

# Robot flyttar prover i neutronstråle

Anthon Andersson, Anton Håkansson, Lund, juni 2024

Populärvetenskaplig sammanfattning av examensarbetet [1] vid Lunds Tekniska Högskola.

**Avancerade robotsystem behövs för att byta materialprover i världens kraftfullaste neutronkälla. En robotarm kan hantera olika sorters prover och experiment, och med kameror kan roboten själv hitta och placera proverna.**



**Figur 1.** Roboten och ställ med handtag till provkroppar.

**Neutroner - nyckeln till materialens inre** European Spallation Source ERIC (ESS) är en ny forskningsanläggning som, när den är färdig, blir världens mest kraftfulla neutronkälla. Anläggningens accelerator skickar protoner med 96% av ljusets hastighet mot ett hjul gjort av volfram, vilket frigör neutroner som forskare använder för att undersöka material på atomnivå. För att kunna göra detta behöver de dock något som kan placera och hålla materialproverna i den farliga neutronstrålen.

**Icke-flexibel traditionell robotik** Traditionellt sett har robotar utfört väldigt specifika uppgifter i strukturerade miljöer, vilket begränsar deras användning i varierade och föränderliga miljöer så som den på ESS. Med gästforskare som kommer för att utföra sina egna experiment räcker det inte med en robot som är specialiserad för att utföra ett experiment på en typ av materialprov. Då behövs det i stället något som kan hantera allt dessa forskare kan tänkas komma på.

**En robot för alla experiment** Genom att använda en vanlig industrirobot och tillverka universella handtag som prover kan fästas vid, har vi utvecklat en lösning som kan hantera många olika sorters prover. Robotarmens stora rörelseomfång gör att den både kan byta prover och manövrera dem i neutronstrålen.

**Enkla recept för komplexa experiment** Det flexibla styrsystemet låter forskarna själva komponera sina experiment, som beskrivs likt recept. Information om proverna kan liknas vid ingredienslistan och experimentets steg vid "Gör så här"-delen. För att undvika omfattande beskrivningar används en stereokamera för att identifiera och bestämma positionen för proverna. Det gör att roboten självständigt kan plocka upp och placera prover samt undvika kollisioner med omgivningen.

Tänk er forskarna som de som skapar matsedeln och roboten som kocken i köket. Forskarna behöver bara skriva det översiktliga receptet och se till att ingredienserna finns tillgängliga, utan att specificera detaljer som hur man hackar lök eller var varje ingrediens finns. Vår robot kan, likt en kock, själv hitta ingredienserna (proverna) och följa recepten (experimenten).

**Mjukvara** Mjukvaran som styr systemet är uppdelad i olika delar med hjälp av ROS (Robot Operating System). Rörelsedelen ansvarar för att planera och utföra robotens rörelser. Kameradelen används för att lokalisera proverna med hjälp av markörer som sitter på handtagen. Styrsystemsdelens övervakar hela processen och möjliggör för användare att be roboten utföra uppgifter, vilket de kan göra både via anläggningens styrsystem eller från datorn som styr roboten.

**Resultat och framtida utmaningar** Roboten kunde planera och utföra komplexa rörelser och, med hjälp av kameran, hitta och flytta prover utan mänsklig inblandning. Kalibrering av kameran samt filtrering av mätvärden förbättrade precisionen avsevärt, vilket var avgörande för att systemet skulle fungera korrekt. Trots framgångarna finns det fortfarande utrymme för förbättringar, särskilt när det gäller integrationen med anläggningens styrsystem och avancerad styrning baserad på återkoppling från kameran eller anläggningens instrument.

**En flexibel framtid för forskningen** Denna demonstration av systemets potential visar vägen framåt för att vidareutveckla och finjustera tekniken för bättre prestanda och tillförlitlighet. Med ett flexibelt och mångsidigt robotsystem kan forskare vid ESS utföra ett bredare spektrum av experiment, vilket sparar tid och resurser och öppnar upp nya möjligheter för forskningen.

[1] A. Andersson and A. Håkansson. "Flexible computer vision based sample switching system using a robotic arm" (June 2024). Department of Automatic Control, LTH, Lund University, Lund, Sweden, The report is available for downloading from <https://lup.lub.lu.se/student-papers/>.