105–108.
3. Абова Т.Е. Обязательство перевозки груза. Основные проблемы частного права. М.: Статут, 2017. С. 144–145.
4. Косовская В.А. К вопросу определения понятия договора морской перевозки груза // Транспортное право. 2002. № 3. С. 13–18.

5. Атаян В.В. Терминологическое и правоприменительное микширование чартера и фрахтования // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2020. № 2 (133). С. 175–177.
6. Маряшин В.Е. Договор морской перевозки груза в трамповом сообщении (чартер) как правовая форма регулирования отношений по перевозке груза морским транспортом // Вестник МГЛУ. 2011. № 23. С. 85–89.
7. Платов Ю.И. Определение стоимости фрахтования судов // Вестник ВГАВТ. Экономика, логистика и управление на транспорте. 2014. № 41. С. 205–209.
8. Дьяконова М.Д. Сетевое моделирование процесса фрахтования танкеров как элемент цифровизации коммерческой работы на водном транспорте // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. 2020. Т. 12. № 3. С. 504–514. DOI: 10.21821/2309-5180-2020-12-3-504-514.
9. Игнатова Ю.Н. Виды фрахтования на время по морскому праву // Юрист. 2013. № 17. С. 20–25.
10. Никитина А.П., Михайлова А.Д. Организация морских перевозок по договору фрахтования морского судна // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Юридические науки. 2019. Т. 5 (71). № 3. С. 380–386.