

CogniGame

FESTO



**Steuern mit
Gedanken**

Neue Bedienkonzepte zwischen Mensch und Maschine



CogniGame ist die Neuinterpretation eines bekannten Videospiele, das in den 70er-Jahren auf den Markt kam. Ähnlich wie beim Tischtennis bewegten Spieler damals mithilfe eines Joysticks einen Balken innerhalb eines Bildschirms auf und ab, um einen Ball abzuwehren und ihn zurück zum Kontrahenten zu spielen. Konnte ein Spieler den Ball nicht abwehren, erhielt sein Gegner einen Punkt.

Reales Spielgeschehen und kognitive Spielsteuerung

Für CogniGame setzen die Entwickler das virtuelle Spielgeschehen auf ein reales Spielfeld um, das aus Komponenten von Festo aufgebaut ist. Zwei Linearachsen deren Antriebe entlang der Grundlinien nach links und rechts verfahren, bewegen die Schläger um den Ball abzuwehren und im Spiel zu halten.

Dabei steuert ein Spieler seinen Schläger alleine durch seine Gedankenkraft per Brain-Computer-Interface (BCI). Dieses misst, wie bei der Elektroenzephalografie (EEG), Spannungsschwankungen auf der Kopfoberfläche über dafür angebrachte Elektroden. Ihm gegenüber steht ein zweiter Spieler, der durch seine Muskelkraft einen Hebel betätigt, um seinen Schläger zu bewegen.

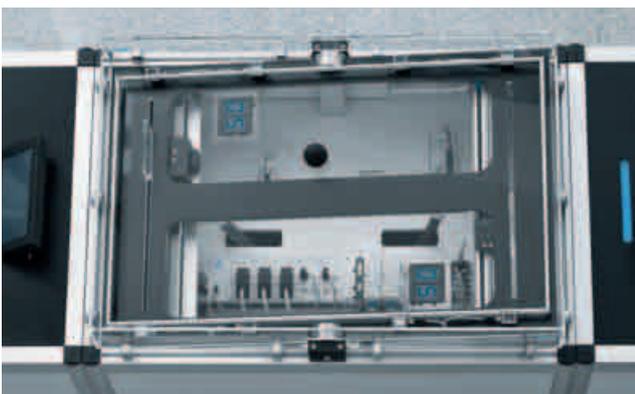
Für das Spiel entwickelte Festo mit CogniWare, eine Softwarelösung, die das Steuern des Schlägers mit Gedanken und Biosignalen realisiert. Sie stellt einen Kommunikationskanal zwischen Gehirn und Hardware her, ohne dass der Anwender dabei mittels Sprache oder Eingabegeräten interagieren muss. So werden über das Brain-Computer-Interface und CogniWare die Gehirnmuster des Spielers erfasst, verarbeitet und von der Software an die Hardware geleitet.

Bereits Alltag: Touchscreen und Spracheingabe

Im Alltag sind moderne Schnittstellen wie die Multi-Touch-Bedienung und die Sprachsteuerung von Konsumergeräten bereits gelungen. Schon heute können Menschen ihre HiFi-Anlage oder die Klimaanlage im Auto durch Sprachbefehle steuern oder ihrem Smartphone sagen, wen es anrufen soll.

Die nächste Generation: Brain-Computer-Interface

Das Brain-Computer-Interface steht nun für die nächste Generation der Mensch-Technik-Schnittstellen. Mit CogniGame demonstriert Festo dieses neue Bedienkonzept, das in Zukunft auch für die Automatisierungsindustrie von Interesse sein wird.



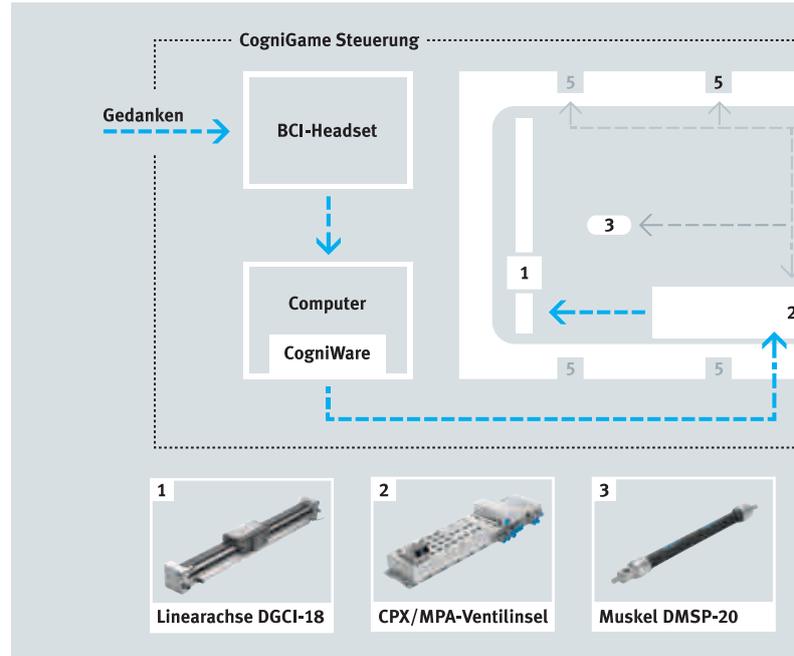
CogniGame: Umsetzung des virtuellen Spielgeschehens...



... auf ein reales Spielfeld mit kognitiver Spielsteuerung



Steuern durch Gedankenkraft per Brain-Computer-Interface



Intelligentes Zusammenspiel einzelner Komponenten: von Brain-Computer-Interface und

Exakte Steuerung für alle Antriebe

Eine CPX/MPA-Ventilinsel ermöglicht die exakte Ansteuerung der beiden Linearachsen. Eine servopneumatische Achse DGCI-18 wird durch den Spieler mit dem Brain-Computer-Interface gesteuert. Sein Kontrahent regelt eine elektrische Achse EGC-50, indem er den Hebelarm drückt. Beide Achsen verhalten sich identisch und können nach links und rechts fahren, um zu verhindern, dass der Ball die eigene Grundlinie überschreitet. Die auf dem Spielfeld angebrachten Sensoren bestimmen die Ballposition und vergeben die Punkte.

Der Ball wird durch das Kippen des Spielfeldes immer in Bewegung gehalten. Durch das Einstellen des Neigungswinkels kann das Spiel in seiner Geschwindigkeit verändert werden. Dafür sind zwei pneumatische Muskeln DMSP-20 unterhalb des Spielfelds angebracht. Mit der integrierten Proportionaltechnik der VPPM-Ventile kann die Wippe positionsgenau geneigt werden.

Kern der Entwicklung des CogniGame ist aber die eigens von Festo entwickelte Software CogniWare. Sie ist die Schnittstelle zwischen dem Brain-Computer-Interface und der Hardware.

CogniWare: Schnittstelle zwischen Spieler und Spiel

Das Interface wird an die Software gekoppelt und realisiert die Steuerung einer Linearachse mit Gedanken. Für das CogniGame verwenden die Entwickler ein am Markt erhältliches Brain-Computer-Interface, welches über 14 Signalelektroden und 2 Referenzelektroden verfügt und mit 128 Samples pro Sekunde die rohen Gehirnsignale erfasst. Anschließend werden die Signale gefiltert und an die Software geleitet.

Die Bedienung des Brain-Computer-Interface wird durch die Messung des Mu-Rhythmus ermöglicht, der im motorisch-sensorischen Kortex erzeugt wird. Er tritt in Verbindung mit einer körperlichen Bewegung und sogar der bloßen Vorstellung an diese auf. Es genügt also, sich die Bewegung der linken Hand vorzustellen, um die Achse nach links fahren zu lassen.

CogniWare bietet nun die Funktionalität, zwischen einem Trainings- und einem Spielemodus zu wechseln. Im Trainingsmodus ist der Anwender aufgefordert, abwechselnd die Gedanken „links“ und „rechts“ zu produzieren.



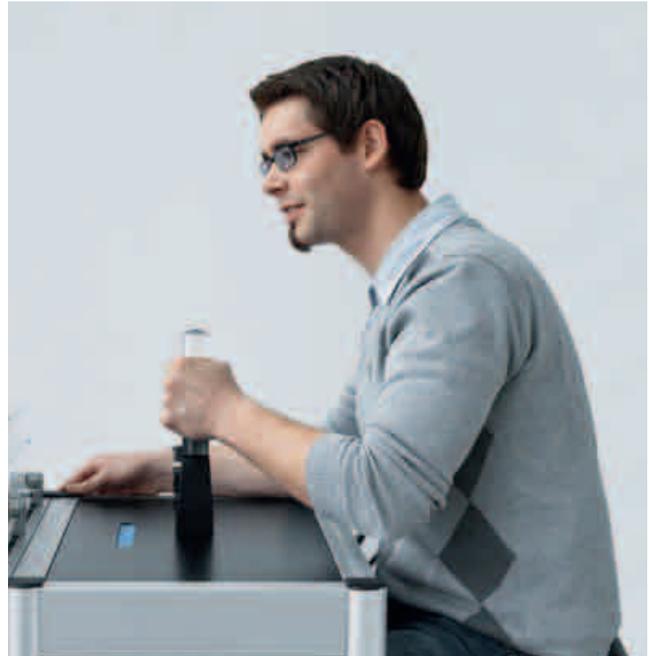
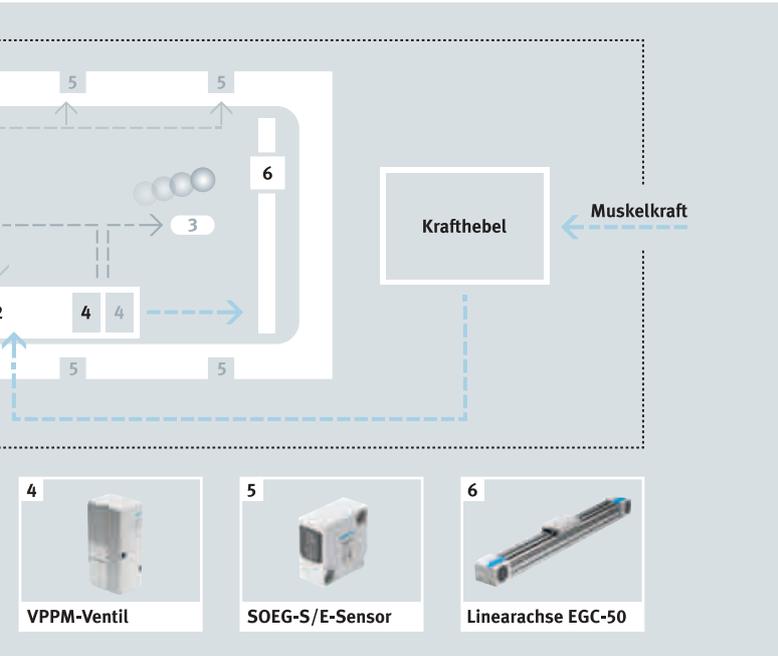
Per Gedanken gesteuert:
die servopneumatische Achse DGCI-18



Exakte Ansteuerung aller Komponenten:
die CPX/MPA-Ventilinsel



Druckregelung in den pneumatischen Muskeln:
die VPPM-Ventile



Software über die CPX hin zur Linearchse

Konventionelle Bedienung mit Muskelkraft am Hebelarm

Die hervorgerufenen Gehirnmuster werden zur Laufzeit analysiert und einem Lernalgorithmus übergeben. Dieser erzeugt daraus eine Konfiguration, die an den Anwender angepasst ist und im Spielmodus verwendet wird. CogniWare erkennt die Aktion, sobald der Anwender die Gedanken des Trainings im Spiel reproduziert.

Bereits im Trainingsmodus: volle Konzentration vonnöten

Je ähnlicher sich Trainings- und Spielgedanke sind, desto zuverlässiger funktioniert die Steuerung. Dies gelingt nicht jedem Anwender gleich gut und benötigt viel Training. Gleichzeitig sollte der Spieler versuchen, die Gesichtsmuskeln so ruhig und entspannt wie möglich zu lassen, denn jede Art von Gesten und Gesichtsbewegungen, so genannte Biosignale, beeinflusst die Messungen.

In Kombination mit ihrer grafischen Benutzeroberfläche ermöglicht CogniWare zudem die Konfiguration des Spielverlaufes, indem sie den Spielstart sowie das Spielende festlegt. Sie regelt die Spielgeschwindigkeit sowie den Schwierigkeitsgrad für den Gegner, überprüft die Verbindungsqualität der einzelnen Elektroden am Headset und gibt die Steuerbefehle an die CPX weiter.

Entwicklungskompetenz für Softwarelösungen

Als Technologieführer für die Automatisierungstechnik demonstriert Festo mit CogniGame spielerisch, dass neben robusten und zuverlässigen Hardwarekomponenten zunehmend intelligente Softwarelösungen für die Steuerungs- und Regelungstechnik den entscheidenden Wettbewerbsvorteil ausmachen. Exemplarisch dafür stehen:

ASIMON: Software zur grafischen, interaktiven Bedienung und Konfiguration von Sicherheitslösungen am AS-Interface (Aktuator-Sensor-Interface).

FCT: Festo Configuration Tool zur einheitlichen Konfiguration und Parametrierung von allen servopneumatischen und elektrischen Achsen und Antrieben sowie Motor-Controllern von Festo.

FHPP: Festo Handling Profile zur einheitlichen Inbetriebnahme und Programmierung aller Antriebe über Feldbus-/Ethernet-Systeme.

CoDeSys pbF: Speziell auf Festo und die Automatisierungstechnik zugeschnittene Version mit integriertem Motion-Control-Paket.



Kippen des Spielfeldes mit Druckluft: die Pneumatischen Muskeln DMSP-20



Erfassen der Ballposition: die SOEG-S/E-Sensoren am Spielfeldrand



Mit Muskelkraft bewegt: die elektrische Achse EGC-50



Das Herz der neuen Bedienkonzepte: die Software als Kommunikationskanal zwischen Mensch und Maschine

Ein Blick in die Zukunft verrät, dass es Visionen über die Sprachsteuerung hinaus gibt. Sowohl Konsumgüter als auch Industriemaschinen könnten schon bald auch per Gedankenkraft gesteuert werden. Fachleute prognostizieren bereits für die nahe Zukunft den Einsatz von Brain-Computer-Interfaces beispielsweise zur Bedienung von Smartphones oder bei der Arbeit am Tablet PC.

Vorreiter bei der Steuerung von Maschinen per Gedanken

Als Innovationsführer seiner Branche beschäftigte sich Festo bereits früh mit der Steuerung von Maschinen durch Gedanken und entwickelte für das Pilotprojekt CogniGame eine eigene Softwarelösung. Die Technik wird immer intelligenter und ist zunehmend in der Lage, sich auf veränderliche Rahmenbedingungen einzustellen und auch auf Eingriffe des Menschen jederzeit adaptiv zu reagieren.

Neue Anforderungen für die Fabrik der Zukunft

Bei den Überlegungen zur Fabrik der Zukunft befasst sich Festo mit der Frage, wie Mensch und Maschine angesichts der sich ständig wandelnden Technologien effizienter interagieren und welchen Ansprüchen die Produktion in Zukunft gerecht werden muss.

Auch in der Fabrik von morgen wird es nicht überall vollautomatisierte Arbeitsabläufe geben. Stattdessen wird die Produktion der Zukunft von veränderlichen Prozessen geprägt sein. Hier werden neue Bedienkonzepte gefragt sein, mit denen der Mensch schneller, direkter und einfacher mit der Technik kommunizieren kann: von Joysticklösungen über Spracheingaben bis hin zur Steuerung von Teilabläufen über Gedanken.

Neue Handlungsspielräume zwischen Mensch und Maschine

Durch die eigens entwickelte Software in Kombination mit einem Brain-Computer-Interface erforscht Festo die Steuerung von Systemen mit Gedanken für die Automatisierung.

Softwarelösungen wie CogniWare könnten in Zukunft zusammen mit anderen Systemen den menschlichen Handlungsspielraum bedarfsgerecht durch eine aktive Unterstützung erweitern. In Verbindung mit der aktiven Handorthese ExoHand wäre zum Beispiel ein Einsatz als Kraftverstärkung in der Montage, zur Rehabilitation von Schlaganfallpatienten oder als intuitive Steuerung von Robotern denkbar.



Denkbares Szenario der Zukunft: Steuerung von Maschinen per Gedanken



Vielfältige Einsatzmöglichkeiten in Kombination mit anderen Systemen



Technische Daten

- Höhe: 95 cm, Länge: 194 cm, Breite: 76 cm
- 1 elektrische Linearachse, EGC-50
- 1 servopneumatische Linearachse, DGCI-18
- 1 CPX-CEC-C1
- 2 Sensoren, SOEG-S/E
- 2 Festo Muskeln, DMSP-20
- 2 Proportionalventile, VPPM
- 2 7-Segment-Anzeigen
- Krafthebel mit Kraftdose (1000 N)

Rechner

- 1 Dell Optiplex 990, Intel Core i5 Prozessor 3,10 GHz
- Windows 7
- 1 LCD-Touchscreen

CogniWare

- Applikation: .Net 4.0 in C# (WPF-Oberflächentechnologie)
- BCI2000 System
- Matlab

- Brain-Computer-Interface. Emotiv EPOC (14 Signalelektroden, 2 Referenzelektroden)
- Kanäle: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4
- Sampling Rate: 128 SPS (2048 Hz intern)
- Auflösung: 16 Bits, LSB = 1,95 μ V
- Bandbreite: 0,2 – 45 Hz, Notch-Filter bei 50 Hz und 60 Hz



→ Film

Projektbeteiligte

Projektinitiator:

Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter,
Festo Holding GmbH

Projektteam:

Dipl.-Ing (FH) Markus Fischer, B.Sc. Nadine Kärcher,
Dipl.-Des. Elias Knubben, B.Eng. Matthias Gehring,
Christian Mangler, Festo AG & Co. KG

Prof. Dr. med. Alireza Gharabaghi, Dr. med. Florian Grimm,
Dr. med. Georgios Naros,
Centre for Integrative Neuroscience der Universitätsklinik Tübingen

Festo AG & Co. KG

Ruiter Straße 82
73734 Esslingen
Deutschland
Telefon 0711 347-0
Telefax 0711 347-21 55
cc@de.festo.com
www.festo.com/gruppe