

Robotika in računalniško zaznavanje (RRZ)

Robotski senzorji

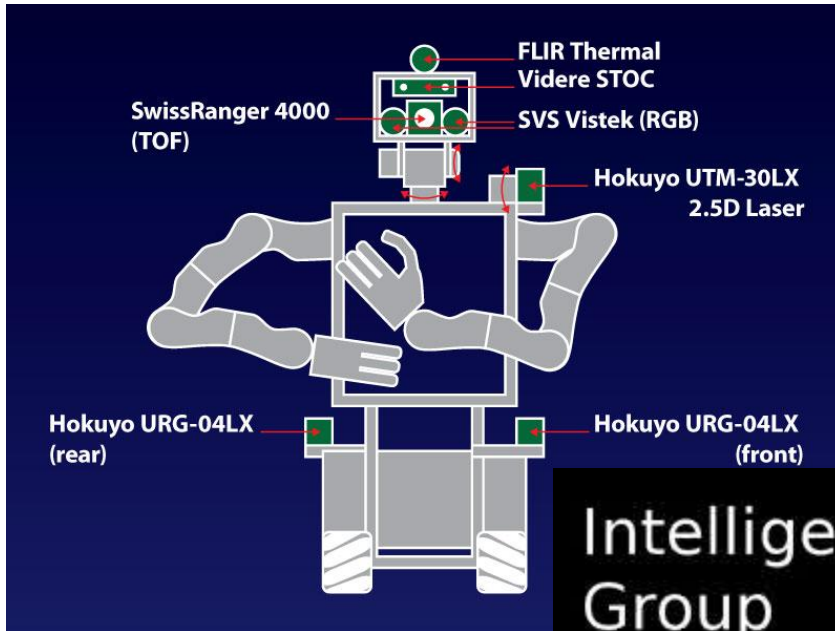
Danijel Skočaj

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za računalništvo in informatiko

v1.0

Robotika in računalniško zaznavanje



Senzorji

Robotske platforme

<http://ias.cs.tum.edu>

Intelligent Autonomous Systems Group

Prof. Michael Beetz, PhD

Researchers:

Nico Blodow, Piotr Esden-Tempski, Ulrich Klank,
Jonathan Kleinhellefort, Ingo Kresse, Alexis Maldonado,
Lorenz Moesenlechner, Federico Ruiz, Andreea Stegaru

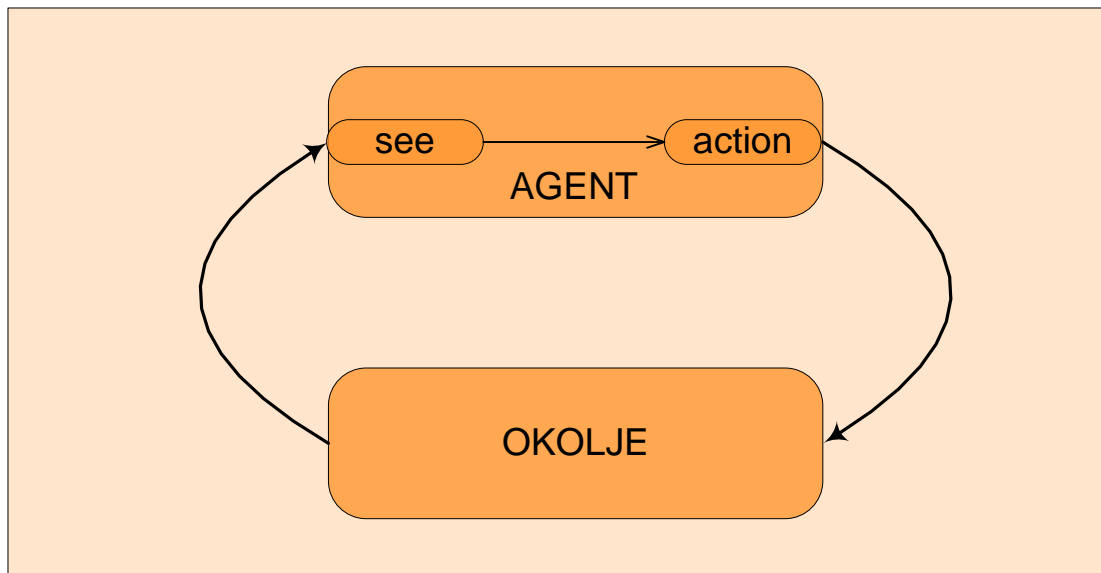


Technische Universität München



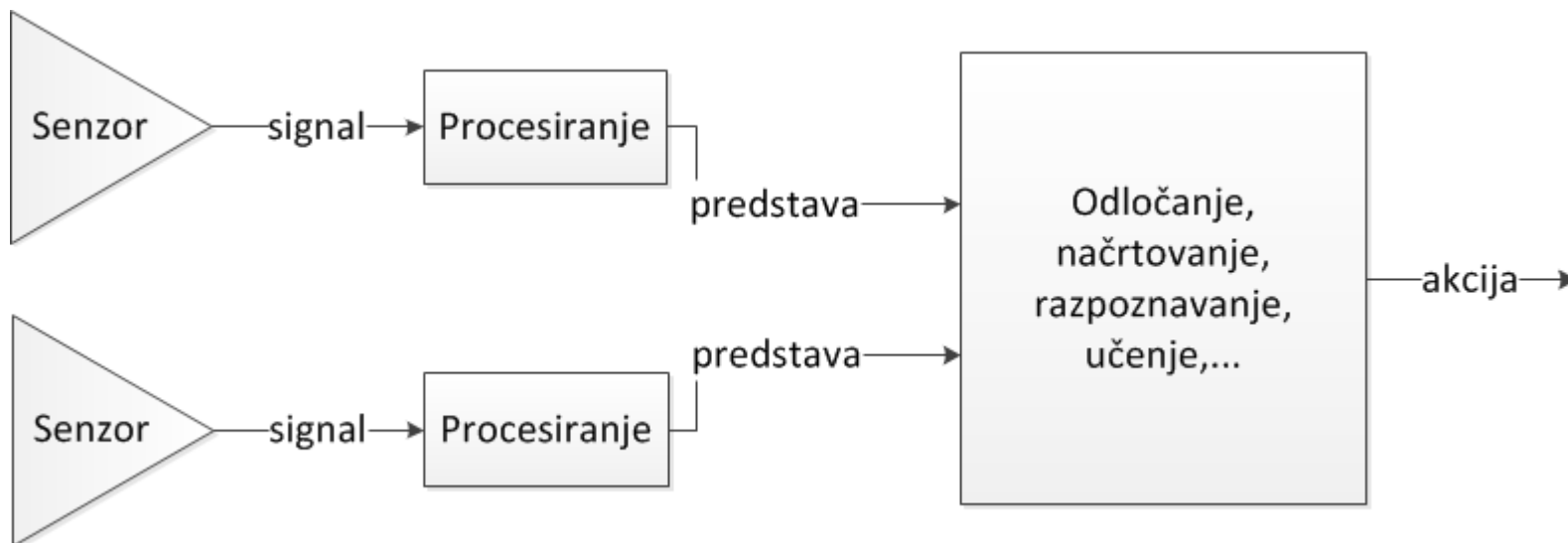
Senzorji

- Tipala
- Ekvivalent človeškim čutilom
- Zbirajo informacije iz okolja
- Senzor je elektronska/mehanska/kemična naprava, ki preslika attribute okolja v kvantitativno meritev
- Robot lahko loči samo med tistimi stanji v okolju, ki jih lahko različno zazna

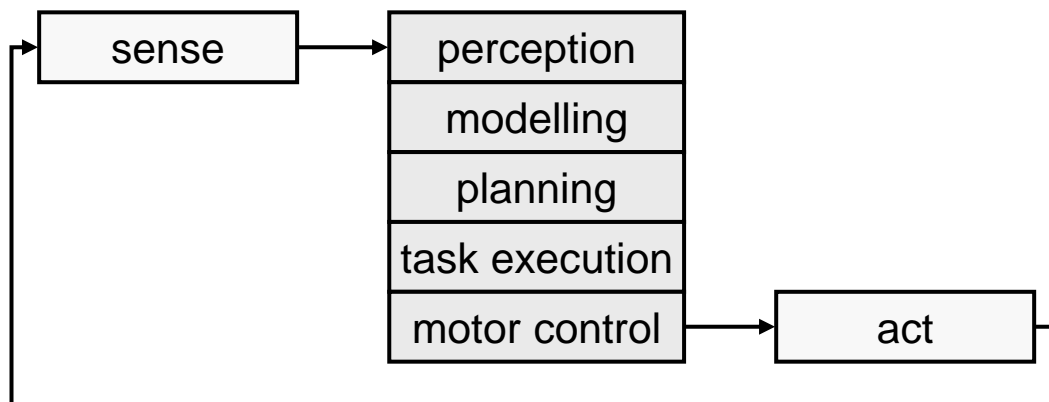


Senzorsko-robotski sistem

- Cikel zaznavanje – akcija



- Velika abstrakcija realnega sveta



- Človeška čutila:



- Pri robotskem zaznavanju je seznam čutil občutno daljši!
 - Preko človeških zaznavnih sposobnosti
 - Vid preko vidnega spektra (IR kamere, itn.)
 - Aktivni vid (radar, lasersko merjenje oddaljenosti)
 - Poslušanje izven obsega 20 Hz-20 kHz (ultrazvok)
 - Kemične analize boljše kot okušanje in vohanje
 - Merjenje temperature, vlage, svetlosti, radiacije, pritiska, glasnosti, pozicije, smeri, pospeška, hitrosti, itn.

Klasifikacija senzorjev

- Notranji in zunanji senzorji
 - Notranji (proprioceptive) merijo notranja stanja robota (stanje baterije, položaj kolesa, kot robotske roke)
 - Zunanji (exteroceptive) merijo stanje okolja (večina senzorjev)
- Pasivni in aktivni senzorji
 - Pasivni: samo sprejemajo energijo iz okolja (npr. kamera)
 - Aktivni: tudi sami emitirajo energijo v okolje med merjenjem (npr. radar, sonar)
- Brezkontaktni in kontaktni senzorji
 - Brezkontaktni (neinvazivni): z predmetom merjenjani kontakta
 - Kontaktni (invazivni): merjenje se izvaja s kontaktom
- Vizualni in nevizualni

Klasifikacija senzorjev

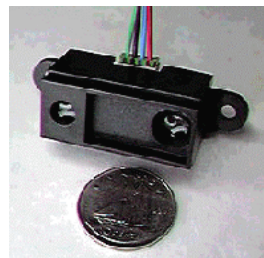
General classification (typical use)	Sensor Sensor System	PC or EC	A or P
Tactile sensors (detection of physical contact or closeness; security switches)	Contact switches, bumpers	EC	P
	Optical barriers	EC	A
	Noncontact proximity sensors	EC	A
Wheel/motor sensors (wheel/motor speed and position)	Brush encoders	PC	P
	Potentiometers	PC	P
	Synchros, resolvers	PC	A
	Optical encoders	PC	A
	Magnetic encoders	PC	A
	Inductive encoders	PC	A
	Capacitive encoders	PC	A
Heading sensors (orientation of the robot in relation to a fixed reference frame)	Compass	EC	P
	Gyroscopes	PC	P
	Inclinometers	EC	A/P

A, active; P, passive; P/A, passive/active; PC, proprioceptive; EC, exteroceptive.

Klasifikacija senzorjev

General classification (typical use)	Sensor Sensor System	PC or EC	A or P
Ground-based beacons (localization in a fixed reference frame)	GPS	EC	A
	Active optical or RF beacons	EC	A
	Active ultrasonic beacons	EC	A
	Reflective beacons	EC	A
Active ranging (reflectivity, time-of-flight, and geo- metric triangulation)	Reflectivity sensors	EC	A
	Ultrasonic sensor	EC	A
	Laser rangefinder	EC	A
	Optical triangulation (1D)	EC	A
	Structured light (2D)	EC	A
Motion/speed sensors (speed relative to fixed or moving objects)	Doppler radar	EC	A
	Doppler sound	EC	A
Vision-based sensors (visual ranging, whole-image analy- sis, segmentation, object recognition)	CCD/CMOS camera(s)	EC	P
	Visual ranging packages		
	Object tracking packages		

Senzorji v robotih



Digital Infrared Ranging



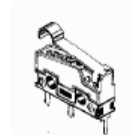
Piezo Bend Sensor



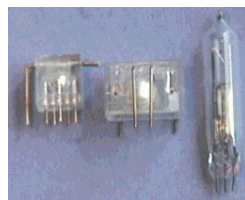
CDS Cell
Resistive Light Sensor



Resistive Bend Sensors



Limit Switch



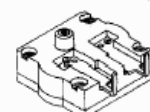
Mechanical Tilt Sensors



Touch Switch



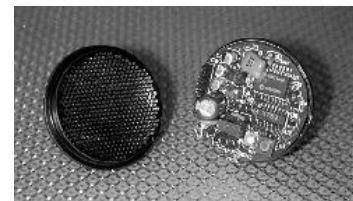
UV Detector



Pressure Switch



Gyro



Miniature Polaroid Sensor



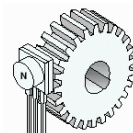
Thyristor



Magnetic Sensor



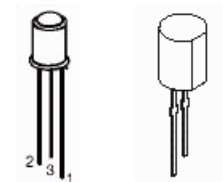
Magnetic Reed Switch



Hall Effect
Magnetic Field
Sensors



Polaroid Sensor Board



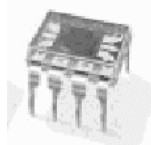
IR Pin
Diode



IR Sensor w/lens



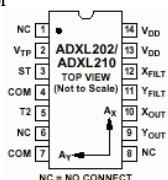
IR Reflection
Sensor



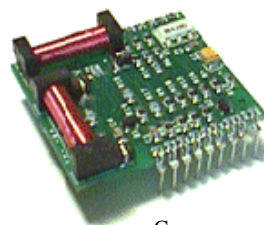
IR Amplifier Sensor



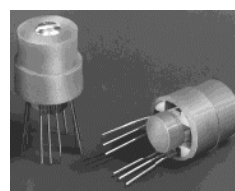
IRDA Transceiver



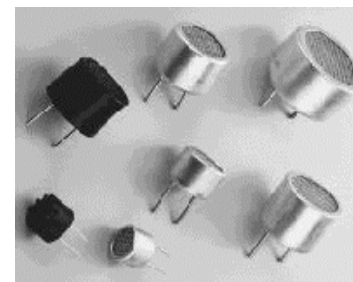
Accelerometer



Compass



Compass



Piezo Ultrasonic Transducers



Pendulum Resistive
Tilt Sensors



Metal Detector



Gas Sensor



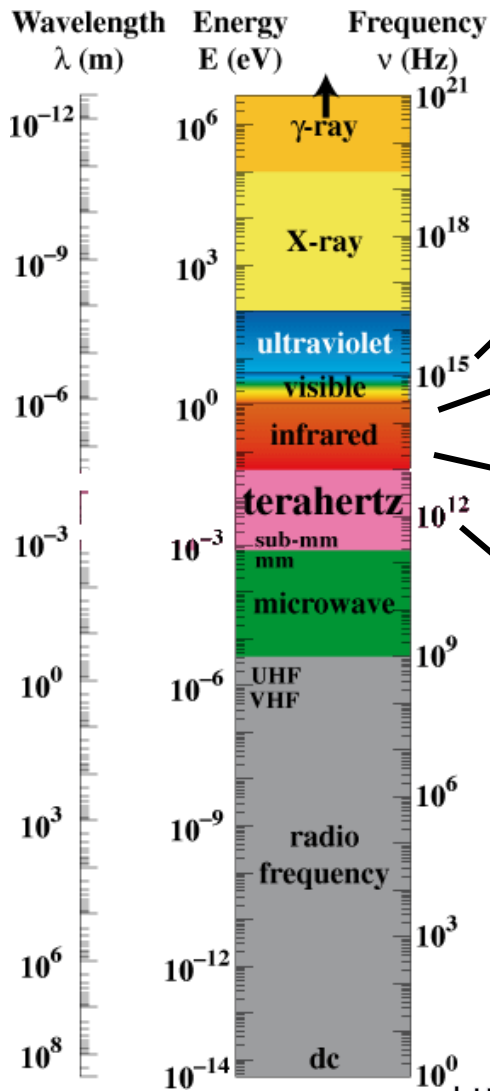
Pyroelectric Detector



Gieger-Muller
Radiation Sensor

Kamere

Elektromagnetni spekter



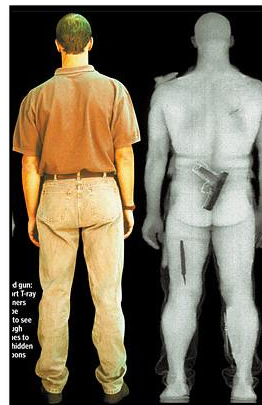
Vidna
"svetloba"



Bližnjeval. infra
rdeča "svetloba"
(NIR)



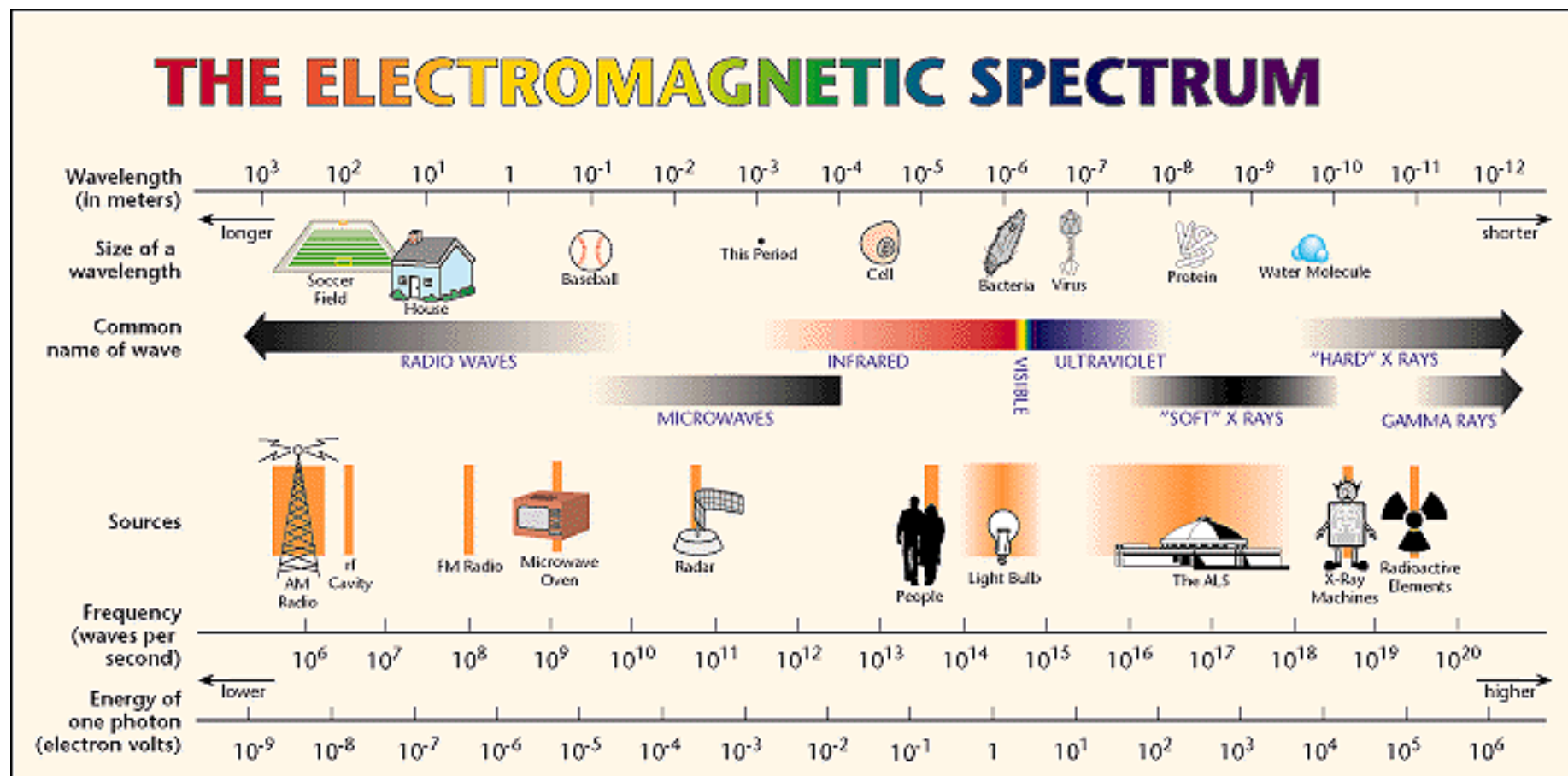
Dolgoval. infra
rdeča "svetloba"
(FLIR)



Teraherčna
"svetloba"
(T-ray)

<http://userweb.elec.gla.ac.uk/d/dpaul/terahertz.html>

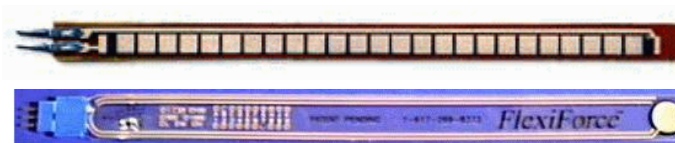
Zaznavanje EM valovanja



Senzorji z upori

- Resistive sensors
- Trak z upori (band sensor)

- Ko se trak upogne, se spremeni upornost



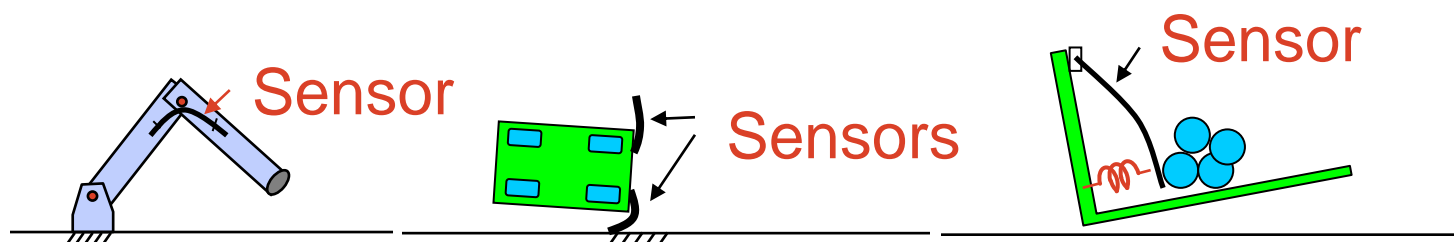
- Potenciometer

- Senzor pozicije pri drsnih ali rotirajočih se mehanizmih



- Fotocelica

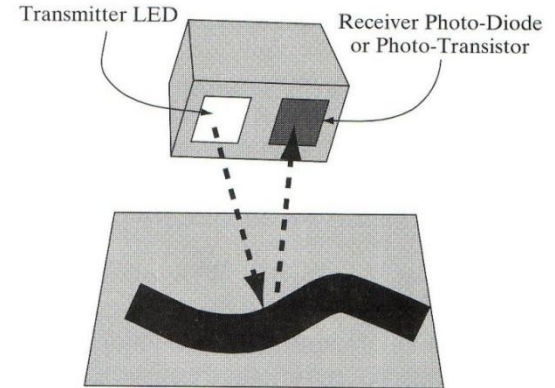
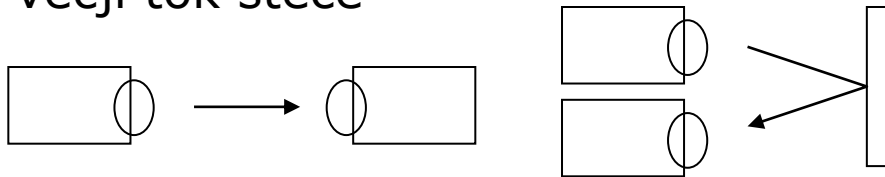
- Upornost je majhna, ko je osvetlitev velika
 - Detekcija svetlobe



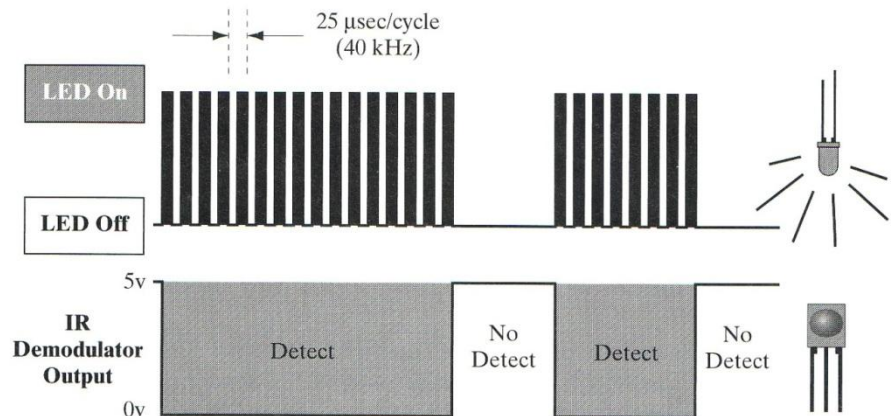
Infrardeči senzorji

- Intenzitetni IR senzorji

- Oddajajo in sprejemajo IR svetlobo
- Fototranistor: več svetlobe kot zazna, večji tok steče

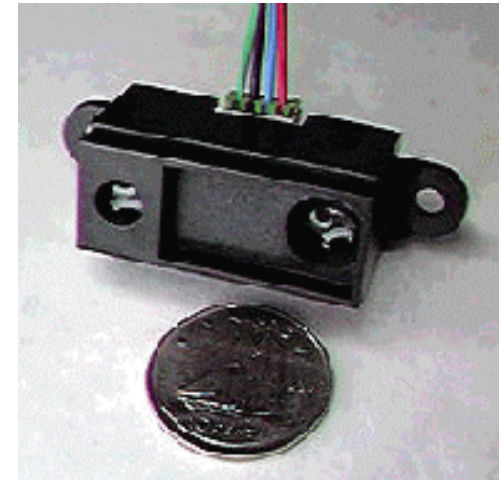
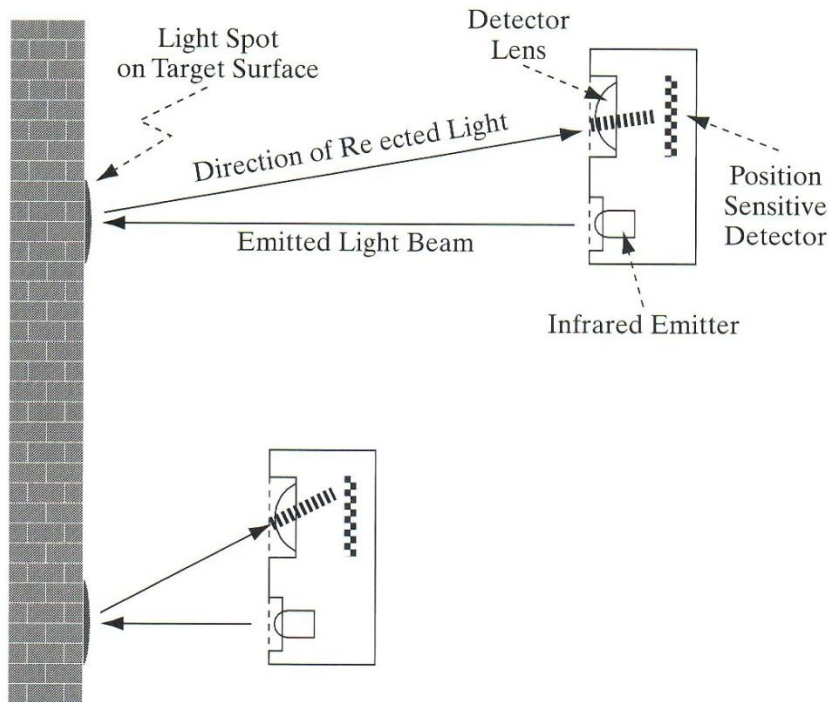


- Občutljivi na dnevno svetlobo, reflektivnost predmetov, oddaljenost
- Robustni, poceni
- Aplikacije: detekcija objektov, optični enkoder
- Modulirani IR senzorji
 - Modulacija in demodulacija
 - Detektira se utripe
 - Bolj robustno
 - IR daljinci, itn.



Infrardeči senzorji

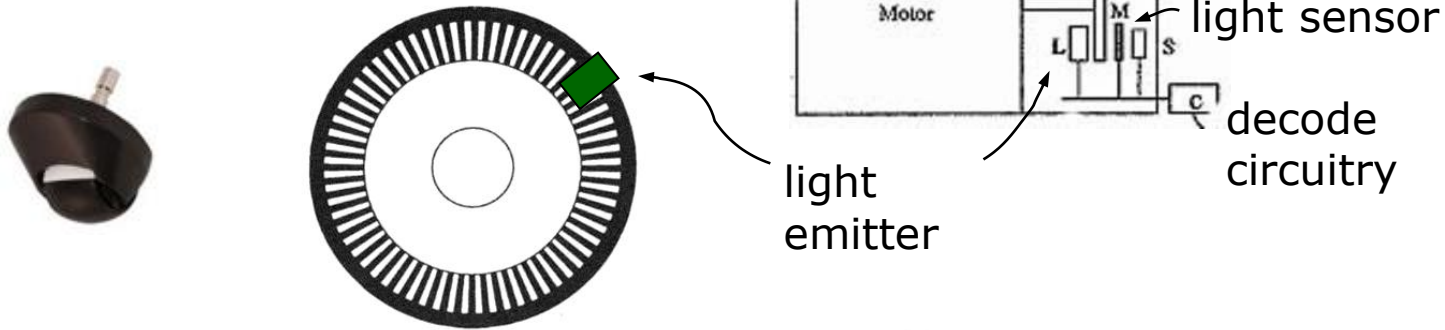
- Senzorji oddaljenosti
- Merijo kot vpadle svetlobe -> triangulacija



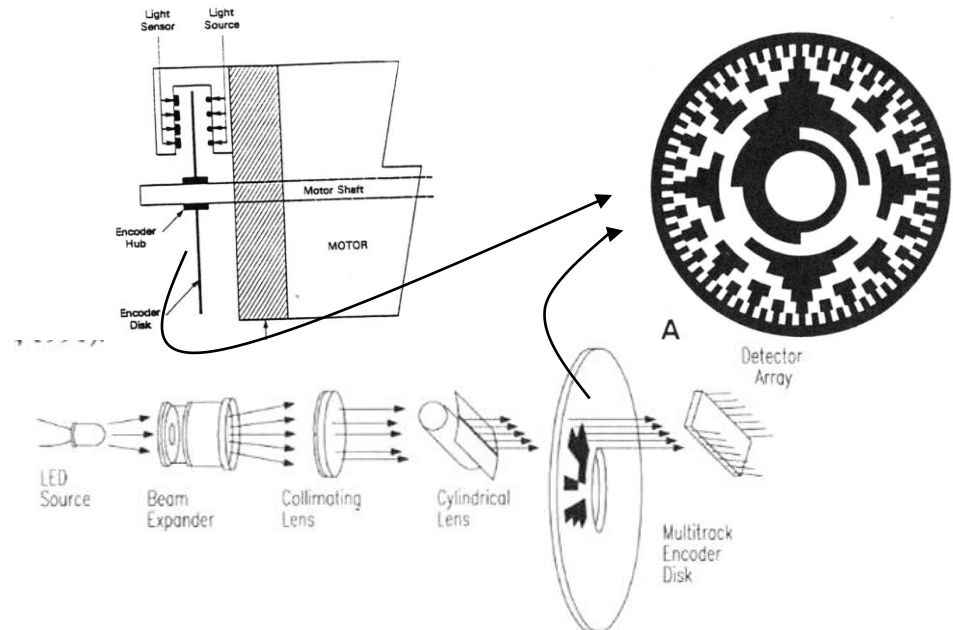
- Neobčutljivi na ambientalno svetlobo

Merilci rotacije

- Inkrementalni optični merilci
 - Relativna pozicija



- Absolutni optični merilci
 - Absolutna pozicija
 - Grayeva koda

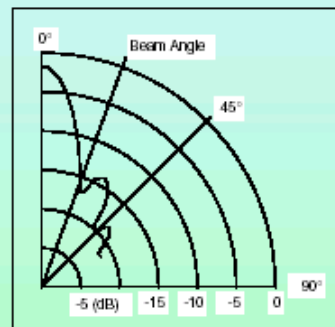
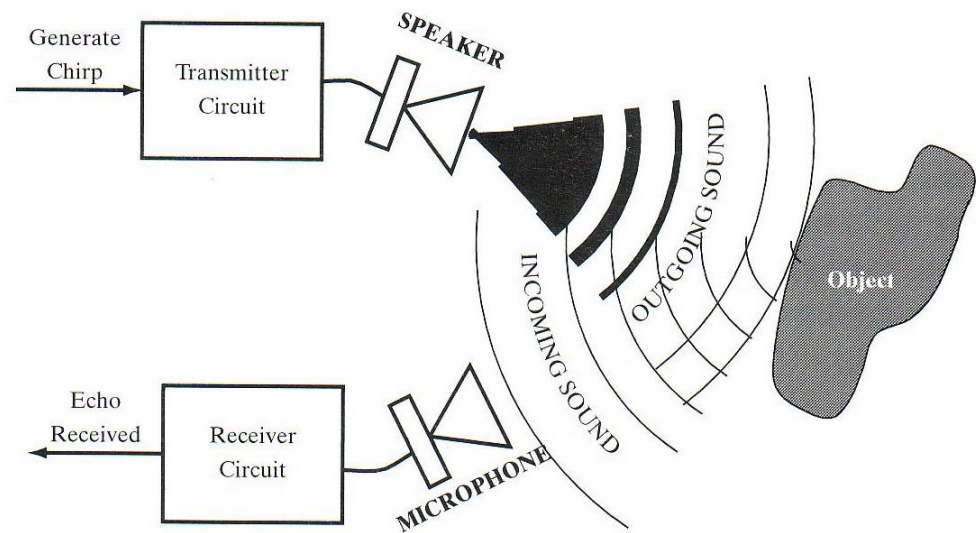


Merilci oddaljenosti

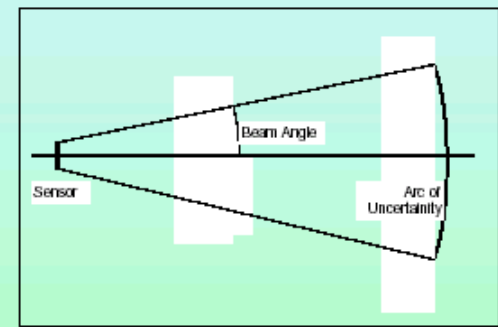
- Stereo vid
- Oblika iz X
- Globinski senzor s kodirano svetlobo
- IR senzor oddaljenosti
- Merjenje časa leta (Time Of Flight sensors)
 - Pošlji signal, čakaj, da se vrne, izmeri časovno razliko
 - RADAR
 - SONAR
 - LIDAR

Sonar

- Oddaja ultrazvok
- Merjenje časa, ki ga porabi ultrazvok, da se vrne k sprejemniku
- Netopir, delfin
- Od nekaj cm do 30 m
- 30 stopinj nedoločenosti
- Precej počasen: 200ms za 30m



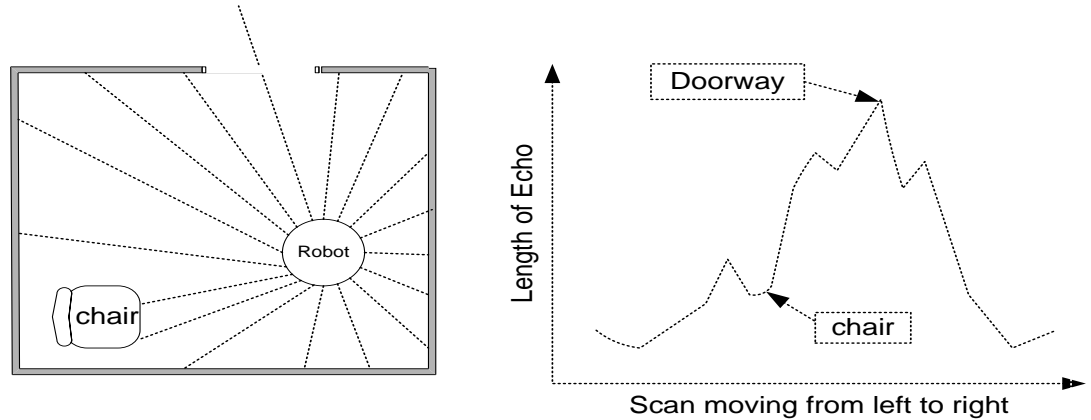
Sensor Specification



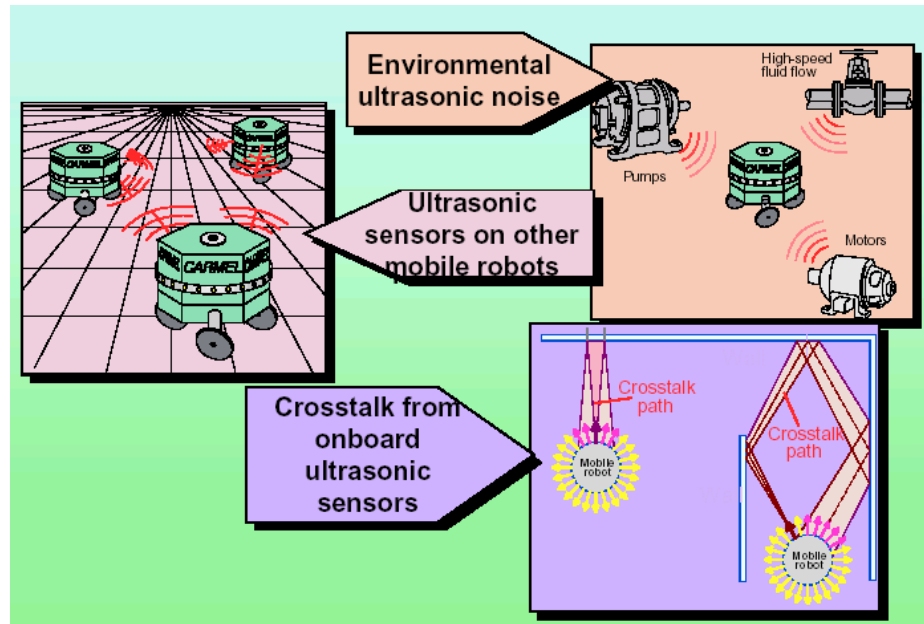
Sensor Model, angle = 15 degrees

Sonar

- Uporaba:
za mapiranje
prostora

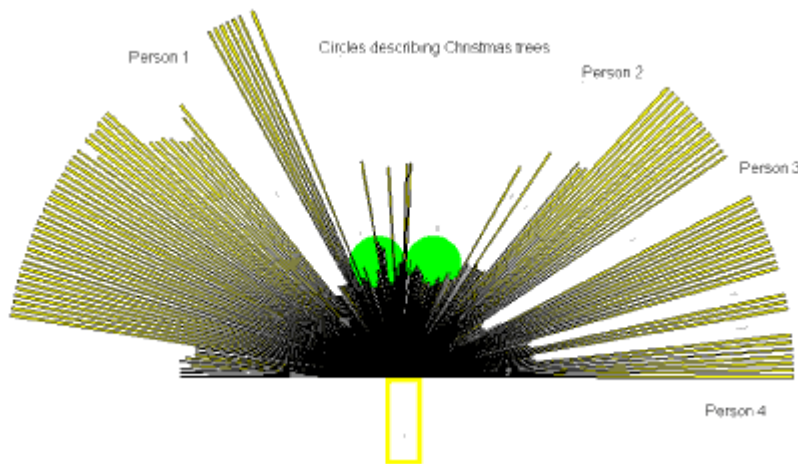
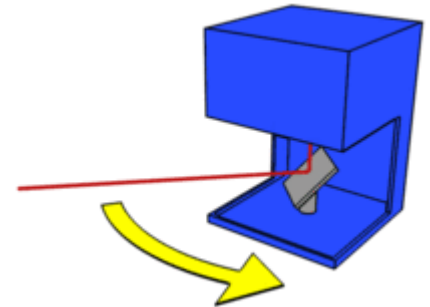


- Problem:
šum,
interferenca



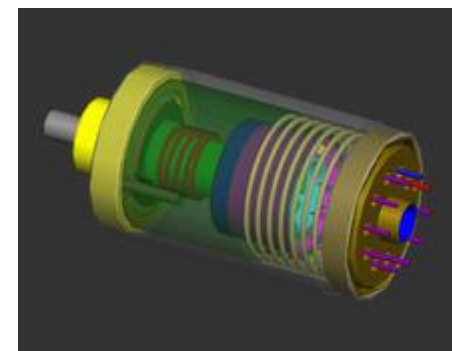
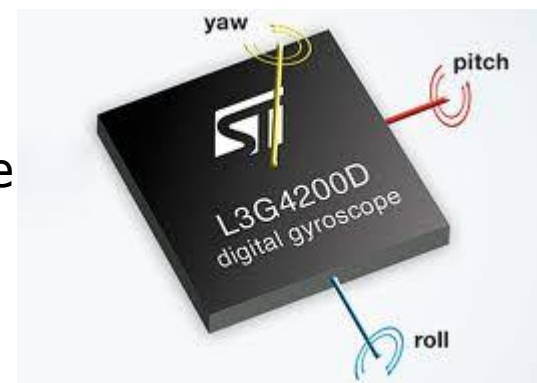
Laserski merilci razdalje

- LIDAR (**L**ight **D**etection **A**nd **R**anging)
- Emitira laserske impulze
- Vrteče zrcalo poskrbi, da se pokrije več kotov (do 180 st.)
- Z gibanjem gor-dol lahko pokrije tudi celotno (pol)sfero
- Večja kotna ločljivost (0.25 stopinje)
- Hitrejše delovanje
- Za različne obsege, notranji, zunanji
- Robusten



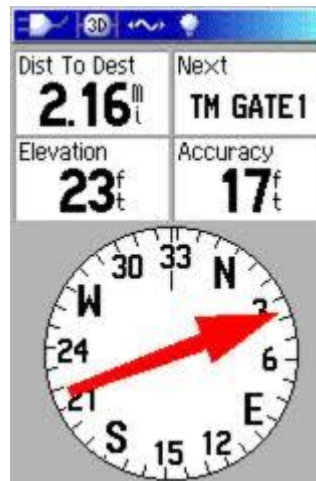
Vztrajnostno senzorji

- Girooskop (gyroscopes)
 - Meri spremembo orientacije
 - izrablja načelo ohranitve vrtilne količine
- Pospeškometer (Accelerometer)
 - Meri pospešek, tudi orientacijo
 - Enosni, triosni
 - Senzor tresljajev, analiza vibracij, zaznavanje orientacije
 - Nintendo Wii, pametni telefoni



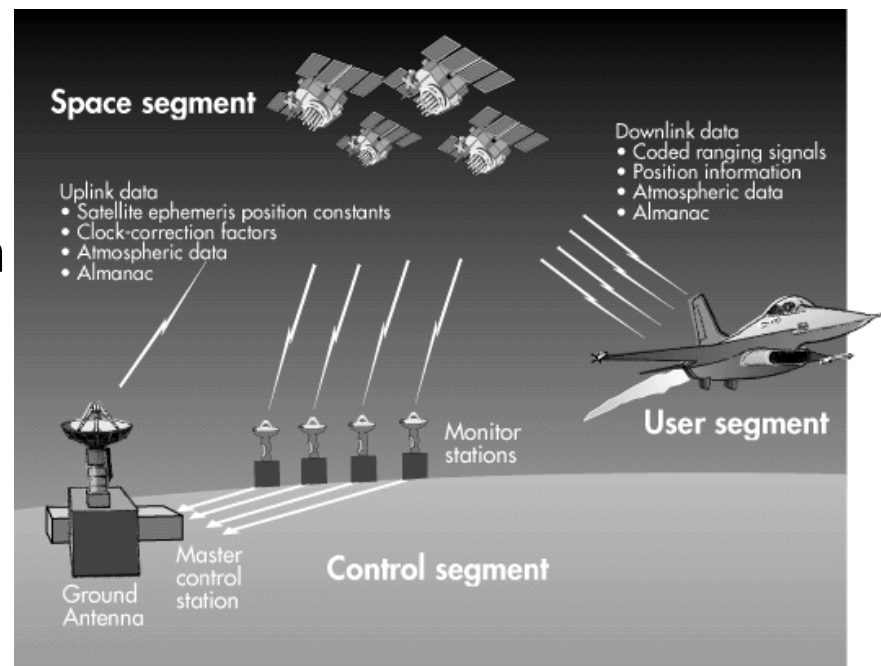
Kompas

- Elektronski kompas
- Nam pove absolutno orientacijo robota
 - S, J, V, Z



GPS

- Global Positioning System
- Sistem globalnega določanja položaja
- 24 satelitov na višini 20200 km
- Atomska ura
- Sateliti oddajajo čas in podastke o tirnici
- Vidni morajo biti vsaj 4 sateliti
- Diferenčni GPS – upošteva se tudi signale iz dodatnih virov (zemeljskih)



Senzorji dotika

- Tactile sensors
- Gumbi, tipke in stikala
- Odbijači –senzor trka (bumpers)
- Senzorji dotika na robotski roki
- Več vrst:
 - Piezoodporni
 - Piezoelektični
 - Kapacitivni
 - Elastoodporni
- Umetna koža



Akustični senzorji

- Zaznavanje zvoka

- Sonar



- Mikrofon

- Več mikrofонов
- Zaznavanje smeri zvoka



Ostali senzorji

- Zunanji senzorji za merjenje
 - Hitrosti vetra
 - Temperatura
 - Vlaga
- Notranji senzorji za merjenje
 - Nivoja napolnjenosti baterije
 - Temperature procesorja, motorjev, senzorjev

Združevanje senzorjev

- En senzor ponavadi ne zadostuje

- Šum
- Omejena natančnost
- Nezanesljivost
- Omejen obseg zaznave

=> Združi rezultate večih senzorjev

- Združevanje na nivoju signalov (sensor fusion)
 - Kombiniraj signale v enotno podatkovno strukturo na nižjem nivoju
- Združevanje na nivoju predstavitev (sensor integration)
 - Procesiraj vsak senzor posebej in združi pridobljeno informacijo na višjem nivoju
- Združevanje podatkov z različnih virov:
 - Meritev različnih senzorjev
 - Meritev iz različnih časov
 - Meritev z različnih lokacij

- Dr. John (Jizhong) Xiao, City College of New York, Robot Sensing and Sensors
- ostalo