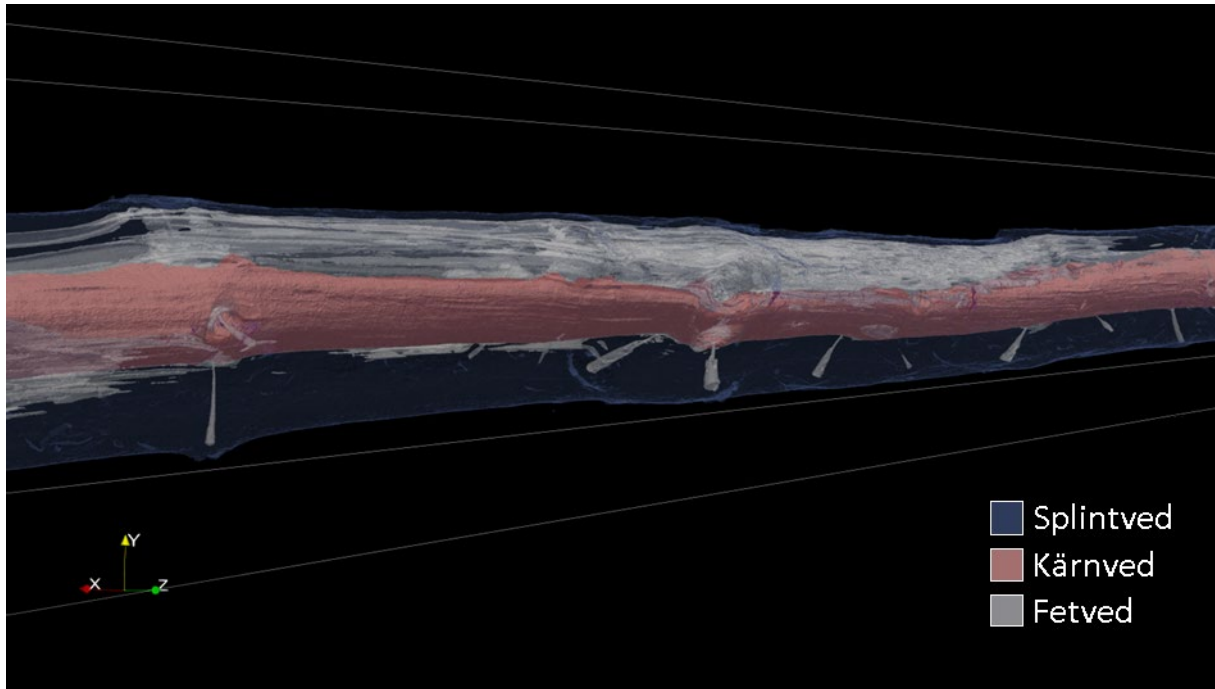


CT-Tör 2

Automatisk metod för kvantifiering av törskateangrepp hos tallsågtimmer



Figur 1. CT-skannad och automatiskt klassad tallstock, där det rosa området visar kärnved och det ljusgrå fetved orsakad av törskateangreppet, visad i mjukvaran ParaView.

Sammanfattning

Sågtimmer med fetved till följd av törskateangrepp väntas bli vanligare, särskilt i norra Sverige. Idag saknas automatiserade metoder för att mäta denna typ av fetved. Målet med projektet var att ta fram en sådan metod. Den utvecklade metoden baseras på att stockar skannas med röntgenbaserad datortomografi (CT-skanning) vilket ger en 3-dimensionell digital bild. Bilden bearbetas med en algoritm som kombinerar ett antal bildanalystekniker samt ett efterbearbetningssteg, och resulterar i att varje del i bilden tilldelas en av de tre klasserna splintved, kärnved och fetved. På stocknivå klassar algoritmen upp till 78 % av stockarna rätt då efterbearbetningssteget inte används, och 89 % då efterbearbetningssteget används. På tvärsnittsnivå (enskilda bilder) är algoritmens träffsäkerhet för de tre klasserna kärnved, splintved och fetved 84 %, 96 % respektive 45 %. Svagheter med metoden är att den är översensitiv, det vill säga mängden fetved tenderar att överskattas, att den är relativt långsam, och att positioneringen av fetveden behöver förbättras ytterligare. En lämplig vidareutveckling vore att testa bildklassificering genom neurala nätverk.

PROJEKTRAPPORT

Gunnar Hedlunds Hedersfond 2024-02-01

Bakgrund

Törskateangrepp på tall förväntas bli ett allt större problem för både skogsägare och sågverk i Norden [1, 2]. Även globalt finns oro för ökade angrepp [3]. Det finns idag inget tillförlitligt sätt att detektera och bedöma skadegraden hos sågtimmer, vilket leder till ökat spill vid sågning då hela stockar oftast nedklassas där man eventuellt skulle kunna använda delar eller merparten av timret. I ett tidigare projekt (CT-Tör 1) demonstrerades att fetved till följd av törskateangrepp i tall kunde detekteras i CT-skannade bilder. Genom manuell mätning i bilderna visades även att fetvedsbildningen inuti stocken ofta var betydligt större än törskatens synliga angrepp utanpå stocken. Sammanfattningsvis fanns anledning att tro att en användbar automatisk metod för att detektera och mäta fetved till följd av törskate skulle kunna tas fram. I detta har Skogforsk, Luleå tekniska universitet (LTU) och BioImage Informatics Facility (NIBS) samarbetat.

Metod

Stockdata bestod av tre set med totalt 36 CT-skannade tallstockar:

- A. fjorton CT-skannade stockar från fem stammar från törskateangripet gallringsbestånd, insamlade i projektet CT-Tör 1,
- B. sexton CT-skannade stockar från fem stammar från törskateangripet slutavverkningsbestånd, insamlade i projektet CT-Tör 1, och
- C. Sex CT-skannade referensstockar från okända bestånd, samtliga utan yttre tecken på törskateangrepp, från LTU Träteknik.

21 av de 36 stockarna hade fetvedsområden som med hög sannolikhet var orsakade av törskate. Samtliga bilder hade upplösningen 0,5 x 0,5 x 0,5 mm. Motsvarigheten till pixlar i en 3D-bild kallas voxlar.

Algoritmen för att klassa de CT-skannade bilderna utvecklades i programmeringsspråket Python och överfördes sedan i programmeringsspråket C++ för att öka processeringshastigheten. Olika bildanalystekniker kombineras, bland annat lågpasfiltrering, tröskling och en variant av metoden ambient occlusion. Algoritmens resultat består av en klassning av stockvolymen i kärnved, frisk splintved och fetved. Eftersom algoritmen tenderade att klassa kvistcentra och kärnvedens ytterkant som fetved utvecklades ett efterbearbetningssteg som minskade felklassningen.

Metoden validerades på stockar med och utan fetved till följd av törskate, dels på enskilda bilder, dels på hela stockvolymen. Aspekter som validerades var hur väl algoritmen träffar antalet fetvedsvoxlar (fetvedens volym) och hur väl algoritmen bestämmer fetvedsvoxlarnas position (fetvedens exakta form, bredd, längd och tjocklek).

Resultat

Algoritmen har hög träffsäkerhet i att klassa hela stockar i fetvedsstockar respektive normalstockar. På stocknivå klassar algoritmen 78 % av stockarna rätt utan efterbearbetningssteget, och 89 % med efterbearbetningssteget. Det är dock ett problem att algoritmen är översensitiv, det vill säga tenderar att "hitta" fetved som inte finns, snarare än att missa fetved som den borde ha hittat.

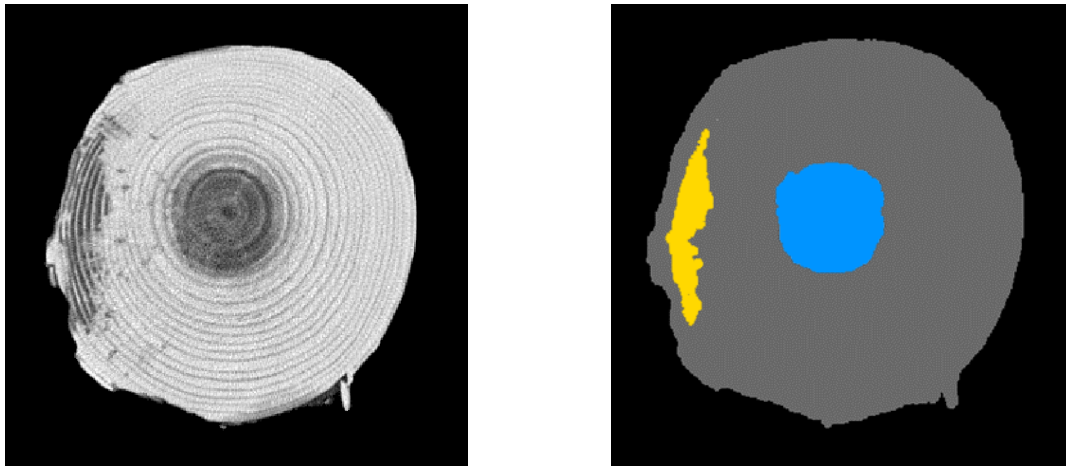
PROJEKTRAPPORT

Gunnar Hedlunds Hedersfond 2024-02-01

För enskilda bilder (tvärsnitt) gav genomsnittet av valideringen en träffsäkerhet på 84 % för klassen kärnved, 96 % för klassen splintved, och 45 % för klassen fetved. Ett exempel på resultat på enskilda bilder visas i Figur 2.

Vi bedömer att metoden har god förbättringspotential. Ett lämpligt utvecklingssteg är att utveckla en maskininlärningsalgoritm, lämpligen baserat på neurala nätverk, som både förväntas vara snabbare och bättre kunna ta hänsyn till stockens förändrade form till följd av törskateangreppet.

Projektet rapporteras i detalj i Skogforsk Arbetsrapport 1189-2024 [4] och har kommunicerats löpande i Skogforsks Samverkansgrupp: Virkesmätning.



Figur 2. Exempel på resultat. Originalbild från CT-skannern (vänster och algoritmens klassning (höger), där kärnvedsklassen är blå, fetvedsklassen gul, och splintvedsklassen mörkgrå.

Kontaktuppgifter

Kari Hyll, Skogforsk, Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
kari.hyll@skogforsk.se, 070 - 910 36 07

Mer läsning

1. Samils, B. and J. Stenlid (2022): *A review of biology, epidemiology and management of Cronartium pini with emphasis on Northern Europe*. Scandinavian Journal of Forest Research. **37**(3): p. 153-171.
2. Skogsstyrelsen (2022): *Skador på skog 2021*, Skogsstyrelsen p. 1-53.
3. Kim, M.-S., et al. (2022): *Recovery Plan for Scots Pine Blister Rust Caused by Cronartium pini*. Plant Health Progress 2022. **23**(1): p. 105-130.
4. Hyll, K., et al. (2024): *Bildanalysmetod för att i CT-bilder kvantifiera fetved och andra skador relaterade till törskateangrepp hos tall*, Arbetsrapport 1189-2024, Skogforsk p. 41.