

Robotika in računalniško zaznavanje (RRZ)

Robotski senzorji

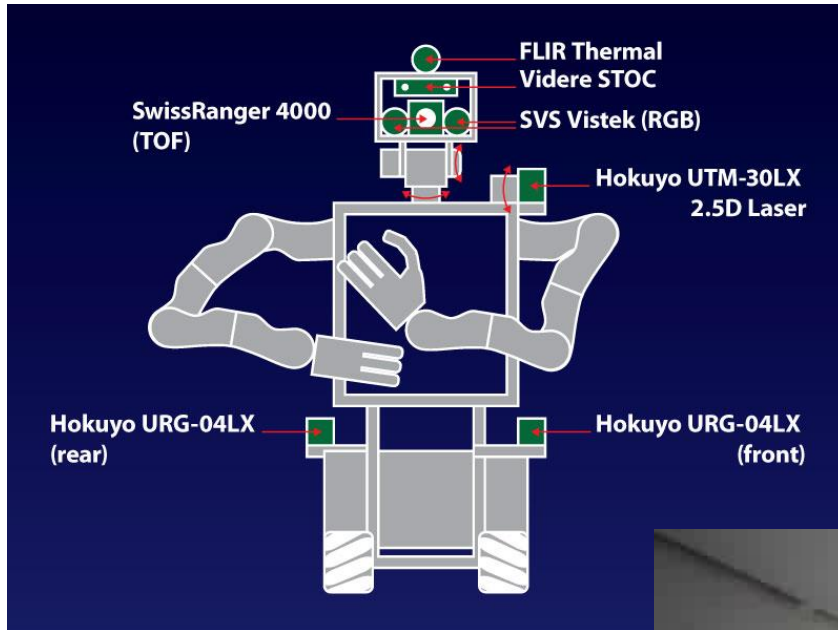
Danijel Skočaj

Univerza v Ljubljani

Fakulteta za računalništvo in informatiko

v7.0

Robotika in računalniško zaznavanje



Senzorji

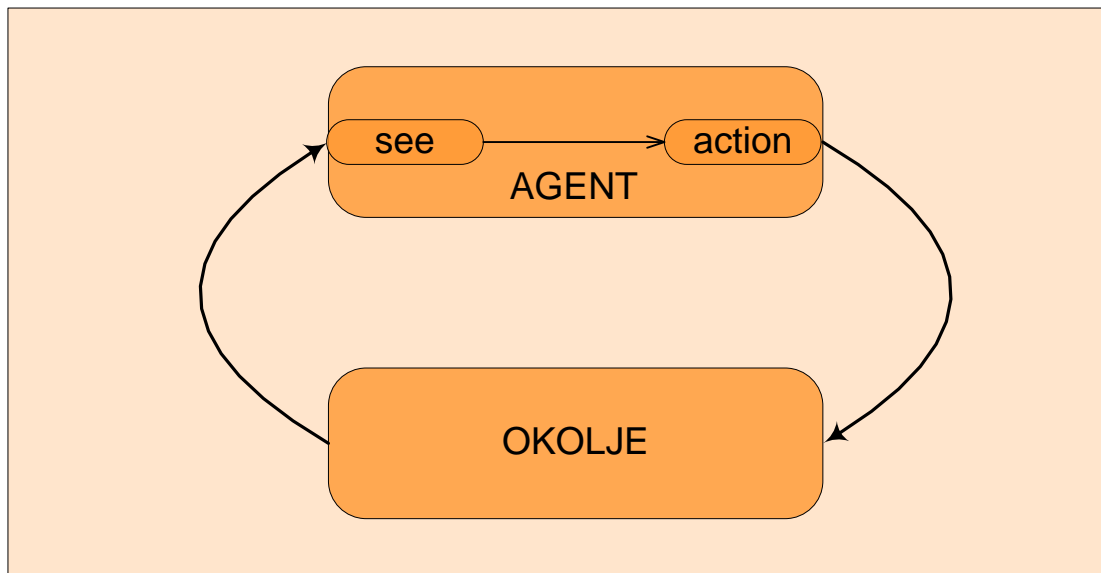
Robotske platforme

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



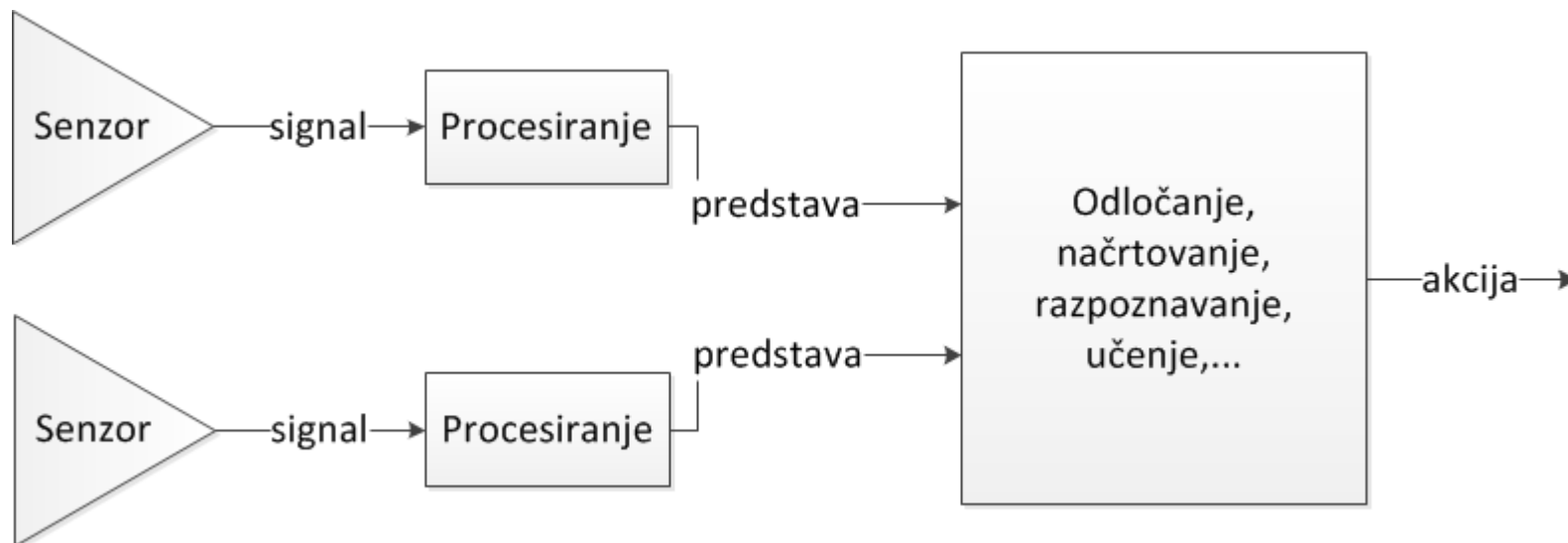
Senzorji

- 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

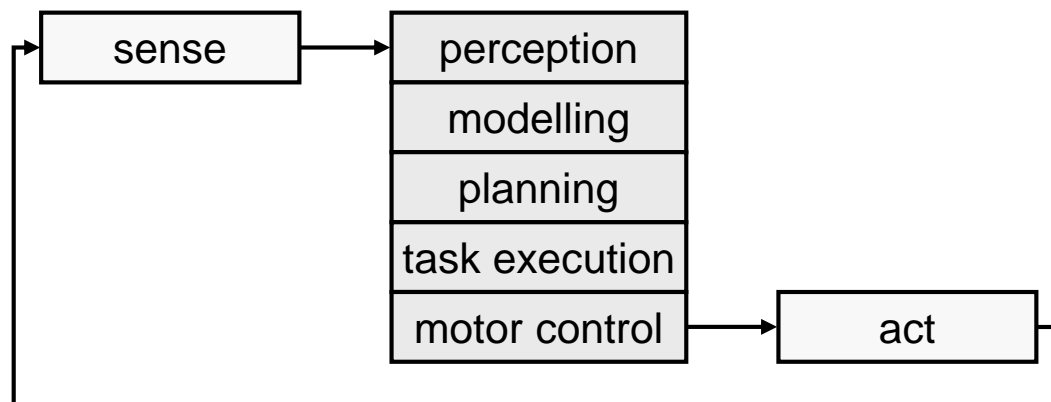


Senzorsko-robotski sistem

- 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): s predmetom merjenja ni kontakta
 - Kontaktni (invazivni): merjenje se izvaja s kontaktom
- Vizualni in nevizualni

Klasifikacija senzorjev

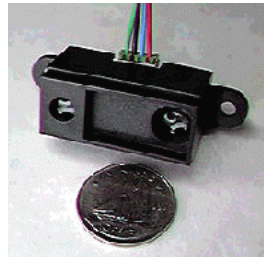
General classification (typical use)	Sensor Sensor System	PC or EC	A or P
Tactile sensors (detection of physical contact or closeness; security switches)	Contact switches, bumpers	EC	P
	Optical barriers	EC	A
	Noncontact proximity sensors	EC	A
Wheel/motor sensors (wheel/motor speed and position)	Brush 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) Visual ranging packages Object tracking packages	EC	P

Senzorji v robotih



Digital Infrared Ranging



Piezo Bend Sensor



Pendulum Resistive Tilt Sensors



Metal Detector



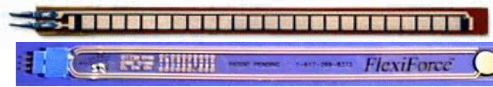
Gas Sensor



Gieger-Muller Radiation Sensor



CDS Cell Resistive Light Sensor



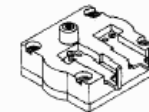
Resistive Bend Sensors



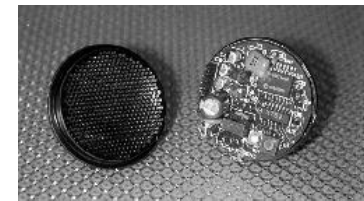
UV Detector



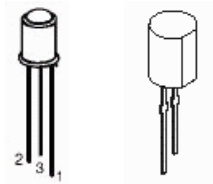
Pyroelectric Detector



Pressure Switch



Miniature Polaroid Sensor



IR Pin Diode



IR Sensor w/lens



Limit Switch



Mechanical Tilt Sensors



Touch Switch



Gyro



Polaroid Sensor Board



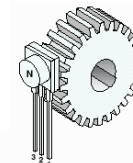
Thyristor



Magnetic Sensor



Magnetic Reed Switch



Hall Effect Magnetic Field Sensors



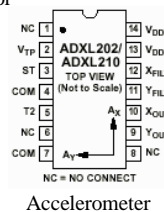
IR Reflection Sensor



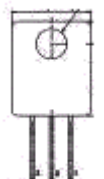
IR Amplifier Sensor



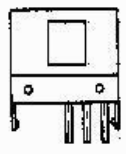
IRDA Transceiver



Accelerometer



Lite-On IR Remote Receiver



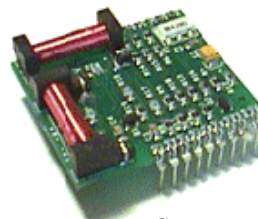
Radio Shack Remote Receiver



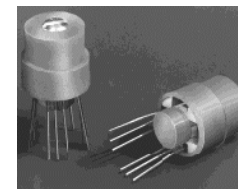
IR Modulator Receiver



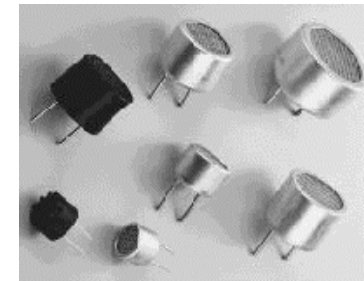
Solar Cell



Compass



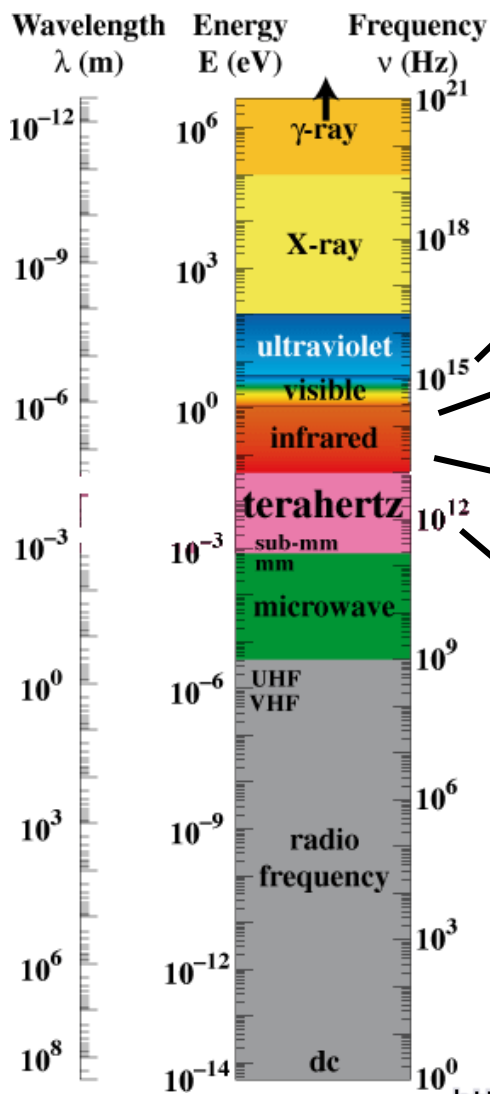
Compass



Piezo Ultrasonic Transducers

Kamere

Elektromagnetni spekter



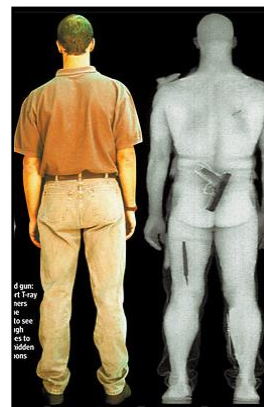
Vidna
"svetloba"



Bližnjeval. infra
rdeča "svetloba"
(NIR)



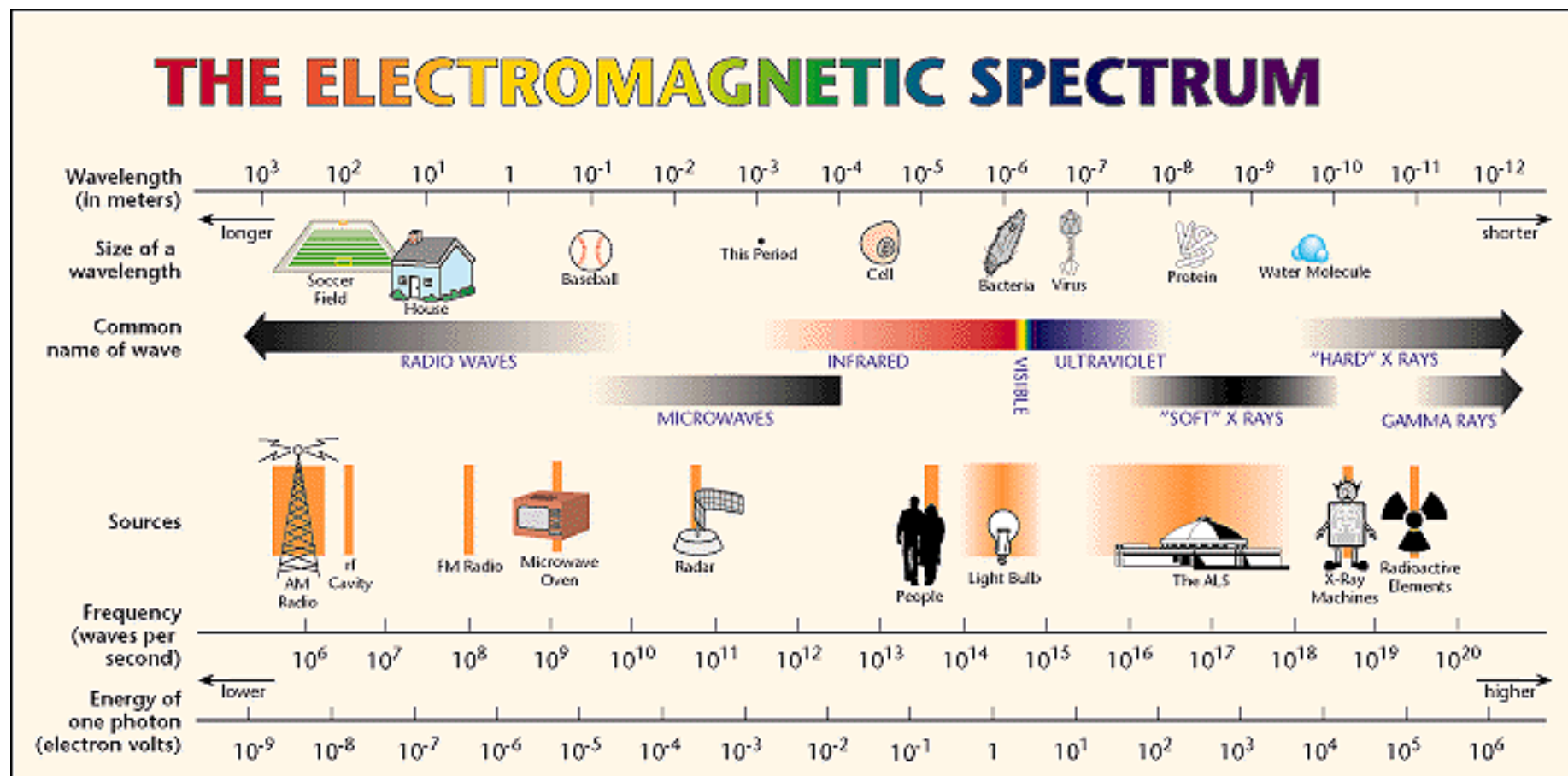
Dolgoval. infra
rdeča "svetloba"
(FLIR)



Teraherčna
"svetloba"
(T-ray)

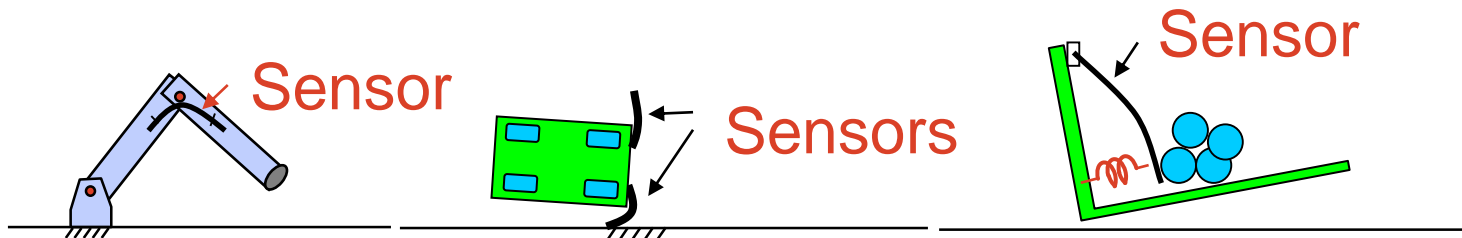
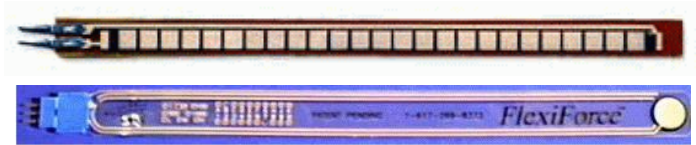
<http://userweb.elec.gla.ac.uk/d/dpaul/terahertz.html>

Zaznavanje EM valovanja



Senzorji z upori

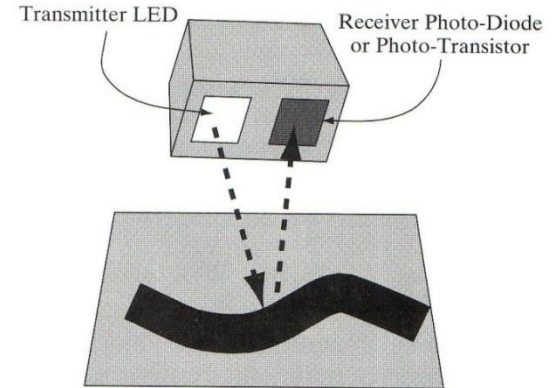
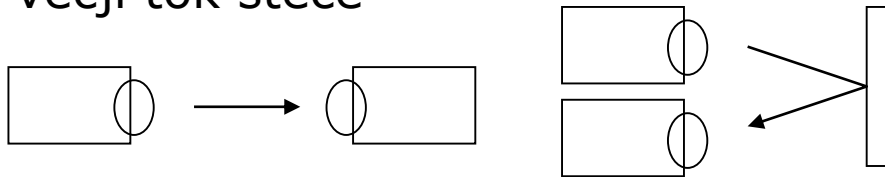
- Resistive sensors
- Trak z upori (band sensor)
 - Ko se trak upogne, se spremeni upornost
- Potenciometer
 - Senzor pozicije pri drsnih ali rotirajočih se mehanizmih
- Fotocelica
 - Upornost je majhna, ko je osvetlitev velika
 - Detekcija svetlobe



Infrardeči senzorji

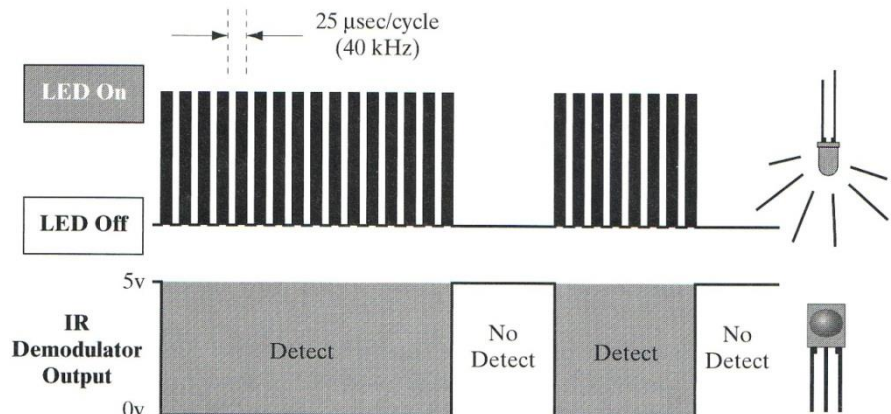
- Intenzitetni IR senzorji

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



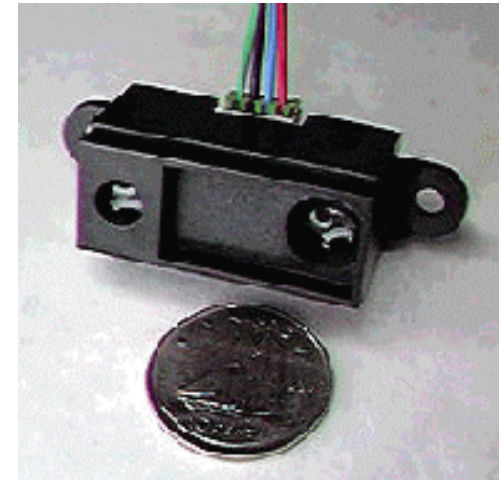
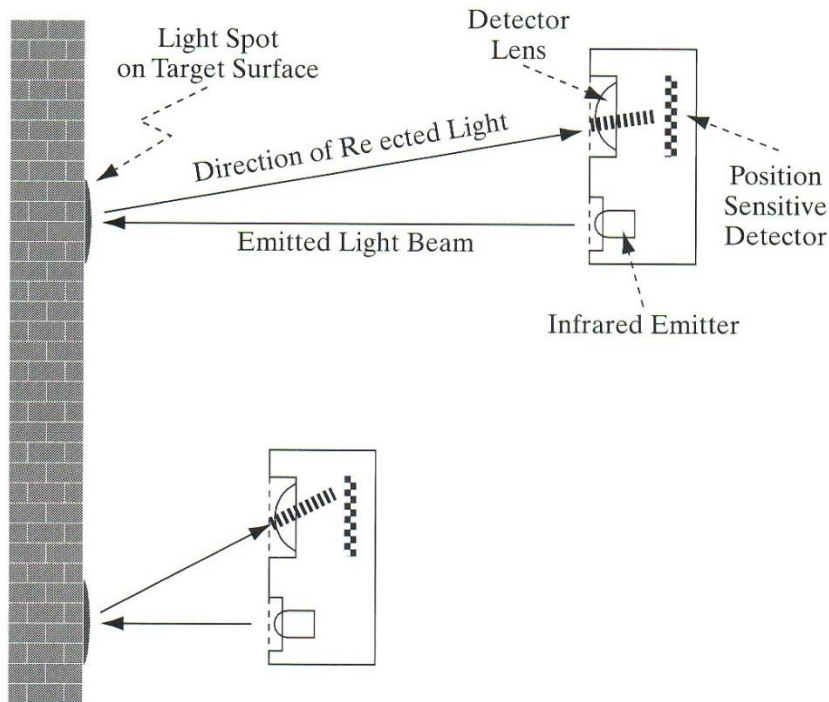
- Občutljivi na dnevno svetlobo, reflektivnost predmetov, oddaljenost
 - Robustni, poceni
 - Aplikacije: detekcija objektov, optični enkoder
- Modulirani IR senzorji

- Modulacija in demodulacija
- Detektira se utripe
- Bolj robustno
- IR daljinci, itn.



Infrardeči senzorji

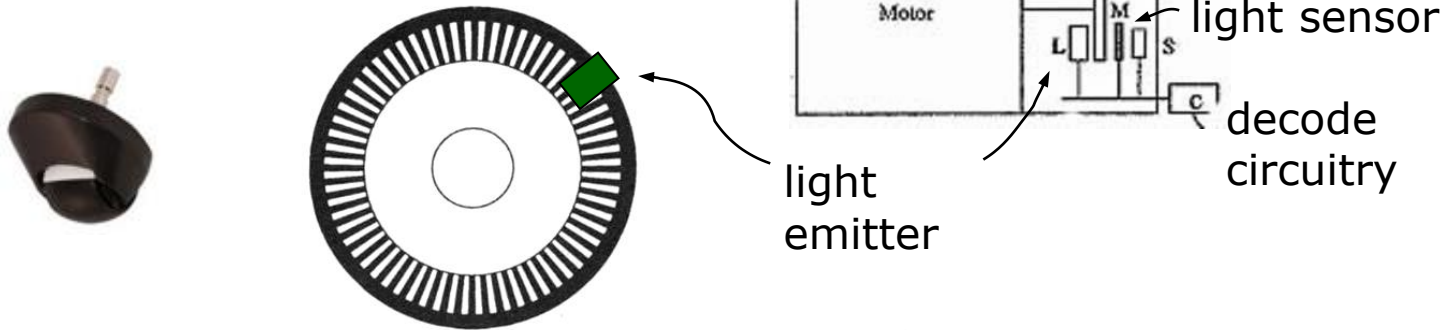
- Senzorji oddaljenosti
- Merijo kot vpadle svetlobe -> triangulacija



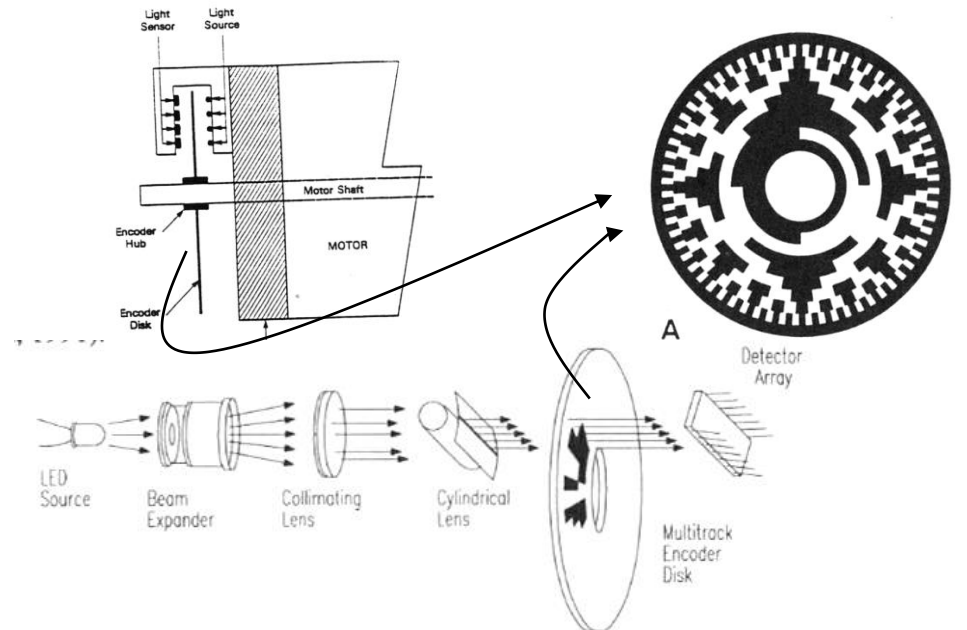
- Neobčutljivi na ambientalno svetlobo

Merilci rotacije

- Inkrementalni optični merilci
 - Relativna pozicija



- Absolutni optični merilci
 - Absolutna pozicija
 - Grayeva koda

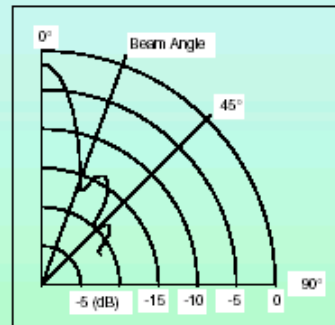
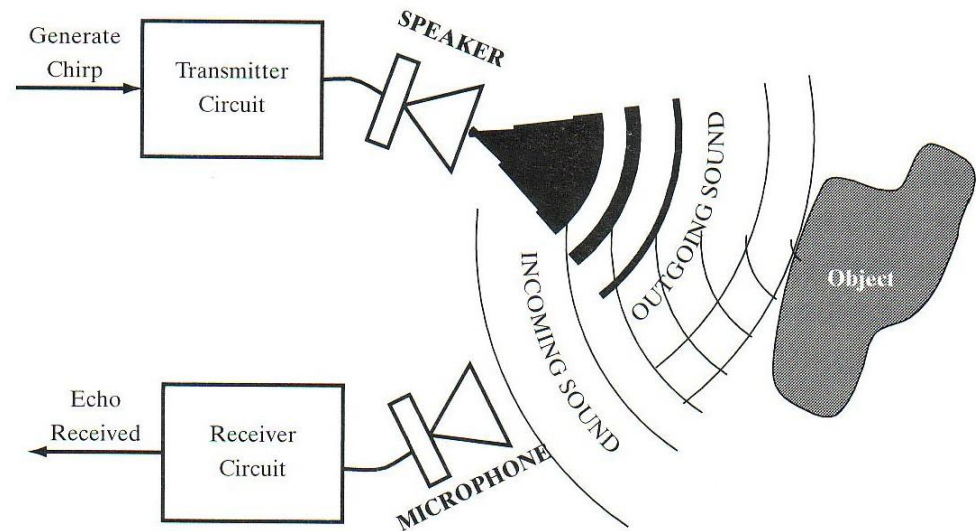


Merilci oddaljenosti

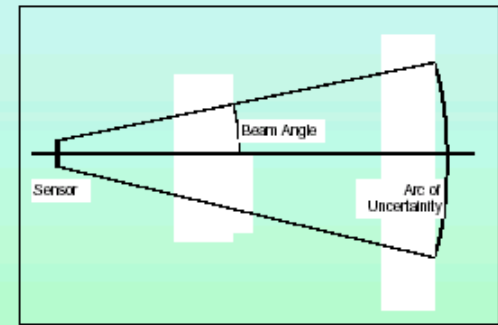
- Stereo vid
- Oblika iz X
- Globinski senzor s kodirano svetlobo
- IR senzor oddaljenosti
- Merjenje časa leta (Time Of Flight sensors)
 - Pošlji signal, čakaj, da se vrne, izmeri časovno razliko
 - RADAR
 - SONAR
 - LIDAR

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



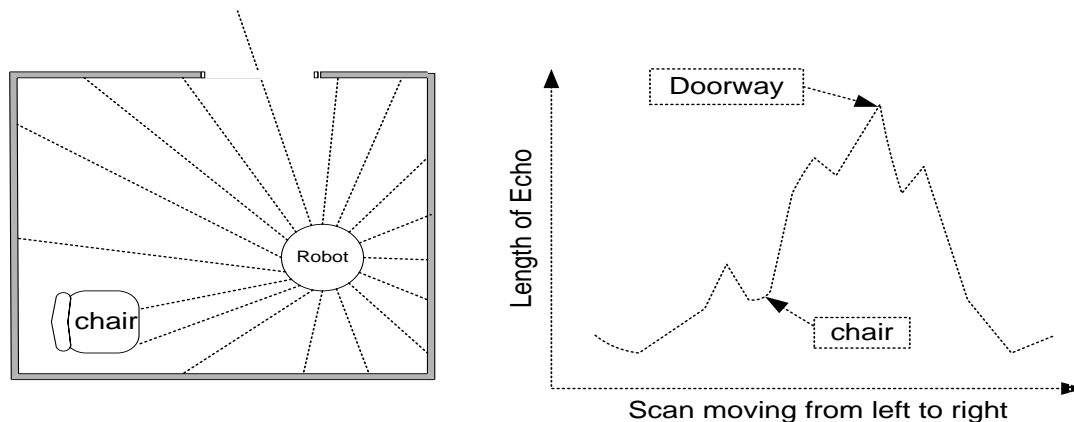
Sensor Specification



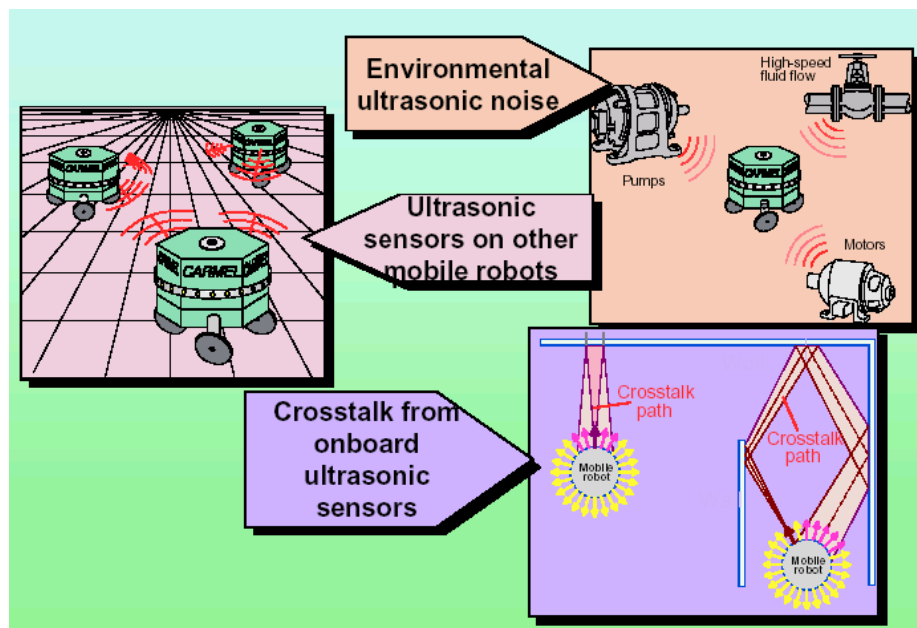
Sensor Model, angle = 15 degrees

Sonar

- Uporaba:
za mapiranje
prostora

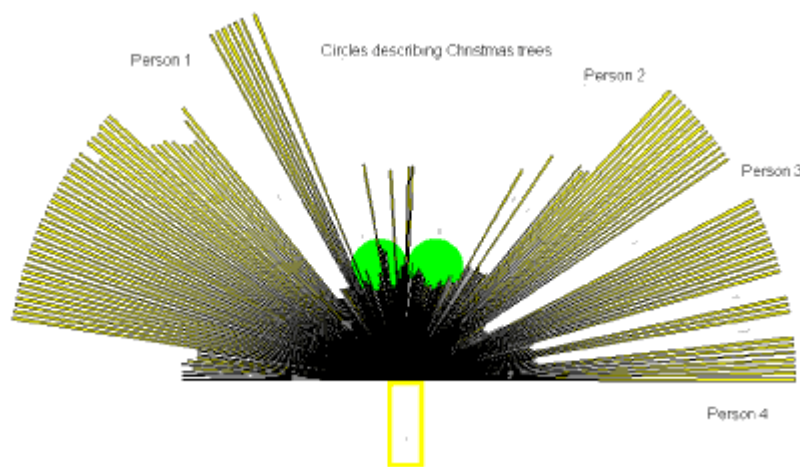
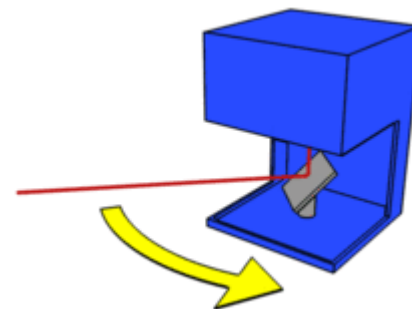


- Problem:
šum,
interferenca



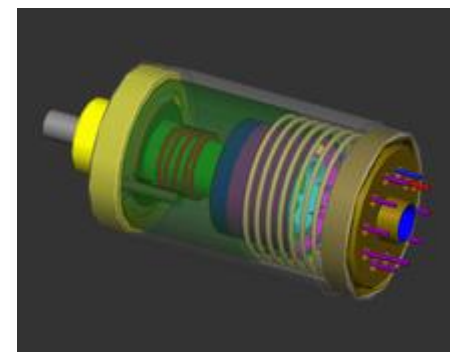
Laserski merilci razdalje

- 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



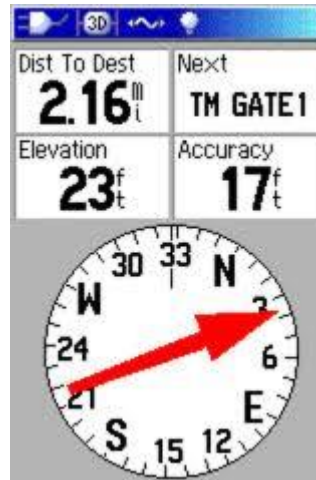
Vztrajnostno senzorji

- 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



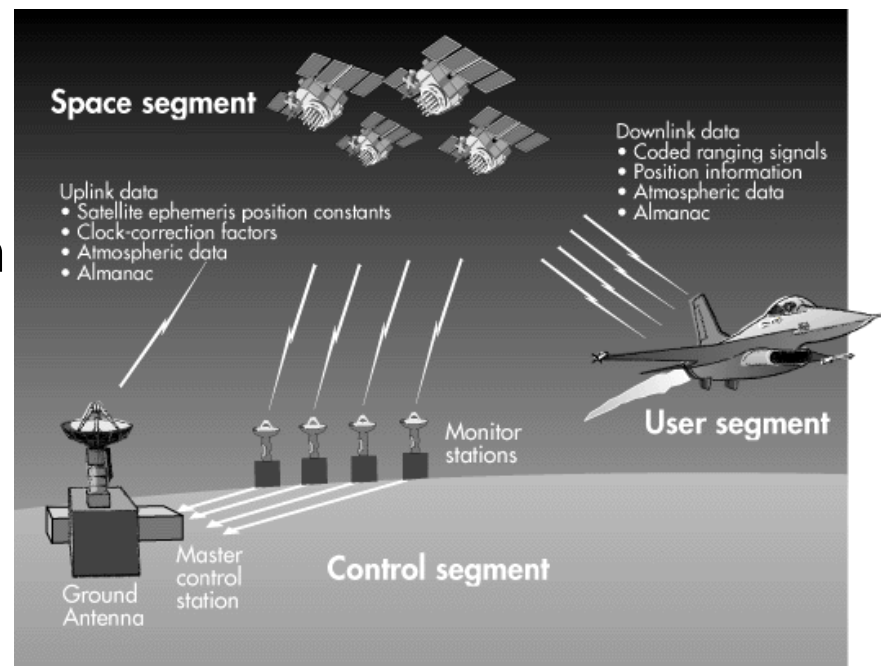
Kompas

- 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

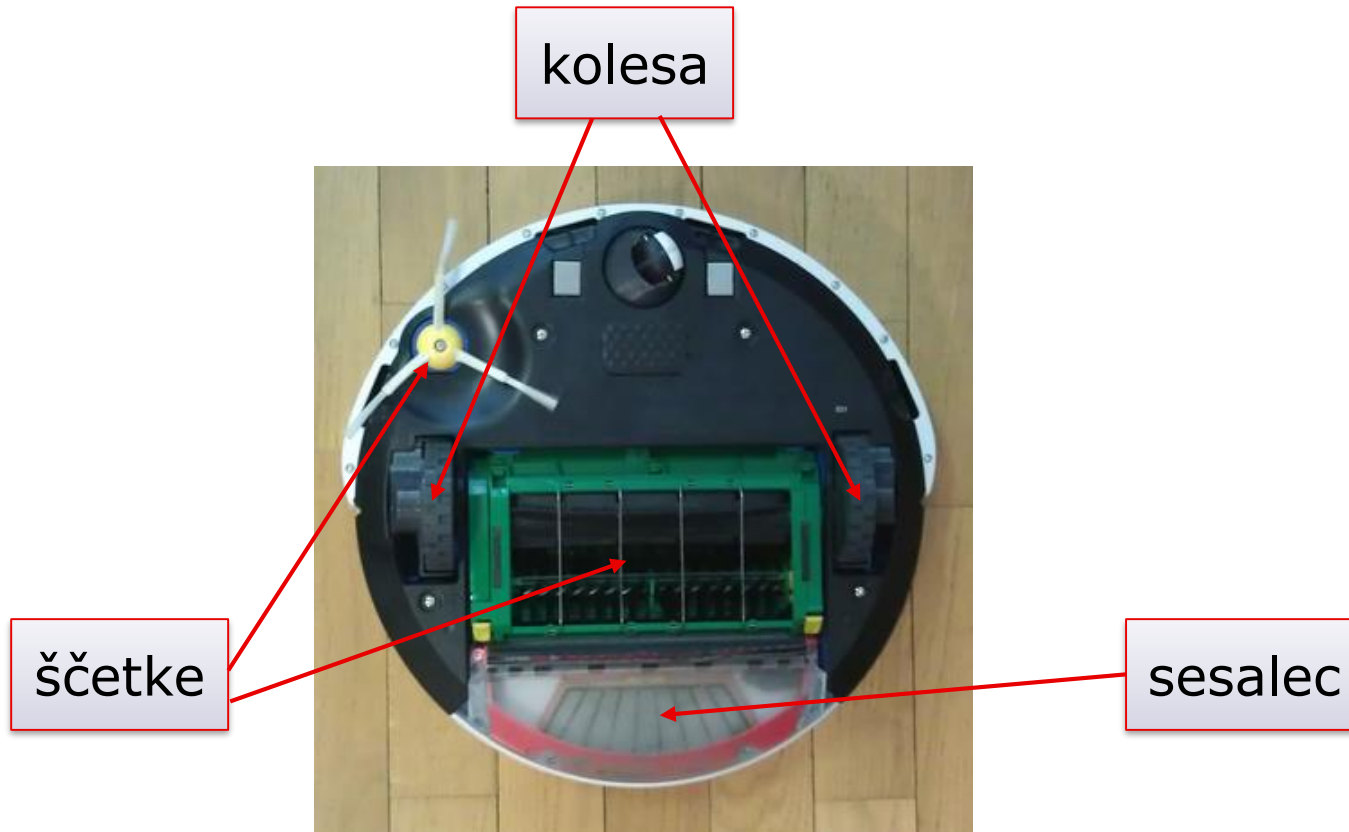
iRobot Roomba

- Aktuatorji in senzorji



Motorji

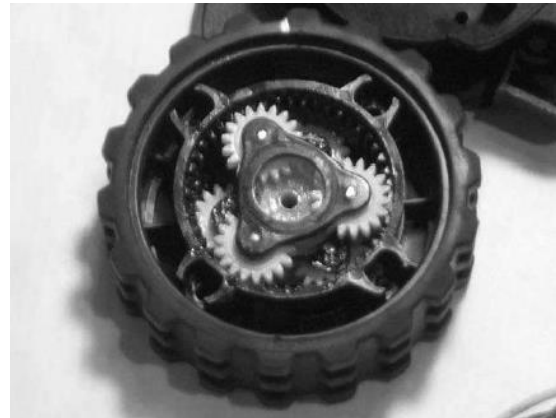
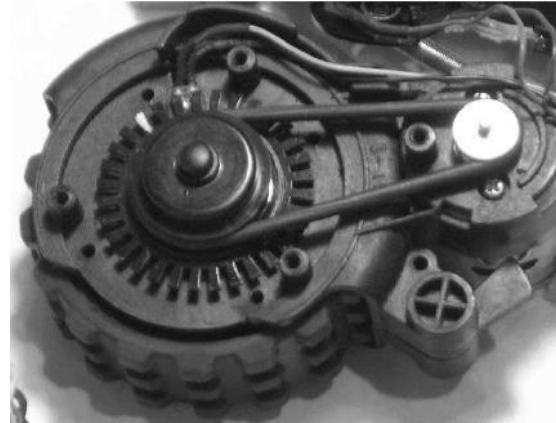
- Spremenljiva hitrost motorjev za kolesa
 - pulse-width modulation (PWM)



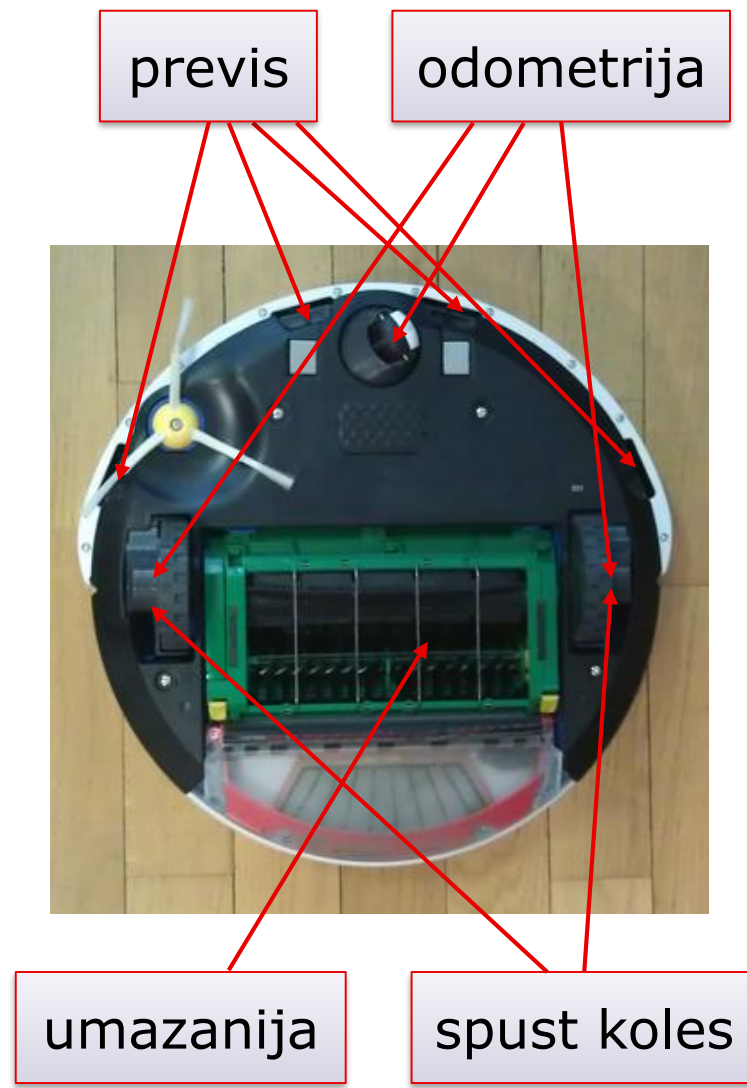
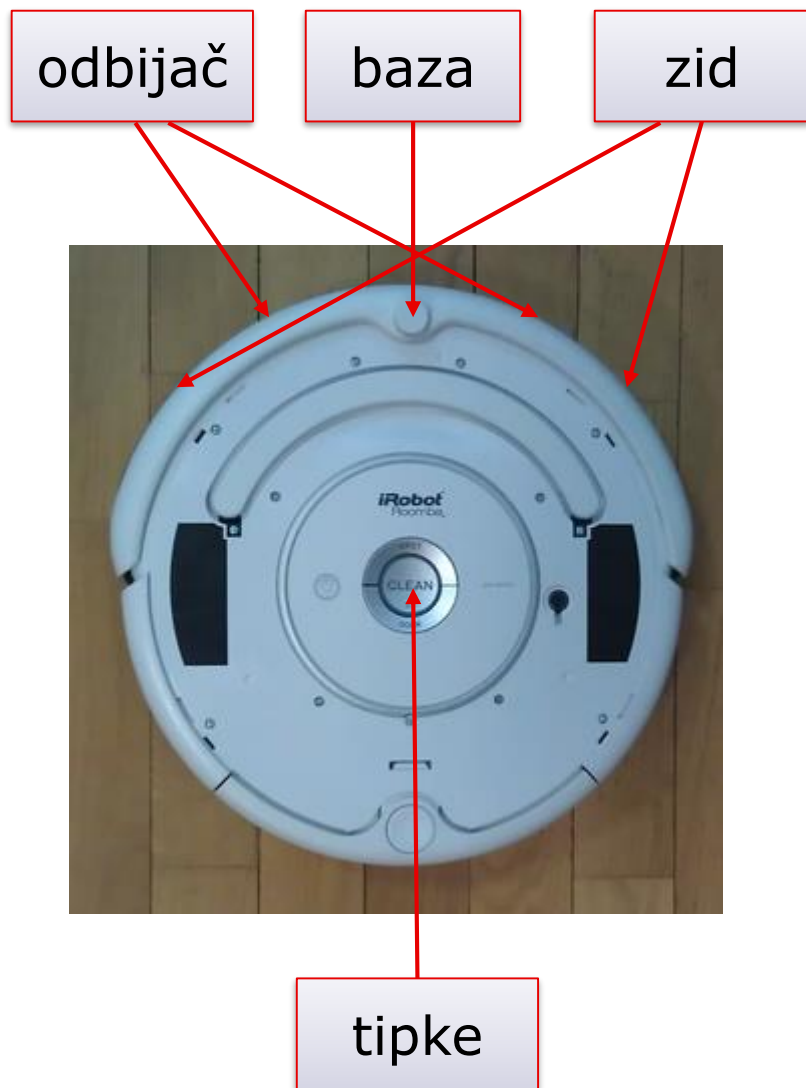
- On/off motorji za ščetke in sesalec

Kolesa

- Diferencialni krmilni sistem
 - Dve kolesi neodvisno krmiljeni
- Električni motor
 - velika hitrost
- 25:1 redukcija
 - velik navor

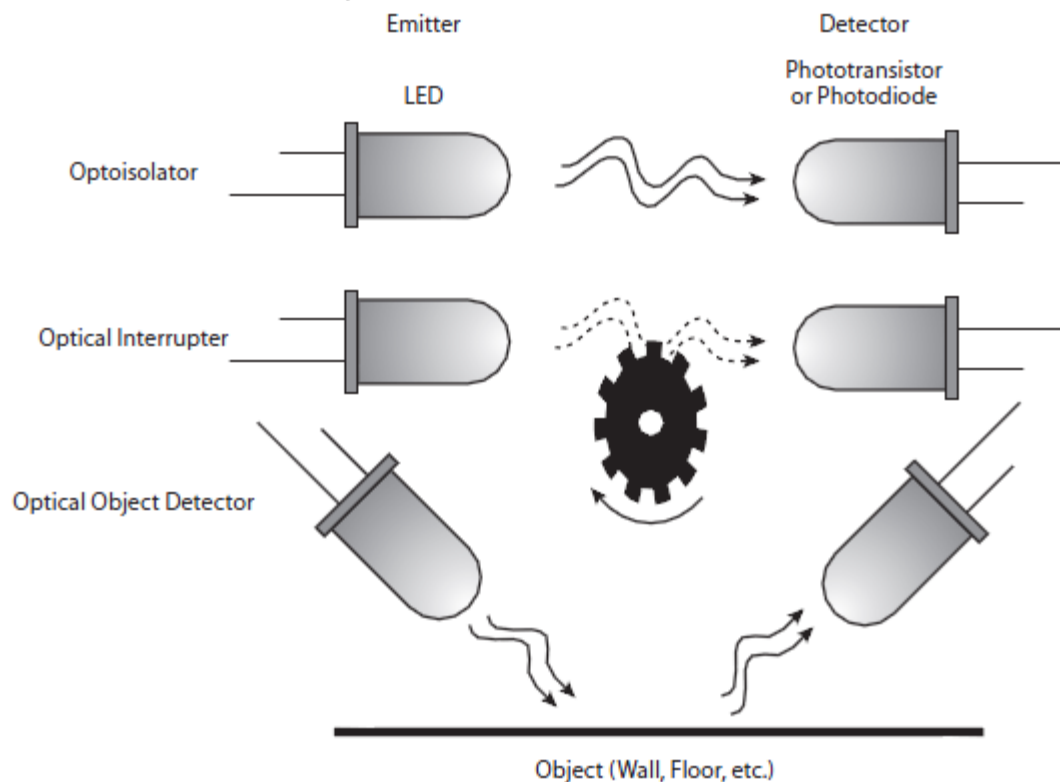


Senzorji



IR senzorji

- IR senzorji



baza



odbijač

odometrija

zid

previs

- Mikrostikala:

tipke

spust koles

- Kapacitivni senzor:

umazanija

Napajanje

- Meritve moči napajanja
 - kapacitivnost akumulatorja [mAh]
 - napetost [V]
 - tok [A]
 - temperatura



Indikatorji

- Led lučke
 - Status (zelena rdeča)
 - detekcija umazanije (modra)
- Zvočnik
 - piezoelectric beeper

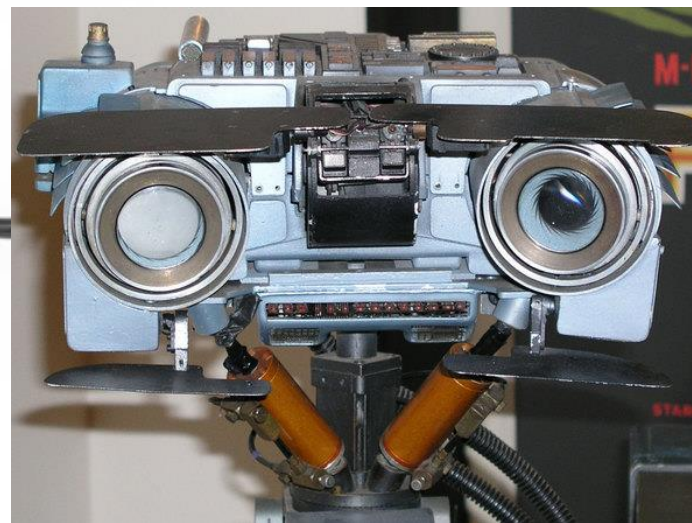
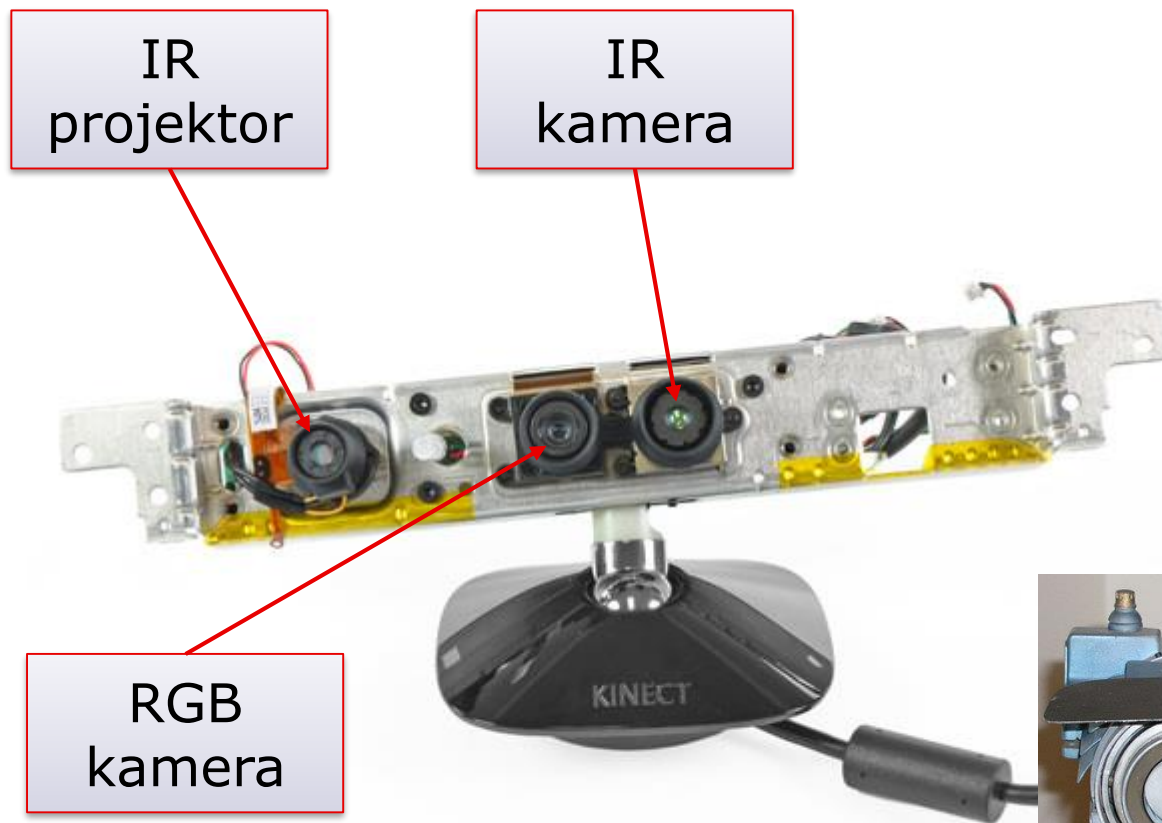


RGBD senzor Kinect

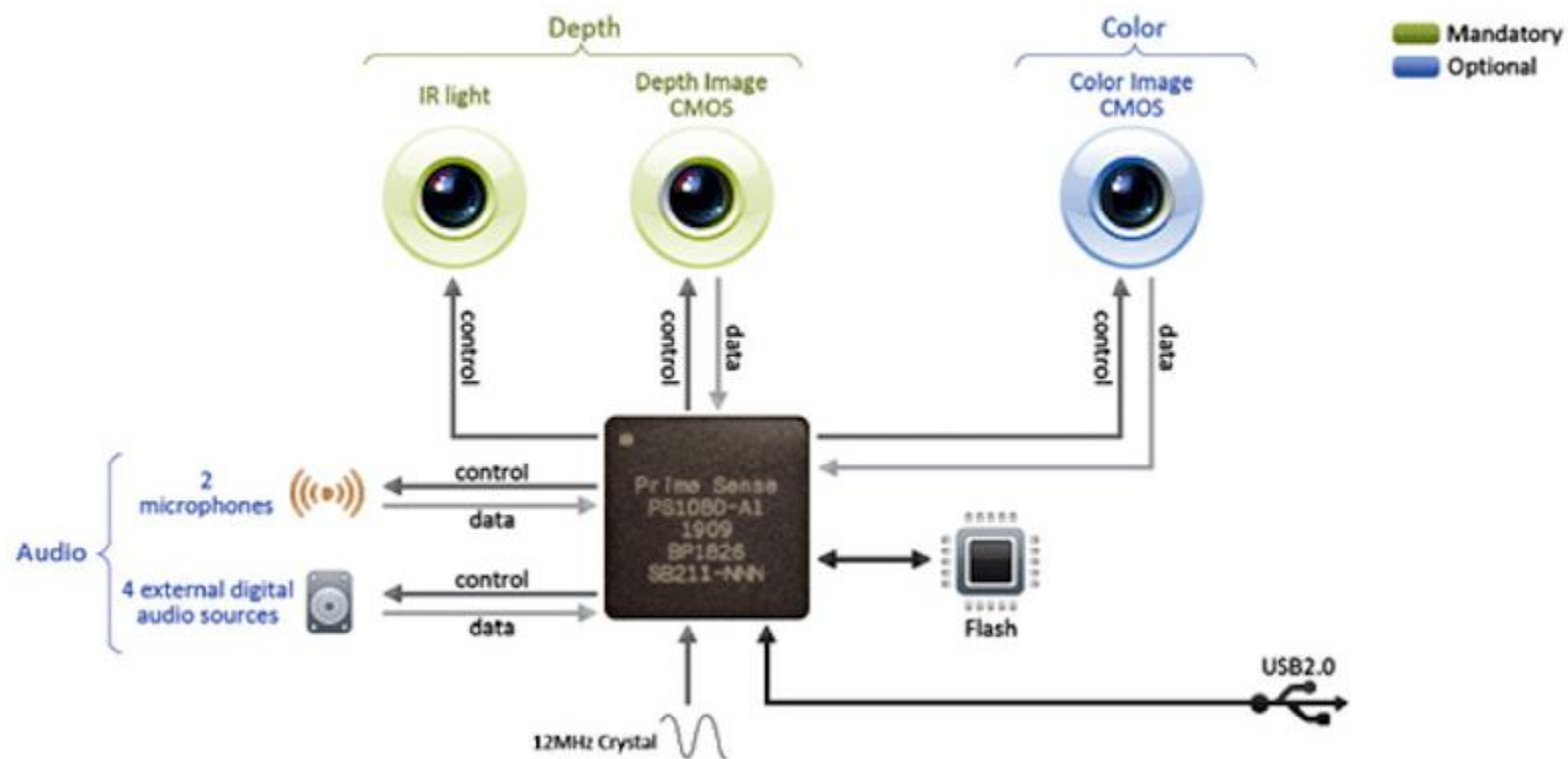
- PrimeSense senzor



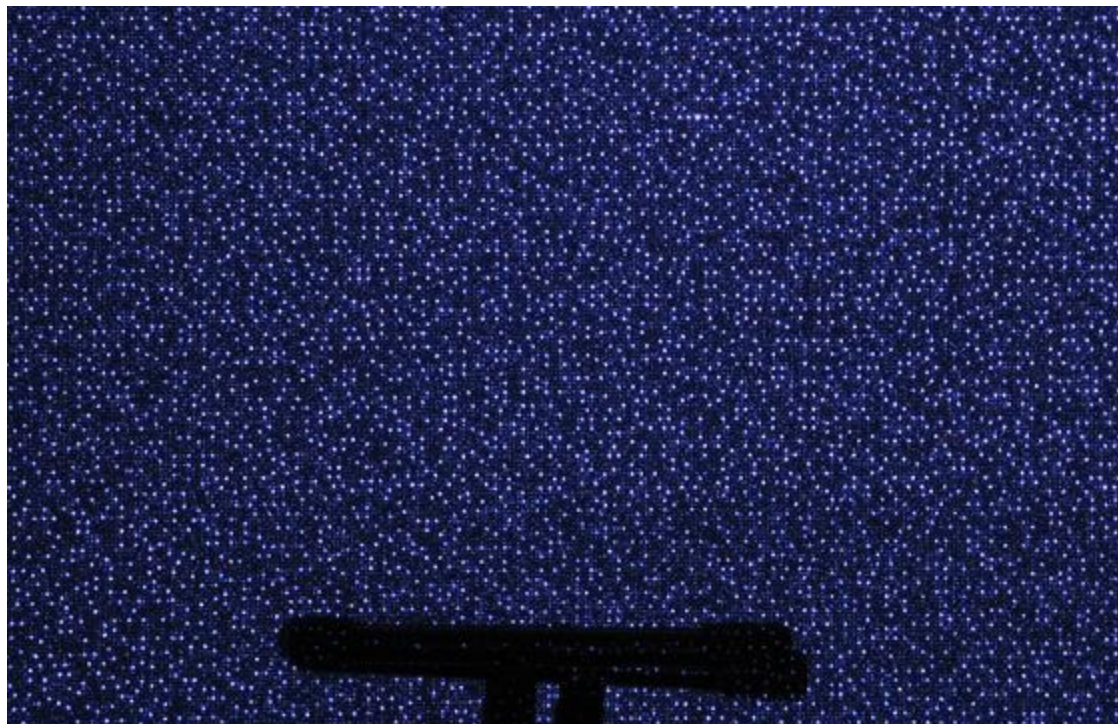
Sestavni deli



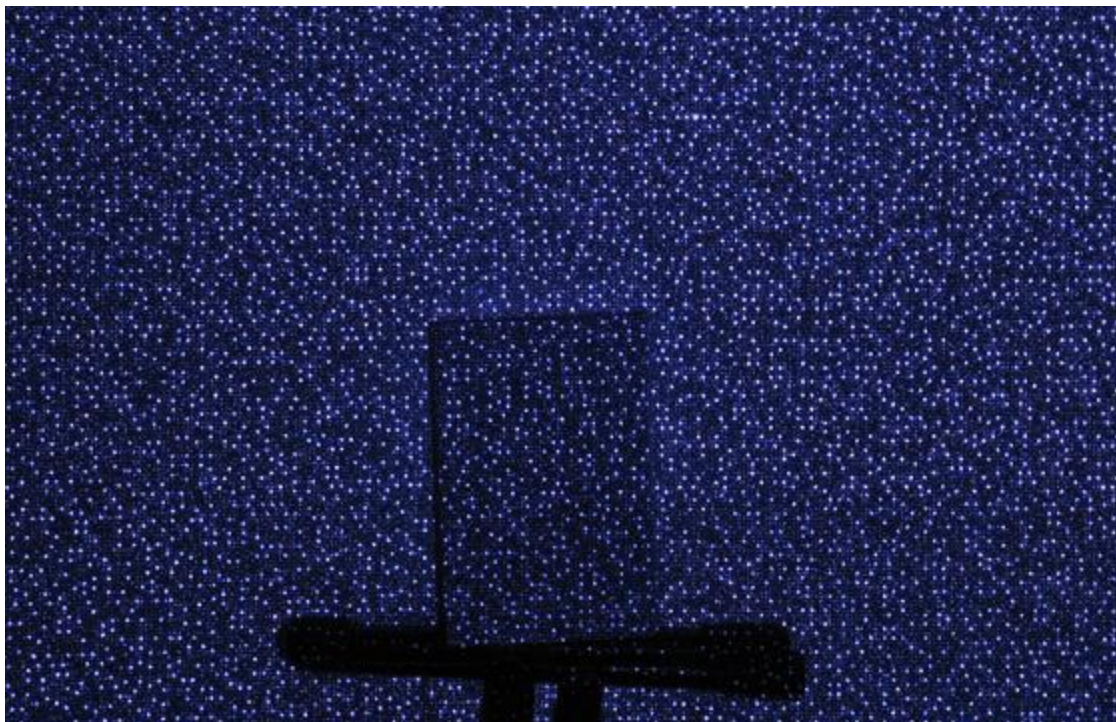
Shema



Projicirani vzorec



Projicirani vzorec



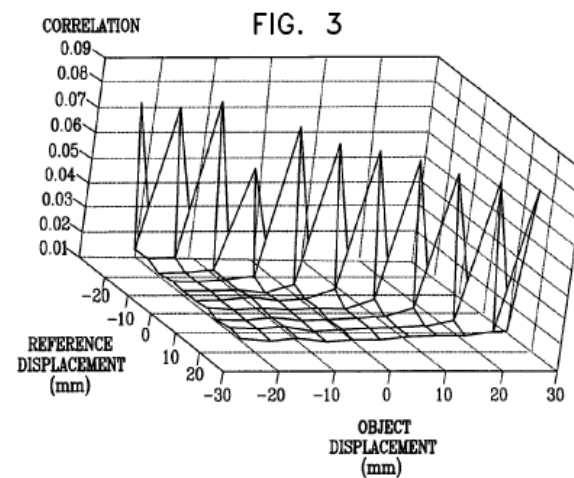
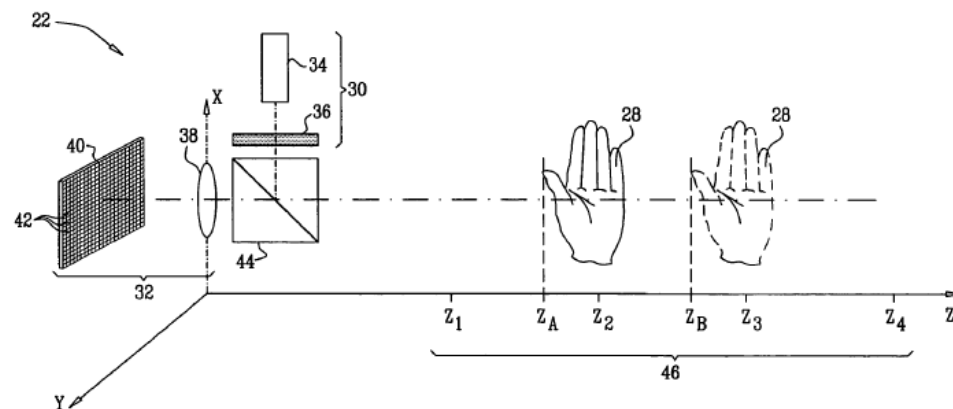
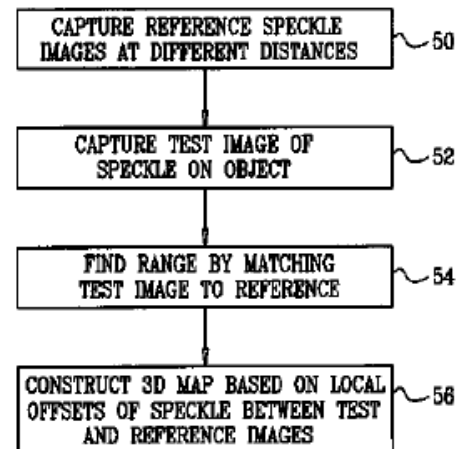
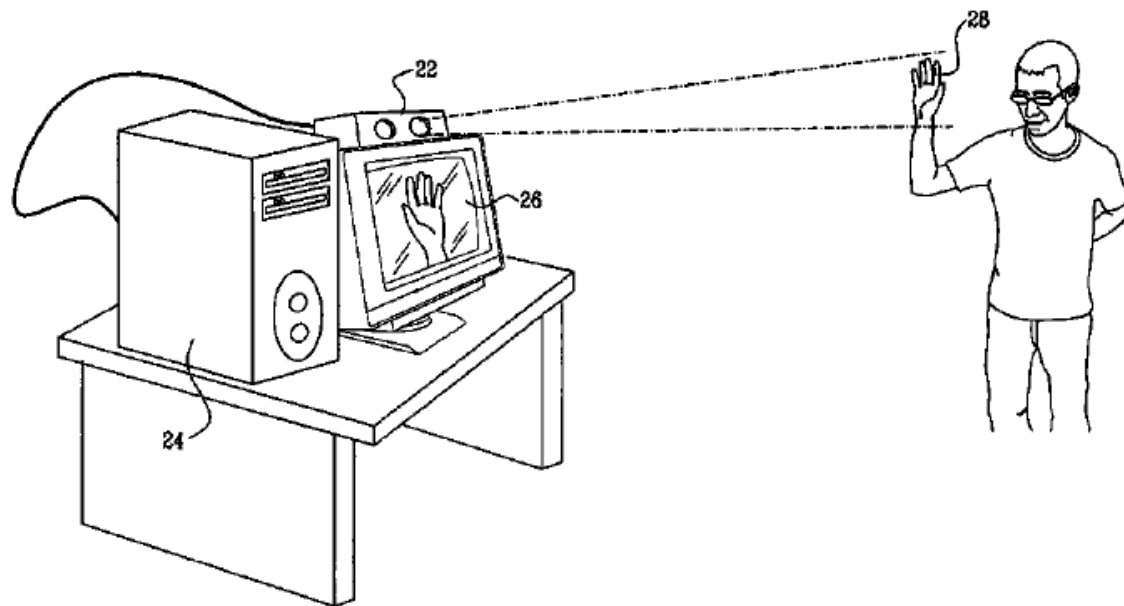
Patent No.: US 7,433,024 B2

**RANGE MAPPING USING SPECKLE
DECORRELATION**

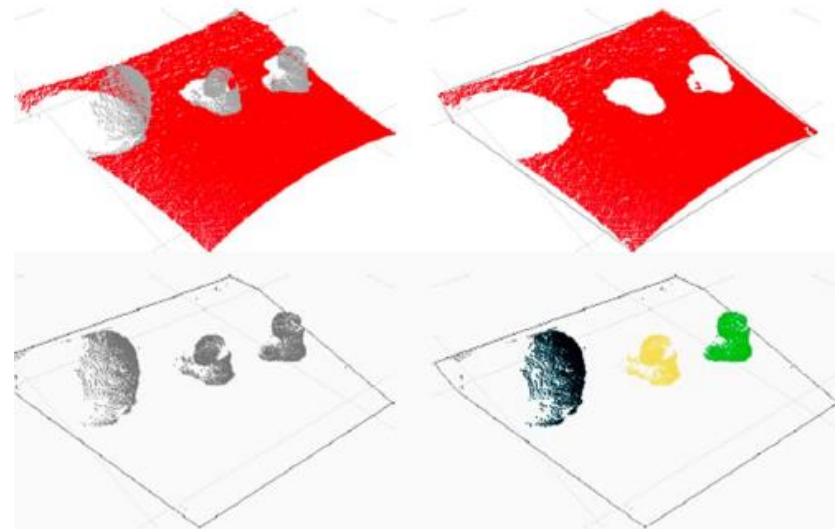
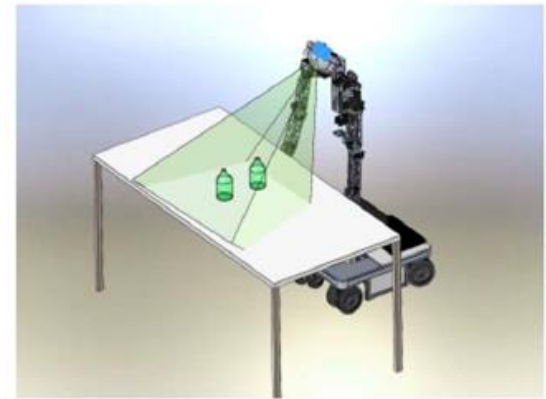
(57)

ABSTRACT

A method for mapping includes projecting a primary speckle pattern from an illumination assembly into a target region. A plurality of reference images of the primary speckle pattern are captured at different, respective distances from the illumination assembly in the target region. A test image of the primary speckle pattern that is projected onto a surface of an object in the target region is captured and compared to the reference images so as to identify a reference image in which the primary speckle pattern most closely matches the primary speckle pattern in the test image. The location of the object is estimated based on a distance of the identified reference image from the illumination assembly.



RGBD informacija



- Dr. John (Jizhong) Xiao, City College of New York, Robot Sensing and Sensors
- Tod E. Kurt, Hacking Roomba: ExtremeTech, Wiley, 2006
- <http://www.ifixit.com/Teardown/Microsoft-Kinect-Teardown/4066/3>
- Futurepicture, <http://www.futurepicture.org/?p=116>
- United States Patent, Garcia et. al, Patent No. 7,433,024 B2
- ostalo