

MEMS Inteligentné senzory a aktuátory

Ing. Richard Balogh

Proximitné snímače

28. 3. 2022

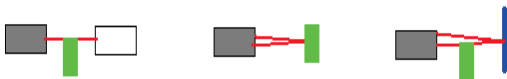


7.1. Optické proximní snímače

Základné typy

- jednocestná závora
- reflexný senzor
 - difúzny (divergentný, konvergentný)
 - s potlačením (pozadia, popredia)
- reflexná závora (odrazka, reflektor) retro-reflexive

through-beam
diffuse



7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora



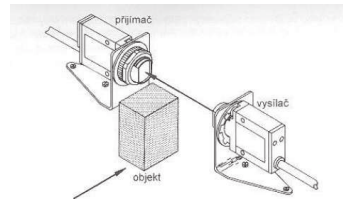
7. Proximitné snímače

Proximitný snímač – bezkontaktný senzor určený na detekciu prítomnosti blízkych objektov. Vlastnosti sú definované v IEC 60947-5-2

Podľa princípu

- optické
- indukčné a indukčnosť
- kapacitné

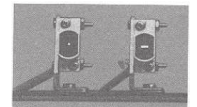
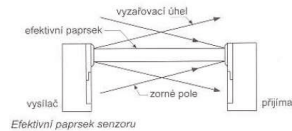
7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora



- + lesklé objekty
- + zašpinenie OK
- inštalačné náklady
- nastavenie

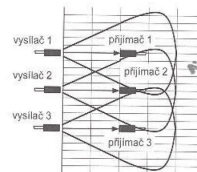
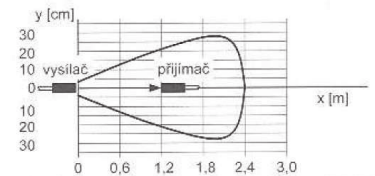
- efektívny lúč

malé rozmery: clonka

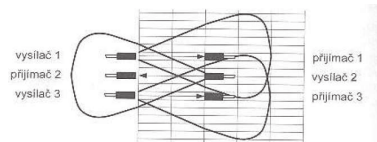


7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora

Smerové charakteristiky



Směrová charakteristika definuje min. vzdálenost senzorů



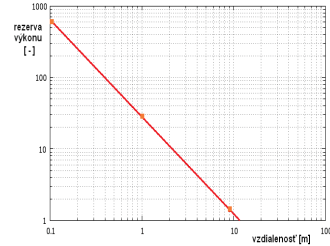
Těsná montáž jednocestných závor

7.1. Optické proximní snímače Jednocestná závora

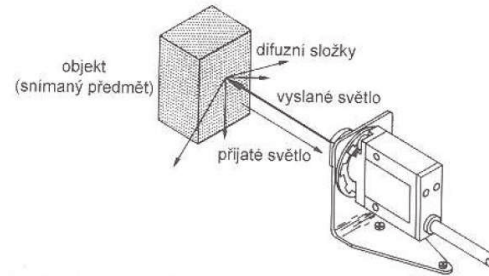
$$\text{Výkonová rezerva} = \frac{\text{energia na prijímacom prvku}}{\text{prahová úroveň}}$$

Minimální výkonová rezerva	Provozní prostředí
1.5x	Čistý vzduch, špina se na čočkách neusazuje.
5x	Mírné znečištění, mírné usazování prachu, špiny, oleje a vlhkosti, čištění čoček je předepsáno.
10x	Střední znečištění, usazování nečistot zřejmé, předepsáno jem příležitostné čištění čoček.
15x	Velké znečištění, husté usazeniny na čočkách, mlha, kouř, olejový film, čištění není předepsáno.

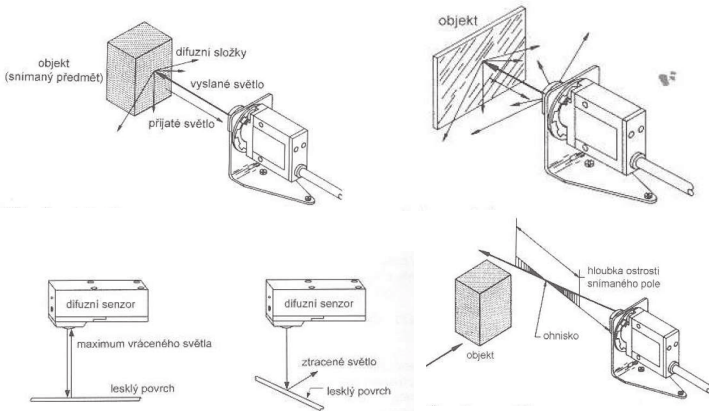
Obr. 6.49 Orientační pomůcka pro volbu výkonové rezervy



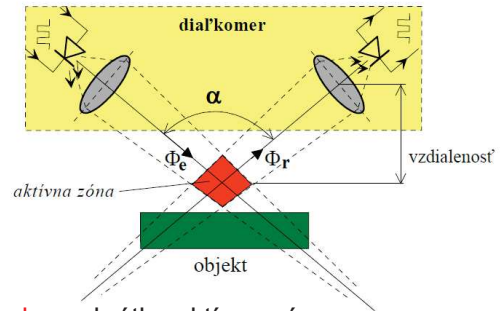
7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: difúzný



7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: divergentný a konvergentný

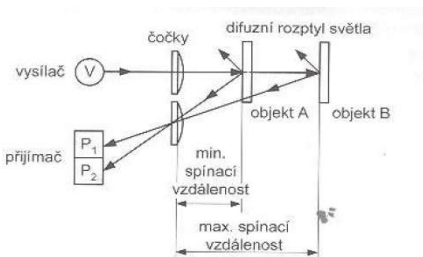


7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: konvergentný



- veľký uhol α → krátka aktívna zóna
- zachytí predmet v pásme citlivosti → logický výstup
- meraná vzdialenosť rádovo mm
- menší vplyv porúch

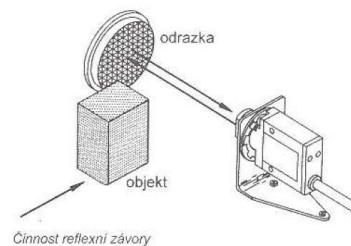
7.1. Optické proximní snímače Reflexný senzor: s potlačeným pozadím



Reflexní senzor s pevnou vzdáleností potlačení pozadí

- Porovnáva sa intenzita P_1 a P_2 : $P_2 \geq P_1$
- Ak je A, nesmie odraz B dopadnúť na P_1
- $P_2 < P_1 \Rightarrow$ neprítomnosť A

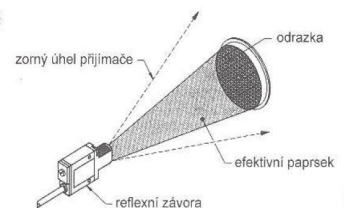
7.1. Optické proximní snímače Reflexná závora



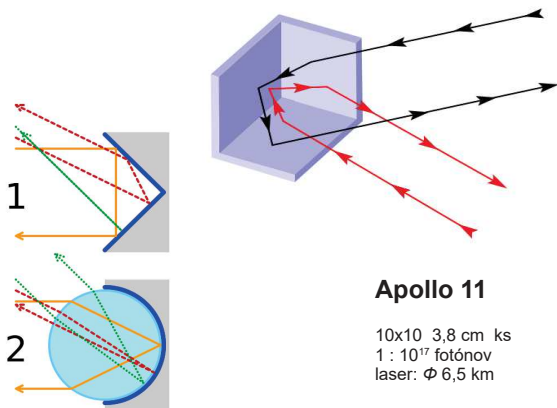
0,1 – 10 meti

ODRAZKA

spoľahlivé aj pri odklone 20°



7.1. Optické proximní snímače Kúťový odrážač corner reflector



Apollo 11

10x10 3,8 cm ks
1 : 10¹⁷ fotónov
laser: Φ 6,5 km

7.1. Optické proximní snímače Odrážka retroreflector

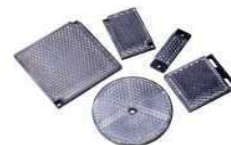
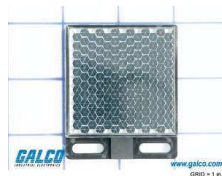


Priemyselné odrazky

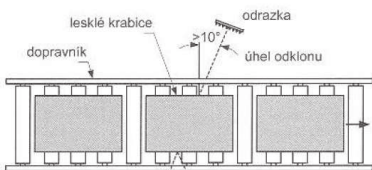
- vyššia kvalita ako dopravné

3000 x

viac svetla ako biely papier

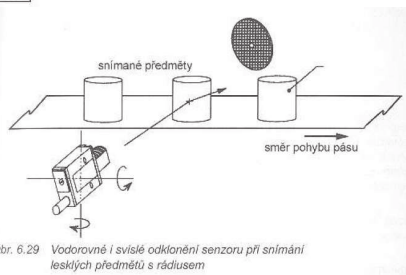


7.1. Optické proximní snímače Reflexná závoňa



- + lesklé objekty
- + zašpinenie OK
- inštalčné náklady
- nastavenie

Odstránení vlivu silné reflexe – odkloním senzor



Obr. 6.29 Vodrovomé i svietlé odklonení senzoru při snímání lesklých předmětů s rádusem

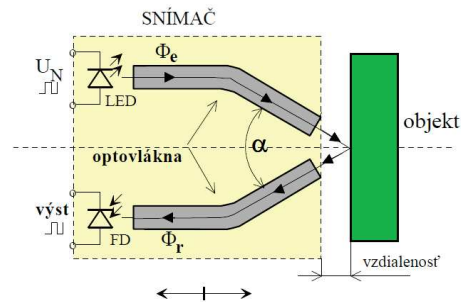
7.1. Optické proximní snímače Systémy s optickými svetlovodmi

Optické systémy sa dajú nahradit' svetlovodmi

- tzv. "V" systém (logický výstup)
- koncentrický svetlovod (spojitý výstup)

"V" systém

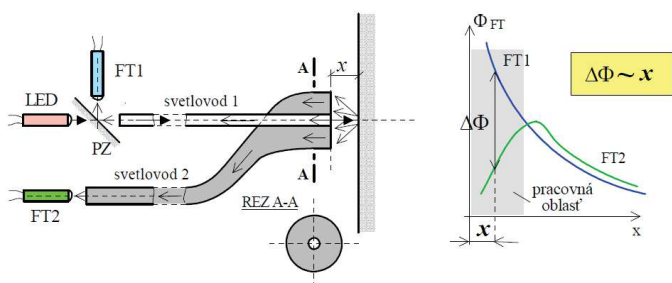
prednastavená vzdialenosť (dosiahnutie)
→ logický výstup (zmena)



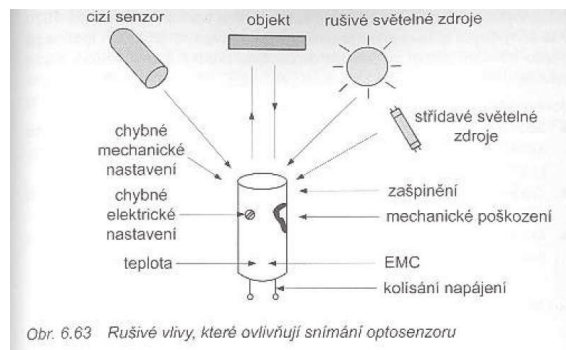
7.1. Optické proximní snímače Systémy s optickými svetlovodmi

Koncentrický svetlovod (spojitý výstup)

- má spojitý výstup
- čiastočne kompenzuje odrazivosť povrchu a uhol

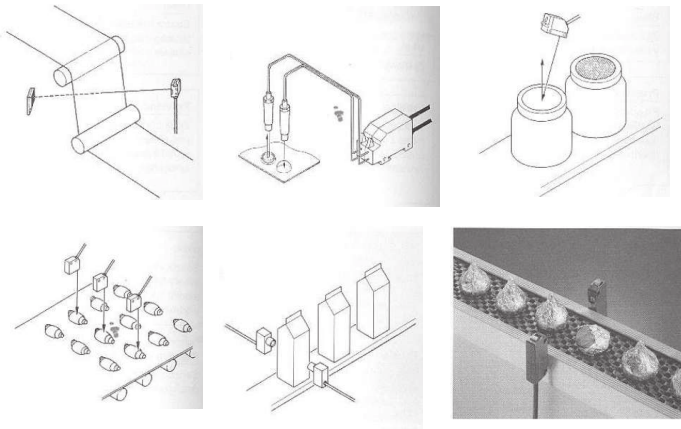


7.1. Optické proximní snímače Poruchové veličiny



Obr. 6.63 Rušivé vlivy, které ovlivňují snímání optosenzoru

7.1. Optické proximní snímače Applikácie



7.2. Indukčné a indukčnosťné proximní snímače

- Silne nelineárny systém
- proximní (približovacie) senzory
- rezonančné vyhodnotenie

7.2. Indukčné a indukčnosťné proximní snímače Rezonančné vyhodnotenie zmeny indukčnosti

Základné rovnice pre rez. obvod

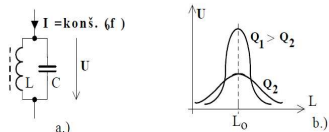
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} ; \quad Q = \frac{\omega L}{R_s} ; \quad \text{resp.} \quad Q = \frac{R_p}{\omega L}$$

Cievka je zapojená:

- do sériového (paralelného) rezonančného obvodu

Výstup je zmena amplitúdy:

- pri pohybe po "boku" rez. krivky
- zatmením obvodu (vírivé prúdy)

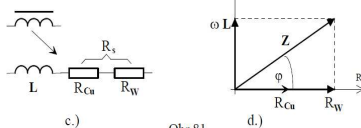


Kvalita Q

- predp. kondenzátor s vysokou Q
- Qcelk potom závisí len od Q cievky

Cievku s jadrom (kovovým) môžeme nahradiť podľa obr.81.c.

- R_{Cu} predstavujú straty v Cu vinutí
- R_w straty v jadre (hysterézne i vírivé)



Obr.81.

7.2. Indukčné a indukčnosťné proximní snímače

- zmena parametra L [H ; mH ; uH]
- zmena x → zmena R_m → zmena L
- systémy majú otvorený mag. obvod
- pracujú (obvykle) s potlačeným poľom
 - vírivé prúdy

7.2. Indukčné a indukčnosťné proximní snímače Jednoduchý snímač so zmenou šírky vzduchovej medzery δ

Predpokladáme, že:

R_m vzd >> R_m železa ⇒ R_m ≅ R_m vzd

$$\Phi = \frac{F_m}{R_m} = \frac{NI}{R_m}$$

potom

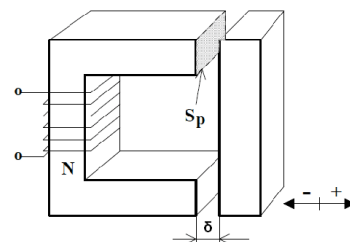
$$L = \frac{\Delta \Psi}{\Delta I} = \frac{\Psi}{I} = N \frac{\Phi}{I} = \frac{N^2}{R_m}$$

kde: I je efektívna hodnota prúdu

Φ je tok, vytvorený prúdom I a ak pre naznačený obvod je

$$R_m = \frac{1}{\mu_0} \frac{2\delta}{S_p}$$

potom:



$$L = N^2 \mu_0 S_p \frac{1}{2\delta} = K \frac{1}{\delta}$$

7.2. Indukčné a indukčnosťné proximní snímače Zmena kvality pri proximních snímačoch

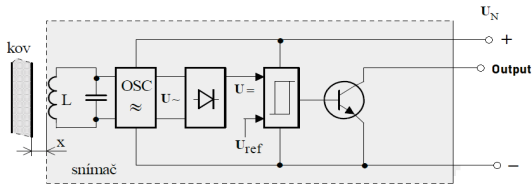
Uvažuje sa vyššia f_N (100 kHz ÷ 1 MHz)

Priblíženie k elektricky vodivým predmetom → pokles Q cievky vírivými prúdmi

- zmenší sa amplitúda
- alebo zaniknú oscilácie (ak je cievka časť oscil. obvodu)

- výstup nespojitý - logický signál
- možnosť čiastočného nastavenia spínacej vzdialenosti

7.2. Indukčné a indukčnosťné proximítné snímače Trojvodičové systémy



trojvodičové systémy (spínacie)

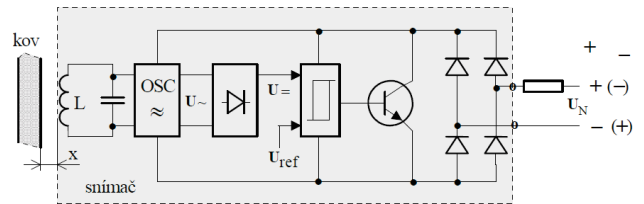
→ kolektor, alebo emitor tranzistora je vyvedený

spínaná vzdialenosť, do $8 \div 10$ mm, max do 40 mm.

konštrukcia - "hrubá" skrutka so závitom (napr. $\phi 10 \times 40$ mm)

na snímači miestna indikácia

7.2. Indukčné a indukčnosťné proximítné snímače Dvojvodičový systém s komparátorom



7.3. Kapacitné proximítné snímače Základné vlastnosti

Vzťah pre kapacitu:
$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$$

kde C - kapacita [F] (v praxi - mF, μ F, nF, pF)

ϵ_0 - $8,853 \cdot 10^{-12}$ [F/m]

ϵ_r - relatívna permitivita (dielektrická konštanta)

pre vákuum a vzduch $\epsilon_r = 1$,

plasty $\epsilon_r = 2 \div 10$,

dielektriká $\epsilon_r = 5 \cdot 10^4$

S - aktívna plocha elektród [m²]

d - vzdialenosť elektród [m]

Pre proximítné sa využíva zmena d .

Využitie je pre menšie vzdialenosti, rádovo mm, cm

- proximítné snímače - otvorený systém
- snímacia hlavica je kompaktná.

7.3. Kapacitné proximítné snímače Princíp vytvorenia sensorového systému

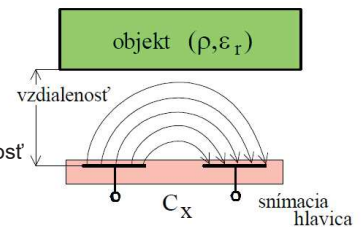
Reaguje na predmety elektricky vodivé i nevodivé:



- vodiče → "skratuje" sa časť vzd. medzery
- nevodiče → zmení sa časť dielektrika (ϵ_r)

- C (zmena) je malá → obvody sú v tesnej blízkosti
- C - časť rezonančného obvodu

- výstup je logický signál:
 - pri registrovaní predmetu
 - pri priblížení sa na určitú vzdialenosť
- "spojitá" presnosť je nízka



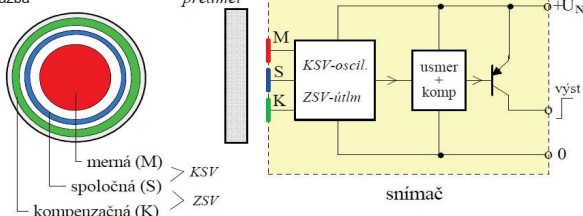
Problém je vlhkosť v okolí elektród.

Voda má $\epsilon_r = 80$, môže silne ovplyvniť meranie.

7.3. Kapacitné proximítné snímače Kompenzačná elektróda

- K má kapacitu hlavne na S, nie cez predmet, (malá medzera S - K), C_{S-K} sa teda vzdialenosťou veľmi nemení
- stúpne vlhkosť ($x = \text{konšt.}$) → stúpne C_{M-S} → stúpne KSV → stúpne amplitúda kmitov, súčasne stúpne i C_{S-K} → stúpne ZSV → pokles amplitúdy
- ako spojité sú systémy problematické (presnosť)
- častejšia je nespojitá činnosť do cca 20 mm
- pre registráciu (napr. papierové krabice) cca do 80 mm.

KSV - kladná spätná väzba
ZSV záporná spätná väzba



6. Senzory pre orientáciu v priestore

- dotykové - kontaktné
- bezdotykové
 - optické
 - akustické

6.1. Kontaktné systémy

- polohovací systém
(x, y, z, alebo sférické súradnice - ϕ , θ , r)
- snímač vzdialeností - polohy

Poznámka:

Systémy sú veľmi presné, zložitá konštrukcia. Vyžadujú mechanický dotyk s objektom. Mäkký objekt môžu ovplyvniť - poškodiť.

6.1. Kontaktné systémy



1.2m (4 ft.) spherical working volume

Accuracy of 0.018mm (0.0007 in.)

Accuracy $\pm 35\mu$ (± 0.0014 in.)

Scan rate up to 45,120 points/sec

6.1. Kontaktné systémy



6.2. Optické princípy

- snímače prekážok
- optické diaľkomery
- laserové 3D scannery a diaľkomery
- kamery

6.2. Optické princípy Snímače prekážok

- Princípy reflexných diaľkomerov
– len logický signál

Popis v predošlých častiach

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Meranie vzdialeností

- fázová metóda
- rádiolokačný princíp (impulzná metóda)
- triangulačná metóda

Fázová metóda

- kontinuálne budenie, sínusová amplitúdová modulácia svetelného toku
- fázový posun (prijímača a vysielača) je úmerný vzdialenosti (inkrementálna metóda)
- pri $f_{\text{modulač.}} = 300 \text{ MHz}$ je $\lambda = 1 \text{ m}$

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Rádiolokačný princíp

- krátky svetelný impulz (laser)
- prijatie odrazeného impulzu - odmeranie času
- určenie vzdialenosti ako $d = c \cdot t/2$

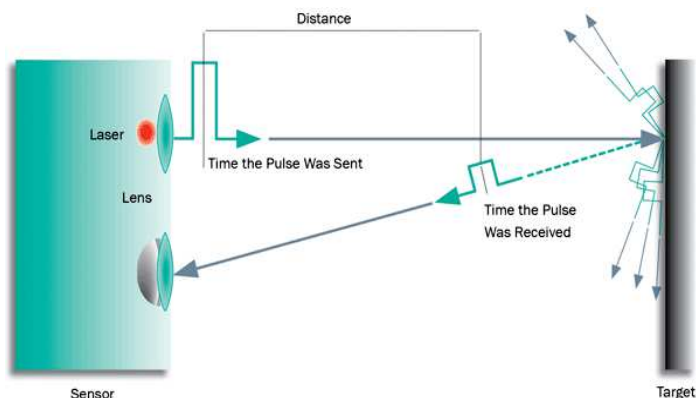
Problémy

- precízne meranie času, 1 mm = 3,3 ps
 - veľmi rýchle fotodetektory
 - elektronika bez oneskorení
 - rýchle čítače s veľkým rozlíšením

Dosah je značný, desiatky až stovky metrov

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Time-of-flight



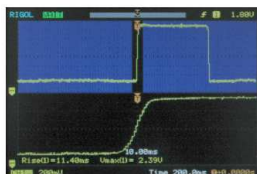
6.2. Optické princípy Laserové systémy

- time-of-flight technology
- vzdialenosť objektu je odvodená od doby letu
- Impulz dĺžky 5 ns sa opakuje s frekvenciou 250 kHz
- zdroj impulzu laserová dióda (Class 2)
- vlnová dĺžka 660 nm
- rozbiehavosť lúča 1 mrad
- analógový výstup 4-20 mA
- 278 Eur

Laserový snímač vzdialenosti optiONCDT-ILR 1030-9



D = 100 cm	current
color	[mA]
white	6.62
yellow	6.62
red	6.62
green	6.61
blue	6.61
black	6.61
black frame	6.61
mirror	6.62



Obz. 2. Rozsah merania snímača ILR 1030-9.

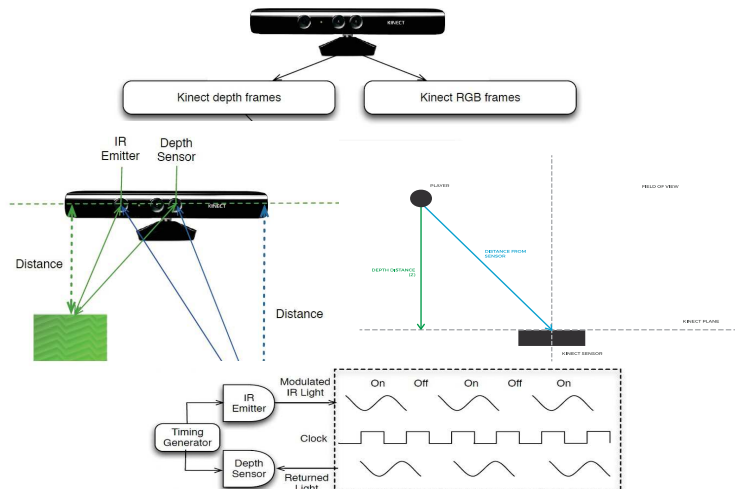


Fig. 3. Kinect v2 uses the time-of-flight method for depth sensing.

6.2. Optické princípy Laserové systémy

Triangulačný princíp

(viď. predošlé)

Dosah je menší, rádovo metre

Snímanie v priestore

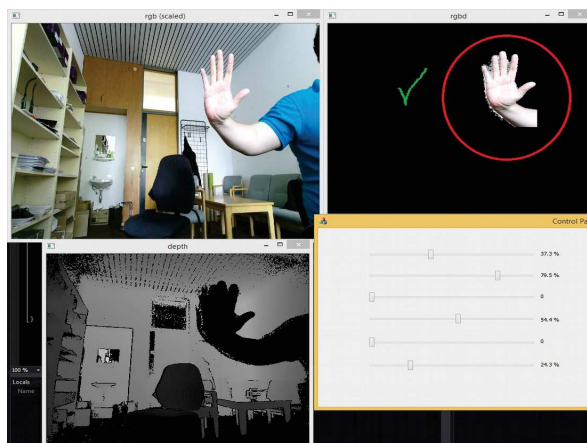
- vytvorenie polohovacieho (súradného) systému (uhly)
- zmeranie vzdialeností jednotlivých bodov v tomto priestore (systéme) (rádiolokačne)

Súradný systém – väčšinou sférický, laser v počiatku (ϕ , θ , r)

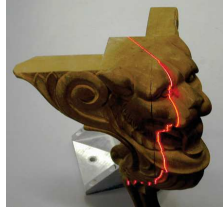
Uhly sa získajú

- natáčaním lasera (pomalšie)
- rotujúcimi zrkadlami

Zrkadlá - až 10^4 - 10^5 bodov/s.



6.2. Optické princípy Laserové systémy



6.2. Optické princípy Laserové systémy

Triangulačný princíp v priestore

- na telese sa namiesto bodu vytvorí sústava bodov v priamke - pásik (multiplexne)
- CCD snímač registruje tieto body - vzdialenosti

Poznámka:

CCD (lineárny s "natočením", alebo plošný) - je rýchlejší ako PSD

Spätne poskladanie informácií sa nazýva **rekonštrukcia**