

Bionischer Handling-Assistent

FESTO



DEUTSCHER ZUKUNFTSPREIS
Preis des Bundespräsidenten
für Technik und Innovation

Plattform zur
Entwicklung neuer
Technologien

Methodenkompetenz durch konsequente Weiterentwicklung

Plattform für Innovationen aus dem Leistungsportfolio von Festo

Flexibel bewegen und präzise greifen: Auf den ersten Blick scheint der Bionische Handling-Assistent ein nachgiebiger Greifarm zu sein, dessen Struktur und Gesamtfunktionsweise dem Elefantenrüssel nachempfunden ist. Weit mehr als seinem eigentlichen Nutzen dient der Bionische Handling-Assistent aber als Entwicklungsplattform, die unterschiedlichste Technologien und Komponenten kombiniert – von Fertigungskonzepten über Serienprodukte wie Sensoren und Ventile, Aktuatoren und Greifer hin zu Steuer- und Regelungstechnik sowie Software zur Entwicklung von Applikationen und Produkten.

Future Concepts für die Industrie von morgen

Entwickelt wurde der Bionische Handling-Assistent im Rahmen des Bionic Learning Network. Das Netzwerk ist ein Forschungsverbund von Festo mit Hochschulen, Instituten und Entwicklungsfirmen. Ziel der Initiative ist, durch die Anwendung der Bionik, dem Übertrag biologischer Prinzipien auf die Technik, neuartige Lösungswege und Denkansätze für die Industrie hervorzubringen.

Neue Perspektiven für die Mensch-Technik-Kooperation

So ist der Bionische Handling-Assistent ein Beispiel dafür, wie durch strukturelle Nachgiebigkeit und neue Steuerungskonzepte, zum Beispiel durch Sprachsteuerung und Bilderkennung, der Mensch in der Fabrik der Zukunft mit Maschinen einfach und vor allem sicher interagieren kann. Im Falle einer Kollision mit Menschen birgt das System keine Gefahr mehr und muss nicht wie konventionelle Fabrikroboter sorgfältig von Menschen abgeschirmt werden.

Angesichts immer näher an den Menschen heranrückender Technologien, dem demografischen Wandel und einer fortschreitenden Technisierung der Lebenswelt bietet die gefahrlose Anwendung neue Perspektiven für das Forschungsfeld der Mensch-Technik-Kooperation. Durch den sicheren, direkten Kontakt erschließen sich neue Interaktionsformen zwischen Mensch und Technik.

Das Plus für unsere Kunden im Wettbewerb

Ob generative Fertigungstechnologien, die eingesetzten seriellen Einzelkomponenten oder das Steuern und Regeln der frei beweglichen Balgstruktur: Durch die kontinuierliche Optimierung der einzelnen Technologien entwickeln die Ingenieure und Designer nicht nur den Bionischen Handling-Assistenten selbst weiter. Vielmehr bietet der Technologieträger Festo, seinen Partnern und Kunden vielschichtige Erkenntnisse und Ansätze, gemeinsam neue Produkte und Applikationen zu entwickeln und zu verbessern.

Partner für die Entwicklung von Brancheninnovationen

Das hieraus gewonnene Know-how macht Festo zum Partner Nummer eins seiner OEM-Kunden unterschiedlichster Branchen und Ansprüche, beispielsweise in Medizin- und Agrartechnik, Ambient Living oder Health Care.

Mit den passenden Komponenten und Lösungen, Services und Fachwissen unterstützt Festo die Produktentwicklung seiner Kunden von Anfang an und begleitet sie von der Marktanalyse zur Funktionssimulation über Prototypen bis hin zu einer effizienten und produktiven Serienfertigung.



Festo als Enabler von Kundeninnovationen am Beispiel des Bionischen Handling-Assistenten



Bionischer Handling-Assistent

4. Greifen

Adaptiver Greifer DHDG

3. Sensorik

SMAT Sensoren

2. Steuern

Proportional-Ventiltechnik

1. Controls

Steuerungstechnik
für Subsysteme



Rund um den Bionischen Handling-Assistenten im Einsatz – bereits heute im Programm von Festo

Leicht gebaut mit generativen Fertigungstechnologien

Erst durch die Nutzung der modernen Technologie der generativen Fertigung sind die besonderen Fertigungsvoraussetzungen für den Bionischen Handling-Assistenten gegeben. Die generative Fertigung erlaubt die Herstellung individueller beweglicher Systemteile aus Polyamid, das eine hohe Flexibilität und eine geringe Dichte aufweist.

Selektives Lasersintern (SLS)

Zu Anfang liegt der Werkstoff in Pulverform vor und wird im Produktionsprozess in dünnen Schichten auf eine Bauplattform aufgetragen. Jede Schicht wird mit der darunter liegenden über einen Laser verschmolzen und nur dort ausgehärtet, wo es das Steuerungsprogramm vorgibt. In Hohlräumen wird das Pulver nicht ausgehärtet und kann somit später wieder entfernt werden. Dadurch ist ein individuelles 3D-Drucken von komplexen Produkten gewährleistet.

Kosteneffiziente Produktion

Bei der generativen Fertigung entfallen die Werkzeugkosten, Folgekosten für Hilfsmittel und Vorrichtungen reduzieren sich. Es entstehen keine Verzögerungen bei der Erstellung von Werkzeugen und die dadurch erreichte schnelle Markteinführung trägt zur Steigerung der Gesamtrentabilität bei. Schnelle Reaktionszeiten schaffen Effizienz und Entspannung von bislang zeitlich kritischen Projekten.

Flexible und nachgiebige Balgstruktur

Durch die Verwendung von Polyamid ist die Balgstruktur des Bionischen Handling-Assistenten grundsätzlich biegsam und wird durch die pneumatische Regelung gezielt versteift. Die nachgiebige Struktur birgt beim direkten Kontakt zwischen Maschine und Mensch – ob ungewollt oder gewollt – keine Gefahren. Im Falle einer Kollision mit Menschen gibt das System sofort nach, ohne das gewünschte dynamische Gesamtverhalten zu verändern.

Seilzugpotentiometer für eine positionsgetreue Steuerung

Die Rückstellung erfolgt durch die schlaufenartige Konstruktion der Aktuatoren, die nach dem Ablassen der Druckluft wie eine Zugfeder wirkt. Durch zusätzlichen Unterdruck wird die Rückstellkraft verstärkt. Seilzugpotentiometer auf den Außenseiten der Aktuatoren erfassen deren Auslängung und dienen der positionsgetreuen Steuerung des Systems im Raum.

SMAT Sensoren von Festo: Abstand und Wege exakt erfassen

In der Handachse sind drei weitere Aktuatoren um ein Kugelgelenk angeordnet. Ihre Betätigung bewirkt eine Winkelverstellung des Greifers von bis zu 30 Grad. SMAT Sensoren von Festo sorgen hier für die Detektion der Wegstrecken und ermöglichen eine präzise Ausrichtung. Insgesamt verfügt der Bionische Handling-Assistent über elf Freiheitsgrade. Diese eröffnen eine Vielzahl aufgabenspezifischer Verfahrenswegen, die im Gegensatz zu konventionellen Handhabungssystemen nicht linear durchfahren werden.

Steuern und Regeln: Intelligenz im Lösungspaket

Das „Gehirn“ des Systems ist ein Mehrachs-Controller. Zum Einsatz kommen Steuerungen, die auch komplexe Subsysteme souverän und zuverlässig steuern. Die Integrated Automation Platform CPX ist die dezentrale Steuerungslösung im Feld. Das elektrische Terminal ist mit unterschiedlichsten Funktionen ausgestattet: elektrischem und pneumatischem Bewegen, Messen, Regeln und mehr – alles in einem. Damit ist die CPX die Voraussetzung für eine umfassende Funktionsintegration.

Schnelle und exakte Positionsregelung

Auch die Robotiksteuerung CMXR kann Bewegung intelligent steuern. Sie harmonisiert bereits mit den sogenannten Tripoden von Festo: komplexe mechatronische Handhabungssysteme mit elektrischen Linearachsen zum schnellen Bewegen von Kleingütern. Sie ist robust und macht das Programmieren leicht durchführbar.



Bewegliche Polyamidstruktur durch generative Fertigung

Über eine automatische Codegenerierung ist die Positionsregelung innerhalb von zehn Minuten eingestellt. Gerade in der automatisierten Kleinserienfertigung ist das von Nutzen, da hier Prozesse schnell und dynamisch verändert und korrigiert werden müssen.

Piezventiltechnik: effiziente Druckluftnutzung

Für die Druckregelung der Kammern im dreiteiligen Greifarm setzt Festo Proportionalventile ein, die schon heute für mehr Sitzkomfort in Fahrzeugen sorgen. Damit erreicht das Entwicklerteam eine ganz gezielte Druckluftnutzung, weniger Druckluftverbrauch und damit eine erhebliche Kostenersparnis sowie einen optimierten Einbau- raum im Vergleich zu anderen Ventilen.



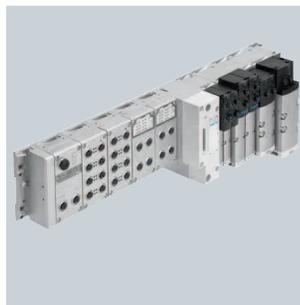
Einfache Bewegungssteuerung durch integrierte Bilderkennung

Greifen mit Fingerspitzengefühl

Der adaptive Greifer des Bionischen Handling-Assistenten besteht aus einem pneumatischen Antrieb sowie drei Fingern mit dem Fin Ray Effect®, der aus der Bewegung einer Fischeschwanzflosse abgeleitet ist. Entwickelt wurde die Struktur mit Fin Ray Effect® von Leif Kniese von der Firma EvoLogics in Berlin. Flexibilität und Nachgiebigkeit des Greifers überzeugen insbesondere beim Festhalten und Transportieren von empfindlichen Objekten oder Objekten mit unterschiedlichen Konturen. Im Vergleich zu den herkömmlich schweren Greifern aus Metall zeichnet sich der adaptive Greifer durch ein rund 80% geringeres Gewicht aus. Damit arbeitet der Greifer ökonomisch und erreicht kurze Taktzeiten.



Robotiksteuerung CMXR
Ermöglicht freie Bahnsteuerung in 3D bei komplexen Kinematiken wie dem Tripod



CPX Terminal
Als Remote I/O oder als Ventilinsel in pneumatischen und elektrischen Steuerketten



Proportional-Wegeventil VPWP
Pneumatik und Elektrik – Steuern und Positionieren auf einer Plattform



SMAT Sensor
Neue Anwendungsfelder auf Kompaktzylindern und Greifern dank kompakter Bauform

Neue Verfahren, Anwendungen und Lösungswege

Ausgezeichnet mit dem Deutschen Zukunftspreis 2010

2010 wurde der Bionische Handling-Assistent mit dem Deutschen Zukunftspreis prämiert. Mit diesem Preis für Technik und Innovation zeichnet der Bundespräsident seit 1997 jährlich Forscher und Entwickler aus, deren Erfindungen für einen Fortschritt stehen, der den Menschen dient, das Leben verbessert und Arbeitsplätze schafft.

Entwicklungsplattform Bionischer Handling-Assistent

Bei der Entwicklung des Bionischen Handling-Assistenten hat Festo an vielen Stellen Neuland betreten. Von der Auswahl des Fertigungsverfahrens bis hin zur Generierung völlig neuer Regelalgorithmen reicht das Spektrum neuer Technologien, die so noch keine Anwendung fanden. Gemeinsam mit den Entwicklungspartnern aus Forschung, Lehre und Industrie wurden bereits einige Teilziele erreicht.

1. Kontinuierliche Optimierung des Herstellprozesses

Die Herstellung von Bauteilen, die dynamisch mit Druck beaufschlagt werden, stellt hohe Ansprüche. Um diesen gerecht zu werden, verbessert Festo gemeinsam mit dem Hersteller der SLS-Anlagen diesen Prozess stetig. Neu entwickelte Belichtungsparameter machen ihn stabiler, indem noch weniger Ausschuss produziert wird. Mit der Forschung investiert Festo in ein modernes Fertigungsverfahren, das zukünftig vor allem für die Produktion von Prototypen, Einzelanfertigungen und Kleinstserien eingesetzt werden kann.

2. Teilprojekte der Serie zuführen

Der im Bionischen Handling-Assistenten verbaute adaptive Greifer DHDG ist das erste Produkt, das den Sprung vom Future Concept in die Serienfertigung geschafft hat. Mittlerweile bietet Festo den Greifer in drei Baugrößen an, die ein sicheres und zerstörungsfreies Greifen von leicht zerbrechlichen und unregelmäßig geformten Werkstücken oder Gütern ermöglichen. Dank des minimalen Drucks an der Greiffläche ist der DHDG ideal für druckempfindliche Bauteile oder Güter geeignet.

3. Grundlagen schaffen

Durch seine elf Freiheitsgrade ist der Bionische Handling-Assistent frei im Raum in alle Richtungen bewegbar. Bislang ist eine solche exakte Positionierungsberechnung eines so flexiblen Systems nicht gelungen. Mittels völlig neuer Steuerungs- und Regelalgorithmen entwickelte Festo ein kinematisches Modell zur Berechnung der genauen Position des Greifers. Die sogenannte Rückwärts-Transformation zur Positionsbestimmung in Weltkoordinaten sorgt für ein weiteres technisches Novum im Bionischen Handling-Assistenten und unterstreicht das Know-how von Festo in der Steuerungs- und Regelungstechnik.

4. Bewegungssteuerung per Bild- und Spracherkennung

Ergänzt wird das System nun um eine vereinfachte Schnittstelle durch Bild- sowie Spracherkennung. Damit ist der Bionische Handling-Assistent in der Lage, eigenständig und ohne Programmieraufwand oder Handbedienung Dinge zu greifen. Dabei wird eine miniaturisierte Kamera im Greifermodul eingesetzt, die den Arbeitsraum erfasst, Zielobjekte erkennt, ihnen folgt und zum richtigen Zeitpunkt den Befehl auslöst, zuzugreifen. Für die Spracherkennung nutzten die Ingenieure ein entsprechendes Interface: Über die definierte Befehlssammlung greift, reicht und bewegt das System die Objekte – einfach und sicher.

5. Weiterentwicklung auf mobilem Lernsystem

Im Zuge der Weiterentwicklung des Bionischen Handling-Assistenten konstruierte Festo eine kompakte Version des „Rüssels“, die auf dem mobilen Lernsystem Robotino® installiert wurde. Damit ausgestattet, ist der mobile Roboter in der Lage, Gegenstände zu greifen und zu transportieren. Per Gamepad lässt sich der Roboter flexibel bewegen und der adaptive Greifer präzise ausrichten.

Die neueste Piezoproportional-Ventilinsel hat bereits eigene Druckregler an Bord und dosiert die Druckluft in den Luftkammern des Greifarms exakt. Mit dem Robotino® XT geht eine mobile Roboteranwendung in Serie, die Lernsystem und Forschungsobjekt zugleich darstellt.

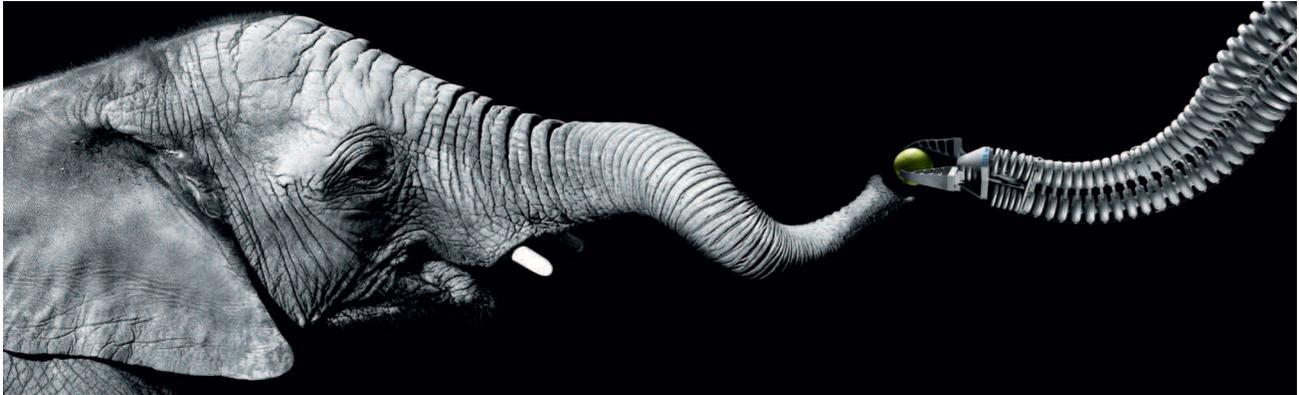


Die mobile Weiterentwicklung auf dem Lernsystem Robotino®



Vom Future Concept zum Serienprodukt: adaptiver Greifer DHDG

Das Bionic Learning Network



Der Elefantenrüssel: Vorbild für den Bionischen Handling-Assistenten

Fest verankert im Innovationsprozess von Festo

Das Bionic Learning Network ist fester Bestandteil der Innovationsprozesse von Festo. Im Verbund mit namhaften Hochschulen, Instituten und Entwicklungsfirmen liefern natürliche Prinzipien neue Impulse für Technik und industrielle Applikationen. Den Bionischen Handling-Assistenten entwickelte Festo in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA). Grundlage für das Projekt war die Entwicklung der pneumatischen Leichtbaustrukturen von Professor Dieter Mankau an der Hochschule für Gestaltung in Offenbach.

Biomechatronik: von der Natur inspiriert

Automatisierte Bewegungsabläufe können mit Hilfe der Bionik noch energieeffizienter und produktiver gestaltet werden, was der Industrie völlig neuartige Lösungsansätze für die Praxis liefert. Ganz nach dem Vorbild der Natur stehen Wirkungsprinzipien im Fokus, deren technologische Umsetzung „nah an der Natur“ realisiert wird.

Future Concepts: neue Impulse für die Automation

Der Bionische Handling-Assistent und die Weiterentwicklung Robotino® XT sind nicht die einzigen Future Concepts aus dem Bionic Learning Network. Jahr für Jahr entwickelt Festo neue Testobjekte, Technologieträger und Entwicklungsplattformen, die wichtige Überträge für die Kernkompetenzfelder in der Automatisierungstechnik geben – von pneumatischen Muskeln über bionische Tripode hin zu Schwimm- und Flugmodellen, deren Funktionsweisen aus der Natur stammen.

Effizienz im Fokus

2011 entschlüsselte Festo mit dem SmartBird den Vogelflug. Der Flügel des ultraleichten Flugmodells schlägt nicht nur auf und ab. Der aktive Gelenktorsionsantrieb verdreht die Flügel gezielt und verbindet so Auf- und Vortrieb in einem. Die Funktionsintegration auf engstem Raum gibt wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung von hybriden Antrieben. Der minimale Materialeinsatz und die Ausführung als extremer Leichtbau weisen den Weg für ressourcen- und energieeffiziente Konstruktionen.

Fin Ray Effect® ist eine Marke der EvoLogics GmbH, Berlin



→ Film

Festo AG & Co. KG

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