

# Koncept systému pro detekci změny prostředí a jeho klasifikaci

Petr Neduchal<sup>1</sup>

## 1 Úvod

Problém Simultánní Lokalizace a Mapování (SLAM) za nepřítomnosti globálního navigačního satelitního systému (GNSS) je jednou z nejdůležitějších součástí výzkumu mobilní robotiky (Thrun (2005)). V poslední dekádě vzniklo množství systémů, které dokážou tento problém řešit v reálném čase. Tyto systémy jsou založeny na datech ze senzorů, které jsou připevněny na tělo pohyblivého robota. Cílem robota je tvorba mapy za současného odhadu vlastní pozice v mapě.

Systémy používají různé druhy senzorů pro vnímání okolí. Nejčastěji laserové dálkoměry (LiDAR), rozličné druhy kamer či kombinaci obojího. Každý přístup má své klady a zápory. Ty vyplývají zejména ze druhu prostředí, ve kterém je robot používán.

Systémy jsou vytvářeny za určitým úkolem a s určitými předpoklady. Mnoho systémů tak pracuje dobře jen v určitém druhu prostředí, či si neumí poradit s dynamickým prostředím – t.j. prostředím, ve kterém se vyskytují pohybující se objekty. Existují samozřejmě systémy, které jsou schopné pracovat v různých prostředích, je však nutné před jejich spuštěním nastavit řadu parametrů.

Tento stav se stal motivací pro výzkum detekce změny prostředí tak, aby na ni byl robot schopen zareagovat a v průběhu mise uzpůsobit své chování, parametry mapovacího systému, či přepnout celý SLAM systém. Jednou z nejdůležitějších změn v prostředí vzhledem k vlastnostem existujících systémů je změna z vnitřního na vnější prostředí a naopak. Proto bude další text zaměřen na výzkum systému pro detekci změny mezi těmito dvěma prostředími.

## 2 Detekce změny prostředí z více senzorů

Vnitřní prostředí může mít různou podobu. Charakterizují ho ovšem následující vlastnosti. Je složeno z chodeb a místností, jejichž velikost je malá v porovnání s dosahem senzoru a velikostí ploch ve venkovním prostředí. Má strop, jinými slovy nelze vidět oblohu. Oproti tomu vnější prostředí je charakteristické většími volnými plochami, kterou mohou být větší než je dosah senzoru – například v případě LiDARu. Z uvedeného vyplývá, že se prostředí liší svoji strukturou. Dále se mohou lišit vlastnostmi jako teplota, vlhkost či například síla signálu z wi-fi či mobilní sítě.

Detekovat změnu prostředí není triviální úloha. Je nutné analyzovat možnosti dostupných senzorů a jejich zakomponování do systému pro detekci změny prostředí. V rámci testů bylo vybráno několik senzorů, které mají potenciál změnu prostředí zachytit. V první řadě jde o senzory teploty, vlhkosti, atmosférického tlaku a UV záření. Dále pak byly testovány využití kamery.

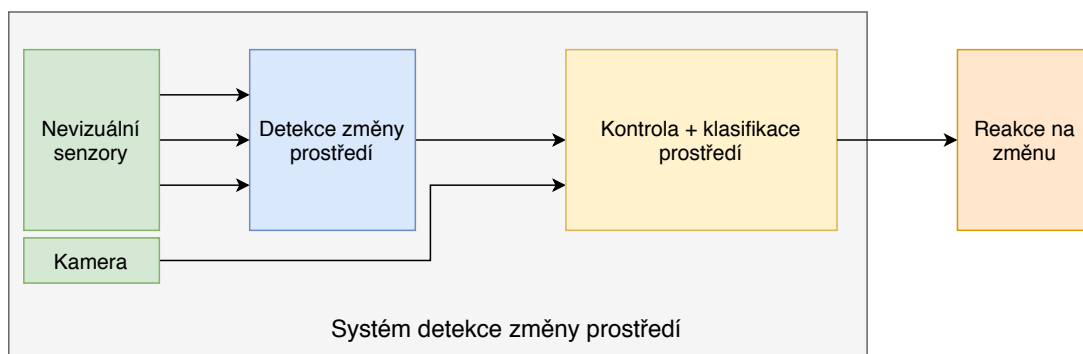
Cílem systémů v případě nevizuálních senzorů je identifikovat v datech místa, kde dochází

---

<sup>1</sup> student doktorského studia, obor Kybernetika, zaměření na mobilní robotiku a počítačové vidění, e-mail: neduchal@kky.zcu.cz

ke změně. Je potřeba ke každému senzoru přistupovat s ohledem na jeho chování při změně prostředí. Z naměřených dat zachycujících přechod z budovy do vnějšího prostředí a zpět bylo zjištěno, že v případě teploměru lze detekovat změnu analýzou první a druhé diference dat. Podobná situace nastala v případě senzoru vlhkosti. Senzor tlaku je ovlivňován výškou senzoru vzhledem k mořské hladině, naměřená data tak mohou být zkreslená. Nicméně bylo na datech viditelné skokové zvýšení tlaku při opuštění budovy. Nahrávání probíhalo za oblačného dne, senzor UV záření nedokázal v tomto případě detekovat změnu prostředí. Výsledky u všech zmíněných senzorů mohou být ovlivněny rozdílem hodnot mezi prostředími. V případě malého rozdílu bude složitější detekovat změnu prostředí. Řešením může být využití kombinace všech senzorů, případně doplnění o další senzory jako například ultrazvukový senzor vzdálenosti namířený vertikálně – detekce přítomnosti stropu.

Systém založený na nevizuálních senzorech by mohl být náchylný na falešné detekce, které by způsobovaly zbytečné změny v nastavení robota. Řešením je doplnění systému o vizuální kontrolu a klasifikaci prostředí. Toho je možné dosáhnout natrénováním klasifikátoru, který potvrdí změnu prostředí oproti předchozímu známému stavu. Kameru lze samozřejmě použít i pro první část systému, avšak vzhledem k vytížení systému může být vhodné kameru využít ke kontrole pouze v případě detekce jiným senzorem. Ke klasifikaci dat z kamery se nabízí využití neuronových sítí. Při prvních experimentech bylo dosaženo úspěšnosti klasifikace 70,3%. Navržený koncept systému je zobrazen na Obrázku 1.



**Obrázek 1:** Schéma systému na detekci změny prostředí

### 3 Závěr

Koncept fungování navrženého systému je v současné době ve fázi ověřování. V rámci toho bylo zjištěno, že je možné detekovat změnu prostředí pomocí různých senzorů. Je však nutné znát vlastnosti obou prostředí, mezi kterými se robot bude pohybovat. V další fázi bude následovat implementace celého systému v modulární podobě umožňující snadnou výměnu či přidání senzorů.

#### Poděkování

Príspevek byl podpořen grantovým projektem SGS-2019-027.

#### Literatura

Thrun, S., Burgard, W., Fox, D. (2005) *Probabilistic Robotics*. MIT Press.