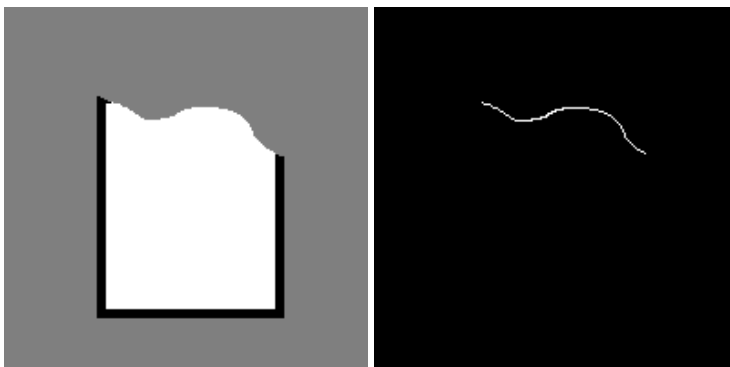


Detekce cílů z grid mapy v úloze explorační prostředí

Petr Neduchal¹

1 Úvod

Explorace prostředí je jednou z důležitých úloh v oblasti mobilní robotiky. Robot prochází prostředím autonomně tak, aby vytvořil konzistentní mapu v co nejkratším čase a s minimálními požadavky na energii. Robot využívá algoritmu simultánní lokalizace a mapování k vytvoření mřížkové neboli grid mapy. Příklad grid mapy je zobrazen na Obrázku 1 vlevo. Grid mapa se skládá z buněk, které mohou být označeny jednou ze tří hodnot 0, 1 nebo -1. Na obrázku jsou tyto hodnoty zobrazeny různými odstíny. Černá místa jsou buňky s překážkou mající hodnotu 1. Bílé buňky značí volný prostor a mají hodnotu 0. Šedé buňky mají hodnotu -1 a značí neznámý prostor.



Obrázek 1: (vlevo) ukázka grid mapy, (vpravo) ukázka detekované oblasti – tzv. frontier.

Jeden z přístupů k exploraci prostředí využívá detekce cílů Yamauchi (1997) – tzv. frontiers – z grid mapy. Cíle jsou v tomto případě definovány jako místa v grid mapě, kde spolu sousedí volný a neznámý prostor. Na obrázku 1 vpravo je ukázka detekovaného cíle z mapy vlevo. Takto detekovaný cíl lze ohodnotit na základě jeho vlastností jako například velikost či vzdálenost od robota za účelem zjištění jeho důležitosti v rámci procesu explorační.

Tento článek se zabývá popisem algoritmu pro detekci cílů ze dvou po sobě jdoucích map. Díky tomu dochází ke zrychlení výpočtu a k redukci či úplné eliminaci detekce cílů objevených v předchozích časových okamžicích. Algoritmus je popsán v Sekci 2 společně s výsledky experimentu. V Sekci 3 následuje shrnutí a je zde naznačen směr dalšího možného výzkumu.

2 Algoritmus detekce cílů

Cíle je možné detekovat v jedné mapě různými způsoby. Nejpomalejším způsobem je postupně procházení mapy a hledání takových buněk označených jako volný prostor, které sou-

¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, specializace Robotika a počítačové vidění, e-mail: neduchal@kky.zcu.cz

sedí s buňkou označenou jako neznámý prostor. Většinou se proto využívají metody zpracování obrazu. Konkrétně jde o využití konvoluce se sadou gradientních filtrů. Ta je aplikována jak na grid mapu G tak na mapu, kde je neznámý prostor nahrazen volným prostorem. Tato mapa G_o pak obsahuje pouze hodnoty 1 a 0. Jednotlivé odezvy na filtry jsou sečteny do map diferencí D a D_o . Z nich se vypočítá mapa cílů F pomocí následujícího vzorce

$$F = D - \beta D_o, \quad (1)$$

kde β je parametr zaručující, že dojde k odstranění všech hodnot tak, aby zůstaly pouze cíle. Parametr β byl experimentálně nastaven na 2, což se ukázalo jako dostačující pro použitou sadu filtrů.

Tento přístup celý výpočet značně urychlí. Bohužel v případě explorační na větší mapě se pak při detekci cílů může stát náročným rozhodování zda je detekovaný cíl nový či zda byl již detekován v předchozím časovém kroku.

Lepších výsledků je možné dosáhnout využitím dvou po sobě jdoucích map. Ze vstupu se vypočítá rozdílová mapa, která je následně použita jako maska pro novější mapu. Tím vznikne mapa, kde je všechen volný prostor z předchozí mapy označen jako překážka. Nutnou podmínkou je použití morfologické operace dilatace, která zaručí, že nebudou detekovány falešné cíle na okrajích staré mapy způsobené změnami v mapě v čase. Na obrázku 2 je vidět postup výpočtu, kdy je ze dvou po sobě jdoucích map získána rozdílová mapa a následně detekovány cíle. V rámci experimentu byla měřena rychlost algoritmu, která byla schopna zpracovat mapu 1000×1000 buněk za 0.2888 vteřiny, což je vzhledem k nižší frekvenci zpracování v rámci explorační dostatečná hodnota.



Obrázek 2: (zleva) první vstupní mapa, druhá vstupní mapa, rozdílová mapa a výsledná detekce cílů.

3 Závěr

Tento článek se zabýval metodou pro detekci cílů v úloze explorační. Představil algoritmus, který přesně detekuje cíle s dostatečnou rychlostí. Jeho hlavní výhodou je detekce cílů pouze na nové části map, čímž nedochází k opětovné detekci již objevených cílů. Možným vylepšením algoritmu je další omezení zpracovávané oblasti například dle dosahu snímače robota, či využití GPU k dalšímu urychlení detekce.

Poděkování

Príspevek byl podpořen grantovým projektem SVK1-2018-024.

Literatura

Yamauchi, B. (1997) A frontier-based approach for autonomous exploration. *Computational Intelligence in Robotics and Automation, CIRA'97., Proceeding, IEEE International Symposium*, pp. 146–151. IEEE