



## AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme (elle). **MIARA Lamyae**

Soutiendra : le **10/09/2022** à **10H**

**Une thèse intitulée :**

*Visualisation dynamique de l'image médicale à l'aide de la tessellation matérielle des processeurs graphiques*

**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD** : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

**Spécialité** : Informatique

**Devant le jury composé comme suit :**

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
<b>Président</b>	Pr LAMRINI Mohamed	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Rapporteur &amp; Examinateur</b>	Pr EL AZAMI Ikram	PH	Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail- kénitra
<b>Rapporteur &amp; Examinateur</b>	Pr OUANAN Mohammed	PES	Faculté des Sciences - Meknès
<b>Rapporteur &amp; Examinateur</b>	Pr BOUAYAD Anas	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Examinateur</b>	Pr ABDERRAHMANI Abdellatif	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Examinateur</b>	Pr FARDOUSSE Khalid	PH	Faculté Chariaa - Fès
<b>Directeur de thèse</b>	Pr CHERKAOUI MALKI Mohammed Ouçamah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

## **Résumé :**

De nos jours, la visualisation médicale interactive 4D présente une importance dans multiples nouvelles technologies médicales cruciales telles que l'endoscopie virtuelle, la chirurgie guidée par l'image, la simulation chirurgicale, certaines thérapies, etc...

Néanmoins, la quantité de données médicales dégagée par les dispositifs actuels est en augmentation exponentielle continue. L'établissement d'un maillage 4D à partir de cette quantité produit un grand nombre de polygones et rend par conséquent l'ordinateur domestique non adéquat aux exigences de la visualisation 4D en termes d'interactivité et de qualité. Seuls quelques sites coûteux et spécifiques arrivent à répondre à ces exigences.

Dans cette recherche, on s'intéresse au développement d'algorithmes qui facilitent l'optimisation du temps d'exécution et l'utilisation mémoire de certaines applications, spécifiquement celles nécessitant une interaction avec l'utilisateur (rotation 4D, zoom, etc...). La finalité de ce travail est d'intégrer l'algorithme sur un ordinateur domestique avec les cartes graphiques récentes.

La base de notre approche de reconstruction 4D de l'anatomie humaine (à partir de grandes quantités de données médicales) est la création de maillage basse résolution. Ce dernier est le résultat d'un algorithme de correspondance de contours. Toutefois, le nombre de petits reliefs perdu lors de cette reconstruction est calculé à partir de nos renseignements dans l'image médicale 2D et ils sont représentés par des vecteurs 2D, ce qui permet une optimisation très significative au niveau du stockage de ce maillage 3D. Ainsi, la reconstruction 4D est basée sur la correspondance des contours des séquences d'images 2D dans différents instants et parfois sur l'interpolation du vecteur de déplacement. Il est donc primordial de calculer le détail de chacun des polygones du maillage de base, indépendamment, pour pouvoir générer automatiquement des cartes de déplacement. On parvient au final à accélérer la visualisation en temps réel et le calcul de rendu grâce à l'emploi de ces cartes de déplacement avec les GPU récentes.

## **Mots clés :**

Rendu 3D, Rendu 4D, tessellation matérielle, déplacement mapping, correspondance des contours, images médicales 2D, vecteurs de déplacement, carte de déplacement.

# **DYNAMIC VISUALIZATION OF MEDICAL IMAGE USING HARDWARE TESSELLATION OF GRAPHICS PROCESSORS**

## **Abstract:**

Nowadays, interactive medical visualization with 4D technology is gaining attention in several important new medical technologies such as surgical simulation, image-guided surgery, some therapies, virtual endoscopy, etc...

However, the volume of medical data from current devices is becoming more and more important. The reconstruction of a 4D mesh from this volume produces many polygons. Therefore, rendering this mesh in 4D on a home computer does not meet the requirements of 4D visualization in terms of quality and interactivity. Only specific and expensive sites can meet these requirements.

In this work, we are interested in developing algorithms to optimize the execution time and memory of such applications, especially those requiring user interaction (zoom, 4D rotation, etc...). Our goal is to implement the algorithm on a home computer with recent graphics cards.

Our approach to 4D reconstruction of human anatomy from large amounts of medical data is based on the creation of low resolution meshes. This basic mesh is obtained using a contour matching algorithm. The small reliefs lost during the reconstruction of the base mesh are calculated from our information in the 2D medical image. These reliefs are represented as 2D vectors, which allows very important optimizations in the storage of this 3D mesh. Thus, the 4D reconstruction is based on the correspondence of the contours of the 2D image sequences in different instants and sometimes on the interpolation of the displacement vector. The details of each polygon of the base mesh are computed independently, which allows to automatically generate displacement maps for this mesh. The use of these displacement maps with recent GPUs allows for faster rendering calculations and real-time visualization.

## **Key Words:**

3D rendering, 4D rendering, material tessellation, displacement mapping, contour matching, 2D medical images, displacement vectors, displacement map.