



OilPainter-Geschäftsführer Patric Lüthi (Vordergrund) und Robert Urech, Area Sales Manager von Beckhoff Schweiz, freuen sich über ein neues Kunstwerk.

PC-basierte NC-Steuerung und Antriebstechnik für einen Malroboter

## Zehn hochpräzise gesteuerte Servoachsen erschließen die Welt der Malerei

IT-Spezialist Patric Lüthi hat eine einzigartige, maschinell gesteuerte Maltechnik für Bildwerke entwickelt. Sein mit Künstler-Acrylfarben arbeitender Malroboter OilPainter kann sowohl Gemälde nachempfinden als auch eigene Bilder schaffen. Dabei steuert TwinCAT NC I insgesamt fünf Haupt- und fünf Hilfsachsen, bestehend aus Servomotoren und -reglern von Beckhoff.

Noch steht die erste serienreife Ausgabe des Malroboters in einer ehemaligen Druckerei in Zollikerberg bei Zürich, doch zukünftig soll er beispielsweise auch Unikate für ein großes Möbelhaus malen. Der OilPainter ist eine vollautomatische Bildermalmaschine, die in postimpressionistischer Manier Acrylbilder malt. So kann er eine Mona Lisa im Malstil Van Gogh's auf die Leinwand bringen oder Audrey Hepburn im Stil von Andy Warhol.

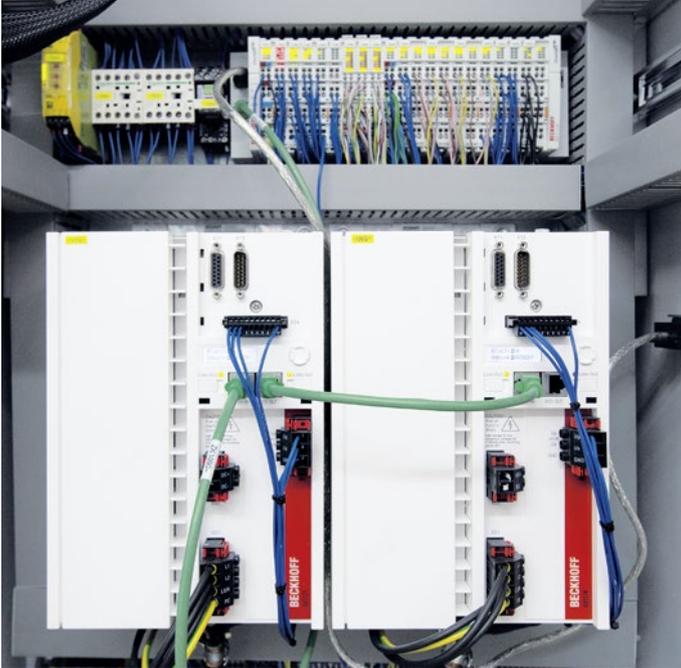
„Grundvoraussetzung ist, dass das zu malende Motiv vektorisiert und vorprogrammiert im Rechner vorliegt. So steht schon vor dem ersten Strich fest, wie sich der letzte Strich zusammensetzt“, erklärt Patric Lüthi, Geschäftsführer der OilPainter AG in Zürich. „Beim Malen fahren wir das Bild dann Strich für Strich mit elf verschiedenen Pinselstärken ab, die sich in jedem beliebigen Winkel positionieren lassen. Mit der Aufteilung des Bildes in die X/Y-Achsen und in die R-Achse als Drehwinkel der Pinsel lässt sich jede beliebige Bewegung mit jeder beliebigen Pinselbreite ausführen. Aber im Gegensatz zum Maler können wir die

R-Achse beliebig weit drehen und so eine Endlosspirale ohne Absetzen malen oder kalligraphische Kunstwerke schaffen.“

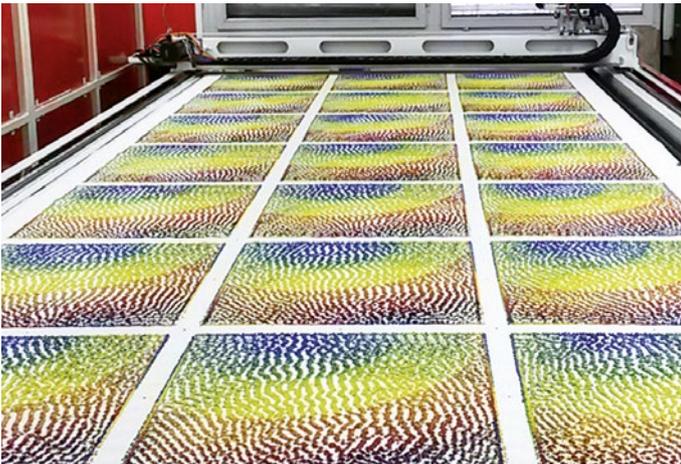
### NC-gesteuerte Servotechnik für hochgenaue Bewegungen

Wenn gemalt wird, sind fünf Hauptachsen für die Bewegung und fünf Hilfsachsen für die Mischung der richtigen Farbtöne aktiv. Die drei Hauptachsen X, Y und R müssen dabei absolut synchron laufen. Die Z-Achse wird bestimmt durch das Höhenprofil von Leinwand und Tisch. Die fünfte Hauptachse ergibt die Pinselstellung, die synchron oder asynchron zur R-Achse läuft.

Gesteuert wird der OilPainter über die Software TwinCAT NC I. Dazu erläutert Patric Lüthi: „TwinCAT NC I übernimmt die drei Bahnachsen und die fünf Hilfsachsen. Zudem wird die Düsenachse über eine Master-Slave-Achse gekoppelt sowie die Z-Achse in einer Sicherheitssteuerung als eigener Prozess gesteuert. Die Farbmengen werden über medizintechnische Hochpräzisionspumpen



Schaltschrank mit zwei Servoverstärkern der Reihe AX51xx und drei, direkt in der darüber angeordneten I/O-Ebene aus EtherCAT-Klemmen integrierten Servomotorklemmen EL7201



Der Malroboter OilPainter in voller Länge

aufgetragen, deren Hilfsachsen sich simultan zu den Hauptachsen bewegen. Angesteuert werden die Pumpen über drei zweikanalige DC-Motor-Endstufen EL7342. In einer Mischkammer kurz vor dem Pinsel wird proportional zu den Pumpen und absolut synchron zur Fahrgeschwindigkeit – auch beim Beschleunigen und Bremsen – jeder beliebige Farbton erzeugt.“

Als Hauptantriebsmotoren für die X- und Y-Achse fungieren Beckhoff-Servomotoren AM80xx. Der Motor für die X-Achse ist mit einem Winkelgetriebe mit Wellendurchführung an die Achse angeflanscht und treibt zwei Riemen. Dies ergibt den Vorteil, dass sich ein senkrecht zur Achse stehender Standardmotor verwenden lässt. Angesteuert werden diese Servomotoren über die Einkanal-Servoverstärker AX5125 bzw. AX5118, deren Regelungstechnik die schnellen und hochdynamischen Positionieraufgaben unterstützt. Für die Z- und R-Achse sind Servomotoren AM3112 zuständig. Diese bieten eine maximale Drehmomentausbeute, eine hohe Dynamik und Positioniergenauigkeit und sind für den Betrieb mit der Servomotorklemme EL7201 ausgelegt. Als Kommunikationssystem verwendet der OilPainter das schnelle EtherCAT. Bei einer Zykluszeit von einer Millisekunde, überprüft die Steuerung also 1.000 mal pro Sekunde, ob alle Achsen synchron laufen.

### Auch der Farbauftrag will gelernt sein

Die technischen Herausforderungen beim automatisierten Malen sind laut Patric Lüthi enorm: „Jede einzelne Farbe darf exakt nur so lange fließen, wie der Pinselstrich dauert. Zudem hat sofort auf Anforderung der richtige Farbton, ohne Vormischen, bereitzustehen. Deshalb setzen wir die hochviskose Farbe unter Druck, damit sie durch die Schläuche gepresst wird und überhaupt bei den Pumpen ankommt. Die Pumpen wiederum arbeiten mit niedrigem Druck, damit die Farbe aus den Pinseln fließt und nicht spritzt.“

Die Farbpalette des OilPainter besteht aus fünf Grundfarben: Cyan, Magenta, Gelb, Schwarz (K) und Weiß. „Das ist der grundlegende Unterschied zum Tintenstrahldrucker, der das Bild in CMYK rastert. Wir rastern nicht, weshalb wir auch Weiß als Grundfarbe und zum Mischen von Pastellfarben und Grautönen benötigen“, so Patric Lüthi. „Normalerweise ergibt CMY schon ein Schwarz, allerdings ein dunkelbraunes Schwarz. Deshalb mischt die Software Schwarz dazu. Grau erzeugt man aus Schwarz und Weiß, wobei die Mischverhältnisse bestimmt werden vom Deckungsgrad der Farbe sowie von der Anzahl und der Größe der Pigmente“, beschreibt Patric Lüthi die regelungstechnischen Herausforderungen.

### Hohe Flexibilität durch Bibliotheksfunktionen

Der Digitalisierungsgrad der Vorlage hängt von der Komplexität des Bildes und dem gewünschten Ergebnis ab. „Man muss sich überlegen, mit welcher Pinselbreite und welcher Farbe man fahren möchte. Wir wollen schließlich nicht einfach den Stil eines Malers kopieren, sondern haben eine eigene Logik entwickelt“, erläutert Patric Lüthi. „Wenn man einen Sonnenreflex auf einem Gesicht malen möchte, benötigt man die Informationen, welcher Pinsel mit der weißen Farbe auf welchen Punkt fahren soll. Das Resultat ist dann impressionistisch. Lässt man nur gerade Pinselstriche zu, sieht das Bild gespachtelt aus. Sind nur Punkte zulässig, kommt man dem Pointilismus ziemlich nahe. Die Zeit für das Malen eines Bildes hängt von der Anzahl der Pinselstriche ab. Werden z. B. 10.000 Striche bei einer ungefähren Strichdauer von einer Sekunde aneinandergereiht, kann das Erstellen des Bildes durchaus mehrere Stunden dauern.“

Die auszuführenden Pinselstriche sind alle in einer Visual-Basic-Oberfläche hinterlegt. TwinCAT, mit seinen zahlreichen Bibliotheksfunktionen, erzeugt aus diesen Informationen die verschiedenen Fahroptionen. „Die eingegebenen Daten übersetzt die Steuerung in CNC-Befehle. Das GUI erstellt dazu dynamisch den G-Code und übergibt jeweils einen kompletten Pinselstrich an TwinCAT zum Abarbeiten. Für ein komplettes Bild brauchen wir Tausende von Pinselstrichen. Und wenn man alle Striche in einem Rutsch in ihre Wegpunkte auflösen würde, ergäbe dies eine extrem große G-Code-Datei, die den Arbeitsspeicher des Rechners überfordern und ein zwischenzeitliches Eingreifen verhindern würde“, erläutert Patric Lüthi. „Wir müssen aber zwischen den Farbwechseln reinigen oder warten, bis die Bildteile getrocknet sind.“

Auch wenn das Thema Malroboter auf dem ersten Blick exotisch erscheint, so lassen sich die Lösungen auch auf andere Branchen übertragen. In der Zwischenzeit erhielt die OilPainter AG Anfragen und Aufträge, um Lösungen für andere Dosierprobleme zu entwickeln – ebenfalls automatisiert mit Beckhoff-Komponenten.

weitere Infos unter:

[www.oilpainter.com](http://www.oilpainter.com)

[www.beckhoff.ch](http://www.beckhoff.ch)