

Implementasi OpenCV pada Robot Humanoid Pemain Bola Berbasis Single Board Computer

Disusun Oleh:

Nama : Edwin Nicholas Budiono
NRP : 0922004

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,

Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no. 65, Bandung, Indonesia

Email : edwin_nicholas91@yahoo.com

ABSTRAK

Manusia selalu mempunyai keinginan untuk menciptakan robot *humanoid* yang mempunyai kecerdasan seperti manusia. Dibentuklah suatu lingkungan dimana kecerdasan robot dapat diperlihatkan, yaitu lingkungan dimana robot *humanoid* dapat bermain sepak bola. Kecerdasan dari robot *humanoid* pemain bola dapat dilihat dari kemampuan penglihatan robot karena segala informasi untuk menentukan aksi apa yang harus dilakukan didapat hanya dari sensor penglihatan, sehingga dibutuhkan kontroler yang mampu melakukan pemrosesan citra, pemrosesan data, dan algoritma yang cepat namun tetap akurat untuk tugas yang kompleks.

Pada tugas akhir ini diimplementasikan kemampuan pengolahan citra pada robot *humanoid* berbasis *Single Board Computer* Fit PC2i. Robot yang dipakai memiliki kecepatan pemrosesan 1.6GHz dan menggunakan kamera *webcam* sebagai sensor penglihatan. Proses pengolahan citra menggunakan OpenCV *image processing tool*.

Implementasi OpenCV pada robot *humanoid* berbasis *single board computer* FitPC2i telah berhasil direalisasikan dengan jarak maksimum pendeteksian bola adalah 385cm untuk metoda *thresholding*, dan 67cm untuk metoda *circle hough transform*. Robot memiliki kemampuan untuk mendeteksi bentuk bola, menentukan posisi gawang lawan, menghindari perebutan bola antar robot satu tim, serta menendang bola ke arah gawang lawan.

Kata Kunci : Robot *Humanoid* Pemain Bola, *Single Board Computer*, Pengolahan Citra , OpenCV, FitPC2i

OpenCV Implementation on Single Board Computer Based Humanoid Soccer Robot

Composed By:

Name : Edwin Nicholas Budiono

NRP : 0922004

Electrical Engineering, Maranatha Christian University,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia

Email : edwin_nicholas91@yahoo.com

ABSTRACT

Humans always had a desire to create a humanoid robot that has human-like intelligences. Human created environments where intelligences of the robot can be shown, in example environment where the humanoid robot can play football. Intelligence of humanoid soccer robot can be seen from its vision ability because all the information to determine what action should be taken only come from the vision sensor, so it is necessary to have a controller which are capable of images processing, data processing, and algorithms that are fast but remain accurate to do complex task are needed.

In this final project, image processing capabilities on a humanoid robot-based Single Board Computer Fit PC2i are implemented. The Robot has a 1.6 GHz processing speed and use a webcam as vision sensor The image processing using OpenCV image processing tool.

Implementation of OpenCV on a humanoid robot-based single board computer FitPC2i have successfully realized with maximum distance of ball that can be detected is 385cm for thresholding method, and 67cm for circle hough transform method. The Robot has the ability to detect the shape of the ball, determine the position of the opponent goal, avoiding the scramble of the ball between a team of robots, as well as kicking the ball towards the opponent goal.

Keyword: *Humanoid Soccer Robot, Single Board Computer, Image Processing, OpenCV, FitPC2i.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

KATA PENGANTAR

ABSTRAKI

ABSTRACTII

DAFTAR ISI.....II

DAFTAR GAMBAR.....VI

DAFTAR TABELVIII

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah	1
I.2 Identifikasi Masalah	1
I.3 Perumusan Masalah	2
I.4 Tujuan	2
I.5 Pembatasan Masalah	2
I.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

II.1 Teori Robot <i>Humanoid</i>	4
II.2 <i>Single Board Computer</i>	4
II.2.1 FitPC2i.....	5
II.3 Sensor Percepatan.....	6
II.4 Sub Kontroler CM730	7
II.4.1 Komponen-Komponen CM730	7
II.4.2 <i>Spesifikasi CM730</i>	9
II.4.3 Spesifikasi Servo Dynamixel MX-28.....	9

II.5 Kamera Webcam Logitech C905	10
II.6 OpenCV <i>Image Processing Tool</i>	11
II.6.1 Konversi RGB ke HSV.....	11
II.6.2 Metoda <i>Thresholding</i>	13
II.6.3 <i>Momen</i>	15
II.6.4 <i>Smoothing</i>	15
II.6.5 <i>Circle Hough Transform</i>	16

BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI

III.1 Realisasi Robot Humanoid	19
III.1.1 Sistem Mekanika Robot <i>Humanoid</i>	20
III.1.2 Sistem Elektronika Robot <i>Humanoid</i>	21
III. 2 <i>Robot Vision</i>	22
III.2.1 Metoda <i>Thresholding</i> untuk Pendeteksian Objek.....	23
III.2.2 Metoda <i>Circle Hough Transform</i> untuk Pendeteksian Bentuk Bola	26
III.2.3 Perancangan <i>Software</i> Penalaan Nilai Batas Ambang <i>Thresholding</i>	27
III. 3 Algoritma Pergerakan Robot.....	27
III.3.1 <i>Subroutine</i> Cek Postur Tubuh Robot.....	30
III.3.2 <i>Subroutine</i> Ambil Data dari Kamera.....	32
III.3.3 <i>Subroutine</i> Cari Bola	33
III.3.4 <i>Subroutine</i> Gerakan Berjalan Robot.....	34
III.3.5 <i>Subroutine</i> Cari Posisi Gawang.....	35
III.3.6 <i>Subroutine</i> Gerakan Menendang Bola.....	36

BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS

IV.1 Data Pengamatan Kinerja Robot Pemain Bola.....	37
IV.1.1 Pengujian Kecepatan Berjalan Robot <i>Humanoid</i>	37
IV.1.2 Pengujian Kemampuan Robot dalam Menendang Bola.....	38
IV.1.3 Pengujian Pelacakan pada Bola yang Bergerak	39
IV.1.3.1 Pergerakan Bola pada Sumbu X.....	39

IV.1.3.2 Pergerakan Bola pada Sumbu Y	43
IV.2 Data Pengamatan Penglihatan Robot.....	47
IV.2.1 Pengujian Kemampuan Robot Mendeteksi Bentuk Lingkaran	47
IV.2.2 Pengujian Kemampuan Robot Mendeteksi Bola.....	48
IV.2.3 Pengujian Kemampuan Robot Mendeteksi Gawang.....	50
IV.2.3.1 Gawang Berada di Sebelah Kiri Robot	50
IV.2.3.2 Gawang Berada di Depan Robot.....	52
IV.2.3.3 Gawang Berada di Sebelah Kanan Robot	53
IV.2.4 Pengujian Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Kamera	55
IV.3 Uji Simulasi Permainan	58

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

V.1 Simpulan.....	61
V.2 Saran	61

DAFTAR PUSTAKA	IX
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN A PROGRAM UTAMA ROBOT HUMANOID

LAMPIRAN B PROGRAM PENALAAAN NILAI BATAS AMBANG THRESHOLDING

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar robot <i>humanoid</i>	4
Gambar 2.2	<i>Single board computer FitPC2i</i>	6
Gambar 2.3	Arah sensor percepatan pada kontroler CM730	7
Gambar 2.4	Gambar kontroler CM730	8
Gambar 2.5	Peletakan komponen pada kontroler CM730	8
Gambar 2.6	Motor servo MX-28	10
Gambar 2.7	Kamera webcam logitech C905	11
Gambar 2.8	Representasi penambahan ketiga komponen warna RGB	12
Gambar 2.9	Representasi warna HSV	12
Gambar 2.10	Contoh gambar asli dan hasil <i>thresholding</i>	14
Gambar 2.11	Ilustrasi <i>Hough Transform</i> untuk objek lingkaran	20
Gambar 3.1	Struktur robot DARwIn-OP	19
Gambar 3.2	Arah gerak dan peletakan motor servo	20
Gambar 3.3	Diagram blok sistem elektronika robot	21
Gambar 3.4	Diagram blok sistem kontrol robot	21
Gambar 3.5	Diagram blok pengolahan citra pada robot	22
Gambar 3.6	Langkah-langkah metoda <i>thresholding</i>	23
Gambar 3.7	Hasil <i>thresholding</i> bola	24
Gambar 3.8	Hasil <i>thresholding</i> gawang	25
Gambar 3.9	Hasil <i>thresholding</i> objek robot satu tim	25
Gambar 3.10	Langkah-langkah metoda <i>circle hough transform</i>	26
Gambar 3.11	Hasil akhir metoda <i>circle hough transform</i>	26
Gambar 3.12	Tampilan <i>software</i> penalaan nilai batas ambang <i>thresholding</i>	27
Gambar 3.13	Diagram alir utama robot	29
Gambar 3.14	Grafik sensor percepatan saat robot dijatuhkan ke belakang	30
Gambar 3.15	Grafik sensor percepatan saat robot dijatuhkan ke depan	30
Gambar 3.16	<i>Subroutine</i> cek posisi robot	31
Gambar 3.17	<i>Subroutine</i> ambil data dari kamera	32
Gambar 3.18	<i>Subroutine</i> cari bola	33
Gambar 3.19	<i>Subroutine</i> gerakan berjalan robot	34

Gambar 3.20	<i>Subroutine</i> pencarian posisi gawang.....	35
Gambar 3.21	<i>Subroutine</i> gerakan menendang bola	36
Gambar 4.1	Ilustrasi pengujian pelacakan pergerakan bola pada sumbu x	39
Gambar 4.2	Grafik pelacakan pergerakan bola dengan kecepatan 64cm/detik di sumbu x	40
Gambar 4.3	Grafik pelacakan pergerakan bola dengan kecepatan 93cm/detik di sumbu x	41
Gambar 4.4	Grafik pelacakan pergerakan bola dengan kecepatan 155cm/detik di sumbu x	42
Gambar 4.5	Ilustrasi pengujian pelacakan pergerakan bola pada sumbu y	43
Gambar 4.6	Grafik pelacakan pergerakan bola dengan kecepatan 82cm/detik di sumbu y	44
Gambar 4.7	Grafik pelacakan pergerakan bola dengan kecepatan 122cm/detik di sumbu x	45
Gambar 4.8	Grafik pelacakan pergerakan bola dengan kecepatan 184cm/detik di sumbu x	46
Gambar 4.9	Pendeteksian bola dengan metoda (a) <i>Thresholding</i> (b) <i>Circle Hough Transform</i> pada jarak dekat	48
Gambar 4.10	Pendeteksian bola dengan metoda (a) <i>Thresholding</i> (b) <i>Circle Hough Transform</i> pada jarak jauh.....	49
Gambar 4.11	Gawang di sebelah kiri robot	50
Gambar 4.12	Kepala robot menoleh ke kiri.....	51
Gambar 4.13	Gawang berada di depan robot.....	52
Gambar 4.14	Kepala robot menghadap ke depan.....	53
Gambar 4.15	Gawang di sebelah kanan robot.....	54
Gambar 4.16	Kepala robot menoleh ke kanan	55
Gambar 4.17	Posisi awal simulasi permainan.....	58
Gambar 4.18	Robot 1 menendang ke arah gawang	58
Gambar 4.19	Robot 2 mengejar bola, dan robot 1 berhenti mengejar bola	59
Gambar 4.20	Robot 2 terjatuh, dan robot 1 mengejar bola lagi	60
Gambar 4.21	Robot 1 menendang dan memasukkan bola ke gawang.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Spesifikasi kamera webcam logitech C905	10
Tabel 3.1	Bagian-bagian motor servo	20
Tabel 3.2	Hasil penalaan nilai batas ambang <i>thresholding</i>	28
Tabel 4.1	Kecepatan berjalan robot humanoid	37
Tabel 4.2	Kemampuan robot dalam menendang bola	38
Tabel 4.3	Pengujian pendeteksian objek lingkaran	47
Tabel 4.4	Jarak maksimum pendeteksian bola	49
Tabel 4.5	Pengamatan letak gawang di sebelah kiri robot	51
Tabel 4.6	Pengamatan letak gawang di depan robot	52
Tabel 4.7	Pengamatan letak gawang di sebelah kanan robot	54
Tabel 4.8	Pengamatan intensitas cahaya terhadap <i>thresholding</i> bola.....	56
Tabel 4.9	Pengamatan intensitas cahaya terhadap <i>thresholding</i> gawang.....	57