

Sistem Deteksi Dan Pelacakan Objek Manusia Pada Kamera Bergerak Dengan Menggunakan Histogram Of Oriented Gradient

Ilmal Yakin¹, Taufiq Nuzwir N., M.T.²

¹ Universitas Komputer Indonesia, ²Universitas Komputer Indonesia yakin.ilmal57@gmail.com, taufiq.nizar@gmail.com

ABSTRAK

CCTV bukanlah hal baru lagi pada zaman ini perangkat ini biasa digunakan pada area-area strategis sebagai suatu alat untuk merekam suatu kejadian dengan kamera dalam bentuk video. Pada pengoperasiannya CCTV masih bekerja secara manual dikendalikan oleh operator dan kurang efisien dalam menyimpan rekaman video dari hasil pemantauannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat perangkat CCTV yang bisa mendeteksi dan bergerak mengikuti objek manusia serta dapat menyimpan suatu rekaman bilamana ada objek manusia terdeteksi pada kamera. Dengan menggunakan metode Histogram of Oriented Gradient yang mengolah frame-frame citra dari video untuk mendeteksi objek manusia jika objek terdeteksi akan disimpan dalam direktori serta dapat menggerakkan kamera mengikuti pergerakan objek manusia. sistem ini berjalan dalam Raspberry Pi dengan rata-rata 8 fps dan memproses 0,12 detik tiap frame menghasilkan keberhasilan dari pendeteksian objek untuk satu objek manusia sebesar 97,30% dan untuk lebih dari satu objek manusia sebesar 45,12%. frame yang terdeteksi dari 8 sampel frame yang terdeteksi objek kedelapan frame tersebut berhasil disimpan di direktori dan rata-rata selisih +- berapa pixel dari titik tengah objek di sumbu x 7,54 pixel dan di sumbu y 0,6 pixel

Kata Kunci : HOG, objek manusia, deteksi objek, pelacakan objek

ABSTRACT

CCTV isn't a new thing in this age this device are commonly used on strategic area as a tool for recording an event with camera in video form. On this CCTV operation this device still manual work controlled by the operator and less efficiency for saving video from monitoring result. The purpose on this study are for making CCTV device who can detection and tracking human object and also can record when human detected on camera. With using Histogram of Oriented Gradient method that can process image frame from video for detecting human object and then of the object has detected then frame will be save on storage also can move camera to tracking human movement object. This system running on Raspberry Pi with average 8 fps and 0,12 second process time per frame making successfull object detection amount 97,30% from detection single object and 45,12% on more than one object. The detected object frame from 8 detection object on frame sample all of these succesfully saved on directory and the difference average pixel between middle coordinat object on x axis 7,54 pixel and y axis 0,6 pixel.

Keywords : HOG, Human Object, Object Detection, Tracking Object

I. PENDAHULUAN

Pada perkembangan teknologi yang berlangsung cepat tentunya kamera CCTV bukanlah lagi suatu hal yang baru lagi. Mungkin sudah menjadi keharusan dipasangnya suatu perangkat CCTV pada area-area strategis seperti pada pusat perbelanjaan, lingkungan rumah, kompleks, atau tempat-tempat publik baik berupa tempat ibadah ataupun di suatu aula. Pentingnya dipasang suatu CCTV jika ada suatu kejadian tertentu seperti tindak kejahatan, rekamannya dapat dijadikan sebagai bukti dalam suatu gelar perkara di pengadilan atau membantu penyidikan dalam mencari bukti. CCTV juga dapat memudahkan

security dalam memantau suatu area atau ruangan tertentu agar kerja mereka menjadi lebih efisien.

CCTV memang menjadi suatu alat yang efisien untuk memantau suatu area namun karena tidak terlepasnya peran dari operator yaitu manusia itu sendiri ada berbagai macam kelemahan seperti, kita sebagai manusia tidak mungkin terus terjaga dan dapat fokus memantau area yang ditampilkan pada monitor baik karena faktor kelalaian atau lainnya sehingga jika dalam suatu kasus kita perlu mencari bukti dari suatu kejadian kita harus terus mencari dimana dan kapan kapan kejadian itu terjadi yang akan banyak memakan waktu lagi.

Dibuatnya sistem ini bertujuan membuat perangkat yang memudahkan dalam mencari bukti adanya suatu tindakan pada area yang terpantau

kamera juga dapat mengefisiensi data untuk menyimpan rekaman manusia yang terpantau kamera. Untuk membuat perangkat yang seefisien mungkin, perngkat ini dapat membedakan objek bergerak lain dengan manusia yang terpantau kamera dengan ditambahkan suatu algoritma pengolahan citra tertentu dan penggunaan suatu mikrokontroler. Perangkat ini juga dapat mengikuti arah gerak manusia yang terpantau untuk memaksimalkan area pantau dengan sedikitnya kamera yang dibutuhkan.

II. DASAR TEORI

2.1 Pengolahan Citra

engolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Citra yang dimaksudkan adalah “citra diam”. Citra diam adalah citra tunggal yang tidak bergerak. Adapula “citra bergerak” yaitu serangkaian citra yang ditampilkan secara beruntun dan sekuensial sehingga akan terlihat seperti citra yang bergerak[1].

2.2 Histogram of Oriented Gradient

HOG pertama kali diperkenalkan pada tahun 2005 oleh Navneet Dalal dan Bill Triggs. Mereka adalah peneliti dari Institut Nasional Prancis untuk penelitian di bidang Ilmu Komputer dan Kontrol (INRIA). Penelitian ini difokuskan untuk pemecahan masalah untuk mendeteksi pejalan kaki pada citra statis[5].

Menurut Abdul Kadir histogram citra merupakan diagram yang menggambarkan frekuensi setiap nilai intensitas yang muncul di seluruh piksel citra. Nilai yang besar menyatakan bahwa piksel-piksel yang mempunyai intensitas tersebut sangat banyak[2]. Gradient adalah kemiringan suatu garis yang besar dari sudut yang dibentuk dari garis tersebut terhadap garis horizontal dengan besar kemiringan dari negatif tak hingga sampai menuju tak hingga.

2.3 Raspberry Pi

Perangkat ini berharga relatif murah dengan kinerja yang lumayan kompleks. Sebagai outputnya kita dapat menghubungkan Raspberry Pi ke monitor dengan adaptor HDMI dan perangkat audio jack 3,55 mm[3].

2.4 Webcam Logitech C270H

Pada dasarnya Webcam bekerja seperti kamera digital. Webcam lebih sering digunakan untuk desktop dan diantaranya dipakai untuk merekam siaran langsung di media sosial, melakukan panggilan video, atau hanya sekedar mengambil gambar di desktop.

2.5 Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang lahir pada tahun 1990 yang dikembangkan oleh seorang progamer berkebangsaan Belanda yang bernama Guido Van Rosum. Saat ini terdapat dua versi

python yang masih aktif dikembangkan secara simultan, yaitu Python 2 dan Python 3.

2.6 Motor Servo

Servo adalah suatu perangkat yang terdiri dari motor yang didalamnya juga terdapat suatu rangkaian gear untuk menambah torsi, dan suatu rangkaian kontrol untuk menggerakkan servo berdasarkan input pulsa.

2.7 Arduino Nano

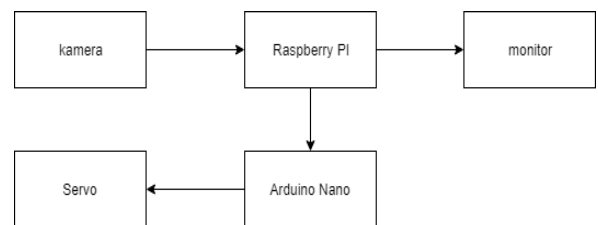
Arduino Nano adalah mikrokontroler berukuran kecil berbasis chip Atmega328P, seperti seri Arduino lain pemrograman untuk Arduino Nano menggunakan bahasa C dengan Arduino IDE.

III. Perancangan Sistem

Pada bagian ini dibahas bagaimana perancangan perangkat ini. Perancangan perangkat ini terdiri dari perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

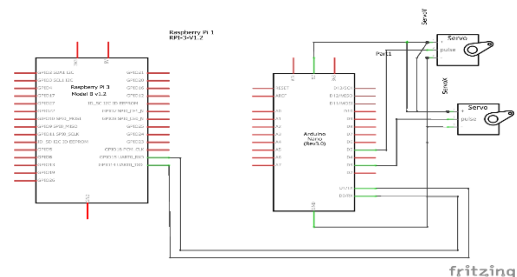
3.1 Perancangan perangkat keras

Perancangan perangkat keras meliputi perancangan diagram blok, perancangan masukan dari kamera, serta perancangan keluaran pada monitor. Pada perangkat keras terdapat kamera sebagai masukan berupa video. Video kemudian diolah oleh Raspberry Pi yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada layar monitor. Diagram blok keseluruhan dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 1 Diagram Alir Perangkat Keras

3.1.1 Rangkaian Motor Servo



Gambar 2 Rangkaian Servo

Alokasi dari pin untuk rangkaian servo dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel alokasi pin

No	Deskripsi Pin	Deskripsi pin Servo	keterangan

1	DC power 5V	VCC	Sumber tegangan
2	Ground	GND	Ground
3	GPIO 3	Pulse	Pin data
4	DC power 5V	VCC	Sumber tegangan
5	Ground	GND	Ground
6	GPIO 5	Pulse	Pin data
7	RX	Receiver	Penerima data serial
8	TX	Transmitter	Pengirim data serial

3.2 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak ini akan menjelaskan tentang bagaimana cara sistem mengenali obek manusia yang bergerak dengan objek bergerak lain.

3.2.1 Diagram alir proses perangkat lunak

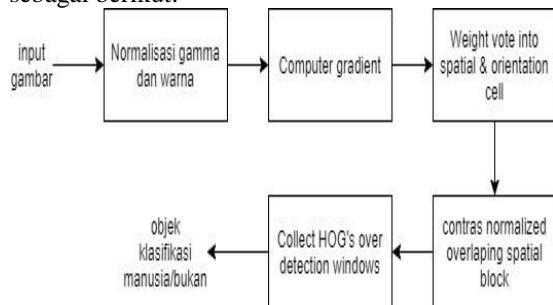
Preprocessing dilakukan karena walaupun resolusi output dari kamera bisa saja bermacam-macam maka tetapi HOG akan bekerja efektif dengan membaca gambar dengan konfigurasi default 64 x 128 px. Maka dalam kerjanya output dari webcam akan di ubah ke resolusi dibawah 64 x 128 tergantung pada konfigurasi pada programnya. Untuk klasifikasi objek pada perangkat ini menggunakan metode HOG. HOG digunakan supaya dapat membedakan suatu objek yang ingin di deteksi dengan objek lainnya. Setelah ada objek terdeteksi maka pelacakan akan dilakukan untuk mengikuti pergerakan objek.



Gambar 3 Diagram alir proses

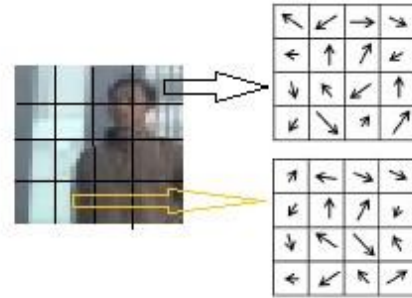
3.2.2 Diagram alir klasifikasi objek

Terdapat berbagai macam proses agar program dapat mengenal objek yang dideteksinya. Proses klasifikasi objek penelitian Dalal, N., dan Triggs, B. [4] adalah sebagai berikut:



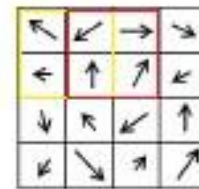
Gambar 4 Diagram alir HOG klasifikasi objek

Normalisasi gamma dan warna bertujuan untuk merubah skala warna pada frame gambar dalam proses HOG yang ada dalam library OpenCV Setelah merubah skala warna dari RGB ke citra keabuan dilakukan penghitungan dengan menggunakan Operator Sobel dalam OpenCV untuk mencari nilai dari orientasi dan kemiringan gradien. Jika sudah didapat nilai dari gradien maka untuk membuat histogram diperlukan Pada suatu citra dengan ukuran tertentu nantinya akan dibagi per sel. Seperti pada gambar 5



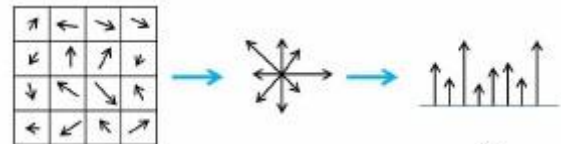
Gambar 5 Sel Pada Citra

Karena nilai gradien pada tiap sel berbeda, dilakukanlah pengelompokan sel-sel menjadi satu blok dalam pengelompokannya dilakukan overlapping atau menumpukkan tiap sell



Gambar 6 Pengelompokan sel

Jika selesai dikelompokkan maka akan didapat suatu histogram dari citra yang telah melewati serangkaian proses yang telah dilalui. Program akan mengetahui apakah objek tersebut manusia atau bukan berdasarkan nilai dari histogram pada citra tadi.



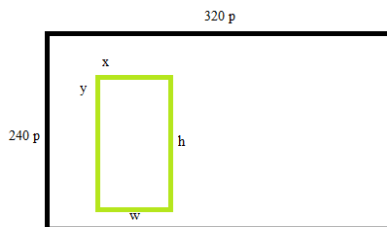
Gambar 7 Histogram Citra

3.2.3 Pelacakan Objek

Untuk pelacakan objek digunakan *bounding box* dari hasil pengolahan citra tadi dengan mematok dari *bounding box*, dimana *bounding box* tersebut terdiri atas suatu koordinat yang terdapat pada *frame*. Dengan mengambil nilai dari x sebagai koordinat pada

sumbu *horizontal* dan *y* Sebagai korrdinat sumbu *vertical* dicari suatu titik tengah dari koordinat tersebut digunakan rumus $X' = x + \frac{w}{2}$ dan $Y' = y + \frac{h}{2}$ dengan w = lebar *bounding box* dan h = tinggi *bounding box* setelah ditemukan titik tengah dari objek yang terdeteksi pada frame, titik tengah tersebut terus dibandingkan dengan titik tengah frame citra.

Resolusi output dari sistem ini yaitu 320 x 240 p dimana $320/2 = 160$ untuk titik tengah *x* dan $240/2=120$ titik tengah *y*. Nilai dari Y' =titik tengah *bounding box* pada sumbu *y* dan X' =titik tengah *bounding box* pada sumbu *x* kemudian dibandingkan apakah sama dengan titik tengah pada frame, jika tidak maka program akan mengirim data agar servo bergerak ke titik tersebut. Setelah mendapatkan perbandingan dari titik tengah frame dengan titik tengah objek yang terdeteksi dilakukan suatu kalibrasi skala dari titik tengah kamera, pengkaliberasian skala bertujuan agar nilai dari titik tengah dari objek tersebut bisa dikonversi ke dalam satuan nilai pulsa dari servo dengan rentan nilai dari 0 - 180.



Gambar 8 bounding box untuk pelacakan objek deteksi

IV. Pengujian dan Analisa

Penulis melakukan pengujian pada perangkat lunak sistem dengan mencari presentase akurasi tracking sistem ini.

4.1 Pengujian akurasi deteksi objek

Pengujian akurasi tracking objek dilakukan dengan cara menghimpun per-frame gambar dan melihat seberapa banyak objek yang berhasil di tracking dan membandingkan dengan objek bergerak lain yang tertera pada frame-frame gambar. Terdapat 4 kondisi dalam observasi frame ini diantaranya:

- True Positive, kondisi frame dimana ada objek manusia dan sistem berhasil mendeteksinya.
- True Negative, kondisi frame dimana tidak ada objek manusia dan sistem tidak menampilkan bounding box sebagai tanda berhasil mendeteksi objek.
- False Positive, kondisi frame dimana ada objek manusia dalam frame namun sistem tidak berhasil mendeteksinya.
- False Negative, kondisi frame dimana tidak ada objek manusia dalam frame tetapi sistem menampilkan bounding box sebagai tanda berhasil mendeteksi objek.

1. Pengujian akurasi deteksi satu objek manusia

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel video berdurasi 31 detik dengan resolusi 320 x 240 p dan jumlah sebanyak 604 frame.

- Keberhasilan deteksi objek dimana ada objek di dalam frame dan sistem berhasil mendeteksinya.

$$\frac{\text{jumlah objek True positive}}{\text{jumlah objek dari semua frame}} \times 100\% = \text{persentase keberhasilan}$$

$$\frac{469}{482} \times 100\% = 97,30\%$$

$$\frac{\text{jumlah objek False Positive}}{\text{jumlah objek dari semua frame}} \times 100\% = \text{persentase kesalahan}$$

$$\frac{13}{482} \times 100\% = 2,70\%$$

- Keberhasilan sistem dimana tidak ada objek manusia dalam frame dan sistem tidak mendeteksi apapun.

$$\frac{\text{true negative}}{\text{julmah frame tanpa objek}} \times 100\% = \text{persentase keberhasilan}$$

$$\frac{3}{123} \times 100\% = 2,44\%$$

$$\frac{\text{false negative}}{\text{julmah frame tanpa objek}} \times 100\% = \text{persentase kesalahan}$$

$$\frac{120}{123} \times 100\% = 97,56\%$$

2. Tingkat akurasi deteksi multi objek manusia

Pengujian dilakukan dengan mengambil sampel dari video berdurasi 22 detik. Output data dari hasil pemrosesan algoritma HOG sebesar ±8 fps. Dengan jumlah 218 frame dengan resolusi 320 x 240.

- Tingkat keberhasilan jika ada objek yang ada di frame dan sistem mendeteksinya.

$$\frac{\text{jumlah objek True positive}}{\text{jumlah objek dari semua frame}} \times 100\% = \text{persentase keberhasilan}$$

$$\frac{273}{605} \times 100\% = 45,12\%$$

$$\frac{\text{False Positive}}{\text{jumlah objek dari semua frame}} \times 100\% = \text{Persentase kesalahan}$$

$$\frac{332}{605} \times 100\% = 54,88\%$$

- Tingkat keberhasilan pada *frame* yang tidak terdapat objek manusia dan sistem tidak mendeteksi apapun.

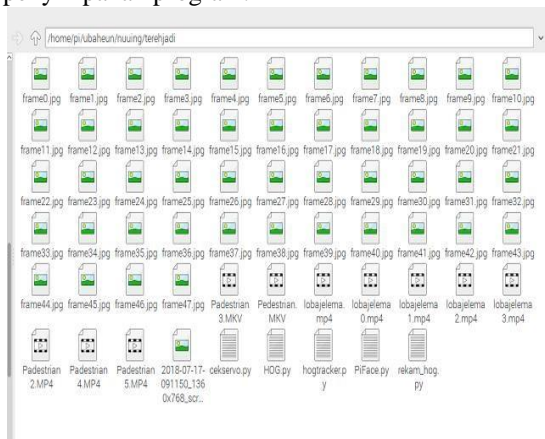
$$\frac{\text{true negative}}{\text{julmah frame tanpa objek}} \times 100\% = \text{persentase keberhasilan}$$

$$\frac{\text{false negative}}{\text{julmah frame tanpa objek}} \times 100\% = \text{persentase kesalahan}$$

$$\frac{2}{11} \times 100\% = 25\%$$

4.2 Pengujian penyimpanan frame

Pengujian untuk Perekaman data berupa frameframe citra pada hasil pengolahan algoritma HOG di Raspberry Pi dilakukan saat tampil bounding box sebagai tanda berhasil mendeteksi objek manusia dan frame tersebut akan disimpan pada direktori penyimpanan program.



Gambar 9 Frame yang disimpan di penyimpanan

Tabel 2 Uji penyimpanan frame

Frame	Bounding box pada monitor		simpan frame	keterangan
	ada	tidak		
1	✓		Frame0.png	frame disimpan
2	✓		Frame1.png	frame disimpan
3	✓		Frame2.png	frame disimpan
4	✓		Frame3.png	frame disimpan

5	✓		Frame4.png	frame disimpan
6	✓		Frame5.png	frame disimpan
7	✓		Frame6.png	Frame disimpan

4.3 Pengujian algoritma HOG pada Raspberry Pi

Pengujian dilakukan dengan menjalankan program pada terminal di Raspberry Pi. Data yang diamati meliputi fps dan waktu eksekusi untuk tiap frame yang diolah dengan algoritma HOG pada Raspberry Pi.

Rata-rata fps :

Tabel 3 Uji framerate

Framerate terkecil	5,8
Framerate terbesar	12
Rata-rata framerate	8,9

Tabel 4 Uji waktu proses

Waktu proses tercepat	0,08 detik
Waktu proses terlambat	0,16 detik
Rata-rata waktu proses	0,12 detik

4.4 Pengujian Motor Servo

Tabel 5 Perbandingan Titik Tengah Objek pada Frame dan Kamera pada sumbu X

Titik tengah seharusnya (pixel) sb X	Titik tengah servo (pixel)
84	82
82	95
95	105
106	102
72	102
83	75
84	93
62	73
69	69
72	74

$$\frac{\text{titik tengah kamera} - \text{titik tengah di frame}}{\text{titik tengahdi frame}} \times 100\%$$

$$\frac{870-809}{809} \times 100\% = 7,54 \text{ pixel}$$

Tabel 6 Perbandingan Titik Tengah Objek pada Frame dan Kamera pada Sumbu Y

Titik tengah seharusnya (pixel) sb y	Titik tengah servo
95	78
88	90
72	77
80	83
82	85
83	81
88	79
78	86
85	89
82	90

$$\frac{\text{titik tengah kamera} - \text{titik tengah di frame}}{\text{titik tengah di frame}} \times 100\%$$

$$\frac{838}{833} \times 100\% = 0,6 \text{ pixel}$$

V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Alat ini berhasil mendeteksi objek manusia dan melakukan pelacakan objek serta dapat menyimpan hasil dari pendeteksian objek yang tertangkap kamera alat ini juga lebih efisien dibandingkan dengan CCTV pada umumnya karena hanya menyimpan hasil pendeteksian jika ada objek manusia terdeteksi berdasarkan data hasil pengujian sebagai berikut :

1. Tingkat keberhasilan deteksi satu objek manusia sebesar 97,3% dan tingkat keberhasilan deteksi multi objek manusia sebesar 45,8% dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa alat ini lebih akurat dalam mendeteksi satu objek.
2. Penyimpanan data berupa *frame* citra tidak ditemui kegagalan namun sampai saat ini penyimpanan hanya berupa citra dengan ekstensi *png* belum dapat menyimpan file berupa video hanya pada saat objek terdeteksi saja.
3. Performa algoritma HOG yang dijalankan pada Raspberry cenderung tiga kali lebih lambat dengan hasil pengujian rata-rata 8,9 fps dan rata-rata waktu eksekusi 0,12 detik jika dibandingkan dengan rata-rata CCTV pada umumnya dengan framerate 30 fps alat ini.

4. Pada tingkat akurasi saat sistem melakukan pelacakan terhadap objek yang terdeteksi perbedaan pixel di titik tengah frame dan titik tengah dari kamera di sumbu x dan y yaitu 7,54 pixel dan 0,6 pixel hal ini dikarenakan resolusi yang kecil dengan ukuran dari luas objek dalam bounding box yang besar.

5.2 Saran

1. Mengganti Raspberry Pi dengan komputer atau mikro yang lebih cepat.
2. Penambahan *User Interface* aplikasi untuk memudahkan dalam menjalankan alat dalam mengakses penyimpanan frame hasil deteksi objek oleh sistem dalam direktori penyimpanan.
4. Ditambahkan fitur untuk mengirim video/gambar secara otomatis jika ada objek yang di lacak ke internet atau gawai pribadi agar tidak perlu melihat hasil *tracking* ke direktori penyimpanan dalam Raspberry Pi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munir, R. (2004). Pengolahan citra digital dengan pendekatan algoritmik. Bandung: Informatika.
- [2] Abdul Kadir, A. S. (2012). Pengolahan Citra teori dan aplikasi. Yogyakarta: ANDI.
- [3] Nizar, T. N., Anbarsanti, N., & Prihatmanto, A. S. (2014). Multi-Object Tracking and Detection System based on Feature Detection of the Intelligent Transportation System . *Multi-Object Tracking and Detection System based on Feature Detection of the Intelligent Transportation System*
- [4] Raspberry. (2017, 12 12). Raspberry Pi. Retrieved from raspberrypi.org/forums/: raspberrypi.org/forums/
- [5] Dalal, N., & Triggs, B. (n.d.). Histograms of Oriented Gradients for HumanDetection. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection.