



Résumé :

Les progrès fulgurants du matériel informatique durant ces dernières années témoignent de la volonté de suivre l'évolution grandissante de l'infographie qui se réponde dans divers domaines d'applications. En effet, les scènes 3D créées par ordinateur représentent depuis longtemps un véritable défi dans le domaine de l'infographie, en particulier lorsqu'il s'agit de générer des rendus en temps réel de scènes complexes comportant des surfaces très riches en détails. Bien que d'importants progrès aient été accomplis dans ce contexte, la demande en termes de réalisme n'a pas cessé d'augmenter. D'où l'intérêt de nouveaux algorithmes permettant d'optimiser le temps d'exécution et l'occupation mémoire, tout en conservant la qualité visuelle globale de la scène.

Pour répondre aux exigences croissantes en matière de réalisme et d'interactivité dans les applications d'infographie 3D, des techniques prometteuses consistent à utiliser le placage de déplacement par pixel qui a pour objectif de réduire le nombre de primitives graphiques constituant le maillage 3D (sommets et polygones) en se basant sur les techniques de placage de texture et les algorithmes de traçage de rayon. Ces techniques reposent sur des approches révolutionnaires pour enrichir l'apparence visuelle des scènes 3D en simulant les microreliefs présents sur une variété d'objets 3D sans pour autant modifier leurs géométries. En adoptant les meilleures techniques du placage de déplacement par pixel, il est possible d'améliorer davantage les performances du matériel et de répondre efficacement à la demande croissante de réalisme et d'interactivité dans les applications d'infographie 3D.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés aux trois meilleures techniques de la littérature, à savoir : le placage de relief, le traçage de cônes et le placage d'extrusion. Bien que ces méthodes offrent des rendus proches du réalisme avec des coûts relativement faibles, la qualité de certaines images dépend étroitement du nombre d'itérations de l'algorithme de traçage de rayons. De plus, certaines images souffrent du manque de la prise en charge de la silhouette sur les contours des objets 3D.

Pour remédier à ces limites, nous avons proposé de nouvelles approches. En ce qui concerne le placage de relief, nous avons utilisé une synchronisation entre le nombre d'itérations, le facteur d'échelle des microreliefs et l'angle de vue. Ceci garantit que les objets 3D conservent leur réalisme quelles que soient les conditions et contraintes inhérentes au processus du rendu 3D. Pour la technique de traçage de cônes, nous avons introduit une troisième version qui agit comme un interpolateur entre la version conservatrice et la version relaxée. Ce faisant, nous capitalisons sur leurs avantages tout en réduisant leurs inconvénients respectifs.

Enfin, nous avons proposé une nouvelle approche pour la prise en charge de la silhouette, aussi bien pour la technique de traçage de cônes que pour celle du placage d'extrusion. Nous avons ainsi formulé une modélisation quadratique au niveau de chaque sommet du maillage 3D. Cette modélisation est calculée lors d'une phase de prétraitement et est représentée par deux paramètres réels pendant la phase de rendu. Ces deux techniques se trouvent nettement améliorées et augmentent ainsi sensiblement le réalisme des micro détails grâce à la gestion des contours.

Mots clés : Rendu temps réel, mesostructures, placage de déplacement par pixel, traçage de cônes, placage de relief, plage d'extrusion, traitement de la silhouette, approximation quadratique.



PER-PIXEL DISPLACEMENT MAPPING WITH SILHOUETTE PROCESSING

Abstract:

The rapid progress of computer hardware in recent years shows a desire to follow the growing evolution of computer graphics that is used in various application areas. However, it has become evident that material performance alone is not enough to satisfy the increasingly demanding requirements in terms of quality and interactivity. Indeed, computer-generated 3D scenes have long been a real challenge in computer graphics, especially when it comes to generating real-time renderings of complex scenes with very detailed surfaces. Despite of the important progress that has been accomplished in this context, the demand for realism has never stop growing, which express the need of new algorithms to optimize execution time and memory occupation, while maintaining the overall visual quality of the scene.

To meet the increasing demands for realism and interactivity in 3D computer graphics applications, promising techniques consist of using per-pixel displacement mapping which aims to reduce the number of graphics primitives of the 3D meshes (vertices and polygons) based on texture mapping techniques and ray-tracing algorithms. These techniques are based on revolutionary approaches to enrich the visual appearance of 3D scenes by simulating the microreliefs present on a variety of 3D objects without modifying their geometries. By adopting the best techniques of per-pixel displacement mapping, it is possible to improve the hardware performance and effectively to deal with the growing demand of realism and interactivity in 3D computer graphics applications.

As part of this work, we were interested in the three best techniques in the literature, namely: relief mapping, cone tracing and extrusion mapping. Although these methods provide renderings close to realism at relatively low costs, the quality of some images is closely tied to the number of iterations of the ray tracing algorithm. Additionally, some images suffer from the lack of silhouette support on the edges of 3D objects.

To address these limitations, we have proposed new approaches. Regarding the relief mapping, we used a synchronization between the number of iterations, the microreliefs scale factor and the viewing angle. This ensures that 3D objects maintain their realism under any conditions and constraints inherent to the 3D rendering process. For the cone tracing technique, we introduced a third version that acts as an interpolator between the conservative and relaxed versions. In doing so, we capitalize on their advantages while reducing their respective disadvantages.

Finally, we proposed a new approach for silhouette support, both for the cone tracing technique and for the extrusion mapping technique. We have thus formulated a quadratic modeling at each vertex of the 3D mesh. This modeling is computed during a preprocessing phase and is represented by two real parameters during the rendering phase. Both of these techniques have been significantly improved, substantially enhancing the realism of micro-details through edge handling.

Key Words: real-time rendering, mesostructures, per-pixel displacement mapping, cone tracing, relief mapping, extrusion range, silhouette processing, quadratic approximation.