ذرات الطينة الألكترونية (Catoms) كأحد التقنيات المستقبلية فى نمذجة وتعديل أفكار التصميم

Claytronics atoms (Catoms) as one of the future techniques in modeling and Modification design ideas

أ.م.د/ ايمان محمد أحمد هاشم

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعى- كلية الفنون التطبيقية- جامعة بنى سويف

Assist. Prof. Dr. Eman Mohamed Ahmed Hashem

Assistant Professor, Industrial Design Department, Faculty of Applied Arts, Beni Suef University

الملخص :

ذرات الطينة الالكترونية (Catoms) هى اصدار متقدم من تكنولوجيا النانو وهى أصغر مادة يمكن برمجتها بحيث يمكن أن تتفاعل مع بعضها البعض لتشكيل أجسام مادية ثلاثية الأبعاد (3D) ملموسة يمكن للمستعمل التفاعل معها, ويمكن باستخدامها تغيير شكل ووظيفة الأشياء , ويمكن للمصمم باستخدام هذه التقنية المستقبلية والتى ما تزال فى المراحل الأولى من التطور نمذجة افكار التصميم بطريقة تمكنه من التعامل مع النموذج الناتج وعمل أى تعديلات عليه بسهولة وحفظ هذه التعديلات. وتتلخص مشكلة البحث فى تحديد أهمية هذه التقنية التى ما تزال فى مرحلة النمو والتطوير فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم بالنسبة للمصمم الصناعى, واستهدف البحث الوصول لأهمية استخدام تقنية الـ Catoms فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم, ولتحقيق هذا الهدف استخدم البحث المنهج الوصفى التحليلى من خلال التعرف على ماهية ذرات الطينة الالكترونية (Catoms), أجزاءها ومكوناتها والبرامج المستخدمة للتحكم فيها وكيفية عملها بالاضافة لبعض تطبيقاتها فى مجال النمذجة, طرق نمذجة أفكار التصميم, وذلك لتحديد أهمية هذه التقنية فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم. ومن أهم نتائج هذا البحث تسليط الضوء على هذه التقنية الجديدة والتى ستشكل طفرة فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم, بالاضافة لتعريف المصمم بكيفية استخدام هذه التقنية وأهميتها فى مجال نمذجة وأفكار التصميم. ومن أهم توصيات البحث ضرورة بحث وتتبع المصممين لتطورات هذه التقنية حيث أنها ما تزال فى المراحل الأولى من النمو والتطور نظرا لأهميتها فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم.

الكلمات المرشدة Keywords:

تكنولوجيا النانو Nano technology , ذرات الطينة الالكترونية (Catoms), نمذجة أفكار التصميم Prototyping design ideas.

Abstract:

Calytronics atoms (Catoms) are an advanced version of nanotechnology which is the smallest material that can be programmed so that they can interact with each other to form tangible 3D physical forms that the user can interact with and can also change the shape and function of objects. The designer can use this technique, which is still in growth and development stages of modeling design ideas, in a way that enables him to deal with the resulting model and make any modifications and save these modifications without dealing with the computer or mouse or keyboard. The research problem is summarized in determining the importance of this futuristic technology in the field of modeling and modifying design ideas for the industrial designer. The research aimed to access to the importance and use of Catoms technology in modeling and modifying design ideas. To achieve this goal, the research used the analytical descriptive method by identifying what the

claytronics atoms (Catoms) are, their components, types, programs used to control them and how it work. In addition to their applications in the field of 3D modeling, methods of modeling design ideas to determine the importance of this technique in the field of modeling and modifying design ideas. One of the most important results of this research is to highlight this futuristic technique, which will be a breakthrough in the field of modeling and modifying design ideas, In addition to defining the designer how to use this technology and its importance in the modeling and modification of design ideas. One of the most important recommendations of the research is that designers should research and follow the development of this technology because of its future importance in modeling and modifying design ideas.

Keywords: Nano technology, Calytronics atoms, Prototyping design ideas.

مقدمة :

نتيجة للتغير والتطور الهائل فى مجال تكنولوجيا المعلومات ونظم البرمجة الحديثة فقد أدى ذلك الى ظهور تقنية النانو التى تعتبر من أهم التقنيات فى وقتنا الحاضر لما لها من أهمية فى تحسين المنتجات. وتقنية النانو من التقنيات التابعة لعلم المواد, وتعتمد هذه التقنية على التقاط الذرات متناهية الصغر لأي مادة والتلاعب بها وتحريكها من مواضعها الأصلية إلى مواضع أخرى ثم دمجها مع ذرات مواد أخرى لتكوين شبكة بلورية لكي نحصل على مواد نانوية الأبعاد متميزة الخواص عالية الأداء , وكلما تغيرت ترتيب ذرات المادة كلما تغيرت خصائصها, وقد قام Seth Copen Goldstein من جامعة كارنيجى ميلون (C M U) بالتعاون مع Todd Mowry من شركة انتل (Intel com.) ببيتسبرج بعمل أبحاث وتأسيس مشروع خاص بتقنية جديدة وهى ذرات الطينة الالكترونية (Catoms) وهى اصدار متقدم من تكنولوجيا النانو والتى تعتبر أصغر وحدة لا تتجزأ من المواد القابلة للبرمجة بحيث يمكن أن تتفاعل مع بعضها البعض لتشكيل أجسام مادية ثلاثية الأبعاد 3D يمكن للمستعمل التفاعل معها **(http://www.cs.utexas.edu/~skeckler/wild04/Paper12.pdf)**, فهى تجمع بين وحدات روبوتية ونظم تكنولوجيا النانو وعلوم الحاسب لتكوين روبوتات نانوية قابلة لإعادة التشكيل تسمى ذرات الطينة الالكترونية Claytronics Atoms أو CatomS **(/http://www.cs.cmu.edu/~claytronics)** وتصميم لغات البرمجة اللازمة للتحكم فى وادارة ملايين الفرق من الـ Catoms وتشكيلها إلى أشكال ديناميكية ثلاثية الأبعاد مثل لغة Meld وهى لغة التعريف وتستخدم لبرمجة الفرق أو المجموعات الضخمة من الـ Catoms, ولغة LDP وهى لغة لمطابقة أنماط التوزيع (تصحيح الخطأ) بالنسبة لملايين الفرق من الـ Catoms **(http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/software/index.html)** , والهدف من الـ Catoms هو ترجمة المعلومات الى أشكال ثلاثية الأبعاد ملموسة وتفاعلية فى بيئة رقمية لا يمكن تمييزها عن الواقع, ويمكن باستخدام الـClaytronics اعادة تشكيل أو تعديل حجم نموذج لسيارة باليد كما لو انك تعمل نمذجة بالطين وكل تعديل يتم على النموذج يدويا يتم تعديله حسابيا على الكمبيوتر بالشكل أو الحجم الجديد دون تعامل الشخص مع الكمبيوتر أو الماوس أو لوحة المفاتيح حيث جاءت فكرة الـClaytronics من الطينة التى يمكن صبها وتشكيلها الى أشكال مختلفة ويمكن تلوينها ويمكن أن تستخدم فى صنع مواد مختلفة للعب للأطفال. **(Vijay Laxmi Kalyani, (2015)** وهذه المادة ما تزال فى المراحل الأول من التطور, لذا فانه يمكن للمصمم باستخدام هذه التقنية المستقبلية نمذجة افكار التصميم بطريقة تمكنه من التعامل مع النموذج الناتج وعمل أى تعديلات عليه بسهولة وحفظ هذه التعديلات, وما زالت هذه التقنية فى مرحلة التطور والنمو الا أنها ستشكل طفرة كبيرة اذا تم استخدامها وتطبيقها فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم بالنسبة للمصمم عن طرق النمذجة ثلاثية الأبعاد الحالية والتى لا يمكن تعديل شكل النموذج الناتج الا بعمل نموذج أخر لذا فان هذه التقنية ستوفر الوقت والجهد والتكاليف التى يمكن استخدامها لعمل نماذج أفكار التصميم بالطرق التقليدية. لذا كان من الضرورى التعرف على هذه التقنية المستقبلية الجديدة لما لها من أهمية فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم.

مشكلة البحث:

تحديد الأهمية المستقبلية لتقنية ذرات الطينة الالكترونية الـ Catoms فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم بالنسبة للمصمم الصناعى.

هدف البحث :

الوصول لأهمية استخدام تقنية ذرات الطينة الالكترونية الـ Catoms فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم.

أهمية البحث:

بالنسبة للمجال العلمى:

التعرف على أحدث التقنيات المستقبلية والتى يمكن استخدامها وتطبيقها فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم.

بالنسبة لمجال تصميم المنتجات:

نمذجة وتعديل أفكار التصميم بطريقة بسيطة وسريعة.

منهج البحث:

استخدم البحث المنهج الوصفى التحليلى من خلال التعرف على ماهية ذرات الطينة الالكترونية (Catoms), أجزاءها ومكوناتها والبرامج المستخدمة وكيفية عملها بالاضافة لبعض تطبيقاتها فى مجال النمذجة, نمذجة أفكار التصميم وذلك لتحديد أهمية هذه التقنية فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم.

المفاهيم الأساسية:

أولا: تكنولوجيا النانو Nano technology:

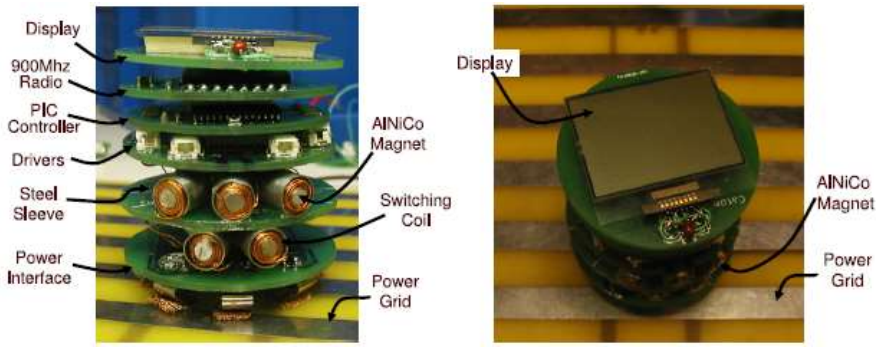
النانو تكنولوجى هو الجيل الخامس الذى ظهر فى عالم الالكترونيات, وتعتبر تقنية النانو من أهم التقنيات فى وقتنا الحاضر فهى محور اهتمام العلم اليوم لما لها من أهمية فى تحسين المنتجات. وكلمة" نانو "مشتقة من الكلمة الإغريقية (نانوس) وتعني القزم ويقصد بها كل ما هو صغير, وتقنية النانو هي العلم الذي يهتم بدراسة معالجة المادة على المقياس الذري والجزيئي, والنانومتر هو واحد على المليار من المتر, وتعتبر تقنية النانو من التقنيات التابعة لعلم المواد، وتتصل هذه التقنيات مع العلوم التالية: الفيزياء، الهندسة الكيميائية، الهندسة الحيوية، والهندسة الميكانيكية وتعتمد هذه التقنية على التقاط الذرات متناهية الصغر لأي مادة والتلاعب بها وتحريكها من مواضعها الأصلية إلى مواضع أخرى ثم دمجها مع ذرات مواد أخرى لتكوين شبكة بلورية لكي نحصل على مواد نانوية الأبعاد متميزة الخواص عالية الأداء, وكلما تغيرت ترتيب ذرات المادة كلما تغيرت خصائصها.(**محمد شريف الاسكندرانى,2010**) وتعتمد"القاعدة النانوية" على أمرين هما بناء المواد بدقة من لبنات صغيرة جدا بالاضافة لأن خصائص المادة قد تتغير نهائيا عندما تتجزأ إلى جزيئات متناهية في الصغر، وهي بذلك تعتمد على إعادة ترتيب الجزئيات والذرات وذلك للسيطرة عليها. ومن أهم تطبيقات تقنية النانو فى مجال تصميم المنتجات صناعة الأبواب والمقاعد والدعامات للسيارات, كما قامت شركة sunglasses للنظارات الشمسية بتصنيع طلاء بلاستيكي مقاوم للخدش والانعكاس وأنتجت نظارات النانو ذات الخصائص المميزة كما استخدمت فى صناعة المنتجات الرياضية لتقوية الأدوات الرياضية واكسابها المرونة والخفة مثل مضارب الهوكي والبيسبول ومضارب وكرات التنس والجولف.

ثانيا : ذرات الطينة الالكترونية Claytronics atoms:

ذرات الطينة الالكترونية (Catoms) هى اصدار متقدم من تكنولوجيا النانو وهى أصغر وحدة لا تتجزأ من المواد القابلة للبرمجة (http://www.cs.utexas.edu/~skeckler/wild04/Paper12.pdf) بحيث أنه يمكن لتلك المواد أن تتفاعل مع بعضها البعض لتشكيل أجسام مادية ثلاثية الأبعاد 3D ملموسة يمكن للمستعمل التفاعل معها, ويمكن باستخدامها تغيير شكل ووظيفة الأشياء,وقد جاءت فكرة الـ Claytronics من الطينة التى يمكن تشكيلها الى أشكال مختلفة, فهى حالة برمجية تجمع بين وحدات روبوتية ونظم تكنولوجيا النانو وعلوم الحاسب لتكوين روبوتات نانوية تسمى ذرات الطينة الالكترونية Claytronics atoms أو Catoms كما يوضح شكل (1)

شكل (1) يوضح العلوم المكونة لذرات الطينة الالكترونية (Catoms)

وكل Catom هو هيكل مستقل كما يوضح شكل (2) يحتوي على شبكة اتصال Network device، وحدة معالجة مركزية (CPU)، مخزن للطاقة Energy store، واحد أو أكثر من أجهزة الاستشعار sensors، شاشة عرض فيديو video output device، وسيلة للتنقل والحركة means of locomotio, وآلية للالتصاق مع Catom أخرى (قوى كهرومغناطيسية لتماسك وتجاذب الذرات مع بعضها البعض) (http://www.cs.utexas.edu/~skeckler/wild04/Paper12.pdf) حيث يتجاذب الجانب السالب من أحد الـ Catom مع الجانب الموجب من الـ Catom الأخرى حيث يتم الحفاظ على حركة وعزم الدوران في حركة دائرية.(Vijay Laxmi Kalyani, (2015)



شكل (2) يوضح مسقط أفقى ورأسى لمكونات الـ Catom
(http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1767&context=compsci)

وتستخدم أعداد كبيرة من الروبوتات النانومترية Catoms لمحاكاة الواقع الافتراضى وترجمة المعلومات الالكترونية الى عرض متحرك ثلاثى الأبعاد والهدف الرئيسى منها هو تكوين أشياء تفاعلية ملموسة للمعلومات بحيث يمكن للمستعمل التفاعل معها على أنها أشياء واقعية. وقد تم تأسيس هذا المشروع بالتعاون بين شركة انتل (Intel.com) وجامعة كارنيجى ميلون (Carnegie Mellon University).والفكرة وراء هذا المشروع هو امداد المستعمل بأشكال (أجسام) ملموسة من

المعلومات الالكترونية تعبر عن مظهر وأفعال المصدر(الجسم) الأصلى. والفكرة ليست إعادة تكوين الكائن الكيميائي، بل تكوين قطعة مادية تحاكي الشكل والحركة والمظهر المرئي والصوت والصفات اللمسية للكائن الأصلي, ويجمع هذا المشروع بين مسارين أساسيين هما:

1- التصميم والاختبار الهندسى لوحدات نماذج الـ Catoms الروبوتية والتى يمكن تصنيعها بكميات كبيرة.

2- تصميم لغات البرمجة اللازمة للتحكم فى وادارة ملايين الفرق من الـ Catoms وتشكيلها إلى أشكال ديناميكية ثلاثية الأبعاد.

وقد قام الباحثون بشركة انتل بخلق لغات برمجة للتحكم فى وادراة مجموعات ضخمة من ذرات الطينة الالكترونية الـ Catoms هما: **(Gayatri Venugopal, (2013)**

1. **لغة Meld :** وهى لغة التعريف وتستخدم لبرمجة الفرق أو المجموعات الضخمة.
2. **لغة LDP (Locally Distributed Predicates):** وهى لغة لمطابقة أنماط التوزيع (تصحيح الخطأ)

ومن اهم خواص الـ Catoms_حرية الحركة فى ثلاثة أبعاد, الاتصال والتماسك مع بعضها البعض من خلال قوى كهرومغناطيسية او كهروستاتيكية حسب حجم الـ Catoms, القدرة على حساب معلومات الحالة التى سوف تتشكل اليها, القدرة على تغيير الشكل واللون والملمس. وقد نجح الباحثون فى عام 2006 من عمل نموذج Catom بقطر 44 مليمتر كما يوضح شكل (3) والهدف هو الوصول لانتاج Catom صغيرة بما فيه الكفاية لعمل نسخ متماثلة بأعداد كبيرة بقطر أقل بكثير جدا من المليمتر Sub-millimeter وتم الوصول لقطر (1ملى) فى عام 2009 كما يوضح شكل (4) والهدف هو الوصول لحجم الـ Catom بحجم حبة الرمل.

(https://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-hardware/make-your-own-world-with-programmable-matter)

شكل(3) يوضح نموذج Catom بقطر 44 مليمتر
(Kirby, B., etal. (2005).

شكل(4) يوضح نموذج Catom بقطر (١) مليمتر
, etal.2009)(Mustafa E. K.

أنواع ذرات الطينة الالكترونية (Catoms) :

قام الباحثين بجامعة كارنيجى بعمل العديد من نماذج الـ Catoms لاختبار مفهوم الحركة والتشكيل لذرات الطينة الالكترونية من خلال نماذج معينة لتوضيح هذه المفاهيم وهى كما يلى:

(Carnegie Mellon University official site)

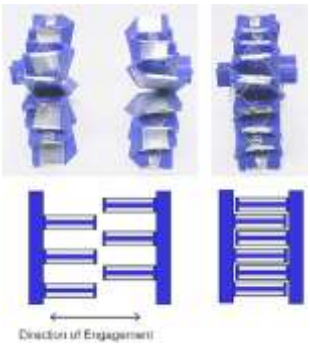
1- ذرات الطينة الالكترونية المستوية (Planar catoms):

هى Catom بمقياس أكبر من المليمتر بزيادة حوالى 45 مرة فى القطر وتستخدم لاختبار وتقييم مفهوم الحركة بدون وجود أجزاء متحركة وتصميم القوة المؤثرة التي تحقق الحركة التعاونية داخل مجموعات من وحدات الروبوت المستخدمة كما يوضح شكل (5). **(Kirby, Aksak,etal.,(2007)**

شكل (5) يوضح نموذج الـ Catom المستوية

2- Electrostatic latches المزاليج الكهربية:

هو نموذج لنظام جديد للاتصال والانفصال بين وحدات الروبوت , الاتصال الذى يحقق الحركة وينقل الطاقة والبيانات كما يوضح شكل (6) **(Gayatri Venugopal, (2013))**



شكل (6) يوضح نموذج المزاليج الكهربية
(Source: http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/electrostaticnotes.html)

3- ذرات الطينة الالكترونية العشوائية (Stochastic Catoms):

تستخدم ذرات الطينة الالكترونية العشوائية لاعادة التشكيل من خلال حركة مجموعات من وحدات الروبوت بطريقة عشوائية حيث تعتمد الوحدة الروبوتية المستخدمة على الحركة العشوائية من خلال تتبعها لمسارات غير محددة لتكوين الشكل المحدد وتعتمد حركة الوحدة على استخدام مصادر مختلفة من الطاقة بما فى ذلك التيارات الهوائية أو استخدام الكهرباء وقد قام الباحثين بجامعة كارنيجى بتوضيح كيفية اعادة التشكيل بطريقة عشوائية للنماذج الروبوتية من خلال استخدام مجموعة من البالونات على شكل مكعبات مملوءة بالهيليوم كما أنشأت وحدة الكترونية خفيفة الوزن لدعم وظيفة كل Catom بالاضافة لاستخدام مزالج بسيطة على وجه كل مكعب لتوفير وسيلة لتبادل البيانات والتعلق بين الـCatoms وكل Catom تملأ بالهيليوم كما يوضح شكل (7) حيث تتم الحركة بين هذه الوحدات المكعبة ومن خلالها الوحدات الالكترونية المثبتة بها يتم الالتصاق بين كل وحدة روبوتية من خلال المزالج أو تنفصل كل وحدة عن الأخرى وتتحرك فى اتجاه أخر لترتبط بوحدة أخرى لتكوين التشكيل المطلوب والمحدد سلفا من خلال برنامج محدد. **Stanislav F., (etal.2007)**
(http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/stochastic.html)

شكل (7) يوضح نماذج ذرات الطينة الالكترونية العشوائية (Stochastic Catoms)

4- Catoms الهيليوم العملاقة (Giant Helium Catoms):

Catoms الهيليوم العملاقة تستخدم لدراسة العلاقة بين القوى حيث يتم الاحتياج الى استكشاف الاحتمالات عندما تكون القوى الكهروستاتيكية أقوى من قوى الجاذبية على الأجهزة الروبوتية بحيث يمكنها إعادة تصميم نفسها.(**M.E. Karagozler,etal., 2007**) كما يوضح شكل (8).

شكل (8) يوضح Catoms الهيليوم العملاقة
Source: http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/helium.html

5- Cubes

تستخدم الـ CatomS المكعبة لاستكشاف استخدام الصمامات الالكتروستاتيكية لتوضيح عمل الجهاز الذى يمكن استخدامه في نظام إعادة التشكيل الذاتي على مقياس الماكرو والنانو كما يوضح شكل (9) **(Gayatri Venugopal, (2013)**

شكل (9) يوضح الـ Catoms المكعبة
Source: http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/cubes.html

6- Millimeter Scale Catoms:

حيث تم عمل نموذج للـ Catom بقطر(1) ملى على شكل اسطوانى وليس كروى كما يوضح شكل (10) **Gayatri Venugopal, (2013)) (M.E. Karagozler,etal., 2007)**

شكل (10) يوضح نموذج الـ Catoms المليمترية

كيفية نمذجة جسم الانسان باستخدام ذرات الطينة الالكترونية:

يوضح شكل (11/أ,ب) تطبيق الـ Claytronics فى محاكاة شكل الانسان حيث يمكن تجميع نسخة مادية من شخص ما من خلال أن ذرات الـ Catoms تحدد مواقعها ووضعها بالنسبة لبعضها من خلال لغة البرمجة المتصلة بها وبمجرد تحديد كل ذرة موضعها بالنسبة لمجموع الذرات الأخرى فانها تشكل شبكة هرمية ثم يتم تحديد الهدف على شكل سلسلة من اللقطات يتم ارسالها الى تلك الذرات وتظهر صورة هذه اللقطات على سطح كل Catom بحيث يتم تجميع المواصفات المطلوبة للشكل والحجم والملمس المطلوب ليتم ترجمتها الى اجراءات تجعل كل ذرة تحدد موضعها من الشكل المطلوب الوصول اليه واتجاه كل Catom لتكوين شكل ومظهر وملمس الشخص الأصلى ومع كل حركة من الشخص الذى يتم محاكاته يتم ارسال اشارات الى كل Catom لتعديل حركتها لتتوافق مع حركة الكائن الأصلى. وقد قال Seth Goldstein نحن لا ننقل الكائن الأصلى ولا عمل نسخة طبق الأصل ولكن الفكرة هى استنساخ شكل ومظهر وحركة الكائن الأصلى بطريق جيدة بحيث أن حواسنا تقبلها على أنها شئ حقيقى. (http://www.cs.utexas.edu/~skeckler/wild04/Paper12.pdf) **(Seth Copen Goldstein and Todd C. Mowry., 2004)**

(ب) (أ)

شكل (11/أ,ب) يوضح تطبيق الـ Claytronics فى محاكاة شكل الانسان

التطبيقات المستقبلية لذرات الطينة الالكترونية:

من أهم التطبيقات المستقبلية لتقنية الـ Catoms امكانية اعادة تشكيل أو تعديل حجم نموذج لسيارة باليد كما لو انك تعمل نمذجة بالطين كما يوضح شكل (12,أ,ب،ج,د) وكل تعديل يتم على النموذج يدويا يتم تعديله حسابيا على الكمبيوتر بالشكل أو الحجم الجديد دون تعامل الشخص مع الكمبيوتر أو الماوس أو لوحة المفاتيح, كما يمكن لهذه المادة اعادة ترتيب نفسها لتشكيل أى شئ أخر مثلا الهواتف الذكية يمكن إعادة ترتيب نفسها لتشكيل جهاز كمبيوتر محمول أو غيرها من مكونات الالكترونيات ومرة أخرى إلى هاتف ذكى.

(د) (ج) (ب) (أ)

شكل (12,أ,ب,ج,د) يوضح استخدام الـCatoms فى نمذجة وتعديل حجم نموذج لسيارة باليد
(http://jiaps.org/article/claytronics-from-atoms-to-catoms.html)

ثالثا: نمذجة افكار التصميم Prototyping design ideas:

النمذجة هى ترجمة وتحويل أفكار التصميم الى نماذج ملموسة تسمح باستكشاف الأفكار المختلفة للمصمم وتوضيح مفهوم التصميم للمستعمل كما تساعد على جمع التعليقات في وقت مبكر من عملية التصميم، وإجراء التغييرات والتعديلات

وتحسين التصميمات الأولية. وتعد النماذج من التقنيات الأساسية فى عرض أفكار التصميم وتتخذ هذه النماذج أشكالا متعددة بدءا من الاسكتشات الى نماذج العمل التفصيلية فهي توفر تمثيل ملموس لأفكار التصميم وتساعد فرق المصممين على التقييم المبكر لأفكار التصميم وحل المشكلات التصميمية وتتنوع تقنيات نماذج التصميم من النماذج البسيطة والتى تستخدم فيها خامات بسيطة مثل الورق أو الفوم أو الطينة كما يوضح شكل (13,أ,ب,ج) الى تقنيات النمذجة السريعة rapid prototyping من خلال المحاكاة والتى تعتمد على عمل رسومات لأفكار

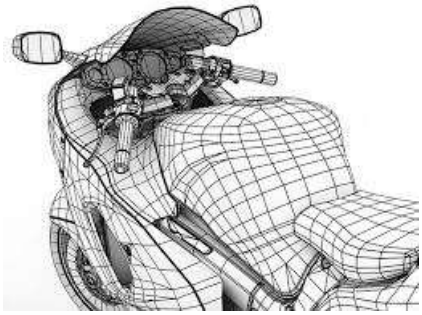
(أ) نموذج من الورق

(ب) نموذج من الفوم

(ج) نموذج من الطين

شكل(13,أ,ب,ج) يوضح نماذج لأفكار التصميم بخامات بسيطة مختلفة

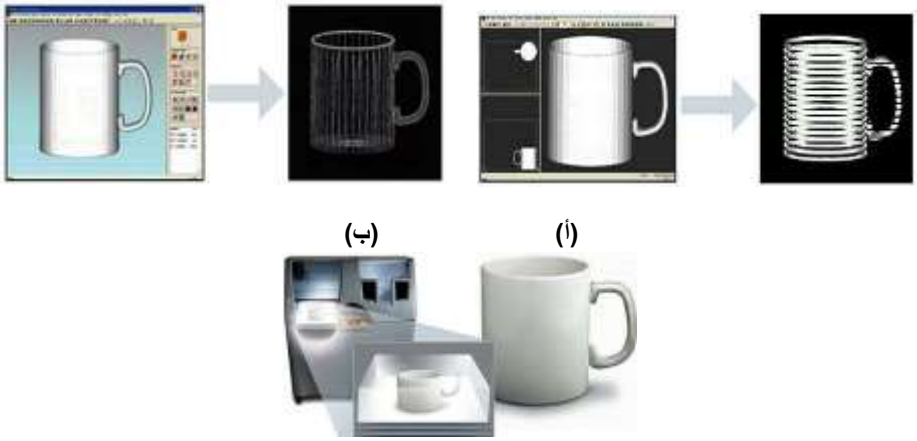
التصميم المقترحة باستخدام برامج الكمبيوتر مثل النموذج البصرى visual prototype وهو نموذج يستخدم لاختبار مفهوم فكرة معينة ويتم انشاؤه من خلال برامج معينة كبرامج الـ CAD أو برامج Solid Work كما يوضح شكل (14) **http://3d-printing-expert.com/category/prototype-for-prototyping/**



شكل(14) يوضح نموذج بصرى لدراجة بخارية باستخدام برامج الكمبيوتر

والنماذج الأولية السريعة Rapid prototyping هى عملية يتم من خلالها انشاء منتج أونموذج ثلاثى الأبعاد من تصميم ثلاثى الأبعاد باستخدام برنامج CAD فى فترة زمنية صغيرة جدا **(Jaiganesh V, etal. , 2014)** فهى عملية تستخدم لانشاء نموذج أولى للتصميم المقترح بغرض اجراء المزيد من التغييرات والتعديلات فى التصميم فهي وسيلة لجعل افكار التصميم ملموسة وتمكن المصمم من الحصول على تعليقات سريعة من المستعملين عن التصميم ومن أهم فوائدها الاكتشاف المبكر للأخطاء والعيوب مع امكانية تغيير وتعديل التصميم عدة مرات . ومن أهم أساليب انشاء النماذج الأولية السريعة نظام الطباعة ثلاثية الأبعاد 3d printing والتى تسمى بعملية التصنيع الجمعي او التصنيع بالإضافة حيث تستخدم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لبناء أجزاء المنتج أو النموذج الأول على شكل طبقات, ويتم تحويل فكرة التصميم الى مجسم مادى ثلاثي الأبعاد

بهذه التقنية من خلال رسم فكرة التصميم المقترحة باستخدام أحد برامج الـ CAD، ثم تحويله لصيغة STL (حسان رشيد, 2006) حيث تقوم الطابعة ثلاثية الأبعاد بتلقي الأوامر التي تسمح لها بتحويل الملف الرقمي ببياناته ثلاثية الأبعاد إلى طبقات والتي سوف يتم تشكيلها باستخدام الخامات المختلفة والتى قد تكون على صورة سائلة أو صلبة أو على هيئة مسحوق ذو حبيبات صغيرة جدا أو على شكل رقائق أو شرائح ذات سمك صغير جدا قد يصل الى ما هو أقل من 100 ميكرون من المعدن أو البلاستيك أو الشمع أو الزجاج أو الخامات المخلقة الأخرى. (https://syr-res.com/pdf.php?id=8208&token=cc812b3f428bd0ef862ddec2a30f97f1) الا انها بإمكانها طباعة أي مجسم بشرط أن لا يزيد حجم المجسم عن حجم الطابعة. (رانيا نبيل زكى عطية, 2016) (http://www.journal.faa-design.com/pdf/6-4-rania.pdf) ويوضح شكل (15,أ,ب,ج) مراحل عمل نموذج لكوب مشكل باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد.



شكل (15,أ,ب,ج) يوضح مراحل عمل نموذج لكوب مشكل باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد
(http://www-2.unipv.it/compmech/seminars/group/3Dprinters_fridaymeeting.pdf)

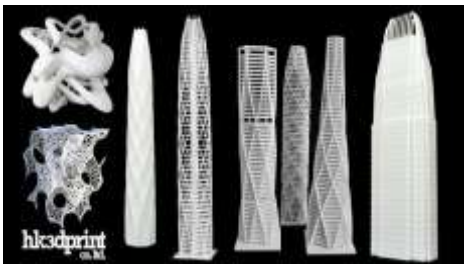
كما يوضح شكل (16,أ,ب,ج,د,ه,و) مجموعة الخامات التى يمكن إستخدامها فى تنفيذ النماذج بإستخدام تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد. (كريم صابر مصطفى, 2017)

(أ)نماذج أولية من مادة powder

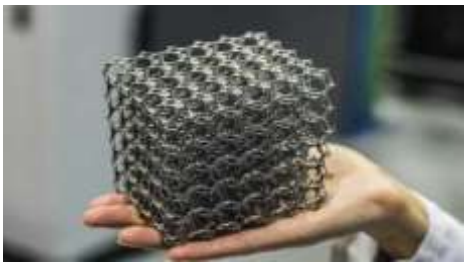
(ب)نماذج أولية من مادة الخزف

(ج)نماذج أولية من مادة الشمع

(د)نماذج أولية من مادة الزجاج



(ه) نماذج أولية مادة البلاستيك ABS



(و) نماذج أولية من المعدن

شكل ((16,أ,ب,ج,د,ه,و)) مجموعة من المواد المستخدمة فى صناعة النماذج بتقنية الطباعة ثلاثية الابعاد

رابعا: تحليل المفاهيم السابقة:

من خلال تحليل المفاهيم السابقة يتضح ما يلى :

1) النماذج من التقنيات الأساسية فى عرض أفكار التصميم وتتخذ هذه النماذج أشكالا متعددة بدءا من الاسكتشات الى نماذج العمل التفصيلية وتتنوع تقنيات نماذج التصميم من النماذج البسيطة والتقليدية والتى تستخدم فيها خامات بسيطة مثل الورق أو الفوم أو الطينة الى النماذج الأولية السريعة Rapid prototyping .

2) النماذج الأولية السريعة Rapid prototyping هي وسيلة لجعل افكار التصميم ملموسة وتمكن المصمم من الحصول على تعليقات سريعة من المستعملين عن التصميم, فهى عملية يتم من خلالها انشاء منتج أو مكون أونموذج ثلاثى الأبعاد من تصميم ثلاثى الأبعاد باستخدام برنامج الـ CAD فى فترة زمنية صغيرة جدا .

3) من أهم أساليب انشاء النماذج الأولية السريعة نظام الطباعة ثلاثية الأبعاد 3d printing حيث تستخدم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لبناء أجزاء المنتج أو النموذج الأول على شكل طبقات باستخدام خامات مختلفة مثل البلاستيك أو المعدن أو الخزف أو الزجاج أو أى مادة مخلقة أخرى .

4) تقنية النانو تعتمد على التقاط الذرات متناهية الصغر لأي مادة والتلاعب بها وتحريكها من مواضعها الأصلية إلى مواضع أخرى ثم دمجها مع ذرات مواد أخرى لتكوين شبكة بلورية لكي نحصل على مواد نانوية الأبعاد متميزة الخواص عالية الأداء , وكلما تغيرت ترتيب ذرات المادة كلما تغيرت خصائصها.

5) ذرات الطينة الالكترونية (Catoms) هى اصدار متقدم من تكنولوجيا النانو وهى أصغر وحدة لا تتجزأ من المواد القابلة للبرمجة بحيث يمكن أن تتفاعل مع بعضها البعض لتشكيل أجسام مادية ملموسة ثلاثية الأبعاد 3D يمكن للمستعمل التفاعل معها, وجاءت فكرة الـ Claytronics من الطينة التى يمكن صبها وتشكيلها الى أشكال مختلفة بالاضافة لامكانية تلوينها.

6) لغات البرمجة اللازمة للتحكم فى وادارة ملايين الفرق من الـ Catoms وتشكيلها إلى أشكال ديناميكية ثلاثية الأبعاد هى لغة Meld وهى لغة التعريف, ولغة LDP وهى لغة لمطابقة أنماط التوزيع (تصحيح الخطأ) بالنسبة لملايين الفرق من الـ Catoms.

7) يمكن باستخدام ذرات الـ Catoms محاكاة شكل الانسان بمعنى تجميع نسخة مادية من منها (استنساخ) من خلال أن ذرات الـ Catoms تحدد مواقعها ووضعها بالنسبة لبعضها من خلال لغة البرمجة المتصلة بها وبمجرد تحديد كل ذرة موضعها بالنسبة لمجموع الذرات الأخرى فانها تشكل شبكة هرمية ثم يتم تحديد الهدف على شكل سلسلة من اللقطات يتم ارسالها الى تلك الذرات من خلال تجميع المواصفات المطلوبة للشكل والحجم والملمس المطلوب ليتم ترجمتها الى اجراءات تجعل كل ذرة تحدد موضعها من الشكل المطلوب الوصول اليه.

8) من التطبيقات المستقبلية من تقنية الـ Catoms امكانية اعادة تشكيل أو تعديل حجم نموذج لسيارة باليد كما لو انك تعمل نمذجة بالطين وكل تعديل يتم على النموذج يدويا يتم تعديله حسابيا على الكمبيوتر بالشكل أو الحجم الجديد دون تعامل الشخص مع الكمبيوتر أو الماوس أو لوحة المفاتيح.

9) ما تزال تقنية الـ Catoms فى مرحلة النمو والتطوير حيث تم الوصول لقطر (1) ملى من الـ Catom المنفردة وتستمر البحوث والدراسات للوصول لأقطار أصغر بكثير Sub-millimeter والهدف هو الوصول لحجم الـ Catom بحجم حبة الرمل.

خامسا : النتائج :

من خلال الدراسة والتحليل السابق يمكن التوصل للنتائج التالية:

1- النمذجة بالطرق التقليدية البسيطة مثل الورق أو الفوم أو الطين لها العديد من السلبيات منها:

- تحتاج إلى جهد كبير فى تنفيذ النماذج .
- تستغرق وقت طويل فى الإعداد والتنفيذ.
- لا تتسم بالمرونة حيث يصعب التعديل والتطوير على النموذج ويتطلب الأمر عمل نماذج اخرى.
- تؤدى الى اهدار فى الخامات المستخدمة.
- زيادة الوقت اللازم لعمل نماذج أخرى بالاضافة للتكلفة.

2) النمذجة باستخدم الطباعة الثلاثية الأبعاد 3d printing لعرض فكرة التصميم لها سلبيات منها أن النموذج الناتج لا يمكن تعديله الا بعمل نموذج أخر من خلال تعديل التصميم الأصلى على برنامج الـ CAD وبالتالى اجراء مراحل الطباعة الثلاثية مرة اخرى للحصول على نموذج أخر معدل مما يتطلب المزيد من الجهد والوقت والتكاليف واهدار للخامات.

3) النمذجة باستخدام تقنية ذرات الطينة الالكترونية CATOMS المستقبلية لها العديد من المميزات منها :

- سهولة عمل نموذج لأفكار التصميم يدويا دون تعامل المصمم مع الكمبيوتر أو الماوس أو لوحة المفاتيح.
- سهولة تعديل النموذج الناتج يدويا دون اللجوء لعمل نموذج آخر.
- توفير الوقت والجهد اللازم لعمل نموذج فكرة التصميم المقترحة والتعديلات المستمرة.
- عدم الاحتياج لخامات لعمل النموذج حيث أن الخامة المستخدمة هى ذرات الطينة الالكترونية والتى يمكن بها عمل نماذج لأفكار لتصميمات مختلفة ولمنتجات مختلفة.
- بمجرد التوصل لتطبيق هذه التقنية فى التجسيم الثلاثى الأبعاد الملموس فلن يحتاج المصممين لعمل نماذج أولية من الورق أو الطين أو أى خامة أخرى نظرا لسهولة التعامل مع تقنية الـ Catoms المستقبلية فى نمذجة أفكار التصميم.

سادسا : التوصيات :

1) ضرورة بحث وتتبع المصممين لتطورات وكيفية استخدام وتطبيق تقنية ذرات الطينة الالكترونية (CATOMS) فى عملية النمذجة ثلاثية الأبعاد حيث أنها ما تزال فى المراحل الأولى من النمو والتطور نظرا لأهميتها فى مجال نمذجة وتعديل أفكار التصميم.

2) ضرورة بحث المصممين عن امكانيات هذه التقنية فى الحصول على رسومات هندسية تفصيلية تشغيلية وانتاجية لفكرة النموذج المقترح النهائى وذلك من خلال التعاون مع جامعة كارنيجى ميلون (Carnegie Mellon University)وشركة انتل (Intel.com) القائمين على تطوير تقنية ذرات الطينة الالكترونية .

المراجع References :

المراجع العربية:

1. عطية، رانيا نبيل زكى. *"تقنيات ثلاثية الأبعاد فى تصميم وإنتاج الملابس", مجلة التصميم الدولية (IDJ)* , المجلد (6) العدد (4) اكتوبر, ص (55-66) (2016).
(http://www.journal.faa-design.com/pdf/6-4-rania.pdf)

2. رشيد، حسان. *"الطباعة ثلاثية الابعاد (العبور السريع للمنتج)"* , مجلة البحوث والدراسات فى الآداب والعلوم والتربية - السعودية, المجلد الثالث, العدد (5) (2006).

3. مصطفى، كريم صابر. *"دور التكنولوجيا الاحلالية فى تصميم وتطوير منتجات التصميم الصناعى"*, رسالة دكتوراة غير منشورة, كلية الفنون التطبيقية, جامعة حلوان (2017).

4. الاسكندرانى، محمد شريف. *" تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل "* , كتب شهرية يصدرها المجلس الوطنى للثقافة والفنون والأداب, ابريل 2010.

English References:

5. Carnegie Mellon University official site: www.cs.cmu.edu as on october 15th-20th 2009

6. Gayatri V., *" Claytronics"*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) , Volume 81 – No.8, November (2013).

7. Goldstein S. C., Campbell J. D., Mowry T. C. (2005). *"Programmable Matter. Computer*, 38(6), 99-101.

8. Jaiganesh .V, Andrew a. C., Mugilan E, (2014) *" Manufacturing of PMMA Cam Shaft by Rapid Prototyping"*, Procedia Engineering 97, 2127 – 2135.

9. Kirby, Aksak, Campbell, Hoburg, Mowry, Pillai, Goldstein, *"A Modular Robotic System Using Magnetic Force Effectors,"* In Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS '07), October (2007).

10. Kirby, B., Goldstein, S. C., Mowry, T., Aksak, B., Hoburg, J. (2005). *"Catoms: Moving Robots Without Moving Parts"*, AAAI (Robot Exhibition), 1730-1731

11. Mustafa E. K., Seth C. G., and J Robert Reid., (2009),*"Stress-driven mems assembly+ electrostatic forces= 1mm diameter robot"* In Intelligent Robots and Systems, 2009. IROS 2009. IEEE/RSJ International Conference on, pages 2763–2769.

12. Mustafa E. K, J.D. Campbell, G.K. Fedder, S.C. Goldstein, M.P. Weller and B.W. Yoon, *"Electrostatic Latching for Inter-module Adhesion, Power Transfer and Communication in Modular Robots,"* In Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems IROS '07(2007*).*

13. Seth C. G. and Todd C. M., (2004), *"Claytronics: An Instance of Programmable Matter"* In Wild and Crazy Ideas Session of ASPLOS, October.

14. Stanislav F., Padmanabhan P., Jason D. C., and Seth C. G., (2007), *"Internal Localization of Modular Robot Ensembles,"* In Workshop on Self-Reconfiguring Modular Robotics at the IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) '07, October.

15. Vijay L. K., (2015*),"Claytronics – An Unimaginable Shape Shifting Future Tech."*, Journal of Management Engineering and Information Technology (JMEIT), Volume -2, Issue- 4, Aug. 2015, ISSN: 2394 – 8124.

Internet Sites:

16. http://www-2.unipv.it/compmech/seminars/group/3Dprinters_fridaymeeting.pdf

17. http://www-2.unipv.it/compmech/seminars/group/3Dprinters_fridaymeeting.pdf

18. http://www-3d-printing-expert.com/category/prototype-for-prototyping/

19. http://www.cs.cmu.edu/~claytronics

20. http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/cubes.html

21. http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/electrostaticnotes.html

22. http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/helium.html

23. http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/hardware/stochasticnotes.html

24. http://www.cs.cmu.edu/~claytronics/software/index.html

25. http://www.cs.utexas.edu/~skeckler/wild04/Paper12.pdf

26. http://jiaps.org/article/claytronics-from-atoms-to-catoms.html

27. http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1767&context=compsci

28. https://spectrum.ieee.org/robotics/robotics-hardware/make-your-own-world-with-programmable-matter

29. https://syr-res.com/pdf.php?id=8208&token=cc812b3f428bd0ef862ddec2a30f97f1