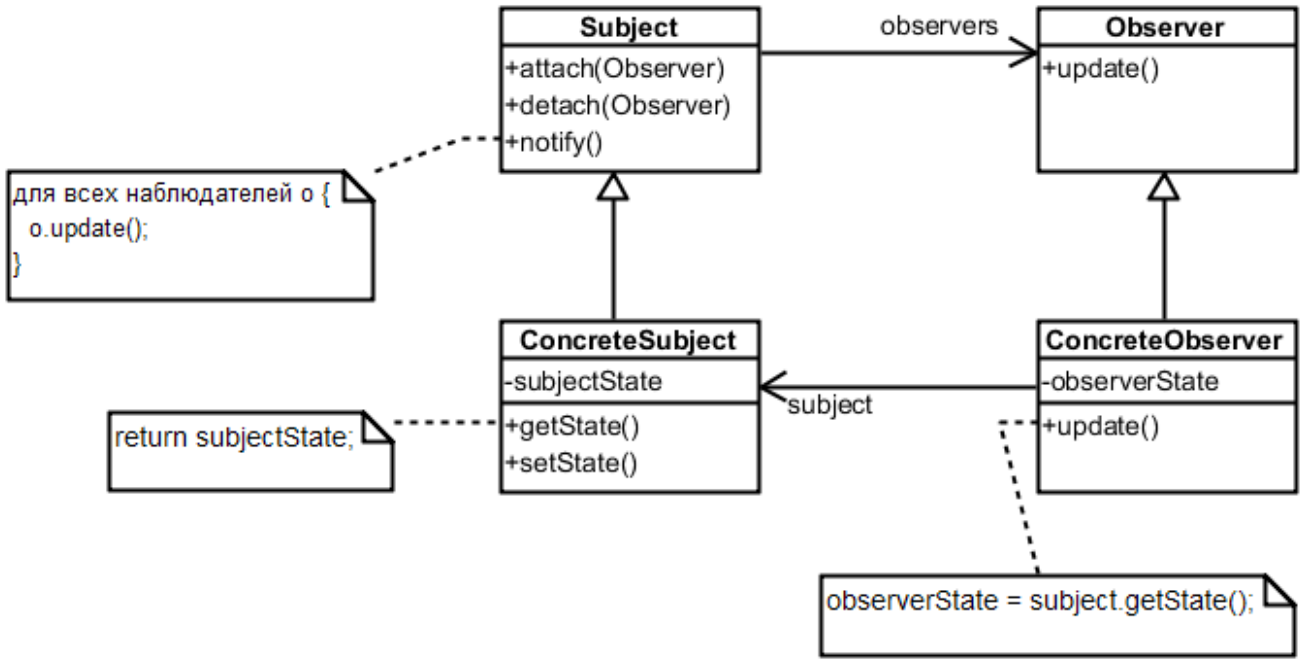
Событийно-ориентированное программирование

Делегаты, события, лямбда-функции

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

5

Паттерн “Наблюдатель”



Делегаты

```
public delegate void Feedback(Int32 value);
```

- Типобезопасный callback
- **delegate** объявляет тип функции-делегата
  - На самом деле, автоматически генерируемый класс
  - Наследник System.MulticastDelegate, который в свою очередь наследник System.Delegate
  - Методы Invoke, BeginInvoke, EndInvoke

Как это устроено

```
Feedback fbStatic = new Feedback(Program.FeedbackToConsole);
Feedback fbInstance = new Feedback(new Program().FeedbackToFile);
```

TODO: Картинка

Пример использования

```
public delegate int HashFunction(string str, int hashSize);

private static class HashFunctions {
    public static int Hash1(string str, int hashSize) {
        return str[0] % hashSize;
    }

    public static int Hash2(string str, int hashSize) {
        int result = 0;
        foreach (var ch in str)
            result += ch;
        return result % hashSize;
    }
}

static void Main(string[] args) {
    var h = new HashFunction(HashFunctions.Hash1);
    var result = h("ololo", 10);
}
```

Ещё пример, который будем дальше мучить

Цикл обработки событий

```
public class EventLoop {
    public void Run() {
        while (true) {
            var key = Console.ReadKey();
            switch (key.Key) {
                case ConsoleKey.LeftArrow:
                    // Сделать что-то по нажатию на "влево"
                    break;
                case ConsoleKey.RightArrow:
                    // Сделать что-то по нажатию на "вправо"
                    break;
            }
        }
    }
}
```

Цикл с делегатом

```
public delegate void ArrowHandler();

public class EventLoop {
    public void Run(ArrowHandler left, ArrowHandler right) {
        while (true) {
            var key = Console.ReadKey(true);
            switch (key.Key) {
                case ConsoleKey.LeftArrow:
                    left();
                    break;
                case ConsoleKey.RightArrow:
                    right();
                    break;
            }
        }
    }
}
```

Обработчики

```
public class Game
{
    public void OnLeft()
    {
        Console.WriteLine("Going left");
    }

    public void OnRight()
    {
        Console.WriteLine("Going right");
    }
}
```

Main

```
static void Main(string[] args)
{
    var eventLoop = new EventLoop();
    var game = new Game();
    eventLoop.Run(
        new ArrowHandler(game.OnLeft),
        new ArrowHandler(game.OnRight)
    );
}
```

Delegate chaining

```
public void Register(SomeDelegateType someDelegate)
{
    currentDelegate = Delegate.Combine(currentDelegate, someDelegate);
}
```

Или

```
public void Register(SomeDelegateType someDelegate)
{
    currentDelegate += someDelegate;
}
```

Цикл обработки событий с регистрацией (1)

```
public class EventLoop
{
    private ArrowHandler leftHandler;
    private ArrowHandler rightHandler;

    public void RegisterLeftHandler(ArrowHandler left)
    {
        leftHandler += left;
    }

    public void RegisterRightHandler(ArrowHandler right)
    {
        rightHandler += right;
    }
```

Цикл обработки событий с регистрацией (2)

```
    public void Run() {
        while (true) {
            var key = Console.ReadKey(true);
            switch (key.Key) {
                case ConsoleKey.LeftArrow:
                    if (leftHandler != null)
                        leftHandler();
                    break;
                case ConsoleKey.RightArrow:
                    if (rightHandler != null)
                        rightHandler();
                    break;
            }
        }
    }
}
```

Логгер (ещё один наблюдатель)

```
public class Logger
{
    private List<string> log = new List<string>();

    public void LeftPressed()
    {
        log.Add("left");
    }

    public void RightPressed()
    {
        log.Add("right");
    }
}
```

Main

```
static void Main(string[] args)
{
    var eventLoop = new EventLoop();
    var game = new Game();
    var logger = new Logger();

    eventLoop.RegisterLeftHandler(game.OnLeft);
    eventLoop.RegisterRightHandler(game.OnRight);

    eventLoop.RegisterLeftHandler(logger.LeftPressed);
    eventLoop.RegisterRightHandler(logger.RightPressed);

    eventLoop.Run();
}
```

Отписывание от событий

```
public void UnregisterLeftHandler(ArrowHandler left)
{
    leftHandler = (ArrowHandler) Delegate.Remove(leftHandler , left);
}
```

или

```
public void UnregisterLeftHandler(ArrowHandler left)
{
    leftHandler -= left;
}
```

Как примерно выглядит Invoke для цепочки

```
public Int32 Invoke(Int32 value) {
    Int32 result;
    Delegate[] delegateSet = _invocationList as Delegate[];
    if (delegateSet != null) {
        foreach (Feedback d in delegateSet)
            result = d(value);
    } else {
        result = _methodPtr.Invoke(_target, value);
    }

    return result;
}
```

Вызов делегатов из цепочки вручную

```
Delegate[] arrayOfDelegates = leftHandler.GetInvocationList();
foreach (ArrowHandler handler in arrayOfDelegates) {
    try {
        handler.Invoke();
    }
    catch (InvalidOperationException e) {
        Object component = handler.Target;
        Console.WriteLine(
                "Failed to call handler from {1}{2}{0} Error: {3}{0}{0}",
                Environment.NewLine,
                ((component == null) ? "" : component.GetType() + "."),
                handler.GetMethodInfo().Name,
                e.Message);
    }
}
```

Шаблонные типы делегатов

```
public delegate int HashFunction(string str, int hashSize);
```

```
Func<string, int, int>
```

- Func<T1, T2, ..., TResult>
- Action<T1, T2, ...>
- Не дружат с **ref** и **out**

События

eventLoop.RegisterLeftHandler(game.OnLeft); — много работы
eventLoop.leftHandler += game.OnLeft; — очень плохо

Надо (в EventLoop):

```
public event Action LeftHandler;
public event Action RightHandler;
```

и (в Main):

```
eventLoop.LeftHandler += game.OnLeft;
eventLoop.RightHandler += game.OnRight;

eventLoop.LeftHandler += logger.LeftPressed;
eventLoop.RightHandler += logger.RightPressed;
```

Анонимные методы

```
static void Main(string[] args) {
    var eventLoop = new EventLoop();
    var game = new Game();
    eventLoop.LeftHandler += game.OnLeft;
    eventLoop.RightHandler += game.OnRight;
    var log = new List<string>();
    eventLoop.LeftHandler += delegate {
        log.Add("left");
    };
    eventLoop.RightHandler += delegate {
        log.Add("right");
    };
    eventLoop.Run();
}
```

Замыкания (1)

```
static Func<Point, Point> CreateRemapFunction(
        Rectangle rect1, Rectangle rect2)
{
    var xScale = rect2.Width() / rect1.Width();
    var yScale = rect2.Height() / rect1.Height();
    Func<Point, Point> result = delegate(Point point) {
        var returnValue = new Point();
        returnValue.x = point.x * xScale;
        returnValue.y = point.y * yScale;
        return returnValue;
    };
    return result;
}
```

Замыкания (2, пример использования)

```
static void Main(string[] args) {
    var rect1 = new Rectangle() {
        topLeft = new Point() { x = 0, y = 0 },
        bottomRight = new Point() { x = 2, y = 2 }
    };
    var rect2 = new Rectangle() {
        topLeft = new Point() { x = 0, y = 0 },
        bottomRight = new Point() { x = 4, y = 6 }
    };

    var remap = CreateRemapFunction(rect1, rect2);
    var point = new Point() { x = 1, y = 1 };
    var transformedPoint = remap(point);
    Console.WriteLine("Transformed point: x = {0}, y = {1}",
        transformedPoint.x, transformedPoint.y);
}
```

Замыкания, способ прострелить себе ногу

```
delegate void F();

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        var delegates = new F[10];
        for (var i = 0; i < 10; ++i)
        {
            delegates[i] = delegate { Console.WriteLine(i); };
        }

        foreach (var f in delegates)
        {
            f();
        }
    }
}
```

Лямбда-выражения

```
delegate(список параметров)
{
    тело
};
```

```
(список параметров) => { тело };
```

Примеры

```
eventLoop.LeftHandler += () => log.Add("left");
eventLoop.RightHandler += () => log.Add("right");

Func<int, int> x2 = x => x * 2;
var n = x2(1);  // n будет 2

List<int> list = new List<int>() { 20, 1, 4, 8, 9, 44 };
List<int> evenNumbers = list.FindAll(i => (i % 2) == 0);
```

Каноничное объявление события (1)

Наследник EventArgs, содержащий в себе параметры события

- Если параметров нет, то обработчики события всё равно должны принимать EventArgs
  - Передавать при вызове имеет смысл EventArgs.Empty

```
internal class NewMailEventArgs : EventArgs {
   private readonly string from, to, subject;
   public NewMailEventArgs(string from, string to, string subject) {
      this.from = from; this.to = to; this.subject = subject;
   }
   public string From => from;
   public string To => to;
   public string Subject => subject;
}
```

Каноничное объявление события (2)

Само событие в наблюдаемом классе

- Инстанциация шаблона EventHandler
- **public delegate void** EventHandler<TEventArgs>(
  object sender, TEventArgs e);

```
internal class MailManager {
    public event EventHandler<NewMailEventArgs> NewMail;
    ...
}
```

Каноничное объявление события (3)

Вспомогательный метод, кидающий событие

- Сюда идёт проверка списка подписчиков на null
- Вызов лучше делать потокобезопасным

```
internal class MailManager {
    ...
    protected virtual void OnNewMail(NewMailEventArgs e) {
        EventHandler<NewMailEventArgs> temp =
                Volatile.Read(ref NewMail);
        if (temp != null)
            temp(this, e);
    }
    ...
}
```

Каноничное объявление события (4)

Кидание события

- Создаём наследника EventArgs
- Вызываем метод, отправляющий событие наблюдателям

```
internal class MailManager {
    public void SimulateNewMail(string from, string to, string subject) {
        NewMailEventArgs e = new NewMailEventArgs(from, to, subject);
        OnNewMail(e);
    }
}
```

Принимающий событие

```
internal sealed class Fax {
    public Fax(MailManager mm) {
        mm.NewMail += FaxMsg;
    }

    private void FaxMsg(object sender, NewMailEventArgs e) {
        Console.WriteLine("Faxing mail message:");
        Console.WriteLine(" From={0}, To={1}, Subject={2}",
                e.From, e.To, e.Subject);
    }

    public void Unregister(MailManager mm) {
        mm.NewMail -= FaxMsg;
    }
}
```

Ручное управление подписчиками

```
public event EventHandler<FooEventArgs> Foo {
    add { eventSet.Add(fooEventKey, value); }
    remove { eventSet.Remove(fooEventKey, value); }
}

protected virtual void OnFoo(FooEventArgs e) {
    eventSet.Raise(fooEventKey, this, e);
}
```

eventSet — рукописный словарь с цепочками обработчиков, не поместившийся в презентацию