الفورمتوجرافي الأستنساخ بلا قوالب فى عالم النحت الرقمى ودوره فى حل معوقات النحت التقليدي

ا.م.د/ منال هلال ايوب
استاذ مساعد بقسم النحت والتشكيل المعمارى والترميم – كليه الفنون التطبيقيه – جامعه حلوان

ملخص :

لقد ظهرت فى الأونه الأخيره عدة مصطلحات جديده على فن النحت وسرعان ما بدأت فى الإنتشار مثل الطينه الرقميه (**Digital clay**) ، النحت الإفتراضى (**virtual sculpture**) ، عالم النحت الرقمى (**Digital Sculpture**) وربما كان من اهمها واحدثها والتى تعى به الدراسه هو الفورمتوجرافي (**Formtography**) وهو الاستنساخ بلاقوالب وتعرض الدراسه مصطلح الفورمتوجرافي والتقنيات والادوات القائمه عليه وبعض التطبيقات الفعليه التى استخدمت فيها عملية الفورمتوجرافي لحل بعض المشكلات التى يواجهها النحات بالتقنيات والطرق التقليديه .

الكلمات الداله : الاستنساخ – النحت الرقمي – المنحوتات الاثريه – الفورمتوجرافي – المسح الضوئي –الطباعه ثلاثيه الابعاد – النحت التقليدي

مشكلة البحث:

يمكن صياغه مشكله البحث فى السؤال التالي :
هل للتقنيات الحديثه المرتبطه بالفورمتوجرافي دور فى حل المشاكل والعقبات التى تواجه النحات اثناء استخدامه التقنيات التقليديه المتعارف عليها ؟

فروض البحث :

للفورمتوجرافي Formtography فى عالم النحت الرقمى له دور فعلى فى حل المشاكل التنفيذيه للتصميمات المعقده والتى يصعب تنفيذها بالطرق التقليديه .

هدف البحث :

عرض وتحليل دور الأستنساخ بلا قوالب Formtography فى حل المشاكل التنفيذيه للتصميمات المعقده والتى يصعب تنفيذها بالطرق التقليديه.

اهميه البحث:

- يلقي الضوء على احدث التقنيات فى عمل المستنسخات بلا قوالب فى عالم النحت الرقمي.
- يواكب قدر من التطور الذي يحدث في العالم الأن في المجالات التقنية المرتبطة بالفنون بصفة عامة و فن النحت بصفة خاصة.

منهج البحث :

يتبع البحث المنهج الوصفى التحليلى .

DOI:10.12816/0044305

Formtography as reproduction without molds in the world of digital sculpture and its role in solving the obstacles of traditional sculpture

Dr. Manal Helal Ayoub

Associate professor in Sculpture, Architecture Forming & Restoration Dept., Faculty of Applied Arts, Helwan University, Egypt

- **Abstract:**

It has recently appeared in several new terms on sculpture, and soon began to spread such as Digital Clay, Virtual Sculpture, Digital Sculpture, and perhaps the most important and the most recent of which was the study of the Formtography as reproduction without molds. The study presents the technique of the Formtography, the techniques and the tools based on it, and some actual applications in which the Formtography technique was used to solve some of the problems faced by the sculptor by traditional techniques and methods

- **Keywords:**

. Digital Sculpture- Formtography-3D printing- 3D scanner -Archaeological sculptures

- **Statement of the problem:**

  Can formulate a research problem in the following question:

  Are the modern techniques associated with the formatography a role in solving the problems and obstacles faced by the sculptor while using conventional techniques?

- **Hypothesis of the study**

  Research suggests that

  Formtography in the world of digital sculpture has a real role in solving the problems of the implementation of complex designs and difficult to implement in traditional ways.

- **Objective of the study:**

  The research aims to

  View and analyze the role of (Formtography) reproduction without templates in solving operational problems of complex designs, which are difficult to implement traditional methods.

- **The importance of study:**

• sheds light on the latest techniques in the work of reproductions without the template in the world of digital sculpture.

• Some of the developments that are taking place in the world are now in the technical fields associated with the arts in general and sculpture in particular.

- **Research Methodology:**

  The research follows the analytical descriptive method**.**

الاطار النظرى للدراسه :

تقديم:

ظهر مصطلح "Formtography" الفورمتوجرافي بواسطة أبرامسون هاري Harry Abramson عام 2007 وهو يعنى عملية إعادة الأشكال من دون الحاجة لقوالب ودون لمس الاثر او العمل الفنى ، اى الاستنساخ بدون قوالب او الاستنساخ عن بعد 1 وهو يتميز بإمكانيه الحصول على عدد لانهائى من النسخ بنفس الجودة فأول قطعة تتماثل تماماً مع أخر قطعة وهذا على عكس المستنسخات اليدوية فمهما كانت قوة وصلابة القالب (الإسطمبة) فبعد عدد من النسخ يختلف شكل المستنسخة وتضيع بعض التفاصيل وتقل الأرتفاعات وتختفى التفاصيل الدقيقه.

و هذه العملية process تعد مزيجا من ثلاث تقنيات رقمية وهى : التقاط البيانات الثلاثى الابعاد 3D data capture وهو يكون من خلال المسح الضوئي ، والنمذجة الرقمية digital modeling والانتاج الرقمي2 digital production

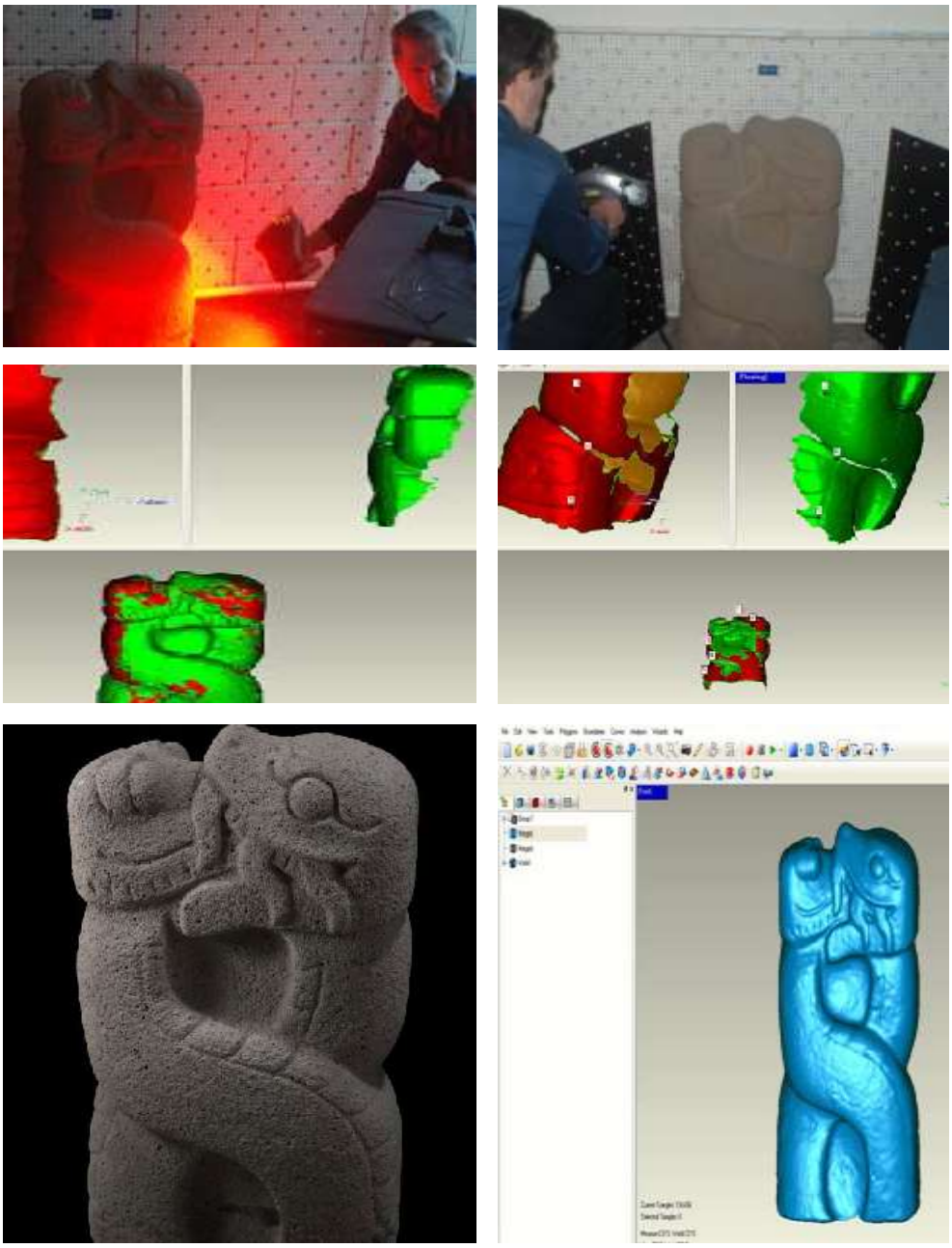
اولاً:تكنولوجيا المسح الضوئى للأشكال ثلاثية الأبعاد 3 Dimensional Scanning

إن المسح الضوئى للأشكال ثلاثية الأبعاد هو عملية نقل شكل هندسى رقمى للشكل الطبيعى المجسم الى الحاسب من خلال ماكينات الديجيتيزينج Digitizing وهى تستخدم لإعطاء المعلومات التى يحتاجها المصمم فى الصناعة الرقمية Digitizing Industry . والماسح الضوئي جهاز مسح يعمل بتقنية الليزر ، وهو مذود ببرامج تساعد فى ضغط الملفات بما يتناسب والمساحات الكبيرة لعملية المسح الضوئى للنماذج ثلاثية الأبعاد،شكل (1) وتؤثر جودة عملية المسح الضوئى للنموذج على نحت أو طبع النموذج المراد استخراجه.3

1 Harry Abramson -Formtography - Issue 317- NATIONAL SCULPTURE SOCIETY 2017 https://sculpturereview.com/product/winter-2007/

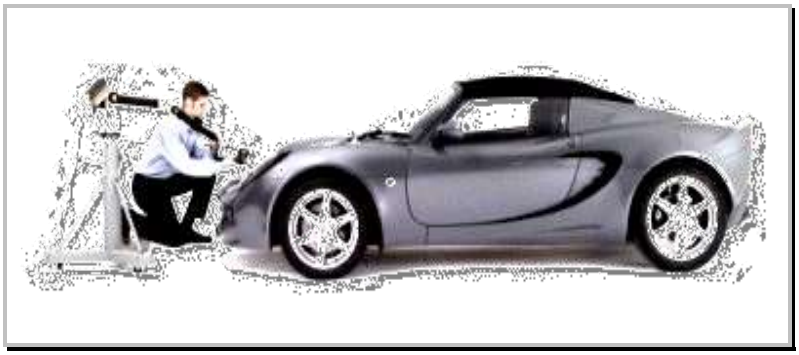
[2] Harry Abramson -Formtography-Direct Dimension-http://www.dirdim.com/comp_newsevents.php?fileName=DDI_SR_Formtography_Win08 -28-3-2017

3 Crystal Lajeunesse -3D Laser Scanning for Sculptural Applications - What to Consider- Submitted On December 22, 2010 -http://ezinearticles.com/?3D-Laser-Scanning-for-Sculptural



شكل (1) من اليمين لليسار مراحل عملية المسح الضوئى لأحد الأعمال النحتية

عندما يذكر تعبير دقة المسح الضوئي فان اول ما يتبادر الي الذهن هى الدقة التحليلية للصورة الرقمية , وتتلخص فكرة عمل الماسح الضوئي الالكتروني فى تحويل القيم الضوئية المنعكسة من علي الاصل الي قيم واشارات رقميه .1 فنرى فى الصوره رقم (2) استخدام أحد أجهزة المسح الضوئى لعمل نموذج رقمى لسيارة.



صورة رقم (2)عمليه مسح ضوئي لسياره وتحويلها لنموذج رقمي

وفيما يلى عرض لأحدث تقنيات المسح الضوئى المجسم:

أولاً : تقنية المسح الضوئى للجسم Artec Shapify Booth Body Scanner

يمكن أن يتم مسح الجسم في 12 ثانية واستخدام الملف الناتج لطباعة تمثال مشابه للحقيقى بكل التفاصيل الدقيقه وقد تم تجهيز أكشاك المسح من أربعة عوارض واسعة، عالية الدقة والتي تدور حول الشخص لمسح كل زاوية. صوره رقم (3) وتحويله الى نموذج رقمى ثلاثى الأبعاد وملون بنفس ألوان الجسم الممسوح ضوئيا،ومن أهم مميزات تلك التقنية ،انها تستطيع عمل مسح ضوئي ملون بنفس ألوان وملامس الشكل المراد عمل المسح الضوئي له2.

[1] تكنولوجيا الصحافة فى عصر التقنية الرقمية – سعيد الغريب النجار – الدار المصرية اللبنانية القاهرة– 2003–ص 133

[2] Artec Shapify Booth-**Body Scanner** - **https://www.laserdesign.com/products/artec-shapify-booth/2017/3/28**

صوره رقم (3) المسح الضوئي لجسم الانسانArtec Shapify Booth

ثانياً : تكنولوجيا المسح الضوئ المحمول Mobile Scanning Technology

وهو أحدث و أصغر أجهزة المسح الضوئى Model Maker X وهو ماسح ضوئى محمول ، يستطيع أن يمسح 23000 نقطة فى الثانية الواحدة يعمل مثل كاميرة الفيديو وهو يولد أجسام ثلاثية الأبعاد ذات نقاء عالى وبطريقة سهلة وغير مسبوقة صوره رقم (4)، ومن اهم مميزاته،أنه الأسرع والأصغر والأخف فى الحمل صوره رقم (5)[1]

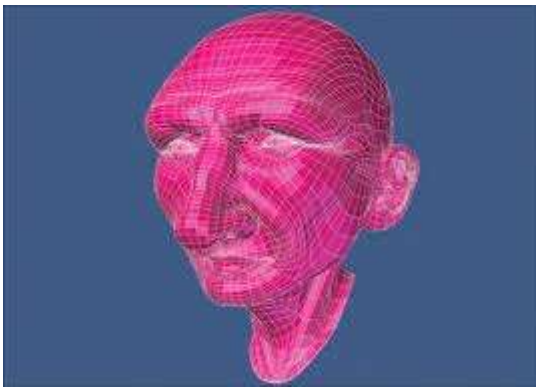
صوره رقم(4) توضح النقاء العالي للمسح الضوئي

[1] Artec Eva & Eva Lite 3D Scanner **Body Scanner- Economy Scanner- Portable Scanner -https://www.laserdesign.com/products/artec-eva-3d-scanner/2017/3/27**

صوره رقم (5)ماسح ضوئي محمول

ثانيا:النمذجة الرقمية digital modeling :

تأتى مرحله النمذجه الرقميه بعد مرحله المسح الضوئي حيث يتم تحويل المسح الضوئي الى بيانات رقميه والنحت الرقمي او النمذجه الرقميه هى إنشاء وتعديل الأجسام في الفضاء الرقمي باستخدام حزم البرمجيات عادة ما يسمى CAD وهى اختصار ل computer aided design(التصميم بمساعدة الكمبيوتر). ونشاهد فى صورة رقم(6)نموذج رقمى لوجه عجوز



صورة(6) نموذج رقمي

أنشئت النمذجه الرقميه في البداية في 1950 لتشغيل العمليات الحسابية الرياضية في تصميم السيارات والطائرات،. الآن هناك العديد من حزم البرمجيات التي توفر للمصممين والفنانين على حد سواء القدرة على تصميم من البيانات التي تم التقاطها من خلال المسح الضوئي للأجسام أوالتصميم من الصفر على البرامج ، مما يتيح عمل تعديل بالتصميم بطرق لانهائية1.

ثالثاً: الانتاج الرقمي digital production :

بعد ان تتم عمليه المسح الضوئي للاجسام وتحويلها الى نماذج رقميه تأتى مرحلة الحصول على المستنسخ من المجسم بدون المساس بالمجسم الفعلى وهناك تقنيات مختلفه للحصول على المنتج رقميا وفيما يلى بعض تقنيات إنتاج الأشكال الثلاثية الأبعاد :

1. **تقنية التحكم الرقمى CNC :**

يقصد بالتحكم الرقمى سلسلة التعليمات المدونة (المشفرة) فى صورة أرقام وحروف أبجدية ورموز تستوعبها وحدة التحكم بالماكينة وتحولها الى نبضات كهربائية توجه المحركات الكهربائية وأدوات القطع بالماكينة وممن ثم تنفيذ العمليات الميكانيكية المطلوبة , وهذه الأرقام , الحروف, والرموز التى تمثل التعليمات المشفرة تشير الى مسافات محدودة , أوضاع , وظائف وحركات يمكن لأدوات القطع إستيعابها وتنفيذها على القطعة المراد تشكيلها[2].

وفى عام 1970م دخل المصطلح الجديد التحكم الرقمى بالحاسب Computerized Numerical Control صوره رقم (7) إلى عالم ماكينات التصنيع ليفتح مجالاً جديداً فى عمليات التشكيل لم يكن موجوداً من قبل 3 .

---

[1] Harry Abramson -Formtography-Direct Dimension- http://www.dirdim.com/comp_newsevents.php?fileName=DDI_SR_Formtography_Win08 -28-3-2017

[2] Haresh Khemani- What is the CNC Machine? How CNC Machine Works? - http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/55787-what-is-the-cnc-machine-how-cnc-machine-works/

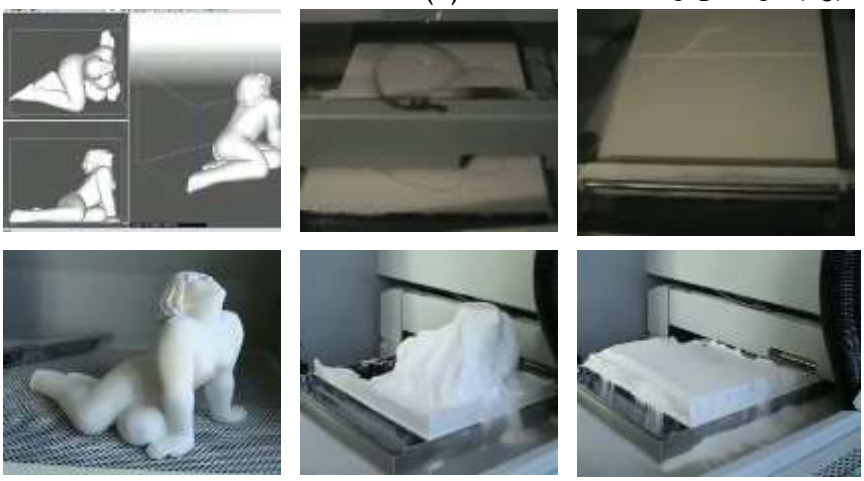
[3] طارق إسماعيل محمد- وضع أسلوب تعليمى لتصميم الشكل يتوافق مع إستخدام الكمبيوتر فى مجال التصميم الصناعى رسالة دكتوراه - كلية الفنون التطبيقية- جامعة حلوان - 1999- ص 36-37- 38 .

صورة رقم (7) أحد أشكال ماكينة CNC

2. الطباعة الثلاثية الأبعاد 3D Printing Processes

وتعد هذه الطريقة من الطرق الهامة فى مكاتب التصميم وبخاصة إذا توفرت للنحات حيث يستطيع مشاهدة النموذج الذى صممه على الحاسب بشكل سريع فى شكل نموذج مادى فيستطيع أن يتحسس التصميم مجسماً .

ويتم فى هذه التقنية نشر طبقة من البودرة على قاعدة أساسية ، ويتم طبع نقاط دقيقة من خلال فتحة مستمرة محمولة بواسطة رأس طابعة ، وهذه العملية تشبه طابعة نفاثة الحبر Ink jet فى الطابعات المعروفة ، والخامات الشائعة الإستخدام فى تلك التقنية هى السيراميك والمعدن والبلاستك كما بالشكل (8) .



شكل (8) من اليمين لليسار مراحل عمل نموذج بواسطة الطابعة وتحويل التصميم إلى نموذج ثلاثى الأبعاد من البودر

بجانب هذا التكنيك ظهر أسلوب أخر يعتمد على توصيل الكمبيوتر مباشرةً بماكينة الحفر (Milling Machine) حيث تستقبل منه البيانات الرقمية مباشرةً من خلال رسومات الكاد CAD فتقوم بالتشكيل المباشر لقطعة ربما تكون من البلاستيك أو الورق أو الخشب أو النحاس ..... إلخ [1].

صوره (9) ماكينه طباعه ثلاثيه الابعاد

بعض تطبيقات الإفادة من الفورمتوجرافي formotography فى مواجهة بعض المشاكل التى يواجهها النحات فى الطرق التقليدية

أولاً :إعادة إنتاج تمثالي رخامٍ من القرن السابع عشرِ بمتحف المتروبوليتان Metropolitain للفَنِّ، مدينة نيويورك

المشكلة: عمل نسخ طبق الأصل من تمثالان رخامٍ يرجع تاريخهم الى وقت الكاردينالِ الكاثوليكي الروماني سيبيو بروخس Scipio Borghese حوالي 1614م، حيث نُفّذتْ هذه التماثيل في إستوديو بيترو برنينى Pietro Bernini، وهو والد النحات الباروكى لورينزو برنينى Gian Lorenzo Bernin ،وهو عَملَ فى هذه التماثيلِ في أستوديو أبّيه، وأحد التماثيلِ مُوَقَّعةُ بإسمه[2].

---

1 Bridget Butler Millsaps - Home Depot and MakerBot to Expand Their In-Store Pilot Program to 39 Stores Total in U.S.- Nov 20, 2014- https://3dprint.com/26153/home-depot-makerbot/

2 Replicating Sculptures at The Met from 1527 of "Flora" and "Priapus" by Pietro and Gian Lorenzo Bernini-3April 3017-http://www.scansite.com/casebernini.html

حيث طلبَ جاليري بورغيز بروما Borghese Gallery من متحف المتروبوليتان Metropolitan Museum عَمَل نسخ طبق الأصل من تلك التماثيلِ لعرضها ببورغيز ، وهذه التماثيل كَانت بِطول ثمانية أقدامٍ تقريباً، وكانت المشكلة تكمن فى انه لا يمكن تحريكهم من مكانهم لعمل قوالب لهم استعدادا لعملية النسخ بالطرق التقليدية وحتى لايمكن عمل قوالب لهم خوفاً أن يحدث لهم أية خدوش ولو حتى خدوش خفيفة فهذه التماثيل تحف أثرية يجب الإعتناء بها ، ومن هنا بدأً دور التكنولوجيا الحديثة فتم عمل مَسْح ضوئى لهم من على إرتفاع إثنا عشرَ قدمِ فوق الأرض.

خطوات **حَلّ المشكلة بالفورماتوجرافي :**

1. تم عمل المَسْح الضوئى باستعمال ناسخ ليزرِ على 12 قدم سي إم إم ذراع**.12 foot CMM arm** صوره (10)
2. أكثر من 6 مليون نقطةِ بيانِ قد اكتسبت. ولم يسمح متخصصوا المَسْح الضوئى لإى لمسِ للتماثيل أثناء عمليةِ المَسْح. كل الخدوش والرسومات المستوية نسخت بالماسح الليزرَ الضوئي حتى الحروف "GB"التى وقّعَ بها برنينى عمله.
3. برامج السي إن سيCNC software حولت العمل الى مهامِ ماكينات الحفر صوره(11)
4. تم قطع الشكل بالكامل من خلال ماكينات السى أن سى الخماسية المحاور.
5. توضح الصورة الشكل منقسم لنصفان صوره (12)
6. النسخة الفوم أصبحت جاهزة لعمل القالب عليها لاستنساخ قطعة من الجبس سهلة التعامل معها والإضافة عليها دون المساس بالقطعة الأثريةصوره(13)1

[1] Replicating Sculptures at The Met from 1527 of “Flora” and “Priapus” by Pietro and Gian Lorenzo Bernini-3April 3017-http://www.scansite.com/casebernini.html

صوره(10)

صوره(11)

صوره(13)

صوره(12)

ثانياً : مشكلة زيادة النسبة بعد الإنتهاء من نحت الشكل النهائى وصعوبة زيادة النسبة مع مطابقة التفاصيل للشكل الأصلى بالطرق اليدوية

المشكلة :

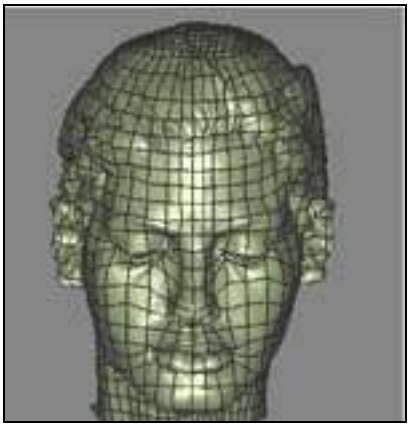
فى أستوديو روبرت جرهام Robert Graham Studios تم نحت بورتريه وعمل نسخة من البرونز وأراد العميل زيادة حجم التمثال بنسبة 28% وكان ذلك يتطلب مستوى عالى جداً من الدقة والأمانة فى التكبير مما يجعل الأمر صعباً ويحتاج لكثير من الوقت والمهارة بالطرق التقليدية[1] .

خطوات **حَلّ المشكلة بالفورماتوجرافي**

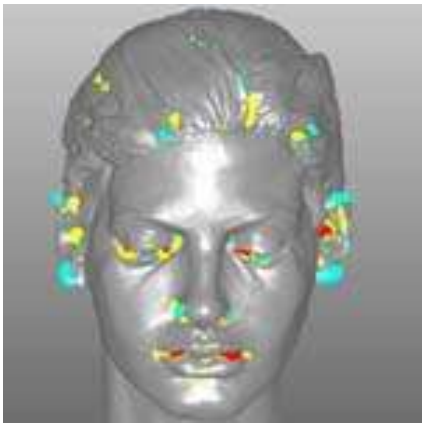
1. تم عمل مسحاً ضوئياً للنحت الأصلي وتحويله الى ملف polygon file. صوره (14)
2. تم تحويل الشكل الأصلى الى شكل شبكى بواسطة برامج التصميم على الحاسب CAD system لإجراء التعديل عليها صوره (15،16).
3. تم إجراء التعديل على الشكل وتحويله الى ملف STL لكى يقرأ على ماكينة الحفر وينتج بالحجم المطلوب
4. اصبح الشكل جاهزاً للسباكة بأى خامه حسب اختيار العميل .

صوره(14)

[1] http://www.satellitemodels.com/htm



صوره (15)



صوره (16)

نتائج البحث :

- للفورمتوجرافي Formtography فى عالم النحت الرقمى له دور مؤثر بفاعليه فى حمايه المنحوتات الأثريه فالمتاحف، على سبيل المثال، تحتوي عادة على قطع لا يمكن لمسها، ولكنها توفر فرصة هائلة للدراسة أو التوثيق أو العرض التفاعلي أو الاستنساخ ومن خلال القورمتوجرافي، كل ما سبق يمكن أن يتحقق دون أي اتصال جسدي مع عمل اثرى...
- يمكن للنحات أن يحول النموذج الرقمى الى أى خامة سواء قوية كالرخام أو رقيقة وضعيفة كالشمع والزجاج.
- النماذج الرقميه لها إمكانية التعديل فى أى وقت والحصول على نسخ من كل مرحلة والإحتفاظ بكل مراحل التعديل .
- إمكانيـة إعـادة خَلْـقِ دقيقـةِ ومُفصّـلةِ جـداً بأحجـام كبيـرة او صـغيرة ، فـبعض الأعمال لاترى إلا فى أحجام كبيرة وبعضها افضل فى الاحجام الصغيرة وذلك يحتاج لوقت ومجهود كبير من النحات بعكس الطرق الرقمية فهى توفر الشهورِ في العمليةِ الصعبةِ للتَكبير النحتيِ.

التوصيـــات:

- توصـي الباحثـه باهتمـام المؤسسـات التعليميـة المتخصصـة بإيجـاد الأجهـزة الرقميـة التعليمية.
- توصـي الباحثـه بإرسـال مهمـات أو بعثـات للتـدريب علـى مثـل هـذه التقنيـات والأجهـزة الرقمية.
- يوصـى الباحـث بفـتح قنـوات اتصـال بـين المؤسسـات المتخصصـة فـى مصـر و الشركات المنتجـة لأجهزة النحت الرقميـة، لإمكانيـة تبـادل الزيـارات بين الطرفين، وكذلك إقامة دورات تدريبية للطلاب والخريجين.

المراجـــــع:

1. Harry Abramson -Formtography - Issue 317- NATIONAL SCULPTURE SOCIETY 2017 https://sculpturereview.com/product/winter-2007/
2. Harry Abramson -Formtography-Direct Dimension- http://www.dirdim.com/comp_newsevents.php?fileName=DDI_SR_Formtography_Win08 -28-3-2017
3. Artec Shapify Booth-Body Scanner - https://www.laserdesign.com/products/artec-shapify-booth/2017/3/28
4. Artec Eva & Eva Lite 3D Scanner Body Scanner- Economy Scanner- Portable Scanner - https://www.laserdesign.com/products/artec-eva-3d-scanner/2017/3/27
5. Haresh Khemani- What is the CNC Machine? How CNC Machine Works? - http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/55787-what-is-the-cnc-machine-how-cnc-machine-works/
6. Crystal Lajeunesse -3D Laser Scanning for Sculptural Applications - What to Consider- Submitted On December 22, 2010 - http://ezinearticles.com/?3D-Laser-Scanning-for-Sculptural
7. Bridget Butler Millsaps - Home Depot and Maker Bot to Expand Their In-Store Pilot Program to 39 Stores Total in U.S.- Nov 20, 2014- https://3dprint.com/26153/home-depot-makerbot/

8. Replicating Sculptures at The Met from 1527 of “Flora” and “Priapus” by Pietro and Gian Lorenzo Bernini-3April 3017-http://www.scansite.com/casebernini.html

9. تكنولوجيا الصحافة فى عصر التقنية الرقمية – سعيد الغريب النجار – الدار المصرية اللبنانية القاهرة- 2003-

10. طارق إسماعيل محمد - وضع أسلوب تعليمى لتصميم الشكل يتوافق مع إستخدام الكمبيوتر فى مجال التصميم الصناعى رسالة دكتوراه - كلية الفنون التطبيقية- جانعة حلوان - 1999