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 النفايات، والنماذج الأولية بشكل أسرع
  - استجابة أسرع للاتجاهات وإنتاج أسرع
- ما هي الطباعة ثلاثية الأبعاد / التصنيع الإضافي
- المحاور: التخصيص، والنماذج الأولية الأسرع، وتقليل النفايات

نظرة عامة على الطباعة ثلاثية الأبعاد

- التصنيع الإضافي مقابل التصنيع التقليدي
- التطبيقات في الصناعات المتعددة
- الديمقراطية من خلال برامج التصميم بمساعدة ا والطابعات بأسعار

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. إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد في CAD → تصديره بصيغة STL
2. شريحة STL → إنشاء رمز G
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

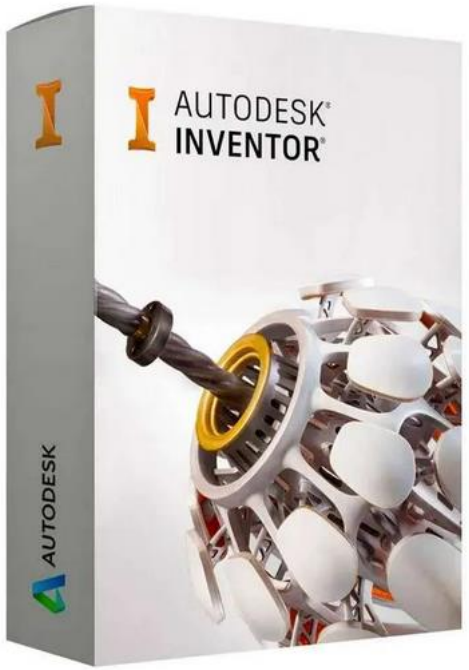
المواد المستخدمة

- **PLA:** قابل للتحلل الحيوي، مناسب للمبتدئين
- **ABS:** قوي ومقاوم للحرارة
- **PVA:** دعامات 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 الوسطى، 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

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

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

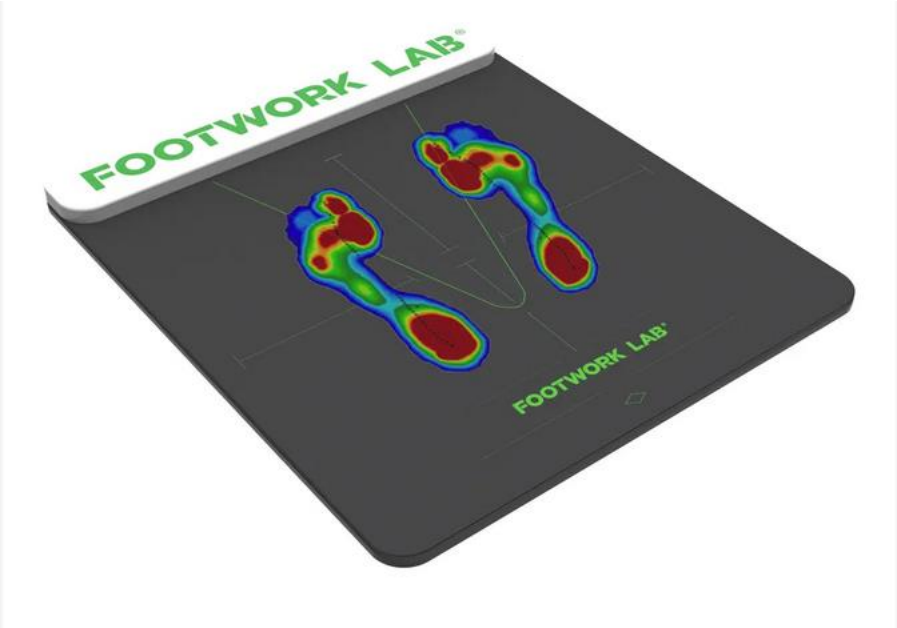
الطباعة ثلاثية الأبعاد للنعل والكعب

- 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 .
ماسحات ثلاثية الأبعاد للقدم
- -تحليل المشية
- -خرائط الضغط
- تُدمج هذه البيانات مباشرة في نماذج CAD.

التصميم الرقميCAD

- يحوّل CADالبيانات إلى هندسة قابلة للطباعة.
- -أدوات التصميمDelcam 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

- TPUمرن وممتاز للتوسيد.
- PA11/PA12قوي ومناسب للأجزاء الخارجية.
- EVA-likeبديل 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 وPolyJet.
- 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 أبازيم وسحّابات وزخارف.
- تعزيز الشكل والوظيفة.
- تحسين التصميم المستدام.

ملخص

- ديمقراطية تصميم الأحذية
- الدقة والمرونة والكفاءة من خلال الطباعة ثلاثية الأبعاد
- التوقعات المستقبلية في تخصيص L&F باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد:
  - التخصيص والتخصيص
  - الاستدامة وتقليل النفايات
  - إنشاء نماذج أولية أسرع والتكيف مع الاتجاهات
- ومن المتوقع أن يستمر