HRI-LAB (TAAR)

پیاده سازی و طراحی سیستم Sensor Fusion، کنترل وهدایت ربات بستر پویا مبتنی بر Embedded Systems تحت FPGA

و

پیاده سازی سیستم پردازش تصویر و بینایی ربات بستر پویا مبتنی بر Embedded Systems تحت FPGA

استاد راهنما: دکتر مهدی طالع ماسوله

استاد مشاور: دکتر احمد فخاریان

دانشجو: آریا صبوری

سیاوش برومند

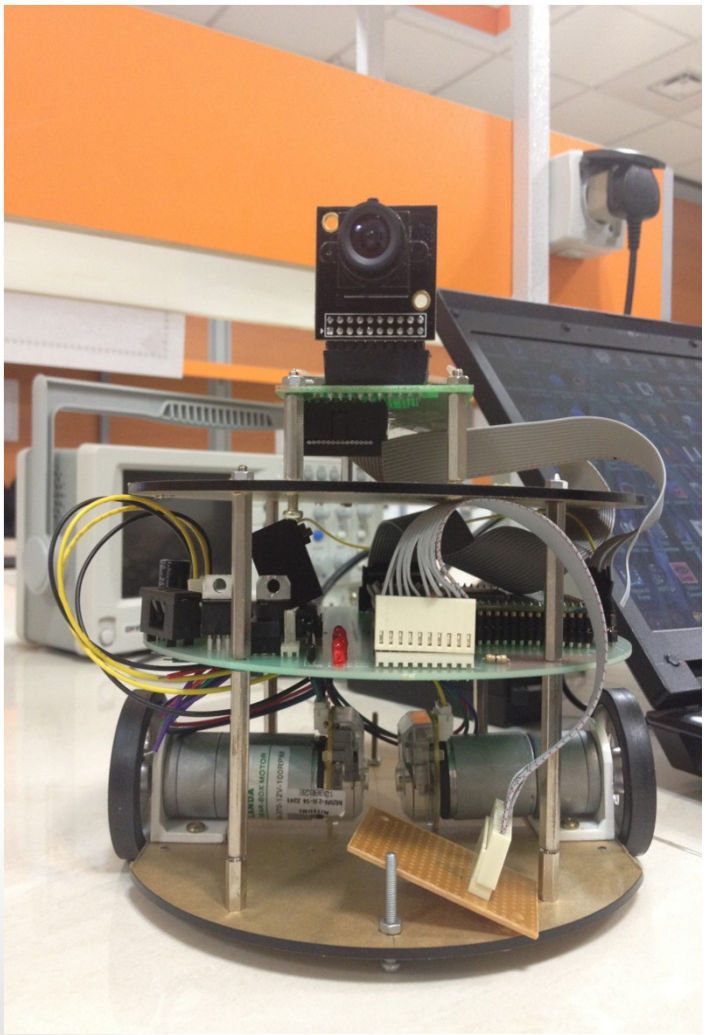
مشاور و طراح مکانیک: علی راوری

اسفند ۹۱

دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین

گروه مکاترونیک

HRI-LAB (TAAR)



ربات MRTQ

- مدت زمان انجام فاز اول: مطالعات ۵ ماه از اسفند ۹۰ تا تیرماه ۹۱
- مدت زمان انجام فاز دوم: تست اولیه سخت افزار ۵ ماه از مرداد ۹۱ تا آذر ۹۱
- شهریور ماه ۹۱ ساعت ۶ صبح در فروگاه مهرآباد اولین دیدار با دکتر ماسوله و ایده پردازی و آشنایی با CONVEX، صحبت تا فرودگاه مشهد و شهر نیشابور در مورد ربات و رباتیک
- تغییر استاد راهنما
- انتخاب استاد مشاور، دکتر فخاریان
- بیش از ۲۵ جلسه با اساتید راهنما و مشاور
- مدت زمان ساخت اولین پلتفرم کامل: ۱ماه، دی ماه ۹۱
- انجام تغییر در برد مدار چاپی و تست بهمن ۹۱

HRI-LAB (TAAR)

فهرست

۱)مقدمه

۲)رباتهای بستر پویا آموزشی

۲-۱ تاریخچه

۲-۲ مزایا و معایب

۳) MRTQ از ایده تا پدیده

۳-۱ تاریخچه

۳-۲ مزایا و معایب

۴)سخت افزار الکترونیک ربات

۵)سخت افزار مکانیک ربات

۶)کارهای آینده و MRTQ

۶-۱ Sensor fusion

۶-۲ Convex

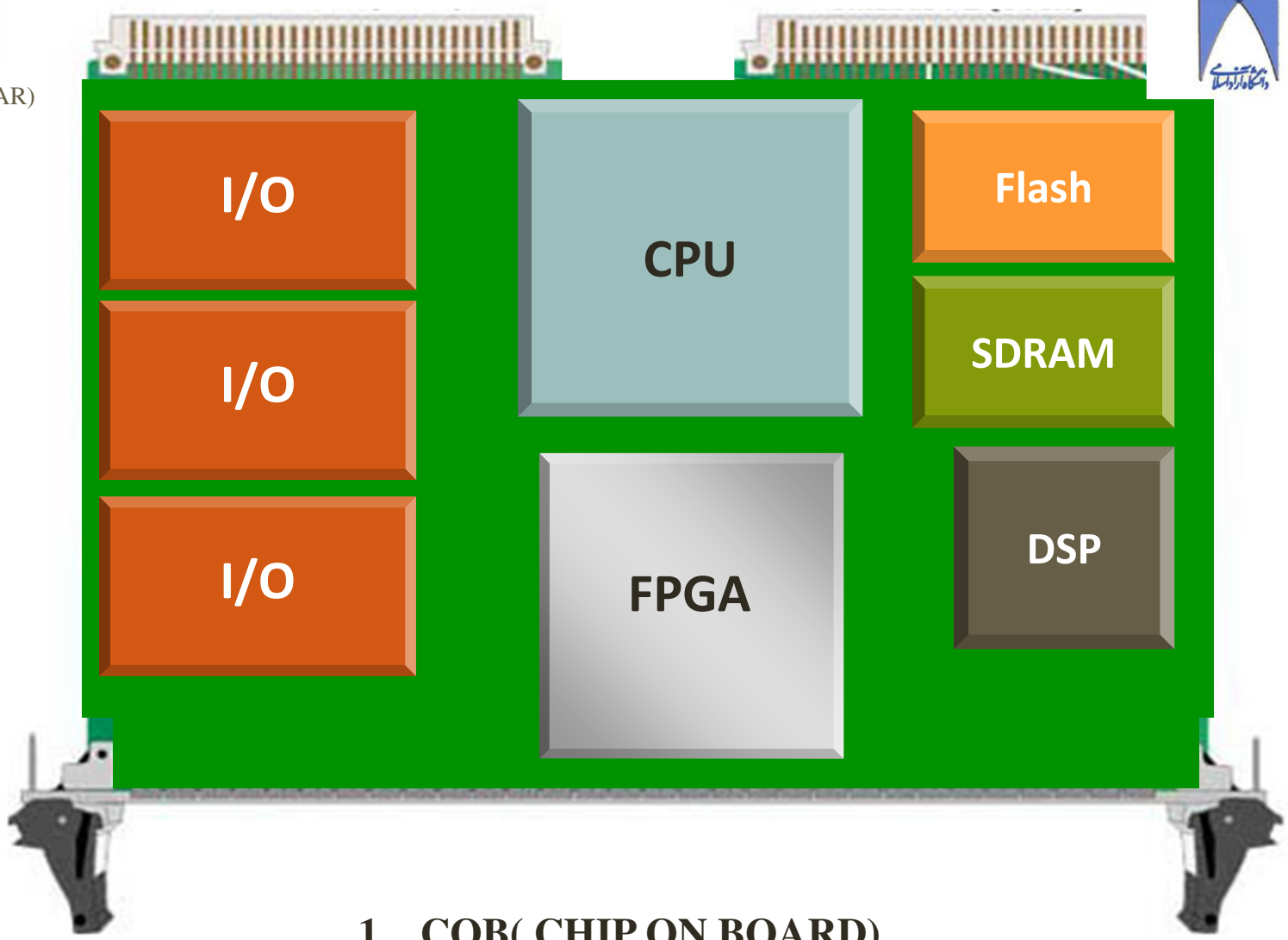
۷) سخت افزار بینایی ربات و پردازش تصاویر

HRI-LAB (TAAR)

نیازهای طراحی کنندگان در رباتیک و اتوماسیون

1. نیاز به کوچک سازی
2. مقاومت در برابر انواع نویزها
3. امنیت و محافظت دربرابر تکثیر غیر قانونی
4. انحصاری بودن ویژگی های سخت افزاری محصول
5. مصرف توان الکتریکی کمتر
6. قابل انعطاف بودن در پروژه های مختلف
7. پردازش زمان حقیقی
8. پردازش طیف مختلفی از سیگنالهای آنالوگ و دیجیتال

سیستم جاسازی شده به زبان ساده



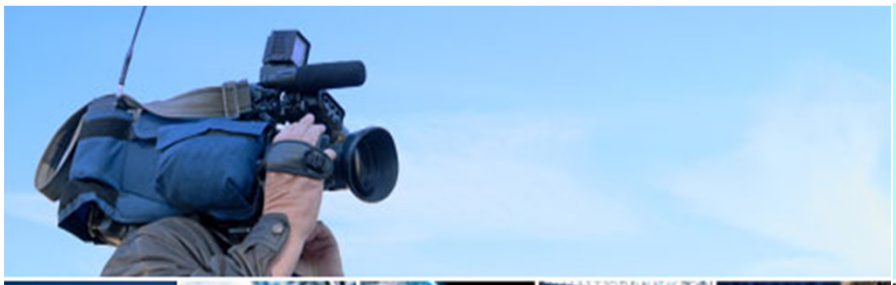
1. COB(CHIP ON BOARD)
2. SOC(SYSTEM ON CHIP)

HRI-LAB (TAAR)

سیستمهایی برای تمام فصول

- ابر رایانه ها و پردازش سریع
- صنایع خانگی

- پردازش تصویر و صنایع ایمنی
- صنایع پزشکی و ابزار دقیق
- فناوری رسانه و دیجیتال
- خودرو، رباتیک و اتوماسیون



رباتهای بستر پویا آموزشی مزایا و معایب

E-PUCK

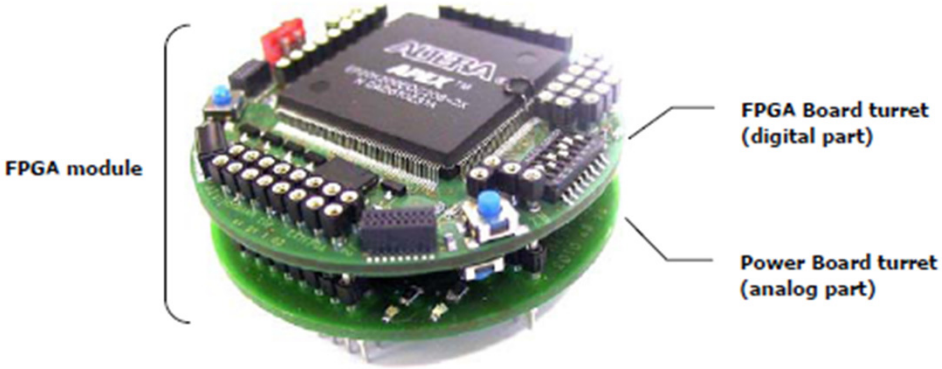
LEGO MINDSTORMS

KHEPRA III

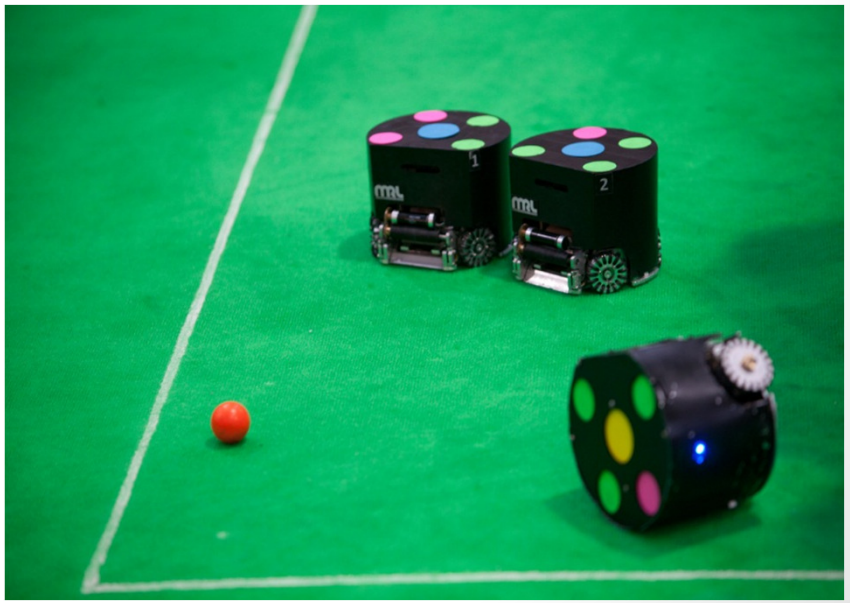
HRI-LAB (TAAR)

رباتهایی با FPGA

KHEPRA FPGA MODULE(2003)



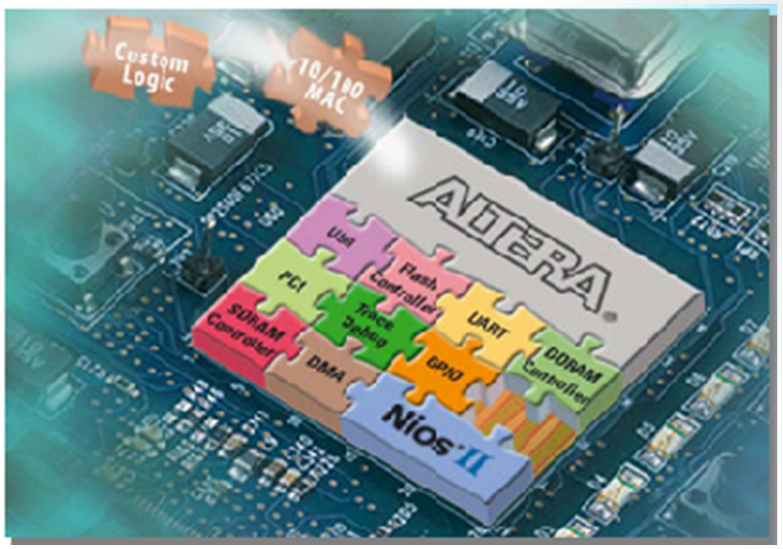
- ربات فوتبالیست سایز کوچک در بخش مخابرات خود از FPGA استفاده می کند



- ربات NAO در بخش بینایی خود از FPGA استفاده می کند

پردازنده ربات

Cyclone III Devices



Low power

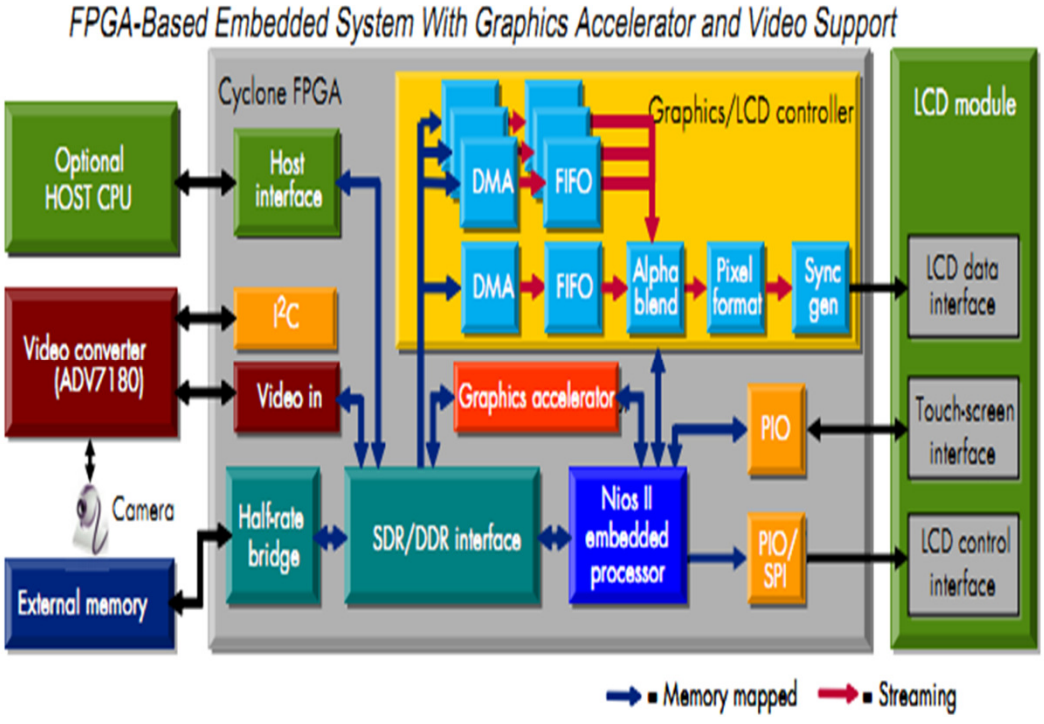
- 200K LE for under 0.25 Watt
- TSMC 60-nm low-power (LP) process
- Quartus II software power-aware design flow

Information assurance design capabilities

- Anti-tamper
- Design security
- Design separation
- IP, design examples, etc.

High functionality

- Densities ranging from 70K to 200K LEs
- Up to 8 Mbits of embedded memory
- Up to 396 embedded multipliers

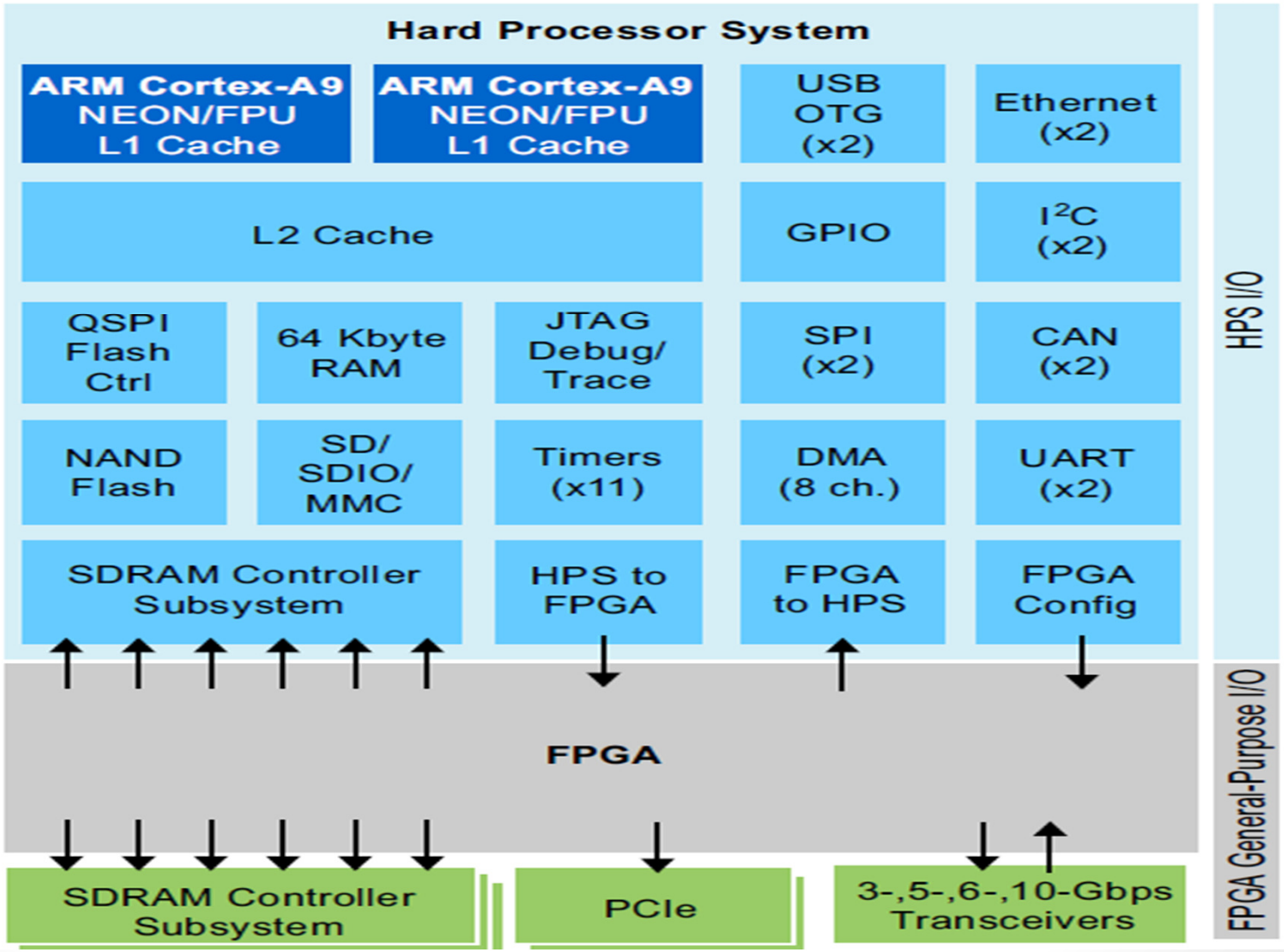


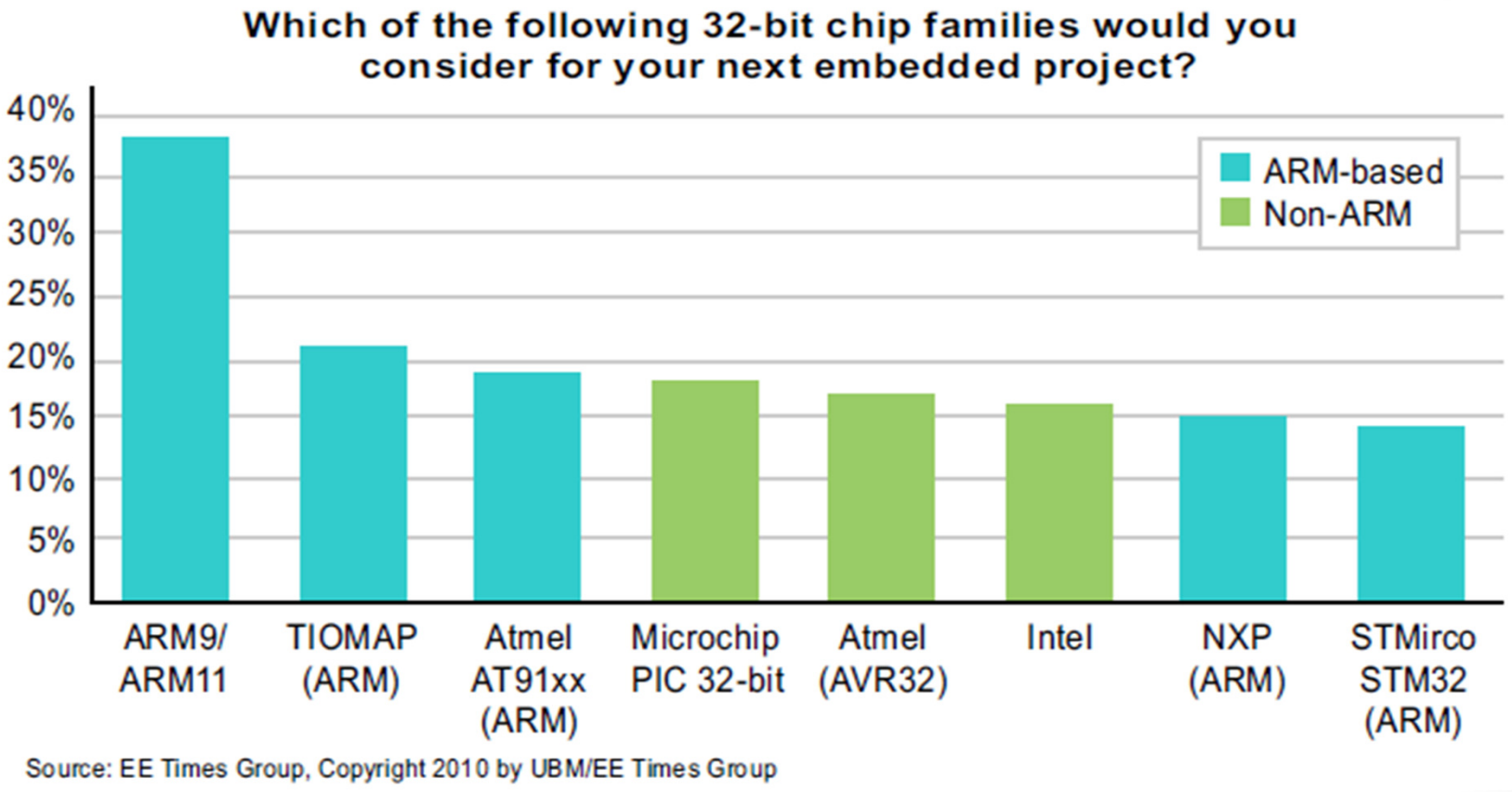
روال تکامل هسته پردازشی نرم افزاری NIOS

- استفاده در بیش از ۳۰ هزار کمپانی
- مورد قبول بیست شرکت صنعتی برتر دنیا
- انتخاب شده به عنوان بهترین پردازنده نرم افزاری صنعتی دنیا
- بیش از ۱۵۰۰۰ کاربر طراح در تالار گفتگو
- استفاده شده در تمامی محصولات تحت نظر ALTERA

Nios CPU Introduced	2000	Nucleus
	2001	
	2002	uCLinux, uITRON
	2003	
Nios II CPU Introduced	2004	uC/OS-II, ThreadX
	2005	
C2H Compiler Introduced	2006	OSEK/VDX
DO-254 Certification	2007	Segger, Toppers
Synopsys ASIC	2008	uCLinux, eCos
MMU/MPU	2009	
Linux		

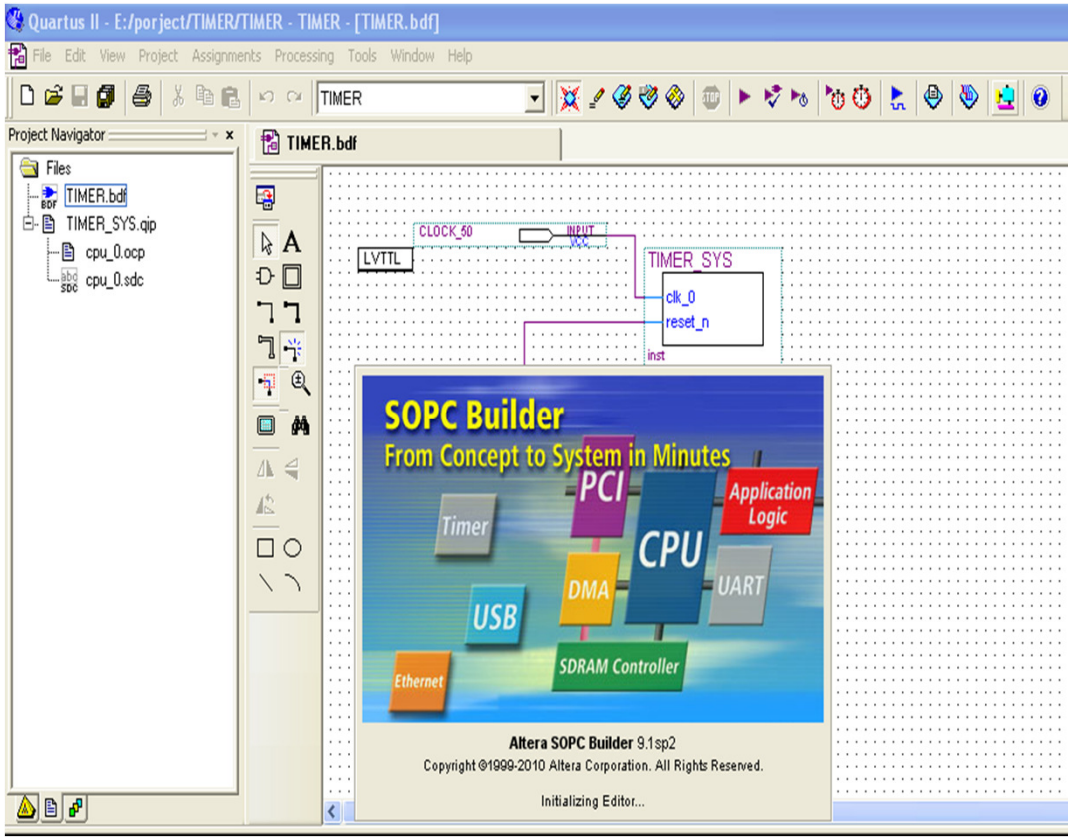
SoC FPGA


Hard Processor System
ARM Cortex-A9 NEON/FPU L1 Cache
ARM Cortex-A9 NEON/FPU L1 Cache
USB OTG (x2)
Ethernet (x2)
L2 Cache
GPIO
I²C (x2)
QSPI Flash Ctrl
64 Kbyte RAM
JTAG Debug/ Trace
SPI (x2)
CAN (x2)
NAND Flash
SD/ SDIO/ MMC
Timers (x11)
DMA (8 ch.)
UART (x2)
SDRAM Controller Subsystem
HPS to FPGA
FPGA to HPS
FPGA Config
HPS I/O
FPGA
FPGA General-Purpose I/O
SDRAM Controller Subsystem
PCIe
3-,5-,6-,10-Gbps Transceivers


Which of the following 32-bit chip families would you consider for your next embedded project?
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
ARM-based
Non-ARM
ARM9/ ARM11
TIOMAP (ARM)
Atmel AT91xx (ARM)
Microchip PIC 32-bit
Atmel (AVR32)
Intel
NXP (ARM)
STMirco STM32 (ARM)
Source: EE Times Group, Copyright 2010 by UBM/EE Times Group

A5

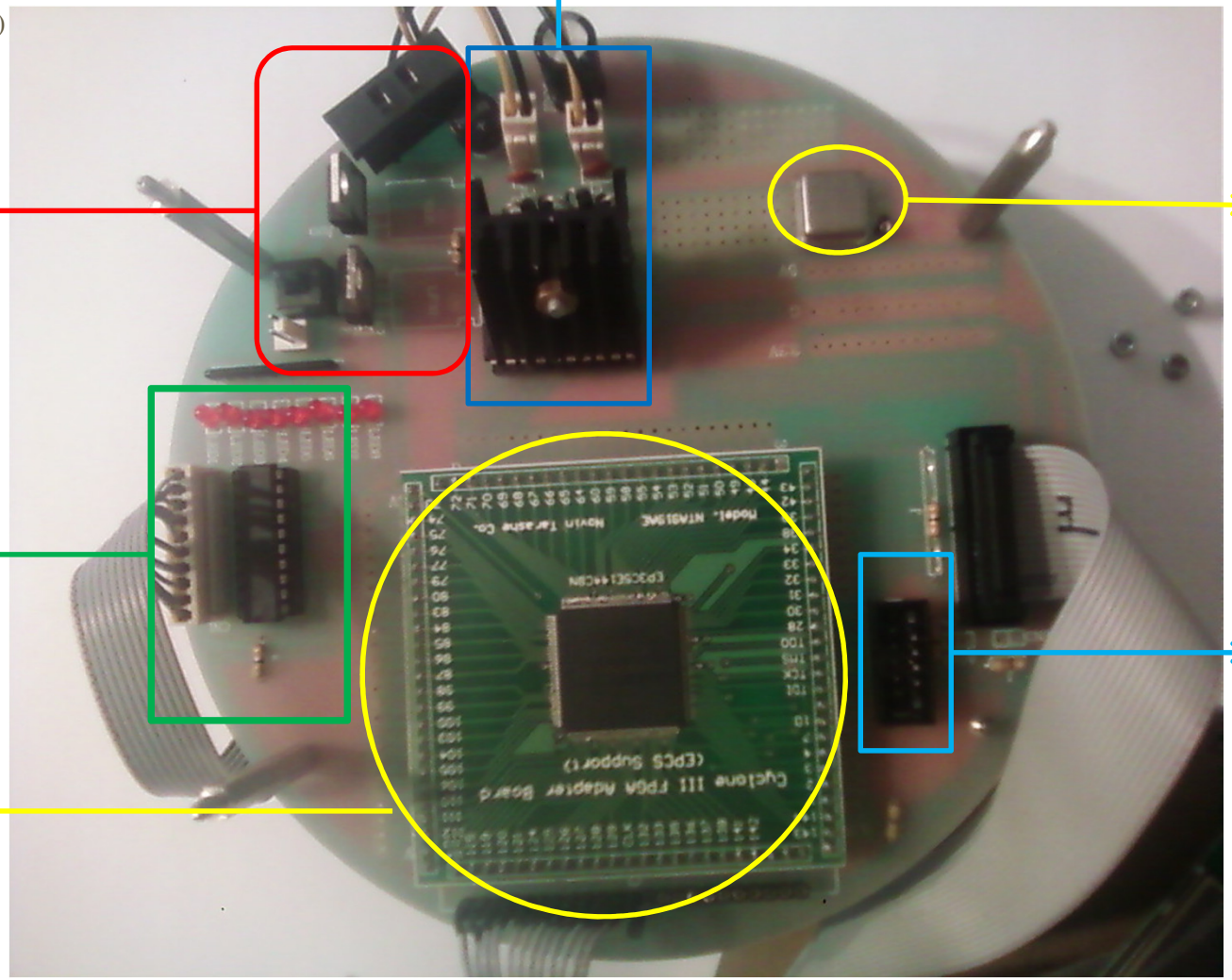
محیط گسترش و ساخت نرم افزاری



- از ایده تا اجرا در چند دقیقه
- ساخت سیستم در درون چیپ به صورت فلوچارتی
- تحول نسبت به طراحی های HDL

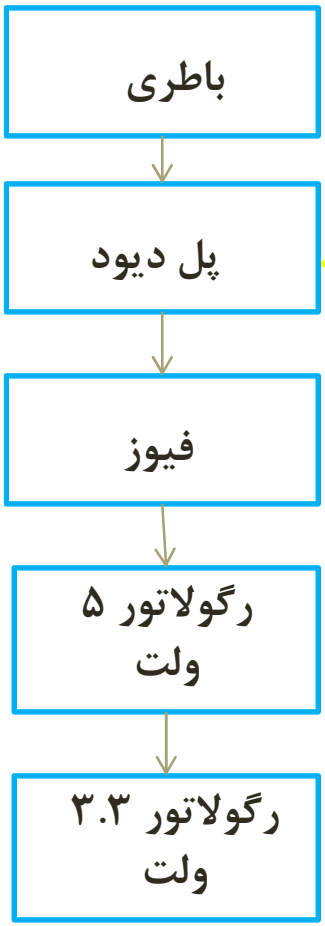
HRI-LAB (TAAR)

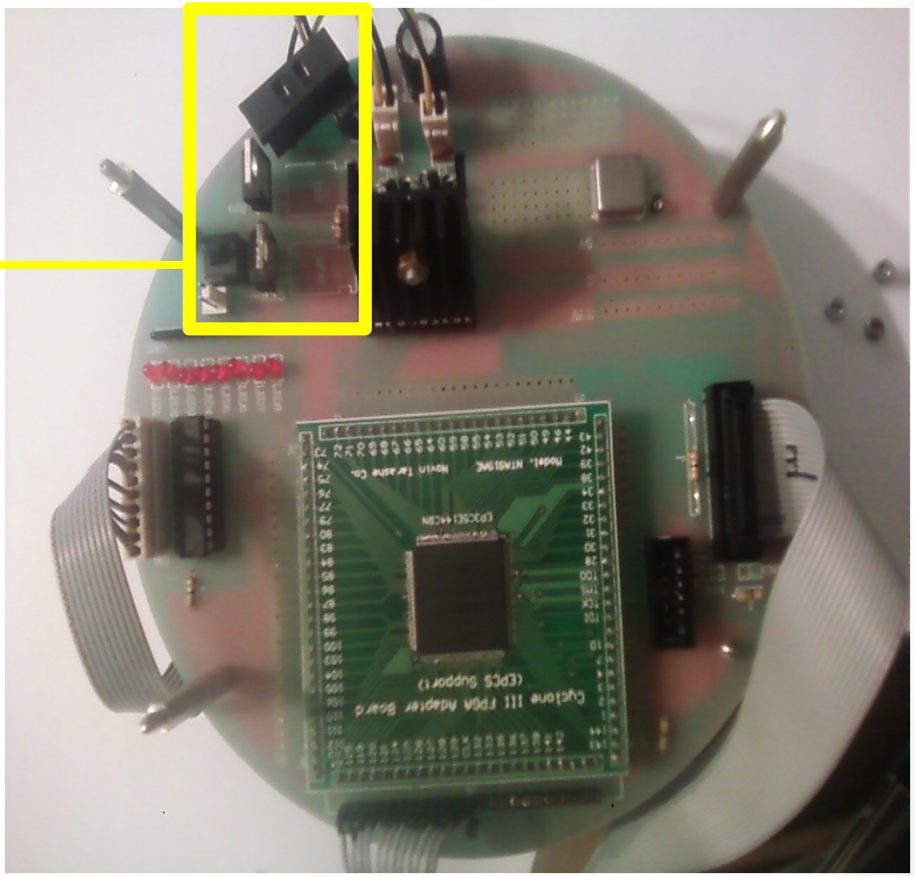
MRTQ



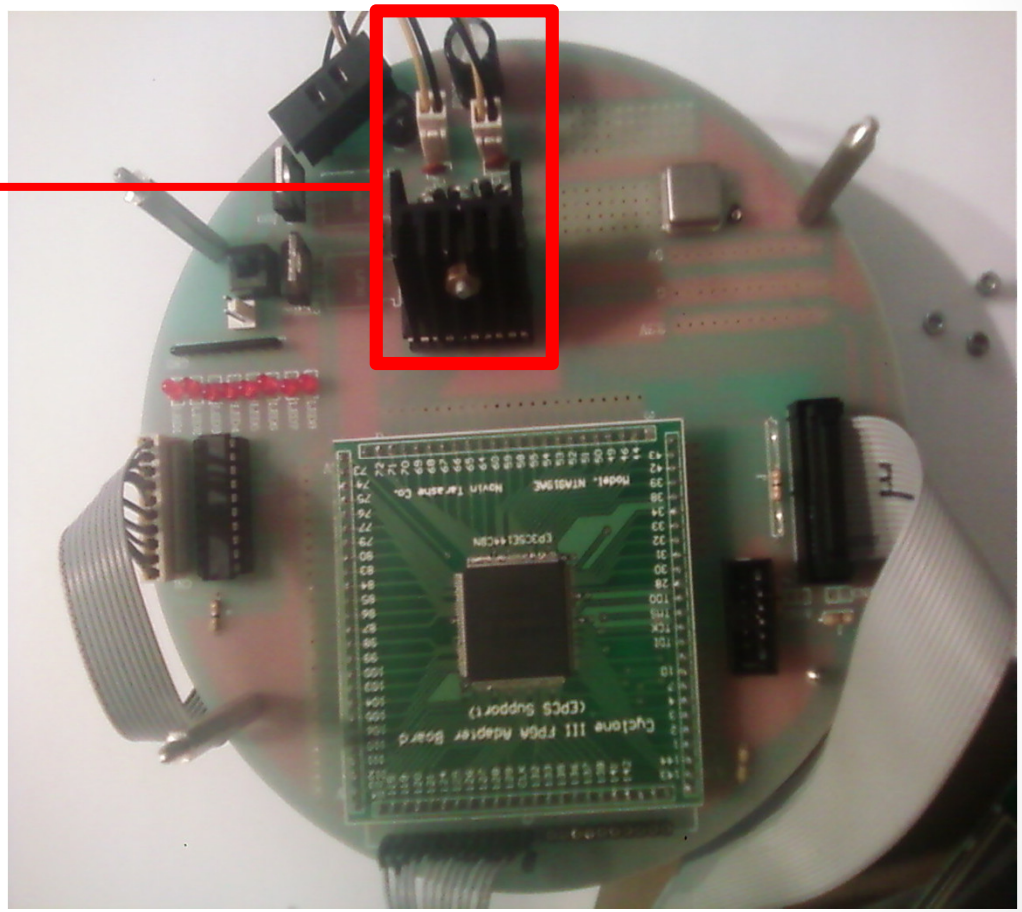
HRI-LAB (TAAR)

بلوک دیاگرام بخش تغذیه ربات

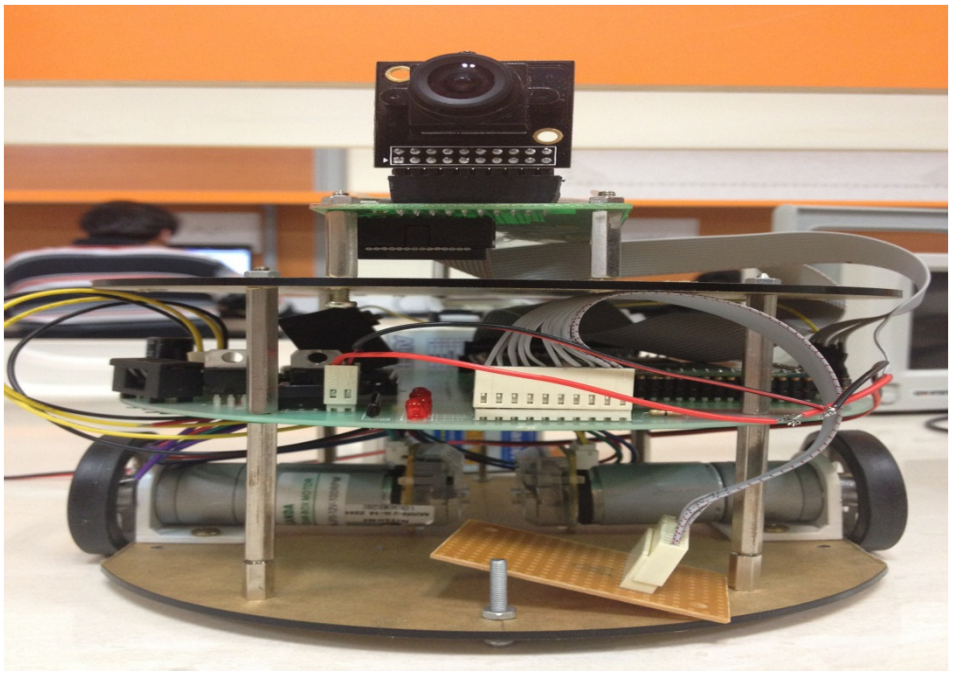




بلوک دیاگرام بخش راه اندازی موتورها

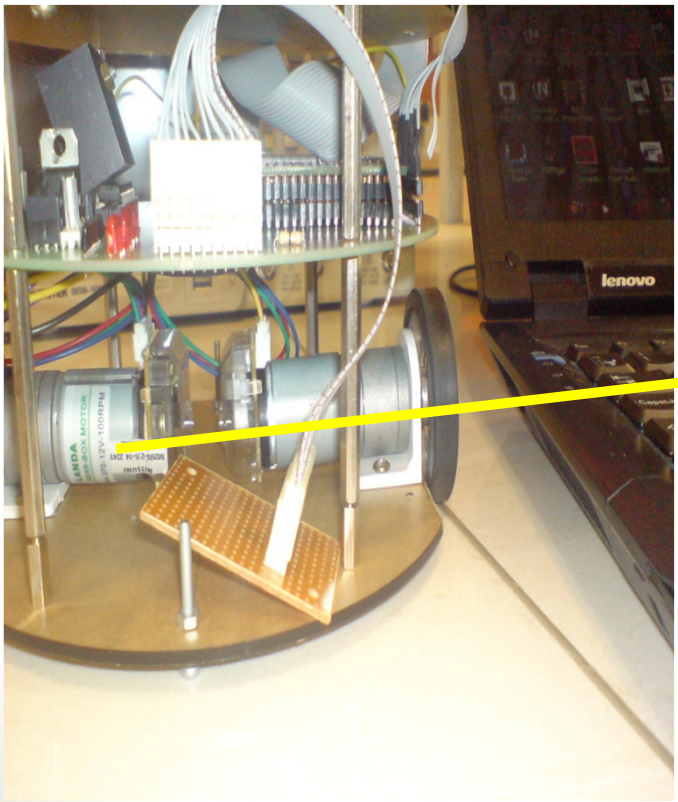


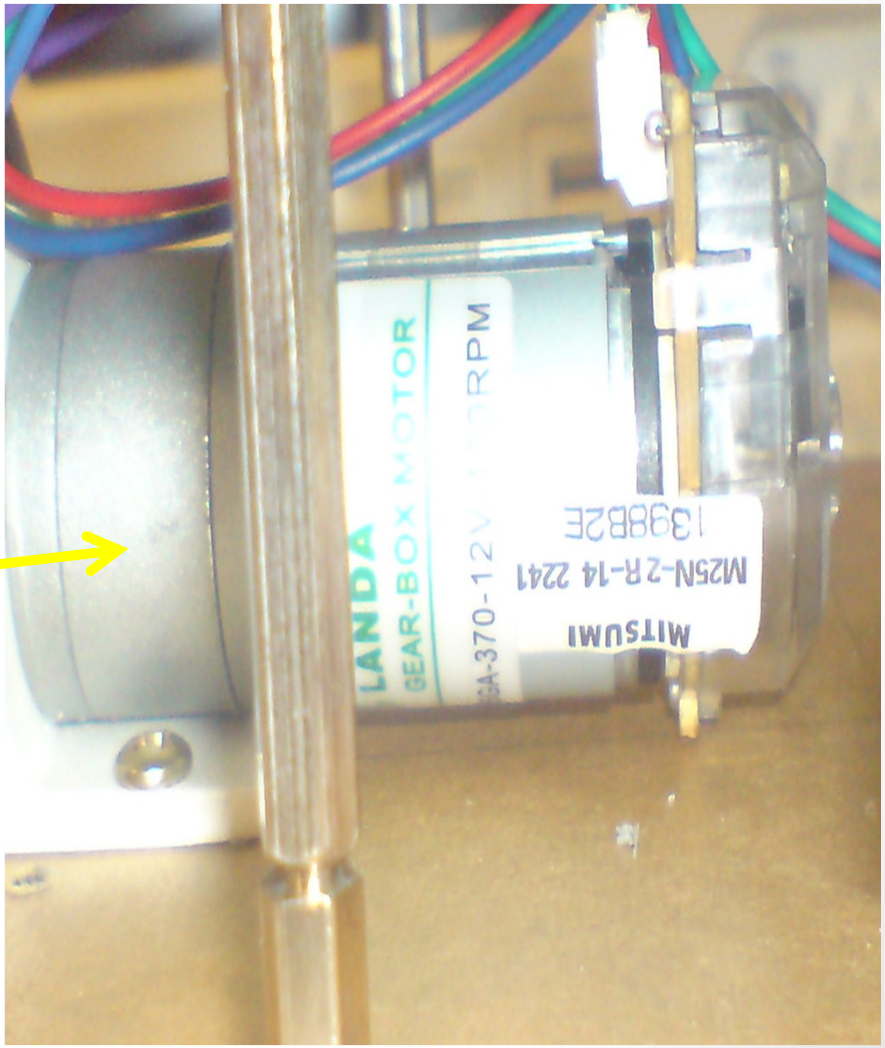
مکانیک ربات



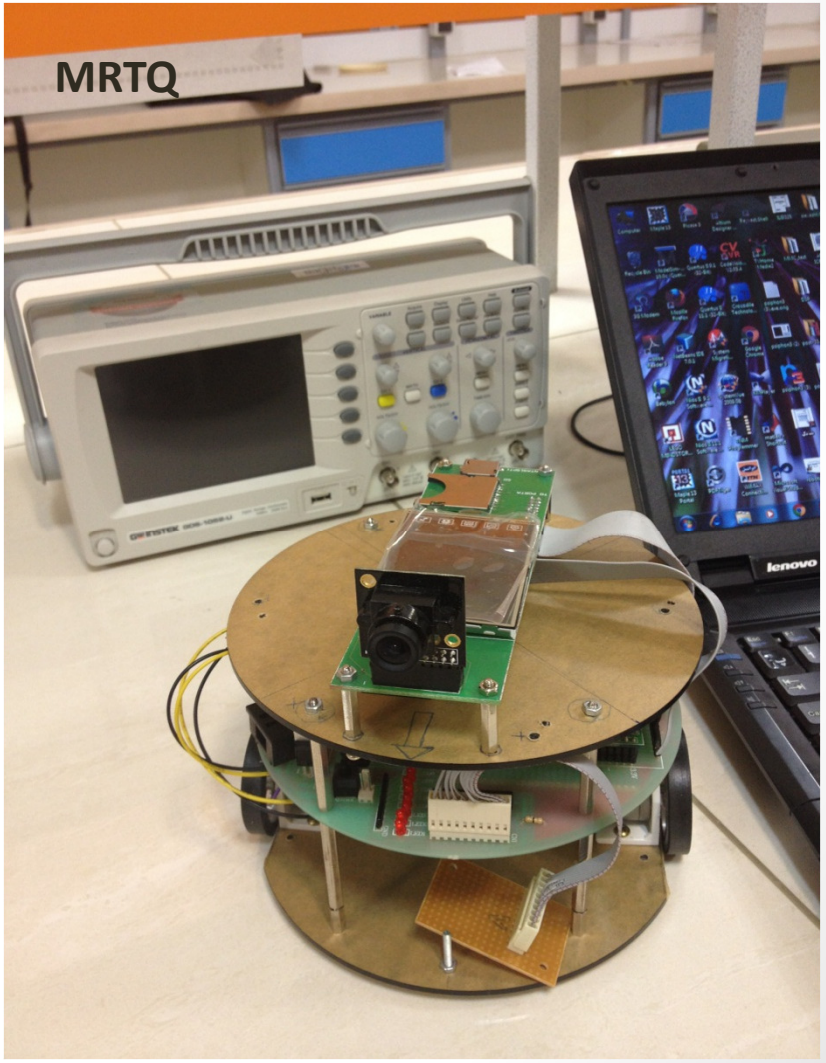
- مکانیزم افتراقی
- پلکسی گلس 3 میلیمتر
- در بالای ربات یک بخش دایره ای شکل به قطر 17 سانتیمتر برای نصب قطعات الکترونیکی قرار داده شده است. قسمت اصلی بدنه محفظه ای استوانه ای به ارتفاع 20 سانتی متر و قطر 17 سانتی متر می‌باشد.
- موتورها DC گیربکسی
- ولتاژ 12 ولت
- RPM 100
- جریان کشی 100 میلی آمپر

انکودر ۴۰۰ پالس لیزری میتسومی ژاپن و موتورهای DC ربات





روی میز شما جا می شوند



درآینده ای نه چندان دور در MRTQ:

استفاده از تکنولوژی نصب سطحی

راه اندازی سنسورهای فاصله یاب

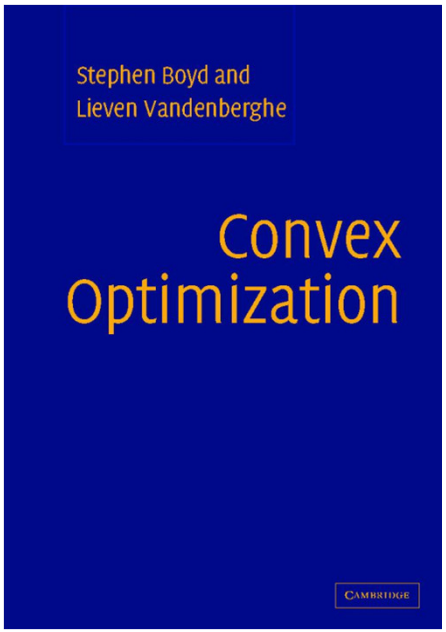
کنترل ربات و دیدن ربات از راه دور

هسته باز شدن ربات (استفاده از LINUX)

ماژولهای نرم افزاری

V-REF, WEBOTS, MATLAB

بهینه سازی محدب و ترکیب اطلاعات سنسورها



- الگوریتم بهینه سازی محدب (CONVEX OPTIMIZATION)
- تحلیل سینماتیکی، دینامیکی رباتها و بهینه سازی رباتها در آزمایشگاه تار دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران
- استفان بوید، دانشگاه استنفورد
- الگوریتم بهینه سازی زمان حقیقی
- ترکیب اطلاعات سنسورها به منظور شناسیایی بهتر و کاهش خطا

(SENSOR FUSION)

- ابزار زمان حقیقی بدون الگوریتم زمان حقیقی قابل تحقق نیست

HRI-LAB (TAAR)

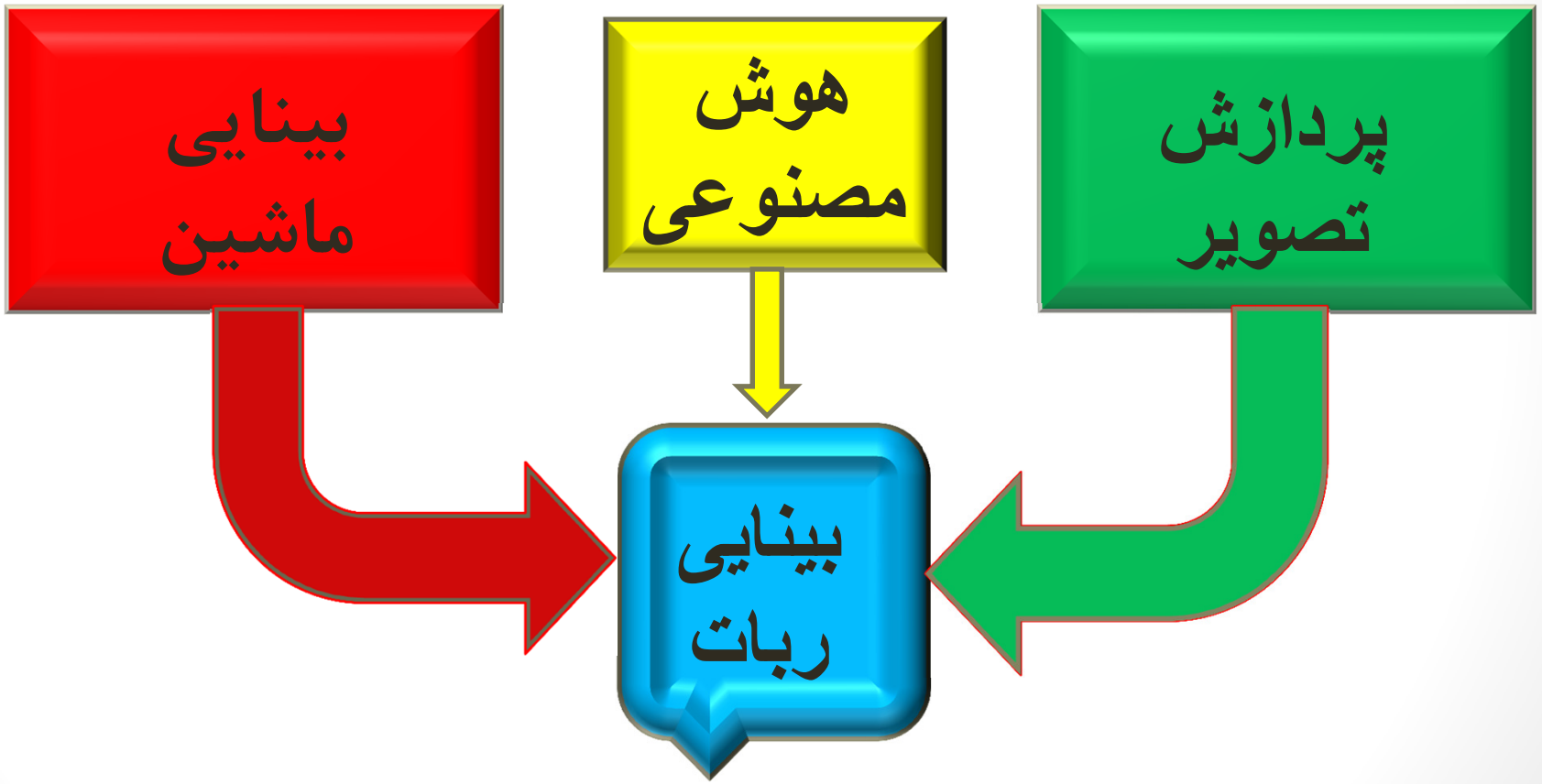
فهرست

- بلوک دیاگرام واحد بینایی ربات .
- پردازش تصویر.
- علت انتخاب FPGA چیست؟
- بخش بینایی ربات MRTQ :

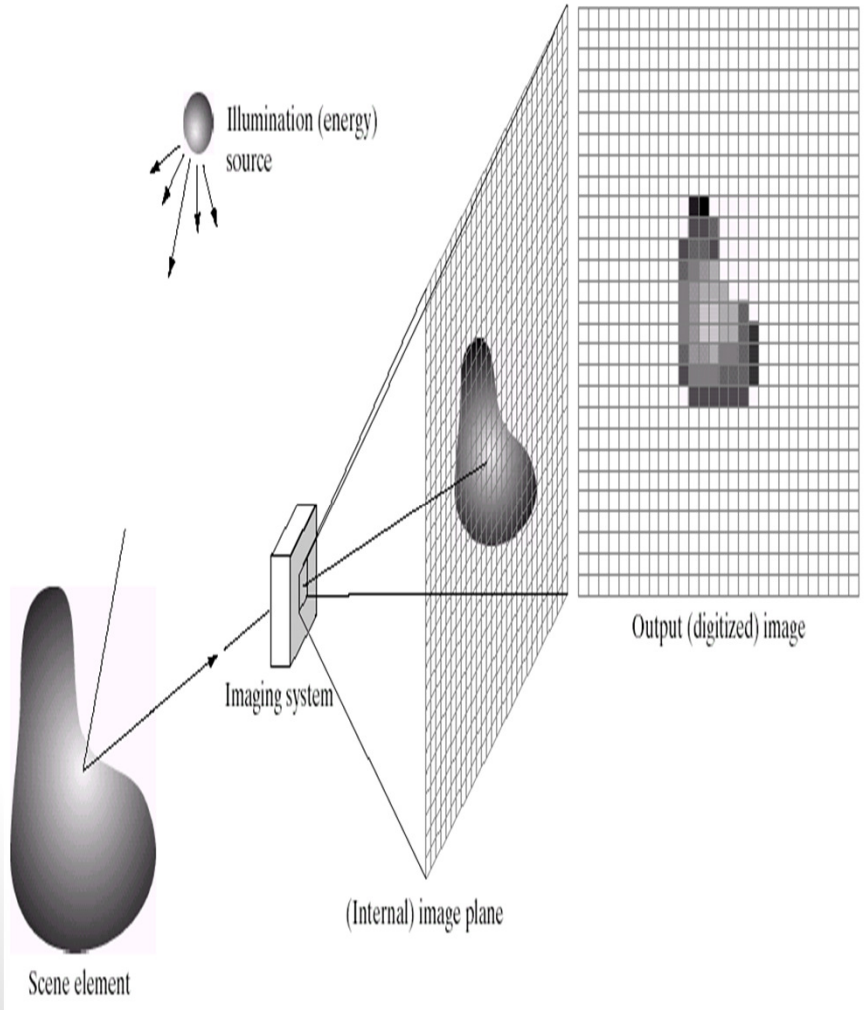
1. دوربین دیجیتال OV7670 .
2. نمایشگر رنگی ILI9320.
3. حافظه جانبی MMC .
4. MRTQ’s SOPC SYSTEM .
5. Nios II.
6. ارتباط بین اجزای واحد بینایی رباتMRTQ

- ردیابی اجسام متحرک چیست؟

بلوک دیاگرام واحد بینایی ربات



پردازش تصویر



- دریافت تصویر.
- ارتقای تصویر.
- بازیابی تصویر.
- تبدیلات تصویر.
- فشرده سازی.
- ناحیه بندی.
- پردازش تصاویر رنگی.

علت انتخاب FPGA چیست؟

DSP :

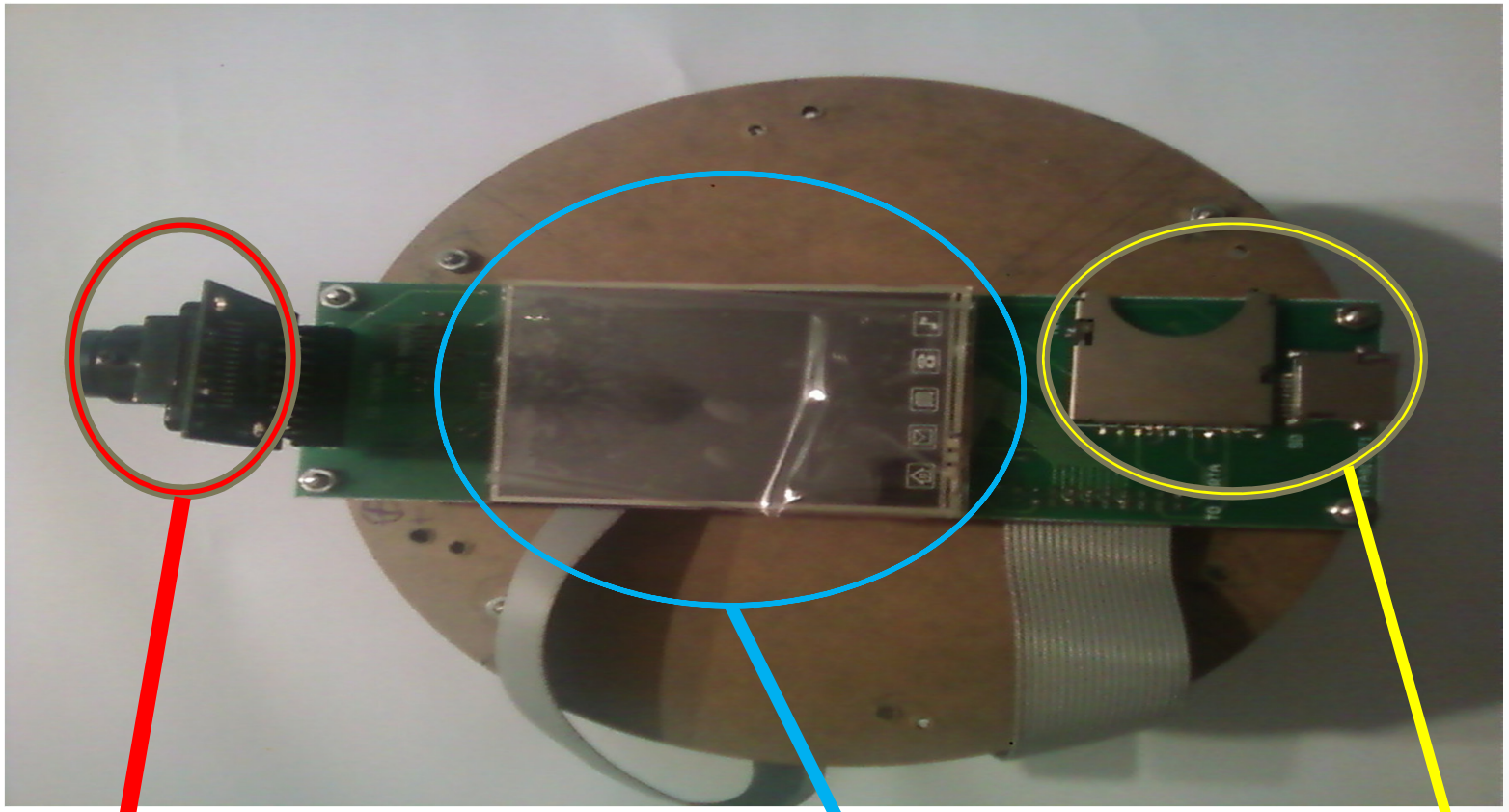
- ۲۵ واحد پردازشی.
- ارتباط سریال.
- مدت زمان اجرای دستورات بالاست.

FPGA :

- حداقل ۲۵۰ واحد پردازشی.
- ارتباط موازی.
- مدت زمان کم اجرای دستورات.
- مورد تایید DARPA .

HRI-LAB (TAAR)

بخش بینایی ربات
MRTQ



دوربین دیجیتال
OV7670

- ۶۵۶*۴۸۸ پیکسل.
- تکنولوژی Cmos.
- پروتکل SCCB.
- دوربینی متداول در رباتیک.
- ارزان قیمت.
- قابل دسترس در بازار.
- ...

نمایشگر رنگی
ILI9320

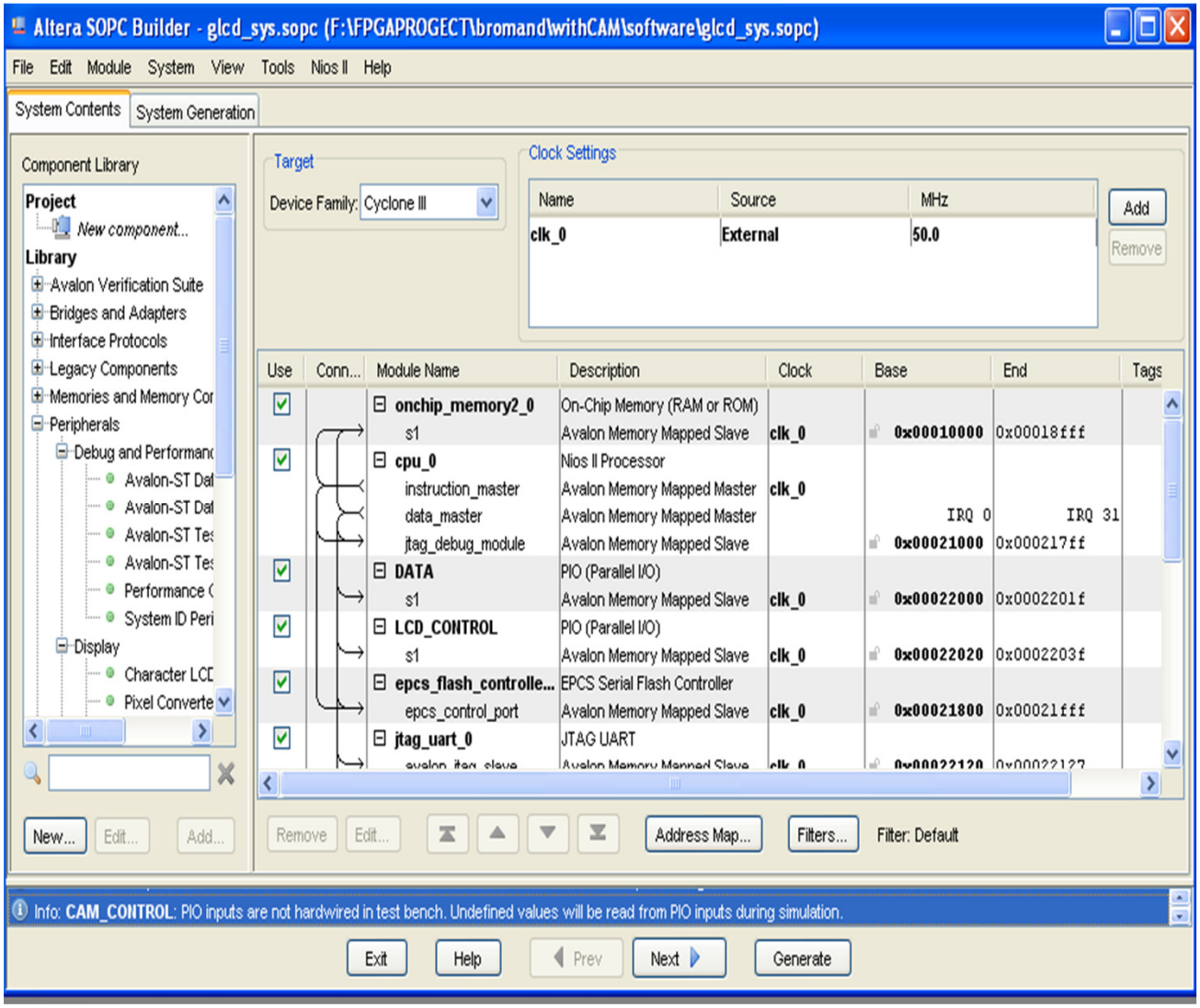
- ۲۴۰*۳۲۰ پیکسل.
- دارای چهار پروتکل ارتباطی.
- ارزان بودن .
- در دسترس بودن.
- ...

حافظه جانبی
MMC

- قابلیت ارتقا.
- قابلیت تعویض.
- قابلیت بالا در ذخیره اطلاعات.
- در دسترس بودن .
- ارزان بودن.
- قابلیت حمل.
- ...

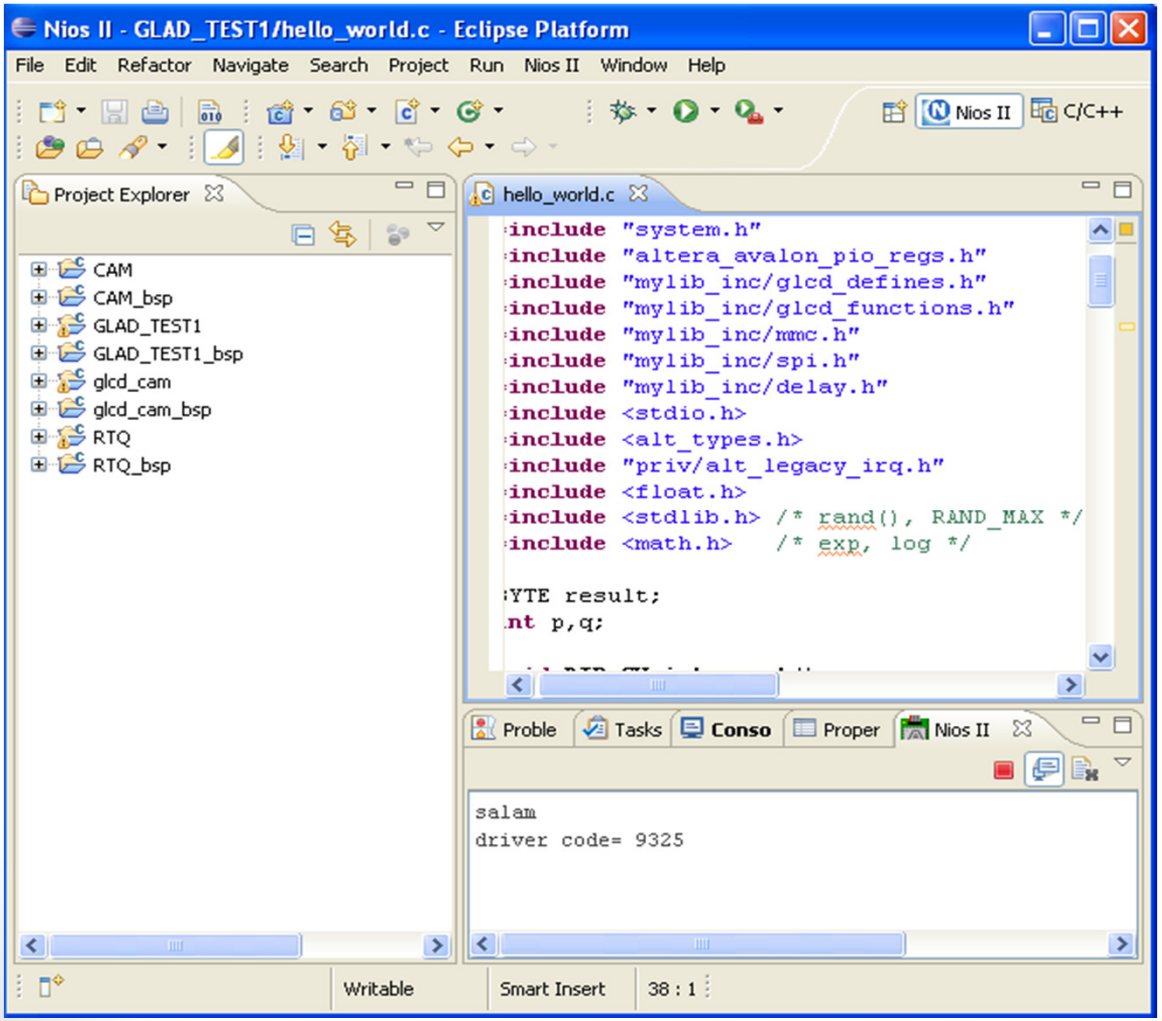
MRTQ's SOPC SYSTEM

HRI-LAB (TAAR)



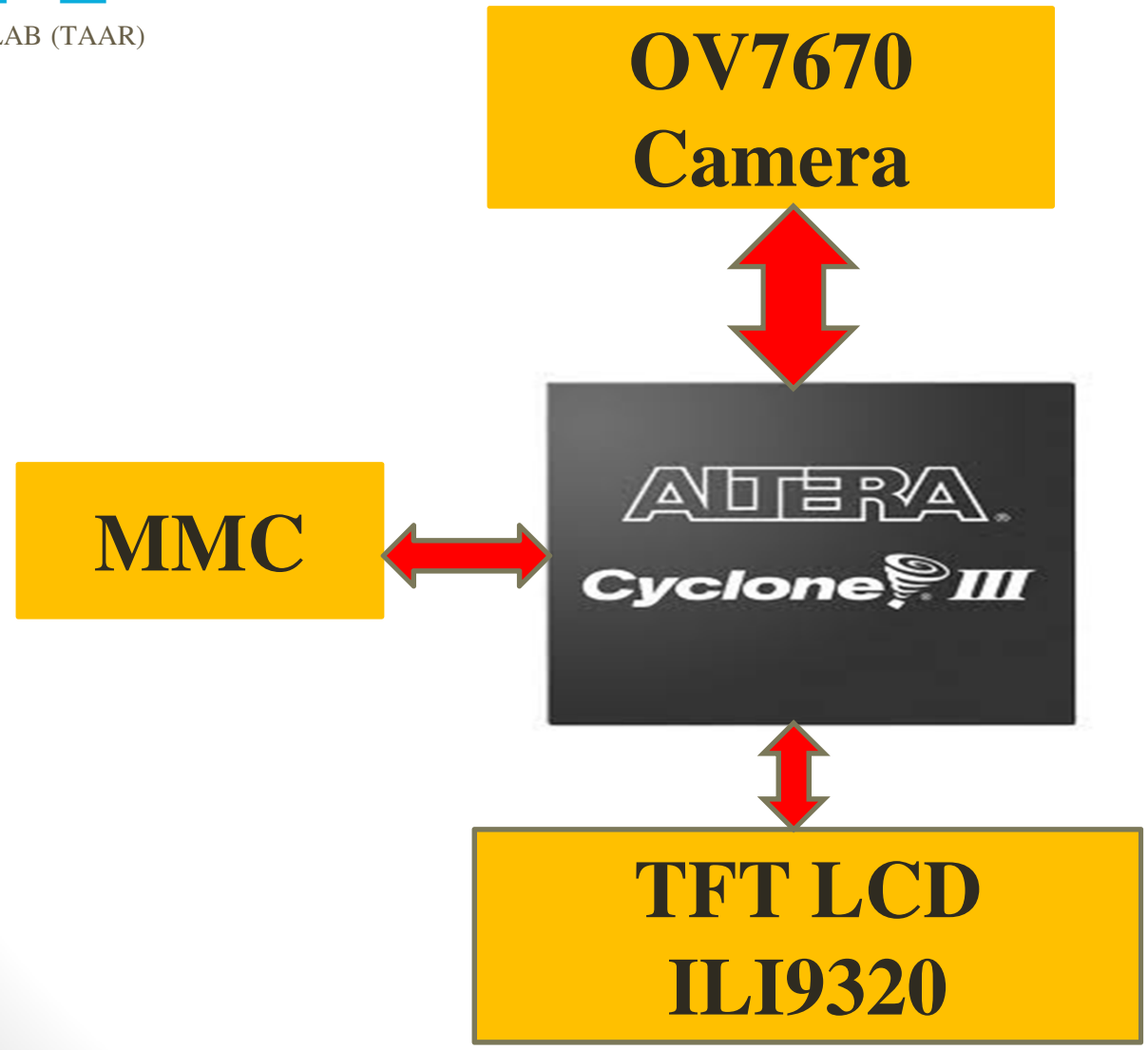
- واحد حافظه.
- واحد پروسسور.
- واحد حافظه.
- ...

Nios II



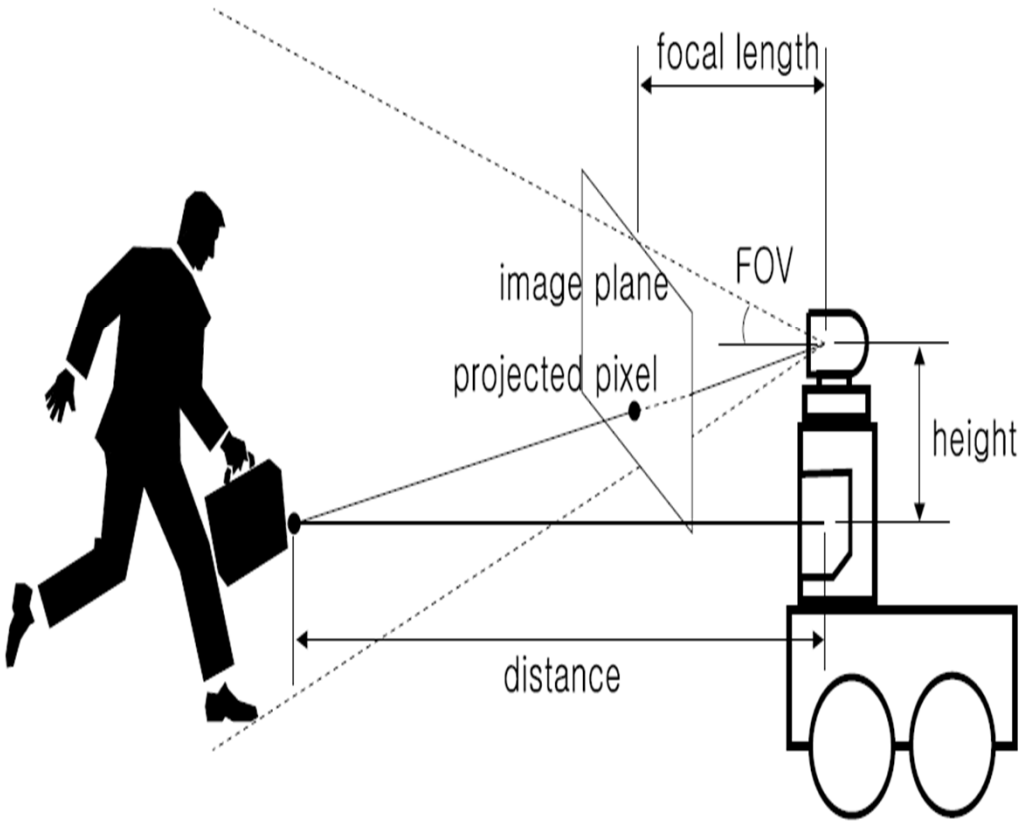
- محیطی قدرتمند .
- ارتباط با سخت افزار.
- ارتباط با SOPC.
- امکان تبدیل کدها به یکدیگر.
- ...

ارتباط بین اجزای واحد بینایی رباتMRTQ



ردیابی اجسام متحرک چیست؟

- شبکه عصبی.
- الگوریتم فازی.
- Convex.
- عصبی-فازی.



مراجع

1) Altera, Cyclone III Device Handbook, Volume1, Altera, 2012, http://www.altera.com
2) Mondada, F., Bonani, M., Raemy, X., Pugh, J., Cianci, C., Klaptocz, A., Magnenat, S., Zufferey, J.-C., Floreano, D. and Martinoli, A. (2009) The e-puck, a Robot Designed for Education in Engineering. Proceedings of the 9th Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, 1(1) pp. 59-65
3) Altera, AN-466-2.1, July 2012, http://www.altera.com
4) Damir Beciri, Aldebran Robotics reveals NAO Next Gen robot, 9 December 2011, http://www.robaid.com
5) OVT, Ov7670 datasheet, http://www.ovt.com
6) Ilitek, Ili 9325 datasheet, Ili Technology corp
7) Newton C. Braga, Robotics, Mechatronics and Artificial intelligence: Experimental Circuit Blocks for Designers, Newnes publishing, Nov 8, 2011
8) Illah Reza Nourbakhsh. ,David Scaramuzza, Introduction to Autonomuse Mobile Robots, MIT press, February 18, 2011
9) User-Customizable ARM-Based SoC FPGAs for Next-Generation Embedded Systems October 2011 Altera Corporation
10) James O. Hamblen Tyson S. Hall Georgia Institute of Technology Southern Adventist University Atlanta, GA Collegedale, TN Michael D. Furman University of Florida, Rapid porototyping of digital system, 2008 Springer Science + Business Media, LLC,
11) Quartus II Handbook Version 11.0 Volume 1: Design and Synthesis May 2011 Altera Corporation
12) Thomas Braunl - Embedded Robotics - Second Edition – 2006 Springer

13) Color tracking for multiple robot control using a system-on-programmable-chip, Automation in Construction 20 (2011) 669–676, journal homepage: www. e lsevier.com/locate/autcon.
14) Real-time Motion Tracking from a Mobile Robot
Boyoon Jung, *Student Member, IEEE, Gaurav S. Sukhatme, Member, IEEE,* SUBMITTED TO IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS.
15) Ov7670 datasheet.
16)ILI9320 datasheet.
17) Odometry Based Pose Determination and Errors Measurement for a Mobile Robot with TwoSteerable Drive Wheels, *Journal of Intelligent and Robotic Systems 41: 263–282, 2004,* © 2004 *Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.*
18) The use of Motion Tracking for Mobile Robot Collision Avoidance in Outdoor Environments.
19) Visual Tracking in Four Degrees of Freedom usingKernel Projected Measurement Fateme Bakhshande, Member, IEEE, and Hamid D. Taghirad, Senior Member, IEEE Advanced Robotics and Automated Systems (ARAS), Industrial Control Center of Excellence (ICCE), Faculty of Electrical and Computer Engineering K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

مراجع

20. www.altera.com
21. www.alterawiki.com
22. www.alteraforum.com
23. www.analog.com
24. www.k-team.com
25. www.novintarashe.com
26. www.ri.cmu.edu.com

بر خود لازم می دانیم از تمامی تلاشها و بزرگواریهای اساتید گرامی جناب آقای دکتر مهدی طالع ماسوله و دکتر احمد فخاریان و همچنین تمامی راهنمایی ها و حمایتهای ارزشمندشان نهایت تشکر را داشته باشیم

از مدیر محترم گروه مکاترونیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، جناب آقای دکتر محمد شهری

از آزمایشگاه تار دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران

و همچنین از گروه رباتیک مجتمع فنی تهران و همکاران ارزشمندمان، سرکار خانم آزاده عطاری، آرمان کاویان، علی راوری و مدیران مجتمع فنی تهران به خاطر راهنمایی ها، امکانات و فضای کاری که در اختیار ما قرار دادند سپاسگزاریم

از توجه شما سپاسگزاریم

؟

آریا صبوری

سیاوش برومند

علی راوری

Aryas86@yahoo.com

S.boroumand@ymail.com

Ali.ravari@yahoo.com

HRI-LAB (TAAR)