

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Características de C#

Con la idea de que los programadores más experimentados puedan obtener una visión general del lenguaje, a continuación se recoge de manera resumida las principales características de C#. Algunas de las características aquí señaladas no son exactamente propias del lenguaje sino de la plataforma .NET en general. Sin embargo, también se comentan aquí también en tanto que tienen repercusión directa en el lenguaje, aunque se indicará explícitamente cuáles son este tipo de características cada vez que se toquen:

- **Sencillez:** C# elimina muchos elementos que otros lenguajes incluyen y que son innecesarios en .NET. Por ejemplo:
 - El código escrito en C# es autocontenido, lo que significa que no necesita de ficheros adicionales al propio fuente tales como ficheros de cabecera o ficheros IDL
 - El tamaño de los tipos de datos básicos es fijo e independiente del compilador, sistema operativo o máquina para quienes se compile (no como en C++), lo que facilita la portabilidad del código.
 - No se incluyen elementos poco útiles de lenguajes como C++ tales como macros, herencia múltiple o la necesidad de un operador diferente del punto (.) acceder a miembros de espacios de nombres (::)
- **Modernidad:** C# incorpora en el propio lenguaje elementos que a lo largo de los años ha ido demostrándose son muy útiles para el desarrollo de aplicaciones y que en otros lenguajes como Java o C++ hay que simular, como un tipo básico decimal que permita realizar operaciones de alta precisión con reales de 128 bits (muy útil en el mundo financiero), la inclusión de una instrucción foreach que permita recorrer colecciones con facilidad y es ampliable a tipos definidos por el usuario, la inclusión de un tipo básico string para representar cadenas o la distinción de un tipo bool específico para representar valores lógicos.
- **Orientación a objetos:** Como todo lenguaje de programación de propósito general actual, C# es un lenguaje orientado a objetos, aunque eso es más

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

bien una característica del CTS que de C#. Una diferencia de este enfoque orientado a objetos respecto al de otros lenguajes como C++ es que el de C# es más puro en tanto que no admiten ni funciones ni variables globales sino que todo el código y datos han de definirse dentro de definiciones de tipos de datos, lo que reduce problemas por conflictos de nombres y facilita la legibilidad del código.

C# soporta todas las características propias del paradigma de programación orientada a objetos: encapsulación, herencia y polimorfismo.

En lo referente a la encapsulación es importante señalar que aparte de los típicos modificadores `public`, `private` y `protected`, C# añade un cuarto modificador llamado `internal`, que puede combinarse con `protected` e indica que al elemento a cuya definición precede sólo puede accederse desde su mismo ensamblado.

Respecto a la herencia -a diferencia de C++ y al igual que Java- C# sólo admite herencia simple de clases ya que la múltiple provoca más quebraderos de cabeza que facilidades y en la mayoría de los casos su utilidad puede ser simulada con facilidad mediante herencia múltiple de interfaces. De todos modos, esto vuelve a ser más bien una característica propia del CTS que de C#.

Por otro lado y a diferencia de Java, en C# se ha optado por hacer que todos los métodos sean por defecto sellados y que los redefinibles hayan de marcarse con el modificador `virtual` (como en C++), lo que permite evitar errores derivados de redefiniciones accidentales. Además, un efecto secundario de esto es que las llamadas a los métodos serán más eficientes por defecto al no tenerse que buscar en la tabla de funciones virtuales la implementación de los mismos a la que se ha de llamar. Otro efecto secundario es que permite que las llamadas a los métodos virtuales se puedan hacer más eficientemente al contribuir a que el tamaño de dicha tabla se reduzca.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

- **Orientación a componentes:** La propia sintaxis de C# incluye elementos propios del diseño de componentes que otros lenguajes tienen que simular mediante construcciones más o menos complejas. Es decir, la sintaxis de C# permite definir cómodamente propiedades (similares a campos de acceso controlado), eventos (asociación controlada de funciones de respuesta a notificaciones) o atributos (información sobre un tipo o sus miembros)
- **Gestión automática de memoria:** Como ya se comentó, todo lenguaje de .NET tiene a su disposición el recolector de basura del CLR. Esto tiene el efecto en el lenguaje de que no es necesario incluir instrucciones de destrucción de objetos. Sin embargo, dado que la destrucción de los objetos a través del recolector de basura es indeterminista y sólo se realiza cuando éste se active –ya sea por falta de memoria, finalización de la aplicación o solicitud explícita en el fuente–, C# también proporciona un mecanismo de liberación de recursos determinista a través de la instrucción `using`.
- **Seguridad de tipos:** C# incluye mecanismos que permiten asegurar que los accesos a tipos de datos siempre se realicen correctamente, lo que permite evita que se produzcan errores difíciles de detectar por acceso a memoria no perteneciente a ningún objeto y es especialmente necesario en un entorno gestionado por un recolector de basura. Para ello se toman medidas del tipo:
 - Sólo se admiten conversiones entre tipos compatibles. Esto es, entre un tipo y antecesores suyos, entre tipos para los que explícitamente se haya definido un operador de conversión, y entre un tipo y un tipo hijo suyo del que un objeto del primero almacenase una referencia del segundo (downcasting) Obviamente, lo último sólo puede comprobarlo en tiempo de ejecución el CLR y no el compilador, por lo que en realidad el CLR y el compilador colaboran para asegurar la corrección de las conversiones.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

- No se pueden usar variables no inicializadas. El compilador da a los campos un valor por defecto consistente en ponerlos a cero y controla mediante análisis del flujo de control del fuente que no se lea ninguna variable local sin que se le haya asignado previamente algún valor.
- Se comprueba que todo acceso a los elementos de una tabla se realice con índices que se encuentren dentro del rango de la misma.
- Se puede controlar la producción de desbordamientos en operaciones aritméticas, informándose de ello con una excepción cuando ocurra. Sin embargo, para conseguirse un mayor rendimiento en la aritmética estas comprobaciones no se hacen por defecto al operar con variables sino sólo con constantes (se pueden detectar en tiempo de compilación)
- A diferencia de Java, C# incluye delegados, que son similares a los punteros a funciones de C++ pero siguen un enfoque orientado a objetos, pueden almacenar referencias a varios métodos simultáneamente, y se comprueba que los métodos a los que apunten tengan parámetros y valor de retorno del tipo indicado al definirlos.
- Pueden definirse métodos que admitan un número indefinido de parámetros de un cierto tipo, y a diferencia lenguajes como C/C++, en C# siempre se comprueba que los valores que se les pasen en cada llamada sean de los tipos apropiados.
- **Instrucciones seguras:** Para evitar errores muy comunes, en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de las instrucciones de control más comunes. Por ejemplo, la guarda de toda condición ha de ser una expresión condicional y no aritmética, con lo que se evitan errores por confusión del operador de igualdad (==) con el de asignación (=); y todo caso de un switch ha de terminar en un break o goto que indique cuál es la siguiente acción a realizar, lo que evita la ejecución accidental de casos y facilita su reordenación.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

- **Sistema de tipos unificado:** A diferencia de C++, en C# todos los tipos de datos que se definan siempre derivarán, aunque sea de manera implícita, de una clase base común llamada System.Object, por lo que dispondrán de todos los miembros definidos en ésta clase (es decir, serán “objetos”)

A diferencia de Java, en C# esto también es aplicable a los tipos de datos básicos. Además, para conseguir que ello no tenga una repercusión negativa en su nivel de rendimiento, se ha incluido un mecanismo transparente de boxing y unboxing con el que se consigue que sólo sean tratados como objetos cuando la situación lo requiera, y mientras tanto puede aplicárseles optimizaciones específicas.

El hecho de que todos los tipos del lenguaje deriven de una clase común facilita enormemente el diseño de colecciones genéricas que puedan almacenar objetos de cualquier tipo.

- **Extensibilidad de tipos básicos:** C# permite definir, a través de estructuras, tipos de datos para los que se apliquen las mismas optimizaciones que para los tipos de datos básicos. Es decir, que se puedan almacenar directamente en pila (luego su creación, destrucción y acceso serán más rápidos) y se asignen por valor y no por referencia. Para conseguir que lo último no tenga efectos negativos al pasar estructuras como parámetros de métodos, se da la posibilidad de pasar referencias a pila a través del modificador de parámetro ref.
- **Extensibilidad de operadores:** Para facilitar la legibilidad del código y conseguir que los nuevos tipos de datos básicos que se definan a través de las estructuras estén al mismo nivel que los básicos predefinidos en el lenguaje, al igual que C++ y a diferencia de Java, C# permite redefinir el significado de la mayoría de los operadores -incluidos los de conversión, tanto para conversiones implícitas como explícitas- cuando se apliquen a diferentes tipos de objetos.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Las redefiniciones de operadores se hacen de manera inteligente, de modo que a partir de una única definición de los operadores ++ y -- el compilador puede deducir automáticamente como ejecutarlos de manera prefijas y postifja; y definiendo operadores simples (como +), el compilador deduce cómo aplicar su versión de asignación compuesta (+=) Además, para asegurar la consistencia, el compilador vigila que los operadores con opuesto siempre se redefinan por parejas (por ejemplo, si se redefine ==, también hay que redefinir !=).

También se da la posibilidad, a través del concepto de indizador, de redefinir el significado del operador [] para los tipos de dato definidos por el usuario, con lo que se consigue que se pueda acceder al mismo como si fuese una tabla. Esto es muy útil para trabajar con tipos que actúen como colecciones de objetos.

- **Extensibilidad de modificadores:** C# ofrece, a través del concepto de atributos, la posibilidad de añadir a los metadatos del módulo resultante de la compilación de cualquier fuente información adicional a la generada por el compilador que luego podrá ser consultada en tiempo ejecución a través de la librería de reflexión de .NET . Esto, que más bien es una característica propia de la plataforma .NET y no de C#, puede usarse como un mecanismo para definir nuevos modificadores.
- **Versionable:** C# incluye una política de versionado que permite crear nuevas versiones de tipos sin temor a que la introducción de nuevos miembros provoquen errores difíciles de detectar en tipos hijos previamente desarrollados y ya extendidos con miembros de igual nombre a los recién introducidos.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Escritura de aplicaciones

Básicamente una aplicación en C# puede verse como un conjunto de uno o más ficheros de código fuente con las instrucciones necesarias para que la aplicación funcione como se desea y que son pasados al compilador para que genere un ejecutable. Cada uno de estos ficheros no es más que un fichero de texto plano escrito usando caracteres Unicode y siguiendo la sintaxis propia de C#.

Como primer contacto con el lenguaje, nada mejor que el típico programa de iniciación “¡Hola Mundo!” que lo único que hace al ejecutarse es mostrar por pantalla el mensaje ¡Hola Mundo! Su código es:

Línea 1:class HolaMundo

Línea 2:{

Línea 3:static void Main()

Línea 4:{

Línea 5:System.Console.WriteLine(“¡Hola Mundo!”);

Línea 6:}

Línea 7:}

Todo el código escrito en C# se ha de escribir dentro de una definición de clase, y lo que en la línea 1: se dice es que se va a definir una clase (class) de nombre HolaMundo1 cuya definición estará comprendida entre la llave de apertura de la línea 2: y su correspondiente llave de cierre en la línea línea 7.

Dentro de la definición de la clase (línea 3:) se define un método de nombre Main cuyo código es el indicado entre la llave de apertura de la línea 4: y su respectiva llave de cierre (línea 6:) Un método no es más que un conjunto de instrucciones a las que se les asocia un nombre, de modo que para posteriormente ejecutarlas baste referenciarlas por su nombre en vez de tener que reescribirlas.

La partícula que antecede al nombre del método indica cuál es el tipo de valor que se devuelve tras la ejecución del método, y en este caso es void que significa

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

que no se devuelve nada. Por su parte, los paréntesis que se colocó tras el nombre del método indican cuáles son los parámetros que éste toma, y como en este caso están vacíos ello significa que el método no toma parámetros. Los parámetros de un método permiten variar el resultado de su ejecución según los valores que se les dé en cada llamada.

La palabra `static` que antecede a la declaración del tipo de valor devuelto es un modificador del significado de la declaración de método que indica que el método está asociado a la clase dentro de la que se define y no a los objetos que se creen a partir de ella. `Main()` es lo que se denomina el punto de entrada de la aplicación, que no es más que el método por el que comenzará su ejecución. Necesita del modificador `static` para evitar que para llamarlo haya que crear algún objeto de la clase donde se haya definido.

Finalmente, la línea 5: contiene la instrucción con el código a ejecutar, que lo que se hace es solicitar la ejecución del método `WriteLine()` de la clase `Console` definida en el espacio de nombres `System` pasándole como parámetro la cadena de texto con el contenido ¡Hola Mundo! Nótese que las cadenas de textos son secuencias de caracteres delimitadas por comillas dobles aunque dichas comillas no forman parte de la cadena. Por su parte, un espacio de nombres puede considerarse que es algo similar para las clases a lo que un directorio es para los ficheros; es decir, es una forma de agruparlas.

El método `WriteLine()` se usará muy a menudo en los próximos temas, por lo que es conveniente señalar ahora que una forma de llamarlo que se utilizará en repetidas ocasiones consiste en pasarle un número indefinido de otros parámetros de cualquier tipo e incluir en el primero subcadenas de la forma `{i}`. Con ello se consigue que se muestre por la ventana de consola la cadena que se le pasa como primer parámetro pero sustituyéndole las subcadenas `{i}` por el valor convertido en cadena de texto del parámetro que ocupe la posición `i+2` en la llamada a `WriteLine()`. Por ejemplo, la siguiente instrucción mostraría Tengo 5 años por pantalla si `x` valiese 5:

```
System.Console.WriteLine("Tengo {0} años", x);
```


TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Common Language Runtime (CLR)

El Common Language Runtime (CLR) es el núcleo de la plataforma .NET. Es el motor encargado de gestionar la ejecución de las aplicaciones para ella desarrolladas y a las que ofrece numerosos servicios que simplifican su desarrollo y favorecen su fiabilidad y seguridad. Las principales características y servicios que ofrece el CLR son:

- **Modelo de programación consistente:** A todos los servicios y facilidades ofrecidos por el CLR se accede de la misma forma: a través de un modelo de programación orientado a objetos. Esto es una diferencia importante respecto al modo de acceso a los servicios ofrecidos por los algunos sistemas operativos actuales (por ejemplo, los de la familia Windows), en los que a algunos servicios se les accede a través de llamadas a funciones globales definidas en DLLs y a otros a través de objetos (objetos COM en el caso de la familia Windows)
- **Modelo de programación sencillo:** Con el CLR desaparecen muchos elementos complejos incluidos en los sistemas operativos actuales (registro de Windows, GUIDs, HRESULTS, IUnknown, etc.) El CLR no es que abstraiga al programador de estos conceptos, sino que son conceptos que no existen en la plataforma .NET
- **Eliminación del “infierno de las DLLs”:** En la plataforma .NET desaparece el problema conocido como “infierno de las DLLs” que se da en los sistemas operativos actuales de la familia Windows, problema que consiste en que al sustituirse versiones viejas de DLLs compartidas por versiones nuevas puede que aplicaciones que fueron diseñadas para ser ejecutadas usando las viejas dejen de funcionar si las nuevas no son 100% compatibles con las anteriores. En la plataforma .NET las versiones nuevas de las DLLs pueden coexistir con las viejas, de modo que las aplicaciones diseñadas para ejecutarse usando las viejas podrán seguir usándolas tras instalación de las nuevas. Esto, obviamente, simplifica mucho la instalación y desinstalación de software.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

- **Ejecución multiplataforma:** El CLR actúa como una máquina virtual, encargándose de ejecutar las aplicaciones diseñadas para la plataforma .NET. Es decir, cualquier plataforma para la que exista una versión del CLR podrá ejecutar cualquier aplicación .NET. Microsoft ha desarrollado versiones del CLR para la mayoría de las versiones de Windows: Windows 95, Windows 98, Windows ME, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows XP y Windows CE (que puede ser usado en CPUs que no sean de la familia x86) Por otro lado Microsoft ha firmado un acuerdo con Corel para portar el CLR a Linux y también hay terceros que están desarrollando de manera independiente versiones de libre distribución del CLR para Linux. Asimismo, dado que la arquitectura del CLR está totalmente abierta, es posible que en el futuro se diseñen versiones del mismo para otros sistemas operativos.
- **Integración de lenguajes:** Desde cualquier lenguaje para el que exista un compilador que genere código para la plataforma .NET es posible utilizar código generado para la misma usando cualquier otro lenguaje tal y como si de código escrito usando el primero se tratase. Microsoft ha desarrollado un compilador de C# que genera código de este tipo, así como versiones de sus compiladores de Visual Basic (Visual Basic.NET) y C++ (C++ con extensiones gestionadas) que también lo generan y una versión del intérprete de JScript (JScript.NET) que puede interpretarlo. La integración de lenguajes esta que es posible escribir una clase en C# que herede de otra escrita en Visual Basic.NET que, a su vez, herede de otra escrita en C++ con extensiones gestionadas.
- **Gestión de memoria:** El CLR incluye un recolector de basura que evita que el programador tenga que tener en cuenta cuándo ha de destruir los objetos que dejen de serle útiles. Este recolector es una aplicación que se activa cuando se quiere crear algún objeto nuevo y se detecta que no queda memoria libre para hacerlo, caso en que el recolector recorre la memoria dinámica asociada a la aplicación, detecta qué objetos hay en ella que no puedan ser accedidos por el código de la aplicación, y los elimina para limpiar la memoria de “objetos basura” y permitir la creación de otros nuevos. Gracias a este recolector se evitan errores de programación muy

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

comunes como intentos de borrado de objetos ya borrados, agotamiento de memoria por olvido de eliminación de objetos inútiles o solicitud de acceso a miembros de objetos ya destruidos.

- **Seguridad de tipos:** El CLR facilita la detección de errores de programación difíciles de localizar comprobando que toda conversión de tipos que se realice durante la ejecución de una aplicación .NET se haga de modo que los tipos origen y destino sean compatibles.
- **Aislamiento de procesos:** El CLR asegura que desde código perteneciente a un determinado proceso no se pueda acceder a código o datos pertenecientes a otro, lo que evita errores de programación muy frecuentes e impide que unos procesos puedan atacar a otros. Esto se consigue gracias al sistema de seguridad de tipos antes comentado, pues evita que se pueda convertir un objeto a un tipo de mayor tamaño que el suyo propio, ya que al tratarlo como un objeto de mayor tamaño podría accederse a espacios en memoria ajenos a él que podrían pertenecer a otro proceso. También se consigue gracias a que no se permite acceder a posiciones arbitrarias de memoria.
- **Tratamiento de excepciones:** En el CLR todo los errores que se puedan producir durante la ejecución de una aplicación se propagan de igual manera: mediante excepciones. Esto es muy diferente a como se venía haciendo en los sistemas Windows hasta la aparición de la plataforma .NET, donde ciertos errores se transmitían mediante códigos de error en formato Win32, otros mediante HRESULTs y otros mediante excepciones.

El CLR permite que excepciones lanzadas desde código para .NET escrito en un cierto lenguaje se puedan capturar en código escrito usando otro lenguaje, e incluye mecanismos de depuración que pueden saltar desde código escrito para .NET en un determinado lenguaje a código escrito en cualquier otro. Por ejemplo, se puede recorrer la pila de llamadas de una excepción aunque ésta incluya métodos definidos en otros módulos usando otros lenguajes.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

- **Soporte multihilo:** El CLR es capaz de trabajar con aplicaciones divididas en múltiples hilos de ejecución que pueden ir evolucionando por separado en paralelo o intercalándose, según el número de procesadores de la máquina sobre la que se ejecuten. Las aplicaciones pueden lanzar nuevos hilos, destruirlos, suspenderlos por un tiempo o hasta que les llegue una notificación, enviarles notificaciones, sincronizarlos, etc.
- **Distribución transparente:** El CLR ofrece la infraestructura necesaria para crear objetos remotos y acceder a ellos de manera completamente transparente a su localización real, tal y como si se encontrasen en la máquina que los utiliza.
- **Seguridad avanzada:** El CLR proporciona mecanismos para restringir la ejecución de ciertos códigos o los permisos asignados a los mismos según su procedencia o el usuario que los ejecute. Es decir, puede no darse el mismo nivel de confianza a código procedente de Internet que a código instalado localmente o procedente de una red local; puede no darse los mismos permisos a código procedente de un determinado fabricante que a código de otro; y puede no darse los mismos permisos a un mismo código según el usuario que lo esté ejecutando o según el rol que éste desempeñe. Esto permite asegurar al administrador de un sistema que el código que se esté ejecutando no pueda poner en peligro la integridad de sus archivos, la del registro de Windows, etc.
- **Interoperabilidad con código antiguo:** El CLR incorpora los mecanismos necesarios para poder acceder desde código escrito para la plataforma .NET a código escrito previamente a la aparición de la misma y, por tanto, no preparado para ser ejecutando dentro de ella. Estos mecanismos permiten tanto el acceso a objetos COM como el acceso a funciones sueltas de DLLs preexistentes (como la API Win32).

Como se puede deducir de las características comentadas, el CLR lo que hace es gestionar la ejecución de las aplicaciones diseñadas para la plataforma .NET. Por esta razón, al código de estas aplicaciones se le suele llamar código gestionado, y

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

al código no escrito para ser ejecutado directamente en la plataforma .NET se le suele llamar código no gestionado.

Microsoft Intermediate Language (MSIL)

Todos los compiladores que generan código para la plataforma .NET no generan código máquina para CPUs x86 ni para ningún otro tipo de CPU concreta, sino que generan código escrito en el lenguaje intermedio conocido como Microsoft Intermediate Language (MSIL). El CLR da a las aplicaciones la sensación de que se están ejecutando sobre una máquina virtual, y precisamente MSIL es el código máquina de esa máquina virtual. Es decir, MSIL es el único código que es capaz de interpretar el CLR, y por tanto cuando se dice que un compilador genera código para la plataforma .NET lo que se está diciendo es que genera MSIL.

MSIL ha sido creado por Microsoft tras consultar a numerosos especialistas en la escritura de compiladores y lenguajes tanto del mundo académico como empresarial. Es un lenguaje de un nivel de abstracción mucho más alto que el de la mayoría de los códigos máquina de las CPUs existentes, e incluye instrucciones que permiten trabajar directamente con objetos (crearlos, destruirlos, inicializarlos, llamar a métodos virtuales, etc.), tablas y excepciones (lanzarlas, capturarlas y tratarlas)

Ya se comentó que el compilador de C# compila directamente el código fuente a MSIL, que Microsoft ha desarrollado nuevas versiones de sus lenguajes Visual Basic (Visual Basic.NET) y C++ (C++ con extensiones gestionadas) cuyos compiladores generan MSIL, y que ha desarrollado un intérprete de JScript (JScript.NET) que genera código MSIL. Pues bien, también hay numerosos terceros que han anunciado estar realizando versiones para la plataforma .NET de otros lenguajes como APL, CAML, Cobol, Eiffel, Fortran, Haskell, Java (J#), Mercury, ML, Mondrian, Oberon, Oz, Pascal, Perl, Python, RPG, Scheme y Smalltalk.

La principal ventaja del MSIL es que facilita la ejecución multiplataforma y la integración entre lenguajes al ser independiente de la CPU y proporcionar un

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

formato común para el código máquina generado por todos los compiladores que generen código para .NET. Sin embargo, dado que las CPUs no pueden ejecutar directamente MSIL, antes de ejecutarlo habrá que convertirlo al código nativo de la CPU sobre la que se vaya a ejecutar. De esto se encarga un componente del CLR conocido como compilador JIT (Just-In-Time) o jitter que va convirtiendo dinámicamente el código MSIL a ejecutar en código nativo según sea necesario. Este jitter se distribuye en tres versiones:

- **jitter normal:** Es el que se suele usar por defecto, y sólo compila el código MSIL a código nativo a medida que va siendo necesario, pues así se ahorra tiempo y memoria al evitarse tener que compilar innecesariamente código que nunca se ejecute. Para conseguir esto, el cargador de clases del CLR sustituye inicialmente las llamadas a métodos de las nuevas clases que vaya cargando por llamadas a funciones auxiliares (stubs) que se encarguen de compilar el verdadero código del método. Una vez compilado, la llamada al stub es sustituida por una llamada directa al código ya compilado, con lo que posteriores llamadas al mismo no necesitarán compilación.
- **jitter económico:** Funciona de forma similar al jitter normal solo que no realiza ninguna optimización de código al compilar sino que traduce cada instrucción MSIL por su equivalente en el código máquina sobre la que se ejecute. Esta especialmente pensado para ser usado en dispositivos empotrados que dispongan de poca potencia de CPU y poca memoria, pues aunque genere código más ineficiente es menor el tiempo y memoria que necesita para compilar. Es más, para ahorrar memoria este jitter puede descargar código ya compilado que lleve cierto tiempo sin ejecutarse y sustituirlo de nuevo por el stub apropiado. Por estas razones, este es el jitter usado por defecto en Windows CE, sistema operativo que se suele incluir en los dispositivos empotrados antes mencionados.

Otra utilidad del jitter económico es que facilita la adaptación de la plataforma .NET a nuevos sistemas porque es mucho más sencillo de implementar que el normal. De este modo, gracias a él es posible

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

desarrollar rápidamente una versión del CLR que pueda ejecutar aplicaciones gestionadas aunque sea de una forma poco eficiente, y una vez desarrollada es posible centrarse en desarrollar el jitter normal para optimizar la ejecución de las mismas.

- **prejitter:** Se distribuye como una aplicación en línea de comandos llamada ngen.exe mediante la que es posible compilar completamente cualquier ejecutable o librería (cualquier ensamblado en general, aunque este concepto se verá más adelante) que contenga código gestionado y convertirlo a código nativo, de modo que posteriores ejecuciones del mismo se harán usando esta versión ya compilada y no se perderá tiempo en hacer la compilación dinámica.

La actuación de un jitter durante la ejecución de una aplicación gestionada puede dar la sensación de hacer que ésta se ejecute más lentamente debido a que ha de invertirse tiempo en las compilaciones dinámicas. Esto es cierto, pero hay que tener en cuenta que es una solución mucho más eficiente que la usada en otras plataformas como Java, ya que en .NET cada código no es interpretado cada vez que se ejecuta sino que sólo es compilado la primera vez que se llama al método al que pertenece. Es más, el hecho de que la compilación se realice dinámicamente permite que el jitter tenga acceso a mucha más información sobre la máquina en que se ejecutará la aplicación del que tendría cualquier compilador tradicional, con lo que puede optimizar el código para ella generado (por ejemplo, usando las instrucciones especiales del Pentium III si la máquina las admite, usando registros extra, incluyendo código inline, etc.) Además, como el recolector de basura de .NET mantiene siempre compactada la memoria dinámica las reservas de memoria se harán más rápido, sobre todo en aplicaciones que no agoten la memoria y, por tanto, no necesiten de una recolección de basura. Por estas razones, los ingenieros de Microsoft piensan que futuras versiones de sus jitters podrán incluso conseguir que el código gestionado se ejecute más rápido que el no gestionado.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Librería de clase base (BCL)

La Librería de Clase Base (BCL) es una librería incluida en el .NET Framework formada por cientos de tipos de datos que permiten acceder a los servicios ofrecidos por el CLR y a las funcionalidades más frecuentemente usadas a la hora de escribir programas. Además, a partir de estas clases prefabricadas el programador puede crear nuevas clases que mediante herencia extiendan su funcionalidad y se integren a la perfección con el resto de clases de la BCL. Por ejemplo, implementando ciertos interfaces podemos crear nuevos tipos de colecciones que serán tratadas exactamente igual que cualquiera de las colecciones incluidas en la BCL.

Esta librería está escrita en MSIL, por lo que puede usarse desde cualquier lenguaje cuyo compilador genere MSIL. A través de las clases suministradas en ella es posible desarrollar cualquier tipo de aplicación, desde las tradicionales aplicaciones de ventanas, consola o servicio de Windows NT hasta los novedosos servicios Web y páginas ASP.NET. Es tal la riqueza de servicios que ofrece que puede crearse lenguajes que carezcan de librería de clases propia y sólo usen la BCL -como C#.

Dado la amplitud de la BCL, ha sido necesario organizar las clases en ella incluida en espacios de nombres que agrupen clases con funcionalidades similares. Por ejemplo, los espacios de nombres más usados son:

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Espacio de nombres	Utilidad de los tipos de datos que contiene
System	Tipos muy frecuentemente usados, como los tipos básicos, tablas, excepciones, fechas, números aleatorios, recolector de basura, entrada/salida en consola, etc.
System.Collections	Colecciones de datos de uso común como pilas, colas, listas, diccionarios, etc.
System.Data	Manipulación de bases de datos. Forman la denominada arquitectura ADO.NET .
System.IO	Manipulación de ficheros y otros flujos de datos.
System.Net	Realización de comunicaciones en red.
System.Reflection	Acceso a los metadatos que acompañan a los módulos de código.
System.Runtime.Remoting	Acceso a objetos remotos.
System.Security	Acceso a la política de seguridad en que se basa el CLR.
System.Threading	Manipulación de hilos.
System.Web.UI.WebControls	Creación de interfaces de usuario basadas en ventanas para aplicaciones Web.
System.Windows.Forms	Creación de interfaces de usuario basadas en ventanas para aplicaciones estándar.
System.XML	Acceso a datos en formato XML.

Common Type System (CTS)

El Common Type System (CTS) o Sistema de Tipo Común es el conjunto de reglas que han de seguir las definiciones de tipos de datos para que el CLR las acepte. Es decir, aunque cada lenguaje gestionado disponga de su propia sintaxis para definir tipos de datos, en el MSIL resultante de la compilación de sus códigos fuente se ha de cumplir las reglas del CTS. Algunos ejemplos de estas reglas son:

- Cada tipo de dato puede constar de cero o más miembros. Cada uno de estos miembros puede ser un campo, un método, una propiedad o un evento.
- No puede haber herencia múltiple, y todo tipo de dato ha de heredar directa o indirectamente de `System.Object`.
- Los modificadores de acceso admitidos son:

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

Modificador	Código desde el que es accesible el miembro
public	Cualquier código
private	Código del mismo tipo de dato
family	Código del mismo tipo de dato o de hijos de éste.
assembly	Código del mismo ensamblado
family and assembly	Código del mismo tipo o de hijos de éste ubicado en el mismo ensamblado
family or assembly	Código del mismo tipo o de hijos de éste, o código ubicado en el mismo ensamblado

Common Language Specification (CLS)

El Common Language Specification (CLS) o Especificación del Lenguaje Común es un conjunto de reglas que han de seguir las definiciones de tipos que se hagan usando un determinado lenguaje gestionado si se desea que sean accesibles desde cualquier otro lenguaje gestionado. Obviamente, sólo es necesario seguir estas reglas en las definiciones de tipos y miembros que sean accesibles externamente, y no la en las de los privados. Además, si no importa la interoperabilidad entre lenguajes tampoco es necesario seguirlas. A continuación se listan algunas de reglas significativas del CLS:

- Los tipos de datos básicos admitidos son bool, char, byte, short, int, long, float, double, string y object. Nótese pues que no todos los lenguajes tienen porque admitir los tipos básicos enteros sin signo o el tipo decimal como lo hace C#.
- Las tablas han de tener una o más dimensiones, y el número de dimensiones de cada tabla ha de ser fijo. Además, han de indexarse empezando a contar desde 0.
- Se pueden definir tipos abstractos y tipos sellados. Los tipos sellados no pueden tener miembros abstractos.
- Las excepciones han de derivar de System.Exception, los delegados de System.Delegate, las enumeraciones de System.Enum, y los tipos por valor que no sean enumeraciones de System.ValueType.

TEMA 1: INTRODUCCIÓN A C#

- Los métodos de acceso a propiedades en que se traduzcan las definiciones get/set de éstas han de llamarse de la forma get_X y set_X respectivamente, donde X es el nombre de la propiedad; los de acceso a indizadores han de traducirse en métodos getItem y setItem; y en el caso de los eventos, sus definiciones add/remove han de traducirse en métodos de add_X y remove_X.
- En las definiciones de atributos sólo pueden usarse enumeraciones o datos de los siguientes tipos: System.Type, string, char, bool, byte, short, int, long, float, double y object.
- En un mismo ámbito no se pueden definir varios identificadores cuyos nombres sólo difieran en la capitalización usada. De este modo se evitan problemas al acceder a ellos usando lenguajes no sensibles a mayúsculas.
- Las enumeraciones no pueden implementar interfaces, y todos sus campos han de ser estáticos y del mismo tipo. El tipo de los campos de una enumeración sólo puede ser uno de estos cuatro tipos básicos: byte, short, int o long.