

Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Grau en Enginyeria Informàtica

PROJECTE FINAL DE GRAU

**Comunicació ROS en xarxes poc fiables i
mòdems òptics subaquàtics**

Autor:
Enric Pagès Agustí

Tutors:
Narcís Palomeras Rovira
Roger Pi Roig

MEMÒRIA

Convocatòria:
Juny 2023

Departament :
Arquitectura i Tecnologia de computadors

Projecte: Projecte Final de Grau
Document: Memòria
Títol: Comunicació ROS en xarxes poc fiables i mòdems òptics sub-aquàtics
Autor: Enric Pagès Agustí
Data: Juny 2023

Estudi:
Grau en Enginyeria Informàtica
Universitat de Girona

Supervisor 1:
Narcís Palomeras Rovira
Universitat de Girona
Email: narcis.palomeras@udg.edu

Supervisor 2:
Roger Pi Roig
Universitat de Girona
Email: roger.piroig@gmail.com

Introducció

En el món de la robòtica és pràcticament un estàndard l'ús de la infraestructura ROS, un programari que gestiona diferents components d'un sistema robòtic mitjançant execucions aïllades anomenades nodes. Aquests nodes comparteixen informació a través de canals públics anomenats *topic*, utilitzant protocols d'enviament segurs però costosos d'amplada de banda.

En els àmbits en què se sol operar, la connexió entre els nodes és prou fiable per retransmetre qualsevol mena de dades, però en certes aplicacions, es treballen en xarxes massa poc fiables, on és un problema.

Aquest projecte té com a objectiu principal idear i desenvolupar una solució genèrica per poder habilitar i maximitzar l'eficiència de les comunicacions entre nodes de ROS en xarxes que disposen de poca amplada de banda i una pèrdua alta de paquets.

Una d'aquestes aplicacions és la comunicació de robots subaquàtics a través de mòdems òptics. El Centre d'Investigació Robòtica Submarina (CIRS) disposa d'una parella d'aquests mòdems òptics i interessa trobar una manera d'usar-los amb conjunció amb els seus robots submarins, els quals funcionen amb ROS.

En aquest treball es farà un estudi dels mòdems òptics, entenent-ne el funcionament i identificant-ne com es pot maximitzar la qualitat de la connexió, a més de planejar com es farà la connexió entre aquests, i dissenyar les estratègies i protocols a seguir per cada situació.

0.0.1 Objectius principals

Els objectius d'aquest projecte són:

- Desenvolupar una aplicació genèrica que permeti la comunicació bidireccional de qualsevol mena d'aplicació distribuïda de ROS a través de xarxes amb poca amplada de banda i poc fiables.
- Aplicar la solució desenvolupada als mòdems òptics LUMA i adaptar el codi a les seves necessitats.
- Idear i implementar solucions per millorar l'eficiència del codi i dels mòdems.
- Aconseguir enviar entre nodes de ROS diferents tipus de missatges de manera eficient, com ara text, imatge, i vídeo.

Procés de desenvolupament

0.0.2 Raonament i Disseny

Els nodes de ROS normalment es comuniquen per protocols de TCP, els quals asseguren l'enviament de les dades, a canvi d'un ús més elevat de l'amplada de banda, perquè els seus paquets porten considerable informació addicional per controlar l'enviament, i que els paquets perduts són enviats de nou fins que es rep una confirmació del receptor.

La idea principal rere aquest projecte és desenvolupar una manera de personalitzar aquest enviament, permetent escollir usar un protocol UDP, el qual no assegura el correcte enviament, però és molt més eficient. Es vol fer servir aquest protocol per transmetre la transmissió en temps real de vídeo, el qual es pot permetre perdre algun paquet d'informació, ja que ràpidament és reescrita, però prima la latència baixa i la velocitat, on brilla el protocol UDP.

Així doncs, en el desenvolupament d'aquest projecte es va crear un paquet de ROS, el qual és capaç de comunicar dues màquines, que utilitzen execucions de ROS totalment independents, a través del protocol desitjat. D'aquesta manera, es poden aïllar tots els missatges i protocols de ROS dintre de les màquines, mantenint les seves funcionalitats, però evitant que nodes de màquines diferents es parlin per un canal no desitjat.

0.0.3 Desenvolupament i Implementació

El desenvolupament del projecte va resultar en paquet de ROS anomenat ROS2ROS, el qual es va desenvolupar de manera iterativa, afegint-hi millores segons les necessitats observades. La primera versió permetia comunicar els *topics* de *roscopes* diferents a través d'UDP, i els serveis (una altra manera de comunicar els nodes més pensats per comandes puntuals) a través de TCP.

Més endavant, en fer proves d'enviament de vídeo, es va veure que calia aplicar un mètode de compressió per a les càrregues més voluminoses, com pot ser imatge contínua, i una manera de controlar la disparitat entre el vídeo enviat i el rebut, ja que els errors de temps s'anaven acumulant, augmentant dràsticament la latència. La solució va resultar ser implementar un servidor que funcionés amb el protocol RTSP (Real Time Streaming Protocol), un protocol dissenyat expressament per a aquesta mena d'aplicacions, al qual se li va afegir una compressió de vídeo temporal, per tal d'enviar el vídeo en condicions usant una amplada de banda reduïda.

Es van muntar els mòdems òptics Luma en les instal·lacions del CIRS, recreant un ambient de treball similar al que s'utilitzaria a la realitat, i se'ls hi va connectar dues màquines amb ROS, una per mòdem, per recrear la interacció operador-robot que es duria a terme.

Després confrontar diverses adversitats a l'hora d'aconseguir una connexió funcional amb els mòdems, es van realitzar estudis d'eficiència i es va emprar el codi desenvolupat en el projecte per a habilitar la transmissió de dades de tota mena.

Resultats

En completar el codi del projecte, es va posar a prova tant en màquines virtuals com en màquines reals connectades pels mòdems òptics Luma.

Es va observar com, en les màquines virtuals, els *topics* indicats als arxius de configuració eren retransmesos entre elles sense problemes, i els serveis també es podien cridar correctament.

Realitzant les mateixes proves als Luma, es van apreciar caigudes importants del rendiment, però el programa va realitzar la seva funció. Part d'aquestes pèrdues es van solucionar modificant la configuració dels Luma, mentre que altres es van suplir amb millores en el codi.

Al final del desenvolupament, es va aconseguir retransmetre tots els *topics* que s'havien plantejat, inclòs vídeo, després d'implementar un servidor RTSP per enviar-lo.

Conclusions

La realització d'aquest projecte va resultar en un paquet anomenat ROS2ROS, el qual és capaç de comunicar dues execucions de ROS separades a través de TCP, UDP, i RTSP.

A més a més, es va estudiar el comportament dels mòdems òptics Luma i es va testejar el paquet ROS2ROS per millorar-ne la comunicació.

Per tant, es van complir els objectius plantejats, tot i que es va deixar marge de millora per restriccions de temps.