

SISTEM PENDETEKSI TARGET BERDASARKAN WARNA PADA AUTONOMOUS ROBOT GUN (ARO-GUN)

Yunita Septiyanda¹, Ali Muhtar², Purwono Prasetyawan³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Sumatera, Lampung
Email: yunita.118130025@student.itera.ac.id¹, ali.muhtar@el.itera.ac.id²,
purwono.prasetyawan@el.itera.ac.id³

ABSTRACT

The low level of accuracy and precision in the process target tracking by military causing casualties because of shooting error. Shooting error can be due because of human-error like fatigue. Therefore, this study aims to design a system that can detect and lock target automatically so that shooting errors can be minimized. On the implementation, the system uses color detection, which is a part of the digital image processing method. The target image, which has been recorded by a webcam, will be processed by a Raspberry Pi 3b+ using Python and the OpenCV library. Research results shown the ARO-GUN system can perform precise detection on a predetermined target with 100% accuracy of target detection also capable of accurately detecting the target in the light intensity range of 750-1000 lux. Therefore, the ARO-GUN system has been able to meet the design goal to detect accurately so it's can minimize shooting errors.

Keywords: Digital Image Processing, Target Detection, Target Locking

ABSTRAK

Rendahnya tingkat akurasi dan presisi dalam proses penjejakan target pada bidang militer menyebabkan terjadinya kesalahan penembakan yang menimbulkan korban jiwa. Hal tersebut dapat disebabkan oleh banyak faktor, salah satu penyebabnya adalah faktor *Human-Error* seperti kelelahan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem yang dapat melakukan pendeteksian dan penguncian target secara otomatis untuk meminimalisir terjadinya kesalahan penembakan. Pada implementasi, sistem menggunakan deteksi warna yang merupakan salah satu bagian dari metode pengolahan citra digital. Citra target yang telah terekam oleh *webcam* akan diproses oleh Raspberry Pi 3b+ menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan *library* OpenCV. Hasil penelitian menunjukkan sistem ARO-GUN dapat melakukan pendeteksian dengan tepat pada target yang telah ditentukan dengan akurasi ketepatan deteksi target sebesar 100% dan mampu mendeteksi target dengan tepat pada rentang intensitas cahaya 750-1000 *lux*. Oleh karena itu, sistem ARO-GUN telah mampu memenuhi tujuan perancangan yaitu mendeteksi secara akurat dan presisi sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan penembakan.

Kata kunci: Pengolahan Citra Digital, Pendeteksian Target, Penguncian Target

Diterima Redaksi: 11-08-2022 | Selesai Revisi: 09-09-2022 | Diterbitkan Online: 27-09-2022

1. Pendahuluan

Militer merupakan perangkat negara yang bertugas untuk menjaga keamanan dan pertahanan negara sehingga militer memerlukan senjata untuk menjalankan tugas tersebut. Senjata menjadi alat utama yang digunakan saat terjadi konflik baik dalam skala kecil maupun besar. Salah satu contoh senjata yang paling banyak dan sering digunakan adalah senjata tembak. Namun, dalam penggunaan senjata tembak ini masih banyak yang perlu diperhatikan seperti tingkat akurasi dan kepresisi-an dalam melakukan penjejakan target. Salah satu akibat rendahnya akurasi dan presisi dalam penggunaan senjata tembak dibuktikan pada konflik perang terbesar yaitu konflik Perang Dunia II yang menyebabkan

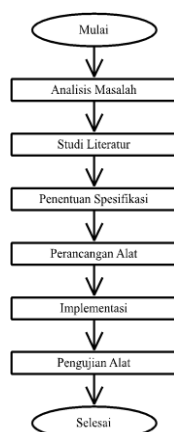
korban tewas terbanyak sepanjang sejarah peperangan. Dalam peperangan tersebut banyak warga sipil yang tidak bersalah harus menjadi korban. Selain itu, hal ini diperkuat dengan banyaknya kasus penembakan yang memakan korban akibat peluru nyasar dari oknum polisi maupun TNI, seperti yang terjadi di Buton, Sulawesi Tenggara saat polisi hendak membubarkan tawuran antar pelajar dengan memberikan tembakan peringatan, namun naas tanpa disadari peluru yang ditembakkan nyasar dan mengenai rekannya hingga tewas[1].

Rendahnya tingkat akurasi dan presisi dalam proses penjejakan target tersebut menyebabkan terjadinya kesalahan penembakan yang menimbulkan korban jiwa.

Hal tersebut dapat terjadi karena adanya berbagai faktor, salah satu penyebabnya adalah faktor *Human-Error* seperti kelelahan sehingga dibutuhkan sebuah teknologi otomasi yang dapat melakukan penjejakan target secara otomatis[2][3]. Salah satu contoh teknologi otomasi yang dapat diterapkan dalam bidang militer adalah pengarah senjata otomatis yang mampu membedakan antara teman dan lawan. Teknologi tersebut dapat memaksimalkan senjata agar menjadi lebih akurat dan presisi sehingga dapat menjadi solusi dalam menyelesaikan permasalahan kesalahan penembakan tersebut. Oleh karena itu, solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan merancang dan membuat sistem yang mampu mendeteksi target secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi pengolahan citra digital agar sistem dapat mengenali target[3]. Diharapkan dengan sistem yang dirancang ini dapat membantu militer melakukan penjejakan target yang lebih akurat dan presisi sehingga dapat meminimalisir terjadinya kesalahan penembakan akibat penjejakan target yang kurang tepat.

2. Metode Penelitian

Adapun metodologi perencanaan dalam penyusunan jurnal ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

2.1 Instrumen dan Teknik Analisis

Untuk merancang sistem tersebut maka, diperlukan beberapa instrument yang menunjang terpenuhinya spesifikasi-spesifikasi yang telah dibuat adalah berupa

layar monitor untuk mengamati hasil pendeteksian. Adapun teknik analisa yang digunakan pada sistem ARO-GUN adalah dengan mengamati hasil pendeteksian di layar monitor dan metode perhitungan dengan menggunakan rumus akurasi untuk mengetahui tingkat keberhasilan hasil pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Implementasi Produk

Implementasi sistem pendeteksi dan penguncian target penembakan pada subsistem identifikasi dan penembakan target pada alat ARO-GUN yaitu dengan menggunakan *webcam* beresolusi 1080p, *Raspberry Pi 3b+*, 2 buah motor servo MG 996R dan 1 buah tembakan mainan. Adapun konfigurasi hubungan antar komponen pada perancangan sistem ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Konfigurasi Pin pada *Raspberry Pi 3b+*

| Kode | Raspbe rry Pi | Servo dan Push Button | Gambar |
|------|---------------|-------------------------------------|--------|
| A | GPIO 17 | Pin Sinyal Servo Koordinat Y (Tilt) | |
| B | GPIO 27 | Pin Sinyal Servo Koordinat X (Pan) | |
| C | GPIO 26 | Pin + Push Button | |
| D | GND | Pin - Push Button | |
| | | | |

Target pendeteksian berupa lingkaran berwarna hijau dengan piksel warna RGB (41,151,0). Pengolahan citra yang dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dan *OpenCV*. Berikut merupakan

source code yang digunakan dalam melakukan implementasi pendeteksian dan penguncian target pada produk ARO-GUN:

```

colorLower = (50, 100, 100)
colorUpper = (70, 255, 255)

# Start with LED off
GPIO.output(redLed, GPIO.LOW)
ledOn = False

# Initialize angle servos at 90-90 position
global panAngle
panAngle = 90
global tiltAngle
tiltAngle = 90

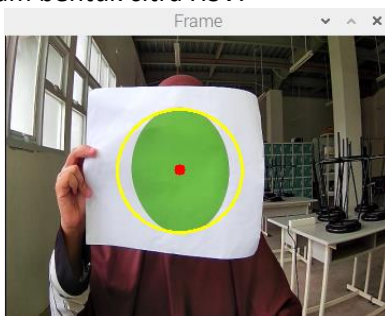
# positioning Pan/Tilt servos at initial position
positionServo(panServo, panAngle)
positionServo(tiltServo, tiltAngle)

# Loop over the frames from the video stream
while True:
    # grab the next frame from the video stream, invert 180o, resize the
    # frame, and convert it to the HSV color space
    frame = vs.read()
    frame = imutils.resize(frame, width=500)
    frame = imutils.rotate(frame, angle=180)
    hsv = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2HSV)

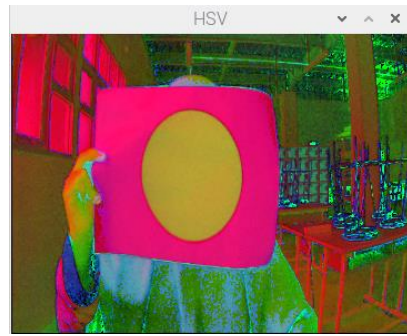
    # construct a mask for the object color, then perform
    # a series of dilations and erosions to remove any small
    # blobs left in the mask
    mask = cv2.inRange(hsv, colorLower, colorUpper)
    mask = cv2.erode(mask, None, iterations=2)
    mask = cv2.dilate(mask, None, iterations=2)
    
```

Agar sistem dapat mengenali target, maka pengolahan citra yang dilakukan terdiri atas beberapa tahapan, diantaranya:

1. Mengubah pixel warna sampel target yang berbentuk RGB ke dalam bentuk pixel warna HSV, dimana nilai pixel hasil konversi *pixel* HSV tersebut terdiri atas nilai pixel batas bawah dan nilai pixel batas atas yang menandakan bahwa target dengan warna HSV pada nilai rentang pixel tersebut (batas bawah < x < batas atas) akan terdeteksi.
2. Citra yang terbaca oleh *webcam* akan diubah jenis citranya dari citra RGB menjadi citra HSV. Berikut merupakan gambar citra RGB dan hasil konversi dalam bentuk citra HSV:

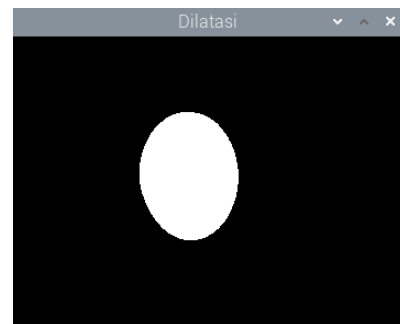


Gambar 2. Hasil Pendeteksian



Gambar 3. Hasil Konversi Citra ke HSV

3. Pembacaan citra HSV untuk mengenali ada atau tidaknya warna yang memenuhi nilai pixel warna yang telah didefinisikan sebelumnya.
4. Hasil pembacaan citra yang menunjukkan adanya warna yang memenuhi nilai ambang akan diolah melauai proses morfologi (erosi dan dilatasi) untuk mengurangi *noise* dan dihasilkan citra dalam bentuk biner yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut:



Gambar 4. Citra Biner Pendeteksian

5. Objek yang berhasil dikenali sebagai target diberi tanda dengan lingkaran berwarna kuning dengan titik merah di tengah lingkaran. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 diatas.



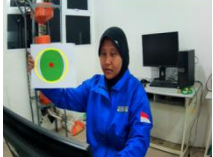






3.2 Hasil Pengujian Produk







1. Pengujian Deteksi Berdasarkan Warna pada Pola Lingkaran

Pengujian deteksi dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat dapat memenuhi tujuan awal perancangan sistem tersebut. Pengujian dilakukan di dalam ruangan. Ukuran *frame* yang digunakan untuk melihat hasil pendeteksian yaitu sebesar 540 px. Pengujian dilakukan dengan cara menggunakan 5 target deteksi yang memiliki

kode warna RGB yang berbeda. Masing-masing target deteksi akan dipindahkan posisinya ke arah kanan, kiri, atas dan bawah bagian *frame*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Ketepatan Deteksi Target

| No | Kode Warna (R,G,B) | Gambar | Keterangan |
|----|--------------------|---|-------------------------------|
| 1 | (41,151,0) |  | Terdeteksi |
| | |  | Terdeteksi |
| | |  | Terdeteksi |
| 2 | (30,140,0) |  | Tidak terdeteksi dengan tepat |
| | |  | Tidak terdeteksi dengan tepat |
| | |  | Tidak terdeteksi dengan tepat |
| 3 | (83,120,72) |  | Tidak terdeteksi |
| | |  | Tidak terdeteksi |
| | |  | Tidak terdeteksi |

| No | Kode Warna (R,G,B) | Gambar | Keterangan |
|----|--------------------|---|------------------|
| 4 | (83,162,62) |  | Tidak terdeteksi |
| | |  | Tidak terdeteksi |
| | |  | Tidak terdeteksi |
| 5 | (52,161,0) |  | Tidak terdeteksi |
| | |  | Tidak terdeteksi |
| | |  | Tidak terdeteksi |

1. Pengujian Performa Sistem

Pengujian performa sistem dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem yang telah dibuat dalam melakukan pendeteksian. Pengujian dilakukan untuk masing-masing arah pergerakan yaitu tengah ke kanan, tengah ke kiri, tengah ke atas dan tengah ke bawah. Masing-masing arah pergerakan dilakukan 10 percobaan untuk mengetahui keakurasian sistem dalam melakukan pendeteksian. Hasil pengujian performa sistem dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Pengujian Performa Sistem

| Arah Gerak | Percobaan ke- | Koordinat (X,Y) | | Keterangan (Berhasil/Tidak) |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Initial point | Posisi penjejak an terakhir | |
| Tengah ke kanan | 1 | (253, 145) | (411, 114) | Berhasil |
| | 2 | (257, 145) | (432, 166) | Berhasil |

| Arah Gerak | Percobaan ke- | Koordinat (X,Y) | | Keterangan (Berhasil/Tidak) |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Initial point | Posisi penjejak an terakhir | |
| | 3 | (261, 175) | (418, 157) | Berhasil |
| | 4 | (265, 178) | (422, 150) | Berhasil |
| | 5 | (266, 182) | (426, 168) | Berhasil |
| | 6 | (264, 199) | (417, 155) | Berhasil |
| | 7 | (264, 183) | (435, 181) | Berhasil |
| | 8 | (266, 189) | (420, 165) | Berhasil |
| | 9 | (265, 178) | (427, 180) | Berhasil |
| | 10 | (258, 160) | (418, 166) | Berhasil |
| <hr/> | | | | |
| Tengah ke kiri | 1 | (229, 195) | (36, 155) | Berhasil |
| | 2 | (241, 191) | (63, 152) | Berhasil |
| | 3 | (247, 177) | (28, 138) | Berhasil |
| | 4 | (241, 179) | (31, 165) | Berhasil |
| | 5 | (218, 195) | (59, 147) | Berhasil |
| | 6 | (268, 184) | (62, 136) | Berhasil |
| | 7 | (271, 183) | (63, 161) | Berhasil |
| | 8 | (268, 288) | (56, 162) | Berhasil |
| | 9 | (267, 270) | (66, 157) | Berhasil |
| | 10 | (255, 189) | (55, 150) | Berhasil |
| <hr/> | | | | |
| Tengah ke atas | 1 | (268, 288) | (272, 58) | Berhasil |
| | 2 | (248, 248) | (262, 58) | Berhasil |
| | 3 | (256, 231) | (268, 68) | Berhasil |
| | 4 | (266, 230) | (268, 56) | Berhasil |
| | 5 | (269, 190) | (271, 65) | Berhasil |
| | 6 | (259, 219) | (274, 68) | Berhasil |
| | 7 | (258, 215) | (243, 51) | Berhasil |
| | 8 | (244, 219) | (244, 52) | Berhasil |
| | 9 | (251, 235) | (247, 62) | Berhasil |
| | 10 | (251, 195) | (249, 56) | Berhasil |
| <hr/> | | | | |
| Tengah ke bawah | 0 | (232, 155) | (238, 381) | Berhasil |
| | 0 | (233, 151) | (239, 317) | Berhasil |
| | 0 | (238, 143) | (234, 389) | Berhasil |

| Arah Gerak | Percobaan ke- | Koordinat (X,Y) | | Keterangan (Berhasil/Tidak) |
|------------|---------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Initial point | Posisi penjejak an terakhir | |
| | 4 | (226, 127) | (232, 282) | Berhasil |
| | 5 | (221, 118) | (229, 281) | Berhasil |
| | 6 | (225, 156) | (229, 333) | Berhasil |
| | 7 | (227, 154) | (236, 313) | Berhasil |
| | 8 | (238, 179) | (236, 385) | Berhasil |
| | 9 | (223, 151) | (239, 317) | Berhasil |
| | 10 | (235, 154) | (230, 320) | Berhasil |

Keberhasilan deteksi target pada masing-masing arah pergerakan dapat diketahui keakurasiannya, maka akurasi pada pengujian performa sistem adalah sebagai berikut:

- Arah gerak tengah ke kanan

$$= \frac{\text{Jumlah Pengujian Yang Berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{10} \times 100\%$$

$$= 100\%$$
- Arah gerak tengah ke kiri

$$= \frac{\text{Jumlah Pengujian Yang Berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{10} \times 100\%$$

$$= 100\%$$
- Arah gerak tengah ke atas

$$= \frac{\text{Jumlah Pengujian Yang Berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{10} \times 100\%$$

$$= 100\%$$
- Arah gerak tengah ke kanan

$$= \frac{\text{Jumlah Pengujian Yang Berhasil}}{\text{Jumlah Pengujian}} \times 100\%$$

$$= \frac{10}{10} \times 100\%$$





$$= 100\%$$

2. Pengujian Intensitas Cahaya

Pengujian pengaruh intensitas cahaya bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem ARO-GUN dalam melakukan

pendeteksian terhadap target dengan intensitas cahaya di sekitar target yang berubah-ubah. Perubahan intensitas cahaya diukur dalam satuan *lux*. Hasil pengujian intensitas cahaya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Deteksi pada Rentang Intensitas Cahaya 750 -1000 *lux*

| Parameter Intensitas cahaya (<i>lux</i>) | Intensitas Cahaya Sesungguhnya (<i>lux</i>) | Gambar Hasil Deteksi | Keterangan |
|--|---|---|------------|
| 750 | 767 |  | Terdeteksi |
| 850 | 859 |  | Terdeteksi |
| 950 | 951 |  | Terdeteksi |
| 1050 | 1057 |  | Terdeteksi |

3.3 Analisis dan Pembahasan Data Pengujian

Pada pengujian pengolahan citra untuk target di atas diberikan 5 variasi warna RGB hijau dengan masing-masing RGB dilakukan percobaan sebanyak 3 kali. Berdasarkan hasil pengujian yang terdapat pada Tabel 2, target dengan piksel warna hijau RGB (41,151,0) dapat terdeteksi secara tepat dengan penandaan berbentuk pola lingkaran berwarna kuning dengan titik tengah berwarna merah pada target yang berhasil dideteksi. Kemudian pada saat nilai RGB diubah menjadi (30,140,0) target terdeteksi namun tidak secara tepat. Hal ini dapat terjadi karena pada target dengan warna RGB (30,140,0) beberapa bagiannya memenuhi rentang warna HSV target yang telah ditentukan dan sebagian tidak. Sedangkan untuk rentang nilai RGB hijau yang lainnya ((52,161,0), (83,162,62), (83, 120, 72)) tidak dapat terdeteksi karena tidak

memenuhi rentang nilai warna HSV yang telah diinisialisasi [4][5].

Berdasarkan Tabel 3 tersebut dapat dilihat bahwasannya hasil pengujian menunjukkan keseluruhan percobaan yang dilakukan telah berhasil memenuhi tujuan perancangan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 100% untuk masing-masing arah pergerakan target, yaitu tengah ke kanan, tengah ke kiri, tengah ke atas dan tengah ke bawah.

Parameter intensitas cahaya yang direncanakan untuk digunakan dalam pengujian adalah sebesar 750, 850, 950 dan 1000 *lux*. Akan tetapi pada pengujian secara aktual intensitas cahaya yang tepat dengan parameter yang diinginkan cukup sulit untuk didapatkan. Sehingga digunakan nilai intensitas cahaya yang mendekati nilai parameter tersebut, yaitu sebesar 767, 859, 951 dan 1050 *lux* dengan asumsi nilai-nilai tersebut sudah mewakili nilai parameter intensitas cahaya yang diinginkan. Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi target secara tepat pada rentang tersebut. Namun saat dilakukan pengujian tambahan, sistem ARO-GUN masih tetap bisa melakukan pendeteksian saat nilai intensitas cahaya berada di bawah atau di luar rentang tersebut. Hal ini disebabkan karena intensitas cahaya yang mempengaruhi warna RGB target deteksi yang dibaca oleh *webcam* masih memenuhi rentang nilai HSV yang telah diinisialisasi saat piksel RGB target terbaca diubah oleh sistem menjadi piksel HSV[6].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penjeakan target secara otomatis oleh ARO-GUN mampu meminimalisir kesalahan dalam melakukan penjeakan target dengan tingkat akurasi penjeakan target sebesar 100%.
2. Keakurasian pendeteksian target sebesar 100% oleh sistem ARO-GUN dapat meminimalisir jatuhnya korban jiwa akibat kesalahan penjeakan target.

Daftar Pustaka

- [1] A. A. Fua, "Sang Komandan Syok Usai Insiden Peluru Nyasar yang Tewaskan Polisi Buton," 2018. <https://m.liputan6.com/regional/read/3605884/sang-komandan-syok-usai-insiden-peluru-nyasar-yang-tewaskan-polisi-buton>.
- [2] K. K. Wati, A. P. Sari, and N. R. Supadmana Muda, "Sistem Kendali Jarak Jauh Senjata Ss2 Pada Pasukan Dengan Metode Proportional Integral Derivative (PID)," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, vol. 5, no. 2. 2018, doi: 10.21107/triac.v5i2.4093.
- [3] B. Herdiana and Y. B. Pratama, "Sistem Deteksi dan Penembak Target pada Robot Tank dengan Pengendali Nirkabel Detection and Targets Shooter System on Robot Tank with Wireless Controller," vol. 5, no. 1, 2017.
- [4] B. Y. Budi Putranto, W. Hapsari, and K. Wijana, "Segmentasi Warna Citra Dengan Deteksi Warna Hsv Untuk Mendeteksi Objek," *J. Inform.*, vol. 6, no. 2, 2011, doi: 10.21460/inf.2010.62.81.
- [5] I. Usuman, A. Dharmawan, A. Zatu, and K. Frisky, "Sistem Pendeteksi Kulit Manusia Menggunakan Segmentasi Warna Kulit Pada Tipe Citra HSV (Hue Saturation Value)," *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst.)*, vol. 2, no. 2, pp. 143–154, 2012.
- [6] I. Zulkarnain, M. Ramadhan, and B. Anwar, "Implementasi Alat Pendeteksi Warna Benda Menggunakan Fuzzy Logic dengan Sensor TCS3200 Berbasis Arduino," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Sist. Komput. TGD*, vol. 2, no. 2, pp. 106–117, 2019.