

Automatische detectie van de slijtage op freeskopsnijplaatjes met een 2D-visiesysteem

Sven Boden

Sander Vandenberg

Master IW energie focus automatisering

Master IW energie focus automatisering

Situering

Sirris is een onderzoekscentrum dat focust op de invoering van technologische vernieuwingen binnen bedrijven. Hun recentste onderzoeken besteden veel aandacht aan de verhoging van de productienauwkeurigheid en productiesnelheid.

Probleemstelling

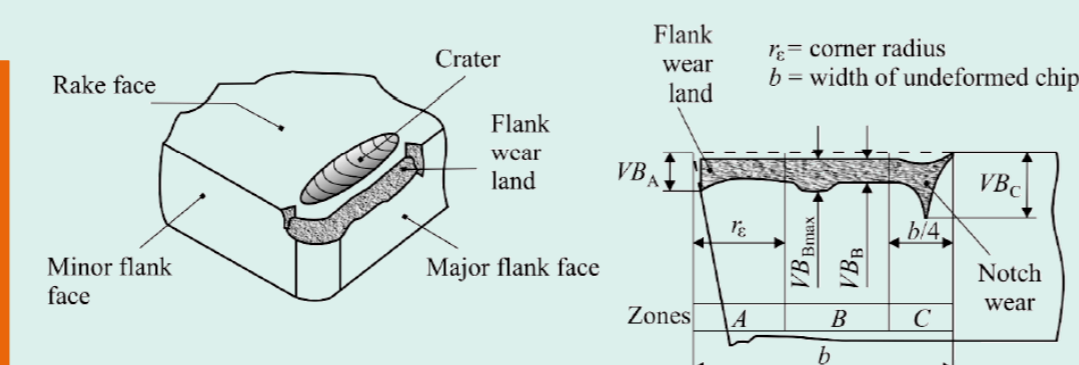
Omwille van lage kostprijs en eenvoud wordt steeds vaker beroep gedaan op visiesystemen. Deze masterproef heeft daarom als doel een praktische cameraopstelling en algoritme op te bouwen waarmee de gereedschapslijtage van de snijplaatjes op freeskoppen gedetecteerd kan worden tot op **minstens 10 µm nauwkeurig**.

Een nauwkeurigheid van kleiner dan 10 µm zorgt ervoor dat het visiesysteem beter presteert dan simulatiesoftware dat de slijtage berekent op basis van optredende krachten, snelheden, stroomverbruik ...

Gelijktijdig moet het visiesysteem ook in staat zijn om **online** de slijtage te meten. Praktisch betekent dit dat de slijtage tussen het freesproces van twee werkstukken in gemeten wordt.

Doelstelling

Er zijn verschillende manieren om de slijtage van het snijgereedschap te kwantificeren. Deze masterproef beperkt zich tot de **slijtage op de flank (VB_{Bmax})** zoals gevisualiseerd in figuur 1. De voorkeur om deze slijtage op te volgen is omdat deze het meest voorspelbaar is en rechtstreeks in verband is met de gebruiksduur.



Figuur 1: Links soorten slijtage op snijplaatjes, rechts typische profiel van slijtage op de flank [1, p. 450]

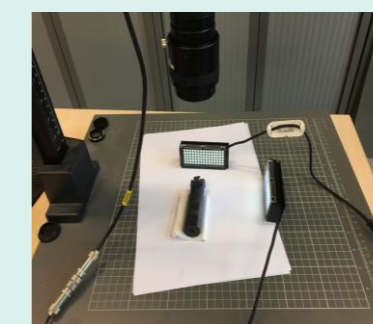
Proefopstelling

De situatie is praktisch gesimuleerd door middel van een camera en lens op statief, dit is weergegeven in figuur 2. Van zowel de camera als lens zijn de voornaamste parameters weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Specificaties gebruikte camera en lens ([2], [3])

Camera: MV1-D2048x1088-3D03-760-G2		Lens: OPTEM MVZL 18-108 mm	
Technologie	CMOS	Brandpuntsafstand	108 mm
Sensorformaat	2/3"	Maximale sensor grootte	4/3"
Resolutie	2048 x 1088	Minimale object afstand (M.O.D.)	204 mm

Bijkomend zorgen twee witte ledbars voor extra belichting. Het licht van de ledbars focust vooral op de flank van het snijplaatje. Als gevolg licht de flank op terwijl de slijtage zelf donker blijft. Dit vergemakkelijkt de slijtagedetectie voor het algoritme. Figuur 3 toont hoe het beeld van het snijgereedschap uit ziet voordat het algoritme erop inwerkt.



Figuur 2: Testopstelling



Figuur 3: Origineel beeld snijplaatje

Resultaten

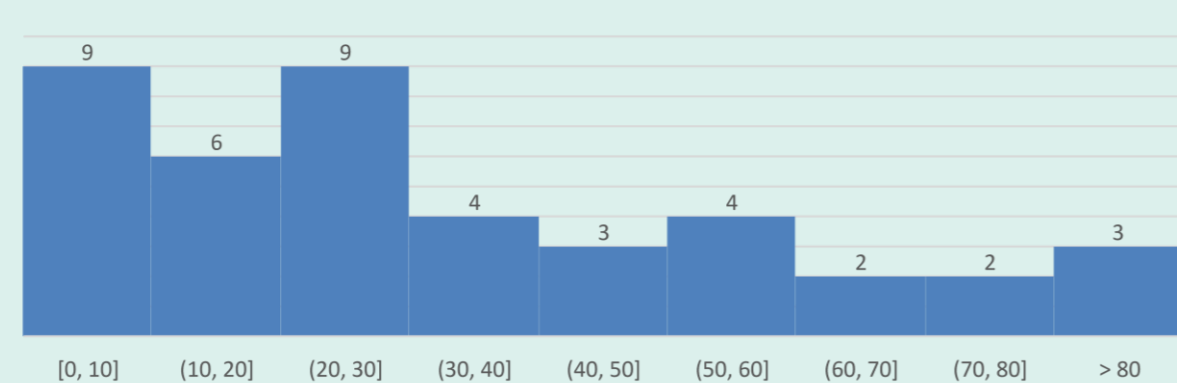
De nauwkeurigheid van het algoritme is berekend door de gemeten slijtage van het algoritme te vergelijken met de waarde van slijtage onder een microscoop. Figuur 5 toont het beeld van onder de microscoop. Dit is hetzelfde snijplaatje dat doorheen de vorige stappen ook gebruikt is.

Om een zo betrouwbaar mogelijk beeld te krijgen van de werkelijke slijtage is het algoritme op 42 snijplaatjes uitgetest. De slijtage op het snijgereedschap varieerde hierbij tussen de 127 en 537 µm. Op slechts **9 van de 42 snijplaatjes** kon de slijtage op minder dan 10 µm nauwkeurig gemeten worden. Figuur 6 toont de absolute fout van het visiesysteem ten opzichte van de microscoopbeelden.

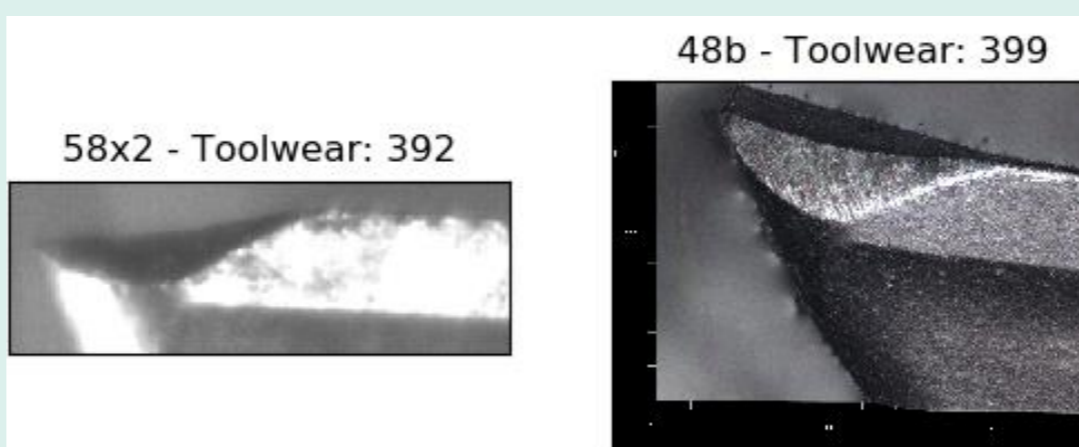
De oorzaak van de beperkte nauwkeurigheid is hoofdzakelijk te wijten aan de gebruikte lens die niet in staat is om de slijtage met voldoende pixels in beeld te brengen. Voor de gebruikte lens komt één pixel overeen met 7 µm. Bijgevolg levert iedere verkeerd geïnterpreteerde pixel een fout van 7 µm. Daarom is een economische analyse uitgevoerd waaruit twaalf geschikte camera- en lenscombinaties volgden. Bij de gebruikte camera in deze masterproef is **minstens** een lens nodig die beschikt over een **brandpuntsafstand van 35 mm** bij een **M.O.D. van 100 mm** of beter.



Figuur 5: Microscoopbeeld



Figuur 6: Absolute fout van het visiesysteem in µm

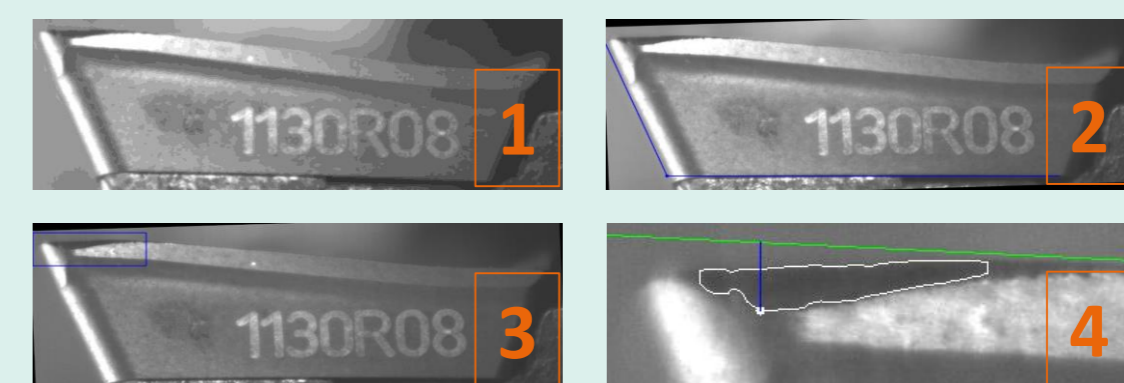


Figuur 7: De output van het algoritme: links de slijtage gemeten door het algoritme, rechts slijtage van hetzelfde snijplaatje gemeten onder een microscoop

Methode

Het algoritme is geschreven in Python met als voornaamste library OpenCV. Het vertrekt vanuit het originele beeld en verloopt in vier stappen. Hiervoor wordt vaak beroep gedaan op **maskeroperaties**. Deze vormen een uitgangspixel aan de hand van de omringende ingangspixels (masker). Hieronder is de globale werking van de vier stappen beschreven, deze zijn verder ook gevisualiseerd in figuur 4:

1. Eerst bewerkt een gaussiaanse afvlakfilter het beeld voor om de ruis te verminderen.
2. Vervolgens wordt de positie en oriëntatie van het snijgereedschap bepaald. Dit voorziet extra robuustheid tegen mogelijke uitlijnfouten van de cameraopstelling ten opzichte van de freeskop. Ook wordt het snijplaatje nu altijd in eenzelfde oriëntatie gepositioneerd.
3. Uit het geroteerde beeld knipt het algoritme de slijtage uit. Hierop wordt bijkomende ook een anisotropische diffusiefilter toegepast. Deze vervaagt het beeld in de richting met een kleine gradiënt waardoor ruis verdwijnt terwijl de randen scherp blijven.
4. Tot slot meet het algoritme de slijtage. Hierbij maakt het eerst een schatting waar het oorspronkelijke snijvlak liep. Vervolgens zoekt het het diepste punt van de slijtage op basis van contourfiltering met thresholding en meet het loodrecht het aantal pixels tot het oorspronkelijke snijvlak.



Figuur 4: Outputbeelden van de vier stappen uit het algoritme

Promotoren / Copromotoren: Ir. Tom Jacobs (Sirris),
Ing. Maarten Verheyen (KU Leuven),
Prof. dr. ir. Eric Demeester (KU Leuven)

Referenties:

- [1] D. Vučina, D. Bajić, S. Jozić en I. Pehneć, „Evaluation of 3D tool wear in machining by successive stereo-photogrammetry and point cloud processing,” Technical Gazette, vol. 3, nr. 20, pp. 449-458, 2013.
[2] Photonfocus, „Datasheet MV1-D2048x1088-3D03-760-G2,” [Online]. Available: <https://www.photonfocus.com/>. [Geopend 6 November 2019].
[3] Best Scientific, „OPTEM MVZL,” [Online]. Available: <https://www.bestscientific.co.uk/product/optem-macro-video-zoom-lens-34-11-10/>. [Geopend 19 Mei 2020].