

CONTRIBUȚII LA DEZVOLTAREA METODELOR ȘI ALGORITMILOR PENTRU CALCULUL POZIȚIEI BRAȚELOR ROBOTICE ÎN SPAȚIU FOLOSIND RECUNOAȘTERE DE CULORI. IMPLEMENTARE ÎN FPGA

Ing. Roland Szabó



EDITURA POLITEHNICA

**TEZE
DE DOCTORAT**

Universitatea
Politehnica
Timișoara

2015

CUPRINS

Cuprins.....	5
Notații, abrevieri, acronime (în engleză).....	7
Denumiri.....	8
Lista de tabele.....	10
Lista de figuri.....	11
I. INTRODUCERE.....	16
1.1. Poziționarea lucrării în contextul actual.....	16
1.2. Prezentare generală.....	17
1.3. Structura tezei.....	18
II. RESURSE. METODE.....	20
2.1. Sisteme cu microprocesor.....	20
2.1.1. Placa dedicată Raspberry PI.....	20
2.2. Sisteme reconfigurabile.....	20
2.2.1. Comparație între plăci de dezvoltare cu FPGA.....	20
2.3. Brațe robotice.....	25
2.3.1. Prezentarea generală a brațelor robotice utilizate.....	25
2.3.2. Brațele robotice Lynxmotion ALSA și ALSB.....	26
2.3.3. Brațul robotic SCORBOT-ER III.....	28
2.4. Concluzii și contribuții.....	31
III. ALGORITM ȘI METODĂ.....	32
3.1. Tema de cercetare științifică.....	32
3.1.1. Prezentarea generală a temei de cercetare științifică.....	32
3.1.2. Justificarea alegerii temei de cercetare.....	32
3.1.3. Stadiul actual al cercetării în tematica tezei propuse.....	33
3.2. Metode de calcul.....	37
3.2.1. Prezentarea algoritmului propus.....	37
3.2.2. Prezentarea algoritmilor și formulelor alternative.....	43
3.3. Concluzii și contribuții.....	48
IV. REZULTATE EXPERIMENTALE.....	49
4.1. Controlul poziției brațului robotic în plan (2D).....	49
4.1.1. Utilizarea bulinelor albastre la articulații.....	49
4.1.2. Utilizarea bulinelor multicolore la articulații.....	54
4.2. Controlul poziției brațului robotic în spațiu (3D).....	57
4.2.1. Implementarea în LabWindows/CVI și RoboRealm.....	57
4.2.2. Implementarea în LabVIEW și NI Vision Development Module.....	61
4.2.3. Implementarea în LabWindows/CVI și NI Vision Development Module.....	63
4.2.4. Implementarea în C și OpenCV sub Linux.....	66
4.3. Controlul robotului industrial SCORBOT-ER III.....	71
4.4. Analiza comparativă a performanțelor implementărilor.....	83
4.5. Concluzii și contribuții.....	88
V. ANALIZA ȘI COMPARAȚIA REZULTATELOR.....	90
5.1. Analiza măsurării distanțelor folosind camere video.....	90
5.1.1. Analiza măsurării de distanțe la diferitele	

5.1.2. Analiza măsurării distanțelor la diferite fluxuri luminoase.....	90
5.1.3. Analiza măsurării distanțelor la diferite temperaturi de culoare.....	97
5.1.4. Analiza măsurării distanțelor în diferite poziții.....	101
5.2. Compararea metodei prezentate cu alte metode din literatură.....	105
5.3. Concluzii și contribuții.....	116
VI. CONCLUZII FINALE ȘI CONTRIBUȚII.....	118
6.1. Concluzii finale.....	120
6.2. Rezumatul principalelor contribuții.....	120
6.3. Direcții viitoare de cercetare.....	122
6.4. Lista publicațiilor persoanelor.....	123
Bibliografie.....	124
Anexa A.....	127
Anexa B.....	140
Anexa C.....	146
	147

AES	Adva
DCM	Digit
EUI-48/64	Exter
FMC	FPGA
I ² S	Integ
MSPS	Millio
OTG	On-T
PHY	Physic
PL	Progra
PS	Proces
PTP	Point t
RIO5	Roboti
RSA	Ron R
SCPI	Stand
SHA	Secure
SIPO	Serial I
SoC	System
SSC-32	Serial S
VHDCI	Very-hi
VISA	Virtual I
XADC	Xilinx Ar



Universitatea
Politehnica
Timișoara

Bato Văcărești nr. 2
300100 Timișoara
Tel. +40 256 40 20 00
Fax. +40 256 40 20 71
ISSN 1842-7014
www.upit.ro

Seria 7: Inginerie Electronică și Telecomunicații Nr. 81
ISSN: 1842-7014

ISBN: 978-606-35-0009-1



EDITURA POLITEHNICA

SOFTWARE DEVELOPMENTS APPLICATIONS



EDITURA POLITEHNICA

Acquire pressure, temperature data. Perform math feedback control.

TABLE OF CONTENTS

NOTATIONS, ABBREVIATIONS, ACRONYMS.....	9
LIST OF TABLES.....	11
LIST OF FIGURES.....	12
1. NI COMPACTRIO CONTROL AND ACQUISITION SYSTEM.....	15
1.1. Introduction.....	15
1.1.1. The CompactRIO platform is available in three configurations.....	17
1.2. CompactRIO Real-Time Controllers.....	19
1.2.1. Controller.....	19
1.2.2. Controller with Chassis.....	21
1.2.3. Reconfigurable Embedded Chassis.....	22
1.2.4. Expansion Chassis.....	23
1.2.5. CompactRIO I/O Modules.....	23
1.2.6. Other.....	23
2. NI COMPACTRIO INSTALLING AND FPGA CHASSIS PROGRAMMING.....	26
2.1. Introduction.....	26
2.2. Configuring CompactRIO.....	30
2.3. Implementing Application Architecture.....	32
2.4. First FPGA Programs.....	37
2.5. Exercises.....	44
3. NI COMPACTRIO REAL-TIME CONTROLLER PROGRAMMING.....	45
3.1. Introduction.....	45
3.1.1. Application Software Architecture.....	45
3.1.2. Deterministic Operating Systems.....	46
3.1.3. Timing Methods.....	47
3.2. Developing an RT Host VI.....	49
3.2.1. RT Host VI.....	49
3.2.2. RT Host VI Functions Palette with FPGA Interface Functions.....	49
3.2.3. Open FPGA Reference Function.....	50
3.2.4. FPGA Read/Write Control.....	51
3.3. Build and Test a Simple RT Host VI.....	53
3.3.1. First RT Host Programs.....	53
3.4. Exercises.....	54
4. NI COMPACTRIO NETWORKED REAL-TIME HOST PROGRAM DEVELOPMENT.....	57
4.1. Introduction.....	57
4.1.1. Overview.....	57
4.1.2. Network-Shared Variable Communications.....	57
4.1.3. Creating Shared Variables.....	60
4.2. Build and Test a Simple Networked RT Host VI.....	60
4.2.1. Implementation.....	61
4.2.2. Test the RT Host.....	61
4.3. Exercises.....	66
5. NI COMPACTRIO WINDOWS HOST PROGRAM DEVELOPMENT.....	64
5.1. Introduction.....	64
5.1.1. Overview.....	64
5.2. Create the Windows Host VI.....	66
5.2.1. Implementation.....	66
5.2.2. Test the Windows Host VI.....	66
5.3. Exercises.....	66
6. DATA ACQUISITION (DAQ).....	66
6.1. Introduction.....	66
6.1.1. Overview.....	66
6.1.2. Hardware.....	66
6.1.3. DAQ.....	66
6.1.4. Terminal Block.....	66
6.1.5. Cable.....	66
6.2. Exercises.....	66
6.2.1. Analog Input.....	66
6.2.2. Analog Output.....	66
6.2.3. Digital I/O.....	66
6.2.4. Counters.....	66
7. SIEMENS SIMATIC S7-200 PROGRAMMING.....	66
7.1. Introduction.....	66
7.1.1. Overview.....	66
7.1.2. Equipment Requirements.....	66
7.2. Major Components.....	66
7.2.1. S7-200 CPU Module.....	66
7.2.2. Expansion Modules.....	66
7.3. Installing.....	66
7.3.1. Establishing Communication.....	66
7.3.2. Connecting Your Computer.....	66
7.4. Using the STEP 7-Micro/WIN Software.....	66
7.4.1. Making the connection with.....	66
7.5. Exercises.....	66
8. MICROCONTROLLER PROGRAMMING.....	66
8.1. Introduction.....	66
8.1.1. PIC-DE Advanced PIC Development.....	66
8.1.2. PIC16F84 and PIC16F877.....	66
8.1.3. PIC16F84A 18-pin Enhanced.....	66
8.1.4. PIC16F877 40-Pin 8-Bit CMOS.....	66
8.1.5. MPLAB® ICD 2.....	66
8.1.6. MPLAB IDE.....	66
8.1.7. MPLAB IDE features including.....	66
8.2. Using MPLAB IDE.....	66
8.2.1. MPLAB IDE Compiling Project.....	66
8.2.2. MPLAB IDE Simulating Project.....	66
8.3. Using Proteus.....	66
8.3.1. Proteus from MPLAB IDE.....	66
8.3.2. Create a Design in Proteus.....	66
8.4. Exercises.....	66
9. PIC VOLTAGE METER USING.....	66
9.1. Introduction.....	66

11	
12	
15	
15	
17	
19	
19	
21	
22	
23	
23	
23	
26	
26	
30	
32	
37	
44	
45	
45	
45	
46	
47	
49	
49	
49	
50	
51	
53	
53	
56	
57	
57	
57	
57	
60	
60	
61	
63	
64	
64	
64	
64	
64	

6.	DATA ACQUISITION (DAQ)	71
6.1.	Introduction	71
6.1.1.	Overview	71
6.1.2.	Hardware	71
6.1.3.	DAQ	72
6.1.4.	Terminal Block	73
6.1.5.	Cable	74
6.2.	Exercises	75
6.2.1.	Analog Input	75
6.2.2.	Analog Output	78
6.2.3.	Digital I/O	79
6.2.4.	Counters	80
7.	SIEMENS SIMATIC S7-200 PROGRAMMABLE CONTROLLER	84
7.1.	Introduction	84
7.1.1.	Overview	84
7.1.2.	Equipment Requirements	84
7.2.	Major Components	85
7.2.1.	S7-200 CPU Module	85
7.2.2.	Expansion Modules	86
7.3.	Installing	86
7.3.1.	Establishing Communication with the S7-200 CPU	86
7.3.2.	Connecting Your Computer to the S7-200 CPU Using the PC/PP1 Cable	87
7.4.	Using the STEP 7-Micro/WIN Software	87
7.4.1.	Making the connection with the PLC and downloading the program	87
7.5.	Exercises	92
8.	MICROCONTROLLER PROGRAMMING WITH MPLAB IDE. SIMULATION WITH PROTEUS	93
8.1.	Introduction	93
8.1.1.	APIC-DE Advanced PIC Development Environment	93
8.1.2.	PIC16F84 and PIC16F877 Microcontrollers	93
8.1.3.	PIC16F84A 18-pin Enhanced FLASH/EEPROM 8-bit Microcontroller (Fig. 8.3)	95
8.1.4.	PIC16F877 40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontroller (Fig. 8.5)	97
8.1.5.	MPLAB® ICD 2	102
8.1.6.	MPLAB IDE	103
8.1.7.	MPLAB IDE features include	103
8.2.	Using MPLAB IDE	105
8.2.1.	MPLAB IDE Compiling Project	105
8.2.2.	MPLAB IDE Simulating Project	109
8.3.	Using Proteus	111
8.3.1.	Proteus from MPLAB IDE	111
8.3.2.	Create a Design in Proteus	113
8.4.	Exercises	115
9.	PIC VOLTAGE METER USING LCD	116
9.1.	Introduction	116

9.2. Exercises.....	118
10. BLDC MOTOR CONTROL.....	119
10.1. Introduction.....	119
10.2. Exercises.....	120
REFERENCES.....	143

ACIM	AC Induction Motor
AI	Analog Input
ALU	Arithmetic Logic Unit
AO	Analog Output
APIC-DE	Advanced PIC Developer
BLDC	Brushless DC electric motor
BOR	Brown-Out Reset
BUFGMUX	Global Clock Buffer Multi
CB	Connector Block
CCS	Custom computer Services
CN	Change Notification
COTS	Commercial Off-The-Shelf
CP	Communications Processor
cRIO	CompactRIO (Reconfigurable)
CVS	Concurrent Versions System
DAQ	Data Acquisition
DMA	Direct Memory Access
DO	Digital Output
DSC	Datalogging and Supervisory
DSC	Digital Signal Controller
dsPIC [®]	Digital Signal PIC
ETS	Embedded Tool Suite
FF	Flip Flop
FIFO	First In, First Out
GUI	Graphical User Interface
I2C	IIC (Inter-Integrated Circuit)
IAR	Imgenjörsfirman Anders Ra Company)
ICD	In-Circuit Debugger
ICSPTM	In-Circuit Serial Programm
IDE	Integrated Development En
IOB	Input/Output Block
ISR	Interrupt Service Register
LabVIEW	Laboratory Virtual Instrum
LUT	Look Up Table
MAX	Measurement and Automat
MCLV	Motor Control (Low Voltage
MCU	Microcontroller Unit
MPI	Multipoint Interface
MULT18x18	18x18 Multiplier
NI	National Instruments
NVH	Noise, Vibration and Harsh
OST	Oscillator Start-up Timer
OVCON	output OVervoltage compa
PDIP	Plastic Dual In-line Packag
PIC [®]	Peripheral Interface Contro
PID	Proportional-Integral-Der
PLC	Programmable Logic Cont
POR	Power-On Reset
PPI	Point to Point Interface
PROFIBUS	Process Field Bus
PSP	Parallel Slave Port



EDITURA POLITEHNICA

ISBN 978-606-35-0058-9