

Kort sammanfattning om kartering och navigering i inomhusmiljö

Kungliga Tekniska Högskolan
IS1204

Karl Gäfvert

2015-06-05

Innehåll

1	Uppgift	1
2	Introduktion	1
2.1	Bakgrund	1
2.2	Syfte	1
2.3	Metod	1
3	Övergripande	2
4	Några intressanta projekt	2
4.1	Projekt Tango	3
4.2	OpenSLAM.org	3
4.2.1	RatSLAM	3
4.3	Mobile Robot Programming Toolkit	3
4.4	LSD-SLAM	3
5	Kommentar	4

1 Uppgift

Undersök tillgänglig teknik för inomhuspositionering, lämplig för en robot eller liknande som ska kunna hitta vägen med minimal mänsklig hjälp. Studera i första hand teknik som inte förutsätter att roboten har en karta eller motsvarande.

2 Introduktion

Denna rapport är en sammanfattning av utvalda moderna teknologier för autonom kartering och navigering i inomhusmiljöer. Roboten har alltså inte har tillgång till förprogrammerade hjälpmedel som befintliga kartor med utplacerade accesspunkter (WiFi, RFID, andra radiosändare), hjälp av människor, eller andra verktyg som innebär att roboten måste förprogrammeras med information om omgivning där den ska arbeta.

2.1 Bakgrund

Varje år anordnar KTH Kista en praktisk projektkurs IS1204 där varje projektgrupp får fyra veckor att konstruera ett autonomt inbyggt system [1]. Många projektgrupper bygger någon typ av robot som ska förflytta sig i en inomhusmiljö för att till exempel städa golvet, mäta WiFi-styrka, eller hitta personer i brinnande hus.

Ett återkommande problem är hur roboten självständigt ska navigera i denna miljö, det är till exempel inte hållbart att kunden för en robotdammsugare (en potentiellt icke-teknisk person) ska behöva programmera sin dammsugare med en detaljerad karta över sitt hus, eller att en brandman ska hinna hitta en karta och programmera en personsökarrobot medan personers liv kanske är i fara. Roboten måste alltså själv skapa en karta och utan hjälp navigera denna för att lösa sin uppgift.

2.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att beskriva det nuvarande forskningsläget samt utvärdera och föreslå några potentiellt intressanta teknologier för autonom kartering och navigering i okända inomhusmiljöer.

2.3 Metod

Materiallet har huvusakligen funnits med hjälp av publika internetbaserade sökmotor, referensdatabaserna IEEE Xplore och Inspec, och sökertyg från KTHs bibliotek.

3 Övergripande

Robotar har tillgång till två typer av metoder när de ska navigera inomhus.

Den första är mycket enkel och bygger på död räkning dvs. att roboten räknar antalet varv ett hjul snurrar, antalet svängar den utför, eller på annat vis försöker mäta ett avstånd eller vinkel relativ sin föregående position. Dessa mått används sedan för att skapa en karta eller beräkna sin position. Fördelen med denna approach är att den är enkel att förstå och implementera. Problemet är att felet som uppstår växer kumulativt och till slut så tappar oftast roboten helt verklighetsuppfattningen, producerar nonsenskartor och tror att den befinner på helt fel plats [2][3].

Den andra approachen förlitar sig istället på extern information som ljud, ljus, bild/video, magnetfält, radar, sonar, lidar, osv. Fördelen med dessa är att de ofta är unika egenskaper för miljön där roboten arbetar, de ändrar sig sällan, och om de ändrar sig så kan roboten själv ändå skapa sig en ny karta. Nackdelen är att de kan vara ganska ganska dyra, komplicerade att förstå och använda, rätt teknik måste användas i rätt situation, och systemen kan dessutom förväxla liknande platser med varandra [2].

Problem som båda metoderna måste lösa är:

1. Hur kartan ska sparas och representeras.
2. Hur roboten kartlägger okänd miljö utan att information blir missvisande och oanvändbar.
3. Hur roboten finner sin egen position på kartan.
4. Hur roboten navigerar från en position till en annan.
5. Hur beslut fattas beroende på mål och uppgift.

Punkt 2 och 3 samlas ofta under namnet SLAM (Simultaneous localization and mapping). Jag har valt att fokusera extra på SLAM eftersom det generellt sett är det svåraste problemet att lösa. SLAM-algoritmerna innehåller också ofta någon vettig lösning för hur kartdatat ska representeras eftersom algoritmen är beroende av det [2][5].

Navigering med en korrekt karta kan lösas av en grafsökningsalgoritm som minimerar vägen mellan två punkter till exempel Dijkstras algorithm [6] eller A* [7]. Den sista punkten (5) är specifik till projektet och beror på vad roboten ska utföra för uppgift.

4 Några intressanta projekt

Helst skulle jag givetvis vilja presentera alla spännande rapporter jag funnit men för att avgränsa lite har jag valt att fokusera på större etablerade

projekt. Ett problem med hela området är att det är ganska nytt så det finns många olika metoder att testa, men få projekt med färdig kod, exempel, osv.

4.1 Projekt Tango

Projekt Tango är ett stort projekt sponsrat av bland annat Google och flera andra stora företag och universitet. Tango fokuserar huvudsakligen på tre områden, upptäcka rörelser, djupseende, och kartertering och navigering. Ett föreslaget användningsområde är självstyrande robotar. Projektet kommer med färdig hårdvara, mjukvara (SDKer) och annat som behövs för att snabbt utveckla nya tekniska lösningar.

Fördelar med Project Tango är att det finns mycket dokumentation, färdiga appar att pröva, exempel och färdig kod. Nackdelen är att du i dagsläget måste använda Projekt Tangos hårdvara som idag (3 Juni 2015) kostar 512 USD vilket motsvarar cirka 4300 SEK. Projektets vision är att denna teknologi ska finnas alla Androidtelefoner i framtiden [8].

4.2 OpenSLAM.org

OpenSLAM är en hemsida som startades för att förenkla för forskare att publicera små SLAM-relaterade projekt. Fördelen är att det finns många projekt, de är relativt nya och samtliga tillhandahåller källkod och exempeldata. Nackdelen är att vissa av projekten har stränga copyrightlicenser som eventuellt skulle kunna hindra användandet i en kommersiell applikation [9].

4.2.1 RatSLAM

RatSLAM är insperart av hur delar av hjärnan fungerar och använder en kombination av bild och aproximativ distansdata (t.ex. död räkning). Bilderna som används kan tas med en vanlig kamera (mobiltelefon) och behöver inte vara av hög kvalitet. RatSLAM har implementerats i flera robotar [10].

4.3 Mobile Robot Programming Toolkit

MRPT är en samling C++ bibliotek som innehåller algoritmer för att lösa många av de problem som uppstår vid konstruktion av autonoma system, bland annat bibliotek för flera typer av SLAM, navigering och kartbildning. På MRPTs hemsida finns det också implementeringar och testapplikationer, projektet är ganska stort och dokumentationen omfattande [11].

4.4 LSD-SLAM

LSD-SLAM är ett relativt nytt projekt som utför SLAM genom att jämföra intensiteten i serier av bilder tagna med en kamera. Två riktigt stora fördelar är att systemet endast kräver en kamera och kräver så låga systemkrav

att applikationen går att köra i en smartphone. Projektet tillhandahåller förklaringar, flera demos, exempeldata och kod på sin hemsida [12].

5 Kommentar

Inomhusnavigering är ingen lätt uppgift det märks snabbt när man börjar söka efter information. Många av de enklare approacherna bygger på att man måste förprogrammera en karta eller placera någon typ av utrustning i byggnaden. Sökningar i forsknings- och referensdatabaser ger många resultat men de kan vara svåra att förstå och stjälja viktigt tid från andra uppgifter i projektet. Det saknas i många av fallen kod och det är upp till läsaren att implementera föreslagna algoritmerna och det var också svårt att hitta större projekt.

När jag sökte efter information till denna rapport fann jag att de populäraste approacherna ofta kombinerar flera typer av teknologier; vanligtvis kamera, radar eller lidar med någon typ av död räkning eller komplicerad relativ positionering. Beroende på typen av data som används så kan det krävas dyra sensorer som inte tillåts av projektbudgeten. En bra idé är därför att titta på algoritmer som köra på enkla billiga system som smartphones eller mikroprocessorer. Ett problem som kan uppstå när man använder kamerabaserade metoder är att systemet inte klarar att se skillnad på två olika platser, till exempel två långa korridärer med samma färg. Det är därför viktigt att tänka på miljön roboten ska befinna sig och planera smart innan, det kanske till exempel kan gå att använda radiosignaler även för kartering.

Forskningsläget är fortfarande ungt och i framtiden kan vi säkert räkna med flera spännande projekt som Projekt Tango och LSD-SLAM.

Det finns en kompletterande rapport skriven av Rasmus Linusson som behandlar inomhusnavigering när karta och kartrelaterade hjälpmedel finns tillgänglig [13].

Referenser

- [1] Kungliga Tekniska högskolan, Fredrik Lundevall, *KTH — IS1204 IT-projekt, del 2 - Autonoma inbyggda system 7,5 hp*, <http://www.kth.se/student/kurser/kurs/IS1204> (01 Juni 2015)
- [2] Wikipedia Community (27 Maj 2015), *Robotic mapping*, http://en.wikipedia.org/wiki/Robotic_mapping (01 Juni 2015)
- [3] Sebastian Thrun, Arno Bücken, *Integrating Grid-Based and Topological Maps for Mobile Robot Navigation*, Proceedings of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI), Portland, Oregon, August 1996
- [4] Wikipedia Community (18 Maj 2015), *Simultaneous localization and mapping*, http://en.wikipedia.org/wiki/Simultaneous_localization_and_mapping (01 Juni 2015)
- [5] OpenSLAM Community, *OpenSLAM What is SLAM?*, <https://www.openslam.org/slam.html> (02 Juni 2015)
- [6] Wikipedia Community (30 Maj 2015), *Dijkstra's algorithm*, http://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra%27s_algorithm (02 Juni 2015)
- [7] Wikipedia Community (2 Juni 2015), *A* search algorithm*, http://en.wikipedia.org/wiki/A*_search_algorithm (02 Juni 2015)
- [8] Google, *What is Project Tango?*, <https://www.google.com/atap/project-tango/about-project-tango/> (30 Maj 2015)
- [9] OpenSLAM Community, *OpenSLAM*, <https://www.openslam.org/> (02 Juni 2015)
- [10] Michael Milford, Gordon Wyeth, David Ball, Scott Heath, *RatSLAM*, <http://openslam.org/openratslam.html> (02 Juni 2015)
- [11] Jose Luis Blanco (8 oktober 2013) *List of MRPT libraries*, <http://www.mrpt.org/Libraries> (03 Juni 2015)
- [12] Jakob Engel, Dr. Jörg Stückler, Prof. Dr. Daniel Cremers *LSD-SLAM: Large-Scale Direct Monocular SLAM*, <http://vision.in.tum.de/research/lsdslam> (03 Juni 2015)
- [13] Rasmus Linusson (2015), *Selektiv sammanfattning av forskningsstatus för autonom navigation och positionering inomhus med hjälp av given information om omvärlden*, Kungliga Tekniska högskolan.