

الدورة النموذجية د : هندسة التخصيص

الوحدة د3 : الطباعة ثلاثية الأبعاد للتخصيص



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

DISHOLEA | Improving the digital
skills of workforce in Shoe and
Leather goods Industry in Jordan and
Palestine | GA 101129194



2.2T - تطوير الدورات
التدريبية ومواد التدريب
المعيارية.

2.4D - دورة تدريبية معيارية

مقدمة

- ❖ تحول صناعة الجلود والأحذية
- ❖ الطلب المتزايد على التخصيص
- ❖ فوائد الطباعة ثلاثية الأبعاد:
 - ❖ إنتاج طبقة تلو الأخرى من النماذج الرقمية
 - ❖ المقاسات المخصصة (النعال الداخلية، القوالب، النعال الوسطى)
- ❖ تقليل النفقات، والنماذج الأولية /
 - ❖ استجابة أسرع لمتطلبات وإنتاج
 - ❖ المفوائد: التخصيص، والنماذج الأولية الأسرع، وتقليل النفقات

نظرة عامة على الطباعة ثلاثية الأبعاد

❖ التصنيع الإضافي مقابل التصنيع
التقليدي

❖ التطبيقات في الصناعات المتعددة

❖ الديمقراطية من خلال برامج

التصميم بمساعدة الحاسوب
والطابعات بأسعار معقولة

ولادة الطباعة ثلاثية الأبعاد

❖ ثمانينيات القرن العشرين: الطباعة

المجسمة (SLA) - تشارلز هول

❖ 1989: نمذجة الترسيب المندمج (FDM) -

سكوت كرومب

❖ الابتكارات المبكرة → تقنيات مضافة

متعددة

العملية العامة للطباعة ثلاثية الأبعاد

1. → CAD إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد في STL تصديره بصيغة
2. G → إنشاء رمز STL شريحة
3. الطباعة طبقة تلو الأخرى
4. مرحلة ما بعد المعالجة (الدعامات، الصنفرة، المعالجة، الطلاء)

تقنيات التصنيع

❖ **SLA & DLP** : أسطح ناعمة قائمة على

الراتنج

❖ **SLS** : نماذج أولية متينة تعتمد على

المسحوق

❖ **FDM** : خيوط بلاستيكية حرارية ، فعالة من

حيث التكلفة ، شائعة في التعليم

تكنولوجيا FDM

- ❖ خيط → فوهة ساخنة → طبقة مبثوقة تلو الأخرى
- ❖ المكونات الرئيسية:
- ❖ محرك الطارد، الطرف الساخن، الفوهة، لوحة البناء، نظام الحركة
- ❖ نصائح لاستكشاف الأخطاء وإصلاحها: الترابط، والالتواء، والالتصاق

المواد المستخدمة

❖ **PLA** : قابل للتحلل الحيوي،

مناسب للمبتدئين

❖ **ABS** : قوي ومقاوم للحرارة

❖ **PVA** : دعائم قابلة للذوبان

في الماء

❖ **HIPS** : دعم قابل للذوبان لـ

ABS

❖ المواد المتقدمة : TPU،

ألياف الكربون، النايلون

عالي الحرارة

إعداد طابعة ثلاثية الأبعاد

- ❖ تسوية السرير، معايرة الخيوط، درجة حرارة الفوهة
- ❖ برنامج التقطيع (على سبيل المثال، Ultimaker Cura) → ضبط ارتفاع الطبقة، والحشو، والدعامات، والسرعة

برامج ثلاثية الأبعاد

- أوتوديسك إنفنتور: النمذجة البارامترية، التصميم التكراري
- **Ultimaker Cura**: إنشاء G-code، معاينة الطباعة، الوضع المبتدئ والمتقدم

تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد في L&F

- FDM ، SLA ، SLS ، PolyJet ، DMLS
- التطبيقات: قوالب مخصصة ، النعال الداخلية ، النعال الوسيطى ، الأدوات
- الاعتبارات: التكلفة ، الدقة ، المتانة

خط أنابيب الطباعة ثلاثية الأبعاد

1. التصميم الرقمي (نمذجة
(CAD

2. التقطيع

3. الطباعة

4. مرحلة ما بعد المعالجة

5. التحقق والاختبار

الطباعة ثلاثية الأبعاد في الأحذية (1)

- ❖ اتجاهات السوق والنمو
- ❖ التقنيات المستخدمة (SLA ، FDM ، SLS)
- ❖ مثال : D3STPL في الهند

الطباعة ثلاثية الأبعاد في الأحذية (2)

- ❖ النمذجة السريعة : كفاءة الوقت والتكلفة
- ❖ منتجات مخصصة : شكل القدم الفردي
- ❖ جميع العمليات تحت سقف واحد

مزايا الطباعة ثلاثية الأبعاد

- ❖ دقة أعلى، ومتانة، وسرعة
- ❖ الاستجابة للاتجاهات والاستدامة
- ❖ الإنتاج المحلي

طباعة قوالب الأحذية المخصصة

- ❖ تعريف قالب الحذاء
- ❖ القوالب التقليدية مقابل القوالب المطبوعة ثلاثية الأبعاد
- ❖ فوائد الطباعة ثلاثية الأبعاد

سير العمل لقوالب الأحذية المطبوعة ثلاثية الأبعاد

- ❖ مسح القدم
- ❖ التصميم الرقمي الأخير
(CAD)
- ❖ الطباعة (FDM/SLS)
- ❖ مرحلة ما بعد المعالجة
والتحقق

الفوائد والتحديات

❖ الفوائد: التخصيص الفعال من حيث التكلفة، وبيئة العمل، والاستدامة

❖ التحديات: المتانة، ووقت الطباعة، والقيود المادية، والخبرة المطلوبة

دليل خطوة بخطوة

- الخطوة 1 : الحصول على الملف الأخير (نماذج STL)
- الخطوة 2 : التحضير للطباعة (التقسيم إذا لزم الأمر)
- الخطوة 3 : إعدادات الاتجاه والطباعة
- الخطوة 4 : المعالجة اللاحقة

استكشاف الأخطاء وإصلاحها والمشكلات الشائعة

- التشويه
- فصل الطبقات
- خشونة السطح
- اختيار المواد

المواد وتوصيات الطابعة

- المواد : PLA ، PETG ، ABS ، الراتنج
- الطابعات الموصى بها :

SLA ، Prusa ، Creality FDM

الطباعة ثلاثية الأبعاد للنعل والكعب

- الوحدة - D3 هندسة التخصيص
- يتناول العرض التقنيات والمواد وسير العمل ودراسات الحالة في الطباعة ثلاثية الأبعاد للأحذية.

المقدمة

- الطباعة ثلاثية الأبعاد تحدث تحولاً في صناعة الأحذية من خلال تقديم تخصيص كامل، واستدامة، وتسريع عملية تطوير النماذج.
- تسمح بإنشاء أشكال معقدة وتلبية الطلب المتزايد على الراحة والتصميم الفريد.

البيانات البيوميكانيكية

- تمثل البيانات البيوميكانيكية أساس الأحذية المخصصة .مساحات ثلاثية الأبعاد للقدم
- -تحليل المشية
- -خرائط الضغط
- تُدمج هذه البيانات مباشرة في نماذج CAD .

CAD التصميم الرقمي

- يحوّل CAD البيانات إلى هندسة قابلة للطباعة.
- -أدوات التصميم Delcam Crispin : ، Rhino ، Fusion 360
- -تصميم النعل الأوسط والخارجي والكعب
- -التصميم البارامتري يسهّل التعديل التلقائي وفق بيانات القدم.

المواد

- اختيار المادة يؤثر على الأداء.
- TPU -مرن وممتاز للتوسيد
- Nylon PA11/PA12 -قوي ومناسب للأجزاء الداعمة
- -بوليمرات شبيهة بـ EVA
- يعتمد الاختيار على المرونة ومقاومة التعب.

تقنيات الطباعة

- تختلف تقنيات الطباعة حسب الاستخدام.
- SLS – الأفضل للهياكل الشبكية
- FDM – مفيد للنماذج الأولية
- PolyJet – مواد متعددة بدقة عالية
- SLA/DLP – دقة عالية ولكن متانة أقل.

المعالجة اللاحقة

- تشمل تحسين الشكل والوظيفة.
- -إزالة الدعامات
- -التنعيم والصنفرة
- -التلوين أو الطلاء
- -إضافة طبقات مطاطية لزيادة الاحتكاك.

التطبيقات

- تُستخدم الطباعة في مجالات عدة:
- -أحذية رياضية
- -طبية وعلاجية
- -موضة وتصاميم فنية
- -أحذية السلامة
- -تخصيص للمستهلك.

التحديات

- تشمل :
- -متانة المواد مقارنة بالمطاط التقليدي
- -تكلفة وسرعة الإنتاج
- -تعقيد التصميم
- -محدودية المعايير التنظيمية.

الاستدامة

- فوائد :
- -تقليل الهدر
- -إنتاج عند الطلب
- تحديات :
- -قابلية إعادة التدوير المحدودة لبعض المواد
- -إدارة مسحوق الطباعة.

اختبارات الجودة

- اختبارات:
- -ميكانيكية : الانضغاط والارتداد
- -راحة : خرائط الضغط والحرارة
- -محاكاة : تحليل FEA لتشوه الشبكات.

دراسات حالة

• أمثلة عالمية:

- Adidas 4D •
- ECCO Quant-U •
- New Balance •
- - نماذج Nike.

الكعوب المطبوعة ثلاثياً

- إمكانيات جديدة في الكعوب:
- -تصميمات شبكية وفنية
- -مواد قوية مثل النيلون
- -طلاء وتشكيل نهائي فاخر
- -استخدامات في الموضة والطب.

نتائج التحليل البيوميكانيكي

- دعم القوس للقدم المسطحة.
- تعزيز التوسيد لأصحاب الأقواس العالية.
- تصحيح اختلالات المشي مثل overpronation.

التصميم الرقمي للنعال

- تصميم الهياكل الشبكية القابلة للتخصيص.
- استخدام نماذج برامترية لضبط الكثافة والمرونة.
- برامج مثل Rhino ،Grasshopper ، Fusion 360.

اختيار المواد

- TPU مرن وممتاز للتوسيد.
- PA11/PA12 قوي ومناسب للأجزاء الخارجية.
- EVA-like بديل خفيف للتوسيد.
- المواد المركبة لتعزيز الأداء.

عمليات الطباعة

- SLS الأفضل للهياكل الشبكية.
- FDM للنماذج الأولية.
- PolyJet لدمج المواد.
- SLA للدقة العالية والجودة الجمالية.

المعالجات اللاحقة

- إزالة الدعامات.
- الصنفرة والتنعيم.
- التلوين أو الطلاء.
- إضافة طبقات حماية أو مطاط.

التطبيقات

- الأحذية الرياضية : توسيد مخصص.
- الأحذية الطبية : تصحيح المشي.
- الموضة الفاخرة : كعوب هندسية.
- أحذية العمل : مقاومة انزلاق.
- تخصيص المستخدمين : تصميم حسب الطلب.

التحديات

- متانة بعض المواد أقل من المطاط.
- تكلفة تقنيات SLS و PolyJet.
- تعقيد التصميم الشبكي.
- غياب معايير موحدة.

الاستدامة

- تقليل الهدر عبر التصنيع الطبقي.
- الإنتاج عند الطلب يقلل المخزون.
- تحديات إعادة التدوير لبعض البوليمرات.

اختبارات الجودة

- اختبارات ميكانيكية : الانضغاط، التآكل.
- اختبارات الراحة : خرائط الضغط.
- المحاكاة الرقمية FEA : للهياكل الشبكية.

الكعوب المطبوعة

- تصميمات هندسية مبتكرة.
- تخصيص الارتفاع والزاوية.
- استخدام مواد معززة للأحذية الرسمية والطبية.

التشطيب والتركيب

- التلميع والصنفرة.
- الطلاء المعدني.
- إضافة دعائم داخلية.
- تثبيت الكعب بالنعل بأمان.

المنتجات الجلدية

- دمج أجزاء مطبوعة مع الجلد.
- إنتاج أباذيم وسحابات وزخارف.
- تعزيز الشكل والوظيفة.
- تحسين التصميم المستدام.

ملخص

- ❖ ديمقراطية تصميم الأحذية
- ❖ الدقة والمرونة والكفاءة من خلال الطباعة ثلاثية الأبعاد
- ❖ تلبية احتياجات المستهلكين في تخصيص L&F الأبعاد:
- ❖ التخصيص والتخصيص
- ❖ الاستدامة وتقليل النفقات
- ❖ إنشاء نماذج أولية أسرع والتكيف مع الاتجاهات
- ❖ ومن المتوقع أن يستمر اعتماد تشكيلة التخصيص