

УДК 338.001.36

ТАМОЖЕННЫЙ КОНТРОЛЬ В УСЛОВИЯХ «УМНОЙ» ГРАНИЦЫ: ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ НЕИНТРУЗИВНОЙ ПРОВЕРКИ ТОВАРОВ И ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Д.Г. Воронин,

Российский университет транспорта

О.Г. Боброва

МГИМО

Аннотация: В исследовании авторами проводится анализ перспектив развития процесса диджитализации деятельности таможенных органов. Приводятся возможности использования искусственного интеллекта и машинного обучения на основе стандартизированных таможенных рентгеновских изображений для обмена информацией между таможенными администрациями. Исследование проведено с целью подтверждения эффективности применения искусственного интеллекта для неинтрузивного таможенного контроля.

Ключевые слова: таможенный контроль, цифровая таможня, искусственный интеллект, машинное обучение

CUSTOMS CONTROL FOR SMART BORDERS: ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR NON-INTRUSIVE INSPECTION

D. Voronin

Russian Transport University

O. Bobrova

MGIMO University

Abstract: The study analyzes the development prospects of the process of digitization of the customs authorities. The possibilities of using artificial intelligence and machine learning on the basis of standardized customs X-ray images for the exchange of information between customs administrations are given. The study was conducted to confirm the effectiveness of artificial intelligence for non-intrusive customs control.

Key words: customs control, digital customs, artificial intelligence, machine learning

Введение. Международное сообщество все чаще сталкивается с новыми угрозами и рисками, и в свою очередь должно внедрять и использовать новейшие технологические инструменты и инновации для обеспечения безопасности и содействию международной торговли [1]. Для достижения названных целей необходимо иметь современную инфраструктуру для неинтрузивной инспекции грузов (стандарт 3 из Раздела 1

Рамочных стандартов безопасности SAFE). Современные технологии могут значительно сократить время, затрачиваемое для сканирования грузов, перемещаемых всеми видами транспорта. Указанный тезис соответствует концепции упрощения торговли Всемирной торговой организации, которая сталкивается с административными барьерами при трансграничном перемещении товаров. Проверка рентгеновских изображений перемещаемых товаров и грузов – это сложная задача визуального поиска, напоминающая поиск иголки в стоге сена.

Проведенное исследование позволило сформулировать предложение об использовании искусственного интеллекта и машинного обучения на основе стандартизированных таможенных рентгеновских изображений для обмена информацией между таможенными администрациями. Исследование проведено с целью подтверждения эффективности применения искусственного интеллекта для неинтрузивного таможенного контроля.

Обзор литературы. Одним из основных элементов обеспечения должного уровня транспортной безопасности становится использование современных рентгеновских технологий и анализа получаемых изображений[2]. Таможенным инспекторам, работающим с инспекционно-досмотровыми комплексами, требуется многолетний опыт подобной работы и специальная подготовка, чтобы изучить полный каталог визуальных образов разрешенных и запрещенных товаров[3]. Подобная система инспекций требует существенного количества высококвалифицированных сотрудников для проверки всех ежедневно получаемых изображений. Но, к сожалению, даже опытные таможенные инспектора не в состоянии обнаружить даже небольшую

часть всех незаконных перевозимых предметов.

В то же время, алгоритм компьютерного моделирования рентгеновских изображений мобильных комплексов контроля активно рассматривается рядом стран. Цель состоит в том, чтобы разработать программное обеспечение, которое позволяет не только просматривать конечное рентгеновское изображение, но и интерактивно проектировать сложную сцену из трехмерных объектов, а затем использовать его для визуализации рентгеновской проекции[5].

Цифровая компьютерная технология «глубинного обучения» способна распознавать закономерности в изображениях перемещаемых товаров, и основываясь на имеющихся в базе данных примерах, отличать запрещенные к провозу товары от разрешенных. Эта технология становится необходимым фактором обеспечения должного уровня безопасности мировой торговли без замедления потоков движения грузов по всему миру. Поскольку система будет функционировать на основе изображений, которые передаются через модуль предварительной обработки, базы данных, содержащие цифровую информацию, могут обмениваться с аналогичными системами на других информационных ресурсах. Это будет содействовать обмену информацией между таможенными администрациями. База данных, на данный момент, содержит более 30 000 снимков легальных и нелегальных товаров[6].

Глубинное обучение можно рассматривать как улучшение традиционных искусственных нейронных сетей путем построения сетей с несколькими (более двух) слоями. Значительные улучшения в компьютерном анализе вдохновили их

использование для анализа медицинских изображений [7]. Основной задачей будущей технологии будет проверка входящего груза в пунктах пересечения границы (суша, воздух или море) и задержание контрабандных и незаконных товаров на основе функции автоматического распознавания целей (ATR). Целью объединения двух энергетических рентгеновских изображений является приобщение дополнительной информации из низкоэнергетического рентгеновского изображения и высокоэнергетического рентгеновского изображения таким образом, чтобы полученное комбинированное изображение было более пригодным для дальнейшего распознавания и анализа [8]. После того, как система рентгеновского скрининга с функционалом глубинного обучения будет запущена и начнет выполнять свои функции в экспериментальном порядке, эта технология может постоянно самосовершенствоваться с помощью центральной справочной базы данных. Данная база данных содержит рентгеновские снимки нелегальных и ограниченных к ввозу грузов, и она предназначена для независимых производителей. Все эти изображения базы данных, особенно те, которые содержат снимки товаров представляющих угрозу безопасности, представляют собой важный инструмент для параллельного обучения сотрудников по проверке, а также для методов машинного обучения в алгоритмах автоматического обнаружения [9]. Таким образом, можно предположить, что глубинное обучение и компьютерное зрение следует использовать для анализа рентгеновских снимков во время проведения неинтрузивного таможенного контроля. Это полностью соответствует нормам Всемирной торговой организации. Также, отпадет необходимость в содержании большого количества государственных служащих.

Международные рекомендации.

Посредством упрощенных, стандартизированных и гармонизированных пограничных процедур и обеспечения безопасности границ, Всемирная таможенная организация призывает своих членов взглянуть на то, как они могут перестроить бизнес-процессы, применяя новейшие технологии, и как они могут взаимодействовать друг с другом «разумным образом» для создания взаимосвязанной глобальной цепочки международной торговли [10]. Использование технологий неинтрузивной инспекции подробно описано в опоре «Сотрудничество таможенных администраций» (опора 1) [11].

Методология. Задача проверки рентгеновских изображений грузов требует сложного и трудоемкого визуального поиска для сотрудников таможенных администраций. Новая таможенная рентгеновская система сможет полноценно функционировать без какого-либо вмешательства человека. Процедуры таможенного и пограничного контроля основываются на системе, позволяющей компьютерной программе автоматически распознавать и обнаруживать запрещенные к ввозу предметы на основе примеров из централизованной справочной базы данных рентгеновского сканирования. Вмешательство человека потребуется только для проведения дальнейших действий и разбирательств после обнаружения искусственным интеллектом потенциальной контрабанды.

Для таможенного инспектора, работающего с рентгеновским сканером, задача по точной идентификации всего груза в контейнерах является практически невыполнимой, из-за большого разнообразия перевозимых предметов и существенной рабочей нагрузки вызванной интенсивностью движения грузовых потоков. Любая ошибка или ложное

подозрение таможенного инспектора при попытке перехвата запрещенных грузов, может привести к значительным задержкам движения товарных партий и существенным убыткам торговых операторов и представителям законного бизнеса.

Данное техническое решение уже успешно внедрено и проэкспериментировано в других странах (в 2016 году Администрация транспортной безопасности (TSA) США). В России существует аналогичная рентгеновская технология, которая успешно применяется в биомедицинской области. Беспрецедентный успех глубинного обучения обусловлен главным образом следующими факторами:

- 1) усовершенствования высокотехнологичных центральных процессоров (CPU) и графических процессоров (GPU);
- 2) наличие огромного количества данных.

Стандартизация получаемых изображений позволяет сравнивать сканы, полученные из разных систем рентгеновской визуализации. На данный момент база данных только начинает собираться и состоит из 30 000 снимков в качестве справочного материала. Новые сканирования могут помещаться в базу в режиме реального времени, что сделает ее более эффективной в будущем.

Рекомендации по оптимизации таможенного контроля на основе искусственного интеллекта. Вместо того, чтобы каждое таможенное учреждение создавало и интегрировало свою собственную специализированную базу данных, гораздо лучше преобразовать все изображения сканера в уникальную эталонную конфигурацию и создать однородную базу данных для всех пользователей. Информация может передаваться через Глобальную сеть таможенного сотрудничества ВТамО (особенно через CEN).

Учитывая тот факт, что большинство таможенных администраций уже перешли на электронную систему предварительного информирования, рентгеновская технология глубинного обучения может также использоваться для сравнения изображений груза с предоставленным в таможенной декларации описанием товара, для выявления и пресечения фактов недостоверного таможенного декларирования.

Вывод. В целом внедрение инновационных технологий в международную торговлю, в частности, технологии глубинного изучения рентгеновских изображений во многие таможенные и пограничные службы, включая таможенную службу России, ускорит время и повысит эффективность реализуемых таможенных операций, улучшит качество обслуживания клиентов, обеспечит большую безопасность международной торговой среды, положительно повлияет на экономическое развитие целого ряда регионов и создаст более безопасные условия жизни обычных граждан по всему миру.

Список литературы:

1. The 38th Session of the Enforcement Committee discusses SMART borders and how to enhance Customs controls. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2019/march/enforcement-committee-discusses-smart-borders-and-customs-control.aspx>
2. Aviation security: Costing, pricing, finance and performance David Gillen William G. Morrison [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0969699714001537?token=CB587286DA4898767F61FB4934DC4D1B35AA9D2EB0364467162866EC99267DECB221670EBBB45A4B9787C352B9A71C71> Journal of Air Transport Management 48 (2015) 1e12 1-12
3. Afonin D. N., Afonin P.N. The study of psychophysiological factors determining the

effectiveness of the activities of the operators of the image analysis // Bulletin of the International Scientific Surgical Association. BISSA 2017 Vol. 6 № 1. 26-28.

4. Николаев А.С. Инновационные технологии в области управления рисками и их применение в таможенных органах Российской Федерации // Наука и инновации в технических университетах: Материалы Одиннадцатого Всероссийского форума студентов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 25-27 октября 2017 г. - 2017. - С. 103-104

5. Trofimchuk A.M. Computer modelling of X-ray images obtained with mobile customs inspection systems// Inženernyjvestnik Dona (Rus).№1 (2017).ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4066

6. Visser, WicherSchwaninger, Adrian Hardmeier, Diana Flisch. (2016). Automated Comparison of X-Ray Images for Cargo Scanning. //Proceedings of the 50th IEEE International Carnahan Conference on Security Technology, Orlando USA, October 24-272016, 268-275. DOI: 10.1109/CCST.2016.7815714

7. DinggangShen, Guorong Wu, Heung-II Suk. Deep Learning in Medical Image

Analysis. Annu Rev Biomed Eng. Author manuscript; available in PMC 2017 Jun 21. doi: 10.1146/annurev-bioeng-071516-044442https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5479722/

8. Sajid Khan, Yin Chai, Wang. A Book onX-ray Technology, Noises in X-ray Images, Causes & Solution (39) (2013) // https://www.researchgate.net/publication/299394952_X-ray_Technology_Noises_in_X-ray_Images_Causes_Solution

9. A. Bolfig, T. Halbherr, and A. Schwaninger, How image based factors and human factors contribute to threat detection performance in X-ray aviation security screening. Springer, 2008.

10. WCO attends Development Partners Meeting for the Americas and Caribbean region. http://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2019/march/wco-attends-development-partners-meeting-for-the-americas-and-caribbean-region.aspx

11. WCO supports Azerbaijan Customs to build capacity in X-ray image analysis. http://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2019/march/wco-supports-azerbaijan-customs-to-build-capacity-in-x-ray-image-analysis.aspx