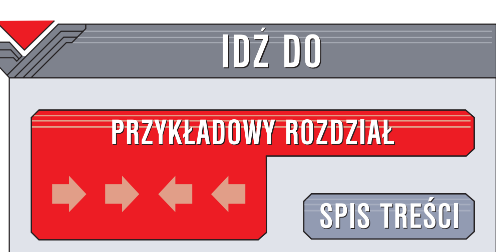
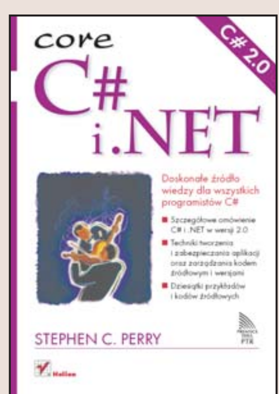

IDŹ DO
PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ
SPIS TREŚCI
KATALOG KSIĄŻEK
KATALOG ONLINE
ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG
TWÓJ KOSZYK
DODAJ DO KOSZYKA
CENNIK I INFORMACJE
ZAMÓW INFORMACJE O NOWOŚCIACH
ZAMÓW CENNIK
CZYTELNIA
FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

C# i .NET



Autor: Stephen C. Perry
Tłumaczenie: Mikołaj Szczepaniak (przedmowa, rozdz. 1 – 10), Tomasz Walczak (rozdz. 11 – 18, dod. A, B)
ISBN: 83-246-0320-4
Tytuł oryginału: Core C# and .NET
Format: B5, stron: 912

Doskonałe źródło wiedzy dla wszystkich programistów C#

- Szczegółowe omówienie C# i .NET w wersji 2.0
- Techniki tworzenia i zabezpieczania aplikacji oraz zarządzania kodem źródłowym i wersjami
- Dziesiątki przykładów i kodów źródłowych

Platforma .NET i język C# spowodowały prawdziwą rewolucję na rynku narzędzi programistycznych. Wersja 2.0 przyniosła kilka interesujących rozwiązań, w tym nowe typy danych, komponenty i klasy. Dodatkowe funkcje języka C# pozwalają na przyspieszenie i usprawnienie procesu tworzenia aplikacji oraz jej wdrażania i rozwijania. Dzięki platformie .NET przygotowanie wydajnej, bezpiecznej i łatwej do rozbudowy aplikacji stało się znacznie prostsze i szybsze.

Książka „C# i .NET" przedstawia możliwości platformy .NET i napisanego specjalnie dla niej języka C#. Opisuje elementy platformy, składnię i możliwości języka C# oraz zagadnienia związane z tworzeniem programów za pomocą tych narzędzi. Omawia zasady pisania aplikacji Window Forms i efektywne techniki stosowania klas graficznych z biblioteki GDI+. Charakteryzuje także technologię ADO.NET, metody korzystania z plików XML, przetwarzanie wielowątkowe oraz techniki tworzenia wydajnych aplikacji internetowych w technologii ASP.NET. Szczególną uwagę poświęcono bezpieczeństwu programów i danych oraz skalowaniu i lokalizacji oprogramowania.

- Elementy platformy .NET
- Podstawy języka C#
- Praca z klasami i obiektami w C#
- Przetwarzanie tekstu oraz operacje wejścia i wyjścia
- Tworzenie aplikacji Window Forms
- Korzystanie z biblioteki GDI+
- Połączenia z bazami danych za pomocą ADO.NET
- Aplikacje wielowątkowe oraz rozproszone
- Tworzenie aplikacji internetowych

Jeśli chcesz napisać w C# aplikację dobrej jakości, sięgnij po tę książkę

Wydawnictwo Helion
ul. Chopina 6
44-100 Gliwice
tel. (32)230-98-63
e-mail: helion@helion.pl

Spis treści

O autorze 17

Podziękowania 18

Słowo wstępne 19

Przedmowa 21

Część I Podstawy programowania w języku C# i wprowadzenie do technologii .NET 25

Rozdział 1. Wprowadzenie do technologii .NET i języka C# 27

1.1. Przegląd składników platformy .NET 28
Microsoft .NET i standardy CLI 30
1.2. Wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) 32
Kompilacja kodu platformy .NET 32
Wspólny system typów (CTS) 34
Zestawy .NET 36
1.3. Biblioteka klas platformy (FCL) 41
1.4. Praca z platformą .NET i zestawem narzędzi .NET Framework SDK 44
Aktualizowanie platformy .NET Framework 45
Narzędzia platformy .NET Framework 46
Ildasm.exe 47
wincv.exe 50
Narzędzie Framework Configuration 50
1.5. Wyjaśnienie działania kompilatora C# 53
Lokalizowanie kompilatora 53
Kompilowanie oprogramowania z poziomu wiersza poleceń 54
1.6. Podsumowanie 57
1.7. Sprawdź, czego się nauczyłeś 57

Rozdział 2. Podstawy języka C# 59

2.1. Podstawowa struktura programu C# 60
Ogólne uwagi odnośnie programowania w języku C# 62
2.2. Typy proste 65
decimal 67
bool 67

char 67
byte, sbyte 68
short, int, long 68
single i double 68
Konwertowanie łańcuchów numerycznych za pomocą metod Parse() i TryParse() 69
2.3. Operatory arytmetyczne, logiczne i warunkowe 69
Operatory arytmetyczne 69
Operatory warunkowe i relacyjne 70
Instrukcje kontrolujące przepływ sterowania 71
if-else 71
switch 73
2.4. Pętle 74
Pętla while 74
Pętla do 74
Pętla for 75
Pętla foreach 75
Kontrola przepływu sterowania w pętlach 76
2.5. Dyrektywy preprocesora C# 76
Kompilacja warunkowa 77
Dyrektywy diagnostyczne 79
Regiony (obszary) kodu 79
2.6. Łańcuchy znaków 79
Stałe łańcuchowe 80
Operacje na łańcuchach 81
2.7. Typy wyliczeniowe 84
Praca z typami wyliczeniowymi 84
Metody klasy System.Enum 85
Typy wyliczeniowe i flagi bitowe 86
2.8. Tablice 87
Deklarowanie i tworzenie tablic 88
Stosowanie metod i właściwości tablicy System.Array 88
2.9. Typy referencyjne i wartościowe 90
Klasy System.Object i System.ValueType 90
Techniki przydzielania pamięci dla typów referencyjnych i typów wartościowych 91
Technika pakowania 92
Podsumowanie różnic pomiędzy typami wartościowymi a typami referencyjnymi 94
2.10. Podsumowanie 95
2.11. Sprawdź, czego się nauczyłeś 95

Rozdział 3. Projektowanie klas w języku C# 97

3.1. Wprowadzenie do klas języka C# 98
3.2. Definiowanie klas 98
Atrybuty 99
Modyfikatory dostępu 102
Modyfikatory abstract, sealed i static 102
Identyfikator klasy 103
Klasy bazowe, interfejsy i dziedziczenie 103
3.3. Przegląd składowych klasy 104
Modyfikatory dostępu do składowych 104
3.4. Stałe, pola i właściwości 104
Stałe 106
Pola 107

Właściwości ... 109
Indeksery ... 111
3.5. Metody ... 113
Modyfikatory metod ... 113
Przekazywanie parametrów ... 118
3.6. Konstruktory ... 120
Konstruktor instancji ... 120
Konstruktor prywatny ... 124
Konstruktor statyczny ... 125
3.7. Delegacje i zdarzenia ... 126
Delegacje ... 127
Obsługa zdarzeń z wykorzystaniem delegacji ... 129
3.8. Przeciążanie operatorów ... 136
3.9. Interfejsy ... 139
Tworzenie i stosowanie interfejsów niestandardowych ... 139
Praca z interfejsami ... 142
3.10. Klasy uniwersalne ... 143
3.11. Struktury ... 146
Definiowanie struktur ... 147
Stosowanie struktur z metodami i właściwościami ... 148
3.12. Struktury kontra klasy ... 149
Struktury są typami wartościowymi, klasy są typami referencyjnymi ... 149
W przeciwieństwie do klas struktury nie mogą być dziedziczone ... 150
Ogólne reguły, które należy uwzględniać, wybierając pomiędzy strukturami a klasami ... 150
3.13. Podsumowanie ... 151
3.14. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 151

Rozdział 4. Praca z obiektami w języku C# ... 155

4.1. Tworzenie obiektów ... 156
Przykład: Tworzenie obiektów za pomocą wielu klas fabrykujących ... 158
4.2. Obsługa wyjątków ... 159
Klasa System.Exception ... 160
Pisanie kodu obsługującego wyjątki ... 160
Przykład: Obsługa wspólnych wyjątków SystemException ... 163
Tworzenie niestandardowych klas wyjątków ... 164
Wyjątki nieobsługiwane ... 167
Wskazówki dotyczące obsługi wyjątków ... 168
4.3. Implementowanie metod klasy System.Object w klasach niestandardowych ... 170
Metoda ToString() jako narzędzie opisywania obiektów ... 170
Metoda Equals() jako narzędzie porównywania obiektów ... 172
Klonowanie jako sposób tworzenia kopii obiektów ... 174
4.4. Praca z klasami i interfejsami kolekcji technologii .NET ... 176
Interfejsy kolekcji ... 176
Przestrzeń nazw System.Collections ... 185
Klasy Stack i Queue ... 185
Klasa ArrayList ... 187
Klasa Hashtable ... 188
Przestrzeń nazw System.Collections.Generic ... 191
4.5. Serializacja obiektów ... 195
Serializacja binarna ... 195

4.6. Zarządzanie cyklem życia obiektów 199
Odzyskiwanie pamięci w technologii .NET 199
4.7. Podsumowanie 205
4.8. Sprawdź, czego się nauczyłeś 205

Część II Tworzenie aplikacji z wykorzystaniem biblioteki klas platformy .NET Framework 207

Rozdział 5. Przetwarzanie tekstu i plikowe operacje wejścia-wyjścia w języku C# 209
5.1. Znaki i format Unicode 210
Format Unicode 211
Praca ze znakami 212
5.2. Klasa String 215
Tworzenie łańcuchów 216
Przegląd operacji na łańcuchach znakowych 218
5.3. Porównywanie łańcuchów znakowych 219
Stosowanie metody String.Compare() 219
Stosowanie metody String.CompareOrdinal() 221
5.4. Przeszukiwanie, modyfikowanie i kodowanie zawartości łańcuchów 222
Przeszukiwanie zawartości łańcuchów 222
Przeszukiwanie łańcuchów zawierających pary zastępcze 222
Przekształcanie łańcuchów 223
Kodowanie łańcuchów 225
5.5. Klasa StringBuilder 226
Przegląd składowych klasy StringBuilder 227
Konkatenacja w klasie StringBuilder kontra tradycyjna konkatenacja łańcuchów 228
5.6. Formatowanie wartości liczbowych oraz daty i godziny 229
Konstruowanie elementów formatowania 230
Formatowanie wartości liczbowych 231
Formatowanie daty i godziny 231
5.7. Wyrażenia regularne 236
Klasa Regex 237
Tworzenie wyrażeń regularnych 242
Przykład dopasowywania wzorca do łańcucha 242
Praca z grupami 245
Przykłady stosowania wyrażeń regularnych 247
5.8. Przestrzeń nazw System.IO — klasy obsługujące odczytywanie i zapisywanie strumieni danych 248
Klasa Stream 249
Klasa FileStream 249
Klasa MemoryStream 251
Klasa BufferedStream 252
Stosowanie klas StreamReader i StreamWriter odpowiednio do odczytywania i zapisywania wierszy tekstu 253
Klasy StringWriter i StringReader 255
Szyfrowanie danych za pomocą klasy CryptoStream 256
5.9. Przestrzeń nazw System.IO — katalogi i pliki 259
Klasa FileSystemInfo 259
Praca z katalogami za pomocą klas DirectoryInfo, Directory oraz Path 260
Praca z plikami za pomocą klas FileInfo i File 263
5.10. Podsumowanie 265
5.11. Sprawdź, czego się nauczyłeś 266

Rozdział 6. Budowanie aplikacji Windows Forms 269

6.1. Programowanie aplikacji Windows Forms 270
Ręczne konstruowanie aplikacji Windows Forms 271
6.2. Klasy kontrolek przestrzeni nazw Windows.Forms 274
Klasa Control 274
Praca z kontrolkami 276
Zdarzenia związane z kontrolkami 281
6.3. Klasa Form 286
Konfigurowanie wyglądu formularza 288
Ustawianie położenia i rozmiaru formularza 291
Wyświetlanie formularzy 292
Cykl życia formularza niemodalnego 293
Wzajemne oddziaływanie formularzy — przykład prostej aplikacji 295
Formularz właściciela i formularze własności 298
Okna komunikatów i okna dialogowe 300
Formularze MDI 302
6.4. Praca z menu 306
Właściwości klasy MenuItem 306
Menu kontekstowe 307
6.5. Dodawanie pomocy do formularza 308
Podpowiedzi 309
Obsługa zdarzeń naciśnięcia klawisza F1 i kliknięcia przycisku Pomoc 310
Komponent HelpProvider 312
6.6. Dziedziczenie formularzy 313
Konstruowanie i korzystanie z bibliotek formularzy 313
Korzystanie z formularzy potomnych 314
6.7. Podsumowanie 315
6.8. Sprawdź, czego się nauczyłeś 316

Rozdział 7. Kontrolki formularzy Windows Forms 317

7.1. Przegląd dostępnych w technologii .NET kontrolek formularzy Windows Forms 318
7.2. Klasy przycisków, grup kontrolek, paneli i etykiet 321
Klasa Button 321
Klasa CheckBox 323
Klasa RadioButton 324
Klasa GroupBox 325
Klasa Panel 326
Klasa Label 328
7.3. Kontrolki PictureBox i TextBox 329
Klasa PictureBox 329
Klasa TextBox 331
7.4. Klasy ListBox, CheckedListBox i ComboBox 333
Klasa ListBox 333
Pozostałe kontrolki list: ComboBox i CheckedListBox 338
7.5. Klasy ListView i TreeView 339
Klasa ListView 339
Klasa TreeView 346
7.6. Klasy ProgressBar, Timer i StatusStrip 351
Konstruowanie obiektów kontrolek StatusStrip 351
7.7. Konstruowanie kontrolek niestandardowych 353
Rozbudowa istniejącej kontrolki 354
Budowa niestandardowej kontrolki użytkownika 354

Przykład kontrolki UserControl ... 355
Stosowanie niestandardowych kontrolek użytkownika ... 356
Praca z kontrolkami użytkownika na etapie projektowania aplikacji ... 357
7.8. Stosowanie techniki przeciągania i upuszczania w kontrolkach formularzy WinForms ... 358
Wprowadzenie do techniki przeciągania i upuszczania ... 358
7.9. Korzystanie z zasobów ... 364
Praca z plikami zasobów ... 364
Stosowanie plików zasobów w procesie tworzenia formularzy obsługujących wiele języków ... 368
7.10. Podsumowanie ... 371
7.11. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 371

Rozdział 8. Elementy graficzne biblioteki GDI+ w technologii .NET ... 373

8.1. Przegląd biblioteki GDI+ ... 374
Klasa Graphics ... 375
Zdarzenie Paint ... 379
8.2. Używanie obiektów klasy Graphics ... 382
Podstawowe operacje grafiki dwuwymiarowej ... 383
Pióra ... 387
Pędzle ... 389
Kolory ... 393
Przykładowy projekt: budowa przeglądarki kolorów ... 396
8.3. Obrazy ... 400
Wczytywanie i zapisywanie obrazów ... 400
Operacje na obrazach ... 403
Przykładowy projekt: praca z obrazami ... 406
Uwaga odnośnie biblioteki GDI i BitBlt dla platformy Microsoft Windows ... 412
8.4. Podsumowanie ... 413
8.5. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 414

Rozdział 9. Czcionki, tekst i techniki drukowania ... 417

9.1. Czcionki ... 418
Rodziny czcionek ... 419
Klasa Font ... 420
9.2. Rysowanie łańcuchów tekstowych ... 424
Rysowanie tekstu wielowierszowego ... 424
Formatowanie łańcuchów za pomocą klasy StringFormat ... 425
Stosowanie pozycji tabulacyjnych ... 425
Przycinanie, wyrównywanie i zawijanie łańcuchów ... 428
9.3. Drukowanie ... 429
Wprowadzenie ... 430
Klasa PrintDocument ... 431
Ustawienia drukarki ... 431
Ustawienia strony ... 434
Zdarzenia PrintDocument ... 435
Zdarzenie PrintPage ... 437
Podgląd raportu przeznaczonego do wydrukowania ... 438
Przykład raportu ... 439
Tworzenie niestandardowych klas potomnych względem klasy PrintDocument ... 443
9.4. Podsumowanie ... 445
9.5. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 446

Rozdział 10. Praca z formatem XML w technologii .NET ... 447

10.1. Praca z formatem XML ... 448
Tworzenie dokumentów XML za pomocą mechanizmu serializacji do formatu XML .. 449
Definicja schematu XML (XSD) ... 452
Stosowanie arkuszy stylów XML ... 454
10.2. Techniki odczytu danych w formacie XML ... 457
Klasa XmlReader ... 458
Klasa XmlNodeReader ... 463
Klasa XmlReaderSettings ... 464
Weryfikacja danych XML z wykorzystaniem schematu XML ... 464
Opcje związane z odczytem danych XML ... 466
10.3. Techniki zapisywania danych w formacie XML ... 466
10.4. Przeszukiwanie kodu XML za pomocą instrukcji języka XPath ... 469
Konstruowanie zapytań języka XPath ... 470
Klasa XmlDocument i instrukcje języka XPath ... 473
Klasa XPathDocument i instrukcje języka XPath ... 473
Klasa XmlDataDocument i instrukcje języka XPath ... 474
10.5. Podsumowanie ... 476
10.6. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 477

Rozdział 11. ADO.NET ... 479

11.1. Architektura ADO.NET ... 480
Dostawca danych OLE DB w .NET ... 481
Dostawca danych .NET ... 481
11.2. Modele dostępu do danych — połączeniowy i bezpołączeniowy ... 483
Model połączeniowy ... 484
Model bezpołączeniowy ... 485
11.3. Model połączeniowy ADO.NET ... 487
Klasy do obsługi połączenia ... 487
Obiekt polecenia ... 490
Obiekt DataReader ... 494
11.4. Klasy DataSet, DataTable i model bezpołączeniowy ... 497
Klasa DataSet ... 497
Kolekcja DataTable ... 497
Ładowanie danych do obiektu DataSet ... 501
Używanie obiektu DataAdapter do aktualizacji bazy danych ... 503
Definiowanie relacji między tabelami w obiekcie DataSet ... 506
Wybór między modelem połączeniowym a bezpołączeniowym ... 509
11.5. XML i ADO.NET ... 509
Używanie obiektów DataSet do tworzenia plików z danymi i szablonami XML ... 510
Tworzenie szablonu obiektu DataSet na podstawie pliku XML ... 512
Wczytywanie danych XML do obiektu DataSet ... 512
11.6. Podsumowanie ... 515
11.7. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 515

Rozdział 12. Wiązanie danych z kontrolkami Windows Forms ... 517

12.1. Wprowadzenie do wiązania danych ... 518
Proste wiązanie danych ... 518
Złożone wiązanie danych z kontrolkami obsługującymi listy ... 520
Jednostronne i dwustronne wiązanie danych ... 521
Użycie menedżerów wiązania ... 523

12.2. Używanie prostego i złożonego wiązania danych w aplikacjach 526
Wiązanie z obiektem DataTable 526
Wiązanie kontrolek z obiektem ArrayList 528
Dodawanie elementów do źródła danych 530
Identyfikacja aktualizacji 531
Aktualizacja oryginalnej bazy danych 532
12.3. Klasa DataGridView 532
Właściwości 532
Zdarzenia 539
Ustawianie relacji nadrzędna-szczegółowa w kontrolkach DataGridView 543
Tryb wirtualny 545
12.4. Podsumowanie 550
12.5. Sprawdź, czego się nauczyłeś 550

Część III Zaawansowane techniki jezyka C# i platformy .NET 553

Rozdział 13. Programowanie asynchroniczne i wielowątkowość 555

13.1. Czym jest wątek? 556
Wielowątkowość 556
13.2. Programowanie asynchroniczne 559
Delegacje asynchroniczne 560
Przykłady implementacji wywołań asynchronicznych 563
13.3. Bezpośrednie używanie wątków 571
Tworzenie i używanie wątków 571
Praktyczne wykorzystanie wielowątkowości 574
Używanie puli wątków 577
Klasy Timer 578
13.4. Synchronizacja wątków 580
Atrybut Synchronization 582
Klasa Monitor 583
Muteksy 584
Semafory 585
Unikanie zakleszczenia 587
Podsumowanie technik synchronizacji 588
13.5. Podsumowanie 589
13.6. Sprawdź, czego się nauczyłeś 590

Rozdział 14. Tworzenie aplikacji rozproszonych za pomocą technologii Remoting 593

14.1. Domeny aplikacji 594
Zalety domen aplikacji 594
Domeny aplikacji i zestawy 595
Używanie klasy AppDomain 596
14.2. Zdalne korzystanie z obiektów 598
Architektura technologii Remoting 600
Rodzaje wywołań zdalnych 603
Obiekty aktywowane przez klienta 604
Obiekty aktywowane przez serwer 605
Rejestracja typów 606
Zdalne wywołania obiektów aktywowanych przez serwer 609
Zdalne wywoływanie obiektów aktywowanych przez klienta 616
Projektowanie aplikacji rozproszonych 621

14.3. Dzierżawy i sponsorowanie 622
Dzierżawa 623
Sponsorowanie 626
14.4. Podsumowanie 628
14.5. Sprawdź, czego się nauczyłeś 628

Rozdział 15. Usprawnianie kodu, bezpieczeństwo i instalacja 631

15.1. Stosowanie standardów programowania platformy .NET 633
Używanie FxCop 633
15.2. Zestawy z silną nazwą 636
Tworzenie zestawów z silną nazwą 637
Podpisywanie opóźnione 638
Globalna pamięć podręczna zestawów (GAC) 639
Kontrola wersji 640
15.3. Bezpieczeństwo 641
Uprawnienia i zbiory uprawnień 642
Dowód 646
Zasady bezpieczeństwa 648
Konfigurowanie zasad bezpieczeństwa 650
Narzędzie konfiguracyjne platformy .NET 651
Konfiguracja bezpieczeństwa opartego na uprawnieniach kodu za pomocą narzędzia konfiguracyjnego — przykład praktyczny 653
Żądanie uprawnień dla zestawu 657
Zabezpieczanie programowe 660
15.4. Instalowanie aplikacji 667
Instalacja w systemie Windows — XCOPY a instalator Windows 667
Instalowanie zestawów w globalnej pamięci podręcznej zestawów 668
Instalowanie zestawów prywatnych 668
Konfigurowanie za pomocą elementu codeBase 669
Używanie pliku konfiguracyjnego do zarządzania różnymi wersjami zestawów 670
Wersje zestawu i informacje o produkcie 670
15.5. Podsumowanie 671
15.6. Sprawdź, czego się nauczyłeś 672

Część IV Programowanie aplikacji internetowych 675

Rozdział 16. Formularze i kontrolki ASP.NET 677

16.1. Komunikacja klient-serwer poprzez połączenie internetowe 678
Przykładowa aplikacja internetowa 680
Kalkulator BMI w języku ASP.NET 684
Model wykorzystujący kod inline 685
Model wykorzystujący kod ukryty 691
Kod ukryty i klasy częściowe 695
Klasa Page 696
16.2. Kontrolki formularzy Web 699
Przegląd kontrolek Web 700
Określanie wyglądu kontrolek Web 701
Proste kontrolki 701
Kontrolki do obsługi list 706
Kontrolka DataList 708

16.3. Wiązanie danych oraz kontrolki do obsługi źródeł danych ... 711
Wiązanie z obiektem DataReader ... 711
Wiązanie z obiektem DataSet ... 712
Kontrolki do obsługi źródeł danych ... 714
16.4. Kontrolki walidacyjne ... 721
Używanie kontrolek walidacyjnych ... 721
16.5. Strony główne i strony z treścią ... 725
Tworzenie strony głównej ... 726
Tworzenie stron z treścią ... 727
Dostęp do strony głównej ze stron z treścią ... 728
16.6. Tworzenie i używanie niestandardowych kontrolek Web ... 729
Przykładowa niestandardowa kontrolka ... 729
Używanie niestandardowych kontrolek ... 732
Zarządzanie stanem kontrolki ... 732
Kontrolki złożone ... 733
16.7. Wybór kontrolki Web do wyświetlania danych ... 736
16.8. Podsumowanie ... 737
16.9. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 737

Rozdział 17. Środowisko aplikacji ASP.NET ... 739

17.1. Klasy HttpRequest i HttpResponse ... 740
Obiekt HttpRequest ... 741
Obiekt HttpResponse ... 744
17.2. ASP.NET i pliki konfiguracyjne ... 748
Zawartość pliku web.config ... 749
Dodawanie niestandardowych elementów konfiguracyjnych ... 753
17.3. Bezpieczeństwo aplikacji ASP.NET ... 756
Uwierzytelnianie przy użyciu formularzy ... 757
Przykład zastosowania uwierzytelniania przy użyciu formularzy ... 759
17.4. Przechowywanie stanu ... 763
Stan aplikacji ... 765
Stan sesji ... 766
17.5. Pamięć podręczna ... 769
Umieszczanie w pamięci podręcznej odpowiedzi ... 769
Umieszczanie danych w pamięci podręcznej ... 772
17.6. Tworzenie klienta używającego klas WebRequest i WebResponse ... 775
Klasy WebRequest i WebResponse ... 775
Przykładowy klient internetowy ... 775
17.7. Potoki HTTP ... 777
Przetwarzania żądania w potoku ... 778
Klasa HttpApplication ... 779
Moduły HTTP ... 782
Obiekty obsługi HTTP ... 787
17.8. Podsumowanie ... 790
17.9. Sprawdź, czego się nauczyłeś ... 791

Rozdział 18. Usługi Web ... 793

18.1. Wprowadzenie do usług Web ... 794
Wyszukiwanie i używanie usług Web ... 796
18.2. Tworzenie usługi Web ... 798
Samodzielne tworzenie usługi Web ... 799
Tworzenie usługi Web za pomocą środowiska VS.NET ... 802
Rozszerzanie usług Web za pomocą atrybutów WebService i WebMethod ... 803

18.3. Tworzenie klienta usługi Web 806
Tworzenie prostego klienta używającego klasy usługi Web 807
Tworzenie pośrednika za pomocą środowiska Visual Studio .NET 814
18.4. Język WSDL i protokół SOAP 815
Język opisu usług Web (WSDL) 815
Prosty protokół dostępu do obiektów (SOAP) 818
18.5. Używanie złożonych typów danych w usługach Web 825
Usługa Web zwracająca rysunki 825
Używanie usług Web Amazonu 827
Tworzenie pośrednika dla usług Web Amazonu 829
Tworzenie klienta usługi Web za pomocą formularzy Windows 830
18.6. Wydajność usług Web 832
Konfigurowanie połączenia HTTP 833
Obsługa dużych ilości danych 834
18.7. Podsumowanie 835
18.8. Sprawdź, czego się nauczyłeś 835

Dodatki 837

Dodatek A Elementy wprowadzone w .NET 2.0 i C# 2.0 839

Dodatek B Zdarzenia i delegacje kontrolki DataGridView 843

Odpowiedzi do pytań 853

Skorowidz 869

1

Wprowadzenie do technologii .NET i języka C#

Zagadnienia omawiane w tym rozdziale:

- Przegląd składników platformy .NET — architektura i najważniejsze cechy technologii .NET.
- Wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) — przegląd zadań wykonywanych przez część uruchomieniową (wykonawczą) platformy .NET Framework, czyli funkcjonowania kompilatora „na bieżąco” (JIT), mechanizmów wczytywania zestawów oraz technik weryfikacji kodu.
- Wspólny system typów (CTS) i specyfikacja wspólnego języka (CLS) — mechanizmy wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR) w zakresie zapewniania zgodności i możliwości współpracy języków programowania.
- Zestawy .NET — analiza struktury zestawów, filozofii tych zestawów oraz różnic pomiędzy zestawami prywatnymi a zestawami współdzielonymi.
- Biblioteka klas platformy (FCL) — biblioteka platformy .NET oferuje setki klas bazowych pogrupowane w ramach logicznych przestrzeni nazw.
- Narzędzia programowania — wraz z platformą .NET otrzymujemy wiele narzędzi ułatwiających wytwarzanie kodu źródłowego. Mamy do dyspozycji między innymi narzędzie Ildasm do odwracania kompilacji kodu, WinCV do przeglądania właściwości klasy oraz narzędzie konfiguracyjne Framework Configuration.
- Kompilowanie i uruchamianie programów napisanych w języku C# — korzystanie z kompilatora języka programowania C# z poziomu wiersza poleceń wraz z omówieniem opcji decydujących o strukturze kompilowanej aplikacji.

Efektywne używanie języka programowania wymaga czegoś więcej niż dobrej znajomości jego składni i oferowanych mechanizmów. W praktyce podczas poznawania najnowszych technologii coraz większą rolę odgrywa dogłębne studiowanie samych środowisk programowania. Nie wystarczy więc opanowanie do perfekcji samego języka C# — wydajny

i skuteczny programista czy architekt oprogramowania musi też nabrać biegłości w korzystaniu z odpowiednich bibliotek klas i narzędzi umożliwiającej zagłębianie się w te biblioteki, diagnozowanie kodu oraz sprawdzanie faktycznej efektywności stosowanych konstrukcji programistycznych.

Celem tego rozdziału jest uświadomienie Czytelnikom istnienia najważniejszych rozwiązań oferowanych w ramach środowiska .NET, zanim jeszcze przystąpią do nauki składni i semantyki języka programowania C#. Skupimy się przede wszystkim na tym, jak to środowisko (nie język) wpływa na sposób wytwarzania oprogramowania. Jeśli nie masz doświadczenia w korzystaniu z technologii .NET, powinieneś uważnie przestudiować kilka nowych koncepcji, które tam wprowadzono. .NET zmienia sposób myślenia o dziedziczonym (często przestarzałym) kodzie oraz kontroli wersji, zmienia sposób dysponowania zasobami programowymi, umożliwia korzystanie z kodu napisanego w jednym z poziomu innego języka, upraszcza wdrażanie kodu, ponieważ eliminuje niepotrzebne związki z rejestrem systemowym, oraz tworzy samo-opisujący metajęzyk, który może być wykorzystywany do określania logiki programu w czasie jego wykonywania. Z każdym z tych elementów będziesz miał do czynienia na różnych etapach procesu wytwarzania oprogramowania i każdy z nich będzie miał wpływ na sposób projektowania i wdrażania Twoich aplikacji.

Z punktu widzenia programisty platforma .NET składa się ze środowiska uruchomieniowego (wykonawczego) połączonego z biblioteką klas bazowych. Organizacja tego rozdziału odpowiada właśnie takiemu postrzeganiu platformy .NET. Rozdział zawiera dwa osobne podrozdziały poświęcone odpowiednio wspólnemu środowisku uruchomieniowemu (ang. *Common Language Runtime* — *CLR*) oraz bibliotece klas platformy (ang. *Framework Class Library* — *FCL*). W dalszej części tego rozdziału zostaną przedstawione podstawowe narzędzia, dzięki którym programista może nie tylko w sposób wręcz intuicyjny realizować pewne zadania w procesie wytwarzaniem oprogramowania dla platformy .NET, ale też zarządzać i dystrybuować aplikacje. W ostatnim podrozdziale, swoistym preludium rozdziału 2., Czytelnik zostanie wprowadzony w świat kompilatora C# wraz z kilkoma przykładami praktycznych zastosowań.

1.1. Przegląd składników platformy .NET

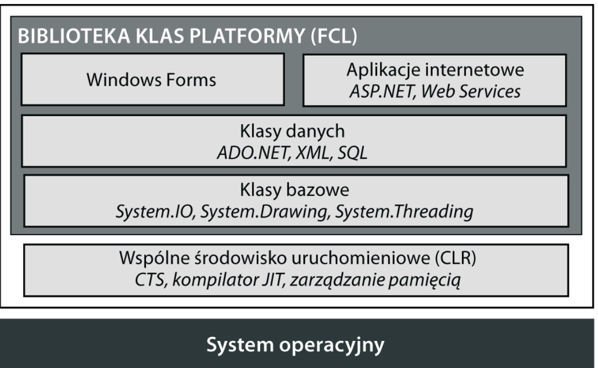
Platformę .NET zaprojektowano jako zintegrowane środowisko, które w założeniu ma umożliwiać bezproblemowe wytwarzanie i uruchamianie aplikacji internetowych, aplikacji bazujących na Windows Forms, a nawet aplikacji dla urządzeń mobilnych (z wykorzystaniem platformy Compact Framework). Na poniższej liście wymieniono podstawowe cele, jakie postawili sobie twórcy tej platformy:

- Zapewnienie logicznie spójnego, obiektowego środowiska dla rozmaitych aplikacji.
- Zapewnienie środowiska, które pozwoli zminimalizować konflikty wersji (popularnie nazywane „piekłem DLL”), które przez wiele lat prześladowały programistów Windows (COM) i — tym samym — uprościć proces dystrybucji (instalacji) kodu.

- Zapewnienie przenośnego środowiska, które będzie bazowało na certyfikowanych standardach i które będzie dawało możliwość zarządzania przez dowolny system operacyjny. Już teraz język programowania C# i podstawowy składnik środowiska uruchomieniowego technologii .NET, infrastruktura wspólnego języka (ang. *Common Language Infrastructure — CLI*), są objęte odpowiednimi standardami ECMA[1].
- Zapewnienie środowiska zarządzanego, w którym weryfikacja kodu pod kątem bezpieczeństwa wykonywania będzie możliwie prosta.

Aby zrealizować te ambitne cele, projektanci platformy .NET Framework opracowali dość specyficzną architekturę, która dzieli tę platformę na dwie części: wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) oraz bibliotekę klas platformy (FCL). Na rysunku 1.1 przedstawiono graficzną reprezentację zastosowanego podejścia.

Rysunek 1.1.
Platforma .NET



Środowisko uruchomieniowe CLR, czyli opracowana przez firmę Microsoft implementacja standardu CLI, obsługuje wykonywanie kodu i wszystkie związane z tym zadania, czyli kompilację, zarządzanie pamięcią, zapewnianie bezpieczeństwa, zarządzanie wątkami oraz wymuszanie bezpieczeństwa typów. O kodzie wykonywanym we wspólnym środowisku uruchomieniowym (CLR) mówimy, że jest kodem zarządzanym. Stosowanie tej terminologii pozwala odróżnić taki kod od kodu „niezarządzanego”, który nie implementuje wymagań związanych z funkcjonowaniem w środowisku CLR, czyli np. od obiektów COM czy komponentów bazujących na interfejsie programowym Windows API.

Inny ważny składnik technologii .NET, biblioteka klas platformy (FCL), jest — jak sama nazwa wskazuje — biblioteką kodu wielokrotnego użytku definiującą typy (klasy, struktury itp.), które są udostępniane aplikacjom wykonywanym w środowisku uruchomieniowym platformy .NET. Zgodnie z tym, co przedstawiono na rysunku 1.1, biblioteka FCL obejmuje klasy obsługujące dostęp do bazy danych, operacje graficzne, interakcję z kodem niezarządzanym, bezpieczeństwo oraz obsługę interfejsów użytkownika w postaci stron WWW i formularzy Windows Forms. Okazuje się, że z tej jednej biblioteki klas korzystają wszystkie języki przygotowane do współpracy z platformą .NET Framework. Oznacza to, że po zdobyciu doświadczenia w pracy ze wspomnianymi typami będziemy mogli stosować naszą wiedzę, pisząc kod w dowolnych językach programowania technologii .NET.

[1] W niniejszej książce we wszystkich odwołaniach do organizacji *ECMA International* (nazywanej dawniej *European Computer Manufacturers Association*) dla uproszczenia będziemy się posługiwali samym skrótem **ECMA**.

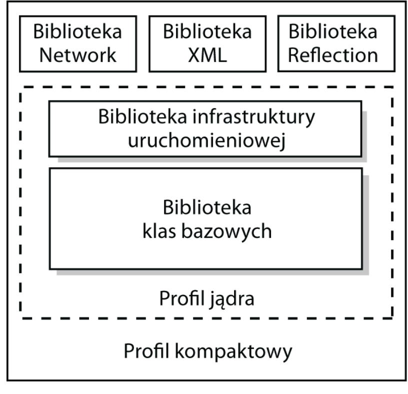
Microsoft .NET i standardy CLI

Naturalne pytanie stawiane przez programistów, którzy decydują się zainwestować swój czas w naukę języka programowania C# i mechanizmów platformy .NET, dotyczy tego, czy będą mogli wykorzystywać pozyskaną wiedzę także na innych platformach. W szczególności programiści chcą wiedzieć, czy technologia .NET, jako produkt Microsoftu, jest ściśle związana z systemem operacyjnym Windows czy może jest przenośną platformą wytwarzania i wdrażania oprogramowania, którą będzie można implementować dla konkurencyjnych systemów operacyjnych. Odpowiedź na to pytanie wymaga dobrego rozumienia relacji łączących technologię Microsoft .NET, język programowania C# oraz standardy infrastruktury wspólnego języka (CLI).

Standard infrastruktury wspólnego języka (CLI) definiuje niezależne od platformy środowisko wykonywania wirtualnego kodu. CLI nie preferuje żadnego systemu operacyjnego, zatem można go z powodzeniem stosować zarówno w systemie Linux, jak i w Windows. Centralnym elementem tego standardu jest definicja wspólnego języka pośredniego (ang. *Common Intermediate Language — CIL*), który musi być generowany przez kompilatory zgodne ze standardem CLI, oraz system typów, który definiuje typy danych obsługiwane przez wszystkie zgodne języki programowania. Język pośredni jest kompilowany do języka właściwego dla docelowego systemu operacyjnego (patrz następny podrozdział).

Infrastruktura wspólnego języka (CLI) obejmuje także standardy dla samego języka C#, który został stworzony i wypromowany przez firmę Microsoft, i jako taki jest de facto standardowym językiem programowania dla platformy .NET. Warto jednak pamiętać, że pozostali producenci szybko zainteresowali się standardem CLI i opracowali własne kompilatory dla takich języków jak Python, Pascal, Fortran, Cobol czy Eiffel .NET (przedstawiona lista oczywiście nie jest kompletna).

Platforma .NET (patrz rysunek 1.1) jest w istocie implementacją standardów CLI zaproponowaną przez firmę Microsoft. Najważniejszą cechą tej implementacji jest to, że oferuje daleko bardziej rozbudowany zestaw rozwiązań i funkcji niż ten zdefiniowany w standardowej infrastrukturze wspólnego języka. Aby się o tym przekonać, wystarczy porównać przedstawioną wcześniej strukturę platformy .NET z architekturą standardów CLI zaprezentowaną na rysunku 1.2.



Rysunek 1.2. *Architektura zdefiniowana przez specyfikacje infrastruktury wspólnego języka (CLI)*

Najkrócej mówiąc, infrastruktura wspólnego języka (CLI) definiuje dwie implementacje: implementację minimalną, nazywaną **profilem jądra** (ang. *Kernel Profile*), oraz implementację bogatszą, nazywaną **profilem kompaktowym** (ang. *Compact Profile*). Profil jądra zawiera typy i klasy niezbędne do pracy kompilatorów zgodnych ze standardem CLI. Biblioteka klas bazowych (ang. *Base Class Library*) zawiera nie tylko podstawowe klasy typów danych, ale także klasy obsługujące proste operacje dostępu do plików, definiujące atrybuty zabezpieczeń oraz implementujące jednowymiarowe tablice. Profil kompaktowy wprowadza trzy dodatkowe biblioteki klas: bibliotekę XML definiującą proste mechanizmy analizy składniowej języka XML, bibliotekę Network obsługującą protokół HTTP i dostęp do portów oraz bibliotekę Reflection obsługującą **refleksje** (mechanizm analizy programu przez samego siebie za pośrednictwem metadanych).

Niniejsza publikacja byłaby dużo krótsza, gdyby zamiast implementacji zaproponowanej przez firmę Microsoft opisywała wyłącznie zalecenia standardu CLI. Moglibyśmy całkowicie zrezygnować z rozdziałów poświęconych bibliotece ADO.NET (zawierającej klasy obsługujące dostęp do baz danych), bibliotece ASP.NET (zawierającej klasy aplikacji internetowych) oraz bibliotece Windows Forms — co więcej, rozdziały poświęcone językowi XML byłyby nieporównanie krótsze. Jak się zapewne domyślasz, wymienione biblioteki są w jakimś stopniu uzależnione od funkcjonalności wykorzystywanego interfejsu Windows API. Twórcy technologii .NET dodatkowo przewidzieli możliwość wywoływania przez program interfejsu Win32 API za pośrednictwem mechanizmu nazwanego **Interop**. Oznacza to, że programista .NET ma dostęp nie tylko do interfejsu Win32 API, ale także do już działających aplikacji i komponentów (COM).

Ten dość szeroki most łączący technologię .NET z systemem Windows sprawia, że implementacja firmy Microsoft jest bardziej przezroczysta od środowisk wirtualnych — nie twierdzę przy tym, że takie rozwiązanie jest nieuzasadnione. Dzięki temu programiści, którzy stawiają pierwsze kroki, tworząc oprogramowania dla platformy .NET, mogą — przynajmniej na początku — pisać aplikacje hybrydowe, czyli takie, które będą w sobie łączyły komponenty .NET z istniejącym kodem. Warto jednak pamiętać, że budowa takich hybryd wyklucza możliwość przenoszenia kodu gotowego do innych systemów operacyjnych.

Mam też dobrą wiadomość dla programistów, a więc także Czytelników niniejszej książki — zaproponowane przez firmę Microsoft dodatkowe mechanizmy wzbudziły zainteresowanie szerszej społeczności, która zaangażowała się w opracowywanie implementacji CLI oferowanych z otwartym dostępem do kodu źródłowego. Zespołowi realizującemu jeden z czołowych projektów tego typu, nazwanego Mono[2], już teraz udało się zaimplementować większość mechanizmów bibliotek ADO.NET i Windows Forms, wszystkie klasy obsługujące język XML oraz bogaty zbiór klas obsługujących kolekcje. Jest to o tyle ważne, że wiedzę i doświadczenie zdobyte podczas pracy z technologią Microsoft .NET będzie można wykorzystać do implementowania podobnych rozwiązań dla takich platform jak Linux, BSD czy Solaris. Mając to na uwadze, spróbujmy teraz przeanalizować najważniejsze cechy implementacji standardu CLI zaproponowanej przez firmę Microsoft.

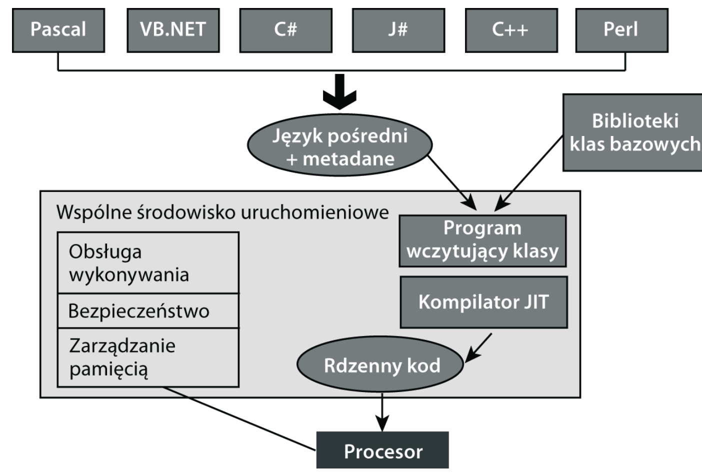
---

[2] Patrz strona internetowa *http://www.mono-project.com/Main_Page*.

1.2. Wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR)

Wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) zarządza całym cyklem życia aplikacji: lokalizuje i kompiluje kod, wczytuje powiązane klasy, zarządza wykonywaniem aplikacji, a także zapewnia automatyczne zarządzanie pamięcią. Co więcej, środowisko CLR obsługuje całą integrację języków programowania, czyli de facto odpowiada za bezproblemową współpracę kodu zapisanego w różnych językach i skompilowanego za pomocą różnych kompilatorów. W niniejszym podrozdziale przyjrzymy się funkcjonowaniu wewnętrznych mechanizmów wspólnego środowiska uruchomieniowego, aby się przekonać, jak opisane przed chwilą cele faktycznie są realizowane. Nie będzie to co prawda analiza szczegółowa, ale z pewnością wystarczy do zapoznania się z terminologią, zaznajomienia z architekturą niezależną od języków programowania i zrozumienia, co rzeczywiście się dzieje w momencie, w którym tworzymy i uruchamiamy nasze programy.

Rysunek 1.3.
Funkcje wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR)



Kompilacja kodu platformy .NET

Kompilatory spełniające wymagania wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR) generują kod właśnie dla docelowego środowiska uruchomieniowego (wykonawczego), a nie dla konkretnego procesora. Generowany w ten sposób kod, nazywany wspólnym językiem pośrednim (CIL), językiem pośrednim (IL) lub językiem pośrednim Microsoft (MSIL), w praktyce ma postać kodu maszynowego umieszczanego w plikach EXE lub DLL. Warto pamiętać, że nie są to standardowe pliki wykonywalne, ponieważ dodatkowo wymagają użycia kompilatora **na bieżąco** (ang. *Just-in-Time*, w skrócie *JIT*), który w czasie wykonywania aplikacji dokona konwersji języka pośredniego na odpowiedni kod maszynowy. Ponieważ za zarządzanie tym językiem pośrednim odpowiada wspólne środowisko uruchomieniowe, kod zapisany w tym języku jest nazywany **kodem zarządzanym** (ang. *managed code*).

Kod pośredni jest kluczem do spełnienia formalnego celu stawianego platformie .NET, czyli zgodności różnych języków programowania. Zgodnie z tym, co przedstawiono na rysunku 1.3, wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) nie wie — bo nie musi wiedzieć — w którym

języku napisano daną aplikację. Środowisko CLR otrzymuje kod języka pośredniego (IL), który jest niezależny od stosowanych języków programowania. Ponieważ aplikacje komunikują się między sobą właśnie za pośrednictwem swojego kodu języka pośredniego, efekty pracy jednego kompilatora mogą być integrowane z kodem wygenerowanym przez inny kompilator.

Realizacja innego ważnego celu technologii .NET, przenośności, jest możliwa dzięki przeniesieniu procesu tworzenia kodu maszynowego na poziom kompilatora JIT. Oznacza to, że wygenerowany na jednej platformie kod języka pośredniego może być wykonywany na innej platformie zawierającej własną platformę i kompilator JIT, który generuje kod maszynowy właściwy dla tej platformy.

Poza generowaniem kodu języka pośredniego kompilatory spełniające wymagania wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR) dodatkowo muszą generować odpowiednie **metadane** w każdym module kodu. Metadane mają postać zbioru tabel, który zapewnia tym modułom kodu niezwykle ważną własność samoopisywania. Takie tabele zawierają informacje o **zestawie**, **pakiecie kodu** (ang. *assembly*), do którego należy dany kod, oraz kompletny opis samego kodu. Reprezentowane w ten sposób informacje obejmują między innymi dostępne typy, nazwy poszczególnych typów, składowe typów, atrybuty zasięgu (widoczności) typów oraz wszelkie inne cechy typów. Metadane mają wiele zastosowań:

- Najważniejszym użytkownikiem metadanych jest kompilator JIT, który wydobywa z nich wszystkie informacje o typach niezbędne do przeprowadzenia procesu kompilacji. Kompilator wykorzystuje te informacje także do weryfikacji kodu, aby mieć pewność, że dany program wykonuje swoje operacje prawidłowo. Przykładowo, kompilator JIT sprawdza prawidłowość wywołań metod, porównując wykorzystywane parametry wywołań z tymi, które zdefiniowano w metadanych odpowiednich metod.
- Metadane są wykorzystywane przez proces odpowiedzialny za **odzyskiwanie (czyszczenie) pamięci** (ang. *Garbage Collection*), czyli podstawowy składnik platformy .NET w dziedzinie zarządzania pamięcią. Proces GC (ang. *Garbage Collector*) używa metadanych do określania, kiedy pola w ramach danego obiektu odwołują się od innych pól i — tym samym — kiedy można, a kiedy nie można odzyskać pamięci zajmowanej przez te obiekty.
- Platforma .NET zawiera zbiór klas obsługujących funkcjonalność w zakresie odczytywania metadanych z wnętrza programu. Tego rodzaju funkcjonalność nazywa się zbiorczo **refleksją** (ang. *reflection*). Siłą tego rozwiązania jest możliwość wykonywania przez program zapytań odnośnie zawartości metadanych i podejmowania właściwych decyzji w zależności od uzyskiwanych odpowiedzi. Podczas lektury dalszej części tej książki przekonasz się, że właśnie refleksja jest kluczem do efektywnej pracy z niestandardowymi **atrybutami**, czyli obsługiwanymi w języku C# konstrukcjami w zakresie dodawania do programów niestandardowych metadanych (metadanych użytkownika).

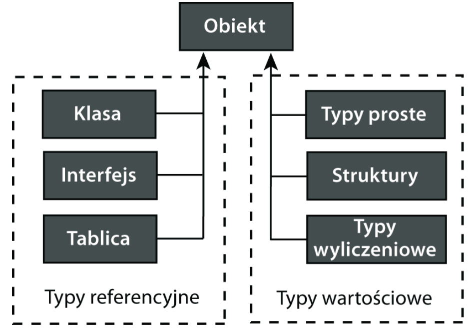
Właśnie język pośredni (IL) i metadane decydują o możliwości wzajemnej współpracy wielu języków programowania, jednak faktyczny sukces tego rozwiązania zależy od tego, czy wszystkie kompilatory .NET rzeczywiście będą obsługiwały wspólny zbiór typów danych i specyfikacje języków. Przykładowo, dwa różne języki nie mogą być ze sobą w pełni zgodne

na poziomie kodu IL, jeśli jeden obsługuje 32-bitowe liczby całkowite ze znakiem, a drugi nie. Języki platformy .NET mogą się od siebie różnić składniowo (np. typ `int` w języku C# odpowiada typowi `Integer` w języku Visual Basic), ale musi między nimi istnieć zgodność bazowych typów reprezentowanych przez te często odmienne konstrukcje.

Jak już wspomniano, standard infrastruktury wspólnego języka (CLI) definiuje formalną specyfikację typów, nazwaną **wspólnym systemem typów** (ang. *Common Type System* — *CTS*), która jest integralną częścią wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR). System CTS definiuje nie tylko same typy, ale także zachowania gwarantujące pełną zgodność ze środowiskiem CLR.

Wspólny system typów (CTS)

Wspólny system typów (CTS) zawiera bazowy zbiór typów danych dla każdego języka zgodnego ze specyfikacją platformy .NET. CTS dodatkowo definiuje sposób deklarowania i tworzenia typów niestandardowych oraz mechanizm zarządzania cyklem życia instancji tych typów. Organizację wspólnego systemu typów (CTS) przedstawiono na rysunku 1.4.



Rysunek 1.4. *Typy bazowe zdefiniowane przez wspólny system typów (CTS)*

Na postawie powyższego rysunku można wywnioskować dwie rzeczy. Najbardziej oczywisty jest podział (kategoryzacja) typów na typy **referencyjne** (ang. *reference types*) i typy **wartościowe** (ang. *value types*). Ten podstawowy podział ma związek ze sposobem składowania typów i uzyskiwania dostępu do pamięci, w której są przechowywane — w dostępie do typów referencyjnych wykorzystuje się specjalny obszar pamięci, nazywany **stertą** (ang. *heap*), i pośrednictwo wskaźników; natomiast do typów wartościowych można się odwoływać bezpośrednio, ponieważ są składowane na stosie programu. Drugim ważnym wnioskiem płynącym z analizy rysunku 1.4 jest to, że wszystkie typy — zarówno typy niestandardowe, jak i typy definiowane przez platformę .NET — muszą dziedziczyć po jednym, predefiniowanym typie `System.Object`. Takie rozwiązanie daje nam pewność, że wszystkie typy obsługują podstawowy zbiór dziedziczonych po tym typie bazowym metod i właściwości.

> W technologii .NET pojęcie „typu” jest bardzo ogólne — może się odnosić do klasy, struktury, typu wyliczeniowego, delegacji lub interfejsu.

Kompilator zgodny ze specyfikacją wspólnego systemu typów (CTS) musi gwarantować, że jego typy będą prawidłowo obsługiwane przez wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR). Sama zgodność typu nie oznacza jeszcze, że dany język będzie się mógł komunikować z pozostałymi językami. Taka możliwość będzie wymagała zgodności z bardziej restrykcyjnym zbiorem **specyfikacji wspólnego języka** (ang. *Common Language Specification — CLS*), które definiują podstawowe reguły współpracy języków programowania. Wspomniane specyfikacje są w istocie minimalnym zestawem wymagań, które muszą być spełnione przez każdy kompilator zapewniający pełną zgodność ze środowiskiem CLR.

W tabeli 1.1 przedstawiono wybrany zbiór reguł specyfikacji wspólnego języka (CLS), które dobrze ilustrują, jakiego rodzaju własności należy uwzględniać podczas tworzenia typów zgodnych z tą specyfikacją (kompletną listę można znaleźć w dokumentacji zestawu narzędzi .NET SDK).

Tabela 1.1. *Wybrane własności i reguły specyfikacji wspólnego języka (CLS)*

Własności	Reguła
Widoczność (zasięg)	Reguły widoczności mają zastosowanie tylko dla tych składowych typu, które są udostępniane poza definiującym je zestawem .NET.
Znaki i wielkość liter	Aby dwie zmienne były traktowane jak osobne struktury, ich nazwy muszą się różnić czymś więcej niż tylko wielkością liter.
Typy podstawowe	Wymienione podstawowe typy danych są zgodne ze specyfikacją wspólnego języka (CLS): `Byte`, `Int16`, `Int32`, `Int64`, `Single`, `Double`, `Boolean`, `Char`, `Decimal`, `IntPtr` oraz `String`.
Wywołania konstruktorów	Konstruktor musi wywołać konstruktor klasy bazowej, zanim będzie mógł uzyskać dostęp do któregokolwiek z jej pól.
Granice tablic	Dolna granica (najniższy indeks) wszystkich wymiarów tablic jest zero (0).
Typy wyliczeniowe	Typem bazowym wykorzystywanym w typach wyliczeniowych musi być `Byte`, `Int16`, `Int32` lub `Int64`.
Sygnatury metod	Typy wszystkich parametrów i zwracanych wartości wykorzystywanych w sygnaturach metod muszą być zgodne ze specyfikacją wspólnego języka (CLS).

Przedstawione reguły są stosunkowo proste, ale też dość konkretne. Przyjrzyjmy się teraz fragmentowi kodu języka C#, aby lepiej zrozumieć, jak opisane metody są stosowane w praktyce.

```
public class Conversion
{
  public double Metric( double inches)
  { return (2.54 * inches); }
  public double metric( double miles)
  { return (miles / 0.62); }
}
```

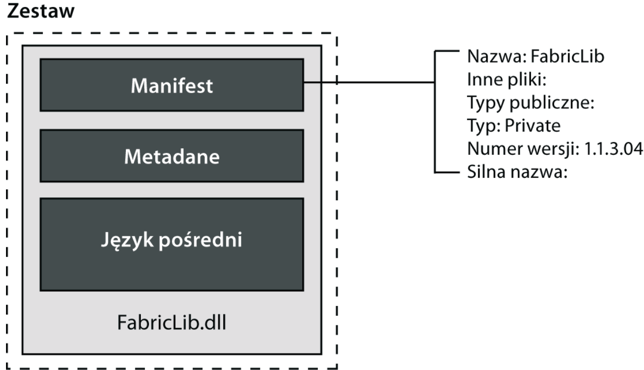
Nawet jeśli nie masz doświadczenia w pracy z kodem języka C#, powinieneś bez trudu wskazać miejsce, w którym przedstawiony kod narusza reguły specyfikacji CLS. Zgodnie z drugą regułą opisaną w tabeli 1.1 nazwy konstrukcji językowych są uważane za różne, jeśli różnią się czymś więcej niż tylko wielkością znaków. Łatwo zauważyć, że nazwy metod

`Metric()` i `metric()` łamią tę regułę. Przedstawiony fragment kodu zostanie co prawda prawidłowo zinterpretowany przez kompilator języka C#, jednak już program napisany w języku Visual Basic.NET — który ignoruje wielkość liter — nie mógłby odróżnić nazw obu metod.

Zestawy .NET

Cały zarządzany kod wykonywany na platformie .NET musi się znajdować w specjalnych zestawach (nazywanych też pakietami kodu lub modułami .NET). Każdy taki zestaw logicznie jest przetwarzany jako pojedynczy plik EXE lub DLL. Fizycznie zestaw .NET może się jednak składać z całej kolekcji plików zawierających sam kod oraz niezbędne zasoby (np. obrazy lub dane w formacie XML).

Zestaw jest tworzony w chwili, gdy kompilator zgodny ze specyfikacją .NET konwertuje plik zawierający kod źródłowy na odpowiedni plik DLL lub EXE. Jak widać na rysunku 1.5, zestaw składa się z manifestu, metadanych oraz wygenerowanego przez kompilator języka pośredniego (IL). Poniżej przyjrzymy się poszczególnym składnikom zestawów nieco dokładniej.



Rysunek 1.5. *Zestaw .NET składający się z jednego pliku*

Manifest. Każdy zestaw .NET musi zawierać pojedynczy plik zawierający tzw. **manifest**. Manifest jest zbiorem tabel metadanych, które zawierają listy nazw wszystkich plików w danym zestawie, referencje do zestawów zewnętrznych oraz informacje umożliwiające identyfikację danego zestawu (czyli np. nazwę i numer wersji). **Zestawy z silnymi nazwami** (ang. *strongly named assemblies* — patrz dalsza część tego rozdziału) dodatkowo zawierają unikatowe sygnatury cyfrowe. Podczas wczytywania zestawu .NET środowisko CLR w pierwszej kolejności otwiera właśnie plik zawierający manifest, aby mieć możliwość identyfikacji pozostałych składników danego zestawu.

Metadane. Poza opisanymi przed chwilą tabelami manifestu kompilator C# generuje jeszcze tabele definicji i referencji. Tabele definicji zawierają kompletny opis typów stosowanych w kodzie języka pośredniego. Przykładowo, kompilator C# generuje tabele definiujące typy, metody, pola, parametry i właściwości. Tabele referencji zawierają informacje o wszystkich referencjach do typów i pozostałych zestawów. Kompilator JIT wykorzystuje te tabele podczas konwertowania kodu języka pośredniego na rdzenny kod maszynowy.

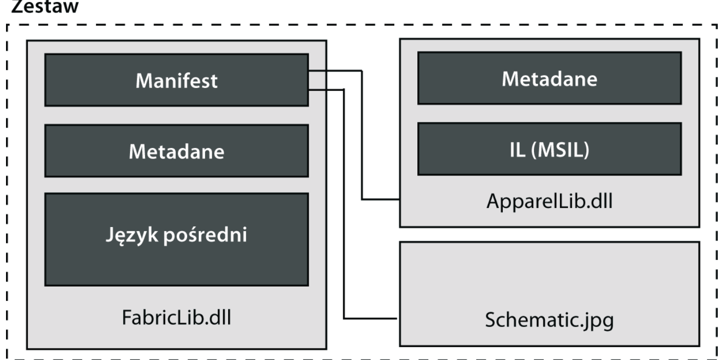
Język pośredni. Rolę kodu języka pośredniego (IL) omówiliśmy we wcześniejszej części tego rozdziału. Zanim wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) będzie mogło użyć kodu tego języka, musimy ten kod umieścić w zestawach (plikach EXE lub DLL). Warto pamiętać, że wymienione rodzaje plików nie są identyczne — zestaw .NET w postaci pliku EXE musi definiować „punkt wejścia" (ang. *entry point*), od którego rozpocznie się jego wykonywanie, natomiast plik DLL pełni funkcję biblioteki kodu zawierającej definicje typów.

Zestaw jest czymś więcej niż tylko logicznym sposobem upakowywania kodu wykonywalnego. Zestawy są sercem zastosowanego w technologii .NET modelu rozmieszczania (wdrażania) kodu, kontroli wersji i zapewniania bezpieczeństwa:

- Cały zarządzany kod, niezależnie od tego, czy ma postać autonomicznego programu, kontrolki czy biblioteki DLL zawierającej typy wielokrotnego użytku, jest umieszczany właśnie w zestawach. Zestaw .NET jest jednostką najbardziej atomową, którą można wdrożyć w systemie. Do uruchomienia aplikacji wymagane są tylko te zestawy, bez których nie można przeprowadzić fazy inicjalizacji. Pozostałe zestawy są wczytywane na żądanie (według potrzeb). Doświadczeni programiści potrafią efektywnie wykorzystywać taki podział aplikacji — dzielą kod pomiędzy zestawy .NET w zależności od częstotliwości jego wykorzystywania.
- W żargonie programistów technologii .NET zestaw wyznacza tzw. **granicę wersji** (ang. *version boundary*). Pole wersji w manifeście jest stosowane dla wszystkich typów i zasobów w danym zestawie. Oznacza to, że wszystkie pliki składające się na ten zestaw są traktowane jak ta sama jednostka, oznaczona tą samą wersją. Dzięki takiemu oddzieleniu warstwy fizycznych zestawów od logicznego podziału w technologii .NET istnieje możliwość współużytkowania logicznych atrybutów przez wiele plików fizycznych. Ta wyjątkowa cecha odróżnia pliki zestawów od tradycyjnych, systemowych plików DLL.
- Zestaw wyznacza też **granicę bezpieczeństwa** (ang. *security boundary*), od której zależą wszelkie uprawnienia dostępu. W języku C# stosuje się tzw. **modyfikatory dostępu** (ang. *access modifiers*), które kontrolują dostęp do typów i składowych typów w ramach zestawów. Dwa takie modyfikatory są stosowane do wyznaczania granic bezpieczeństwa w dostępie do zestawów: modyfikator `public` zezwala na nieograniczony dostęp do zestawu .NET, natomiast modyfikator `internal` ogranicza ten dostęp do typów i składowych należących do tego samego zestawu.

Jak już wspomniano, zestaw może się składać z wielu plików. Nie muszą to być wyłącznie moduły kodu — w skład zestawu mogą wchodzić także pliki zasobów, w tym obrazy graficzne i pliki tekstowe. W typowych zastosowaniach tego rodzaju pliki mają na celu umożliwienie aplikacji wykorzystywanie zasobów niezbędnych do prezentacji interfejsu użytkownika z uwzględnieniem ustawień kraju i języka docelowego użytkownika. Warto pamiętać, że nie ma żadnych ograniczeń co do liczby plików w zestawie. Na rysunku 1.6 przedstawiono strukturę wieloplikowego zestawu .NET.

Przedstawiony diagram wieloplikowego zestawu pokazuje wyraźnie, że manifest zestawu zawiera informacje identyfikujące wszystkie pliki wchodzące w skład tego zestawu.



Rysunek 1.6. *Zestaw wieloplikowy*

Chociaż większość zestawów składa się z pojedynczego pliku, istnieje przynajmniej kilka przypadków, w których lepszym rozwiązaniem jest stosowanie zestawów wieloplikowych:

- Zestawy wieloplikowe umożliwiają łączenie modułów przygotowanych w różnych językach programowania. Programiści zaangażowani w prace nad oprogramowaniem mogą korzystać z języka Visual Basic.NET do błyskawicznego wytwarzania aplikacji (ang. *Rapid Application Development — RAD*) oraz z języka C# do budowy komponentów lub rozwiązań korporacyjnych. Kod stworzony w obu językach może nie tylko współistnieć, ale też efektywnie współpracować w ramach jednego zestawu .NET.
- Moduły kodu można podzielić w sposób pozwalający zoptymalizować proces wczytywania kodu przez wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR). Wzajemnie powiązany i często wykorzystywany kod powinien się znaleźć w jednym module, natomiast kod, z którego korzystamy stosunkowo rzadko, powinien trafić do innego modułu. Środowisko CLR nigdy nie wczytuje modułów do momentu, w którym rzeczywiście będą potrzebne. Tworząc bibliotekę klas, powinieneś iść krok dalej i pogrupować komponenty według cyklu życia, wersji i zabezpieczeń (być może różnice w tych obszarach będą uzasadniały podział klas pomiędzy wiele zestawów).
- Pliki zasobów mogą tworzyć własny moduł, który będzie odseparowany od modułów języka pośredniego (IL). Takie rozwiązanie ułatwi korzystanie ze wspólnych zasobów przez wiele aplikacji.

Wieloplikowe zestawy można tworzyć albo za pomocą kompilatora C# uruchamianego z poziomu wiersza poleceń, albo za pomocą narzędzia łączącego zestawy .NET, czyli Assembly Linkera, *Al.exe*. W ostatnim podrozdziale tego rozdziału przedstawiono przykład użycia do tego celu kompilatora języka C#. Warto pamiętać, że w środowisku Visual Studio.NET 2005 tworzenie wieloplikowych zestawów nie jest obsługiwane.

Zestawy prywatne i współdzielone

Zestawy mogą być wdrażane na dwa sposoby: jako struktury prywatne lub struktury globalne. Zestawy znajdujące się w katalogu bazowym aplikacji lub w jego podkatalogach są nazywane **zestawami wdrażanymi prywatnie** lub po prostu **zestawami prywatnymi** (ang. *privately deployed assemblies*). Instalacja i aktualizacja zestawów prywatnych nie mogłaby

być łatwiejsza — zwykle wymaga tylko skopiowania zestawu do katalogu bazowego, nazwanego *AppBase*, w którym znajduje się dana aplikacja. Nie są wymagane żadne zmiany w ustawieniach rejestru. Co więcej, istnieje możliwość dodania pliku konfiguracyjnego aplikacji, który przykryje ustawienia zapisane w manifeście i umożliwi przenoszenie plików zestawów w ramach katalogu *AppBase*.

Zestawy współdzielone to takie, które są instalowane w lokalizacji globalnej, nazywanej **globalną pamięcią podręczną zestawów** (ang. *Global Assembly Cache — GAC*), skąd są udostępniane wielu aplikacjom. Najważniejszą zaletą globalnej pamięci podręcznej zestawów jest możliwość równoczesnego korzystania z wielu wersji tych samych zestawów. Właściwa realizacja tej koncepcji wymagała od twórców technologii .NET wyeliminowania problemu konfliktów nazw, który jest prawdziwą plagą w tradycyjnych bibliotekach DLL — zdecydowano się na użycie aż czterech różnych atrybutów identyfikujących zestawy: nazwy pliku, ustawień kulturowych (regionalnych), numeru wersji oraz tokenu klucza publicznego.

Publiczne zestawy zwykle są składowane w katalogu *assembly* zlokalizowanym gdzieś wewnątrz katalogu systemu operacyjnego (czyli np. wewnątrz katalogu *WINNT* w przypadku systemu Microsoft Windows 2000). Na rysunku 1.7 przedstawiono zrzut ekranu, który dobrze ilustruje specjalny format wyświetlania wszystkich czterech atrybutów (platforma .NET zawiera plik DLL, który rozszerza funkcjonalność Eksploratora Windows o mechanizmy prezentacji zawartości pamięci podręcznej GAC). Przyjrzyjmy się teraz każdemu z tych czterech atrybutów.

Nazwa zestawu	Wersja	Ustawienia regionalne	Token klucza publicznego
Accessibility	1.0.5000.0	neutral	b03f5f7f11d50a3a
ADODB	7.0.3300.0	neutral	b03f5f7f11d50a3a
CrystalDecisions.Enterprise.Desktop.Report	10.2.3600.0	neutral	692fbea5521e1304
CrystalDecisions.Enterprise.Framework	10.2.3600.0	neutral	692fbea5521e1304
CrystalDecisions.Enterprise.InfoStore	10.2.3600.0	neutral	692fbea5521e1304
CrystalDecisions.Enterprise.PluginManager	10.2.3600.0	neutral	692fbea5521e1304
CrystalDecisions.Enterprise.Viewing.ReportSource	10.2.3600.0	neutral	692fbea5521e1304

Rysunek 1.7. *Fragment listy zestawów wchodzących w skład globalnego katalogu zestawów*

Nazwa zestawu. Nazywana także **przyjazną nazwą** (ang. *friendly name*), ma postać nazwy pliku bez rozszerzenia.

Wersja. Każdy zestaw ma przypisany numer wersji, który jest stosowany dla wszystkich plików wchodzących w skład tego zestawu. Numer wersji składa się z czterech liczb w następującym formacie:

<numer główny>.<numer dodatkowy>.<kompilacja>.<poprawka>

Główne i dodatkowe numery wersji zwykle są aktualizowane w przypadku wprowadzenia zmian, które zrywają zgodność wstecz (z wcześniejszymi wersjami). Numery wersji można przypisywać do zestawów, dołączając w ich kodzie źródłowym atrybut `AssemblyVersion`.

Ustawienia regionalne. Zawartość zestawu można przypisać do określonej kultury lub języka. Istnieje specjalny, dwuliterowy kod, w którym `"en"` oznacza język angielski, natomiast `"fr"` wskazuje na język francuski — tego rodzaju kody można przypisywać do zestawów, umieszczając w kodzie źródłowym atrybut `AssemblyCulture`:

```
[assembly: AssemblyCulture ("fr-CA")]
```

Token klucza publicznego. Aby zapewnić unikatowość i autentyczność współdzielonych zestawów, środowisko .NET wymaga od ich twórców oznaczania zestawów za pomocą tzw. **silnych nazw** (ang. *strong names*). Proces przypisywania takich nazw, nazywany **podpisywaniem** zestawów (ang. *signing*), wymaga stosowania par kluczy publicznych i prywatnych. Kiedy kompilator buduje dany zestaw, wykorzystuje klucz prywatny do wygenerowania silnej nazwy. Klucz publiczny jest na tyle duży, że konieczne jest utworzenie specjalnego tokenu (reprezentacji symbolicznej) przez zakodowanie za pomocą funkcji mieszającej całego klucza i wybraniu tylko ostatnich ośmiu bajtów. Tak utworzony token jest następnie umieszczany w manifeście każdego zestawu klienckiego, który odwołuje się do odpowiedniego zestawu współdzielonego, i jest wykorzystywany do identyfikacji tego zestawu w czasie wykonywania.

> Zestaw .NET, który oznaczono (podpisano) za pomocą kluczy publicznego i prywatnego, jest określany mianem zestawu z silną nazwą lub silnie nazwanego zestawu. Wszystkie zestawy współdzielone muszą mieć przypisane silne nazwy.

Prekompilacja zestawu

Po wczytaniu zestawu należy skompilować kod języka pośredniego do postaci rdzennego kodu maszynowego. Jeśli masz już doświadczenie w pracy z plikami wykonywalnymi w formacie kodu maszynowego, zapewne będzie Cię interesowała wydajność tego rozwiązania i ewentualnie możliwość tworzenia odpowiedników „plików wykonywalnych” w środowisku .NET. Odpowiedź na drugie pytanie brzmi: „tak” — technologia .NET przewiduje możliwość prekompilowania zestawów.

Platforma .NET Framework zawiera narzędzie **generatora rdzennych obrazów** (ang. *Native Image Generator*, *Ngen*), które umożliwia kompilowanie zestawów do postaci „rdzennych obrazów” składowanych w specjalnej pamięci podręcznej — zarezerwowanym obszarze wspominanej już pamięci podręcznej GAC. Za każdym razem, gdy wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) wczytuje zestaw, przeszukuje tę pamięć podręczną pod kątem ewentualnej dostępności rdzennego obrazu; jeśli znajdzie taki obraz, wczytuje właśnie prekompilowany kod. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że takie rozwiązanie jest korzystne pod względem wydajności. W rzeczywistości opisana strategia ma jednak wiele poważnych wad.

Narzędzie Ngen tworzy obraz dla hipotetycznej architektury sprzętowej, dzięki czemu będzie go można uruchomić np. na dowolnym komputerze z procesorem x86. Zupełnie inaczej działa kompilator JIT w środowisku .NET, który dysponuje niezbędną wiedzą o komputerze docelowym kompilacji i może odpowiednio dostosować podejmowane działania

optymalizacyjne. Efekt jest taki, że wersje generowane przez ten kompilator często przewyższają pod względem wydajności prekompilowane zestawy. Kolejną wadą rdzennych obrazów jest ryzyko dezaktualizacji prekompilowanych zestawów wskutek zmian w konfiguracji sprzętowej lub w systemie operacyjnym, np. w wyniku zainstalowania aktualizacji.

> Dynamicznie kompilowane zestawy z reguły są pod względem wydajności lepsze lub równe prekompilowanym plikom wykonywalnym wygenerowanym przez narzędzie Ngen.

Weryfikacja kodu

W ramach procesu kompilacji JIT wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) przeprowadza dwa rodzaje **weryfikacji**: weryfikację kodu języka pośredniego oraz test poprawności metadanych. Celem tych działań jest sprawdzenie, czy odpowiedni kod faktycznie gwarantuje **bezpieczeństwo typów** (ang. *type safety*). W praktyce chodzi o upewnienie się, że typy parametrów w metodzie wywołującej i metodzie wywoływanej są ze sobą zgodne oraz że wartości zwracane przez daną metodę są zawsze zgodne z typem zadeklarowanym w deklaracji tej metody. Krótko mówiąc, wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) przeszukuje kod języka pośredniego (IL) pod kątem zgodności wartości przypisywanych do zmiennych z typami tych zmiennych; jeśli zostanie wykryta niezgodność w tym zakresie, kompilacja JIT zakończy się wygenerowaniem stosownego wyjątku.

> Kod generowany przez kompilator C# domyślnie zapewnia bezpieczeństwo typów. Istnieje jednak słowo kluczowe `unsafe`, za pomocą którego możemy na poziomie programu napisanego w tym języku osłabić restrykcje w zakresie dostępu do danych (włącznie z dopuszczeniem możliwości stosowania odwołań wykraczających poza granice tablic).

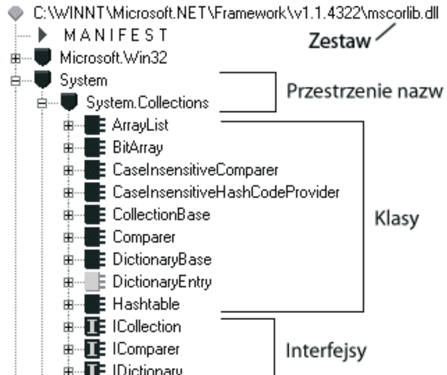
Zaletą takiej weryfikacji jest pewność, że wykonywanie danego kodu nie będzie miało negatywnego wpływu na funkcjonowanie pozostałych aplikacji wskutek uzyskiwania dostępu do pamięci spoza przydzielonego obszaru. Oznacza to, że środowisko CLR może bezpiecznie uruchamiać wiele aplikacji w ramach jednego procesu lub przestrzeni adresowej, co z kolei przekłada się na lepszą wydajność i niższy poziom wykorzystania zasobów systemu operacyjnego.

1.3. Biblioteka klas platformy (FCL)

Biblioteka klas platformy (FCL) jest zbiorem klas i innych typów (typów wyliczeniowych, struktur i interfejsów), które są dostępne dla zarządzanego kodu napisanego w dowolnym języku zgodnym ze specyfikacją wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR). Jest to o tyle ważne, że eliminuje znaną z innych technologii konieczność wiązania bibliotek z konkretnymi kompilatorami. Programista, który raz zapozna się z typami udostępnianymi przez tę bibliotekę, będzie mógł tę wiedzę wykorzystywać podczas pracy z dowolnym wybranym przez siebie językiem programowania zgodnym z technologią .NET.

Zasoby w ramach biblioteki FCL podzielono pomiędzy logiczne grupy nazwane **przestrzeniami nazw** (ang. *namespaces*). W większości przypadków zakres funkcjonalności tych grup jest dość szeroki. Przykładowo typy wykorzystywane w operacjach graficznych pogrupowano w ramach przestrzeni nazw `System.Drawing` i `System.Drawing.Drawing2D`, natomiast typy niezbędne do wykonywania operacji wejścia-wyjścia na plikach umieszczono w przestrzeni nazw `System.IO`. Warto pamiętać, że przestrzenie nazw reprezentują logiczny podział typów, a nie fizyczny.

Biblioteka FCL składa się z setek zestawów (w postaci plików DLL), z których każdy może zawierać wiele przestrzeni nazw. Co więcej, pojedyncza przestrzeń nazw może obejmować wiele zestawów. Aby lepiej zrozumieć strukturę biblioteki FCL, przeanalizujmy przykładowy zestaw tej biblioteki (patrz rysunek 1.8).



Rysunek 1.8. *Fragment danych wynikowych wyświetlonych przez program Ildasm — lista przestrzeni nazw i typów składających się na dany zestaw*

Na rysunku 1.8 przedstawiono fragment danych wyjściowych wygenerowanych przez narzędzie *Ildasm.exe* — na ich podstawie możemy przeanalizować zawartość zestawu `mscorlib`. Chociaż zaprezentowana lista obejmuje tylko część składników tego zestawu, możemy się przekonać, że zestaw `mscorlib` zawiera niezwykle ważną przestrzeń nazw `System`, która pełni funkcję repozytorium dla typów decydujących o podstawowej funkcjonalności technologii .NET. Zestaw `mscorlib` zawiera też przestrzeń nazw `System.Collection`, która — jak sama nazwa wskazuje — obejmuje klasy i interfejsy wykorzystywane podczas przetwarzania kolekcji danych.

W tabeli 1.2 wymieniono kilkanaście najważniejszych przestrzeni nazw biblioteki FCL platformy .NET. W ostatniej kolumnie zawarto numery rozdziałów tej książki, w których znajdziesz przykłady zastosowań odpowiednich przestrzeni nazw.

Przestrzenie nazw stanowią swoistą mapę drogową dla programistów przeglądających bibliotekę FCL w poszukiwaniu niezbędnych klas i interfejsów. Przykładowo, jeśli budowana aplikacja ma wykorzystywać interfejs oparty na stronach WWW, zapewne najbardziej będą nas interesowały typy przestrzeni nazw `System.Web.*`. Kiedy nauczysz się podstaw technologii .NET i zdobędziesz doświadczenie w pracy z językiem programowania C#, odkryjesz, że największym wyzwaniem jest właśnie zapoznawanie się z wbudowanymi typami zawartymi w bibliotece klas platformy (FCL).

Tabela 1.2. *Wybrane przestrzenie nazw biblioteki FCL*

Przestrzeń nazw	Zastosowania	Rozdział
`System`	Zawiera podstawowe typy danych wykorzystywane przez wszystkie aplikacje. Przestrzeń nazw System zawiera też klasy wyjątków, predefiniowane atrybuty, bibliotekę `Math` oraz klasy odpowiedzialne za zarządzanie środowiskiem aplikacji.	3., 18.

`System.Collections`
`System.Collections.Specialized`
`System.Collections.Generic`
	Zawiera interfejsy i klasy wykorzystywane do zarządzania kolekcjami obiektów. Do kolekcji obsługiwanych przez tę przestrzeń nazw należą `ArrayList`, `Hashtable` i `Stack`.	4.

`System.Data`
`System.Data.OracleClient`
`System.Data.SqlClient`
`System.Data.OleDb`
`System.Data.Odbc`
	Zawiera klasy wykorzystywane podczas wykonywania operacji na bazach danych (ADO.NET). Za obsługę systemów zarządzania bazami danych Oracle i SQL Server odpowiadają klienckie przestrzenie nazw, odpowiednio `OracleClient` i `SqlClient`, natomiast przestrzenie `OleDb` i `Odbc` definiują operacje na połączeniach z bazami danych.	11., 12.

`System.Diagnostics`	Zawiera klasy, które mogą być wykorzystywane do śledzenia wykonywania programu, diagnozowania oraz przetwarzania systemowych dzienników zdarzeń i liczników wydajności.	13.

`System.Drawing`
`System.Drawing.Drawing2D`
`System.Drawing.Printing`
`System.Drawing.Text`
	Oferuje funkcjonalność graficzną dla interfejsu programowego GDI+. Wymienione przestrzenie nazw zawierają klasy obsługujące zarówno rysowanie, jak i korzystanie z rozmaitych piór, pędzli, kształtów geometrycznych i czcionek.	8., 9.

`System.Globalization`	Zawiera klasy definiujące informacje związane z ustawieniami regionalnymi, czyli sposobem reprezentowania dat, kwot pieniężnych i symbolami walut.	5.
`System.IO`	Definiuje operacje wejścia-wyjścia na plikach i strumieniach danych. Za pomocą tych klas można uzyskiwać dostęp do systemu plików obsługiwanego przez wykorzystywany system operacyjny.	5.
`System.Net`	Zawiera klasy obsługujące protokoły sieciowe i operacje w środowiskach sieciowych. Przykładowo, przestrzeń nazw `System.Net` definiuje klasy `WebRequest` i `WebResponse`, które reprezentują odpowiednio żądanie i odpowiedź przy pobraniu strony WWW.	17.
`System.Reflection` `System.Reflection.Emit`	Zawiera typy, dzięki którym można w czasie wykonywania aplikacji przetwarzać jej metadane. Przestrzeń nazw `Emit` umożliwia dynamiczne generowanie metadanych i kodu języka pośredniego (IL) za pomocą kompilatora lub innego narzędzia.	7., 15., dodatek B
`System.Runtime.InterOpServices`	Zapewnia możliwość współpracy pomiędzy zarządzanym i niezarządzanym kodem, w tym tradycyjnymi bibliotekami DLL i obiektami COM.	8.

Tabela 1.2. *Wybrane przestrzenie nazw biblioteki FCL (ciąg dalszy)*

Przestrzeń nazw	Zastosowania	Rozdział

`System.Security`
`System.Security.Permissions`
`System.Security.Cryptography`
	Zawiera klasy odpowiedzialne za zarządzanie bezpieczeństwem w środowisku .NET. Definiuje klasy kontrolujące dostęp do operacji i zasobów.	5., 15.

`System.Text.RegularExpressions`	Zawiera klasy obsługujące wchodzący w skład środowiska .NET moduł przetwarzania wyrażeń regularnych.	5.
`System.Threading` `System.Threading.Thread`	Zarządza całym cyklem życia wątków — tworzeniem wątków, synchronizacją pracy wątków oraz dostępem do puli wątków.	13.

`System.Web`
`System.Web.Services`
`System.Web.UI`
`System.Web.UI.WebControls`
`System.Web.Security`
	Zawiera klasy wykorzystywane do rozmaitych działań w ramach aplikacji internetowych (oferowane klasy łącznie są nazywane technologią ASP.NET). Klasy przestrzeni nazw `System.Web` zarządzają komunikacją na linii przeglądarka-serwer, przetwarzają znaczniki kontekstu użytkownika oraz zawierają kontrolki, które poprawiają wygląd i funkcjonalność stron internetowych.
	Przestrzeń nazw `Web.Services` zawiera klasy wymagane do przesyłania komunikatów XML za pośrednictwem protokołu SOAP.
	Przestrzeń nazw `Web.UI` zawiera klasy i interfejsy wykorzystywane do tworzenia kontrolek i stron internetowych składających się na formularze WWW.
		16., 17., 18.

`System.Windows.Forms`	Zawiera klasy wykorzystywane do budowy graficznego interfejsu użytkownika dla aplikacji systemu Windows. Przestrzeń nazw `Forms` oferuje takie kontrolki jak `ListBox`, `TextBox` czy `DataGrid`.	6., 7.
`System.Xml`	Typy niezbędne do przetwarzania danych w formacie XML.	10.

1.4. Praca z platformą .NET i zestawem narzędzi .NET Framework SDK

Zestaw narzędzi .NET Framework *Software Development Kit* (SDK) zawiera narzędzia, kompilatory i dokumentację niezbędną do tworzenia oprogramowania, które będzie prawidłowo działało na każdym komputerze z zainstalowaną platformą .NET Framework. Wersję instalacyjną dla systemów Windows XP, Windows 2000, Windows Server 2003 i wszystkich nowszych wersji systemu operacyjnego Windows można pobrać za darmo z witryny internetowej firmy Microsoft (zajmuje około 100 megabajtów). Jeśli masz już zainstalowane środowisko Visual Studio .NET, nie będziesz musiał pobierać tego zestawu narzędzi, ponieważ VS .NET instaluje je automatycznie.

Użytkownicy oprogramowania zbudowanego z wykorzystaniem zestawu narzędzi .NET Framework SDK nie muszą tego zestawu instalować na swoich komputerach, powinni natomiast dysponować odpowiednią (zgodną) wersją platformy .NET Framework. Na witrynie internetowej firmy Microsoft[3] udostępniono darmowy pakiet *.NET Framework Redistributable* (zajmuje ponad 20 megabajtów) — należy go zainstalować na wszystkich komputerach, których użytkownicy będą korzystali z aplikacji opracowanych w technologii .NET. Poza systemami wymienionymi przy okazji omawiania zestawu narzędzi SDK pakiet .NET Framework Redistributable można instalować także w systemach Windows 98 i Windows ME. Aplikacje .NET będą — z drobnymi wyjątkami — działały identycznie we wszystkich platformach systemów operacyjnych, ponieważ ich docelowym otoczeniem jest wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR), a nie system operacyjny. Przed zainstalowaniem pakietu .NET Framework Redistributable powinniśmy się upewnić, że nasz system spełnia wymagania opisane na witrynie internetowej firmy Microsoft i dotyczące między innymi zainstalowanej przeglądarki internetowej Internet Explorer 5.01 lub nowszej.

Aktualizowanie platformy .NET Framework

W przeciwieństwie do wielu innych środowisk wytwarzania oprogramowania instalowanie nowej wersji platformy .NET nie stanowi żadnego problemu i nie wymaga od użytkownika większego wysiłku. Proces instalacji umieszcza zaktualizowaną wersję w nowym katalogu, którego nazwa odpowiada danej wersji platformy. Co ważne, nie występują żadne zależności pomiędzy plikami nowszych i starszych wersji tej platformy. Oznacza to, że wszystkie wersje zainstalowane w naszym systemie są w pełni funkcjonalne. Najczęściej poszczególne wersje platformy .NET Framework są składowane w następujących katalogach (ścieżki mogą się oczywiście różnić w zależności od systemu i zainstalowanych wersji):

\winnt\Microsoft.NET\Framework\v1.0.3705

\winnt\Microsoft.NET\Framework\v1.1.4322

\winnt\Microsoft.NET\Framework\v2.0.40607

Każda instalacja nowej wersji oprogramowania platformy rodzi pytania o jej zgodność z aplikacjami opracowanymi z wykorzystaniem starszych wersji. Okazuje się, że twórcy technologii .NET znaleźli rozwiązanie ułatwiające uruchamianie istniejących aplikacji na dowolnej wersji platformy .NET. Kluczowym rozwiązaniem jest **plik konfiguracyjny aplikacji** (ang. *application configuration file* — szczegółowe omówienie tego rodzaju plików znajdziesz w rozdziale 15.). Jest to plik tekstowy zawierający znaczniki i elementy w formacie XML, które instruują wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR) o właściwym sposobie wykonywania danej aplikacji. Plik konfiguracyjny aplikacji może określać położenie zewnętrznych zestawów, wersje tych zestawów oraz wersje platformy .NET Framework obsługiwane przez poszczególne aplikacje i (lub) komponenty. Chociaż pliki konfiguracyjne można przygotowywać w dowolnym edytorze tekstu, dużo lepszym rozwiązaniem jest użycie narzędzi specjalnie zaprojektowanych z myślą o tym zadaniu (np. Framework Configuration). Pliki konfiguracyjne będziemy wykorzystywali przede wszystkim do testowania aplikacji

[3] Patrz strona internetowa *http://msdn.microsoft.com/netframework/downloads/updates/default.aspx*.

pod kątem ich zgodności z nowymi wersjami platformy .NET. Chociaż teoretycznie jest to możliwe, uruchamianie aplikacji w wersjach starszych od tej, w której tę aplikacje skompilowano, zwykle nie ma sensu.

Narzędzia platformy .NET Framework

Platforma .NET Framework automatyzuje możliwie dużą część zadań i w wielu przypadkach skutecznie ukrywa przed programistą szczegóły stosowanych rozwiązań. Istnieją jednak sytuacje, w których interwencja programisty jest absolutnie konieczna. Odpowiednie działania mogą wymagać doskonałej znajomości szczegółów funkcjonowania zestawu oraz doświadczenia w przygotowywaniu aplikacji do wdrożenia. Podczas pracy z technologią .NET odkryliśmy wiele przykładów tego rodzaju zadań. Udział programisty będzie nieodzowny podczas realizacji następujących zadań:

- dodawania pliku do zestawu,
- przeglądania zawartości zestawu,
- przeglądania szczegółowych informacji o konkretnej klasie,
- generowania pary kluczy publicznych i prywatnych celem utworzenia silnie nazwanego zestawu,
- edycji plików konfiguracyjnych.

Wiele z tych zadań bardziej lub mniej szczegółowo omówimy w kolejnych rozdziałach. Warto jednak mieć świadomość istnienia narzędzi, które ułatwiają wykonywanie odpowiednich działań — sztukę efektywnego korzystania z części tych narzędzi (szczególnie tych wspierających przeglądanie klas i zestawów) należy opanować już na wczesnych etapach poznawania technologii .NET.

W tabeli 1.3 wymieniono i krótko opisano kilka najbardziej przydatnych narzędzi platformy .NET Framework, które ułatwiają wytwarzanie i wdrażanie aplikacji. Trzy narzędzia, *Ildasm.exe*, *wincv.exe* i .NET Framework Configuration szczegółowo omówimy w dalszej części tego rozdziału.

Wiele spośród opisanych powyżej katalogów znajduje się w następującym podkatalogu zestawu narzędzi .NET Framework SDK:

c:\Program Files\Microsoft.NET\SDK\v2.0\Bin

Uruchamianie wymienionych przed chwilą narzędzi w wierszu poleceń systemu operacyjnego Windows (z dowolnego katalogu) wymaga w pierwszej kolejności dopisania ścieżki do odpowiednich plików wykonywalnych w zmiennej systemowej *Path*. Aby to zrobić, należy wykonać następujące kroki:

1. Kliknij prawym przyciskiem myszy ikonę *Mój komputer* i z wyświetlonego menu kontekstowego wybierz opcję *Właściwości*.
2. Kliknij zakładkę *Zaawansowane* i przycisk *Zmienne środowiskowe*.
3. Zaznacz zmienną *Path* i dodaj do niej ścieżkę do odpowiedniego podkatalogu zestawu narzędzi SDK.

Tabela 1.3. *Wybrane narzędzia platformy .NET Framework*

Narzędzie	Opis
Al.exe Assembly Linker	Narzędzia Assembly Linker można używać do tworzenia zestawów złożonych z modułów wygenerowanych przez różne kompilatory. Assembly Linker jest wykorzystywany także do budowy zestawów obejmujących same zasoby (tzw. zestawów satelickich).
Fuslogvw.exe Assembly Binding Log Viewer	Narzędzie Assembly Binding Log Viewer jest wykorzystywane najczęściej wtedy, gdy w procesie wczytywania zestawów wystąpią jakieś problemy. Pozwala skutecznie śledzić kroki składające się na próby wczytania zestawu.
Gacutil.exe Narzędzie Global Assembly Cache	Narzędzie jest wykorzystywane do instalowania lub usuwania zestawów z globalnej pamięci podręcznej zestawów (GAC).
Ildasm.exe MSIL Disassembler	Narzędzie MSIL Disassembler służy do przeglądania zestawów, w tym kodu języka pośredniego (IL) oraz metadanych.
Mscorcfg.msc Narzędzie .NET Framework Configuration	Dołączone narzędzie Microsoft Management Console (MMC) zaprojektowano z myślą o konfigurowaniu zestawów bez konieczności samodzielnego wprowadzania zmian w plikach konfiguracyjnych aplikacji. Dodatkowy składnik tego narzędzia, Framework Wizards, stworzono przede wszystkim dla administratorów, choć jest wykorzystywany także przez programistów.
Ngen.exe Native Image Generator	Kompiluje język pośredni zestawu do postaci odpowiedniego kodu maszynowego. Generowany w ten sposób obraz jest następnie umieszczany w pamięci podręcznej rdzennych obrazów.
Sn.exe Narzędzie Strong Name	Generuje klucze, które są następnie wykorzystywane do tworzenia silnie nazwanych (podpisanych) zestawów.
wincv.exe Windows Forms Class Viewer	Interfejs graficzny wyświetlający i umożliwiający przeszukiwanie informacji o klasie.
Wsdl.exe Narzędzie Web Services Description Language	Generuje opisowe informacje o usłudze sieciowej (Web Service) — informacje mogą być wykorzystywane przez klienta uzyskującego dostęp do danej usługi.

Jeśli masz zainstalowane środowisko Visual Studio, dużo prostszym rozwiązaniem będzie użycie prekonfigurowanego wiersza poleceń tego środowiska. Wiersz poleceń środowiska VS.NET automatycznie inicjalizuje informacje o ścieżkach, które są niezbędne do uzyskiwania dostępu do narzędzi wiersza poleceń.

Ildasm.exe

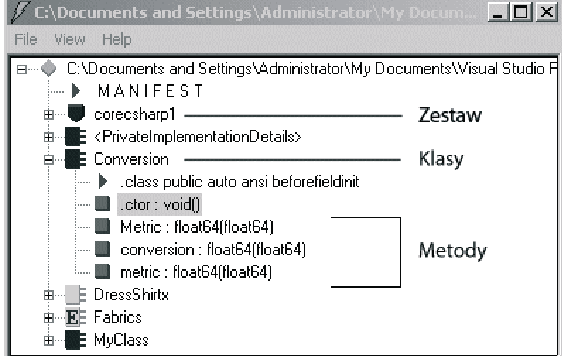
Narzędzie *Intermediate Language Disassembler* (Ildasm), które jest częścią zestawu narzędzi .NET Framework SDK, zwykle znajduje się w podkatalogu *Bin* w katalogu, w którym zainstalowano ten zestaw narzędzi. Narzędzie Ildasm jest bezcenną pomocą podczas analizy środowiska zestawów platformy .NET i jako takie będzie jednym z pierwszych narzędzi, z którym będziesz się musiał zaznajomić już na początku swojej przygody z zestawami .NET.

Najprostszym sposobem użycia narzędzia Intermediate Language Disassembler jest wpisanie w wierszu poleceń następującego wyrażenia:

```
C:\>Ildasm /adv
```

Opcjonalny przełącznik */adv* powoduje, że będą dostępne zaawansowane opcje wyświetlania. Wykonanie tego polecenia wywoła graficzny interfejs użytkownika (GUI) z menu File, w którym będziemy mogli wybrać interesujący nas zestaw. Warto pamiętać, że narzędzie Ildasm nie otwiera plików składowanych w pamięci podręcznej zestawów (GAC).

Na rysunku 1.9 przedstawiono przykład danych wyjściowych wyświetlonych przez narzędzie Ildasm po wybraniu jednego z zestawów. Zawartość zestawu jest prezentowana w czytelnym, hierarchicznym formacie zawierającym nazwę zestawu, w tym przypadku `corecsharp1`, oraz wszystkie jego składniki.



Rysunek 1.9. *Zawartość wybranego zestawu wyświetlona przez narzędzie Ildasm.exe*

Użytkownik narzędzia może wejść w głąb tej hierarchii, aby zapoznać się z reprezentowanym przez poszczególne składniki kodem języka pośredniego IL (lub wspólnego języka pośredniego — CIL). Z rysunku 1.9 wynika, że zestaw `corecsharp1` składa się z trzech metod: `Metric`, `conversion` i `metric`. Potwierdza to oryginalny kod klasy `Conversion` napisany w języku C#:

```
public class Conversion
{
  public double Metric( double inches)
  { return (2.54 * inches); }
  [CLSCompliantAttribute(false)]
  public double metric( double miles)
  { return (miles / 0.62); }
  public double conversion( double pounds)
  { return (pounds * 454); }
}
```

Dwukrotne kliknięcie metody `Metric` spowoduje wyświetlenie ekranu z kodem języka pośredniego (IL) tej metody — patrz rysunek 1.10.

Narzędzie Ildasm może być wykorzystywane do nauki i eksperymentowania z koncepcją języka pośredniego i zestawów. Program znajduje też ważne zastosowania praktyczne. Przypuśćmy, że dysponujemy komponentem (zestawem .NET) opracowanym przez kogoś

Rysunek 1.10. *Widok kodu języka pośredniego (IL)*

```
Conversion::Metric : float64(float64)
.method public hidebysig instance float64
        Metric(float64 inches) cil managed
{
  // Code size       16 (0x10)
  .maxstack  2
  .locals init (float64 V_0)
  IL_0000:  ldc.r8     2.54
  IL_0009:  ldarg.1
  IL_000a:  mul
  IL_000b:  stloc.0
  IL_000c:  br.s       IL_000e
  IL_000e:  ldloc.0
  IL_000f:  ret
} // end of method Conversion::Metric
```

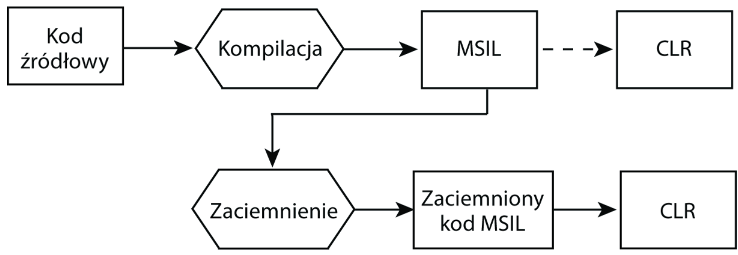
innego, i że nie posiadamy żadnej dokumentacji na jego temat. W takich przypadkach poszukiwanie szczegółów na temat interfejsu tego zestawu powinniśmy rozpocząć właśnie od jego otwarcia w narzędziu Ildasm.

> Narzędzie Ildasm zawiera w menu *File* opcję *Dump*, za pomocą której możemy zapisać dokumentację programu w pliku tekstowym. Aby utworzyć długi, ale czytelny dokument o metadanych danego zestawu, wybierz opcję *Dump Metainfo*; aby zapoznać się z profilem zestawu włącznie z liczbą bajtów wykorzystywanych przez poszczególne składniki, wybierz opcję *Dump Statistics*.

Narzędzie Ildasm i zaciemnianie kodu

Jednym z naturalnych odruchów programistów aplikacji .NET jest pytanie o sposób ochrony ich własności intelektualnej w sytuacji, gdy istnieją takie narzędzia jak Ildasm (i inne komercyjne programy odwracające kompilację), które mogą być wykorzystywane do odtwarzania oryginalnego kodu na podstawie skompilowanych zestawów. Jednym z rozwiązań jest technika nazywana **zaciemnianiem kodu** (ang. *obfuscation*), która polega na zręcznym modyfikowaniu nazw i innych operacjach na kodzie skutecznie uniemożliwiających jego odczytywanie przez ludzi.

Należy pamiętać, że zaciemnianie kodu nie jest tożsame z jego szyfrowaniem. Szyfrowanie wymagałoby wykonywania dodatkowego kroku odszyfrowywania przed przetworzeniem kodu przez kompilator JIT. Zaciemnianie polega na transformacji kodu języka pośredniego do postaci, w której można go skompilować za pomocą standardowych narzędzi środowisk wytwarzania oprogramowania (patrz rysunek 1.11).



Rysunek 1.11. *Zaciemnianie kodu skutecznie ukrywa oryginalny kod języka pośredniego (IL)*

Zaciemniony kod funkcjonalnie nie odbiega od oryginalnego kodu języka pośredniego danego zestawu i podczas wykonywania we wspólnym środowisku uruchomieniowym (CLR) generuje identyczne wyniki. Jak to możliwe? Otóż typowym działaniem w ramach zaciemniania kodu jest zamiana czytelnych nazw typów i składowych na nazwy, które czytelnikowi takiego kodu niczego nie mówią. Przykładowo, kiedy zajrzysz do zaciemnionego kodu, znajdziesz tam mnóstwo typów nazwanych `a` lub `b`. Algorytm zaciemniania musi oczywiście być na tyle „inteligentny”, by nie zmieniać nazw typów wykorzystywanych poza modyfikowanym zestawem, ponieważ każda taka zmiana uniemożliwiłaby prawidłowe odwołania do tych typów. Innym typowym rozwiązaniem jest modyfikowanie przepływu sterowania (ang. *control flow*) w sposób, który nie zmienia logiki działania programu. Przykładowo, wyrażenie `while` można zastąpić kombinacją wyrażeń `goto` oraz `if`.

Zestaw narzędzi .NET Framework SDK nie zawiera własnego mechanizmu zaciemniania kodu. Środowisko programowania Visual Studio .NET jest oferowane wraz z narzędziem Dotfuscator Community Edition, czyli wersją komercyjnego produktu Dotfuscator z nieco ograniczoną funkcjonalnością. Chociaż wspomniane narzędzie nie jest specjalnie wyrafinowane i działa wyłącznie w środowiskach firmy Microsoft, warto właśnie od niego rozpocząć poznawanie tego ciekawego procesu. Wielu producentów oferuje bardziej zaawansowane produkty w tym zakresie.

wincv.exe

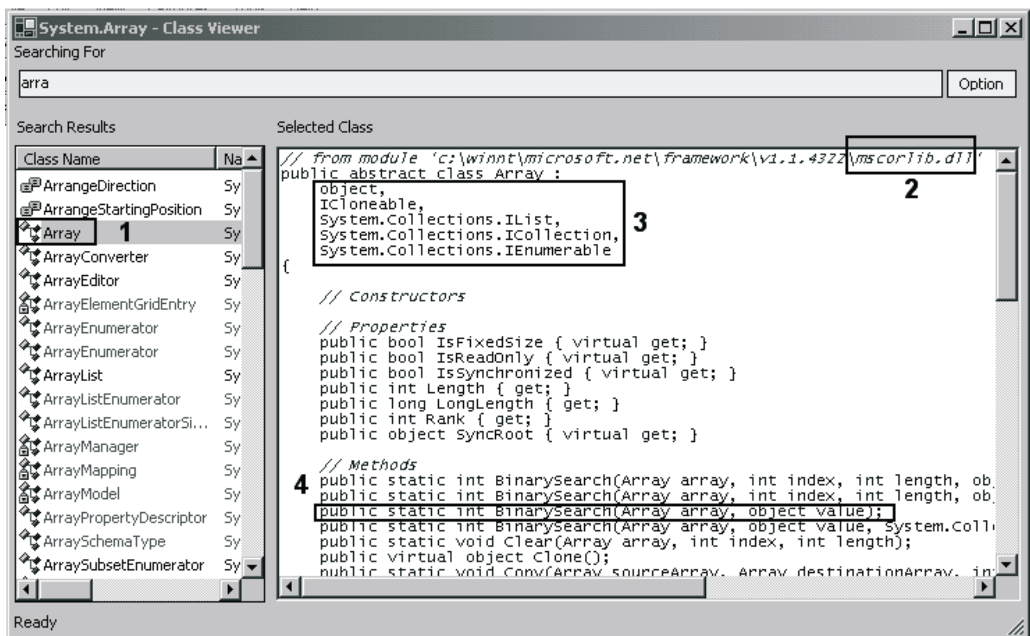
WinCV jest przeglądarką klas analogiczną do narzędzia Visual Studio Object Viewer oferowaną w ramach środowiska VS .NET. Program znajduje się w katalogu *Program Files\Microsoft.NET\SDK\V1.x\Bin* i można go uruchamiać z poziomu wiersza poleceń. Po wyświetleniu okna graficznego interfejsu użytkownika WinCV należy wpisać nazwę interesującej nas klasy w polu tekstowym *Searching For* (patrz rysunek 1.12).

WinCV oferuje bogaty zasób informacji o wszystkich typach obsługiwanych przez bibliotekę klas bazowych. Cztery obszary zaznaczone na rysunku 1.12 pokazują próbki dostępnych danych:

1. Przedmiotem analizy jest klasa bazowa `System.Array`.
2. Klasa `System.Array` jest częścią zestawu *mscorlib.dll*. Wspominaliśmy już, że zestaw *mscorlib.dll* zawiera najważniejsze typy zarządzane platformy .NET.
3. Lista zawiera klasę, obiekt i interfejsy dziedziczone przez klasę `System.Array`.
4. Wyświetlona reprezentacja zawiera definicję każdej z metod tej klasy, która obejmuje uprawnienia dostępu, typ oraz parametry — definicja w tej postaci jest nazywana **sygnaturą metody**.

Narzędzie Framework Configuration

Narzędzie Framework Configuration oferuje proste rozwiązania w zakresie zarządzania i konfiguracji zestawów oraz ustawiania zabezpieczeń w dostępie do kodu. Narzędzie jest częścią konsoli *Microsoft Management Console* (MMC). Aby je uruchomić, w *Panelu sterowania*



Rysunek 1.12. *Przykład użycia narzędzia WinCV do przeglądania definicji typu klasy Array*

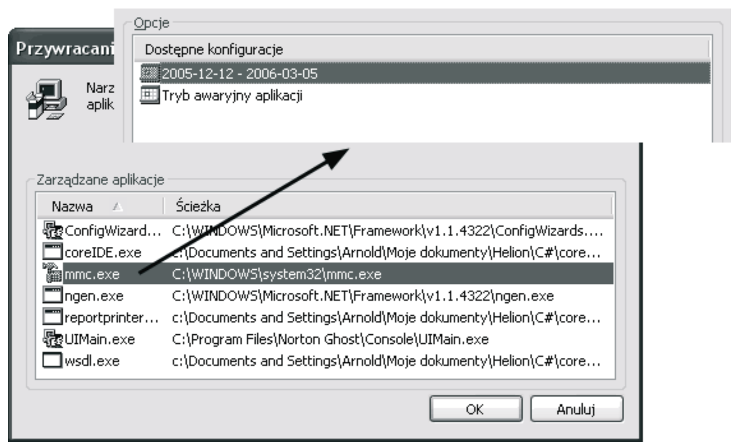
kliknij ikonę *Narzędzia administracyjne* i wybierz skrót *Microsoft .NET Framework Konfiguracja*. Program Framework Configuration stworzono z myślą o administratorach, którzy muszą wykonywać następujące zadania:

- **Zarządzanie zestawami.** Zestawy mogą być dodawane lub usuwane z pamięci podręcznej GAC.
- **Konfigurowanie zestawów.** W razie aktualizacji zestawu osoba, która go opublikowała, jest odpowiedzialna za odpowiednie dostosowanie **reguł wiązania** (ang. *binding policy*) tego zestawu. Na podstawie tych reguł wspólne środowisko uruchomieniowe określa właściwą wersję wczytywanego zestawu w odpowiedzi na wykryte odwołanie do zestawu w którejś z wykonywanych aplikacji. Przykładowo, jeśli zestaw w wersji 1.1 zastąpi zestaw 1.0, reguły dołączania powinny tak przekierować odwołania do wersji 1.0, aby środowisko CLR wczytywało wersję 1.1. Odpowiednie informacje należy umieścić w pliku konfiguracyjnym.
- **Analiza zabezpieczeń platformy .NET Framework i modyfikowanie reguł bezpieczeństwa zestawów.** Mechanizmy zabezpieczeń platformy .NET umożliwiają przypisywanie poszczególnym zestawom określonych uprawnień dostępu. Co więcej, docelowy zestaw może wymagać posiadania uprawnień dostępu od pozostałych zestawów, które żądają dostępu do danego zestawu.
- **Zarządzanie interakcją poszczególnych aplikacji z zestawem lub zbiorem zestawów.** Narzędzie Framework Configuration umożliwia przeglądanie nie tylko list wszystkich zestawów wykorzystywanych przez daną aplikację, ale też kompletnych zbiorów wykorzystywanych wersji.

Aby lepiej zilustrować praktyczne zastosowania tego narzędzia konfiguracyjnego, przeanalizujemy sposób jego użycia do rozwiązania jednego z najczęstszych problemów napotykanych w procesie wytwarzania oprogramowania — konieczności powrotu do ostatniej działającej wersji w razie problemów z funkcjonowaniem wersji bieżącej. Realizacja tego zadania może być szczególnie trudna w sytuacji, gdy aplikacja wykorzystuje po stronie serwera biblioteki DLL lub zestawy. Okazuje się, że twórcom technologii .NET udało się znaleźć dość sprytne rozwiązanie — za każdym razem, gdy uruchamiamy jakąś aplikację, środowisko uruchomieniowe zapisuje w dzienniku zdarzeń informacje o wszystkich wykorzystywanych zestawach. Jeśli wersje tych zestawów nie zmienią się od ostatniego uruchomienia, zostaną zignorowane przez środowisko CLR; w przeciwnym razie zostanie zachowana „migawka" nowego zbioru zestawów.

Kiedy próba uruchomienia aplikacji zakończy się niepowodzeniem lub aplikacja nie będzie działała prawidłowo, programista będzie mógł w prosty sposób powrócić do wersji zestawów, które nie powodowały podobnych problemów. Narzędzie konfiguracyjne może posłużyć do przekierowania aplikacji do wcześniejszej wersji zaktualizowanego ostatnio zestawu. Przydatność tego rodzaju narzędzi jest szczególnie widoczna w sytuacji, gdy ewentualny problem dotyczy więcej niż jednego zestawu — programista może się zapoznać z dotychczasowymi konfiguracjami zestawów i wybrać cały zestaw zestawów dla danej aplikacji.

Aby wyświetlić i ewentualnie wybrać poprzednie konfiguracje, w menu narzędzia *Framework Configuration* kliknij kolejno pozycję *Applications* i opcję *Fix an Application*. Na rysunku 1.13 przedstawiono fragmenty obu wyświetlonych okien dialogowych. Okno główne zawiera listę aplikacji, których wykonanie zostało zarejestrowane w dzienniku zdarzeń. Mniejsze okno (w tym przypadku obcięta część większego okna dialogowego) zostanie wyświetlone po kliknięciu którejś z tych aplikacji. Okno zawiera listę ostatnich konfiguracji (maksymalnie pięciu) przypisanych do danej aplikacji. Wystarczy wybrać konfigurację zestawów, której chcemy użyć dla wskazanej aplikacji.



Rysunek 1.13. *Przykład użycia narzędzia konfiguracyjnego aplikacji do ustawiania wersji zestawów*

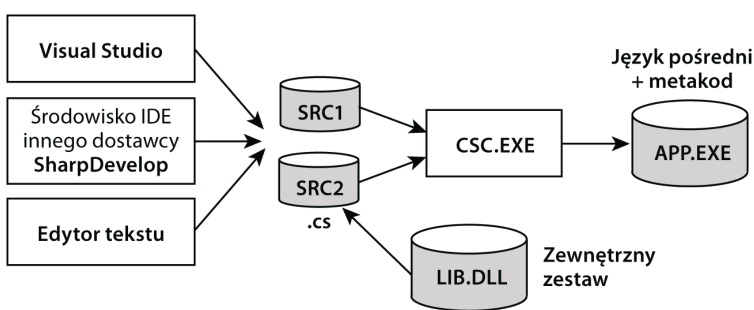
Jak widać, narzędzie konfiguracyjne stworzono przede wszystkim z myślą o administratorach. Programiści powinni korzystać tylko z wybranych podzbiorów funkcjonalności tego narzędzia zawartych w trzech kreatorach: *Dopasuj zabezpieczenia .NET*, *Ufaj zestawowi* oraz *Napraw aplikację*. Dostęp do tych kreatorów można uzyskać, klikając ikonę *Microsoft .NET Framework Kreatorzy* w *Narzędziach administracyjnych*.

1.5. Wyjaśnienie działania kompilatora C#

Wielu programistów piszących złożone aplikacje dla platformy .NET wykorzystuje Visual Studio lub jakieś inne zintegrowane środowisko wytwarzania oprogramowania (ang. *Integrated Development Environment — IDE*) do edycji kodu, dołączania zewnętrznych zestawów, diagnozowania aplikacji i generowania ostatecznych, skompilowanych wersji oprogramowania. Jeśli i Ty zaliczasz się do tej grupy, znajomość technik korzystania z zestawu narzędzi .NET SDK i podstawowego kompilatora C# najprawdopodobniej nie będzie Ci potrzebna, choć z pewnością podniosłaby poziom wiedzy o procesie kompilacji w technologii .NET i dała lepsze podstawy do pracy z zestawami. Efektem ubocznym korzystania z kompilatora C# na poziomie wiersza poleceń byłoby też zdobycie cennego doświadczenia w korzystaniu z programów wchodzących w skład zestawu narzędzi SDK. Wiele spośród narzędzi zaprezentowanych w poprzednim podrozdziale jest wywoływanych właśnie z wiersza poleceń, a w niektórych sytuacjach możliwość przeprowadzania procesu kompilacji w takim środowisku okazuje się kuszącą alternatywą dla zaawansowanych mechanizmów środowisk IDE.

Na rysunku 1.14 przedstawiono podstawowe kroki składające się na proces konwertowania kodu źródłowego na ostateczną, skompilowaną wersję oprogramowania. Celem niniejszego podrozdziału jest prezentacja, jak edytor tekstu w połączeniu z kompilatorem C# może być wykorzystywany konstruowania aplikacji. Przy okazji przeanalizujemy wiele opcji kompilatora, które często pozostają ukryte przed użytkownikami zintegrowanych środowisk wytwarzania oprogramowania (IDE).

Rysunek 1.14. *Schemat procesu kompilacji*



Lokalizowanie kompilatora

Kompilator języka programowania C#, *csc.exe*, znajduje się w katalogu, w którym zainstalowano platformę .NET Framework:

C:\winnt\Microsoft.NET\Framework\v2.0.40607

Ścieżka do pliku wykonywalnego kompilatora może się oczywiście różnić w zależności od stosowanego systemu operacyjnego i zainstalowanej wersji platformy .NET Framework. Aby kompilator C# był dostępny w wierszu poleceń niezależnie od bieżącego katalogu,

powinieneś dodać tę ścieżkę do zmiennej systemowej `Path`. Odpowiednią procedurę opisano w poprzednim podrozdziale przy okazji omawiania ścieżek dostępu do programów wchodzących w skład zestawu narzędzi SDK.

Aby się upewnić, że kompilator rzeczywiście jest dostępny z dowolnego katalogu, wpisz w wierszu poleceń następujące wyrażenie:

```
C:\>csc /help
```

Kompilowanie oprogramowania z poziomu wiersza poleceń

Aby skompilować napisaną w języku C# aplikację konsoli, nazwaną *client.cs*, do postaci pliku wykonywalnego *client.exe*, należy wykonać na poziomie wiersza poleceń jedno z przedstawionych poleceń:

```
C:\> csc client.cs
C:\> csc /t:exe client.cs
```

Oba wyrażenia spowodują, że plik z kodem źródłowym zostanie skompilowany do postaci pliku wykonywalnego z rozszerzeniem *.exe*, czyli domyślnego formatu wyjściowego kompilatora. Typ docelowy można określić za pomocą flagi `/t:` (patrz tabela 1.4). Aby utworzyć plik DLL, należy ustawić dla tej flagi wartość `library`, natomiast aplikacja WinForms będzie wymagała użycia flagi `/t:winexe`. Warto pamiętać, że jeśli tworząc aplikację WinForms, użyjemy flagi `/t:exe`, kompilacja zakończy się pomyślnie, tyle że w czasie wykonywania aplikacji zostanie wyświetlone w tle okno konsoli.

Największą zaletą korzystania z podstawowego kompilatora języka C# (wywoływanego z poziomu wiersza poleceń) jest możliwość pracy z wieloma plikami i zestawami. Aby lepiej to zilustrować, napiszemy w języku C# dwa proste pliki źródłowe: *client.cs* i *clientlib.cs*.

client.cs

```
using System;
public class MyApp
{
  static void Main(string[] args)
  {
    ShowName.ShowMe("Core C#");
  }
}
```

clientlib.cs

```
using System;
public class ShowName
{
  public static void ShowMe(string MyName)
  {
    Console.WriteLine(MyName);
  }
}
```

Tabela 1.4. *Wybrane opcje kompilatora C# uruchamianego w wierszu poleceń*

Opcja	Opis
/addmodule	Określa moduł, który należy dołączyć do tworzonego zestawu. Jest to najprostszy sposób tworzenia wieloplikowych zestawów.
/debug	Wymusza wygenerowanie informacji diagnostycznych.
/define	Umożliwia przekazywanie do kompilatora dyrektywy preprocesora: /define:DEBUG.
/delaysign	Kompiluje zestaw z silną nazwą, korzystając z techniki **odroczonego podpisywania** (ang. *delayed signing* — patrz rozdział 15.).
/doc	Służy do wskazywania pliku wyjściowego dla generowanej dokumentacji XML.
/keyfile	Określa ścieżkę do pliku *.snk* zawierającego parę kluczy niezbędną do silnego nazwania danego zestawu (patrz rozdział 15.).
/lib	Określa miejsce składowania dołączanych zestawów zewnętrznych (wskazanych w opcji /reference).
/out	Określa nazwę docelowego pliku dla skompilowanej wersji. Nazwa domyślna jest taka sama jak dla pliku wejściowego (rozszerzenie *.cs* jest zastępowane rozszerzeniem *.exe*).
/reference (/r)	Odwołuje się do zewnętrznego zestawu.
/resource	Służy do osadzania plików zasobów w ramach tworzonego zestawu.
/target (/t)	Określa typ tworzonego pliku wyjściowego: /t:exe kompiluje aplikację konsoli nazwaną **.exe*. Flaga /t:exe jest domyślną opcją kompilacji. /t:library kompiluje zestaw nazwany **.dll*. /t:module kompiluje moduł (przenośny plik wykonywalny), który nie zawiera manifestu. /t:winexe kompiluje zestaw Windows Forms nazwany **.exe*.

Na tym etapie nie ma znaczenia, czy rozumiesz szczegółowe konstrukcje językowe — wystarczy, że będziesz wiedział, że kod zawarty w pliku *client.cs* wywołuje funkcję zdefiniowaną w pliku *clientlib.cs* i wyświetla otrzymaną wartość w oknie konsoli. Kompilator C# oferuje wiele sposobów implementacji tego rodzaju związków, które demonstrują nie tylko podstawowe opcje kompilatora, ale też rzucają nieco światła na ogólną koncepcję zestawów.

Przykład 1.: kompilacja wielu plików

Kompilator języka C# może otrzymać na wejściu dowolną liczbę plików źródłowych. Wygenerowane dane wyjściowe zostaną umieszczone w pojedynczym pliku zestawu:

```
csc /out:client.exe client.cs clientlib.cs
```

Przykład 2.: tworzenie i używanie biblioteki klas

Skompilowany kod z pliku źródłowego *clientlib.cs* można umieścić w osobnej bibliotece, która będzie następnie udostępniana wszystkim zainteresowanym klientom:

```
csc /t:library clientlib.cs
```

W wyniku tej operacji otrzymamy zestaw nazwany *clientlib.dll*. Możemy teraz skompilować kod klienta, stosując polecenie odwołujące się do tego zewnętrznego zestawu:

```
csc /r:clientlib.dll client.cs
```

Kompilator wygeneruje zestaw nazwany *client.exe*. Jeśli przeanalizujesz ten zestaw za pomocą narzędzia Ildasm, przekonasz się, że jego manifest zawiera odwołanie do skompilowanego wcześniej zestawu *clientlib.dll*.

Przykład 3.: tworzenie zestawu wieloplikowego

Zamiast tworzyć osobny zestaw, skompilowaną wersję kodu zawartego w pliku *clientlib.cs* można umieścić wewnątrz zestawu *client.exe*. Ponieważ tylko plik w zestawie może zawierać manifest, w pierwszej kolejności będziemy musieli skompilować plik *clientlib.cs* do postaci **przenośnego modułu wykonywalnego**[4] (ang. *Portable Executable* — *PE*). Aby otrzymać taki moduł, wystarczy w wywołaniu kompilatora użyć opcji `/t:module`:

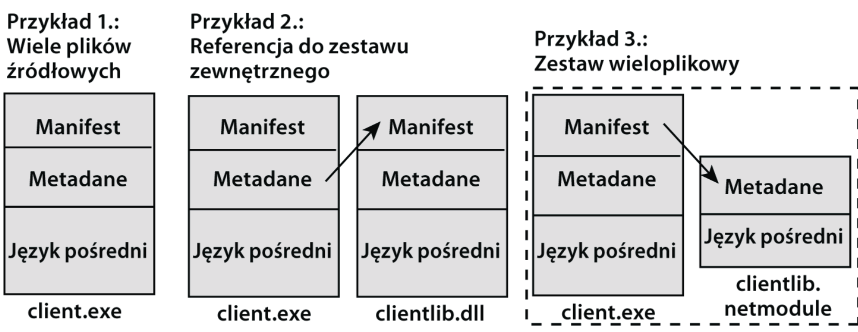
```
csc /t:module clientlib.cs
```

Plik wyjściowy zostanie nazwany *clientlib.netmodule*. Można ten plik umieścić w zestawie *client.exe* za pomocą przełącznika `/addmodule` kompilatora *csc.exe*:

```
csc /addmodule:clientlib.netmodule client.cs
```

Wynikowy zestaw będzie się składał z dwóch plików: *client.exe* i *clientlib.netmodule*.

Przykłady przedstawione na rysunku 1.15 dobrze pokazują, że nawet w przypadku tak prostej aplikacji programista ma do dyspozycji szereg rozwiązań i musi podjąć właściwą decyzję odnośnie architektury implementowanego oprogramowania.



Rysunek 1.15. *Możliwe rozwiązania w zakresie wdrażania aplikacji*

[4] Format PE definiuje układ plików wykonywalnych, które można uruchamiać w 32- i 64-bitowych systemach Windows.

1.6. Podsumowanie

Platforma .NET Framework składa się ze wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR) i biblioteki klas platformy (FCL). Środowisko CLR zarządza wszystkimi zadaniami związanymi z wykonywaniem kodu aplikacji. Pierwszym zadaniem tego środowiska jest sprawdzenie, czy uruchamiana aplikacja rzeczywiście jest zgodna ze standardową specyfikacją wspólnego języka (CLS). Bezpośrednio potem wspólne środowisko uruchomieniowe wczytuje aplikację i lokalizuje wszystkie zależne zestawy. Wykorzystywany przez to środowisko kompilator JIT (*Just-in-Time*) konwertuje kod języka pośredniego zawarty w zestawie aplikacji (najmniejszej jednostce wdrożeniowej w technologii .NET) do postaci rdzennego kodu maszynowego. W czasie właściwego wykonywania programu środowisko CLR odpowiada za zapewnianie bezpieczeństwa, zarządzanie wątkami, przydział pamięci oraz zwalnianie pamięci nieużywanej (z wykorzystaniem odpowiedniego mechanizmu odzyskiwania pamięci).

Cały kod musi być umieszczony w specjalnych zestawach, które mogą być prawidłowo obsługiwane przez wspólne środowisko uruchomieniowe (CLR). Zestaw może mieć albo postać pojedynczego pliku, albo grupy wielu fizycznych plików traktowanych jak pojedyncza jednostka wdrożeniowa. Zestaw może zawierać zarówno moduły kodu, jak i niezbędne pliki zasobów.

Biblioteka FCL zawiera zbiór klas i pozostałych typów wielokrotnego użytku, które mogą być wykorzystywane przez dowolny zestaw zgodny z wymaganiami wspólnego środowiska uruchomieniowego (CLR). Takie rozwiązanie eliminuje konieczność stosowania bibliotek właściwych dla poszczególnych kompilatorów. Chociaż biblioteka FCL składa się z wielu fizycznych plików DLL zawierających ponad tysiąc różnych typów, przeszukiwanie tej biblioteki jest stosunkowo proste dzięki zastosowaniu przestrzeni nazw, które tworzą logiczną hierarchię obejmującą wszystkie obsługiwane typy.

Platforma .NET Framework zawiera szereg przydatnych narzędzi, które mogą pomóc nie tylko programiście w diagnozowaniu i wdrażaniu oprogramowania, ale także administratorowi w realizacji takich zadań jak zarządzanie zestawami, prekompilowanie zestawów, dodawanie nowych plików do zestawów oraz przeglądanie szczegółowych informacji o klasach. Co więcej, istnieje bogaty zbiór narzędzi typu open source (oferowanych z otwartym dostępem do kodu źródłowego), które także mogą stanowić cenną pomoc w procesie wytwarzania oprogramowania dla platformy .NET.

1.7. Sprawdź, czego się nauczyłeś

1. Jakie przenośne środowisko należy zainstalować na komputerze klienta (użytkownika), aby można na nim było uruchomić aplikację .NET?
2. Czym jest zarządzany, a czym jest kod niezarządzany?
3. Jaka jest różnica pomiędzy wspólnym systemem typów (CTS) a specyfikacją wspólnego języka (CLS)?

4. Jak to możliwe, że we wspólnym środowisku uruchomieniowym kod wygenerowany przez różne kompilatory może ze sobą współpracować?
5. Jaką rolę pełni globalna pamięć podręczna zestawów?
6. Wymień cztery składniki, które składają się na identyfikator silnie nazwanego zestawu.
7. Jaka relacja łączy przestrzeń nazw z zestawem .NET?
8. Rozwiń i krótko opisz pojęcia kryjące się za następującymi akronimami: CLR, GAC, FCL, IL.