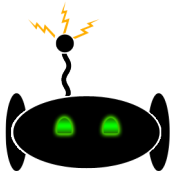


Simultan positionering och kartläggning

Tobias Grundström och Hans-Filip Elo
Kandidatprojekt Y - Grupp 8 - VT2014
Version 0.1

Status

Granskad	-	28 mars 2014
Godkänd	-	-



PROJEKTIDENTITET

Grupp 8, 2014/VT, MapMaster2001
Linköpings tekniska högskola, ISY

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Jens Edhammer	Dokumentansvarig (DOK)	076-030 67 80	jened502@student.liu.se
Erik Ekelund	Designansvarig (DES)	073-682 43 06	eriek984@student.liu.se
David Habrman		976-017 71 15	davha227@student.liu.se
Tobias Grundström	Testansvarig (TES)	073-830 44 45	tobgr602@student.liu.se
Hans-Filip Elo		073-385 22 32	hanel742@student.liu.se
Niklas Ericson	Projektledare (PL)	073-052 27 05	niker917@student.liu.se

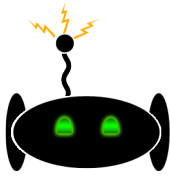
E-postlista för hela gruppen: mapmaster2001@cyd.liu.se

Kund: Mattias Krysaner, Linköpings Universitet, 581 83 LINKÖPING,
013-28 21 98, matkr@isy.liu.se


Kontaktperson hos kund: Mattias Krysaner, 013-28 21 98, matkr@isy.liu.se

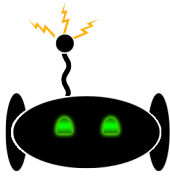
Kursansvarig: Tomas Svensson, 3B:528, 013 28 21 59, tomass@isy.liu.se

Handledare: Peter Johansson, 013-28 1345 peter.a.johansson@liu.se



Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Syfte	1
1.2	Historia	1
2	Odometri	2
2.1	Filtrering av sensordata	2
2.1.1	Kalmanfilter (KF-SLAM)	2
2.1.2	EKF-SLAM	2
2.1.3	fastSLAM	3
3	Typer av SLAM	3
3.1	VSLAM	3
3.2	TSLAM	4
3.3	WiFi-SLAM	4
4	Implementeringar	4
5	Fördjupning och kodexempel	5
6	Reflektion	5
	7 Källförteckning	6
A	Appendix A	7



1 Inledning

Simultan positionering och kartläggning (SLAM) är ett problem som kan liknas vid "Hönan och ägget"-problemet. Utan att veta var vi är - hur kartlägger vi då vår omgivning? Åt andra hållet får man ställa sig frågan - hur kartlägger vi vår omgivning utan att veta var vi är?

Det är inte helt enkelt att lösa dessa frågor, men det finns approximativa lösningar på problemet SLAM. Gemensamt för alla lösningar är att de bygger på möjligheten att läsa av sin omgivning i kombination med sannolikhetsteori. Då sensordata aldrig kan antas vara exakt använder man sannolikhetsteori för att göra rimlighetsbedömningar i de stickprov av sensordata som sensorerna ger oss.

Självva problemet är alltså inte entydigt löst rent matematiskt, utan bygger på sannolikhetsteori i kombination med att moderna processorer och minnen kan hantera en stor mängd data. Moderna processorer möjliggör alltså ett stort stickprov vilket leder till en liten osäkerhet.



1.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att fördjupa oss i de algoritmer och tekniker som används för kartläggning och positionsbestämning hos ett icke-medvetande system. Det underlättar vårt framtida arbete eftersom undertecknade, tillsammans med övriga gruppmedlemmar i grupp 8, kommer att konstruera en robot som ska kunna kartlägga ett rum.



1.2 Historia

Principerna för SLAM formulerades för första gången 1986¹. Redan vid formuleringen av problemet menar man på att SLAM är en inexact vetenskap. SLAM handlar om att skaffa sig en approximativ uppfattning av sin omgivning och position som är tillräckligt bra för att fatta ett beslut kring färdväg och/eller kartläggning.



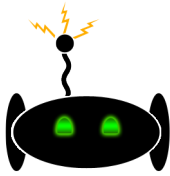
Utvecklingen på området har sedan dess accelererats kraftigt tack vare mikrokontrollers förmåga att hantera mer data - då sannolikhetsberäkningarna SLAM innefattar gynnas kraftigt av att arbeta med stora stickprov.



På senare år har man, precis som inom många andra vetenskapliga områden, sett utvecklingen ta ytterligare ett kliv tack vare internet och öppen källkodsprojekt som Github och OpenSLAM. Att göra en sökning på "SLAM" på Github resulterar i en mängd aktiva projekt på området. Eftersom att källkoden där också finns tillgänglig är detta ett utmärkt exempel för de som vill lära sig om SLAM, undertecknade inkluderade.

¹Smith, R.C.; Cheeseman, R.






2 Odometri



För att kunna utföra SLAM krävs det att man gör odometri, d v s kontinuerligt uppskattar vägen man färdats. Odometri kan göras på olika sätt - exempelvis genom att optiskt mäta avstånd till objekt i sin omgivning, vinkelhastigheter på hjul med känd storlek eller steg med given längd.

Uppskattandet av färdvägen är aldrig en exakt lära. Det finns alltid en viss osäkerhet i sensorer. Det är av denna anledning som SLAM är en sannolikhetslära mer än en exakt vetenskap.

De allra flesta robotar nyttjar förmågan att optiskt mäta objekt i sin omgivning. Anledningen till detta är att man då kan kompensera för tidigare mätfel vid framtida mätningar. Om man enbart förlitar sig på interna mätningar finns risken att tidiga mätfel görs, vilket fortplantar sig och leder till än större felskattningar senare under kartläggningen.

Med optisk avläsning av omvärlden finns alltid möjligheten att korrigera tidigare felaktiga mätvärden genom att samla  mer mätdata för att mer korrekt kunna beskriva sin omgivning. Av den anledningen är all typ av SLAM beroende av att på något sätt granska sin omgivning.

2.1 Filtrering av sensordata

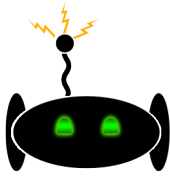
Inom odometri finns det några olika tekniker för att filtrera sensordata från sin omgivning  och besluta om var inom given inertialram  sin nuvarande position är. Gemensamt för samtliga tekniker är att de är filter som arbetar mot oberoende tillståndsvariabler.

2.1.1 Kalmanfilter (KF-SLAM)

Ett Kalmanfilter är en typ av algoritm som med hjälp av tidigare mätdata från sensorer som kan innehålla brus och störningar uppskattar okända variabler. Ett Kalmanfilter arbetar på linjära och oberoende tillståndsvariabler och är ett essentiellt verktyg för vägval samt positionsuppskattningen i ett SLAM-system.

2.1.2 EKF-SLAM

EKF-SLAM är en förkortning för Extended Kalman Filter for Simultaneous Localization And Mapping. Det utökade Kalmanfiltret (extended) skiljer sig från det ursprungliga på så vis att den används vid icke-linjära förhållanden och istället linjäriserar variablerna kring ett medelvärde och deras kovarians. Med kovarians menas då hur de olika variablerna beror av varandra.



Algoritmen arbetar oftast i två steg; först skattas variablerna sedan vid nästa mätning kommer de skattade variablerna viktas, där de med mest säkerhet är av störst vikt.

2.1.3 fastSLAM



fastSlam är en teknik där systemet visuellt kan uppfatta landmärken. Landmärkenas position i förhållande till roboten noteras och uppmäts med regelbundna samplingar. Genom att positionsbestämma dessa landmärken kan roboten snabbare bestämma sin position.

fastSLAM är snabbare på att bestämma sin position än KF-SLAM men är däremot inte genomförbar då miljön systemet rör sig i är så pass homogen att inga landmärken går att utfinna. Om vi tar den bana vår robot ska kartlägga som referens är den väldigt homogen². fastSLAM är antagligen inte den bästa tekniken för positionsbestämning och kartläggning av den typen av "rum".

3 Typer av SLAM

Det finns olika typer av SLAM för olika typer av tillämpningar och med olika egenskaper. Vissa är bra på större avstånd medan andra är mer precisa och bra på kortare avstånd.

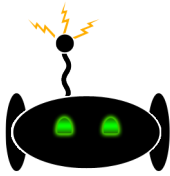
3.1 VSLAM

VSLAM står för visuell SLAM, vilket betyder att lokaliseringen sker med hjälp av kameror. Kamerorna används för att finna landmärken i området som kartläggs och sedan använda dessa som referenser när roboten fortsätter att utforska för att t ex se hur långt och i vilken riktning förflyttning sker relativt landmärket. Visuell SLAM är en förutsättning för att utnyttja den tidigare nämnda fastSLAM-tekniken.

För att bedöma avstånd till ett objekt mäts vinklar mellan farkost och objektet vid olika tidpunkter. Utifrån farkostens hastighet kan mjukvaran sedan bestämma avståndet till objektet i fråga.

VSLAM är i de allra flesta fall komplicerat att implementera då man behöver avancerade bildsökningssalgoritmer för att finna lämpliga landmärken.

²Tävlingsregler: <https://drive.google.com/file/d/0B758zzcy4ZrTeG1wRTY4WG91TDQ/edit?usp=sharing>



3.2 TSLAM

Tactile SLAM är en metod som provats för robotar vid kartläggning av ett mörklagt område. Metoden använder sig av känselsensorer för att hitta avgränsningar i området och med hjälp av detta rita upp kartan. Denna metod ger dock inte så bra resultat med de tekniker som existerar i dag.

3.3 WiFi-SLAM

Denna metod använder sig av styrkan på WiFi-signaler i närheten för att avgöra positionen. Detta är något som använts på t.ex. mobiltelefoner för att avgöra var personer befinner sig.

För att WiFi-SLAM ska fungera krävs att accesspunkten har information om positionsdata för sig själv, alternativt att den anslutna enheten har information om var aktuellt WiFi är tillgängligt. I en mobiltelefon används den senare metoden då telefonen kan kontrollera var WiFi-nätverket finns med hjälp av GPS.

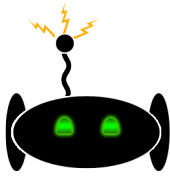
4 Implementeringar

Det finns väldigt många exempel på implementeringar av SLAM. Robotdammsugare är ett bra exempel på en modern tillämpning av SLAM. Det är en liten enhet som kan använda sig av en modifierad version av VSLAM som kallas CV-SLAM. Detta står för Ceiling Visual SLAM, det vill säga att roboten har kameror som är riktade uppåt och använder landmärken i taket för att rita upp en karta över rummet den städar, så att den dammsuger alla platser i rummet istället för att städa samma punkt flera gånger.

Det här är ett väldigt bra exempel på hur moderna, små mikrokontrollers kan möjliggöra SLAM att användas för att förenkla vår vardag.

SLAM används, och har används under längre tid, till exempel också i rymdexpeditioner där robotar skickas upp i rymden för att upptäcka och kartlägga ställen som vi människor inte har möjlighet att besöka.



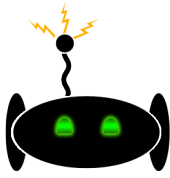


5 Fördjupning och kodexempel

KOMMER!

6 Reflektion

Till slut kan vi konstatera att SLAM används i många tillämpningar man kanske inte tänker på. Man kan också konstatera att algoritmerna, filtren och mjukvaran som används för att implementera SLAM relativt komplicerade. Vi inser att vi gjort ett klokt beslut att fördjupa oss i just SLAM, då vi är väldigt beroende av detta i vårt projekt att konstruera en kartritande robot.



7 Källförteckning

Smith, R.C.; Cheeseman, P. (1986). "On the Representation and Estimation of Spatial Uncertainty". The International Journal of Robotics Research, 5(4), sida 56–68. Hämtad 28 mars 2014: <http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/project.archive/reference.file/Smith&Cheeseman.pdf>

Risgaard, S; Blas, M.R (2005). "SLAM for Dummies, A Tutorial Approach to Simultaneous Localization and Mapping". Hämtad 28 mars 2014: http://ocw.mit.edu/courses/aeronautics-and-astronautics/16-412j-cognitive-robotics-spring-2005/projects/1aslam_blas_repo.pdf

Karlsson, N.; Goncalves, L.; Munich, M.E.; Pirjanian, P. "The vSLAM Algorithm for Navigation in Natural Environments". Evolution Robotics, Inc. Hämtad 28 mars 2014: <http://www.vision.caltech.edu/mariomu/research/papers/vSLAM-krs.pdf>

Fox, C.; Evans, M.; Pearson, M.; Prescott, T. (2012) "Tactile SLAM with a biomimetic whiskered robot". 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Hämtad 28 mars 2014. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6224813>

FastSLAM: A Factored Solution to the Simultaneous Localization and Mapping Problem, Stanford University. Hämtad 28 mars 2014. <http://robots.stanford.edu/papers/montemerlo.fastslam-tr.pdf>

Openslam.org <http://www.openslam.org/>

Kandidatprojekt Y: Elektronikprojekt, Tävlingsregler för katläggningsrobot. Hämtad 28 mars 2014. <https://drive.google.com/file/d/0B758zzcy4ZrTeG1wRTY4WG9lTDQ/edit?usp=sharing>

A Appendix A