



Kunnskap for en bedre verden

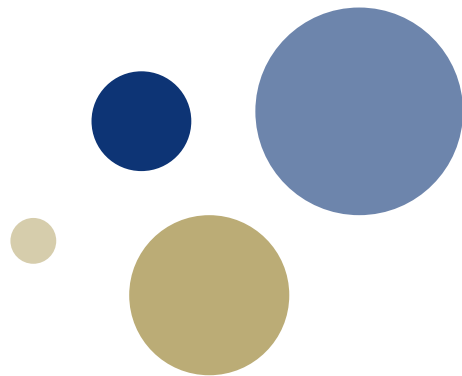
Kybernetikk og robotikk

Valg av hovedprofil

for 4. klasse høst 2025

Lars Imsland

Studieprogramrådsleder



Hva skal du velge

- En av hovedprofilene
 - <https://www.ntnu.no/studier/mttk/hovedprofiler>
- Komplementært emne (K-emne)
- Hovedprofil må velges før 15. mai
- Valgbare emner må velges før 15. mai
 - Kan endres til 15. september
- Få godkjent praksisen
 - <https://innsida.ntnu.no/praksis>



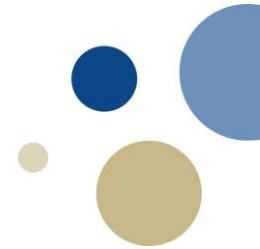
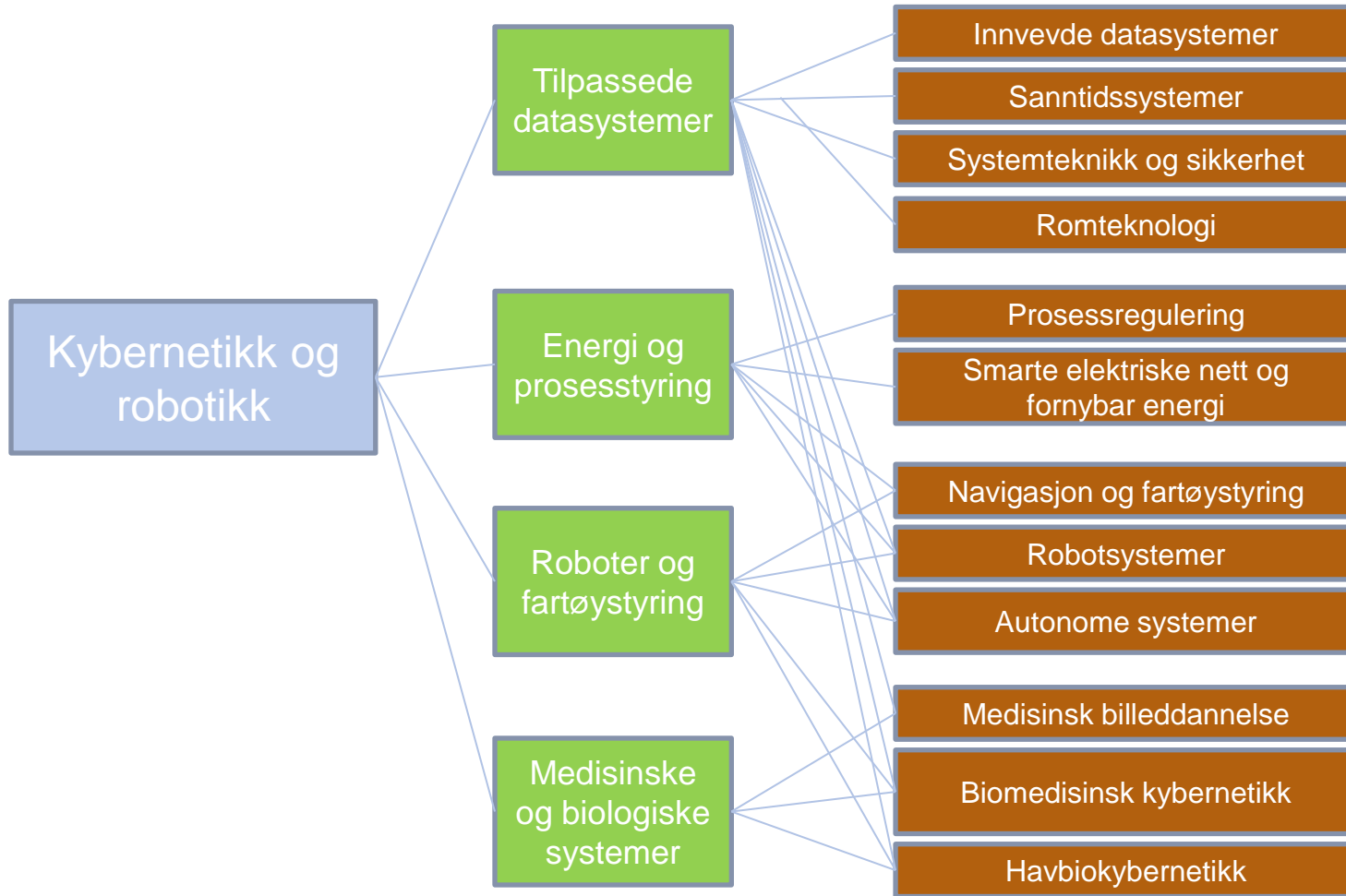
Prosjekt- og masteroppgave

- På våren i 4. årskurs skal du velge prosjekt- og masteroppgave
 - Lister med aktuelle oppgaver vil bli lagt ut
- Start likevel allerede nå og tenk på hva du vil skrive om, og ta gjerne kontakt med aktuelle faglærere
- Det er også mulig å skrive prosjekt/master sammen med bedrift
 - Dette gjelder mange av dem som blir lagt ut på lista
 - Du kan også ordne oppgave selv. Husk at en faglærer må godkjenne og være ansvarlig faglærer for oppgaven

Studieprogram:

Studieretninger:

Hovedprofiler:



Presentasjon av hovedprofilene

Hovedprofil	Presenteres av	Ansvarlig
Romsystemer	Tor Arne Johansen	Tor Arne Johansen
Innvevde datasystemer	Geir Mathisen	Geir Mathisen
Systemteknikk og sikkerhet	Mary Ann Lundteigen	Mary Ann Lundteigen
Sanntidssystemer	Sverre Hendseth	Sverre Hendseth
Prosessregulering	Lars Imsland	Lars Imsland
Styring av smarte nett og fornybar energi	Morten Hovd	Morten Hovd
Biomedisinsk Kybernetikk	Øyvind Stavdahl	Øyvind Stavdahl
Havbiokybernetikk	Morten Alver	Jo Arve Alfredsen
Medisinsk billedannelse	Lasse Løvstakken	Lasse Løvstakken/Svein Erik Måsøy
Autonome systemer	Morten Breivik	Edmund Førland Brekke
Navigasjon og fartøystyring	Thor Inge Fossen	Thor Inge Fossen
Robotsystemer	Lars Imsland	Anton Shiriaev

Romsystemer

Tor Arne Johansen





Parts of the HYPPO-team doing final tests at NTNU before the launch in January. Photo: NanoAvionics.

Historical launch of Norwegian satellite

By Live Oftedahl | 12. January 2022

This week NTNU will launch the first research satellite from Norwegian university. The small satellite is launched on a SpaceX Falcon-9 rocket from Kennedy Space Center.

Hjem > - Dette er en bragd av NTNU

- Dette er en bragd av NTNU

Digitaliserings- og forvaltningsminister Karianne Tung foretok denne uka «åpningen» av NTNUs andre forsknings satellitt HYPPO-2.



Karianne Tung, digitaliserings- og forvaltningsminister, markerte at NTNUs andre forsknings satellitt er i bane rundt jorden og i drift sammen med stipendiatene Corrado Chiantante, Simen Berg og forsker Roger Birkeland (i bakgrunnen). Foto: Kai T. Dragland



Synkroniserer ikke

...based maritime

search and rescue missions, to help

nsinstitutt or FFI) and Kongsberg satellite-based maritime surveillance.

Romsystemer – 4.klasse

Komplementært emne	Ekspert i Team
TTK4265 Optisk fjernmåling	TTT4150 Navigasjonssystemer**
TTT4234 Romteknologi 1 / Valgbart emne*	TTK4260 Multivariat dataanalyse og maskinlæring
Valgbart emne	Valgbart emne

Mest relevante valgbare emner:

- TTT4201 Radiosystemdesign og RF/Mikrobølge måleteknikk (høst VA)
- TTT4145 Radiokommunikasjon (vår - VB)
- TTT4130 Digital kommunikasjon (høst - VB)
- TFE4141 Design av digitale system 1 (Høst - VA)
- TTK4190 Navigasjon og fartøystyring (Høst – VB)
- TFE4205 Selvdefinert prosjekt (Høst - VB)
- TTK4155 Industrielle og innebygde datasystemers konstruksjon (VA – høst)
- TTK4147 Sanntidssystemer (VA – høst)
- TTT4120 Digital signalbehandling (VA – høst)
- TDT4195 Grunnleggende visuell databehandling (VB – høst)
- TTM4100 Kommunikasjon, tjenester og nett (VA – vår)
- TTT4275 Estimering, deteksjon og klassifisering (VA – vår)
- TFE4130 Bølgeforplantning (VB - vår)
- TTT4235 Romteknologi II (VA – vår)
- TPK4185 Bærekraftig systemteknikk (VA - vår)
- FY3201 Atmosfærefysikk og klimaendringer (VB - Vår);

- * Hvis Romteknologi er valgt i 3.klasse
- ** Ingeniøremne annet studieprogram

Romsystemer – 5.klasse

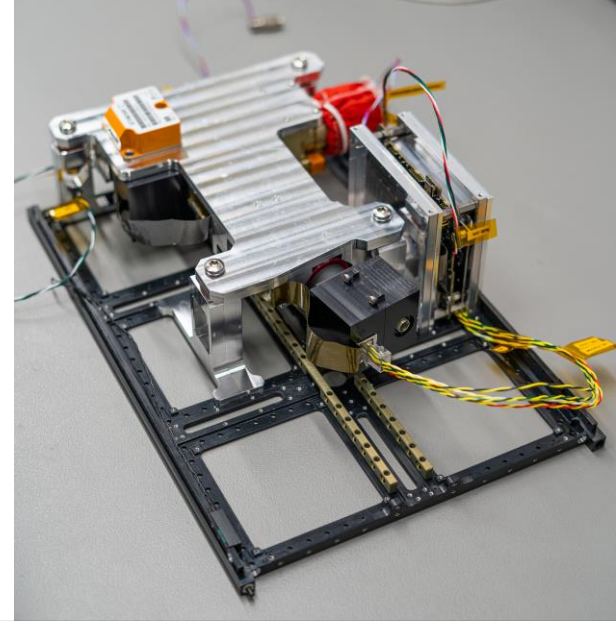
Fordypningsemner (i samarbeid med IES):

- TTK5 Satellite and Inertial Navigation Systems
- TTK35 Satellite Systems Engineering
- TTK36 Satellittkommunikasjon

Masteroppgave i samarbeid med

- NTNU SmallSat Lab
- Space NTUU (ORBIT, Propulse)
- Bedrifter som Kongsberg, KSAT, Eidel, FFI, Vake, Space Norway, Andøya Space, etc.

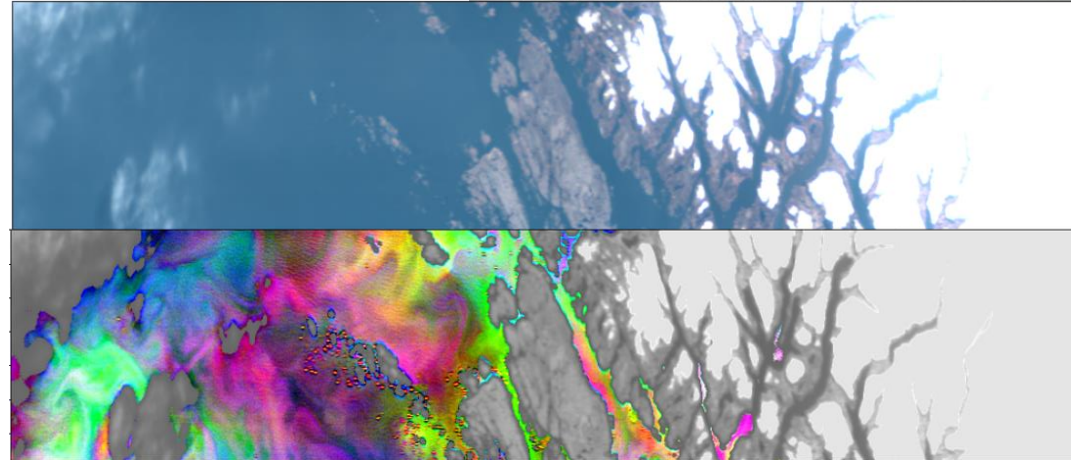
HYP SO-1
nyttelast
med
hyperspektralt
kamera og
FPGA/SoC



HYP SO-1 Data:

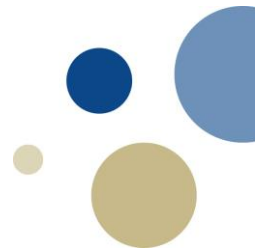
RGB-visualisering

Kunstig-farge
nyanser i
havoverflata
sett med
hyperspektralt
kamera og AI



Innvevde datasytemer

Geir Mathisen



Innvevde datasystemer

Geir Mathisen
2024-11-19



TTK4175 – Sanntids-systemer (4. klasse)
TTK8 – Konstruksjon av innebygde systemer (5.klasse)
Prosjekt og masteroppgave (5.klasse)

(Hva er) Innvevde datasystemer

Analyse og konstruksjon av datamaskinsystemer som er en innvevd del i et annet utstyr (Embedded systems) og som gjør en spesiell oppgave.



En muliggjørende teknologi som muliggjør smarte avanserte produkter. E-S er den innebygde hjernen i produktet.

Vi møter E-S over alt i dagliglivet!

Embedded Systems in Automobile Market

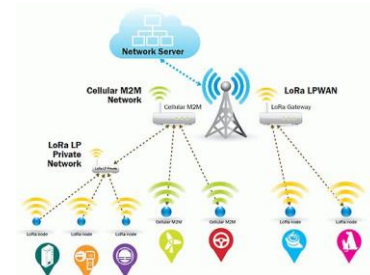
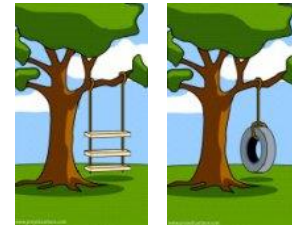


Embedded systems muliggjør f.eks. ABS-bremser, cruise control



Hovedprofilen har fokus på

- Analyse av det komplette systemet for utarbeidelse av (riktig) funksjonell og teknisk spesifikasjon / løsning
- Distribuerte systemer
 - Fra datainnsamling via IoT til lagring i skytjenester
 - Lokal databehandling versus sentralisert databehandling
 - Krav til sammenkobling / kommunikasjon mellom enheter
- Sanntidssystemer, systemer som må forholde seg til omgivelsene og levere resultater til riktig tid
 - Teori og praksis for analyse, design og implementasjon av systemer med krav til sanntid og synkronisering



Embedded system ↔ Sanntidssystem?

Fag i 4. år

TTK4147	Sanntidssystemer
TTK4155	Industrielle og innbygde datasystemers konstruksjon
TDT4136	Introduksjon til kunstig intelligens
TPK4120	Industriell sikkerhet og pålitelighet
TTM4110	Pålitelighet og ytelse med simulering
TTK4175	Instrumenteringssystemer og sikkerhet Ekspert i team
TDT4140	Programvareutvikling
TDT4260	Datamaskinarkitektur
TTK4255	Robotsyn
TTM4100	Kommunikasjon - Tjenester og nett

Flere hovedprofiler under studieretning «Tilpassede datasystemer» har samme obligatoriske fag

Hva kan du begynne å jobbe med?

Innvevde systemene befinner seg ”overalt” i samfunnet. Kunnskaper og ferdigheter om disse systemer kan derfor brukes mot et bredt spekter av anvendelser:

Medisin og helse, industri, energi-produksjon og -distribusjon, robotikk, automatisering, i elektronikkbransjen.

Våre studenter er populære i mange bransjer!

AZIWELL

easae

data **respons**
EMBEDDED SOLUTIONS


TENSIO

ABB




SINTEF



Prediktor  INSTRUMENTS

NORBIT
- explore more -

NORDIC
SEMICONDUCTOR

AkerSolutions

equinor 

 **MICROCHIP**

SIEMENS


SILICON LABS

Systemteknikk og sikkerhet

Presentert av: Mary Ann Lundteigen



Mary Ann
Lundteigen



Børge Rokseth



Tor E. Onshus
Emeritus



Utfordringer

«Demonstrere sikkerhet ved økt kompleksitet og autonomi»



Forebygge storulykker



Beskyttelse mot cyberangrep



Ta opp ny teknologi på en trygg måte



Unngå utilsiktet oppførsel

Fokus for profilen

«Koble kybernetikk med sikkerhetsanalyser»

«Bli oppdatert på industriell praksis»

Sikkerhet i autonome systemer

Risikoanalyser

Pålitelighetsanalyser

Kobling sikkerhet og cybersikkerhet

Kunstig intelligens og sikkerhet

Designløsninger for sikkerhetssystemer

Deteksjonsmetoder cyberangrep

Simuleringsbasert testing

Teknologivalg i industrielle styresystemer

Systemteknikk og sikkerhet er del av **innvevde systemer**, men **profilens emner og prosjekt/masteroppgaver** kan også velges fra andre hovedprofiler.

Profilens emner på kybernetikk

Høst 4

Vår 4

- TTK4175 Instrumenteringssystemer og sikkerhet

Høst 5

Fordypningsemner:

- TTK2 Pålitelighetsanalyse av sikkerhetsfunksjoner
 - TTK32 Autonome systemer - Systemanalyse for sikkerhet
- Fordypningsprosjekt: Innen sikkerhetsrelatert tema

Vår 5

- Masteroppgave: Innen sikkerhetsrelatert tema

Valgbart fra andre institutt

- TPK4120 Industriell sikkerhet og pålitelighet
- TTM4185 Sikkerhet og robusthet i IKT system
- Emner valgbare for kyb-studenter i **kunstig intelligens**

- TPK5160 Risikoanalyse
- Emner valgbare for kyb-studenter i **kunstig intelligens**

Eksempler på master- og prosjektoppgaver (2022/23)

4Subsea

- **Helene Maria Ferstø Pisani (2023). Simulation-based testing of an all-electric subsea valve for safety demonstration**

Norsk Hydro

- **Selsebil A. Radi (2023). Combining System-Theoretic Process Analysis with formal verification for safety demonstration of an all-electric actuation system**

Aibel

- **Kristine Sørum Bakken (2023). Application of Combined Safety and Cybersecurity Risk Analysis of Industrial Automation and Control Systems**

AkerBP

- **Eirik Halvdan Sølvberg Bratbak (2022). Asset Administration Shell for Life Cycle Management of Safety Systems**

NextoAS

- **Framework for testing environment for autonomous ships (Ane Joramo Stokke, 2022)**

Edge

- **Simulation Based Grounding Risk Analysis for Marine Surface Vessels (Ludvig Løite)**

Eksempler på master- og prosjektoppgaver (2024)

- **Petter Øvereng Juliebø (2024). Using Process State for Detection of Cyberattacks**
- **Silje Fuglestein (2024). The Use of AI for Systems Subject to Functional Safety**
- **Vilde Thorstensen (2024). On the Use of Artificial Intelligence in Safety-Critical System**
- **Emil Nøstbakken (2024). Time Delay Impacts on Peak Shaving in Hybrid Marine Energy Systems**

Indra Navia

Sopra Steria

?

Wärtsilä



Sanntidssystemer

Sverre Hendseth



Hva er Sanntidssystemer?

```
OutputStackPtr *) malloc(sizeof(TOutputStackPtr)) == NULL) DebInfo(-1, "Out of Memory");
OutputStackPtr) == NULL) DebInfo(-1, "Out of Memory");
size_t (Also make the buffer struct) *)
OutputStackPtr)->type = OutputType_Buffer;
OutputStackPtr)->noOfUsers = 1;
make the memory buffer struct *)
OutputStackPtr)->drain.buffer =
(TMemoryBuffer *) malloc(sizeof(TMemoryBuffer));
OutputStackPtr)->drain.buffer == NULL)
DebInfo(-1, "Out of Memory");
... struct (also make the buffer itself)
... drain.buffer->size = 64
```

(Fra Wikipedia)

... et datasystem som karakteriseres ved at riktigheten av dets beregninger ikke bare avhenger av logisk korrekthet, men også av om de ankommer tidsnok. Tidskravet skyldes sanntidssystemets interaksjon med en dynamisk omverden.

- Programvareutvikling på Kyb: Hovedfokus på embedded/industrielle datasystemer.
- Dere har gode grenseflater til applikasjonene.
- Dere har gode grenseflater til maskinvare og system.
- Dere skal kunne ta 4. klasse fag fra IDI eller maskinvarefag fra IES.

Noen av vårens diplomoppgaver



Sanntidssystemer

Hva kan du bli?

- Alle karrieretyper åpne.
- Alle typer bedrifter.
- Alle størrelser bedrifter.



Fagene

Høst Obligatoriske og valgbare emner - 4. år 📄

📄 Kode	📄 Navn	📄 SP	📄 Status
TTK4147	Sanntidssystemer	7.5	O
TTK4155	Industrielle og innbygde datasystemers konstruksjon	7.5	O
TDT4136	Introduksjon til kunstig intelligens	7.5	VA
TFE4141	Design av digitale system 1	7.5	VA
TTK4150	Ulineære systemer	7.5	VA
TTM4110	Pålitelighet og ytelse med simulering	7.5	VA
TTT4120	Digital signalbehandling	7.5	VA

Vår Obligatoriske og valgbare emner - 4. år 📄

📄 Kode	📄 Navn	📄 SP	📄 Status
TTK4175	Instrumenteringssystemer og sikkerhet	7.5	O
TDT4140	Programvareutvikling	7.5	VA
TTK4255	Robotsyn	7.5	VA
TTM4100	Kommunikasjon - Tjenester og nett	7.5	VA
TDT4171	Metoder i kunstig intelligens	7.5	VB
TDT4265	Datasyn og dyp læring	7.5	VB
TIØ4126	Optimering og beslutningsstøtte for teknisk-økonomisk planlegging	7.5	VB

Prosessregulering

Lars Imslund

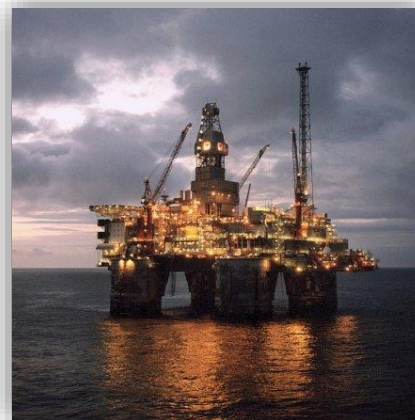
(Prosesskybernetikk)



Hovedprofil:

Prosessregulering

- Analyse og applikasjonsutvikling for avanserte styrings- og automatiseringssystemer
 - For eksempel Modell-Prediktiv Regulering, men også mye annet
- Prosessindustri: Foredling av vann, skog, mineraler, olje og gass til produkter
 - Metallproduksjon, petrokjemi, treforedling, gjødsel, næringsmiddel, farmasøytisk, ...
 - Olje- og gassproduksjon «er» også prosessindustri
- Viktig for Norge!
 - Olje- og gass er Norges største eksportindustri
 - Prosessindustrien står for halvparten av eksporten fra fastlands-Norge
 - Prosessindustri finnes «overalt» i Norge
- Mange spennende arbeidsplasser, og vi samarbeider med mange av disse selskapene, bl.a. om prosjekt- og hovedoppgaver til dere.



Prosessregulering

Prosessregulering				
Semester	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp
10 Vår	Masteroppgave			
9 Høst	Komplementært emne 2	Fordypningstemaer	Fordypningsprosjekt	
8 Vår	TTK4210 Avansert regulering av industrielle prosesser	Ekspert i team	Valgbart emne	Valgbart emne
7 Høst	TTK4150 Ulineære systemer	TTK4215 Adaptiv regulering	Komplementært emne 1	Valgbart emne

«Signaturemne» for hovedprofilen

For eksempel:

- TTK16 Mixed Integer Optimization
- TTK18 Optimaliseringsbasert reguleringsdesign og analyse
- TTK28 Modeling with neural networks

Fyll på med enten:

- TTK4175 Instrumenteringssystemer og sikkerhet
- «Prosessemner» (termodyn, kjemi, petroleum, ...)
- «Data science»/maskinlæringsemner
 - F.eks. TTK4250, TTK4260
- Eller en blanding!

Prosessregulering

Typiske jobbmuligheter

Små teknologibedrifter



Ingeniør/konsulent



Industri- og oljeselskaper



Forskning





Styring av smarte nett og fornybar energi

Morten Hovd

Hovedprofil:

Styring av smarte nett og fornybar energi

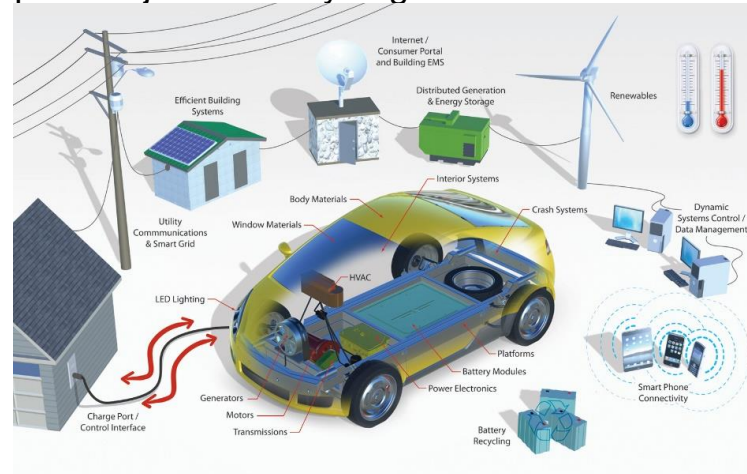
- **Behov for store investeringer** i oppgradering og utbygging av strømnettet det kommende tiåret
 - Optimal nettdrift vil unngå unødige investeringer og redusere miljøkonsekvenser
 - Nye sensorer og kraftelektronikk gir helt nye muligheter for å overvåke og regulere kraftnettet
- **Produksjon fra vind og sol** er ikke styrbar og høyst variabel
 - Europa ønsker å bruke Norge som “batteri” p.g.a. mye styrbar vannkraft.
 - Kombinasjon med andre energikilder / termisk lager



Hovedprofil:

Styring av smarte nett og fornybar energi

- **Avanserte målere** vil åpne for strømpriser til forbruker som varierer over døgnet
 - Batterier hos kunder for å kjøpe strøm når denne er billig
 - Solceller begynner å bli vanlig også i Sør-Norge
- **“Prosumers”** vil gi en total endring av hvordan distribusjonsnettet drives
 - Strømmen kan flyte “begge veier”. Utfordring for feildeteksjon/feilhåndtering.
 - Vehicle-to-grid: elbiler kan støtte nettet i kortere perioder
- **Mikronett** – utnyttelse av lokalt lager og lokal produksjon når forsyning fra sentralnettet er utilstrekkelig/utilgjengelig



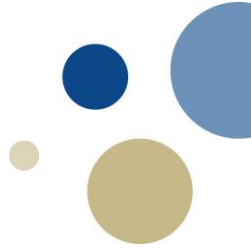
Aktører

- Kraftbransjen/nettselskaper finnes i hele landet!
- Kraftkrevende industri og transport, f.eks. Hydro, Ulstein Power & Control,...
- Leverandørindustri, f.eks. ABB, Siemens, Eltek, Nexans, Voith Hydro,...
- Tjenesteleverandører, f.eks. Powel, Telenor, eSmart Systems,...
- Konsulenter, DnV, Sintef, Enfo Consulting,...



Biomedisinsk kybernetikk

Øyvind Stavdahl / Anders Fougner



Biomedisinsk kybernetikk

Øyvind Stavdahl / Anders Fougner



Hva er biomedisinsk kybernetikk?

- Bruk av kybernetiske metoder i applikasjoner relatert til menneskekroppen
- Forebygging, diagnose, behandling og rehabilitering
- «Ekte kyb», men anvendelser relatert til helse, kropp og idrett:

De fleste av fagene som undervises på instituttet finner anvendelse innenfor denne hovedprofilen, som gir en god generell kybernetikkutdanning samt fordypning i retning av profilens anvendelser.

Faglærere



Øyvind Stavadahl



Anders Fougner

Biomedisinsk kybernetikk

Studieplan, 4. og 5. årskurs

Biomedisinsk kybernetikk				
Semester	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp
10 Vår	Masteroppgave			
9 Høst	Valgbart emne	Fordypningstemaer	Fordypningsprosjekt	
8 Vår	TTK4260 Multivariat dataanalyse og maskinlæring	Ekspert i team	Valgbart emne	Valgbart emne
7 Høst	TTK4270 Biomedisinsk instrumentering og regulering	TTT4120 Digital signalbehandling	FI3107 Bioteknologi og etikk	Valgbart emne

TTK4270 Biomedisinsk instrumentering og regulering

Ble undervist første gang høsten 2022 (Anders Fougner).

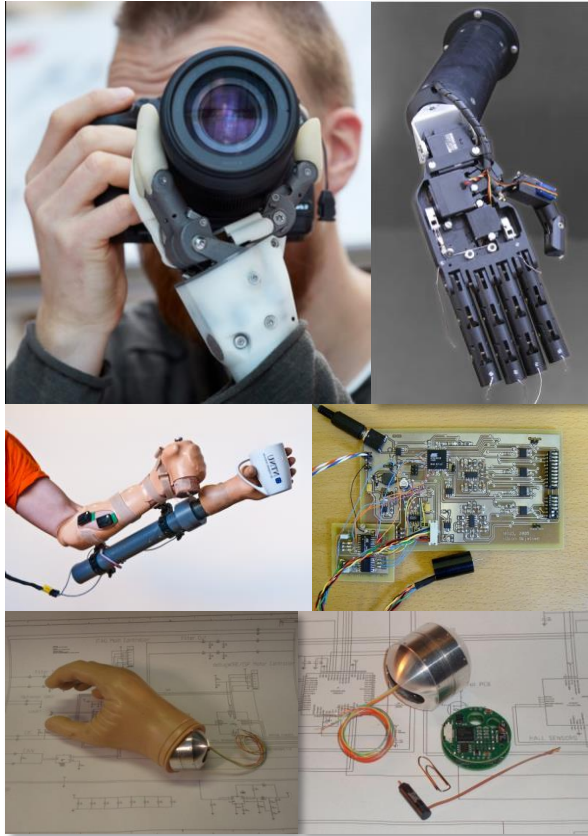
Formål: kyb-fokusert spesialkompetanse på utvalgte tema innen
biologi, medisin og relevant teknologi

Faglig innhold omfatter:

- Medisinsk-teknisk **historie**.
- **Etikk, regelverk og retningslinjer** ift. forskning, kliniske forsøk og dyreforsøk.
- Medisinsk **forskningsmetodikk**.
- **Anatomi og fysiologi**, fokus på muskler, nerver, fordøyelse og endokrinologi.
- Instrumentering for **bioelektriske signaler** (EMG, EKG, EEG, osv.).
- **Elektrisk sikkerhet** relatert til måling, diagnostikk og behandling.
- **Kroppens reguleringsystemer** - tilbakekoblinger, foroverkoblinger, oscillasjoner m.m. i kroppen.
- Eksempler på **anvendelser** i protesestyring og diabetes (blodsukkerregulering).

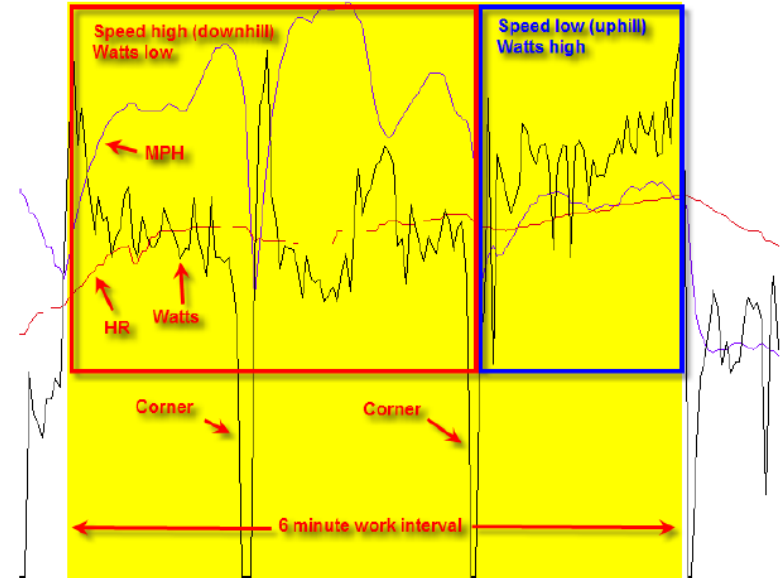
Forelesninger, teoriøvinger og en splitter ny **proteselab**.

Eks. på tidligere studentoppgaver innen konstruksjon og styring av avanserte håndproteser (2019-)



- Robotic Motor Rehabilitation in the Era of Artificial Intelligence
- Lysmyografi-sensor for protesestyring
- Kraftmålingsmatrise for protesestyring
- Multimodal styring av håndprotese
- High-density SEMG electrode array and data acquisition
- Styringsstrategier for hydraulisk håndprotese
- Haptic feedback for hydraulic hand prosthesis
- Multifysikk-simulator for Hy5-protesen
- Intrinsic sensor feedback control for the MyHand prosthesis
- Feedback system for hydraulic hand prosthesis
- Bruker-tilbakekobling for håndprotese
- Utprøving av intern sensor-tilbakekobling i MyHand-protesen
- Prototyp for kontinuerlig vibrotaktile tilbakekobling i håndprotese
- Utprøving av avanserte styringsalgoritmer for myoelektrisk håndprotese
- To-kanals bruker-tilbakekobling i håndprotese

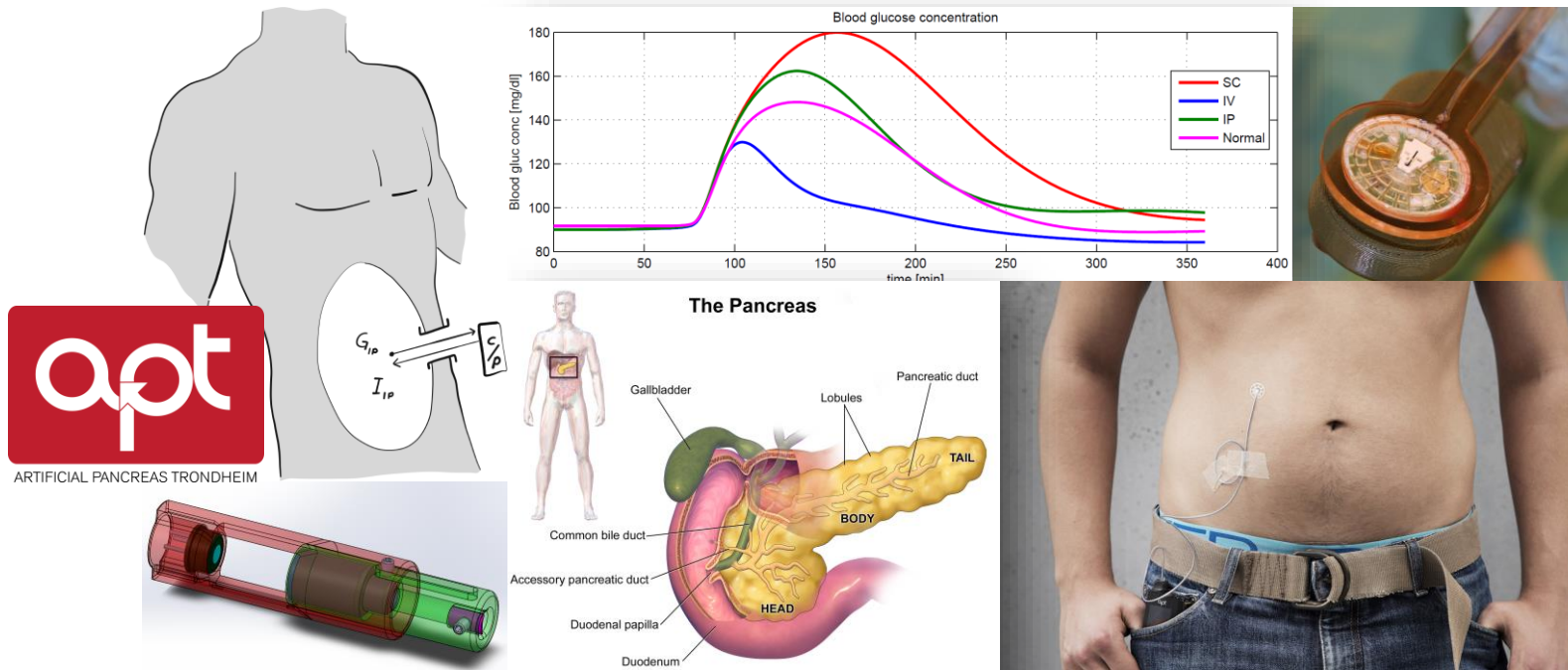
Eks. på tidligere studentoppgaver: Instrumentering og estimering for toppidrett



- Modellbasert optimalisering av «pacing-strategi» i utholdenhetsidretter

F.eks. landeveissykling og «time trial» i kupert terreng.

Eks. på tidligere studentoppgaver: Måling og styring av blodsukker hos diabetespasienter



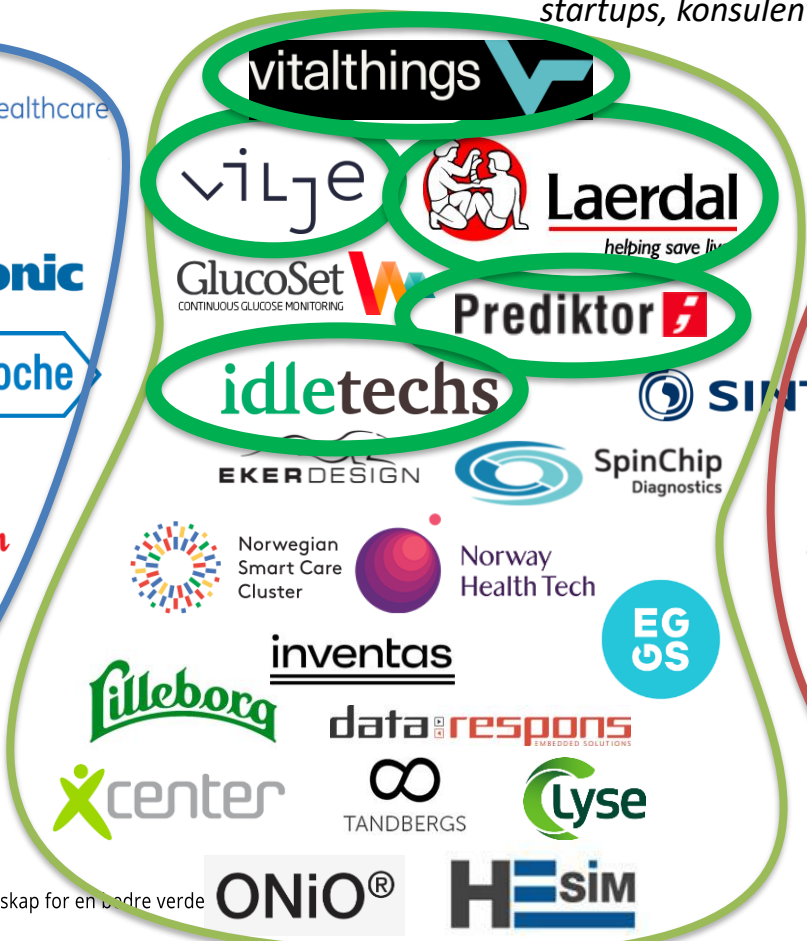
Eksempler på potensielle arbeidsgivere

Nasjonale bedrifter,
startups, konsulenter

Samfunn – drift,
forskning
og utvikling



Store,
internasjonale
aktører



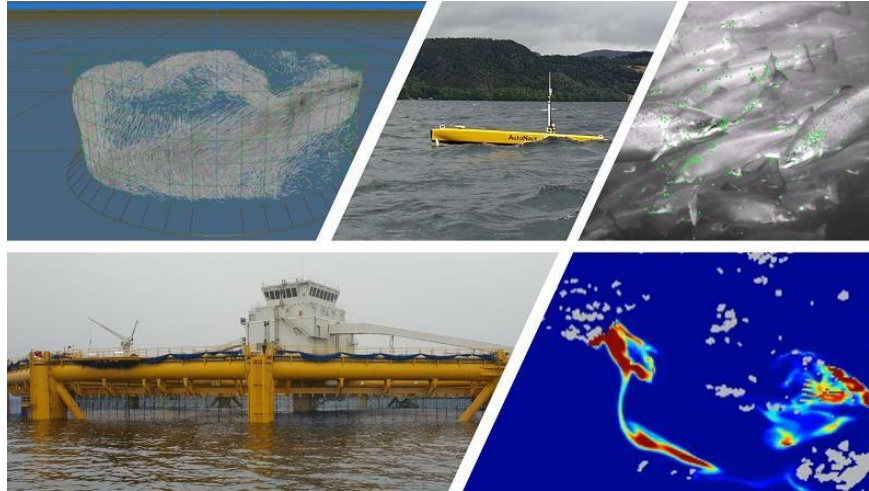
Havbiokybernetikk

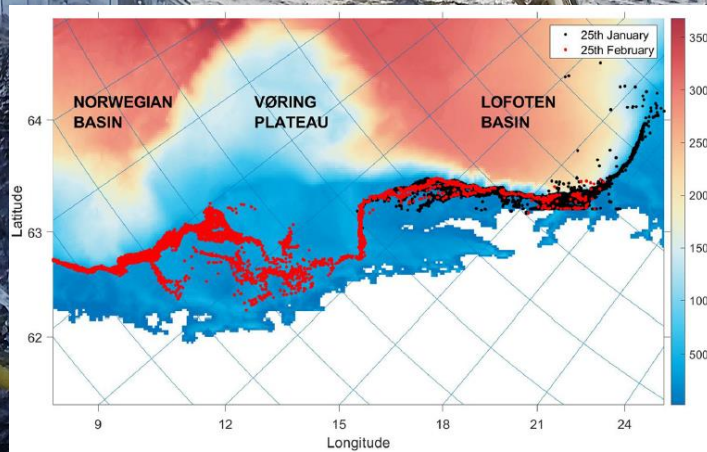
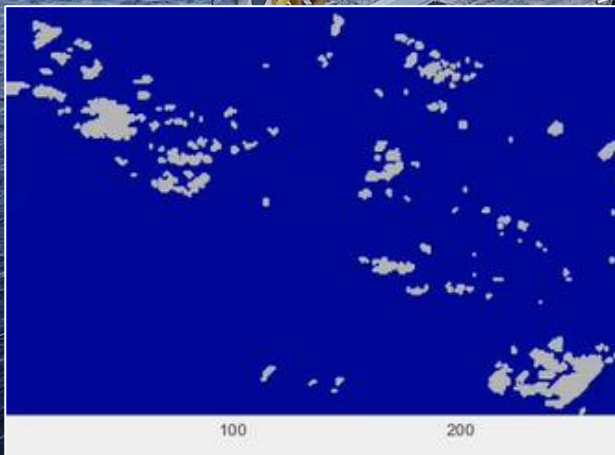
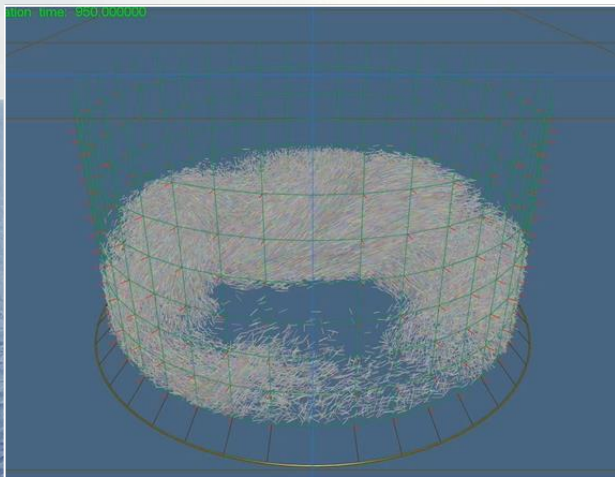
Jo Arve Alfredsen / Morten Alver



Hovedprofil: Havbiokybernetikk

I denne hovedprofilen lærer du om anvendelse av kybernetikk for teknologiutvikling innenfor **akvakultur**, **fiskeri** og **havforskning**.





HOVEDPROFIL: Havbiokybernetikk (Fiskeri- og havbrukskybernetikk)

Læringsmål:

- Tilegne seg avansert kunnskap innen kybernetikk i kombinasjon med kunnskap om sentrale emner innen marin biologi og marin biologisk produksjon
- Kunne arbeide selvstendig med praktisk og teoretisk problemløsning innen havbruk/fiskeri/havforskning med kybernetikk som metodegrunnlag

Du kan f.eks. lære å:

- Utvikle instrumenter for å måle fysiske og biologiske variable i havet og i oppdrettsenheter
- Modellere atferd, fysiologi og populasjonsdynamikk hos fisk/plankton
- Modellere/estimere havets fysikk og biologi
- Lage reguleringssystemer for produksjon av fisk og plankton
- Lage små ultralydsendere for sanntids observasjon av fisks atferd

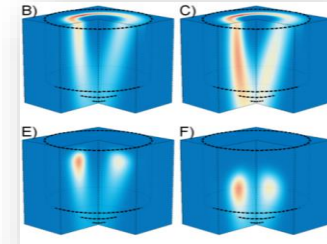
ÅR	SEM	Studiepoeng			
		7.5	7.5	7.5	7.5
5	10V	MASTER HB-kyb			
	9H	KYB/TEKN* Valgbart	FORDYPN TK14/15/17	PROSJEKT HB-kyb	
4	8V	KYB/BIO Valgbart	KYB/BIO Valgbart	KYB/BIO Valgbart	EIT
	7H	KYB/TEKN Valgbart	KYB/TEKN Valgbart	KYB/BIO Akvakultur	BIO Oseanografi

TTK14: Precision Fish Farming (M. Føre)

TTK15: Oseanografisk instrumentering og biotelemetri (J.A. Alfredsen)

TTK17: Havdynamikk og havmodellering (M. Alver)

* Komplementæremner dekkes av BIO i 7H



Ansvarlige:
Jo Arve Alfredsen,
Morten O. Alver og
Martin Føre

Medisinsk billedannelse

Lasse Løvstakken og Svein-Erik Måsøy



Medisinsk bilgeddannelse

Lasse Løvstakken *et al*

Centre for innovative ultrasound solutions



The Ultrasound Group

2 technical professors

1.5 clinical professors

1 Associate professor (50%)

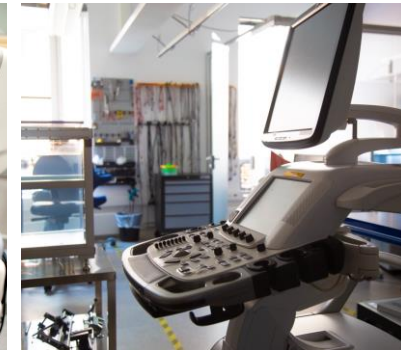
1 senior engineer

Postdocs / researchers: 15

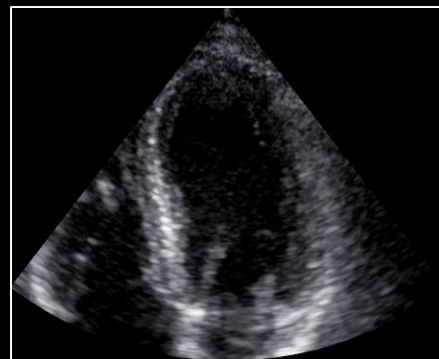
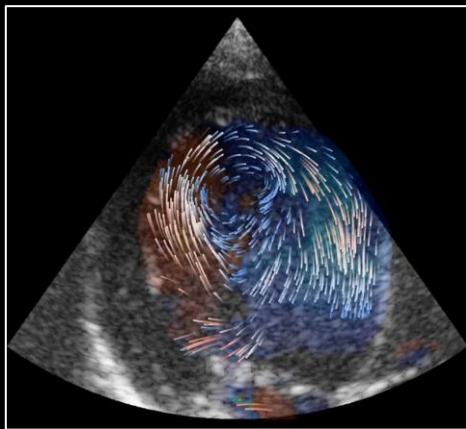
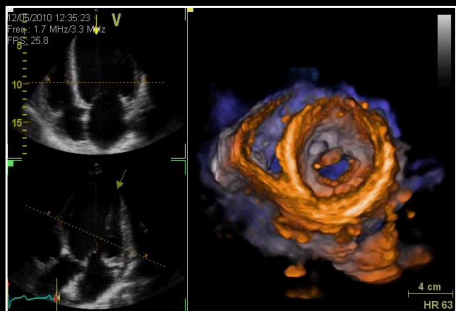
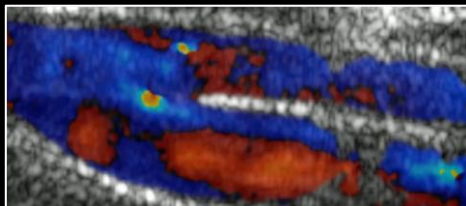
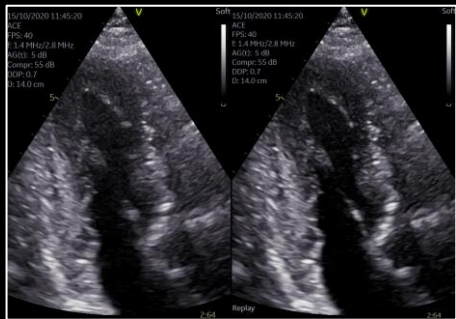
PhD's: 30

Innovation manager: 0.5

In total 50-60 people



Next-generation medical ultrasound imaging



Next-generation **image quality** with optimized transducer and image formation

New markers of cardiac function from blood flow and tissue properties

AI-based image analysis and diagnostic support

CENTRE FOR INNOVATIVE ULTRASOUND SOLUTIONS

– for Health Care, Maritime,
and Oil & Gas



GE Vingmed Ultrasound



KONGSBERG



Centre for
Research-based
Innovation

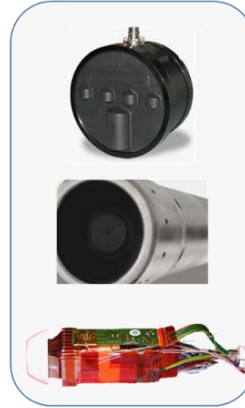
2016 – 2023

Budget of 45 MEuro, ~42 PhDs & Post Docs

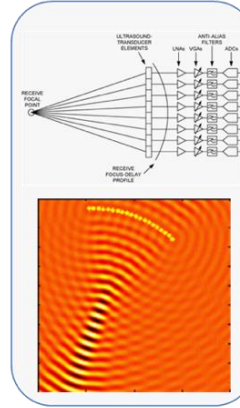


Norwegian University of
Science and Technology

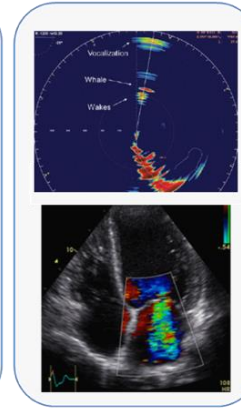
Different applications & frequencies → Same fundamental technology



Transducer &
electronics



Acoustics &
image formation



Signal processing &
Doppler imaging

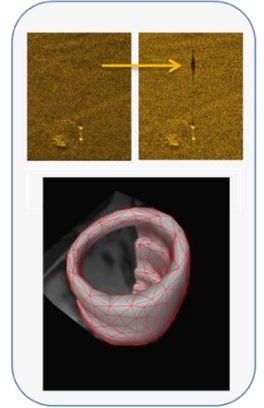
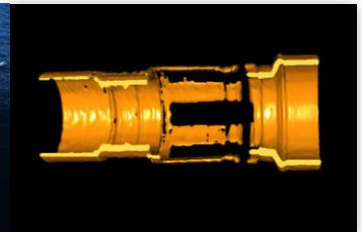
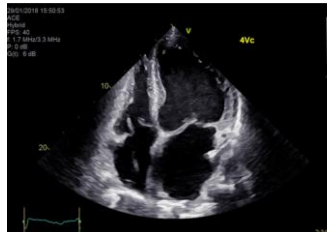
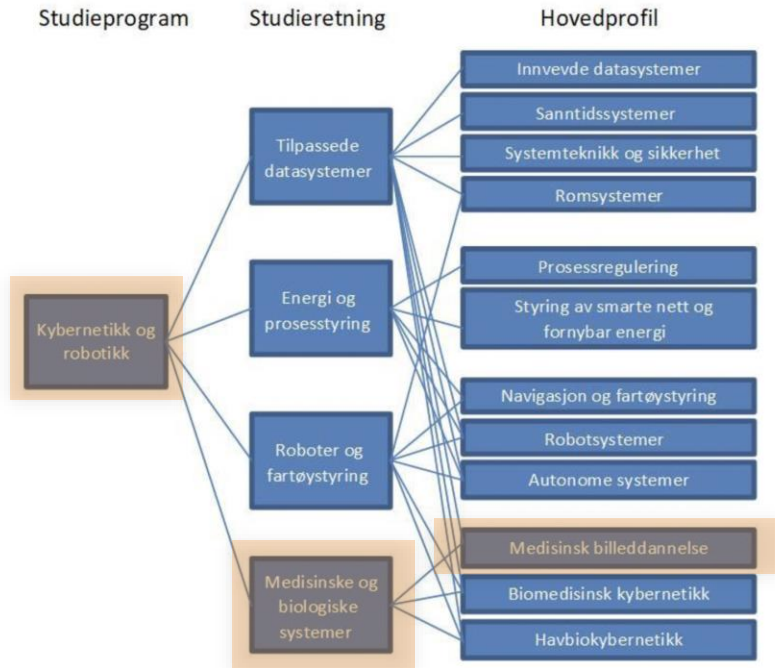


Image
enhancement &
analysis



Hovedprofil medisinsk billedannelse



Fagtilbud

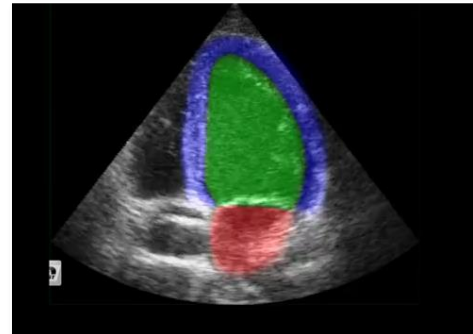
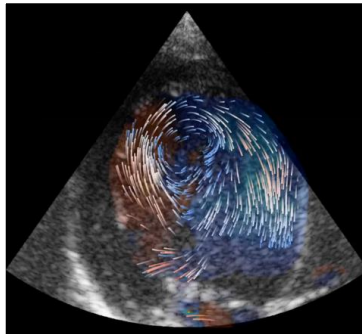
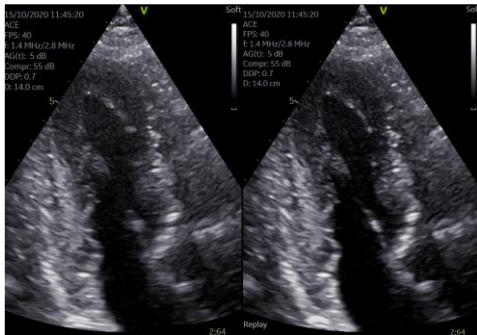
- MFEL3010 Medisin for teknologer (høst)
- MEDT4161 Medisinsk ultralyd-avbildning (høst)
- MEDT4165 Signalbehandling i ultralyd-avbildning (vår)
- TKT4150 Biomekanikk (høst)

Læringsmål

- Medisinske ultralydsystemer
- Signalbehandling
- Bølger, fluiddynamikk
- Lineær algebra, diff.ligninger
- Kliniske anvendelser

Prosjekt / hovedoppgaver

- AI bildeanalyse for automatisk hjertediagnostikk
- Måling av lekkasje i hjerteklaff
- Sanntid billedannelse med GPU-teknologi
- Nettbrettbasert ultralyd for jordmødre i Afrika
- Deteksjon av kontrastmiddel i kreftsvulst
- Forbedring av bildekvalitet i hjerte og fosteravbildning
- Vevskarakterisering med to-frekvens ultralyd



Karrieremuligheter

Forskningskarriere / sykehussektor

NTNU, UiO, USN, UiB, sykehus

Medisinsk industri

GE HealthCare, Medistim, Aurotech, div. sykehus

Industri, *non-destructive testing*

Equinor, Scslumberger, Archer, Elop, Dolphitech, Sonair...

Maritim industri

Kongsberg Maritime, Norbits, MOWI, Aquagen, Lerøy



KONGSBERG



NORBIT



VITACON.



Olex

MEDSTIM



biim



RESPINOR



Nisonic



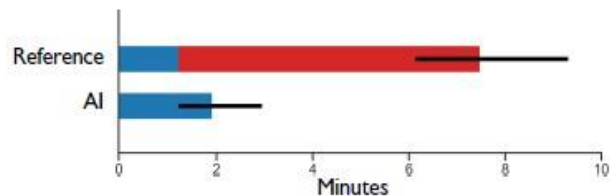
Real-time during scanning



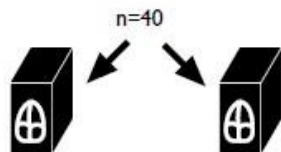
Time used for acquisition and analyses



Measurement time ↓77%



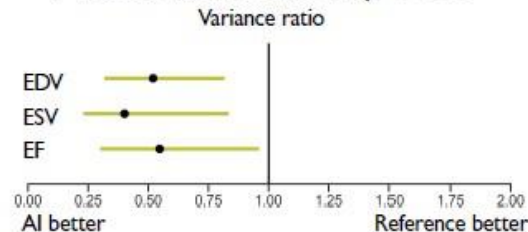
Repeated echocardiograms



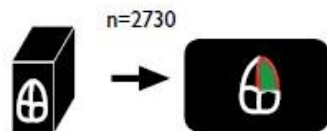
Test-retest variability



Measurement variability ↓45%



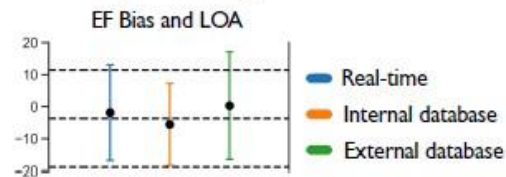
Internal and external databases



Agreement with reference



Measurement agreement $-4 \pm 15\%$



Autonome systemer

Edmund Førland Brekke / Morten Breivik



Autonome systemer

TU Maritim

MENY

LEDIG

NTNU-bedrift løser kritisk utfordring

Senti Systems i Trondheim sørger for helt presis synkronisering av sensorer. Nå er selveste Nvidia interessert i løsningen.

Autonomi foran – m

Norge har flere
Likevel advarer |



Daglig leder Arne Kjørstad (t.v.) i Senti Systems AS viser frem selskapets revolusjonerende boks for tidsstempeling av sensorikk. Her sammen med Stian Lundli. Foto: Jan M Moberg

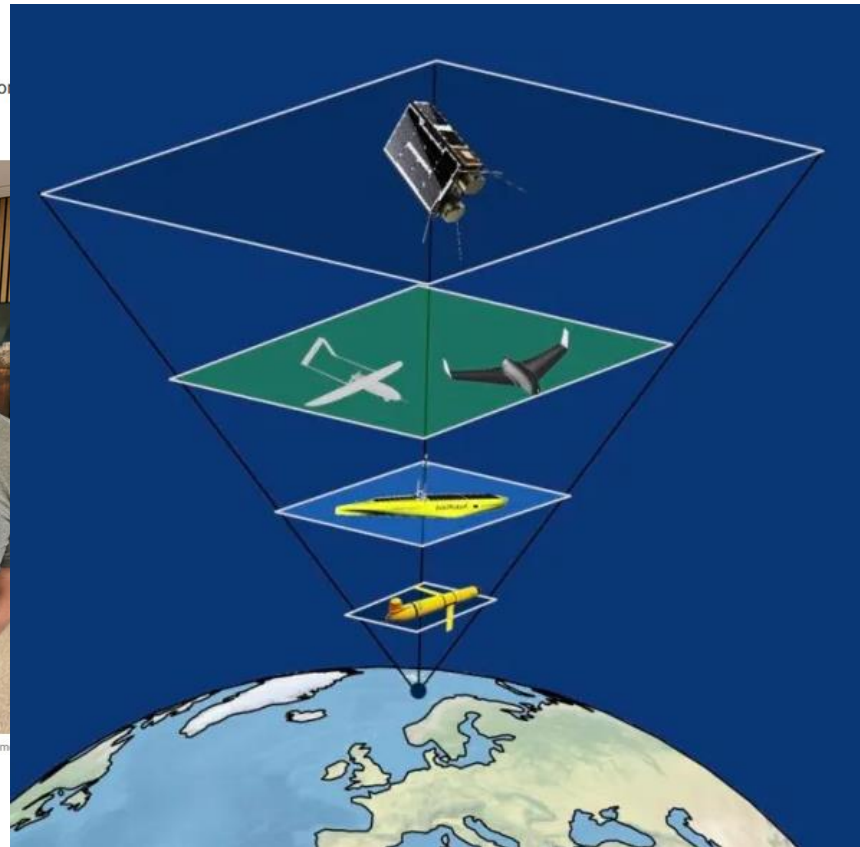
< Del

Kommenter



Jan M. Moberg Teknologiredaktør

14. nov. 2024 - 17:00



Autonome systemer: 4. klasse

- **Verdensledende emner** ved NTNU: «Creme de la creme» innen autonome systemer
- Navigasjon og fartøystyring for ubemannede skip, fly og undervannsfartøy
- Sensorfusjon, robotsyn, oppdragsplanlegging, multivariat dataanalyse, maskinlæring

Høst Obligatoriske og valgbare emner - 4. år

◆ Kode	◆ Navn	◆ SP	◆ Status
TTK4190	Navigasjon og fartøystyring	7.5	O
TTK4250	Sensorfusjon	7.5	O
TTK4147	Sanntidssystemer	7.5	VA
TTK4150	Ulineære systemer	7.5	VA
TTK4155	Industrielle og innbygde datasystemers konstruksjon	7.5	VA
TTK4215	Adaptiv regulering	7.5	VA
TTK4265	Optisk fjernmåling	7.5	VA
TDT4195	Grunnleggende visuell databehandling	7.5	VB
TMR4240	Marine reguleringssystemer I	7.5	VB
TTT4120	Digital signalbehandling	7.5	VB
TTT4175	Marin akustikk	7.5	VB
TTT4234	Romteknologi I	7.5	VB

Autonome systemer: 4. klasse

- **Verdensledende emner** ved NTNU: «Creme de la creme» innen autonome systemer
- Navigasjon og fartøystyring for ubemannede skip, fly og undervannsfartøy
- Sensorfusjon, robotsyn, oppdragsplanlegging, multivariat dataanalyse, maskinlæring

Vår Obligatoriske og valgbare emner - 4. år

◆ Kode	◆ Navn	◆ SP	◆ Status
TTK4255	Robotsyn	7.5	O
TTK4192	Oppdragsplanlegging for autonome systemer	7.5	VA
TTK4260	Multivariat dataanalyse og maskinlæring	7.5	VA
TTT4275	Estimering, deteksjon og klassifisering	7.5	VA
TDT4180	Menneske-maskin-interaksjon	7.5	VB
TMR4230	Oseanografi	7.5	VB
TTK4175	Instrumenteringssystemer og sikkerhet	7.5	VB
TTK4195	Modellering og regulering av roboter	7.5	VB
TTM4100	Kommunikasjon - Tjenester og nett	7.5	VB
TTM4135	Anvendt kryptografi og nettverksikkerhet	7.5	VB
TTT4235	Romteknologi II	7.5	VB

Autonome systemer: 5. klasse



- Relevante **tema** (3.75 studiepoeng) på høsten, avtales med veileder på prosjektoppgaven:
 - TTK1 Innovasjon: Systemutvikling fra idé til produkt (Geir Hasnes)
 - TTK5 Satellite and Inertial Navigation Systems (Torleiv Håland Bryne)
 - TTK6 Robotteknikk (Anton Shiriaev)
 - TTK7 Adaptive Data Analysis: Theory and Applications (Marta Molinas)
 - TTK15 Oseanografisk instrumentering og biotelemetri (Jo Arve Alfredsen)
 - TTK16 Mixed integer optimization in energy and oil and gas systems (Lars Struen Imsland)
 - TTK21 Introduction to Visual Simultaneous Localization and Mapping - VSLAM (Annette Stahl)
 - TTK22 Cyber Physical Networked Vehicle Systems: Models, Algorithms, and Software Frameworks (Konstantinos Alexis)
 - TTK28 Modeling with neural networks (Bjarne Grimstad)
 - TTK29 Hybrid Analysis and Modelling for Digital Twin (Adil Rasheed)
 - TTK31 Design of Experiments (DoE), metamodeling and Quality by Design (QbD) (Frank Ove Westad)
 - TTK32 Autonome systemer: Systemanalyse for sikkerhet (Børge Rokseth, Mary Ann Lundteigen)
 - TTK33 Aerial Robotic Autonomy: Methods and Systems (Konstantinos Alexis)
 - TTK34 Designing Cyber-Human Systems, Trust & Safety (Jon Bernhard Høstmark)
 - TTK35 Satellite Systems Engineering (Tor Arne Johansen)





Navigasjon og fartøystyring

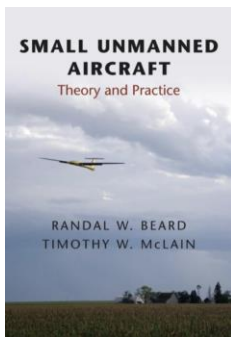
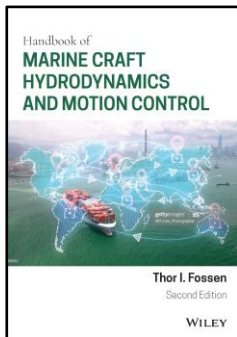
Thor I. Fossen



Navigasjon og fartøystyring

Dersom du velger navigasjon og fartøystyring skal du kunne være i stand til:

- Modellere/skrive opp likningene til marine fartøy, fly og førerløse farkoster inkludert droner (UAV, USV, AUV) og satellitter. Hydrodynamisk og aerodynamisk modellering
- Modeller for treningssimulatorer, digitale tvillinger, VR/AR og beslutningsstøttesystemer
- **Autopiloter, posisjoneringssystemer, veiledningssystemer for banefølgning og navigasjonssystemer**
- **Styresystemer** for skip, undervannsfartøy, fly, førerløse farkoster og droner
- **Kode og implementere** fartøymodeller, navigasjon, veiledning og styresystemer.



Med valgfagene kan du spesialisere deg mot systemer for navigasjon, veiledning og styring (GNC) inkludert implementasjon av GNC-systemer (innebygde systemer/sanntidssystemer)

Høst 4. : To obligatoriske fag

TTK4190	Navigasjon, veiledning og styresystemer for marine fartøy, fly og droner	O
TTK4150	Ulineære systemer	M1A
TTK4155	Industrielle og innbygde datasystemers konstruksjon	M1A

Høst 4. : Et valgfag + et komplementert emne

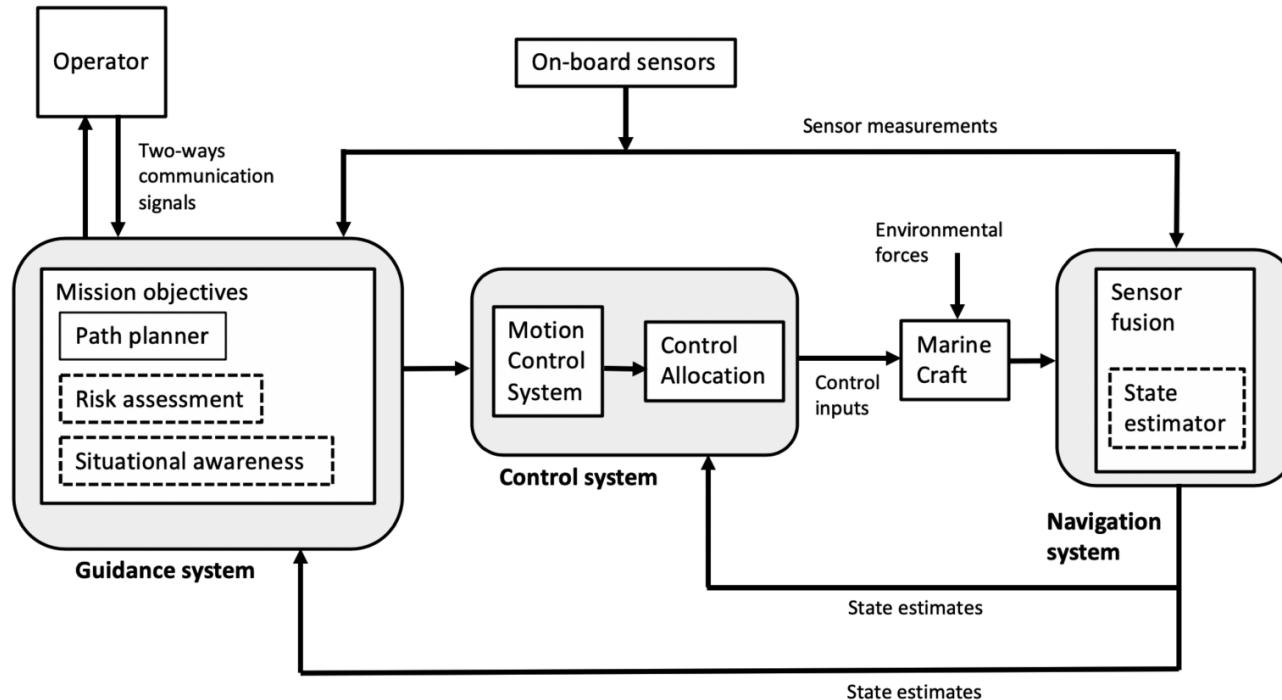
TMA4145	Lineære metoder
TTK4147	Sanntidssystemer
TTK4215	Adaptiv regulering
TTK4250	Sensorfusjon
TFY4345	Klassisk mekanikk
TMA4305	Partielle differensialligninger
TMR4215	Sjøbelastninger
TMR4240	Marine reguleringssystemer I
TTK4265	Optisk fjernmåling
TTT4120	Digital signalbehandling
TTT4175	Marin akustikk
TTT4234	Romteknologi I

Vår 4. : To valgfag + EiT + ingeniøremne annet

studieprogram

TMR4220	Sjøshydrodynamikk
TTK4175	Instrumenteringssystemer og sikkerhet
TTK4195	Modellering og regulering av roboter
TTT4150	Navigasjonssystemer
TTT4275	Estimering, deteksjon og klassifisering
TDT4171	Metoder i kunstig intelligens
TDT4180	Menneske-maskin-interaksjon
TIØ4126	Optimering og beslutningsstøtte for teknisk-økonomisk planlegging
TMA4165	Dynamiske systemer
TMR4225	Marine operasjoner
TMR4230	Oseanografi
TMR4290	Maritime elektriske og hybride kraft- og fremdriftssystemer
TTK4192	Oppdragsplanlegging for autonome systemer
TTK4255	Robotsyn
TTM4100	Kommunikasjon - Tjenester og nett
TTM4135	Anvendt kryptografi og nettverksikkerhet
TTT4235	Romteknologi II

GNC-arkitektur – Tre nye fagområder **G**, **N** og **C** som du kan spesialisere deg i



Andre viktige GNC-spesialiseringer:

Innebygde systemer: Micro-controllere/datateknikk for å implementere GNC-systemer.

Cybersikkerhet: Førreløse systemer kan kompromitteres og kapres av onde aktører. Viktig å beherske programvaresikkerhet, autentiseringssystemer, kryptering av sensorsignaler, pådrag og kommunikasjonssignaler

Engelsk: Guidance, Navigation and Control Systems

Norsk: Navigasjon, veiledning og styresystemer

Eksempler på masteroppgaver

- AUV Path-planning and Path-following Control Systems
- AUV Moving-Mass Roll and Depth Control Systems
- Authenticated Encryption Methods for Feedback Control Systems
- GNSS Lever-Arm Estimation in Aided Inertial Navigation Systems for Ships
- Autonomous Docking of Marine Vessels
- SLAM-Driven Localization and Registration
- Vehicle Collision Avoidance System
- Multicopter Attitude Estimation
- Autopilots for Remotely Operated Vehicle
- UAV Net-Landing System for Marine Operations
- Anti-Collision System for Multirotor Drones
- Indoor Navigation System and Suspended Load Control for Multirotors
- Modelling and Control of VTOL Flying Wing with Thrust Vectoring
- Accurate Drop of Payload using UAVs
- A Vision-Aided Navigation System based on Optical Flow
- UAV Observer Design for Object Localization using IR Camera and GPS
- Path Planning and Adaptive-Gain Super-Twisting Sliding Mode Control of Ships



Robotsystemer

Anton Shiriaev

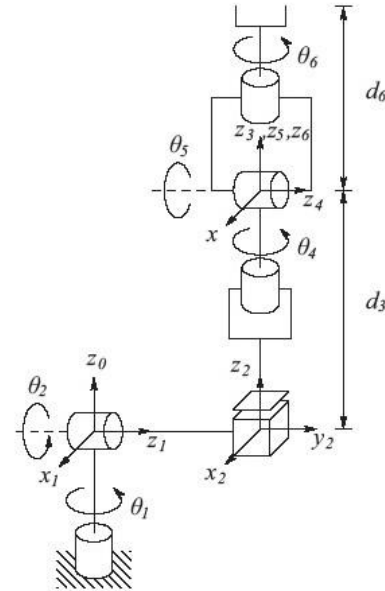
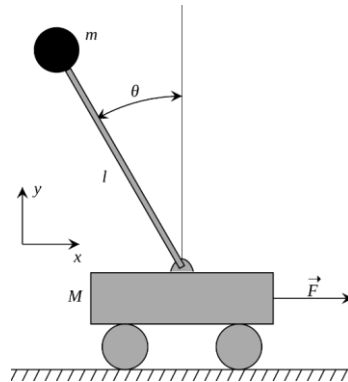


Robotsystemer



Hva vil du lære?

- Matematisk modellering av robotsystemer
- Modellbasert bevegelsesplanlegging
- Kontroll og stabilisering
- Robotsynsystemer og implementasjon



Obligatoriske fag:

- TTK4150 **Ulineære systemer** (*høst*)
- TTK4215 **Adaptiv regulering** (*høst*)
- TTK4195 **Modellering og regulering av roboter** (*vår*)

Relevante emner:

- TTK4250 Sensorfusjon
- TTK4255 Robotsyn
- TK6 Robotteknikk
- TK8 Konstruksjon av innebygde systemer
- TK21 Introduction to VSLAM
- TK23 Introduction to Autonomous Robotics Systems for Industry 4.0
- TK26 Biomedisinsk instrumentering og regulering
- TK25 Computer vision for control



Hva skal du velge

- En av hovedprofilene
 - <https://www.ntnu.no/studier/mttk/hovedprofiler>
- Komplementært emne (K-emne)
- Hovedprofil må velges før 15. mai
- Valgbare emner må velges før 15. mai
 - Kan endres til 15. september
- Få godkjent praksisen
 - <https://innsida.ntnu.no/praksis>



Andre spørsmål?

