

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas- Sétif 1
Institut : Optique et Mécanique de Précision
Département : Optique
Domaine : Sciences et technologies
Filière : Optique et Mécanique de Précision
Spécialité : Optique et Photonique Appliquée

Mémoire de Master

Ventilateur Holographique : Etude et Mise en Œuvre

Étudié par : **KHEIDRI Zeyneb**

Dirigé par : **Pr. MANALLAH Aïssa**

Devant le jury :

(Président) : Pr. CHORFA Abdellah

(Examineur) : Dr. MAARPUF Sara

(Examineur) :

Soutenue le : 06/ 07/2023

Sommaire

Sommaire	3
Introduction.....	1
Chapitre I	3
Les effets de la lumière sur la perception : illusions d’optique et trompe-œil.....	3
I.1La lumière	4
I.1.1Définition :	4
I.1.2Nature de la lumière :	4
I.1.3Sources de lumière et propagation	5
I.1.4Interaction rayonnement – matière.....	6
I.2Définition et théorie de la persistance rétinienne	11
I.2.1Illusion optique et ses mécanismes	11
I.2.2Causes de l’illusion optique	12
I.2.3Applications de l’illusion optique.....	12
I.2.4Théories de l’illusion.....	12
I.3Vision stéréoscopique, c’est quoi et comment ça marche ?	14
I.3.1Définition de la « stéréoscopie »	14
I.3.2Sensation de relief dans la vision	15
Chapitre II :.....	16
Hologrammes et Projecteurs holographiques	16
II.1 Définition et histoire de l’holographie	17
II.1.1Définition.....	17
II.1.2 Principes physiques de l’holographie	18
II.1.3 Différents types d’hologrammes :	19
II.2 Projecteurs holographiques	21
II.2.1 Le fantôme de Pepper :.....	21
II.2.2 Projection d’image sur des particules d’eau :	22
II.2.3 Projecteurs holographiques à pyramide :	22
II.2.4 Projecteurs holographiques à ventilateur :	23
Chapitre III	25
Conception et développement d’un prototype de ventilateur holographique	25
III.1 Exploration approfondie du ventilateur holographique : la clé de l’expérience visuelle immersive	26
III.1.1 Introduction :	26

III.2 Décryptage des composants essentiels pour la conception d'un ventilateur holographique	26
III.2.1 Moteur à courant continu (DC) :	26
III.2.2 Carte Arduino Nano	27
III.2.3 Les LEDs.....	27
III.2.4 Driver moteur L298N	28
III.2.5 Anneau collecteur (bague collectrice) :	28
III.3 Modélisation du système et simulations numériques :	29
III.3.1 Simulation holographique sous PROTEUS	29
III.3.2 Schéma global du projet de simulation et d'affichage	30
III.3.3 Code de bande LED Arduino WS2812B :	30
III.3.4 Assemblage et tests du prototype :	32
III.3.5 convertir une image avec python :	32
Conclusion :	34
Bibliographie :	35
Annexe	40

Liste Des Figures

FIGURE 1 SPECTRE DE LA LUMIERE VISIBLE	4
FIGURE 2 PROPAGATION DE LA LUMIERE	5
FIGURE 3 INTERACTION DU RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE AVEC LA MATIERE ;	7
FIGURE 4 LOI DE PLANCK DECRIVANT LA REPARTITION SPECTRALE DE L'ENERGIE EMISE	8
FIGURE 5 : REFLEXION SPECULAIRE	9
FIGURE 6 REFLEXION DIFFUSE. L'INDICATRICE DE LUMINANCE APPARAÎT EN POINTILLES	9
FIGURE 7 : REFLEXION DE VOLUME	10
FIGURE 8 PHENOMENE DE REFRACTION	10
FIGURE 9 LUMIERE POLARISEE ET POLARISEUR.....	11
FIGURE 10 : CONSTRUCTION D'UNE PERCEPTION VISUELLE.....	11
FIGURE 11 LAPIN OU CANARD !.....	13
FIGURE 12 : ILLUSIONS DE MOUVEMENT.....	13
FIGURE 13 : EXAMEN DE LA VISION BINOCULAIRE.....	14
FIGURE 14 LA DIFFERENCE ENTRE VISION NATURELLE ET VISION STEREOSCOPIQUE	15
FIGURE 15 LA VISION DU RELIEF !	15
FIGURE 16 SCHEMA DE CREATION D'UN HOLOGRAMME	18
FIGURE 17 PRINCIPE DE L'HOLOGRAPHIE (L'INTERFERENCE)	18
FIGURE 18 : SCHEMA DE PRINCIPE D'ENREGISTREMENT D'UN HOLOGRAMME EN LIGNE	19
FIGURE 19 SCHEMA DE PRINCIPE HOLOGRAMME ENREGISTRE PAR TRANSMISSION	20
FIGURE 20 SCHEMA DE PRINCIPE HOLOGRAMME ENREGISTRE PAR REFLEXION.....	20
FIGURE 21 : LE FANTOME DE PEPPER.....	22
FIGURE 22 PROJECTION D'IMAGE SUR DES PARTICULES D'EAU	22
FIGURE 23 : PROJECTEUR HOLOGRAPHIQUE A PYRAMIDE	22
FIGURE 24 PROJECTEUR HOLOGRAPHIQUE A VENTILATEUR	23
FIGURE 25 MOTEUR DC : 3–6 V	26
FIGURE 26 : CARTE ARDUINO NANO ATMEGA 328 P	27
FIGURE 27 RUBAN LED: WS2812B.....	27
FIGURE 28 DRIVER L298N	28
FIGURE 29 : BAGUE COLLECTRICE.....	28
FIGURE 30 FENETRE DE CONFIGURATION DU PROJET	29
FIGURE 31 SCHEMA ELECTRIQUE DE L'AFFICHAGE POV	30
FIGURE 32 FENETRE DE L'APPLICATION ARDUINO IDE	31
FIGURE 33 FENETRE DE LA BIBLIOTHEQUE FASTLED	31
FIGURE 34 SCHEMA FINAL DU PROJET	32
FIGURE 35 AFFICHAGE POV DANS LA LUMIERE	33
FIGURE 36 AFFICHAGE POV DANS L'OBSCURITE	33

Résumé :

L'holographie est une technologie révolutionnaire qui a bouleversé de nombreux secteurs. La naissance de cette image 3D, de l'holographie optique à l'holographie Numérique, et maintenant il se développe dans la production de projecteurs holographiques. Parmi ces projecteurs, on cite le ventilateur ou hélice holographique. Les Hélices Holographique, ces petites pépites qui visent à rendre une image 2D en 3D permettent de projeter n'importe quelle image ou vidéo que nous voulions. Les ventilateurs holographiques sont muni de diodes LED de différentes couleurs, placées sur les pales de l'hélice qui par le fait de la rotation de celle-ci et de la persistance rétinienne dessinent une image. Ce contenu passe par l'ordinateur qui calcule les teintes à afficher pour créer cet effet 3D lorsque le rotor tourne. Cependant l'appareil reste invisible et seul l'hologramme 3D apparaît à l'œil de l'observateur. Nous avons également rencontré une problématique liée à l'affichage d'images à haute résolution en raison de l'utilisation de LED de faible intensité lumineuse et de l'espace entre les LED, qui est important. Cela se pose notamment dans le cas des hélices holographiques commerciales qui sont dotées d'une carte PCB comportant plus de 1000 LED sur une longueur de 30 cm. Cette configuration entraîne des limitations en termes de résolution et de précision d'affichage des images.

Mots clés : Holographie, Hologramme, Image 3D, Hélice holographique, Ventilateur holographique, Image flottante, LEDs, Illusion d'optique, interférence, diffraction, perception visuelle, persistance rétinienne

ملخص:

تعتبر الهولوجرافيا تكنولوجيا ثورية أحدثت ضجة في العديد من القطاعات، منذ ظهور الصور الثلاثية الأبعاد باستخدام الهولوجرافيا البصرية وصولاً إلى الهولوجرافيا الرقمية، أما حالياً فقد تطورت لتشمل إنتاج أجهزة عرض ثلاثية الأبعاد، ومن بين هذه الأجهزة، نجد المروحة الهولوجرافية أو اللوالب الهولوجرافي، وتحول هذه الجواهر الصغيرة الصورة ثنائية الأبعاد إلى ثلاثية الأبعاد، كما تمكننا من عرض أي صورة أو فيديو نرغب فيه. تحتوي اللوالب الهولوجرافية على ديودات LED بألوان مختلفة، مثبتة على شفرات المروحة. فنتيجة لدوران اللوالب وجهد شبكية العين يتم رسم صورة. حيث يعالج هذا المحتوى بواسطة الكمبيوتر الذي يحسب الظلال المراد عرضها لخلق تأثير ثلاثي الأبعاد عند المحرك. وبالتالي، يبقى الجهاز غير مرئي ويظهر فقط الهولوجرام ثلاثي الأبعاد أمام نظر المشاهد وهذا بفضل الوهم أو الإدراك البصري. واجهنا أيضاً مشكلة في عرض صور ذات دقة عالية بسبب استخدام مصابيح LED ذات كثافة ضوء منخفضة والمسافة الكبيرة بين الدوائر المولدة للمصابيح. وهذا ينطبق بشكل خاص على اللوالب الهولوجرافية التجارية التي تحتوي على لوحة دوائر مطبوعة PCB تحتوي على أكثر من 1000 مصباح LED على طول 30 سم. هذه التكوينات تؤدي إلى قيود في الدقة والتفاصيل في عرض الصور.

الكلمات المفتاحية: الهولوجرافيا، الهولوجرام، الصورة ثلاثية الأبعاد، اللوالب الهولوجرافية، المروحة الهولوجرافية، الصورة العائمة، الصمامات الثنائية المضيئة، وهم بصري، التداخل، الانكسار، الإدراك البصري، الوهم البصري

Abstract :

Holography is a revolutionary technology spread in many sectors, starting from the appearance of 3D imaging with optical holography up to the digital holography. It has now developed into the production of holographic projectors. Among these projectors; the hologram fans namely the helixes. These last are small gems that transform a 2D image into 3D one, and allow us to project any image or video we want. Hologram fans are equipped with LED diodes of different colors, placed on the blades of the fan. Due to the rotation of the fan and the persistence of the human's eye retina, they create an image. The content is processed by a computer that calculates the shades to display, in order to create the 3D effect when the rotor spins. However, the device itself remains invisible, and only the 3D hologram appears to the observer's eye.

We also encountered a challenge in displaying high-resolution images due to the use of low-intensity LED lights and the significant spacing between the LEDs. This particularly applies to commercial holographic fans that feature a PCB board with over 1000 LEDs spread over a 30cm length. This configuration imposes limitations on the resolution and precision of image display.

Keywords: Holography, Hologram, 3D Image, Holographic Helix, Holographic Fan, Floating Image, LEDs, Optical Illusion, Interference, Diffraction, Visual Perception, Retinal Persistence.

Introduction

De nos jours, nous sommes témoins de l'émergence de l'ère de l'expérience interactive, où la technologie holographique ouvre des perspectives inédites. Jadis relégués au domaine de la science-fiction, les hologrammes se matérialisent désormais à travers le globe, captivant l'imagination des passionnés et connaissant un engouement croissant auprès du grand public. Les images 3D entrent dans la catégorie de la vision 3D. Ce terme technique peut s'expliquer facilement et géométriquement par le phénomène dit stéréoscopique ; selon dit que notre cerveau voit une représentation tridimensionnelle du monde qui nous entoure.

Une illusion d'optique est une erreur de perception dans la forme, la couleur, la taille ou le mouvement de certains objets. Elles sont dues au fait que la multitude d'informations que nos yeux perçoivent sont transmises à notre cerveau qui va les organiser et les analyser. Si les informations qui parviennent au cerveau sont contradictoires, il ne pourra pas les interpréter. Nous pouvons distinguer plusieurs types d'illusions d'optique, y compris des images impossibles et des figures géométriques qui nous apparaissent en réalité déformées. L'illusion d'optique qui montre notre vision des nombres est toujours une question d'interprétation personnelle.

Notre projet s'inscrit dans le même cadre et a pour objectif la conception et la réalisation d'un dispositif de projection holographique basé sur le principe de l'hélice rotative. Ce rapport comprend une introduction , trois chapitres distincts et une conclusion .

Le premier chapitre présente une synthèse des concepts clés de l'optique ondulatoire, abordant des principes tels que la réflexion, la réfraction, les phénomènes d'interférence, de diffraction et de polarisation. De plus, il propose une définition de l'illusion d'optique et décrit différentes variations d'illusions.

Le deuxième chapitre se concentre sur une analyse détaillée de l'holographie optique et numérique, la persistance rétinienne : phénomène perceptif qui se produit dans notre système visuel. Lorsque nous observons une image lumineuse, ainsi que sur différentes approches de projecteurs holographiques, y compris le dispositif du ventilateur holographique qui constitue la base de notre recherche.

Le troisième chapitre est destiné pour :

- Premièrement, le choix des matériaux et des composants ;
- Deuxièmement, la modélisation du système et simulation numérique

- Troisièmement, Assemblage et tests du prototype.

Enfin, nous parvenons à la conclusion générale de notre travail, où nous rassemblons les principaux éléments et résultats obtenus.