

# 6.0

## Métodos de Modelado

## Introducción

Historial

Buenas prácticas

Historial organizado

Directo

Descendente

La capacidad de editar y reusar los modelos CAD es una de las claves del desarrollo rápido de nuevos diseños

**Reusar** un modelo CAD significa tener capacidad para alterarlo de forma efectiva, para aprovecharlo para otros diseños

Cambiar un modelo puede ser fácil, difícil o imposible...

...dependiendo de los procedimientos de creación, y de las relaciones mutuas entre ellos



Por ello, se han propuesto diferentes alternativas:

- ✓ Definir buenas prácticas
- ✓ Organizar metodológicamente el historial
- ✓ Prescindir del historial
- ✓ Supeditar las piezas a los ensamblajes

## El **modelado paramétrico basado en historial** es la metodología de modelado más extendida en la actualidad:

- ✓ Se basa en estructuras de datos que mantienen la información tridimensional de partes del objeto

preferentemente “features” dotados de contenido semántico

- ✓ Vincula las partes del objeto de forma asociativa

Usualmente mediante relaciones padre/hijo

- ✓ Las operaciones de modelado están jerárquicamente conectadas, creando un árbol donde cada nodo representa una operación, y cada conexión representa una dependencia

El árbol se denomina de diseño, del modelo, de features, o de historial

## Las dependencias padre/hijo producen **problemas** de regeneración en modelos modificados:

- ✓ El tamaño y complejidad del árbol de un modelo paramétrico puede crecer rápidamente
- ✓ Al crecer el número de dependencias, también crecen las interconexiones del árbol, lo que afecta negativamente a su mantenimiento y reuso
- ✓ Las numerosas interconexiones hacen que los fallos o indefiniciones de cualquier operación tengan efecto global, haciendo que el modelo sea menos estable

Por ello, se recomiendan **estrategias** que incrementan la robustez y favorecen el reuso:

- ✓ Buscar un compromiso entre minimizar y simplificar las operaciones de modelado
- ✓ Buscar un compromiso entre minimizar y simplificar las relaciones mutuas
- ✓ Dejar constancia de la intención de diseño

Introducción

Historial

**Buenas prácticas**

Historial organizado

Directo

Descendente

Para obtener modelos reusables, se deben mejorar los procesos de selección de estrategias de modelado y toma de decisiones de modelado...

...pero éstos dependen fuertemente de las habilidades cognitivas y la experiencia de los usuarios para entender y “trocear” los diseños a modelar

Se han propuesto **buenas prácticas** para visibilizar y transmitir las actividades de seleccionar estrategias y tomar decisiones de modelado:

- ✓ Las grandes empresas utilizan documentos que definen las estrategias recomendadas y guían en la toma de decisiones de modelado
- ✓ Se han publicado numerosos documentos académicos de enseñanza de CAD

Introducción

Historial

**Buenas prácticas**

Historial organizado

Directo

Descendente

## Pero estas acciones tienen inconvenientes:

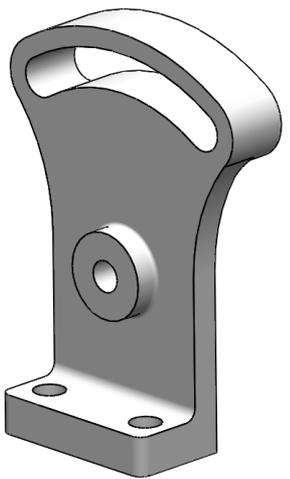
- √ Las guías de buenas prácticas son documentos privados
- √ Los documentos académicos de enseñanza de CAD suelen estar más orientados a usar una herramienta CAD particular, que a promover estrategias para obtener modelos robustos y reusable

## Por ello, el efecto de las buenas prácticas es:

- √ Limitado en términos de robustez y reusabilidad de los modelos
- √ Local en relación a los tipos de productos y empresas a los que puede aplicarse

# Existen métodos que mantienen el historial, pero incluyen criterios para organizarlo:

La figura compara un mismo modelo obtenido mediante cuatro procedimientos



**Sin metodología**

- + Boss-Extrude1
- + Boss-Extrude2
- + Boss-Extrude3
- + Boss-Extrude4
- + Boss-Extrude5
- + Cut-Extrude1
- Fillet1
- Fillet2
- Fillet3
- Fillet4

**Horizontal Modeling**

- + Base Feature 0
- Base 1
- Reference Plane 2
- Reference Plane 3
- Face Plane 4
- Face Plane 5
- Face Plane 6
- Face Plane 7
- Face Plane 8
- Face Plane 9
- + Boss-Extrude2
- + Boss-Extrude3
- + Boss-Extrude4
- + Boss-Extrude5
- Fillet1
- Fillet2
- Fillet3
- Fillet4

**Expl. Ref. Modeling**

- Plane1
- Plane2
- Plane3
- Plane4
- + Boss-Extrude1
- + Boss-Extrude2
- + Boss-Extrude3
- + Boss-Extrude4
- + Boss-Extrude5
- Fillet1
- Fillet2
- Fillet3
- Fillet4
- + Cut-Extrude1

**Resilient Modeling**

- Ref
  - Reference Plane 1
  - Reference Plane 2
  - Reference Plane 3
- Construction
  - Plane1
  - Center References
  - Symmetry Axis
- Core
  - + Main Body 7mm
  - + UpperBody 16mm
  - + LowerBody 16x50x10
- Details
  - + Crank Support\_R4
  - + Holes Base\_DIA8
- Quarantine
  - Fillet 1mm-Crank Support
  - Fillet 3mm-Lower Corners
  - Fillet 3mm-Upper Body
  - Fillet 3mm-Main and Lower

El **modelado horizontal Delphi®** es una metodología patentada por Delphi Technologies Inc.

Su característica principal es que todas las operaciones de modelado se construyen a partir de datums explícitos, independientes de cualquier otra operación de modelado

Los planos datum son los únicos padres posibles para cualquier operación de modelado

Los inconvenientes del **modelado horizontal Delphi®** son:

- ✓ No se puede usar sin licencia
- ✓ Renuncia a la posibilidad de establecer valiosas dependencias entre operaciones de modelado
- ✓ Es tedioso, y requiere mucha planificación, crear todos los datums antes de empezar a modelar
- ✓ La estructura del árbol del modelo no es intuitiva

Cuando se hace un cambio, elementos que la intuición del diseñador dice deberían verse afectados no se modifican

Es el usuario quien tiene que modificarlos manualmente.

## El **modelado mediante referencias explícitas** divide las restricciones paramétricas en dos categorías:

I) Restricciones que pueden depender de datums

Una extrusión depende de un perfil dibujado en un plano datum

II) Restricciones que necesariamente dependen de elementos que son parte del modelo

Un redondeo depende de una forma geométrica preexistente

A partir de esas dos categorías, el método propone:

- ✓ Minimizar las restricciones de categoría II
- ✓ Acortar todo lo posible la distancia entre padres e hijos en el árbol del modelo
- ✓ Situar al final del árbol del modelo aquellas operaciones mas proclives a ser modificadas

El método comparte gran parte de los inconvenientes del método Delphi, pero identifica claramente aquellas operaciones que no deben tener dependencias mutuas

El **modelado resiliente** divide el árbol del modelo en seis bloques, ordenados por su importancia, función y volatilidad:

- 1 Referencias { Datums
- 2 Construcción { Geometría usada para construir, pero no perteneciente al modelo
- 3 Núcleo { Geometría usada para definir el modelo
- 4 Detalle { Geometría complementaria (por ejemplo las roscas)
- 5 Modificadores { Simetrías y patrones de repetición
- 6 Cuarentena { Operaciones volátiles que no deben ser padres (por ejemplo, los chaflanes)

El inconvenientes del **modelado resiliente** es que no define unívocamente los criterios para asignar operaciones a las diferentes categorías

Aún así, el método produce modelos comprensibles y reusable

Una metodología de modelado extrema es el **modelado directo**, que propugna eliminar las operaciones de modelado y los parámetros explícitos

Cuando no hay historial ni parámetros, se tiene una **geometría muda**

Los “**dumb models**” carecen de:

- x Operaciones de modelado
- x Parámetros explícitos

El inconveniente es que se renuncia al control explícito del modelo mediante parámetros, lo que hace más difícil su reuso

La ventaja es que se manipula directamente la geometría, en lugar de manipular parámetros para conseguir que cambie la geometría

Introducción

Historial

Buenas prácticas

Historial organizado

Directo

**Descendente**

También se han propuesto metodologías que incrementan la reusabilidad de los ensamblajes



En el **diseño descendente** de productos, el ensamblaje condiciona la forma y el tamaño de las piezas

Las piezas “descendentes” se modelan a partir del ensamblaje

El diseño descendente tiene la ventaja de que la intención de diseño gobierna los detalles

El diseño descendente tiene el inconveniente de que crea mayores dependencias entre piezas, al tiempo que subordina las piezas al ensamblaje

Una pieza creada dentro de un ensamblaje, no se puede reutilizar directamente para otro ensamblaje



Contents lists available at ScienceDirect

# Computer-Aided Design

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/cad](http://www.elsevier.com/locate/cad)



## Parametric CAD modeling: An analysis of strategies for design reusability



Jorge D. Camba<sup>a,\*</sup>, Manuel Contero<sup>b</sup>, Pedro Company<sup>c</sup>

<sup>a</sup> *University of Houston, Houston, TX, United States*  
<sup>b</sup> *Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain*  
<sup>c</sup> *Universitat Jaume I, Castellón, Spain*

### ARTICLE INFO

*Article history:*  
Received 8 June 2015  
Accepted 16 January 2016

*Keywords:*  
CAD reusability  
Parametric modeling  
Modeling methodologies  
Design intent

### ABSTRACT

CAD model quality in parametric design scenarios largely determines the level of flexibility and adaptability of a 3D model (how easy it is to alter the geometry) as well as its reusability (the ability to use existing geometry in other contexts and applications). In the context of mechanical CAD systems, the nature of the feature-based parametric modeling paradigm, which is based on parent-child interdependencies between features, allows a wide selection of approaches for creating a specific model. Despite the virtually unlimited range of possible strategies for modeling a part, only a small number of them can guarantee an appropriate internal structure which results in a truly reusable CAD model. In this paper, we present an analysis of formal CAD modeling strategies and best practices for history-based parametric design: Delphi's horizontal modeling, explicit reference modeling, and resilient modeling. Aspects considered in our study include the rationale to avoid the creation of unnecessary feature interdependencies, the sequence and selection criteria for those features, and the effects of parent/child relations on model alteration. We provide a comparative evaluation of these strategies in the form of a series of experiments using three industrial CAD models with different levels of complexity. We analyze the internal structure of the models and compare their robustness and flexibility when the geometry is modified. The results reveal significant advantages of formal modeling methodologies, particularly resilient techniques, over non-structured approaches as well as the unexpected problems of the horizontal strategy in numerous modeling situations.

© 2016 Elsevier Ltd. All rights reserved.