



Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI/visionteknik. Förstudie

Slutrapport

Peter Bomark

RISE

Sammanfattning

Kvalitetsklassning av sågtimmer vid stockmätning görs idag manuellt eller semi-automatiskt med hjälp av mätramar och röntgensystem. Automatisering av detta steg kan leda till en effektivare process och en jämnare kvalitet. En del nedklassningsorsaker som idag bedöms manuellt bör kunna detekteras med hjälp av bildigenkänning, vilket kan fungera som ett komplement till de system som används idag för att ta ett steg närmare till en helautomatisk kvalitetsbedömning av sågtimmer.

Vi har monterat kameror vid mätstationen på Holmens sågverk i Bygdsiljum och samlat in högupplöst video på stockar. Stillbilder från det insamlade videomaterialet har plockats ut och stockar, träslag och defekter har markerats i bilderna. De anoterade bilderna har använts för att träna objekt-detektionsmodeller som har bistått i arbetet att annotera fler bilder i flera iterationer.

Förord

Jag vill rikta ett stort tack till mina kollegor på RISE, och då främst Aleksis Pirinen och Tommy Vikberg, som färdigställde projektet och avrapporteringen efter att jag tillträtt en ny tjänst på ett annat företag. Tack även till de företag och dess personal som var behjälpliga under projektets gång.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 3(10)

Innehållsförteckning

<i>Sammanfattning</i>	- 2 -
<i>Förord</i>	- 2 -
<i>1 Inledning</i>	4
1.1 Bakgrund	4
1.2 Syfte och mål.....	4
<i>2 Metoder och genomförande</i>	5
2.1 Datainsamling.....	5
2.2 Förberedande av bilder för annotering.....	6
2.3 Annotering	8
2.4 Objektdetektion.....	8
<i>3 Resultat, slutsatser</i>	8
3.1 Uppnådda resultat i förhållande till syfte och mål.....	8
3.2 Övriga resultat.....	8
<i>4 Slutsatser och fortsatt arbete</i>	9
<i>5 Referenser</i>	9



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 4(10)

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Kvalitetsklassning av sågtimmer vid stockmätning görs idag manuellt eller semi-automatiskt med hjälp av mätramar och röntgensystem. En operatör bedömer de nedklassningsorsaker som mätramar och röntgensystemen inte certifierats för. Se [1] för en detaljerad beskrivning av vilka nedklassningsorsaker som bedöms med vilka metoder. Automatisering av detta steg kan leda till en effektivare process och en jämnare kvalitet. I den noggranna bedömningen av kontrollstockar som plockas ut bedöms 1/10 har virkefel medan den ordinarie mätningen identifierar färre än hälften så många stockar med fel. Sett till värdereduktionen så är denna enligt mätningen av kontrollstockarna mer än en procentenhet större än för ordinarie mätning. Utifrån bland annat denna bakgrund har Biometria identifierat automatisk kvalitetsklassning som ett intressant område att tillämpa maskininlärning på i deras trendspaningsrapport från 2020 [2].

Nedklassningsorsaker som idag bedöms manuellt bör kunna detekteras med hjälp av bildigenkänning, vilket kan fungera som ett komplement till de system som används idag för att komma närmare en helautomatisk kvalitetsbedömning av sågtimmer.

1.2 Syfte och mål

Syftet är att komma närmare en helautomatisk kvalitetsklassning av sågtimmer vid stockmätning. Börja uppbyggnaden av en databas med annoterade bilder och video på de defekter som är detekterbara i synligt ljus.

Målet är att skapa en databas med annoterat videomaterial av defekter som kan användas för att träna och verifiera maskininlärningsmodeller för de nedklassande defekttyper som idag bedöms manuellt, samt tränade modeller för några defekttyper som presterar minst lika bra som den manuella bedömningen.

Vi kommer att fokusera maskininläringen i det här projektet på de defekttyper som är detekterbara i synligt ljus, väl medvetna och koordinerade med det pågående projektet som undersöker användandet av NIR för att detektera defekter på stockändar.

Vi hoppas kunna bereda ett dokumenterat underlag som visar att metoden fungerar nog bra för att framöver få ett godkännande från VMK för den här metoden för bedömning av de nedklassningsorsaker som idag måste bedömas manuellt, men själva godkännandet är inte inkluderat i det här projektet. Underlaget kan också användas i Biometrias pågående arbete med översyn av kvalitetssystemet.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 5(10)

2 Metoder och genomförande

2.1 Datainsamling

Valet av värdsågverk styrdes av ett par kriterier: (1) Det måste såga både gran och tall samt (2) ligga nära Skellefteå. Holmens sågverk i Bygdsiljum passade bra in och valdes ut efter besök vid både Holmen Kroksjön och Holmen Bygdsiljum.

Tre kameror har monterades upp på mätstationen. Kamerorna som användes är en nätverkskamera som vanligtvis används för övervakning (AXIS P1448-le). Valet av kamera styrdes av projektets mål att samla och annotera bilder och video. Nätverkskameror för övervakning har inbyggd lagring, tillåter fjärråtkomst för alla inställningar och hantering av inspelat material. Kameratypen tillåter inspelning i 3840x2160 pixlar, 30 bilder per sekund samt har motoriserat zoomobjektiv för att kunna anpassa utsnittet och få så hög upplösning som möjligt utan att i förväg veta exakt placering av kamerorna. De är vädertäta och klarar av låga och höga temperaturer. Kamerorna har minneskort som klarar av att lagra ca två dagars produktion lokalt på kameran, bildmaterialet laddas ner via nätverket genom Axis API. Kamerorna sparar bara data när de ser rörelse i bilden.

Kamerorna placerades som följer (se Figur 1):

- Kamera 1: Mantelyta, ser hela stocken uppifrån.
- Kamera 2: Ändtytor, vi ser bara ena änden, men stockar kommer vända åt båda håll så vi får både rotändar och toppändar i träningsdata.
- Kamera 3: Diagonal, lik virkesmätarens vy, kan vara användbar för utbildning, men svår att annotera.



Figur 1. De tre kamerornas placering, se pilar.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 6(10)

Det videomaterial som infångats ser ut som följer:

1. 5 minuters videosegment utspridda över dagar, årstider och väderförhållanden
2. ~140 stockar per segment
3. ~1500-2000 stockar per sparad dag
4. ~10 GB per kamera och dag
5. Manuellt utlöst vilka dagar som ska samlas in
6. 2 TB+ video sparad (hittills)
7. Ingen koppling mot virkesmätarens bedömning

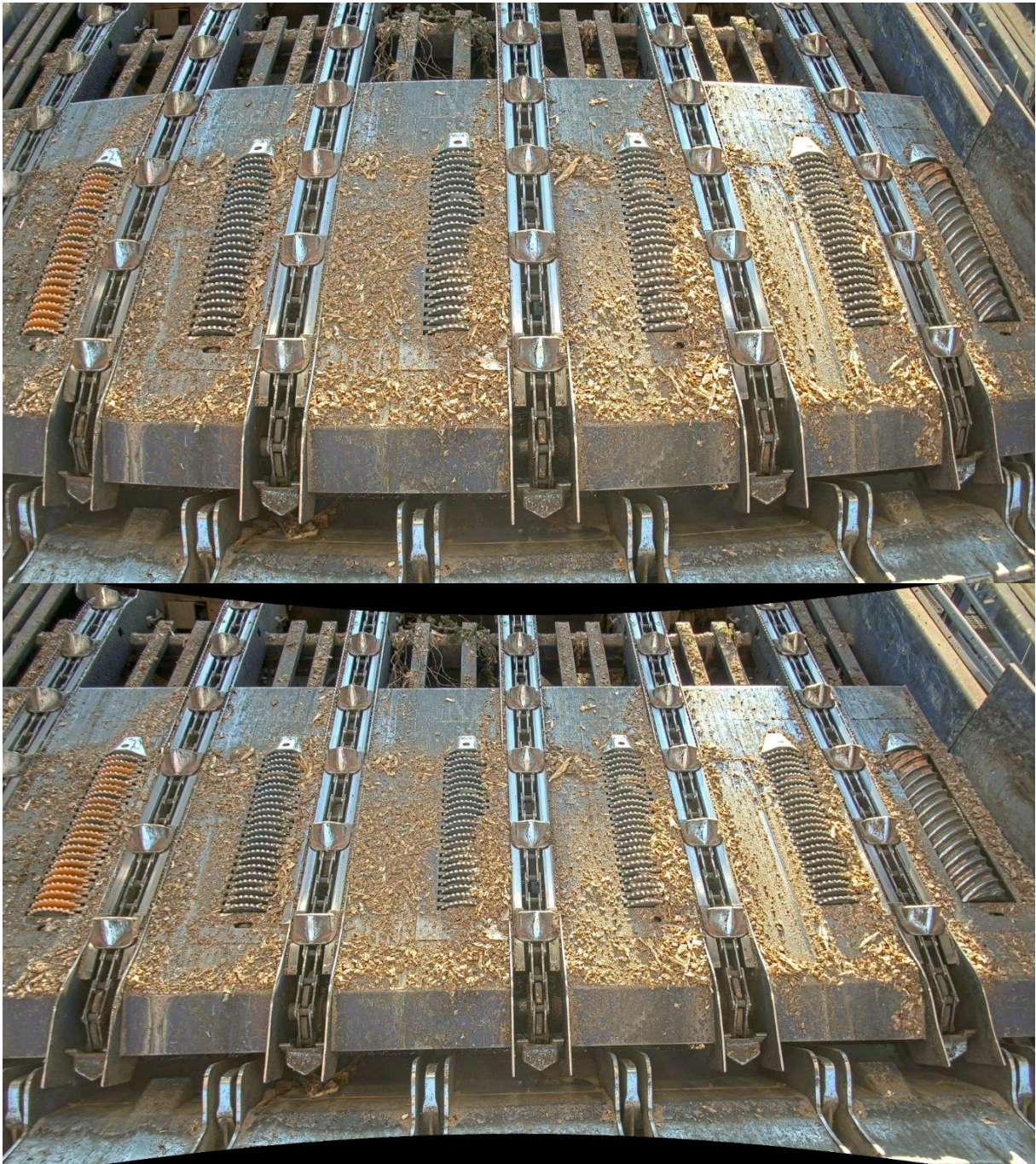
2.2 Förberedande av bilder för annotering

Linsdistorsion är ett fenomen som förekommer i nästan alla digitala (och analoga) bilder. De får raka linjer att framstå som böjda i bilden. Det är ett problem när vi vill skapa objekt-detektionsmodeller som fungerar oavsett vilken kamera som används. Det finns ingenting som hindrar oss från att träna modeller på bilder med distortion, men då kommer distorsionen att implicit bli en del av modellen, och vi får sämre resultat om vi använder en annan kamera eller objektiv. Självklart kan vi inkludera bilder tagna med olika kameror och objektiv i modellerna, men då ökar vi mängden data som krävs för träningen avsevärt. Om vi kan utesluta distorsionen från objektivet i bilderna innan vi använder våra bilder för att träna modellerna, och anta att alla bilder som modellerna används för inferens på också är utan distortion så kommer det att krävas färre bilder för att träna vår modell. Det är också lättare att annotera bilder med begränsningsramar i form av rektanglar om rektangulära objekt i bilden inte är böjda på grund av linsdistorsion.

Traditionella metoder för linsdistorsionskorrigering [3] kräver en referensbild (vanligtvis ett schackmönster som är utskrivet med kända dimensioner). I det här fallet, när vi avbildar 6m + långa stockar, skulle referensbilden behöva vara väldigt stor, vilket medför problem rent praktiskt. Dessutom kräver det tillgång till bordet där stockarna rullar förbi, vilket medför produktionsstopp, vilket är oönskat. Det finns metoder som inte kräver en känd referensbild, och som i stället utgår från raka linjer i vilken bild som helst. Lyckligtvis finns det många raka linjer i bilden på stockbordet utan stockar, och vi kan använda en metod som iterativt optimerar fram en linskorrigeringsmodell [4]. När vi har en linskorrigeringsmodell kan vi skapa en översättningstabell för att effektivt kunna korrigera alla bilder tagna med den kameran och objektivet, förutsatt att vi inte ändrar fokus eller zoom. En översättningstabell behöver inte beräknas om kamerans optik och bildutsnittet som sparas från kameran inte ändras, så det går att spara översättningstabellen och bearbeta bilderna som sparats ner utan att räkna om linskorrigeringsmodellen. Efter korrigering behöver bilderna beskäras för att bli av med eventuella svarta områden. En bild på stockbordet före och efter korrigeringen visas i Figur 2.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 7(10)



Figur 2. Bild av stockbordet före (övre bild) och efter korrigering (undre bild). Noter i den undre bilden hur plåtarna linjerar mot varandra samt de resulterande svarta områdena längst upp och ned i bilden som behöver beskåras.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 8(10)

2.3 Annotering

Annotering gjordes med *Computer Vision Annotation Tool (CVAT)*. Vi gjorde "bounding box"-annotering med rektangulära begränsningsramar. Nedan specificeras de olika typer av boxar som annoterades (kallas typiskt "klasser" inom objekt-detektion).

- Mantelyta, klasser för: Gran, Tall, Björk, "Skador", Krök
- Ändytor, klasser för: "Stockände", Röta, Text/markeringar
- Fler klasser tillagda eftersom de påträffas

När det kommer till annoteringsprocessen, så följdes ett iterativt arbetsflöde som utvärderade några olika modeller (fokus på YOLO-v7 [5]), tränade med ökande antal annoterade bilder.

2.4 Objektdetektion

När väl bilder annoterats så tränades och evaluerades objektdetektionsmodeller på de respektive datamängderna (perspektiven, utifrån de 3 olika kamerorna). Fokuset var på den populära YOLO-v7-modellen från 2023, som är en av de ledande modellerna och som också har kapacitet att köra i realtid. På sedvanligt vis delades data in i tränings-, validerings- och testmängder. Modellutveckling skedde med avseende på träning-validering-data, och till sist utvärderades modellerna på testdata. Sedvanliga metriker inom objektdetektion användes, främst så kallad mean average precision (mAP).

3 Resultat, slutsatser

3.1 Uppnådda resultat i förhållande till syfte och mål

- Videodatabas med annoterade defekter som kan användas i andra TCN-projekt som där liknande bilder/filmer behövs. Rätten att använda data som hör till förgrunden i projektet hanteras i projektavtalet.
- Exempel på tränade modeller för klassificering av nedklassningsorsaker som kan användas för att utveckla system som i kombination med mätrammar och röntgensystem för att komma närmare ett helautomatiskt system. Certifiering av metoden inkluderas inte i det här projektet.
- Kunskap om hur AI/maskininlärning kan tillämpas för automatisk kvalitetsklassning av sågtimmer vid stockmätning.
- Dokumenterat underlag om hur väl metoden fungerar som kan användas för att få till ett godkännande för den här metoden från VMK.

3.2 Övriga resultat

Följande resultat har vi beträffande datainsamlingen:

- Lagrad 4k-video från höst, vinter och vår med stor spridning av ljus- och väderförhållanden.
- Ovanstående har ingen koppling till virkesmätarens bedömning (gör det svårt att sålla fram bilder som faktiskt visar defekter).



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Bomark, P.	Utgåva: 1.0	Status: Klar
Dokumenttyp: Slutrapport	Filnamn: Automatisk vederlagsmätning av timmer med AI visionteknik. Förstudie	Datum 2024-10-16	Sida: 9(10)

Följande resultat har vi beträffande annotering av data samt modellutveckling och träning av modeller:

- Utvecklade en annoterings-, tränings- och inferens-pipeline.
- Tränade objekt-detektionsmodeller.
- Anpassade YOLO-v7-modeller i ONNX format.

Följande resultat har vi beträffande objekt-detektionen:

- Resultaten är svaga, särskilt för defekter med få annoterade exempel.

4 Slutsatser och fortsatt arbete

Utifrån studien kan det konstateras att nätverkskameror är ett bra alternativ för att samla in bildmaterial till att träna modeller på. Annotering av högupplöst video kräver dock mycket av infrastrukturen och det är väldigt resurskrävande att sålla i ostrukturerat material.

Objekt-detektionsmodeller tränades upp på data men gav ganska svaga resultat, det viktigast resultatet är dock annoterad data eftersom modellerna snabbt blir omoderna. Det kunde dock konstateras att upplägget är möjligt att använda även om det krävs fler annoterade exempel för att komma hela vägen till användbara modeller.

Ett fortsättningsprojekt bör fokusera på att integrera med virkesmätarens bedömning för att sålla i materialet, i samband med detta bör man även träna starkare modeller vilka i sin tur kan användas för att sålla i lagrad video.

5 Referenser

[1] <https://www.biometria.se/wp-content/uploads/2020/12/Beaktande-av-virkesfel-vid-kvalitetsbestamning-av-sagtimmer.pdf>

[2] https://www.biometria.se/wp-content/uploads/2020/06/Trendspaningsrapport-Biometria-Labs_webb-1.pdf

[3] J. Weng, P. Cohen, and M. Herniou. Camera calibration with distortion models and accuracy evaluation. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 14(10):965–980, Oct. 1992.

[4] Santana-Cedr s, D. & Deniz, Luis & Alem n-Flores, Miguel & Salgado, Agust n & Monreal, Julio & Mazorra, Luis & Alvarez, Luis. (2016). An Iterative Optimization Algorithm for Lens Distortion Correction Using Two-Parameter Models. *Image Processing On Line*. 6. 326-365. 10.5201/ipol.2016.130.

[5] Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2023). "YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors." In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 7464-7475).

Om TräCentrum Norr

En centrumbildning vid Luleå tekniska universitet.

Målet för TräCentrum Norr är en svensk träindustri som genom nya/utvecklade produkter, system och tjänster kan öka förädlingsvärdet och stärka konkurrenskraften till gagn för såväl företagen som hela samhället.

Deltagande parter i TräCentrum Norr är: Derome, Lindbäcks Bygg, Martinsons, SCA Wood, Norra Skog, Sågverken Mellansverige, SÅGAB, Sveaskog, Setra, Holmen, Luleå tekniska universitet, RISE Research institute of Sweden, Skellefteå kommun och Piteå kommun.