

Humanoidernas roll i framtidens industri



Västerås

Agenda

- ▶ Generellt om humanoider
- ▶ Träning och utmaningar
- ▶ Regler och förordningar
- ▶ Humanoid på MDU

Robotik

- ▶ Ordet “robot”: Karel Čapek, R.U.R. (1921)
- ▶ Tjeckiskans robota = tvångsarbete / slaver
- ▶ Definition (Encyclopedia of Robotics):

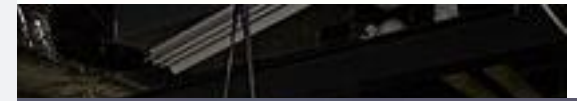
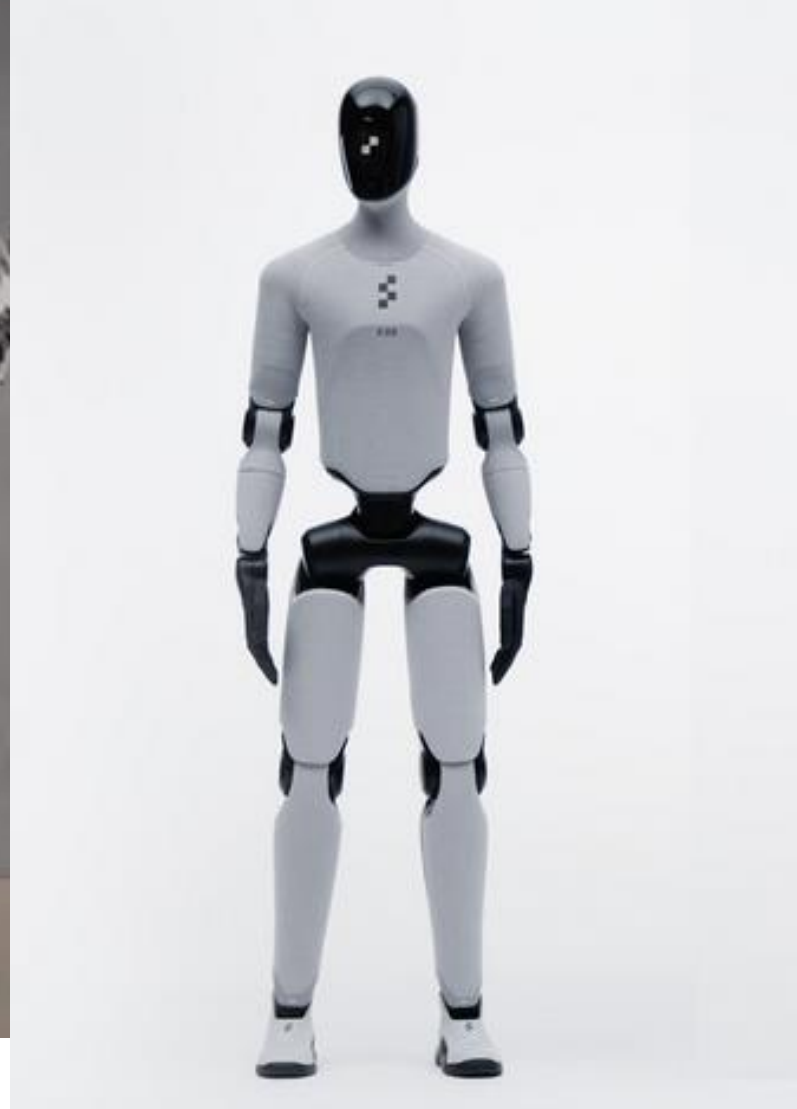
“A robot is a complex mechatronic system enabled with electronics, sensors, actuators, and software, with a certain degree of autonomy.”

- ▶ Humanoid
 - Generalist snarare än specialist



Humanoid

- ▶ 1970-tal – W
- ▶ 2000 – Hond
- ▶ 2013 – Atlas
- ▶ 2016 – Unitre
- ▶ 2021-2022 –
- ▶ 2023
 - Unitree H1
 - Figure AI
 - Agility Robotics
- ▶ 2024-2025 – Explosionsartad tillväxt: 50 bolag globalt
- ▶ 2025 – Unitree H2, NVIDIA GR00T N1.5, Pi0



Prognos

- ▶ Ca 50 bolag globalt med aktiva humanoidsatsningar
- ▶ Figure AI, Agility Robotics, Tesla, 1X, Apptronik, Unitree
- ▶ Marknadsvärde idag: \$2–3 miljarder
- ▶ Prognos 2035: upp till \$200 miljarder (Barclays Research)
- ▶ Drivkrafter:
 - Brist på industriarbetskraft
 - Stigande lönekostnader
 - AI-genombrott (LLM, VLA-modeller)
 - Skalbar hårdvara

Källor

<https://www.mckinsey.de/industries/industrials/our-insights/humanoid-robots-crossing-the-chasm-from-concept-to-commercial-reality>

<https://www.businesswire.com/news/home/20260114100182/en/Barclays-Research-Finds-Humanoid-Robotics-On-Track-to-Become-a-%24200-Billion-Market-by-2035>

Varför humanoider?

▶ Traditionella industrirobotar

- Fasta arbetspositioner
- Kräver ombyggd miljö
- Hårt programmerade uppgifter
- Hög omställningskostnad

▶ Humanoider

- Rör sig i befintliga miljöer
- Kan använda mänskliga verktyg
- Generalist – om-tränas med ny data
- Socially acceptable

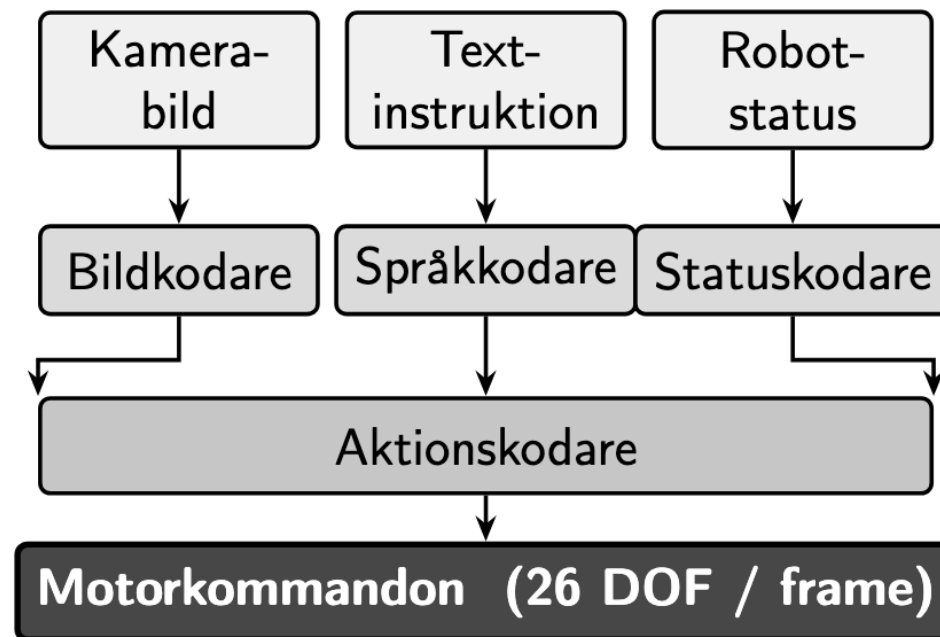
Humanoider i industrin

- ▶ Tesla Optimus – Internt i Teslas fabriker
- ▶ • Figure AI (Figure 02) – Partnerskap med BMW
- ▶ • Agility Robotics (Digit) – Amazon-samarbete
- ▶ • Boston Dynamics (Atlas) – Fokus på dynamik och rörelse; ny elektrisk version
- ▶ • Unitree Robotics – Kostnadseffektiva plattformar (G1, H1, H2), används vid MDU
- ▶ • 1X Technologies – Fokus på husservice och lätt industri
- ▶ • Apptronik (Apollo) – NASA-spin-off; lager och tillverkning

AI-driven styrning som kärnteknologi!

Vision-Language-Action (VLA) model

- ▶ Vision – Tolkar kamerabilder (CNN, CLIP, etc.)
- ▶ Language – Förstår naturliga instruktioner (LLM)
- ▶ Action – Genererar motorkommandon



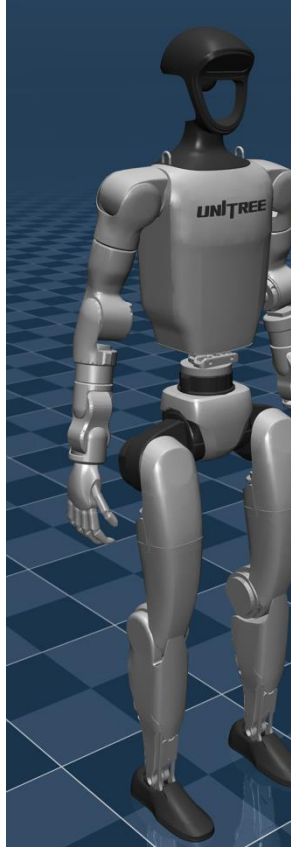
Att träna en humanoid?

- ▶ **Datainsamling via teleoperation**
 - VR-headset
- ▶ **Dataskapande – episoder**
 - Varje episod: kamerabild + ledvinklar + actions
 - 500+ episoder
- ▶ **Träning av VLA-modell**
 - Fine-tuning av förtränad modell (ex. GR00T, Pi0) med Imitation Learning
- ▶ **Validering – Sim2Real**
 - Testa i simulering → testa på riktig robot



Utmaningar

- ▶ Sim-to-Real gap
- ▶ Finmotorik
- ▶ Drifftid
- ▶ Kostnad
- ▶ Säkerhet
- ▶ Träningsdatamängd
- ▶ Regelefterlevnad



Utmaningar

- ▶ Sim-to-Real gap
- ▶ Finmotorik
- ▶ Drifftid
- ▶ Kostnad
- ▶ Säkerhet
- ▶ Träningsdatamängd
- ▶ Regelefterlevnad

Regler och förordningar

Två regelverk gäller simultant för AI-drivna humanoider

EU AI-akten

- ▶ Klassificerar AI-system efter risknivå

EU Maskinförordningen

- ▶ Reglerar “AI-baserade maskiner”
- ▶ Autonoma system med learning

Inget av dem ersätter det andra – båda gäller.

EU AI-akten

- ▶ Antagen 2024, fullt i kraft 2026
- ▶ Gäller alla AI-system som sätts på **EU-marknaden**
- ▶ Riskbaserad modell – fyra nivåer

- ▶ De fyra risknivåerna:
 - Oacceptabel risk – förbjudet (social scoring, etc.)
 - Hög risk – strikta krav (hit hör industrirobotar, humanoider)
 - Begränsad risk – transparenskrav
 - Minimal risk – inga krav (t.ex. spamfilter)

EU AI-akten

▶ Vad krävs för högrisk-AI?

- Riskhanteringssystem dokumenterat under hela livscykeln
- Data governance – träningsdata ska kunna redovisas
- Teknisk dokumentation och loggning av beslut
- Möjlighet till mänsklig tillsyn och ingripande
- Robusthet, noggrannhet och cybersäkerhet
- CE-märkning och registrering i EU-databas

EU Maskinförordningen

- ▶ Ersätter Maskindirektivet
 - Reglerar maskiner, även AI-drivna
 - Tvingande krav innan en maskin får säljas (CE-märkning)
- ▶ Nyheter jämfört med 2006:
 - Explicit reglering av självlärande maskiner
 - Cybersäkerhet som säkerhetskrav
 - Grundläggande krav (urval):
 - Nödstopp och säkert stopptillstånd
 - Skydd mot oavsiktlig start
 - Säker människa-robot-samarbete
 - Teknisk dokumentation
 - Instruktioner på köparens språk
 -

Vad innebär detta?

- ▶ Branschen varnar för att dubbla konformitetsbedömningar riskerar förseningar och hämma innovation
- ▶ Mycket dokumentation och testning
- ▶ Kan behöva certifiera om efter ytterligare träning
- ▶ Kan å andra sidan bli konkurrensfördel – kvalitetssignal

Humanoid på MDU



VOLVO

Construction Equipment

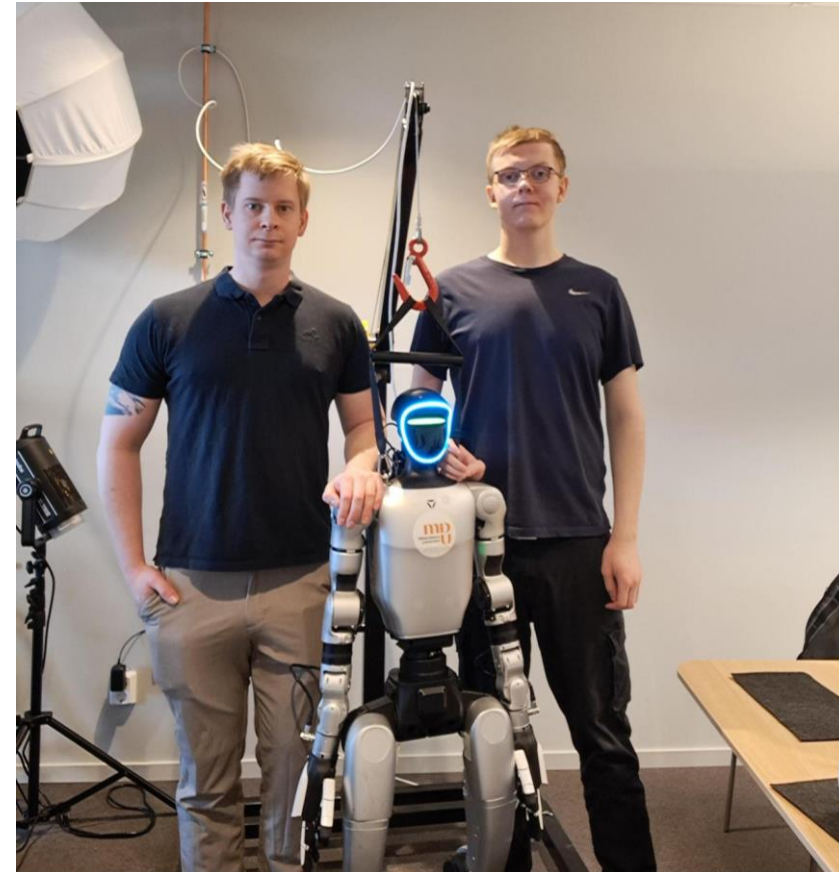
- ▶ MARC projektet
 - Volvo CE och MDU köpte en Unitree G1-humanoid
- ▶ Hur kan den användas i produktion?
- ▶ Exjobb med kitting i fokus

Exjobb

“Evaluating Humanoid Robots for Industrial Applications”

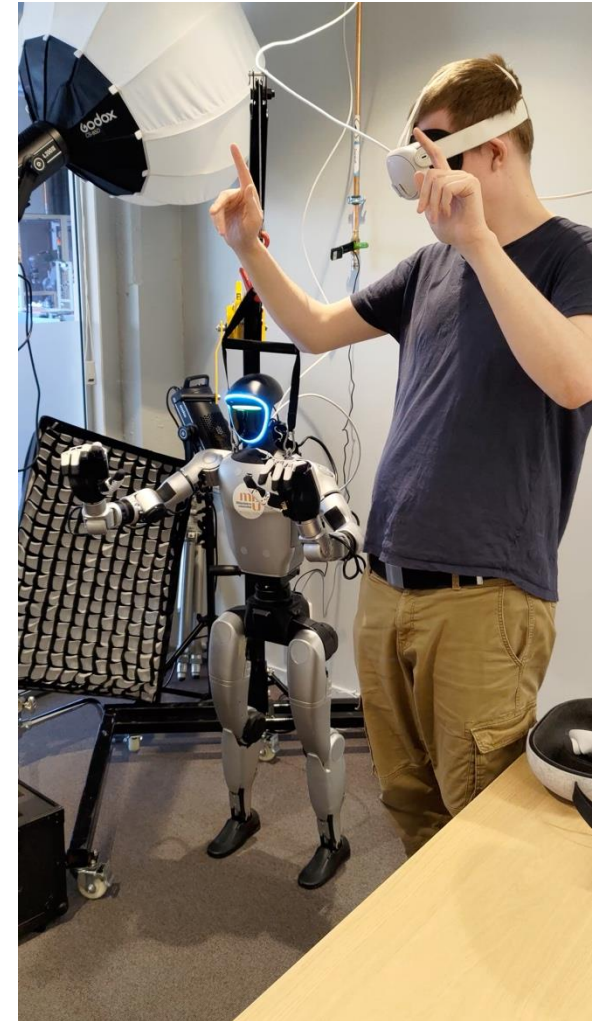
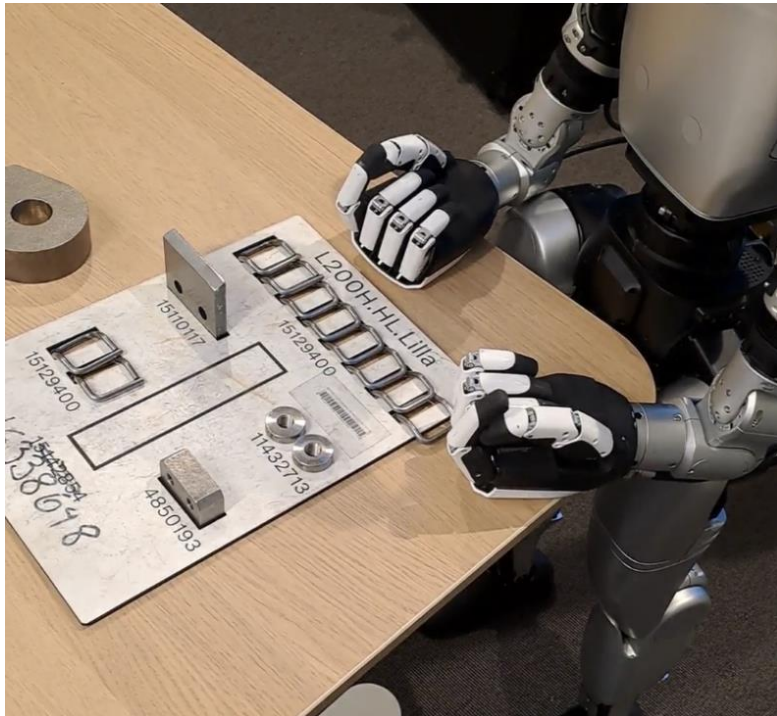
Rasmus Larsson, Nicklas Andersson

- ▶ Kan humanoiden lära sig en pick-and-place uppgift med en VLA-modell?
- ▶ Hur kan teleoperation användas för att effektivt samla träningsdata lämpliga för VLA?
- ▶ Hur väl transfererar policies tränade på simuleringsdata till verkliga humanoiduppgifter?



Exjobb

- ▶ Pick-and-place
- ▶ Metaquest för att samla in data



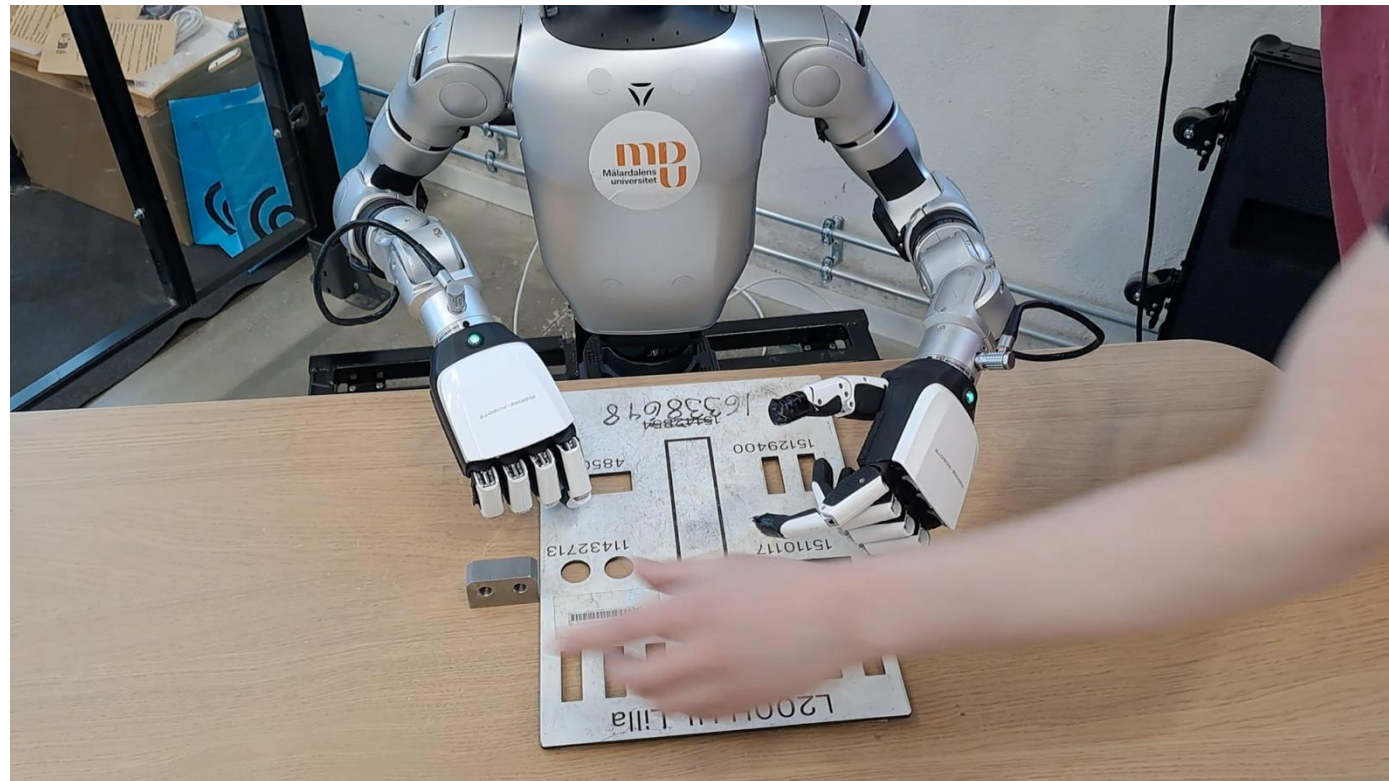
Exjobb

- ▶ **Träningshårdvara: AMD 9950X3D + NVIDIA RTX 5090 32 GB**
- ▶ **500 episoder**
 - Varje episod sparar bilder från kameran, ledvinklar på roboten (26), och textinstruktion
- ▶ **Simulering: NVIDIA Isaac Sim / Isaac Lab**
 - GPU-parallellisering: hundratals robotar tränas samtidigt
 - CAD-filer från Volvo (kitting-delarna)



Resultat (än så länge)

- ▶ Setup: GR00T N1.5, 500 episoder (riktiga roboten), 300 000 träningssteg



Resultat (än så länge)

- ▶ Setup: GR00T N1.5, 500 episoder (riktiga roboten), 300 000 träningssteg
 - Positivt: Roboten medveten om delen – hand följde objektet
 - Negativt: Greppförmåga praktiskt obefintlig – del plockades upp extremt sällan
 - Offline-validering: GR00T-kurvorna kaotiska (stor avvikelse från ground truth)
 - Simuleringstestning ännu sämre än på riktig robot

Slutsats: GR00T N1.5 passar inte för denna specifika uppgift med tillgänglig hårdvara

Byte av modell -> In progress

Resultat (än så länge)

- ▶ Pi0-modell (Physical Intelligence)
- ▶ Nytt/omgjort dataset
- ▶ Träning pågår
- ▶ Bara en bit än så länge..

Tack!
Frågor?

niklas.persson@mdu.se