

1 Budżet niepewności - Livox Mid 40

Źródła niepewności:

Przyrząd pomiarowy - Skaner laserowy Livox MID40 - Pomiar odległości

Symbol : r

Metoda wyznaczenia : **B** (dane producenta)

Rozkład normalny

$\sigma_r = 2cm$

Przyrząd pomiarowy - Skaner laserowy Livox MID40 - Pomiar kąta wiązki

Symbol : θ, ϕ

Metoda wyznaczenia : **B** (dane producenta)

Rozkład prostokątny

$\sigma_d = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{ deg}$

Pomiar położenia punktu w przestrzeni 3D jest wykonywany metodą pośrednią. Skaner dokonuje pomiaru odległości i kąta odchylenia wiązki. Funkcja pomiarowa $f(r, \theta, \phi)$ ma postać:

$$x = r \sin(\theta) \cos(\phi) \quad (1)$$

$$y = r \sin(\theta) \sin(\phi) \quad (2)$$

$$z = r \cos(\theta) \quad (3)$$

$$F = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial r} & \frac{\partial f}{\partial \theta} & \frac{\partial f}{\partial \phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sin(\phi) \sin(\theta) & r \sin(\theta) \cos(\phi) & r \sin(\phi) \cos(\theta) \\ \sin(\theta) \cos(\phi) & -r \sin(\phi) \sin(\theta) & r \cos(\phi) \cos(\theta) \\ \cos(\theta) & 0 & -r \sin(\theta) \end{bmatrix} \quad (4)$$

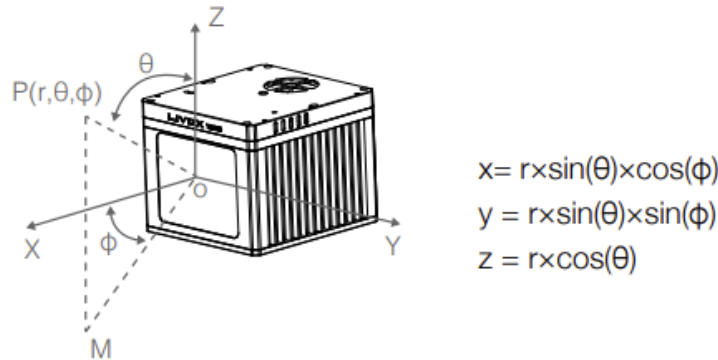


Figure 1: Układ współrzędnych

Macierz kowariancji Σ jest dana:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} q_r^2 & 0 & 0 \\ 0 & q_d^2 & 0 \\ 0 & 0 & q_d^2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Macierz kowariancji pomiaru punktu 3D Σ_p :

$$\Sigma_p = F \Sigma F^T \quad (6)$$

Dla punktu obserwowanego na wprost lasera ($r = 20m$, $\theta = 90 \text{ deg}$, $\phi = 0 \text{ deg}$) w centymetrach kwadratowych:

$$\Sigma_{pm} = \begin{bmatrix} 4.062 & 0 & 0 \\ 0 & 4.0 & -3.77 \cdot 10^{-18} \\ 0 & -3.77 \cdot 10^{-18} & 4.062 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Dla punktu obserwowanego na skraju zakresu kątownego lasera ($r = 20m$, $\theta = 110 \text{ deg}$, $\phi = 20 \text{ deg}$) w centymetrach kwadratowych:

$$\Sigma_{ps} = \begin{bmatrix} 3.636 & 0.1352 & 0.006768 \\ 0.1352 & 3.958 & 0.01859 \\ 0.006768 & 0.01859 & 4.054 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Widoczna jest niewielka korelacja współrzędnej X wraz ze współrzędną Y mierzonego punktu. W celu wyznaczenia niepewności standardowej zostanie ona pominięta. Niepewność rozszerzona pomiaru punktu oddalego o 20 metrów na wprost skanera laserowego Mid-40 wynosi:

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 20000 \end{bmatrix} \pm \begin{bmatrix} 6,02cm \\ 6cm \\ 6,02cm \end{bmatrix} \quad (9)$$