http://sajie.journals.ac.za

ISSN 1012-277X S.Afr.j.ind.eng.

S A Tydskrif vir Bedryfsingenieurswese, Vol 4, No 1, Junie 1990 pp30-40

MASJIENVISIE AS OUTOMATISERINGSOPSIE VIR SUID-AFRIKAANSE NYWERHEDE

CJ FOURIE
Departement Bedryfsingenieurswese
Universiteit Stellenbosch

OPSOMMING

Indien Suid Afrika sy produktiwiteit wil verbeter, is outomatisasie 'n werkbare opsie. Die klemverskuiwing van harde na aanpasbare outomatisasie het veroorsaak dat die tegnologie rondom robotika en masjienvisie in belangrikheid toeneem.

Omdat die masjienvisiekonsep nog relatief onbekend in Suid Afrika is, was dit nodig om eers die beginsels rondom die konsep neer te lê. Dit sluit aspekte soos beeldverkryging, beeldanalise, beeldinterpretasie en kalibrasie in.

As 'n finale stap is gekyk na die toepassing van masjienvisie in verskeie velde asook die regverdiging daarvan.

ABSTRACT

Automation can effectively improve productivity. A recent shift from hard to flexible automation boosted the robotics and machine vision technology as options for implementation.

The principle of machine vision is still new in South Africa and it was therefore neccessary to create a conceptual base which includes aspects of image capturing, image analysis, image interpretation and calibration.

The final step of this research program was to investigate the application and justification of vision in various fields.

http://sajie.journals.ac.za

1. DOEL

Die doel van hierdie publikasie is om navorsers en nyweraars bewus te maak van masjienvisie as 'n opsie om produktiwiteit te verhoog. Die verhoging van produktiwiteit sal weer bydra tot die verstewiging van die Suid-Afrikaanse vervaardiging-sektor in die buitelandse sowel as die binnelandse markte.

2. INLEIDING

Suid Afrika het vir baie lank op sy goud en sy minerale rykdom staat gemaak om sy ekonomie aan die gang te hou. Dit is slegs in die afgelope dekade dat sektore soos die krygstuigbedryf begin ontwikkel het. Hierdie poging is egter sterk deur sanksies gedryf en sou moontlik nie andersins so vinnig ontwikkel het nie. Ons moet argitekte van ons eie toekoms bly en daarom moet ons na ander bronne kyk om die land se lewensare te voed. Die belangrikste van hierdie bronne of sektore is die vervaardigingsbedryf in Suid Afrika en sy vermoë om te kan meeding op internasionale vlak. Dit is egter ook waar dat Suid Afrika nie veel in hierdie bedryf sal kan vermag as die produktiwiteit nie verbeter word nie.

Outomatisasie kan beskou word as een van die beter tegnieke om produktiwiteit te verbeter en wel om die volgende rede: Alle prosesse het 'n graad van veranderlikheid wat in meeste van die gevalle deur die mens veroorsaak word. Hierdie veranderlikheid is nie bevorderlik vir kwaliteit nie en beinvloed dus so ook opbrengs. Outomatisasie is 'n metode om veranderlikheid uit te skakel en herhaalbaarheid in te bou.

Dit is dus noodsaaklik om tred te hou met die vlakke van outomatisasie wat deur ander industriële lande bedryf word. 'n Verskeidenheid aanpasbare, rekenaargebaseerde toerusting is gedurende die afgelope twee dekades vir die vervaardigingsbedryf ontwikkel. Visie vorm deel van hierdie ontwikkeling en die verkryging en prosessering van visuele

http://sajie.journals.ac.za

inligting is so 'n bruikbare konsep dat dit ontwikkel het tot 'n sleuteltegnologie in outomatisasie en dit is reeds wêreldwyd ingespan om by te dra tot outomatisering op verskillende skale - van so klein as 'n enkele operasie tot so groot as 'n hele aanleg. As toegepaste tegnologie vorm dit 'n integrale deel van robotika, rekenaargesteunde ontwerp en -vervaardiging en aanpasbare vervaardigingselle. Hierdie klemverskuiwing van harde na aanpasbare outomatisasie het veroorsaak dat die tegnologie rondom robotika en masjienvisie 'n belangrike oorweging in S.A. geword het, soveel so dat dit dalk in die toekoms selfs 'n noodsaaklike deel van die vervaardigingsbedryf gaan word.

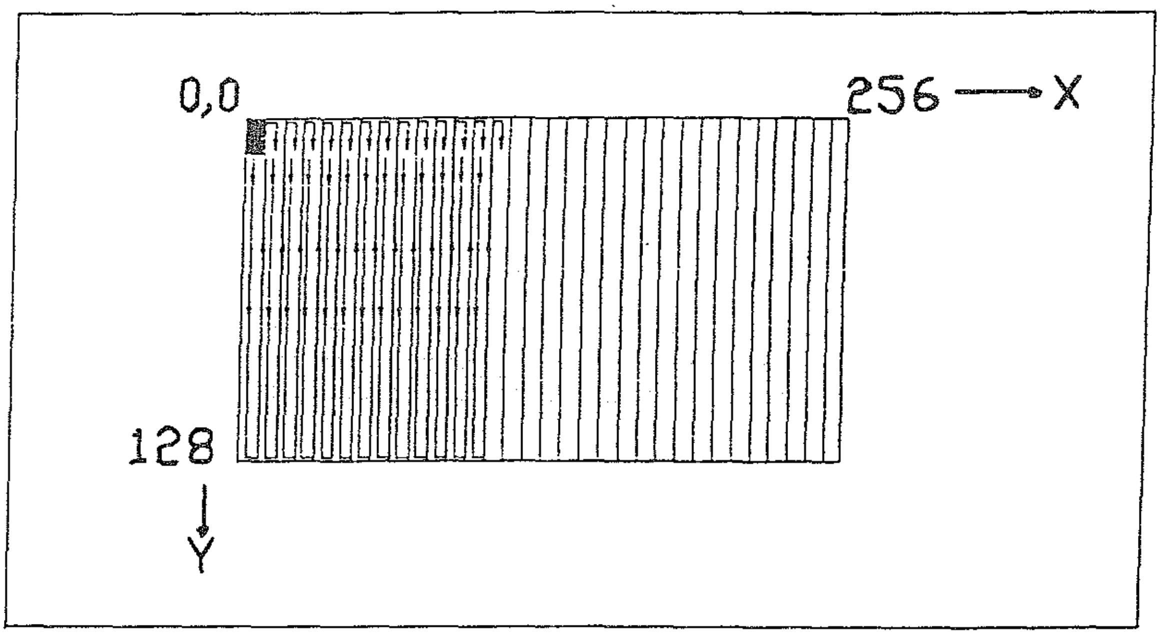
Die Sentrum vir Robotika (SENROB) by die departement Bedryfsingenieurswese aan US is 'n navorsingsliggaam wat hom toelê op die gebied van robotika en verwante velde met die doel om omvangryke navorsingsprogramme op dié gebiede uit te voer sodat dit as 'n sentrum van uitnemendheid 'n leidende rol kan speel in die implementering van nuwe tegnologieë in die S.A. nywerheidsektor.
Die Sentrum het die behoefte na aanpasbare outomatisasie erken en 'n navorsingsprogram is begin met die uiteindelike doel om nyweraars te ondersteun met die toepassing van masjienvisie en ander outomatiseringstegnieke.

3. DIE WERKING VAN DIE VISIEPROSES

Omdat die masjienvisiekonsep nog relatief onbekend in Suid-Afrika is, was dit nodig om eers die beginsels rondom die konsep neer te lê. Die proses in 'n visiestelsel kan verdeel word in drie subprosesse, naamlik beeldverkryging, beeld-analise en beeldinterpretasie. Nadat die beeld dus waargeneem en geïnterpreteer is, word 'n besluit op grond van hierdie resultate geneem waarna 'n aksie volg. Hierdie vermoë wat die visiestelsel het om data outomaties uit die omgewing te versamel, te verwerk en te interpreteer, verleen 'n besondere hoë graad van aaspasbaarheid aan die stelsel. 'n Kort bespreking van elk van die substelsels volg hierna.

http://sajie.journals.ac.za

3.1 Beeldverkryging word beïnvloed deur verskeie faktore waarvan beligting, optika en die kamera die belangrikste is. Die belangrikste komponent van die kamera is die sogenaamde beeldsensor (image sensor) wat die stelsel in staat stel om lig wat van die objek kom, na digitale data te transformeer. Die beeldsensor is opgebou uit 'n groep ligsensitiewe selle wat as 'n matriks van 256 kolomme by 128 rye gerangskik is. Die kamera is van die area-skandeertipe en vul dus die beeldmatriks deur een ry met agt kolomme te vul en daarna die volgende ry, en so aan. Hierdie vullingsproses kan op die volgende skets gesien word.



Die selle stoor elektriese lading, vandaar die byvoegsel CCD wat staan vir *charge-couped device*. Om 'n beeld waar te neem, word al die selle gepuls om in die "AAN"-staat te verkeer. Die beeldsensor word dan aan lig blootgestel en elke sel begin nou as gevolg van die invallende lig ontlaai om na die "AF"-staat te gaan. Die aard van die lig bepaal die ontlaaitempo van elke sel, en sodra die sel benede 'n sekere ladingsdrumpel ontlaai het, gaan dit na die "AF"-staat. Hierdie proses vind plaas vir die duur van die blootstellingstyd. Na die blootstellingstyd, verkeer die

http://sajie.journals.ac.za

ligselle dus in 'n staat van "AAN" of "AF". "AAN" word as donker (digitale waarde = 1) en "AF" as lig (digitale waarde = 0) geneem. Hierdie staat van die matriks (nulle en ene) word nou op grond van sekere soekprosedures waargeneem en in die rekenaargeheue ingelees, waarna die beeldprosesserings-program oorneem om 'n beeld met eienskappe van hierdie rowwe data te vorm.

3.2 Beeldanalise: Die beelddata word in hierdie subproses verwerk deur verskeie berekeninge daarmee te doen. Die drie fundamentele analise-metodes tans in gebruik, is

- Die pasmetode wat gebruik maak van ooreenkomste tussen rowwe, onbekende data en voorafgestoorde pasmate om so die totale graad van verskil tussen die data en die pasmate te bepaal.
- Groep- of gebiedvorming wat gebruik maak van tegnieke wat aangrensende prentelemente (data-elemente) in groepe kassifiseer op grond van verskeie eienskappe.
- Lynkodering wat in sekere opsigte ooreenstem met die groepvormingsmetode, maar in hierdie geval word gebiede nie gevorm nie omdat die beeld deur kurwes gevorm word.

3.3 Beeldinterpretasie: In die finale subproses van die visieproses, word die resultate van die beeld-analise geïnterpreteer en 'n besluit oor die voorwerp se identiteit geneem. Die besluit word gegrond op die ooreenkoms wat gevind word tussen die eienskappe van die onbekende beeld en die groepe bekende eienskappe van bekende beelde. Die identiteit van die bekende beeld wat die beste met die onbekende beeld vergelyk, word aan laasgenoemde toegeken sodat dit dus bekend raak en tot 'n sekere groep in die bekende stel beelde toegewys kan word.

http://sajie.journals.ac.za

4. PRAKTIESE TOEPASSINGS

4.1 Robotika

Die robotika-veld is 'n spesiale toepassingsgebied vir visie, veral omdat dit aan robotte die vermoë verleen om te reageer op die onmiddellike omgewing. Sodoende verkry die robot 'n groter mate van aanpasbaarheid. Soos wat visiestelsels goedkoper, kragtiger en meer betroubaar word, sal "blinde" robotte 'n toenemende gevaar loop om deur seleksie tot 'n minimum verminder te word, tensy sulke robotte se akkuraatheid baie verbeter. Daar is dan ook 'n tendens om robot-arms wat tot groter akkuraatheid in staat is, te ontwikkel.

Visie- en robotontwikkeling het dus 'n sterk positiewe invloed op mekaar sodat steeds beter stelsels daaruit voortvloei.

4.2 Motorvervaardiging

Die British Robotic Systems Ltd. het 'n visiestelsel ontwikkel wat komponente uit dieselfde familie op 'n vervoerband uitken en die koördinate (posisie) daarvan na 'n robot stuur. Die robot neem die komponent, hou dit stewig terwyl dit gemasjineer word en bied dit daarna aan 'n inkdrukker sodat 'n onderdeelnommer daaraan toegeken kan word. Die robot plaas die komponent terug op die vervoerband vir sortering na die korrekte houer.

Al die kompomente vorm deel van 'n verkoelingspyp-samestelling vir enjins. Hierdie toepassing het 'n span operateurs wat in vuil, vervelende omstandighede moes werk, verplaas. Die terugbetalingsperiode daarvan was korter as 'n jaar.

Vele ander toepassings kan genoem word.

http://sajie.journals.ac.za

4.3 Elektronikabedryf

Visie word in die elektronikabedryf saam met robotte gebruik vir veral samestelling terwyl inspeksie van komponente 'n ander belangrike toepassing is. Die plaas van elektroniese komponente op stroombaanborde is al in verskeie stelsels gerealiseer terwyl visuele inspeksie en oriëntering op groot skaal in die halfgeleierbedryf aangewend word.

4.4 Voedselbedryf

Hierdie bedryf is ryk aan toepassingsmoontlikhede vir visie soos blyk uit voorbeelde van stelsels wat reeds geïmplementeer is. Dit sluit in inspeksiestelsels om gebrande graanvlokke te elimineer, die vulvlakke van gebottelleerde produkte te kontroleer en wanvorming van pizzakorse en vloeiholtes in sjokoladebedekkings uit te wys. Visie word ook gebruik om vrugte en groente te gradeer en selfs om klippe tussen neute te vind voor die neute verpak word.

4.5 Medies en farmaseuties

In die mediese wêreld het visie reeds die menslike operateur vervang in die analise van bloed- en urienmonsters. Sommige medikasie word voorsien deur 'n toediener (druppel, maatlepel), 'n bottel met die samestelling en 'n inligtingspamflet in 'n kartonhouer te plaas. Ten einde te verseker dat 'n volledige houer die verbruiker bereik, word visie gebruik om 100%-inspeksie op die houers te doen om te verseker dat al die genoemde items wel ingesluit is.

4.6 Lugvaartbedryf

'n Intelligente robotstelsel is enkele jare gelede deur Lockheed ontwikkel om klinknaelwerk op vliegtuigsamestelling te doen. Die stelsel bestaan uit 'n visiegedeelte, 'n robot, outomatiese klinkmasjien en 'n beheereenheid. Die

visiestelsel identifiseer die samestelling, bepaal die posisie daarvan en lei die robot om die samestelling in die klinkmasjien te plaas. Sodra die klinkproses voltooi is, doen die visiestelsel inproses inspeksie.

5. REGVERDIGING VAN VISIE

Die vraag ontstaan nou of visie werklik oorweeg moet word ten spyte van die hoë kapitaal-inset wat vereis word. Bestuurders/ingenieurs ondersoek gedurig moontlikhede waarin belê kan word ten einde dienste, prosesse of ontwikkeling te verbeter en/of ekonomies doeltreffender te maak. Visie bied so 'n moontlikheid met betrekking tot outomatisasie en aanpasbare vervaardigingselle. Hierdeur kan visie op grond van kwalitatiewe aspekte geregverdig word.
Indien visie egter suiwer vanuit 'n ekonomiese oogpunt geregverdig moet word, kan heelwat voordelige aspekte genoem word. Die volgende is 'n paar voorbeelde:

5.1 Vermindering van vervaardigingskoste

(a) Neem vervelige inspeksietake by mense oor en verhoog so die akkuraatheid
(b) Verminder skroot en herwerk
(c) Outomatiseer toetsterugvoer teen laer arbeidskoste
(d) Verkry vinniger reaksie en optrede tydens wanfunksionering en brekasie in die stelsel
(e) Die mens word uit potensiële gevaarlike werksomstandighede gehou
(f) Verminder die nadelige invloed van afwesighede van die mens

5.2 Verbetering van kwaliteit

(a) Verminder versekeringseise
(b) Verhoog die markaandeel
(c) Ondersteun premieprys

http://sajie.journals.ac.za

(d) Verbeter kwaliteit van die produksieproses
(e) Maak produkverbetering meer sistematies
(f) Verminder variasie

5.3 Toename in uitset

(a) Verminder styging van koste
(b) Verminder verlies by uitset as gevolg van skroot en herwerk
(c) Maak skedulering meer akkuraat
(d) Vertragings/stilstandtye word aansienlik verkort deurdat produkoorskakeling vinniger geskied

5.4 Kleiner kapitaaluitleg

(a) Bespaar op die klamp- en setmaatkoste van harde outomatisasie
(b) Verminder voorraad wat benodig word om vir herwerk en skroot te kompenseer
(c) Elimineer veiligheidskostes deurdat personeel uit gevaargebiede verwyder is

6. MASJIENVISIE VIR DIE TOEKOMS

Alhoewel visie vir masjiene 'n relatiewe nuwe begrip vir Suid Afrikaanse nywerhede is en dus nog nie 'n deel vorm van spitstegnologie nie, is dit raadsaam om reeds op hierdie stadium kennis te neem van moontlike toekomstendense. Dit kan die navorser en nyweraar 'n aanduiding gee van beleggingsmoontlikhede.

Die volgende onderwerpe verteenwoordig slegs 'n paar van die jongste rigtings waarin navorsing tans gestuur word.

6.1 Kleur en multi-spektrale waarneming: Die gebruik van kleur om te onderskei tussen items, word deesdae redelik algemeen. Dit sal inspeksie op grond van kleur vereenvoudig.

http://sajie.journals.ac.za

6.2 Beeld begrip: Verwys na die kognitiewe wetenskap van masjienvisie.

6.3 Drie-dimensionele metings: Is een van die moeiliker begrippe by masjienvisie.

6.4 Optiese vloei en volging: Kan bv. gebruik word om outomatiesgerigte voertuie ("AGV's") te stuur.

6.5 Intelligente visie beheer: Vir die beheer van vervaardigingprosesse.

6.6 Neuronetwerke: 'n Poging word hiermee aangewend om die aangepaste leerproses van die mens te simuleer. Masjienvisie kan hier 'n groot rol speel.

7. SLOT

Hoewel visie 'n belangrike aspek in moderne en toekomstige outomatisasiestelsels is, moet dit realisties en met omsigtigheid benader en oorweeg word.'n Visiestelsel kan nie met enige vervaardigingsel geïntegreer word nie, al is dit ook ekonomies geregverdig. Die integrering van visiestelsels met bestaande toerusting is 'n proses wat kennis van en ondervinding in meganiese hantering, optika, beligting, koppelvlakke, onderhoud en gebruikeropleiding vereis.

Voordat visie oorweeg word, behoort daar ondersoek gedoen te word na alternatiewe (en moontlik eenvoudiger) sensors. Dit kan nie ontken word dat visie nog baie ontwikkeling moet ondergaan en dat daar aanpassings gemaak sal moet word deur voornemende gebruikers.

Visie moet egter positief benader word deur na die sterk punte te kyk soos spoed en komplekse analitiese vermoë om beeldeienskappe te onttrek. Dit kan 'n groot rol speel in die ontwikkeling van 'n mededingende vervaardigingsbedryf vir Suid Afrika.

http://sajie.journals.ac.za

VERWYSINGS

1. BEKKER J F, 1989, "Die ontwikkeling en inbedryfstel van 'n masjienvisiestelsel", Magister-tesis aan Universiteit Stellenbosch, Februarie 1989.

2. FOURIE C J, 1988, "Ontwikkeling van 'n aanpasbare vervaardigingstegnologie vir Suid-Afrikaanse toestande", SAIBI Nasionale Konferensie, Sun City, September 1988.

3. HALL E L, HALL B C, 1988, "Focus: Machine Vision Research", Manufacturing Engineering, July 1988.