# 2. Infraestructura UML y MOF

**Antonio Navarro Martín**
Profesor Titular de Universidad
Dpto. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
anavarro@fdi.ucm.es

## Referencias

- OMG Unified Modeling Language (UML) Infrastructure, V2.3, 2010 http://www.omg.org/spec/UML/2.3/Infrastructure/PDF/
- OMG Meta Objetc Facility (MOF) Specification, V2.0, 2006 http://www.omg.org/spec/MOF/2.0/PDF/



## Referencias

- OMG MOF 2.0/XMI Mapping, Version 2.1.1, 2007 http://www.omg.org/spec/XMI/2.1.1/PDF/



## Índice

- Introducción
- Metamodelo UML
- Paquete `Core`
- Fusión de paquetes
- Paquete `Core::PrimitiveTypes`
- Paquete `Core::Constructs`

# Índice

- Paquete `Core::Profiles`
- MOF
- Superestructura UML
- XMI



# Introducción

- Desde la versión 2.0 UML está dividido en dos especificaciones:
  - La infraestructura UML
  - La superestructura UML
- La infraestructura UML define un núcleo de metamodelado que sirve para definir meta-metamodelos como MOF



# Introducción

- La superestructura UML es el metamodelo de UML descrito en MOF
- Hay un alineamiento arquitectónico
- Así, básicamente el metamodelo para clases UML coincide con el meta-metamodelo de MOF



# Metamodelo de UML

- UML se utiliza como notación visual para caracterizar modelos durante el análisis, diseño y despliegue de sistemas
- UML está descrito utilizando un metamodelo
- Dicho metamodelo se ajusta a una serie de principios:
  - Modularidad
  - División según la arquitectura de cuatro capas OMG

# Metamodelo de UML

- División
- Extensibilidad
  - Modificación del metamodelo
  - Perfiles UML
- Reusabilidad

- La infraestructura de UML está definida en la `InfrastructureLibrary`



# Metamodelo de UML

- Dicha `InfrastructureLibrary` cumple con varias requisitos:
  - Definir un metalenguaje básico que pueda ser reutilizad para definir distintos metamodelos como UML o MOF
  - Alinear arquitectónicamente UML, MOF y XML para soportar el intercambio de modelos
  - Permitir personalizaciones de UML mediante perfiles, y la creación de nuevos lenguajes basados en el mismo núcleo de metalenguaje que UML



# Metamodelo de UML

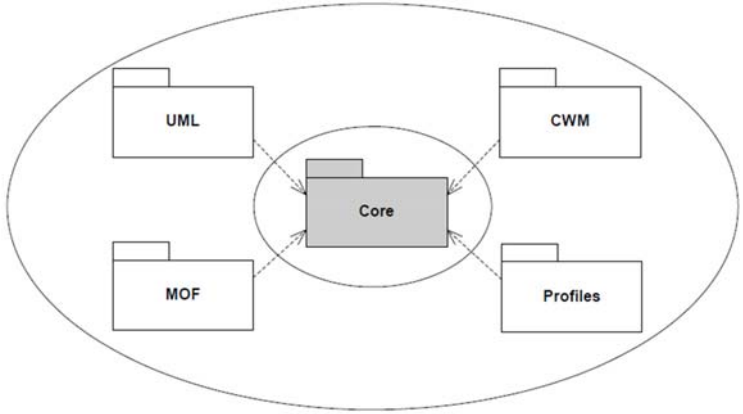
- La `InfrastructureLibrary` está formada por dos paquetes:
  - Core
  - Profiles



# Paquete `Core`

- El paquete `Core` es un metamodelo completo diseñado para una alta reusabilidad
  - Otros metamodelos al mismo metanivel importan o especializan sus metaclases
  - Es el núcleo de MDA

# Paquete Core




El paquete Core como el núcleo de MDA

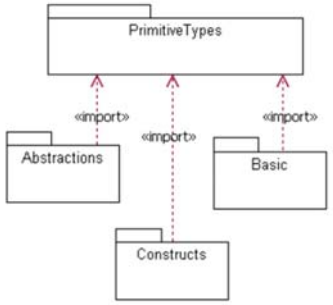


# Paquete Core

- El paquete Core está formado por otros cuatro paquetes:
  - PrimitiveTypes: tipos predefinidos
  - Abstractions: metaclases abstractas reutilizables por otros metamodelos
  - Constructs: metaclases concretas para modelado orientado a objetos. Reutilizada por MOF y UML
  - Basic: fundamentos para el XMI generado para UML y MOF, entre otros



# Paquete Core



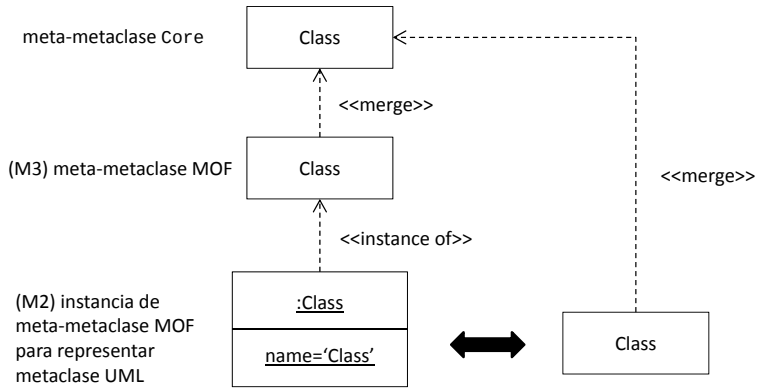

El paquete Core



# Paquete Core

- El paquete Core logra el *alineamiento arquitectónico* entre MOF y UML:
  - Core es el núcleo
  - MOF está descrito a través de Core
  - UML es una instancia de MOF, cuya representación coincide con el propio Core

# Paquete Core




Alineamiento arquitectónico entre Core, MOF y UML Superstructure



# Fusión de paquetes

- Una herramienta fundamental en MDA es el *package merge* o fusión entre paquetes:
  - La fusión es una relación entre dos paquetes que indica que los contenidos de ambos son *combinados*
  - Se utiliza cuando elementos definidos en distintos paquetes tienen el mismo nombre y representan el mismo concepto
  - También se utiliza para proporcionar distintas definiciones de un concepto para distintos propósitos partiendo de una definición base común

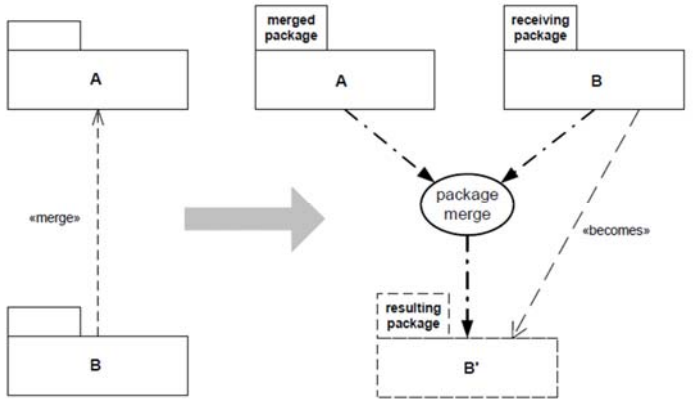


# Fusión de paquetes

- Una fusión entre dos paquetes implica un conjunto de transformaciones, donde los contenidos del paquete a ser fusionado se combinan con los contenidos del paquete receptor
- Si un elemento está repetido en ambos paquetes, se combina en un único elemento resultante

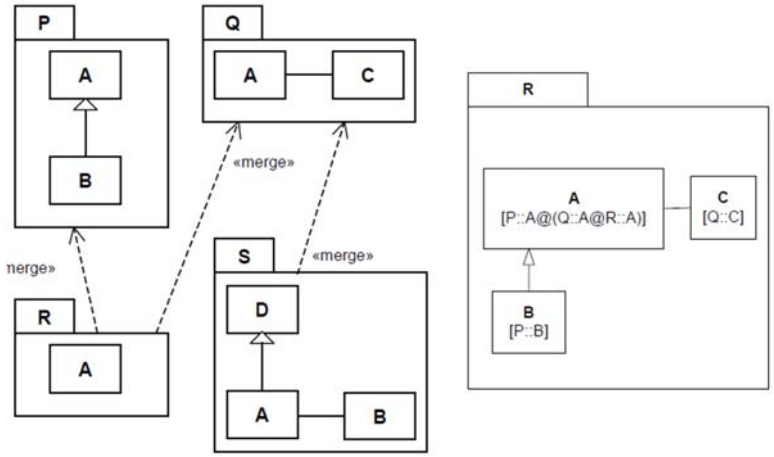


# Fusión de paquetes




Vista conceptual de la semántica de la fusión de paquetes

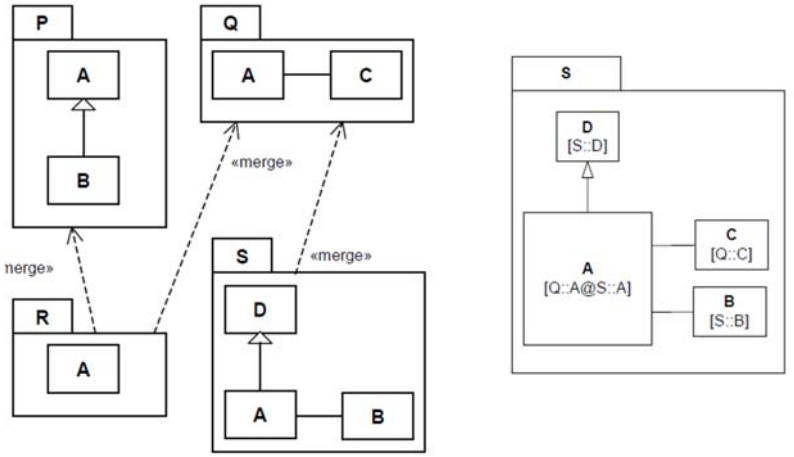
# Fusión de paquetes




Ejemplo fusión de paquetes



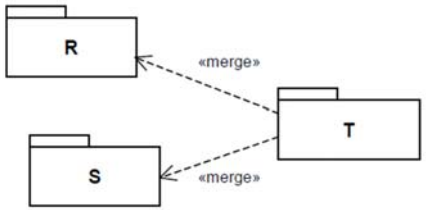
# Fusión de paquetes




Ejemplo fusión de paquetes



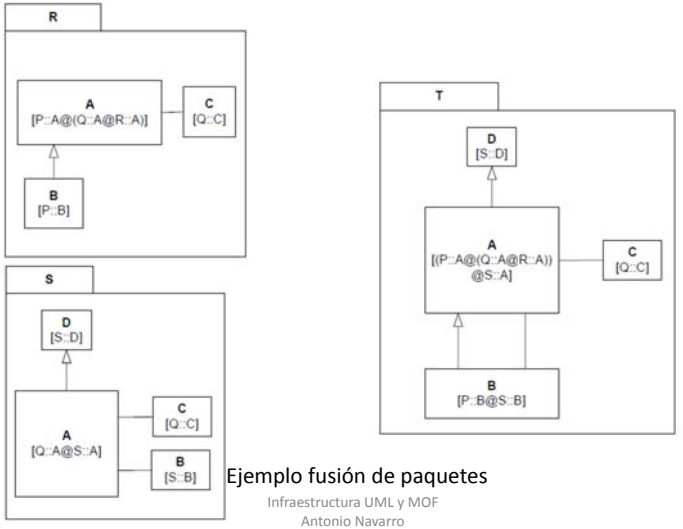
# Fusión de paquetes




Ejemplo fusión de paquetes



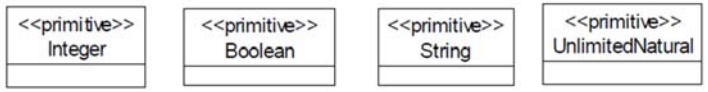
# Fusión de paquetes




Ejemplo fusión de paquetes

# Paquete Core::PrimitiveTypes

- El subpaquete PrimitiveTypes del paquete Core define los diferentes tipos de valores primitivos que se utilizan para definir el metamodelo Core




Los elementos del paquete PrimitiveTypes



# Paquete Core::Constructs

- El subpaquete Constructs del paquete Core importa los elementos del paquete PrimitiveTypes y fusiona múltiples paquetes definidos en el paquete Abstractions
- Está formado por nueve diagramas:
  - Root
  - Namespaces
  - Packages

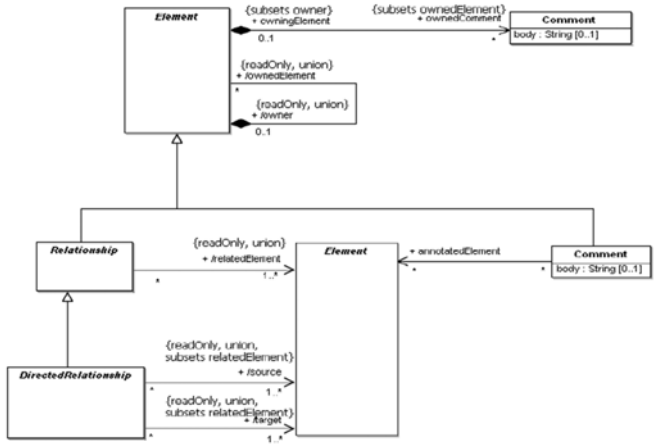


# Paquete Core::Constructs

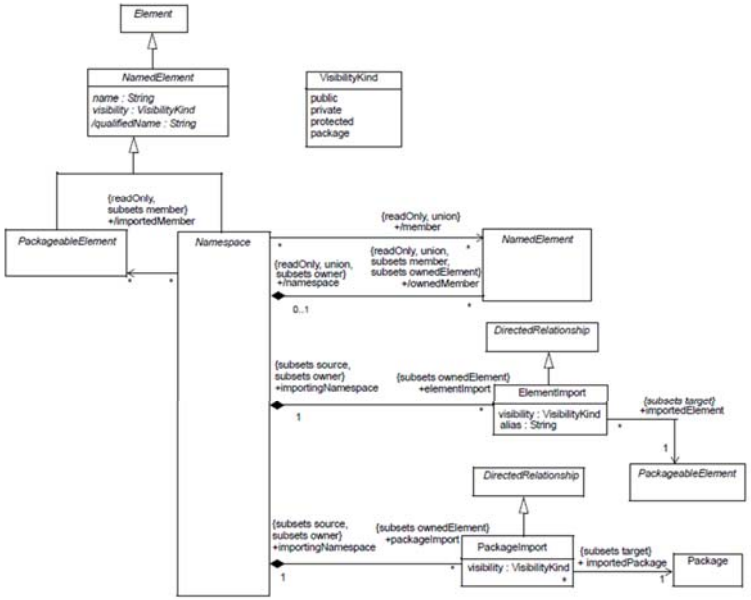
- Classifiers
- Classes
- Operations
- Constraints
- Expressions
- Datatypes



# Paquete Core::Constructs



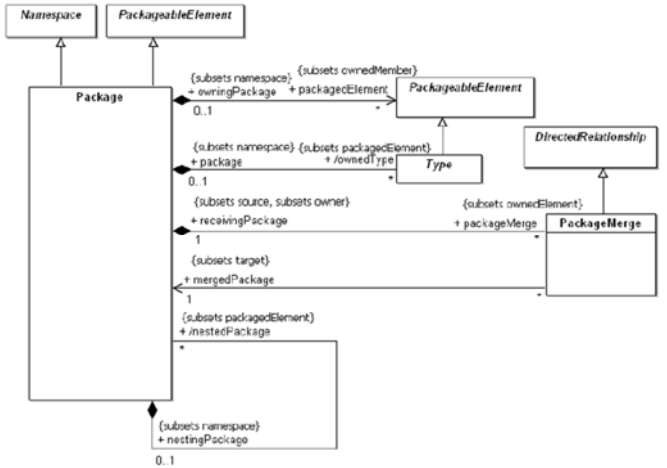

El diagrama Root del paquete Constructs




El diagrama Namespaces del paquete Constructs



# Paquete Core::Constructs

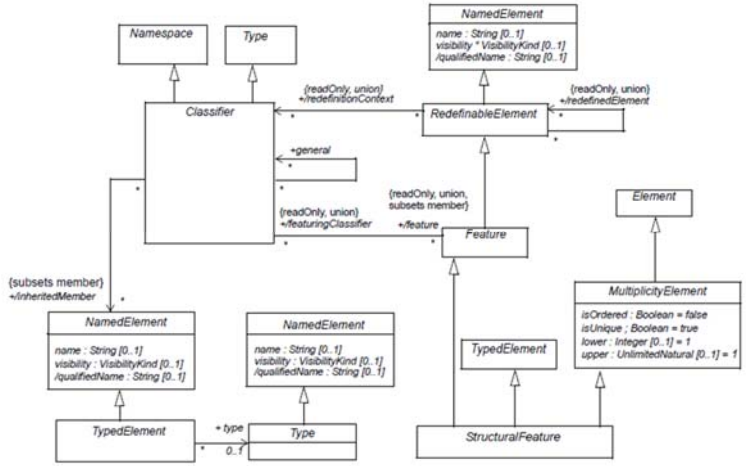



El diagrama Packages del paquete Constructs



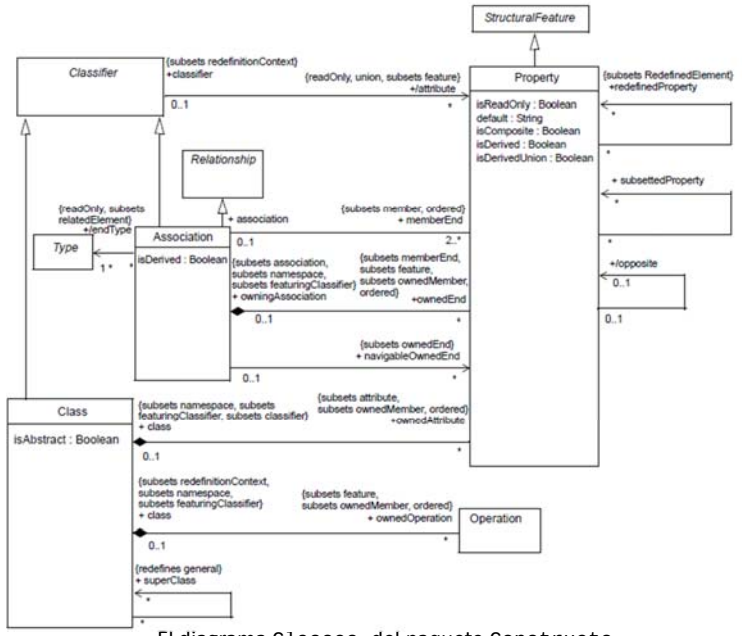


# Paquete Core::Constructs

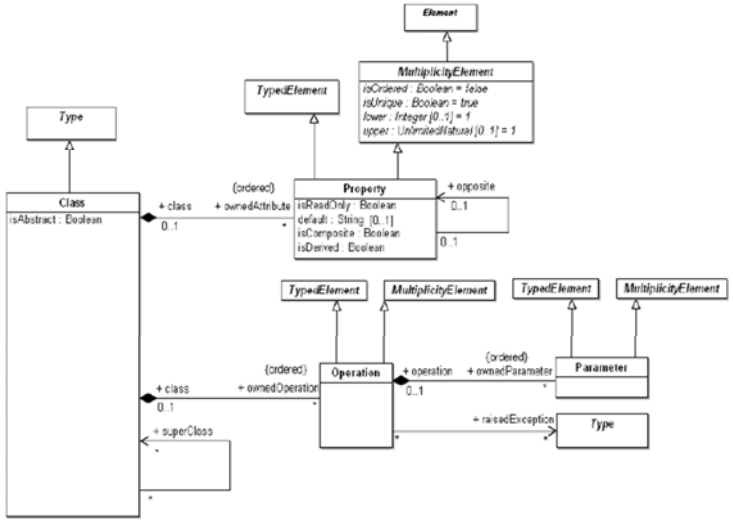



El diagrama Classifiers del paquete Constructs



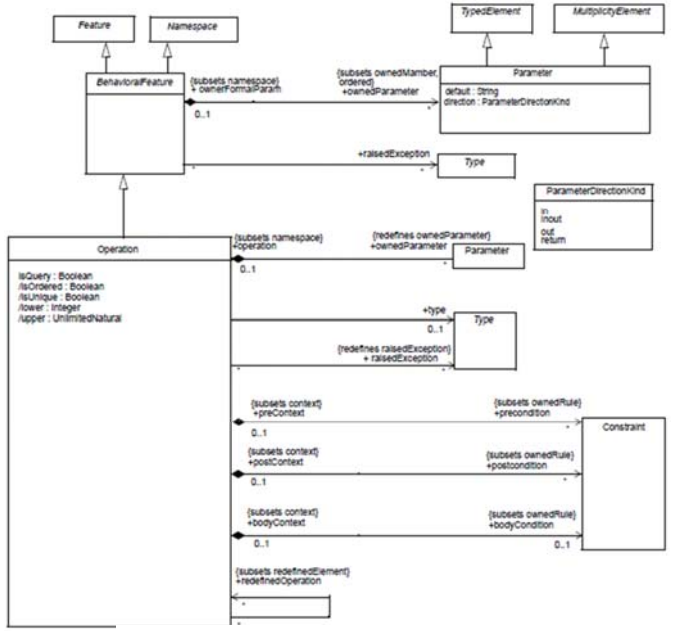



El diagrama Classes del paquete Constructs




El diagrama `Classes` del paquete `Basic`

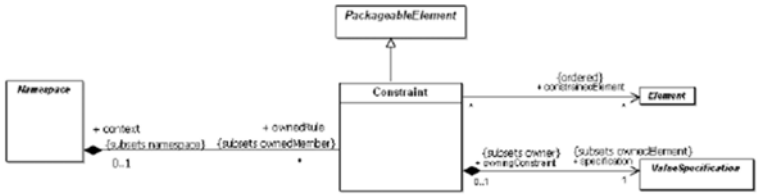





El diagrama `Operations` del paquete `Constructs`



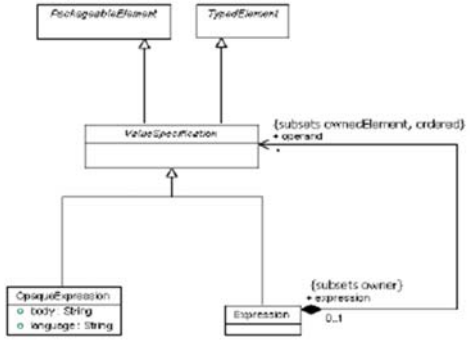
# Paquete `Core::Constructs`




El diagrama `Constraints` del paquete `Constructs`

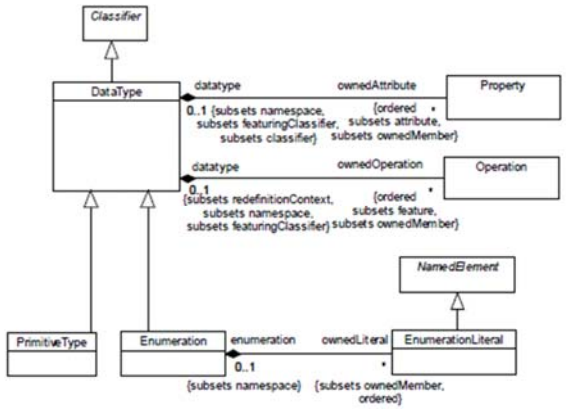


# Paquete `Core::Constructs`




El diagrama `Expressions` del paquete `Constructs`

# Paquete Core::Constructs




El diagrama `DataTypes` del paquete `Constructs`



# Paquete Core::Profiles

- El paquete `Profiles` contiene los mecanismos que permiten extender metaclases de metamodelos existentes para adaptarlas a distintos propósitos
  - Por ejemplo, adaptar el metamodelo UML a plataformas (J2EE) o dominios (p.e. tiempo real)

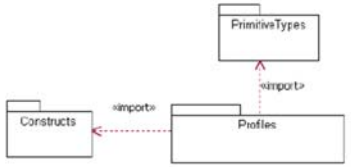


# Paquete Core::Profiles

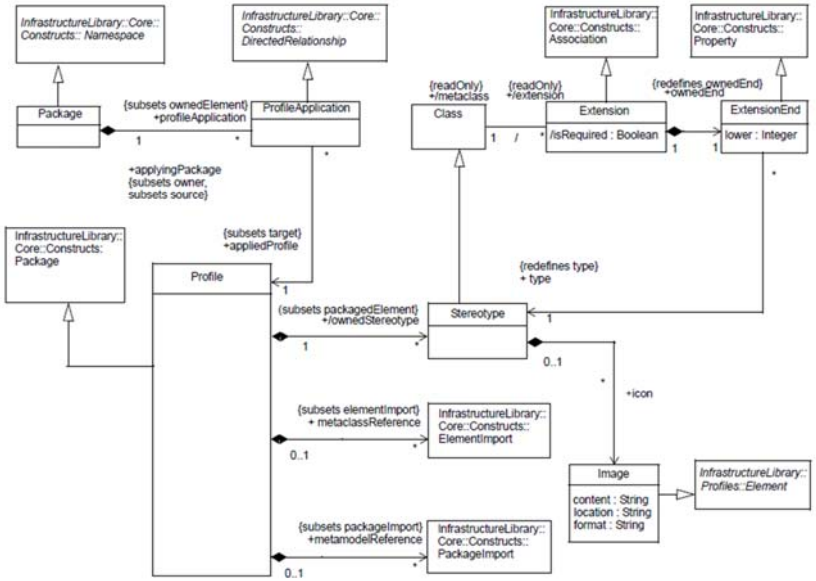
- Este paquete está definido al nivel meta-metamodelo (como MOF)
- Así los estereotipos pueden afectar a elementos del metamodelo (p.e. clases, estados, casos de uso UML)
- Los perfiles no modifican un metamodelo, lo adaptan para usos concretos



# Paquete Core::Profiles



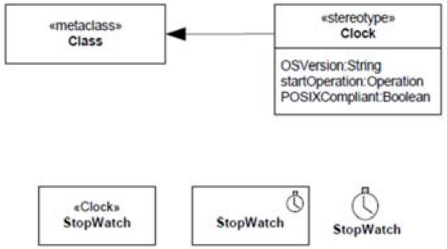

El paquete `Core::Profiles`




Clases definidas en `Core::Profiles`



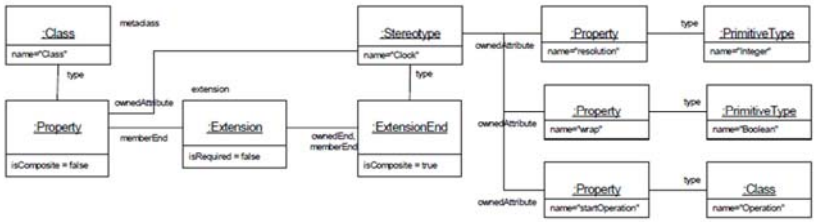
# Paquete `Core::Profiles`




Definición y uso del estereotipo `Clock`



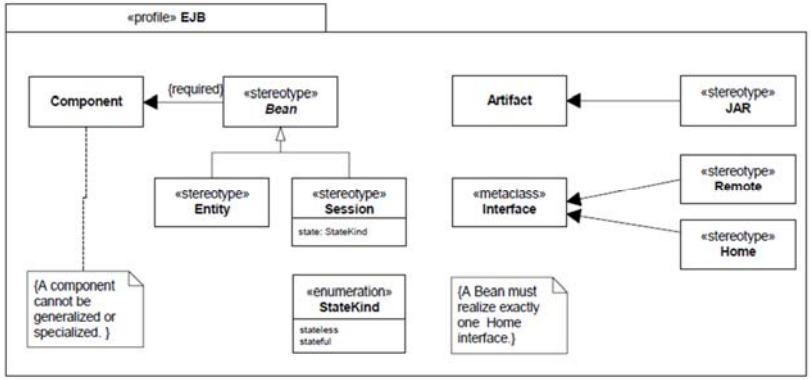
# Paquete `Core::Profiles`




Definición del estereotipo `Clock` en términos de la instancia de las clases definidas en `Core::Profiles`



# Paquete `Core::Profiles`




Ejemplo de perfil EJB para UML

# MOF

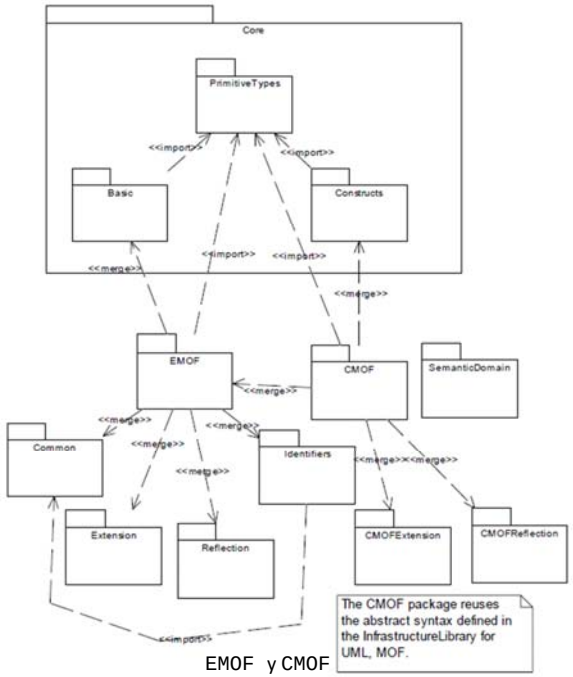
- MOF (*Meta Object Facility*) es el meta-metamodelo OMG
- Al hacer la fusión del paquete Core, al igual que UML, básicamente permite definir modelos utilizando una sintaxis visual similar a la de UML



# MOF

- MOF está dividido en dos paquetes, según hagan la fusión de Core::Basics o de Core::Constructs:
  - EMOF (*Essential MOF*)
  - CMOF (*Complete MOF*)





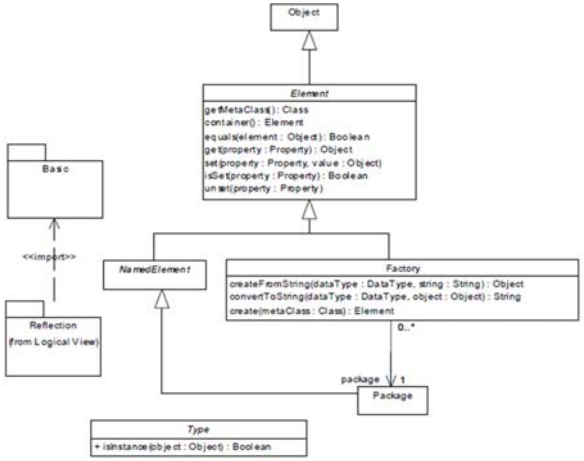

EMOF y CMOF



# MOF

- La principal característica que añade MOF es el de la reflexión:
  - Cada elemento tiene una clase que define sus propiedades y operaciones
- Por lo demás, básicamente reutiliza la definición de `Core`

# MOF




El paquete `Reflection`



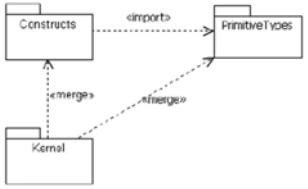
# Superestructura UML

- La superestructura UML es el metamodelo UML:
  - Instancia de MOF
  - Que hace la fusión de paquetes de Core::Constructs
- Es igual al estar alineados arquitectónicamente



# Superestructura UML

- Ejemplo



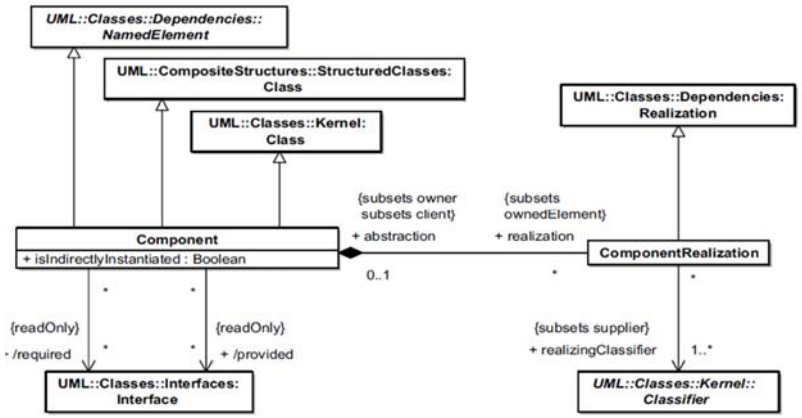

El paquete `Kernel` de la superestructura UML



# Superestructura UML

El diagrama `Classes` del paquete `Kernel`

# Superestructura UML




El diagrama `Components` de la superestructura UML



# XMI

- XML Metadata Interchange (XMI) es un mecanismo para generar esquemas XML a partir de un metamodelo descrito en MOF
- Permite por tanto serializar como documentos XML modelos instancia del metamodelo descrito en MOF



# XMI

- Por niveles:

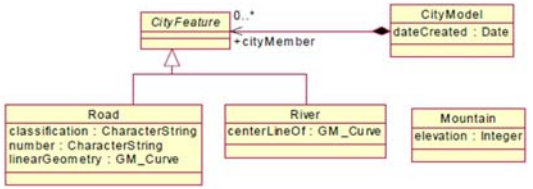
| Nivel | Modelado | Representación XML |
|---|---|---|
| M3 | MOF | XML + reglas XMI |
| M2 | UML | Esquema XML de UML |
| M1 | Modelo empresa | Documento XML instancia del esquema |

Ejemplo de uso de XMI



# XMI

- Ejemplo:




Metamodelo MOF de un sistema de información geográfica

# XMI

```
<xsd:complexType name="CityFeature">
  <xsd:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
    <xsd:element ref="xmi:Extension"/>
  </xsd:choice>
  <xsd:attribute ref="xmi:id"/>
  <xsd:attributeGroup ref="xmi:ObjectAttribs"/>
</xsd:complexType>

<xsd:element name="CityFeature" type="CityFeature"/>

<xsd:complexType name="River">
  <xsd:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
    <xsd:element name="centerLineOf" type="xsd:string" nillable="true"/>
    <xsd:element ref="xmi:Extension"/>
  </xsd:choice>
  <xsd:attribute ref="xmi:id"/>
  <xsd:attributeGroup ref="xmi:ObjectAttribs"/>
  <xsd:attribute name="centerLineOf" type="xsd:string" use="optional"/>
</xsd:complexType>

<xsd:element name="River" type="River"/>
```

Fragmentos del esquema XML generado a partir del metamodelo anterior



# XMI

- A veces hay que elaborar el esquema XML generado automáticamente con las reglas XMI ya que este esquema puede no estar optimizado
  - P. ej., al no haber herencia múltiple en los esquemas XML, los atributos heredados se repiten en cada clase





# 2. Infraestructura UML y MOF

**Antonio Navarro Martín**
Profesor Titular de Universidad
Dpto. Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
anavarro@fdi.ucm.es