

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol: Ajust del moviment d'un robot explorador mitjançant sensors de detecció de gir

Document: Resum

Alumne: Aleix Carbonell Leal

Tutor: Albert Figueras Coma

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any) Setembre/2020

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	2
2. ROBOT BIGBOT3.....	3
3. SENSOR DE DETECCIÓ DE GIR, HOKUYO URG-04LX.....	4
4. ASSAJOS PER DETERMINAR "L'ALFA"	6
5. CONCLUSIONS	8

1. INTRODUCCIÓ

Un robot explorador té la finalitat de conèixer i explorar una zona on una persona tindria dificultats per accedir-hi o amb la possibilitat de posar en perill la seva vida.

Aquests robots han de poder moure's per l'exterior amb la dificultat que comporta trobar diferents terrenys i obstacles no previstos. Els robots exploradors poden estar controlats de forma remota o tenir intel·ligència artificial per ser capaços de prendre decisions autònomes.

El grup de recerca ARLab de la UdG disposa d'un robot mòbil explorador, anomenat BigBot3, que porta integrat un sistema operatiu ROS, programat amb una sèrie d'algoritmes per detectar el tipus de terreny en el que es mou quan realitza trajectòries autònomes o és comandat amb un joystick. El robot mòbil disposa de quatre rodes no orientables, tipus Skid-Steer, per la qual cosa quan realitza girs les rodes derrapen i les lectures dels encoders no són fiables per calcular el gir realitzat, ja que l'encoder llegirà més polsos dels que hauria de rebre.

L'objectiu d'aquest treball final de grau és observar aquest problema i poder calibrar aquestes lectures dels encoders als diferents terrenys en que es mogui, per calcular correctament els angles de gir. Es contemplarà el càlcul d'un factor de correcció anomenat alfa (α), el radi de gir i l'angle recorregut pel robot, en funció de la velocitat angular i el tipus de terreny.

Aquest treball contemplarà les proves a realitzar a l'exterior en els diferents terrenys amb la utilització del sensor més idoni per la mesura del gir del robot, del tipus Laser Range Finder o càmera de visió, i la seva programació dins del sistema operatiu ROS.

Els terrenys estudiats són els següents: interior, ciment, asfalt i herba.

2. ROBOT BIGBOT3

Aquest robot és el que s'ha utilitzat per l'estudi d'aquest treball final de grau, és un robot mòbil terrestre del tipus Skid-Steer de quatre rodes, equipat amb sensors pel seu funcionament autònom, és capaç de detectar en quin terreny està.

El microcontrolador dsPIC s'encarrega de gestionar els quatre motors del robot, realitzar lectures d'intensitat, nivell de bateria, encoders i aplicar el controlador PID.

La Litestation es un sistema embedded basat en un enrutador que permet la connexió interna dels diferents sensors i actuadors del robot per Ethernet, i la comunicació externa amb un terminal, en aquest cas, un portàtil amb Labview.

El sistema de detecció de terrenys funciona perfectament, però l'estudi i càlcul de l'alfa complementarà les prestacions d'aquests robot.

La finalitat de trobar aquest factor de correcció anomenat "alfa" és perquè a la hora de calcular la odometria, el robot redueixi considerablement l'error.

L'alfa també servirà per crear un planificador de trajectòries, depenent del radi de gir real que es vulgui fer i en el terreny que s'estigui, la diferència de velocitats entre esquerra i dreta serà més alta o més baixa.

Per realitzar aquest assajos, s'ha triat el Hokuyo URG-04LX, un sensor de detecció de gir tipus Laser Range Finder.

El robot en aquests assajos no anirà de forma autònoma, ja que s'hauran de fer girs a diferents velocitats. El control serà via una aplicació ja feta a Labview, dissenyada per fer aquests tipus de proves. La idea d'aquests assajos serà descriure una trajectòria amb un angle de 90 graus sempre que sigui possible. Se li muntarà una fullola collada a la base perquè el sensor capti dades de més qualitat, sense obstacles.

Durant la trajectòria s'anirà generant un fitxer txt que serà útil pel càlcul del desplaçament del robot, aquest desplaçament serà necessari per saber l'alfa i el radi de gir.

3. SENSOR DE DETECCIÓ DE GIR, HOKUYO URG-04LX

El Hokuyo URG-04LX és un sensor làser dissenyat per l'escaneig d'àrees, aquest làser té una longitud d'ona de 785nm. L'àrea d'escaneig és un semicercle de 240° amb un radi màxim de 4 metres.

Aquest sensor envia la distància mesurada a cada punt, durant tot el seu recorregut, envia 683 dades de distància, anomenats "steps". Cada step descriu un angle de 0,35139° amb el següent step.

Les especificacions tècniques d'aquest LRF són les següents: L'alimentació és de 5 volts de corrent continu, amb un consum de menys de 500 mA. La detecció arriba fins als 4 metres, perquè a partir d'aquí, la lectura de la distancia comença a tenir molt d'error, es pot arribar fins als 5 metres i mig, però no és recomanable perquè aquests lectures no seran fiables.

L'estàndard SCIP 2.0 s'ha desenvolupat per un grup d'investigació d'interfícies per sensors, amb l'objectiu d'oferir una interfície flexible i simple per aplicacions de robòtica.

Les dades del sensor es codifiquen perquè la transmissió sigui més ràpida, es pot codificar en 2, 3 o 4 caràcters.

El format de la comunicació entre sensor i host esta format per comandes prèviament definides. La comunicació és iniciada des de el host, enviant una comanda, el sensor respon quan rep aquesta comanda.

Hi ha diferents comandes predefinides en el format de la comunicació, per intercanviar dades entre sensor i host s'utilitzen aquestes comandes.

Les primeres proves que es van realitzar per establir comunicació amb el Hokuyo i veure el seu funcionament, van ser amb el sistema operatiu Linux Ubuntu i les comandes per cmd de ROS.

Quan es va aconseguir establir comunicació amb aquest amb comandes del sistema operatiu ROS, es va procedir a visualitzar les dades amb una aplicació anomenada RViz.

Aquesta aplicació no tenia més prestacions que la visualització, degut a això es va optar per un altre mètode, ja que la finalitat era adquirir les dades que el sensor de gir anava registrant en els escanejors. Es va optar per un programa de Windows anomenat UrgBenri, preparat per la visualització i adquisició de les dades del Hokuyo.

Perquè el programa funcioni correctament, s'han de descarregar uns drivers perquè l'ordinador reconegui el sensor i la connexió via USB sigui correcta.

Una de les opcions que té aquest programa i no s'ha utilitzat és la CMD. A les primeres proves es va provar i es rebia les dades amb la codificació, com s'ha explicat a l'apartat anterior. Aquesta manera d'adquirir les dades es va acabar descartant perquè la quantitat de dades seria massa elevada i difícil d'analitzar, ja que s'ha de tenir en compte la presència de més obstacles, no només la fullola del BB3.

En el present projecte s'ha utilitzat l'opció de gravar dades i guardar-les en un fitxer de format Excel (.csv) per tractar les dades posteriorment.

S'ha mesurat l'alçada òptima a la que hauria d'estar el sensor i s'ha optat per elevar-lo aproximadament uns 40 centímetres. Per fer això, s'ha utilitzat un tall d'aglomerat per fer de base més estable i se li ha collat un petit pilar de fusta que mesura aproximadament 40 centímetres. A la base superior, s'ha encastat un petit quadrat de xapa d'alumini amb el Hokuyo ben collat, així s'aconseguirà una base estable i fàcil d'encarar cap al robot.

Posteriorment, se li va posar la placa encarregada d'alimentar-lo per quan tocaven els assajos exteriors, amb l'ajuda de bateries. Aquestes bateries s'han agafat del laboratori, són de recanvi pel robot, al consumir poc, no són necessàries bateries molt carregades ni d'elevat amperatge. El funcionament de la placa serà rectificar els 14 volts que donen les bateries, per subministrar-ne 5V al Hokuyo.

4. ASSAJOS PER DETERMINAR "L'ALFA"

El càlcul de l'alfa és el punt més important d'aquest projecte. En odometria, s'estudia el gir que fa un robot en una determinada trajectòria, per poder saber aquest angle, es necessita calcular el desplaçament que ha fet el robot, aquí és on entren els encoders. Aquests sensors s'encarreguen d'enviar polsos en funció de les voltes que ha fet cada roda, si se sap la longitud de cada roda, se sabrà el desplaçament d'aquestes, multiplicant el nombre de voltes per la longitud de la roda. Aplicant la fórmula corresponent, se sabrà el desplaçament total.

La fórmula utilitzada pel càlcul del gir no és compatible amb un robot Skid-Steer perquè patina, és per això que se li aplica un paràmetre de correcció, l'Alfa. Aquí és on entra la funció que desenvoluparà el Hokuyo. Per l'aplicació d'aquesta fórmula es necessitarà una dada real i correcta del gir, el Hokuyo serà l'encarregat de captar aquest gir a diferents velocitats, i comparant amb les dades dels encoders, es calcularà el paràmetre Alfa de manera offline. Després de realitzar els càlculs de tots els assajos, el robot no necessitarà la implementació d'aquest sensor de gir, ja tindrà els valors d'alfa guardats, que seran diferents depenent del terreny.

Els assajos tenien dos parts en execució sincronitzada, la recopilació de dades del Hokuyo amb el programa UrgBenri i el moviment del robot BigBot3, és per això, que s'ha necessitat l'ajuda del tutor, Albert Figueras, per realitzar aquests assajos.

El dispositiu Hokuyo s'ha controlat des del meu portàtil personal, via USB. Al realitzar les proves exteriors, s'han utilitzat les bateries disponibles al laboratori.

El robot BigBot3 s'ha controlat des de un portàtil del grup de recerca ARLab. Aquest portàtil portava el programa de Labview per comunicar-se amb el robot i posar-lo en moviment.

Els assajos que s'han dut a terme per igual a tots els terrenys són els següents: s'han realitzat girs a la dreta de 90°, sempre que es pugui. Les velocitats que s'han empleat per esquerra i dreta, respectivament, són 40-20 (cm/s), 39-21, 38-22 i així successivament fins arribar a l'últim assaig de 30-30.

El primer terreny a estudiar serà l'interior del laboratori del P4, és una zona on el terra no té molta fricció, però al haver-hi tants obstacles ha sigut complicat realitzar segons quins girs. Es veu com a velocitats altes, l'angle descrit està a prop dels 90 graus i que va disminuint a velocitats baixes. El mateix passa amb el radi de gir, quan la velocitat entre rodes és més igual, el radi tendeix a ser més llarg perquè l'arc que descriu és menys corbat.

El segon terreny on es faran els assajos serà el ciment al costat de la facultat de dret, és un quadrat força ample, així es tindrà un bon espai per realitzar els girs. Aquí també es pot veure que a velocitats angulars altes, l'angle és pràcticament 90, i després va disminuint. El radi de gir va disminuint quan la diferència de velocitat entre rodes és més gran.

El penúltim terreny a provar serà l'asfalt, aquest terreny serà el més difícil pel robot, ja que li costarà molt avançar, l'asfalt genera molta fricció i això dificulta el moviment i més el gir. L'angle de gir del robot és més gran fins i tot disminuint la velocitat, però quan arriba l'assaig 31-29, la dificultat del gir ja és molt elevada i baixa considerablement el valor de l'angle. Passa el mateix amb el radi de gir, es veu com canvia dràsticament de 32-28 a 31-29, degut a la fricció de la que s'ha parlat anteriorment.

L'últim assaig s'ha realitzat a l'herba davant de l'Edifici de la Politècnica, aquest terreny és el més irregular de tots i el que ha costat més captar amb bona qualitat el moviment del robot BigBot3. Com s'ha anat comentant en els diferents terrenys, les dades presentades tenen sentit i segueixen una correlació, en aquest cas però, els angles calculats a l'assaig de 33-27 no tenen sentit, segurament no s'ha acabat de captar correctament l'angle descrit pel robot, però si es mira el valor del radi de gir, és un valor lògic.

Pel planificador de trajectòries, que implica velocitats i radi de gir, s'extreuen les següents conclusions: en velocitats altes, la diferència del radi de gir és mínima. Mentre aquesta diferència de velocitats va disminuint, les corbes dels terrenys es separen una mica unes de les altres. La diferència més important entre terrenys està a les velocitats més baixes.

Com s'ha explicat anteriorment, el factor de correcció ajudarà al correcte càlcul de l'angle descrit per les diferents trajectòries del robot BigBot3. Les velocitats aplicades vindran donades pel planificador de trajectòria.

Quan la velocitat de gir és baixa, el valor d'Alfa és el més petit de tota la funció, però en el moment que canvia aquesta rotació, hi ha un moment on hi ha un màxim, és a dir, on l'Alfa agafa el valor més gran, per després a velocitat més altes anar estabilitzant el paràmetre i aconseguir ser constant. S'esperava un resultat totalment diferent al que s'ha obtingut, les primeres hipòtesis abans de realitzar els càlculs finals, eren que el valor d'alfa variaria força quan la diferència de velocitats entre rodes fos més alta, ja que és el moment on el robot derraparà més i les lectures dels encoders i per tant, els càlculs d'odometria, tindran un error de càlcul més gran. Però com s'ha dit, va ser una de les primeres hipòtesis, i gràcies als càlculs realitzats, se sap que no és correcte, sinó tot al contrari.

5. CONCLUSIONS

Un cop realitzat el projecte, es pot concloure que l'estudi del paràmetre de correcció Alfa ha sigut satisfactori i es podrà aplicar en el robot BigBot3 pels correctes càlculs d'odometria.

S'ha pogut observar el problema dels càlculs i s'ha realitzat l'estudi pertinent per tant de corregir aquest problema, el pròxim pas serà l'aplicació dels resultats d'aquest projecte al robot BigBot3. Degut als problemes d'accessibilitat a la Universitat de Girona durant tots aquests mesos i al poc temps per realitzar assajos i càlculs, s'ha decidit deixar aquest projecte de manera teòrica, la única tasca que quedaria a realitzar, seria programar unes línies de codi perquè s'apliqui el planificador de trajectòries i el corrector dels càlculs odomètrics al robot.

Aquest projecte es volia enfocar solament al càlcul del paràmetre Alfa, però també s'ha dut a terme l'estudi del radi de gir per poder aplicar el planificador de trajectòries, amb equacions ja definides per cada tipus de terreny. Les gràfiques on es representava el factor de correcció Alfa, no descrivien una línia de tendència que s'assemblés a una de les funcions disponibles a Excel, per això s'ha descartat posar-les, però per l'aplicació al robot, s'haurà de fer una aproximació d'aquestes gràfiques.

Per últim, l'angle que descrivia el gir del robot no s'ha tingut en compte per cap de les gràfiques, ja que és un valor que només servia per calcular els dos paràmetres importants d'aquest estudi, el factor Alfa i el radi de gir. A més a més, també ha servit per mirar si els assajos eren correctes, ja que mentre la velocitat baixava, l'angle també ho havia de fer.