

Разработка методов терагерцового видеонаблюдения

А.А. Морозов¹, О.С. Сушкова¹

¹Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Моховая 11, корп. 7, Москва, Россия, 125009

Аннотация

Терагерцовое видеонаблюдение открывает новые возможности в сфере обеспечения безопасности в общественных местах, поскольку позволяет обнаруживать скрытое оружие и другие опасные предметы и тем самым предотвращать их использование. В статье рассматривается проблема создания методов автоматического анализа терагерцовых видеоизображений. Для экспериментов с терагерцовым видеонаблюдением создан и опубликован в открытом доступе набор терагерцовых видеоданных (www.fullvision.ru). Набор видеоданных включает короткие видеоролики людей, у которых под одеждой спрятаны предметы. Набор видеоданных является мультимодальным; он содержит синхронизированные видео различных видов: терагерцовые, тепловизионные, видимые, ближнего инфракрасного диапазона и 3D. Разработана программная платформа для сбора и предварительной обработки видеоданных.

Ключевые слова

Терагерцовое видеонаблюдение, анализ терагерцовых изображений, обнаружение скрытых предметов, нейронные сети, Акторный Пролог

1. Введение

Первое поколение терагерцовых систем видеонаблюдения уже создано и доступно на рынке систем обеспечения безопасности, однако оно до сих пор не нашло широкого применения. Главной причиной этого является то, что существующие методы анализа терагерцовых изображений не способны обеспечить скрытое и полностью автоматическое распознавание оружия и опасных предметов и могут использоваться только под управлением специально обученного оператора. В результате, терагерцовое видеонаблюдение оказывается более затратным и менее эффективным, чем традиционные методы организации периметра безопасности и ручного досмотра посетителей. Таким образом, разработка методов автоматического анализа терагерцовых видеоизображений является актуальной задачей. Для экспериментов с терагерцовым и многомодальным видеонаблюдением были разработаны специальные средства логического программирования, включающие набор встроенных классов языка Акторный Пролог для получения, записи и чтения терагерцовых, тепловых, визуальных и 3D видеоизображений [1-5]. В качестве основы для автоматического анализа терагерцовых видеоизображений предложено использовать принцип семантического слияния видеоизображений, полученных с помощью разных физических принципов. Идея семантического слияния заключается в том, что смысловое содержание одного видеоизображения используется для анализа другого видеоизображения. Например, информация о положении человека в пространстве, координатах его рук, ног и туловища может быть использована для анализа и интерпретации цветочных областей, наблюдаемых на терагерцовом видеоизображении.

Проведены эксперименты с нейросетевой классификацией терагерцовых изображений оружия и других опасных предметов, скрытых под одеждой человека. Цель экспериментов – выяснить, содержит ли терагерцовое видеоизображение достаточное количество информации, чтобы научить нейросеть различать опасные и неопасные предметы. Обучающая выборка включала изображения людей в домашней и уличной (в том числе, зимней) одежде. Под одеждой были спрятаны оружие и опасные предметы, такие как автомат Калашникова, топор,

бутылки, нож, резиновая дубинка и пистолеты различных марок, а также обычные бытовые предметы, такие как телефоны и USB-диски, размер обучающей выборки 9173 кадра, размер тестовой выборки 2293 кадра. Нейронные сети, обученные на этом множестве данных, были применены для анализа другого множества данных, включающего винтовку М16, размер выборки 672 кадра. Примеры терагерцовых видеоизображений приведены на Рисунке 1

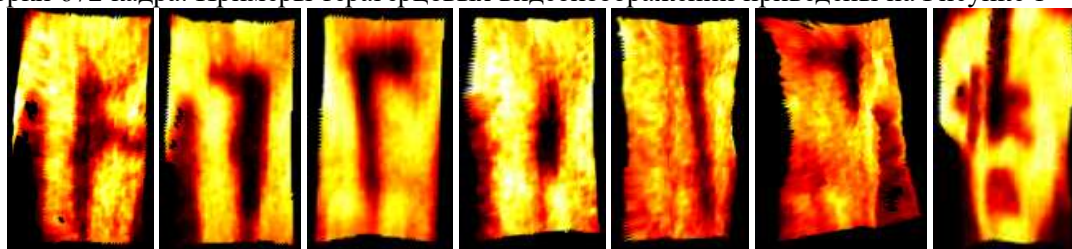


Рисунок 1: Терагерцовые изображения оружия и других опасных предметов (слева направо): автомат Калашникова (АК), АК без магазина, топор, бутылка, дубинка, пистолет, автоматическая винтовка М16

2. Заключение

Нейронные сети сумели успешно определить, что винтовка является опасным предметом (ассигуру от 75 до 99% на разных архитектурах сетей). Результаты экспериментов показывают, что нейронные сети могут быть использованы для обобщения свойств терагерцовых видеоизображений и могут успешно предсказывать, является ли скрытый под одеждой предмет опасным.

3. Благодарности

Авторы выражают благодарность Р.А. Толмачёвой, Г.К. Мансурову, В.Е. Анциперову и В.А. Кершнеру за участие в проводимых экспериментах, а также компаниям ЗАО «Астрон» и ООО «АСофт» за предоставленное оборудование для пассивного терагерцового видеонаблюдения THERZ-7A. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проекты № 18-07-01295 А и № 16-29-09626 офи-м (www.fullvision.ru).

4. Литература

- [1] Morozov, A.A. Development of a method of terahertz intelligent video surveillance based on the semantic fusion of terahertz and 3D video images / A.A. Morozov, O.S. Sushkova, I.A. Kershner, A.F. Polupanov // CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol. 2391. – P. 134-143.
- [2] Murashov, D.M. A technique for detecting concealed objects in terahertz images based on information measure / D.M. Murashov, A.A. Morozov, F.D. Murashov // CEUR Workshop Proceedings. – 2019. – Vol. 2391. – P. 269-274.
- [3] Morozov, A.A. Semantic fusion and joint analysis of terahertz and 3D video images by the means of object-oriented logic programming / A.A. Morozov, O.S. Sushkova, A.F. Polupanov, V.E. Antsiperov, G.K. Mansurov, S.K. Paprotskiy, A.V. Yanushko, N.G. Petrova, A.S. Bugaev // RENSIT: Radioelectronics. Nanosystems. Information technologies. – 2018. – Vol. 10(2). – P. 329-340. DOI: 10.17725/rensit.2018.10.329.
- [4] Morozov, A.A. Development of a publicly available terahertz video dataset and a software platform for experimenting with the intelligent terahertz visual surveillance / A.A. Morozov, O.S. Sushkova // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2021. – Vol. 1255. – P. 105-113. DOI: 10.1007/978-981-15-7834-2_10.
- [5] Морозов, А.А. Патент номер RU 2702913 С1. Российская федерация. Способ обнаружения скрытых предметов на терагерцовых изображениях тела человека / А.А. Морозов, Д.М. Мурашов, Ф.Д. Мурашов. – Опубликовано: 14.10.2019, Бюл. № 29. – Заявка: 2019105359, 26.02.2019.