

**Technological Innovations in Cinematic Tricks and Visual Effects And its
Impact on Visual Narration**

أ.د/ عمرو محمد جلال محمد

الأستاذ بقسم الإعلام - كلية الألسن والإعلام - جامعة مصر الدولية

وكيل كلية الألسن والإعلام لشئون الدراسات العليا والبحوث

Prof. Dr. Amr Mohamed Galal Mohamed

Professor, Department of Media - Faculty of Al-Alsun and Media - Misr International
University

Vice Dean of the College of Al-Alsun and Media for Postgraduate Studies and Research

amr.galal@miuegypt.edu.eg**المخلص:**

الخدع السينمائية والمؤثرات البصرية هي تقنيات تستخدم في صناعة الأفلام لجعل المشاهد تبدو أكثر واقعية أو مثيرة. ومع التقدم التكنولوجي، تطورت هذه الخدع بشكل كبير، مما أتاح لصانعي الأفلام إبداع مشاهد لم يكن من الممكن تحقيقها في الماضي.

تم استخدام الخدع السينمائية في نهاية القرن التاسع عشر الميلادي من قبل الفرنسي (جورج ميلييه)، ومنذ البدايات الأولى للسينما ويسعى صانعو الأفلام إلى تصوير مشاهد تجمع ما بين البيئة الحقيقية والتأثيرات البصرية، بحث لا يتمكن المشاهد من تحديد ما هو حقيقي وما هو خيالي، ومع التقدم التكنولوجي المستمر في كافة مجالات الحياة شهد مجال صناعة الأفلام طفرة كبيرة بداية من التصوير والكاميرات المستخدمة والعدسات والإضاءة بالإضافة إلى المؤثرات البصرية. يستخدم التركيب الرقمي حالياً على نطاق واسع في عمليات إنتاج الصور سواء ثابتة أو متحركة، والهدف الأساسي من هذه العملية هو الدمج ما بين صورتين أو أكثر لتصبح صورة واحدة. حيث يمكن القول إن الفكرة الأساسية والدافع المحرك من وراء عملية التركيب هو تصوير الأحداث التي لم ولن تحدث أبداً في العالم الحقيقي.

يستخدم التركيب الرقمي في الوقت الحاضر على نطاق واسع لإنتاج المؤثرات البصرية، وهو التطور الطبيعي للتركيب البصري بسبب التطور التكنولوجي، فالتركيب مصطلح يطلق على جمع ودمج عناصر مرئية مختلفة من عدة مصادر منفصلة ولكن عند دمجها وتوحيدها ينتج عنصر مرئي جديد كلياً مما يعطي إحساساً بأنه قد تم تصويره في نفس الوقت والإضاءة وتحت نفس الظروف. فقديمًا كان يتم التركيب يدوياً ولكن ومع التطور التكنولوجي وظهور أجهزة الكمبيوتر والبرامج المتخصصة المتقدمة بدء الاعتماد كلياً على أجهزة الكمبيوتر.

الكلمات المفتاحية:

التركيب الرقمي – الخدع السينمائية – المؤثرات البصرية

Abstract:

The art of cinematic tricks, visual effects, and image montage has evolved significantly since the inception of the film industry, playing a major role in enhancing visual narrative and attracting the audience's attention. Cinematic tricks began to be used in the early twentieth century through simple techniques, such as simple movement of elements or changing lighting

positions. Directors at the time relied on manual tricks and primitive techniques to create exciting visual effects. With the development of technology, this field witnessed tremendous developments, and with the emergence of chroma key technology, more creative spaces were provided, which contributed to adding depth and realism to scenes.

In the 1980s, digital technologies appeared in the world of photography and film production, which revolutionized this field, as 3D graphics and computer programs developed, allowing the production of complex and realistic visual effects. Digital technologies contributed to the development of the art of image montage, as it became possible to easily combine multiple scenes, allowing directors to create innovative visual experiences.

Today, the use of cinematic tricks and visual effects is an integral part of the film industry, whether in fiction or documentary films. These technologies can now transport viewers to imaginary worlds, adding a new dimension to the artwork, making them an indispensable artistic tool in the modern film industry.

KeyWords:

Digital Composing – Visual Effects – Movie Tricks.

اهداف البحث:

يهدف البحث إلى التعريف بعمليات التركيب الرقمي وكيف ساهمت في حل مشاكل التصوير وتوفير الوقت والمجهود.

منهج البحث:

يسلك الباحث المنهج الوصفي لتوضيح عمليات التركيب الرقمي الحديثة من خلال استخدام أجهزة الكمبيوتر.

مشكلة البحث:

يعيش العالم الان عصر المعلومات وثورة التكنولوجيا الهائلة، وبسبب التسارع في مجال التطور العلمي والتقني، تقدمت التكنولوجيا الرقمية بسرعة تفوق أي ابتكار في تاريخنا. ساهم هذا التطور التكنولوجي في تطوير صناعة السينما في جميع المجالات وخاصة بعد ظهور التقنيات الرقمية. ويمكن صياغة مشكلة البحث في السؤال الرئيسي كيف أثرت تطورات التقنيات الحديثة للخدع السينمائية والمؤثرات البصرية على أساليب السرد البصري في الأفلام الحديثة؟

فروض البحث

- تُسهم المستحدثات التكنولوجية الحديثة في تحسين جودة الخدع السينمائية والمؤثرات البصرية بشكل يفوق الوسائل التقليدية.
- أدت المستحدثات التكنولوجية إلى خفض تكلفة تنفيذ بعض أنواع المؤثرات البصرية مقارنة بالطرق العملية التقليدية
- تعتمد الأفلام ذات الإنتاج الضخم بشكل أكبر على المستحدثات التكنولوجية للخدع السينمائية مقارنة بالأفلام العادية
- ساعدت التكنولوجيا الحديثة على انتشار عمليات التركيب.
- تعتمد أفلام الخيال العلمي بصورة كبيرة على عمليات التركيب.

الخدع السينمائية هي أحد أهم عناصر الصناعة السينمائية التي تساهم في إضفاء البُعد الجمالي والتقني على الأفلام، مما يجعلها أكثر إثارة وجاذبية للجمهور. فهي تعكس التطور التكنولوجي في مجال صناعة السينما وتسمح للمخرجين والمبدعين بتحقيق رؤيهم الفنية بطريقة مبتكرة وخيالية. تطورت الخدع السينمائية عبر العقود الماضية من تقنيات بسيطة باستخدام أدوات يدوية إلى تقنيات معقدة تعتمد على الكمبيوتر والذكاء الاصطناعي.

يمكن تعريف المؤثرات البصرية بأنها معالجة أي صور على الشاشة غير موجودة فعليًا في الحياة الواقعية. تسمح المؤثرات البصرية لصانعي الأفلام بإنشاء بيئات، كائنات ومخلوقات، وحتى أشخاص قد يكون من غير العملي أو من المستحيل تصويرهم في لقطة حية. غالبًا ما تتضمن المؤثرات البصرية في الفيلم دمج لقطات التصوير الحية مع الصور التي تم إنشاؤها بواسطة جهاز الكمبيوتر.

وهنا يجب التفريق هنا بين مصطلحين مختلفين يتم الخلط بينهما بسهولة، وهما المؤثرات البصرية (Visual effects)(VFX) والمؤثرات الخاصة (Special effects)(SFX) فعلى عكس المؤثرات البصرية، يتم صنع المؤثرات الخاصة في الوقت الفعلي أثناء التصوير. مثل الألعاب النارية والمطر الغير حقيقي، في حين تتم إضافة جميع المؤثرات البصرية بعد التصوير في مرحلة ما بعد الإنتاج.

1 - تاريخ الخدع السينمائية:

كانت البدايات في عام (١٨٥٧) أي قبل اختراع السينما بحوالي أربعين عامًا، وذلك عندما أنشأ (أوسكار ريجلاندر) أول مؤثرات بصرية في العالم من خلال دمج أقسام مختلفة من (٣٢) نسخة سلبية (نيجاتيف) من صورة فوتوغرافية في صورة واحدة، مما أدى إلى تكوين أول طباعة مركبة.

أما في السينما فإن أول مؤثرات بصرية على الإطلاق كانت عام (١٨٩٥) على يد (ألفريد كلارك) في فيلم (ماري ملكة أسكتلندا) (Mary, Queen of Scots)، فخلال تصوير مشهد قطع رأس الملكة ماري، أمر كلارك الممثلة بالجلوس في مستوى طاولة الذبح بزي ماري وعندما رفع الجلاد الفأس فوق رأسها، أوقف كلارك الكاميرا، وتجمد جميع الممثلين، والممثلة التي لعبت دور ماري خرجت من الكادر ووضعت دمية في مكانها، وتم اكمال تصوير المشهد، وقطع الجلاد رأس الدمية. لم يكن هذا هو أول استخدام للمؤثرات البصرية في السينما فحسب، بل يعتبر النوع الأول من حيل التصوير الممكنة للصورة المتحركة، ويشار إلى هذه التقنية أو الخدعة السينمائية باسم إيقاف الحركة (Stop motion).

كرر (جورج ميلييه)، أحد رواد صناعة السينما، نفس الخدعة وهي إيقاف الكاميرا، ثم تغيير تفاصيل الكادر السينمائي، ثم إكمال التصوير لصنع الوهم، واستمر في عملية تطوير أو اختراع تقنيات مثل التعريض المتعدد لنسخ الأفلام، والتصوير الفوتوغرافي بفواصل زمني، وفيلمه الأكثر شهرة (رحلة إلى القمر) عام (١٩٠٢)

(Le Voyage dans la lune) والذي يتميز بمزيج من التصوير الحي والرسوم المتحركة.

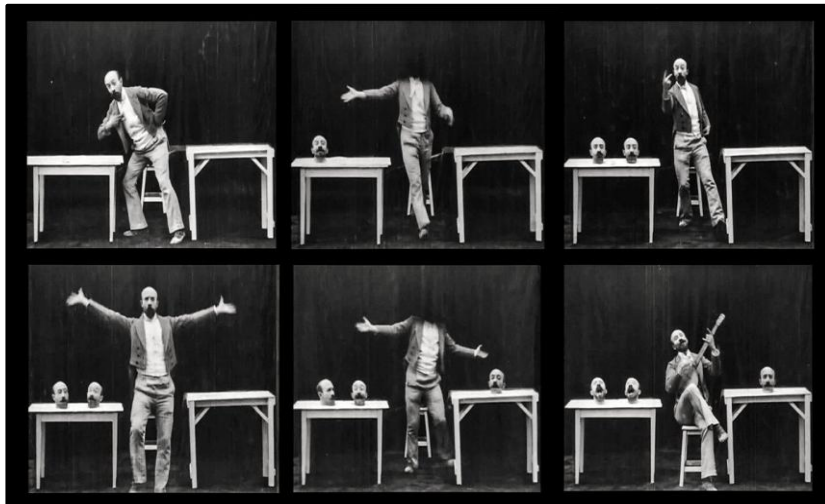
ويعد المخرج الفرنسي جورج ميلييه من أوائل من استخدموا الخدع السينمائية بشكل مبتكر. من خلال استخدام تقنيات مثل التصوير المركب والتوقف المؤقت. وعلى الرغم من أن هذه الخدع كانت بدائية من الناحية التقنية، إلا أنها قدمت إمكانيات جديدة للسينما. في فترة العشرينات، بدأ المخرجون في تطوير تقنيات الخدع السينمائية. كان من أبرز هذه الأسباب هو ظهور تقنية (المونتاج) والذي يسمح بإعادة ترتيب اللقطات في إطار جديد. بالإضافة إلى ذلك، تم استخدام النماذج المصغرة للمشاهد المعقدة والكبيرة، مثل الأفلام التي تضمنت مشاهد عن معارك بحرية أو مشاهد انفجارات كبيرة. في هذه الفترة، واعتمدت السينما على التقنيات اليدوية مثل النماذج المتحركة، والكاميرات المتعددة، والطبقات الزجاجية، لتصوير هذه المشاهد.



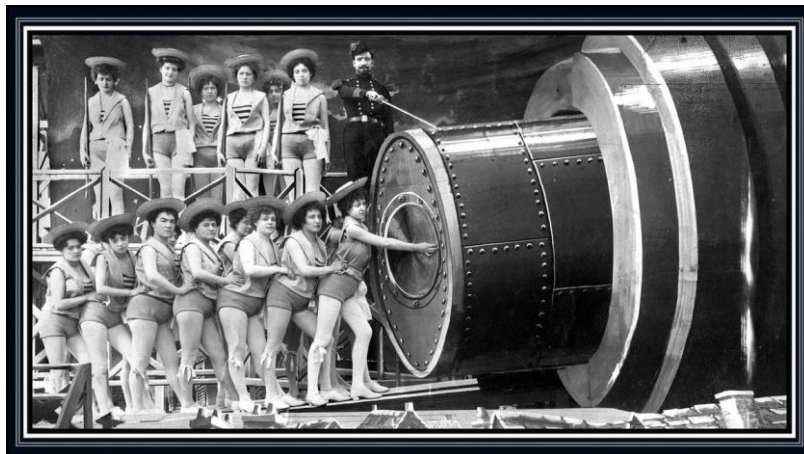
صورة (١) أول صورة مركبة عام (١٨٥٧) (أوسكار ريجلاند) (The Two Ways of Life).



صورة (٢) توضح مشهد الإعدام من فيلم (ماري ملكة أسكتلندا) عام (١٨٩٥) اخراج (ألفريد كلارك).



صورة (٣) فيلم (رجل الرؤوس) عام (١٨٩٨) (Un Homme De Tete) (جورج ميلييه).



صورة (٤) فيلم (رحلة إلى القمر) عام (١٩٠٢) (Le Voyage dans la lune) (جورج ميلييه).

في الخمسينات، كانت تقنيات الخدع أكثر تقدماً، خصوصاً مع ظهور التصوير السينمائي بالألوان وتطور المعدات. استخدمت أفلام الخيال العلمي مثل (حرب العوالم) (The War of The Worlds) (١٩٥٣) و(رحلة إلى الفضاء) (١٩٦٨) تقنيات متطورة مثل الخلفيات المرسومة والنماذج المصغرة لإظهار الكواكب والمخلوقات الفضائية. ومع التقدم في التصوير وتقنيات المونتاج، أصبحت الخدع السينمائية أكثر تعقيداً.



صورة (٥) فيلم (حرب العوالم) (The War of The Worlds) (١٩٥٣).

2 - طرق انتاج المؤثرات البصرية باستخدام أجهزة الكمبيوتر: (Visual effects) (VFX)
لقد أحدثت التكنولوجيا الحديثة تحولاً جذرياً في صناعة السينما، ولا سيما في مجال الخدع السينمائية. من المؤثرات الخاصة إلى الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد، ساهمت هذه التطورات في إنشاء تجارب بصرية مذهلة تضيف عمقاً وواقعية على الأفلام.
في الوقت الحالي اختلف الأمر كثيراً عن الخدع البدائية، وهناك العديد من الجوانب لعملية تصميم وتنفيذ المؤثرات البصرية، ولكن يمكن تقسيمها إلى 3 أنواع رئيسية هي:
(CGI) أو الصور التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر (Computer-generated imagery) والتركيب والتقاط الحركة.

كل من هذه الأنواع يتم إما بعد التصوير الرئيسي أو في وقت لاحق في أستوديو مخصص، حيث يستخدم فنانون المؤثرات البصرية أدوات تساعد على مزج هذا الخط الفاصل بين الحقيقي وغير الواقعي.

١-٢ إنتاج الصور بواسطة الكمبيوتر:

(CGI) أي الصور التي يتم إنشاؤها بواسطة الحاسوب، هو المصطلح المستخدم لوصف المؤثرات البصرية التي يتم إنشاؤها رقميًا في الأفلام والمسلسلات. يمكن أن تكون رسومات الحاسوب هذه ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد، ولكن تتم الإشارة إلى "سي جي أي" بشكل عام عند الحديث عن المؤثرات البصرية ثلاثية الأبعاد.

أكثر العمليات التي يشعي استخدام (CGI) فيها هي النمذجة ثلاثية الأبعاد، أي إنشاء تمثيل ثلاثي الأبعاد لأي كائن أو سطح أو كائن حي. تظهر إمكانيات (CGI) بشكل أكثر وضوحًا عندما يستخدمه الفنانون لإنشاء شيء غير موجود، مثل تنين أو وحش. كذلك يمكن لمتخصصي المؤثرات البصرية استخدامه لملء ملعب كرة قدم بحشد من المشجعين أو جعل الممثل يبدو أصغر سنًا، مثل روبرت دي نيرو في فيلم "الأيرلندي" (The Irishman).



صورة (٦) فيلم (الأيرلندي) (The Irishman)

٢-٢ التركيب (Compositing) :

تعد طريقة التركيب (Compositing) من أكثر تقنيات الخدع السينمائية استخدامًا، حيث تسمح بدمج العديد من العناصر البصرية المتعددة لإنشاء مشهد نهائي متكامل. يعتمد هذا الأسلوب على مفاهيم رياضية وتقنية معقدة تُنفَّذ باستخدام برامج متخصصة.

التركيب (Compositing) هو عملية دمج عناصر بصرية متعددة ضمن مشهد واحد، بطريقة تجعل هذه العناصر تظهر وكأنها تم تصويرها في نفس البيئة والزمن. يتم ذلك عبر التحكم في الطبقات، الأقنعة (Masks)، القنوات اللونية (Color Channels)، والإضاءة، لتحقيق نتائج بصرية مشابهة للواقع.

١-٢-٢ أنواع التركيب:

١-٢-٢ التركيب باستخدام الكروما (Chroma Keying)

تعتمد هذه التقنية على تصوير العنصر الأساسي أمام خلفية خضراء أو زرقاء، ثم إزالة هذه الخلفية رقميًا واستبدالها بخلفية أخرى. وتستخدم هذه الطريقة في تصوير المشاهد التي تتطلب بيئات غير موجودة فعليًا أو يصعب التصوير فيها.

٢-١-٢-٢ التركيب متعدد الطبقات (Layer-Based Compositing)

يتم بناء المشهد باستخدام طبقات متعددة، بحيث تحتوي كل طبقة على عنصر من عناصر التصوير (مثل الشخصيات، الخلفية، التأثيرات). ثم يتم دمج هذه الطبقات باستخدام خاصية المزج (Blending Modes)، من أجل تحقيق التوازن البصري.

٢-٢-٢-٣ التركيب القائم على النقاط (Node-Based Compositing)

يستخدم فيه واجهة تعتمد على تحديد النقاط (Nodes)، حيث تمثل كل نقطة عملية معينة مثل تغيير اللون أو إضافة الضوء. يعد هذا النوع شائعاً في البرامج الاحترافية مثل Nuke ويستخدم في الأفلام ذات الميزانيات الضخمة.

٢-٢-٢-٢ البرمج المستخدمة في عمليات التركيب:

تشمل البرمجيات المستخدمة في تقنية التركيب ما يلي:

Adobe After Effects: يستخدم على نطاق واسع في التركيب متعدد الطبقات.

Nuke: يستخدم في التركيب القائم على استخدام النقاط.

Blackmagic Fusion: لدعم التركيب عن طريق استخدام النقاط ثلاثية الأبعاد.

DaVinci Resolve: للتلوين والمونتاج والتركيب.

٢-٣ النقاط الحركة

غالباً ما يتم اختصار هذا النوع باسم "موكاب (Mocap)" ، النقاط الحركة هو عملية تسجيل رقمي لحركات الممثل، ثم نقل تلك الحركات إلى نموذج ثلاثي الأبعاد تم إنشاؤه بواسطة الحاسوب، وتتضمن هذه العملية تسجيل تعبيرات وجه الممثل، ويطلق على هذا النوع أيضاً اسم "النقاط الأداء".

تتضمن إحدى طرق النقاط الحركة الشائعة وضع أحد الممثلين في بذلة مغطاة بعلامات خاصة يمكن للكاميرا تتبعها، ويتم بعد ذلك وضع البيانات التي تم التقاطها بواسطة الكاميرات على نموذج هيكل عظمي ثلاثي الأبعاد باستخدام برنامج النقاط الحركة.

من أشهر الأفلام التي استخدمت هذه التقنية الثلاثية "ملك الخواتم (lord Of The Ring)" في تقديم شخصية غولوم الإنسان الذي تحول إلى وحش بعدما استحوذ عليه الشغف بالخاتم السحري وقوته الخارقة.

المؤثرات البصرية هي ذلك المفتاح السحري الذي يجعل الأفلام تشبه الأحلام، فننتقل من المستقبل إلى الماضي، من أجلها يتوقف حتى الزمن الذي يشكل ملامح الممثلين، وتظهر الأعاجيب من وحش لم يعرفها الإنسان إلى أكثر كوابيسه وحشية، فقط على صناع الأفلام إطلاق خيالهم، وتطويع أدواتهم لخلق عالمهم السينمائي المثالي.

تقدم المؤثرات البصرية لصانعي الأفلام القدرة على إنشاء أكوان خيالية تخطف الأنفاس يستحيل تصويرها في العالم الحقيقي، ولكن هذه التأثيرات المرئية ليست مقصورة على الأفلام الخيالية أو الملحمية عالية الميزانية، إذ يستخدم المخرجون مؤثرات بصرية في أكثر أفلامهم واقعية من أجل سرد قصصهم بشكل أكثر فعالية.

٢-٣-١ الاستديو الافتراضي: Virtual Studio

يعرف الاستديو الافتراضي بأنه أستوديو يحتوي على الكروما (الحوائط الخضراء) والكاميرات (أدوات التصوير) وأدوات لتحريك الصورة وكذلك أدوات للتركيب وتكمن أهمية هذا الأستوديو بأنه أثناء التصوير يمكن للكمبيوتر تتبع مسارات الكاميرا عن طريق علامات في الخلفية ومجسمات على الكاميرا. وبذلك يستطيع الكمبيوتر محاكاة الكاميرا الحقيقية لخلق بيئة افتراضية. وبعد التصوير يتم إدخال المشاهد والصور الحقيقية وفصل البيئة الافتراضية.



صورة (٧) توضح استخدام الاستديو الافتراضي وإضافة المؤثرات البصرية.

٢-٣-٢ الصور المنشأة بالكمبيوتر CGI:

يطلق هذا المصطلح على التقنية التي يتم من خلالها إنتاج عوالم افتراضية وشخصيات غير حقيقية من خلال استخدام برامج الكمبيوتر. (CGI) هي عملية تخليق عناصر ثابتة أو متحركة باستخدام الكمبيوتر بغرض مزجها واستخدامها مع المشاهد الحقيقية التي تم التقاطها بالكاميرا. وليس بالضرورة أن كل المؤثرات المرئية (VFX) هي عناصر (CGI)، لأن (VFX) هو أيضاً استخدام العناصر التي تم تصويرها بشكل حقيقي بالكاميرا ودمجها مع بعض وتطبيقها والتعديل فيها.

فعند إنتاج منزل أو سيارة أو مركب باستخدام برامج الكمبيوتر وتم دمجها مع المشاهد الحقيقية فإن هذه السيارة أو المنزل تعد (CGI) أما إذا كان مثلاً هذه السيارة تم تصويرها على الخلفية الخضراء (CHROMA) وتم دمجها مع المشاهد الحقيقية المنتجة بواسطة الكاميرا فهذا يعد (PANTING) ولكن يسمى (VFX).

الصور المنشأة بالكمبيوتر (CGI) هي رسومات ثلاثية الأبعاد تم إنشاؤها بواسطة برامج الكمبيوتر المتطورة، وتستخدم في الأفلام وألعاب الفيديو والبرامج التلفزيونية إضافة إلى الإعلانات التجارية والوسائط المطبوعة. وتستخدم هذه الرسوم للتأثيرات المرئية لأنها ذات جودة عالية وتكون أكثر قابلية للتحكم في العمليات الأخرى مثل إضافة المشاهد وكذلك إمكانية إنشاء الصور بتقنية متطورة جداً. وقد أتاحت هذه التقنية مع تطور أجهزة الكمبيوتر القدرة لشركات الإنتاج على الابتكار والابداع بشكل كبير.

يمكن استخدام (CGI) لإنشاء:

- شخصيات خيالية مثل Gollum في سلسلة Lord of the Rings
- بيئات خيالية أو تاريخية مثل كوكب باندورا في فيلم Avatar
- مؤثرات طبيعية مثل الانفجارات أو الأمواج.
- عناصر دقيقة غبار، شعر، دخان، ماء.



صورة (٨) توضح إضافة عنصر حقيقي الي خلفية معدة من خلال الكمبيوتر (CGI).

ظهرت الرسوم المتحركة عن طريق استخدام أجهزة الكمبيوتر في الأفلام في السبعينات من القرن الماضي، وقامت بإعداد المؤثرات البصرية والرسوم المتحركة القصيرة باستخدام طبقات من الصور ثلاثية الأبعاد.

في عام (١٩٩٣) بدأت الرسوم الواقعية تظهر في تاريخ السينما وظهر أول فيلم (Jurassic Park) للمخرج (ستيفن سبيلبرغ) حيث قدمت اشكال لديناصورات حية باستخدام الكمبيوتر لأول مرة.

فتحت هذه التقنية الباب لإمكانات غير محدودة في خلق مؤثرات بصرية كانت في السابق مستحيلة. برسومات وصور مجسدة بواسطة أجهزة الكمبيوتر وواقعية بشكل لا يصدق.

في عام (١٩٩٥) كان فيلم (Toy Story) اول فيلم منتج بلامح مجسدة بواسطة أجهزة الكمبيوتر بشكل كامل. وصلت الرسومات المنشأة بواسطة أجهزة الكمبيوتر (CGI) إلى آفاق جديدة حيث استخدم الفنانون تلك الرسومات في فيلم مصور بأحداث حقيقية.



صورة (٩) فيلم (حديقة الديناصورات) (Jurassic Park) (١٩٩٣).



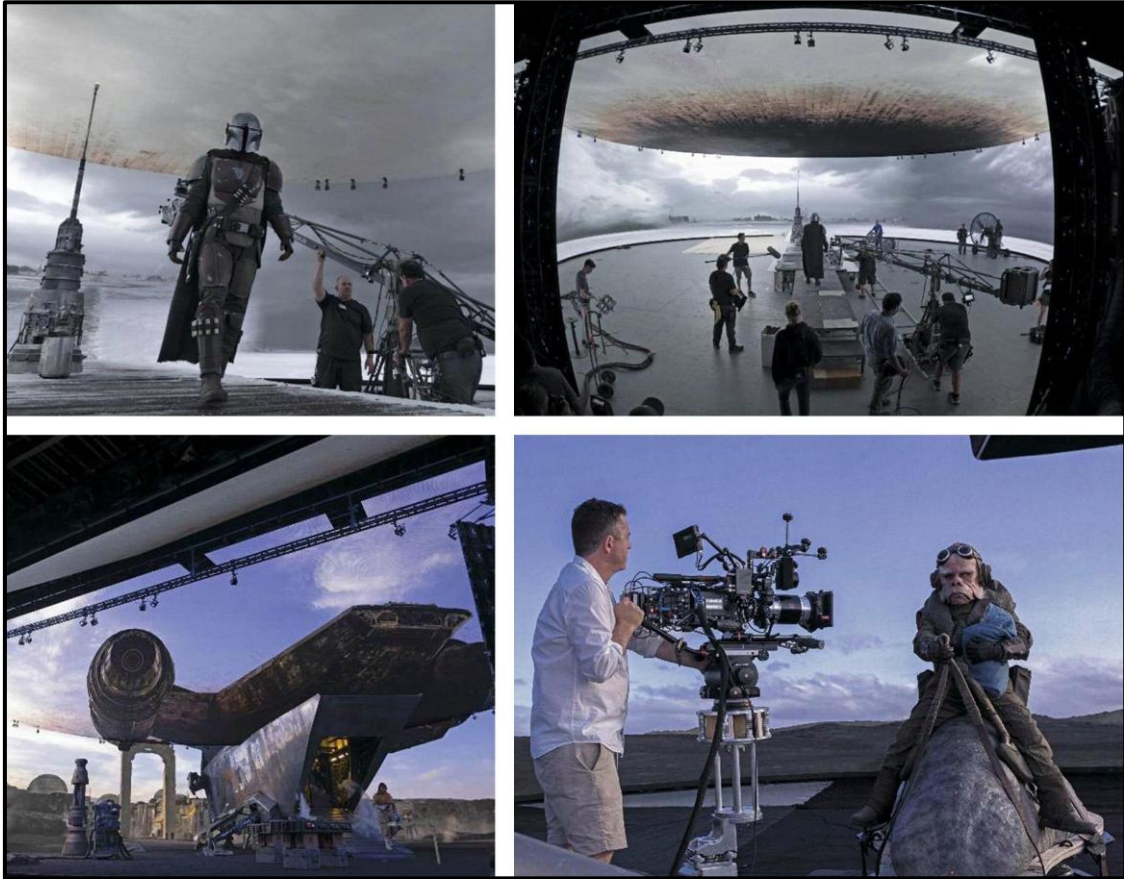
صورة (١٠) لقطة من فيلم (Toy Story) (١٩٩٥).

مع بداية عام (٢٠٠٠)، ظهرت شخصية منتجة بطريقة (CGI) بشكل كامل على الشاشة مع خلال حركات تسلسلت بوتيرة مذهلة ووصلت إلى السينما. وهي شخصية (Gollum) من فيلم (Lord of the Rings) وتعتبر أول شخصية التقطت حركاتها وجهاً لوجه ودمجت الرسوم المتحركة التقليدية مع برامج الذكاء الاصطناعي لتحل محل حركات الممثل.



صورة (١١) شخصية (Gollum) من فيلم (Lord of the Rings) (٢٠٠٠).

يعد مسلسل "The Mandalorian" والذي تم انتاجه في عام ٢٠١٩ من اهم الاعمال التي استخدمت تقنية (الاستوديو الافتراضي) حيث تم دمج الخلفيات التي تم انتجها من خلال (Unreal Engine) مع التصوير المباشر في الزمن الحقيقي.



صورة (١٢) توضع دمج الشخصيات المصورة مع الخلفيات من خلال (Unreal Engine)

٢-٣-٣ أهم البرامج المستخدمة في إنتاج CGI :

البرنامج	الاستخدام
Autodesk Maya	التحريك، المحاكاة
Blender	جميع مراحل CGI
Cinema 4D	الموشن جرافيك، التحريك
Houdini	المحاكاة الديناميكية، التأثيرات الخاصة (الدخان، السوائل، والانفجارات)
ZBrush	النحت الرقمي (Sculpting)
Substance Painter	لتلوين وطلاء المجسمات
Unreal Engine	الإنتاج الافتراضي وتحقيق نتائج فورية واقعية
Nuke	التركيب (Compositing) أساسي في دمج CGI مع اللقطات الحقيقية

جدول (١) يوضح أهم البرامج المستخدمة في عملية إنتاج الخدع السينمائية.

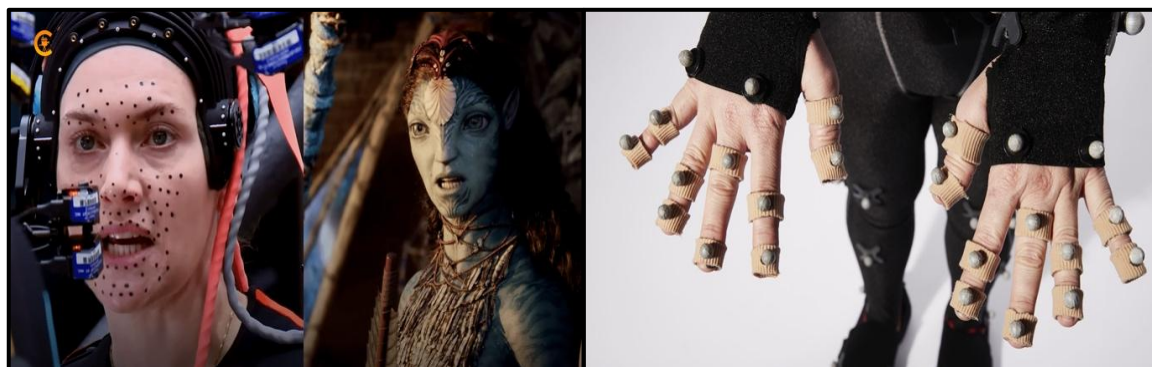
٢-٣-٤: اللاقط الحركي (Motion Capture)

تعد تقنية لاقط الحركة من أبرز التقنيات المبتكرة التي ساهمت بشكل كبير في تطوير العديد من الصناعات، خصوصاً في مجالات مثل الأفلام وألعاب الفيديو. بفضل هذه التقنية، أصبح بإمكان المبدعين إنشاء محتوى واقعي ودقيق يعزز من تجارب المشاهدين والمستخدمين على حد سواء. ومع استمرار التطور التكنولوجي، ويتوقع أن تشهد هذه التقنية مزيداً من التحسينات التي ستجعلها أكثر دقة وفاعلية في المستقبل.

هذه الطريقة هي الأكثر انتشاراً واستخداماً في الوقت الحالي لإنتاج مشاهد المؤثرات الخاصة أو مشاهد الخيال العلمي في مجال الإنتاج السينمائي أو مجال الإعلانات، حيث يكمن دوره في نقل الحركات أو التعبيرات الخاصة للأشخاص بشكل دقيق عن طريق استخدام مجسمات حسية خاصة، وتقوم هذه الأجهزة الحساسة بتسجيل حركات الأشخاص على شكل معلومات.

وتقنية لاقط الحركة أو ما يعرف بـ (Motion Capture) من أهم الابتكارات التي غيرت وجه العديد من الصناعات الفنية والتكنولوجية، مثل صناعة الأفلام، ألعاب الفيديو، والروبوتات. تقوم هذه التقنية على تتبع وتحليل الحركات البشرية أو الحيوانية وتحويلها إلى بيانات رقمية يمكن استخدامها لتطوير شخصيات وأحداث ضمن بيئات افتراضية، مما يوفر أداة قوية لإنشاء محتوى واقعي ودقيق.

اللاقط الحركي هو تقنية تستخدم لالتقاط الحركات البشرية أو الحيوانية باستخدام مجموعة من الأجهزة المتخصصة. يشمل هذا استخدام كاميرات، مستشعرات، أو أجهزة استشعار متصلة بالجسم والتي تقوم بتسجيل الحركات وتحويلها إلى بيانات رقمية. تستخدم هذه البيانات بعد ذلك لتحريك شخصيات افتراضية في بيئات رقمية. يمكن أن يتم استخدام هذه التقنية في مجالات عدة مثل الرسوم المتحركة، ألعاب الفيديو، الأفلام السينمائية، وكذلك في تطبيقات أخرى مثل تحسين أداء الروبوتات. تتطلب عملية لاقط الحركة أن يرتدي الشخص أو الكائن الذي سيتم تتبع حركته بدلة تحتوي على مستشعرات أو أجهزة استشعار مثبتة في مناطق مختلفة من الجسم. هذه المستشعرات قد تكون كرات كروية صغيرة مغطاة بمادة عاكسة أو كاميرات تعمل بالأشعة تحت الحمراء، وفي بعض الأنظمة، يتم استخدام أجهزة استشعار متطورة مثل (GPS) أو تقنيات التعرف على الحركة. عندما يبدأ الشخص في الحركة، تقوم الكاميرات أو المستشعرات بتسجيل التغييرات في مواضع هذه النقاط. بعد جمع البيانات من مختلف الزوايا، يتم تحليلها وتحويلها إلى إحداثيات رقمية. تُستخدم هذه الإحداثيات لتوليد حركة ثلاثية الأبعاد يمكن تطبيقها على شخصية افتراضية أو نموذج رقمي.



صورة (١٣) توضح لاقط الحركة (Motion Capture)

الدقة: تتيح هذه التقنية محاكاة الحركات البشرية بدقة عالية، مما يجعل الشخصيات الرقمية تبدو طبيعية جدًا.
الواقعية: تساهم في إضافة الواقعية للألعاب والفيديوهات والأفلام، حيث يمكن للمؤثرات الحركية أن تكون شديدة التفصيل.
المرونة: يمكن تعديل الحركات الملتقطة بسهولة في مرحلة ما بعد الإنتاج، مما يوفر مرونة كبيرة للمصممين والمطورين.
توفير الوقت: في بعض الحالات، يمكن أن تكون أسرع وأكثر كفاءة مقارنة بتقنيات التحريك التقليدية.
ويمكن تقسيم أنظمة النقاط الحركة الي مجموعتين وهما الأنظمة غير البصرية والأنظمة البصرية.

الأنظمة غير البصرية وتنقسم الي:

- الأنظمة الميكانيكية.

- الأنظمة المغناطيسية.

الأنظمة البصرية:

- أنظمة بعلامات.

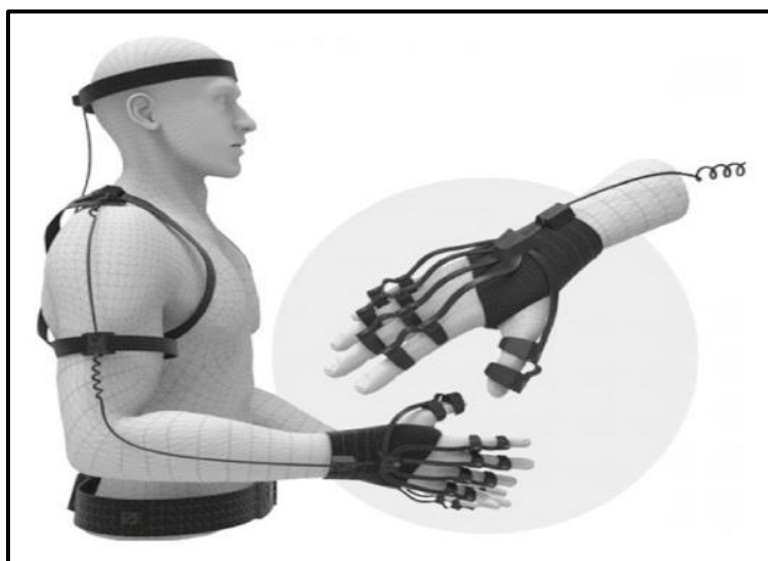
- أنظمة بدون علامات.

٢-٣-٤-١-١ الأنظمة غير البصرية:

النظام الميكانيكي:

ويتم فيه التقاط الحركة من خلال شخص يرتدي بدلة على شكل هيكل عظمي (Exo-skeleton motion capture systems) يوضع عليه أنظمة التقاط الحركة لتتبع حركة مفاصل الجسم البشرية وزواياها.

يعد هذا النظام هو الأكثر استخداما نظرا لقلّة التكلفة مقارنة بباقي الأنظمة. كما يسمح نظام التقاط الحركة الميكانيكي بالقياس المباشر للحركة، مما يعني أن الموضوع يمكنه التحرك بحرية أكبر في بيئة واسعة دون أن يخرج أي حركة عن نطاق رؤية النظام الكاميرا المركزي، كما أن النظام لا يتأثر بالضوء المنعكس.



صورة (١٤) توضح لاقط الحركة الميكانيكي.

يعتمد هذا النظام على أجهزة الإرسال والاستقبال لتتبع حركة الموضوع. حيث يجب على الشخص الذي يتم تتبعه ارتداء أجهزة استقبال مغناطيسية مختلفة، حيث يقوم جهاز الإرسال بتتبع الحركة وحسابها. هذا النوع من التقاط الحركة يحدد المجال المغناطيسي منخفض التردد الذي يصدر من خلال جهاز الإرسال. ويتفاعل مع الحقول المغناطيسية المحيطة التي تتداخل مع تدفق التيار المغناطيسي الناتج عن أجهزة الإرسال والاستقبال على الشخص. لذا فمن الأفضل عند استخدام هذا النظام أن تكون بيئة التصوير خاضعة للسيطرة. يسمح النظام المغناطيسي للشخص بأن يكون أكثر حرية وإبداعا في حركاته عن النظام الميكانيكي.



صورة (١٥) توضح لاقط الحركة المغناطيسي.

٢-٣-٤-٢ الانظمة البصرية:

أنظمة التقاط الحركة بعلامات:

تستخدم تقنية التقاط الحركة البصرية بشكل متكرر وعلى نطاق واسع في الرسوم المتحركة المخلقة من خلال أجهزة الكمبيوتر، والألعاب، والأفلام. يتكون معظم أنظمة التقاط الحركة البصرية من (٤) كاميرات إلى (٣٢) كاميرا أو أكثر، متصلة بالتزامن مع نظام كمبيوتر يجمع بيانات الحركة. يعتمد عدد الكاميرات المطلوبة لتطبيق ما على عدد الأشخاص في مساحة التقاط الحركة أو حجم المساحة نفسها. يستخدم نظام التقاط الحركة لالتقاط أداء الممثلين ثم نقل هذه الحركات إلى شخصية متحركة، مما يضيف حياة وواقعية على الشخصيات التي كانت ترسم يدويا بالطريقة التقليدية. توضع مؤشرات عاكسة على الشخص لتحديد موقع جسمه. ويتم التعرف على هذه المؤشرات بسهولة من خلال البرنامج بفضل المادة العاكسة التي تحتوي عليها. تسجيل مواقع هذه المؤشرات عبر نطاق الحركة يسمح بتحديد موقع الشخص.



صورة (١٦) توضح لاقط الحركة بالنظام البصري.

أنظمة التقاط الحركة بدون علامات:

يمكن لنظام التقاط الحركة بدون علامات (Marker-less OMC) تحقيق نفس الهدف دون استخدام أجهزة تتبع خاصة. وعوضاً عن الأجهزة الخاصة بالتتبع، يمكن مشاهدة صورة ظلية للممثل من عدة زوايا مختلفة، وتستخدم لإعادة بناء الجسم ثلاثي الأبعاد الكامل للممثل مرة أخرى.

في صناعة المؤثرات الخاصة، يفضل استخدام التقاط الحركة المعتمد على العلامات نظراً للدقة على حساب الراحة التي يوفرها تتبع الحركة بدون علامات. تم تصميم خوارزميات حاسوبية خاصة لتمكين النظام من تحليل تدفقات متعددة من المدخلات البصرية وتحديد الأشكال البشرية، ثم تقسيمها إلى أجزاء مكونة لتتبعها.

نتائج البحث:

- ١- لم تعد التكنولوجيا تعتمد على الجانب التقني فقط، بل أصبحت محفزاً لتوسيع حدود الخيال في عملية السرد، حيث أصبح المخرجون قادرين على خلق عوالم افتراضية غير ممكنة سابقاً، مما أثر بشكل مباشر على طريقة كتابة السيناريو.
- ٢- أضافت هذه التقنيات إمكانيات جديدة للصناعة، حيث سمحت بإعادة تمثيل وجوه وشخصيات لممثلين في زمن الطفولة وكذلك إنتاج شخصيات لممثلين راحلين، ومن ثم إنتاج مشاهد لم يتم تصويرها فعلياً.
- ٣- بيانات التصوير الافتراضية مثل تقنية سمحت بتقليل التكاليف، وتحقيق مرونة إبداعية غير مسبوقة.
- ٤- تسريع دورة الإنتاج فبالرغم من أن التقنيات الحديثة قد تكون مكلفة في البداية، إلا أن استخدامها أدى إلى تقليل زمن الإنتاج الكلي، وتقليل الاعتماد على مواقع التصوير الفعلية، مما وفر في تكاليف السفر، وتأمين المعدات، وتعديل المشاهد في مرحلة ما بعد الإنتاج.

التوصيات:

استناداً إلى ما توصل إليه البحث من نتائج حول تأثير التطور التكنولوجي على تقنيات الخدع السينمائية والمؤثرات البصرية، يوصى بما يلي:

- ١- العمل على تشجيع البحوث في مجال تقنيات الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) والذكاء الاصطناعي (AI)، لدعم الإبداع الفني وزيادة جودة الإنتاجات السينمائية.

- 2 - عمل دورات تدريبية للعاملين في قطاع السينما والإعلام، لتأهيلهم لاستخدام أحدث الأدوات التكنولوجية وتطبيقاتها في تصميم وتنفيذ المؤثرات والخدع السينمائية.
- 3 - تعزيز التعاون بين صنّاع السينما والمطورين التكنولوجيين من أجل تبادل الخبرات وتطوير أدوات متخصصة لتلبية الاحتياجات الفنية للمشاريع السينمائية.
- 4 - تحديث المناهج التعليمية في كليات الإعلام والفنون والسينما لتشمل أحدث تقنيات الخدع والمؤثرات، مع التركيز على التطبيقات العملية والمشاريع التفاعلية.

المراجع العلمية:

- 1 - أحمد ياسر علي فاضل- الاعتبار الفنية للاضاءة والتصوير لانتاج المؤثرات الخاصة في الإعلان التلفزيوني- رسالة ماجستير غير منشورة- جامعة الأهرام الكندية ACU- ٢٠٢٤.
- 1- 'ahmad yasir eali fadil- 'akhadh bieayn aliaietibar alfana lilada'at waltaswir liaintaj ' altilifizyunii alkhasi- risalat majistir ghayr manshuratin- jamieat al'ahram alkanadiat .ACU- 2024
- 2 - بوز غاية رمزي- توظيف المؤثرات البصرية في صناعة الأفلام السينمائية الأمريكية دراسة تحليلية لعينة من مشاهد الفيلم الأمريكي- رسالة ماجستير، جامعة قسنطينة، شعبة علوم الإعلام والاتصال والسمعي البصري- الجزائر- ٢٠٢١.
- 2- bwzghayat ramzi- tawzif aleumaal almntijin fi sinaeat al'aflam alsiynamaiyyat al'amrikiat dirasatan tahliliatan lueayinatan min mashahid alfilm al'amriki- risalat majistir, jamieat qasntinatan, shuebat eulum al'ielam walaitisal walsameii albasarii- aljazayar- 2021
- 3 - سارة صلاح محمود- دور مدير التصوير لحل المشكلات التي تظهر أثناء مراحل إنتاج مشاهد المؤثرات البصرية - رسالة ماجستير غير منشورة- قسم الفوتوغرافيا والسينما والتلفزيون- كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان- ٢٠٢٤.

المراجع من الانترنت

- 1- <https://faroutmagazine.co.uk/first-movie-cgi-lead-character/>
- 2- <https://www.adobe.com/creativecloud/video/discover/what-is-chroma-key.html>.
- 3- <https://www.studiobinder.com/blog/blue-screen-vs-green-screen-differences/>.
- 4- <https://www.premiumbeat.com/blog/blue-screen-vs-green-screen/>.
- 5- <https://www.wired.com/story/how-to-build-green-screen/>.
- 6- <https://thewaltdisneycompany.com/how-marvel-studios-thor-love-and-thunder-adopts-a-new-technology/>.
- 7- <http://www.azosensors.com/article.aspx?ArticleID=43>
- 8- Optical Motion Capture
- 9- http://physbam.stanford.edu/cs448x/old/Optical_Motion_Capture_Guide.htm
- 10- Click to access jgall_motioncapture_multiple_pami13.pdf
- 11- <https://sentimentalflow.wordpress.com/2017/01/30/first-blog-post/#content-wrapper>
- 12- <https://www.ajnet.me/arts/2022/3/8/%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A4%D8%AB%D8%B1%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%B5%D8%B1%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%AF%D8%A7%D8%A9->

%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%8A#:~:text=%D9%85%D8%A7%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A4%D8%AB%D8%B1%D8%A7%D8%AA%20%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%B5%D8%B1%D9%8A%D8%A9%D8%9F&text=%D8%AA%D8%B3%D9%85%D8%AD%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A4%D8%AB%D8%B1%D8%A7%D8%AA%20%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%B5%D8%B1%D9%8A%D8%A9%20%D9%84%D8%B5%D8%A7%D9%86%D8%B9%D9%8A%20%D8%A7%D9%84%D8%A3%D9%81%D9%84%D8%A7%D9%85,%D8%AC%D9%8A%20%D8%A2%D9%8A%22%20(CGI).

<https://gnoubalarab.com/news/22059-13>

<https://bluenoqta.com/19354-14>

<https://pandaify.com/Blog/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%88--15>

%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%B4%D9%86-
%D8%AC%D8%B1%D8%A7%D9%81%D9%8A%D9%83-
%D9%88%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-
%D8%A3%D8%A8%D8%B1%D8%B2-
%D8%A3%D9%86%D9%88%D8%A7%D8%B9%D9%87-
%D9%88%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%AE%D8%AF%D8%A7%D9%
85%D8%A7%D8%AA%D9%87-25