

А.В. Макаров, С.Ю. Скоробогатов, А.М. Чеповский

Учебный курс “СIL и системное программирование в Microsoft .NET”



Лекция 10.

Язык СIL: поддержка объектной модели

Введение

- Инструкции для поддержки объектной модели включают:
 - инструкции для работы с объектами
 - инструкции для работы с массивами
 - инструкции для работы с типами-значениями
 - инструкции для работы с типизированными ссылками

10.1. Инструкции для работы с объектами

- Инструкции для работы с объектами – это базовые инструкции для поддержки объектно-ориентированной парадигмы

10.1.1. Создание объектов

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x73	newobj	token	Создает новый объект и вызывает для него конструктор (token – токен метаданных, указывающий на конструктор)

- Диаграмма стека для инструкции **newobj**:

... , arg1, ... , argN -> ... , obj

10.1.2. Проверка типа объекта

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x74	castclass	token	Проверяет, соответствует ли тип объекта на вершине стека вычислений указанному типу. В случае несоответствия генерирует исключение <code>InvalidCastException</code> .
0x75	isinst	token	Проверяет, соответствует ли тип объекта на вершине стека вычислений указанному типу. Если соответствует, то оставляет объект на стекее, в противном случае заменяет объект на <code>null</code>

- Диаграмма стека для инструкций проверки типа объекта:

... , obj -> ... , obj

10.1.3. Работа с полями объектов

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x7B	ldfld	token	Загружает значение поля объекта. Диаграмма стека: ... , obj -> ... , value
0x7C	ldflda	token	Загружает адрес поля объекта. Диаграмма стека: ... , obj -> ... , addr
0x7D	stfld	token	Сохраняет значение в поле объекта. Диаграмма стека: ... , obj , value -> ...
0x7E	lds fld	token	Загружает значение статического поля объекта. Диаграмма стека: ... -> ... , value
0x7F	lds flda	token	Загружает адрес статического поля объекта. Диаграмма стека: ... -> ... , addr
0x80	sts fld	token	Сохраняет значение в статическом поле объекта. Диаграмма стека: ... , val -> ...

10.1.4. Вызов виртуальных методов

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x6F	callvirt	token	Вызов метода с использованием позднего связывания

- Диаграмма стека для инструкции **callvirt**:
... , obj, arg1, ... , argN -> ... , retVal

10.1.5. Загрузка строковых констант

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x72	ldstr	token	Создает на вершине стека объект-строку

- Диаграмма стека для инструкции **ldstr**:
... -> ... , obj

10.2. Инструкции для работы с массивами

- В принципе, массивы являются такими же объектами, как и экземпляры других классов. Но для более эффективной реализации и для сокращения размеров CIL-кода в наборе инструкций CLI предусмотрена специальные инструкции для работы с одномерными массивами, индексируемыми с нуля

10.2.1. Создание массивов

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x8D	newarr	token	Создает новый массив с элементами указанного типа

- Диаграмма стека для инструкции **newarr**:

... , num -> ... , array

10.2.2. Загрузка длины массива

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x8E	ldlen	—	Загружает на стек длину массива

- Диаграмма стека для инструкции **ldlen**:

... , array -> ... , length

Инструкции для загрузки элементов массивов

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x90	ldelem.i1	—	Загрузить элемент типа int8
0x91	ldelem.u1	—	Загрузить элемент типа unsigned int8
0x92	ldelem.i2	—	Загрузить элемент типа int16
0x93	ldelem.u2	—	Загрузить элемент типа unsigned int16
0x94	ldelem.i4	—	Загрузить элемент типа int32
0x95	ldelem.u4	—	Загрузить элемент типа unsigned int32
0x96	ldelem.i8 (ldelem.u8)	—	Загрузить элемент типа int64 или unsigned int64
0x97	ldelem.i	—	Загрузить элемент типа native int или unsigned native int
0x98	ldelem.r4	—	Загрузить элемент типа float32
0x99	ldelem.r8	—	Загрузить элемент типа float64
0x9A	ldelem.ref	—	Загрузить элемент — объектную ссылку

... , **array**, **index** -> ... , **value**

Инструкция загрузки адреса элемента массива

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x8F	ldelema	—	Загружает адрес элемента массива с указанным индексом

- Диаграмма стека для инструкции **ldelema**:

... , array, index -> ... , addr

Инструкции для сохранения значений в элементы массивов

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x9C	stelem.i1	—	Сохраняет значение типа int8 в элементе массива с указанным индексом
0x9D	stelem.i2	—	Сохраняет значение типа int16 в элементе массива с указанным индексом
0x9E	stelem.i4	—	Сохраняет значение типа int32 в элементе массива с указанным индексом
0x9F	stelem.i8	—	Сохраняет значение типа int64 в элементе массива с указанным индексом
0xA0	stelem.r4	—	Сохраняет значение типа float32 в элементе массива с указанным индексом
0xA1	stelem.r8	—	Сохраняет значение типа float64 в элементе массива с указанным индексом
0xA2	stelem.ref	—	Сохраняет значение объектной ссылки в элементе массива с указанным индексом
0x9B	stelem.i	—	Сохраняет значение типа native int в элементе массива с указанным индексом

... , array, index, value -> ...

10.3. Инструкции для работы с типами-значениями

- Специальный набор инструкций предусмотрен для поддержки операций с типами-значениями

10.3.1. Инициализация значения

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0xFE 0x15	initobj	token	Заполняет все поля значения нулями

- Диаграмма стека для инструкций **initobj**:
... , addr -> ...

10.3.2. Загрузка размера значения

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0xFE 0x1C	sizeof	token	Загружает на стек размер значения указанного типа

- Диаграмма стека для инструкций **sizeof**:

... -> ... , **size**

10.3.3. Копирование значений

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x70	срobj	token	Копирует значение. Диаграмма стека: ... , destAddr , srcAddr -> ...
0x71	ldobj	token	Загружает значение на стек вычислений. Диаграмма стека: ... , addr -> ... , valObj
0x81	stobj	token	Сохраняет значение со стека вычислений в память. Диаграмма стека: ... , addr , valObj -> ...

10.3.4. Упаковка и распаковка значений

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0x79	unbox	token	Выполняет распаковку значения. Диаграмма стека: ... , obj -> ... , ptr
0x8C	box	token	Упаковывает значение. Диаграмма стека: ... , value -> ... , obj

10.3.5. Загрузка описателя токена метаданных

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0xD0	ldtoken	token	Загружает описатель токена метаданных (структуры RuntimeTypeHandle, RuntimeMethodHandle, RuntimeFieldHandle)

- Диаграмма стека для инструкций **ldtoken**:

... -> ... , runtimeHandle

10.4. Инструкции для работы с типизированными ссылками

- Типизированные ссылки в системе типов .NET реализованы исключительно для поддержки некоторых особенностей синтаксиса и семантики языка Visual Basic .NET. Они представляют собой гибрид управляемого указателя и типа-значения
- Для работы с типизированными ссылками предусмотрены три инструкции CIL, которые мы рассмотрим в этом разделе

10.4.1. Создание типизированной ссылки

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0xC6	mkrefany	token	Создает типизированную ссылку на вершине стека вычислений.

- Диаграмма стека для инструкций **mkrefany**:
... , ptr -> ... , typedRef

10.4.2. Загрузка типа типизированной ссылки

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0xFE 0x1D	refanytype	—	Загружает токен, хранящийся в типизированной ссылке.

- Диаграмма стека для инструкций **refanytype**:
... , typedRef -> ... , type

10.4.3. Загрузка значения типизированной ссылки

Код	Инструкция	Встроенный операнд	Описание
0xC2	refanyval	token	Загружает адрес, хранящийся в типизированной ссылке.

- Диаграмма стека для инструкций **refanyval**:
... , typedRef -> ... , ptr