

Het analyseren van vloeistofstromingspatronen

Citation for published version (APA):

Kouwenberg, N. G. M. (1984). Het analyseren van vloeistofstromingspatronen. In *De toekomst van de universitaire automatisering : symposium programma 4 december 1984* (blz. 64-67). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1984

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Het analyseren van vloeistofstromingspatronen

(N.G.M. Kouwenberg)

Om patronen in vloeistofstromingen visueel te kunnen waarnemen wordt gebruik gemaakt van de waterstofbellentechniek. De beelden die hierbij ontstaan kunnen op film of video worden vastgelegd en aldus kwalitatief worden geanalyseerd. Met behulp van statistische methoden kunnen ook kwantitatieve gegevens aan de stroming ontleed worden waarbij een bepaalde steekproef van beelden bewerkt worden. Door de veelheid van de gegevens die beschikbaar zijn is computerverwerking geboden. Hierbij ontstaat het probleem van de invoer van de beeldgegevens. Een bruikbare methode wordt hier uiteengezet.

De waterstofbellentechniek berust op de elektrolyse in water en wordt op de volgende wijze toegepast. In een stromingsgoot wordt loodrecht op de stromingsrichting een elektrode aangebracht. Deze is op regelmatige afstanden van isolatieringen voorzien en wordt op een pulserende stroombron aangesloten. Tegenover deze elektrode bevindt zich een anodeplaat van roestvrijstaal. Op deze wijze ontstaan waterstofbellen die met de stroming worden meegevoerd. Door de combinatie van stroompulsering, isolatieringen en vloeistofstroming worden blokkenpatronen verkregen die gedeformeerd worden door turbulenties waardoor ook een dynamisch verschijnsel ontstaat. De achtereenvolgende beelden die bij een goede belichting op film vastgelegd worden bevatten dan de bemonstering van het dynamisch stromingsgedrag. Wanneer de positie van elke gasbel in het beeld bekend is en dit over een groot aantal beelden kunnen de coördinaten van elke bel als invoerdata van een computerprogramma worden gebruikt voor het berekenen van statistische grootheden zoals de Reijndol-spanningen. Het bepalen van de coördinaten uit de beelden geschiedt met een beeldverwerkings-systeem. Hierbij wordt elk filmbeeld omgezet in 256×256 beeldelementen elk een grijswaarde bevattend in een schaal 0..15. In deze grote hoeveelheid data dienen dan enkele tientallen coördinatieparen te worden gezocht. In dit proces worden de volgende veronderstellingen gehanteerd:

1. De bellen overlappen elkaar niet.
2. De vormen van de bellen benaderen een rechthoek; hierbij zijn de onderlinge afstanden kleiner dan de afmetingen van de rechthoek.
3. In eerste benadering worden de middelpunten van de rechthoeken gezocht in de omgeving van de knooppunten van een regelmatig rooster.

Met deze uitgangspunten ontstaat de volgende zoekstrategie:

1. In het volledige beeld wordt een kader bepaald, het interessegebied, waarbinnen het zoeken wordt gepleegd.
2. Voor het genoemde rooster wordt een verticale en horizontale maat bepaald.
3. Rondom een roosterknooppunt wordt gezocht naar het snijpunt der diagonalen van de rechthoek die een gasbel representeert.

Alle beelddata worden geprojecteerd op de recht-

hoekige assen die het interessegebied opspannen. Dit levert de volgende effecten:

1. Er ontstaat een datareductie van $N \times M$ data naar $N + M$ data.
2. Een ruisonderdrukking wordt bereikt maar ook een maskering kan optreden.
3. In plaats van te zoeken in een vlak kan er nu worden volstaan met het zoeken (tegelijk) langs twee assen. Dit levert een reductie in de dimensionaliteit.

Voor de volgorde van de bewerkingen wordt verwezen naar de illustraties. Het onderzoek levert de volgende conclusies:

1. Het projecteren van de beeldinhoud op een rechthoekig stelsel in het vlak van het beeld levert een efficiënte methode voor de plaatsbepaling van de patroonelementen.
2. De methode is van belang voor beeldverwerking in automatiseringssystemen en kan door hardwarecomponenten aanzienlijk worden versneld (robot vision).
3. Voor specifieke toepassingen moet een nader onderzoek uitsluitel geven over mogelijkheden en beperkingen.

Bij de demonstratie:

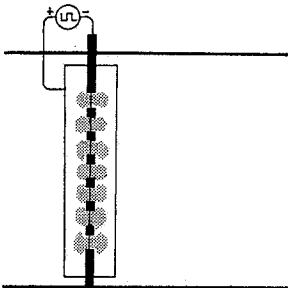
Automatische besturing van industriële processen en automatische controle van industriële producten met behulp van elektronische camera's zijn pas in de loop van de laatste jaren van praktisch nut geworden, dankzij steeds complexere en goedkopere "chips". Het probleem hierbij is de geweldige hoeveelheid gegevens die in korte tijd verwerkt moeten worden. De beelden die bij "computer vision" toepassingen worden gebruikt zijn opgebouwd uit zo'n 32.000 tot 128.000 beeldpunten. Uit de helderheid van al die punten moet de computer binnen hooguit enkele seconden nuttige informatie afleiden voor de besturing van een robotarm of iets dergelijks. Er wordt dan ook gebruik gemaakt van technieken om het beeld zodanig voor te bewerken, dat de hoeveelheid gegevens tot handzame proporties worden teruggebracht. Hiervoor worden meestal speciale "image processors" gebruikt. De computer kan vervolgens aan de hand van de gereduceerde gegevens de aard en de positie van voorwerpen in het beeld bepalen.

Deze opstelling is zuiver experimenteel. De beeldverwerkingsapparatuur bevat geen speciale schakelingen, alles moet door de computer worden gedaan. Hij kan dan ook niet de snelheid halen, die in de praktijk gewenst is.

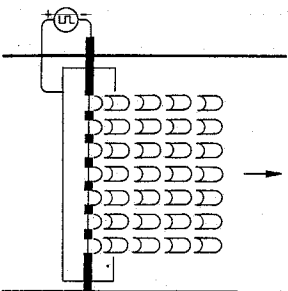
"Computer vision" technieken worden momenteel toegepast bij onder meer het automatisch monteren van micro-elektronische schakelingen op dragers en de kwaliteitscontrole van producten. Het aantal toepassingen groeit voortdurend. In de naaste toekomst zullen robots zijn uitgerust met een elektronisch "gezichtsvermogen".

BEELDVERWERKING BIJ STROMINGSONDERZOEK

Vloeistofstroming wordt zichtbaar door de injectie van merktekens, gevormd door gaswolkjes die ontstaan bij elektrolyse.

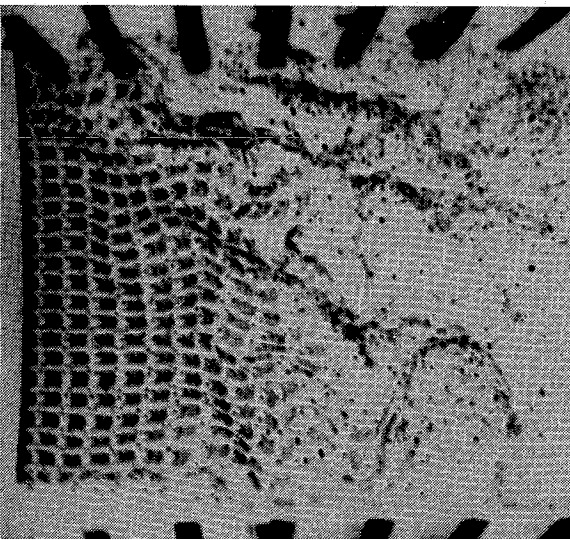


Bij stroomdoorgang treedt gasvorming op ter plaatse van de niet geïsoleerde delen.



Een regelmatig rooster ontstaat bij gelijkmatige stroompulsen en stroming.

Bij turbulentie verschijnselen ontstaan dynamisch onregelmatige patronen.



Voor het gebruik van computerprogramma's die de uiteindelijke stroming analyseren is het nodig de coördinaten van elk merkteken in te voeren. Dit kan met de hand gebeuren of geautomatiseerd met een beeldverwerkingsysteem.

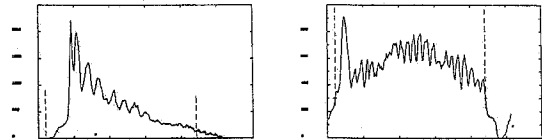
ZOEKSTRATEGIE :

Aannamen:

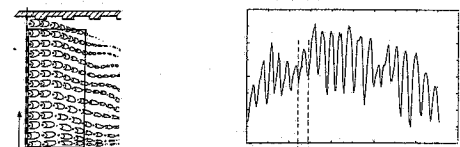
1. Merktekens overlappen elkaar niet.
2. Merktekens benaderen een rechthoekige vorm.
3. Structuur benadert een regelmatig rooster.

Methode:

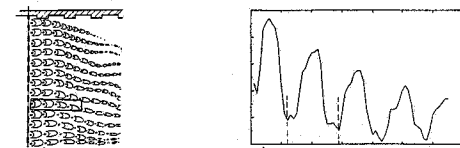
1. Bepaal het interessegebied.
2. Bepaal een horizontale en verticale roostermaat.
3. Zoek rondom een roosterpunt naar de centrale positie van een merkteken.



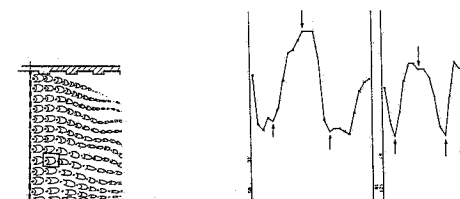
x en y projectie van het volledig beeld



y projectie van het interessegebied



x projectie van de lijn omgeving



x en y projectie van het merktekengebied

Het zoeken in dit groot aantal beeldelementen wordt vereenvoudigd door toepassing van projecties. Het snijpunt der diagonalen van elke rechthoek representeert de positie. De coördinaten ervan zijn het resultaat van de beeldverwerking.