

OPTIMASI KLASIFIKASI DETEKSI SENJATA API PADA ANIMASI BLACK LAGOON DENGAN ALGORITMA *DEEPSORT* DAN *KALMAN FILTER*

Dadang Iskandar Mulyana ^{1*}, Agus Sigit Sumarsono ²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia.

Email: mahvin2012@gmail.com ^{1*}, agussgt203@gmail.com ²

Histori Artikel:

Dikirim 4 Agustus 2023; Diterima dalam bentuk revisi 21 Agustus 2023; Diterima 2 September 2023; Diterbitkan 10 September 2023. Semua hak dilindungi oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) STMIK Indonesia Banda Aceh.

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi khususnya pada bidang artificial intelligence banyak sistem dan program baru yang dibuat dengan artificial intelligence salah satunya bidang computer vision yaitu deteksi suatu objek mulai dari transportasi, manusia, masker, binatang, bahkan ada juga sistem deteksi senjata api. Namun pada sistem tersebut masih memiliki kekurangan pada tingkat akurasi apabila kondisi kompleks seperti pencahayaan dan lainnya. Saat ini sistem deteksi senjata api menggunakan dataset berupa foto senjata asli, masih jarang atau bahkan tidak ada yang menggunakan dataset lain seperti game atau animasi untuk mengetahui performa sistem deteksi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa sistem deteksi dan klasifikasi senjata api dengan percobaan menggunakan objek dari sebuah animasi dengan dataset publik dari website www.imfdb.org/Black_Lagoon serta beberapa adegan dari animasi lain dan juga animasi yang berjudul Black Lagoon, selanjutnya dilakukan optimasi dengan algoritma *DeepSORT* dan *Kalman Filter* dibantu dengan sistem deteksi YOLOv3, maka didapat beberapa nilai persentase seperti nilai mAP 82,13%, precision 81,19%, dan recall 78,53% pada training dataset dengan menggunakan epochs sebanyak 100 iterasi serta pada training model mendapat nilai loss 8,27% dan 6.67% untuk nilai val_loss dengan menggunakan epochs sebanyak 50 iterasi.

Kata Kunci: Senjata Api; Optimasi; Deteksi; Klasifikasi; Computer Vision; Animasi; DeepSORT; Kalman Filter.

Abstract

As technology develops, especially in the field of artificial intelligence, many new systems and programs are created with artificial intelligence, one of which is the field of computer vision, namely the detection of objects ranging from transportation, humans, masks, animals, and even firearms detection systems. However, this system still has deficiencies in the level of accuracy when complex conditions such as lighting and others. Currently firearms detection systems use datasets in the form of photos of real weapons, rarely or even no one uses other datasets such as games or animations to determine the performance of the detection system. This study aims to determine the performance of the firearms detection and classification system by experimenting with objects from an animation with a public dataset from the website www.imfdb.org/Black_Lagoon as well as several scenes from other animations and also an animation entitled Black Lagoon, then optimization is carried out with the DeepSORT algorithm and Kalman Filter assisted by the YOLOv3 detection system, several percentage values were obtained such as a mAP value of 82.13%, 81.19% precision, and 78.53% recall in the training dataset using 100 iterations of epochs, and in the training model got a loss value of 8.27% and 6.67% for the val_loss value using 50 iterations of epochs.

Keyword: Firearms; Optimization; Detection; Classification; Computer Vision; Animation; DeepSORT; Kalman Filter.

1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya *teknologi* pada saat ini, banyak sekali teknologi yang memanfaatkan *artificial intelligence* [1], dalam beberapa tahun terakhir teknologi *Artificial Intelligence* (AI) berkembang sangat pesat dan menjadi topik yang sering diperbincangkan [2], terutama pada *Deep Learning* khususnya *Computer Vision* [3]. Banyak sekali penelitian dalam sistem pendeteksi dan klasifikasi [4] terhadap suatu subjek maupun objek seperti deteksi pergerakan manusia [5], klasifikasi jenis binatang, deteksi dan klasifikasi jenis kendaraan [6], serta masih banyak teknologi deteksi lainnya [7]. Dan deteksi pada senjata api yang sudah ada pada beberapa penelitian masih ada kekurangan seperti *bounding box* pada deteksi kadang suka kacau apabila pencahayaan dan ada objek yang menghalangi [8]. Deteksi senjata api selama ini menggunakan *dataset* dari foto senjata api [9] yang asli, dan hasil deteksi terkadang kurang maksimal seperti tingkat akurasi yang kurang, atau bahkan terkadang mendeteksi objek asal (*random*) [10], jarang sekali penggunaan *dataset* yang lain contohnya *dataset* dari sebuah senjata api yang ada pada game maupun pada sebuah animasi [11].

Anime atau animasi adalah kartun dalam bahasa Jepang, anime atau animasi ini memiliki ciri khas dalam pembuatan gambar serta alur cerita dengan kartun negara lainnya, menariknya ada juga sebuah anime atau animasi yang dijadikan sarana sebagai pengenalan budaya – budaya yang ada di negara Jepang, mulai dari sejarah, adat, pakaian, teknologi, dan masih banyak lagi [7]. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem deteksi dan klasifikasi menggunakan *dataset public* dari website www.imfdb.org dari sebuah animasi Jepang yang berjudul *Black Lagoon* serta akan dilakukan optimasi dengan algoritma *DeepSORT* dan *Kalman Filter* sebagai penelitian. Berdasarkan dari latar belakang tersebut maka penulis telah memutuskan untuk mengambil judul “Optimasi Klasifikasi Deteksi Senjata Api pada Animasi *Black Lagoon* dengan Algoritma *DeepSORT* dan *Kalman Filter*” sebagai tugas akhir. Penulis berharap dengan adanya penelitian ini kedepannya bisa mengembangkan sistem deteksi dan klasifikasi.

2. Metode Penelitian

2.1 Pembuatan *Dataset*

Penelitian ini menggunakan teks editor VSCode sebagai proses deteksi dari objek dengan menggunakan metode *You Only Look Once* (YOLO) [12] dan untuk optimasinya dengan algoritma *DeepSORT* [5] dan *Kalman Filter* [13] menggunakan Jupyter Notebook, dan untuk mengambil gambar *frame-by-frame* dari adegan sebagai *dataset* menggunakan *software* untuk *editing* video Wondershare Filmora 9 untuk mengambil foto – foto *by frame* jenis senjata api [14] dari animasi *Black Lagoon* yang dibutuhkan sebagai *dataset*. *Dataset* yang lain digunakan dalam penelitian ini adalah *dataset public* yang diambil dari website www.imfdb.org dan beberapa adegan dari sebuah animasi berjudul *Black Lagoon*. Dari animasi tersebut peneliti mengambil *dataset* berupa 3 jenis senjata api dengan jenis handgun, sub-machine gun, dan rifle sebagai pembuatan kelas untuk *dataset*.

1) *Handgun*

Senjata api yang bisa digunakan dengan satu tangan, ukurannya yang kecil dan bisa dibawa kemana saja bisa mempermudah pemilik senjata api berjenis handgun, *dataset* dari kelas atau jenis senjata api handgun ini sebanyak 127 foto yang dikumpulkan dari website www.imfdb.org dan foto yang diambil dari *frame-by-frame* pada adegan animasi *Black Lagoon*.

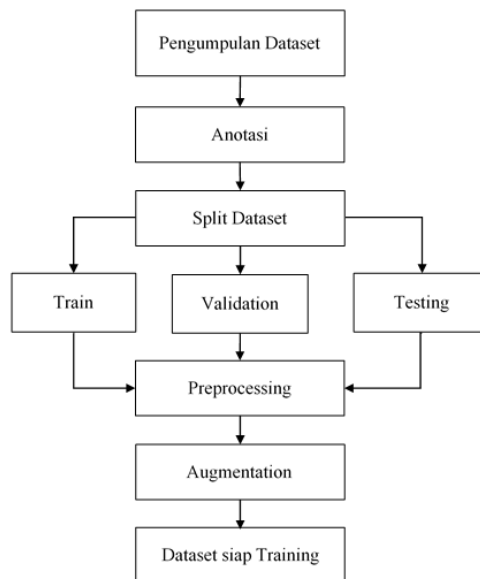
2) *Sub-Machine Gun*

Sub-Machine Gun (SMG) adalah senjata api otomatis yang bisa menembak peluru secara terus menerus saat menekan pelatuk dari SMG, senjata ini memiliki jarak tembak yang tidak jauh, *dataset* dari kelas atau jenis senjata api handgun ini sebanyak 100 foto yang dikumpulkan dari website www.imfdb.org dan foto yang diambil dari *frame-by-frame* pada adegan animasi *Black Lagoon*.

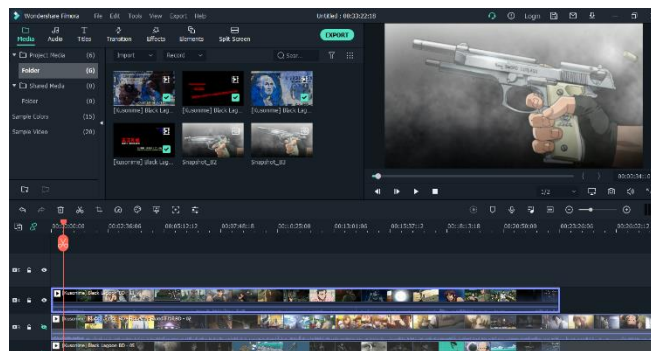
3) *Rifle*

Rifle adalah jenis senjata api dengan laras panjang, senjata api jenis rifle ini memiliki keunggulan dalam tingkat akurasi yang tinggi dan jarak tembak yang jauh, rifle juga memiliki amunisi dengan kaliber yang lebih besar dibanding jenis handgun dan sub-machine gun, *dataset* dari kelas atau jenis senjata api handgun ini sebanyak 104 foto yang dikumpulkan dari website www.imfdb.org dan foto yang diambil dari *frame-by-frame* pada adegan animasi *Black Lagoon*.

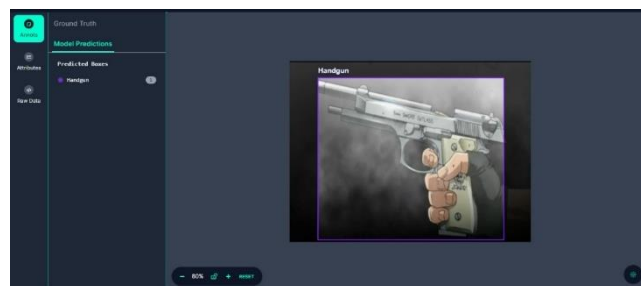
Pembuatan dataset dilakukan dengan menggunakan *platform Roboflow* dan ada beberapa cara yang bisa digunakan sebagai pembuatan dataset untuk model *training*, dataset dibagi menjadi 3 bagian *training*, *validation*, dan *testing*. Kurang lebih alur pembuatannya seperti berikut:



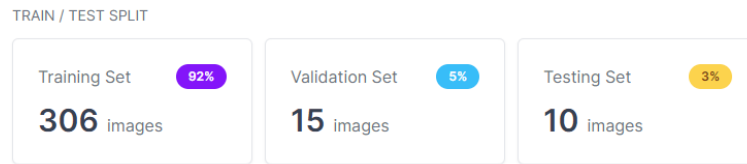
Gambar 1. *Flowchart* pembuatan *dataset*.



Gambar 2. Proses pengumpulan *Dataset*



Gambar 3. Proses Anotasi



Gambar 4. *Split dataset*

2.2 *DeepSORT*

Deep Learning + *Simple Online and Real-time Tracking* atau *DeepSORT* adalah salah satu metode atau algoritma yang digunakan sebagai pendukung pada pembuatan sistem deteksi dan pelacakan[15], algoritma atau metode *DeepSORT* lebih tepatnya digunakan dalam mengenal dan mempelajari objek yang akan dideteksi maupun dilacak dengan menggunakan *Deep Neural Network* sebagai data latihnya[16]. Penggunaan *DeepSORT* pada sistem deteksi dan pelacakan sangat diperlukan untuk membuat optimasi dari sistem deteksi dan pelacakan itu sendiri[17], *DeepSORT* juga mampu meningkatkan akurasi dari sistem deteksi dan pelacakan dan salah satu kemampuan dari *DeepSORT* juga bisa melacak atau mendeteksi lebih dari satu objek *Multipl-Object Tracking* (MOT)[18].

Keunggulan lain dari *DeepSORT* adalah dapat melacak satu atau banyak objek dalam situasi yang cukup kompleks seperti kurangnya pencahayaan[19], perubahan bentuk atau skala objek, objek yang berdekatan, berdempetan ataupun bahkan objek yang tumpang tindih, serta objek yang keluar dari frame pada kamera[20]. Algoritma *DeepSORT* bisa dikombinasi dengan *Kalman Filter* sebagai optimasi dari sistem deteksi[21] maupun pelacakan untuk menambah kecepatan deteksi pelacakan maupun sebagai peningkatan persentase akurasi dalam deteksi maupun pelacakan.

2.3 *Kalman Filter*

Kalman Filter[22] adalah sebuah algoritma yang bisa sebagai pendukung optimasi pada sistem deteksi dan pelacakan dengan cara mengumpulkan kesalahan maupun ketidaksempurnaan pada objek yang dideteksi atau dilacak[23], *Kalman Filter* sendiri merupakan salah satu komponen penting dalam *DeepSORT*[24]. *Kalman Filter* memiliki beberapa keunggulan sebagai dalam sistem deteksi dan pelacakan, seperti kecepatan dalam deteksi, akurasi posisi objek, dan sangat efisien jika dijadikan optimasi dalam sistem deteksi dan pelacakan secara *real-time*[25]. Adapun beberapa tahapan dari *Kalman Filter* yang umum dalam penerapannya, yaitu:

1) *Inisialisasi*

Tahapan pertama dari algoritma *Kalman Filter* adalah inisialisasi, dengan cara memberikan perkiraan posisi awal, status, maupun kecepatan dari objek yang akan dideteksi dan dilacak.

2) *Prediksi*

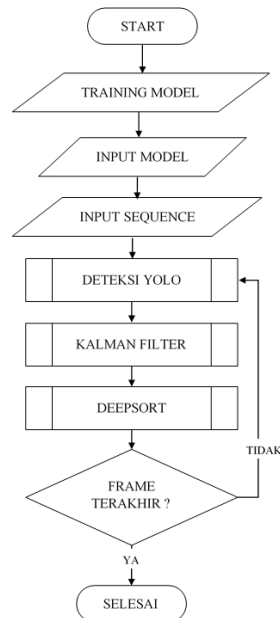
Tahapan yang kedua dari algoritma *Kalman Filter* adalah prediksi, prediksi ini dilakukan dengan menggunakan perkiraan pada saat ini atau sebelumnya yang nantinya akan dijadikan bahan prediksi selanjutnya.

3) *Pembaruan*

Setelah melewati tahapan – tahapan tersebut pada tahapan pembaruan ini akan dilakukan perhitungan dari data, perkiraan, dan informasi pada tahapan sebelumnya untuk memperbarui status dari objek yang akan dideteksi dan dilacak agar menjadi lebih baik lagi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rancangan Pengujian

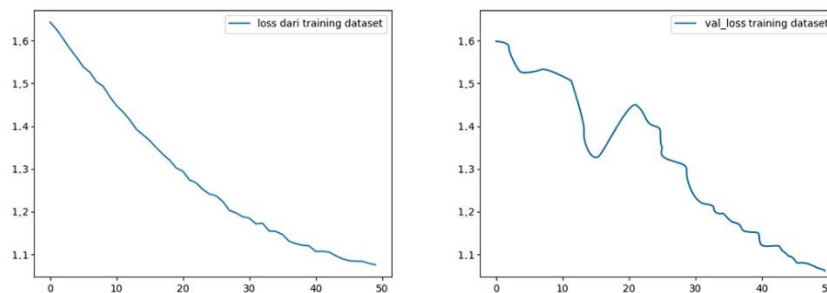


Gambar 5. *Flowchart* rancangan penelitian

3.2 Keterangan *Flowchart*

1) Training Model

Training model dengan menggunakan *keras tensorflow* untuk mendapatkan model dari *custom dataset* dari objek yang akan dilakukan deteksi, hasil dari *training* model menggunakan *keras tensorflow* menunjukkan persentase loss sebesar 8,27% untuk *loss* dengan *epochs* sebanyak 50 iterasi, dan 6,67% untuk *val_loss* dengan *epochs* sebanyak 50 iterasi. .



Gambar 6. Total *loss* dan *val_loss* saat *training* model

2) *Input Model*

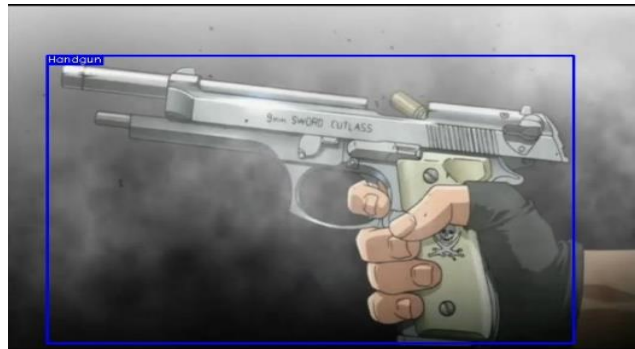
Input model pada YOLO yang telah dibuat dengan *dataset* dari *website* <https://www.imfdb.org/> dan foto yang diambil dari *frame-by-frame* adegan dalam animasi *Black Lagoon*.

3) *Input Sequence*

Input sequence dari video yang digunakan untuk menganalisis objek.

4) *Deteksi YOLO*

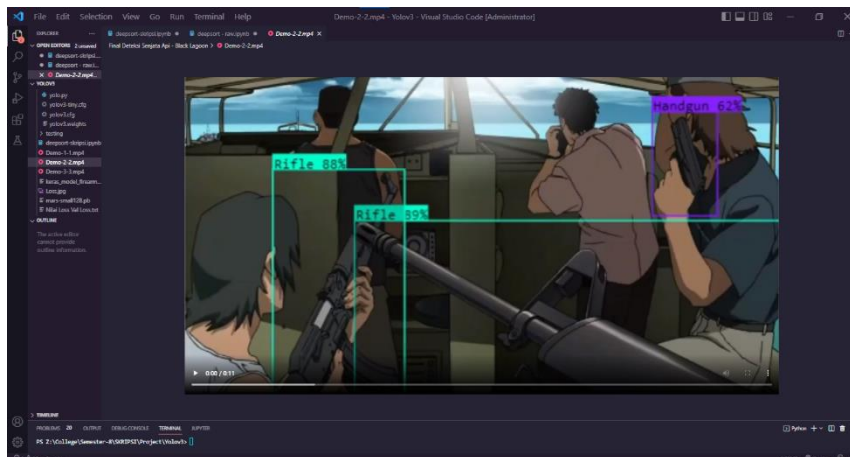
Menjalankan *Sequence* dari video yang digunakan untuk menganalisis *objek* ke dalam YOLO untuk dilakukan deteksi objek pada setiap *frame* dalam *sequence* dari video tersebut yang nanti hasilnya berupa kelas dari objek tersebut dan *bounding box* yang terdeteksi oleh YOLO.



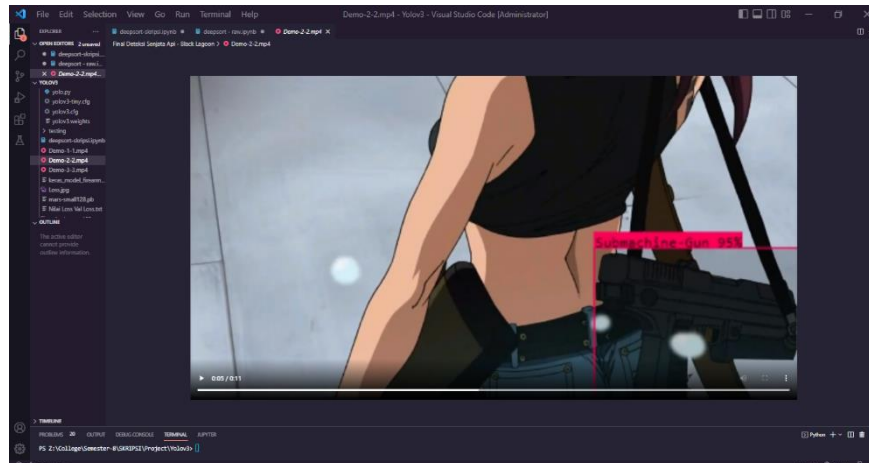
Gambar 7. Hasil deteksi dengan Yolov3

Hasil deteksi masih kurang bagus karena *bounding box* tidak bisa mengikuti objek atau bahkan salah mendeteksi *objek*.

- 5) *Kalman Filter*
Tahapan ini *kalman filter* sebagai inialisasi untuk setiap objek yang terdeteksi dengan menggunakan informasi posisi awal pada objek. Setelah itu *kalman filter* melakukan prediksi kembali jika ada pergerakan atau perubahan posisi *objek* pada *frame* berikutnya.
- 6) *DeepSORT*
Tahapan ini dilakukan pengoptimalam dengan menggunakan algoritma *DeepSORT* misalnya menggunakan fitur *appearance descriptor* yang berfungsi sebagai informan tentang kesamaan visual seperti bentuk, warna, ataupun tekstur.
- 7) *Frame Terakhir*
Tahapan sebelum penyelesaian proses optimasi adalah *frame* terakhir, dalam tahapan ini akan dilakukan perulangan pada setiap *frame* berikutnya sampai tidak ada lagi *frame* yang tersisa, atau *sequence* dari video berakhir.



Gambar 8. Hasil akhir deteksi Rifle dan Handgun optimasi dengan *DeepSORT* dan *Kalman Filter*



Gambar 9. Hasil akhir deteksi *Submachine-Gun* optimasi dengan *DeepSORT* dan *Kalman Filter*

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini bersama dengan pembahasan mengenai optimalisasi klasifikasi deteksi senjata api pada animasi "*Black Lagoon*" menggunakan algoritma *Deepsort* dan *kalman filter*, membawa kita pada beberapa simpulan krusial. Pertama, sebelum tahap optimalisasi dilakukan, proses klasifikasi deteksi senjata api berlangsung dengan cukup lancar, walaupun terdapat beberapa kejadian di mana terjadi kegagalan dalam mendeteksi senjata api secara akurat dan juga kesalahan dalam memberikan kelas deteksi yang sesuai pada senjata api tersebut. Namun, melalui upaya optimalisasi yang melibatkan penerapan algoritma *Deepsort* dan *kalman filter*, serta penggabungan berbagai metode fitur ekstraktor dan teknik lainnya, terjadi peningkatan yang signifikan dalam klasifikasi deteksi. Khususnya, hasil dari proses klasifikasi deteksi ini menunjukkan peningkatan akurasi yang mencolok pada setiap detik di mana terdapat senjata api dalam animasi. Penggunaan bounding box dalam melacak pergerakan senjata api juga terbukti sangat *efektif*, bahkan mampu mendeteksi senjata api bahkan setelah keluar dari bingkai (frame) video. Adapun hasil akurasi yang diperoleh dari proses ini juga menunjukkan hasil yang memuaskan, dengan angka yang bervariasi dari 60% hingga 90%.

Secara keseluruhan, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa penerapan algoritma *Deepsort* dan *kalman filter*, serta penggabungan berbagai metode ekstraksi fitur dan pendekatan lainnya, telah berhasil secara signifikan mengoptimalkan proses klasifikasi deteksi senjata api pada animasi "*Black Lagoon*". Peningkatan akurasi dan kemampuan pelacakan yang dicapai oleh pendekatan ini memberikan sumbangan yang berarti dalam meningkatkan efektivitas deteksi dalam konteks yang relevan. Penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi yang berharga pada pengembangan lebih lanjut di bidang deteksi objek dan pengolahan citra, terutama dalam aplikasinya pada situasi yang lebih kompleks seperti yang ditemui dalam animasi.

5. Daftar Pustaka

- [1] Zhao, W., Syafrudin, M., & Fitriyani, N. L. (2023). CRAS-YOLO: A Novel Multi-Category Vessel Detection and Classification Model Based on YOLOv5s Algorithm. *IEEE Access*, 11, 11463-11478. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3241630.
- [2] Basit, A., Munir, M. A., Ali, M., Werghi, N., & Mahmood, A. (2020, October). Localizing firearm carriers by identifying human-object pairs. In *2020 IEEE international conference on image processing (ICIP)* (pp. 2031-2035). IEEE. DOI: 10.1109/ICIP40778.2020.9190886.

- [3] Rajendran, P., Sharma, A., & Pramanik, M. (2022). Photoacoustic imaging aided with Deep learning: a review. *Biomedical Engineering Letters*, 1-19.
- [4] Gaus, Y. F. A., Bhowmik, N., & Breckon, T. P. (2019, November). On the use of Deep learning for the detection of firearms in x-ray baggage security imagery. In *2019 IEEE International Symposium on Technologies for Homeland Security (HST)* (pp. 1-7). IEEE. DOI: 10.1109/HST47167.2019.9032917.
- [5] Azhar, M. I. H., Zaman, F. H. K., Tahir, N. M., & Hashim, H. (2020, August). People tracking system using DeepSORT. In *2020 10th IEEE international conference on control system, computing and engineering (ICCSCE)* (pp. 137-141). IEEE. DOI: 10.1109/ICCSCE50387.2020.9204956.
- [6] Lou, L., Zhang, Q., Liu, C., Sheng, M., Zheng, Y., & Liu, X. (2019, May). Vehicles detection of traffic flow video using Deep learning. In *2019 IEEE 8th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS)* (pp. 1012-1017). IEEE. DOI: 10.1109/DDCLS.2019.8908873.
- [7] Mobini, M., & Ghaderi, F. (2020, January). StarGAN Based Facial Expression Transfer for Anime Characters. In *2020 25th International Computer Conference, Computer Society of Iran (CSICC)* (pp. 1-5). IEEE. DOI: 10.1109/CSICC49403.2020.9050061.
- [8] AlZaabi, A., Abi Talib, M., Nassif, A. B., Sajwani, A., & Einea, O. (2020, October). A systematic literature review on machine learning in object detection security. In *2020 IEEE 5th International Conference on Computing Communication and Automation (ICCCA)* (pp. 136-139). IEEE. DOI: 10.1109/ICCCA49541.2020.9250836.
- [9] Jain, H., Vikram, A., Kashyap, A., & Jain, A. (2020, July). Weapon detection using artificial intelligence and Deep learning for security applications. In *2020 International Conference on Electronics and Sustainable Communication Systems (ICESC)* (pp. 193-198). IEEE. DOI: 10.1109/ICESC48915.2020.9155832.
- [10] Khalkhali, M. B., Vahedian, A., & Yazdi, H. S. (2019). Multi-target state estimation using interactive Kalman filter for multi-vehicle tracking. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(3), 1131-1144. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3234281.
- [11] Egiazarov, A., Zennaro, F. M., & Mavroeidis, V. (2020, December). Firearm detection via convolutional neural networks: comparing a semantic segmentation model against end-to-end solutions. In *2020 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)* (pp. 1796-1804). IEEE. DOI: 10.1109/BigData50022.2020.9377745.
- [12] Koirala, A., Jha, M., Bodapati, S., Mishra, A., Chetty, G., Sahu, P. K., ... & Hukkoo, A. (2022). Deep Learning for Real-Time Malaria Parasite Detection and Counting Using YOLO-mp. *IEEE Access*, 10, 102157-102172. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3208270.
- [13] Zhao, Y., Chen, Q., Cao, W., Yang, J., Xiong, J., & Gui, G. (2019). Deep learning for risk detection and trajectory tracking at construction sites. *IEEE Access*, 7, 30905-30912. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2902658.
- [14] Debnath, R., & Bhowmik, M. K. (2020, November). Automatic visual gun detection carried by a moving person. In *2020 IEEE 15th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)* (pp. 208-213). IEEE. DOI: 10.1109/ICIIS51140.2020.9342681.



- [15] Khalkhali, M. B., Vahedian, A., & Yazdi, H. S. (2019). Multi-target state estimation using interactive Kalman filter for multi-vehicle tracking. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(3), 1131-1144. DOI: 10.1109/ITITS.2019.2902664.