تطور تقنية الرسوم المتحركة المتعددة الأبعاد باستخدام أنظمة الحاسب الآلي

صلاح عيسى الرجيب
المعهد العالي للاتصالات والملاحة
الهيئة العامة للتعليم التطبيقي والتدريب - الكويت

الملخص:

صناعة الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد بواسطة الحاسب الآلي ليست وليدة عصرنا الحالي وليس هو باختراع حديث وإنما هي امتداد لتقنية ووسيلة استخدمها الإنسان في عصور امتدت الى آلاف السنين وتطورت للعديد من المراحل علميًّا وهندسيًّا وأدبيًّا حتى وصلت إلى هذه المرحلة المتقدمة في عصرنا الحالي.

الكلمات الدالة:

تقنيات، الرسوم المتحركة، الحاسب الآلي، النهضة التاريخية، الاختراعات العلمية، القيمة المعلوماتية.

Abstract:

Industry of the three-dimensionalanimation usingthe computeris not a productof our present timesand it is notthe invention ofmodern, but is an extensionof thetechnologyand the meansused by themanin theerasspannedthousands of yearsandhas developedmany of thescientifically engineeredandmorallystagesuntilnow reachedthis advanced stageinthe present era.

مقدمة:

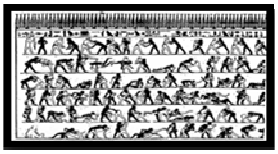
الأوائل والنهضة التاريخية

إن اهتمام الإنسان منذ العصور الأولى وحتى عصرنا الحالي تجاه الرسوم التعبيرية

تطور تقنية الرسوم المتحركة المتعددة الأبعاد باستخدام أنظمة الحاسب الآلي، المجلد الرابع، العدد ٣، يوليو ٢٠١٥، ص ص ١٢٥ - ١٦٣.

المتحركة مؤكد وحيثياته معروفة. فالإنسان في العصر الحجري القديم أو إنسان الكهف كانت لديه فنون وطرق تعبيرية تصويرية عديدة، فكان يصور الإنسان والحيوانات كمثال في رسوم متتابعة الواحدة تلو الأخرى. تمتلىء الكهوف بتصاوير جدارية نفذها الإنسان من أقدم العصور، ومازالت صور الحيوانات الموجودة على أسقف وجدران الكهوف شمال أسبانيا وجنوب فرنسا تمتلئ بالإثارة وتجذب الأنظار بقوتها ومظهرها الممتلئ بالحداثة، وإن كثيرًا من هذهالرسومات قد رسمت بين ٤٠,٠٠٠ قبل الميلاد إلى ١٠,٠٠٠ قبل الميلاد[1]. التعبير الحركي يكمن في رسم الأيدي والأرجل في أوضاع مختلفة في كل صور مع الاحتفاظ بباقي شكل الجسم العام ثابتًا قدر الإمكان لتتضح عملية التهيئة في شكل عدة رسومات متتابعة وكأنها رسوم متحركة. هذا وقد تم بيانه في مثال بسيط عندما عثر في مدينة شهار بإيران على قطعة خزفية أو وعاء خزفي قديم يعود إلى العصور الأولى وعمره حوالي خمسة آلاف ومائتان عام وعلى جانبيه رسمًا دائريًّا لشكل شبيه بالماعز وكان يقفز على مراحل مختلفة مرحلة تتلو الأخرى ، كما هو موضح في الشكل (١) كما توجد هناك أيضًا بعض الأمثلة الشهيرة للصور المتحركة في العصر الفرعوني المصري القديم، فعلي سبيل المثال هناك رسوم جدارية لمصارعين كل رسم عبارة عن حركة تصارع مختلفة كما هو مبين بالشكل (٢). وتعد هذه الرسوم الجدارية المتتابعة من الرسوم القديمة حيث إن عمرها يرجع إلى حوالي أكثر من أربعة آلاف عام.

الشكل (١) العصر الحجري – رسوم الخزف أو الوعاء



الشكل (٢) رسوم جدارية – العصر الفرعوني المصري

أولًا : الابتكارات والاختراعات العلمية

الزوتـروب (Zoetrope) ويعـد مـن الخطوات الأولى في إنشاء وتجهيز معـدات استخدمت عناصر بدائية لتهيئـة الحركـة، حيث بني عليـه عديـد مـن التكنولوجيـا الحديثة التـي تـم اسـتخدامها لفـترة تعـد قريبة من العصور الوسطى، وعنـدما يـتم ذكر جهاز الزوتروب فنحن نتحدث عـن تقنية آلة يدوية.

أول جهاز زوتروب عرفـه التـاريخ في الحقبة الزمنية التي تقع مـا بـين ١٨٧٠ – ١٨٨٠ ميلادية، وكانـــــت في الصين، من قبـل المخـترع المبـدع "تيـنج هـوان"

الشكل (٣) أول جهاز

والجهاز بشكل مبسط عبارة عـن مـصباح صغير يتوسط جدار دائري وسمي وقتهـا بالدائرة التـي جعلـت التخـيلات حقيقـة ظاهرة، كـما هـو موضـح بالـشكل (٣) ، ومحيط جداره الدائري مكون من لوحات الميكا (الأوراق الـشفافة) مرسـوم عليهـا بعض الصور المتتابعة حتى عنـدما يتلـف الجدار الدائري وتم التركيـز عـلى جانـب واحـد مـن الجـدار بالإضـافة إلى سرعـة دوران مناسبة تكون النتيجة وهم واقعـي جدًّا للحركة.

كلمة "زوتـروب" كلمـة مكونـة مـن قسمين، القسم الأول وهو "زو" ويعنـي باللغة اليونانية الحياة أما القسم الثاني وهو "تـــروب" ويعنـــي التفـــاف أو دوران، فيمكن اعتبار المعنى المقصود هو "عجلـة

الحياة". وتفصيلًا جهاز الزوتروب: عبارة عن جهاز أو معدة تعطى الانطباع أو تهيئ للناظر حركة في الرسوم مبنية على أساس تعاقب رسوم متتابعة بسرعة معينة. ويتألف الجهازمن أسطوانة بها شقوق على السطح الخارجي، وأسفل تلك الشقوق بالداخل من هذه الأسطوانة مجموعة من الرسوم، قد تكون تلك الرسوم أجزاء منفصلة من فيلم تم تقطيعه وتقسيمه إلى عدة مشاهد مختلفة، أو مجموعة من الرسومات التي تم تصميمها منفردة ومتسلسلة في الوقت نفسه ولتعاقب السريع لهذه الرسوم هو السبب وراء وهم الحركة لدى المشاهد حيث تظهر الرسوم وكأنها أرق وارفع عندما تتم رؤيتها من خلال تلك الشقوق.وو الزوتروب هو جهاز يولّد إحساسًا وهميًّا بالحركة، عبر والزوتروب هو جهاز يولّد إحساسًا وهميًّا بالحركة، عبر التوالي السريع لصور ثابتة. إنه يولّد شعورًا بتحرّك الصور، وكان من ضمن الوسائل الأولى التي تم ابتكارها من أجل هذه الغاية حين بدأت عملية التطوير في ثلاثينيات القرن التاسع عشر. الزوتروب هو جهاز يولّد إحساسًا وهميًّا بالحركة، عبر التوالي السريع لصور ثابتة.

في الحقبة الزمنية نفسها تمت اختراعات عديدة في بلجيكا على يد المخترع "جوزيف انطوان فرديناند بلاتو" وكان اسم اختراعه الفيناكيستو سكوب، ومن ناحية أخرى في النمسا من قبل العالم "سيمون فون ستامبفر" وسمي اختراعه بالستروبو سكوب واستخدم نفس المبادئ التي تم إنشاء الجهاز الأم الزوتروب عليها؛ حيث إنه تم وضع الصور على شريط يلتف حول الثلث الأسفل من أسطوانة معدنية من الداخل، مع وجود شقوق في الجزء العلوي لتلك الأسطوانة.

وكان الجهاز له قاعدة مركبة بعامود دوران لتثبت عليه الأسطوانة وتتم عملية الالتفاف حوله. ويرى المشاهدون الرسوم من الجزء العلوي حيث الشقوق وتتكون لديهم الحركة الوهمية وكأنها رسوم متحركة، حيث إنه كلما زادت سرعة الالتفاف كلما ظهرت الصور بشكل أكثر سلاسة وتكونت واقعية حركية لدى المشاهد بشكل أفضل حينما يرى تلك الرسوم المتتابعة.

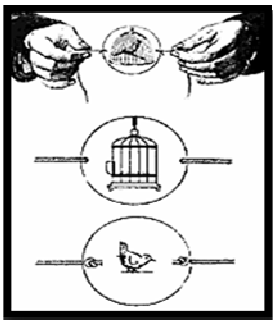
براكسينو سكوب (Praxinoscope) للرسوم المتحركة يعتبر خلفاً للزوتروب الذي هو يشكل إحدى الأساسيات التي بني عليها علم الرسوم المتحركة والابتكارات العلمية. عام ١٨٧٧ اخترع جهاز البراكسينو سكوب الفرنسي "تشارلز اميل رينو". ويتألف الجهاز بشكل عام من أجزاء شبيه إلى حد كبير من الزوتروب، لكن الاختلاف يكمن في مجموعة متسلسلة من المرايا الصغيرة التي تعكس كلها الصور أو الرسوم الموجودة على أسفل الجدار الداخلي للأسطوانة الدوارة في البراكسينو سكوب. ونتيجة لوجود المرايا، فإن مزيدًا من الضوء سينير الجهاز وستكون الرسوم أو الصور أوضح للمشاهد ومن زوايا مختلفة الشكل (٤) لجهاز البراكسينو سكوب..

الشكل (٤): البراكسينو سكوب

الثيماتروب (Thaumatrope) وهي لعبة شعبية اشتهرت بين العامة في وقت الملكة فيكتوريا ملكة إنجلترا، ونسب الاختراع إلى العالم البلجيكي "جوزيف لاتو". جوزيف خطط لمبدأ الفكرة عام ١٨٢٩ وتم الاختراع معمليًّا عام ١٨٣٢. الثميماتروب هو معدة تتكون من قرص أو

بطاقة على كلا جانبيها رسوم ومربوطة من الطرفين بسلك مطاط. وعندما يتم تدوير تلك الحبال المطاطية بالشكل المناسب والسريع بين الأصابع تعطي انطباعًا بالحركة بعكس حقيقة أنها بطاقة على كل وجه رسم مختلف فيتم الجمع بينهم[٢] كما هو موضح في الشكل (٥).

استخدم باريس جهاز "الثيماتروب" لإثبات نظرية استمرارية الرؤية للكلية الملكية للأطباء بلندن عام ١٨٢٤، كما ذكر أيضًا أنه أتم بناء اختراعه استنادًا على أفكار عالم الفلك "جون هيرشيل" وعالم الجيولوجيا "وليام هنري فيتون". وهناك بعض المصادر العلمية غير المؤكدة بأن الاختراع هو للعالم فيتون كما أن هناك أيضًا بعض المصادر الأخرى تزعم أن الاختراع للعالم "تشارلز باباج"، وكلمة "الثيماتروب" باللغة اليونانية القديمة تنقسم إلى نصفين، الأول وهو ثيما ويعني العجب والقسم الثاني وهو تروب ويعني التفاف، إذن فالاسم أن كان يدل على شيء فهو العجيب الدوار. ويعد واحدة من الألعاب الميكانيكية البسيطة منها والبصرية أيضًا. واعتبرت الثيماتروب من الأساسيات المهمة في صناعة السينما وخاصة الرسوم المتحركة.



شكل (٥): جهاز الثيماتروب

وعلى الرغم من أن هذه المنظومة الفكرية التي على قاعدتها أسست فكرة الثيماتروب بُنيت من قبل عالم الرياضيات اليوناني إقليدس، وتمت تجربتها عمليًّا على يد العالم نيوتن، لم تظهر ويتم كشفها عاميًّا داخل الأوساط الشعبية قبل عام ١٨٣٢. وبعدها مباشرة اخترع العالم النمساوي "سايمون فون ستامفر" الستروبو سكوب"

وهو جهاز مشابه بشكل كبير لجهاز الثيماتروب، وفي العام نفسه قدم البلجيكي الفيزيائي "جوزيف بلاتو" الفيناكيستوب سكوب (Phenakistopscope). وكان مصدر إلهام بلاتو في المقام الأول قد أتي من أعمال "مايكل فاراداي" و"بيتر مارك روجيه". وكان "فاراداي" قد اخترع جهازًا وسماه بـ"عجلة مايكل فاراداي" التي تتألف من اثنين من الأقراص التي تم نسجها وتركيبها في اتجاهات متعاكسة من بعضها البعض. ومن هنا بلاتو أخذ خطوة جديدة أخرى بتطبيق اختراع "عجلة مايكل فاراداي" ووضع بعض التغييرات الطفيفة وأسماها الفينوكيستوب سكوبو تعني باليونانية الوهم أو الخدعة وتم اختراعه مبنيًّا على أساس استمرار الحركة لرسوم لوهم الحركة.

وفي سبتمبر عام ١٨٦٨ ظهر أول فليب بوك (Flip Book) الشكل (٦) من قبل العالم "جون بارنز لينيت" وأدرج براءة الاختراع تحت مسمى "كينوجراف" (Kineograph)وتعني الصور المتحركة والتي تعتمد على مبدأ استمرارية وجود رسوم لخلق الوهم بأن الحركة مستمرة وحقيقية، وهذا "الفليب بوك" هو في الأساس الوجه الأقدم أو البدائي للرسوم المتحركة المعروفة في القرن العشرين والواحد والعشرين، حيث إنه طالما الحركة بين الرسوم المتتابعة لحركة ما مستمرة وليست متقطعة فوهم الحركة يكون فعال. خاصة وأن الفكرة تتكون من وجود سلسلة من الصفحات التي تحتوي كل واحدة فيها على رسمة معينة، وعندما ينظر المشاهد لتلك الصفحات ولا يمعن التركيز وهو يقلب بين الصفحات باستخدام الإبهام وبيد واحدة سريعًا يحس بالحركة موجودة وكأنها حقيقية في الرسم.وكانت هذه هي أول

مرة يتم فيها تصميم رسوم متحركة توظف التسلسل الخطي للصور أو الرسوم بدلًا عن الدائري كما هي الحال مثلًا الفيناكيستوب سكوب. وفي عام ١٨٩٤ قام الألماني صانع الأفلام الشهير "ماكس سكلاد نوسكي" بإنشاء أول مسلسل صور فوتوغرافية على الفليب بوك، وفي العام نفسه قام "هيرمان كاسلر" بابتكار آلة ميكانيكية "للفليب بوك" وأسماها "الموتوسكوب". الجهاز الجديد الذي قدمه هيرمان قام بتصميمه؛ حيث إن الصفحات بعد إتمام إلحاق الرسوم أو الصور الفوتوغرافية بها يتم وضعها على قاعدة مركزية دائرية الشكل. تلك القاعدة تدور بسرعة كافية لتوحي للمشاهد الوحي الكافي بالحركة.

الشكل (٦) فليب بوك (Flip Book)

هكذا تم تحويل النظام من نظام الكتيب "الفليب بوك" إلى اسطوانة دائرية.

وفي عام ١٨٩٧ قام الإنجليزي صانع الأفلام السينمائية "هنري وليام شورت" بابتكار وإشهار جهازه المسمى "فيلوسكوب" حيث وضع "الفليب بوك" المعتاد داخل حامل معدني له محرك حتى تتم العملية ميكانيكيًّا وفعليًّا تكون عملية الفر دقيقة والنتائج المرئية أفضل.

ثانيًا ، مراحل الرسوم المتحركة الأساسية

البداية كانت الرسوم المتحركة التقليدية والتي تتكون من عدة صور لرسومات رسمت على أوراق متعددة ومتتابعة بحيث أن تكون كل رسم على صفحة يختلف تدريجيًّا عن سابقها لتوهم بالحركة. سميت الرسوم المتحركة التقليدية بالرسوم المتحركة مرسومة اليد وتم استخدام مادة السيل كمادة يتم الرسم عليها من قبل الرسام أو المصمم. وفي الحقبة الزمنية ما بين

عام ١٩٢٠ وعام ١٩٣٠ وضعت الأسس والمبادئ الأساسية لعلوم الرسوم المتحركة في استوديوهات ومعامل خاصة بمؤسسة والت ديزني. ولقد كانت حركة المقيدة إلى جانب أن نوعيات وعدد الحركات المتاحة قليلة. ولقد كانت الحالة ملحة لتطوير هذا النظام وتغيير المنهجية لتحسين مستوى الرسوم المتحركة؛ لذلك أنشأت مؤسسة والت ديزني دروس متعددة لتطوير مستويات مصممين الرسوم المتحركة لديها. حيث درس خلالها المصممون الأشكال والحركة وقاموا بتحليل أدق التفاصيل للحصول على أكبر تشكيلة حركية وحتى شكلية ممكنة حتى تكون مقاربة للحياة الواقعية. ومن هنا تم التفكير في مجموعة من الخطوات الرئيسة التي دائمًا ما ينتج عنها شكل حركي نهائي يتم استخدامه فيما بعد، ومن ثم سميت هذه الخطوات الابتدائية الأساسية بالإجراءات الرئيسة للرسوم المتحركة.وخلال الحقبة الزمنية ما بين ١٩٢٠ إلى ١٩٣٠ تم تحديد المفاهيم الأساسية للرسوم المتحركة والتي أصبحت كقواعد وقوانين لتعليم كل مصممين الرسوم المتحركة ونقل المعرفة بين الأوساط المتعددة أيضًا والموضحة بالجدول (١).

ت	المفهوم الرئيس	التعريف العلمي
١-	الانضغاط والتمدد (Squash & Stretch)	تغيير أبعاد شكل ما أثناء الحركة، حيث يتم تهيئ التغيير في الجسم، والصلابة لدى الشكل.
٢-	التحسب (Anticipation)	إعداد المشاهد لتوقع المشهد التالي للحصول على دلالة الاكتمال بين المشهد والذي يليه).
٣-	التعريف (Staging)	تحديد مسار الفهم لدى المشاهد لمساعدته

ت	المفهوم الرئيس	التعريف العلمي
		على فهم ماهية الفكرة التي يتم تقديمها.
٤-	البدء بالحركة والمشهد القادم (Straight Ahead Action – Pose to Pose)	وهم منهجان من فترة طويلة معهودان لإنشاء الرسوم المتحركة بالطريقة يدويًّا.
٥-	التوقيت (Timing)	توزيع التوقيتات للحركات المختلفة لتحديد الخصائص المبينة للشكل المراد تحريكه.
٦-	التحويل بين المشاهد (Slow-in & Slow-out)	التوقيتات بين الأجزاء الحركية لتحديد التوقيت الكلي للحركة وبالتالي العمل ككل.
٧-	التقارب والتداخل (Follow Through and Overlapping)	توصيل وربط الفقرات المختلفة لجعل العمل يظهر بشكل سلس ومنطقي كلي.
٨-	الأعمال الثانوية (Secondary Action)	عمل أو إجراء مصاحب لآخر أساسي يدعمه في إكمال حركة، توقيت ما.
٩-	الحدود المرئية (Arcs)	المسار المرئي الواقعي لحركة جسم ما والتي يفضل أن تكون مشابهه للجسم الحقيقي أن وجد.
١٠-	المبالغة (Exaggeration)	إبراز بعض مكونات أو أجزاء شكل أو مشهد للتعبير عن شئ ما بشكل أفضل.

ت	المفهوم الرئيس	التعريف العلمي
١١-	التذوق الفني(Appeal)	تصميم الشكل أو الجسم المراد تحريكه بمواصفات جيدة، ومسلية، وجذابة.

جدول (١) المفاهيم الأساسية للرسوم المتحركة

المرحلة الثانية هي تصميم أفلام التوقف المتعدد (Stop Motion) ومنهجية وتصميم عملها استخدم في إنشاء أفلام الرسوم المتحركة معتمدة على الأجسام الصلبة أكثر من الرسوم. حيث يتم استخدام الجوامد مثل الصلصال أو الورق المقوى لتصميم أشكال مختلفة، ويتم تصوير الأشكال بعد إنشائها. إن عملية تصميم الفيلم تتكون في فكرة تحريك الأشكال وتصويرها على مراحل متعددة، فيتم وضع الأشكال بشكل ما كما يتطلبه عمل الفيلم، ثم بعد الثبات على أوضاع معينة يتم التصوير، وهكذا. فإذا تم تشغيل الصور كلها بالتتابع سيظهر الشكل النهائي وكأن القطع تتحرك ، ومن أهم علامات وأوائل تلك المرحلة التاريخية الشهيرة هو المنتج السينمائي الكبير "أرثر ملبورن كوبر"، وعرف عنه في تلك الحقبة الزمنية أيضًا برائد الرسوم المتحركة العرائس مستخدمًا منهجية التوقف المتعدد[٣]. وفي ١٥ من شهر ديسمبر لعام ٢٠٠٩ قامت المطابع الخاصة بجامعة أمستردام "Amsterdam University Press" بالاشتراك مع متحف الأفلام السينمائية الهولندي بعرض بعض الأفلام التي تم إنتاجها من قبل كوبر. وقد كان مهرجان الرسوم المتحركة في مدينة أوترخت الهولندية.

الأساسيات والمبادئ العلمية

إن المعنى الحرفي لمصطلح "رسوم متحركة" هي إعطاء إمكانية الحركة لمجموعة رسوم معينة متتابعة. وهي تعني أيضًا إعطاء وتوفير وهم الحركة لشيء ما لا توجد في خصائصه الحركة ولا يمكنه التحرك وحده. وبذلك فإن الرسوم المتحركة تتيح إمكانية إضافة بُعد آخر وهو الخط الزمني/ الوقت إلى الرسوم، وبالتالي هذا يزيد بشكل كبير المعلومات الملحقة بالرسوم. المعلومات التي هي عبارة عن كل ما يمت بالصلة كبيانات لا بد أن تكون موجودة ومحفوظة ومضبوطة على الحاسب بخصوص هذه الرسوم لتكون رسوم متحركة. وحتى تتم تلك العملية ، يتم تحريك الصورة وهميًّا، يجب أن يكون القائم على هذه العملية وهي عملية إنشاء الرسوم المتحركة قادرًا على تحديد بعض المتطلبات المهمة منها كيفية نقل الحركة في الرسوم في بعدي الزمان والمكان، سواء كان تحديد هذه المتطلبات مباشرًا أو بطريقة غير مباشرة منها تحديد الأدوات المناسبة للعمل أو الاختيار المناسب منها من عدة أدوات أخرى. هذه الأدوات يجب أن تكون على الدرجة المناسبة لدرجة صعوبة العمل، حيث إن درجة الدقة في عمل الرسوم المتحركة تقاس بإمكانيات ودقة الأدوات من ناحية التزامن ومن ناحية العمل النهائي، ومن ناحية أخرى تقاس بدرجة صعوبة العمل نفسه؛ لذا كان من المؤكد أيضا أن عملية إنشاء وتصميم الرسوم المتحركة تحتاج إلى أكثر من أداة واحدة بالنسبة إلى المصمم أو القائم على عملية التصميم.

وتنقسم عملية تصميم وإنشاء الرسوم المتحركةالمصممة باستخدام أدوات وبرمجيات أنظمة الحاسب إلى قسمين

أساسيين: القسم الأول هو دعم الحاسب الآلي لمشاريع الرسوم المتحركة والذي يتعلق بالأنظمة ثنائية الأبعاد، والتي تعمل بحوسبة الرسوم المتحركة التقليدية، والقسم الثاني هو تصميم الرسوم المتحركة باستخدام أنظمة الحاسب الآلي.

أولًا ، عمليات الرسوم المتحركة

فيما يتعلق بالنهج التقليدي للرسوم المتحركة، المصممين القائمين على عملية إنشاء الرسوم المتحركة أو الرسامين يقومون برسم كل رسمة أو مرحلة من الحركة باليد على أوراق فارغة بينما في الوقت الحالي يتم رسمها يدويًّا باستخدام أدوات مساعدة وبرامج الحاسب الآلي كالتي يتم إنشاؤها باستخدام نماذج ثنائية أو ثلاثية الأبعاد[٤].

بغض النظر عن التكنولوجيا الحديثة المستخدمة حاليًا والتي تم تطبيقها في أنظمة الحاسب الآلي لتساهم وبشكل كبير في دعم عملية إنشاء وإنتاج الرسوم المتحركة ثنائية وثلاثية الأبعاد، فإنه لا يزال من الصعب بناء نماذج تقارب أو تكاد تكون مثل النماذج البشرية لدعم عملية إنشاء الرسوم المتحركة. وذلك يعود إلى عدة أسباب منها الاضطرار إلى اللجوء لتغيير بعض الأحجام لتسهيل وتسيير عملية إنشاء الحركة مما يؤدي إلى بعض التشوهات في النماذج، وهذا بالتبعية قد يؤدي في أغلب الأحيان إلى وجود اختلافات فيما كان في مخيلة المصممين عن الشكل المراد تصميمه. من ناحية أخرى بالرغم من أن إمكانية إنشاء عدة أشكال على هذا الأساس ثلاثية الأبعاد ونماذجها تكون جاهزة لعملية التحريك، لكنه من الصعب كمجهود يتم بذله ووقت طويل جدًّا يُسْتَغْرق في تعديل هذه التشوهات أو الانحرافات بشكل

يدوي في كل مشهد من مشاهد الفيلم.

لذلك اقترح العلماء اليابانيون عمل مجموعة من النماذج المضلعة (Polygon) الثلاثية الأبعاد. تلك النماذج التي تم تصميمها ثلاثي الأبعاد ومضلع تتوافق مع الأطر أو الرسوم التي يتم إدخالها إلى النظام والتي هي مرسومة يدويًّا على يد المصممين. وبعد هذه المرحلة يمكن للمصممين إضفاء عدة تأثيرات ثلاثية الأبعاد للرسم جنبًا إلى جنب مع تماسك الإطار العام للجسم المرسوم خلال عدد المشاهد التابع له؛ لذا يمكن القول إن عمل المصممين يتكون في بعض الإضافات لخصائص وملامح الشكل والباقي كله يكون على عاتق الحاسوب والنظام المستخدم ويتم تلقائيًّا.

أن النماذج الثلاثية الأبعاد التي تم إنتاجها لها الخصائص والمواصفات الآتية:

١- المحافظة على الصورة الظلية: إن الصورة الظلية لكل جسم أو شكل في الرسوم يتطابق مع الرسمة الأولى المنشئة يدويًّا والتي تم إدخالها في البرنامج أو النظام الياباني.

٢- التناقل بين الأطر: إن النماذج المنشئة لديها توافق ومخطط ناقلات دقيق لدرجة كبيرة.

٣- المحافظة على الخصائص او المواصفات: كل الخصائص التي توافرت في الشكل اليدوي المدخل إلى البرنامج تم الحفاظ عليها. وتم تفعيل تلك الخصائص وهي جزء لا يتجزأ من المواصفات الموجودة في النماذج ثلاثية الأبعاد التي تكونت في نهاية المراحل الأربعة للنظام.

أثبت العلماء أيضًا – قبل أن نتطرق للتكنولوجيا الجديدة إن ما كان يتم عمله قديمًا يعد أسلوبًا غير ناجح في تقييم شامل لعملية التحويل بسبب عوامل كانت مهملة مثل التوقيت وترابطه مع ما يسمى

بالحكم بشمولية الدقة. أما عن الدرجة الأقل في التقييم وهي ما يسمى بالحكم الموضوعي للدقة وهو ما يعتبر أن الحكم والتقييم يتم بناؤهما على أساس دقة المعلومات والبيانات العامة للشكل وإمكانية التعامل حسابيًّا بهذه البيانات في أي مرحلة حال تم الاحتياج إلى ذلك.

ثانيًا، عامل الوقت في الرسوم المتحركة

إن عامل الوقت يعتبر أحد العوامل الرئيسة بشكل خاص في تصميم وبشكل عام في صناعة الرسوم المتحركة. وبما أن الوقت ينعكس على حركة جسم أو شكل ما وموقعه في الفضاء؛ فلها أيضًا صلة بالعمليات وبالحسابات الخطية الاستيفائية (Interpolation Process).

إن طريقة وانسيابية حركة شكل أو جسم ما في الرسوم المتحركة يعد من العوامل الرئيسة، وتأثير الوزن التخيلي يعطي انطباعًا ومؤثر بشكل كبير. يعتمد ذلك ليس على الرسم فقط وإنما يعتمد اعتمادًا كليًّا على المسافات بين الرسوم والفراغ أو الفضاء أو المجال المعين الذي يتحرك فيه الشكل.إن عملية حساب التوقيت المناسب لحركة ما في الرسوم المتحركة يعد ليس بالأمر سهل المنال، إنما يجب الأخذ بعين الاعتبار أن تقييم حساب التوقيت يكون بالأغلب في مرحلة التشغيل؛ لذا على المصممين رؤية تفاعل المشاهدين او الجمهور مع المشاهد المختلفة التي تعرض وتقييم كم من الوقت الذي يتخذه الجمهور لاستيعاب الفكرة، ومتى تأتي مرحلة شعور الجمهور بالملل حتى يتم تجنب هذا الإحساس. كل هذه النقاط تتطلب معرفة جيدة لكيفية عمل العقل البشري وردة فعله عندما يقال له قصة ما. في الرسوم المتحركة، عملية تقييم وتصميم المشاهد بتوقيت معين تعتبر مرحلة رئيسة ومهمة للغاية

وهو عامل خطير في محاولة لـصياغة شيء ما في حالة معينة أو مزاج معين قد يختلـف تبعًا لاختلافـات قـد تكـون جوهريـة في المشهد وبسيطة في الوقت نفـسه. وأخـيرًا فإن العامل الوحيد للتقييم بشكل عام هو إذا كـان العمـل شـكله النهـائي جيـدًا وجذاب لـدى الجمهـور؛ إذن فهـو جيـد وبالتالي ديناميكيته وتوقيته جيـدين. عليـه وجب التأكيد على نقطة أهمية التوقيـت في الرسـوم المتحركـة، فخـبرة المـصممين والقائمين على هذا العمل الذي لا يستهان به وفهمهم لعامل حيوي كالوقت يعد من أهم النقـاط التـي يجـب تغطيتهـا لـضمان أفضل النتائج. فالمـصمم الجيـد يـستند في نهايـة المطـاف عـلى توقيـت واقعـي في الطبيعة، وكيف ومن هذا المنطلق إمكانيـة تطبيق مثل هذا المفهـوم الـصعب والغـير ملموس ليصبح عمـل الرسـوم المتحركـة في غاية الروعة والكمال.

الرسوم المتحركة المتعددة الأبعاد،

إن صناعة الرسـوم المتحركـة تعتمـد على إنتاج صور على التوالي، والتـي عنـد إتمام مراحل تجهيزها ويتم عرضها، تنقل على الفور للجمهـور الـشعور بالحركـة. الصور المتحركة لها سـحر جـذاب يقنـع المشاهد بان الرسـوم سـحرية في قـدرتها على التقـاط خيالنـا.عنـدما تحكـي قـصة مقنعة، بوجود مذهل للتأثيرات الخاصة، أو يفتن المشاهد بحركة الرسوم المجردة، فيمكن حينها أن تبث الرسـوم المتحركـة سلسلة مـن الـصور الخاملـة ومـع تلـك العوامل التي سبق وتـم ذكرهـا يكتمـل الـوهم في الحركـة والحيـاة. مـن الجـدير بالذكر أن خلق هذا الوهم، إما باليد وهو فن المصممين في الرسوم المتحركة اليدوية أو بمساعدة برامج الحاسب الآلي لا يعتبر مـــن الأعـــمال البـــسيطة أو الـــسهلة. فالـــصعوبة في العمـــل والمهـــارة لـــدى

المصممين تنعكس في أنه يجب على كل صورة فردية، أو الإطار، في السلسلة المتحركة التي هي أساس الرسوم المتحركة أن يكون وضع أي صورة له خاصية بأنه جزء من مزيج من السلاسة مع الصور الأخرى لخلق الحركة السلسة والمستمرة والوهم بالحركة الذي يتدفق عبر الزمن[٥].

في العادة الأسلوب التقليدي في إنشاء الرسوم المتحركة يكون عن طريق رسم صور لشخصيات لكل إطار أو مشهد في العمل. في بداية مرحلة الإنتاج، يتم إعطاء القصص المصورة المصممين والقائمين على الرسوم المتحركة، والتي هي تتمثل في رسومات تعبر عن التسلسل في الأحداث والمراحل القصصية الرئيسة وتوضح أيضًا التعبيرات التي تختص بالشخصيات. والمصممين أو المحترفين القائمين على تصميم وإنتاج الرسوم المتحركة يبنون المشروع ككل عند الانتهاء من تسجيل صوتي وموسيقي للعمل، والذي عليه يتم تحديد توقيت العمل.

إن أبسط الأدوات الرئيسة في فن إنتاج الرسوم المتحركة بواسطة الحاسب الآلي التي بدورها تقوم بمساعدة في عملية الرسوم المتحركة التقليدية هو عن طريق توليد تلقائيًا بعض الأطر والمشاهد من الرسوم المتحركة. في الحقبة الزمنية الماضية وليس من فترة بعيدة تم تطوير أدوات الرسوم المتحركة للعمل على إنشاء وتصميم طبقات متعددة من الأسطح أو الأطر ليتم تركيبها معا في المشهد المناسب، بالطريقة التقليدية نفسها لدى المصممين الذين يعملون بتقنية الرسوم المتحركة اليدوية.

وبالإضافة إلى توفير الأدوات التي تعطي المصممين ورسامي الرسوم المتحركة قدرات جديدة؛ فالحاسب الآلي يقوم بإنشاء

تطبيقات جديدة للرسوم المتحركة. يمكن إنشاء الرسوم المتحركة بواسطة الحاسب الآلي طبقًا لأوامر معينة يتم إدخالها من قبل المستخدم على سبيل المثال من أجل استخدامها في ألعاب الفيديو والحاسب الآلي ووسائل الإعلام التفاعلية الأخرى وغيرها من الأمثلة لتطبيقات الوسائط المتعددة والرسوم المتحركة.

كما أن الجمع بين الرسوم المتحركة والمحاكيات الحديثة مع إمكانيات الحاسب الآلي تسمح لمشغل النظام السيطرة على الطابع الشخصي والتفاعلي لأداء حي ما لجسم أو كائن. واستخدمت مجموعة واسعة من التقنيات في عملية إنشاء الرسوم المتحركة المعقدة بواسطة الحاسب الآلي مثل ديزني وبيكسار ومن إنتاجهم سلسلة أفلام الرسوم المتحركة الشهيرة "قصة لعبة" (Toy Story). ويمكن تصنيف هذه التقنيات إلى فئتين رئيستين: ثنائية الأبعاد وثلاثية الأبعاد. ورغم وجود بعض التداخل بين الفئتين، فالتقنيات المستخدمة في الأفلام ثنائية الأبعاد تميل إلى التركيز على معالجة الصور. بينما أفلام الرسوم المتحركة الثلاثية الأبعاد تعتمد على تقنيات بناء عوالم افتراضية أو خيالية عادة في الشخصيات والكائنات التي تتحرك وتتفاعل فيها[٦].

أولًا : الرسوم المتحركة ثنائية الأبعاد: (Two Dimensional Animation)

تقنيات الرسوم المتحركة ثنائية الأبعاد تسهم بقدر كبير في صناعة الرسوم المتحركة بواسطة الحاسب الآلي من خلال توفير عديد من الأدوات والأنظمة. الأنظمة المستخدمة في تقنية أفلام الرسوم المتحركة ثنائية الأبعاد تشمل السبرت للرسوم المتحركة (Sprite Animation)، أو تقنية المزج بين الرسوم المختلفة وهو ما يسمى عادة بالعمليات الداخلية، وتضمين أو إدخال الكائنات المرسومة في

بعض اللقطات بالفيديو (Video Embedding)، أو خلق أنماط وأطر مجردة من المعادلات الرياضية المعقدة.

التقنية الأكثر شيوعًا في الرسوم المتحركة ثنائية الأبعاد هي "السبرت" (Sprite). وتتلخص في صورة نقطية أو مجموعة من الصور التي تنطبق على خلفية لإنتاج الوهم في الحركة. وهي عادة ما تكون صغيرة بالنسبة لحجم الشاشة التي يتم عرض العمل النهائي عليها. على سبيل المثال، لتحريك أرنب يقفز ويتنقل عبر مرج ما، فالمصمم أو الرسام القائم على إنتاج هذه الرسوم المتحركة من شأنه أن يخلق سلسلة من الصور تبين الأرنب يقفز ويتنقل.

العمليات الداخلية (Morphing) تشير إلى الرسوم المتحركة ولها وضع وأهمية رفيعة؛ حيث إن صورة أو نموذجا للكائن تنعكس وتكتمل وتتحول من واحدة إلى أخرى. تلك العمليات دائمًا تكون مؤثرة لأنها توفر تحولًا مذهلًا حتى الآن من إقناع للمشاهد بأن الصورة أو الرسم يتحول ويمتزج واحدة إلى آخر. من عيوب تلك التقنية إنها تحتاج إلى أيدي عاملة كثيرة العدد؛ لأنه على المصممين تحديد العناصر الرئيسة من كل صورة من جهة يدويًّا وبالتخيل العقلي لدى المصممين أو الرسامين. هناك الآن خطوات يتم اتخاذها نحو ابتكار نظام مبرمج على إيجاد تلك الخصائص وعمل تقنية العمليات الداخلية تلقائيًّا بواسطة الحاسب الآلي، وهذا يعد من مجالات البحث النشطة والتي ستأتي ثمارها قريبًا، كمثال بسيط على تلك التقنية، الأشباح الموجودة في فيلم الرسوم المتحركة الشهير "كاسبر" (Casper) أو الديناصورات التي كانت موجودة في الحديقة الجوراسية (Jurassic Park) كانوا عبارة عن أشكال تم تصميمها متعددة الأبعاد بواسطة الحاسب الآلي ومن ثم تم

تركيبها على مشاهد خلفية مختلفة طبقًا للمشهد المراد تصميمه.

ثانيًا ، الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد: (Three Dimensional Animation)

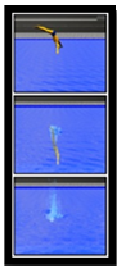
تتضمن صناعة أفلام الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد تصميم عالم خيالي؛ حيث إن الأشكال والكائنات الموجودة داخل العمل تسكن هذا العالم، مع الأخذ بالاعتبار أن عملية التصميم والإنشاء هذه تتضمن شرح الأجزاء المكونة لمشهد وتركيبهم في أماكنهم وأوقاتهم الصحيحة حتى يكون المشهد كاملًا من ناحية الأشكال أو الكائنات والعالم المحيط بها، وعندما نأتي للتصميم؛ فالقائم على هذه العملية سيحدد كيف ستتحرك الشخصيات ضمن نطاق ذلك العالم الثلاثي الأبعاد اعتمادًا على عملية التحويل (Rendering).

وحتى تتم عملية إنشاء مشروع كفيلم رسوم متحركة ثلاثية الأبعاد؛ فإن المصمم يحتاج إلى بعض المعلومات المهمة التي تختص بالأشكال أو الكائنات الساكنة والمتحركة الموجودة في إطار العمل بالإضافة إلي تفاصيل ترتبط بالعالم الذي تتحرك فيه أو تسكنه تلك الأشكال وكيفية حركتها باستخدام تقنية articulated[٧] ؛ حيث يتم تفصيل الأجسام أو الأشكال الموجودة والإيصال بينهم عن طريق موصلات خطية، لتنتج عنها في المرحلة النهائية لتلك التقنية شجرة معلومات تحتوي على كل الأشكال والكائنات الموجودة في إطار العمل مع تحديد موقع الشكل أو الكائن داخل العالم الخيالي الثلاثي الأبعاد وذلك عن طريق تحديد مواقع الأشكال المتصلة به.

التقنيات والأساليب المستخدمة للرسوم المتعددة الأبعاد،

تعتبر تقنية الأجزاء الدقيقة (Particle System) نوع آخر من

التقنيات المستخدمة حديثًا في مجال الرسوم المتحركة ثلاثية الأبعاد هي تقنية الأجزاء الصغيرة أو تقنية النقاط المجمعة. إن حركة الأشياء بشكل عام في الفراغ يتم تحديدها باستخدام عدة قوانين وقواعد، إلا وهي قوانين الفيزياء والخاصة بتأثير الجاذبية على المكونات وكيفية معالجة تصادم الأشكال بعضهم البعض ضمن إطار العالم الموجودين فيه. كما أن تلك التقنية تزود العمل بالمؤثرات الأخرى كالغبار، المياه وغيرها من المعالم التي تستخدم في خلفية العمل. وتختلف عنها تقنية الأشكال المشوهة أو المنحرفة (Deformable Technique) ، وهي تقنية التصميم للأشكال المشوهة (Deformable) كالمياه والشعر والملابس وهي تختص بالأجسام غير المستوية التي يصعب فيها تحديد نقاط ارتكاز لتنفيذ عملية تقنية الأشكال الواضحة (Articulated) عليها، ولكن يسهل تصميمها باستخدام تقنية الأجزاء الصغيرة لما يمكن أن يتواجد من مساحة كبيرة لأجسام تلك الأشياء أو الشخصيات. وأحيانا تستخدم أكثر من تقنية لتنفيذ عمل ما وعلى سبيل المثال تم دمج أكثر من تقنية في صورة غطاس وهو يغطس في حمام السباحة (تقنية الأجزاء الرقيقة– تقنية التشوهات). الشكل (٧) و(٨)



الشكل(٧): تقنية Articulated لتوصيف الشخصيات الشكل (٨): تركيب تقنية الوضوح مع تقنية التشوهات

اما الأطـر الرئيـسة (Key Framing) تـم تـسميتها مـن خـلال صـناعة أفـلام الرسوم المتحركة التقليدية، تتطلـب تلـك التقنيـة مـن مـصممي الرسـوم المتحركـة تحديـد الخطـوط العريـضة للأشـكال والكائنـات لاقـتراح المناصـب الرئيـسة للكائنات في العمل. هناك أسلوب لمساعدة المـصممين أو القـائمين عـلى الرسـوم المتحركـة الثلاثيـة الأبعـاد يعـرف باسـم العمليـات المتداخلـة (In-Betweening)؛ حيث يقوم النظام في الحاسب الآلي بتحديد مواقع لأطر وسـيطة. عـلى سـبيل المثـال، خلال محاولة الوصول إلى الإطار الـرئيس ضربة الكرة في لعبة البيسبول، فإن الرسام أو المصمم سيقوم بتخيل المشاهد الوسيطة في لحظـات تعتـبر رئيـسة عديـدة في التسلسل، مثل موقـف مـسك المـضرب، ومشهد أول لمس للمـضرب مـع الكـرة، وهكذا. سيقوم النظام على الحاسـب الآلي بملء هذه الصور المتبقية لتصبح المـشاهد متسلسلة ومتصلة وليست متقطعة.

إن عمليـة تحديـد الأطـر أو المـشاهد الرئيسة تتم بشكل أسهل كثيرًا عـن طريـق تقنيات الديناميكية العكسية. هـذه التقنيـة والتي تسمى بالديناميكية العكسية تـسهل عمـل المـصممين والرسـامين حيـث إنهـا تسمح للرسام أو المصمم بوضع علامـات ومواصـفات نقـاط ومعـايير الكـائن أو الشكل بعد انتهاء الحركة. وبطريق عكـسي يتم حساب كيفية الوصول إلى تلك الحركة المرجو بشكل تلقائي عن طريـق الحاسـب الآلي. فعـلي سـبيل المثـال، إذا كانـت اليـد ستمتد وتلتقط كرة، فسيتم تصميم الحركـة بنـاء عـلى الوضـع النهـائي لليـد والمرفـق والكوع والكتف أيضًا، فببعض المعلومات البسيطة تـم تـصميم الحركـة وهـي قابلـة للتعديل حال ظهـر بعـض التـشوهات أو الانحرافـات. وحيـث إن التكنولوجيـا

الحالية غير قادرة على إنشاء مشاهد حركية لصناعة أفلام الرسوم المتحركة المتعددة الأبعاد بشكل تلقائي عن طريق الحاسب الآلي بالنسبة للأشكال والحركات التعسفية. توضيحًا لهذه النقطة، من الصعب التنبؤ بحركة الأشكال التعسفية وإنشاؤها تلقائيًّا عن طريق استخدام أنظمة الحاسب الآلي. وبالرغم من ذلك، فإنه يتم من الحين للآخر برمجة بعض الخوارزميات وتجربتها بشكل خاص لمثل هذه النوعية من الحركة. وهذه التقنيات تدعى بالطرق والأساليب الإجرائية؛ لأن الحاسوب يقوم بإتباع تعليمات إجرائية مبرمج عليها لإنتاج الحركة بالشكل المطلوب. ولهذه التقنية بعض المميزات الرئيسة على شبيهتها تقنية الأطر الرئيسة، سهولة إنشاء عائلة كاملة لمكتبة من الحركات والتي يمكن استخدامها فيما بعد مع إجراء بعض التعديلات المناسبة عليها، ويمكن استخدامها للأنظمة التي ستتطلب مجهودًا شاقًّا لصعوبة الكائنات واستحالة إجرائها يدويًّا بالطرق التقليدية المعروفة.

أما بالنسبة عديد من التطبيقات العلمية التي تستخدم الرسوم المتحركة كسبيل للمعرفة، تعتبر تلك المحاكيات بمثابة شيء رئيس ولا غنى عنه. ولكن عملية إنشاء محاكٍ على درجة دقيقة وقريبة من الواقع تكاد تكون من أصعب التصميمات وأغلاها على الإطلاق؛ لأنها إلى جانب التجهيزات والمعدات فهي تتطلب بنك معلومات وخوارزميات على درجة رفيعة من التقنية والأداء.

ويمكن تقسيم فئات المحاكيات إلى نوعين رئيسين، وهم يشكلون معرفة وأهمية ومميزات تم توضيحها على النحو التالي:

- المحاكيات غير الفعالة (السلبية): تلك الأنواع من المحاكيات لا تتضمن ما

يخص الطاقة بداخل العالم الذي تحاكيه؛ حيث إن الحركة المؤثرة على الأجسام أو الأشكال أو الكائنات تحدث فقط عند حالات التصادم أو عند تأثير قوة خارجية ما عليه بشكل عام. وتلك المحاكيات غير الفعالة مناسبة جدًّا لمعرفة تأثيرات القوانين الطبيعية على حدة بعيدًّا عن أي تأثيرات أخرى في الطبيعة. من الأمثلة التي تم تصميمها بمساعدة تلك المحاكيات هي المياه في حمامات السباحة، الملابس، الشعر، أوراق الأشجار، وغيرها من الأمثلة العديدة.

○ المحاكيات الفعالة (الايجابية): لدى تلك المحاكيات خاصية أن الكائن أو الشكل لديه القدرة الخاصة على تحريك نفسه لأن يحتوي على طاقة داخلية. مثال على ذلك البشر، الحيوان، الروبوتات أو الإنسان الآلي. وتعد المحاكيات الفعالة أدق وأصعب في التصميم والتشغيل لأنه يجب دائمًا الأخذ بالاعتبار القوة الداخلية وحركة العضلات أو المواتير وخصائصها إلى جانب خصائص الحركة لدى الشكل أو الكائن ككل.

وظهرت أنظمة التحكم الحديثة كتقنية الأساليب الإجرائية (Procedural Technique) ومن مميزاتها أنها محبذة من قبل المصممين مقارنة بالعديد من التقنيات الحديثة لأنها توفر درجة عالية من الدقة وردة الفعل إزاء الأوامر المعطاة حسب المصمم أو المستخدم. فعلى سبيل المثال في اللعاب الفيديو، معرفة ما إذا كان المستخدم سيفعل أمر ما تعتبر نسبة مستحيلة ولكن على مصممي الرسوم المتحركة والوسائط المتعددة التأكد من أنه على الأقل العمل يعطي الإيحاء أنه مصمم ليعرف ويتوقع أمر المستخدم التالي. إذن تقنية الطرق والأساليب الإجرائية تعطي هذه المميزات بحسابها ردة الفعل لحظة

بلحظة وهو نظام ما يسمى (Real Time). كما ظهرت تقنية التقاط الحركة (Motion Capture) وتعتبر من الأساليب الحديثة التقاط الحركة ويعد الأسلوب الثالث لتوليد الحركة، في الرسوم المتحركة الثلاثية الأبعاد. وأيضًا يتم استخدامه كأجهزة الاستشعار الخاصة، وتدعى بأدوات التتبع حيث يتم اللجوء لهذه أجهزة الاستشعار لتسجيل الحركة لأداء الإنسان، ثم يتم استخدام البيانات المسجلة لإنشاء الحركة للرسوم المتحركة هذه التقنية تعد من التقنيات المستخدمة وبكثير في مجال الرسوم المتحركة، والسبب يعود لسهولة إدخال الحركات التي تنتج عن الكائنات إلى بنك معلومات الحاسب الآلي. ولكن هناك عدة مشكلات نتجت عن استخدام تلك التقنية، أولًا إمكانية أن تقاس الحركة ويتم رصدها بشكل سلس حيث تعتمد على شدة ملاصقتها للإنسان وطبيعة البشرة لديه، فقد تنتج نتائج غير صحيحة أن كانت أجهزة الاستشعار بها بعض الأخطاء أو تركيبها خاطئ. ثانيًا إذا كان الكائن المراد قياس وتسجيل حركته على الحاسوب وكانت توجد اختلافات فيزيائية كالحجم أو السن بينه وبين الكائن المرسوم على الحاسوب، فمؤكد لن تكون الحركة واقعية.

وأخيرًا دور التطورات البحثية والمستقبلية لهذا المجال من الرسوم،

تعتبر تكنولوجيا الرسوم المتحركة من وسائل الوسائط المتعددة المهمة التي لها دور كبير إعلاميًّا وعلى الصعيد الخاص بالأفلام الثلاثية الأبعاد. في الآونة الأخيرة، أدى التطور السريع في تكنولوجيا المعلومات والحاسب الآلي إلى التطور في مجالات حديثة عدة، فعلى سبيل المثال الوسائط المتعددة، والألعاب التفاعلية بواسطة الحاسب الآلي، والواقع الافتراضي

(Virtual Reality). في مثل هذه المجالات الحديثة، العمليات التفاعلية التي تختص بكل ما له شأن في التفاعل ما بين المستخدم والحاسب الآلي تعتمد بشكل كبير على تكنولوجيا الرسوم المتحركة.

هناك العديد من المعاهد والمراكز العلمية التي تجري أبحاث لتطوير تكنولوجيا الرسوم المتحركة. ومن ذلك المنطلق يقوم العلماء بتحديث التقنيات والطرق التي تقوم عليها أساليب التصميم والإنشاء في ذلك المجال والتي طورت المجالات التالية:

أولًا: تكنولوجيا تصميم الرسوم المتحركة التلقائي:

حيث يعتمد نظام تصميم الرسوم المتحركة التلقائي على تقنيات حديثة، إلى جانب معرفة وتفسير نصوص الفيلم والسيناريو لتصميم الرسوم المتحركة تلقائياً بواسطة الحاسب الآلي، يعتبر من الأبحاث المتطورة الجارية في تكنولوجيا الرسوم المتحركة المتعددة الأبعاد. ذلك النظام يعتبر شقًّا هامًّا من شقوق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي، ولها عديد من الاستخدامات العلمية في مجالات بحثية شتى. إن هذه التقنية تعتمد بالأساس على علوم الحاسب الآلي واللغويات والتي امتزجت في علم سمي بعمليات اللغة الطبيعية (Natural Language Processing – NLP)، حيث إنها تعتبر نقطة التواصل بين الإنسان والحاسب الآلي وتستخدم في علوم عدة وتتطلب معرفة ليست بالقليلة بالعالم الخارجي والقدرة على استخراج والتعرف على الأفعال وقراءة النصوص[٨].

حيث بدا البحث العلمي في هذا المجال على يد العلماء في أستراليا، وعلى أثرها اقترحوا وضع نظام آلي مبني على

أسس علم عمليات اللغة الطبيعية. هذا البحث ناشد بناء ذلك النظام للتمكن من تصميم الرسوم المتحركة عن طريق الفهم التلقائي للحاسب الآلي للنص المكتوب. وذلك يتم عن طريق استخراج الأفعال وتوصيفها بالشكل المناسب كرسوم متحركة؛ حيث قام العلماء بالتركيز على أهمية دلالات الفعل عند إنشاء أوامر التصميم لتتم عملية التوصيف وبناء الرسوم المتحركة. إن وضع العلامات الدلالية للأفعال دور مهم ويعزز الأداء الكلي للفيلم، ويخدم أيضًا في وضع آثار الأفعال الغير واضحة نسبيًّا للأفعال المستخرجة بسهولة.

إن إنشاء الرسوم المتحركة بواسطة الحاسب الآلي يعتمد بالأساس على النصوص المكتوبة لهذا العمل، وتستخدم للمعاينة كمادة خام من قبل المخرجين والممثلين خلال مرحلة ما قبل الإنتاج للأفلام. عملية خلق وإنشاء لوحات قصة مصورة يدويًّا للرسوم المتحركة أصبح حديثًا يعتبر إهدارًا مكثفًا للطاقة والوقت، وبالتالي عامل التكاليف في الفيلم سيصبح على المحك، هذا بالإضافة إلى أن إنشاء القصص المصورة سيتطلب مستوى رفيع من الخبرة التقنية ليست لدى معظم المصممين[٩]. لذا لزم العلماء في أستراليا باقتراح على أتمام عملية إنشاء القصص المصورة للرسوم المتحركة تلقائيًّا بواسطة الحاسب الآلي وباستخدام مجموعة متنوعة من تقنيات علوم عمليات اللغة الطبيعية. وهذا سيؤدي بالتالي إلى توفير في الوقت والمال بالإضافة إلى تقديم بيئة مرئية وديناميكية رائعة تستخدم أيضًا إن لزم الأمر لصقل وتعديل السيناريو أو النصوص المكتوبة.

ويمكن وصف ذلك النظام بالقصة المصورة المتحركة على أنها عملية تتكون من

خطوتين رئيستين. تتمثل الخطوة الأولى في مرحلة بناء لشيء ثابت وظاهري بالإضافة إلى شخصيات وجهات فاعلة وهمية مع بعض الدعم للعالم المحيط بتلك الشخصيات لتقريب المشهد لمرحلة تصويره. والخطوة الثانية هي خلق التفاعل بين الجهات الفاعلة الظاهرية وبعضها البعض وبالعالم الخارجي داخل إطار العمل الفني، لتصور الأحداث بناء على الأفعال والفاعلين الذين تم استنباطهم واستخراجهم من النص الكتابي للفيلم. ركز العلماء كثيرًا على الخطوة الثانية حيث إنها الأصعب والتي تحتاج إلى دقة كبيرة وستدعم بفرق شاسع عملية إنتاج الرسوم المتحركة؛ لأنها ستوفر الكثير من العمالة والوقت الذي يتم إهداره في تلك المرحلة بالطرق الاعتيادية.

تم اقتراح وتنفيذ فعلي لعدة أنظمة حاليًا لمعالجة النقطة نفسها، لكن النظام الذي يبحث فيه العلماء الأستراليين ومازالت هناك الأبحاث قائمة لإتمامه له الأهمية الأكبر لمميزاته التي تتفوق على باقي الأنظمة. تلك الأنظمة المختلفة تم تصميمها للتعامل خلال نطاق معين له مع لغة خاضعة لرقابة وطريقة كتابة محددة، لكن النظام الاسترالي يعمل بشكل عام بدون أيه حدود رقابية لا على اللغة أو على الأسلوب أو المجال. والميزة الثانية والمهمة التي يقدمها النظام الذي يبحثه الأستراليين، إن يتم تقديم النظام لإنشاء أي تصميم بمختلف التقنيات التي تستخدم في الرسوم المتحركة ولن تتقيد بنظام تصميم وإنشاء رسوم متحركة محدد كمثل باقي الأنظمة. ثالث أهم مميزات النظام الذي يقدمه العلماء الأستراليين هو يتعلق بطريقة فهم وتفسير الأفعال؛ حيث إن الأنظمة الأخرى تعمل بنظام معين تم تصميمه يدويًّا للتعامل مع الأفعال

وتفسيرها وكيفية استخراجها. بينما النظام الأسترالي لديه الخوارزميات اللازمة للتعرف تلقائيًّا على تلك الأفعال حتى لو لم تكن هناك طرق محددة مسبقة على عكس باقي الأنظمة الأخرى.

وبما أن الغرض الرئيس من القصص المصورة المتحركة هو تصور الأحداث المذكورة في النصوص، والمشاهد التي يتم التعبير عنها غالبًا في عبارات الفعل؛ حيث قام العلماء الأستراليين بالتركز على التحليل اللغوي على دلالات الفعل. وتستخدم العديد من التقنيات في عمليات اللغة الطبيعية وبرمجياتها في الحاسب الآلي على أداء مثل هذا التحليل. وهي نقاط محددة ومبينة العلامات تستخدم لتحديد الأفعال، ودور العلامات الدلالية وهو نظام (Gildea&Jurafsky) لعام ٢٠٠٢ الذي يستخدم لتحديد أدوار كل من الأفعال الدلالية[١٠]. وعلاوة على ذلك ، فان النظام الذي يصممه العلماء الأستراليين في الناحية الغوية أيضًا يستخدم الموارد المعجمية (Fellbaum) لعام ١٩٩٨. بينما تقتصر معظم الأنظمة الموجودة حاليًا على تطبيق تقنيات وبرمجيات عمليات اللغة الطبيعية وتحويلها إلى الرسوم المتحركة على أنظمة الحاسب الآلي الخاصة حيث نطاق تحركها محدود.وتم إنشاؤه يدويًّا للتبسيط والذي يستخرج الأفعال المدخلة ضمن النص في سياق معروف وتم تحديده مسبقًا. ولمثل تلك الأنظمة، النظام الرائد لدعم الأوامر باللغة الطبيعية إلى العالم الافتراضي آو التخيلي هو نظام شردلوا (Shrdlu) فينوغراد لعام ١٩٧٢، والذي يستخدم بتقنية يدوية القواعد لتفسير أوامر اللغة الطبيعية لمعالجة كائنات هندسية بسيطة في كتلة مخصصة بالعالم المحيط بها. مثال آخر على تلك الأنظمة هو نظام (الكاف

الثلاثة) فوناكوشي، توكوناجا، وتاناكا لعام ٢٠٠٦ والذي يستخدم يدويًّا قواعد لتفسير الأوامر الصوتية اليابانية للسيطرة على الشخصيات في الرسوم المتحركة والتحكم بها وذلك في بيئة ثلاثية الأبعاد. كما قام كاريسم و يوهانسون في عامي ٢٠٠٤ و ٢٠٠٥ باستخدام قواعد لغوية صممت من قبلهم ومخصصة لاستخراج المعلومات والأفعال الدلالية ومثلت في نص كتابي عن حادث صدام سيارة ذكر في الصحيفة السويدية، وإعادة المشهد بشكل رسوم متحركة ليكون مرئي وبشكل جيد وباستخدام نظام الرسوم الثلاثية الأبعاد.

ثانيًا ، الأبحاث في تطوير مجال الرسوم المتحركة للأغراض التعليمية،

قام العلماء في الآونة الأخيرة ببحث دور الرسوم المتحركة في التعليم، وكان الغرض الرئيس من هذه الدراسات البحثية استكشاف السمات التعليمية المختلفة التي قدمتها الرسوم الحركة في سبيل تسهيل الدراسات التعليمية الوصفي[١١]. أولى الخطوات كانت نحو اختيار انسب الصفوف الدراسية التي قد تستفيد الأكثر إذا تم استخدام الرسوم المتحركة للأغراض التعليمية. وكانت النتائج تشير ناحية الصف الثامن والتاسع الدراسيين، فقد يستخدم الطلاب أساليب تعليمية مصممة بالرسوم المتحركة لتتم الاستفادة بالشكل الوافي بالخصوص في استكشاف كيفية تعلم الطلاب مفاهيم الفيزياء. استخدم علم الرسوم المتحركة لتوفير أساليب تعليمية أكثر إفادة لسنوات عديدة، وكان ذلك يتعلق بالتعليم العلمي والرياضي. حيث إنها سمحت التطورات الحديثة في المجالات التكنولوجية وإنشاء الصور المتحركة على سطح المكتب لمجموعة واسعة من الخدمات التعليمية. ومع ظهور تكنولوجيا الاتصالات

والمعلومات في السنوات الأخيرة، تم استخدام الإنترنت لطرح سبل تعليمية حديثة في مختلف الدورات التعليمية القائمة على الحاسب الآلي والتي تستخدم تقنيات الرسوم المتحركة.

كما أصبح دور التكنولوجيا الحديثة والوسائط المتعددة بشكل عام والرسوم المتحركة على وجه الخصوص دور فعال ومؤثر بشكل إيجابي في المناهج الدراسية التعليمية. إلى جانب ضرورة وحتمية استخدام تلك التكنولوجيات في الدراسة التي تتعلق بالحاسب الآلي والمواد الدراسية التي تتعلق بالوسائط المتعددة. من ناحية أخرى، وعلى سبيل المثال في المواد الدراسية التي تتعلق بالرياضيات أو الفيزياء، فاستخدام الرسوم المتحركة لتصميم فيلم تعليمي يسهل على الطلاب الفهم والتركيز. هذا وبالإضافة إلى عديد من المناهج الدراسية التي تختص بالمحاكيات الطبية التعليمية التي هي متاحة على شبكة المعلومات والإنترنت، ومن الممكن رؤيتها ويستخدمها الطلاب والدارسين للتعلم بشكل سلس ومحاكٍ للواقع.

تعتبر الرسوم المتحركة عنصر أساسي في تقديم المعلومات على شاشات الحاسبات الآلية عن طريق تصميمات تطبيقات الوسائط المتعددة التفاعلية. وهذا يعود إلى أهمية استخدام الرسوم المتحركة لتوفير سبل تعليمية بصرية محتملة لتقديم المواد والمناهج الدراسية باستخدام الحاسب الآلي؛ مما يجعل العملية التعليمية أكثر جاذبية وعملية وفعالة وطريقة عرض المعلومات تكون ممتعة للمتعلمين.

وبما أن الرسوم المتحركة والتي هي سلسلة من الرسوم التي تتغير بالنسبة للوقت، تأكد العلماء من جدية أن الرسوم المتحركة توضح العلاقات المعقدة والهيكلية وغيرها أصبحت متوفرة

للدارسين. بالإضافة أن الدارس أو المتعلم يستفيد من إمكانيات الرسوم المتحركة في توفير المحاكيات التي تحتوي على علاقات التشغيلية للأشكال والأحداث. وخلال تلك الطريقة التعليمية، يصبح في مقدور الطلاب تصميم تمثيل دقيق ومخطط بينما يتعلم الطالب المفاهيم المجردة بشكل ممتاز.

أكثر الطرق فعالية في عملية تجهيز الوسائل التعليمية البصرية بواسطة الرسوم المتحركة تختلف مع اختلاف قدرات الطلاب. حيث إن الأبحاث السابقة أكدت نتائجها على أنه كلما زادت الدرجات التي يحصل عليها الطلاب في المواد الدراسية، زادت قابليتهم في قبول الرسوم المتحركة كوسيلة من وسائل التعليم الحديث. وقد أصبحت الاختلافات الفردية في استخدامهم لتلك التكنولوجيا في التعليم وتفعيل القدرة التخيلية لديهم والبصرية، مؤشرًا لتحليل أنماط تعلم الطلاب.

ثالثا ، طرق عرض القيمة المعلوماتية

في عام ١٩٩٣ قام بارك وهوبكنز بتعريف مصطلحين؛ وهما: العرض المرئي الثابت، والعرض المرئي الديناميكي للتمييز بين طرق واستخدامات الصور ومن ناحية أخرى الرسوم المتحركة. كما هو واضح معاني الأسماء لتلك المصطلحات، حيث إن العرض المرئي الثابت يختص بالصور التي تشير إلى عملية عرض بحتة والتي تختلف عن الطرق الاعتيادية لأنها لا تعتمد فقط على استخدام نص أو أرقام لتوفير القيمة المعلوماتية. أما بالنسبة للمصطلح الثاني وهو العرض المرئي الديناميكي الذي يختص بالرسوم المتحركة، فهو منهجية تعليمية حديثة تتكون من مزيج من سلسلة من الرسومات والاقتراحات لتشكيل السيناريو البصري لتمثيل القيمة العلمية للمعلومات.

حتى تتم عملية تأكيد فعالية استخدام الرسوم المتحركة من قبل القائمين على العملية التعليمية يجب أن تتوفر المحتويات التعليمية المناسبة. بشكل عام إذا كان المفهوم بسيط للغاية، أي وسيط لتوصيل القيمة المعلوماتية للطلاب ستفي بالغرض وممكن أن تنقل المعلومة بنجاح. أما إذا كان المفهوم هو من الصعب جدًّا فهمه وليس بالسهل استيعابه بالطرق التقليدية، قد تفشل منهجية العرض المرئي الثابت بغض النظر عن ما يتم استخدامه من مزيج من وسائل الوسائط المتعددة المتاحة. ومن ناحية أخرى وجب ذكرها أن النتائج والتوصيات التي تم بحثها مؤخرًا في بعض الجامعات الشرق آسيوية استنتجت أن منهجية عملية العرض المرئي الديناميكي بالرسوم المتحركة قد فشل في حالات المواد العملية التي تحتوي على كمية كبيرة نسبيًّا من النصوص المعقدة؛ لذا وفي تلك الحالات بالتحديد قد تم تفضيل أسلوب العرض المرئي الثابت.

إن الرسوم المتحركة تقدم للطلاب سمتين رئيستين مختلفتين من السمات البصرية وهم الرسوم والحركة. بالنسبة لاستخدام الرسوم المتحركة للأغراض التعليمية، تتأتي أهمية الرسوم أو الصور والحركة لزيادة فعالية توصيل المعلومة للطلاب جنبًا إلى جنب مع الفهم والاستذكار. فان الرسوم المتحركة تساعد الطلاب على بناء الإجراءات اللازمة لحل المسائل المعقدة، وخاصة التي تبرز قيمتها المعلوماتية بشكل أوضح خلال أسلوب العرض المرئي الديناميكي. من الفوائد المهمة لاستخدام الرسوم المتحركة في المناهج الدراسية أنها تساهم وبشكل كبير في تعلم المفاهيم الوصفية، وتلعب دورًا كبيرًا في فك رموز المعلومات التي يصعب

فهمها بدون إدراج مثال حركي وواقعي.

ولـذلك يتـأتى للقـائمين عـلى العمليـة التعليمية عاتق استنتاج الاستراتيجية المنهجية في الطـرق التعليميـة. سـواء مـا إذا كانـت الطريقـة التـي تـساهم في التـدريس بـصرية وباستخدام الرسـوم المتحركـة أم باسـتخدام الطرق الاعتيادية، بالإضافة إلى انه يتم إجـراء التجـارب اللازمـة عـلى مجموعـات عمريـة مختلفة للطلاب للتأكد مـن وتفعيـل الفوائـد بشكل سليم. إن الهدف الأمثل بالنهايـة هـو وضـع منـاهج دراسـية وتطبيقـات عمليـة تتوافـق مـع المتطلبـات الدراسـية للفئـات الدراسية بأكملها. تلك الاستراتيجية تهـدف أيـضا القيـام بتحـسين الأداء التعليمـي مـن طرف الطلاب والمحاضرين.

الخـاتمـة:

إن تطور التكنولوجيا وتنوعها دائمًا ما ينسينا العودة والنظر الى الأساس الذي تم تطـوير العمـل مـن أجلـه، لـيس تجـاهلًا لتاريخه وإنما النظر إلى الامكانات الحديثـة التكنولوجيـا وكيفيـة تـسخيرها لحياتنـا اليوميـة فلقـد تنوعـت الاختراعـات وتعددت في جميـع المجـالات، ولكـن إذا دققنا بتلك الاختراعـات التـي اعتمـدت على اختراع سبق وتم العمل به في الزمـان والحاجة له بتلـك الفـترة والـذي بـدوره اعتمد على اختراع سبقه ولزمن سابق لـه، ويجب أن لا ننكر أن لكل اختراع أسـاس مـن الوجـود وإلى تـواريخ تعـود بنـا إلى أسـاس الاختراعـات التـي بـدورها اعتمدت على الاكتشاف بالصدفة.

لذا وجب عـلي بحـث هـذا الموضـوع وصـب اختيـاري عـلى المجـال الـذي أحسـست أنـه يلبـي طمـوحي في معرفـة وتعلـم تقنيـة الحركـة للرسـومات (Animation) والأسـاس الـذي بـدأت عليه تلك التقنيـة وتطورهـا؛ لمـا لهـا مـن

إمكانات غير محدودة؛ وباتت تستخدم في جميع المجالات الطبية والهندسية والمعمارية والصناعية وغيرها.

هذه الفئة من العلوم الحديثة، وهي فئة الرسوم المتحركة باستخدام الحاسب الآلي توثق أيضًا الإبداع الفني والجمالي وعزمها على دفع حدود الخيال، وتأكيد على إمكانيات الطلبة والباحثين عن فهم كيفية تصميم وعرض مكونات من البيئة المعيشية للإنسان لاستقطابه (تصميم داخلي للمنزل قبل بنائه). هذا إلى جانب كونها دراسة فعالة وحديثة ومميزة لها العديد من العلامات والعلوم وأصبحت لها مكانة قوية تدفعها للصفوف الأمامية لأساسيات تكنولوجيا العصر الحديث.

الهوامش:

١- انظر: أ. نجلاء الرشيد ترف، الرسوم الجدارية محاضرة بقسم التربية الفنية – جامعة الملك سعود،الانترنت.

٢- انظر : أ. د زهير صاحب، السمات الفنية للرسوم الجدارية الفرعونية،قسم الفنون التشكيلية، كليةالفنون الجميلة- جامعة بغداد، الإنترنت موقع الجامعة.

٣- Bing-Yu Chen (٢٠٠٩), Character Animation Creation using Hand-drawn Sketches, University of Tokyo, Computer Science Department Semester Journal, Vol. ٣٤١, No. ١١

٤- Erin J. Hastings (٢٠٠٦), Interactive Evolution of Particle Systems for Computer Graphics and Animation, Computer Complex, ٩ (١١), ١٢-١٧.

٥- Jinhui Yu, Assessment Criteria for ٢D Shape Transformations in Animation, Glasgow Interactive Systems, Dept of Computing Science, University of Glascgow Computer Science Journal, Vol. ٢٩, No. ٧.

٦- Anjyo (١٩٩٧), Bridging the Gap between ٢D and ٣D: A

Attributes of Animation for Learning Scientific Knowledge, Journal of Instructional Phsychology, Vol.٢٧, No. ٤.

= = = = = = = = = = = = = = =

المصادر والمراجع:

- Anjyo (١٩٩٧), Bridging the Gap between ٢D and ٣D: A Stream of Digital Animation Techniques, OLM Digital Journal.
- Bing-Yu Chen (٢٠٠٩), Character Animation Creation using Hand-drawn Sketches, University of Tokyo, Computer Science Department Semester Journal.
- Erin J. Hastings (٢٠٠٦), Interactive Evolution of Particle Systems for Computer Graphics and Animation, Computer Complex.
- Jessica K. Hodgins, Computer Animation, College of Computing and Graphics, Visualization, and Usability Center, Georgia Institute of Stream of Digital Animation Techniques, OLM Digital Journal, Vol. ١٢٩, ١٤٤-١٨٧

٧- Jessica K. Hodgins, Computer Animation, College of Computing and Graphics, Visualization, and Usability Center, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Vol. (٦), No. ١٦.

٨- Patrick Ye, Towards Automatic Animated Storyboarding, Computer Science & Software Engineering , University of Melbourne at Australia, Vol. ٢٤, No. ١٤.

٩- Sempere, A. (٢٠٠٥), Animatronics, Children and Computation, Educational Technology & Society, ٨ (٤), ١١-٢١

١٠- YuliyaAkkuzhyna (٢٠٠٨), Principles of Traditional Animation, Saarland University, Seminar (Character Animation).٢

١١- Lih-Juan ChanLin (٢٠٠٨),

Technology, Atlanta.

- Jinhui Yu, Assessment Criteria for ٢D Shape Transformations in Animation, Glasgow Interactive Systems, Dept of Computing Science, University of Glascgow Computer Science Journal.
- Lih-Juan ChanLin (٢٠٠٨), Attributes of Animation for Learning Scientific Knowledge, Journal of Instructional Phsychology.
- Patrick Ye, Towards Automatic Animated Storyboarding, Computer Science & Software Engineering , University of Melbourne at Australia.
- Sempere, A. (٢٠٠٥), Animatronics, Children and Computation, Educational Technology & Society.
- YuliyaAkkuzhyna (٢٠٠٨), Principles of Traditional Animation, Saarland University, Seminar (Character Animation). ٢
- GuoBinPeng (٢٠٠٤), Consideration about Humanist Core Design of Animation Creation, GuiLin University of Electronic Technology, Multimedia & Informatics Department Journal, Vol. ١٣.
- IssacRudomin&Millan, E. (٢٠٠٧), (ITESM-CEM), Campus Estado de Mexico, Journal of Information Technology, Vol. ١٥.
- Junichi Hoshino (٢٠٠٩), Intelligent Storyboard for Prototyping Animation, University of Tsukuba, Regional Informatics Institute Journal.
- Tjitte de Vries and AtiMul. (٢٠٠٩), First stop-motion animation picture was made in ١٨٩٩, Amsterdam University Press, Information Systems Department Mag., Vol. ٢٣.
- YannickRemion, Jean-Michel Nourrit, Olivier Nocent (١٩٩٨), Dynamic Animation of N-Dimensional Deformable Objects, Laboratoired'Etudes et de RecherchesInformatiques, Part II.

* * * *