

1. CODES BUITENZIJD E BAND IDENTIFICEREN

Doel: ontwikkeling van een demonstrator die alle codes op de zij kanten van autobanden kan herkennen.

Uitdaging: banden zijn zwart en rond. De zwarte codes staan op een zwarte band waardoor er weinig contrast is. Daarbij zijn de teksten niet recht maar rondom de velg geschreven.

Methode: ontwikkeling van een fysieke proefopstelling voor het maken van foto's met een goede belichting zodat de letters, cijfers en symbolen op een band goed te herkennen zijn. Daarnaast is speciale software ontwikkeld om de teksten recht uit te lijnen en te herkennen door kunstmatige intelligentie.

Conclusie: het is technisch mogelijk om alle teksten te lezen als er voldoende belichting is en banden niet teveel beschadigd zijn.

2. BANDEN IDENTIFICEREN OP BASIS VAN HET LOOPVLAK

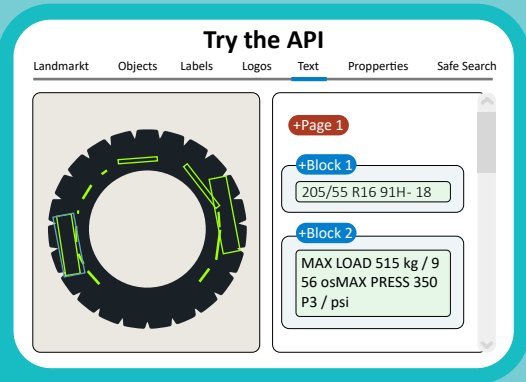
Doel: het merk en type van de band herkennen op basis van het loopvlak.

Uitdaging: de meeste banden hebben een uniek loopvlak, maar er is nog geen industriële methode om deze te herkennen (het bestaat alleen voor forensisch onderzoek).

Methode: een scanner en software ontwikkelen om de patronen van loopvlakken te herkennen.

Conclusie: er is een werkend prototype gemaakt op basis van zelflerende software. Om het goed te laten werken, moet een groot aantal banden worden gescand om zo de software te trainen. Een uitdaging blijft dat het profiel van banden verandert door slijtage.

INPUT



KWALIFICEREN

3. RUBBERLAGEN HERKENNEN IN DOORSNEDES

Doel: de rubberlagen herkennen in de doorsneden van autobanden met behulp van software.

Uitdaging: de verschillende rubberlagen zijn met het oog vaak niet zichtbaar, maar zijn lastig te scannen.

Methode: op basis van goed belichte foto's een software model ontwikkelen die de verschillende lagen kan herkennen.

Conclusie: het is met software mogelijk om de rubberlagen te herkennen die ook met het menselijk oog zichtbaar zijn. Dit geeft een gedetailleerd overzicht van een band. Vervolgonderzoek is nodig om te onderzoeken of de verschillende lagen die niet direct zichtbaar zijn ook in beeld gebracht kunnen worden.

4. DATAMANAGEMENT

Doel: een databasestructuur ontwikkelen die de beschikbare informatie over banden vastlegt.

Uitdaging: er is momenteel geen overzicht van de verschillende types afgedankte banden die worden ingezameld.

Methode: een database structuur ontwikkelen op basis van de data die beschikbaar komt uit de verschillende deelonderzoeken binnen dit project naar de herkenning van autobanden.

Conclusie: informatie over banden kan vanuit verschillende bronnen gevonden worden. Als meerdere partijen hier gebruik van willen maken, dan is er naast een database structuur ook een oplossing nodig om al deze informatie centraal op te slaan.

5. VERSCHILLENDE MATEN BANDEN VERPLAATSEN

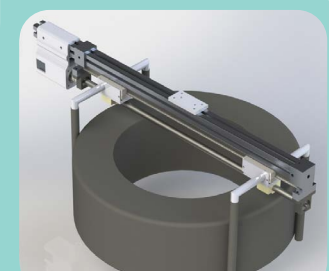
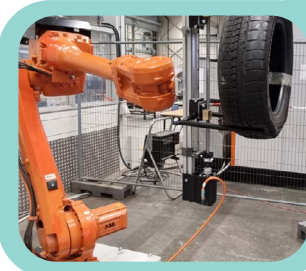
Doel: een methode ontwikkelen om verschillende maten banden te verplaatsen.

Uitdaging: autobanden worden gemaakt in tientallen verschillende maten. Een methode om deze banden te kunnen verplaatsen is noodzakelijk.

Methode: Verschillende manieren zijn onderzocht, waarna een werkend prototype is gebouwd en daarna getest.

Conclusie: door middel van een speciale gripper kunnen alle types banden worden verplaatst met een robotarm.

VERPLAATSEN



6. LOOPVLAK VAN AUTOBAND VERWIJDEREN

Doel: het rubber op het loopvlak moet gescheiden worden van de rest van de band

Uitdaging: in het loopvlak van veel autobanden zit silica in het rubber verwerkt. Het silica werkt verstrend voor veel hoogwaardige recycle methodes, zoals devulkanisatie en pyrolyse. Dit vraagt om een aanpassing van het proces.

Methode: er zijn verschillende industriële methodes met elkaar vergeleken, die geschikt zijn om het silica-houdend rubber te scheiden van de rest van de band.

Conclusie: er bestaat een industriële methode waarbij het loopvlak van de rest van de band wordt geschrapt. Dit is 'buffing' en wordt onder andere gebruikt voor loopvlakvernieuwing. Een uitdaging is dat afgedankte banden verschillende formaten hebben en een standaard buffering machine vaak is ingesteld op een specifieke maat.

7. ARAMIDE VERWIJDEREN

Doel: bij sommige banden is aramide verwerkt onder het loopvlak om een band extra stevigheid te geven. Dit is een sterk en duur materiaal dat nu nog niet wordt teruggewonnen bij recycling.

Uitdaging: Aramide wordt in een band gewikkeld en verwerkt onder het loopvlak. Dit materiaal is het meeste waard als het in zijn geheel uit de band kan worden gehaald.

Methode: verschillende experimentele methodes zijn getest om het aramide onder het loopvlak te verwijderen. Het loopvlak werd eerst verwijderd en daarna is door middel van mechanische methodes het aramide verwijderd, zoals schaven en snijden.

Conclusie: het Aramidekoord is relatief eenvoudig handmatig te verwijderen door het koord van de band te wikkelen. Als dit op de juiste snelheid gebeurde, werd het koord losgetrokken en bleef het rubber zitten. Het is nog een uitdaging om hier een industrieel proces van te maken.

SCHEIDEN



8. RUBBER VAN DE INNERLINER VERWIJDEREN

Doel: aan de binnenzijde van een band zit een luchtdichte laag van butylrubber. Dit is een andere soort rubber dan de rest van de autoband. Het butylrubber heeft een negatief effect op een devulkanisatie proces.

Uitdaging: het butylrubber is een hele dunne laag aan de binnenzijde van de band en moeilijk te scheiden van de rest van de band.

Methode: verschillende experimentele methodes zijn ontwikkeld en getest door studenten. Zo is het rubber geschuurd, geborsteld en geschaafd

Conclusie: via verschillende methodes is het gelukt om het butylrubber te scheiden van het andere rubber, met zelfgebouwde opstellingen om het rubber te kunnen schuren, schrapen of borstelen. Het is een grote uitdaging om dit ook op industriële schaal te doen, vanwege de verschillende maten en vormen van autobanden. Dit maakt het een complexe operatie om te automatiseren.

INLEIDING

In 2022 en 2023 heeft het Lectoraat Kunststoftechnologie van Hogeschool Windesheim onderzoek gedaan naar het scheiden en sorteren van autobanden voor hoogwaardige recycling. Banden scheiden is het ontleden van een band in verschillende onderdelen; banden sorteren is het sorteren van verschillende type banden. Dit onderzoek is uitgevoerd door studenten die individueel of in groepen verschillende aspecten van het scheiden en sorteren van afgedankte autobanden hebben onderzocht. Dit onderzoek is gefinancierd door een financiële bijdrage in combinatie met de Delta Premie, een onderzoeksprijs voor lectoren.

UITDAGINGEN

Drie uitdagingen spelen bij het scheiden en sorteren van banden voor rubber recycling: 1. de opbouw van de banden waarin verschillende lagen en samenstellingen rubber zijn verwerkt; 2. de grote hoeveelheid type banden; en 3. Innovaties bij de productie van nieuwe banden waarbij geen rekening is gehouden met de recycling.

1. Banden zijn opgebouwd uit verschillende lagen rubber

Een autoband bestaat uit meerdere materialen, zoals rubber met allerlei hulpstoffen (compounds), staal en canvas. Het rubber in de band is opgebouwd uit diverse lagen die verschillend zijn samengesteld. In een moderne autoband zijn vaak 12 lagen rubber verwerkt, maar de belangrijkste verschillen zitten tussen het rubber in het loopvlak, de zijkanten en de binnenband. Zo wordt bijvoorbeeld silica toegevoegd aan het loopvlak, wat zorgt voor een betere rolweerstand en grip op de weg. In de zijkanten van de band is bijvoorbeeld natuurrubber verwerkt, omdat deze rubbersoort goed schokken kan absorberen. Het natuurrubber is aangevuld met extra carbon black om zo scheurvorming te voorkomen. Aan de binnenzijde van een band is butylrubber verwerkt, dat zorgt voor een goede luchtdichtheid. Omdat de verschillende rubberlagen aan elkaar zijn gehecht door middel van vulkanisatie tijdens de productie, is het een uitdaging om de verschillende lagen te detecteren en via industriële methodes te scheiden.

2. Er zijn veel verschillende types banden

Bandenfabrikanten maken allemaal unieke recepten voor de rubber compounds in hun banden. Hierdoor zit er niet alleen verschil tussen de compounds van merken, maar ook tussen het type van de banden. Enkele grote producenten produceren met meerdere fabrieken over de wereld de meerderheid van de banden op de markt, vaak onder verschillende merknamen. Daarnaast is er nog een groot aantal andere producenten die veelal goedkopere banden verkopen. Dit zorgt ervoor dat het aantal merken op de markt steeds groter wordt. Daar komt bij dat fabrikanten speciale types banden produceren, zoals zomer- en winterbanden of banden gemaakt voor hoge snelheden of een hoog gewicht. Ook komen er steeds meer speciale banden voor elektrische auto's die geschikt zijn voor een groter gewicht en soms stiller worden gemaakt door een extra schuimlaag aan de binnenzijde. Het gevolg: allerlei soorten autobanden die bij het einde van de levensduur worden ingezameld voor hergebruik en recycling.

3. Productie innovaties zijn uitdagingen voor recycling

Vernieuwingen bij de productie van autobanden zorgen voor nieuwe uitdagingen bij het recyclen van deze banden. Zo kunnen de nieuwste anti-lek banden en geluidsarme banden niet worden verkleind tot granulaat, omdat speciaal materiaal is toegevoegd aan deze banden wat het recycling proces verstoort. Dit vraagt om innovatieve technieken om ook deze nieuwe materialen, zoals schuimen, te kunnen verwijderen voorafgaand aan de verdere recycling.



Auteurs: Freek Noordhuis en Eric Roetman
LKT nummer: LKT-CE-109739-2310

OVER HET LECTORAAT KUNSTSTOFTECHNOLOGIE

Het lectoraat Kunststoftechnologie werkt aan innovatie op het gebied van kunststofverwerking en -producten in het midden- en kleinbedrijf. De praktijkgerichte onderzoeksprojecten op het gebied van Engineering & Design, worden uitgevoerd door onderzoekers en docenten van de technische opleidingen van hogeschool Windesheim in samenwerking met bedrijven. De nieuwe kennis en inzichten vloeien terug in het hoger onderwijs én in het bedrijfsleven.



Met dank aan studenten van de opleidingen werktuigbouwkunde, elektrotechniek en ICT: Huibert van Oosterom, Jim Meester, Leon Hans, Patrick van Beek, Willem van Rossum, Wouter Hylarides, Steven Coenraads en Jefta van der Horst.

Met dank aan de bedrijven: AWL en King Meiler voor het beschikbaar stellen van apparatuur of materiaal.

TOEGEPAST ONDERZOEK NAAR SORTERING EN SCHEIDING

Scheiden en sorteren is nodig voor meerdere nieuwe recycling technieken, waaronder devulkanisatie en pyrolyse. Om de kwaliteit van het gerecyclede materiaal te verbeteren is een goede scheidings- en sorteeroplossing noodzakelijk. Op dit moment worden de meeste afgedankte banden nog handmatig gesorteerd. Hierbij wordt vooral gekeken of banden geschikt zijn voor hergebruik, maar de banden worden verder niet gesorteerd voor de diverse recycling toepassingen. Binnen het toegepaste onderzoek keken wij naar nieuwe manieren om banden te identificeren, scheiden en sorteren. We onderzochten nieuwe technieken en de mate waarin deze technieken haalbaar zijn voor deze toepassing. Onze focus lag specifiek op de volgende onderwerpen:

- Data management: Identificeren van afgedankte banden voor recycling toepassingen en deze informatie opslaan
- Sorteren: diverse soorten afgedankte autobanden sorteren;
- Scheiden: van elkaar scheiden van de rubber lagen en andere waardevolle materialen in banden.

Geleerde lessen

1. Identificatie van banden is vrijwel altijd nodig voor betere scheidingstechnieken van autobanden. Het is bijvoorbeeld belangrijk om te weten of er speciale anti-lek lagen zijn aangebracht, omdat deze de recycling verstoren;
2. Sommige onderdelen van een band zijn makkelijker te scheiden dan andere onderdelen. Zo zijn het loopvlak en de zijkanten redelijk eenvoudig af te schrapen. Het verwijderen van de innerliner is veel complexer omdat dit een dunne laag rubber is aan de binnenzijde van een band.
3. Omdat afgedankte banden nu vrijwel niet gesorteerd worden, gaat er veel waardevolle grondstof verloren. Er liggen sorteertechnieken binnen handbereik maar of het in de praktijk ook succesvol is, hangt onder andere af van economische factoren. Om die reden is het advies aan bedrijven om stap-voor-stap banden te gaan sorteren.
4. Doordat autobanden steeds complexer worden, is het steeds lastiger om banden hoogwaardig te recyclen. Een betere afstemming tussen de producenten en recyclaars van autobanden kan bijdragen aan een meer hoogwaardige recycling van banden. Zo kan het helpen om markeringen aan te brengen op een band of om informatie uit te wisselen over de aanwezigheid van aramide in specifieke banden.