



Open Modular Interpreter

Introducción

Fco. Javier Bohórquez Ogalla

Índice

1. Motivación	5
2. Alcance	6
2.1. Intérprete	6
2.2. Lenguaje	6
2.3. Módulos	9
2.4. Biblioteca de desarrollo	9
2.5. Sitio web	9
2.6. RunTree	10
3. Glosario de términos	10
3.1. Programa	10
3.2. Lenguaje de programación	11
3.3. Lenguaje de programación de alto nivel	11
3.4. Lenguaje de programación de bajo nivel	11
3.5. Lenguaje de programación compilados	11
3.6. Lenguaje de programación interpretados	11
3.7. Lenguaje de programación con tipado dinámico	12
3.8. Lenguaje de programación con tipado estático	12
3.9. Script	12
3.10. Intérprete	12
3.11. Compilador	12

3.12. Operador	12
3.13. Expresión	13
3.14. Instrucción	13
3.15. Sentencia	13
3.16. Dato	13
3.17. Tipos de datos	13
3.18. Identificador	14
3.19. Variable	14
3.20. Función	14
3.21. Signatura	14
3.22. Procedimiento	14
3.23. Clase	15
3.24. Objeto	15
3.25. Argumento	15
3.26. Parámetro	15
3.27. Analizador léxico	15
3.28. Analizador sintáctico	16
3.29. Programación imperativa	16
3.30. Programación declarativa	16
3.31. Paradigma de programación	16
3.32. Constante	17
3.33. Código fuente	17
3.34. Árbol sintáctico	17

3.35. Gramática	17
3.36. Gramática libre de contexto	18
3.37. Biblioteca de programación	18
3.38. Biblioteca dinámica	18
3.39. Biblioteca estática	18
3.40. Módulo	18
3.41. Extensión o complemento	18
3.42. Token	19
3.43. Tipo lógico	19
3.44. Tipo numérico	19
3.45. Tipo array	19
3.46. Tipo cadena de caracteres	19
3.47. Tipo expresión regular	19
3.48. Comando	20
4. Organización del documento	20

El proyecto OMI ofrece un conjunto de herramientas y recursos que ayudan en el aprendizaje de la teoría de intérpretes y los lenguajes formales. OMI en si mismo es un intérprete desarrollado con la finalidad de servir como caso práctico, aplicando los conceptos estudiados en estos campos.

OMI es un intérprete modular, en el sentido de que su funcionalidad y características puede ser extendida mediante módulos.

OMI es código abierto y libre, por lo que puede ser utilizado, estudiado, modificado y/o redistribuido libremente.

El nombre OMI también hace referencia al lenguaje que es interpretado. Un lenguaje de programación de alto nivel, de tipado dinámico y de propósito general. Fundamentalmente imperativo orientado a objetos, pero que además presenta características propias de otros paradigmas como de la programación funcional.

El proyecto OMI pretende facilitar el estudio de los sistemas intérpretes mediante la documentación y la interactividad. Abarcando no solo el diseño y el desarrollo de uno de estos sistemas, si no el proceso de interpretación en si. De esta forma se presentan herramientas que permiten hacer uso del intérprete a la vez que ilustran su funcionamiento.

1. Motivación

La teoría de autómatas y los lenguajes formales son la base para la construcción de sistemas intérpretes. Muchos de los conceptos estudiados en estos campos sirven para construir otras ramas de estudio como la teoría de intérpretes y compiladores.

Normalmente, por limitaciones de tiempo, los cursos académicos relacionados con el estudio de estos campos están enfocados a los conceptos teóricos. Llevándose a cabo tan solo algunas prácticas que refuerzan el aprendizaje y ayudan a ver la aplicación real mediante casos sencillos y simplificados. Sería de gran ayuda en este proceso disponer de un caso práctico completo, que ilustre cómo se define y construye un lenguaje de programación actual, y que pueda ser consultado cuándo, dónde y por quién lo desee. OMI pretende ser una fuente de información que complemente el estudio práctico en estas áreas.

Aunque existen herramientas que dan soporte a la construcción de sistemas intérpretes, es difícil encontrar alguna que ayude a comprender cómo estos se construyen y funcionan. Los intérpretes modernos no están enfocados en ilustrar la tarea que llevan a cabo, tienen como propósito ejecutar programas de forma óptima y efectiva. Sería de utilidad disponer de una herramienta que documente los procesos sintácticos y semánticos llevados a cabo durante la interpretación de código fuente. OMI tiene como propósito generar información relativa al proceso de interpretación que muestre el funcionamiento del intérprete.

La comunidad académica no solo precisa de un objeto de estudio, si no también de un objeto que ayude a formar la comunidad. El proyecto OMI pretende ser una base para crear una comunidad centrada en el estudio de los lenguajes formales, en las que todos puedan contribuir a la vez de beneficiarse.

2. Alcance

El proyecto OMI abarca una serie de herramientas y recursos que ayudan a comprender cómo se construye y funciona un sistema intérprete.

2.1. Intérprete

El intérprete OMI es la parte fundamental del proyecto, las demás herramientas y recursos se valen o se construyen a partir de este.

El intérprete OMI es un sistema software capaz de analizar y ejecutar otros programas escritos en un lenguaje específico con el mismo nombre.

El intérprete puede procesar código fuente recibido mediante la entrada estándar. También es posible ejecutarlo como una terminal interactiva, mostrando un prompt e interpretando el código introducido. Por otro lado podrá ser configurado para obtener el código fuente mediante un puerto TCP, funcionando así como un software servidor.

El intérprete puede ser ejecutado de forma que produzca una salida en formato JSON relativa a acciones llevadas a cabo durante el proceso.

El software puede recibir una serie de parámetros que serán pasados como argumentos al programa.

El intérprete puede ser extendido mediante módulos lo que permite ampliar las posibilidades del lenguaje subyacente. Por otro lado el software puede ser configurado desde el momento en el que es construido, de forma que puede prescindir y/o alterar algunas de sus características, adaptándose mejor al uso concreto que se le fuera a dar.

2.2. Lenguaje

OMI es un lenguaje multiparadigma de alto nivel y de propósito general, que presenta un tipado dinámico. Su sintaxis pretende ser sencilla y similar a los lenguajes de programación modernos.

Contempla tipos de datos simples y compuestos, así como un conjunto de operaciones sobre estos. Los tipos de datos que pueden ser manipulados por el intérprete OMI comprenden:

- Lógicos
- Aritméticos
- Cadena de caracteres
- Array de elementos
- Expresiones regulares
- Funciones
- Referencias
- Objetos

El intérprete OMI soporta variedad de operadores que trabajan sobre los tipos de datos indicados. Estos son aquellos que se pueden encontrar de forma nativa en cualquier lenguaje de programación actual, a excepción de los operadores booleanos bit a bit. Esto incluye operadores tales como la suma, la potencia, la negación, la concatenación, el ternario, fusión de nulos... Se dispone además de una serie de operadores para la entrada/salida de datos.

El lenguaje OMI permite al usuario asignar valores a símbolos variables, que pueden ser utilizados posteriormente en otras expresiones y construcciones del lenguaje. Las variables pueden ser locales o globales.

El sistema intérprete es capaz de procesar estructuras de control tales como if, while, switch... Además presenta otras sentencias que operan sobre el flujo de ejecución, como por ejemplo la inclusión de ficheros, la rotura de bloques, la continuación de bucle o la parada de la ejecución. También permite la definición de etiquetas y el salto a las mismas.

En OMI es posible definir y realizar llamadas a funciones. Estas pueden hacer uso de parámetros por defecto, y estos pueden ser pasados por referencia o valor.

OMI es un lenguaje orientado a objetos. Permite la definición de clases y la instanciación de estas en objetos. Contempla algunas características propias de este paradigma:

- Definición de métodos y atributos
- Método constructor

- Visibilidad pública y privada
- Herencia simple
- Métodos y atributos estáticos
- Enlace estático en tiempo de ejecución
- Métodos mágicos
- Duck typing
- Tipos de datos básicos como clase de objetos

OMI además presenta características propias de la programación funcional:

- Funciones de primer orden
- Clausura de funciones
- Decoradores
- Pliegues
- Aplicación parcial
- Funciones anónimas
- Listas por compresión

OMI es un lenguaje con mecanismos que favorecen la reflexión y permiten llevar a cabo introspección de tipos.

El lenguaje ofrece una serie de recursos en forma de funciones destinados a la gestión de:

- Ficheros
- Fechas
- Procesos

2.3. Módulos

OMI puede extender su funcionalidad y características mediante el uso de módulos. El proyecto OMI incluye el desarrollo de uno de estos módulos y la documentación de este proceso.

El módulo gettext añade funciones para la internacionalización de programas. Implementa las funciones de la biblioteca de GNU con el mismo nombre.

2.4. Biblioteca de desarrollo

La biblioteca de desarrollo OMI incluye todos los recursos de programación necesarios para construir el intérprete. Está escrita en C++, y se puede incluir en cualquier proyecto software escrito en este lenguaje.

Esta biblioteca puede ser instalada de forma independiente al intérprete, y puede ser usada para el desarrollo de módulos o cualquier otro sistema software. Permite construir nodos semánticos a partir de los ya definidos e interpretar código fuente escrito en OMI.

2.5. Sitio web

El proyecto OMI incluye un sitio web que sirve como presentación del mismo, además de como medio de acceso a la documentación y el software desarrollado. Todas las páginas web pertenecientes al sitio contienen información relativa al proyecto y a las áreas que este ocupa.

El sitio web OMI se compone de:

Página de inicio: Describe e introduce brevemente el proyecto. Contiene enlaces a las demás secciones del sitio web. Además presenta un listado de noticias y enlaces de descargas a la última versión del intérprete.

Índice de documentación: Página que representa un índice de los documentos que conforman el proyecto.

Documentos: Páginas relativas a la documentación del proyecto en si.

Navegador de clases: Páginas relativas a la documentación de las clases incluidas en la biblioteca.

Navegador de ficheros: Páginas relativas a la documentación de los ficheros que conforman el código fuente de la biblioteca y el intérprete.

Navegador de gramática: Páginas relativas a la documentación gráfica de la gramática del lenguaje.

Descargas: Página que enlaza la descarga de las distintas versiones del software que conforma el proyecto, disponibles en varios formatos de instalación.

Sobre OMI: Página con información relativa a la motivación y circunstancias en las que se ha dado el proyecto. Además da detalles sobre los autores y los organismos implicados en el desarrollo del mismo.

Contacto: Página con información de contacto.

El sitio web también sirve como enlace a herramientas que permiten hacer uso del intérprete de forma online.

El sitio OMI presenta un diseño adaptativo, por lo que su apariencia se adapta al dispositivo que accede al mismo.

2.6. RunTree

Herramienta online que permite escribir código OMI e interpretarlo. La herramienta describe el árbol sintáctico resultado del análisis del código fuente, y lleva a cabo la ejecución semántica del mismo paso a paso. Además muestra información de todo el proceso, incluyendo su estado interno y la entrada/salida de datos.

Esta aplicación representa un cliente del intérprete OMI cuando este es ejecutado como un servidor. Se comunica de forma distribuida con el intérprete y procesa los datos devueltos por el mismo para mostrarlos al usuario de una forma gráfica y ordenada.

3. Glosario de términos

3.1. Analizador léxico

Un analizador léxico o scanner es un componente software cuya implementación normalmente se corresponde con un autómata finito. Este se encarga de determinar si una determinada cadena pertenece o no al conjunto de cadenas que conforma el léxico del lenguaje. Esta pieza software recibe como entrada un contenido fuente escrito generalmente como cadenas de caracteres, aunque puede soportar otros tipos de codificaciones (audio, imágenes...), y devuelve un conjunto de tokens correspondientes.

3.2. Analizador sintáctico

Un analizador sintáctico o parser es un componente software cuya implementación normalmente se corresponde con un autómata de pila (si la gramática es libre de contexto). Este se encarga, ayudado generalmente de un analizador léxico, de tomar un contenido fuente escrito generalmente como cadena de caracteres (aunque puede soportar otros tipos de codificaciones), y construir una estructura más fácil de analizar y procesar (normalmente árboles). El resultado de llevar a cabo un análisis sintáctico normalmente es un árbol de derivación denominado árbol sintáctico.

3.3. Árbol sintáctico

Árbol de derivación producto del análisis sintáctico. La raíz y demás nodos no hojas se componen de símbolos no terminales, mientras que los nodos hojas se componen únicamente de símbolos terminales

3.4. Argumento

Los argumentos son parte de la llamada a una función o procedimiento. Un argumento representa el valor que es asociado a un determinado parámetro cuando es llamado. La definición puede extenderse a los valores que son pasados a un programa cuando este es ejecutado. Generalmente los argumentos son asociados a los parámetros de una forma posicional.

3.5. Biblioteca de programación

Una Biblioteca es un conjunto de funciones o componentes de programación agrupados y encapsulados, que se encuentran relacionados y que comparten características afines. Su principal función es la reutilización de funcionalidades entre programas. En los lenguajes compilados se pueden distinguir entre bibliotecas dinámicas o estáticas.

3.6. Biblioteca dinámica

Una Biblioteca de programación es dinámica si se encuentra ya compilada. El programa carga y hace uso de esta en tiempo de ejecución.

3.7. Biblioteca estática

Una Biblioteca de programación es estática si se encuentran en un lenguaje de alto nivel. Estas son añadidas y compiladas juntos al programa.

3.8. Clase

En el contexto de la programación, y más concretamente dentro de la programación orientada a objetos, una clase es una estructura que define un estado por medio de variables, denominadas atributos, y un conjunto de operaciones que encapsulan un determinado comportamiento, denominados métodos. Las clases representan una plantilla o modelo a partir de la cual se crean objetos o instancias pertenecientes a la misma.

3.9. Código fuente

El código fuente representa las instrucciones o sentencias que conforman el programa. Generalmente estas se presentarán en un formato de cadena de texto, aunque determinados sistemas pueden ser presentados en otros formatos como imágenes, audio ...

3.10. Comando

Instrucción u orden que el usuario proporciona a un sistema informático. El sistema indica al usuario que espera un comando por medio de una cadena de caracteres denominada prompt.

3.11. Compilador

Programa que traduce un programa escrito en un lenguaje de alto nivel a otro, generalmente de bajo nivel.

3.12. Constante

En el ámbito de la programación una constante representa un valor que no varía en el tiempo, por lo que una vez declarado solo podrá leerse y no modificarse. El valor constante puede estar asociado a un identificador o nombre que se usará para referenciarlo.

3.13. Dato

Representan la unidad mínima de información. Son valores que los programas manipulan para construir la solución al problema que pretenden resolver.

3.14. Expresión

Secuencia de símbolos que pertenecen a un lenguaje formal. Las expresiones deben cumplir una serie de reglas determinadas por el lenguaje en las que están escritas, de forma que admiten una determinada interpretación dentro del lenguaje y cuya evaluación la atribuirá de valor. En los lenguajes de programación una expresión suele ser una combinación de constantes, operadores, funciones y demás recursos del lenguajes.

3.15. Extensión

Sistema software que se relaciona con otro para extender o añadir funcionalidades de este. El grado de dependencia de las extensiones con la aplicación base es muy alto y en un solo sentido.

3.16. Función

En el contexto de la programación una función representa un conjunto de sentencias o instrucciones con un determinado propósito. Las funciones se ejecutan al ser llamadas desde otras funciones o procedimientos del programa, o incluso desde si misma (funciones recursivas). Las funciones pueden recibir datos desde el punto desde el que son llamadas por medio de los denominados parámetros de la función. Las funciones generalmente están diseñadas para devolver un determinado valor fruto de la ejecución del algoritmo que codifican o encierran. Las funciones son un elemento de suma importancia dentro de la programación funcional, pero son también muy utilizadas en otros paradigmas de programación, tanto declarativos como imperativos.

3.17. Gramática

Estructura que representa unas reglas de formación que define cadenas o frases que pertenecen a un determinado lenguaje natural o formal.

Una gramática es un cuádrupla $G = (VT, VN, S, P)$, donde:

VT : Conjunto de símbolos terminales.

VN : Conjunto de símbolos no terminales.

S : Símbolo inicial de la gramática, $S \in VN$.

P : Reglas de derivación.

Los tipos de gramáticas generalmente vienen determinadas por los tipos de reglas de derivación que las componen.

3.18. Gramática libre de contexto

Son gramáticas cuyas reglas de derivación no dependen de un contexto. Estas son de la forma $V \rightarrow w$ donde V es un símbolo no terminal y w es una cadena de terminales y no terminales. Las gramáticas libres de contexto originan lenguajes libres de contexto que pueden ser implementados mediante autómatas de pilas.

3.19. Identificador

Elemento textual o símbolo que es parte del léxico de un lenguaje y que nombran entidades del mismo como variables, constantes, funciones...

3.20. Interprete

Programa que ejecuta directamente las sentencias escritas en un lenguaje de programación o de scripts, sin necesidad de compilar estas a un lenguaje de bajo nivel.

3.21. Instrucción

Secuencia de bits que el procesador es capaz de interpretar y ejecutar. Las instrucciones que un determinado procesador es capaz de reconocer vienen determinadas por el conjunto de instrucciones del mismo, dado en el momento de su fabricación y según la arquitectura con la que fue diseñado. También son consideradas instrucciones las representaciones de estas en lenguajes de nemotécnicos como ensamblador.

3.22. Lenguaje de programación

Lenguaje formal generalmente usado para crear programas. Con un lenguaje de programación es posible expresar los algoritmos que determinan el comportamiento que debe llevar a cabo un determinado programa. Está formado por un conjunto de símbolos que representa el léxico y un conjunto de reglas sintácticas y semánticas.

3.23. Lenguaje de programación compilados

Se refiere a aquellos lenguajes de alto nivel tal que, para ser ejecutados, los programas codificados deben ser sometidos a un proceso de traducción a lenguajes de bajo nivel. Una vez sometido al proceso de compilación un programa puede ser ejecutado directamente por la computadora para la que fue compilada.

3.24. Lenguaje de programación interpretados

Se refiere a aquellos lenguajes de alto nivel tal que, para ser ejecutados, los programas codificados deben ser procesados por un intérprete que se encargará de obtener su representación a bajo nivel a la vez que lo ejecuta.

3.25. Lenguaje de programación de alto nivel

Permiten expresar algoritmos de una forma abstracta, adecuada a la capacidad cognitiva humana. Son más cercanos al lenguaje humano que al lenguaje máquina. Un programa codificado en un lenguaje de alto nivel necesita ser procesado y transformado al conjunto de instrucciones que la computadora puede ejecutar.

3.26. Lenguaje de programación de bajo nivel

Son lenguajes cercanos al hardware, condicionados a la computadora. Derivan del conjunto de instrucciones soportados por la máquina, y van desde la representación binaria de estas hasta el uso de nemotécnicos.

3.27. Lenguaje de programación de tipado dinámico

En los lenguajes de programación de tipado dinámico el tipo de los datos es determinado en tiempo de ejecución. Generalmente el tipo de dato es asociado al valor de una variable y no a la variable en si.

3.28. Lenguaje de programación de tipado estático

En los lenguajes de programación de tipado estático el tipo de los datos es determinado en tiempo de compilación. Generalmente el tipo de dato es asociado a la variable en el momento de su declaración.

3.29. Módulo

Parte de un software informático que lleva a cabo una función específica dentro del conjunto de tareas que esta realiza. Generalmente los módulos de un programa se encuentran organizados jerárquicamente según el nivel de abstracción que presentan y el objetivo que cumplen.

3.30. Objeto

En el contexto de la programación, y más concretamente dentro de la programación orientada a objetos, un objeto es una estructura que encapsula un determinado estado (atributos) y a la cual se le puede aplicar una serie de operaciones (métodos). Generalmente estos son creados mediante la instanciación de una clase de objeto, que define una serie de objetos con un comportamiento y estados afines.

3.31. Operador

Símbolo matemático que indica que se debe llevar a cabo una operación determinada sobre un cierto número de operandos. El operador toma los elementos iniciales y los relaciona con otro elemento de un conjunto final que puede ser de la misma naturaleza o no.

3.32. Paradigma de programación

Representa un estilo fundamental de programación, sirve como una forma de construir estructuras y elementos de los programas. Las capacidades y estilos de muchos lenguajes de programación son definidos para soportar determinados paradigmas de programación. Algunos lenguajes son diseñados para seguir un único paradigma, mientras que otros persiguen el soporte para varios de estos.

3.33. Parámetro

Los parámetros son parte de la signature de una función o procedimiento. Un parámetro representa un valor que una función o procedimiento espera que sea transferido cuando son llamados. En algunos lenguajes de programación, determinados parámetros pueden presentar valores por defectos, que son los que se tomarán si no están presente en la llamada.

3.34. Procedimiento

Representa un conjunto de actividades, eventos o tareas que son ejecutadas para llevar a cabo un determinado propósito. Estas son codificadas mediante sentencias, llamadas a funciones u otros recursos del lenguaje.

3.35. Programa

Secuencia de instrucciones que al ser ejecutadas por una computadora se corresponden con la realización de una tarea específica. Para que las instrucciones que conforman un programa puedan ser ejecutadas por una determinada computadora deben presentarse en un formato legible por esta, generalmente binario, y deben estar dentro del conjunto de instrucciones que soporta.

3.36. Programación declarativa

Los lenguajes declarativos utilizan construcciones matemáticas para describir el problema y así obtener la solución. En los lenguajes declarativos puros se cumple una transparencia referencial en todo el sistema por lo que se evitan efectos colaterales. Además no existen las asignaciones destructivas. Esto marca una diferencia con los lenguajes imperativos y es que las funciones declarativas no pueden depender o cambiar el estado del

programa. Los lenguajes multiparadigma pueden ofrecer estructuras que garanticen estos principios.

3.37. Programación imperativa

El programa se ve como una entidad que presenta un estado y una serie de sentencias u operaciones que hacen que dicho estado cambie. Este tipo de programación es cercana a la máquina, ya que la implementación de la mayoría de computadores a nivel hardware es imperativa.

3.38. Script

Programa simple, representado por una lista de comandos que serán ejecutados por un determinado programa o motor de scripts. Normalmente son utilizados para automatizar procesos. Algunos entornos que pueden ser automatizados mediante scripts incluye determinadas aplicaciones software, páginas webs, los shells del sistema operativo o sistemas embebidos.

3.39. Sentencia

Unidad con valor semántico a partir de la cual se construye un lenguaje de alto nivel. Son para los lenguajes de alto nivel lo que las instrucciones lo son para los de bajo nivel. Generalmente se componen de expresiones u otras construcciones propias del lenguaje.

3.40. Signatura

La signatura de una función o método define el nombre o identificador del mismo, así como los parámetros de los que dispone. En algunos lenguajes puede incluir el tipo de dato de los parámetros y el tipo que es devuelto.

3.41. Tipo array

Un array o vector representa un conjunto ordenado de valores o elementos del mismo que se encuentran posicionados en memoria de forma contigua. En muchos lenguajes esta definición suele extenderse a listas de elementos que pueden tener diferente tipo.

3.42. Tipo cadena de caracteres

Una cadena de caracteres es una secuencia de caracteres, que comprende signos, símbolos, letras o números. En el ámbito de la programación se utiliza normalmente como un tipo de dato compuesto, representado mediante un array cuyos elementos son los caracteres que componen la cadena.

3.43. Tipo expresión regular

Cadena de caracteres que representa un lenguaje regular, normalmente conforman un patrón y son utilizadas para buscar o sustituir cadenas dentro de otras.

3.44. Tipo lógico

Un valor lógico, también denominados booleanos, representa un valor verdadero o falso. Un valor lógico es equivalente a un valor binario 0 ó 1.

3.45. Tipo numérico

Un valor numérico, también denominados aritméticos, representa un valor entero o real. Un valor entero comprende los números positivos, negativos y el cero. Un valor real posee una parte entera y otra decimal.

3.46. Tipos de datos

Según la naturaleza de los datos estos pueden quedar organizados en tipos. Un lenguaje de programación generalmente opera sobre unos tipos de datos predefinidos, aunque ofrecen la capacidad de definir tipos de datos más complejos a partir de estos.

3.47. Token

Elemento léxico con cierto valor para un determinado lenguaje de programación. Normalmente se corresponde con una cadena de caracteres que se puede corresponder con una palabra reservada, un identificador, un número... Un token puede contener un valor.

3.48. Variable

En el contexto de la programación una variable representa un espacio de almacenaje que contiene un valor (conocido o desconocido) que es asociado a un identificador. El valor guardado por una variable puede cambiar en el tiempo de ejecución del programa. El tipo de dato que puede almacenar una variable puede estar ligado a la variable, por lo que esta sólo podrá almacenar valores de un tipo determinado, o estar asociada al valor en sí por lo que la variable podrá almacenar valores de distintos tipos.

4. Organización del documento

La documentación recogida en esta memoria presenta el siguiente contenido y organización:

Planificación: Se describe la gestión del proyecto. Aspectos tales como la metodología, organización, los costes, la planificación, los riesgos y el aseguramiento de la calidad.

Requisitos del sistema: Se describe las necesidades y la situación que han originado el desarrollo del proyecto. Además se detallan los objetivos y los requisitos que debe cumplir el sistema.

Análisis del sistema: Se lleva a cabo el modelado relativo al análisis del sistema. Haciendo uso de diagramas UML se describe el modelo conceptual de datos, el modelo de casos de uso, el modelo de comportamiento y la interfaz de usuario.

Diseño del sistema: Aborda la arquitectura lógica y física del sistema, la descripción de la gramática, el diseño de componentes y la interfaz de usuario.

Construcción del sistema: En esta sección se describe el entorno de construcción y la organización del código del código.

Pruebas del sistema: Se presenta el plan de pruebas seguido, especificando la estrategia seguida, el entorno de pruebas y los distintos niveles de pruebas realizadas.

Manual de implantación: Describe cómo se ha de llevar a cabo la implantación de los distintos sistemas software que conforman el proyecto para la puesta en producción.

Manual de usuario: Representa una guía de referencia para el correcto uso del software.

Conclusiones: Se detallan los objetivos alcanzados y las lecciones aprendidas en el desarrollo del proyecto.

Bibliografía: Lista y recapitula la bibliografía empleada en el desarrollo del proyecto.

Información sobre licencia: Se presenta y detalla información sobre la licencia de uso del software y la documentación.

Por otro lado el conjunto de software desarrollado estará disponible desde varios canales y formatos:

- CD
- Forja de software
- Apartado de descargas en la web