

TEKNISK RAPPORT

Gruppe 19: Juvo

Tina Polsangi Athari - tinapat

Nora Brænd - njbraend

Sarah Afrah Jensen - safjense

Elwyn Bjerkan Mathiesen - elwynbm



IN1060 Bruksorientert design

10 studiepoeng

Institutt for informatikk

Det matematisk naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

VÅR 2025

INNHOLDSFORTEGNELSE

Mål for prosjektet.....	2
Presentasjon av prototypen.....	2
Bruksscenario.....	3
Kodearkitektur og systemlogikk.....	4
Motorer.....	4
State-maskin og brukergrensesnitt.....	4
Implementering av automatisk avstandsjustering.....	8
Tabell - elektronikk.....	9
Tabell - mekanikk og fysisk konstruksjon.....	10

Mål for prosjektet

Prosjektets mål var å utvikle en teknisk løsning som reduserer praktiske barrierer og styrker mestringsopplevelsen for brukere med fysiske og psykiske utfordringer, med særlig fokus på håndverksaktiviteten lappesøm. Prototypen, Bargellomaskinen, bidrar til dette ved å automatisere og effektivisere måle- og kutteprosessen av tekstilremmene som utgjør kjernen i lappesøm. Maskinen reduserer behovet for fysisk kraft og presisjonsarbeid, som ofte oppleves som krevende, og gjør kuttearbeidet både mer nøyaktig og tidsbesparende. På denne måten legger prototypen til rette for økt selvstendighet og mestring i håndverksaktiviteten, i tråd med prosjektets fokus på brukermedvirkning og velferdsteknologi.

Gjennom en grundig kartlegging av arbeidsprosessen identifiserte vi kutting av stoff som en spesielt tidkrevende og fysisk belastende oppgave for brukeren. Bargellomaskinen er derfor utviklet for å overta mye av dette grovarbeidet, slik at kuttingen kan utføres sittende og uten manuelt trykk med rullekniv. Maskinen er tilpasset stofftypene som brukes på MAS, og er designet for å være plassbesparende i et allerede begrenset arbeidsområde. På denne måten bidrar prototypen til å redusere både praktiske barrierer og fysisk belastning, samtidig som den styrker brukerens mestringsfølelse og øker tilgjengeligheten til håndverksaktiviteten.

Demonstrasjon av maskinen kan ses her: <https://www.youtube.com/watch?v=kXeaiDdXCho>

Presentasjon av prototypen

Prototypen Bargellomaskinen er et automatisert kutteverktøy som måler opp og kutter tekstilremser til ønsket lengde og antall, spesielt tilpasset tekstilhåndverket lappesøm. Maskinen reduserer den fysiske belastningen ved å eliminere behovet for manuelt trykk under kutteoperasjonen, samtidig som den øker både effektivitet og presisjon.

Brukeren interagerer med maskinen via en brukervennlig kontrollenhet bestående av to rotary encodere, fem trykknapper og et OLED-display. Den ene encoderen justerer lengden på tekstilremmene i inches, mens den andre justerer antallet remser som skal kuttet. De fem trykknappene har følgende funksjoner:

- START, for å starte en kuttesevens
- STOPP, som fungerer som nødstop
- MAT INN, som mater tekstil inn i maskinen

- MAT UT, som mater tekstil ut av maskinen
- KLIPP, renskjærer stoffet for å sikre rette kanter og nullstille startpunkt for kutting

Brukeren justerer ønsket lengde og antall remser ved hjelp av rotary encoderne og bekrefter hvert valg ved å trykke på encoderknappen. Når begge parametere er satt, trykkes START for å starte kuttesekvensen som automatisk utfører det angitte antallet kutt.

Under kuttesekvensen drives følgende komponenter av hver sin steppermotor:

- TEKSTILMATEREN, en silikonkjevle som mater stoffet inn og ut av kuttesonen
- TEKSTILHOLDEREN en mekanisme som klemmes fast for å hindre stoffbevegelse under kutting
- TEKSTILKUTTEREN, et roterende knivblad montert på to stålstenger som dras frem og tilbake for å kutte stoffet.

Maskinen kan når som helst stoppes ved å trykke på STOPP-knappen, som fungerer både som nødknapp og pausefunksjon. Ved trykk på STOPP avbrytes kuttesekvensen umiddelbart, og brukeren får valget mellom å fortsette fra punktet sekvensen ble avbrutt, eller å avslutte og nullstille maskinen. For å fortsette trykkes START, og for å avbryte trykkes STOPP igjen. Innstillingene beholdes med mindre brukeren aktivt velger å slette dem.

Bruksscenario

En bruker ønsker å kutte fem remser med en lengde på to inches. Først mater brukeren stoffet inn i maskinen og renskjærer det ved hjelp av de tilhørende knappene. Deretter vrir brukeren på rotary encoderne for å stille inn antall kutt til 5 og lengden til 2 inches, og bekrefter hvert valg ved å trykke på encoderknappen. Displayet viser da “Antall: 5 Str: 2”.

Når startknappen trykkes, starter maskinen en automatisk kutteprosessen. Underveis oppdager brukeren at det ikke er nok stoff av valgt type til å fullføre kuttingen, og at resten må kuttes i et annet stoff. For å midlertidig avbryte prosessen trykker brukeren på stoppknappen. For å bytte tekstil trykker brukeren stoppknappen igjen, og deretter på MAT UT-knappen for å mate ut det gjenværende stoffet.

Etter to trykk på stoppknappen går maskinen i standby-modus, og brukeren må angi antall og størrelse på nytt før kutteprosessen kan gjenopptas. Når de nye innstillingene er registrert, trykkes startknappen for å starte kutting med det nye tekstilet.

Kodearkitektur og systemlogikk

Koden i helhet med kommentarer ligger på github her:

<https://github.com/Tina-Athari/BargelloMaskin>

Koden for Bargellomaskinen implementerer en integrert styringslogikk som koordinerer brukerinnt, motorstyring og tilstandsbasert sekvenskontroll for å realisere en automatisert tekstilkutter. Den håndterer signaler fra to rotary encodeere og fem trykknapper, der encodeerne gir finjustering av antall remser og ønsket lengde i 1/8-tommers intervaller, mens knappene brukes til start, stopp, stoffmating og renskjæring. For å sikre stabile og korrekte inngangssignaler benyttes enkel debounce-logikk ved hjelp av tilstandssporing og kort forsinkelse (delay) etter knappetrykk.

Motorer

Motorene i Bargellomaskinen utfører totalt 10 800 steg for å dekke hele kutteområdet. Hver motor har konfigurert maksimal hastighet og akselerasjon for å optimalisere balansen mellom hastighet og presisjon. Motorstyringen benytter AccelStepper-biblioteket for presis kontroll av tre steppermotorer med ulike funksjoner:

- Motor feedMotor mater stoffet langs kutteaksen med en oppløsning på 770 steg per inch,
- Motor holderMotor løfter og senker stoffholderen for å sikre stabilitet under kutting,
- Motor cutterMotor driver et roterende knivblad som beveger seg frem og tilbake for å utføre nøyaktige kutt.

State-maskin og brukergrensesnitt

Programvaren i Bargellomaskinen er bygget rundt en state-maskin som styrer en fast sekvens av steg i kutteprosessen:

- STANDBY (oppstartsskjermen)
- CONFIGURING_NUM_PATCHES (finne antall kutt)
- CONFIGURING_CUT_SIZE (finne størrelse på kuttene)
- READY (at det er satt inn antall og størrelse)
- CUTTING (senke holder, kutte, løfte holderen igjen)

CUTTING innebærer senking av tekstilholderen, kutting av tekstilet og løfting av tekstilholderen.

Et OLED-display gir kontinuerlig dynamisk tilbakemelding til brukeren, blant annet aktiv visning av antall kutt og ønsket størrelse, inkludert brøkdeler av tomme for økt presisjon.

Tabellen nedenfor gir en detaljert oversikt over kodekomponentene, deres funksjoner og samspillet mellom dem, som samlet sikrer en presis, sikker og brukervennlig drift av Bargellomaskinen.

Kodeområde/Funksjon	Forklaring	Eksempel/Notat fra kode
	Tre steppermotorer driver maskinens bevegelser: motor Z mater stoff inn og ut, motor Y løfter/senker holderen som klemmes fast, og motor X beveger kniven frem og tilbake for kutting.	<pre>AccelStepper feederMotor(AccelStepper::DRIVER, 4, 7);</pre>
Inputenheter	To rotary encodere brukes til å stille inn antall remser og lengde (i 1/8 tommer). Fem trykknapper med funksjonene START, STOPP, KLIPP, MAT INN og MAT UT gir brukeren kontroll over prosessen.	<pre>Encoder numPatchesKnobEncoder(22, 24);</pre>
Display	OLED-display viser status, valg av antall og størrelse, samt ulike quiltemeldinger i standby. oppdateres kontinuerlig ved brukerinteraksjon.	<pre>void showSelectedConfiguration() { u8g2.clearBuffer(); u8g2.drawFrame(0, 0, 128, 64); u8g2.setFont(u8g2_font_9x15_tr); u8g2.setCursor(5, 25); u8g2.print("Antall: "); u8g2.print(selectedNumPatches); u8g2.setCursor(5, 50); u8g2.print("Størrelse: "); u8g2.print(selectedCutSizeIntegerPart); if (selectedCutSizeFractionalPart > 0) { u8g2.print(" "); const char* fractionStrings[] = {"", "1/8", "1/4", "3/8", "1/2", "5/8", "3/4", "7/8"}; u8g2.print(fractionStrings[selectedCutSizeFractionalPart]); } }</pre>

		<pre> u8g2.print("\n"); u8g2.sendBuffer(); } </pre>
Manuell mating av stoff	<p>Bruker kan mate stoffet manuelt med knappene MAT INN og MAT UT. Når knappene trykkes, settes motor Z til å bevege stoff frem eller tilbake med konstant hastighet.</p>	<pre> bool handleManualFeeding() { // Håndter manuell mating av tekstil inn/ut av maskinen. // MERK: Lav spenning (LOW) på knapp-pinnene betyr at // knappen er trykket ned (koblet til jord) bool feedIn = digitalRead(feedInPin) == LOW; bool feedOut = digitalRead(feedOutPin) == LOW; if (feedIn && feedOut) { // Begge knapper trykket samtidig skal ikke gjøre noe } else if (feedIn) { feederMotor.setSpeed(motorMaxSpeed); // Mat tekstilet inn feederMotor.runSpeed(); } else if (feedOut) { feederMotor.setSpeed(-motorMaxSpeed); // Mat tekstilet ut feederMotor.runSpeed(); } // Returner true hvis noen av knappene ble trykket return feedIn feedOut; } </pre>
Klippeknapp (KuttTekstilPin)	<p>Starter automatisk kutteprosedyre: holderen senkes, kniven beveges frem og tilbake, holderen løftes igjen. Sikrer at ny klipp ikke starter før forrige er ferdig</p>	<pre> // Kjør kniven over tekstilet if (cutterState == CUTTER_RIGHT) { cutterMotor.move(-numCutterSteps); cutterState = CUTTER_LEFT; } else if (cutterState == CUTTER_LEFT) { cutterMotor.move(numCutterSteps); cutterState = CUTTER_RIGHT; } while (cutterMotor.distanceToGo() != 0) cutterMotor.run(); // Hev holderen hvis den er senket (det bør den være nå!) if (holderState == HOLDER_LOWERED) { holderMotor.move(numHolderSteps); while (holderMotor.distanceToGo() != 0) holderMotor.run(); } </pre>

		<pre>holderState = HOLDER_LIFTED; } mainState = READY; }</pre>
Klippeprosessen (sekvens)	<p>Sekvensen følger en state machine med stegene</p> <p>STANDBY (oppstartsskjermen),</p> <p>CONFIGURING_NUM_PATCHES (finne ant kutt),</p> <p>CONFIGURING_CUT_SIZE (finne størrelse på kuttene),</p> <p>READY (at det er satt inn antall og størrelse) CUTTING (senke holder, kutte, løfte holderen igjen).</p>	<pre>switch (mainState) { case STANDBY: showStandbyMessage(); // Sjekk om brukeren begynner å stille inn antall kutt eller størrelse. if (encoderInputchanged(numPatchesKnobEncoder, previousNumPatchesEncoderValue, selectedNumPatches)) { mainState = CONFIGURING_NUM_PATCHES; } else if (encoderInputchanged(cutSizeKnobEncoder, previousCutSizeEncoderValue, selectedCutSize)) { mainState = CONFIGURING_CUT_SIZE; } break; case CONFIGURING_NUM_PATCHES: handleConfigureNumPatches(); break; case CONFIGURING_CUT_SIZE: handleConfigureCutSize(); break; case READY: // Sjekk om brukeren begynner å stille inn antall kutt eller størrelse. if (encoderInputchanged(numPatchesKnobEncoder, previousNumPatchesEncoderValue, selectedNumPatches)) { mainState = CONFIGURING_NUM_PATCHES; } else if (encoderInputchanged(cutSizeKnobEncoder, previousCutSizeEncoderValue, selectedCutSize)) { mainState = CONFIGURING_CUT_SIZE; } // ellers håndter alt annet } else { handleManualFeeding(); handleStartCutting(); showSelectedConfiguration(); } }</pre>

		<pre> break; case CUTTING: // CUTTING-tilstanden, slik den er implementert nå, er kun aktiv i handleStartCutting, og kan ikke stoppes før den er ferdig. // For å kunne stoppe midt i kuttingen må vi flytte noe av logikken fra handleStartCutting til denne delen. break; } </pre>
--	--	---

Implementering av automatisk avstandsjustering

En sentral funksjon som fortsatt ikke er implementert i prototypen, er automatisk avstandsjustering for presis oppmåling av inches. Grunnet tidsbegrensninger har vi ikke hatt mulighet til å fullføre implementeringen eller kalibreringen av denne funksjonen, men det er teknisk mulig å gjennomføre med det nåværende maskinoppsettet og eksisterende kode.

Metoden er planlagt basert på omkretsen til silikonrullen som er tekstilrulleren og den tilhørende renser for knivbladet, som sammen fungerer som referansepunkt for startposisjonen. Ved oppstart skal rullen først rotere forbi skjærestedet der kniven kutter, for deretter å snurre videre til en nøyaktig beregnet avstand som tilsvarer ønsket lengde på tekstilet. Når rullen har nådd denne posisjonen, vil kniven utføre sin kuttesevens.

For å sikre nøyaktigheten i målingen, vil vi manuelt måle og registrere antall omdreininger som tilsvarer små målesteg, for eksempel $\frac{1}{8}$ inch og oppover. Disse målingene brukes til å kalibrere systemet og kvalitetssikre at gitte mål opprettholdes konsistent over lengre dimensjoner, slik at presisjonen opprettholdes også ved lengre tekstilstykker.

Tabell - elektronikk

Komponent	Bruksområde
Arduino Mega 2560 Rev3	Hovedkontrollen som styrer alle elektroniske funksjoner og motorer.
Trykknapper (12x12x7 mm, 5 stk)	Styrer funksjonene start, stopp, mating inn/ut og

	renskjæring.
EC11 roterende kodere (2 stk)	Viser brukergrensesnittet hvor bruker velger antall remser og størrelse.
OLED -specs????	0,91 tommers diagonal, 128×32 piksler, med innebygd kontroller, som kommuniserer via I2C-grensesnitt.
CNC Shield	Kobler steppermotorene til Arduino Mega og muliggjør styring av motorene.
TMC2208 drivere (3 stk) med kjøleribbe	Driver motorene og gir presis kontroll over bevegelse.
Hovedbryter	Demontert fra en skjøtelordning
Resistorer	Diverse motstander (220 Ω, 560 Ω, 4.7 kΩ, 1 kΩ, 10 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ) brukt for signalbehandling og beskyttelse.
Ledninger	Koblinger mellom komponenter for signal og strøm.
Nema 17 steppermotorer (3 stk)	Motorer som styrer knivbevegelsen, tekstilrullen (mater stoff), og klemme for stoffholder.
Strømadapter 12V 1A (12W)	Strømforsyning til Arduino Mega og elektronikk.
Strømadapter 12V 6A (60W)	Strømforsyning til steppermotorene.

Tabell - mekanikk og fysisk konstruksjon

Hvor/hva/hensikt???	Tilhører	Komponenter
Montere knivkutteren til maskinens arbeidsplate	Tekstilkutteren	- Gjenget stang 15cm Ø6 mm (2 stk)

		<ul style="list-style-type: none"> - Mutter og skiver Ø6 mm (8 stk) - Vingemuttere Ø6 mm (4 stk)
Knivbladholder	Tekstilkutteren	<ul style="list-style-type: none"> - 3D-printet holdere for stålstenger i PLA på hver side av maskinen (2 stk) - 3D-printet rotaryblad holder - stålstenger 55cm x Ø8 mm (2 stk) - linear bearing (2 stk) - Muttere Ø3 mm (2 stk) - Rotary knivblad Ø50 mm med monteringsmutter
Pulleysystem	Tekstilkutteren	<ul style="list-style-type: none"> - Vinkel med skrue og mutter for å holde pulley reim på knivbeholderen - Reim 6mm med tenker - Timing Pulley - 2GT (2mm) - 30 tooth - 3D-printet glatt pulley Ø25 mm - Vinkel og div beslag for montering av motorene på riktig høyde.
—	Tekstilholderen	<ul style="list-style-type: none"> - 3D-printet holderprofil (3 stk) - 3D-printet monteringsfeste i PLA

		<ul style="list-style-type: none"> - stålstang Ø8 mm - Flexible Coupling 5mm x 8mm - Diverse vinkel og beslag til montering av motoren til platen
–	Tekstilruller	<ul style="list-style-type: none"> - Silikonrulle 25 cm, Ø80 mm - Stålstang Ø8 mm - Rigid Coupling 5mm x 8mm - 3D-printet monteringsfeste i PLA - Diverse vinkel og beslag til montering av motoren til platen
–	Displayboks	<ul style="list-style-type: none"> - 3D-printet knapper i PLA - 3D-printet boks for å skjule elektronikk
–	Arduinoboks	<ul style="list-style-type: none"> - 3D-printet boks for å skjule arduinoen og elektronikk
–	Arbeidsplate	<ul style="list-style-type: none"> - 22mm MDF 70x50cm - gummi møbelknotter - A3 kuttematte