



EBV Kicker

Automatisierter Kickroboter auf FPGA-Basis



EBV Kicker

Automatisierter Kickroboter auf FPGA-Basis

EINFÜHRUNG

Um die Leistungsfähigkeit moderner, frei programmierbarer Schaltkreise, so genannter FPGAs (Field Programmable Gate Arrays), zu demonstrieren, entwickelte das Laboratorium für Motion Control und digitale Signalverarbeitung der Fachhochschule Köln unter der Leitung von Prof. Dr. Jens Onno Krahe einen auf einer Seite automatisierten Tischkicker.

EBV Elektronik begleitete das Projekt als Kooperationspartner. Den für eine hohe Anschaulichkeit bewusst offen gestalteten mechanischen Aufbau des Kickroboters erstellte die Werkstatt der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik. Die Konzeption, Verdrahtung und Programmierung wurde von drei Diplomanden erarbeitet und umgesetzt.

SO FUNKTIONIERT DER KICKROBOTER

Das herkömmliche Spielfeld, eine grün lackierte Holzplatte, wurde durch transparentes, schlagfestes 8-mm-Sicherheitsmilchglas ersetzt. Unter dem Kicker wurde eine Beleuchtung mit weißen LED-Modulen ADJD-WD20 „JukGaRak“ von Avago realisiert. Eine Kamera erkennt dadurch über einen Umlenkspiegel den gelben Kickerball von unten. Der so detektierte Ball wird auf dem Service-Monitor mit einem roten Punkt gekennzeichnet. Algorithmen einer Bildverarbeitung berechnen daraus die Koordinaten und die Geschwindigkeit des Kickerballs und senden diese per UDP-Broadcast über einen GBit-Ethernet-Switch an vier DBC2C20 Altera-Cyclone-II-FPGA-Entwicklungsboards von EBV Elektronik. Jedes dieser Boards steuert die zwei Servoantriebe einer Kickerachse an. Ein Motor positioniert die Spielfiguren, der andere Motor wird zum Drehen der Figuren, also zum Kicken genutzt.

Neuartig an dieser Lösung ist folgende Eigenschaft: Anstelle dedizierter integrierter Schaltkreise werden frei programmierbare FPGAs benutzt. Der Ethernet Media Access Controller, ein 5-in-1-Ethernet-Package von MaCo Engineering, die Feldbusanschlüsse EtherCAT und CANopen, sowie der Prozessor sind in VHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language) codiert und dadurch Teil der FPGA-Konfiguration. Konfiguriert ist ein 32-bit-50-MIPS-NIOS®II-Prozessor mit On-Chip-Cache-Speicher (2 KB Daten und 8 KB Instruktionen). Dieser bearbeitet im Rahmen des Echtzeitbetriebssystems Segger Embos sowohl die Spielstrategie als auch die Ansteuerung der Servoantriebe über die Feldbusanschlüsse. Übersetzt werden die Programme mit



dem NIOS-II-GNU-C-Cross-Compiler von Altera innerhalb der Eclipse Entwicklungsumgebung IDE. Der Torwart wird von einem eisenlosen Linearantrieb von Danaher Motion über eine EtherCAT-Feldbusanbindung bewegt. Die zwei Figuren der Verteidigung werden von zwei KEB-Servoantrieben über CANopen, die fünf Spielfiguren im Mittelfeld von Beckhoff-Servoantrieben über EtherCAT angesteuert. Der Sturm nutzt CANopen und Lenze-Servoantriebe.

Die verschiedenen Servoantriebssysteme wurden von den Herstellern kostenlos zur Verfügung gestellt. Eindrucksvoll ist außerdem, dass der EtherCAT-Master erstmalig auf einem eingebetteten System mit Soft-Core-CPU und nicht auf einem PC realisiert wurde. Ein fünftes FPGA-Entwicklungsboard zählt die geschossenen Tore, und zeigt diese auf dem angeschlossenen 8.4" TFT-Bildschirm an. In beiden Toren sind dafür Lichtschranken montiert, für die das Kriterium „Hinter der Linie“ zählt. Das Tor zählt also auch, wenn der Ball wieder auf das Spielfeld zurückfliegt. Gespielt wird bis eine Seite zehn Tore erreicht hat.

Die Spielstrategie ist einfach und dennoch effektiv, denn jede Kickerachse spielt autonom. Das Verhalten leitet sich allein aus der Ballposition ab. Befindet sich der Ball unmittelbar vor einem Spieler, wird er in Richtung gegnerisches Tor gekickt. Ist der Ball zwischen Kickerachse und gegnerischem Tor nicht in Reichweite, wird die passende Figur auf Ballhöhe zum Blocken positioniert. Erkennt der Spielalgorithmus eine Ballposition zwischen Kickerachse und gegnerischem Tor, werden die Füße der Figuren hochgefahren, damit der Weg für einen Torschuss frei ist.

Bei der ersten Version des Kickroboters war es durch die langsame Bildverarbeitung mit nur 20 Bildern pro Sekunde

durchaus möglich, gegen den Kickroboter zu gewinnen. Mittlerweile wurde die Standardkamera durch eine Pike-Hochgeschwindigkeitskamera von Allied Vision Technologies getauscht. Über eine Fire-Wire-Schnittstelle können so pro Sekunde bis zu 70 Farbbilder mit 640x480 Pixel ausgewertet werden. Mit der Installation eines FirePackages wurde der Windows-eigene, universell aber zu langsame Fire-Wire-Treiber ersetzt.

Der aufgrund seiner technischen Umsetzung einzigartige Kicker ist regelmäßig bei Messeauftritten von EBV Elektronik zu sehen.

TECHNISCHE DETAILS

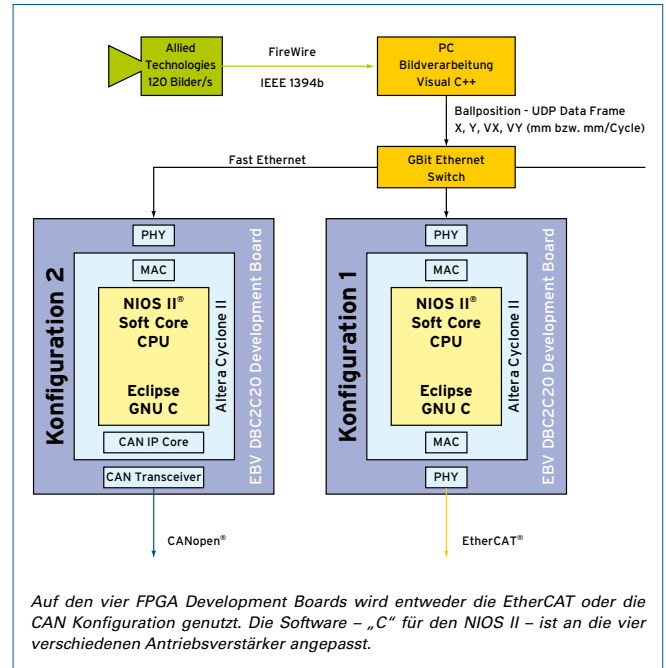
Zentrale Steuerungseinheit ist das Development Board DBC2C20 von EBV Elektronik:

Hardware

- Cyclone II FPGA von Altera® mit 20 000 Logikelementen
- 16 Mbytes SDRAM
- 8 Mbytes Flash
- 2 * Ethernet PHY (Fast Ethernet & EtherCAT)
- Feldbus Transceiver (CAN)
- „Glue Logic“ und I/O

FPGA Konfiguration mit IP-Cores (Intellectual Property)

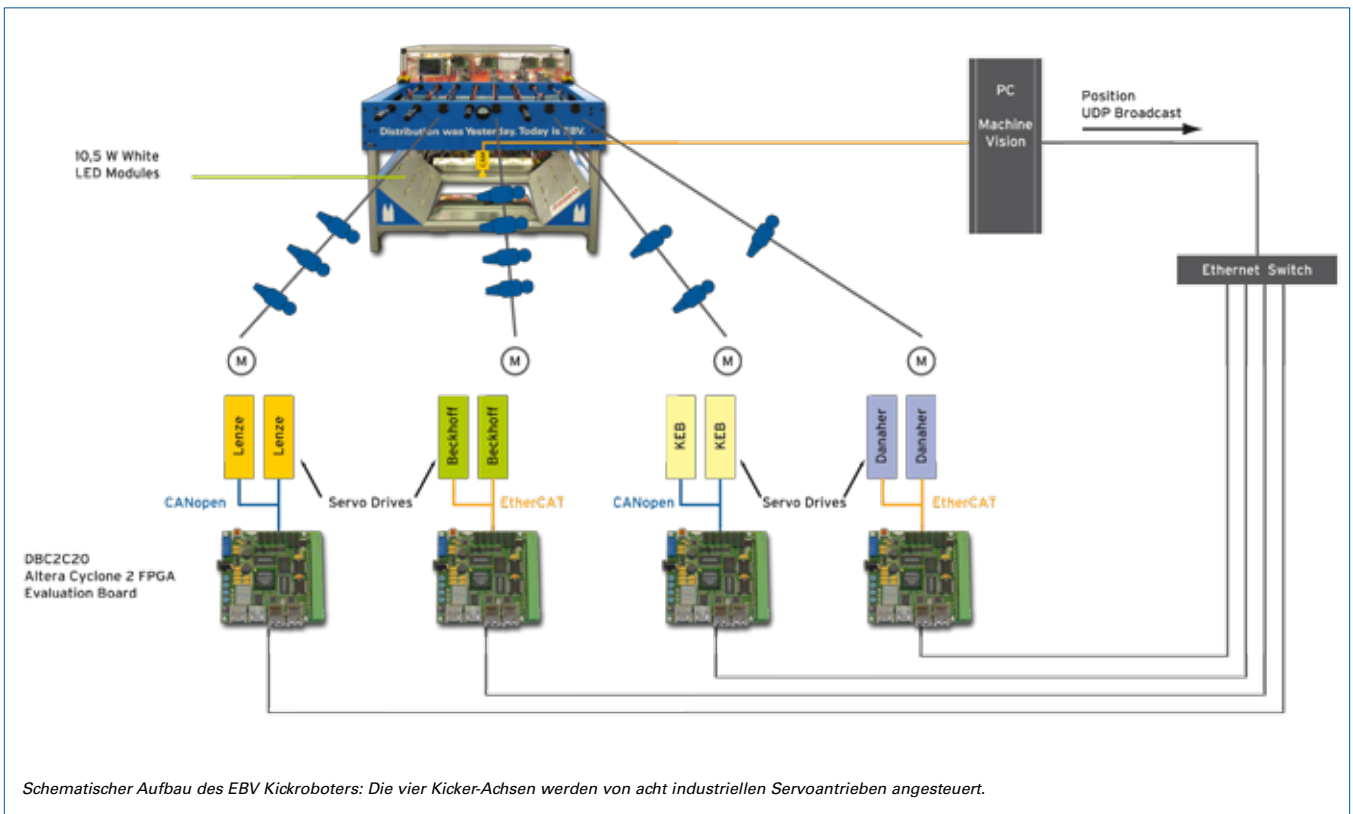
- NIOS II Soft Core CPU 50 MHz Taktfrequenz von ALTERA® Fast Konfiguration mit 2 Kbytes Data Cache und 8 Kbytes Instruction Cache
- 5-in-1 Ethernet Media Access Controller von MaCo Engineering, Karlsbrunn



- CAN (IP-Core) von IFI, Wertheim
- EtherCAT (IP-Core) von Beckhoff, Verl

NIOS II Software

- emBetter TCP/IP-Protocol-Suite, Steinbeis-Transferzentrum, Lörrach
- EtherCAT Master mit 2 ms Zykluszeit, Fachhochschule Köln
- CANopen Anschaltung, event-gesteuert, Fachhochschule Köln



EBV European Headquarters

D-85586 Poing | Im Technologiepark 2-8 | Tel. +49 (0)8121 774-0 | www.ebv.com

EBV REGIONAL OFFICES

AUSTRIA

A-1150 Wien
Diefenbachgasse 35/1
Tel. +43 (0)18 91 52-0
Fax +43 (0)18 91 52-30

BELGIUM

B-1831 Diegem
Kouterveldstraat 20
Tel. +32 (0)27 16 00 10
Fax +32 (0)27 20 81 52

CZECH REPUBLIC

CZ-170 00 Praha 7
Argentinská 38/286
Tel. +420-234 091 011
Fax +420-234 091 010

DENMARK

DK-8230 Åbyhøj
Ved Lunden 9
Tel. +45 86 25 04 66
Fax +45 86 25 06 60

DK-2860 Søborg

Rosenkærret 11 C
Tel. +45 39 69 05 11
Fax +45 39 69 05 04

ESTONIA

EE-10621 Tallinn
Laki 12
Tel. +372 683 38 66
Fax +372 683 38 70
Cell. +372 513 22 32

FINLAND

FIN-02240 Espoo
Pihatörmä 1 a
Tel. +358 (0)927 05 27 90
Fax +358 (0)9 27 09 54 98

FIN-90100 Oulu

Nahkatehtaankatu 2
Tel. +358 (0)85 62 49 10
Fax +358 (0)85 62 49 15

FRANCE

F-13854 Aix-en-Provence
115, Rue Nicolas Ledoux
Immeuble Hemiris, Bâtiment A,
Tel. +33 (0)442 39 65 40
Fax +33 (0)442 39 65 50

F-92184 Antony Cedex (Paris)

3, rue de la Renaissance
Tél. +33 (0)140 96 30 00
Fax +33 (0)140 96 30 30

F-35510 Cesson Sévigné (Rennes)

29, av. des Peupliers
Tél. +33 (0)299 83 00 50
Fax +33 (0)299 83 00 60

F-67400 Illkirch Graffenstaden

Rue Gruninger
Parc d'innovation d. Illkirch
Tél. +33 (0)3 90 40 59 69
Fax +33 (0)3 88 65 11 25

F-31673 Labège Cedex (Toulouse)

Immeuble Actys B2, voie 3,
BP17316
Tél. +33 (0)561 00 84 61
Fax +33 (0)561 00 84 74

F-69693 Venissieux (Lyon)

Parc Club du Moulin à Vent
33, Av. du Dr. Georges Lévy
Tél. +33 (0)472 78 02 78
Fax +33 (0)478 00 80 81

GERMANY

D-12277 Berlin-Mariendorf
Kitzingstr. 15 - 19
Tel. +49 (0)30 74 70 05-0
Fax +49 (0)30 74 70 05-55

D-30938 Burgwedel
In der Meineworth 21
Tel. +49 (0)5139 80 87-0
Fax +49 (0)5139 80 87-70

D-41564 Kaarst
An der Gumpgesbrücke 7
Tel. +49 (0)2131 96 77-0
Fax +49 (0)2131 96 77-30

D-71229 Leonberg
Neue Ramtelstraße 4
Tel. +49 (0)7152 30 09-0
Fax +49 (0)7152 759 58

D-07806 Neustadt/Oria
Zum Mühlenberg 9
Tel. +49 (0)36481 2 44-0
Fax +49 (0)36481 2 44-99

D-85586 Poing
Im Technologiepark 2-8
Tel. +49 (0)8121 774-0
Fax +49 (0)8121 774-422

D-78050 VS-Villingen
Kaiserring 12
Tel. +49 (0)7721 998 57-0
Tel. +49 (0)7721 998 57-70

D-65205 Wiesbaden
Borsigstraße 36
Tel. +49 (0)6122 80 88-0
Fax +49 (0)6122 80 88-99

GREECE

GR-17778 Tavros
Anaxagora Str. 1
Tel. +30 210 34 14 300
Fax +30 210 34 14 304

HUNGARY

H-1037 Budapest
Montevideo u. 2/B
Tel. +36 1 436 72 29
Fax +36 1 436 72 20

IRELAND

IRL-Dublin 12
Ballymount Trading Estate
Ballymount Road
Walkinstown
Tel. +353 (0)14 56 40 34
Fax +353 (0)14 56 40 35

ISRAEL

IL-40600 Tel Mond
Drorrim South Commercial Center
P.O. Box 149
Tel. +972 (0)9 778 02 60
Fax +972 (0)9 796 68 80

ITALY

I-20092 Cinisello, Balsamo (MI)
Via C. Frova, 34
Tel. +39 02 66 09 62 90
Fax +39 02 66 01 70 20

I-41100 Modena (MO)

Via Carlo Cattaneo, 54
Tel. +39 059 29 24 211
Fax +39 059 29 29 486

I-50127 Firenze
Via Panciatichi, 40
Palazzo 11
Tel. +39 05 54 36 93 07
Fax +39 05 54 26 52 40

I-80128 Napoli (NA)

Via G. Capaldo, 10
Tel. +39 081 579 97 70
Fax +39 081 579 97 70
Cell. +39 335 8 39 05 31

I-00155 Roma
Viale Palmiro Togliatti 1639
Tel. +39 064 06 36 65/789
Fax +39 064 06 37 77

I-35030 Sarmeola di Rubano (PD)
Piazza Adelaide Lonigo, 8/11
Tel. +39 049 89 74 701
Fax +39 049 89 74 726

I-10156 Torino
Corso Vercelli, 348
Tel. +39 011 262 56 90
Fax +39 011 262 56 91

NETHERLANDS

NL-3606 AK Maarssenbroek
Planetenbaan 116
Tel. +31 (0)346 58 30 10
Fax +31 (0)346 58 30 25

NORWAY

Postboks 101, Manglerud
Ryensvingen 3B
N-0681 Oslo
Tel. +47 22 67 17 80
Fax +47 22 67 17 89

POLAND

PL02-672 Warszawa
ul. Woloska 18
Tel. +48 (0)22 640 23 55
Fax +48 (0)22 640 23 56

PL50-062 Wrocław
Pl. Solny 16
Tel. +48 (0)71 34-2 29-44
Fax +48 (0)71 34-2 29-10

ROMANIA

Construdava Business Center
Șos. Pipera-Tunari 4c
Voluntari, Ilfov (Bucharest)
RO - 077190 Romania
Tel. +40 21 529 6911
Fax +40 21 529 6901

RUSSIA

RUS-127486 Moscow
Korovinskoye Shosse 10,
Build 2, Off.28
Tel. +7 495 937 87 07
Fax +7 495 937 87 06

RUS-195197 St. Petersburg
Polustrovsky Prospect 43,
Office 421
Tel. +7 812 635 70 63
Fax +7 812 635 70 64

SLOVAK REPUBLIC

SK-85101 Bratislava
Digital Park, Einsteinova 21
Tel. +421 2 321 111 41
Fax +421 2 321 111 40

SLOVENIA

SI-1000 Ljubljana
Dunajska c. 159
Tel. +386 (0)1 56 09 778
Fax +386 (0)1 56 09 877

SOUTH AFRICA

ZA-8001 Foreshore, Cape Town
1 Mediterranean Street
5th Floor MSC House
Tel. +27 (0)21 402 19 40
Fax +27 (0)21 419 62 56

ZA-3629 Westville
Forest Square, 11 Derby Place
Suite 4, Bauhinia Building
Tel. +27 (0)31 205 12 05
Fax +27 (0)31 205 22 65

ZA-2157 Woodmead,
Johannesburg
Woodlands Office Park
141 Western Service Road
Building 14-2nd Floor
Tel. +27 (0)11 236 19 00
Fax +27 (0)11 236 19 13

SPAIN

E-08950 Esplugues de Llobregat
(Barcelona)
Antón Fortuny 14-16 Esc.C 3º 2a
Tel. +34 93 473 32 00
Fax +34 93 473 63 89

E-28760 Tres Cantos (Madrid)
Centro Empresarial Euronova
C/Ronda de Poniente, 4
Tel. +34 91 804 32 56
Fax +34 91 804 41 03

SWEDEN

S-21 235 Malmö
Derbyvägen 20
Tel. +46 (0)40 59 21 00
Fax +46 (0)40 59 21 01

S-19 272 Sollentuna
Sjöängsvägen 7
Tel. +46 (0)859 47 02 30
Fax +46 (0)859 47 02 31

SWITZERLAND

CH-8953 Dietikon
Bernstrasse 394
Tel. +41 (0)44 745 61 61
Fax +41 (0)44 745 61 00

CH-1010 Lausanne
Av. des Boveresses 52
Tel. +41 (0)216 54 01 01
Fax +41 (0)216 54 01 00

TURKEY

TR-34742 Istanbul
Perdemsac Plaza
Bayar Cad. Gülbahar
Sok. No: 17 D: 134 Kozyatagi
Tel. +90 (0)21 64 63 13 52
Fax +90 (0)21 64 63 13 55

UKRAINE

UA-03040 Kiev
Vasilovskaya str. 14
off. 422-423
Tel. +380 44 496 22 26
Fax +380 44 496 22 27

UNITED ARAB EMIRATES

Post Box No: 18657
Warehouse No: FZS1AL06
JAFZA South Zone, Jebel Ali
Dubai, United Arab Emirates
Tel. +971 (4) 886 09 50
Fax +971 (4) 886 09 52

UNITED KINGDOM

South East
Thames House
17 Marlow Road
Maidenhead
Berkshire, SL6 7AA
Tel. +44 (0)16 28 77 07 07
Fax +44 (0)16 28 78 38 11

South West & Wales
12 Interface Business Park
Bincknoll Lane
Wootton Bassett
Wiltshire, SN4 8SY
Tel. +44 (0)17 93 84 99 33
Fax +44 (0)17 93 85 95 55

North
Manchester International
Office Centre, Suite 3E (MI0C)
Styal Road
Manchester, M22 5WB
Tel. +44 (0)16 14 99 34 34
Fax +44 (0)16 14 99 34 74

Scotland
144 West George Street
Glasgow, G2 2HG
Tel. +44 (0)14 13 52 20 50
Fax +44 (0)14 13 52 20 59