

---

# Humanoidni roboti

Zakaj jih potrebujemo in kdaj bodo postali uporabni?

Aleš Ude

# ASIMO (<http://asimo.honda.com/>)

- Prostostne stopnje (34 servo motorjev)
  - Glava: 3
  - Roke: 2 x 7
  - Dlani: 2 x 2 (aktivne stopnje: palec in ostali prsti)
  - Pas: 1
  - Noge: 2 x 6
- Litij-ionska baterija, zadostuje za 1 uro gibanja, 13 kg
- Senzorji
  - Senzorji sile na vsakem podplatu in zapestju
  - Stereo kamera, trije mikrofoni in ultrazvok
  - Žiroskop in pospeškomer vgrajena v torzo
- Velikost: 130 cm, teža: 54 kg,
- Hitrost hoje / teka: 2.7 / 6 km/h,
- Prijem: 0.5 kg v vsaki roki



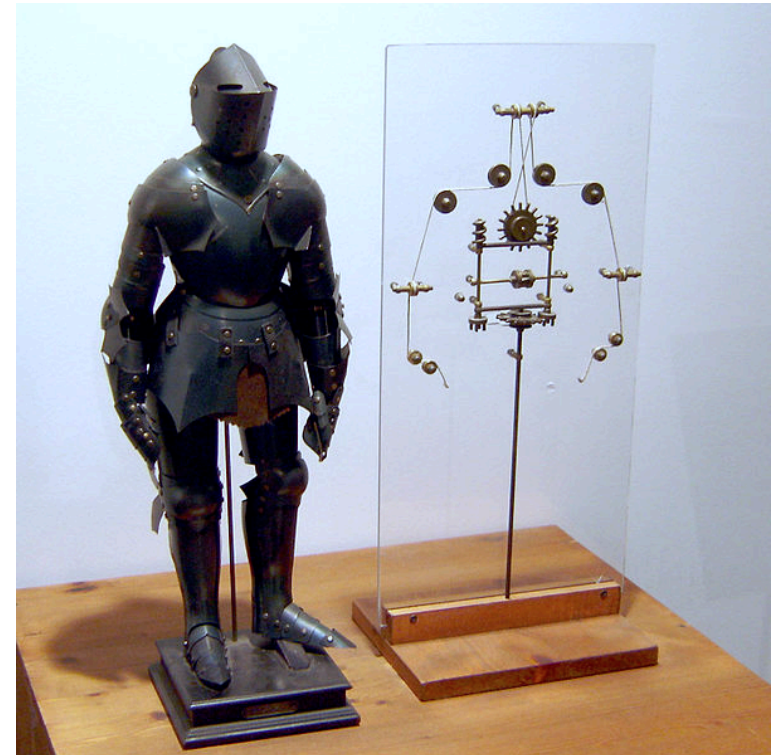
# Zakaj humanoidni roboti

- Platforma za preizkus računskih teorij o tem, kako delujejo človeški možgani
- Zaradi podobnosti ljudem so primerni za delo v domačih okoljih, ki so prilagojena človeku.
- Ljudje lažje sprejmejo robota, ki jim je podoben.
  - Pomoč v domačih okoljih, na primer za starejše ljudi.
  - Sodelovanje s človekom v industriji.



# Humanoidni roboti v preteklosti

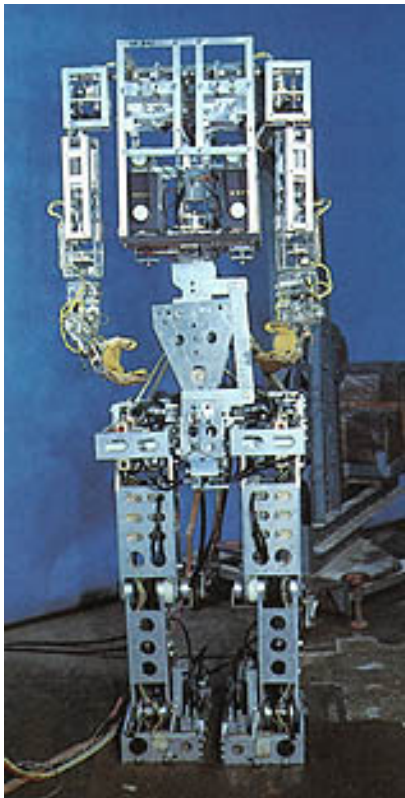
- Mehanični vitez (Leonardo da Vinci, okoli leta 1495)
- Mehanizem je lahko stal, premikal roke in vizir
- “Robota” so ponovno zgradili na osnovi Leonardovih skic, ki so se izkazale za funkcionalno pravilne



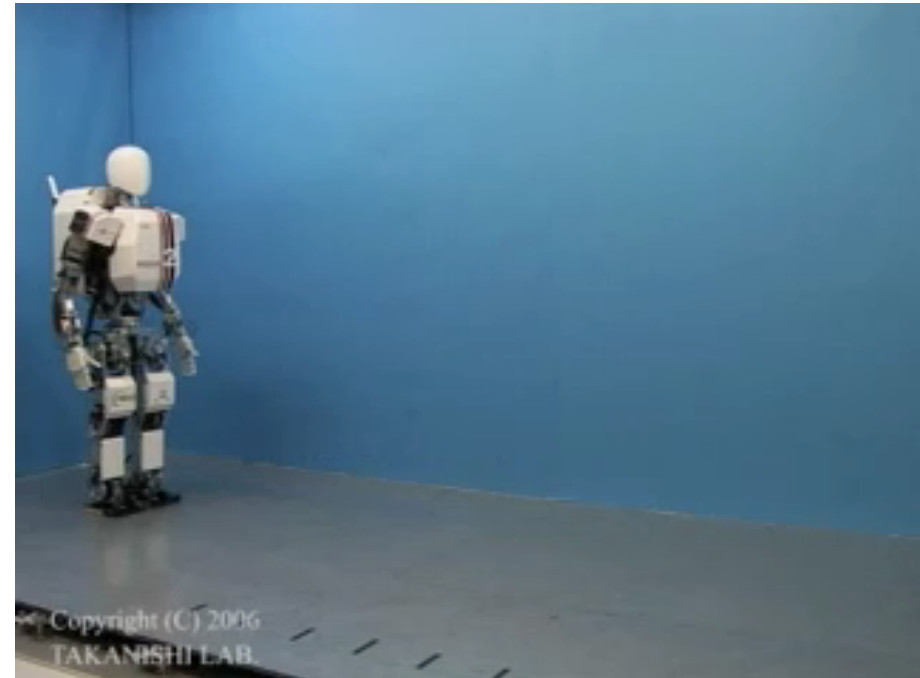


# Prvi moderni humanoidni robot

---



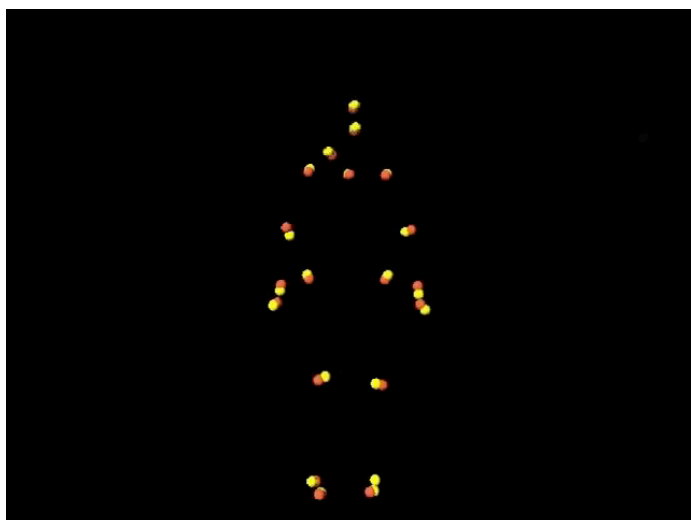
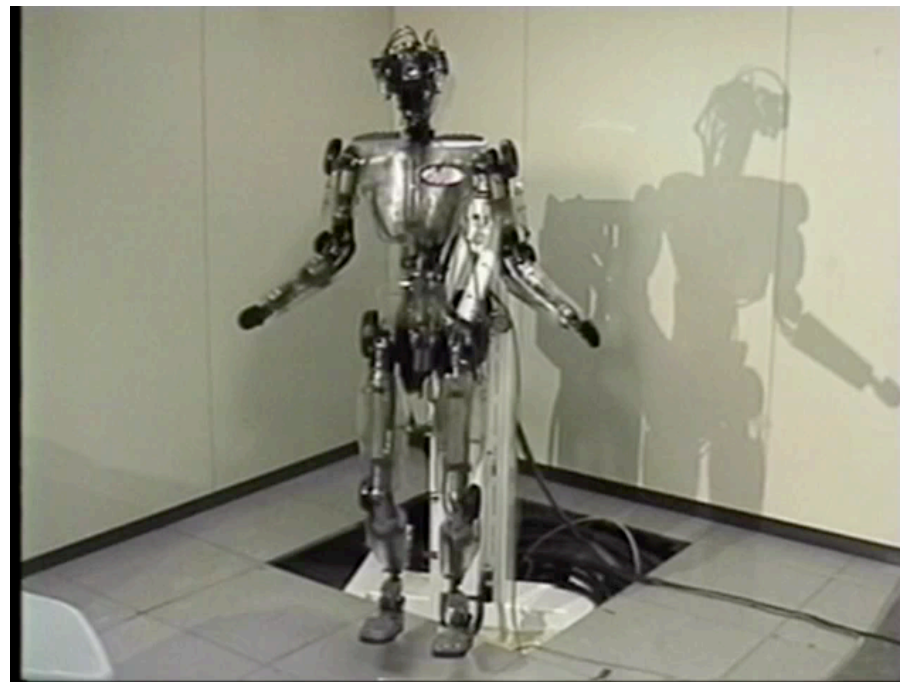
Wabot-1 (= Waseda Robot),  
Univerza Waseda, Tokio, 1973  
(Kato, Takanishi)



Wabian II, 2006

# Začetek današnjih humanoidnih robotov

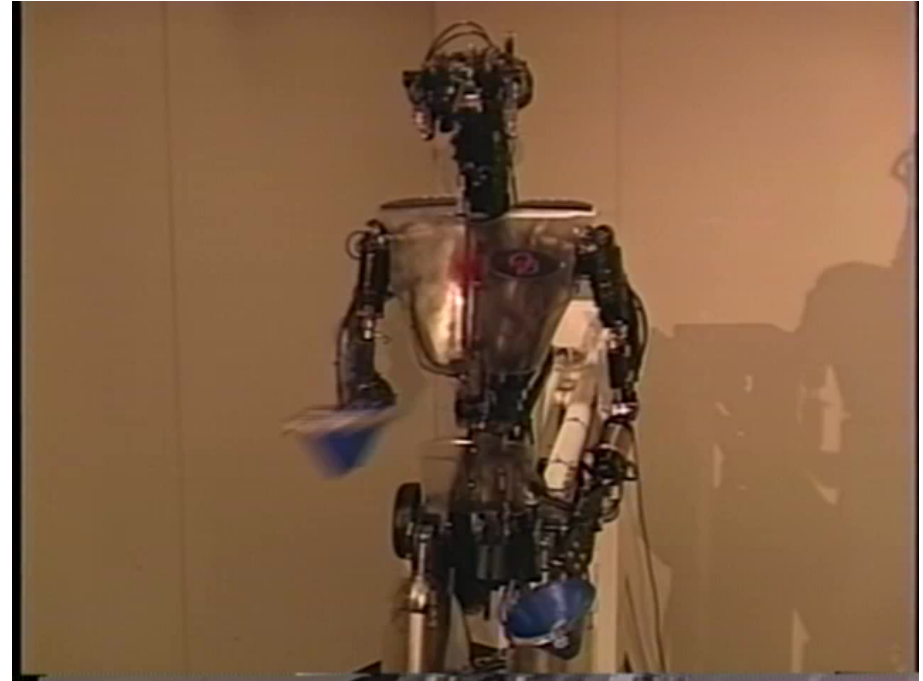
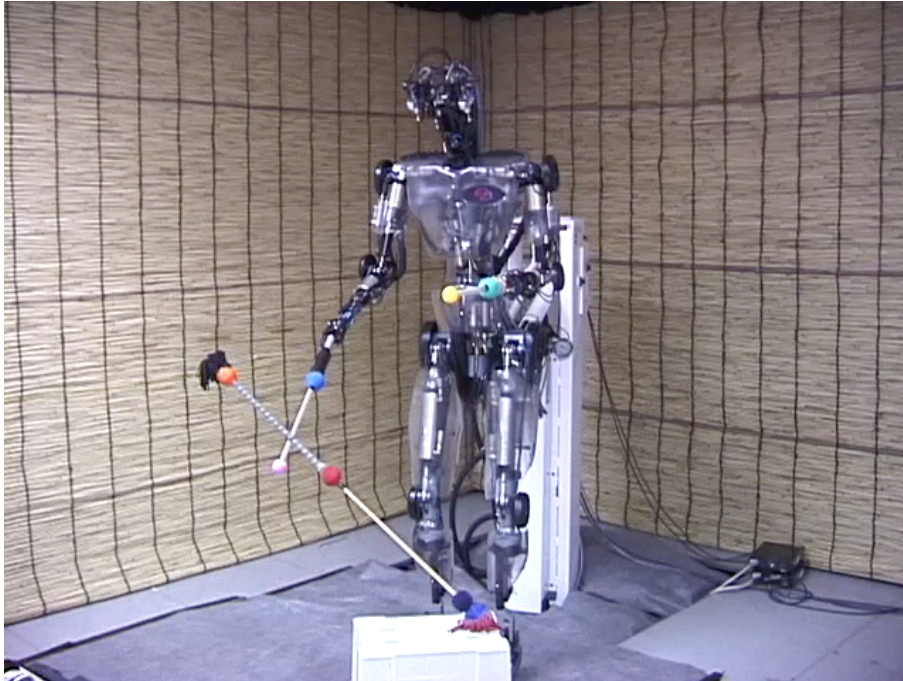
---



Humanoids 2000, Boston, ZDA

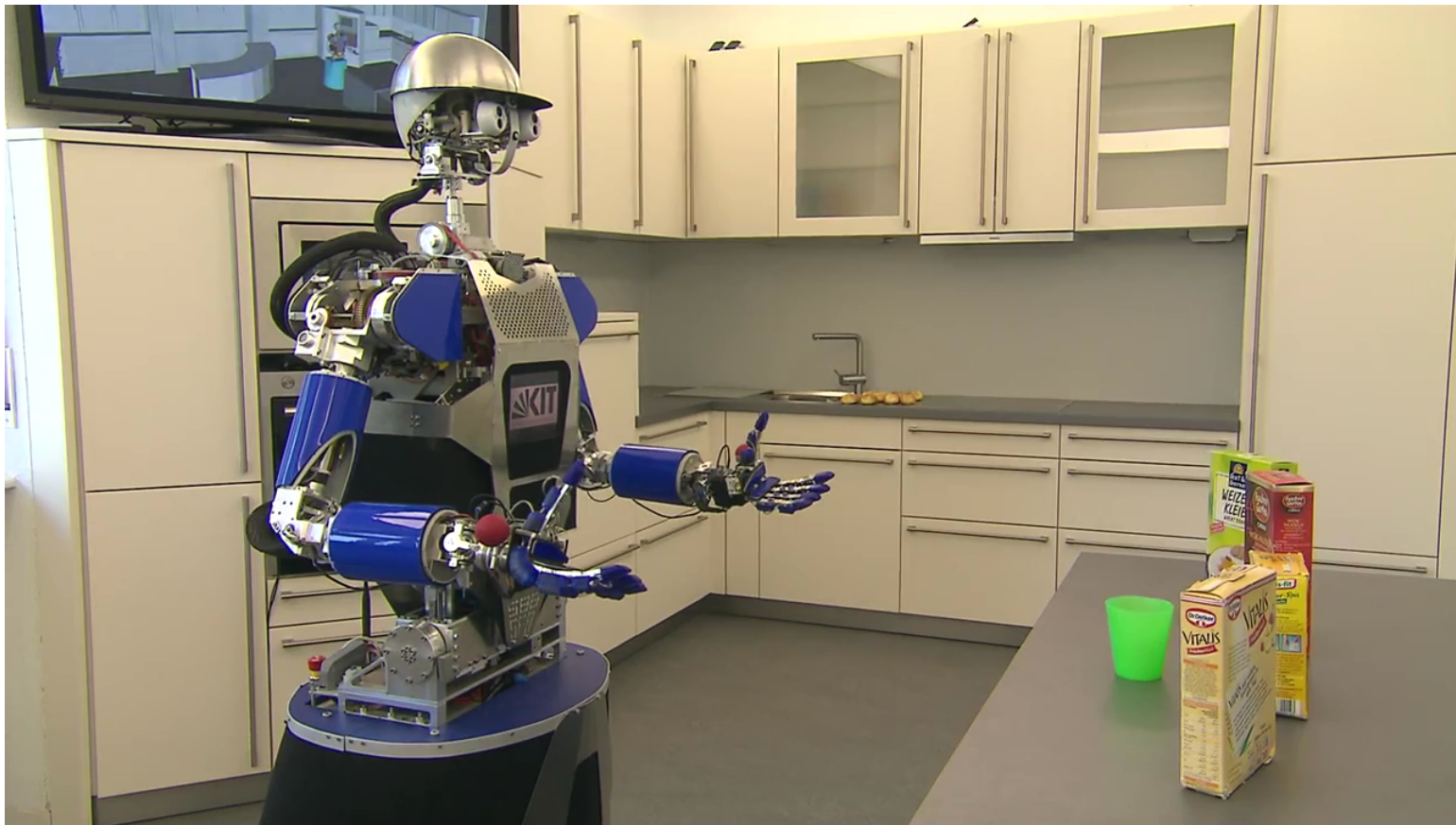
# Učenje motoričnih spretnosti

---



DB (ATR & SARCOS, 2000)

# Humanoidni roboti v domačih okoljih



Serijska humanoidov ARMAR, Univerza v Karlsruheju, Nemčija  
(Asfour, Dillmann, od leta 2000 naprej)



# Serijska humanoidnih robotov HRP

- HRP: Humanoid Robotics Project
- Razvoj robotov za pomoč v domačih okoljih
- HRP-1 je bil izveden iz enega od Hondinih humanoidov.
- HRP-3 je odporen na vodo
- HRP-4C ima človeško podobo



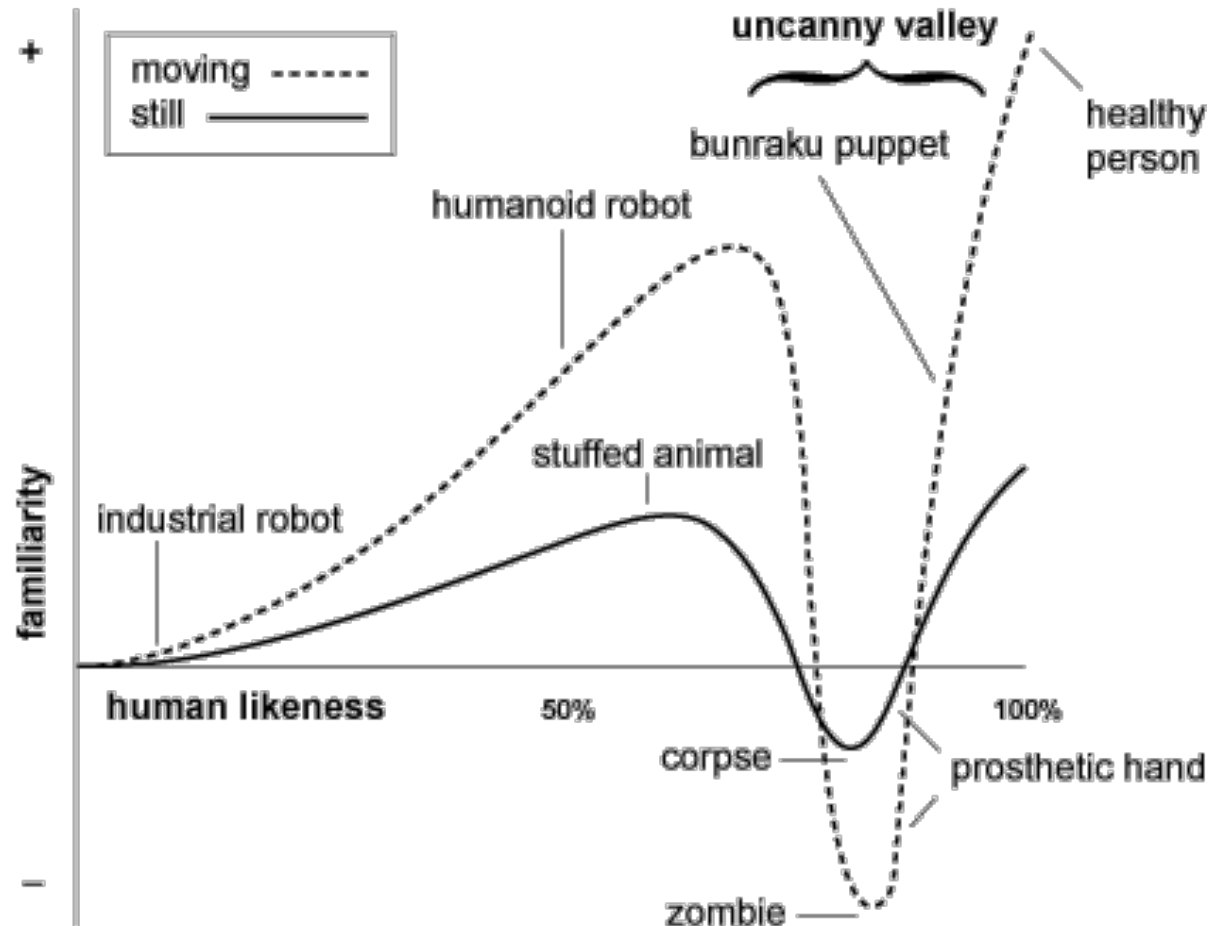
HRP-4, Kawada Industries & AIST



# Dolina nelagodja

Angl.: “uncanny valley”, hipotezo je postavil japonski raziskovalec M. Mori:

Ko humanoidni roboti postanejo podobni ljudem, začnemo od njih pričakovati bolj naravno obnašanje.





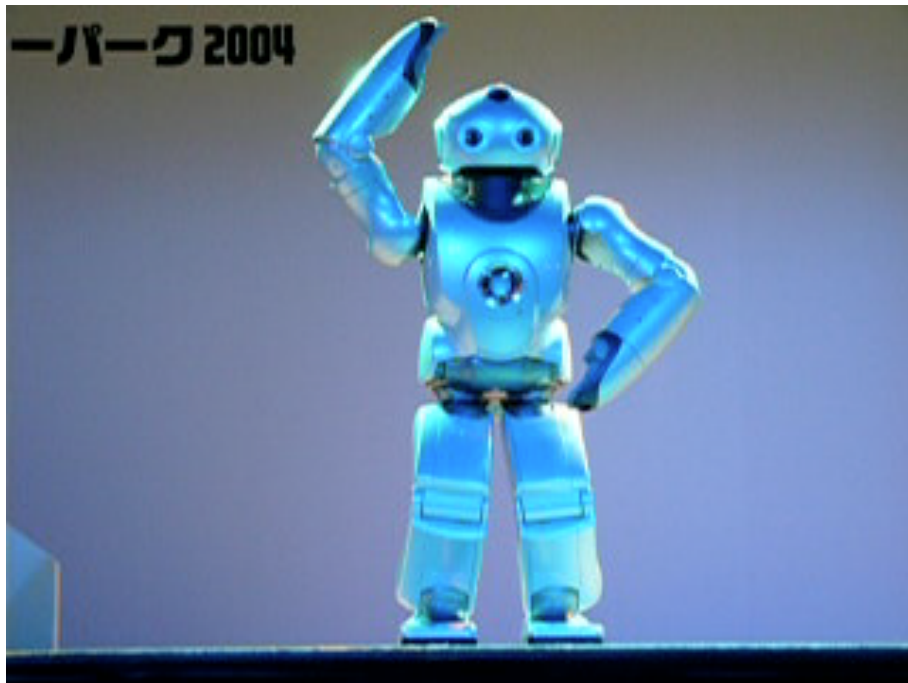
# Androidi

- Geminoid, ATR in Univerza v Osaki, Japonska
- Geminoid ni avtonomen, temveč voden s pomočjo teleoperacije.
- Kako na interakcijo z robotom vpliva zunanost robota?
- Kakšen vpliv ima interakcija z drugimi ljudmi na operaterja?



# Komercialni miniaturni humanoidi

---



Sony QRIO  
(projekt ukinjen leta 2006)



Nao, Aldebaran

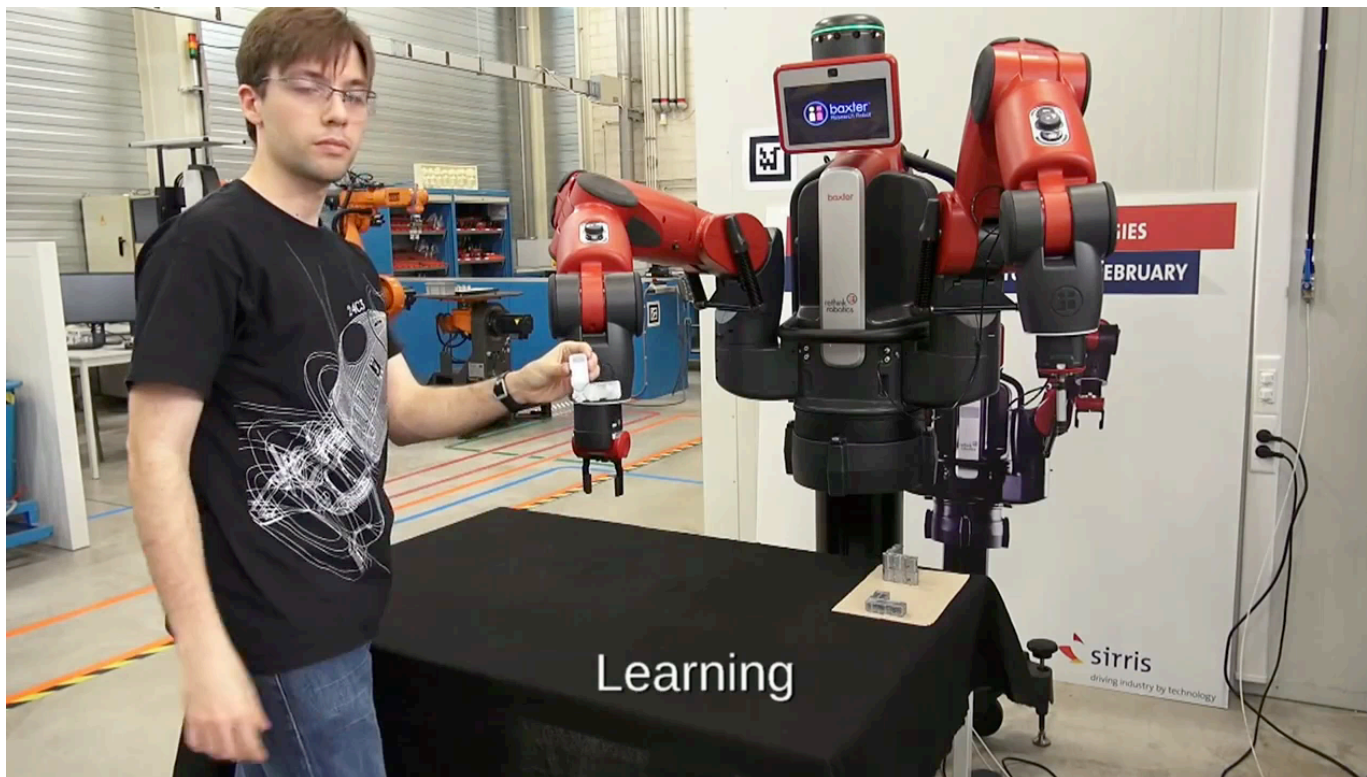
# Klasični industrijski roboti

---





# Humanoidi na delu

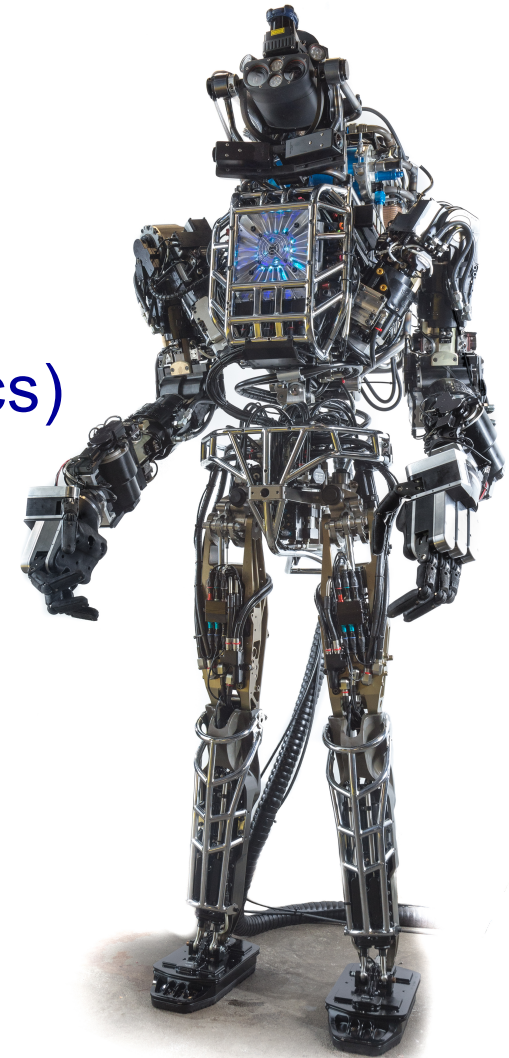


- Enostavno programiranje / učenje
- Opravljanje del skupaj z ljudmi
- Varno sodelovanje s človekom

# DARPA Robotics Challenge (DRC)

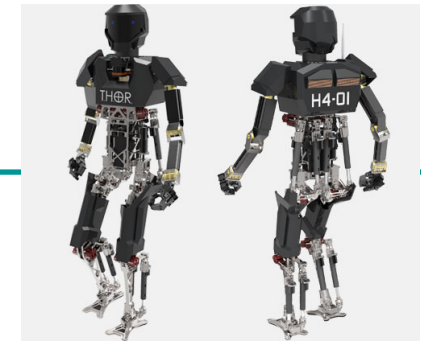
---

- <http://www.theroboticschallenge.org>
- Namen je razvoj robotov za iskanje in reševanje (angl. “search and rescue”)
- Humanoidni robot Atlas (Boston Dynamics)
  - 28 hidravličnih sklepov: po šest na rokah in nogah, trije v trupu in eden v vratu
  - Teža: 150 kg
  - Višina: 1.88m
  - Hidravlična pumpa na robotu
  - Električno napajanje po kablu
  - Zapestje omogoča montažo različnih rok
  - Globinski senzor in stereo kamera



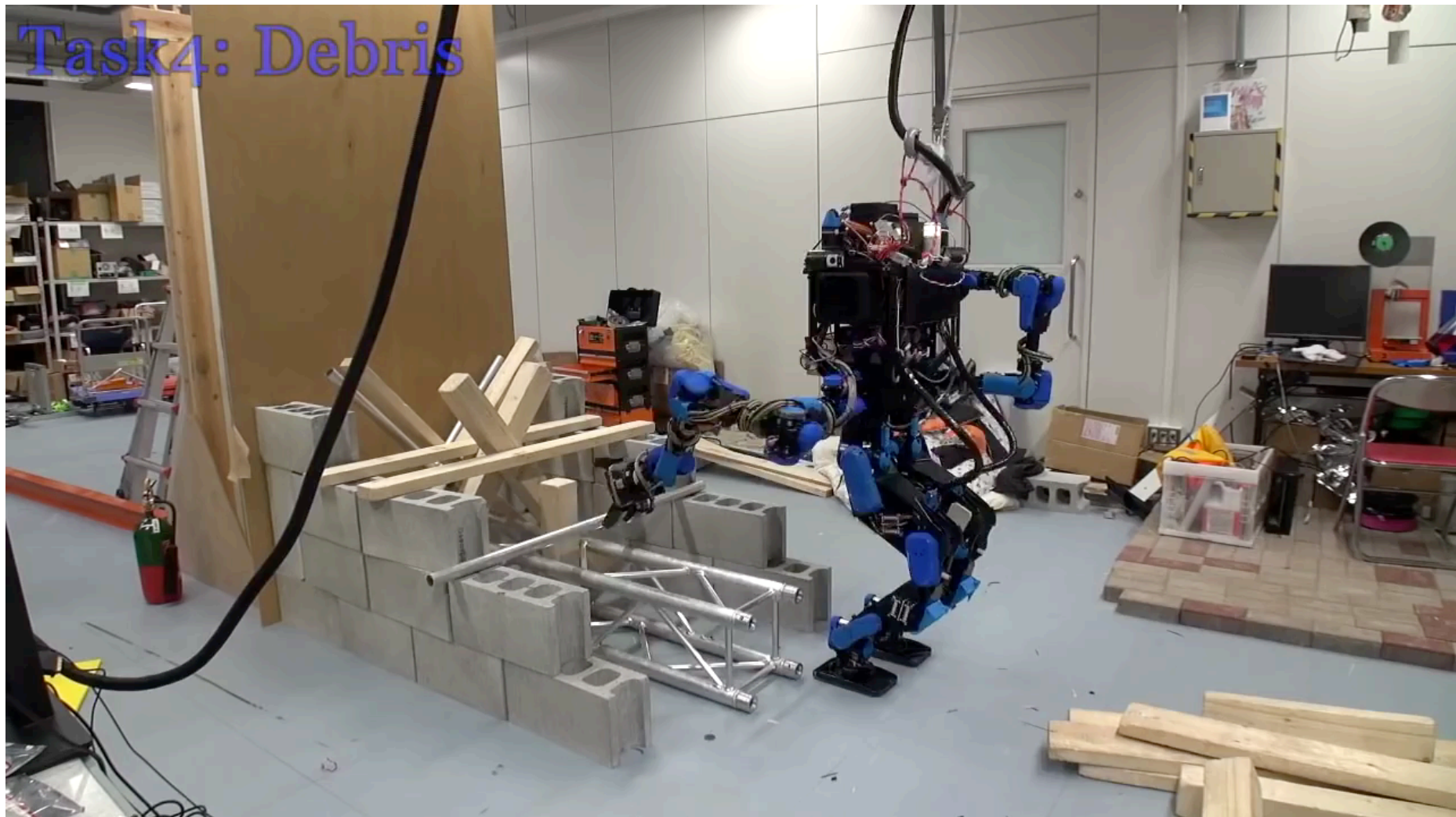
# Naloge in ekipe

- Iskanje in reševanje:
  - Vožnja z avtomobilom
  - Hoja po neravnem terenu
  - Odstranjevanje ruševin
  - Odpiranje vrat in hoja skozi vrata
  - Vzpenjanje po lestvi
  - Vrtanje
  - Lokalizacija in zapiranje ventila poleg pipe, ki pušča vodo
  - Priključitev cevi na pipo

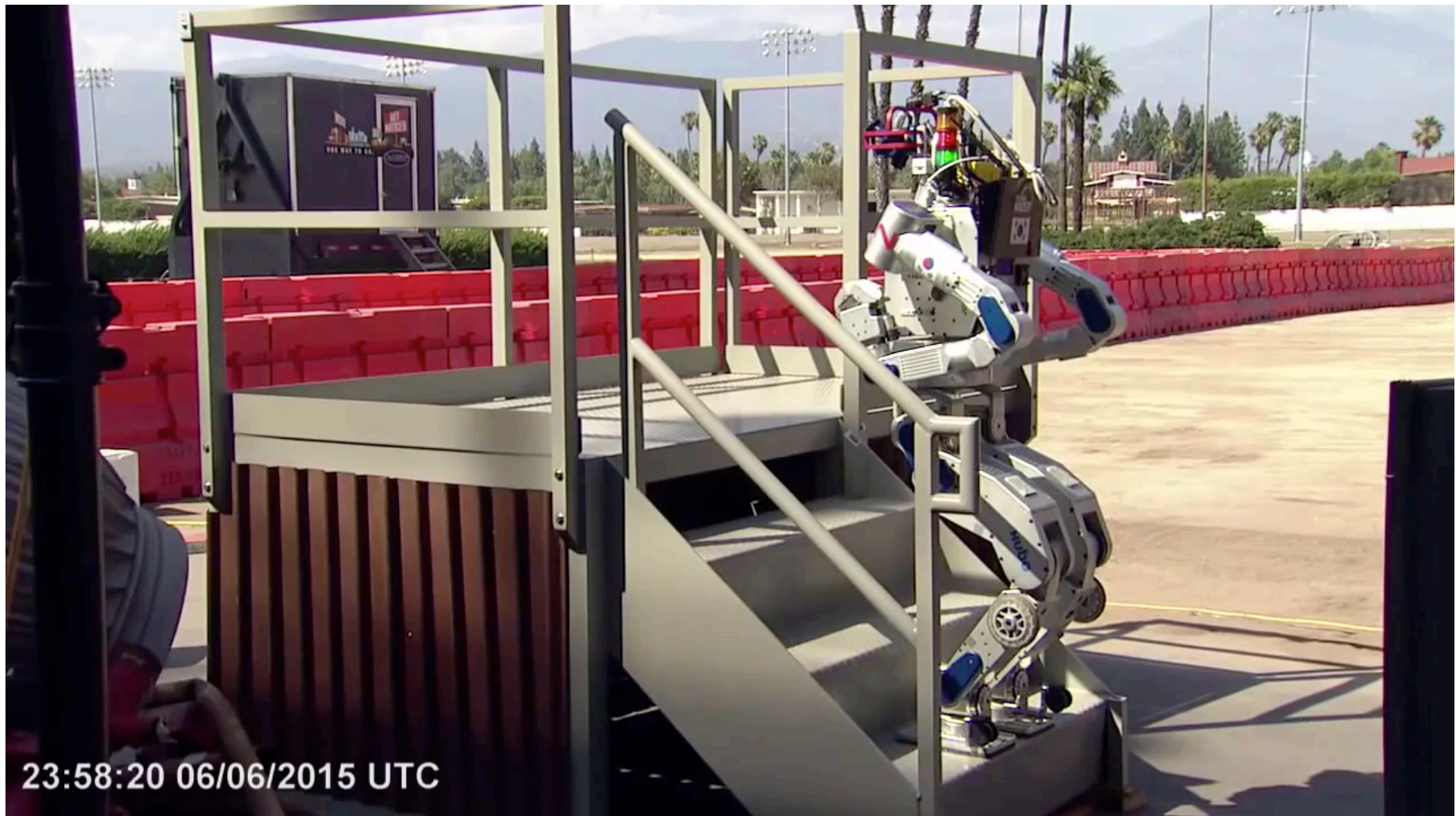




# Zmagovalec kvalifikacij (december 2013)



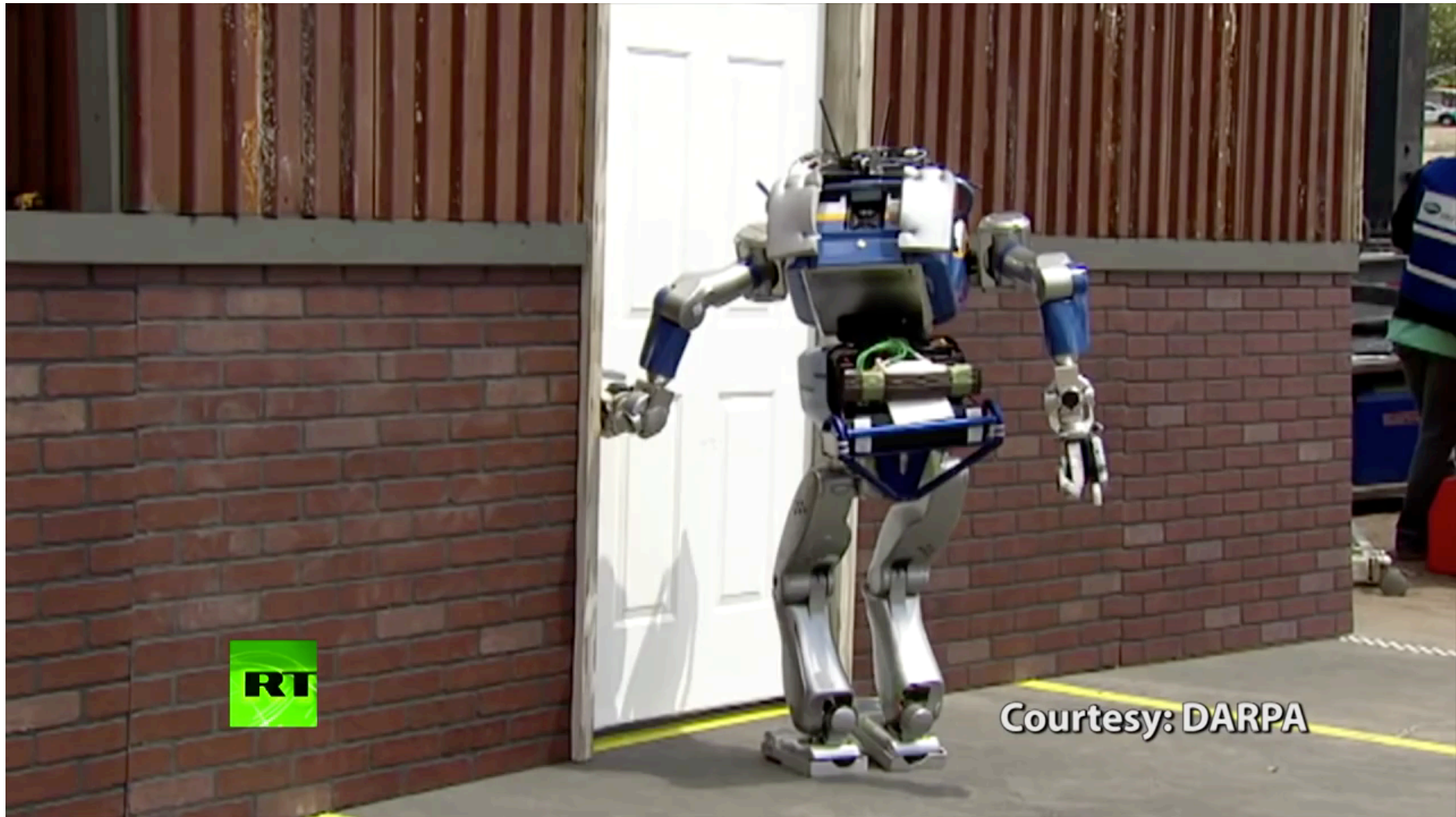
# Končni zmagovalec (junij 2015)





# (Ne)robustnost

---



# Kaj še manjka?

---

- Samostojno delovanje in sobivanje z ljudmi zahteva veliko količino predznanja in napredno strojno opremo.
- Zakaj je to težka naloga?
  - Veliko število prostostnih stopenj, nelinearnost robotskih mehanizmov.
  - Hardware: “mehko”, interaktivno sodelovanje z ljudmi, ki z robotom pridejo v fizičen kontakt.
  - Integracija številnih senzorjev in interpretacija senzoričnih informacij.
  - Detekcija in popravljanje napak.
  - Avtonomno odločanje
  - Sodelovanje in komunikacija z ljudmi.
- V praksi je nemogoče predvideti vse dogodke, ki se lahko zgodijo v realnih okoljih in zato tudi nemogoče v naprej sprogramirati vse možne odzive robota.

**Večja avtonomija je nujno potrebna za delovanje v naravnih okoljih**