

ROBOTI PRO ZÁCHRANÁŘSKÉ POUŽITÍ

Jakub Michalica

Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně
Ústav automatizace a informatiky
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic
Jakub.Michalica@vutbr.cz

Abstrakt: Tato práce se zabývá stručným popisem prvního nasazení robotů při záchranných akcích a popisem několika jejich druhů a přínosy pro profesionální záchranné složky při řešení následků přírodních katastrof nebo teroristických útoků.

Klíčová slova: Záchranářští roboti, Drony, UAV, VGTV, Hadí robot, U-Snake

1 Úvod

Roboti se stávají čím dál větší součástí našeho života a to nejen na tradičních výrobních linkách, ale také v situacích, ve kterých by byl člověk vystaven riziku zranění nebo jinému nebezpečí. Mezi takovéto situace mohou patřit záchranné práce po přírodních katastrofách, jako jsou například zemětřesení, hurikány, tsunami nebo po katastrofách a nehodách s lidským původem.

2 První nasazení

I když se o použití robotů pro záchranářské účely mluvilo již v osmdesátých letech minulého století, tak první zaznamenané použití přišlo až v roce 2001 po teroristickém útoku na Světové obchodní centrum v New Yorku [5].

Celkově se na záchranných operacích podílely čtyři roboty vybavené týmy a jejich hlavním úkolem bylo prozkoumávat dutiny v troskách, které byly moc malé nebo nebezpečné (aktivní požár, riziko zhroutení) pro lidi a pátrací psy. [4]

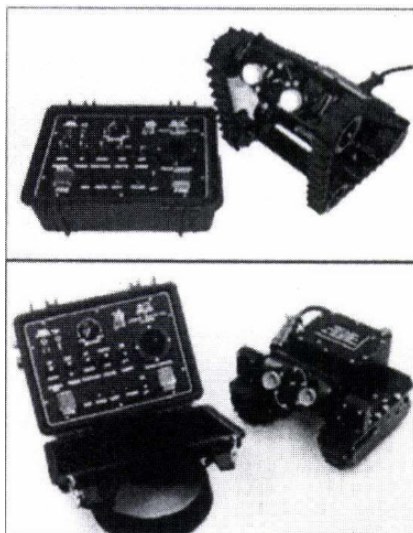
2.1 Použití roboti

Použity byly tři modely robotů, dva modely Inuktun (micro-Tracs a micro-VGTV) a Solem. Všechny stroje byly pásové vozidla a ani jedno z nich nebylo reversibilní (schopno pohybu i na zádech), největší obava při používání byla, že se robot převrátí a zůstane ztracen v hromadě sutí.[4]

Oba modely Inuktun disponovaly barevnými kamerami, obousměrným audio systémem a byly napájeny i ovládány kabelem, který poskytoval jak napájení, tak komunikaci s operátorem. Velikostně se jednalo relativně malé stroje, které bylo možno přenášet na zádech v batohu (4,5 kg). Micro-VGTV byl speciální tým, že se jednalo o polymorfního robota, tzn. dokáže měnit svůj tvar.

Solem byl původně určen pro likvidace bomb a jednalo se o mnohem těžší stroj (15 kg). Disponoval pouze černobílou kamerou, neměl obousměrné audio, ale byl vybaven laserovou mřížkou pro snadnější odhad velikostí a vzdáleností. Jednalo se o bezdrátově ovládaný stroj poháněný bateriemi, což ovšem nepřineslo žádné výhody protože k němu bylo přivázáno bezpečnostní lano za účelem nouzového vytažení. Avšak ani toto lano nezabránilo ztrátě tohoto robota, protože se přetrhlo při pokusu získat robota zpět po náhlé ztrátě signálu.

Co se vybavení týče jediné užitečné výsledky přinesly pouze základní kamery a světlomety. Solem nedisponoval počítačem, který by byl schopný přenést data z dalších senzorů a roboty Inuktun nedokázali podporovat další vybavení díky své velikosti. Záchranné týmy disponovaly několika kompaktními FLIR kamerami zapůjčenými od Americké armády, ovšem díky působení exténního tepla z požárů, byly maskovány jakékoli známky tepla vyzařovaného lidským tělem.



Obrázek 1: Inuktun micro-VGTV [9]



Obrázek 2: Robot Solem [2]

2.2 Ponaučení z prvního nasazení

I přesto, že použití robotů pro záchranné operace bylo teprve ve svých začátcích, jejich nasazení při následcích 11. září bylo úspěchem a profesionální záchranné složky reagovali pozitivně na jejich přítomnost. Hlavními nedostatky byl určitě nedostatek senzorů, způsoben hlavně jejich rozměry a nedostačující výpočetní technikou v této době. Dále se také projevila nezkušenost operátorů a nevýhody bezdrátové technologie, která vedla ke ztrátě jednoho stroje.

3 Druhy záchranných robotů

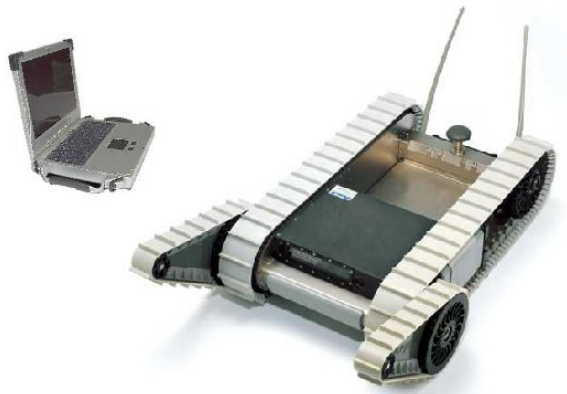
Po prvním úspěšném nasazení, kde se jednoznačně prokázala užitečnost záchranných robotů, se ve světě rozšířila snaha o jejich nasazení. Tato kapitola představí několik druhů robotů používaných záchrannými složkami.

3.1 Pozemní pásový roboti

Jedná se o nejčastěji používaný a nejjednodušší druh záchranných robotů. Poskytují jednoduchý způsob pohybu, dobrou stabilitu a díky pokrokům technologie mohou disponovat více senzory než při svém prvním nasazení [3]. Jejich hlavní nevýhodou je špatné zdolávání překážek, jako jsou schody, spadlá suť a podobně. Tento problém lze překonat pomocí pásových robotů s proměnnou geometrií, tzv. VGTV (z anglického Variable Geometry Tracked Vehicle) [6].

VGTV jsou schopny měnit svoji geometrii za účelem překonání většího množství překážek. Příkladem může být výše zmíněný Inuktun Micro-VGTV (viz. Obrázek 1), ten dokázal měnit svou a tím vytvořit kompromis mezi stabilitou, schopností překonávat překážky a zlepšeným rozhledem. Další možný typ VGTV je například

typický pro PackBot od výrobce iRobot (viz. Obrázek 3), který disponuje dalším párem pásů, připevněných po stranách a s jejich pomocí dokáže zdolávat i vyšší překážky.



Obrázek 3: iRobot PackBot [8]

3.2 Drony

Bezpilotní letouny, drony nebo také UAV (z anglického Unmanned Aerial Vehicle), jsou velice užitečným nástrojem pro záchranné týmy operující v oblastech postižených rozsáhlými katastrofami jako jsou hurikány, zemětřesení nebo laviny. První úspěšné nasazení bylo v roce 2005 po hurikánu Katarina, kde drony sloužily hlavně ke kontrole poškození výškových budov. Jejich hlavní výhodou je schopnost pohybu nezávisle na existující infrastruktuře, která bývá často poškozená, možnost pokrýt velké vzdálenosti, mapovat poničenou oblast a těmito informacemi umožnit lepší koordinaci ostatních záchranných složek[1]

Mezi jedno z úspěšných nasazení patří následky zemětřesení v čínském okrsku Lu-šan z roku 2013. Vzhledem k tomu, že se jedná o horskou oblast byly nasazené bezpilotní helikoptéry užitečné k předběžné kontrole škod a hledání přístupových cest. Drony byly vybaveny semiautomatickým letovým systémem, který následoval předem definované body na mapě a umožňoval operátorům věnovat více pozornosti kamerám. Záběry z kamer byly dále analyzovány na pozemním počítači, na kterém běžel algoritmus pro detekci zhroutených budov, ten sice nebyl stoprocentně přesný, ale urychlil analýzu záběrů v terénu.[7]



Obrázek 4: Bezpilotní helikoptéra ServoHeli-40 pužitá po zemětřesení v Lu-šanu v roce 2013 [7]

3.3 Hadí roboti

Relativně novým druhem záchranného robota jsou tzv. hadí roboti. Výhodou takového robota je jeho velké množství stupňů volnosti, které mu umožňují pohyb napodobující opravdového hada, zdolávat schodiště nebo lézt po tyčích a stromech. Další velkou výhodou jeho konstrukce je výsledná štíhlost která umožňuje pohyb v mnohem menších prostorách, do kterých by se ani tradiční pásové stroje nevešli [10].

Jedním takovýmto robotem je U-Snake (Unified snake) vyvíjen na univerzitě Carnegie Mellon v Pittsburghu.

Jedná se robota tvořeného až 36 identickými moduly zapojenými za sebe, vzájemně pootočených o 90 stupňů vůči předchozímu modulu. Napájení a kontrola robota je prováděna skrze kabel. K ovládání slouží laptop, kde je zobrazován záznam z kamery, pozice kloubů, tvar robota, napětí v motorech segmentů a samotné ovládání je prováděno přes obyčejný gamepad [10].

Jedním z nasazení robota U-Snake bylo po zemětřesení v Mexico City z roku 2017. Zde pomohl s průzkumem obytné budovy, která zkolabovala tak, že jednotlivá patra dosedla na sebe a vznikli tak pouze velice malé skuliny. U-snake pomohl identifikovat části budovy a potvrdit, že se uvnitř nenáchází žádní lidé a tím urychlit odklidové a demoliční práce. Robot se v troskách pohyboval zaujmutím šroubového tvaru a pohyboval se valením, podobně jako by se šrouboval dovnitř [10].



Obrázek 5: U-Snake a potřebná ovládací zařízení [10]

4 Závěr

Roboti se v současné době stávají nedílnou součástí výbavy záchranných týmů všude po světě. Díky jejich schopnostem pokrýt velké vzdálenosti nebo přístup do těsných prostor pomáhají zachraňovat lidské životy a usnadňovat práci profesionálů v mnoha situacích, nejen po přírodních katastrofách. Cílem této práce bylo seznámit se s prvním nasazením robotů pro tyto účely a stručný popis několika druhů robotů pro záchranné práce a ukázat jejich užitečnost.

References

- [1] ADAMS, S. M., AND FRIEDLAND, C. J. A survey of unmanned aerial vehicle (uav) usage for imagery collection in disaster research and management. In *9th international workshop on remote sensing for disaster response* (2011), vol. 8, pp. 1–8.
- [2] CASPER, J., AND MURPHY, R. Human-robot interactions during the robot-assisted urban search and rescue response at the world trade center. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)* 33, 3 (2003), 367–385.
- [3] DELMERICO, J., MINTCHEV, S., GIUSTI, A., GROMOV, B., MELO, K., HORVAT, T., CADENA, C., HUTTER, M., IJSPEERT, A., FLOREANO, D., GAMBARDILLA, L. M., SIEGWART, R., AND SCARAMUZZA, D. The current state and future outlook of rescue robotics. *Journal of Field Robotics* 36, 7 (2019), 1171–1191.
- [4] MURPHY, R. Trial by fire [rescue robots]. *IEEE Robotics Automation Magazine* 11, 3 (2004), 50–61.
- [5] MURPHY, R. R. A decade of rescue robots. In *2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems* (2012), pp. 5448–5449.
- [6] PAILLAT, J.-L., LUCIDARME, P., AND HARDOUIN, L. Variable geometry tracked unmanned grounded vehicle - model, stability and experiments. vol. 2, pp. 21–28.
- [7] QI, J., SONG, D., SHANG, H., WANG, N., HUA, C., WU, C., QI, X., AND HAN, J. Search and rescue rotary-wing uav and its application to the lushan ms 7.0 earthquake. *Journal of Field Robotics* 33, 3 (2016), 290–321.

- [8] SALLUM, H. *Development and Implementation of a High-Level Command System and Compact User Interface for Non-Holonomic Robots*. PhD thesis, 05 2005.
- [9] SHAH, B., AND CHOSET, H. Survey on urban search and rescue robots. *Journal of the Robotics Society of Japan* 22, 5 (2004), 582–586.
- [10] WHITMAN, J., ZEVALLOS, N., TRAVERS, M., AND CHOSET, H. Snake robot urban search after the 2017 mexico city earthquake. In *2018 IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR)* (2018), pp. 1–6.