

BioMRCS

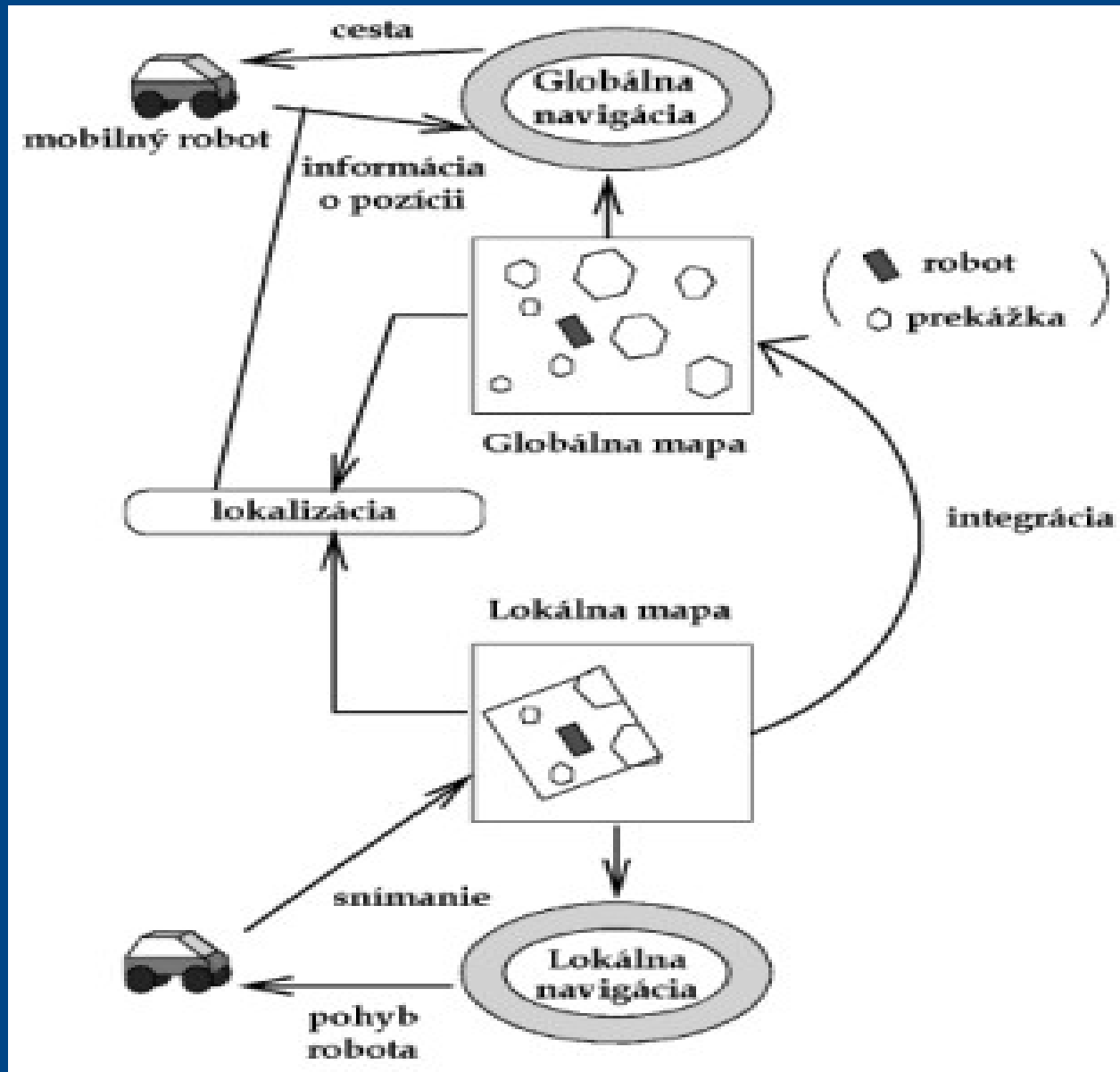
Senzorový systém a mapovanie prostredia pre autonómny mobilný robot

Ing. Jaroslav Hanzel, PhD.

ZÁKLADNÉ SPÔSOBY MODELOVANIA VNÚTORNÝCH PROSTREDÍ

- **metrické reprezentácie** – malé lokálne mapy, základné geometrické prvky (adaptívne, pevné), väčšie množstvo pomerne presných údajov – súvisí s veľkosťou modelovaného prostredia, lokalizácia, vyhýbanie sa prekážkam
- **topologické reprezentácie** – rozsiahle globálne mapy, abstraktný spôsob reprezentácie – grafy, menšie množstvo abstraktných údajov, plánovanie ciest
- **hybridné reprezentácie** – kombinácia metrickej a topologickej reprezentácie, spájanie výhod a eliminácia nevýhod oboch prístupov, univerzálne použitie

Vzťah mapovania a navigácie AMR



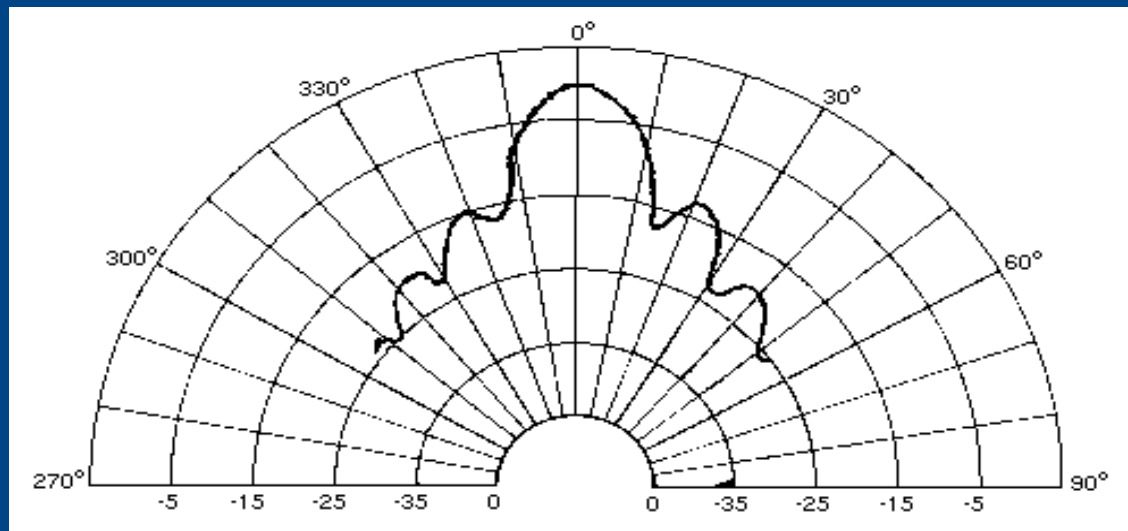
Využitie UZ diaľkometerov v mobilnej robotike

Sonary - rad výhodných ako aj nevýhodných vlastností.

Meranie vzdialenosti k najbližšej prekážke v danom smere – použitie pre bezkolízny pohyb, tvorbu máp prostredia, lokalizáciu.

Tri hlavné **zdroje neurčitosti merania** UZ diaľkometerom:

- 1) Vplyv prostredia: prúdenie vzduchu, teplota, vlhkosť.
- 2) Spôsob šírenia UZ signálu priestorom - vysielacia charakteristika.
- 3) Možnosť vzniku viacnásobných odrazov - kritický uhol.



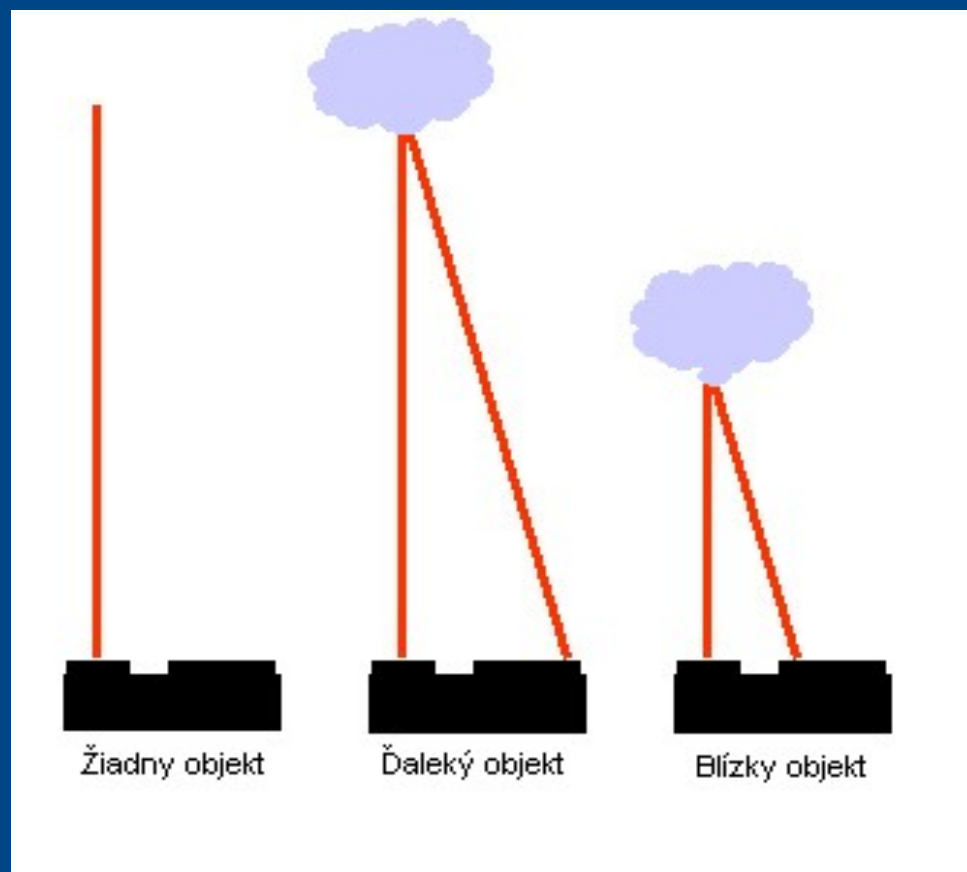
Príklad vysielacej charakteristiky.

Využitie IR diaľkometerov v mobilnej robotike

PSD snímače – (Position Sensitive Detectors) fotodiódy s fotocitlivou rezistívnou vrstvou.

Zdroje neurčitosti merania IR diaľkometerom:

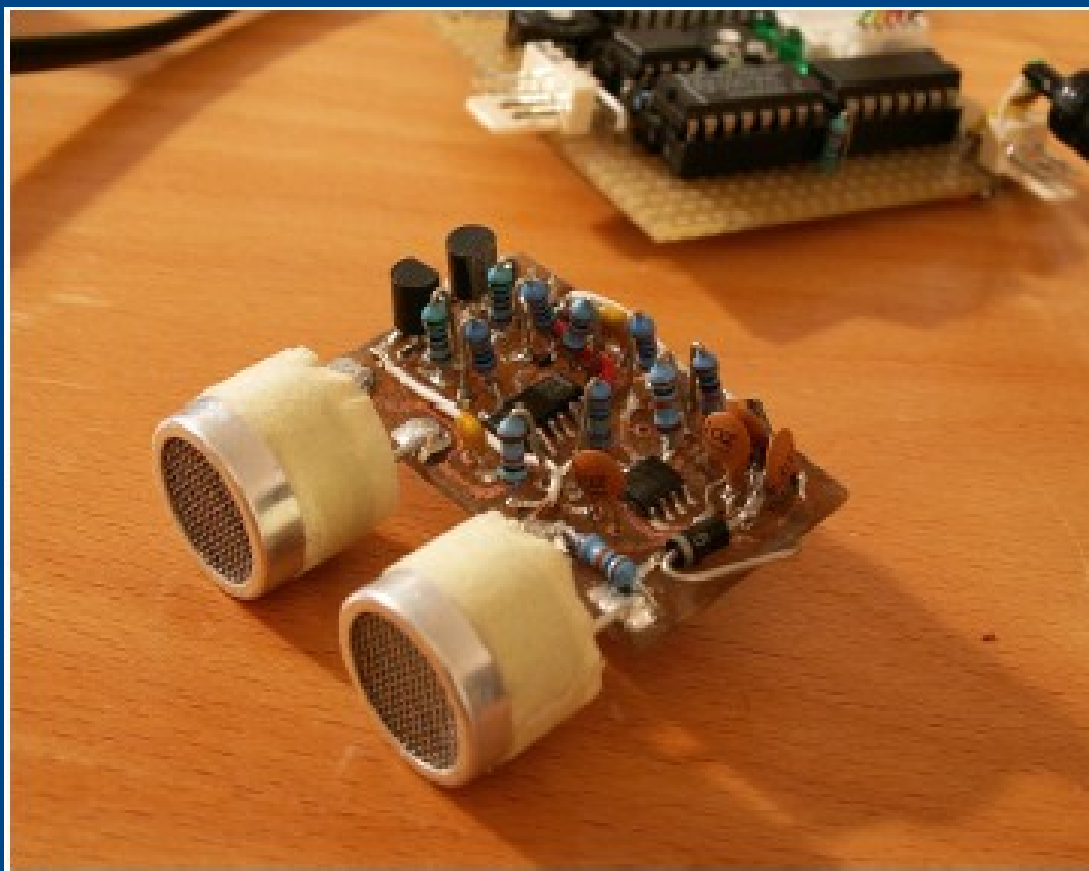
- 1) Vplyv prostredia: farba objektu, povrchové vlastnosti.
- 2) Spôsob šírenia IR signálu priestorom – tenký lúč.



UZ snímače

Snímač Nippon Ceramic T40-16 a R40-16.

Rozsah snímání: 0 – 300 cm.

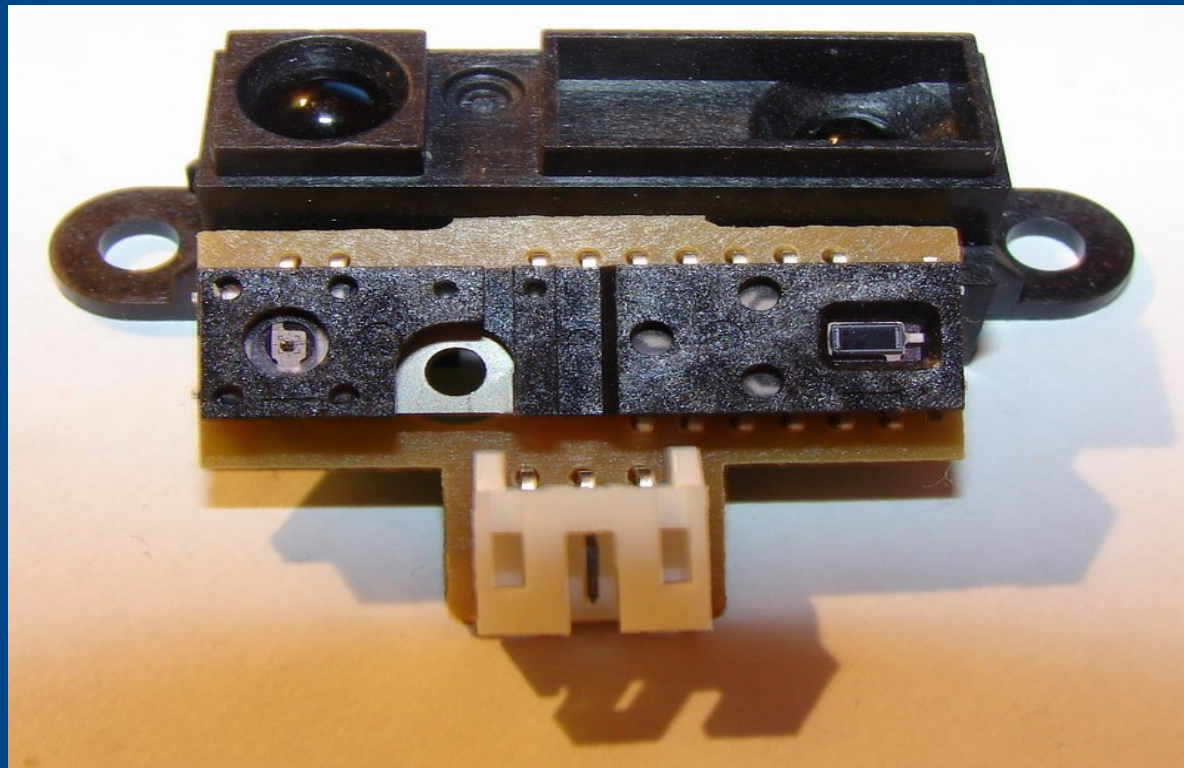


PSD snímače

Snímač Sharp GP2D 120 a GP2Y0A02YK.

GP2D 120 – rozsah merania 4 – 40 cm (5 -17.5 cm).

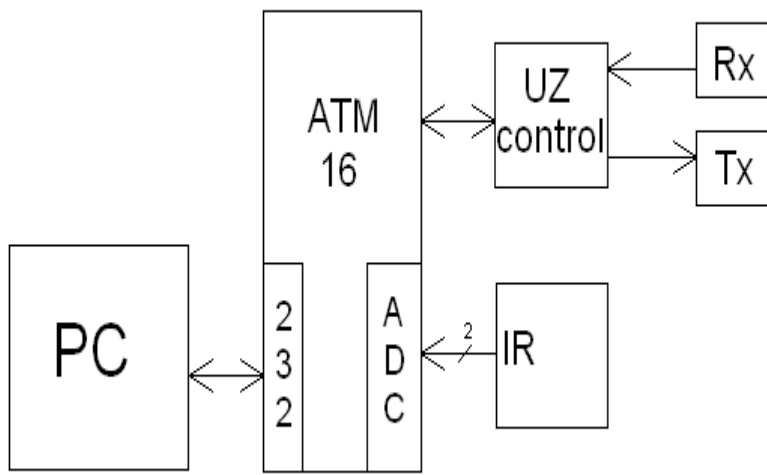
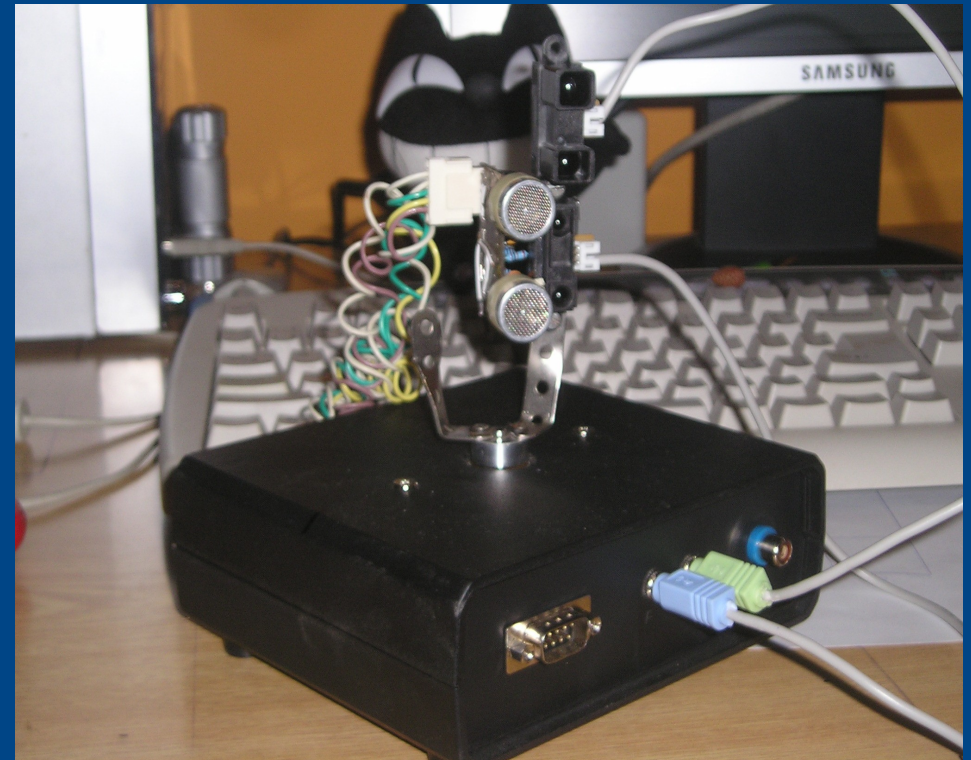
GP2Y0A02YK – rozsah merania 20 – 150 cm.



Senzorový systém

Inteligentná otočná základňa:

- rotačný pohyb v rozsahu 360° ,
- minimálny krok 0.9° ,
- zber údajov zo snímačov,
- predspracovanie údajov,
- komunikácia s riadiacim počítačom.



MRIEŽKY OBSADENIA

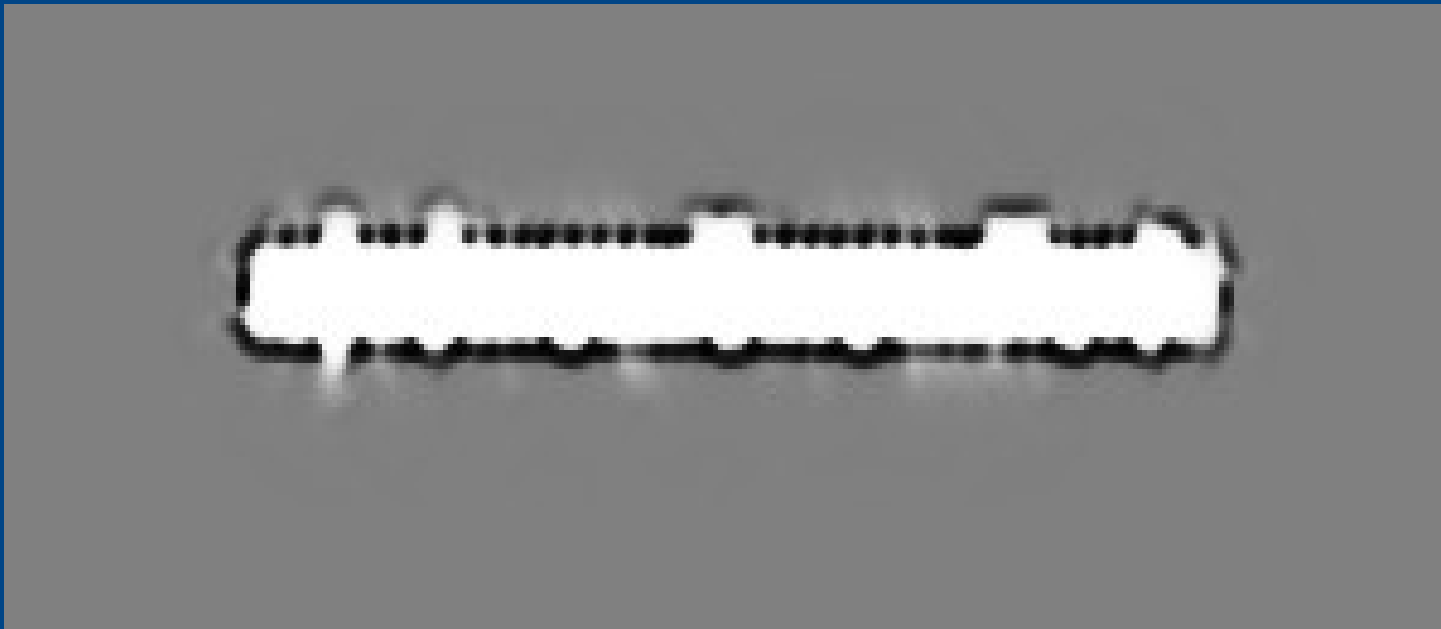
- **prostredie robota** – redukované na 2D a diskretizované na konečný počet pravidelných elementov – buniek
- **spracovanie merania** – určenie stavu buniek – prázdne / obsadené – vhodné / nevhodné na navigáciu,
- **prítomnosť neurčitosti** – systém je schopný poskytnúť iba odhad stavu bunky – každej bunke z navigačnej mapy je priradená hodnota určitosti jej obsadenia – reprezentovaná číslom z intervalu $< 0, 1 >$
- tri základné spôsoby výpočtu a interpretácie hodnôt

Proces tvorby mriežkovej mapy je možné rozdeliť na 4 kroky:

- 1) inicializácia mriežky,
- 2) aplikácia modelu snímača na nameranú vzdialenosť,
- 3) aktualizácia buniek v mriežke,
- 4) výpočet určitostných hodnôt navigačnej mapy.

Spôsoby tvorby mriežok obsadenia

- **Pravdepodobnostné mriežky** – v bunke je pravdepodobnosť obsadenia.
- **Dempster – Shaferove mriežky** – stav bunky je vyjadrený tromi parametrami: emp, occ, unkn.
- **Fuzzy mriežky** – stav bunky je vyjadrený jej príslušnosťou k dvom fuzzy množinám.
- **Histogramové mriežky** – číslo v mriežke reprezentuje obsadenosť.



Pravdepodobnostné mriežky

- stav bunky je vyjadrený pravdepodobnosťou jej obsadenosti

Inicializácia: $P(emp(c_j)) = P(occ(c_j)) = 0.5$.

Aktualizácia: aplikácia Bayesovho teorému

$$P(occ(c_j)|r) = \frac{P(r|occ(c_j))P(occ(c_j))}{P(r|occ(c_j))P(occ(c_j)) + P(r|emp(c_j))P(emp(c_j))}.$$

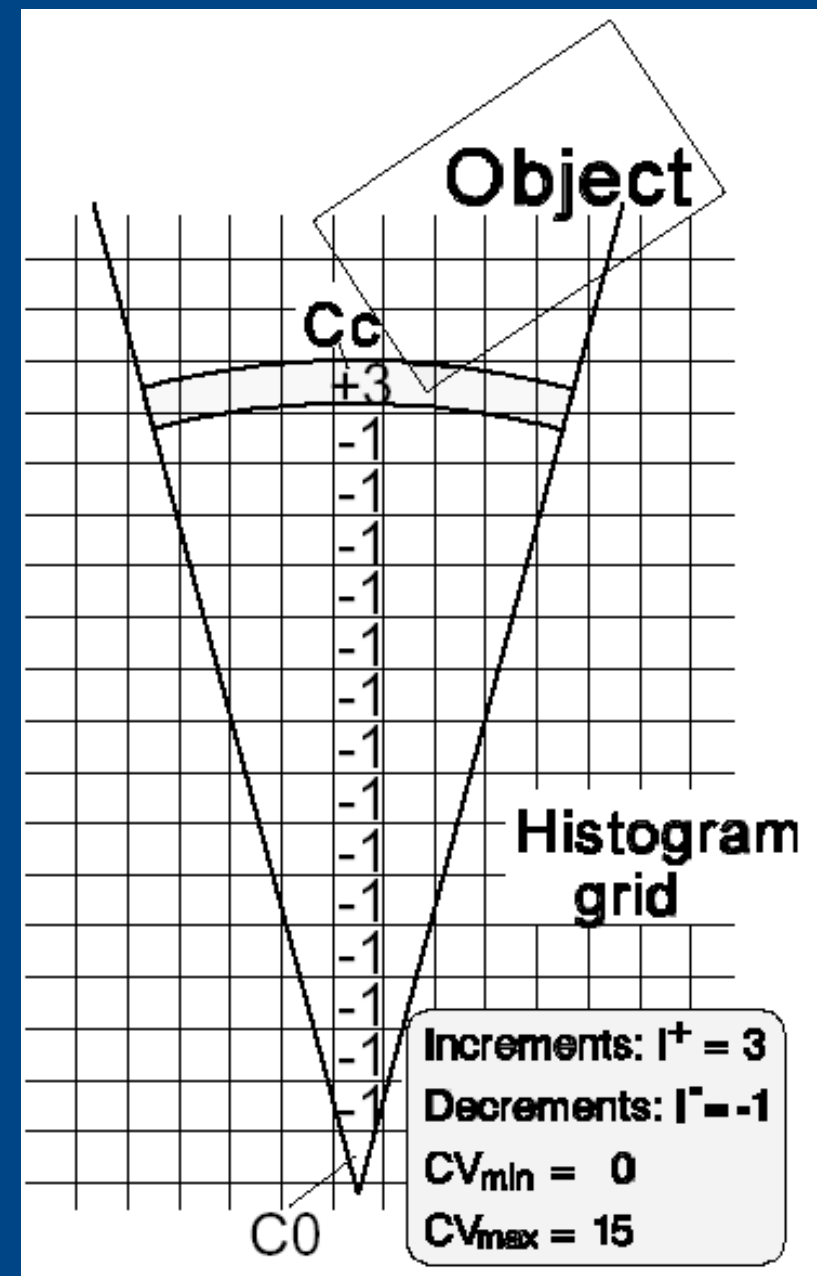
Výpočet navigačnej mapy: $v(c_j) = P(occ(c_j)|r_1, \dots, r_n)$.

Histogramové mriežky

- stav bunky je vyjadrený celým číslom

Inicializácia: na začiatku hodnoty v mriežke - 0

Aktualizácia: inkrementácia a dekrementácia



Modelovanie snímačov

- **Radiálna modulačná funkcia:** nárast neurčitosti merania so vzdialenosťou

$$f_d(\rho) = 1 - \frac{\tanh(2(\rho - \rho_v))}{2}$$

- **Angulárna modulačná funkcia:** nárast neurčitosti merania s uhlovou vzdialenosťou od osi merania – radiačná smerová funkcia

$$f_a(\theta) = \begin{cases} P(\theta) & 0 \leq |\theta| \leq \theta_k \\ 0 & |\theta| \geq \theta_k \end{cases} \quad P(\theta) = 2 \frac{J_1(ka \sin(\theta))}{ka \sin(\theta)}$$

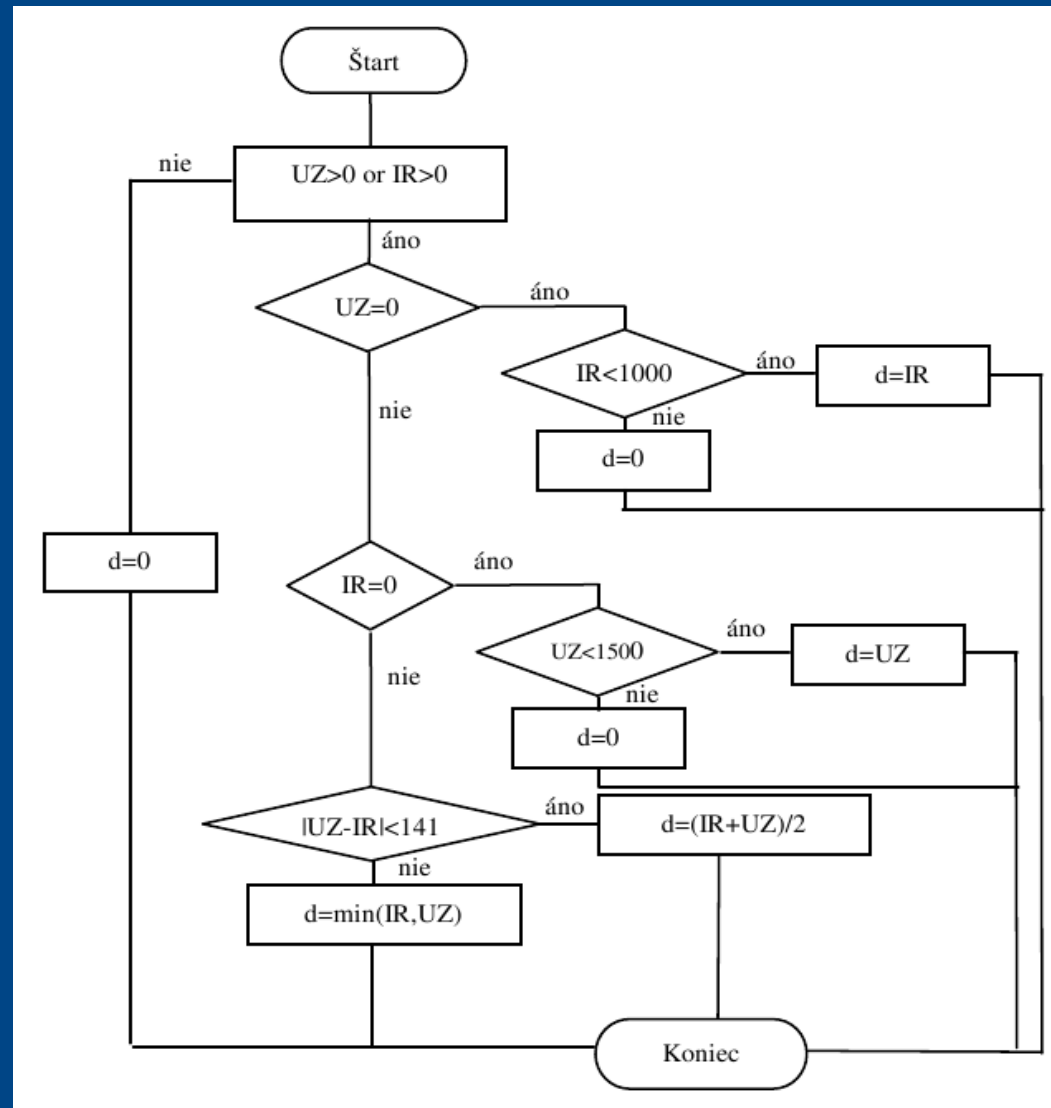
- **Laterálna modulačná funkcia:** nárast neurčitosti merania so vzdialenosťou od osi merania

$$f_l(\varepsilon) = \begin{cases} P(\varepsilon) & 0 \leq |\varepsilon| \leq \varepsilon_k \\ 0 & |\varepsilon| \geq \varepsilon_k \end{cases} \quad P(\varepsilon) = \frac{\varepsilon_k^2 - \varepsilon^2}{\varepsilon_k^2}$$

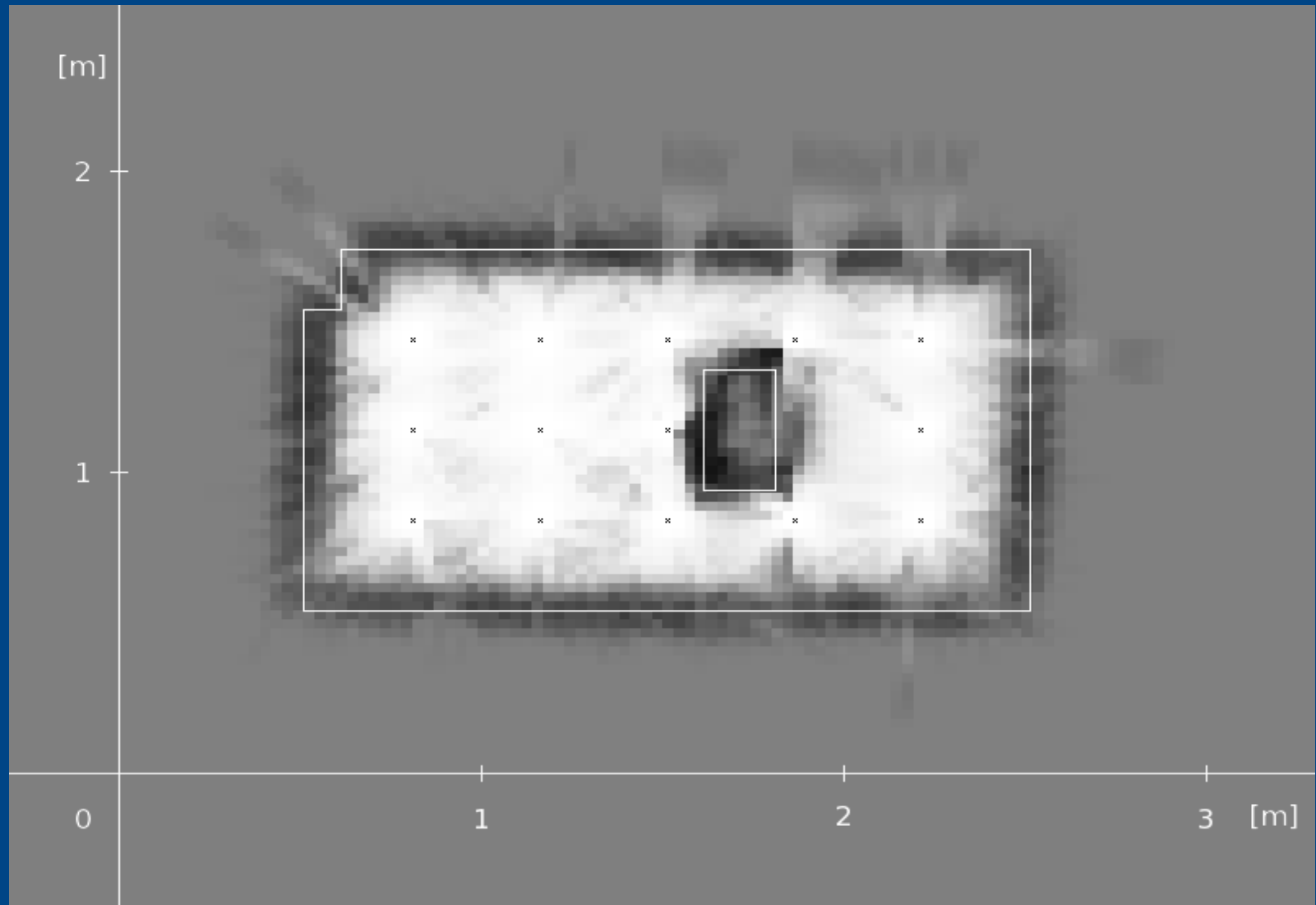
Fúzia údajov zo snímačov

- **Pravdepodobnostné mriežky:** využitie rovnakej vnútornej reprezentácie (pravdepodobnosti) – Bayesova teoréma
- **Histogramové mriežky:** navrhnutý algoritmus

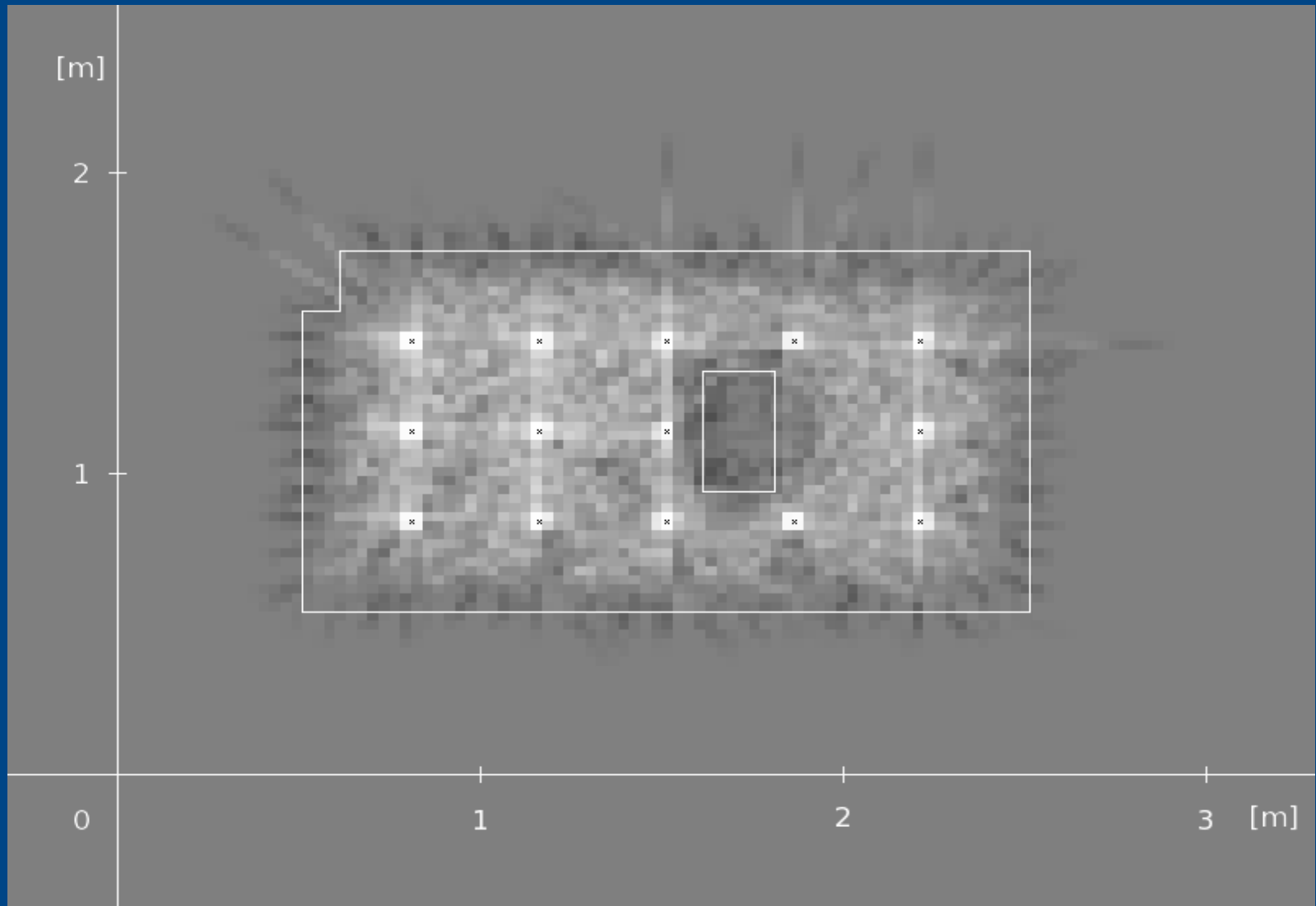
Vývojový diagram modelu fúzie údajov



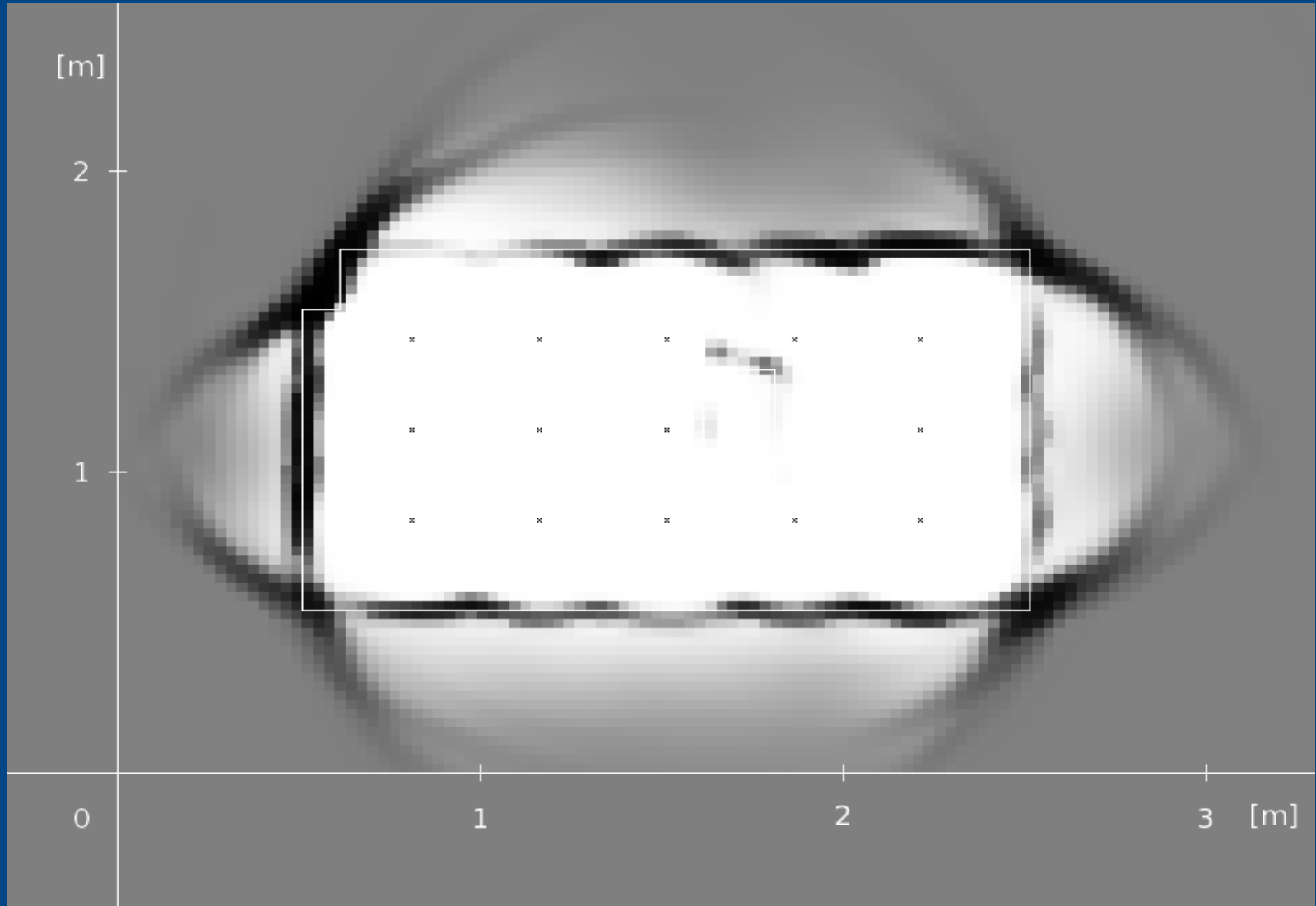
IR 100



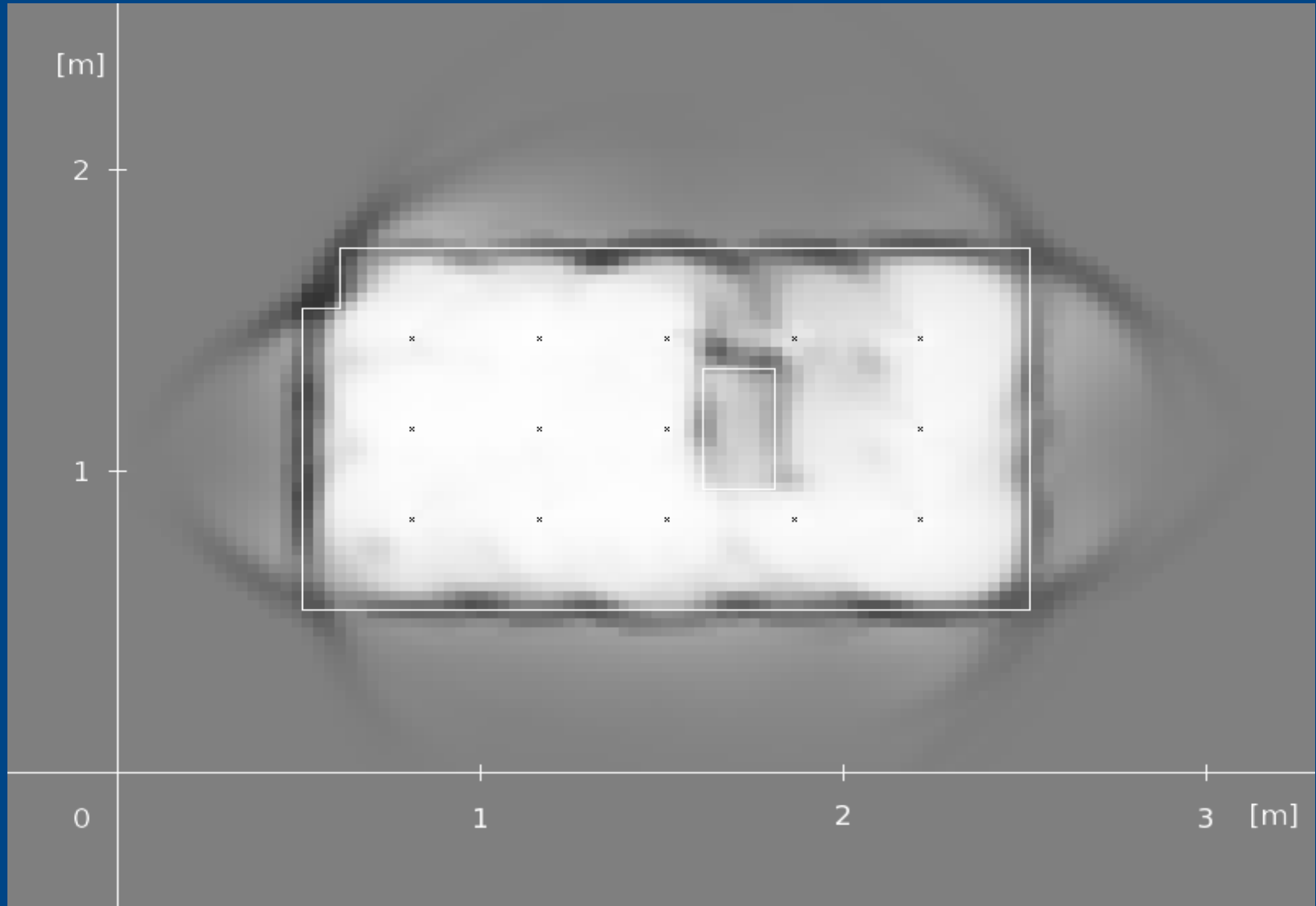
IR 20



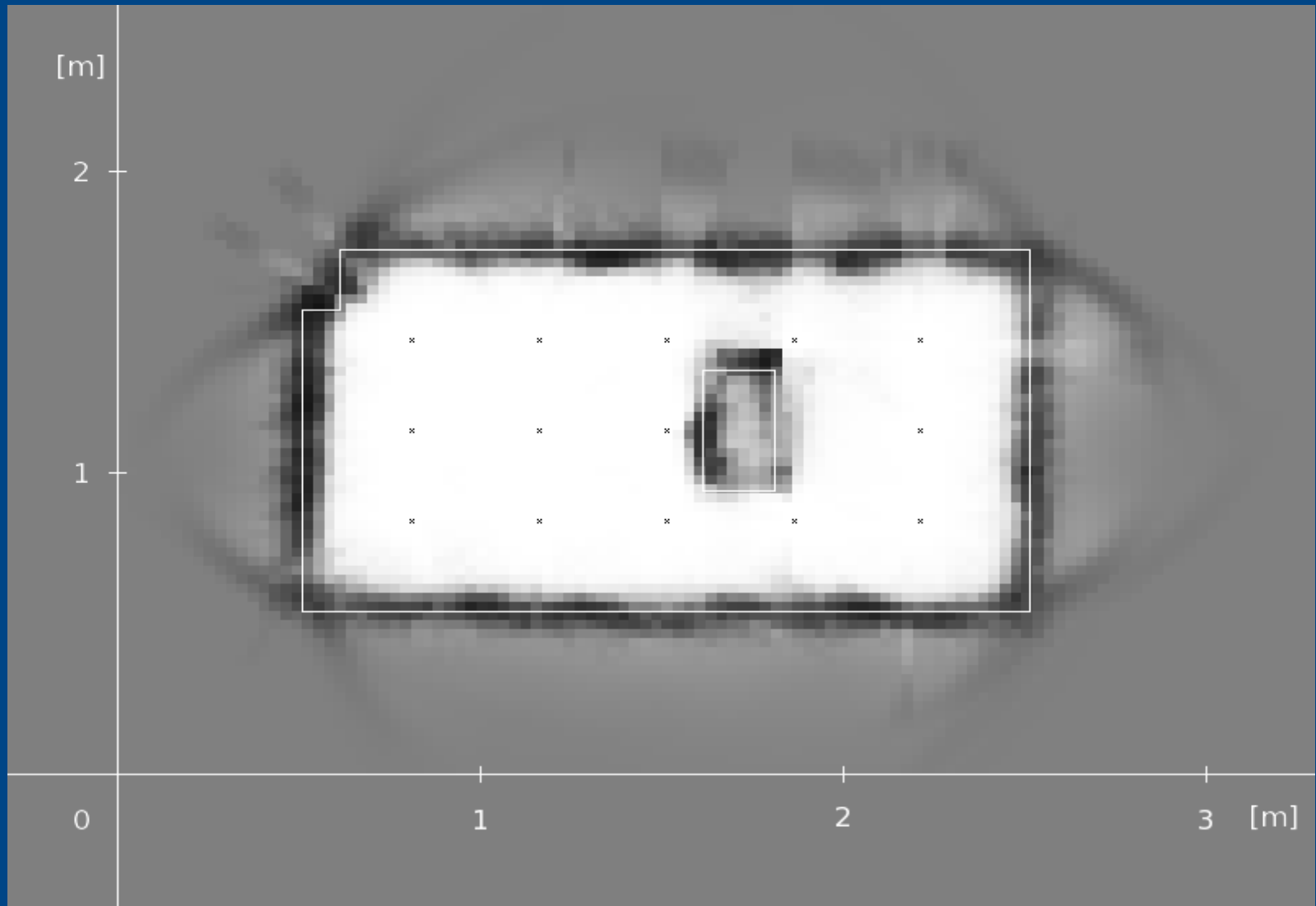
UZ 100



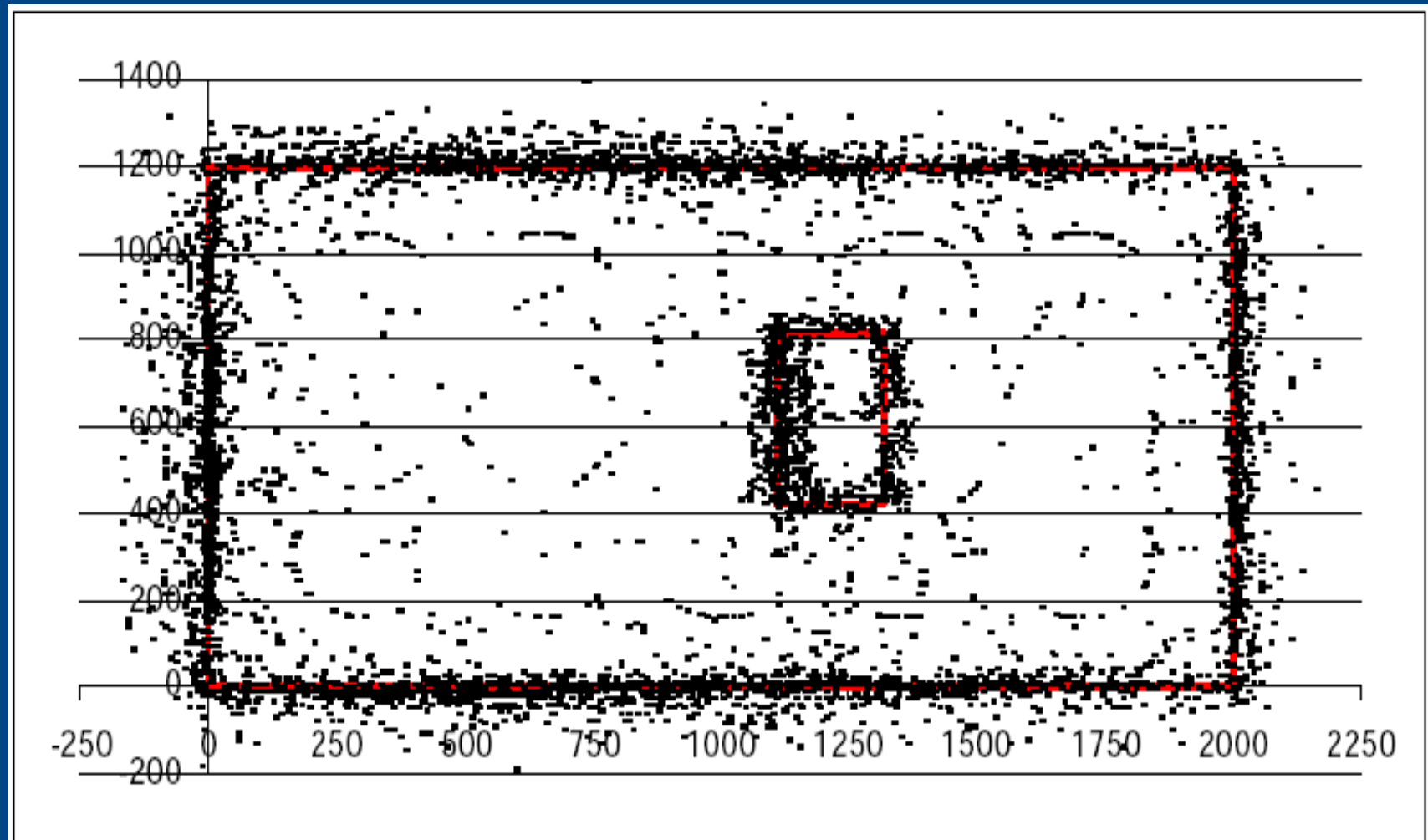
UZ 20



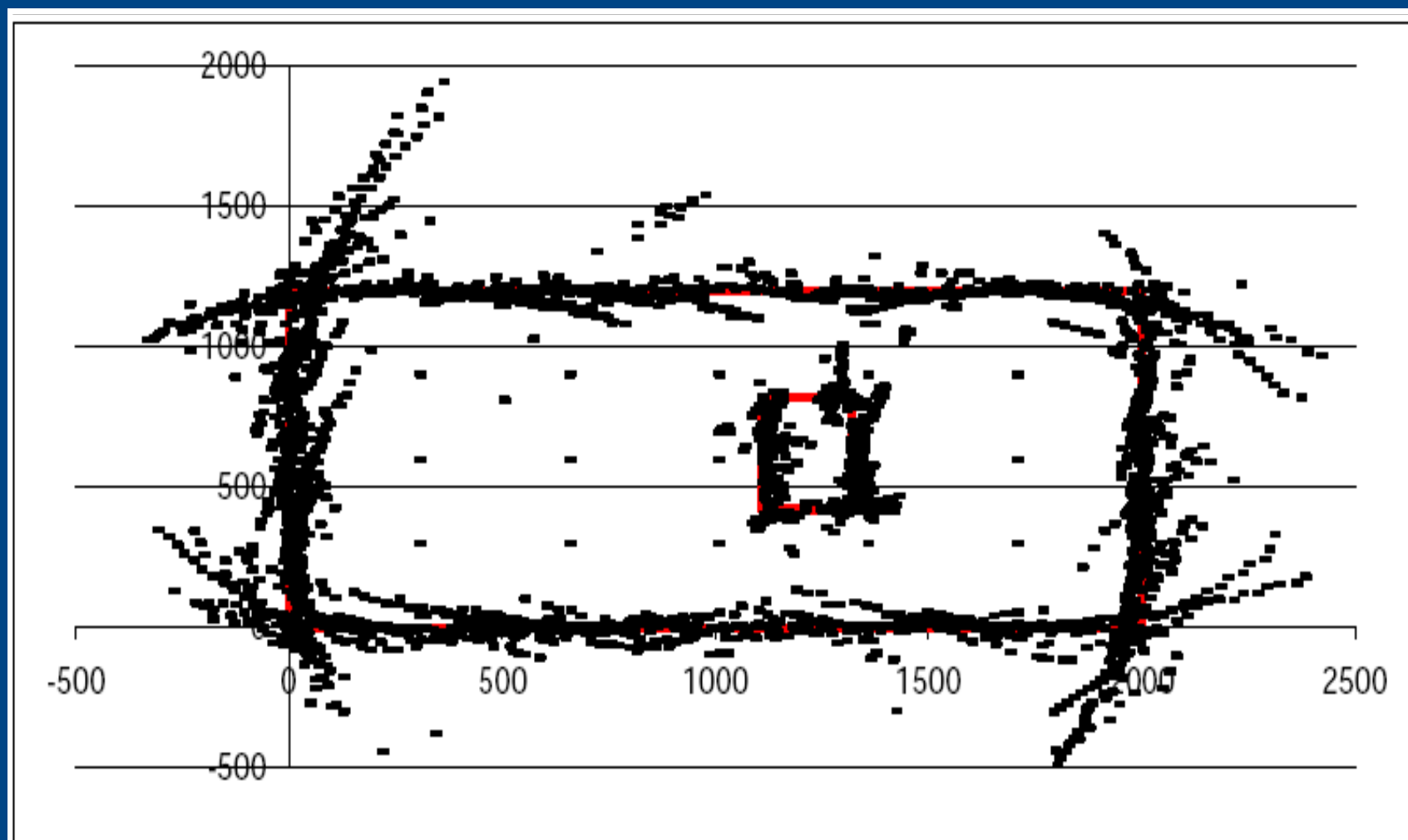
UZ 20 + IR 100



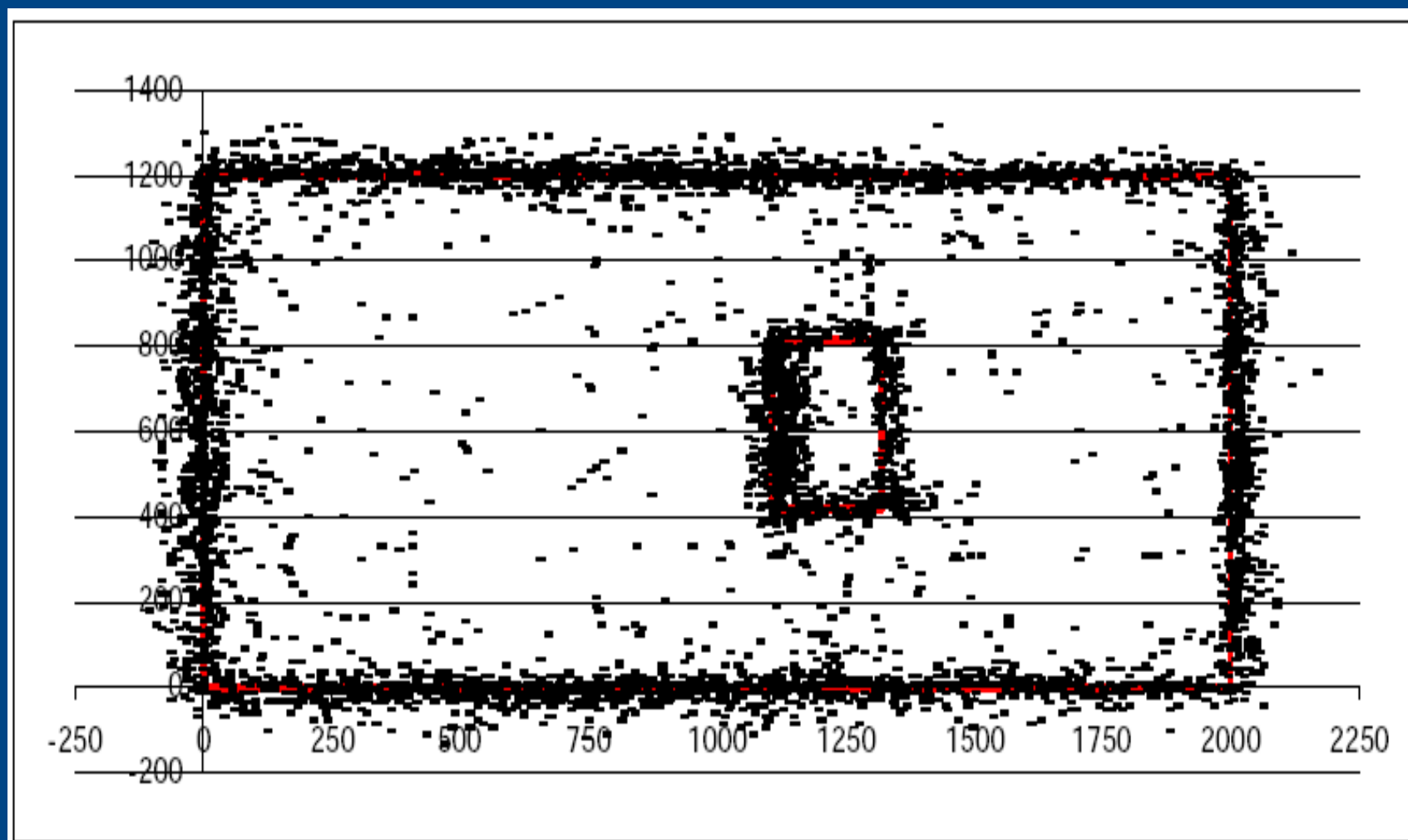
IR snímač



UZ snímač



UZ + IR snímač



ZHRNUTIE VÝSLEDKOV

- implementácia algoritmov tvorby mriežok obsadenia
- návrh modelov snímačov
- návrh algoritmov fúzie dát
- implementácia a overenie navrhnutých metód na reálnych údajoch
- fúzia dát zlepšila vytvorené mapy

Ďakujem za pozornosť