

Разработка системы подсчета посетителей в ретейле с использованием машинного зрения

Д. К. Зитцер^{1*}, А. Г. Ивашко¹

¹Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

*danil@zittser.ru

Аннотация. Информация о посещаемости торговой точки имеет огромную ценность для бизнеса. Она позволяет оценить эффективность проведения маркетинговых акций и оптимизировать график работы персонала. Более того, данные о количестве посетителей могут быть косвенно использованы для анализа конкурентной среды. Несмотря на существование разнообразных технологических подходов к решению задачи по подсчету посетителей, каждый из них обладает рядом своих существенных недостатков. Цель исследования – разработать программную систему подсчета посетителей на основе применения технологий машинного зрения к видеопотоку. Для этого предложено разбить задачу подсчета на две подзадачи: обнаружение и отслеживание перемещения посетителей в кадре, каждая из которых решалась с использованием сверточных нейронных сетей. Обучение и валидация нейронных сетей проводились на данных, собранных в реальных условиях исключительно с камер заказчика системы. В совокупности с выдвинутым алгоритмом подсчета система стала способна: а) исключать из подсчета сотрудников торговой сети, носящих корпоративную униформу; б) правильно обрабатывать сложные и непредсказуемые траектории движения посетителей в сцене видеонаблюдения; в) без ущерба для точности подсчета корректно обрабатывать ошибки декодирования видеопотока, следствием которых является пропуск кадров. Оценка качества работы системы проводилась на 504 тестовых видео, на которых суммарно вошли в торговую точку и вышли из нее 739 посетителей. При обработке каждого кадра итоговая ошибка подсчета составила 3%. В ходе ряда экспериментов было установлено, что при обработке только каждого 4-го кадра (нагрузка на систему в этом случае снижалась в 4 раза) ошибка подсчета повысилась лишь на 1%.

Ключевые слова: коэффициент конверсии, подсчет людей, компьютерное зрение, видеоаналитика, обнаружение объектов, трекинг объектов

Для цитирования: Зитцер Д. К., Ивашко А. Г. Разработка системы подсчета посетителей в ретейле с использованием машинного зрения // Прикладная информатика. 2025. Т. 20. № 1. С. 48–67. DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-1-48-67

Development of a retail visitor counting system using computer vision

D. Zittser^{1*}, A. Ivashko¹

¹University of Tyumen, Tyumen, Russia
danil@zittser.ru

Abstract. Information about store traffic is of great value to businesses. It allows you to evaluate the effectiveness of marketing campaigns and optimize staff work schedules. Moreover, data on the number of visitors can be indirectly used to analyze the competitive environment. Despite the existence of various technological approaches to solving the problem of counting visitors, each of them has a number of significant disadvantages. The purpose of the research is to develop a software system for counting visitors based on the application of machine vision technologies to a video stream. To do this, it was proposed to split the counting task into two subtasks: detection and tracking of visitors' movements in the frame, each of which was solved using convolutional neural networks. Training and validation of neural networks were carried out on data collected in real conditions exclusively from cameras of the system customer. Together with the advanced counting algorithm, the system became capable of: a) excluding from the count employees of the retail chain wearing a corporate uniform; b) correctly handles complex and unpredictable trajectories of visitors in a video surveillance scene; c) without compromising the calculation accuracy, correctly handle video stream decoding errors, which result in dropped frames. Testing of the quality of the system's operation was carried out on 504 test videos, in which a total of 739 visitors entered and left the outlet. When processing each frame, the final calculation error was 3%. And in the course of a number of experiments, it was found that when processing only every 4 frames (the load on the system in this case was reduced by 4 times), the calculation error increased by only 1%.

Keywords: conversion rate, people counting, computer vision, video analytics, object detection, object tracking

For citation: Zittser D., Ivashko A. Development of a retail visitor counting system using computer vision. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2025, vol.20, no.1, pp.48-67 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-1-48-67

Введение

Розничная торговля является одним из важнейших экономических сегментов рынка в России. Повышение интенсивности конкуренции ретейлеров формирует потребность в разработке новых эффективных стратегических методов маркетинга. Одним из показателей эффективности маркетинговой деятельности торговой точки является коэффициент конверсии CR – это отношение числа посетителей NC торговой точки к числу транзакций (чеков) NT, выраженное в процентах [1]. Он позволяет оценивать ре-

зультативность проведенных маркетинговых акций и предложений по привлечению новых клиентов.

Если количество проведенных транзакций (NT) можно легко получить из программного обеспечения учетной системы, то задача по количественной оценке трафика посетителей является далеко не тривиальной и, как следствие, часто не позволяет довести ее решение до коммерческого использования. Общепринятое в литературе название такой задачи – задача по подсчету людей (англ. *people counting*).