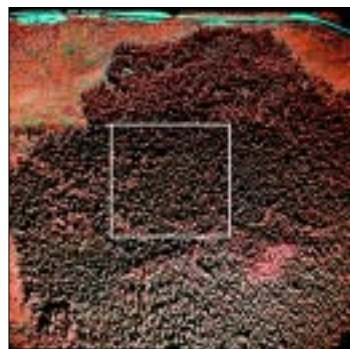


MATS ERIKSON

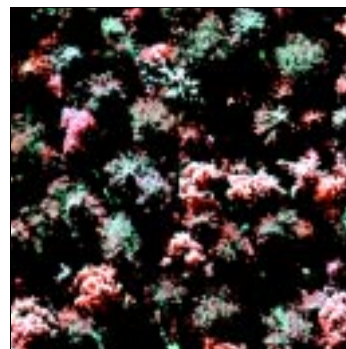
Flygbilder tolkas automatiskt

– enskilda träd och trädslag känns igen

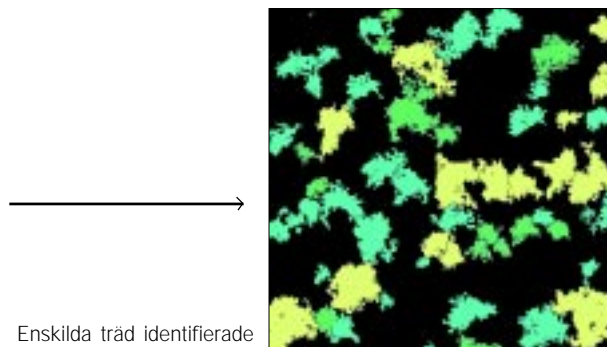
- Det är idag möjligt att storleks- och artbestämna varje enskilt träd i skogen med bildanalys.
- Informationen kan bland annat användas för att mäta biodiversiteten, beräkna virkesvolymen eller planera skötseln av skogen.
- För att detta ska bli effektivt måste flygbilderna tolkas automatiskt i dator.



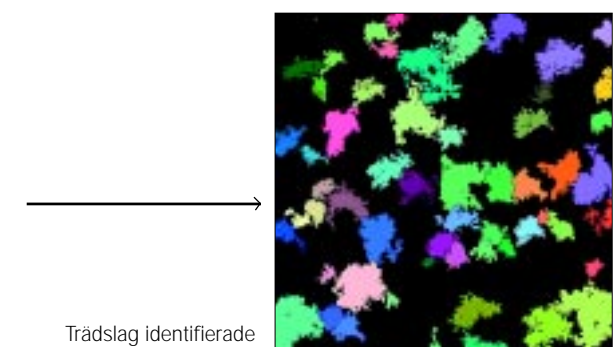
Centrum av flygbild används



Del av aktuellt område



Enskilda träd identifierade



Trädslag identifierade

Bildserien visar hur man tolkar flygbilder med avseende på trädstorlek och art.

Flygbilder kompletterar sedan länge fältinventering när virkesvolymen ska uppskattas i en skog. Genom att använda två bilder som är något förskjutna i förhållande till varandra, skapar man ett djup i bilderna, och på så sätt kan man avläsa höjden på träden. Även kronslutenheten, dvs. hur tätt träden står, uppskattas från bilderna, varpå man ur en tabell avläser virkesvolymen.

Att tolka bilderna korrekt och effektivt är dock svårt och arbetsamt. Kan man automatisera processen och låta en dator stå för tolkandet har man vunnit mycket i form av tid och arbetsbörda.

Är det dessutom möjligt att göra det kostnadseffektivt är vinsten än större. Där är vi dock inte riktigt idag, men utvecklingen går framåt så att kamerorna blir billigare och bättre och flygplanen obemannade. Båda sakerna kan göra att kostnaderna för att ta bilderna sjunker i framtiden.

Automatiskt och noggrannare

I och med att processen automatiseras kan man bättra på noggrannheten i uppskattningen genom att identifiera varje enskilt träd i stället för att arbeta på beståndsnivå, som är fallet idag.

Även för biologer kan det vara mycket intressant att veta var en viss typ av träd står. Med den kunskapen kan man ex-

empelvis identifiera tänkbara boplatser för en speciell fågelart som häckar i just det trädslaget.

Man kan även tänka sig att information om varje enskilt träd underlättar skötseln av skogen för att bevara den biologiska mångfalden.

Datorn analyserar bilden

En automatisk utvinning av information från bilder görs med hjälp av bildanalys. Det innebär att en så kallad analysalgoritm är utvecklad och att en dator är programmerad för att utföra analysen av bilden. En algoritm är som ett recept för den som skall programmera datorn, dvs. varje steg i analysen med de olika operationerna är beskriven i punktform. Hur analysen går till bestäms av vilken typ av bilder man arbetar med och vilken typ av information man vill få ut.

För att få ut information om varje träd måste man först se till att identifiera de enskilda träden i bilden. Eftersom bilderna är tagna uppifrån innebär det att endast trädkronorna är synliga varför de måste identifieras och urskiljas från marken och från varandra.

Delas upp i segment

Identifiering av objekt i bilden kallas i bildanalyssammanhang för segmentering. Segmentering innebär alltså att

bilden delas upp i olika segment, där varje segment representerar ett objekt i bilden. I vårt fall är objekten trädkronor.

En segmenterad bild framställs oftast så att bakgrunden är svart medan objekten har andra färger. I många typer av bilder är objekten ljusare än bakgrunden, vilket även är sant i vårt fall. Ett enkelt sätt att utföra segmentering är då att bestämma ett intensitetsvärde (tröskelvärde), som objekten i bilden överstiger och som bakgrunden i sin tur understiger. De bildpunkter som överstiger detta värde sätts då till ett (1) och de övriga till noll (0).

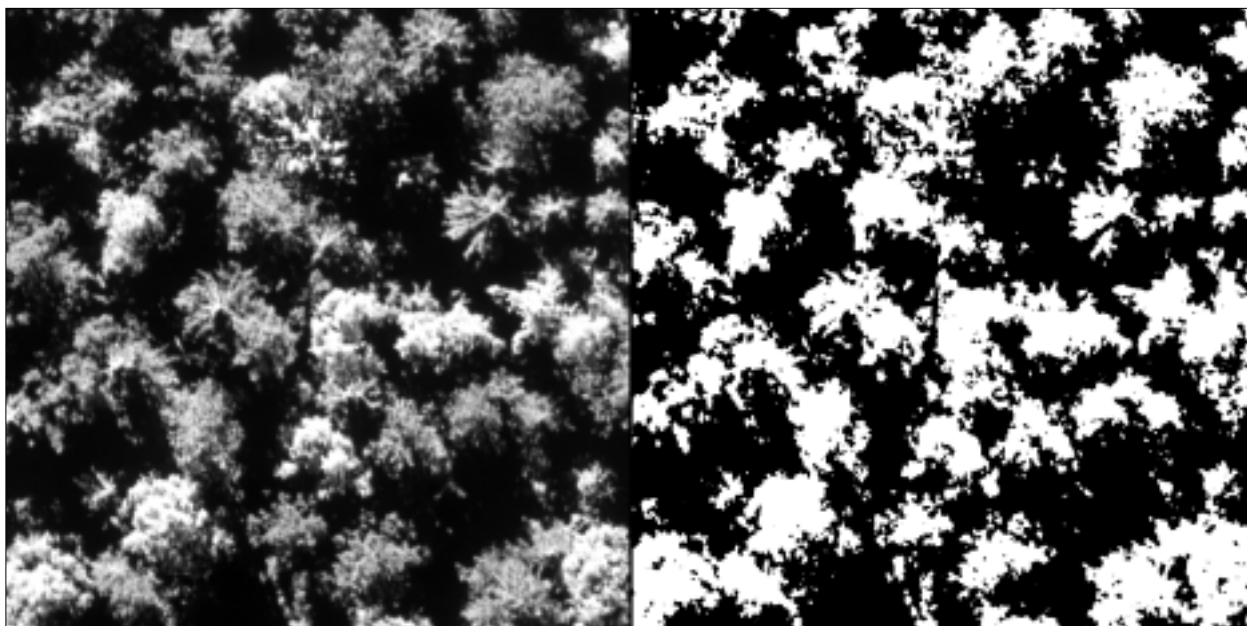
Tröskel för svart eller vitt

Detta sätt att utföra segmentering kallas för tröskling med intensitetsvärdet som tröskelvärde. För våra flygbilder skulle en sådan segmentering se ut som i figur 1. I det här fallet blir inte varje enskild trädkrona identifierad utan trädkronorna blir endast utskiljda från bakgrunden.

För att kunna identifiera varje enskild trädkrona i bilden krävs därför andra metoder än tröskling. Detta kan man göra genom att först identifiera var det står enskilda träd och sedan bestämma hur själva trädkronan ser ut.

Färger skiljer trädkronor åt

Formen på de hopsatta trädkronorna som fås vid trösklingen kan användas för att



figur 1. | Den vänstra bilden visar en ursprungsbild medan den högra visar resultatet efter så kallad tröskling utförd på ursprungsbilden.

avgöra antalet träd och ungefärlig position, men inte trädkronornas form. För att bestämma det måste man även ta hänsyn till färgskillnader mellan trädkronorna. Figur 2 på nästa sida visar resultatet från en segmenteringsmetod som arbetar enligt ovanstående modell för att separera de enskilda trädkronorna åt.

När man väl har lyckats identifiera varje enskilt träd i bilden kan man gå vidare med att bestämma trädslag och andra skogliga parametrar som kan vara av intresse, till exempel kron diameter och kronslutenhet. Även positionen för varje enskilt träd är möjlig att få fram.

Kron diameter får man direkt från varje segment medan trädbeståndets slut enhet räknas ut från arean av alla segment jämfört med totalarean.

Barrträd mörka, lövträd ljusa

För att bestämma trädslaget använder man sig av olika egenskaper hos de segment som representerar trädkronorna. De fyra olika trädslagen björk, asp, gran och tall visas i figur 3 på sista sidan i en infraröd färgbild. Från bilden kan man se att de båda lövträden reflekterar mycket ljus i samtliga tre band och återges därför som ljusa, till skillnad från de båda barrträden, som återges som lite mörkare. Denna egenskap används för att särskilja lövträden från barrträden. Läs mer om färgbilder i faktarutan.

När man väl har identifierat lövträd och barrträd kan man gå vidare och skilja ut de olika trädslagen tillhörande varje grupp. I figur 3 ser man att aspen består av små, sammansatta, ljusa områden medan björken består av en enda stor fläck. Detta särdrag används för att särskilja de två lövträden.

Formen på segmenten används för att särskilja gran och tall. En grankrona beskuggas oftast av sin egen topp varför ett gransegment saknar en tårtbit i en annars rund form, medan ett tallsegment inte har någon sådan avsaknad.

Varierande korrekthet för olika skogstyper

Beroende på den skogstyp som bilderna återger, kan varje enskilt, synligt träd i bilderna återfinnas med en korrekthet

tabell 1. | Resultat av trädslagsbestämningen. Tolkningen av flygbilden har gjorts manuellt och det jämförs med hur trädslagen klassificeras under datorbearbetningen.

Manuellt tolkat som	Klassificerat i dator som				
	Gran	Tall	Björk	Asp	% korrekt
Gran	257	61	19	6	74,9
Tall	46	148	1	-	75,9
Björk	30	17	192	-	80,3
Asp	2	-	2	10	71,4
% korrekt	76,7	65,5	89,7	62,5	76,7

tabell 2. | Uppskattad trädslagsfördelning i dator, jämförd med manuell tolkning av flygbilden.

Fördelning	Gran	Tall	Björk	Asp	Total
Manuell tolkning (%)	43	25	30	2	100
Uppskattad i dator (%)	42	29	27	2	100

på mellan 70 och 95 procent. Det lägre värdet representerar en naturligt för ynggrad blandskog medan den högre siffran representerar en trädslagsren skog.

Trädslagsbestämning i blandskog kan man göra med en korrekthet på 77

procent. Vill man däremot ha en uppfattning om andelen barr- och lövträd som finns i skogen är siffran uppe i 90 procent korrekt identifiering. Tabellerna 1 och 2 visar resultatet av trädslagsbestämningen mer i detalj.

FAKTARUTA

Hur bilder framställs i datorn

En bild består av ett antal bildpunkter som är uppdelade i M rader och N kolumner. Vanligtvis kallas dessa bildpunkter för pixlar från engelskans "pixels" som står för "picture elements".

Varje bildpunkt, dvs. position i bilden, har ett intensitetsvärde, som i sin tur talar om hur bilden ser ut när den visas på en bildskärm. Vanligtvis är intensitetsvärdet ett heltal mellan 0 och 255, där 0 betyder att det är svart och 255 att det är vitt. Heltal däremellan ger olika gråtoner.

En färgbild består av tre band, R, G och B, där vardera band består av intensitetsvärden mellan 0 och 255.

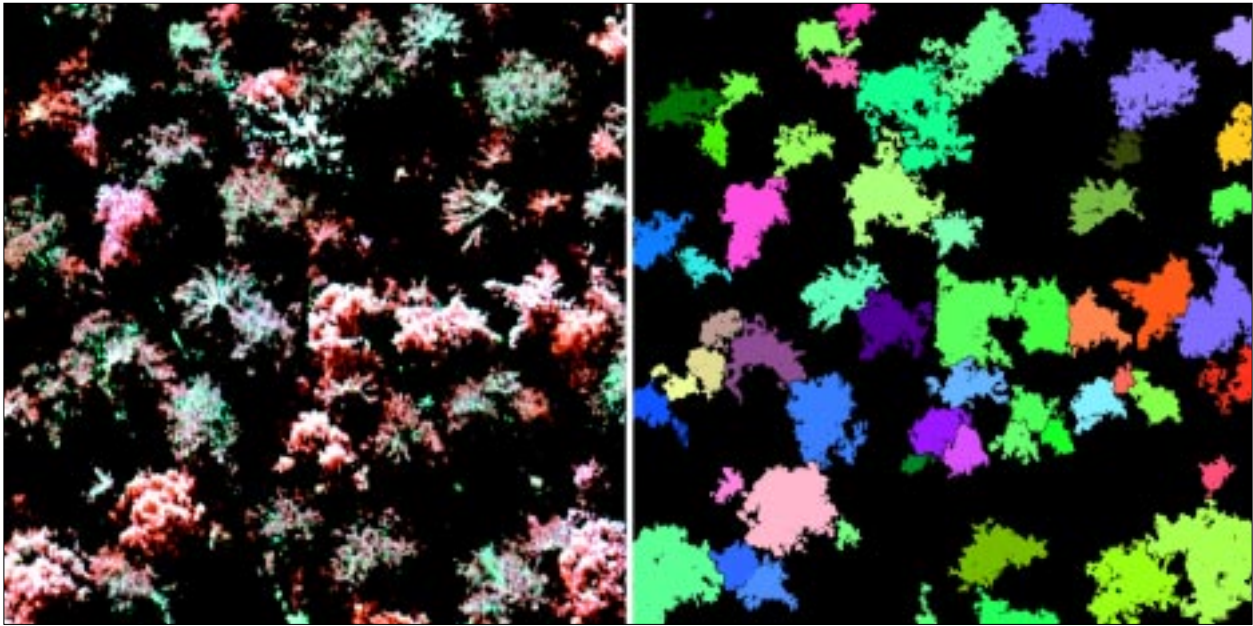
- Det första bandet, R, representerar andelen reflekterat ljus i det röda våglängdsbandet, 600–700 nm. Ett värde på 255 innebär alltså att objektet reflekterar mycket rött ljus.
- Det andra bandet, G, representerar andelen reflekterat ljus i det gröna våglängdsbandet, 500–600 nm.
- Det tredje bandet, B, representerar andelen reflekterat ljus i det blå våglängdsbandet, 400–500 nm.

Ofta beskrivs dessa färgvärden med en vektor, (r,g,b), där r är intensitetsvärdet i band 1, g är intensitetsvärdet i band 2 och b är intensitetsvärdet i band 3.

Exempel på återgivna färger och dess vektor:

- Rött (255, 0, 0)
- Grönt (0, 255, 0)
- Blått (0, 0, 255)
- Vitt (255, 255, 255)
- Svart (0, 0, 0)
- Gråtoner (x, x, x) där x är ett värde mellan 0 och 255

I en infraröd färgbild är de olika banden utbytta, och istället representerar band 1 andelen reflekterat ljus i det närlinfraröda våglängdsbandet, 700–900 nm, band 2 representerar andelen reflekterat ljus i det röda våglängdsbandet, 600–700 nm, medan band 3 representerar andelen reflekterat ljus i det gröna våglängdsbandet, 500–600 nm.



figur 2. | Den vänstra bilden visar en ursprungsbild medan den högra visar resultatet av en segmentering utförd på ursprungsbilden. Varje enskilt återfunnet träd visas med en färg

Särskiljande egenskaper efterfrågas

Som framgår av tabellerna är vissa trädslag svårare att bestämma än andra. Det har att göra med att flera trädslag kan ha liknande egenskaper i bilderna. För att få bättre korrekthet i bestämningen behövs således egenskaper som särskiljer de olika trädslagen åt på ett bättre sätt. Än så länge går det endast att artbestämma träd tillhörande de vanligaste trädslagen, dvs. gran, tall, björk och asp.

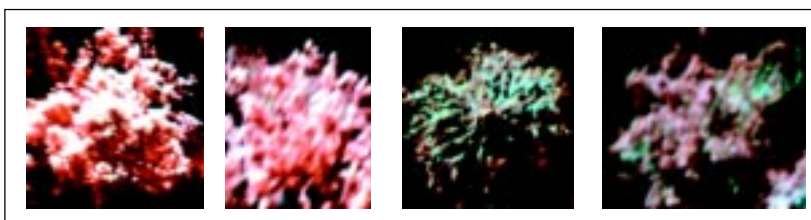
Sammanfattningsvis kan man säga att det finns metoder för att automatiskt identifiera synliga träd och trädslag i flygbilder. De fungerar med varierande resultat beroende på den aktuella tillämpningen. För att detta ska kunna användas operationellt återstår dock en hel del arbete med utveckling av programmet. Trädskronor som inte är synliga i flygbilden går inte att identifiera och måste således fortfarande uppskattas med hjälp av fältinventering.

Ämnesord

Bildanalys, flygbild, identifiering, artbestämning

Läs mer

Erikson, M. 2004. Segmentation and Classification of Individual Tree Crowns in High Spatial Resolution Aerial Images, Doktorsavhandling. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestra 320*, Uppsala, 2004.
Gonzalez, R.C., Woods R.E. 1992. *Digital Image Processing*. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, USA, 1992.



figur 3. | Björk, asp, gran och tall som de ser ut i en infraröd färgbild. Lövträden reflekterar mer ljus än barrträden och är därför ljusare.

Författare



Mats Erikson är doktorand vid SLU, Centrum för bildanalys, Lägerhyddvägen 3, 752 37 Uppsala. Tel: 018-471 34 62. Epost: mats@cb.uu.se



Ansvarig utgivare: Jan-Erik Hällgren, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 UMEÅ
Redaktör: Nora Adelsköld, SLU Informationsavdelningen
c/o CUL, Box 7047, 750 07 Uppsala
Telefon: 018-67 17 07 • Telefax: 018-67 35 71
Epost: Nora.Adelskold@adm.slu.se
Webbadress: www.slu.se/forskning/fakta
Prenumeration och lösnummer: SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 35 00
E-post: Publikationstjanst@slu.se
Prenumerationspris: 320 kronor + moms
Tryck: Elanders Tofters AB, Uppsala 2004
ISSN 1400-7789 © SLU