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 " آيماكس IMAX"، إلى إن اتجهت السينما إلى مجال تقنية "الواقع الإفتراضي Virtual Reality". حيث أنها لم تقتصر على صناعة الأفلام الفيديو فقط بل أصبحت تستخدم من قبل العديد من مخرجي السينما لرفع تجربة المُشاهدة إلى مستوى جيد. تضع تقنية الواقع الإفتراضي العديد من الأدوات والعناصر لدى تصرف صانعي الأفلام لتحسين جودة صناعتهم، حيث تقوم هذه التقنية بإدخال المُشاهد داخل عالم اللاواقعي "عالم إفتراضي" من خلال أدوات ينم أرتداؤها تمكنهم من التفاعل مع الفيلم بدلاً من مجرد المُشاهدة فقط(٢).

ومن هنا تكمن **مشكلة البحث** في قلة تطبيق المعايير التكنولوجية الحديثة في تصميم المناظر السينمائية حتى تسطيع 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 و يساعد على الإبداع. لذلك **يهدف البحث** إلى كيفية الوصول إلى معايير تكنولوجية حديثة في تصميم المناظر السينمائية. **وتوصل البحث** إلى أستخدام تقنيات التكنولوجيا المتطورة و تطبيق الأسس والمعايير التصميمية يؤدي إلي رفع كفاءة تصميم الأعمال السينمائية.

الكلمات المفتاحية:
المناظر الإفتراضية - 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 researchModern 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 الأستخدام الأمثل للمعايير التكنولوجية في تصميم المناظر السينمائية حتى تسطيع 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 أستخدام 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 الوصفى التحليلي: وذلك عن طريق توصيف وتحليل لبعض الأعمال السينمائية.

الخطوات الإجرائية للبحث:

أولاً: الأنماط المختلفة للمناظر السينمائية.

ثانياً: المتطلبات الهندسية لإنشاء أفلام الواقع الإفتراضي.

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 صعُد 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 المُصمم 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 الإفتراضي:

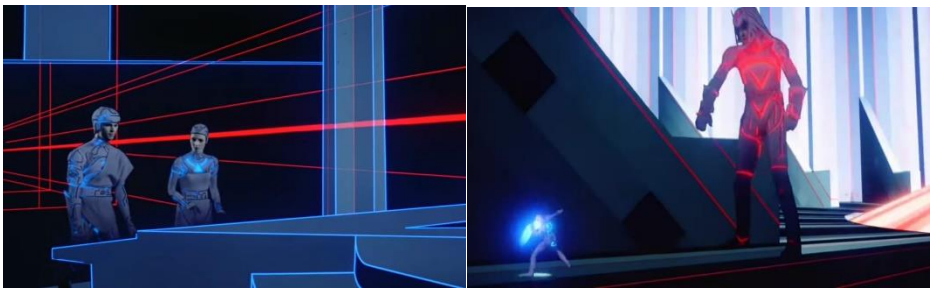
فيما يلي إستعراض لأهم لأنماط المختلفة للمناظر السينمائية الإفتراضية، وهى:

1. المناظر بواسطة الحاسب الآلي "Computer Generated Image "CGI.
2. المناظر الإفتراضية 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 السنيمائية تقنية الصورة المُولدة بالحاسب الآلي "CGI" على نحو متزايد لمُحاكاة المواقع الحقيقية والوهمية والشخصيات. فالممثلون أصبحوا يؤدون أمام شاشات فارغة زرقاء أوخضراء، 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 " ترون Torn " من إنتاج شركة " Disney " عام ١٩٨٢م، للمخرج الأمريكي " ستيفين ليسبيرجير.Steven Lisberger " يعتبر فيلم " ترون 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 إستخدام 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].

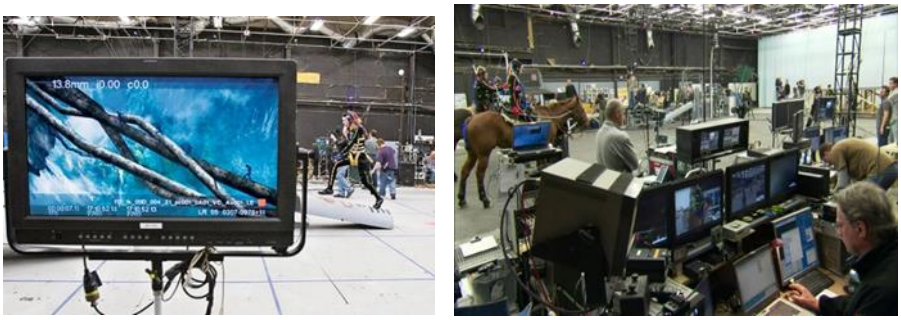
تقنيات الفيلم:

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 الإفتراضية Virtual Camera، وكاميرا المحاكاة Simul Camera.

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



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

٢-١ المناظر الإفتراضية Virtual Sets:

تنقسم تقنية المناظر الإفتراضية 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 بـــ "عملية الأقفال"، التي تحدث في الوقت الحقيقي أو تتم من خلال عملية التركيب والدمج بعد التصوير.

النوع الأول: يُستخدم من قبل منتجي التلفزيون كطريقة تتيح لهم بث الفيديو الخاص بهم مع إستبدال الخلفية، وذلك بإستخدام 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 الأستوديو الإفتراضي

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

يعد فيلم "مدينة الخطيئة Sin City" هو أول فيلم تم تصوير جميع مشاهده بتقنية المناظر الإفتراضية على شاشة خضراء من البداية للنهاية. الفيلم من إخراج "روبرت رود يجزRobert 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 إفتراضي

١-٣ مناظر المحاكاة Simulated Sets:

"هى إستخدام الصوت و الصورة لتمثيل أماكن أو مواقع أو أحداث قريبة جداً من الواقع. أو هى إستخدام الحاسب الآلي في توليد عروض متعددة الوسائط لإبداع عمليات أو مهارات وخبرات أو أماكن حقيقية طبيعية "(٤).

مثال لهذه المناظر منظر مُحاكاة الطبيعة ومُحاكاة 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".

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

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

١-٤ المناظر الرقمية الكاملة Full Digital Sets:

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

صورة رقم (٨): توضح بعض مشاهد الفيلم

يعد هذا الفيلم الأول من نوعه في أفلام هوليود من حيث إستخدام تقنية إلتقاط تعبيرات الوجه "3D Facial Monition Capture"، وأيضا 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 الإفتراضية مع دمجها بالخلفيات الرقمية في أن واحد.

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

٥-١ المناظر الرقمية المُكملة Composited Digital Sets:

تعرف المناظر المُكملة بـــ "الخلفية الرقمية أو الخلفية الإفتراضية"، 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 بـــ "بيئة إصطناعية (إفتراضية)". 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 سنايدرZack Snyder".

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

٢- المُتطلبات الهندسية لإنشاء أفلام الواقع الإفتراضي:

إتجهت معظم الأستوديوهات إلى تقليل تكلفة الإنتاج الضخمة للأفلام، لذلك لجأ المنتجون إلى ما يعرف بالنظام الإفتراضي للأستوديو "Virtual Studio System" كإمتداد وتطوير لتقنية " مفتاح الكروما التقليدية "[٢].

ومن أهم الإستوديوهات المنافسة الرئيسية في مجال الإستوديوهات الإفتراضية[٥]: "RTSoftware,Virtual Set Works, Orad,Hybrid, Ross-Video, Brainstorm"

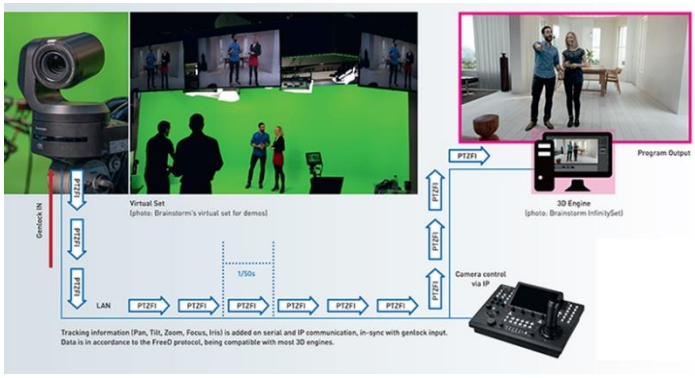
فيما يلي توضيح لفكرة الإستوديو الإفتراضي وأهم معداته:

1- النظام الإفتراضي للإستوديو Virtual Studio System.

2- مكونات الإستوديو الإفتراضي.

٢-١ النظام الإفتراضي للإستوديو Virtual Studio System:

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



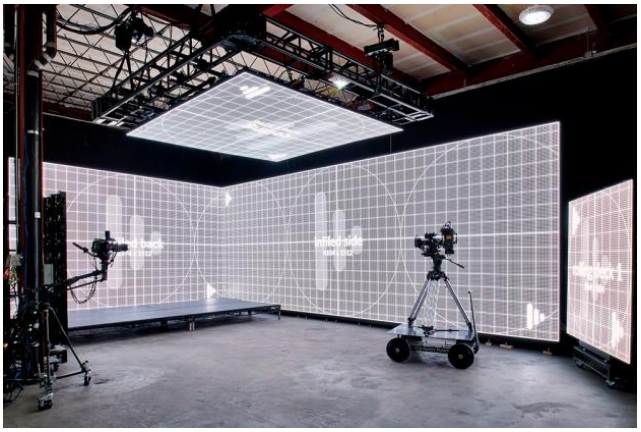
صورة رقم (١٢): توضح فكرة الإستوديو الإفتراضي

٢-١-١النظام الإفتراضي للإستوديو السينمائي:

تعد فكرة "الإستوديو الإفتراضي السينمائي" هى نفس فكرة "الإستوديو الإفتراضي التلفزيوني" ولكن هناك اختلاف بينهم ؛ فالإستوديو الإفتراضي السينمائي يسمح بتفاعل الممثلين والمؤديين مع المنظر و أيضاً يتيح للكاميرا بالحركة داخل المنظر أثناء التصوير مما يقنع المُشاهد بأن الديكور حقيقي[٧]، ويساعد بعمل بعض التعديلات على المشهد بعد تصويره في "مرحلة ما بعد الإنتاج" وذلك بإستخدام برامج الحاسب الآلي 3D الخاصة بإنشاء المناظر الإفتراضية.

وأهم ما يميز الإستوديو الإفتراضي السينمائي بشكل أساسي:

"حركة الكاميرا" حيث يسمح للكاميرا بالحركة داخل فضاء3D مُولد بالحاسب الآلي. في حين يتم تقديم صورة كاميرا إفتراضية من نفس المنظور، وبالتالي يجب أن يتكيف المشهد الإفتراضي مع إعدادات الكاميرا (التكبير، اتجاه الزوايا، الحركة،.....) في أي وقت[٥].

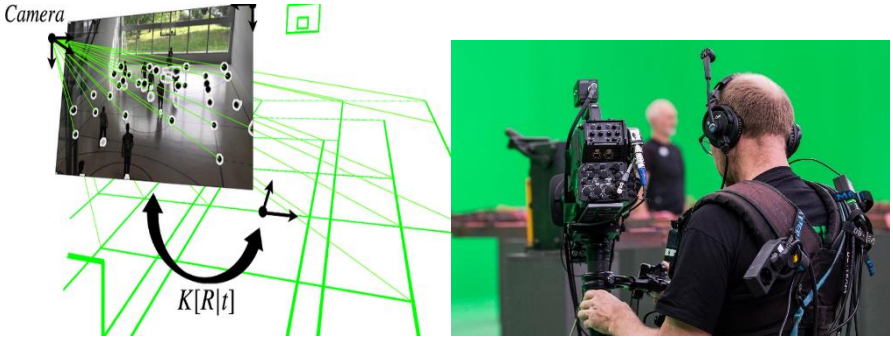


صورة رقم (١٣): توضح شكل الإستوديو الافتراضي السينمائي

٢-٢ مكونات الإستوديو الإفتراضي:

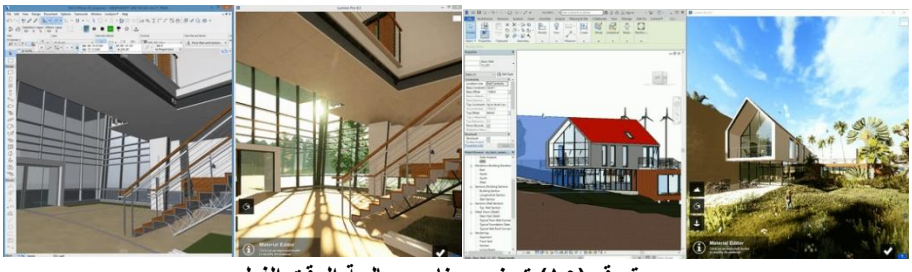
تختلف المكونات و الحلول التكنولوجية للإستوديو الإفتراضي من إستوديو لأخر، ولكن توجد أربعة مكونات أساسية متوفرة في معظمهم ؛ وهى كالآتي:

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



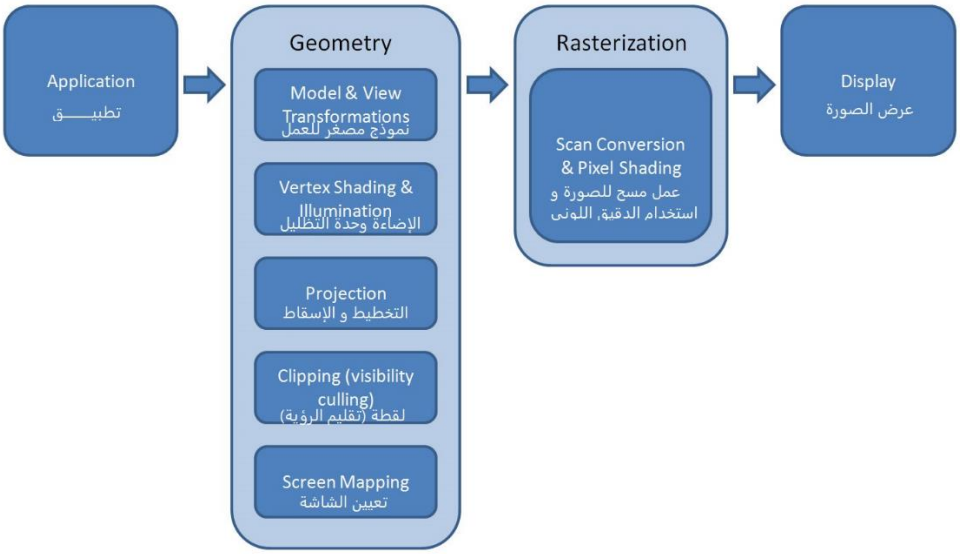
صورة رقم (١٤): توضح شكل وفكرة كاميرا تتبع وجهاز أستشعار

٢- برنامج معالجة الوقت الفعلي Real Time Rendering Software: يستخدم بيانات كاميرا التتبع لتوليد صورة ثلاثية الأبعاد (3D) للإستوديو الإفتراضي[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 ألة الدمج لإنتاج الفيديو النهائي

٤- شاشة زرقاء / خضراء Blue/Green Screen.

نتائج البحث:

1. إستخدام 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 المُصمم للحصول على رؤية تشكيلية جديدة و مختلفة في التصميم.
3. حققت المناظر المُولدة بالحاسب الآلي "CGI" مُحاكاة أكثر واقعية للمواقع الحقيقية والوهمية والشخصيات، وأصبحت موقعاً للإبتكار التكنولوجي.
4. تساهم تقنية "CGI" في تنفيذ وتصوير المشاهد المُعقدة دون الحاجة إلى بناء هذه المشاهد ؛ مما يساعد في توفير تكلفة الإنشاء.
5. إستخدام الحاسب الآلي ساهم في توليد عروض متعددة الوسائط لإبداع عمليات أو مهارات وخبرات أو أماكن حقيقية طبيعية.

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

التوصيات:

1. أهمية زيادة الوعي بإستخدام التكنولوجيا الحديثة والتأكيد على تعميم استخدام النظام الإفتراضي بالأستوديوهات السينمائية.
2. لابد أن يكون المصمم الداخلي على دراية كافية بالمتطلبات الهندسية لتصميم المناظر السينمائية لإنشاء أفلام الواقع الإفتراضي 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. بسيوني، 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 alkutub aleilmiat lilnashr waltawzie, altabeat al'uwlaa, alqahira (2018).

الرسائل العلمية:

٢. زكي، سارة مرتضى محمد، التقنيات الحديثة وتشكيل الصورة السينمائية (تقنية الواقع الإفتراضي)، ماجستير، كلية الفنون الجميلة، جامعة حلوان (٢٠١٧).

2. zaki, sarat murtadaa muhamad, tafasil watashkil alsuwrat 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 alsiynamayyi, 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