

Profiling Graphic Display Systems

Peter Schoeler

Alias Research Incorporated
Toronto, Ontario
and

Department of Computer Science
University of Toronto

Alain Fournier

Computer Systems Research Institute
Department of Computer Science
University of Toronto
Toronto, Ontario
M5S 1A4

ABSTRACT

Graphics systems using three dimensional models, and computing a colour shaded image for a raster display are very common, and range widely in performance and cost. Despite the numerous variations in rendering techniques, visibility determinations, illumination models and modelling primitives manipulated, it is important to be able to compare them when rendering similar scenes.

We present here the first results of a series of profiling of different rendering systems displaying the same scenes on the same machine. The systems studied are a ray-caster, a system using a depth-buffer for visibility determination, and a system using a scan-line Watkins algorithm. The first and last systems have an antialiasing option. Two types of scenes were used, one made of a constant number of polygons varying in size, and the other made of parametric surfaces varying in level of subdivision.

The results, mainly useful for relative comparisons, confirm some predicted behaviours. The depth-buffer algorithm degrades considerably when the depth complexity increases. The ray-caster is not much influenced by the number of polygons, but by the total number of pixels covered. The most striking result is the large proportion of time spent on shading. It is a strong indication that work on ways to make shading computations less expensive, and to design special hardware for that purpose would be fruitful.

KEYWORDS: display systems, rendering techniques, profiling, shading, visibility determinations.

RESUME

Les systèmes graphiques qui utilisent des modèles à trois dimensions et qui produisent des images ombrées en couleur pour des affichages *rasters* sont maintenant très répandus et diffèrent énormément en puissance et en coût. En dépit des grandes variations dans les techniques de détermination de visibilité, les techniques d'ombrage et les techniques de modelage qu'ils utilisent, il est important de pouvoir comparer leurs performances quand ils rendent la même scène.

Nous présentons ici les premiers résultats d'une série de profilage de différents systèmes d'affichage produisant les mêmes scènes sur la même machine. Les systèmes étudiés sont un *lanceur de rayon*, un système utilisant une *mémoire de profondeur* pour déterminer la visibilité, et un système utilisant l'algorithme de Watkins avec la conversion en ligne de balayage. Le premier et le dernier système ont tous les deux une option d'*antialiasing*. Deux genres de scènes ont été utilisées. Un était fait d'un nombre constant de polygones dont seule la taille changeait, et l'autre de surfaces paramétriques à des niveaux variés de subdivision.

Les résultats, surtout utiles pour des comparaisons relatives, confirment beaucoup de prévisions. La performance de l'algorithme de mémoire de profondeur se dégrade de façon considérable quand augmente la complexité de profondeur. Le lanceur de rayon n'est pas très influencé par le nombre de polygones, mais plutôt par le nombre total de pixels recouvertes. Le résultat le plus frappant est la grande proportion de temps consacrée aux calculs d'ombrage. C'est une forte indication du fait que plus de recherches pour améliorer l'efficacité de ces calculs et pour développer du matériel pour cet effet pourrait s'avérer payant.

MOTS CLES: systèmes d'affichage, techniques de rendu, profilage, ombrage, détermination de visibilité.

1. Motivations

A graphic display system, in the context of this study, is a combination of hardware and software which extracts object descriptions from an application database, applies geometric transformations to create instances of objects, determines their projections in a two-dimensional screen space, and computes the colour value of each pixel for the frame buffer of a raster display device. We will limit ourselves to the consideration of systems which handle three-dimensional models of objects, and aim at a *realistic* picture. Even with these restrictions, there exist systems which vary in performance from real-time to real-long-time (several hundred hours per frame), and from a few thousand dollars to a few million.

A display system has three main components (note that we are not considering the interaction with the user in this

