

Slutrapport

Projektrubrik: Nya skogskartor med trädslagsinformation från tidsserier av satellitdata

Huvudsökande: Eva Lindberg, SLU

Projektets löptid: 2020-07-01 – 2021-12-31

Populärvetenskaplig sammanfattning

Detta projekt har utvecklat förbättrade metoder för att kartera trädslag från nya fjärranalysdata. Vi har dels använt satellitbilder från olika datum, det vill säga multitemporala satellitbilder. Multitemporala satellitbilder kan ge bättre information om trädslag tack vare att de visar fenologiska skillnader mellan trädslagen, det vill säga skillnader i tidpunkter för biologiska händelser som lövsprickning och blomning. Vi har använt en ny metod som först beräknar sannolikheten för varje trädslag i varje pixel för varje datum och sedan kombinerar sannolikheten för olika datum. En stor fördel är att metoden tillåter att olika datakällor täcker olika delar av ett område. Detta är annars ett problem när man kombinerar olika datatyper eller data från tidsserier.

Vidare har vi kombinerat multitemporala satellitbilder med radardata från satellit för att skatta trädslagsvis stamvolym och biomassa. Radardata har fördelen att det är mindre känsligt för moln än satellitbilder. Detta gör att man får data från fler tidpunkter och kan följa fenologin bättre. Radardata gav mest information om stamvolym och biomassa medan satellitbilderna gav mest information om trädslag.

Vi har även tagit fram information om trädslag från multispektrala laserdata. Laserdata är noggranna 3D-mätningar av punkter på marken och i vegetationen och används för att skatta skogliga variabler som trädhöjd och stamvolym som är relaterade till höjd och täthet hos skogen. Multispektrala laserdata är laserdata med olika våglängder, vilket man kan beskriva som olika färger. Detta ger mer information om trädslag eftersom färgen skiljer sig åt något mellan olika trädslag. Den metod som vi har utvecklat bygger på att bestämma trädslag för små rasterceller, 0.5x0.5 m. Detta ger en högupplöst trädslagskarta. Rastercellerna kan aggregeras över större områden för att skatta andelar av olika trädslag.

Resultaten från projektet kan användas för att ta fram trädslagskartor för skoglig planering och naturvård. De trädslagskartor som finns idag har för låg noggrannhet för användarnas behov. Inom projektet har vi bidragit till att tillämpa den nya metoden för att kombinera satellitbilder från olika datum för att klassa trädslag på ett stort område i Medelpad i samarbete med andra projekt.

Resultat

Arvid Axelsson, doktorand, har tillsammans med Eva Lindberg arbetat med att kombinera satellitbilder från olika datum för att klassa trädslag. Metoden Bayesianisk inferens presenterades av Alan Strahler 1980 och har blivit aktuell på nytt genom den stora mängd data som Sentinel satelliterna levererar. Principen är att för varje observation (i detta fall datum) och pixel beräkna sannolikheten för klasserna (i detta fall trädslag). Kombinationen av bilder från olika datum görs genom att skatta sannolikheten för varje klass med Bayes sats, varpå det trädslag som får högst sannolikhet tilldelas till pixeln. I studien användes ett antal Sentinel-2 bilder för att klassa tall, gran, björk och ek i Remningstorp i Västra Götaland. Studien presenterade även en metod att välja vilka bilder som ska användas och visar att noggrannheten blir högre med ett urval av bilder än med alla tillgängliga bilder. Detta görs i andra

sammanhang oftast genom manuell granskning för att utesluta bilder med moln och andra avvikelser. Vi har istället använt ett numeriskt mått på hur väl varje bild separerar trädslag på provytor som används som träningsdata. Detta går att automatisera för att hantera det stora flödet av satellitdata idag. Studien är publicerad i en vetenskaplig tidskrift.

Henrik Persson har arbetat med att kombinera Sentinel-2 satellitbilder med radardata från TanDEM-X för att skatta trädslagsvis stamvolym och biomassa för tall, gran och björk i ett studieområde på 20,000,000 ha, motsvarande 70% av skogsarealen i Sverige. Dominerande trädslag kan beräknas från respektive trädslags andel av stamvolymen. Genom att scenerna från de två datakällorna har olika geografisk utsträckning och överlappar kan man skapa sömlösa kartor med skogliga variabler. Tandem-X data gav mest information om stamvolym och biomassa medan Sentinel-2 bilderna gav mest information om trädslag. Studien är publicerad som en vetenskaplig artikel.

Henrik Persson har även handledt examensarbetaren Alberto Udali som skrev sitt masterarbete om trädslagsklassning från C-band Synthetic Aperture Radar (SAR) -data från satelliten Sentinel-1 på SLU. I arbetet användes SAR-data från ett antal datum för att klassa tall, gran, björk, ek och övrigt löv respektive tall, gran och löv i Remningstorp. Examensarbetet visar att radardata ger viss information om trädslag, speciellt för att skilja mellan barrträd och lövträd. Studien är även publicerad som en vetenskaplig artikel.

Eva Lindberg och Johan Holmgren har tagit fram en ny minirastermetod för att skapa högupplösta trädslagskartor från multispektrala flygburna laserdata (se figur i bilaga). Metoden bygger på att klassa trädslag för små rasterceller, 0.5x0.5 m, och har utvärderats med fältdata från Remningstorp med högre noggrannhet än klassning på provytenivå. Rastercellerna kan aggregeras över valfria ytenheter för att skatta trädslagsblandningen. Genom att aggregera rastercellerna över satellitbildspixlar kan trädslagskartorna användas som träningsdata för klassning av satellitbilder. Studien är publicerad som en vetenskaplig artikel.

Johan Holmgren, Eva Lindberg och Henrik Persson har arbetat med en ny metod för att segmentera trädskronor för enskilda träd från flygburna laserdata i Remningstorp i Västra Götaland. Trädskronorna segmenteras baserat på punkttäthet och mallanpassning. Mallanpassningen görs i två steg. I det första steget skapas ett raster där värdet i varje rastercell ges av likheten med en trädmall placerad i samma rastercell. Därefter används watershedsegmentering för att dela in rastret i trädskronor. Vid mallanpassningen används trädmallar med olika storlek och trädslag för att välja den som passar bäst. De segmenterade trädskronorna kopplas till fältmätta träd och regressionsfunktioner skapas för att skatta trädattribut som funktion av metriker från de segmenterade trädskronorna. Resultatet är en karta med enskilda träd med skattade trädattribut. Studien är publicerad som en vetenskaplig artikel.

Henrik Persson har tagit fram en metod för uppskalningen att klassa trädslag från multitemporala Sentinel-2-bilder med träningsdata från multispektrala laserdata. Metoden bygger på att andelarna av olika trädslag beräknas inom Sentinel-2-pixlar baserat på trädslagskartan skapad med minirastermetoden från multispektrala laserdata. Genom detta fås en mycket stor mängd rasterceller med olika trädslagsblandning. Sedan skapas modeller för trädslagsandelar som funktion av pixelvärden i Sentinel-2-bilderna. Modellerna tillämpas på Sentinel-2-bilderna för att skatta trädslagsandelar för hela Sentinel-2-scenen (se figur i bilaga). Noggrannheten (dvs. andelen korrekt klassade provytor) var högre (87.8%) än noggrannheten med provytor som träningsdata (80.5%) i en tidigare studie med samma Sentinel-2-bild i Remningstorp.

Målbeskrivning

Målet med projektet är att utveckla mer noggranna metoder för trädslagsklassning för stora områden från nya fjärranalysdata, främst tidsserier av satellitbilder och täta multispektrala laserdata.

Metoderna ska dra nytta av styrkan hos olika datakällor. Satellitbilder ger heltäckande information till låg kostnad och täta laserdata ger detaljerad information om träden men till högre kostnad. Resultatet kan vara grund för att inkludera trädslag i kartor för skoglig planering och naturvård.

Inom projektet har vi utvecklat metoder för trädslagsanalys från olika typer av fjärranalysdata. En ny metod för att kombinera satellitbilder från olika datum för trädslagsklassning har utvecklats och utvärderats. Trädslagsklassning från satellitbilder i kombination med radardata från satellit har utvärderats. En ny metod för trädslagsklassning från multispektrala flygburna laserdata har utvecklats och utvärderats.

Enligt tidsplanen i ansökan skulle metodutveckling för att identifiera trädslag från multitemporala satellitbilder, metodutveckling för att identifiera trädslag från multitemporala SAR-data samt metodutveckling för att identifiera trädslag från multispektrala laserdata göras under jan-dec 2019. Detta arbete blev klart i mitten av 2020.

Under jul 2019-jun 2020 var planen att metodutveckling för att identifiera trädslag med uppskalning skulle göras. Detta arbete blev klart under 2021. Under jan-dec 2020 var planen att utvärdering och rapportering av resultaten skulle göras. Rapportering för de första delarna av projektet har gjorts efterhand under 2019-2020. Utvärdering av den sista delen (uppskalningen) blev klar under 2021.

Kommunikation och nyttiggörande av resultat

Resultat från projektet har publicerats i vetenskapliga artiklar.

- Axelsson, A., Lindberg, E., Reese, H., & Olsson, H. (2021). Tree species classification using Sentinel-2 imagery and Bayesian inference. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 100, 102318
- Holmgren, J., Lindberg, E., Olofsson, K., & Persson, H.J. (2022). Tree crown segmentation in three dimensions using density models derived from airborne laser scanning. *International Journal of Remote Sensing*, 43, 299-329
- Lindberg, E., Holmgren, J., & Olsson, H. (2021). Classification of tree species classes in a hemiboreal forest from multispectral airborne laser scanning data using a mini raster cell method. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 100, 102334
- Persson, H.J., Jonzén, J., & Nilsson, M. (2021). Combining TanDEM-X and Sentinel-2 for large-area species-wise prediction of forest biomass and volume. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96, 102275
- Udali, A., Lingua, E., & Persson, H.J. (2021). Assessing Forest Type and Tree Species Classification Using Sentinel-1 C-Band SAR Data in Southern Sweden. *Remote Sensing*, 13, 3237
- Ett examensarbete har publicerats med resultat från projektet.
- Udali, A. (2019). Assessing the accuracy for area-based tree species classification using Sentinel-1 C-band SAR data. In, Department of Forest Resource Management (p. 43). Umeå, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences
- Resultat från projektet har presenterats vid konferenser och workshops
- Konferens/workshop Mistra Digital Forest, Stockholm 2019-05-23
- Konferens/workshop Mistra Digital Forest, online 2020-11-26

- Dragon-5 seminarium för samarbete om skogsforskning mellan SLU och Beijing Forestry University, online 2021-06-17
- Internationell konferens Koli Forum 2021, online 14 October 2021
- Skoglig planeringskonferens, RIU, online 2021-11-10
- Höstexkursionen 2021 (Föreningen Skogen), online 2021-11-16
- Projektet har bland annat tagit fram en ny metod för att kombinera satellitbilder från olika datum för att klassa trädslag. Vi har bidragit till att tillämpa metoden på ett stort område i Medelpad i samarbete med andra projekt: Mistra Digital Forest i samarbete med Skogsindustrierna och SLU Skogskarta för storskalig kartering av skogliga variabler.

Bilagor

Rapport figurer