5. Planowanie eksperymentu

W przypadku zadanego błędu m_F funkcji $F(x, y,...,t)$ dokładności pomiaru m_x, m_y,...,m_t są wyznaczane na podstawie zależności:

$$m_F = \sqrt{(\frac{\partial F}{\partial x})^2 m_x^2 + (\frac{\partial F}{\partial y})^2 m_y^2 + ... + (\frac{\partial F}{\partial t})^2 m_t^2}$$

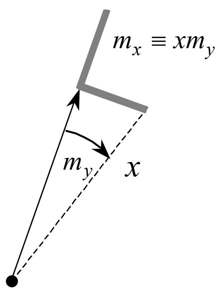
po założeniu pewnego warunku:
w przypadku jednakowej dokładności obserwacji jednorodnych, liniowych lub kątowych:

$$m_x = m_y = ... = m_t \equiv \frac{m_F}{\sqrt{(\frac{\partial F}{\partial x})^2 + (\frac{\partial F}{\partial y})^2 + ... + (\frac{\partial F}{\partial t})^2}}$$

w przypadku pomiarów długości $x, y,...,t$, po założeniu jednakowego błędu względnego:

$$\frac{m_x}{x} = \frac{m_y}{y} = ... = \frac{m_t}{t} \equiv \frac{m_F}{\sqrt{(\frac{\partial F}{\partial x})^2 x^2 + (\frac{\partial F}{\partial y})^2 y^2 + ... + (\frac{\partial F}{\partial t})^2 t^2}}$$

w przypadku pomiarów długości m_x, m_t i kątow m_y po założeniu jednakowej dokładności $m_x = xm_y$,...,$m_t = tm_y$ (rys..5.1):



$$\frac{m_x}{x} = \frac{m_y^{cc}}{\rho^{cc}} = ... = \frac{m_t}{t} \equiv \frac{m_F}{\sqrt{(\frac{\partial F}{\partial x})^2 x^2 + (\frac{\partial F}{\partial y})^2 + ... + (\frac{\partial F}{\partial t})^2 t^2}}$$

Rys. .5.1

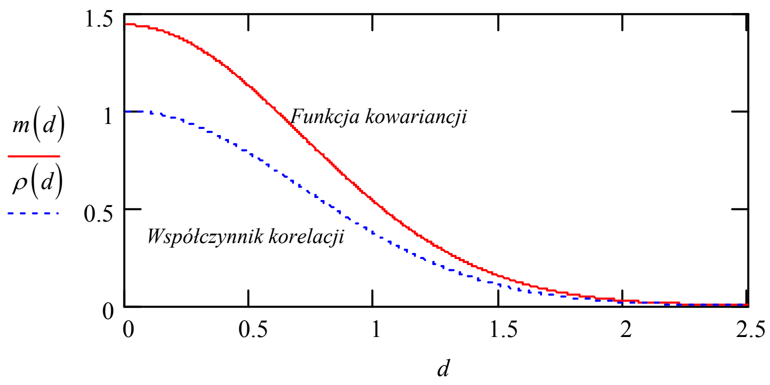
W przypadku zadanej macierzy błędu $\mathbf{C_F}$ funkcji $\mathbf{F(x)}$ macierz błędu obserwacji otrzymuje się w wyniku rozwiązania równania $\mathbf{C_F} = \mathbf{JCJ}^T$: $\mathbf{C} = \mathbf{J}^{-1}\mathbf{C_F}(\mathbf{J}^{-1})^T$.
Macierz kryteriów $\mathbf{C_F}$ formułowana jest przy różnych założeniach, na przykład jednakowe odchylenia standardowe funkcji $F,G,...,T$ np. $m := 1.2$:

$$\begin{bmatrix} m_F^2 & m_{FG} & \cdots & m_{FT} \\ m_{FG} & m_G^2 & \cdots & m_{GT} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{FT} & m_{GT} & \cdots & m_T^2 \end{bmatrix} = m^2 \begin{bmatrix} 1 & \rho_{FG} & \cdots & \rho_{FT} \\ \rho_{FG} & 1 & \cdots & \rho_{GT} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{FT} & \rho_{GT} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

jeżeli $F,G,...,T$ są wynikami pomiarów pewnej powierzchniowej wielkości skalarnej wtedy współczynnik korelacji $|\rho| \leq 1$ przyjmowany jest jako malejąca funkcja odległości między punktami pomiarowymi, na przykład gaussowska o zadanych parametrach $q := 1.0, r := 2$, (rys..5.2):

$\rho(d) := e^{-q \cdot d^r}$ - współczynnik korelacji

$m(d) := m^2 \cdot e^{-q \cdot d^r}$ - funkcja kowariancji



Rys. 5.2

Elementy macierzy kryteriów $\mathbf{C_F}$ są obliczane na podstawie przyjętej funkcji kowariancji m (*d*),

Przykład 1. Błąd pola powierzchni działki prostokątnej $P = ab$ jest dany wzorem $m_P{}^2 = b^2 m_a{}^2 + a^2 m_b{}^2$. Przybliżone długości boków działki, wzięte z mapy wynoszą $a := 200$ m, $b := 100$ m. W celu wyznaczenia dokładności pomiaru boków m_a, m_b dla zadanej dopuszczalnej wartości błędu średniego pola powierzchni, równej $m_P := 4$ m^2, przyjmiemy $m_a = m_b$, wtedy:

$$m_a := \frac{m_P}{\sqrt{b^2 + a^2}} \qquad m_a = 0.02 \quad \text{m}$$

Przykład 2. Błąd położenia punktu wyznaczanego metodą biegunową jest dany wzorem $m_P{}^2 = m_d{}^2 + d^2 m_\alpha{}^2$ (rozdz. 4.3). Przybliżone wartości długości i kierunku, wzięte z projektu, wynoszą $d := 100$ m, $\alpha := 30 \cdot \frac{\pi}{200}$ rad. Do wyznaczenia dokładności pomiaru długości i kierunku m_d, m_α dla zadanej dopuszczalnej wartości błędu położenia punktu $m_P := 0.005$ m, przyjmiemy $m_d = d\, m_\alpha$, wtedy:

$$m_\alpha := \frac{m_P}{\sqrt{2} \cdot d} \qquad m_\alpha \cdot \frac{200 \cdot 10^4}{\pi} = 23 \quad cc$$

$$m_d := d \cdot m_\alpha \qquad m_d = 0.004 \quad \text{m}$$