

UTKAST
Kalibrering av ljussensor
för Parans solpanel

Svedberg, Pär
svpar@student.chalmers.se
19821112-7652

Åkergren, Oskar
akergren@student.chalmers.se
19880508-7114

2015-04-01

Version 0.13

Sammandrag

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi dignissim vitae ante nec commodo. Quisque malesuada, nibh ac bibendum interdum, leo tortor mollis ipsum, cursus mattis tortor eros nec neque. Pellentesque eget tortor sollicitudin, mattis ex id, iaculis sem. Nullam sed lectus ut nisi porta sagittis eu vel justo. Suspendisse ut purus vel dolor molestie condimentum et ac diam. Cras ultrices orci sed lorem elementum, eu congue sem imperdiet. Phasellus id mauris bibendum, mollis lorem et, vehicula massa.

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi dignissim vitae ante nec commodo. Quisque malesuada, nibh ac bibendum interdum, leo tortor mollis ipsum, cursus mattis tortor eros nec neque. Pellentesque eget tortor sollicitudin, mattis ex id, iaculis sem. Nullam sed lectus ut nisi porta sagittis eu vel justo. Suspendisse ut purus vel dolor molestie condimentum et ac diam. Cras ultrices orci sed lorem elementum, eu congue sem imperdiet. Phasellus id mauris bibendum, mollis lorem et, vehicula massa.

Beteckningar

C	Programmeringsspråk
I/O	Input/Output
lm	lumen, SI-enhet för ljusflöde
lux	SI-enhet för belysning, $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, gränssnitt för seriell kommunikation

Innehåll

1	Introduktion	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Mål	2
1.4	Frågeställning	2
1.5	Avgränsningar	2
1.5.1	Hårdvara	2
1.5.2	Mjukvara	2
2	Metod	3
2.1	Vetenskaplig metod	3
2.2	Arbetsmetodik	4
3	Teknisk bakgrund	5
3.1	Parans SP3	5
3.1.1	Mikrokontrollerkortet	5
3.1.2	Fiberoptik	5
3.1.3	Ljussensor	5
4	Genomförande	6
5	Resultat	8
6	Diskussion	8
	Referenser	9

Figurer

1	Utformning av metod	3
---	-------------------------------	---

Tabeller

1 Indroduktion

1.1 Bakgrund

Parans är utvecklare av en produkt som via optiska fibrer levererar naturligt solljus in i byggnader, som ett alternativ till dagens traditionella ljuskällor. Bolaget är baserat i Göteborg men levererar systemen globalt och har flera installationer runt om i världen.

Produkten fokuserar in solljus i optiska fibrer och styrs med hjälp av två stegmotorer för att följa solens bana. Styrningen sker dels med en algoritm som, baserat på geografisk position och tid, ger en solposition i grader och dels från en solsensor med fotocell som ger data för en finstyrning av panelens positionering då solen är framme. Detta för att alltid maximera solljuset som levereras in i fibern.

Styrkortet och motorerna till panelen drivs av en spänning om tolv (12) volt och kortet är en egen design kring mikrokontrollen PIC32. Källkoden till panelen är skriven i C och kommunikation till enheten sker via seriell förbindelse över USB, där en USB till RS-232 omvandlare är integrerad på styrkortet. För att skicka instruktioner till panelen används en terminalemulator.

Fotosensorn som används i solpanelen kan representeras som ett koordinatsystem, där sensorn förväntar sig att ljuset fokuseras till en punkt som träffar origo som standard. Problemet som Parans har är tvådelat, det första problemet att i tillverkning av panelen kan linsen fokusera ner ljuset något vid sidan av origo på sensorn, vilket leder till sämre ljusintag i de optiska fibrerna. Det andra problemet är att solen inte går att fokusera ner till en punkt, utan kommer alltid att representeras av en disk, vilket kan förvirra sensorn något och då även detta leda till sämre ljusintag i de optiska fibrerna.

Idag använder Parans en manuell metod för att kalibrera sensorn, flytta den punkt på koordinatsystemet som ljuset fokuserar ner till, genom att vrida solpanelen med hjälp av en terminalemulator och sedan kontrollera värdet på en separat luxmätare.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att ta fram en helt automatisk process som kan kalibrera fotosensorn i Parans solpaneler, så att det maximala ljusflödet från panelen kan uppnås och detta med en lägre tidsåtgång och högre precision än dagens manuella metod. Vidare syftar projektet till att möjliggöra kommunikation mellan panelen och en luxmätare inne i byggnaden, så att kalibreringstekniken kan nyttjas till systemen generellt, oavsett om de är i produktion eller i fabrik.

1.3 Mål

Målet med det här projektet är att ta fram ett automatiskt system som justerar fokuspunkten på ljussensorn, vilket då vrider på solpanelen för att lokalisera det X- och Y-värde där intaget av solljus är som störst. Ljusstyrkan mäts med hjälp av en luxmätare som levererar ljusintaget till en dator eller till en annan programmerbar enhet. När det maximala ljusintaget är uppmätt, registreras X- och Y-värdena som den nya fokuspunkten för ljussensorn, istället för det förinställda värdet på origo. Vidare är målet att ta fram en form av kommunikation mellan en luxmätare inne i byggnaden och en panel som befinner sig på taket, så att även enheter som redan är satta i bruk kan kalibreras.

1.4 Frågeställning

- Vilka förutsättningar för kommunikation finns det mellan solpanelen och det upplysta rummet?
- Hur tillförlitligt är det valda kommunikationssättet?
- Vilken algoritm kan anses vara lämplig för kalibreringen?

1.5 Avgränsningar

1.5.1 Hårdvara

Redan existerande hårdvara kommer att användas, dvs. sådan avsedd att användas för de ändamål nödvändiga för projektet. Den primära hårdvaran, solpanel och luxmätare, kommer att tillhandahållas av uppdragsgivaren och inga alternativ till dessa kommer att undersökas. Eventuell övrig hårdvara kan antingen vara helhetslösningar eller sådana som löser delproblem och kombineras. Gällande lösningen som tas fram är den begränsad till att stödja företagets nu gällande panel SP3 och deras nästa version SP4.

1.5.2 Mjukvara

Mjukvara kommer att utvecklas för att nå projektets uppsatta mål. Denna kan komma att inkludera användning av båda medföljande och externa ramverk och bibliotek för att lösa olika delproblem, exempelvis grafisk framställning och kommunikation mellan olika enheter.

2 Metod

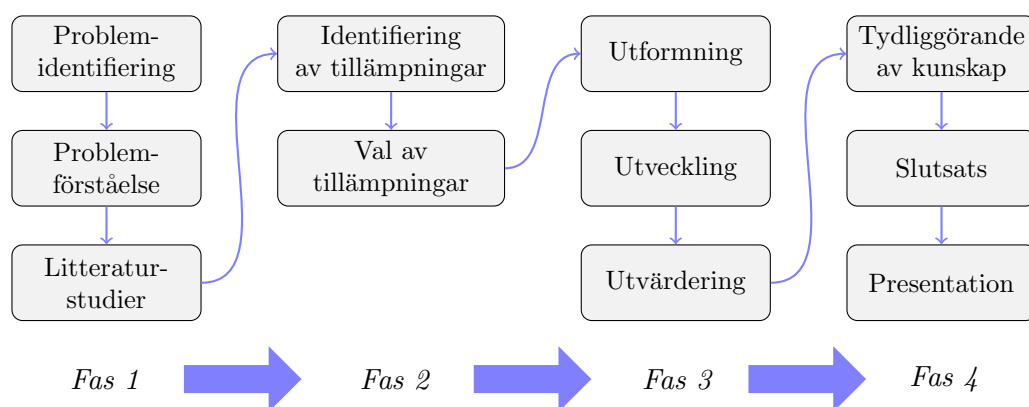
2.1 Vetenskaplig metod

Detta projekt har tillämpat en variant av den vetenskapliga metoden Design Science Research (DSR). Metoden anses lämplig till problemlösande forskning där redan existerande produkter ska vidareutvecklas [1]. Målet med DSR är att skapa artefakter, exempelvis en praktisk lösning, metod eller lösningsförslag, som löser de problem som identifierats inom projektet.

Design Science valdes då dess mål stämmer bra överens med det som projektet syftar till att göra. Detta kan sättas i kontrast med mer traditionella vetenskaper som snarare syftar till att utforska, förklara eller förutse fenomen [1, s. 13]. Att DSR valdes som metod över fallstudier eller 'action research' är återigen att målen överensstämmer med projektet, men även att typen av kunskap som anskaffas stämmer bättre överens än de andra två alternativen [1, s. 95].

Dresch et al. rekommenderar, baserat på studier av flera metoder för DSR, en metod i 12 steg [1, s. 118–126]. De tre inledande stegen är en analys av de problem som ska lösas, problemidentifiering, problemförståelse och litteraturstudier. Denna inledande fas mynnar ut i att hitta eventuella befintliga lösningar som kan vara lämpliga och att sedan föreslå en vidareutveckling och tillämpning av denna eller att föreslå en ny lösning. Steg sex till åtta är sedan att utforma, utveckla och utvärdera lösningen. Därefter ska den kunskap som givits av tidigare steg tydliggöras och slutsatser dras. Tidigare nämnda steg itereras vid behov för att uppnå önskat resultat. Slutligen ska generalisering av lösningen utformas och resultatet presenteras.

Ovan nämnda metodik har för detta projekt förenklats något för att anpassas till projektets storlek och omfattning. Metoden indelas i fyra faser, enligt Figur 1, där fas 1–3 itereras efter behov.



Figur 1: Utformning av metod

2.2 Arbetsmetodik

Projektet arbetsmetodik utgick ifrån versionshanteringsverktyget 'git' för den mjukvara som projektet använde sig av. För att få tillgång till en central hantering av dokumenten använde sig projektet av 'GitHub.com' vilket även bistod med ett grafiskt gränssnitt till git, då git i sig själv endast har ett textbaserat gränssnitt.

Vidare var arbetsmetodiken inspirerad av 'Scrum' där större mål sattes upp och bröts ner till mindre så kallade 'issues' [2, kap. 8]. Dessa issues sattes upp på en virtuell tavla med hjälp av verktyget 'Waffle.io' för att få en bättre överblick kring hur projektet utvecklades och vad som behövde göras.

Anledningen till att inte hela Scrum-metodiken anammades var att projektet utfördes av få personer så den rollfördelning som hör till i Scrum gick ej att utföra på något meningsfullt vis [2, kap. 6], samt att ovanan vid denna typ av utveckling gjorde att kostnaderna för varje issue var svårt att bestämma. Vidare var projektets omfång väl avgränsat av uppdragsgivaren så de avgränsningarna användes som milstenar (inbyggd funktion i GitHub) istället för de föreslagna användarberättelserna [2, kap. 9].

3 Teknisk bakgrund

3.1 Parans SP3

SP3 är tredje generationens solpanel utvecklad av Parans [3]. Panelen monteras på utsidan av en byggnad, ofta på taket, och fokuserar solljus genom linser in i optisk fiber för att sedan genom armatur lysa upp inomhus. Varje panel har sex utgående kablar med fiberoptik, vardera ansluten till en armatur, vilkas räckvidd är upp till 20 meter. Två stegmotorer används för att justera panelens riktning horisontellt och vertikalt, styrda av ett mikrokontrollerkort, så att linserna alltid är vända mot solen. Motorernas rörelser bestäms av en algoritm i mjukvaran som räknar ut solens nuvarande position med hjälp av att kombinera mätvärden från en ljussensor och solens förväntade position på himlen baserat på tid, datum och installationsplatsens geografiska position angivet i longitud och latitud. Mjukvaran som körs på mikrokontrollern är skriven i C.

3.1.1 Mikrokontrollerkortet

Mikrokontrollerkortet som används i panelen är formgivet av Parans och är baserat på en PIC32 mikrokontroller. PIC32 är en kategori mikrokontroller tillverkade av Microchip Technology för användning i inbyggda system och ger tillgång till bland annat flera I/O-anslutningar och UART för seriell kommunikation [4, s. 42–44]. För att kommunicera med mikrokontrollerkortet med en dator finns en USB-port som ger en seriell anslutning som hanteras av en UART-krets från Silicon Laboratories, CP2102. Detta kräver att den anslutna datorn har en drivrutin för CP2102 installerad och möjliggör anslutning via en terminalemulator för installation, diagnostik och underhåll.

3.1.2 Fiberoptik

Den fiberoptiska kabel som används av Parans i dagsläget har en ljusöverföring om 96% per meter och saluförs i fyra olika längder, 5, 10, 15 och 20 meter [5]. Var kabel består av sex stycken fibrer och ger ett ljusflöde om 730 lm till 430 lm beroende på längd av kablagen.

3.1.3 Ljussensor

För att optimera ljusintaget i panelens fibrer, finjusteras vinkeln till solen med hjälp av en ljussensor monterad på panelens front. Via en lins fokuseras ljuset ner till en punkt på sensorn, som skyddas av ett gråfilter för att dämpa värmeutvecklingen i fokuspunkten. Själva ljussensorn är tillverkad av Hamamatsu och sitter integrerad på en egendesignat mönsterkort. Det exakta databladet har ej kunnat lokaliseras för den använda sensorn, men den kan antas arbeta efter samma princip som sensorerna S5990-01 och S5991-01 [6], enligt den information som finns inom Parans.

4 Genomförande

Projektet genomfördes med stöd av den valda metoden. I problemidentifikationsfasen hölls möten med uppdragsgivaren i syfte att få en enhällig uppfattning om vad företaget efterfrågade och formaliserade det praktiska problem som företaget sökte en lösning till. Vidare är det även i den här fasen som frågeställningen utvecklades och fastslogs.

Under den andra fasen genomfördes litteratursökningar och diskussioner kring hur den tänkta lösningen skulle kunna utformas, vilket resulterade i att projektet kommer att utföras i två iterationer, en för algoritmen och en för kommunikationen.

Förutsättningen vid litteraturstudien, gällande kommunikationen mellan taket och byggnadens innandöme, var att den trådlösa kommunikationen skall ske med standardiserade protokoll. Detta för att underlätta mottagandet av den trådlösa sändningen, i syfte att undvika tidssänken i felsökning då projektet har en relativt snäv tidsram.

Det visade sig att trådlösa standarder för datakommunikation så som 802.11 standarderna har problem att sända när betongkonstruktioner hindrar utspridningen av radiovågorna och kräver speciell apparatur för att klara av att skicka data igenom sådana förhållanden [7]. Detta medför att trådlös kommunikation inte är lämplig för företaget, då de på förhand inte kan veta ifall deras kommunikation kommer att fungera på plats hos deras kunder.

Ett lämpligare medium att kommunicera via är istället de fiberoptiska kablar som redan är dragna, då rummet lysas upp av just dessa kablar. Enligt företaget kommer det finnas mer än en fiberkabel dragen till varje rum, vilket öppnar upp för möjligheten att koppla in apparatur för kommunikation i en fiberkabel, medan den eller de andra kablarna kan fortsätta hämta in ljus till rummet. Med de svårigheter som den trådlösa kommunikationen medförde i kombination med att ett fungerande alternativt medium redan finns draget, valde projektet att fokusera på det senare.

INSERT TEXT ABOUT ALGORITHM HERE

I den tredje fasen identifierades och presenterades två stycken artefakter som behöver utformas för att uppnå projektets mål, dels en algoritm som kan utföra själva kalibreringen och dels en enhet för att kommunicera mellan rummet och taket. Projektet genomfördes i två steg, där kommunikationen utvecklades först dels då denna tillämpning krävde mer efterforskning och dels då viktig hårdvara saknades för testning av algoritmen.

Genom att fokusera på det optiska alternativet leder detta in projektet till det fjärde steget i metoden, att föreslå en artefakt som löser det ställda problemet. Projektet föreslår då en lösning med en omvandlare från luxmätarens utdata till

en optisk signal som sänds upp till taket för att där avkodas. Omvandlaren kan vara någon form av mikrokontroller så som till exempel en Arduino. Uppe på taken kan avkodaren även den vara en mikrokontroller, eller om det finns någon typ av ljussensor som direkt kan skicka sin data över USB till den programmerbara enhet som utför den algoritm som utvecklats.

5 Resultat

6 Diskussion

Referenser

- [1] A. Dresch, D. P. Lacerda och J. A. V. Antunes. *Design science research: a method for science and technology advancement*. Springer Verlag, 2015. ISBN: 3319073737; 9783319073736.
- [2] C. Sims och H. L. Johnson. *The elements of Scrum*. English. Foster City, Calif.: Dymaxicon, 2011. ISBN: 0982866917; 9780982866917.
- [3] *Parans Installation manual SP3*. 2013/06. Parans Solar Lighting AB. 2013. URL: <http://parans.com/eng/customerservice/documents/ParansInstallationManual.pdf> (hämtad 2015-03-27).
- [4] D. Ibrahim. "Chapter 2 - PIC32 Microcontroller Series". I: *Designing Embedded Systems with 32-bit PIC Microcontrollers and MikroC*. Utg. av D. Ibrahim. Oxford: Newnes, 2014, s. 41–90. ISBN: 978-0-08-097786-7. DOI: 10.1016/B978-0-08-097786-7.00002-6. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080977867000026>.
- [5] *Product Specifications*. Parans Solar Lighting AB. 2015. URL: http://www.parans.com/eng/customerservice/documents/ParansProductSpecifications_web.pdf (hämtad 2015-03-30).
- [6] *Two-dimensional PSD*. Hamamatsu Photonics K.K. 2013. URL: http://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/s5990-01_etc_kpsd1010e.pdf (hämtad 2015-03-31).
- [7] S. Mizushina och A. Adachi. "A technique for wireless LAN connection through building concrete wall at 2.4GHz". I: *Microwave Symposium Digest (MTT), 2010 IEEE MTT-S International*. Maj 2010, s. 260–263. DOI: 10.1109/MWSYM.2010.5514751.