

Memo IZF 1990-M28

Van: Drs. J.E. Korteling
Voor: Werkgroep Database Specificaties
Onderwerp: Controle aankleding van visuele databases
Datum: 8 november 1990

CHECKLIST VISUELE DATABASES VAN CGI RIJSIMULATOREN

INLEIDING

Voor effectief gebruik van een rijssimulator met een CGI beeldsysteem is het bewerkstelligen van een goed gevuld beeld, op basis waarvan visuele cues duidelijk naar voren komen, één van de meest cruciale problemen. Hoe minder beeldmateriaal, of beeldvulling des te minder informatie er is om de omgeving duidelijk te kunnen waarnemen. Ten aanzien van de rijtaak gaat het hierbij om wegen, verkeerstekens, obstakels en andere bewegende verkeersdeelnemers en objecten in het landschap zoals gras, bomen, huizen, heuvels enz..., weergegeven met de juiste vormen en afmetingen met eventueel kleur en textuur.

De door Link-Miles geleverd visuele databases van de Leopard 2 en de YPR 765 simulatoren vertonen wat dit betreft grote gebreken (bv. Padmos, 1989; Korteling, 1990). Teneinde hierin verbetering aan te brengen is de werkgroep Database Specificaties ingesteld. Deze werkgroep (waarin ROC-instructeurs en IZF medewerkers deelnemen) stelt specificaties op voor visuele databases, en implementeert deze vervolgens op de simulatoren. Uitgangspunt hierbij is dat de databases natuurgetrouw zijn en zoveel mogelijk gericht zijn op het behalen van de leerdoelen. Bij deze werkzaamheden worden de modellers voortdurend geconfronteerd met het feit

dat de capaciteit van het IMAGE III T systeem van de Leopard 2 en YPR- 765 simulatoren beperkt is. Met deze beperkte capaciteit moet zo efficiënt mogelijk worden omgesprongen. Dit betekent dat database modellers ernaar moeten streven de database zodanig te vullen dat die informatie gepresenteerd wordt die voor de taak op het betreffende traject van maximaal belang is. Minder relevante informatie kost capaciteit en gaat daarom ten koste van de werkelijk belangrijke cues.

Er bestaat echter nogal wat onduidelijkheid over de prioriteiten die hierbij moeten gelden. Hoe belangrijk is beeldvulling en wat bepaalt de kwaliteit ervan? Ten aanzien van de principes die moeten worden nagestreefd teneinde de databases zo efficiënt mogelijk aan te kleden, bestaan er tot op heden geen duidelijke normen. In deze notitie wordt daarom ingegaan op het belang van beeldvulling voor de informatieverwerking bij het uitvoeren van de rijtaak en de problemen die door een slechte beeldvulling worden veroorzaakt. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van in de literatuur gevonden principes aan de hand waarvan deze problematiek kan worden geminimaliseerd. Op basis hiervan wordt tot slot een checklist gepresenteerd waarmee de modellers van de werkgroep Database Specificaties, gegeven de huidige beperkingen van het computersysteem, het CGI landschap zo efficiënt mogelijk kunnen aankleden.

HET BELANG VAN BEELDVULLING BIJ CGI SIMULATIE

Dat de manier waarop de database wordt ingericht van belang is werd o.a. aangetoond door Lintern, Wightman & Westra (1984). In een experiment waarbij een precisie bombardement moest worden uitgevoerd vonden zij dat, ten opzichte van vier andere variabelen (o.a. presentatie van mechanische bewegingsinformatie en de mate van vertraging in de beeldopbouw) de beeldvulling als enige een substantieel effect had op een aantal prestatiecriteria. Beeldvulling varieerde hier van een abstract raamwerk tot een relatief complex landschap met bergen en een riviervallei. Ook vonden zij een positief effect van toepassing van CGI beelden boven eenvoudige lichtpunt-presentatie bij het landen op van een vliegdekschip. Meehan & Triggs (1988) toonden aan dat de onderschatting van waargenomen grootte van objecten op beeldschermen (Roscoe, 1984) kleiner is wanneer de scene veel afstand-informatie bevat, zoals textuur. Omdat de visuele informatie gezien vanuit een wielvoertuig aanzienlijk complexer is dan vanuit een cockpit mag verwacht worden het belang van beeldvulling ook geldt voor de rijtaak.

Hoe hoog de beeldkwaliteit bij CGI systemen ook is, de buitenwereld wordt altijd min of meer geschematiseerd weergegeven. Dat wil zeggen dat de vorm van objecten vereenvoudigd is en dat details in termen van microstructuur, kleur- en luminantieverschillen beperkt zijn. Dit heeft vooral een nadelige invloed op ruimtelijke orientatie en de waarneming van zelfbeweging. Problemen zijn met name te verwachten bij: schatten van afstanden en snelheden, schatten van de ruimtelijke configuratie van wegen, bochten en kruisingen, het leren kennen van de voertuigdimensies en het waarnemen van de ruimtelijke dimensies van terrein (heuvels, hobbels, sporen enz...). Proffitt & Kaiser (1986) geven een goed overzicht van de manier waarop CGI beelden dubbelzinnige of onduidelijke ruimtelijke informatie kunnen geven. Zo kunnen perspectief transformaties bij rigide objecten op een onduidelijke afstand leiden tot het zien van object deformaties.

VUISTREGELS

Om de beeldvulling-problematiek bij CGI simulatoren te minimaliseren biedt de literatuur een aantal vuistregels. Alle visuele waarnemingsfuncties zijn gebaat bij presentatie van objecten met een bekende grootte (bv. Lintern, 1986; Rolfe & Staples, 1986). Deze dienen, evenals de kleine structurelementen (textuur), zoveel mogelijk stochastisch (met enige fluctuatie) regelmatig over het veld verdeeld te worden (Lintern, 1986). Onderzoek wijst uit dat een gedetailleerde weergave van objecten niet altijd noodzakelijk is (bv. Warren, 1985; Lintern, 1986; Drosdol, 1985). Bovendien leert de ervaring dat schematisering (bv stripfiguren) geen groot struikelblok vormt voor herkenning en categorisering van objecten, mits het aantal categoriën beperkt is. Omdat de meeste objecten aan de hand van een paar saillante kenmerken (zoals kleur, grootte en grove vorm) al gauw herkend en grof gecategoriseerd kunnen worden is het belang van de exactheid van representatie en detaillering hierbij ondergeschikt (Lintern, 1986). Voorts neemt het belang van detaillering toe naarmate objecten meer van dichtbij worden gezien. Wat dit betreft zullen de meeste CGI systemen vooral met betrekking tot de herkenning van verkeersborden en terreinkenmerken te weinig mogelijkheden bieden. De gedachte dat niet zozeer de detaillering, dan wel de verdeling, de dichtheid en grotte getrouwheid van beeldelementen belangrijk is wordt ondersteund door een groot aantal experimenten (bijv. Gibson, 1954, 1955). Ook recentelijk nog vonden Kleiss, Curry & Hubbard (1988) onder andere dat vliegprestaties niet werden beïnvloed door de mate van abstractie van objecten, maar wel door object dichtheid.

Bij bekende objecten of materialen dienen de textuurprofielen zoveel mogelijk specifiek te zijn voor de echte oppervlakte structuur (Padmos, 1989). Op basis van de bestaande kennis van leerlingen omtrent de grootte van textuurelementen kan dit helpen bij het schatten van afstand en snelheid (Chappelow, 1982).

Waldram (1985) stelt dat er regelmatige en discrete objecten op korte afstand van het traject van het voertuig geplaatst moeten worden. Hierbij kan in eerste instantie gedacht worden aan lantarenpalen, bermopalen, struiken en bomen. Alleen dán bewegen ze voldoende snel in het perspectief om een goede snelheidssensatie te geven.

Het feit dat CGI simulatoren niet in staat zijn alle tinten in hun volledige luminantie- of contrastbereik te genereren is geen principieel probleem (AGARD, 1980). Brown (1976) meldt dat waarnemers tolerant zijn in het accepteren van vrij grote afwijkingen van correcte kleur. Het belang van kleur en vooral contrast is deels gelegen in een verhoging van de face validity door een schijnbare verbetering van de resolutie (AGARD, 1981; Brown, 1976) en vooral in de bijdrage die het levert in het onderscheid tussen objecten die in superpositie verschijnen ("superpositie" betekent dat het zicht op een object geheel of gedeeltelijk beperkt wordt door een ander, dichterbij staand, object). Door kleurgebruik kunnen superpositie en bewegingsparallax duidelijker naar voren komen. Bij het modelleren van databases dient met dit voordeel rekening te worden gehouden door objecten die frequent in superpositie verschijnen een verschillende kleur of luminantie te geven. Voorts bevordert kleur de objectdetectie en herkenning (Farrell & Booth, 1975) en kan het gebruikt worden om textuur te genereren. De horizon vormt een belangrijke ooghoogte en objecthoogte cue. Derhalve dient de positie hiervan altijd duidelijk te zijn. Alle kleuren/helderheden gaan naarmate ze verder weg staan meer lijken op de kleur/helderheid van de lucht (vertewaas). Moderne beeldsystemen hebben een instelbaar vertewaas. Objecten die zich ver weg bevinden moeten in ieder geval wat fletser en minder contrastrijk worden afgebeeld.

Samenvattend kan gesteld worden dat het gebrek aan beeldvulling dat bij CGI systemen wordt aangetroffen vooral nadelig is bij de ruimtelijke orientatie en de waarneming van zelf- en objectbeweging. Deze functies spelen een belangrijke rol bij de perceptief-motorische taakonderdelen, zoals het manoeuvreren en reguleren van de rijsnelheid in bochten. Anderszijds is gebleken dat in een geschematiseerde omgeving, mits goed gemodelleerd, een aantal eenvoudige perceptief-motorische deeltaken effectief getraind kunnen worden. De problemen ten aanzien van de beeldvulling worden geminimaliseerd door bij het modelleren van de visuele database de volgende checklist te hanteren.

CHECKLIST

- 1 De meest fundamentele voorwaarde waaraan databases dienen te voldoen is de volgende: alle wegen dienen voorzien te zijn van diverse verticale en horizontale structuren langs de weg, zoals huizen, bomen, heggen, bouwlandpercelen, sloten, heken en struiken. Op ieder weggedeelte dient op zijn minst iets van dien aard te zien zijn, zowel links als rechts van de weg.
- 2 Modelleer zoveel mogelijk objecten met een bekende grootte. Voor sommige natuurlijke objecten, zoals bosjes, of rotsblokken, kan dit principe moeilijk worden gehandhaafd. Modelleer hiervan dus slechts varianten die qua vorm en kleur weliswaar verschillend zijn, maar die per soort allemaal ongeveer dezelfde grootte hebben.
- 3 Gebruik zoveel mogelijk prototypische ("grootste gemene deler") afmetingen, vormen, kleuren en textuurpatronen. Modelleer dus "standaard" objecten en niet allerlei varianten die sterk daarvan afwijken. Geen kalveren dus, maar alleen koeien. Geen villa's, maar standaard huizen. Bij het modelleren van bomen betekent dit dat kastanjabomen, populieren, sparren, dennen, ed zoveel mogelijk standaard (volwassen) afmetingen moeten hebben. Als objecten gemodelleerd worden met andere dan standaard-afmetingen, dan moeten hier goede redenen voor zijn.
- 4 Object-dichtheid (hoeveelheid) is belangrijker dan object-detail. Modelleer dus zoveel mogelijk objecten in het landschap en houdt deze zo schematisch mogelijk. Er mag niet meer detail aan zitten dan nodig is om ze goed te kunnen herkennen. Vooral objecten die zich altijd op grote afstand bevinden (huizen, torens, dorpjes bossages) moeten met een minimum aan detail worden neergezet.
- 5 Veel voorkomende objecten dienen zoveel mogelijk stochastisch regelmatig over het veld verdeeld te worden. Dat wil zeggen dat per afstand eenheid (bv. 150 m.), zowel dwars op de weg als langs de weg, steeds ongeveer evenveel objecten van die soort te zien zijn.

- 6 Plaats altijd identieke objecten met regelmatige tussenafstand op korte dwarsafstand van het voertuigtraject (bermpaaltjes, lantaarnpalen, onderbroken middenstreep). Wanneer hierbij overload problemen ontstaan moeten deze vermeden worden door de afstanden tussen de objecten te vergroten (bijv. hectometer-paaltjes i.p.v. reflector-paaltjes).
- 7 Horizontale bochten zijn nauwelijks te overzien, terwijl het goed kunnen schatten van snelheid en afstand hier belangrijk is. Daarom dienen alle bochten met behulp van verticale structuren met regelmatige tussenafstand (bijv. bermpaaltjes) te worden gemarkeerd.
- 8 Met uitzondering van de bermpaaltjes langs de weg of horizon-elementen (zie 13) dienen objecten in het veld altijd op variërende dwarsafstand van de weg te staan ("superpositie"). Dit geldt ook voor de bomen van bossages.
- 9 Objecten die op verschillende afstanden staan en daarbij in superpositie verschijnen dienen een duidelijk verschillende kleur, helderheid of textuur te hebben.
- 10 Lange, horizontaal uitgestrekte, objecten (bijv. muren, wallen, dijken, hekken of sloten) hebben bij voorkeur op regelmatige afstand verticale discontinuïteiten (onderbrekingen, kleur of intensiteitsveranderingen, randen ed.).
- 11 Modelleer objecten die zich altijd ver weg bevinden in wat fletsere, lichtere kleuren dan normaal en gebruik minder contrast.
- 12 De horizon dient altijd duidelijk aanwezig te zijn. Minimaal 20% (24°) van de totale beeldhoek.
- 13 Wanneer een groot stuk horizon te zien is (bijv. over meer dan 80°) moet daarop een ankerpunt te zien zijn (kerktorentje, watertoren, zendmast).

REFERENTIES

- AGARD (1980). Fidelity of simulation for pilot training. NATO, AGARD-AR-159.
- AGARD (1981). Characteristics of flight simulator visual systems. NATO AGARD-AR-164, May 1981.
- Brown, J.L. (1976). Visual elements in flight simulation. Aviation, Space, and Environmental Medicine, September, 1976.
- Chappelow, J.W. & Smart, J.A. (1982). Putting texture in perspective. In: Flight Simulation - Avionics and Aeromedical Aspects. The Royal Aeronautical Society, London, 1982.
- Drosdol, J., Panik, F. (1985). The Daimler-Benz driving simulator: a tool for vehicle development. SAE paper 850334. International Congress & Exposition, Detroit, Michigan
- Farrell, R.E. & Booth, J.M. (1975). Design handbook for imagery interpretation equipment. Boeing Aerospace Company, December, 1975.
- Gibson, E.J., Bergman, R. (1954). The effect of training on absolute estimation of distance over the ground. Journal of Experimental Psychology, 48, 473-482.
- Gibson, E.J., Bergman, R. (1954). The effect of training on absolute estimation of distance over the ground. Journal of Experimental Psychology, 48, 473-482.
- Gibson, E.J., Bergman, R., Purdy, J. (1955). The effects of prior training with a scale of distance on absolute and relative judgements of distance over the ground. Journal of Experimental Psychology, 50, 97-105.
- Kleiss, J.A., Curry, D.G. & Hubbard, D.C. (1988). Effect of three-dimensional object type and density in simulated low-level flight. Proceedings of the human factors society, 1988.
- Korteling, J.E. (1990). De YPR-765 simulator als leerhulpmiddel. Rapport 1990 A-29, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Lintern, G. (1986). An approach to scene design for real-time computer generated imagery. Simulators III, 1986.
- Meehan, J.W., Triggs, T.J. (1988). Magnification effects with imaging displays depend on scene content and viewing condition. Human Factors, 30, 487-494.
- Padmos, P. (1989). Visual modelling errors in the Leopard II driving simulator. Rapport 1989-6, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
- Proffitt, D.R., Kaiser, M.K. (1986). The use of computer graphics animation in motion perception research. Behavioral Research Methods, Instruments, and Computers, 18, 487-492.
- Rolfe, J.M. & Staples, K.J. (1986). Flight simulation. Cambridge University Press.

- Roscoe, S.N. (1984). Judgements of size and distance with imaging displays. *Human Factors*, 1984, 26(6), p. 617-629.
- Warren, R. & Riccio, G.E. (1985). Visual cue dominance hierarchies: implications for simulator design. Paper 851946, Society of Automotive Engineers SAE. Aerospace Technology Conference & Exposition, Long Beach, Cal., October 1985.