



Pràcticas de prototipos avanzados

**Santiago Ferrándiz Bou (coord.) | Juan López Martínez |
María Dolores Samper Madrigal | Daniel García García |
José Miguel Ferri Azor**



EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Santiago Ferrándiz Bou (coord.)
Juan López Martínez
María Dolores Samper Madrigal
Daniel García García
José Miguel Ferri Azor

Prácticas de prototipos avanzados

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Colección *Académica*

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: Ferrándiz Bou, Santiago; López Martínez, Juan; Samper Madrigal, María Dolores; García García, Daniel; Ferri Azor, José Miguel (2018). *Prácticas de prototipos avanzados*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

© Santiago Ferrándiz Bou (coord.)
Juan López Martínez
María Dolores Samper Madrigal
José Miguel Ferri Azor
Daniel García García

© 2018, Editorial Universitat Politècnica de València
distribución: www.lalibreria.upv.es / Ref.: 0706_04_01_01

Imprime: Byprint Percom, sl

ISBN: 978-84-9048-706-8
Impreso bajo demanda

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edicion@editorial.upv.es

Impreso en España

Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción al desarrollo rápido de producto | 1 |
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.2. Evolución histórica de la fabricación aditiva | 4 |
| 1.3. Aplicaciones de la fabricación aditiva..... | 5 |
| 1.4. Guía de materiales aplicados a la fabricación aditiva..... | 8 |
| 1.5. Referencias | 9 |
| PRÁCTICAS..... | 11 |
| Escaneado con Kinect [®] | 13 |
| 2.1. Introducción | 13 |
| 2.2. Objetivo | 15 |
| 2.3. Material | 15 |
| 2.4. Procedimiento..... | 15 |
| 2.5. Conclusiones | 26 |
| 2.6. Actividad | 26 |
| 2.7. Referencias | 26 |
| Generación de modelos 3D con Autodesk Recap Photo [™] | 27 |
| 3.1. Introducción | 27 |
| 3.2. Objetivo | 28 |
| 3.3. Material | 28 |
| 3.4. Procedimiento..... | 28 |
| 3.5. Procedimiento con software VisualSFM ^{GPL} | 38 |
| 3.6. Conclusiones | 43 |
| 3.7. Actividad | 43 |
| 3.8. Referencias | 43 |
| Comparación de mallas con el programa CloudCompare ^{gpl} | 45 |
| 4.1. Introducción | 45 |
| 4.2. Objetivo | 45 |
| 4.3. Material | 46 |
| 4.4. Procedimiento..... | 46 |

| | | |
|--|--------------------|-----|
| 4.5. | Conclusiones..... | 60 |
| 4.6. | Actividad | 61 |
| 4.7. | Referencias | 61 |
| Generación de prototipos mediante SLA..... | | 63 |
| 5.1. | Introducción..... | 63 |
| 5.2. | Objetivo | 64 |
| 5.3. | Materiales | 64 |
| 5.4. | Procedimiento..... | 65 |
| 5.5. | Conclusiones..... | 81 |
| 5.6. | Actividad | 81 |
| 5.7. | Referencias | 81 |
| Impresión FFF multimaterial..... | | 83 |
| 6.1. | Introducción..... | 83 |
| 6.2. | Objetivo | 84 |
| 6.3. | Materiales | 84 |
| 6.4. | Procedimiento..... | 84 |
| 6.5. | Conclusiones..... | 100 |
| 6.6. | Actividad | 101 |
| 6.7. | Referencias | 101 |

Capítulo 1

Introducción al desarrollo rápido de producto

1.1. Introducción

En la estrategia de desarrollo rápido de producto, el primer modelo físico de una representación resumida proporciona un apoyo para evaluar e iterar una gama de diseños, conceptos, ergonomías, funcionalidades, especificación de materiales y otras características del diseño (Claude Barlier, 2015).

El proceso que podemos utilizar para realizar estos desarrollos podemos resumirlos en la Imagen 1.1.

Disponemos de un origen de diseño que puede albergar o provenir de distintas fuentes. La primera fuente puede ser una introducción de conceptos a través de un programa de CAD 3D. En este caso debemos tener bastante claro cuáles serán las especificaciones de producto que debemos obtener.

Otra fuente que podemos utilizar es la de captura de información a través de la digitalización 3D. El punto de partida es un producto ya existente, de cuyo objetivo se busca el paso del modelo físico a un modelo virtual. Este tipo de digitalización presenta distintas tipologías. Podemos distinguir entre los escáneres de contacto (CMM) o sin contacto (láser, luz estructurada). Esta última es una de las técnicas más implantadas actualmente en las industrias.

Otro origen de captura de información es a partir de imágenes 2D. Permite, con una mínima interacción con el software (3-sweep), generar el modelo 3D (Tao Chen, 2016).

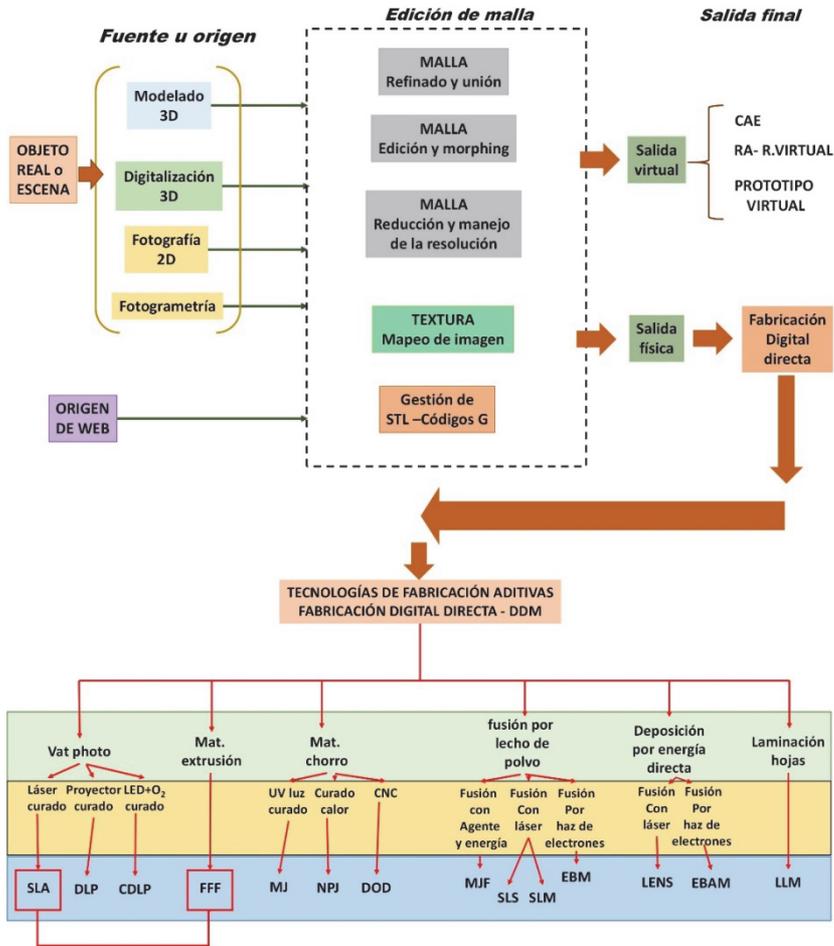


Imagen 1.1. Diagrama de flujo de desarrollo rápido de producto

Fuente: elaboración propia (2018)

Otra opción es el uso de la fotogrametría, en la que se utiliza una colección de fotografías 2D, para obtener una nube de puntos o malla 3D. Podemos considerar también como fuente de entrada de datos, las bases de datos de modelos 3D que podemos encontrar a través de la web.

Una vez existe la disponibilidad del modelo 3D o el modelo de nube de puntos, se entra en la fase de revisión de los datos, alineados, verificaciones en busca de posibles gaps, solapes e inconsistencias de los ficheros (Ferrándiz, 2018).

Finalmente se tiene que considerar como va a ser la salida de los datos que se han generado.

Se observan dos posibilidades. La primera la podemos denominar como una salida virtual. En este caso los datos 3D, pueden ser estudiados a través de herramientas CAE, simulaciones de comportamientos mecánico, reológicos, etc. También se pueden realizar simulaciones de comportamiento estético y de apariencia, mediante simulaciones fotorrealistas, realidad aumentada y/o realidad virtual.

El siguiente paso, secuencial o paralelo, como se prefiera, será la selección del proceso de impresión 3D que se considere adecuado. Un peso importante en la selección será el material con el que se debe construir, la finalidad del producto que se quiere mostrar o evaluar y la precisión de la pieza que se debe imprimir.

Hemos de recordar las definiciones y clasificaciones que podemos encontrar de los prototipos. Ello nos ayudará a seleccionar la técnica de fabricación aditiva que necesitemos.

Prototipo: se refiere a la representación física de todo o parte de un producto que, aunque puede tener limitaciones, se puede utilizar para análisis, diseño y evaluación.

- Prototipo geométrico: designa la representación física de formas para verificar la conformidad de la apariencia y las dimensiones (tangencias, conexiones superficiales) con el modelo digital CAD
- Prototipo tecnológico: los modelos están hechos con material en línea con el de la producción en serie. Estos prototipos permiten realizar pruebas mecánicas y térmicas. A menudo se hacen varias copias, que contribuyen a la validación del producto, a las elecciones de las operaciones de fabricación, así como a los medios de producción.
- Prototipo funcional: es aquel que permite, por sus características "de buen material" validar el producto, optimizar sus principios de ensamblaje y operación. La validación de este prototipo permite lanzar la concepción de herramientas de producción y estudiar los métodos (Claude Barlier, 2015)

En las prácticas, se considera la aplicación de dos técnicas de fabricación aditiva, debido a la disponibilidad de las máquinas necesarias en el laboratorio.

La primera técnica es la VAT fotopolimerización, es decir, la estereolitografía (SLA), con láser. Por ello necesitaremos una resina fotosensible y un horno UV para el curado de la pieza finalizada.

La segunda técnica es la de extrusión de filamento fundido (FFF), con dos cabezales de impresión.

1.2. Evolución histórica de la fabricación aditiva

La cronología que podemos utilizar para el desarrollo de la fabricación aditiva quedaría establecida como:

- 1980. Primera solicitud de patente para tecnología RP, a petición de Dr. Kodama en Japón
- 1986. Primera patente otorgada a Charles Hull para Estereolitografía (SLA). Presentación del SGC
- 1987. Introducción en el mercado de la SLA-1
- 1988. Aparición del Ligth Sculping (resina fotosensible)
- 1989. Patente de SLS otorgada a Carl Deckard
- 1990. EOS vende su primer sistema "Stereos"
- 1991. Aparece la tecnología LOM™
- 1992. Patente de FDM a Stratasys™ y Modelado multiboquilla, Multijet modeling (Thermal SL) – MJM, Resina fotosensible en estado líquido, 3DSystems™
- 1993. Proyección aglutinante Direct shell production casting – DSPC, Material en partículas, de Soligen™
- 1996. Fundación de Sanders Prototype (posteriormente Solidscape) y Z corporation. Aparición de 3D printing - 3DP
- 1997. Se funda Arcam™
- 1998. Lanzamiento de Object Geometries, una rama inicial de Stratasys™
- 2000. MCL Technologies introducen la tecnología SLM™
- 2001. Aparición del prototipado rápido congelado, Rapid Freeze Prototyping, Agua en estado líquido. New Jersey Institute
- 2002. Se funda EnvisionTec™
- 2003. Sinterizado selectivo por inhibición, Selective Inhibition Sintering – SIS, Material en forma de partícula. University of Southern
- 2004. Dr. Bowyer concibe el concepto RepRap de una máquina "open source" capaz de auto replicarse. Inicio del concepto de “low cost”
- 2005. Se funda ExOne™ como derivado de Extrude Hone Corporation®
- 2007. El primer sistema por debajo de los \$10,000 de 3D Systems
- 2008. 3D Systems adquiere Desktop Factory

- 2009. Primera impresora 3D disponible comercialmente en forma de kit, basado en el concepto RepRap
- 2012. Procesos alternativos de impresión 3D se introducen en el mercado
- 2013. Statasys adquiere Makerbot™. iMakr™ abre la tienda más grande del mundo de 3D Printing en Londres. 3D Systems se sale al mercado en \$10B. La burbuja tecnológica de la impresión 3D llega a su clímax.
- 2014. La impresora Micro 3D recaudó \$3.4M en Kickstarter. Aparición de Maker One, capaz de imprimir con filamentos de fibra de carbono
- 2015. Google invierte \$100M en Carbon3D, aparición del CLIP. 3D Systems se devalúa en el mercado en \$1B
- 2016. Mattel revela su primera impresora 3D de consumo propio, el ThingMaker por \$299. HP entrega su primera impresora 3D con tecnología Multijet Fusion
- 2017. Introducción de nuevas tecnologías en el mercado y su adopción más amplia en diversos procesos industriales. Impresión 3D con siliconas. Presentación de Onyx con el nuevo filamento que combina nylon y fibras de carbono, con resolución de 100 micras
- 2018. Veremos muchos desarrollos interesantes que ayudarán a hacer avanzar la tecnología

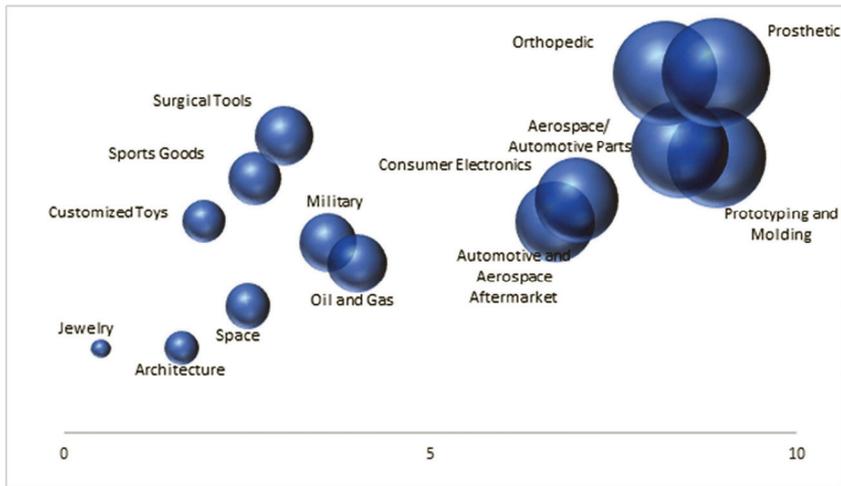
Fuente: (ARDILA, 2008) (eddm, 2017)

Tal y como se ha expuesto, podemos intuir la rápida evolución de las tecnologías principales. Con cada nueva aparición de una variante, podemos afirmar que la base tecnológica es conocida y que solo se ha producido una pequeña evolución.

1.3. Aplicaciones de la fabricación aditiva

La fabricación aditiva permite crear piezas sin necesidad de las herramientas tradicionales y con unas limitaciones de geometría mínimas. Además, es un complemento de los métodos sustractivos tradicionales, y puede integrarse fácilmente en los espacios de producción existentes.

La evolución de la fabricación aditiva ha crecido de tal manera que su estudio se hace más efectivo si en lugar de trabajar o describir la propia tecnología, la estudiamos aplicada a determinados sectores productivos.



Fuente: (Howard, 2017)

Imagen 1.2. Progresión de implantación de la fabricación aditiva

Los sectores sobre los que comentaremos son:

- **Industria.** La fabricación de aditivos metálicos o no, se puede utilizar para ayudar a mejorar los tiempos del ciclo de producción y la productividad en el moldeo por inyección. Las herramientas de moldes de metal utilizadas para el moldeo por inyección contienen canales para enfriar el molde. Con los métodos de fabricación de herramientas convencionales, estos canales de refrigeración se perforan en la herramienta en línea recta. La fabricación aditiva metálica permite diseñar y construir canales de refrigeración para moldear el molde. Esto ayuda a mejorar el rendimiento de enfriamiento, extender la vida útil del molde y reducir los desechos. Otro campo de aplicación es con materiales polímeros, para piezas funcionales. Técnicas disponibles FDM, FFF, SLA, DLP, SLS, SLM, EBM
- **Consumo.** La impresión 3D es excelente para producir productos electrónicos de consumo detallados al principio del ciclo de vida del desarrollo del producto con una estética y funcionalidad realistas. Los artículos deportivos se han beneficiado de las primeras iteraciones entregadas rápidamente y con detalles finos. Otras aplicaciones exitosas incluyen accesorios y trajes de entretenimiento, modelos y conjuntos livianos y modelos arquitectónicos finamente detallados. Técnicas disponibles FFF, SLA, DLP, SLS, SLM, EBM
- **Aeroespacial.** Las empresas aeroespaciales fueron algunas de las primeras en adoptar la fabricación aditiva. En este campo existen algunos de los estándares de rendimiento más estrictos de la industria. Los ingenieros que diseñan y fabrican necesitan componentes confiables fabricados con materiales de alto rendimiento. Tecnologías disponibles para este tipo de aplicación SLM, SLS, EBM

Para seguir leyendo haga click aquí