

Slutrapport

Projektrubrik: Kulturhänsyn med drönare

Huvudsökande: Sima Mohtashami

Projektets löptid: 2022-04-01 – 2024-08-31

Populärvetenskaplig sammanfattning

Den boreala skogen innehåller ett stort antal kulturmiljöer som är värdefulla att skydda för framtiden. Skadorna på kulturmiljöer i skogen har varit oacceptabelt höga och idag råder en stor samsyn om att det krävs insatser för att undvika dessa skador så långt som är möjligt. Utöver de redan kända lämningarna så har flera studier pekat på att det finns ett stort antal lämningar som idag inte är kända eller registrerade i nationella databaser. Laserdata har visat sig vara en effektiv datakälla för att identifiera tidigare okända lämningar som ändrats strukturen i markens yta, som kolbottnar och fångstgropar. En automatiserad metod för att analysera laserdata har därför stor potential till att bli ett effektivt hjälpmedel för kulturmiljövård i skogsmark. Projektet syftade till att minska risken för skador på kulturarvet genom att automatisera karteringen av vanligen förekommande forn- och kulturlämningar i skogen med hjälp av högupplöst laserdata. Målet var att utveckla och utvärdera en metod att kartera kulturhänsyn baserat på detaljerade laserdata. Projektet fokuserade på de vanligast förekommande lämningstyperna i skogsmiljöer. Den metod som utvecklades byggde på att först ta fram bra kartunderlag som sedan användes för att träna en artificiell intelligens (AI) algoritm för att kartera potentiella skogliga kulturmiljöer. Olika typer av geografiska data såsom topografi och historiska kartor utnyttjades vid tolkning av bilderna. För utvecklingen av metodiken valdes tre testområden i Mellansverige ut, som redan tidigare var kända för att innehålla olika intressanta lämningstyper. Högupplösta laserdata (20–60 pkt/m²) införskaffades över Sågmyra och Siljanfors i Dalarna, och Remningstorp i Västergötland. Olika typer av markmodeller genererades från laserdata och undersöktes som underlag för att identifiera intressanta objekt. T.ex. testades skuggade markmodeller, lutning, Sky-View faktor, Positive Openness och Negative Openness. Referensobjekt delinjerades manuellt och extraherades från rastren för att användas som tränings- och testdata för AI-modellerna. Effekten av laserskanningens punkttäthet och våglängd (532, 1064, 1550 nm) studerades också. Två olika fritt tillgängliga AI-metoder testades. Dels en segmenteringsalgoritm baserad på Meta-AI modellen "Segment Anything", dels YOLO (You Only Look Once). Modellerna identifierade och returnerade kandidatobjekt som bedömdes kunna vara olika lämningar. Detta resulterade i väldigt många kandidatobjekt och därefter användes därför en traditionell maskininlärning (Random Forest) för att hitta de mest sannolika lämningarna. I nuläget fungerar modellen inte tillfredsställande för att kunna nyttjas som tänkt, därför tas arbetet vidare i kommande projekt för att om möjligt ta fram en bättre fungerande modell som kan implementeras i skogsbruket.

Resultat

För att effektivt identifiera forn- och kulturlämningar i skogsmark krävs vanligtvis mer detaljerad information än den som finns i lämningsregistret som RAÄ förvaltar. Det har vanligtvis enbart generella polygoner som visar lämningsområden, utan specifik geografisk information om position och utbredning av enskilda objekt. Alternativt har punkter och linjer registrerats, vilka inte heller ger en fullständig bild av lämningarnas utbredning och form. Undantaget är enskilda större objekt som

markerats som polygoner, men dessa objekt är relativt ovanliga. Som underlag till en skoglig planerare, och i förlängningen en skogsmaskinförare, är det önskvärt med en mer exakt position för lämningen då man annars måste lägga tid i fält för att försöka identifiera lämningen, vilket kan vara väldigt tidsödande. Då en specialinventering av forn- och kulturlämningar i närheten av Sågmyra i Dalarna gjorts av arkeologer från Länsstyrelsen i Dalarna relativt nyligt, och då ytterligare fältarbete planerades under 2024, valdes dessa områden ut för att laserskannas i september 2023. Parallellt efterlyste vi liknande data hos SLU samt de största skogsbolagen, varpå vi senare kunde lägga till data från fastigheterna Siljansfors och Remningstorp. Referensobjekt för träning av modellen markerades som polygoner utifrån visuell inspektion av laserdata som konverterats till raster och visualiserats på olika sätt för att framhäva detaljer i topografin. Detta arbete utfördes av utbildade arkeologer med hjälp av GIS-verktyg. Utifrån jämförelser med resultaten från specialinventeringen och andra material kunde 962 möjliga lämningar av olika typ identifieras, vilka dock inte verifierats i fält. Den största gruppen, husgrunder, bestod av totalt 36 objekt. Laserdata var skannat med 20-60 pt/m², vilket är ca 20-50 gånger högre än den nationella laserskanningen. Detta gjordes för att modellen inte skulle begränsas av upplösningen som behövs för att hitta lämningsobjekt. Med den nationella skanningen bedömer vi att objekt med en utbredning på ca 5-10 m kan identifieras, medan dessa tätare laserdata tillåter oss att hitta objekt med mindre än 1 m utbredning. En viktig slutsats blev att de flesta lämningsobjekt var så pass lika naturliga objekt, t.ex. stenar, vegetation och bergskanter, att skanningstätheten inte var den begränsande faktorn.

Av de olika sätten att beräkna markmodeller så fann vi att 0,5 m upplösning på pixlarna var en lämplig kompromiss mellan detaljer och aggregering, och att Lutning och SkyView-Factor var de viktigaste lagren. Vad gäller våglängd så fann vi att den kortaste våglängden på 532 nm var olämplig för skogliga tillämpningar, då den nästan helt absorberades av vegetation ovan mark. Däremot fungerade både 1064 nm och 1550 nm bättre, där den senare gav högst andel markreturer. Dessa resultat är förväntade och 1064 nm är den våglängd som används till den nationella laserskanningen.

För träningen av AI-modeller hade vi totalt sett tillräckligt många träningsobjekt, men då de var av väldigt varierande typ med väldigt olika geometriska egenskaper, så blev bristen på träningsobjekt ändå en stor begränsning. De 36 husgrundsobjekten som största grupp var ett alltför litet material för en övervakad klassificering. Istället testades en oövervakad segmentering (Segment Anything), vilken kan användas förutsättningslöst.

Resultaten av den automatiska segmenteringen var tyvärr ändå otillräckliga för att göra någon praktisk nytta, då den både innehöll ett stort antal objekt som inte var lämningar och den missade ett stort antal lämningsobjekt. Generellt överdetekterades små irrelevanta objekt. Efter ytterligare bearbetningar bedömer vi att maskininlärningsmodellen kommer att kunna skilja ut en större andel av de felaktigt segmenterade objekten. Resultaten kvantifierades med fyra utvärderingsmått: precision, recall, mAP50 och mAP50-95. Dessa sträckte sig mellan 0,14 och 0,58, men vi bedömer att en användbar metod bör överstiga 0,7-0,8.

Trots att resultaten inte var fantastiska var det viktigt att studera påverkan av upplösning och skanningsvåglängd, något vi finner lyckat. Vi bedömer också att arbetssättet som helhet är korrekt och visar stor potential, och att betydande förbättringar kan förväntas genom att förfina förarbetet med datamaterialet, främst genom att bearbeta markmodellerna ytterligare med olika filter innan den automatiska segmenteringen tar vid. Olika filter har visat stor potential, där t.ex. Sobel, Laplace och traditionella standardavvikelse-filter kan göra stor nytta. Dessa filter förstärker just de egenskaper som vi söker för t.ex. husgrunder, murar och gravar, medan lämningar som har en oregelbunden form fortsatt är kluriga att identifiera med den här metoden.

Det är heller inte möjligt att hitta lämningar under mark med hjälp av laserskanning, en begränsning då många av objekten var svårbedömda ovan mark, även av erfarna arkeologer.

Målbeskrivning

Målet var att utveckla och utvärdera en metod för att kartera kulturhänsyn med detaljerade laserdata. Projektet fokuserade på de vanligast förekommande lämningstyperna i skogsmiljöer. Följande delmål uppnåddes:

- Urval av studieområden som innehåller representativa skogliga lämningstyper
- Genomförande av datainsamling som både registrerar området med laserskanner och med kamera. Detta gjordes över området Sågmyra i Dalarna medan laserdata över Siljanförs och Remningstorp har återanvänts från andra projekt.
- Utvärdering av resultat från segmentering av kartunderlagen med den befintliga Meta-AI modellen ”Segment anything” och ”YOLO (You Only Look Once)”.

Delmålet ”Beskrivning av ett operationellt scenario” som var definierat i första projektplanen nåddes inte i detta skede. Se bilagan.

Den överskjutande uppbyggnaden av beviljade medel (-44184 SEK) täcks av medfinansiering från Skogforsks rammedel.

Kommunikation och nyttiggörande av resultat

Resultaten av projektet kommunicerades till skogsbruket som beskrivning av metod och arbetssätt för att hitta forn- och kulturlämningsobjekt i skogslandskapet. Ambitionen var att effektivisera identifieringen av icke kartlagda lämningsobjekt, och därmed minska risken för skador på dessa objekt vid operativa skogliga processer. De genomförda aktiviteterna inkluderar: • En arbetsrapport, med detaljerad beskrivning av metoden och diskussion av resultaten publiceras på Skogforsk hemsida (arbetet på gång).

- En populärvetenskaplig artikel som bygger på arbetsrapporten kommer att publiceras på Skogforsk hemsida.
- En posterpresentation gavs på den internationella skogliga forskarkonferensen IUFRO2024, i Stockholm den 24–29 juni 2024.
- Personliga möten med aktörer i skogsbruket, universitet och myndigheter (t ex Skogsstyrelsen, Riksantikvarieämbetet) för att kommunicera projektets resultat och en dialog kring ev. framtida utveckling av Kulturmiljöregistret
- Presentationer för Skogforsks planeringstekniska samverkansgrupp PSG som inkluderar alla de största skogliga aktörerna, SLU, LNU och Skogsstyrelsen.
- Presentationer av vårt arbete med att detektera forn- och kulturminnen i skog har även gjorts vid ett antal möten med såväl nationella som internationella grupper som ett exempel på behovet av digitala beslutsstöd och hur vi jobbar med frågan.

Projektet har även möjliggjort kompletterande satsningar inom samma forskningsområde, t ex insatser inom ramarna för forskningsprogrammet Mistra Digital Forest samt det Vinnova-finansierade projektet Skogforsklabbet som leds av Skogforsk med deltagande från sju skogliga organisationer. Skogforsklabbet ska bygga upp en gemensam infrastruktur för säker datadelning av skogsföretags egna data och har data om forn- och kulturlämningar som fallstudie.

Bilaga till slutrapport