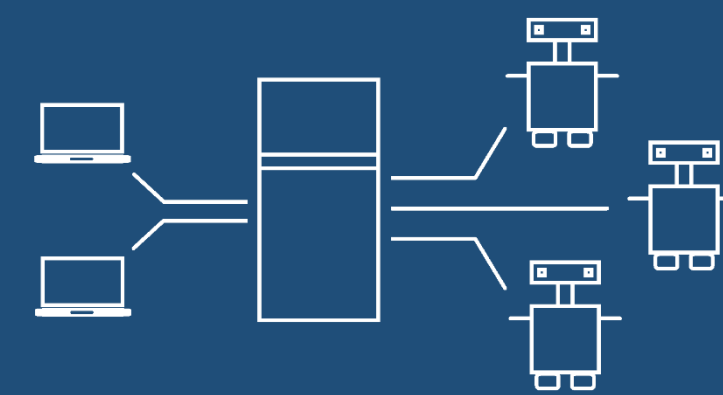


Cloudový server pro správu robotů



Cílem tohoto projektu je zefektivnit a zabezpečit uživatelský přístup k robotům využívajícím platformu ROS a serverům, které na nich běží, a to v laboratoři nebo kdekoli jinde, bez nutnosti rekonfigurace při změně sítě či přímého VPN připojení, které by způsobovalo bezpečnostní riziko při využití s platformou ROS a také s důrazem na co nejmenší softwarové požadavky na uživatele a roboty. Výsledkem je open-source aplikace, která toto umožňuje.

Problém je řešen vytvořením serveru, který jedná jako prostředník mezi klientskými aplikacemi a servery běžícími na robotech (dále Dispatcher). Dispatcher funguje jako reverzní proxy server, který umožňuje dynamickou rekonfiguraci za běhu, a to pomocí síťového rozhraní a jednoduchého komunikačního protokolu. Spojení klientů -- serveru a robotů -- serveru je zajištěno pomocí OpenVPN sítě s konfigurací izolujícími jejich klienty. Jako bezpečné rozhraní s autentizací uživatelů je využito existujícího systému RMS, který je rozšířen o nástroje umožňující komunikaci s Dispatcher serverem. Důležitým prvkem je také umístění webového serveru a Dispatcher serveru, či jiných aplikací na jednom zařízení, čímž je ulehčena zátěž robotům.

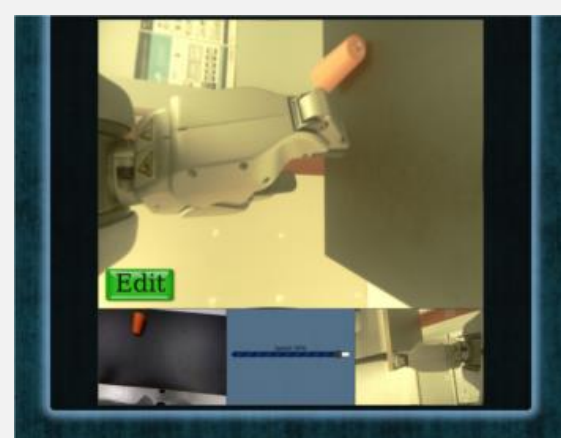
Dispatcher mimo jiné také sbírá informace o všech připojených robotech pro snadné zobrazení.

Tato sada programů tedy umožňuje oprávněnému uživateli připojení k robotům v libovolných sítích bez potřeby klientského softwaru mimo klienta OpenVPN a webového prohlížeče.

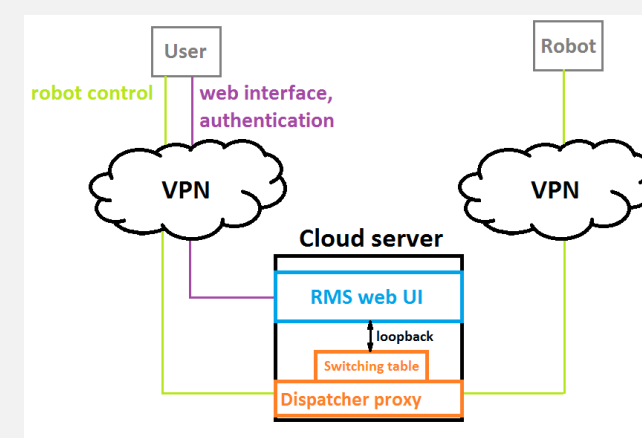
Dispatcher sám o sobě je využitelný i pro jiné účely, než je spojení uživatelů a robotů. Vzhledem k tomu, že Dispatcher je nezávislý na síťové aplikaci či protokolu na aplikační vrstvě sítě (dle TCP/IP modelu), kterou zprostředkovává. Konfigurace Dispatcher serveru je snadno dynamicky přenastavitelná s pomocí jednoduchého síťového protokolu.



Robot Management System
Webové uživatelské rozhraní, umožňující přístup k robotům z různých, i mobilních zařízení. [1]



Příklad GUI v systému RMS
[1]



Struktura sítě a komunikace
Návrh a forma komunikace klientských aplikací a robotů – komunikace je zprostředkována pomocí Dispatcheru.

Name	Robot IP	Bound IP	Message	Battery	RTT	
c3po	10.8.0.4		Sat Apr 9 17:15:48 2016	86%	21	BIND
demorobot	10.8.0.10		Sat Apr 9 10:11:33 2016	100%	32	BIND
server	10.8.0.1	44.13.202.49	Sat Apr 9 17:15:50 2016	N/A	N/A	UNBIND

GUI pro Dispatcher
Grafické uživatelské rozhraní Dispatcheru – část rozšíření systému RMS.

ROS

OPENVPN™

docker

Dispatcher

Jedná se o hlavní prvek tohoto projektu – Dispatcher pracuje jako reverzní proxy server mezi uživateli a roboty. Dispatcher server je umístěn na zařízení spolu s OpenVPN serverem, a umožňuje komunikaci mezi dvěma sítěmi, tedy sítí uživatelů a robotů.

Tato metoda zajišťuje zpřístupnění libovolných serverových aplikací běžících na robotech (rosbridge, SSH server, MJPEG server) těm uživatelům, jejichž VPN adresa je svázána s adresou robota ve směrovací tabulce Dispatcheru.

Směrovací tabulku lze měnit za běhu, tedy dynamicky, s pomocí jednoduchého síťového protokolu, který ovšem sám o sobě není zabezpečen. Proto je také celá aplikace navržena tak, aby tento protokol byl dostupný pouze přes lokální rozhraní, zatímco autorizované požadavky na změnu přicházejí z rozšíření systému RMS, a to pouze od oprávněných uživatelů.

Dalším prvkem Dispatcheru je klient, který je umístěn na straně robotů. Jedná se o malý program s minimální zátěží pro robota, který pouze sbírá informace a periodicky je odesílá serveru. To tedy umožňuje zobrazení souhrnných informací o robotech, jako je stav baterie, kvalita připojení, připravenost, apod.

Rozšíření RMS

Celý systém RMS bylo nutné poupravit, jelikož způsob spojení přes Dispatcher je lehce odlišný od toho přímého. V uživatelském rozhraní se to projevilo především tím, že není možné zjistit stav konkrétní serverové aplikace spuštěné na robotech, pokud se nejedná o toho robota, ke kterému je uživatel právě připojen.

Rozšíření RMS také poskytuje grafické uživatelské rozhraní Dispatcheru, které umožňuje zobrazit stav a informace o všech připojených robotech.

Jednou z hlavních změn bylo zakomponování protokolu a řízení Dispatcheru do rezervačního systému RMS. Pokud si tedy uživatel zažádá o spuštění řídicího rozhraní robota, kterého má právě zarezervovaného, dojde k vytvoření zprávy o IP adrese klienta, IP adrese robota a době rezervace, která se odešle Dispatcheru, aby bylo možné navázat spojení. Pokud má uživatel platnou rezervaci, je možné provést svázání IP adres ručně, přes webové rozhraní samotného Dispatcheru. Pokud je přihlášený uživatel administrátorem, může provést svázání adres i bez rezervace.

Využité nástroje, Open-source

- **GitHub**
Softwarová sada a konfigurace je dostupná přes službu GitHub na adrese <https://www.github.com/mjezersky/robotcloudserver.git>
- **Docker**
Serverovou část softwarové sady je také možné stáhnout jako Docker image, což výrazně ulehčuje instalaci serverové aplikace a potřebných součástí. Image lze získat z repozitáře [mjezersky/robotcloudserver](https://github.com/mjezersky/robotcloudserver)
- **ROS**
Robotic Operating System – platforma, na které je založena klientská část Dispatcheru a také systém RMS. V projektu je využito několika nástrojů, které jsou součástí této platformy.
- **Robot Management System**
Webové uživatelské rozhraní s podporou autentizace uživatelů, které umožňuje vzdálené řízení robotů s platformou ROS, a to pomocí odesílání JSON objektů, které jsou zpracovávány na straně robota a překládány do formy ROS zpráv.
- **OpenVPN**
Aplikace umožňující vytvoření VPN sítě mezi klienty a serverem. V tomto projektu je využito dvou sítí s izolací klientů. Jeden klient se tedy může připojit pouze ke vzdálenému serveru, nikoliv k jednomu z ostatních připojených klientů.

Zdroje

[1] Robot Management system a Příklad GUI v systému RMS [obr.]. The Robot Management System. [online]. [cit. 2016-04-24]. Dostupné z: <http://wiki.ros.org/rms>

[2] ROS [obr.]. Ros.org. [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.ros.org/>

[3] OpenVPN [obr.]. [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://blog.smrhosting.com/centos-openvpn-server/>

[4] Docker [obr.]. Docker. [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <https://www.docker.com/>