

Měření vzdálenosti  
Protokol z předmětu B3M38ASE

Filip Dašek

31. března 2024

# 1 Vyzařovací úhel

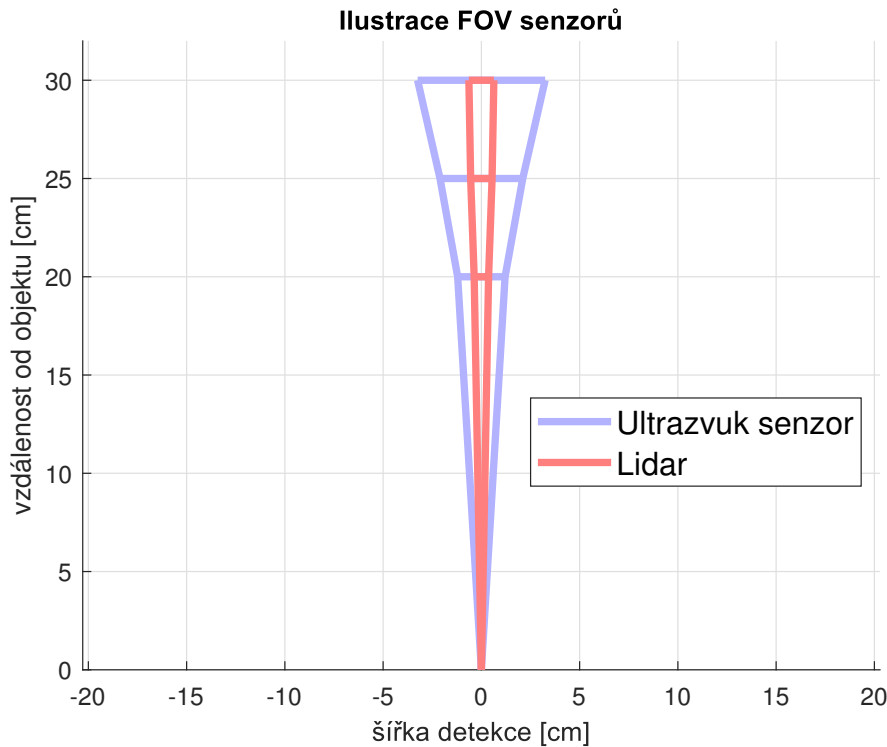
Vyzařovací úhel byl měřen ve třech vzdálenostech  $x = 20, 25$  a  $30$  cm. Nejdříve byl nalezen čas  $t$  po který byla pozorována pojezdna odrazová plocha v dané vzdálenosti. Poté pomocí jednoduchého trojúhelníku lze psát:

$$\varphi_{FOV} = 2 \arctan \left( \frac{t v - x_{target}}{x} \right),$$

kde  $v = 3$  cm/s je rychlost odrazové plochy a  $x_{target} = 8$  cm je její šířka. Měření času  $t$  probíhalo jak v jednom, tak i v druhém směru pojezdu a výsledky byly zprůměrovány. Výsledky jsou v tabulce 1. Grafické znázornění plynoucí z naměřených hodnot lze vidět na obrázku 1.

Vzdálenost $x$ [cm]	20	25	30
Lidar $\varphi_{FOV}$ [°]	2.138	2.36	2.511
Ultrazvuk $\varphi_{FOV}$ [°]	6.857	9.592	12.375

Tabulka 1: Naměřené hodnoty k experimentu s termočlánkem



Obrázek 1: Grafické znázornění naměřených vyzařovacích úhlů

## 1.1 Chybné měření

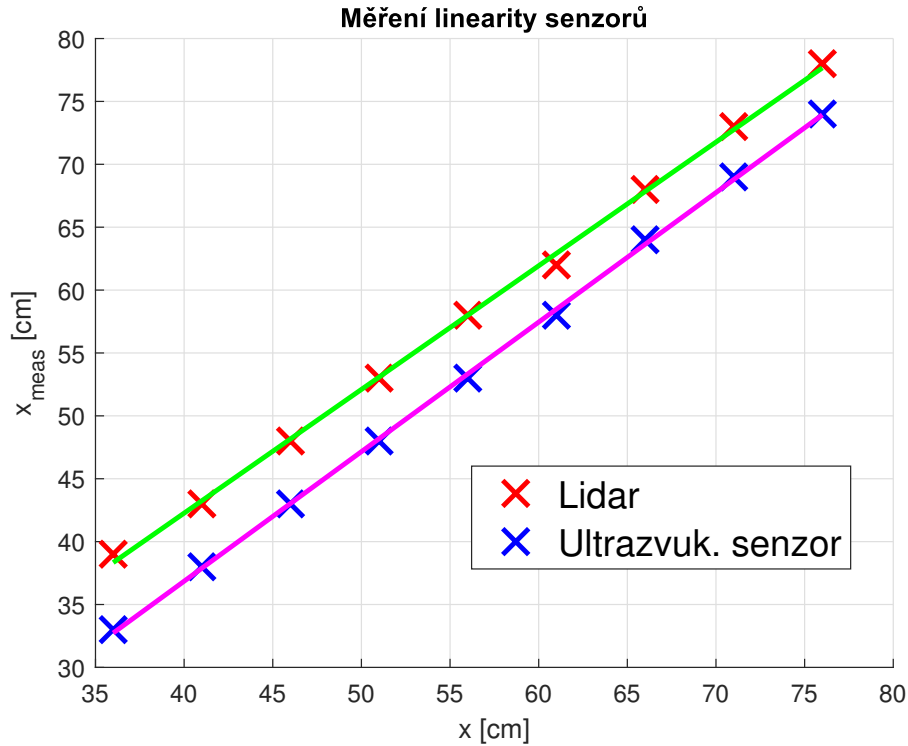
Naměřené hodnoty FOV senzorů nesouhlasí s hodnotami v datasheetu. Relativní chyby se pohybují v řádu stovek procent. Příčina bude pravděpodobně v chybné časové ose, která nebude v ms jak uvádí [1]. Kvůli tomu je pak výpočet času  $t$  odlišný a tedy je chybný i celý výpočet FOV.

## 2 Linearita

Linearita byla proměřena pro vzdálenosti  $x$  od 36 do 76 cm po 5 cm (tedy 9 hodnot). Porovnání senzorů včetně proložení naměřených hodnot afinními funkcemi metodou nejmenších čtverců je na obrázku 2. Rovnice nalezených afinních funkcí jsou zobrazeny níže:

$$x_{lidar} = 0.9833 x + 2.933$$

$$x_{ultras} = 1.03 x - 4.347$$



Obrázek 2: Graf srovnání linearity obou senzorů

V tabulce 2 jsou zobrazeny hodnoty pro chybu linearity senzorů. Absolutní chyba linearity vyjadřuje největší odchylku od proložených přímek a relativní chyba linearity vyjadřuje absolutní chybu podělenou velikostí měřeného rozsahu (tedy 40 cm).

	Lidar	Ultrazvuk
Absolutní chyba linearity [cm]	0.9167	0.4833
Relativní chyba linearity [%]	2.29	1.21

Tabulka 2: Chyby linearity senzorů

### 3 Senzory na nárazníku

V této sekci budeme uvažovat rovný nárazník o velikosti 1.6 m. Abychom pokryli tuto vzdálenost měřením ultrazvukovým senzorem, využijeme naměřených hodnot ze sekce 1. Tedy senzor má na vzdálenosti 20 cm oblast viditelnosti  $l_{sens} = 2.413$  cm. Abychom tedy pokryli oblast o délce 160 m je nutné mít minimálně  $160/l_{sens} = 66.307$ . Po zaokrouhlení nahoru vychází 66 senzorů na nárazníku. To je jistě chybný výsledek, který plyne z komentáře 1.1 o chybách v měření.

### 4 Stanovení RPM lidarů

Dle datasheetu má lidar vzorkovací frekvenci  $f_s$  100 Hz. V kombinaci s nalezeným FOV pro vzdálenost 30 cm můžeme psát vzorec pro výpočet rotační rychlosti následovně:

$$\omega = f_s \frac{FOV}{360} = 100 \frac{2.511}{360} = 0.698 \text{ ot.} \cdot \text{s}^{-1}$$

Automobil jedoucí rychlostí  $v$  130 km/h ujede mezi dvěma skeny takového lidarů:

$$l = \frac{v}{3.6 \omega} = 52 \text{ m}$$

Použití v bezpečnostě kritickém odvětví jako jsou automobily by tedy bylo téměř nemožné. Musíme však opět připomenout, že tento výsledek vychází pravděpodobně z chybného měření viz 1.1.

## 5 Reference

- [1] Návod k měření úlohy *LIDARandUltrasonic2.pdf*