

دور التقنيات المتقدمة في تصميم وتنفيذ المناظر السينمائية

The Role of Advanced Technologies in Landscape Design and Implementation Cinematic Scenes

أ.د/ علي محمد سنوسي

أستاذ تصميم المنشآت السياحية ورئيس قسم التصميم الداخلي والأثاث
ووكيل كلية الفنون التطبيقية لشئون التعليم والطلاب الأسبق- جامعة حلوان

Prof. Ali Muhammad Sanusi

Professor of tourism facilities design Head of the Interior Design and Furniture
Department

And Vice Dean of the College of Applied Arts for Education Affairs

And former students - Helwan University

dr.alysenousy@hotmail.com

أ.د/ دعاء عبد الرحمن محمد

أستاذ أساسيات التصميم الداخلي

قسم التصميم الداخلي والأثاث - كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان

Prof. Doaa Abdel Rahman Muhammad

Professor of interior design basics Interior design and furniture department Faculty of
Applied Arts - Helwan University

Doaagoda2018@gmail.com

م.م/ إسراء أحمد مدبولي أحمد

مدرس مساعد بقسم التصميم الداخلي والأثاث

كلية التصميم والفنون الإبداعية-جامعة الأهرام الكندية

assist. Lect. Esraa Ahmed Madbouly Ahmed

Assistant lecturer in the Department of Interior Design and Furniture -Faculty of Design
and Creative Arts - Al-Ahram Canadian University

esraa_ahmed191@yahoo.com

ملخص البحث:

تطورت التقنيات الحديثة بشكل كبير، فأبتكرت تقنية أفلام ثلاثية الأبعاد " إيماكس IMAX"، إلى إن اتجهت السينما إلى مجال تقنية "الواقع الافتراضي Virtual Reality". حيث أنها لم تقتصر على صناعة الأفلام الفيديو فقط بل أصبحت تستخدم من قبل العديد من مخرجي السينما لرفع تجربة المشاهدة إلى مستوى جيد. تضع تقنية الواقع الافتراضي العديد من الأدوات والعناصر لدى تصرف صانعي الأفلام لتحسين جودة صناعتهم، حيث تقوم هذه التقنية بإدخال المشاهد داخل عالم اللواقعي "عالم افتراضي" من خلال أدوات يتم ارتداؤها تمكنهم من التفاعل مع الفيلم بدلاً من مجرد المشاهدة فقط^(٢).

ومن هنا تكمن مشكلة البحث في قلة تطبيق المعايير التكنولوجية الحديثة في تصميم المناظر السينمائية حتى تستطيع مواكبة التطور التكنولوجي السريع في هذا المجال. وتكمن أهمية البحث في إن المعرفة بأهم التقنيات الحديثة والمتطورة له دور كبير في تطور تصميم المنظر السينمائي مما يخدم فكرة العمل السينمائي ويساعد على الإبداع. لذلك يهدف البحث إلى كيفية الوصول إلى معايير تكنولوجية حديثة في تصميم المناظر السينمائية. وتوصل البحث إلى استخدام تقنيات التكنولوجيا المتطورة و تطبيق الأسس والمعايير التصميمية يؤدي إلي رفع كفاءة تصميم الأعمال السينمائية.

الكلمات المفتاحية:

المناظر الافتراضية - المناظر بواسطة الحاسب الآلي "CGI" - مناظر المحاكاة - التكنولوجيا الحديثة.

Summary:

Modern technologies have developed significantly, creating 3D movie technology, "IMAX," until cinema turned to the field of "Virtual Reality" technology. As it is not limited to video filmmaking only, but has become used by many film directors to raise the viewing experience to a good level. Virtual reality technology puts many tools and elements at the disposal of filmmakers to improve the quality of their making. This technology brings the viewer into an unreal world, a "virtual world," through wearable tools that enable them to interact with the film instead of just watching ⁽²⁾.

Hence, the problem of the research is the lack of application of modern technological standards in designing cinematic scenery in order to be able to keep pace with the rapid technological development in this field. The importance of the research lies in the fact that knowledge of the most important modern and advanced technologies has a major role in the development of cinematic scene design, which serves the idea of cinematic work and helps creativity. Therefore, the research aims to find out how to research Modern technological standards in cinematic scene design. The research concluded that the use of advanced technology techniques and the application of design principles and standards leads to raising the efficiency of designing cinematic works.

key words:

Virtual scenes - CGI scenes - Simulation scenes - Modern Technology.

مشكلة البحث:

تكمن مشكلة البحث في غياب الاستخدام الأمثل للمعايير التكنولوجية في تصميم المناظر السينمائية حتى تستطيع مواكبة التطور التكنولوجي السريع في هذا المجال.

أهمية البحث:

إن المعرفة بأهم التقنيات الحديثة والمتطورة له دور كبير في تطور تصميم المنظر السينمائي مما يخدم فكرة العمل السينمائي ويساعد على الإبداع.

هدف البحث:

وضع معايير تكنولوجية عند تصميم المناظر السينمائية لتطويرها.

فروض البحث:

- يفترض البحث بأن استخدام تقنيات التكنولوجيا المتطورة يؤدي إلي رفع كفاءة تصميم الأعمال السينمائية.
- تطبيق الأسس والمعايير التصميمية باستخدام التكنولوجيا المتطورة يعمل على تطوير المناظر السينمائية.

منهجية البحث:

١. المنهج الإستقرائي: وذلك عن طريق البحث النظري من خلال الكتب والرسائل العلمية والدراسات السابقة والمراجع العلمية التي تهتم بالتكنولوجيا المتقدمة في المناظر السينمائية.
٢. المنهج الوصفي التحليلي: وذلك عن طريق توصيف وتحليل لبعض الأعمال السينمائية.

الخطوات الإجرائية للبحث:

- أولاً: الأنماط المختلفة للمناظر السينمائية.
- ثانياً: المتطلبات الهندسية لإنشاء أفلام الواقع الافتراضي.
- ثالثاً: نتائج البحث.

مقدمة:

شكلت التكنولوجيا المتطورة بوسائلها التقنية التي تمثلت في مختلف النشاط البشري الملمح الأبرز من ملامح العصر بحضورها حضوراً مستمراً في مجالات الحياة، وأبواب العلم وحاجات البشر، كونها احتوت على صعد المعرفة كلها، فاخترقت وسائلها كل القيم الإنسانية، وأحدثت تأثيراً في المصفوفات القيمية، نحو تحولات جذرية في شتى مجالات الحياة، ما أدى إلى إفراز مفاهيم جديدة حول فنون المجتمعات المعاصرة، إذ يعيش العالم اليوم مرحلة جديدة في التطور التكنولوجي. لقد تعددت الاستخدامات للتكنولوجيا الحديثة في تصميم المناظر السينمائية، والتي ساعدت في فتح آفاق جديدة أمام المصمم للحصول على رؤية تشكيلية جديدة و مختلفة في التصميم. كان لظهور الضفرة الجديدة من أفلام الخيال العلمي و أفلام الكوارث الطبيعية ونهاية العالم ؛ دافعاً قوياً للبحث عن حلول تكنولوجية جديدة لتساهم في إضفاء قدراً من الواقعية على هذا النوع من الأفلام.

١- الأنماط المختلفة للمناظر السينمائية المصممة باستخدام تقنية الواقع الافتراضي:

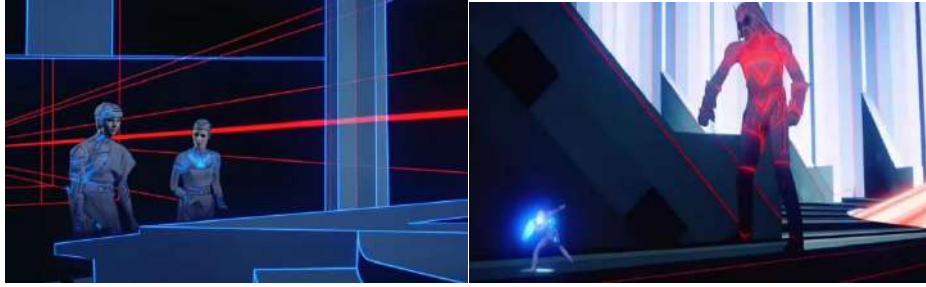
فيما يلي إستعراض لأهم لأنماط المختلفة للمناظر السينمائية الافتراضية، وهي:

1. المناظر بواسطة الحاسب الآلي "Computer Generated Image "CGI".
2. المناظر الافتراضية Virtual Sets.
3. مناظر المحاكاة Simulated Sets.
4. المناظر الرقمية الكاملة Full Digital Sets.
5. المناظر الرقمية المُكملة Composited Digital Sets.

١-١ المناظر بواسطة الحاسب الآلي "Computer Generated Image "CGI":

وظفت الأفلام السينمائية تقنية الصورة المُولدة بالحاسب الآلي "CGI" على نحو متزايد لمحاكاة المواقع الحقيقية والوهمية والشخصيات. فالممثلون أصبحوا يؤدون أمام شاشات فارغة زرقاء أو خضراء، وجزء كبير من صناعة الأفلام تم تسليمها إلى الفنيين والمهندسين. حيث أصبح الإنتاج موقعاً للإبتكار التكنولوجي، وأصبح العنصر البشري ثانوياً بالنسبة للتكنولوجيا^(٨).

من أبرز الأفلام التي استخدمت تقنية المناظر "CGI" فيلم "Torn" من إنتاج شركة "Disney" عام ١٩٨٢م، للمخرج الأمريكي "ستييفن ليسبيرجير". Steven Lisberger "يعتبر فيلم "Torn" هو أول محاولة فعلية لتقنية المناظر بواسطة الحاسب الآلي "CGI"، إلا أن الفشل التجاري للفيلم تسبب في تقليل الاهتمام بالمناظر. "CGI"



صورة رقم (١): توضح بعض مناظر التصميم الداخلي للفيلم باستخدام تقنية "CGI"

يُعد فيلم "Avatar" بداية مستقبل صناعة أفلام الألفية الجديدة فهو من أكثر الأفلام التي تظهر إمكانيات استخدام الحاسب الآلي (تقنية "CGI")، مثل: مُلتقط الكاميرا وخلق البيئات الطبيعية سواء كانت جبال مُعلقة أو حرائق أو غابات أو نباتات، و يحتوي أيضاً على كيفية إظهار عملية الدمج بعد التصوير^(٣).

تقنيات الفيلم:

1. تقنية إلتقاط تعبيرات الوجه 3D. يتم وضع الكاميرات على بعد سنتيمترات من الوجه، فيتم إلتقاط كل انقباض أو إنبساط لعضلات وجه الممثل و تحويله إلى شكل رقمي لخلق تعبيرات صحيحة.



صورة رقم (٢): توضح تقنية تعبيرات الوجه 3D من فيلم "Avatar" ٢٠٠٩م

2. تقنية الكاميرا الافتراضية Virtual Camera، وكاميرا المحاكاة Simul Camera.

الكاميرا الافتراضية Virtual Camera: في الواقع هي ليست كاميرا ؛ فهي تشبه وحدة تحكم ألعاب الفيديو، فهي تحاكي الكاميرا التي يتم تغذيتها بـ صور الـ "CG" من خلال أجهزة حاسب آلي، فتسمح بالتعديل وذلك تضخيم كل صغير من خلال حركة الكاميرا لتفاعل الممثلين في مرحلة الإنتاج الافتراضية. فهي تسمح بقياس التأثير الكلي على مشهد الشاشة النهائي. أما كاميرا المحاكاة Simul Camera: تقوم بدمج البيئات الـ "CG" و الشخصيات بالحدث الحي الذي تم إلتقاطه بكاميرا Fusion 3D مما يسمح بإدارة المشاهد الافتراضية^(٦).



صورة رقم (٣): توضح استخدام كاميرا "Fusion" أثناء تصوير فيلم "Avatar" ٢٠٠٩م

٢-١ المناظر الافتراضية Virtual Sets:

تنقسم تقنية المناظر الافتراضية لنوعان، أحدهما يستخدم في التلفاز وخاصةً في (نشرة حالة الطقس) والآخر يستخدم في إنتاج الأفلام السينمائية. الفرق بينهما يعتمد على تقنية "مفتاح الكروما" أو ما يسمى بـ "عملية الأقفال"، التي تحدث في الوقت الحقيقي أو تتم من خلال عملية التركيب والدمج بعد التصوير.

النوع الأول: يُستخدم من قبل منتجي التلفزيون كطريقة لتتيح لهم بث الفيديو الخاص بهم مع إستبدال الخلفية، وذلك باستخدام محولات فيديو تسمى "Tricaster" بالتزامن مع برامج متخصصة تسمى "Virtual Set Editor"، والتي تسمح بوضع تصور ما لأي منظر^(٢).



صورة رقم (٤): توضح شكل الاستوديو الافتراضي

النوع الثاني: المناظر الافتراضية الخاصة بالأفلام السينمائية، والتي يتم إنتاجها ودمجها مع الممثلون الحقيقيون في الوقت الحقيقي من خلال أستوديو خاص يعرف باسم "الأستوديو الافتراضي Virtual Studio" للسماح بتصوير جميع مشاهد الفيلم في موقع واحد.

يعد فيلم "مدينة الخطيئة Sin City" هو أول فيلم تم تصوير جميع مشاهد بتقنية المناظر الافتراضية على شاشة خضراء من البداية للنهاية. الفيلم من إخراج "روبرت رود روجرز Robert Rodriguez" و "فرانك ميلر Frank Miller" عام ٢٠٠٥م، حصل الفيلم على جائزة "التقنية"

الكبرى" لصياغته البصرية من مهرجان كان السينمائي عام ٢٠٠٥م.



صورة رقم (٥): توضح تصوير مشاهد الفيلم داخل أستوديو افتراضي

٣-١ نماذج المحاكاة Simulated Sets:

"هي استخدام الصوت و الصورة لتمثيل أماكن أو مواقع أو أحداث قريبة جداً من الواقع. أو هي استخدام الحاسب الآلي في توليد عروض متعددة الوسائط لإبداع عمليات أو مهارات وخبرات أو أماكن حقيقية طبيعية" (٤).
مثال لهذه المناظر منظر محاكاة الطبيعة ومحاكاة إنعدام الجاذبية الأرضية فيلم الخيال العلمي "The Martian"، أخرج "ريدلي سكوت Ridley Scott" عام ٢٠١٥م. الفيلم مقتبس عن رواية المريخ للكاتب الأمريكي "لأندي وير Andy Weir".



"The Martian" صورة رقم (٦): توضح مناظر محاكاة الطبيعة من فيلم



"The Martian" صورة رقم (٧): توضح مناظر محاكاة إنعدام الجاذبية الأرضية من فيلم

٤-١ المناظر الرقمية الكاملة Full Digital Sets:

من الأفلام المنشأة بالكامل داخل بيئة رقمية ثنائية وثلاثية الأبعاد فيلم "Beowulf"، من إخراج "روبرت زيمكس Robert Zemeckis"؛ إنتاج عام ٢٠٠٧م.



صورة رقم (٨): توضح بعض مشاهد الفيلم

يعد هذا الفيلم الأول من نوعه في أفلام هوليوود من حيث استخدام تقنية التقاط تعبيرات الوجه "3D Facial Monition Capture"، وأيضاً تقنيات بناء المشاهد الرقمية.



صورة رقم (٩): توضح مراحل تقنية إلتقاط حركة الجسم وتعبيرات الوجه

وقد قامت شركتي "Sony Picture & Image Works" بإنشاء الرسوم المتحركة و المؤثرات البصرية للفيلم ؛ بإشراف "جيرم تشين Jerome Chen" مستخدماً تقنية "Live Action Compositing". وهى طريقة على دمج الحركة للممثلين ومطبقتها بالنماذج الافتراضية مع دمجها بالخلفيات الرقمية في أن واحد.



صورة رقم (١٠): توضح الرسوم المتحركة لفيلم "Beowulf" من إنشاء شركتي "Sony Picture & Image Works"

١-٥ المناظر الرقمية المُكملة Compositing Digital Sets:

تعرف المناظر المُكملة بـ "الخلفية الرقمية أو الخلفية الافتراضية"، وهى عبارة عن نماذج جرافيكية 3D أو مناظر مُتحركة بالرغم من أنها غير حقيقية ؛ مثل "منظر لشوارع الخلفية". حيث يتم تصوير جميع المناظر على منصة ديكور حقيقية "Stage Sets" بخلفية فارغة ذات لون أخضر أو أزرق، والتي سوف تستبدل في مرحلة ما بعد الإنتاج بـ "بيئة إصطناعية (افتراضية)". تُستخدم "المناظر الرقمية المُكملة" بكثرة في أفلام الخيال العلمي و أفلام الرسوم المُتحركة، فعلى سبيل المثال: فيلم "Super Man" ٢٠٢١م ؛ هو من إنتاج شركة "دي سي DC Films" التابعة لـ "وارنر بروس" الأمريكية و إخراج "زاك سنايدر Zack Snyder".



صورة رقم (١١): توضح بعض مشاهد فيلم "Super Man" ٢٠٢١م

٢- المتطلبات الهندسية لإنشاء أفلام الواقع الافتراضي:

إتجهت معظم الاستوديوهات إلى تقليل تكلفة الإنتاج الضخمة للأفلام، لذلك لجأ المنتجون إلى ما يعرف بالنظام الافتراضي للاستوديو "Virtual Studio System" كإمتداد وتطوير لتقنية "مفتاح الكروما التقليدية" (٦).

ومن أهم الاستوديوهات المنافسة الرئيسية في مجال الاستوديوهات الافتراضية (٥): "RTSoftware, Virtual Set Works, Orad, Hybrid, Ross-Video, Brainstorm"

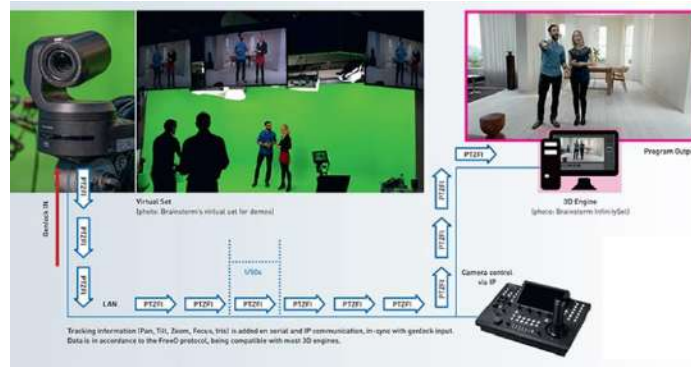
فيما يلي توضيح لفكرة الاستوديو الافتراضي وأهم معداته:

1- النظام الافتراضي للاستوديو Virtual Studio System.

2- مكونات الاستوديو الافتراضي.

١-٢ النظام الافتراضي للاستوديو Virtual Studio System:

هو نظام يسمح بوضع الممثلون داخل بيئة افتراضية 3D مصممة بالحاسب الآلي بشكل مباشر في الوقت الفعلي، حيث يقوم الممثل بتأدية دوره أمام شاشة زرقاء أو خضراء ثم يتم تنسيق المنظر باستخدام تقنية "مفتاح الكروما".



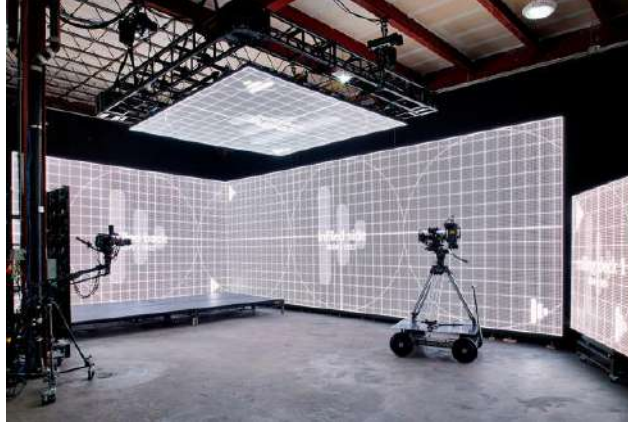
صورة رقم (١٢): توضيح فكرة الاستوديو الافتراضي

١-٢ النظام الافتراضي للاستوديو السينمائي:

تعد فكرة "الاستوديو الافتراضي السينمائي" هي نفس فكرة "الاستوديو الافتراضي التلفزيوني" ولكن هناك اختلاف بينهم ؛ فالاستوديو الافتراضي السينمائي يسمح بتفاعل الممثلين والمؤديين مع المنظر و أيضاً يتيح للكاميرا بالحركة داخل المنظر أثناء التصوير مما يقنع المشاهد بأن الديكور حقيقي (٧)؛ ويساعد بعمل بعض التعديلات على المشهد بعد تصويره في "مرحلة ما بعد الإنتاج" وذلك باستخدام برامج الحاسب الآلي 3D الخاصة بإنشاء المناظر الافتراضية.

وأهم ما يميز الاستوديو الافتراضي السينمائي بشكل أساسي:

"حركة الكاميرا" حيث يسمح للكاميرا بالحركة داخل فضاء 3D مُولد بالحاسب الآلي. في حين يتم تقديم صورة كاميرا افتراضية من نفس المنظور، وبالتالي يجب أن يتكيف المشهد الافتراضي مع إعدادات الكاميرا (التكبير، اتجاه الزوايا، الحركة،.....) في أي وقت (٥).

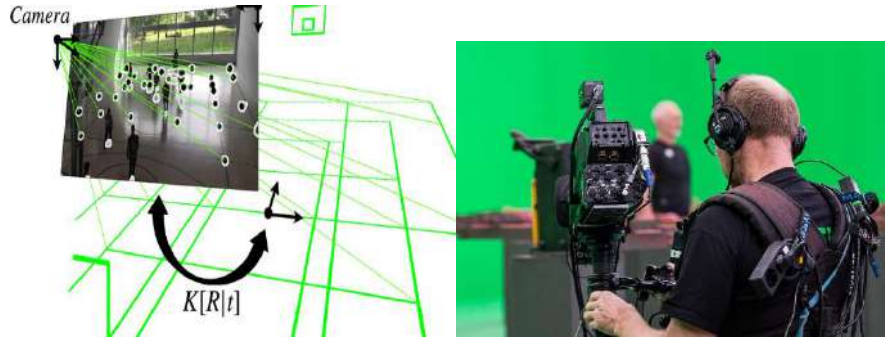


صورة رقم (١٣): توضح شكل الإستوديو الافتراضي السينمائي

٢-٢ مكونات الإستوديو الافتراضي:

تختلف المكونات و الحلول التكنولوجية للإستوديو الافتراضي من إستوديو لآخر، ولكن توجد أربعة مكونات أساسية متوفرة في معظمهم ؛ وهى كالآتي:

1- كاميرا تتبع وجهاز أستشعار camera Tracking and Sensor: وهى المسؤولة عن القياسات البصرية والميكانيكية التي تساعد على إنشاء تيار مباشر من البيانات المباشرة التي تقوم بوصف المنظور وتحديد مكان الكاميرا (١).



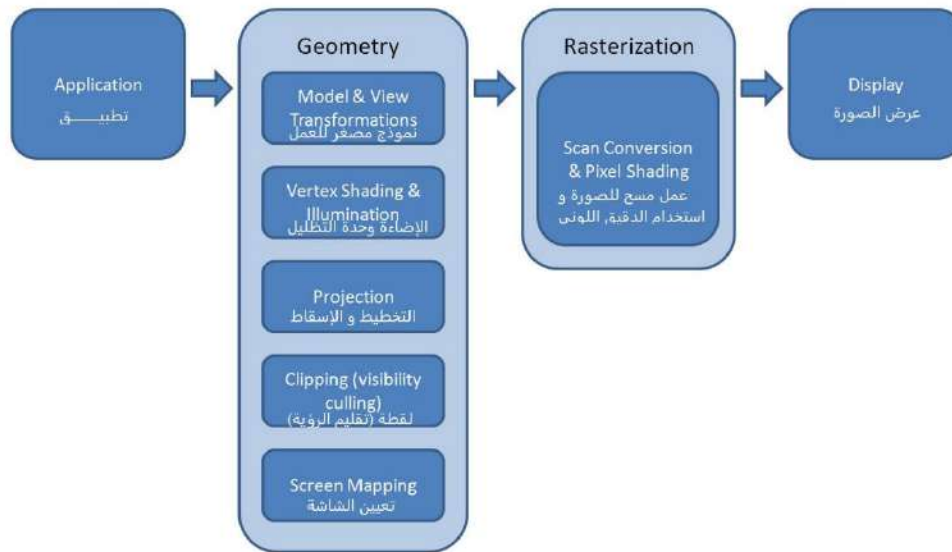
صورة رقم (١٤): توضح شكل وفكرة كاميرا تتبع وجهاز أستشعار

٢- برنامج معالجة الوقت الفعلي Real Time Rendering Software: يستخدم بيانات كاميرا التتبع لتوليد صورة ثلاثية الأبعاد (3D) للإستوديو الافتراضي (٩).



صورة رقم (١٥) توضح برنامج معالجة الوقت الفعلي

- خطوات استخدام "برنامج معالجة الوقت الفعلي Real-Time":



شكل تخطيطي رقم (١): يوضح خطوات استخدام "برنامج معالجة

الوقت الفعلي Real-Time"

٣- آلة تركيب منظور الرؤية Vision Mixer: تقوم بتجميع فيديو الكاميرا مع فيديو برنامج معالجة الوقت الفعلي لإنتاج الفيديو النهائي، وعرف أيضاً بإسم "Chroma Keyer" (١٠).



صورة رقم (١٦): توضح آلة الدمج لإنتاج الفيديو النهائي

٤- شاشة زرقاء / خضراء Blue/Green Screen.

نتائج البحث:

1. استخدام التكنولوجيا الحديثة في تصميم المناظر السينمائية يساهم في إضفاء قدراً من الواقعية على هذا النوع من الأفلام.
2. استخدام الحاسب الآلي ساعد في فتح آفاق جديدة أمام المصمم للحصول على رؤية تشكيلية جديدة و مختلفة في التصميم.
3. حققت المناظر المُولدة بالحاسب الآلي "CGI" محاكاة أكثر واقعية للمواقع الحقيقية والوهمية والشخصيات، وأصبحت موقعاً للإبتكار التكنولوجي.
4. تساهم تقنية "CGI" في تنفيذ وتصوير المشاهد المعقدة دون الحاجة إلى بناء هذه المشاهد ؛ مما يساعد في توفير تكلفة الإنشاء.
5. استخدام الحاسب الآلي ساهم في توليد عروض متعددة الوسائط لإبداع عمليات أو مهارات وخبرات أو أماكن حقيقية طبيعية.

6. استخدمت معظم الاستوديوهات إلى النظام الافتراضي للاستوديو كإمتداد وتطوير لتقنية "مفتاح الكروما التقليدية لتقليل تكلفة الإنتاج الضخمة للأفلام.

التوصيات:

1. أهمية زيادة الوعي باستخدام التكنولوجيا الحديثة والتأكيد على تعميم استخدام النظام الافتراضي بالاستوديوهات السينمائية.
2. لابد أن يكون المصمم الداخلي على دراية كافية بالمتطلبات الهندسية لتصميم المناظر السينمائية لإنشاء أفلام الواقع الافتراضي لما لها من دور فعال للحصول على رؤية تشكيلية مختلفة وأكثر تشويقاً.
3. ضرورة مواكبة المصمم الداخلي للتطور المتلاحق للتكنولوجيا ودمجها داخل العملية التصميمية لما لها من قدرة على تحقيق ضفرة جديدة في مجال المناظر السينمائية.
4. على الكليات والمعاهد المتخصصة في دراسة التصميم الداخلي السينمائي التأكيد على أهمية التكنولوجيا وكيفية تحقيق الإبداع التكنولوجي في تصميم المناظر السينمائية.

المراجع:

الكتب العربية:

١. بسبوني، عبد الحميد(مهندس)، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (مشروعات الواقع الافتراضي في الآثار و المتاحف الأثرية)، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، القاهرة (٢٠١٨).
1. bisyuni, eabd alhamid(mhandis), tiknulujia almaelumat alraqamia (mashrue alwaqie aliaftiradii fi alathar waltaathirat al'athariati), dar alikutub aleilmia llnashr waltawzie, altabeat al'uwlaa, alqahira (2018).

الرسائل العلمية:

٢. زكي، سارة مرتضى محمد، التقنيات الحديثة وتشكيل الصورة السينمائية (تقنية الواقع الافتراضي)، ماجستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان (٢٠١٧).
2. zaki, sarat murtadaa muhamad, tafasil watashkil alsuwr alfutughrafia (tiqniat alwaqie aliaftiradii), majistir, kuliyat alfunun aljamilati, jamieat hulwan (2017).
٣. شيماء الرفاعي حمودة محمد، النماذج كعناصر منظرية في الفيلم السينمائي، ماجستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة الاسكندرية (٢٠١٤).
3. shima' alrifaei hamuwdat muhamad, dirasat kaeanasir manzariat fi alfilm alsinyamayyi, risalat majistir, kuliyat alfunun aljamilati, jamieat alaiskandaria (2014).
٤. عبيد، عمرو مصطفى عبد العزيز، تصميم المناظر للأفلام الرقمية، دكتوراه، كلية الفنون الجميلة، جامعة الإسكندرية (٢٠١١).
4. eubaydi, eamrw mustafaa eabd aleaziza, tasmim lil'aflam alraqamiati, risalat dukturah, kuliyat alfunun aljamilati, jamieat al'iiskandaria (2011).

الأبحاث والمؤتمرات العلمية الإنجليزية:

5. Frank, Beacham, Virtual Sets Make Comeback at Cost-Cutting Television Broadcasters.
6. Jovana, Grbic, -Behind Avatar: Science, Technology, Art and Design-, Dec 14,2009.
7. Jon, Lewis, American Film A History, W. W. Norton, Performing Arts, 2008.
8. Moshkovitz Moshe, The Virtual Studio, Focal Press, 2000.

المواقع الإلكترونية:

9. <https://elcinema.com/work/2000011/3/2024>
10. www.thebroadcastbridge.com/2/2024