Wydanie V

C# 6.0

Kompletny przewodnik dla praktyków

„Witajcie w owocu współpracy najlepszych autorów, o których można marzyć w świecie książek o języku C# (i nie tylko!)”

— z przedmowy **Madsa Torgersena**, menedżera programu prac nad językiem C# w Microsofcie

MARK MICHAELIS
ERIC LIPPERT

IntelliTect

Helion

Tytuł oryginału: Essential C# 6.0 (5th Edition)

Tłumaczenie: Tomasz Walczak

ISBN: 978-83-283-2518-0

Authorized translation from the English language edition, entitled:
ESSENTIAL C# 6.0, Fifth Edition; ISBN 0134141040; by Mark Michaelis; and Eric Lippert;
published by Pearson Education, Inc, publishing as Addison-Wesley Professional.
Copyright © 2016 Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may by reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.
Polish language edition published by HELION SA. Copyright © 2016.

Microsoft, Windows, Visual Basic, Visual C#, and Visual C++ are either registered trademarks or trademarks of Microsoft Corporation in the U.S.A. and/or other countries/regions.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: *helion@helion.pl*
WWW: *http://helion.pl* (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/ch6kpp
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Pliki z przykładami omawianymi w książce można znaleźć pod adresem:
ftp://ftp.helion.pl/przyklady/ch6kpp.zip

Printed in Poland.

• Kup książkę
• Poleć książkę
• Oceń książkę

• Księgarnia internetowa
• Lubię to! » Nasza społeczność

Spis treści

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

Kup książkę Poleć książkę

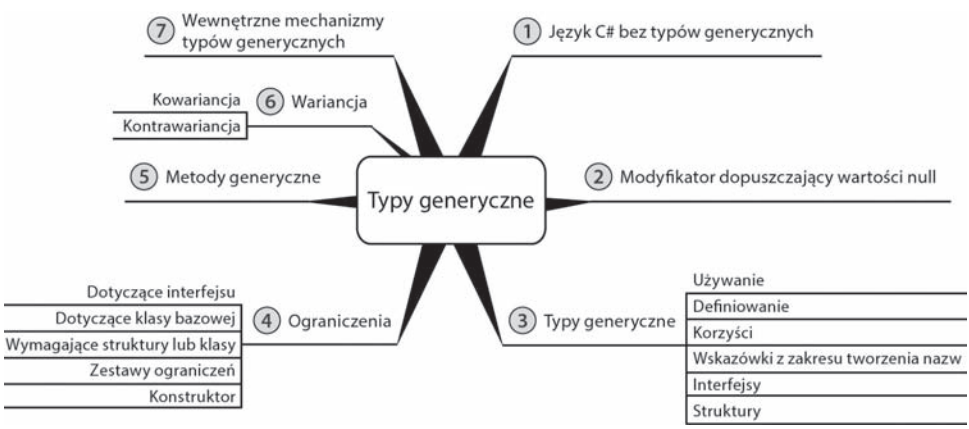
11

Typy generyczne

Początek 2.0

GDY ZACZNIESZ TWORZYĆ BARDZIEJ złożone projekty, będziesz potrzebował lepszego sposobu na ponowne wykorzystywanie i dostosowywanie istniejącego oprogramowania. Aby ułatwić wielokrotne wykorzystanie kodu (a zwłaszcza algorytmów), w języku C# udostępniono mechanizm **typów generycznych**. Podobnie jak metody są bardziej wartościowe, ponieważ mogą przyjmować argumenty, tak typy i metody przyjmujące argumenty określające typ dają dodatkowe możliwości.

Typy generyczne w języku C# są składniowo podobne do typów generycznych z Javy i szablonów z języka C++. We wszystkich trzech wymienionych językach wspomniane mechanizmy umożliwiają jednokrotne zaimplementowanie algorytmów i wzorców. Nie są potrzebne odrębne implementacje dla każdego typu, dla którego dany algorytm lub wzorzec działa. Jednak typy generyczne w języku C# znacznie różnią się od typów generycznych z Javy i szablonów z języka C++, jeśli chodzi o szczegóły implementacji oraz wpływ tych mechanizmów na system typów. Typy generyczne zostały dodane do środowiska uruchomieniowego i języka C# w wersji 2.0.



Kup książkę Poleć książkę

Język C# bez typów generycznych

W ramach omawiania typów generycznych najpierw przeanalizujemy klasę, w której takie typy nie są używane. Ta klasa, `System.Collections.Stack`, reprezentuje stos, czyli kolekcję obiektów, w której ostatni element dodawany do kolekcji jest pierwszym elementem z niej pobieranym (jest to kolekcja typu „ostatni na wejściu, pierwszy na wyjściu"; ang. *last in, first out* — **LIFO**). Dwie główne metody klasy `Stack`, czyli `Push()` i `Pop()`, dodają elementy do stosu i usuwają je z niego. Deklaracje tych metod z klasy `Stack` znajdują się na listingu 11.1.

Listing 11.1. Sygnatury metod klasy System.Collections.Stack

```
public class Stack
{
  public virtual object Pop() { ... }
  public virtual void Push(object obj) { ... }
  // ...
}
```

W programach stos często służy do umożliwiania wielokrotnego cofania operacji. Na przykład na listingu 11.2 kod używa klasy `System.Collections.Stack` do wycofywania operacji w programie symulującym działanie znikopisu.

Listing 11.2. Obsługa wycofywania operacji w programie symulującym działanie znikopisu

```
using System;
using System.Collections;

class Program
{
  // ...

  public void Sketch()
  {
    Stack path = new Stack();
    Cell currentPosition;
    ConsoleKeyInfo key; // Typ dodany w wersji C# 2.0.

    do
    {
      // Wymazywanie w kierunku określanym przez
      // strzałki wciśnięte przez użytkownika.
      key = Move();

      switch (key.Key)
      {
        case ConsoleKey.Z:
          // Wymazanie ostatnio narysowanego elementu.
          if (path.Count >= 1)
          {
            currentPosition = (Cell)path.Pop();
            Console.SetCursorPosition(
              currentPosition.X, currentPosition.Y);
            Undo();
```

2.0

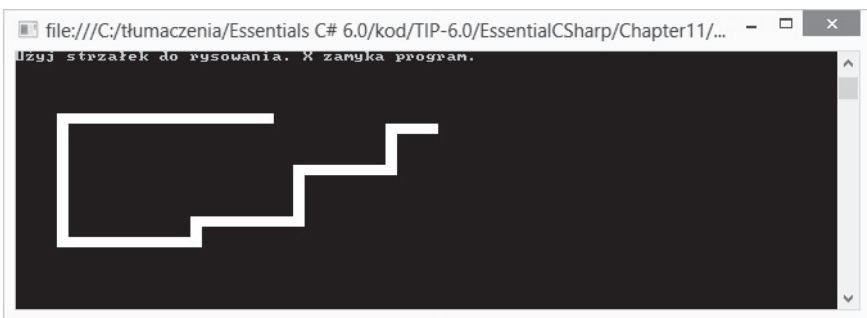
Kup książkę Poleć książkę

```
            }
            break;

          case ConsoleKey.DownArrow:
          case ConsoleKey.UpArrow:
          case ConsoleKey.LeftArrow:
          case ConsoleKey.RightArrow:
            // SaveState()
            currentPosition = new Cell(
              Console.CursorLeft, Console.CursorTop);
            path.Push(currentPosition);
            break;

          default:
            Console.Beep();  // Dodane w wersji C# 2.0.
            break;
        }
      }
      while (key.Key != ConsoleKey.X); // Klawisz X pozwala zamknąć program.
    }
}

public struct Cell
{
  // W wersjach starszych niż C# 6.0 należy użyć pola tylko do odczytu.
  public int X { get; }
  public int Y { get; }
  public Cell(int x, int y)
  {
    X = x;
    Y = y;
  }
}
```

2.0

Efekt uruchomienia kodu z listingu 11.2 znajdziesz w danych wyjściowych 11.1

DANE WYJŚCIOWE 11.1.



W zmiennej `path` typu `System.Collections.Stack` program zachowuje wcześniejsze ruchy pędzla, przekazując element niestandardowego typu `Cell` do metody `Stack.Push()` (w wyrażeniu `path.Push(currentPosition)`). Jeśli użytkownik wpisze literę *Z* (lub wybierze kombinację *Ctrl+Z*), poprzedni ruch pędzla zostaje anulowany. Anulowanie odbywa się przez

Kup książkę Poleć książkę

zdjęcie poprzedniego ruchu pędzla ze stosu za pomocą metody `Pop()`, przeniesienie pozycji kursora na wcześniejszą pozycję i wywołanie metody `Undo()`.

Choć ten kod działa, klasa `System.Collections.Stack` ma ważną wadę. Na listingu 11.1 pokazano, że klasa `Stack` przechowuje wartości typu `object`. Ponieważ każdy obiekt w środowisku CLR jest typu pochodnego od klasy `object`, klasa `Stack` nie sprawdza, czy elementy umieszczane w kolekcji są tego samego i odpowiedniego typu. Na przykład zamiast przekazywać zmienną `currentPosition`, możesz przekazać łańcuch znaków zawierający współrzędne `X` i `Y` połączone kropką. Kompilator musi zezwalać na zapis wartości niespójnych typów danych, ponieważ klasa `Stack` przyjmuje dowolny obiekt pochodny od klasy `object`. Specyficzny typ obiektu nie ma tu znaczenia.

2.0

Ponadto po pobraniu (za pomocą metody `Pop()`) danych ze stosu należy zrzutować zwróconą wartość na typ `Cell`. Jeśli jednak typ wartości zwróconej przez metodę `Pop()` jest różny od `Cell`, kod zgłosi wyjątek. Rzutowanie opóźnia sprawdzanie typu do czasu wykonywania programu, przez co program jest bardziej narażony na błędy. Podstawowy problem z tworzeniem (bez używania typów generycznych) klas, które mają obsługiwać różne typy danych, polega na tym, że typy te muszą działać dla wspólnej klasy bazowej lub wspólnego interfejsu. Zwykle tą wspólną klasą jest klasa `object`.

Używanie w klasach wykorzystujących klasę `object` typów bezpośrednich, na przykład struktur lub liczb całkowitych, dodatkowo nasila problem. Jeśli do metody `Stack.Push()` przekażesz wartość typu bezpośredniego, środowisko uruchomieniowe automatycznie opakuje tę wartość. W trakcie pobierania wartości typu bezpośredniego trzeba jawnie wypakować dane i zrzutować referencję do obiektu typu `object` (pobraną za pomocą metody `Pop()`) na typ bezpośredni. Rzutowanie typu referencyjnego na klasę bazową lub interfejs nie ma dużego wpływu na wydajność kodu, jednak operacja opakowywania typu bezpośredniego wiąże się z większymi kosztami, ponieważ trzeba przydzielić pamięć, skopiować wartość, a później odzyskać pamięć.

C# to język ułatwiający zachowanie bezpieczeństwa ze względu na typ. Język ten zaprojektowano w taki sposób, by wiele błędów związanych z typami (takich jak przypisanie liczby całkowitej do zmiennej typu `string`) było wykrywanych na etapie kompilacji. Problem polega na tym, że klasa `Stack` nie jest tak bezpieczna ze względu na typ, jak można tego oczekiwać po programach w języku C#. Aby zmodyfikować tę klasę i wymusić, by elementy stosu były określonego typu (jednak bez stosowania typów generycznych), należy utworzyć wyspecjalizowaną wersję klasy, przedstawioną na listingu 11.3.

Listing 11.3. Definicja wyspecjalizowanej wersji klasy Stack

```
public class CellStack
{
  public virtual Cell Pop();
  public virtual void Push(Cell cell);
  // ...
}
```

Ponieważ klasa `CellStack` może przechowywać tylko obiekty typu `Cell`, to rozwiązanie wymaga dodania niestandardowej implementacji metod potrzebnych do obsługi stosu, co

Kup książkę Poleć książkę

nie jest wygodne. Utworzenie bezpiecznego ze względu na typ stosu liczb całkowitych wymaga następnej niestandardowej implementacji, a każda z nich jest bardzo podobna do wszystkich pozostałych. To skutkuje powstaniem dużej ilości powtarzającego się nadmiarowego kodu.

2.0

ZAGADNIENIE DLA POCZĄTKUJĄCYCH

Inny przykład — typy bezpośrednie z możliwą wartością null

W rozdziale 2. opisano możliwość zadeklarowania zmiennych, które mogą zawierać wartość `null`. Wymaga to użycia modyfikatora ? w deklaracji zmiennej typu bezpośredniego. Ta możliwość pojawiła się w wersji C# 2.0, ponieważ potrzebne były do tego typy generyczne. Przed ich wprowadzeniem programiści mieli do wyboru dwa rozwiązania.

Pierwsze z nich polegało na zadeklarowaniu typów danych z obsługą wartości `null`. Potrzebny był jeden taki typ dla każdego typu bezpośredniego, który miał przyjmować wartości `null`. Kilka takich typów pokazano na listingu 11.4.

Listing 11.4. Deklarowanie wersji różnych typów bezpośrednich z dodaną obsługą wartości null

```
struct NullableInt
{
  /// <summary>
  /// Udostępnia wartość, jeśli metoda HasValue zwraca true.
  /// </summary>
  public int Value{ get; private set; }

  /// <summary>
  /// Określa, czy wartość jest dostępna, czy jest równa null.
  /// </summary>
  public bool HasValue{ get; private set; }

  // ...
}

struct NullableGuid
{
  /// <summary>
  /// Udostępnia wartość, jeśli metoda HasValue zwraca true.
  /// </summary>
  public Guid Value{ get; private set; }

  /// <summary>
  /// Określa, czy wartość jest dostępna, czy jest równa null.
  /// </summary>
  public bool HasValue{ get; private set; }

  ...
}
...
```

Na listingu 11.4 pokazano możliwe implementacje typów `NullableInt` i `NullableGuid`. Jeśli w programie potrzebne są dodatkowe typy bezpośrednie z obsługą wartości `null`, trzeba utworzyć nową strukturę z właściwościami działającymi dla odpowiedniego typu. Każdą poprawkę

2.0

Kup książkę Poleć książkę

w implementacji (na przykład dodanie zdefiniowanej przez użytkownika konwersji niejawnej z danego typu na jego odpowiednik obsługujący wartość `null`) wymaga wtedy zmodyfikowania deklaracji wszystkich typów.

Druga strategia implementowania typu z obsługą wartości `null` bez typów generycznych polega na utworzeniu jednego typu z właściwością `Value` typu `object`. To rozwiązanie pokazano na listingu 11.5.

Listing 11.5. Deklarowanie typu z obsługą wartości null, zawierającego właściwość Value typu object

```
struct Nullable
{
  /// <summary>
  /// Udostępnia wartość, jeśli metoda HasValue zwraca true.
  /// </summary>
  public object Value{ get; private set; }

  /// <summary>
  /// Określa, czy wartość jest dostępna, czy jest równa null.
  /// </summary>
  public bool HasValue{ get; private set; }

  ...
}
```

Choć ta technika wymaga utworzenia tylko jednej implementacji typu z obsługą wartości `null`, środowisko uruchomieniowe zawsze opakowuje wtedy typy bezpośrednie, gdy ustawiana jest wartość właściwości `Value`. Ponadto pobieranie wartości z tej właściwości wymaga rzutowania, którego wynik w czasie wykonywania programu może się okazać nieprawidłowy.

Żadne z tych rozwiązań nie jest atrakcyjne. Aby wyeliminować ten problem, w wersji C# 2.0 dodano typy generyczne. Typy z obsługą wartości `null` mają teraz postać typu generycznego `Nullable<T>`.

Wprowadzenie do typów generycznych

2.0

Typy generyczne zapewniają mechanizm tworzenia struktur danych, które można przekształcić na wyspecjalizowaną wersję w celu obsługi konkretnych typów. Programiści definiują **typy parametryzowane** w taki sposób, by dla każdej zmiennej określonego typu generycznego używany był ten sam wewnętrzny algorytm. Jednak typy danych i sygnatury metod mogą się zmieniać w zależności od podanego argumentu określającego typ.

Aby ułatwić programistom naukę, projektanci języka C# zdecydowali się na zastosowanie składni pozornie podobnej do składni szablonów z języka C++. W C# składnia tworzenia klas i struktur generycznych wymaga użycia nawiasów ostrych do deklarowania parametrów w deklaracji typu i do podawania argumentów, gdy typ jest używany.

Kup książkę Poleć książkę

Używanie klasy generycznej

Na listingu 11.6 pokazano, jak w klasie generycznej podać argument określający typ. W kodzie zmienna `path` jest tworzona jako stos obiektów typu `Cell`. W tym celu typ `Cell` jest podawany w nawiasie ostrym zarówno w wyrażeniu tworzącym obiekt, jak i w deklaracji zmiennej. Oznacza to, że gdy deklarujesz zmienną (tu jest to zmienna `path`) typu generycznego, C# wymaga, by podać argument określający typ używany przez dany typ generyczny. Na listingu 11.6 pokazano ten proces na przykładzie nowej generycznej klasy `Stack`.

Listing 11.6. Implementowanie wycofywania operacji za pomocą generycznej klasy Stack

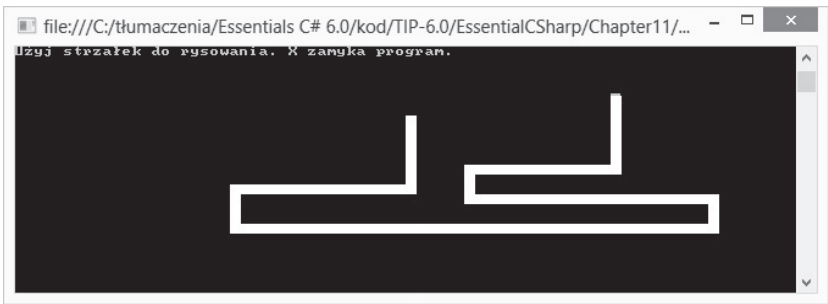
```
using System;
using System.Collections.Generic;

class Program
{
  // ...

  public void Sketch()
  {
    Stack<Cell> path;           // Deklaracja zmiennej typu generycznego.
    path = new Stack<Cell>();   // Tworzenie obiektu typu generycznego.
    Cell currentPosition;
    ConsoleKeyInfo key;

    do
    {
      // Rysowanie kreski w kierunku określonym przez
      // strzałkę wciśniętą przez użytkownika.
      key = Move();

      switch (key.Key)
      {
        case ConsoleKey.Z:
          // Cofnięcie poprzedniego ruchu pędzla.
          if (path.Count >= 1)
          {
            // Rzutowanie nie jest potrzebne.
            currentPosition = path.Pop();
            Console.SetCursorPosition(
              currentPosition.X, currentPosition.Y);
            Undo();
          }
          break;

        case ConsoleKey.DownArrow:
        case ConsoleKey.UpArrow:
        case ConsoleKey.LeftArrow:
        case ConsoleKey.RightArrow:
          // SaveState()
          currentPosition = new Cell(
            Console.CursorLeft, Console.CursorTop);
          // W wywołaniu Push() można używać tylko zmiennych typu Cell.
          path.Push(currentPosition);
          break;
```

2.0

```
        default:
          Console.Beep(); // Metoda dodana w wersji C# 2.0.
          break;
      }
    } while (key.Key != ConsoleKey.X); // Klawisz X pozwala zamknąć aplikację.
  }
}
```

Wynik działania kodu z listingu 11.6 pokazano w danych wyjściowych 11.2.

DANE WYJŚCIOWE 11.2.



2.0

Na listingu 11.6 deklarowana jest zmienna `path` inicjowana nowym obiektem klasy `System.Collections.Generic.Stack<Cell>`. W nawiasie ostrym podano, że typ danych elementów stosu to `Cell`. Dlatego każdy obiekt dodawany do zmiennej `path` i z niej pobierany jest typu `Cell`. Nie trzeba więc rzutować wartości zwracanej przez metodę `path.Pop()` ani samodzielnie zapewniać, że tylko obiekty typu `Cell` są dodawane za pomocą metody `Push()` do zmiennej `path`.

Definiowanie prostej klasy generycznej

Typy generyczne umożliwiają tworzenie algorytmów i wzorców oraz ponowne wykorzystanie napisanego kodu dla innych typów danych. Na listingu 11.7 tworzona jest klasa `Stack<T>`, podobna do klasy `System.Collections.Generic.Stack<T>` użytej na listingu 11.6. **Parametr określający typ** (`T`) należy podać w nawiasie ostrym po nazwie klasy. Później do generycznego typu `Stack<T>` można przekazać jeden argument określający typ, podstawiany wszędzie tam, gdzie w klasie występuje `T`. Dzięki temu stos może przechowywać elementy dowolnego podanego typu. Nie wymaga to duplikowania kodu ani konwersji elementów na typ `object`. Parametr `T` (określający typ) to symbol zastępczy, który należy zastąpić argumentem określającym typ. Na listingu 11.7 parametr określający typ jest używany w wewnętrznej tablicy `Items`, w parametrze metody `Push()` i w wartości zwracanej przez metodę `Pop()`.

Listing 11.7. Deklarowanie generycznej klasy Stack<T>

```
public class Stack<T>
{
  // W wersjach starszych niż C# 6.0 należy zastosować pole tylko do odczytu.
  private T[] InternalItems { get; }
```

Kup książkę Poleć książkę

```
  public void Push(T data)
  {
    ...
  }

  public T Pop()
  {
    ...
  }
}
```

Zalety typów generycznych

2.0

Stosowanie klas generycznych zamiast ich standardowych odpowiedników (na przykład użytej wcześniej klasy `System.Collections.Generic.Stack<T>` zamiast jej pierwowzoru `System.Col` ↪`lections.Stack`) daje kilka korzyści.

1. Typy generyczne pozwalają zwiększyć bezpieczeństwo ze względu na typ. Uniemożliwiają stosowanie typów innych niż typy jawnie określone dla składowych parametryzowanej klasy. Na listingu 11.7 reprezentująca stos parametryzowana klasa `Stack<Cell>` pozwala stosować tylko typ `Cell`. Na przykład instrukcja `path.` ↪`Push("garbage")` spowoduje błąd kompilacji informujący, że nie istnieje wersja przeciążonej metody `System.Collections.Generic.Stack<T>.Push(T)` działająca na łańcuchach znaków, ponieważ łańcucha nie można przekształcić na typ `Cell`.
2. Sprawdzanie typów na etapie kompilacji zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia wyjątków typu `InvalidCastException` w czasie wykonywania programu.
3. Używanie typów bezpośrednich w składowych klasy generycznej nie powoduje opakowywania wartości tych typów w typ `object`. Na przykład metody `path.Pop()` i `path.Push()` nie wymagają opakowania elementu w momencie dodawania go i wypakowywania w trakcie usuwania.
4. Typy generyczne w języku C# zmniejszają ilość kodu. Pozwalają zachować korzyści, jakie dają specyficzne wersje klasy, ale nie powodują analogicznych kosztów. Nie trzeba na przykład definiować nowej klasy `CellStack`.
5. Wydajność kodu rośnie, ponieważ nie jest potrzebne rzutowanie z typu `object`. Eliminuje to operację sprawdzania typu. Inną przyczyną wzrostu wydajności jest to, że nie trzeba opakowywać wartości typów bezpośrednich.
6. Typy generyczne zmniejszają ilość zajmowanej pamięci, ponieważ nie trzeba opakowywać wartości. Dzięki temu program zużywa mniej pamięci na stercie.
7. Kod staje się bardziej czytelny, ponieważ jest w nim mniej operacji sprawdzania typów przy rzutowaniu i mniej implementacji specyficznych typów.
8. Edytory wspomagające pisanie kodu za pomocą jednej z odmian mechanizmu *IntelliSense* bezpośrednio obsługują wartości zwracane przez klasy generyczne. Nie trzeba rzutować zwracanych danych, aby używać mechanizmu *IntelliSense*.

Kup książkę Poleć książkę

Istotą typów generycznych jest umożliwienie implementowania wzorców i wielokrotne wykorzystywanie tych implementacji wszędzie tam, gdzie dany wzorzec jest potrzebny. Wzorce opisują problemy, które często występują w kodzie. Szablony zapewniają jedno rozwiązanie dla tych powtarzających się wzorców.

2.0

Wskazówki związane z tworzeniem nazw parametrów określających typy

Podobnie jak nazwy parametrów formalnych metod, tak i nazwy parametrów określających typ powinny być jak najbardziej opisowe. Ponadto aby podkreślić, że dany parametr określa typ, nazwę takiego parametru należy poprzedzić literą `T`. Na przykład w definicji klasy `Entity ↪Collection<TEntity>` nazwa parametru określającego typ to `TEntity`.

Z opisowych nazw można zrezygnować w jednej sytuacji — wtedy, gdy nie dodają żadnej wartości. Na przykład użycie samej litery `T` w nazwie klasy `Stack<T>` jest odpowiednie, ponieważ informacja, że `T` to parametr określający typ, jest wystarczająco opisowa. Stos działa dla obiektów dowolnego typu.

W następnym podrozdziale zapoznasz się z ograniczeniami. Dobrą praktyką jest używanie nazw opisujących ograniczenia. Na przykład jeśli jako parametr trzeba podać typ z implementacją interfejsu `IComponent`, możesz nazwać ten parametr `TComponent`.

Wskazówki

STOSUJ opisowe nazwy parametrów określających typ i poprzedzaj te nazwy literą **T**.

ROZWAŻ podanie ograniczenia w nazwie parametru określającego typ.

Generyczne interfejsy i struktury

C# obsługuje stosowanie typów generycznych w różnych konstrukcjach języka, w tym w interfejsach i strukturach. Składnia jest tu identyczna jak dla klas. Aby zadeklarować interfejs z parametrem określającym typ, umieść ten parametr w nawiasie ostrym bezpośrednio po nazwie interfejsu. Pokazano to w przykładowym interfejsie `IPair<T>` na listingu 11.8.

Listing 11.8. Deklarowanie generycznego interfejsu

```
interface IPair<T>
{
  T First { get; set; }
  T Second { get; set; }
}
```

Ten interfejs reprezentuje parę podobnych obiektów (na przykład współrzędnych punktu, biologicznych rodziców danej osoby lub węzłów w drzewie binarnym). Oba elementy w parze są tego samego typu.

2.0

Kup książkę Poleć książkę

Aby zaimplementować ten interfejs, należy zastosować taką samą składnię jak w klasach niegenerycznych. Zauważ, że dozwolone (i często spotykane) jest użycie argumentu określającego typ z jednego typu generycznego także w innym typie. Taka sytuacja ma miejsce na listingu 11.9. Argument określający typ dla interfejsu jest jednocześnie argumentem określającym typ w strukturze. W tym przykładzie zamiast klasy zastosowano właśnie strukturę, co jest dowodem na to, że C# umożliwia tworzenie niestandardowych generycznych typów bezpośrednich.

Listing 11.9. Implementowanie generycznego interfejsu

```
public struct Pair<T>: IPair<T>
{
  public T First { get; set; }
  public T Second { get; set; }
}
```

Obsługa generycznych interfejsów jest ważna zwłaszcza w klasach reprezentujących kolekcje. To właśnie w takich klasach najczęściej używa się typów generycznych. Przed wprowadzeniem takich typów programiści musieli posługiwać się zestawem interfejsów z przestrzeni nazw `System.Collections`. Te interfejsy (podobnie jak klasy z ich implementacjami) działały tylko dla typu `object`, dlatego dostęp do elementów z takich klas zawsze wymagał rzutowania. Dzięki zastosowaniu generycznych interfejsów bezpiecznych ze względu na typ można uniknąć rzutowania.

ZAGADNIENIE DLA ZAAWANSOWANYCH

Wielokrotne implementowanie jednego interfejsu w tej samej klasie

Dwie deklaracje tego samego generycznego interfejsu są uznawane za różne typy. Dlatego ten sam generyczny interfejs można wielokrotnie zaimplementować w jednej klasie lub strukturze. Przyjrzyj się przykładowi z listingu 11.10.

Listing 11.10. Wielokrotne implementowanie interfejsu w jednej klasie

```
public interface IContainer<T>
{
  ICollection<T> Items { get; set; }
  {
    get;
    set;
  }
}

public class Person: IContainer<Address>,
  IContainer<Phone>, IContainer<Email>
{
  ICollection<Address> IContainer<Address>.Items
  {
    get{...}
    set{...}
  }
```

2.0

Kup książkę Poleć książkę

```
  ICollection<Phone> IContainer<Phone>.Items
  {
    get{...}
    set{...}
  }
  ICollection<Email> IContainer<Email>.Items
  {
    get{...}
    set{...}
  }
}
```

W tym przykładzie właściwość `Items` pojawia się wielokrotnie w jawnie zaimplementowanych interfejsach z różnymi parametrami określającymi typ. Bez typów generycznych to rozwiązanie byłoby niemożliwe. Kompilator umożliwiłby jawne zaimplementowanie tylko jednej właściwości `IContainer.Items`.

Jednak technikę implementowania wielu wersji „tego samego" interfejsu wiele osób uznaje za złą praktykę, ponieważ może utrudniać zrozumienie kodu (zwłaszcza gdy interfejs pozwala na konwersje kowariantne lub kontrawariantne). Ponadto klasę `Person` można uznać za źle zaprojektowaną. Normalnie nie uważamy osoby za „coś, co może udostępniać zestaw adresów e-mail". Jeśli czujesz pokusę zaimplementowania w klasie trzech wersji tego samego interfejsu, pomyśl, czy nie lepiej będzie zamiast tego zaimplementować trzech właściwości, na przykład `EmailAddresses`, `PhoneNumbers` i `MailingAddresses`, z których każda zwraca odpowiednią implementację generycznego interfejsu.

Wskazówka

UNIKAJ implementowania wielu wersji tego samego generycznego interfejsu w jednym typie.

2.0

Definiowanie konstruktora i finalizatora

Zaskoczeniem może się okazać to, że konstruktory (i finalizator) klasy lub struktury generycznej nie wymagają parametrów określających typ. Oznacza to, że zapis `Pair<T>(){...}` nie jest konieczny. W klasie `Pair` na listingu 11.11 konstruktor jest zadeklarowany z sygnaturą `public Pair(T first, T second)`.

Listing 11.11. Deklarowanie konstruktora typu generycznego

```
public struct Pair<T>: IPair<T>
{
  public Pair(T first, T second)
  {
    First = first;
    Second = second;
  }
```

Kup książkę Poleć książkę

```
  public T First { get; set; }
  public T Second { get; set; }
}
```

Określanie wartości domyślnej

Na listingu 11.11 występuje konstruktor, który przyjmuje początkowe wartości właściwości `First` i `Second` oraz przypisuje je do pól `_First` i `_Second`. Ponieważ typ `Pair<T>` to struktura, konstruktor musi inicjować wszystkie jej pola. Prowadzi to jednak do problemu. Pomyśl o konstruktorze z typu `Pair<T>`, który w trakcie tworzenia obiektu inicjuje tylko jeden element z pary.

Zdefiniowanie takiego konstruktora, pokazanego na listingu 11.12, prowadzi do błędu kompilacji, ponieważ pole `_Second` po zakończeniu pracy konstruktora wciąż nie jest zainicjowane. Zainicjowanie pola `_Second` sprawia trudność, ponieważ typ danych `T` nie jest znany. Jeśli używany jest typ referencyjny, można ustawić wartość `null`, jednak to rozwiązanie nie zadziała, jeżeli `T` to typ bezpośredni, który nie obsługuje wartości `null`.

Listing 11.12. Jeśli nie wszystkie pola zostaną zainicjowane, wystąpi błąd kompilacji

```
public struct Pair<T>: IPair<T>
{
  // BŁĄD: Do pola 'Pair<T>._second' trzeba przypisać
  //          wartość przed wyjściem sterowania poza konstruktor.
  // public Pair(T first)
  // {
  //    First = first;
  // }

  // ...
}
```

2.0

Aby umożliwić rozwiązanie tego problemu, w języku C# udostępniono operator `default`, opisany wcześniej w rozdziale 8., gdzie wyjaśniono, że wartość domyślną typu `int` można podać za pomocą wyrażenia `default(int)`. Gdy używany jest typ `T` (potrzebny w polu `_Second`), można podać wartość `default(T)`. Tę technikę zastosowano na listingu 11.13.

Listing 11.13. Inicjowanie pola za pomocą operatora default

```
public struct Pair<T>: IPair<T>
{
  public Pair(T first)
  {
    First = first;
    Second = default(T);
  }

  // ...
}
```

Operator `default` pozwala podać wartość domyślną dowolnego typu (także podanego za pomocą parametru).

Kup książkę Poleć książkę

Wiele parametrów określających typ

W typach generycznych można zadeklarować dowolną liczbę parametrów określających typ. W przedstawionym na początku typie `Pair<T>` występował tylko jeden taki parametr. Aby umożliwić zapis niejednorodnej pary obiektów, na przykład pary nazwa-wartość, możesz utworzyć nową wersję tego typu, obejmującą dwa parametry określające typ. To rozwiązanie pokazano na listingu 11.14.

Listing 11.14. Deklarowanie typu generycznego z kilkoma parametrami określającymi typ

```
interface IPair<TFirst, TSecond>
{
  TFirst First { get; set; }
  TSecond Second { get; set; }
}

public struct Pair<TFirst, TSecond>: IPair<TFirst, TSecond>
{
  public Pair(TFirst first, TSecond second)
  {
    First = first;
    Second = second;
  }

  public TFirst First { get; set; }
  public TSecond Second { get; set; }
}
```

2.0

Gdy używasz klasy `Pair<TFirst, TSecond>`, powinieneś podać oba parametry określające typ w nawiasie ostrym w deklaracji i przy inicjowaniu obiektu. Następnie należy stosować właściwe typy dla parametrów metod w ich wywołaniach. To podejście pokazano na listingu 11.15.

Listing 11.15. Używanie typu z kilkoma parametrami określającymi typ

```
Pair<int, string> historicalEvent =
  new Pair<int, string>(1914,
    "Shackleton wyrusza na Biegun Północny na statku Endurance");
Console.WriteLine("{0}: {1}",
  historicalEvent.First, historicalEvent.Second);
```

Liczba parametrów określających typ (czyli **arność**) jednoznacznie odróżnia daną klasę od innych klas o tej samej nazwie. Można więc w jednej przestrzeni nazw zdefiniować klasy `Pair<T>` i `Pair<TFirst, TSecond>`, ponieważ mają różną arność. Ponadto z powodu podobnego działania typy generyczne różniące się tylko arnością należy umieszczać w tych samych plikach z kodem w języku C#.

Wskazówka

UMIESZCZAJ w jednym pliku klasy generyczne różniące się tylko liczbą parametrów określających typ.

Kup książkę Poleć książkę

Różna arność

Początek 4.0

W wersji C# 4.0 zespół odpowiedzialny za środowisko CLR zdefiniował dziewięć nowych typów generycznych. Wszystkie te typy reprezentują krotki i noszą nazwę `Tuple`. W typach `Tuple`, podobnie jak w typach `Pair<…>`, można wielokrotnie wykorzystać tę samą nazwę, ponieważ typy te różnią się arnością (każda wersja ma inną liczbę parametrów określających typ). Te typy pokazano na listingu 11.16.

2.0

Listing 11.16. Wykorzystanie arności do przeciążenia definicji typu

```
public class Tuple { ... }
public class Tuple<T1>:
  IStructuralEquatable, IStructuralComparable, IComparable {...}
public class Tuple<T1, T2>: ... {...}
public class Tuple<T1, T2, T3>: ... {...}
public class Tuple<T1, T2, T3, T4>: ... {...}
public class Tuple<T1, T2, T3, T4, T5>: ... {...}
public class Tuple<T1, T2, T3, T4, T5, T6>: ... {...}
public class Tuple<T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7>: ... {...}
public class Tuple<T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, TRest>: ... {...}
```

Zestaw klas `Tuple<…>` zaprojektowano w tym samym celu co typy `Pair<T>` i `Pair<TFirst, TSecond>`, jednak klasy `Tuple` umożliwiają obsługę do siedmiu argumentów określających typ. W ostatniej wersji klasy `Tuple` z listingu 11.16 parametr `TRest` można wykorzystać do zapisania następnego obiektu typu `Tuple`. Dlatego liczba elementów w krotce jest potencjalnie nieskończona.

Inną ciekawą składową rodziny klas `Tuple` jest niegeneryczna klasa `Tuple`. Ta klasa ma osiem statycznych metod fabrycznych, które służą do tworzenia obiektów różnych generycznych typów `Tuple`. Choć każdy typ generyczny umożliwia bezpośrednie tworzenie obiektów za pomocą konstruktora, metody fabryczne z klasy `Tuple` automatycznie wykrywają typy argumentów. Różnicę między bezpośrednimi wywołaniami a używaniem metod fabrycznych pokazano na listingu 11.17.

Listing 11.17. Używanie metod fabrycznych Create() z klasy Tuple

```
Tuple<string, Contact> keyValuePair;
keyValuePair =
  Tuple.Create(
    "555-55-5555", new Contact("Inigo Montoya"));
keyValuePair =
  new Tuple<string, Contact>(
    "555-55-5555", new Contact("Inigo Montoya"));
```

Gdy liczba elementów w obiektach typu `Tuple` jest duża, podawanie wszystkich argumentów określających typ jest kłopotliwe. Łatwiej zastosować wówczas metody fabryczne `Create()`.

Na podstawie tego, że w bibliotece platformy zadeklarowanych jest osiem różnych generycznych typów `Tuple`, można się domyślić, iż w systemie plików środowiska CLR nie są obsługiwane typy generyczne o różnej liczbie parametrów. Metody mogą przyjmować dowolną liczbę argumentów za pomocą tablic z parametrami, nie istnieje jednak analogiczna technika dla typów generycznych. Każdy typ generyczny musi mieć ściśle określoną arność.

Koniec 4.0

Kup książkę Poleć książkę

Zagnieżdżone typy generyczne

2.0

Parametry określające typ w typie generycznym są automatycznie kaskadowo przekazywane w dół do typów zagnieżdżonych. Na przykład jeśli w danym typie zadeklarowany jest określający typ parametr `T`, wszystkie typy zagnieżdżone też będą generyczne, a parametr `T` również będzie w nich dostępny. Jeżeli typ zagnieżdżony ma własny określający typ parametr `T`, spowoduje on ukrycie parametru z nadrzędnego typu. Wtedy wszystkie referencje do parametru `T` w typie zagnieżdżonym będą dotyczyły parametru właśnie z tego typu. Na szczęście ponowne użycie w typie zagnieżdżonym określającego typ parametru o wykorzystanej już nazwie powoduje, że kompilator wyświetla ostrzeżenie. Zapobiega to przypadkowemu użyciu parametrów o tej samej nazwie (zobacz listing 11.18).

Listing 11.18. Zagnieżdżone typy generyczne

```
class Container<T, U>
{
  // Klasy zagnieżdżone dziedziczą parametry określające typ.
  // Ponowne wykorzystanie nazwy takiego parametru
  // prowadzi do zgłoszenia ostrzeżenia.
  class Nested<U>
  {
    void Method(T param0, U param1)
    {
    }
  }
}
```

Określające typ parametry z typu nadrzędnego są dostępne w typie zagnieżdżonym w ten sam sposób jak składowe typu nadrzędnego. Reguła jest prosta — parametr określający typ jest dostępny wszędzie wewnątrz typu, w jakim go zadeklarowano.

Wskazówka

UNIKAJ ukrywania określającego typ parametru z typu nadrzędnego przez tworzenie parametru o identycznej nazwie w typie zagnieżdżonym.

Ograniczenia

Typy generyczne umożliwiają definiowanie ograniczeń dotyczących parametrów określających typ. Te ograniczenia gwarantują, że typy podane jako argumenty będą zgodne z wymaganymi regułami. Przyjrzyj się przykładowej klasie `BinaryTree<T>` z listingu 11.19.

2.0

Listing 11.19. Deklaracja klasy BinaryTree<T> bez ograniczeń

```
public class BinaryTree<T>
{
  public BinaryTree ( T item)
  {
    Item = item;
```

Kup książkę Poleć książkę

```
  }

  public T Item { get; set; }
  public Pair<BinaryTree<T>> SubItems { get; set; }
}
```

Ciekawostką jest to, że w klasie `BinaryTree<T>` wewnętrznie używany jest typ `Pair<T>`. Jest to dopuszczalne, ponieważ `Pair<T>` to zwykły inny typ.

Załóżmy, że chcesz, by drzewo sortowało wartości w obiekcie typu `Pair<T>` przypisywanym do właściwości `SubItems`. Aby posortować dane, akcesor `set` właściwości `SubItems` używa metody `CompareTo()` z podanego klucza. Ilustruje to listing 11.20.

Listing 11.20. Do działania interfejsu potrzebny jest parametr określający typ

```
public class BinaryTree<T>
{
  public T Item { get; set; }
  public Pair<BinaryTree<T>> SubItems
  {
    get{ return _SubItems; }
    set
    {
      IComparable<T> first;
      // BŁĄD: nie można przeprowadzić niejawnej konwersji.
      first = value.First; // Konieczne jest jawne rzutowanie.

      if (first.CompareTo(value.Second) < 0)
      {
        // Wartość właściwości First jest mniejsza niż właściwości Second.
        // ...
      }
      else
      {
        // Wartości właściwości First i Second są takie same
        // lub wartość właściwości Second jest mniejsza.
        // ...
      }
      _SubItems = value;
    }
  }
  private Pair<BinaryTree<T>> _SubItems;
}
```

2.0

W trakcie kompilacji określający typ parametr `T` jest generyczny i nie obowiązują dla niego ograniczenia. Gdy kod wygląda tak jak na listingu 11.20, kompilator przyjmuje, że typ `T` zawiera jedynie składowe odziedziczone po typie bazowym `object`. Można tak przyjąć, ponieważ `object` jest klasą bazową wszystkich typów. Dlatego dla obiektów typu `T` można wywoływać tylko takie metody jak `ToString()`. W efekcie kompilator wyświetla błąd kompilacji, ponieważ w typie `object` nie zdefiniowano metody `CompareTo()`.

By uzyskać dostęp do metody `CompareTo()`, parametr `T` można zrzutować na interfejs `IComparable<T>`. Ilustruje to listing 11.21.

Kup książkę Poleć książkę

Listing 11.21. Parametr określający typ musi być zgodny z interfejsem; w przeciwnym razie wystąpi wyjątek

```
public class BinaryTree<T>
{
  public T Item { get; set; }
  public Pair<BinaryTree<T>> SubItems
  {
    get{ return _SubItems; }
    set
    {
      IComparable<T> first;
      first = (IComparable<T>)value.First.Item;

      if (first.CompareTo(value.Second.Item) < 0)
      {
        // Wartość właściwości First jest mniejsza niż właściwości Second.
        ...
      }
      else
      {
        // Wartość właściwości Second jest mniejsza lub równa względem właściwości First.
        ...
      }
      _SubItems = value;
    }
  }
  private Pair<BinaryTree<T>> _SubItems;
}
```

Niestety, jeśli teraz zadeklarujesz zmienną klasy `BinaryTree<Typ>`, a podany typ nie zawiera implementacji interfejsu `IComparable<Typ>`, wystąpi błąd czasu wykonania (`InvalidCastException`). To sprawia, że główny powód stosowania typów generycznych — poprawa bezpieczeństwa ze względu na typ — staje się nieaktualny.

2.0

Aby w przypadku gdy podany typ nie zawiera implementacji interfejsu, uniknąć wspomnianego wyjątku i zamiast niego otrzymać błąd kompilacji, można podać dostępną w języku C# opcjonalną listę **ograniczeń** dla każdego określającego typ parametru zadeklarowanego w typie generycznym. Ograniczenie opisuje cechy, jakich dany typ generyczny wymaga od typów podawanych w parametrach. Do deklarowania ograniczeń służy słowo kluczowe `where`, po którym podawana jest para parametr-wymaganie. Parametry muszą być parametrami danego typu generycznego, a wymagania dotyczą klas lub interfejsów, na jakie możliwe musi być przekształcenie typu podanego w parametrze, wymagają obecności konstruktora domyślnego lub określają, że konieczny jest typ referencyjny bądź bezpośredni.

Ograniczenia dotyczące interfejsu

Aby zapewnić właściwy porządek węzłów w drzewie binarnym, można wykorzystać metodę `CompareTo()` z klasy `BinaryTree`. Najlepszym rozwiązaniem jest dodanie ograniczenia dotyczącego określającego typ parametru `T`. Podany typ powinien implementować interfejs `IComparable<T>`. Składnię służącą do deklarowania takiego ograniczenia przedstawiono na listingu 11.22.

Kup książkę Poleć książkę

Listing 11.22. Deklarowanie ograniczenia dotyczącego interfejsu

```
public class BinaryTree<T>
  where T: System.IComparable<T>
{
  public T Item { get; set; }
  public Pair<BinaryTree<T>> SubItems
  {
    get{ return _SubItems; }
    set
    {
      IComparable<T> first;
      // Zauważ, że teraz można pominąć rzutowanie.
      first = value.First.Item;

      if (first.CompareTo(value.Second.Item) < 0)
      {
        // Wartość właściwości First jest mniejsza niż wartość właściwości Second.
        ...
      }
      else
      {
        // Wartość właściwości Second jest mniejsza lub równa względem właściwości First.
        ...
      }
      _SubItems = value;
    }
  }
  private Pair<BinaryTree<T>> _SubItems;
}
```

2.0

Po dodaniu na listingu 11.22 ograniczenia dotyczącego interfejsu kompilator za każdym razem, gdy używasz klasy `BinaryTree<T>`, sprawdza, czy podany typ zawiera implementację odpowiedniej wersji interfejsu `IComparable<T>`. Ponadto nie trzeba teraz jawnie rzutować zmiennej na interfejs `IComparable<T>` przed wywołaniem metody `CompareTo()`. Rzutowanie nie jest potrzebne nawet do uzyskania dostępu do składowych z jawnie podawanym interfejsem, gdzie w innych kontekstach brak rzutowania powoduje ukrycie danej składowej. Gdy wywołujesz metodę obiektu typu podanego w parametrze typu generycznego, kompilator sprawdza, czy dana metoda pasuje do którejś z metod dowolnego interfejsu zadeklarowanego w ograniczeniach.

Jeśli teraz spróbujesz utworzyć zmienną typu `BinaryTree<T>`, podając w parametrze typ `System.Text.StringBuilder`, wystąpi błąd kompilacji, ponieważ typ `StringBuilder` nie zawiera implementacji interfejsu `IComparable<StringBuilder>`. Wyświetlany jest wtedy komunikat podobny do tekstu z danych wyjściowych 11.3.

DANE WYJŚCIOWE 11.3.

```
error CS0311: The type 'System.Text.StringBuilder' cannot be used as type
parameter 'T' in the generic type or method 'BinaryTree<T>'. There is no
implicit reference conversion from 'System.Text.StringBuilder' to
'System.IComparable<System.Text.StringBuilder>'.
```

Kup książkę Poleć książkę

Aby zażądać implementacji danego interfejsu, należy zadeklarować **ograniczenie dotyczące interfejsu**. Dzięki takiemu ograniczeniu nie trzeba nawet rzutować wartości, by wywołać składowe z jawnie podawanym interfejsem.

Ograniczenia dotyczące klasy

Czasem przydatne jest ograniczenie polegające na tym, że argument ma określać typ, który można przekształcić na wskazaną klasę. W tym celu należy zastosować **ograniczenie dotyczące klasy**, pokazane na listingu 11.23.

Listing 11.23. Deklarowanie ograniczenia dotyczącego klasy

```
public class EntityDictionary<TKey, TValue>
  : System.Collections.Generic.Dictionary<TKey, TValue>
  where TValue : EntityBase
{
  ...
}
```

2.0

Na listingu 11.23 w klasie `EntityDictionary<TKey, TValue>` wymagane jest, by wszystkie typy podawane jako parametr `TValue` umożliwiały niejawną konwersję na klasę `EntityBase`. Dzięki temu wymogowi w implementacji typu generycznego możliwe jest używanie składowych klasy `EntityBase` w wartościach typu `TValue`. Jest tak, ponieważ ograniczenie gwarantuje, że wszystkie typy podane jako argument można niejawnie przekształcić na klasę `EntityBase`.

Składnia służąca do dodawania ograniczenia dotyczącego klasy jest taka sama jak dla ograniczenia dotyczącego interfejsu. Ważne jest jednak to, że ograniczenia dotyczące klasy trzeba podawać przed ograniczeniami dotyczącymi interfejsu (podobnie jak w deklaracji klasy klasę bazową podaje się przed listą implementowanych interfejsów). Jednak — inaczej niż w przypadku ograniczeń dotyczących interfejsu — nie jest możliwe dodanie kilku ograniczeń dotyczących klasy. Wynika to z tego, że klasa nie może dziedziczyć po kilku niepowiązanych ze sobą klasach. W ograniczeniu dotyczącym klasy nie można też podawać klas zamkniętych i typów innych niż klasy. C# nie zezwala na przykład na dodanie ograniczenia dotyczącego typu `string` lub `System.Nullable<T>`, ponieważ wtedy jako argument typu generycznego można podać wyłącznie jeden typ. Trudno wówczas mówić, że typ naprawdę jest „generyczny”. Jeśli jako argument określający typ można podać tylko jeden typ, nie ma sensu stosować do tego parametru. Wystarczy bezpośrednio podać potrzebny typ.

Ponadto w ograniczeniu dotyczącym klas nie można podawać niektórych specjalnych typów. Szczegółowe informacje na ten temat znajdziesz w ZAGADNIENIU DLA ZAAWANSOWANYCH „Wymogi związane z ograniczeniami” w dalszej części rozdziału.

Ograniczenia wymagające struktury lub klasy (struct i class)

Innym przydatnym ograniczeniem w typach generycznych jest możliwość zażądania, by typ podany w argumencie był typem bezpośrednim bez obsługi wartości `null` lub typem referencyjnym. Język C# udostępnia w tym celu specjalną składnię, która działa dla typów bezpo-

Kup książkę Poleć książkę

średnich i referencyjnych. Zamiast określać klasę, po której T ma dziedziczyć, można podać słowo kluczowe struct lub class. Ilustruje to listing 11.24.

Listing 11.24. Dodawanie wymogu, by jako parametr określający typ podawano typ bezpośredni

```
public struct Nullable<T> :
  IFormattable, IComparable,
  IComparable<Nullable<T>>, INullable
  where T : struct
{
  // ...
}
```

2.0

Zauważ, że ograniczenie class nie wymaga, by jako argument określający typ podano klasę; wymaganie dotyczy typów referencyjnych, dlatego jego nazwa jest myląca. Typ podany jako parametr z ograniczeniem class może być dowolną klasą, interfejsem, delegatem lub typem tablicowym.

Ponieważ ograniczenie dotyczące klasy wymaga podania konkretnej klasy, użycie ograniczenia struct wyklucza zastosowanie ograniczenia dotyczącego klasy. Nie można więc łączyć ograniczenia struct z ograniczeniem dotyczącym konkretnej klasy.

Ograniczenie struct ma pewną cechę — uniemożliwia podawanie typów bezpośrednich z obsługą wartości null. Z czego to wynika? Typy bezpośrednie z obsługą wartości null są implementowane za pomocą typu generycznego Nullable<T>, w którym do T stosowane jest ograniczenie struct. Gdyby typ bezpośredni z obsługą wartości null był zgodny z omawianym ograniczeniem, możliwe byłoby zdefiniowanie bezsensownego typu Nullable<Nullable<int>>. Typ int z dwukrotnie dodaną obsługą wartości null jest na tyle nieintuicyjny, że trudno określić jego znaczenie. Z podobnych powodów niedozwolony jest też skrótowy zapis int??.

Zestawy ograniczeń

Dla parametru określającego typ można ustawić dowolną liczbę ograniczeń dotyczących interfejsu, ale tylko jedno ograniczenie dotyczące klasy (podobnie w klasie można zaimplementować dowolną liczbę interfejsów, ale dziedziczyć po tylko jednej innej klasie). Każde nowe ograniczenie jest deklarowane na rozdzielonej przecinkami liście, która znajduje się po nazwie parametru typu generycznego i dwukropku. Jeśli występuje więcej niż jeden parametr określający typ, słowo kluczowe where należy umieścić przed każdym takim parametrem, do którego dodawane są ograniczenia. Na listingu 11.25 w generycznej klasie EntityDictionary zadeklarowane są dwa parametry określające typ — TKey i TValue. Parametr TKey ma dwa ograniczenia dotyczące interfejsu, a do parametru TValue dodano jedno ograniczenie dotyczące klasy.

Listing 11.25. Ustawianie wielu ograniczeń

```
public class EntityDictionary<TKey, TValue>
  : Dictionary<TKey, TValue>
  where TKey : IComparable<TKey>, IFormattable
  where TValue : EntityBase
```

Kup książkę Poleć książkę

```
{
  ...
}
```

W tym kodzie ustawianych jest kilka ograniczeń parametru `TKey` i dodatkowe ograniczenie parametru `TValue`. Gdy dodawanych jest wiele ograniczeń jednego parametru określającego typ, wszystkie one muszą być spełnione. Na przykład jeśli jako argument `TKey` podano typ `C`, typ `C` musi zawierać implementację interfejsów `IComparable<C>` oraz `IFormattable`.

2.0

Zauważ, że między klauzulami `where` nie ma przecinka.

Ograniczenia dotyczące konstruktora

W pewnych sytuacjach w klasie generycznej potrzebny jest obiekt typu podanego jako argument tej klasy. Na listingu 11.26 metoda `MakeValue()` klasy `EntityDictionary<TKey, TValue>` musi tworzyć obiekt typu podanego jako parametr `TValue`.

Listing 11.26. Ograniczenie wymagające dostępności konstruktora domyślnego

```
public class EntityBase<TKey>
{
  public TKey Key { get; set; }
}

public class EntityDictionary<TKey, TValue> :
  Dictionary<TKey, TValue>
  where TKey: IComparable<TKey>, IFormattable
  where TValue : EntityBase<TKey>, new()
{
  // ...

  public TValue MakeValue(TKey key)
  {
    TValue newEntity = new TValue();
    newEntity.Key = key;
    Add(newEntity.Key, newEntity);
    return newEntity;
  }

  // ...
}
```

Ponieważ nie wszystkie obiekty mają publiczne konstruktory domyślne, kompilator nie pozwala na wywołanie konstruktora domyślnego typu podanego jako parametr, jeśli nie ustawiono odpowiedniego ograniczenia. Aby wyeliminować tę regułę kompilatora, należy dodać słowo `new()` po wszystkich pozostałych ograniczeniach. To słowo jest **ograniczeniem dotyczącym konstruktora**. Wskutek jego dodania typ podany jako parametr musi udostępniać publiczny konstruktor domyślny. Dodane ograniczenie może dotyczyć tylko konstruktora domyślnego. Nie da się utworzyć ograniczenia zapewniającego, że podany typ udostępnia konstruktor przyjmujący parametry formalne.

2.0

Kup książkę Poleć książkę

Ograniczenia dotyczące dziedziczenia

Ani parametry typu generycznego, ani ich ograniczenia nie są dziedziczone w klasach pochodnych. Wynika to z tego, że parametry typu generycznego nie są jego składowymi. Pamiętaj, że dziedziczenie klas polega na tym, iż w klasie pochodnej znajdują się wszystkie składowe klasy bazowej. Często stosuje się technikę polegającą na tworzeniu nowych typów generycznych pochodnych od innych typów generycznych. W takiej sytuacji parametry określające typ w pochodnym typie generycznym są używane jako parametry określające typ w generycznej klasie bazowej. Dlatego w klasie pochodnej te parametry muszą mieć takie same (lub mocniejsze) ograniczenia jak w klasie bazowej. Czujesz się zagubiony? Przyjrzyj się listingowi 11.27.

Listing 11.27. Jawnie podawane „odziedziczone" ograniczenia

```
class EntityBase<T> where T : IComparable<T>
{
  // ...
}
```

```
// BŁĄD:
// Możliwa musi być konwersja typu 'U' na typ
// 'System.IComparable<U>', aby można było podać 'U' jako
// parametr 'T' w generycznym typie lub w generycznej metodzie.
// class Entity<U> : EntityBase<U>
// {
//   ...
// }
```

Na listingu 11.27 klasa `EntityBase<T>` wymaga, by podany jako argument typ `U` (używany jako parametr `T` w wyniku deklaracji klasy bazowej `EntityBase<U>`) zawierał implementację interfejsu `IComparable<U>`. Dlatego w klasie `Entity<U>` trzeba zastosować to samo ograniczenie do `U`. W przeciwnym razie wystąpi błąd kompilacji. Ten wzorzec zwiększa świadomość programisty i uwidacznia ograniczenia z klasy bazowej w klasie pochodnej. Pozwala to uniknąć niejasności, które mogą wystąpić, gdy programista używa klasy pochodnej i odkrywa ograniczenie, ale nie rozumie, z czego ono wynika.

Na razie nie omówiono w książce metod generycznych. Zapoznasz się z nimi w dalszej części rozdziału. Zapamiętaj tylko, że także metody mogą być generyczne i można w nich dodawać ograniczenia parametrów określających typ. Jak interpretowane są te ograniczenia, gdy wirtualna metoda generyczna jest dziedziczona lub przesłaniana? Inaczej niż w przypadku ograniczeń parametrów określających typ w klasie generycznej, ograniczenia w nowych wersjach wirtualnych metod generycznych (i w składowych z jawnie podawanym interfejsem) są dziedziczone niejawnie i nie można ich ponownie zadeklarować (zobacz listing 11.28).

2.0

Listing 11.28. Powtórne dodawanie odziedziczonych ograniczeń składowych wirtualnych jest niedozwolone

```
class EntityBase
{
  public virtual void Method<T>(T t)
    where T : IComparable<T>
```

Kup książkę Poleć książkę

```
  {
    // ...
  }
}
```

```
class Order : EntityBase
{
  public override void Method<T>(T t)
  // Nie można powtórnie dodawać ograniczeń w
  // nowych wersjach przesłanianych składowych.
  //   where T : IComparable<T>
  {
    // ...
  }
}
```

W klasie pochodnej od klasy generycznej parametr określający typ można dodatkowo ograniczyć. Wystarczy obok (wymaganych) ograniczeń z klasy bazowej podać dodatkowe ograniczenia. Jednak nowa wersja przesłanianej wirtualnej metody generycznej musi być w pełni zgodna z ograniczeniami zdefiniowanymi w wersji metody z klasy bazowej. Dodatkowe ograniczenia mogą naruszać polimorfizm, dlatego nie są dozwolone. W nowej wersji przesłanianej metody niejawnie obowiązują ograniczenia parametru określającego typ z wersji z klasy bazowej.

ZAGADNIENIE DLA ZAAWANSOWANYCH

Wymogi związane z ograniczeniami

W stosunku do ograniczeń obowiązują wymogi chroniące przed powstawaniem bezsensownego kodu. Na przykład nie można łączyć ograniczenia dotyczącego klasy z ograniczeniami `struct` i `class`. Ponadto nie można utworzyć ograniczenia wymagającego użycia typu pochodnego od jednego z typów specjalnych, takich jak `object`, typy tablicowe, `System.ValueType`, `System.Enum` (i typy wyliczeniowe), `System.Delegate` lub `System.MulticastDelegate`.

W niektórych sytuacjach przydatne byłoby wprowadzenie dodatkowych reguł związanych z ograniczeniami. W przedstawionych dalej podrozdziałach znajdziesz przykłady niedozwolonych ograniczeń.

2.0

Ograniczenia dotyczące operatorów są niedozwolone

Nie można utworzyć ograniczenia parametru określającego typ, które wymagałoby implementacji konkretnej metody lub danego operatora. Można to zrobić wyłącznie za pomocą ograniczenia dotyczącego interfejsu (w przypadku metod) lub ograniczenia dotyczącego klasy (dla metod i operatorów). Dlatego generyczna metoda `Add()` z listingu 11.29 nie zadziała.

Listing 11.29. W ograniczeniu nie można dodać wymogu dostępności operatorów

```
public abstract class MathEx<T>
{
  public static T Add(T first, T second)
  {
    // BŁĄD: Operator '+' nie może zostać
    // użyty do operandów typów 'T' i 'T'.
```

Kup książkę Poleć książkę

```
    // return first + second;
  }
}
```

W metodzie przyjęto, że operator + jest dostępny we wszystkich typach, które mogą zostać podane jako parametr `T`. Nie istnieje jednak ograniczenie, które pozwala zapobiec podaniu typu bez operatora dodawania. Dlatego występuje błąd. Niestety, nie można utworzyć ograniczenia, które wymaga dostępności operatora dodawania. Jedyne rozwiązanie to zastosowanie ograniczenia dotyczącego klasy i zażądanie klasy z implementacją operatora dodawania.

Można więc uogólnić i stwierdzić, że nie ma sposobu na ograniczenie dozwolonych typów do tych z potrzebną metodą statyczną.

Relacja LUB między ograniczeniami nie jest obsługiwana

Jeśli podasz kilka ograniczeń dotyczących interfejsu lub klasy, kompilator zawsze przyjmie, że występuje między nimi relacja I (czyli że wszystkie ograniczenia muszą być spełnione). Na przykład ograniczenie `where T : IComparable<T>, IFormattable` wymaga, by zaimplementowane były interfejsy `IComparable<T>` i `IFormattable`. Nie da się zapisać relacji LUB między ograniczeniami, dlatego kod z listingu 11.30 jest niedozwolony.

Listing 11.30. Łączenie ograniczeń za pomocą relacji LUB nie jest dozwolone

```
public class BinaryTree<T>
  // BŁĄD: relacja LUB nie jest obsługiwana.
  // where T: System.IComparable<T> || System.IFormattable
{
  ...
}
```

2.0

Dodanie obsługi tego mechanizmu uniemożliwiłoby kompilatorowi określenie na etapie kompilacji, którą metodę należy wywołać.

Ograniczenia dotyczące delegatów i wyliczeń są niedozwolone

Typy delegatów, typy tablicowe i typy wyliczeniowe nie mogą być używane w ograniczeniach, ponieważ działają jak typy zamknięte (jeśli nie wiesz, czym są typy delegatów, zajrzyj do rozdziału 12.). Typy bazowe wymienionych konstrukcji (`System.Delegate`, `System.MulticastDele`
`↪gate`, `System.Array` i `System.Enum`) też nie mogą być używane jako ograniczenia. Dlatego gdy kompilator natrafi na deklarację klasy przedstawioną na listingu 11.31, zgłosi błąd.

Listing 11.31. W ograniczeniu dotyczącym dziedziczenia nie można używać typu System.Delegate

```
// BŁĄD: w ograniczeniu nie można używać specjalnej klasy 'System.Delegate'.
public class Publisher<T>
  where T : System.Delegate
{
  public event T Event;
  public void Publish()
  {
    if (Event != null)
    {
      Event(this, new EventArgs());
```

Kup książkę Poleć książkę

```
    }
  }
}
```

Wszystkie typy delegatów są uznawane za klasy specjalne, których nie można podawać jako parametrów określających typ. Podanie typu delegata uniemożliwia sprawdzanie poprawności wywołań metody `Event()` na etapie kompilacji, ponieważ w typach `System.Delegate` i `System.MulticastDelegate` sygnatura zgłaszanego zdarzenia nie jest znana. Podobny zakaz dotyczy typów wyliczeniowych.

W ograniczeniu dotyczącym konstruktora można podawać tylko konstruktory domyślne

Na listingu 11.26 znajduje się ograniczenie dotyczące konstruktora, zgodnie z którym typ podany jako parametr `TValue` musi udostępniać publiczny konstruktor bezparametrowy. Nie można utworzyć ograniczenia, które wymusza podanie typu udostępniającego konstruktor przyjmujący parametry formalne. Możliwe, że chcesz pozwolić na podawanie jako parametr `TValue` wyłącznie typów zawierających konstruktor, który przyjmuje typ określany za pomocą parametru `TKey`. Nie da się jednak utworzyć takiego ograniczenia. Dlatego kod z listingu 11.32 jest nieprawidłowy.

2.0

Listing 11.32. W ograniczeniu dotyczącym konstruktora można podać wyłącznie konstruktor domyślny

```
public TValue New(TKey key)
{
  // BŁĄD: 'TValue': nie można podawać argumentów
  // w trakcie tworzenia instancji typu generycznego.
  TValue newEntity = null;
  // newEntity = new TValue(key);
  Add(newEntity.Key, newEntity);
  return newEntity;
}
```

Jednym ze sposobów na wyeliminowanie tego ograniczenia jest użycie interfejsu fabrycznego, który udostępnia metodę do tworzenia obiektów danego typu. Wtedy za tworzenie obiektów typu `EntityDictionary` odpowiada klasa fabryczna z implementacją wspomnianego interfejsu, a nie sama klasa `EntityDictionary` (zobacz listing 11.33).

Listing 11.33. Używanie interfejsu fabrycznego zamiast ograniczenia dotyczącego konstruktora

```
public class EntityBase<TKey>
{
  public EntityBase(TKey key)
  {
    Key = key;
  }
  public TKey Key { get; set; }
}

public class EntityDictionary<TKey, TValue, TFactory> :
  Dictionary<TKey, TValue>
```

Kup książkę Poleć książkę

```
  where TKey : IComparable<TKey>, IFormattable
  where TValue : EntityBase<TKey>
  where TFactory : IEntityFactory<TKey, TValue>, new()
{
  ...
  public TValue New(TKey key)
  {
    TFactory factory = new TFactory();
    TValue newEntity = factory.CreateNew(key);
    Add(newEntity.Key, newEntity);
    return newEntity;
  }
  ...
}

public interface IEntityFactory<TKey, TValue>
{
  TValue CreateNew(TKey key);
}
...
```

2.0

Taka deklaracja umożliwia przekazanie nowego klucza (parametr `key`) do przyjmującej parametry metody fabrycznej tworzącej obiekt typu podanego w parametrze `TValue`. Dzięki temu nie trzeba polegać na konstruktorze domyślnym. Ponadto nie trzeba tworzyć ograniczenia dotyczącego konstruktora dla parametru `TValue`, ponieważ to obiekt typu `TFactory` odpowiada za tworzenie obiektów. W kodzie z listingu 11.33 można wprowadzić pewną modyfikację — zapisywać referencję do metody fabrycznej (na przykład z wykorzystaniem typu `Lazy<T>`, jeśli potrzebna jest obsługa wielowątkowości). Pozwoli to wielokrotnie wykorzystać metodę fabryczną, zamiast za każdym razem tworzyć zawierający ją obiekt.

Aby zadeklarować zmienną typu `EntityDictionary<TKey, TValue, TFactory>`, można utworzyć typ encji podobny do typu `Order` z listingu 11.34.

Listing 11.34. Deklarowanie typu encji używanych w typie EntityDictionary<…>

```
public class Order : EntityBase<Guid>
{
  public Order(Guid key) :
    base(key)
  {
    // ...
  }
}

public class OrderFactory : IEntityFactory<Guid, Order>
{
  public Order CreateNew(Guid key)
  {
    return new Order(key);
  }
}
```

Kup książkę Poleć książkę

Metody generyczne

Wcześniej przekonałeś się, że dodawanie metod do typów generycznych jest proste. W takiej metodzie można wykorzystać generyczne parametry określające typ. Zetknąłeś się już z tym rozwiązaniem w pokazanych wcześniej przykładowych klasach generycznych.

Metody generyczne (podobnie jak typy generyczne) korzystają z parametrów określających typ. Takie metody można deklarować w typach generycznych i zwykłych. Jeśli metoda 2.0 jest zadeklarowana w typie generycznym, jej parametry są niezależne od tych z danego typu generycznego. Aby zadeklarować metodę generyczną, należy podać generyczne parametry określające typ w taki sam sposób jak w typach generycznych. Kod typu określającego parametr należy dodać bezpośrednio po nazwie metody, tak jak w przykładowych metodach `MathEx.Max<T>` i `MathEx.Min<T>` z listingu 11.35.

Listing 11.35. Definiowanie metod generycznych

```
public static class MathEx
{
  public static T Max<T>(T first, params T[] values)
    where T : IComparable<T>
  {
    T maximum = first;
    foreach (T item in values)
    {
      if (item.CompareTo(maximum) > 0)
      {
        maximum = item;
      }
    }
    return maximum;
  }

  public static T Min<T>(T first, params T[] values)
    where T : IComparable<T>
  {
    T minimum = first;

    foreach (T item in values)
    {
      if (item.CompareTo(minimum) < 0)
      {
        minimum = item;
      }
    }
    return minimum;
  }
}
```

W tym przykładzie metoda jest statyczna, choć język C# tego nie wymaga.

Metody generyczne, podobnie jak typy generyczne, mogą obejmować więcej niż jeden parametr określający typ. Arność (liczba parametrów określających typ) to cecha pozwalająca

Kup książkę Poleć książkę

odróżniać od siebie sygnatury metod. Dozwolone jest utworzenie dwóch metod o identycznych nazwach i typach parametrów formalnych, jeśli liczba parametrów określających typ w tych metodach jest różna.

Inferencja typów w metodach generycznych

2.0

W typach generycznych argumenty określające typ podawane są po nazwie typu. Podobnie w metodach generycznych argumenty określające typ należy podać po nazwie metody. Kod z wywołaniami metod `Min<T>` i `Max<T>` przedstawiono na listingu 11.36.

Listing 11.36. Jawne podawanie parametrów określających typ

```
Console.WriteLine(
  MathEx.Max<int>(7, 490));
Console.WriteLine(
  MathEx.Min<string>("R.O.U.S.", "Fireswamp"));
```

Wynik działania kodu z listingu 11.36 pokazano w danych wyjściowych 11.4.

DANE WYJŚCIOWE 11.4.

```
490
Fireswamp
```

Nie jest zaskoczeniem, że argumenty określające typ (`int` i `string`) są zgodne z typami użytymi w wywołaniach metod generycznych. Jednak podawanie argumentów określających typ nie jest konieczne, ponieważ kompilator potrafi ustalić typ na podstawie przekazanych do metody argumentów. Programista wywołania metody `Max` z listingu 11.36 chciał, by argumentem określającym typ był `int`, ponieważ oba argumenty metody są tego typu. Aby uniknąć zbędnego kodu, w wywołaniu można pominąć parametr określający typ, jeśli kompilator potrafi logicznie ustalić typ oczekiwany przez programistę. Przykład zastosowania tego mechanizmu, **inferencji typów w metodzie**, znajdziesz na listingu 11.37. Wynik działania tego kodu pokazano w danych wyjściowych 11.5.

Listing 11.37. Inferencja argumentu określającego typ na podstawie przekazanych argumentów

```
Console.WriteLine(
  MathEx.Max(7, 490)); // Brak argumentu określającego typ!
Console.WriteLine(
  MathEx.Min("R.O.U.S'", "Fireswamp"));
```

DANE WYJŚCIOWE 11.5.

```
490
Fireswamp
```

2.0

Aby inferencja typu w metodzie zakończyła się powodzeniem, typy argumentów muszą być „dopasowane” do parametrów formalnych metody generycznej w taki sposób, by dało się

Kup książkę Poleć książkę

ustalić argumenty określające typ. Co się jednak stanie, jeśli w wyniku inferencji wybrane zostaną sprzeczne argumenty? Na przykład jeśli programista wywoła metodę `Max<T>` za pomocą wywołania `MathEx.Max(7.0, 490)`, kompilator może na podstawie pierwszego argumentu wywnioskować, że argumentem określającym typ powinien być typ `double`, a na podstawie drugiego argumentu uznać, że należy zastosować `int`. Typy te są niezgodne ze sobą. W wersji C# 2.0 w takiej sytuacji zgłaszany jest błąd. Po zastanowieniu można zauważyć, że niezgodność da się wyeliminować, ponieważ każdą wartość typu `int` można przekształcić na typ `double`. Dlatego jako argument określający typ należy zastosować `double`. W wersjach C# 3.0 i C# 4.0 wprowadzono usprawnienia w algorytmie inferencji typów w metodach. Dzięki temu kompilator może przeprowadzać bardziej zaawansowane analizy.

W sytuacjach gdy mechanizm inferencji nie jest wystarczająco zaawansowany, by wywnioskować wartość argumentów określających typ, można rozwiązać błąd dzięki rzutowaniu argumentów. W ten sposób można poinformować kompilator o typach, które należy uwzględnić w trakcie inferencji. Inne rozwiązanie to rezygnacja z inferencji typów i jawne podanie argumentów określających typ.

Zauważ, że algorytm inferencji typów w metodzie uwzględnia tylko argumenty, ich typy i typy parametrów formalnych metody generycznej. Algorytm w ogóle nie bierze pod uwagę innych czynników, które w praktyce mogłyby zostać wykorzystane w trakcie analiz. Te czynniki to na przykład typ wartości zwracanej przez metodę generyczną, typ zmiennej, do której przypisywana jest wartość zwracana przez metodę, lub ograniczenia używanych w metodzie generycznych parametrów określających typ.

Dodawanie ograniczeń

Dla parametrów określających typ w metodach generycznych można ustawić dokładnie te same ograniczenia co dla analogicznych parametrów w typach generycznych. Możesz na przykład dodać ograniczenie, zgodnie z którym typ podany w parametrze musi zawierać implementację danego interfejsu lub umożliwiać konwersję na wybraną klasę. Ograniczenia należy podawać między listą argumentów i ciałem metody, co pokazano na listingu 11.38.

Listing 11.38. Dodawanie ograniczeń w metodach generycznych

```
public class ConsoleTreeControl
{
  // Metoda generyczna Show<T>.
  public static void Show<T>(BinaryTree<T> tree, int indent)
    where T : IComparable<T>                                    2.0
  {
    Console.WriteLine("\n{0}{1}",
      "+ --".PadLeft(5*indent, ' '),
      tree.Item.ToString());
    if (tree.SubItems.First != null)
      Show(tree.SubItems.First, indent+1);
    if(tree.SubItems.Second != null)
      Show(tree.SubItems.Second, indent+1);
  }
}
```

Kup książkę Poleć książkę

W tym kodzie w metodzie Show<T> nie są bezpośrednio używane żadne składowe interfejsu IComparable<T>. Po co więc w ogóle dodawać ograniczenie? Pamiętaj, że jest ono potrzebne w klasie BinaryTree<T> (zobacz listing 11.39).

Listing 11.39. Klasa BinaryTree<T> wymaga podania typu z implementacją interfejsu IComparable<T>

```
public class BinaryTree<T>
  where T: System.IComparable<T>
{
  ...
}
```

Ponieważ klasa BinaryTree<T> wymaga wspomnianego ograniczenia parametru T, a w metodzie Show<T> używany jest argument T odpowiadający parametrowi z ograniczeniem, w metodzie należy zagwarantować, że ograniczenie parametru z klasy będzie spełnione także dla parametru z metody.

ZAGADNIENIE DLA ZAAWANSOWANYCH

Rzutowanie w metodach generycznych

Czasem należy zachować ostrożność w trakcie korzystania z typów lub metod generycznych — na przykład wtedy, gdy są używane specjalnie do przeprowadzenia rzutowania. Przyjrzyj się poniższej metodzie. Przekształca ona strumień na obiekt podanego typu:

```
public static T Deserialize<T>(
  Stream stream, IFormatter formatter)
{
  return (T)formatter.Deserialize(stream);
}
```

Obiekt formatter odpowiada za usuwanie danych ze strumienia i przekształcanie ich w obiekt. Wywołanie metody Deserialize obiektu formatter powoduje zwrócenie danych typu object. Wywołanie generycznej wersji metody Deserialize() wygląda tak: 2.0

```
string greeting =
  Deserialization.Deserialize<string>(stream, formatter);
```

Problem z tym kodem polega na tym, że dla jednostki wywołującej metoda Deserialize ↪<T>() wydaje się bezpieczna ze względu na typ. Jednak na rzecz jednostki wywołującej przeprowadzane jest rzutowanie — tak jak w pokazanym poniżej niegenerycznym odpowiedniku przedstawionego wcześniej wywołania.

```
string greeting =
  (string)Deserialization.Deserialize(stream, formatter);
```

W czasie wykonywania programu to rzutowanie może się zakończyć niepowodzeniem. Metoda nie jest więc tak bezpieczna ze względu na typ, jak może się wydawać. Metoda Dese ↪rialize<T> jest generyczna wyłącznie po to, by mogła ukryć rzutowanie przed jednostką wywołującą. Jest to niebezpiecznie zwodnicze rozwiązanie. Lepszym podejściem może być utworzenie niegenerycznej wersji metody i zwracanie w niej obiektu typu object. Dzięki

Kup książkę Poleć książkę

temu w jednostce wywołującej wiadomo, że metoda nie jest bezpieczna ze względu na typ. Programiści powinni zachować ostrożność, gdy w generycznej metodzie dane są rzutowane, a nie ma ograniczenia sprawdzającego poprawność tej operacji.

> **Wskazówka**
>
> **UNIKAJ** tworzenia metod generycznych, które wywołują u autora jednostki wywołującej mylne wrażenie, że są bezpieczne ze względu na typ.

Kowariancja i kontrawariancja

Początkujący użytkownicy typów generycznych często zastanawiają się, dlaczego wyrażenia typu `List<string>` nie można przypisać na przykład do zmiennej typu `List<object>`. Skoro wartość typu `string` można przekształcić na typ `object`, lista łańcuchów znaków powinna być zgodna z listą obiektów. Jednak takie rozwiązanie nie jest ani bezpieczne ze względu na typ, ani dozwolone. Jeśli zadeklarujesz dwie zmienne tej samej klasy generycznej, ale z innymi parametrami określającymi typ, zmienne nie będą miały zgodnego typu nawet wtedy, jeśli jeden z podanych typów jest pochodny od drugiego. Takie zmienne nie są **kowariantne**.

Kowariancja to techniczne pojęcie z teorii kategorii. Opisuje ono proste zjawisko. Załóżmy, że między dwoma typami `X` i `Y` występuje specjalna relacja, polegająca na tym, że każdą wartość typu `X` można przekształcić na typ `Y`. Jeśli między typami `I<X>` i `I<Y>` także zawsze występuje ta sama relacja, można powiedzieć, że „`I<T>` jest kowariantny względem `T`". Dla prostych typów generycznych mających tylko jeden parametr określający typ ten parametr jest oczywisty, dlatego wystarczy powiedzieć „`I<T>` jest kowariantny". W takiej sytuacji konwersja z `I<X>` na `I<Y>` jest **konwersją kowariantną**.

2.0

Obiekty generycznych klas `Pair<Contact>` i `Pair<PdaItem>` nie są zgodne ze względu na typ, choć same typy podane jako argumenty są ze sobą zgodne. Kompilator blokuje konwersję (niejawną i jawną) między typami `Pair<Contact>` i `Pair<PdaItem>`, choć `Contact` dziedziczy po `PdaItem`. Także próba konwersji obiektu typu `Pair<Contact>` na interfejs `IPair<PdaItem>` zakończy się niepowodzeniem. Przykładowy kod pokazano na listingu 11.40.

Listing 11.40. Konwersja między typami generycznymi z różnymi parametrami określającymi typ

```
// ...
// BŁĄD: nie można przeprowadzić konwersji typów.
Pair<PdaItem> pair = (Pair<PdaItem>) new Pair<Contact>();
IPair<PdaItem> duple = (IPair<PdaItem>) new Pair<Contact>();
```

Jednak dlaczego jest to niedozwolone? Dlaczego typy `List<T>` i `Pair<T>` nie są kowariantne? Na listingu 11.41 pokazano, co by się stało, gdyby język C# zapewniał nieograniczoną kowariancję.

Obiekt typu `IPair<PdaItem>` może zawierać adres, jednak w tym kodzie obiekt w rzeczywistości jest typu `Pair<Contact>`, dlatego może przechowywać tylko dane kontaktowe, a nie adresy. Tak więc nieograniczona kowariancja skutkuje naruszeniem bezpieczeństwa ze względu na typ.

Kup książkę Poleć książkę

Listing 11.41. Rezygnacja z kowariancji pozwala zachować jednolitość typów

```
//...
Contact contact1 = new Contact("Princess Buttercup"),
Contact contact2 = new Contact("Inigo Montoya");
Pair<Contact> contacts = new Pair<Contact>(contact1, contact2);

// Ten kod prowadzi do błędu z komunikatem, że nie można przeprowadzić konwersji.
// Wyobraź sobie jednak, że taka instrukcja jest dozwolona.
// IPair<PdaItem> pdaPair = (IPair<PdaItem>) contacts;
// Wtedy poniższy kod jest poprawny, ale nie zapewnia bezpieczeństwa ze względu na typ.
// pdaPair.First = new Address("Ulica Sezamkowa 123");
...
```

Teraz powinno być zrozumiałe, dlaczego listy łańcuchów znaków nie można użyć jako listy obiektów. Nie można wstawić liczby całkowitej do listy łańcuchów znaków, natomiast jest możliwe wstawienie takiej liczby do listy obiektów. Dlatego rzutowanie listy łańcuchów znaków na listę obiektów musi być niedozwolone i kompilator zgłasza wtedy błąd.

2.0

Umożliwianie kowariancji za pomocą modyfikatora out stosowanego do parametru określającego typ (od wersji C# 4.0)

Początek 4.0

Może zauważyłeś, że oba opisane wcześniej problemy związane z nieograniczoną kowariancją wynikają z tego, że generyczna para i generyczna lista umożliwiają zapis przechowywanych w nich danych. Załóżmy, że wyeliminujesz tę możliwość, tworząc przeznaczony tylko do odczytu interfejs `IReadOnlyPair<T>`, który udostępnia `T` jako typ wartości wyjściowej interfejsu (`T` może być tu typem wartości zwracanej przez metodę lub przeznaczoną tylko do odczytu właściwość). `T` nigdy nie może być wtedy typem wartości wejściowej (nie może być typem parametru formalnego ani typem właściwości z możliwością zapisu). Jeśli wprowadzisz ograniczenie dotyczące interfejsu powodujące, że `T` może być tylko typem wartości wyjściowych, opisany wcześniej problem z kowariancją nie wystąpi (zobacz listing 11.42).

Listing 11.42. Rozwiązanie z potencjalnie możliwą kowariancją

```
interface IReadOnlyPair<T>
{
  T First { get; }
  T Second { get; }
}
```

```
interface IPair<T>
{
  T First { get; set; }
  T Second { get; set; }
}
```

```
public struct Pair<T> : IPair<T>, IReadOnlyPair<T>
{
  // ...
}
```

4.0

Kup książkę Poleć książkę

```
class Program
{
  static void Main()
  {
    // BŁĄD: tylko teoretycznie możliwe, jeśli nie
    // dodasz modyfikatora out dla parametru określającego typ.
    Pair<Contact> contacts =
      new Pair<Contact>(
        new Contact("Princess Buttercupt"),
        new Contact("Inigo Montoya") );
    IReadOnlyPair<PdaItem> pair = contacts;
    PdaItem pdaItem1 = pair.First;
    PdaItem pdaItem2 = pair.Second;
  }
}
```

2.0

Gdy ograniczysz deklarację typu generycznego w taki sposób, że dane są dostępne tylko jako dane wyjściowe z interfejsu, nie ma powodu, by kompilator blokował możliwość kowariancji. Wszystkie operacje na obiekcie typu `IReadOnlyPair<PdaItem>` powodują przekształcenie obiektów typu `Contact` (z pierwotnego obiektu typu `Pair<Contact>`) na typ bazowy `PdaItem`. Jest to w pełni poprawna konwersja. Nie może się wtedy zdarzyć, że program zapisze adres w obiekcie, który w rzeczywistości jest parą danych kontaktowych. Dzieje się tak, ponieważ użyty interfejs nie udostępnia właściwości przeznaczonych do zapisu.

Mimo to kod z listingu 11.42 także się nie skompiluje. W wersji C# 4 dodano jednak obsługę bezpiecznej kowariancji. Aby określić, że generyczny interfejs ma umożliwiać kowariancję względem jednego z parametrów określających typ, ten parametr trzeba zadeklarować z modyfikatorem `out`. Na listingu 11.43 pokazano, jak zmodyfikować deklarację interfejsu, by informowała, że należy umożliwić kowariancję.

Listing 11.43. Kowariancja dzięki użyciu modyfikatora out do parametru określającego typ

```
...
interface IReadOnlyPair<out T>
{
  T First { get; }
  T Second { get; }
}
```

4.0

Dodanie modyfikatora `out` do parametru określającego typ w interfejsie `IReadOnlyPair<out T>` umożliwia kompilatorowi stwierdzenie, że typ `T` rzeczywiście jest używany tylko dla danych wyjściowych — jako typ wartości zwracanych przez metodę lub przez właściwości przeznaczone tylko do odczytu. Typ ten nigdy nie jest używany dla parametrów formalnych lub w setterze właściwości. Na tej podstawie kompilator dopuszcza konwersje kowariantne z wykorzystaniem tego interfejsu. Po wprowadzeniu potrzebnej zmiany w kodzie z listingu 11.42 program można z powodzeniem skompilować i wykonać.

Stosowanie konwersji kowariantnych jest związane z wieloma ważnymi zastrzeżeniami.

Kup książkę Poleć książkę

- Kowariancja jest możliwa tylko w kontekście generycznych interfejsów i generycznych delegatów (zobacz rozdział 12.). Klasy i struktury generyczne nigdy nie obsługują kowariancji.
- Argumenty określające typ w źródłowym i docelowym typie generycznym muszą być typem referencyjnym (nie można używać typów bezpośrednich). To oznacza, że obiekt typu `IReadOnlyPair<string>` można kowariantnie przekształcić na obiekt typu `IReadOnlyPair<object>`, ponieważ `string` i `IReadOnlyPair<object>` to typy referencyjne. Natomiast nie jest możliwe przekształcenie obiektu typu `IReadOnlyPair<int>` na typ `IReadOnlyPair<object>`, ponieważ `int` nie jest typem referencyjnym. 2.0
- Używany interfejs lub delegat musi być zadeklarowany jako obsługujący kowariancję. Ponadto kompilator musi móc stwierdzić, że odpowiednie parametry określające typ są używane tylko dla wartości wyjściowych.

Umożliwianie kontrawariancji z użyciem modyfikatora in dla parametru określającego typ (od wersji C# 4.0)

Kowariancja przeprowadzana „w drugą stronę" to **kontrawariancja**. Ponownie załóżmy, że dwa typy, `X` i `Y`, są powiązane w taki sposób, że każdą wartość typu `X` można przekształcić na wartość typu `Y`. Jeśli typy `I<X>` i `I<Y>` zawsze spełniają tę samą relację „w drugą stronę", czyli każdą wartość typu `I<Y>` można przekształcić na typ `I<X>`, to `I<T>` jest kontrawariantny względem `T`.

Dla większości osób kontrawariancja jest dużo trudniejsza do zrozumienia niż kowariancja. Standardowym przykładem ilustrującym kontrawariancję jest mechanizm porównań. Załóżmy, że utworzyłeś typ `Apple` pochodny od typu `Fruit`. Między tymi typami występuje specjalna relacja — każdą wartość typu `Apple` można przekształcić na typ `Fruit`.

Teraz załóżmy, że istnieje interfejs `ICompareThings<T>` zawierający metodę `bool FirstIsBetter<T t1, T t2>`. Ta metoda przyjmuje dwa obiekty typu `T` i zwraca wartość logiczną informującą, czy pierwszy obiekt jest lepszy od drugiego.

Co się stanie, gdy podasz argumenty określające typ? Obiekt typu `ICompareThings<Apple>` udostępnia metodę, która przyjmuje dwa obiekty typu `Apple` i je porównuje. Obiekt typu `ICompareThings<Fruit>` ma metodę, która przyjmuje dwa obiekty typu `Fruit` i je porównuje. Jednak ponieważ każdy obiekt typu `Apple` jest też typu `Fruit`, możliwe powinno być bezpieczne użycie wartości typu `ICompareThings<Fruit>` wszędzie tam, gdzie potrzebny jest obiekt `ICompareThings<Apple>`. Kierunek konwersji jest tu odwrócony, stąd nazwa kontrawariancja. 4.0

Prawdopodobnie nie jest zaskoczeniem, że bezpieczna kontrawariancja wymaga odwrotnych ograniczeń interfejsu niż kowariancja. Interfejs umożliwiający kontrawariancję z użyciem jednego z parametrów określających typ musi wykorzystywać odpowiedni parametr tylko dla wartości wejściowych, na przykład w parametrach formalnych (lub we właściwości przeznaczonej tylko do zapisu, co jednak zdarza się bardzo rzadko). Interfejs można opisać jako zgodny z kontrawariancją, dodając modyfikator `in` do parametru określającego typ. To rozwiązanie pokazano na listingu 11.44.

Kup książkę Poleć książkę

Listing 11.44. Kontrawariancja dzięki zastosowaniu modyfikatora in do parametru określającego typ

```
class Fruit {}
class Apple : Fruit {}
class Orange : Fruit {}
```

2.0

```
interface ICompareThings<in T>
{
  bool FirstIsBetter(T t1, T t2);
}

class Program
{
  class FruitComparer : ICompareThings<Fruit>
  { ... }
  static void Main()
  {
    // Dozwolone w wersji C# 4.0.
    ICompareThings<Fruit> fc = new FruitComparer();
    Apple apple1 = new Apple();
    Apple apple2 = new Apple();
    Orange orange = new Orange();
    // Obiekt typu FruitComparer może porównywać jabłka (Apple) z pomarańczami (Orange),
    bool b1 = fc.FirstIsBetter(apple1, orange);
    // a także jabłka z jabłkami.
    bool b2 = fc.FirstIsBetter(apple1, apple2);
    // Jest to dozwolone, ponieważ używany interfejs umożliwia kontrawariancję.
    ICompareThings<Apple> ac = fc;
    // W rzeczywistości obiekt jest typu FruitComparer, dlatego
    // też może porównywać dwa jabłka.
    bool b3 = ac.FirstIsBetter(apple1, apple2);
  }
}
```

4.0

Kontrawariancja (podobnie jak kowariancja) wymaga użycia modyfikatora parametru określającego typ. Tu jest to modyfikator `in`, który występuje w deklaracji określającego typ parametru interfejsu. Jest to dla kompilatora informacja, że ma sprawdzić, czy `T` nigdy nie występuje w getterze właściwości lub jako typ wartości zwracanej przez metodę. To umożliwia konwersje kontrawariantne z użyciem danego interfejsu.

Konwersje kontrawariantne podlegają analogicznym ograniczeniom co opisane wcześniej konwersje kowariantne. Są dozwolone tylko dla generycznych interfejsów i delegatów, jako parametr określający typ trzeba podać typ referencyjny, a kompilator musi mieć możliwość ustalenia, że interfejs pozwala na bezpieczne konwersje kontrawariantne.

Interfejs może obsługiwać kowariancję względem jednego parametru określającego typ i kontrawariancję względem innego parametru. W praktyce takie rozwiązanie stosuje się rzadko (wyjątkiem są delegaty). Na przykład rodzina delegatów `Func<A1, A2, ..., R>` jest kowariantna względem typu zwracanej wartości (`R`), a kontrawariantna względem pozostałych parametrów określających typ.

2.0

Zauważ, że kompilator sprawdza w kodzie źródłowym poprawność modyfikatorów parametrów ważnych ze względu na kowariancję i kontrawariancję. Przyjrzyj się interfejsowi `Pair➥Initializer<in T>` na listingu 11.45.

Kup książkę Poleć książkę

Listing 11.45. Sprawdzanie poprawności wariancji przez kompilator

```
// BŁĄD: nieprawidłowa wariancja. Określający typ parametr 'T'
// nie jest poprawny ze względu na wariancję.
interface IPairInitializer<in T>
{
  void Initialize(IPair<T> pair);
}
```

```
// Załóżmy, że przedstawiony wyżej kod jest poprawny.
// Zobacz, jakie problemy mogą wystąpić.
class FruitPairInitializer : IPairInitializer<Fruit>
{
  // Kod inicjuje parę obiektów typu Fruit
  // wartościami typów Orange i Apple.
  public void Initialize(IPair<Fruit> pair)
  {
    pair.First = new Orange();
    pair.Second = new Apple();
  }
}
```

```
// Dalej w kodzie.
var f = new FruitPairInitializer();
// Gdyby kontrawariancja była tu dozwolona, ten kod byłby poprawny:
IPairInitializer<Apple> a = f;
// Poniższy kod zapisuje obiekt typu Orange w obiekcie z parą obiektów typu Apple.
a.Initialize(new Pair<Apple>());
```

4.0

Na pozór można sądzić, że ponieważ typ `IPair<T>` jest używany tylko dla wejściowego parametru formalnego, kontrawariantny modyfikator `in` w typie `IPairInitializer` jest prawidłowy. Jednak interfejs `IPair<T>` nie może być bezpiecznie modyfikowany, dlatego nie można go tworzyć ze zmiennym argumentem określającym typ. Jak widać, to rozwiązanie nie jest bezpieczne ze względu na typ, dlatego kompilator w ogóle nie zezwala na zadeklarowanie interfejsu `IPairInitializer<T>` jako kontrawariantnego.

Obsługa niezabezpieczonej kowariancji w tablicach

Do tego miejsca kowariancja i kontrawariancja były opisywane jako cechy typów generycznych. Spośród wszystkich typów niegenerycznych najbardziej generyczne są tablice. Podobnie jak można tworzyć generyczne listy obiektów typu `T` lub generyczne pary obiektów typu `T`, tak można potraktować tablicę obiektów typu `T` jako wzorzec. Ponieważ tablice umożliwiają odczyt i zapis danych, to na podstawie wiedzy o kowariancji i kontrawariancji prawdopodobnie podejrzewasz, że tablice nie obsługują bezpiecznej kontrawariancji ani kowariancji. Zapewne sądzisz, że tablice umożliwiają bezpieczną kowariancję tylko wtedy, gdy nie pozwalają na zapis, a bezpieczna kontrawariancja jest możliwa tylko wtedy, gdy dane z tablicy nigdy nie są wczytywane (choć oba te ograniczenia są nierealistyczne).

2.0

Niestety, C# umożliwia kowariancję w tablicach, choć ta operacja nie jest bezpieczna ze względu na typ. Na przykład instrukcja `Fruit[] fruits = new Apple[10];` jest w języku C#

Kup książkę Poleć książkę

w pełni poprawna. Jeśli potem wykonasz wyrażenie `fruits[0] = new Orange();`, środowisko uruchomieniowe zgłosi wyjątek informujący o naruszeniu bezpieczeństwa typu. Bardzo kłopotliwe jest to, że nie zawsze można poprawnie przypisać obiekt typu `Orange` do tablicy elementów typu `Fruit`, ponieważ w rzeczywistości może to być tablica elementów typu `Apple`. Problem ten dotyczy nie tylko języka C#, ale wszystkich języków ze środowiska CLR, w których używana jest implementacja tablic ze środowiska uruchomieniowego.

Staraj się unikać niezabezpieczonej kowariancji z użyciem tablic. Każdą tablicę można przekształcić na przeznaczony tylko do odczytu (a tym samym bezpieczny ze względu na kowariancję) interfejs `IEnumerable<T>`. Dlatego wyrażenie `IEnumerable<Fruit> fruits = new Apple[10]` jest bezpieczne i dozwolone, ponieważ nie można wstawić do tej tablicy obiektu typu `Orange` (dostępny jest wyłącznie interfejs przeznaczony tylko do odczytu).

Wskazówka

UNIKAJ stosowania niezabezpieczonej kowariancji z wykorzystaniem tablic. Zamiast tego **ROZWAŻ** konwersję tablicy na przeznaczony tylko do odczytu interfejs `IEnumerable<T>`, co pozwala na bezpieczne konwersje kowariantne.

4.0

Wewnętrzne mechanizmy typów generycznych

Z poprzednich rozdziałów dowiedziałeś się o powszechności obiektów w systemie typów interfejsu CLI. Nie powinno być więc zaskoczeniem, że typy generyczne też służą do tworzenia obiektów. Określający parametr typ w klasie generycznej jest używany jako metadane, wykorzystywane przez środowisko uruchomieniowe do budowania odpowiednich klas, gdy są one potrzebne. Dlatego typy generyczne obsługują dziedziczenie, polimorfizm i hermetyzację. W typach generycznych można definiować metody, właściwości, pola, klasy, interfejsy i delegaty.

2.0

Aby było to możliwe, typy generyczne wymagają obsługi w używanym środowisku uruchomieniowym. W C# typy generyczne są mechanizmem obsługiwanym zarówno przez kompilator, jak i przez platformę. Na przykład aby uniknąć opakowywania obiektów, używana jest inna implementacja typów generycznych w zależności od tego, czy jako parametr określający typ podano typ bezpośredni, czy typ referencyjny.

ZAGADNIENIE DLA ZAAWANSOWANYCH

Reprezentacja typów generycznych w kodzie CIL

Po skompilowaniu klasa generyczna tylko nieznacznie różni się od klasy niegenerycznej. W wyniku kompilacji powstają metadane i kod CIL. Kod CIL jest sparametryzowany, by umożliwić zastosowanie typu podanego przez użytkownika w określonym miejscu kodu. Załóżmy, że zadeklarowana jest prosta klasa `Stack` przedstawiona na listingu 11.46.

Po skompilowaniu tej klasy wygenerowany kod CIL jest sparametryzowany i wygląda tak jak na listingu 11.47.

Kup książkę Poleć książkę

Listing 11.46. Deklaracja klasy Stack<T>

```
public class Stack<T> where T : IComparable
{
  T[] items;
  // Pozostała część klasy.
}
```

Listing 11.47. Kod CIL klasy Stack<T>

```
.class private auto ansi beforefieldinit
  Stack'1<([mscorlib]System.IComparable)T>
  extends [mscorlib]System.Object
{
  ...
}
```

Pierwszym wartym uwagi fragmentem jest człon `'1` pojawiający się po nazwie `Stack` w drugim wierszu. Podana wartość to arność, czyli liczba określających typ parametrów wymaganych w danej klasie generycznej. Dla klasy `EntityDictionary<TKey, TValue>` arność będzie równa 2.

W drugim wierszu wygenerowanego kodu CIL znajdują się też ograniczenia stawiane klasie. Określający typ parametr `T` jest powiązany z interfejsem, ponieważ ograniczenie wymaga implementacji interfejsu `IComparable` w danym typie.

Z dalszej analizy kodu CIL dowiesz się też, że do deklaracji tablicy `items` z elementami typu `T` zastosowano notację z wykrzyknikiem, wykorzystywaną w wersji kodu CIL z obsługą typów generycznych. Wykrzyknik oznacza obecność pierwszego określającego typ parametru danej klasy (zobacz listing 11.48). 2.0

Listing 11.48. Kod CIL z notacją z wykrzyknikiem oznaczającą obsługę typów generycznych

```
.class public auto ansi beforefieldinit
  'Stack'1'<([mscorlib]System.IComparable) T>
  extends [mscorlib]System.Object
{
  .field private !0[ ] items
  ...
}
```

Oprócz arności, parametru określającego typ w nagłówku klasy i tegoż parametru wyróżnionego wykrzyknikiem kod CIL wygenerowany dla klasy generycznej prawie się nie różni od kodu CIL klasy niegenerycznej.

ZAGADNIENIE DLA ZAAWANSOWANYCH

Tworzenie obiektów typów generycznych opartych na typach bezpośrednich

Gdy tworzony jest pierwszy obiekt typu generycznego i jako parametr określający typ używany jest typ bezpośredni, środowisko uruchomieniowe tworzy wyspecjalizowany typ generyczny z podanymi parametrami umieszczonymi w odpowiednich miejscach kodu CIL. Tak więc

Kup książkę Poleć książkę

środowisko uruchomieniowe tworzy nowe wyspecjalizowane typy generyczne dla każdego typu bezpośredniego podanego jako parametr.

Załóżmy, że w kodzie zadeklarowana jest klasa `Stack` z parametrem `int`, tak jak na listingu 11.49.

Listing 11.49. Definicja klasy Stack<int>

```
Stack<int> stack;
```

Gdy używasz typu `Stack<int>` po raz pierwszy, środowisko uruchomieniowe generuje wyspecjalizowaną wersję klasy `Stack`, w której określający typ argument `int` jest podstawiany za parametr określający typ. Później za każdym razem, gdy kod używa typu `Stack<int>`, środowisko uruchomieniowe ponownie wykorzystuje wygenerowaną wyspecjalizowaną klasę `Stack<int>`. Na listingu 11.50 zadeklarowane są dwa obiekty typu `Stack<int>`. Dla obu używany jest wygenerowany już przez środowisko uruchomieniowe kod klasy `Stack<int>`.

2.0

Listing 11.50. Deklarowanie zmiennych typu Stack<T>

```
Stack<int> stackOne = new Stack<int>();
Stack<int> stackTwo = new Stack<int>();
```

Jeśli dalej w kodzie utworzysz nowy obiekt typu `Stack`, z innym typem bezpośrednim (na przykład typem `long` lub strukturą zdefiniowaną przez użytkownika) podstawianym za parametr określający typ, środowisko uruchomieniowe wygeneruje inną wersję typu generycznego. Zaletą wyspecjalizowanych klas generycznych opartych na typach bezpośrednich jest ich wydajność. Ponadto w kodzie można uniknąć konwersji i opakowywania, ponieważ każda wyspecjalizowana klasa generyczna „natywnie" korzysta z typu bezpośredniego.

ZAGADNIENIE DLA ZAAWANSOWANYCH

Tworzenie obiektów typów generycznych opartych na typach referencyjnych

Typy generyczne oparte na typach referencyjnych działają nieco inaczej. Gdy po raz pierwszy tworzony jest obiekt typu generycznego opartego na typie referencyjnym, środowisko uruchomieniowe tworzy wyspecjalizowany typ generyczny, w którym w kodzie CIL za parametry określające typ podstawiany jest typ `object` (a nie typ określony w argumencie). Później za każdym razem, gdy tworzony jest obiekt danego typu generycznego opartego na typie referencyjnym, środowisko uruchomieniowe ponownie wykorzystuje wcześniej wygenerowaną wersję tego typu generycznego — także wtedy, jeśli ten typ referencyjny jest inny niż wcześniej.

Załóżmy, że dostępne są dwa typy referencyjne — klasa `Customer` i klasa `Order`. Kod tworzy obiekt typu `EntityDictionary` z elementami typu `Customer`:

```
EntityDictionary<Guid, Customer> customers;
```

Zanim będzie można uzyskać dostęp do tej klasy, środowisko uruchomieniowe tworzy wyspecjalizowaną wersję klasy `EntityDictionary`, przy czym jako podany typ danych wykorzystuje typ `object`, a nie typ `Customer`. Załóżmy teraz, że następny wiersz kodu tworzy obiekt typu `EntityDictionary` oparty na innym typie referencyjnym — `Order`.

Kup książkę Poleć książkę

```
EntityDictionary<Guid, Order> orders =
  new EntityDictionary<Guid, Order>();
```

Inaczej niż w przypadku typów bezpośrednich, tu nie jest tworzona nowa wyspecjalizowana wersja klasy `EntityDictionary`, wykorzystująca typ `Order`. Zamiast tego tworzony jest obiekt wersji typu `EntityDictionary` opartej na typie `object` — i to ten obiekt jest przypisywany do zmiennej `orders`.

2.0

Aby móc uzyskać bezpieczeństwo ze względu na typ, dla każdej referencji typu `object` podstawionej za parametr określający typ alokowany jest w pamięci obszar potrzebny na typ `Order` i tworzony jest wskaźnik do tego obszaru.

Przyjmijmy, że natrafiłeś na wiersz kodu tworzący obiekt typu `EntityDictionary` opartego na typie `Customer`:

```
customers = new EntityDictionary<Guid, Customer>();
```

Podobnie jak wcześniej, gdy tworzono obiekt typu `EntityDictionary` opartego na typie `Order`, powstaje następny obiekt wyspecjalizowanej klasy `EntityDictionary` (z referencjami typu `object`), a wskaźniki z tego obiektu są ustawiane na typ `Customer`. Taka implementacja typów generycznych znacznie zmniejsza ilość kodu, ponieważ ogranicza do jednej liczbę wyspecjalizowanych klas tworzonych przez kompilator na podstawie klas generycznych opartych na typach referencyjnych.

Choć środowisko uruchomieniowe wykorzystuje tę samą wewnętrzną definicję typu generycznego, gdy jako parametry określające typ podane są różne typy referencyjne, sytuacja wygląda inaczej, gdy jako takie parametry używane są różne typy bezpośrednie. Na przykład klasy `Dictionary<int, Customer>`, `Dictionary<Guid, Order>` i `Dictionary<long, Order>` wymagają osobnych wewnętrznych definicji typów.

Porównanie języków — typy generyczne w Javie

Implementacja typów generycznych w Javie jest w całości obsługiwana przez kompilator, a nie przez maszynę wirtualną Javy. Firma Sun zastosowała to podejście, by uniknąć konieczności dystrybucji zaktualizowanej wersji maszyny wirtualnej Javy po zastosowaniu typów generycznych.

W Javie dla typów generycznych używana jest składnia podobna jak dla szablonów z języka C++ i typów generycznych z języka C# (włącznie z parametrami określającymi typ i ograniczeniami). Jednak ponieważ typy bezpośrednie wyglądają w składni tak samo jak typy referencyjne, niezmodyfikowana maszyna wirtualna Javy nie obsługuje typów generycznych opartych na typach bezpośrednich. Dlatego typy generyczne w Javie nie dają takiego wzrostu wydajności kodu co w języku C#. Gdy kompilator Javy musi zwrócić dane, przeprowadza automatyczne rzutowanie w dół z typu podanego w ograniczeniu (jeśli istnieje) lub z typu bazowego `Object` (jeżeli nie ma ograniczenia). Ponadto kompilator Javy generuje jeden wyspecjalizowany typ na etapie kompilacji, a następnie korzysta z tego typu do tworzenia obiektów dowolnej wersji typu generycznego. Poza tym ponieważ maszyna wirtualna Javy nie ma wbudowanej obsługi typów generycznych, nie ma sposobu na sprawdzenie w czasie wykonywania programu parametru określającego typ w danym obiekcie typu generycznego. Inne zastosowania mechanizmu refleksji w typach generycznych też są mocno ograniczone.

2.0

Kup książkę Poleć książkę

Podsumowanie

Dodanie generycznych typów i metod w wersji C# 2.0 znacznie zmieniło sposób pisania kodu przez programistów używających języka C#. W prawie wszystkich sytuacjach, w których w wersji C# 1.0 programiści używali typu `object`, od wersji C# 2.0 typy generyczne stały się lepszym rozwiązaniem. Jeśli w obecnie rozwijanych programach w języku C# używany jest typ `object` (zwłaszcza w kolekcjach), należy się zastanowić, czy lepszym rozwiązaniem nie będzie zastosowanie typów generycznych. Większe bezpieczeństwo ze względu na typ, uzyskane dzięki możliwości rezygnacji z rzutowania, wyeliminowanie spadku wydajności związanego z opakowywaniem i zmniejszenie ilości powtarzającego się kodu, to istotne korzyści zapewniane przez typy generyczne.

W rozdziale 16. omówiono jedną z najczęściej używanych przestrzeni nazw z typami generycznymi — `System.Collections.Generic`. Jak wskazuje nazwa, ta przestrzeń nazw obejmuje prawie wyłącznie typy generyczne. Znajdziesz tam dobre przykłady ilustrujące, jak niektóre typy używające wcześniej typu `object` przekształcono w typy generyczne. Jednak zanim przejdziesz do tych zagadnień, warto przyjrzeć się wyrażeniom, które od wersji C# 3.0 znacznie usprawniły pracę z kolekcjami.

Koniec 2.0

Kup książkę Poleć książkę

Skorowidz

Kup książkę Poleć książkę

C

D

Kup książkę Poleć książkę

E

F

G

H

Kup książkę Poleć książkę

I

J

Kup książkę Poleć książkę

K

Kup książkę Poleć książkę

L

Ł

M

Kup książkę Poleć książkę

N

O

Kup książkę Poleć książkę

P

Kup książkę Poleć książkę

R

S

Kup książkę Poleć książkę

Ś

T

Kup książkę Poleć książkę

U

V

W

Kup książkę Poleć książkę

X

Z

Kup książkę Poleć książkę

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION

1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

http://program-partnerski.helion.pl

GRUPA WYDAWNICZA
Helion SA

Sprawdź, jak wygodnym i niezawodnym językiem jest **C#**!

C# jest prostym, nowoczesnym, bezpiecznym językiem programowania, który powstał na bazie języków C i C++, jednak otrzymał też najlepsze cechy takich języków jak Visual Basic, Object Pascal, Delphi czy Java. Został od podstaw zaprojektowany jako obiektowy. C# stanowi część platformy Microsoft .NET Framework. Ta dojrzała technologia pozwala na efektywne tworzenie kodu bezpiecznego, przejrzystego, wydajnego i prostego w konserwacji.

Niniejsza książka to bardzo praktyczne kompendium wiedzy o języku C#. Została oparta na podstawowej specyfikacji C# Language 6.0. Zawiera kompletne omówienie języka. Książkę pomyślano jako podręcznik, dzięki któremu szybko można rozpocząć praktyczną pracę nad projektami programistycznymi. Osoby znające C# będą mogły zapoznać się ze skomplikowanymi paradygmatami programowania, a także przejrzeć szczegółowe omówienie funkcji wprowadzonych w najnowszej wersji języka, C# 6.0, oraz w platformie .NET Framework 4.6. Ponadto każdy, kto pracuje w C#, znajdzie tu doskonale zorganizowane źródło wiedzy o tym potężnym języku.

W książce przedstawiono:

- kompletne omówienie elementów języka C#
- jasne wskazówki dotyczące implementowania niezawodnej obsługi błędów
- metody zmniejszania złożoności kodu
- zasady programowania dynamicznego z wykorzystaniem refleksji i atrybutów
- opis wykorzystania możliwości platformy .NET, w tym omówienie kolekcji i standardu CLI
- powiązania kodu C# z wykorzystywanym środowiskiem uruchomieniowym

MARK MICHAELIS jest założycielem firmy IntelliTect. Laureat nagrody Microsoft MVP, dyrektor regionalny Microsoftu. Prowadzi prelekcje na konferencjach dla programistów i jest autorem wielu książek.

ERIC LIPPERT jest programistą w zespole odpowiedzialnym za analizę języka C# w firmie Coverity/Synopsys. Wcześniej był głównym programistą w zespole pracującym nad kompilatorem języka C# w Microsofcie i członkiem zespołu projektującego ten język. Brał też udział w projektowaniu i implementowaniu wielu innych technologii w Microsofcie.

Addison-Wesley

Helion

46062 numer katalogowy

księgarnia internetowa

http://helion.pl

zamówienia telefoniczne

0 801 339900

0 601 339900

Informatyka w najlepszym wydaniu

Sprawdź najnowsze promocje:
http://helion.pl/promocje
Książki najchętniej czytane:
http://helion.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach:
http://helion.pl/nowosci

Helion SA
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
http://helion.pl

sięgnij po WIĘCEJ

KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-283-2518-0

9 788328 325180

cena: 129,00 zł

THE ADDISON-WESLEY Microsoft Technology Series

ALWAYS LEARNING

PEARSON