

EtherCAT-Servoantriebe und -Servomotoren steuern Computerkicker



Im Rahmen eines studentischen Projektes der Hochschule München ProCK wurde ein handelsüblicher Tischkicker so umgebaut, dass eine Mannschaft durch eine Computersteuerung ersetzt wird.

In der Automatisierungstechnik werden vorzugsweise standardisierte Komponenten eingesetzt. Auf die Frage, ob sich diese auch zur Lösung von hochdynamischen, komplexen und „nicht vorhersagbaren“ Aufgaben eignen, wollte das interdisziplinäre, studentische Projekt „Computerkicker“ (ProCK) der Hochschule München eine Antwort geben. Ein handelsüblicher Tischkicker, bei dem zwei Mannschaften – bestehend aus je zwei Spielern – im sportlichen Wettstreit gegeneinander antreten, sollte dabei so umgebaut werden, dass eine Mannschaft durch eine Computersteuerung ersetzt wird.

Im Sommersemester 2008 wurde erstmalig das „Projekt Technische Informatik“, als freiwilliges Wahlpflichtfach an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule München, von Prof. Dr. Rainer Seck angeboten. Ziel dieses Projekts war es, die Machbarkeit und die verschiedenen Möglichkeiten zur Automatisierung eines Tischkickers, unter Verwendung von Standard-Industriekomponenten, zu evaluieren und den Computerkicker zu bauen. Dabei wurde eine Reihe interdisziplinärer Aufgaben aus den Tätigkeitsfeldern Elektrotechnik, Mechanik, Software-Entwicklung sowie Bilderfassung und Verarbeitung, erfolgreich gelöst.

PC berechnet die Ballposition

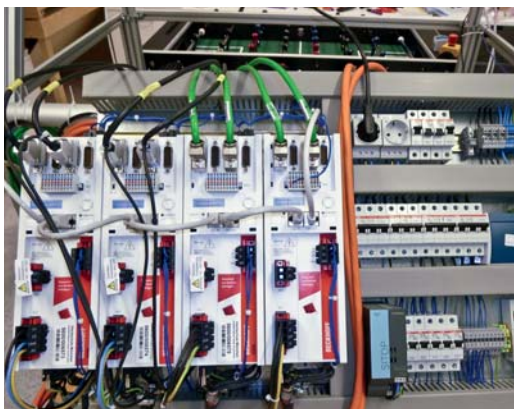
Entscheidend für die Leistungsfähigkeit und die Dimensionierung des Computerkickers ist die Kenntnis der maximal auftretenden Ballgeschwindigkeit, die ein durchschnittlich begabter, menschlicher Spieler erzeugen kann. Gestützt auf einen Durchschnittswert von 6,3 m/s wurden die maximal erforderlichen Antriebsdrehmomente für die Rotationsbewegung und die Beschleunigungswerte der Linearbewegung ermittelt.

Die Anforderungen, die an die Ballerkennungssoftware gestellt wurden, waren u. a. die hohe Genauigkeit der ermittelten Ballposition und eine ausreichend hohe Geschwindigkeit. Beides ist nötig, um den Ball gezielt Richtung Tor schießen zu können. Zwei Embedded-USB-Kameras verfolgen das Spiel durch einen horizontalen Schlitz in der Seitenwand des Kickers, kurz oberhalb des Spielfeldes. Die Bilder werden bereits in der Kamera auf den interessanten Bildbereich beschnitten, in ein s/w-Bild umgewandelt und komprimiert. Nur so können die Bilddaten beider Kameras, von denen jede 100 Datensätze pro Sekunde liefert, in ausreichender Geschwindigkeit und ohne zu große Verzögerung per USB zum PC übertragen werden.

Auf dem PC werden die komprimierten Bilddaten nach einem weißen Objekt, dem Ball, durchsucht, und der dazu gehörende Kamerawinkel ermittelt. Über das Prinzip der Triangulation kann die Ballposition an jedem Punkt des Spielfeldes exakt bestimmt werden. Die Spielsteuerungssoftware berechnet, unter Berücksichtigung der eigenen Spielerposition, die nächsten Bewegungen der Spielstangen. Zusätzlich



Die Positionserfassung erfolgt durch je zwei Laser-Triangulationssensoren, von denen einer auf die Zylindermittte gerichtet ist und der andere die schiefe Ebene erfasst.



Der Antrieb der Stangen sollte weitestgehend direkt und ohne aufwändige Mechanik gelöst werden. Zusätzlich wurde auf die hohe Kompatibilität zwischen Motor, Servoverstärker und Steuerungssoftware Wert gelegt, was für die Beckhoff-Lösung aus „einer Hand“ sprach.



Mechanik der Stangensteuerung



wird eine virtuelle 3D-Darstellung des Spielgeschehens erzeugt und angezeigt. Die Kommunikation zwischen der Spielsteuerungssoftware und der TwinCAT SPS, die für die Bewegungsausführung zuständig ist, erfolgt über einen TCP/IP-Socket-Server, in den ein ADS-Client implementiert wurde.

Hohe Performance für kurze Reaktionszeiten

Bei der Auswahl der Komponenten zur Ansteuerung der Spielstangen wurde auf eine ausreichend hohe Performance sowie auf die Erweiterbarkeit des Steuerungssystems geachtet. Die Beckhoff-Steuerungssoftware TwinCAT NC PTP übernimmt, neben der SPS, auch die Bahnsteuerung für die Bewegung der Spielstangen. Die Verbindung zu den Servoverstärkern erfolgt über den Ethernet-basierten Feldbus EtherCAT. Zusätzlich zu den Antrieben werden die digitalen und analogen I/Os für die Bedienelemente und die gegnerische Stangenerkennung über EtherCAT angebunden und in der SPS verarbeitet. Eine übersichtliche Prozessvisualisierung wurde ebenfalls mit TwinCAT umgesetzt.

EtherCAT-Servoverstärker AX5000 zur Motoransteuerung

Hardwareseitig wurde die Bewegung der Spielstangen durch Verwendung einer Kombination aus einem Beckhoff-Synchron-Servomotor für die Rotation und einem zylindrischen Synchron-Linearmotor von Copley Controls für die Translation pro Stange realisiert. Die Motoransteuerung übernehmen vier EtherCAT-Servoverstärker AX5000 mit Safety-Erweiterung von Beckhoff. Ergänzend zu den Positionen der motorgetriebenen Spielstangen, ist es notwendig, die der menschlichen Gegenspieler zu erfassen, um sie bei der Spielstrategie berücksichtigen zu können. Hierzu entwickelte das Projektteam eine Methode zum berührungslosen Erfassen der überlagerten Rotations- und Linearbewegung.

Integrierte Sicherheit schützt Spielerhände

Aufgrund der hohen Bewegungsgeschwindigkeit der Mechanik wurde zum Schutz der Spieler, oberhalb des Kickertisches, ein waagrechtes Sicherheitslichtgitter installiert. Es hat eine Auflösung von 14 Millimetern und ermöglicht daher, einzelne Finger sicher zu detektieren. Das Lichtgitter ist über die Auswertelogik mit der Safety-Erweiterung der Servoverstärker gekoppelt und garantiert das sichere Abschalten des Motormoments bei Unterbrechen des Lichtgitters. Um den Spielfluss darüber hinaus nicht mehr als nötig zu stoppen, wird das Spiel nach Verlassen des Fingers aus dem Gefahrenbereich trägeitslos neu gestartet.

Fazit

Alles in allem ist der fertig gestellte Computerkicker hervorragend in der Lage, auch dem geübten Tischkickerspieler ein adäquater Spielpartner zu sein. Damit ist das erste Projektziel vollumfänglich erreicht worden, und es bleibt noch eine Reihe von spannenden Verbesserungsmöglichkeiten übrig, um das Projekt eine Runde weiter zu führen.

Projektteam Abschlusarbeiten ProCK: Karsten Schätzle, Manuel Zimmermann, Stefan Spindler, Thomas Witzko, Scharel Clemens, Prof. Dr. Rainer Seck et al.

Hochschule München ProCK www.youtube.com/user/HMProCK