

De ontwikkeling van een 'economy vision' : een zelflerend herkenningssysteem voor een flexibele toevoerinrichting

Citation for published version (APA):

Kampen, van, P. J. W., & Smals, A. T. J. M. (1984). De ontwikkeling van een 'economy vision' : een zelflerend herkenningssysteem voor een flexibele toevoerinrichting. *Constructeur*, 23(11), 34-37.

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.

De ontwikkeling van een 'economy vision' (een zelflerend herkenningssysteem voor een flexibele toevoerinrichting)

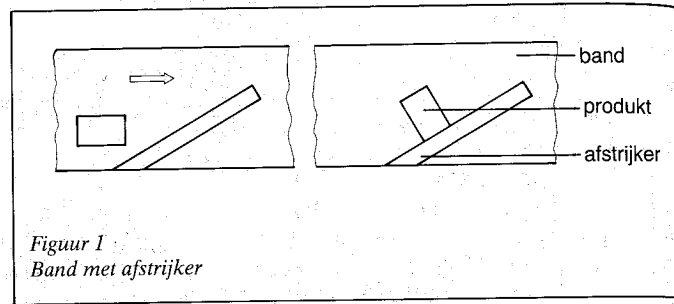
In de werkeenheden bedrijfsmechanisatie van de Technische Hogeschool Eindhoven wordt onderzoek gedaan naar flexibele automatisering en industriële robots.

Een probleem bij de introductie van robots in de geautomatiseerde assemblage is het gebrek aan goedkope, programmeerbare toevoerinrichtingen. Dit artikel beschrijft een onderdeel van een dergelijke flexibele toevoerinrichting; een eenvoudig en relatief goedkoop systeem voor produktherkenning: de 'economy vision'.

Tegenwoordig wordt veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van systemen die willekeurig georiënteerde produkten herkennen. Een typisch voorbeeld hiervan zijn de camerasystemen met twee (zwart en wit) of meerdere grijsniveaus. Ze vergen een grote hoeveelheid rekenwerk om de coördinatentransformaties, noodzakelijk voor de gewenste oriëntatie, uit te voeren. De prijzen van deze systemen liggen globaal tussen de f 15.000,- voor een relatief eenvoudig en f 150.000,- voor het meest complexe systeem [2], [3]. Een alternatieve methode is om het aantal willekeurige oriëntaties te beperken tot enkele stabiele. Het herkenningsprobleem wordt dan sterk vereenvoudigd en het toepassen van een duur camerasysteem kan hiermee komen te vervallen. Een aantal goed gepositioneerde sensoren is dan al voldoende voor het vaststellen van de momentane oriëntatie. Dit zal hierna worden toegelicht. Plaatst men een afstriker schuin over een lopende band, dan zullen de produkten bij het aanlopen een stabiele oriëntatie aannemen (figuur 1).

Voor een vlak, rechthoekig produkt is dit één van de maximaal acht mogelijke stabiele oriëntaties.

Plaatst men nu een aantal sensoren loodrecht boven de afstriker dan kan hiermee de oriëntatie van het produkt worden bepaald. Iedere sensor wordt zodanig geplaatst dat deze die karakteristiek detecteert, welke kenmerkend is voor één van de vier stabiele oriëntaties gezien vanuit onder- respectievelijk bovenvlak. Een



Figuur 1
Band met afstriker

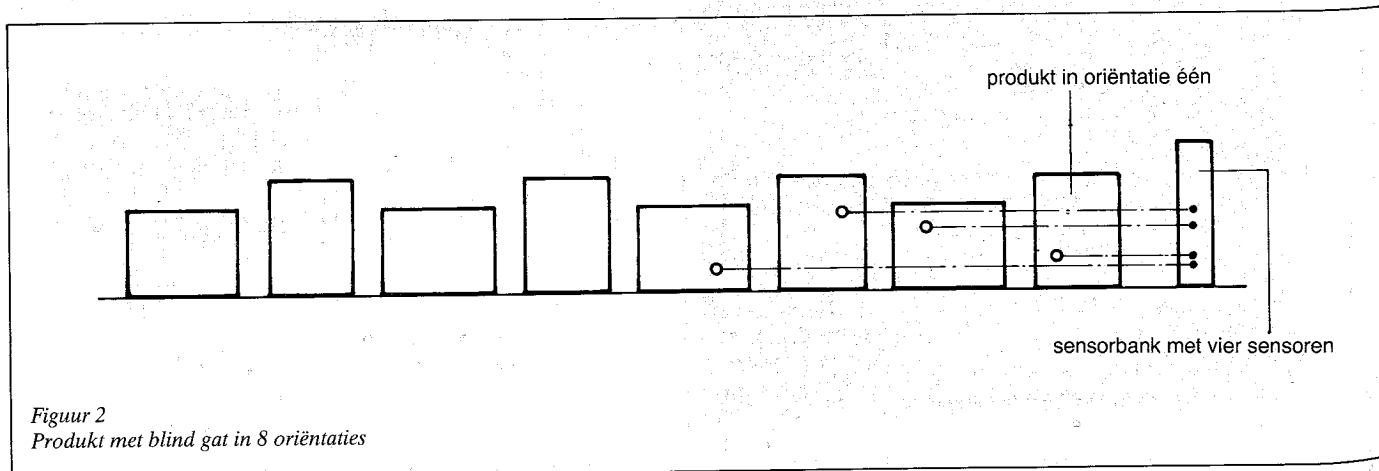
kenmerk kan bijvoorbeeld zijn een gat of lasnaad. De plaatsing van de sensoren wordt geïllustreerd in figuur 2.

Het is eenvoudig voor te stellen dat bij een produkt wat kan aanliggen aan Z stabiele zijden, er maximaal Z sensoren benodigd zijn voor éénduidige detectie. Bij een vlak rechthoekig produkt zijn er dit dus ten hoogste vier. Voor de proefopstelling is verder uitgegaan van produkten met maximaal vier stabiel aanliggende zijden.

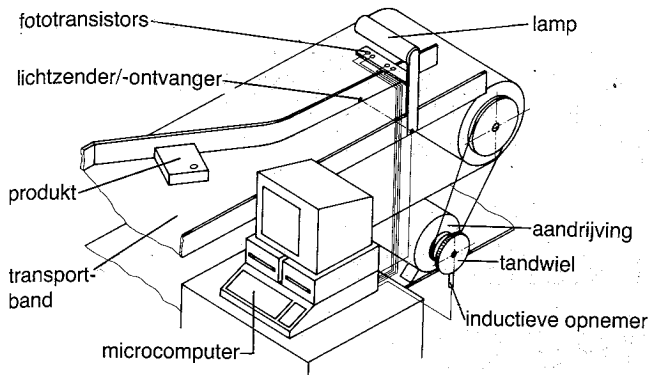
Proefopstelling

Kort samengevat bestaat de proefopstelling uit de volgende onderdelen, zoals weergegeven in figuur 3:

- matzwarte transportband
- regelbare aandrijving (0-100 m/min.), bestaande uit een elektromotor met hydraulische variator
- sensorbank, bestaande uit een staaflamp en vier, loodrecht op de transportrichting, verplaatsbare fototransistors: de sensoren
- lichtzender/-ontvanger die de aanwezigheid van een produkt registreert



Figuur 2
Produkt met blind gat in 8 oriëntaties



Figuur 3
Proefopstelling

- tandwiel met inductieve opnemer voor het creëren van een meetpuls. Hierdoor worden bandsnelheidsvariëaties geëlimineerd. Het resultaat is een meting om de 1,56 mm bandopzet
- Apple IIe microcomputer voor de besturing van het systeem en de verwerking van de sensorsignalen.

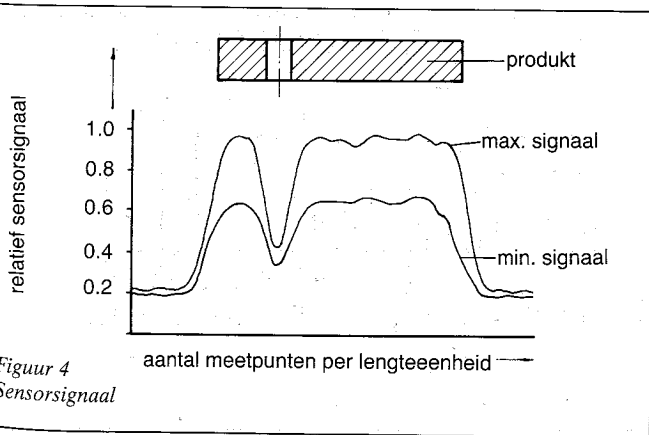
De vier gebruikte fototransistors zijn van het type Philips BPX 25. De optimale gevoeligheid ligt aan het begin van het infrarood met een golflengte van 0,8 micrometer. Ze zijn voorzien van een lensje waardoor het blikveld beperkt is tot een vrij smalle bundel. De signalen afkomstig van de sensoren worden via een Op-amp (operationele versterker), gebruikt als 'voltage-follower' (teruggekoppelde operationele versterker) en een 8-bits AD-converter (type AD7581) naar de Apple gevoerd. Voor een lage belasting van de fototransistors is een afsluitweerstand van 100 kOhm gekozen.

De lichtzender/-ontvanger is via een Schmitt-trigger, de inductieve opnemer is direct aan een digitale ingang van de Apple gekoppeld.

Herkenningsstrategie

In eerste instantie zijn enige verkennende metingen gedaan met producten van koudgewalste plaat. Tijdens deze metingen bepaalt een sensor als het ware een doorsnede van het produkt.

Het sensorsignaal vertoont nogal wat spreiding bij doorvoer van verscheidene produkten, tot zelfs 40 procent van het signaal, zie figuur 4. Oorzaak is het grote verschil in oppervlaktereflectie. Met andere woorden: de 'kleur' van het oppervlak is niet erg constant. Daarnaast is het van groot belang dat er voldoende contrast bestaat tussen achtergrond (transportband) en produkt. Daarom is het detecteren van warmgewalste plaat met zijn donkere oxidehuid niet mogelijk.



Figuur 4
Sensorsignaal

Vanwege de afmetingen van de referentie-oriëntaties vastgelegd: de referentie-oriëntaties. Per oriëntatie wordt één sensorsignaal uitgelezen, namelijk dat signaal van de sensor waaronder het kenmerk wordt doorgevoerd. Tijdens het doorvoeren van verscheidene produkten wordt van elke oriëntatie een bandbreedte gecreëerd. Deze heeft als maximum de grootste waarde en als minimum de kleinste waarde van ieder meetpunt (om de 1,56 mm).

Daarnaast bestaat nog de mogelijkheid om het sensorsignaal te differentiëren. Zodoende wordt de vorm van het signaal vastgelegd. Zijn de referentie-oriëntaties eenmaal bekend, dan kan in de herkenningprocedure een vreemd produkt worden aangevoerd. Alle vier de sensorsignalen worden dan uitgelezen. Daarna wordt de meting van dit produkt vergeleken met de meting van een referentie-oriëntatie. Komt het aantal meetpunten nagenoeg overeen, dan wordt met een bijbehorende oriëntatie vergeleken. Dit houdt in dat de waarden van het signaal afkomstig van het kenmerk binnen de bandbreedte moeten liggen. Daarvoor is in de inleesprocedure een onder- en een bovengrens van het kenmerk ingegeven. Valt het signaal ook maar enigszins buiten deze bandbreedte dan wordt het, afhankelijk van het aantal meetpunten, opnieuw vergeleken met een volgende referentie-oriëntatie, totdat een uitspraak mogelijk is. Faalt deze procedure dan wordt dit aangegeven als niet herkend.

Proefnemingen

Het computer programma is geschreven in Pascal. Deze taal heeft het grote voordeel dat het programma goed leesbaar is en dat wijzigingen gemakkelijk zijn uit te voeren. Daarentegen maakt deze wijze van programmeren het hele systeem wel traag. De maximale bandsnelheid is 4,9 m/min. Dit resulteert in een theoretische toevoersnelheid van 16 produkten per minuut bij een produktlengte van 100 mm.

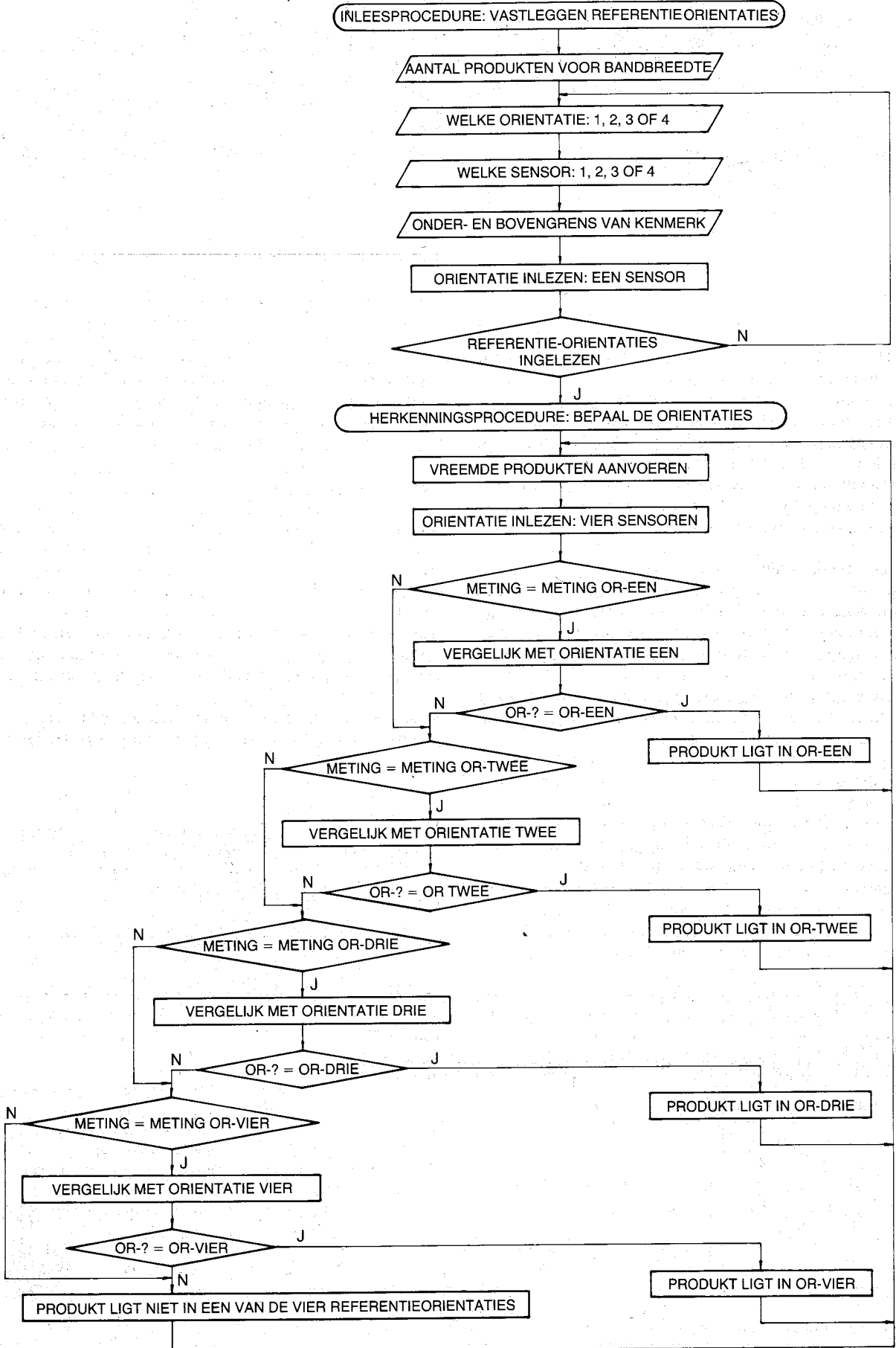
| | | stude in gebunkertem Zustande sowie wiederum verfahren, z. B.: Sicherungsringe, Kolbenringe, Schraubenfedern. |
|-----------------|--|--|
| Flachteile | | Flachteile weisen eine vorwiegend zweidimensionale Werkstückausdehnung auf (0,5 <math>C/A <math>0,49). Sie treten immer in der flächigen Vorzugslage auf. Die Werkstückform ist beliebig, jedoch muß ein Verhaken ausgeschlossen sein. |
| Zylindererteile | | Als Zylindererteile werden alle zylindrischen Werkstücke ohne Formabweichungen betrachtet, deren Längen-Durchmesserverhältnis <math>0,5 <math>="" 30<="" a="" b.:="" beträgt,="" bolzen,="" c="" glatte="" math>="" stangen.<="" td="" wellen,="" z.=""> </math>0,5> |
| Blockteile | | Blockteile sind block- und klötzartige Massivwerkstücke mit unregelmäßiger Form, z. B. Winkel, Dreieck, Viereck. |

Figuur 6
Werkstuk classificatie [1]

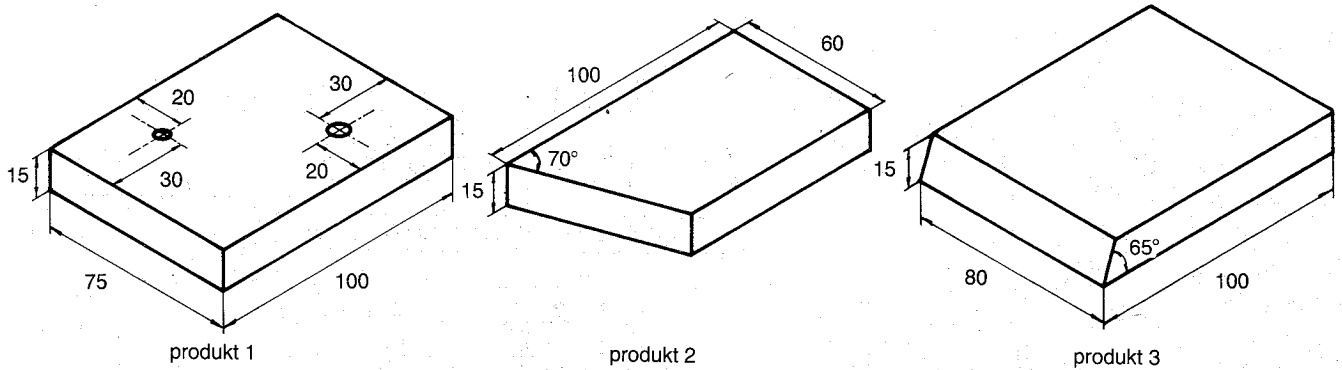
Door middel van een aantal proefnemingen met een drietal produkten uit koudgewalste strip (figuur 8), is inzicht gekregen in de mogelijkheden en onmogelijkheden van het systeem. De afmetingen van de produkten zijn bepaald aan de hand van een onderzoek van Frank [1]. Deze heeft allerlei produkten ingedeeld in twaalf verschillende klassen, zie figuur 6.

Uit zijn onderzoek volgt dat de niet-hakende, vlakke delen ongeveer 23 procent van het totaal uitmaken. Belangrijker echter is te weten, welke globale afmetingen deze vlakke delen hebben. Dan blijkt dat 71 procent afmetingen heeft die variëren tussen 20 en 200 mm.

Het is deze groep produkten en met name de lasprodukten waarvoor de toevoerinrichting, in het bijzonder de vision, geschikt



Figuur 5
Flowchart



Figuur 8
Proefprodukten

moet zijn. Het eerste proefproduct is een rechthoekige plaat met twee gaten van 6, resp. 8 mm doorsnede.

Het tweede produkt is een plaat met schuine zijde.

Het derde produkt is een plaat voorzien van een lasnaad.

Uit de proefnemingen met deze produkten blijkt dat het systeem moeiteloos de verschillende oriëntaties van de produkten twee en drie onderscheidt. Echter het onderscheid van de gaten van 6 en 8 mm doorsnede is niet altijd eenduidig. Er zijn nog enige tekortkomingen aan het systeem geconstateerd.

De mogelijke oorzaken zijn:

- de tandwiel/inductieve opnemer-combinatie. Bij onderbreking van de lichtstraal die aangeeft of het produkt aanwezig is, zal het zelden voorkomen dat de meetpuls op hetzelfde moment start. Er wordt namelijk één meetpuls gegeven bij het 'hoog' zijn van het afgegeven signaal van de inductieve opnemer. Dit 'hoog' zijn komt overeen met een lengte van ongeveer 0,8 mm. Het wordt afgewisseld met een 'laag' zijn over dezelfde lengte. De eventuele spreiding van de meetpuls bedraagt zodoende 0,8 mm. Een eenvoudige verbetering is toepassing van een pulsgever met teller met een oplossend vermogen van bijvoorbeeld 0,1 mm.
- de sensorbank, bestaande uit de vier fototransistors met staaf-lamp. De belichting van het produkt is door de bevestiging van de fototransistors verre van ideaal. Bij plaatsing naast elkaar wordt er teveel schaduw geworpen op het produkt waardoor het sensorsignaal vervlakt. Focusering van de lamp met behulp van

een lens of perspex staaf zal waarschijnlijk een aanzienlijke verbetering geven. Een andere mogelijkheid is het toepassen van vier kleine sensoren met ieder een eigen lichtzender en -ontvanger. Een voorbeeld is de Skan-A-Matic S353.

Conclusie

De kracht van dit systeem ligt in zijn eenvoud, met gebruikmaking van beperkte middelen wordt toch een leuk resultaat behaald.

Het vergroten van de toevoersnelheid kan eenvoudig geschieden door kritieke delen van het computerprogramma te schrijven in Assembler ('lagere' programmeertaal, ligt dichtbij de machinetaal, dit in tegenstelling tot 'hogere' programmeertalen zoals Fortran, Cobol etc.). Als eerste zou hiervoor in aanmerking komen het tegelijkertijd uitlezen van de vier sensorsignalen in de herkenningsprocedure.

Voorzover het zich nu laat aanzien kunnen vele soortgelijke produkten volgens deze strategie eenduidig worden herkend.



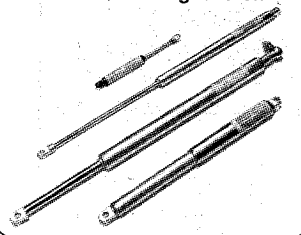
Literatuur

- [1] Frank, H.E., *Handhabungseinrichtungen*, Mainz (1975)
- [2] Zimmerman, N.J., *Overview of industrial vision systems*, uit *Industrial applications of image analysis*, DEB, Pijnacker (1983)
- [3] Boothroyd, G., Dewhurst, P., *Parts presentation and feeding for robot assembly*, *Annals of the CIRP* Vol. 31/1/1982.

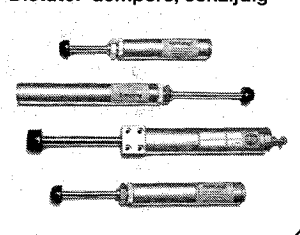
KWALITEIT WINT met DICTATOR-TECHNIEK

GASVEREN EN DEMPERS

Dictator-Industrie gasveren



Dictator-dempers, eenzijdig



Dictator-dempers, tweezijdig



op maat - van Dictator-Techniek. Met gegarandeerd gelijkblijvende hoge kwaliteit en bedrijfszekerheid. Verspreid over de gehele wereld. Voor veel doeleinde te gebruiken. Levering van kleinere aantallen en speciale uitvoering is mogelijk. Vraag offerte!



vertegenwoordiging voor nederland **themans bv** zutphen, postbus 115, telefoon 05750-16241*, telex 49089

Omcirkel nr. A 1865 voor meer informatie