تصميم الصورة المدمجة بين الواقع الحقيقي والهولوجرافي

Designing the image integrated between real reality and holography

ا.د صفوت عبد الحليم

استاذ بكلية الفنون التطبيقية -جامعة حلوان -قسم الفوتوغرافيا والسنيما والتليفزيون

Prof. Dr. Safwat Abdel Halim

Professor at the Faculty of Applied Arts - Helwan University - Department of Photography, Cinema and Television

safwat3haliem@hotmail.com

ا.د وائل محمد عنانى

رئيس قسم الفوتوغرافيا والسنيما والتليفزيون -كلية الفنون التطبيقية جامعة – حلوان

Prof. Dr. Wael Mohamed Anani

Head of the Department of Photography, Cinema and Television - Faculty of Applied Arts, Helwan University

wael_anany@a-arts.helwan.edu.eg

م.م.شهاب محمد جمال الدين قياتى

مدرس مساعد بكلية الفنون التطبيقية -جامعة ٦ اكتوبر

Shehab Muhammad Jamal al-Din Qayati

Assistant lecturer at the Faculty of Applied Arts - October 6 University

shehab.m.qayati@gmail.com

ملخص البحث

تكنولوجيا عرض الهولوغرافيا ثلاثية الأبعاد هي علامة جديدة لتكنولوجيا المستقبل والاتصالات. حظيت هذه التكنولوجيا بالاهتمام العالمي للمرة الأولى في عام ٢٠٠٨ عندما ألقى الأمير تشارلز كلمة في قمة الطاقة المستقبلية العالمية وظهر لأول مرة كهولوجرافي بهدف الحد من الآثار البيئية للعائلة المالكة، في الماضي، قام الزعيم الأمريكي آل غور بإطلاق حفل Live Earth Tokyoبطريقة افتراضية متطورة - عن طريق عرض هولوجرافي و تعرف تكنولوجيا العرض الهولوغرافي ثلاثي الأبعاد أيضًا باسم "ماسيون آيلاينر"وهو تطوير لخدعة خشبة المسرح المعروفة بـ "شبح بيبر" ، يتم استخدام صور ثلاثية الأبعاد(هولوجرافى) يتم عرضها كصورة متحركة على مسرح الهولوجرافي، وذلك يخلق فى ذهن الجمهور صورة ثلاثية الأبعاد .

حيث يكون اللازم فقط وجود عدسات الكاميرا الفردية للتصوير وجهاز عرض واحد للتشغيل، وبالتالي يطلق عليها عبارة "المشاهدة بدون نظارات" ويتناول البحث انواع الهولوجرامات المختلفة والتطورات التى طرأت على الهولوجرام والتصوير المركب بالحاسوب (الصور المولدة بواسطة الحاسوب CGI) وتطور التكنولوجيا بتوليد الصور من خلال الحاسوب وإستخدامها في عرض الهولوجرام وأستخدامات تقنية الصور المولدة بواسطة الحاسوب في عملية إنتاج الهولوجرافى مع عرض بعض الأعمال التليفزيونية التى إستخدمت تقنية الصور المولدة بواسطة الحاسوب ودمجها مع الواقع الحقيقي .

الكلمات مفتاحية

الهولوجرافيا ثلاثية الأبعاد، الاتصال الافتراضي ثلاثي الأبعاد، الاتصال الهولوجرافي

Abstract

"Three-dimensional holographic display technology is a sign of future technology and communications. This technology received global attention for the first time in 2008 when

Prince Charles delivered a speech at the Global Future Energy Summit and appeared for the first time as a hologram with the aim of reducing the environmental impact of the royal family. In the past, American leader Al Gore launched the Live Earth Tokyo concert in a sophisticated virtual manner - through holographic display. Three-dimensional holographic display technology is also known as "Musion Eyeliner," which is a development of the well-known stage trick "Pepper's Ghost." Three-dimensional images (holograms) are displayed as moving images on the holographic stage, creating a three-dimensional illusion in the audience's mind. All that is required is the presence of individual camera lenses for filming and a single display device for playback, hence the term "glasses-free viewing." The research discusses the different types of holograms and the developments that have occurred in holography and computer-generated imaging (CGI), as well as the development of technology in generating images through computers and using them in holographic display. It also covers the use of computer-generated images in the production of holography, along with the presentation of some television works that have used computer-generated imaging technology and integrated it with reality.

Keywords
Three-dimensional holography, three-dimensional virtual communication, holographic communication

المقدمة
يستمر البحث في العلاقة بين العلم والفن ، تأكيداً على التفاعلات الإيجابية المؤثرة في الإبداع حينما يتعامل الفنان مع أدواته ويجيد السيطرة عليها ، والتأكيد على الجانب العلمي والتطبيقي المزدحم بالأعمال على المستوي العالمي وإمكانية تطبيقه على الجانب المحلى ، ويتناول البحث المعايير الفنية لدمج الصورة المجسمة (الهولوجرافي)مع الواقع الحقيقي على المسرح ونقلها تليفزيونياً ، ولإنتاج صورة معروضة بتقنية الهولوجرافي لابد من التعرف على الأنظمة والكاميرات التى تقوم بالتصوير للهولوجرافي ومواصفات هذه الأنظمة ، والمعدات التى تستخدم لعمل مشاهد الحركة عرضها على المشاهد بهذه التقنية فى مجال المسرح.

مشكلة البحث
فى ظل التقدم التكنولوجي الذي يمر به التصوير التليفزيوني تركزت مشكلة البحث علي **الأساليب الفنية لدمج الصورة المجسمة (الهولوجرافي)مع الواقع الحقيقي على المسرح ونقلها تليفزيونياً** وتكمن المشكلة فى السؤال التالى كيف يتم تحقيق جودة الصورة المتحركة فى الدمج بين اللقطات الحية والمجسمة (الهولوجرافي) ؟

هدف البحث
يهدف البحث إلى التوصل الأساليب الفنية لدمج الصورة المجسمة (الهولوجرافي)مع الواقع الحقيقي على المسرح ونقلها تليفزيونياً.

منهج البحث

يتبع البحث المنهج الوصفى لدراسة تكنولوجيا دمج الصورة المجسمة (الهولوجرافية)مع الصورة الحية مع التطبيق على المسرح ، ودراسة التقنيات من إضاءة وتصوير وذلك للتوصل الى متطلبات عرض لصورة التليفزيونية التليفزيونية الحية لتلائم بيئة عرضها بدمجها مع تقنية الهولوجرافى مع تحليل بعض الاعمال المسرحية بتقنية الهولوجرافي.

تساؤلات البحث

١- ماهو الهولوجرام ؟
٢- ماهى خطوات انتاج الهولوجرافي ؟
٣- ماهي متطلبات تكنولوجيا دمج الصورة المجسمة (الهولوجرام)مع الصورة الحية ؟
٤- كيف يتم تفريغ الشخصيات ليتم عرضها على المسرح بتقنية الهولوجرام ؟
٥- كيف يتم العرض على مسرح الهولوجرافي

الهولوجرفى Holography

يتألف مصطلح الهولوجرافى من الكلمات اليونانية "هولوس" التي تعني "رؤية كاملة" و"جرافى" التي تعني "مكتوب". الهولوغرافى هو تسجيل ثلاثي الأبعاد لتداخل إيجابي لموجات الضوء الليزرية. المصطلح الفني للهولوجرافي هو إعادة بناء الأمواج الأمامية. اكتشف دينيس غابور، الفيزيائي الهنغاري العامل على البحوث المتقدمة للمجهر الإلكتروني التكنولوجيا الأساسية للهولوغرافيا في عام ١٩٤٧. ومع ذلك، لم تستخدم التقنية بشكل كامل حتى الستينيات، عندما تم تطوير تكنولوجيا الليزر بشكل متقن. تم إنشاء تقنية الهولوغرام ثلاثية الأبعاد في عام ١٩٦٢ من قبل علماء في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي.

١- أنواع الهولوغرامات: الهولوغرامات الناقلة، الهولوغرامات الانعكاسية، والهولوغرامات المختلطة:

تعد التكنولوجيا الهولوغرافية من أبرز التطورات في مجال العرض البصري ثلاثي الأبعاد، وتتيح لنا إنشاء صور واقعية تعكس العمق والتفاصيل بطريقة مذهلة. وتنقسم الهولوغرامات إلى عدة أنواع، وفيما يلي نستعرض بعض الأنواع الرئيسية:

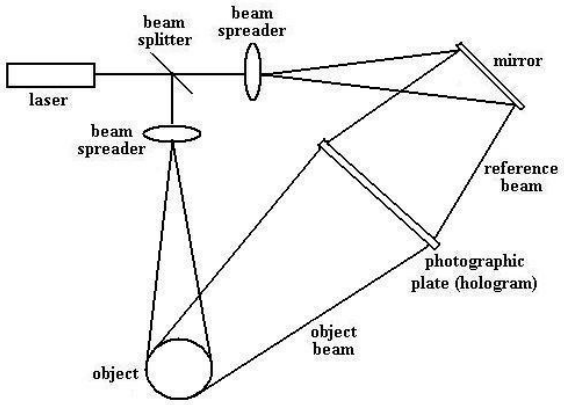
هناك نوعان أساسيان من الهولوغرامات:

١- الهولوغرامات الانعكاسية reflection holograms
٢-الهولوغرامات النفاذية Transmission Holograms

٢-١ الهولوغرامات الانعكاسية:

الهولوغرامات عن طريق الانعكاس تشكل صورًا عن طريق انعكاس شعاع الضوء عن سطح الهولوغرام. هذا النوع من الهولوغرامات ينتج صورًا عالية الجودة ولكنها تكلفة عالية للإنتاج. بالمقابل، الهولوغرامات عن طريق النفاذية تشكل صورًا عن طريق نقل شعاع الضوء من خلال الهولوغرام. هذا النوع من الهولوغرامات هو الأكثر شيوعًا حيث يمكن إنتاجها بتكلفة منخفضة جدًا. على سبيل المثال، الهولوغرامات المنقوشة على بطاقات الائتمان هي هولوغرامات نفاذية تحتوي على طبقة خلفية معكوسة.

يوضح الشكل (١) الهولوجرام الانعكاسي



الشكل (١) يوضح الهولوجرام الانعكاسى

٢-١-١ تسجيل الهولوغرامات الانعكاسية:

-يوفر الليزر مصدرًا للضوء عالي الترابط. يصطدم الشعاع الضوئي بجهاز تقسيم الشعاع، وهو لوحة شبه انعكاسية تقسم الشعاع إلى شعاعين: شعاع الكائن وشعاع المرجع.

-يتم توسيع شعاع الكائن بواسطة موسع الشعاع (عدسة التوسيع) ويتم انعكاس الضوء عن الكائن وتسجيله على اللوحة الفوتوغرافية.

-يتم توسيع شعاع المرجع أيضًا بواسطة موسع الشعاع وينعكس الضوء عن مرآة ويشع على اللوحة الفوتوغرافية.

-يلتقي شعاعا المرجع والكائن عند اللوحة الفوتوغرافية ويخلقان نمط التداخل الذي يسجل قوة ومرحلة الموجة الناتجة. كما بالشكل(٢).

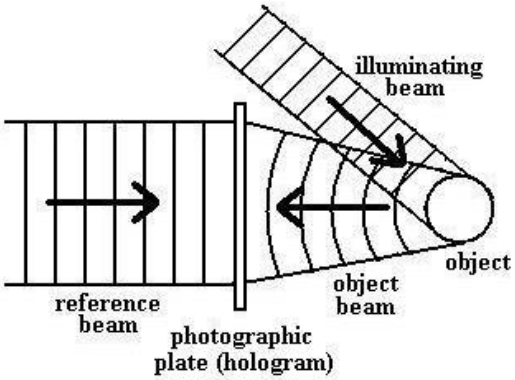


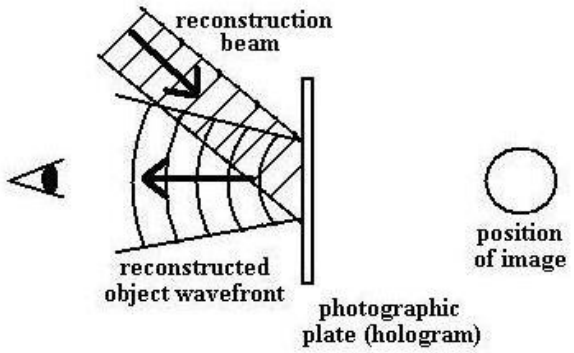
Image Recording

يوضح الشكل (٢) تسجيل الهولوجرامات الإنعكاسية

٢-١-٢ إعادة بناء الهولوغرامات الانعكاسية:

- يتم استخدام شعاع الإعادة لإعادة بناء موجة الكائن. يتم وضع شعاع الإعادة في نفس الزاوية التي استخدمت أثناء مرحلة التسجيل.

- تظهر الصورة الافتراضية خلف الهولوغرام في نفس الموضع الذي يتواجد به الكائن. كمال بالشكل (٣)



الشكل (٣) يوضح إعادة بناء الهولوغرامات الانعكاسية

- تتميز الهولوغرامات الانعكاسية بأنها تعكس الضوء بدلاً من تمريره خلالها، مما يعني أنها يمكن رؤيتها بواسطة الضوء المنعكس عن سطحها.

- يتم تسجيل هذه الهولوغرامات على سطح لامع مثل الفضة أو الكروم، وتكون الصورة ظاهرة عند إضاءتها من زاوية معينة.

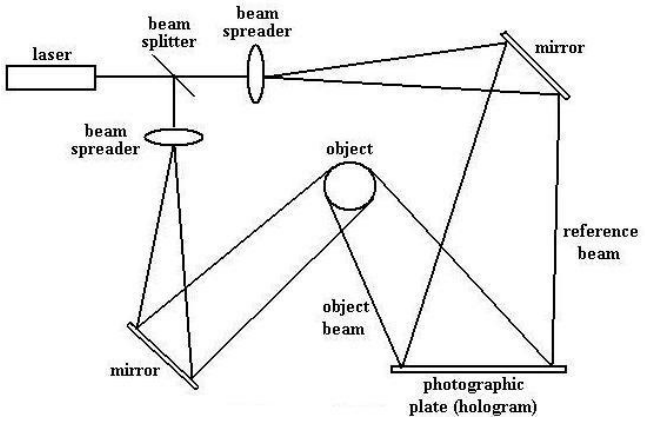
٣- الهولوغرامات النافاذية (Transmission Holograms):

- تعتبر الهولوغرامات الناقلة أحد أنواع الهولوغرامات الشائعة، وتستخدم في العروض الهولوغرافية والتطبيقات الصناعية.

- يتم إنشاء هذه الهولوغرامات عن طريق تسجيل تداخل الضوء على طبقة رقيقة من المادة الحساسة.

- تتطلب الهولوغرامات الناقلة إضاءة خلفية لكي يتم استعادة الصورة الثلاثية الأبعاد.

كما بالشكل (٤).



الشكل (٤) يوضح Transmission Holograms الهولوجرافي الناقل

٣-١ تسجيل الهولوغرامات عن طريق النفاذية:

• مثل الهولوغرامات عن طريق الانعكاس، يُستخدم ليزر لتوفير مصدر ضوء متماسك بشكل عالٍ. كما يتم استخدام مقسم الشعاع وموزعات الشعاع في تسجيل الهولوغرامات عن طريق النفاذية.

• بعد مرور شعاع الكائن عبر موزع الشعاع، يتم انعكاس الضوء عن مرآة ويتسلط على الكائن. ثم يتم انعكاس شعاع الكائن على اللوحة الفوتوغرافية.

• يتم انعكاس شعاع المرجعية أيضًا عن مرآة ويتسلط على اللوحة الفوتوغرافية.

• يتم إنشاء موجة ناتجة من شعاع الكائن الوارد وشعاع المرجعية. يتم قوة الأمواج ومرحلتها على اللوحة الفوتوغرافية كنمط تداخل.

٣-٢ إعادة بناء الهولوغرامات النافذة :

• يتم استخدام شعاع إعادة الإنشاء لإضاءة الهولوغرام ويتم وضعه بنفس الزاوية التي تم استخدامها لشعاع المرجعية خلال مرحلة التسجيل.

• عند وضع شعاع إعادة الإنشاء بالزاوية الصحيحة، ستمر ثلاثة أشعة ضوء من خلال الهولوغرام:

• شعاع غير منحرف (الأمر الصفر) سيمر مباشرة من خلال الهولوغرام ولكنه لن ينتج صورة.

• يشكل الشعاع الثاني الصورة الأساسية (الظاهرة افتراضيًا) (الأمر الأول) وهو متشعب بنفس الزاوية التي استخدمها شعاع الكائن الواصل خلال عملية التسجيل.

• يشكل الشعاع الثالث الصورة الثانوية (الحقيقية) (الأمر الأول). كما بالشكل (٥)

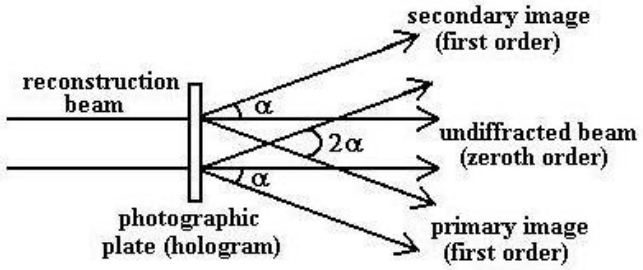


Image Reconstruction

الشكل (٥) يوضح اعادة بناء الهولوجرمات النافذة

كما نلاحظ في الرسم البياني، يتم تشعيع الأشعة التي تشكل الصور بنفس الزاوية (α) من الشعاع غير المنشق. بين الشعاعين المتشكلين للصورة، الزاوية تكون مضاعفة، أي ٢α.

• إذا نظرنا إلى الهولوغرام بنفس زاوية الشعاع الأساسي للصورة (وهي نفس الزاوية التي استخدمت لتسجيل الكائن)، سنرى صورة افتراضية للكائن وهي موجودة خلف الهولوغرام. كما بالشكل (٦)

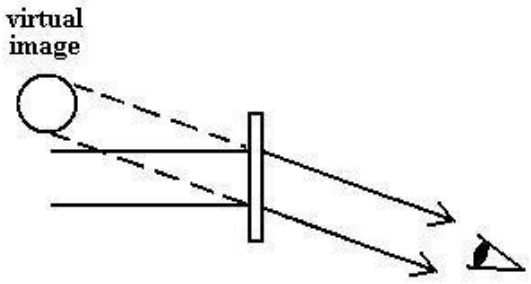


Image Reconstruction
First-order Virtual
(primary image)

الشكل (٦) يوضح اعادة بناء الهولوجرمات النافذة

• إذا نظرنا إلى الهولوغرام بنفس زاوية الشعاع الثانوي للصورة، سنرى صورة حقيقية للكائن وهي موجودة أمام الهولوغرام. كما بالشكل (٧) التالي

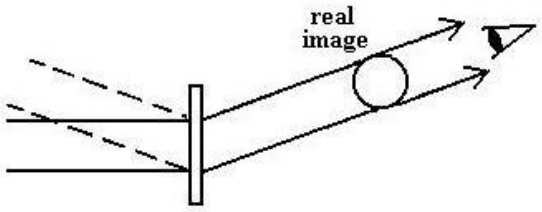


**Image Reconstruction
First-order Real
(secondary image)**

شكل (٧) يوضح اعادة بناء الهولوجرمات النافذة

٤- الهولوغرامات المختلطة (Hybrid Holograms):

- تعتبر الهولوغرامات المختلطة تركيبة من الهولوغرامات الناقلة والانعكاسية، حيث يتم استخدام مزيج من العناصر الناقلة والعاكسة لتحقيق تأثيرات بصرية مختلفة.

- تتيح الهولوغرامات المختلطة تكوين صور ذات عمق وتأثيرات واقعية مدهشة.كما بالشكل (٨)

الشكل(٨) الهولوجرامات المختلطة Hybrid Holograms

٥- التطورات في تقنية التصوير المركب بالحاسوبCGI الأساليب والتطبيقات والتحديات :

تقنية التصوير المركب بالحاسوب (CGI) هي عبارة عن تقنية تستخدم في إنشاء صور ومشاهد ثلاثية الأبعاد بواسطة الحاسوب. تعتبر CGI من التطورات الهامة في مجال الرسومات والتصوير الرقمي، وقد تمَّ تطبيقها في مجموعة واسعة من المجالات، مثل صناعة الأفلام والتلفزيون والألعاب والإعلانات والتصميم الهندسي والتصميم المعماري.

تشتمل تقنية CGI على أساليب وتقنيات متنوعة لإنشاء وتحريك الأشكال والكائنات والمشاهد الواقعية. يتم استخدام برامج الرسومات ثلاثية الأبعاد مثل Maya و٣ds Max و4D Cinema وغيرها لإنشاء النماذج وتحريكها. تستخدم القوام والإضاءة والمؤثرات البصرية لإضفاء الواقعية على المشاهد، وتستخدم تقنيات التحريك والتراكب لتنسيق حركة الأشكال ودمجها في الخلفيات الافتراضية.

تطبيقات تقنية CGI متعددة ومتنوعة، حيث يمكن استخدامها في صناعة الأفلام لإنشاء مشاهد خيالية وكائنات غير موجودة في الحقيقة، وفي صناعة الألعاب لتحقيق تجارب لعب واقعية ومبهرة، وفي التصميم المعماري لتجسيد واقعي للمشاريع قبل تنفيذها، وفي الإعلانات لخلق مشاهد جذابة ومبتكرة.

ومع ذلك، تواجه تقنية CGI أيضًا تحديات مثل تحقيق واقعية وطبيعية في الصور والمشاهد، وتكلفة الإنتاج والوقت اللازم لإنشاء العناصر الثلاثية الأبعاد، وتأثير الإفراط في استخدامها في الصناعة السينمائية على العناصر الحقيقية والممثلين. كما بالصورة رقم (٩)

الصورة رقم (٩) توضح تقنية ال CGI بإستخدام تقنية تسجيل تعبيرات وحركات الوجه للممثلين في فيلم افتار

٥-١ الخلفية والأهمية للصور المتولدة بواسطة الحاسوب (CGI) في مختلف المجالات هي كالتالي:

- صناعة الهولوجرافي: غيّرت الصور المتولدة بواسطة الحاسوب صناعة الترفيه بما في ذلك الأفلام والتلفزيون والرسوم المتحركة وتسمح لصناع الأفلام بإنشاء عوالم بصرية مذهلة وجاذبة وتأثيرات خاصة واقعية وإعادة إحياء شخصيات خيالية. لعبت الصور المتولدة بواسطة الحاسوب دورًا كبيرًا في نجاح الأفلام الضخمة وفتحت إمكانيات جديدة للسرد وتجارب بصرية.
- الواقع الافتراضي والواقع المعزز: تشكل الصور المتولدة بواسطة الحاسوب أساسًا لتجارب الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR). تسمح بإنشاء بيئات افتراضية وأجسام ثلاثية الأبعاد تفاعلية وتراكيب رقمية في العالم الحقيقي. تلعب الصور المتولدة بواسطة الحاسوب دورًا حيويًا في تقديم تجارب غامرة وواقعية في ألعاب VR ومحاكاة التدريب وجولات افتراضية وتطبيقات AR.

٥-٢ تطور التكنولوجيا الحاسوبية المتعلقة بالصور المتولدة بواسطة الحاسوب (CGI):

قد شهد تحسينات هائلة على مر السنين، وقد وصلت إلى معايير عالية من الواقعية والتفاصيل. فيما يلي بعض المحطات الرئيسية في تطور تكنولوجيا CGI:

- السبعينيات والثمانينيات: في بداية تطور التكنولوجيا CGI، تم استخدامها في صناعة الأفلام وخاصة في توليد المؤثرات البصرية. واجهت الأفلام مثل "ستار وورز" و"ترميناتور" استخدامًا مبكرًا للتقنيات CGI في بعض المشاهد البصرية.
- التسعينيات: في هذا العقد، شهدت تكنولوجيا CGI تقدمًا هائلاً. بدأت الأفلام في استخدام CGI بشكل أكثر شيوعًا وتكاملًا في العديد من المشاهد والمؤثرات الخاصة. مثلت أفلام مثل "Jurassic Park" و"صراع العمالقة" و"تيتانيك" نقلة نوعية في استخدام التكنولوجيا CGI.
- الألفية الجديدة: في السنوات الأخيرة، شهدت تكنولوجيا CGI تطورات مذهلة فيما يتعلق بجودة الرسومات والواقعية. أصبحت الصور المتولدة بواسطة الحاسوب أكثر تكاملًا في العديد من الصناعات مثل صناعة الأفلام والألعاب والتصميم المعماري والتسويق والتعليم.

٥-٣ نمذجة CGI هي عملية إنشاء نماذج ثلاثية الأبعاد (3D) للأشياء والكائنات باستخدام الحاسب:

- عملية نمذجة CGI تتضمن إنشاء شبكة من النقاط ثلاثية الأبعاد تُعرف باسم الشبكة البيولوجية (Mesh)، وتحديد تفاصيل الشكل والهيكل والمظهر للكائن أو الشخصية التي يتم نمذجتها. يتم استخدام الأدوات والبرمجيات

المتخصصة لإنشاء هذه النماذج، مثل برامج نمذجة ثلاثية الأبعاد مثل Autodesk Maya وBlender و Cinema 4D.

- تشمل عملية النمذجة عناصر مثل إنشاء الهياكل الأساسية للكائن، وتحديد تفاصيل الشكل والتشكيل، وإضافة النصوص والألوان والمواد والتفاصيل الدقيقة، مثل القوام والإضاءة والظلال. يتم استخدام أدوات التحرير ثلاثية الأبعاد للتلاعب بالنماذج وتعديلها بشكل دقيق حتى تحقق المظهر والواقعية المطلوبة.
- تتطلب عملية نمذجة CGI مهارات فنية ومعرفة بتقنيات النمذجة ثلاثية الأبعاد، بالإضافة إلى فهم الشكل والهيكل والتفاصيل الواقعية للكائنات التي يتم نمذجتها. يتم استخدام هذه النماذج الثلاثية الأبعاد فيما بعد في عمليات المحاكاة والإضاءة والرندرينج وتحريك الشخصيات وتطبيق المؤثرات البصرية لتحقيق النتائج المرئية النهائية.
- تعني نمذجة CGI بالتفصيل التعامل مع تقنيات النمذجة ثلاثية الأبعاد لإنشاء الكائنات والأشكال باستخدام الحواسيب. ومن بين تقنيات النمذجة المستخدمة في CGI تعتبر نمذجة المضلعات (Polygonal modeling) من أكثر الأساليب شيوعًا.

في نمذجة المضلعات، يتم استخدام الأشكال الهندسية الأساسية مثل المثلثات والمضلعات لإنشاء شبكة ثلاثية الأبعاد تمثل الكائن المطلوب. يتم استخدام النقاط في الفضاء ثلاثي الأبعاد (D٣) لتحديد مواقع نقاط الشبكة، ويتم ربط هذه النقاط بواسطة الحواف (Edges) وتشكيل الأوجه (Faces) لإنشاء هيكل ثلاثي الأبعاد.

ويعتبر استخدام نمذجة المضلعات مفيدًا ومناسبًا للأشكال التي تتكون من سطوح مسطحة وزوايا حادة، حيث يمكن تمثيلها بشكل فعال باستخدام المثلثات والمضلعات. يمكن للفنانين والمصممين إضافة التفاصيل الدقيقة وتعديل شكل الكائن عن طريق إضافة وحذف وتعديل النقاط والحواف والأوجه ، وتعد نمذجة المضلعات أسلوبًا قويًا في عملية إنشاء النماذج ثلاثية الأبعاد في CGI. تتيح هذه التقنية تحقيق تفاصيل وواقعية عالية للكائنات المنشأة، ويمكن تطبيق تأثيرات الإضاءة والظلال والمواد للحصول على نتائج بصرية واقعية. إضافة إلى ذلك، فإن نمذجة المضلعات تعتبر أساسًا لعمليات التحريك والرندرينج وتطبيق المؤثرات البصرية الأخرى التي تشكل جزءًا أساسي من عملية إنشاء الرسوم المتحركة والأفلام والألعاب ثلاثية الأبعاد.

٤-٥ نمذجة NURBS في CGI تعني استخدام تقنية Non-Uniform Rational B-Splines لإنشاء الأشكال والسطوح ثلاثية الأبعاد بواسطة الحواسيب:

تعتبر NURBS من أساليب النمذجة المستخدمة في صناعة الرسوم المتحركة والتصميم ثلاثي الأبعاد ، وتعتمد تقنية NURBS على استخدام منحنيات B-Splines لتمثيل الأشكال والسطوح ثلاثية الأبعاد، وتعتبر Non-Uniform Rational B-Splines أحد التطويرات لمنحنيات B-Splines، حيث تتيح إمكانية تحكم دقيق في التوزيع غير المتجانس للنقاط التحكم والتحكم في الوزن والتمثيل الراتنجي للمنحنيات

- **توفر تقنية NURBS مزايا عديدة في عملية النمذجة ثلاثية الأبعاد، بما في ذلك:**

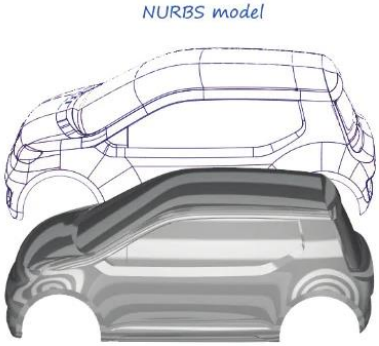
١. قدرة عالية على تمثيل الأشكال المعقدة والمنحنيات السلسة بدقة عالية.

٢. التحكم الكبير في التفاصيل والتعديلات على الأشكال المنشأة.

٣. إمكانية إنشاء سطوح منحنية وانسيابية بشكل طبيعي.

٤. إمكانية تطبيق تأثيرات التشكيل والانحناء والتصوير على السطوح.

تستخدم تقنية NURBS بشكل واسع في مجالات مثل الرسوم المتحركة وتصميم المنتجات والتصميم الداخلي وصناعة السيارات والألعاب ثلاثية الأبعاد. توفر هذه التقنية مرونة كبيرة وإمكانيات إبداعية للفنانين والمصممين لإنشاء أشكال معقدة وواقعية بدقة وتفصيل عاليين كما بالشكل (١٠).



شكل (١٠) يوضح نمذجة ال NURBS

تشير نمذجة الإجراءات في CGI إلى استخدام الخوارزميات والقواعد القائمة على المعطيات لإنشاء النماذج الثلاثية الأبعاد، تستخدم هذه التقنية لإنشاء الأشكال المعقدة والمتغيرة والمتفاعلة بطريقة مبتكرة وفعالة ، وتعتمد نمذجة الإجراءات على إنشاء سلسلة من القواعد والأوامر التي تحدد كيفية بناء النماذج الثلاثية الأبعاد ويمكن أن تشمل هذه القواعد تعليمات للتكاثف، والتكرار، والتشعب، والتحويل، والتصفية، والتكوين، وغيرها من العمليات الحسابية والهندسية.

وتتيح نمذجة الإجراءات للفنانين والمصممين إنشاء أنماط وهياكل متعددة ومعقدة بسهولة. بدلاً من إنشاء كل جزء من النموذج يدويًا، يمكن استخدام القواعد المحددة مسبقًا لإنشاء أنماط هندسية متكررة أو متغيرة أو أشكال عشوائية.

٥-٤-١ يوفر استخدام نمذجة NURBS مجموعة من المزايا وهى كما يلي:

١. سهولة إنشاء النماذج المعقدة والتفاعلية.

٢. إمكانية إعادة استخدام القواعد والأوامر لإنشاء تصاميم متشعبة.

٣. توفير وسيلة فعالة لتوليد الاختلاف والتنوع في النماذج.

٤. إمكانية تعديل النماذج بسهولة عن طريق تغيير القواعد أو المعطيات الأولية.

٦- تقنية تعيين القوام (Texture Mapping):

تعني تقنية تعيين القوام (Texture Mapping) في CGI إضافة صور أو نماذج ثنائية الأبعاد على سطوح الأشكال الثلاثية الأبعاد. يتم استخدام الصور أو القوام لتحقيق التفاصيل والواقعية في المشاهد، حيث يمكن تعيين مظهر وملمس محدد لكل سطح.

تتم عملية تعيين القوام عن طريق ربط النقاط ثنائية الأبعاد على الصورة بالنقاط ثلاثية الأبعاد على الأشكال. يتم تطبيق القوام على السطوح باستخدام تقنيات التعيين مثل الإسقاط الأمامي (Forward Mapping) أو الإسقاط العكسي (Inverse Mapping). يتم تحويل النقاط ثنائية الأبعاد إلى النقاط ثلاثية الأبعاد عند تطبيق القوام على الأشكال.

يمكن استخدام مختلف أنواع القوام مثل الصور العادية والقوام المشوهة والقوام المتقدمة مثل خرائط الانتزاع (Bump Maps) وخرائط التمويه (Camouflage Maps) وغيرها. يمكن أيضًا تعديل خصائص القوام مثل الانعكاسية والانكسارية واللمعان والشفافية لتحقيق تأثيرات بصرية معينة.

٧-نماذج الإضاءة الإفتراضية القائمة على الفيزياء في CGI :

نماذج الإضاءة الإفتراضية القائمة على الفيزياء في CGI هي نماذج تهدف إلى تحاكي سلوك الضوء والمواد في العالم الحقيقي بشكل دقيق. تستخدم هذه النماذج مجموعة من المعادلات والمعلومات الفيزيائية لتحقيق تأثيرات الإضاءة والظل والانعكاس والانكسار بشكل واقعي.

تعتمد نماذج الإضاءة الإفتراضية القائمة على الفيزياء على مبادئ فيزيائية مثل قانون لامبيرت وقانون سنيل للانكسار ومبدأ قانون بيرتل في الانعكاس. تحاول هذه النماذج محاكاة تفاعل الضوء مع الأسطح والمواد لتوليد تأثيرات بصرية موثوقة وواقعية.

تعتبر نماذج الإضاءة الإفتراضية القائمة على الفيزياء أكثر دقة وواقعية في إنتاج التأثيرات البصرية المستندة إلى الفيزياء. يتم استخدامها في تطبيقات CGI لتحقيق تأثيرات الظل والانعكاس والانكسار الواقعية، مما يساهم في إضفاء تفاصيل وعمق على المشاهد المرئية.

بعض النماذج المشهورة للإضاءة الإفتراضية القائمة على الفيزياء تشمل نموذج لامبيرت (Lambertian) ونموذج بر تورانسيني (Blinn-Phong) ونموذج كوك-تورانسيني (Cook-Torrance) ونموذج أوتشا (Oren-Nayar) وغيرها. كل نموذج له خصائصه الفريدة وقواعده الفيزيائية الخاصة التي يستند إليها.

باستخدام نماذج الإضاءة القائمة على الفيزياء، يمكن تحقيق تأثيرات إضاءة وتظليل وانعكاس وانكسار واقعية في الرسومات ثلاثية الأبعاد، مما يساهم في جعل المشاهد تبدو أكثر واقعية

وتفصيلًا. يستخدم هذا النوع من النماذج في صناعة الأفلام والألعاب والرسوم المتحركة والتصور المعماري وتصميم المنتجات والمزيد.

٨- إضاءة وعملية التقديم في CGI :

إضاءة وعملية التقديم في CGI تشير إلى عملية تطبيق إضاءة وتجسيد الكائنات والمشاهد في بيئة ثلاثية الأبعاد بشكل واقعي ومقنع. تهدف عملية الإضاءة إلى إنشاء تأثيرات الإضاءة والظل والتأثيرات الضوئية الأخرى لتحقيق واقعية في المشهد. بينما تهدف عملية التقديم إلى توليد الصور النهائية بناءً على الإضاءة والمواد والكاميرا والظواهر الأخرى.

عملية الإضاءة تشمل تحديد مصادر الإضاءة وتحديد خصائص الإضاءة مثل اللون والشدة والاتجاه والتوزيع. يتم استخدام تقنيات مختلفة لإنشاء تأثيرات الإضاءة مثل الإضاءة النقطية والإضاءة الناعمة والإضاءة البيئية والإضاءة القائمة على الصورة والعديد من التقنيات الأخرى.

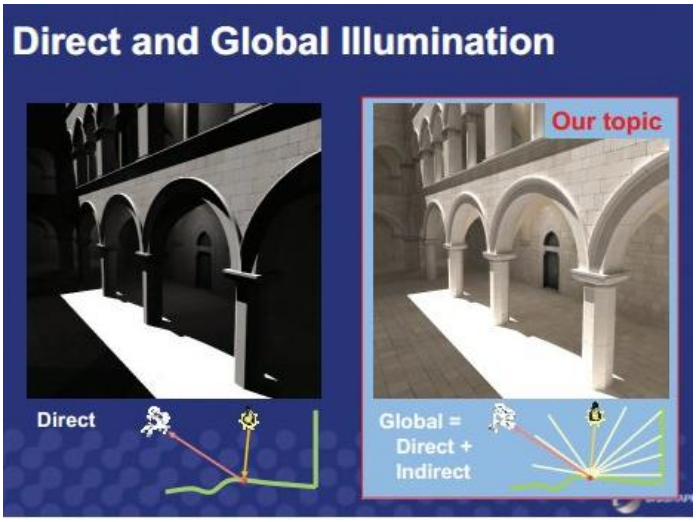
عملية التقديم تشمل حساب الإضاءة والظل والانعكاس والانكسار بناءً على خوارزميات الرسومات الثلاثية الأبعاد. يتم تحويل المعلومات الجيومترية والمعلومات البصرية إلى صورة نهائية بتطبيق تقنيات التقديم مثل التقديم المسبق للظل والتقديم المسبق للإضاءة وتقنيات العرض المختلفة.

عملية الإضاءة والتقديم تعتبر جزءًا أساسيًا من عملية إنشاء الرسومات الثلاثية الأبعاد وتعطي الواقعية والتفاصيل للمشاهد. يتم استخدام برامج التصور ثلاثية الأبعاد المتقدمة مثل Maya و٣ds Max و4D Cinema وغيرها لتحقيق الإضاءة وعملية التقديم بشكل فعال ومتقن.

٩- تقنيات الإضاءة الشاملة (Global Illumination) :

تقنيات الإضاءة الشاملة (Global Illumination) في CGI تهدف إلى محاكاة تفاعل الضوء مع الأجسام والبيئة بشكل واقعي. تشمل هذه التقنيات عدة طرق لتوليد تأثيرات الإضاءة والظل والانعكاس والانكسار التي تحدث نتيجة لتفاعل الضوء في البيئة ثلاثية الأبعاد كما بالشكل (١١).

إحدى تقنيات الإضاءة الشاملة هي تقنية تتبع الأشعة (Ray Tracing)، حيث يتم إطلاق أشعة ضوء واقعية من مصادر الإضاءة وتتبع تفاعلها مع الأجسام والبيئة لتوليد تأثيرات الإضاءة الشاملة. هذه التقنية تعتمد على حساب تفاعلات الأشعة مع السطوح والمواد والانعكاس والانكسار لتحقيق نتائج واقعية.



صورة رقم (١١) توضح Global Illumination

تقنية أخرى هامة هي تقنية الإضاءة العالمية الافتراضية (Global Illumination)، والتي تعمل على محاكاة تفاعلات الضوء بشكل دقيق مع الأجسام والمواد والبيئة. تشمل هذه التقنية تقنيات مثل الإضاءة القائمة على الصورة (Image-based Lighting) والإضاءة النشطة (Active Lighting) والإضاءة الغير مباشرة (Indirect Lighting)، وتساهم في إضافة تأثيرات الانعكاس والانكسار والظل والإضاءة العامة إلى المشاهد بشكل واقعي.

تقنيات الإضاءة الشاملة تستهدف تحسين واقعية المشاهد وتعطيها مظهرًا أكثر واقعية وتفاصيل دقيقة. ومع ذلك، تتطلب هذه التقنيات حسابات معقدة ووقت معالجة طويل لتحقيق نتائج عالية الجودة. لذلك، يتم استخدام تقنيات تقريبية وتسريع العتاد والبرمجيات المتقدمة لتحقيق تطبيقات الإضاءة الشاملة بشكل فعال في عالم CGI.

١٠- التتبع بالأشعة :

التتبع بالأشعة هو تقنية الرسم المستخدمة في CGI (الصور المولدة بالحاسوب) لمحاكاة سلوك الضوء بطريقة واقعية. يعمل عن طريق تتبع مسار الأشعة الضوئية بينما تتفاعل مع الكائنات في الساحة الافتراضية. تقوم هذه التقنية بحساب لون وشدة كل بكسل من خلال تتبع مسار الأشعة من الكاميرا خلال الساحة الافتراضية ومحاكاة تفاعلها مع الكائنات والمواد ومصادر الإضاءة.

يأخذ التتبع بالأشعة في الاعتبار ظواهر بصرية متعددة مثل الانعكاس والانكسار والظلال، مما ينتج عنه تأثيرات بصرية عالية الدقة وواقعية. من خلال محاكاة فيزياء الضوء الفعلية، يمكن للتتبع بالأشعة إنتاج إضاءة واقعية وظلال دقيقة وانعكاسات وانكسارات واقعية.

ومع ذلك، فإن التتبع بالأشعة مكلف حسابيًا ويتطلب قدرًا كبيرًا من قوة المعالجة، مما قيد استخدامه الفعلي في الوقت الحقيقي في الماضي. تقدم التقنيات المتقدمة في الأجهزة والبرامج جعلت التتبع بالأشعة في الوقت الحقيقي أكثر جدوى، مما يتيح استخدامه في التطبيقات التفاعلية مثل ألعاب الفيديو والواقع الافتراضي.

بشكل عام، التتبع بالأشعة هو تقنية قوية في CGI تعزز جودة الصور المرسومة وواقعيتها من خلال محاكاة دقيقة لسلوك الضوء. يستخدم على نطاق واسع في مختلف الصناعات بما في ذلك السينما والرسوم المتحركة والهندسة المعمارية وتصميم المنتجات لإنشاء تجارب بصرية مذهلة وغامرة.

١١- الراديوسيتي (Radiosity)

الراديوسيتي (Radiosity) هو أحد تقنيات الإضاءة المستخدمة في CGI (الرسومات المولدة بالحاسوب) لتحقيق تأثيرات إضاءة واقعية وموحدة في الساحة الافتراضية. يعتمد هذا النموذج على مبدأ تبادل الطاقة الإشعاعية بين الأسطح في الساحة الثلاثية الأبعاد.

في تقنية الراديوسيتي، يتم تقسيم الساحة إلى مجموعة من الباتشات (الأسطح الصغيرة)، ويتم حساب كمية الإشعاع المنبعثة والمستقبلة بين كل زوج من الباتشات. يتم تعديل الإضاءة على الأسطح بناءً على القدرة على استقبال الإشعاع وكفاءة الانعكاس.

باستخدام تقنية الراديوسيتي، يمكن تحقيق تأثيرات إضاءة نابضة بالحياة مثل الانتشار الضوئي، والتأثيرات العاكسة، والظلال الناعمة. يعتبر الراديوسيتي تقنية محاكاة إضاءة متقدمة وشاملة تعمل على تحقيق نتائج واقعية ومفصلة للإضاءة في الساحة الافتراضية.

ومع ذلك، يتطلب استخدام تقنية الراديوسيتي موارد حسابية كبيرة ووقت معالجة طويل، خاصةً في الساحات الكبيرة والمعقدة. قد يتم استخدام تقنيات تسريع مثل التقريب والتجميع لتقليل الوقت المطلوب لحساب الإشعاع بين الباتشات.

بشكل عام، تقنية الراديوسيتي تعتبر أداة قوية في مجال CGI لتحقيق تأثيرات إضاءة واقعية وتعزيز جودة الصور المرسومة. يستخدم على نطاق واسع في الصناعات المختلفة مثل الأفلام، والتصميم المعماري، والتصميم الصناعي، وألعاب الفيديو لإنشاء تجارب بصرية متقدمة وواقعية.

١٢- تحقيق التوازن بين الواقعية والتصوير في عالم CGI :

تحقيق التوازن بين الواقعية والتصوير في عالم CGI يعتبر تحديًا مهمًا. فالهدف هو إنشاء مشاهد وشخصيات تبدو واقعية لكنها في الوقت نفسه تحمل بعض العناصر التصويرية أو الاستيلاء.

هناك بعض الاعتبارات التي يجب مراعاتها لتحقيق هذا التوازن:

١- اختيار المظهر البصري المناسب: يجب اختيار أسلوب التصوير والمظهر البصري المناسب للمشهد أو الشخصية. يمكن أن يكون الأسلوب واقعيًا تمامًا أو يمكن أن يحمل بعض العناصر التصويرية أو الاستيلاء. يعتمد ذلك على رؤية المخرج أو رغبات المشروع.

٢- التفاصيل والإغفال: يمكن تحقيق التوازن بين الواقعية والتصوير من خلال التفاصيل. يمكن إضافة بعض التفاصيل الواقعية لإبراز الواقعية، بينما يمكن التلاعب ببعض العناصر أو تجاهلها لتحقيق الاستيلاء المطلوب.

٣- استخدام الإضاءة والظلال بشكل فني: يمكن استخدام تقنيات الإضاءة والظلال لتحقيق المزيد من الواقعية أو لإضفاء بعض الأجواء أو التأثيرات الاستيلاء. يمكن تحقيق ذلك من خلال ضبط إعدادات الإضاءة واختيار ألوان الإضاءة وتطبيق تأثيرات الظلال المناسبة.

٤- التصميم المتكيف مع القصة: يجب أن يكون التصميم المستخدم في CGI متوافقًا مع قصة المشهد أو الشخصية. يمكن تطبيق التصوير الواقعي أو التصوير المستوحى من الكتاب المصور أو الأسلوب الجرافيكي المبالغ فيه، اعتمادًا على طبيعة العمل والمتطلبات الفنية.

في النهاية، يعتمد تحقيق التوازن بين الواقعية والتصوير على الرؤية الفنية والأهداف المحددة للمشهد أو الشخصية في CGI. يجب مراعاة تلك العوامل واتخاذ القرارات المناسبة لتحقيق النتيجة المطلوبة وتوفير تجربة مشاهدة ممتعة ومثيرة للاهتمام.

١٣- إستخدامات تقنية CGI فى انتاج الهولوجرافي :

يتم إنشاء الشخصيات بإستخدام تقنيات CGI السابقة من خلال تسجيل حركة الشخصية الأساسية من خلال تصويرها على خلفية خضراء مع إستخدام بدلات خاصة تسجل حركة الوجه وتعبيرات الوجه ويتم إستخدام تلك البيانات فى برامج إنتاج الصور ثلاثية الأبعاد على سبيل المثال حفلة عبد الحليم حافظ المقامة بتقنية الهولوجرام كما بالصورة (١٢)

صورة رقم (١٢) توضح حفلة عبد الحليم حافظ بتقنية الهولوجرام

وتقوم فكرة الحفل على إستحضار أجواء الزمن الجميل في حفلات فنية تحمل عبق الماضي في حفلة على المسرح بتقنية الهولوجرام، برفقة فرقة موسيقية كاملة، ومع أحدث التجهيزات السمعية والبصرية ،وتمكن المشاهدون خلال الحفل من محاكاة أجواء حفلات عبد الحليم حافظ الحية في القرن الماضي

والهدف من الحفل هو استخدام تقنية "الهولوجرام" لإعادة إحياء ظهور عبد الحليم حافظ على المسرح بشكل ثلاثي الأبعاد يعطي صورة طبيعية له باستخدام وسائل التكنولوجيا الحديثة، لتمنح المشاهد شعورا مرئيا ومسموعا بوجود عبد الحليم حافظ على المسرح

١٣-١ تقنية إنتاج الصورة الهولوجرامية في حفلة عبد الحليم حافظ:

استخدم فى حفله عبد الحليم تقنية CGI فى انشاء صورة هولوجرامية لعبد الحليم حافظ من خلال تسجيل حركة وتعبيرات الوجه لمؤدي حركة من خلال خوذة خاصة و كاميرا التحكم الحركى بتسجيل حركة الوجه وتعبيراته عن طريق نقط توضع على الوجه مقسمة بحيث تغطي كامل الوجه وبإستخدام برنامج Flair للتحكم في الحركة يعرف الموضع الدقيق ثلاثي

الأبعاد للكاميرا في الوقت الفعلي وبدقة أقل من ملليمتر فمن السهل جدًا تصدير هذه البيانات إلى CGI لإضافة خلفية رسومات الكمبيوتر كما بالصورة (١٣).

صورة (١٣) توضح تسجيل حركة الوجه وتعبيراته لمؤدي لحركات عبد الحليم حافظ

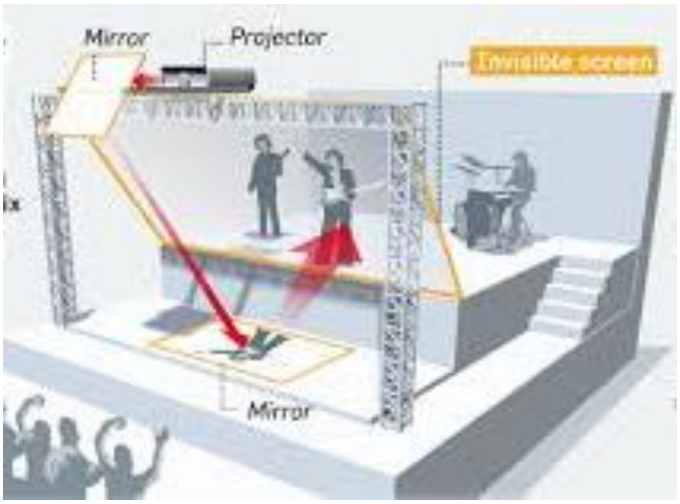
ومن ثم يتم إدخال البانات المسجلة على برامج انتاج الصور ثلاثية الأبعاد بواسطة مجموعة كبيرة من حزم البرامج بما في ذلك Softimage و XSi و Maya و Flame و Lightwave و Inferno ، وذلك لانتاج صورة مجسمة لأم كلثوم ومطابقة حركة الوجه للمؤدي على الوجه ثلاثي البعاد لعبد الحليم حافظ كما بالصورة(١٤)

صورة(١٤) توضح الشكل النهائى لوجه عبد الحليم حافظ

اما باقى الجسد فقد تم تصويره على الكروما الخضراء ثم فصله وتركيبه على وجه ام كلثوم الذى تم انشاءه ببرامج انشاء الصور ثلاثية الابعاد

١٤- طريقة العرض :

تم الإعتماد فى طريقة العرض على طريقة جوست بير اوشبح بير والتى تقوم فكرتها على الهولوجرامات الإنعكاسية والتى يتم من خلالها اسقاط الصورة الهولوجرامية من خلال جهاز عرض على مرايا موضوعه بزاويه ٤٥ درجة والتى بدورها تعكسها على السطح المستقبل للصورة لتظهر الصورة في الفراغ مكونة الهولوجرام كما بالشكل (١٥).



شكل(١٥) يوضح تقنية العرض المستخدمة لمسرح الهولوجرافي

وتم إستخدام اجهزة عرض تعتمد على أشعة الليز من نوع باركو BARCO UDM كما بالشكل (١٦)

شكل(١٦) يوضح جهاز العرض المستخدم BARCO UDM

ويتم الأسقاط من خلال جهاز البروجيكتور على لوح شفاف مصنوع من مادة البوليمر الشفاف وذلك لضمان انتاج صورة ذات جودة عالية كما بالشكل(١٧)

شكل(١٧) يوضح المستقبل (لوح من مادة البوليمر) لعرض الصورة ثلاثية الأبعاد (الهولوجرام) للفنان عبد الحليم حافظ

ويظهر الناتج النهائي للهولوجرام على المسرح كما بالصورة (١٨)

شكل(١٨) يوضح الناتج النهائي للهوجرام على المسرح

نتائج البحث :

١- يوجد انواع كثيرة للهولوجرافي مثل الهولوجرامات الانعكاسية والهولوجرامات النافاذية وإلخ... وللعرض المسرحي يعد الهولوجرامات الانعاكسيه النوع الانسب .

٢- تعتبر قوة إضاءة جهاز العرض (البروجيكتور) من العوامل الاساسية لجودة الهولوجرام الناتج.

٣- إستخدام جهاز عرض يعتمد على اشعة الليزر في العرض يسمح بإنشاء مسرح هولوجرافي ذو حجم كبير لعدد اكبر من المتفرجين.

٤- استخدام تكنولوجيا CGI الصور المولدة بواسطة الحاسوب اتاح الفرصة امام تكنولوجيا الهولوجرافي لانتاج افكار مختلفة وتنفيذ ما لايمكن تنفيذه فى المسرح العادي

٥- من شروط العرض للهولوجرافي توافر جميع العناصر المشتركة في انتاج العرض من (صورة متحركة-جهاز عرض-لوح من البوليمر -مرايا)

التوصيات:

١- يجب زياده الدرسات فى تقنيات انتاج الصورة الهولوجراميه ثلاثية الابعاد في جميع المجالات وخاصة فى مجال المسرح

٢- عرض الهولوجرام على المسرح يتطلب معدات خاصة وموصفات محددة تتطلب الكثير من الجهد الدقة وذات تكلفة لذا يجب التعمق فى البحث عن بدائل جديدة بأستخدام الذكاء الإصطناعى .

٣- ضرورة التعمق في دراسة انتاج الصورة المجسمة ثلاثية الابعاد المنتجة بواسطة CGI واستخدامتها المختلفة في مجال التليفزيون

المراجع :

- Thomas J. Naughton; “Capture, processing, and display of real- world 3D objects using digital holography”; 2010 IEEE Invited Paper , vol. 19, pp. 1134-1156

- Stephan Reichelt, Ralf Haussler, Norbert Leister, Gerald Futterer, Hagen Stolle and Armin Schwerdtner; “Holographic 3- D Displays - Electroholography within the Grasp of Commercialization”; Advances in Lasers and Electro Optics, April 2018, pp.101-124
- Y.I. Ostrovsky, M.M. Butusov, G.V. Ostrovskaya, 2013, Interferometry by Holography, Springer Berlin Heidelberg ,P71
- David Abookasis and Joseph Rosen. 2006. Three types of computer-generated hologram synthesized from multiple angular viewpoints of a three-dimensional scene. Applied Optics 45,25 Sep. 2018, pp 6533-653.
- Ulf Schnars, Werner Jüptner, 2005, Digital Hologram Recording, Numerical Reconstruction, and Related Techniques, Physica-Verlag ,P158
- https://www.nfi.edu/what-is-cgi/
- Fouad Sabry, 2022, Computer Generated Imagery, One Billion Knowledgeable, P97
- Jason Tomaric · 2013. Direct Your Movie from Script to Screen Using Proven Hollywood Techniques. Taylor & Francis.p440
- Pierre Bénard, Aaron Hertzmann. 2019. Line Drawings from 3D Models. Now Publishers .p 184
- https://it-s.com/what-is-nurbs-modeling/
- Samuel R. Buss · 2003. 3D Computer Graphics A Mathematical Introduction with OpenGL. Cambridge University Press .p126
- Jeremy -2013- Digital Lighting & Rendering 3rd Edition- New Riders Pub
- Jon Peddie. 2019. Ray Tracing A Tool for All. Springer International Publishing
- Anthony A. Apodaca, Larry Gritz, Ronen Barzel.1999. Advanced RenderMan Creating CGI for Motion Pictures · Volume 1. Elsevier Science
- Steve Wright · 2013. Compositing Visual Effects. Taylor & Francis . p309
- Mark Sawicki · 2012. Filming the Fantastic. Taylor & Francis .p251
- Gillian McIver,2017, Art History for Filmmakers “The Art of Visual Storytelling”, Bloomsbury Publishing.