

1

# Tehnike obrade pogrešaka

2017/18.06

## ➤ Zaštita programa od neispravnog unosa podataka

- Defenzivna vožnja automobila temelji se na načelu da vozač nikad ne može biti siguran što će učiniti drugi vozači, pa unaprijed nastoji izbjeći nezgodu za slučaj pogreške drugih vozača
- U defenzivnom programiranju ideja vodilja je da će potprogram s neispravnim podacima “opstati” i onda kada su pogreškom pozivajuće procedure predani neispravni argumenti
- Pristup “smeće unutra, smeće van” (“garbage in, garbage out”) treba zamijeniti sa: “smeće unutra, ništa van”, “smeće unutra, poruka o pogrešci van” ili “smeću zabranjen ulaz”

## ➤ Osnovna pravila kojih se treba držati:

- Provjeriti ispravnost svih vrijednosti podataka iz vanjskih izvora (datoteka, korisnik, mreža, ...)
- Provjeriti ispravnost svih vrijednosti ulaznih parametara
- Odlučiti kako postupiti u slučaju neispravnih podataka

# Jednostavan primjer defenzivnog programiranja

3

- ➡ Nedefenzivno programiranje rekurzivne funkcije za računanje faktoriijela

```
int faktorijel( int N )  
{  
    if ( N == 0 ) return 1;  
    else return N * faktorijel( N-1 ) ;  
}
```

- ➡ Za negativne vrijednosti nastupa (teoretski) beskonačna rekurzija.
- ➡ Defenzivno programiranje rekurzivne funkcije faktorijel

```
int faktorijel( int N )  
{  
    if ( N <= 0 ) return 1;  
    else return N * faktorijel( N-1 ) ;  
}
```

- ➡ Matematički neprecizno, ali sprječava beskonačnu rekurziju u slučaju preljeva

# Tehnike obrade pogrešaka

4

## ➤ Tehnike obrade pogrešaka

- vratiti neutralnu vrijednost (0, "", NULL)
- zamijeniti neispravnu vrijednost sljedećom, moguće ispravnom, npr. while (GPSfix != OK) sleep(1/100s) ...
- vratiti vrijednost vraćenu pri prethodnom pozivu
- zamijeniti neispravnu vrijednost najbližom ispravnom, npr. min(max(kut, 0),360)
- zapisati poruku o pogrešci u datoteku, kombinirano s ostalim tehnikama
- vratiti kôd pogreške kao rezultat, baciti iznimku ili postaviti globalnu statusnu varijablu:
- pozvati "globalnu" metodu za obradu pogreške, npr. perror()
- bezuvjetni završetak programa, npr. Application.Exit (CancelEventArgs)

## ➤ Robusnost i ispravnost (programa)

- robusnost - u slučaju pogreške omogućen je daljnji rad programa, iako to ponekad znači vratiti neispravan rezultat
- ispravnost - nikad ne vratiti neispravan rezultat, iako to značilo ne vratiti ništa

# Iznimke (Exceptions)

5

- Iznimka predstavlja problem ili promjenu stanja koja prekida normalan tijek izvođenja naredbi programa
- U programskom jeziku C#, iznimka je objekt instanciran iz razreda koji nasljeđuje *System.Exception*
- *System.Exception* – osnovni razred za iznimke
  - *StackTrace* – sadrži popis poziva postupaka koji su doveli do pogreške
  - *Message* – sadrži opis pogreške
  - *Source* – sadrži ime aplikacije koja je odgovorna za pogrešku
  - *TargetSite* – sadrži informacije o postupku koji je proizveo pogrešku

# Neke ugrađene iznimke

6

## ► Neke sistemske iznimke

<b>ArrayTypeMismatchException</b>	tip vrijednosti koji se pohranjuje u polje je različit od tipa polja i implicitna konverzija se ne može obaviti
<b>DivideByZeroException</b>	pokušaj dijeljenja s 0
<b>IndexOutOfRangeException</b>	indeks polja je izvan deklarirane veličine polja
<b>InvalidCastException</b>	nedozvoljena konverzija tipa
<b>OutOfMemoryException</b>	nedostatak memorije za alociranje objekta
<b>OverflowException</b>	preljev pri izračunavanju aritmetičkog izraza
<b>NullReferenceException</b>	referenci nije pridružen objekt
<b>StackOverflowException</b>	stog je prepunjen

# Obrada iznimki

7

- Obrada iznimki sprječava nepredviđeni prekid izvođenja programa
- Iznimka se obrađuju tzv. rukovateljem iznimki (exception handler)
  - Obrada pogreške sastoji se razdvajanju kôda u blokove *try*, *catch* i *finally*

```
try {  
    //dio kôda koji može dovesti do iznimke  
}  
catch (ExceptionType1 exOb) {  
    //kôd koji se obavlja u slučaju iznimke tipa ExceptionType1  
}  
catch (ExceptionType2 exOb) {  
    //kôd koji se obavlja u slučaju iznimke tipa ExceptionType2  
}  
...// ostali catch blokovi  
finally {  
    //kôd koji se obavlja nakon izvođenja try, odnosno catch bloka
```

# Postupak obrade iznimki

8

## ➤ Varijante obrade

- Za jedan try blok može postojati jedan ili više catch blokova koji obrađuju različite vrste pogrešaka.
- Kada dođe do pogreške u try bloku, a postoji više catch blokova, obavlja se onaj catch blok koji obrađuje nastali tip iznimke. Ostali catch blokovi neće se obaviti.
- Ako postoji više catch blokova, posljednji se navodi blok koji obrađuje općenite iznimke (tipa *Exception*)

## ➤ Primjer: Kodiranje \ TryCatch

```
try {  
    int x = new Random().Next(2); //0 ili 1  
    int y = 10 / x;  
    int[] a = { 1, 2, 3 };  
    Console.WriteLine(a[3].ToString());  
}  
catch(DivideByZeroException e) { ... }  
catch(IndexOutOfRangeException e) { ... }  
catch(Exception e) { ... }  
finally { ... }
```



# Generiranje (bacanje) iznimke naredbom throw

9

## ➤ Koristi se naredba throw

- `throw exceptionObject;`

- `npr. throw new Exception("Nova iznimka");`

- `throw;`

- proslijeđivanje iznimke na vanjski blok (rethrow)

## ➤ Primjer: Kodiranje\Rethrow

- proslijeđivanje uhvaćene iznimke

```
try {  
    MetodaKojaBacaIznimku();  
}  
catch (Exception e) {  
    Console.WriteLine($"Rethrow: {e.Message}\n{e.StackTrace}");  
    throw;  
}
```

# Kreiranje vlastitih iznimki

10

➡ Definiranjem razreda izvedenog iz razreda Exception

➡ Izvorna ideja je bila da su sistemske iznimke izvedene iz SystemException, a aplikacijske iz ApplicationException, ali se odustalo od ApplicationException te se vlastite iznimke izvode direktno iz Exception

➡ Primjer:  Kodiranje\CustomException

```
class Iznimka : Exception
{
    private string val;
    public Iznimka() {}
    public Iznimka(string str) : base(str) {
        val = str;
    }
    public override string Message {
        get {
            return "Nije neparan " + val;
        }
    }
}
```

# Preporuke za korištenje iznimki

11

- Izbjegavati prazne blokove za hvatanje iznimki (“catch { }”)
- Koristiti specifične iznimke (ne samo osnovne iznimke Exception) znajući što bacaju vlastite knjižnice
- Zapisivati trag bačenih iznimki (log)
- U poruci iznimke uključiti sve informacije o kontekstu nastanka iznimke
- **Razne tipove pogrešaka obrađivati na konzistentan način kroz čitav kod**
- **Razmotriti izradu centraliziranog sustava za dojavu iznimki u kodu**
- Prosljeđivanje iznimki raditi samo kada želimo specijalizirati iznimku
- Koristiti iznimke za obavijest drugim dijelovima programa o pogreškama koje se ne smiju zanemariti
- Bacati iznimke samo u stanjima koja su stvarno iznimna
- Ne bacati iznimke za pogreške koje se mogu obraditi lokalno
- Izbjegavati bacanje iznimki u konstruktorima i finalizatorima, osim ako ih na istom mjestu i ne hvatamo

# Unutarnje iznimke


12

➤ `Exception.InnerException` – dobavlja instancu razreda *Exception* koja je izazvala aktualnu iznimku

➤ Primjer:  Kodiranje\InnerException

```
class Primjer {
    public void F()
        ...
        throw new Exception
            ("Iznimka u Primjer.F() :", e);
    ...
}

class Program
{
    static void Main(string[] args) {
        try{ new Primjer().F(); }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine("Iznimka u Main: "
                + "{0}\nInnerException: {1}",
                e.Message, e.InnerException.Message);
        }
    }
}
```

- Naredbe kojom se zaustavlja izvršavanje programa ako određeni izraz nije istina
  - U .NET Core-u neistinit uvjet trenutno završava program (bez izvođenja eventualnog finally bloka)
  - koriste se za uklanjanje pogrešaka (debugging) i dokumentiranje ispravnog rada programa
  - koriste se u fazi kodiranja, naročito u razvoju velikih, kompliciranih programa te u razvoju programa od kojih se zahtijeva visoka pouzdanost
- Pišemo ih na mjestima gdje se pogreške ne očekuju (tj. ne smiju se pojaviti)
- Naredba `Debug.Assert` s logički izrazom za koji se pretpostavlja (tvrdi) da je istinit
  - Automatski se uklanjaju iz *Release* verzije
  - Primjer:  Kodiranje \ Barikade \ Predmet.cs

```
public double ProsjecnaOcjena() {  
    ...  
    foreach(var par in ocjene) {  
        int ocjena = par.Value;  
        Debug.Assert(ocjena >= 1 && ocjena <= 5,  
            $"Pohranjena neispravna ocjena ${par.Key}={par.Value}");  
    }  
}
```

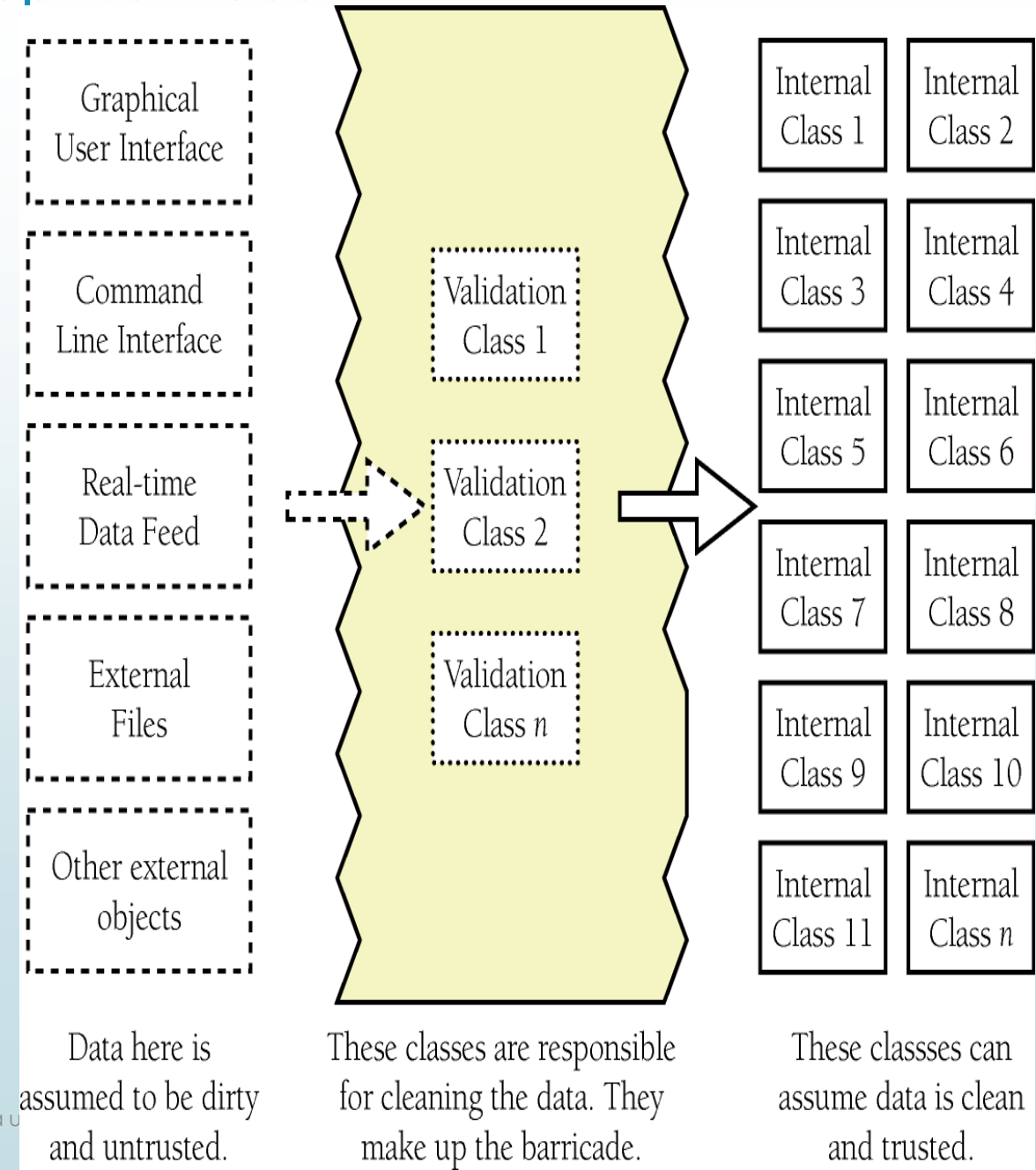
# Preporuke za korištenje tvrdnji

14

- Obradu pogreške (iznimke) pisati tamo gdje očekujemo pogreške
  - Iznimke su informacije o pogrešnom uvjetu ili neočekivanom događaju
  - Mogu se uhvatiti
- Koristiti tvrdnje tamo gdje nikad ne očekujemo pogreške
  - Predstavljaju fatalne pogreške, ne mogu se uhvatiti i ukazuju na logičku pogrešku u programskom kodu
- Za jako robustan kod koristiti tvrdnje + kod za obradu pogreške
- Izbjegavati poziv metoda u izrazima tvrdnji
  - npr. `Debug.Assert (Obavi(), "Neobavljeno");`
  - u produkciji (s isključenim tvrdnjama) *Obavi* se neće nikada izvršiti
- Koristiti tvrdnje
  - za dokumentiranje i verificiranje uvjeta koji moraju vrijediti prije pozivanja metode ili instanciranja razreda ("preconditions"), te
  - uvjeta koji moraju vrijediti poslije djelovanja metode ili rada s razredom ("postconditions").

# Koncept barikada

- Konstrukcija sučelja kao granica prema “sigurnim” dijelovima koda
- Definiranje dijelova softvera koji će rukovati “prljavim” (nesigurnim) podacima i drugih koji rukuju samo s “čistim” podacima
- Validacijski razredi koji su odgovorni za provjeru ispravnosti podataka sačinjavaju barikadu prema internim razredima koji rukuju s podacima za koje se pretpostavlja da su provjereni i ispravni



# Koncept barikada

16


► Primjer:  Kodiranje \ Barikade \ Predmet.cs

```
class Predmet {  
    //privatna kolekcija iza barikade  
    Dictionary<string, int> ocjene = new Dictionary<string, int>();  
    public int this[string ime] {  
        get {  
            //što ako netko traži studenta koji nije evidentiran?  
            bool postoji = ocjene.TryGetValue(ime, out int ocjena);  
            return postoji ? ocjena : -1;  
        }  
        set {  
            if (value < 1 || value > 5)  
                throw new ArgumentOutOfRangeException(  
                    $"Neispravna ocjena {value}.  
                    Ocjena mora biti od 1 do 5");  
            ocjene[ime] = value;  
        }  
    }  
}
```



# Preporuke za korištenje barikada

17

- Barikade naglašavaju razliku između tvrdnji i obrade iznimaka
  - Metode s vanjske strane barikade trebaju koristiti kôd za obradu pogreške
  - Unutarnje metode mogu koristiti tvrdnje jer se ovdje pogreške ne očekuju!
  - Pogledati cijeli primjer  Kodiranje \ Barikade
- Na razini razreda
  - javne metode rukuju s „priljavim” podatcima i „čiste” ih
  - privatne metode rukuju samo s “čistim” podatcima.
  - pojava „priljavog” podatka u privatnoj metodi nije iznimka koja se očekuje, već neispravnost tvrdnje koja ukazuje na pogrešku u kôdiranju
- Pretvarati podatke u ispravan tip odmah pri unosu


# Otkrivanje pogrešaka

18

- Uobičajena zabluda programera je da se ograničenja koja se odnose na konačnu verziju softvera odnose i na razvojnu verziju
  - Treba biti spreman žrtvovati brzinu i resurse tokom razvoja u zamjenu za olakšani razvoj
- Ofenzivno programiranje – učiniti pogreške u fazi razvoja toliko očitim i bolnim da ih je nemoguće zanemariti
  - osigurati da `assert` naredbe uzrokuju prekid izvođenja pri pogrešci
  - popuniti bilo koju alociranu memoriju prije upotrebe radi detektiranja eventualnih problema s njenom alokacijom
  - popuniti alocirane datoteke ili tokove podataka prije upotrebe radi detektiranja eventualnih grešaka u formatu datoteka ili podataka
  - osigurati da svaka `case` naredba koja propagira do `default` slučaja uzrokuje pogrešku koju nije moguće zanemariti
  - napuniti objekt “smećem” (junk data) neposredno prije njegovog brisanja

# Otkrivanje pogrešaka (2)


19

- Planirati uklanjanje dijelova programa koji služe kao pomoć u otkrivanju pogrešaka u konačnoj verziji softvera
  - koristiti alate za upravljanje verzijama
  - koristiti ugrađene predprocesore za uključivanje/isključivanje dijelova koda u pojedinoj verziji
  - korištenje vlastitog (samostalno napisanog) predprocesora
  - zamjena metoda za otkrivanje pogrešaka u konačnoj verziji “praznim” metodama koje samo vraćaju kontrolu pozivatelju
- Primjer:  Kodiranje\Conditional

```
#define RAZVOJ //definiramo simbol
...
#if (RAZVOJ)
    // kod za debugiranje
    Console.WriteLine("Poruka UNUTAR koda za debugiranje!");
#endif
...
Console.WriteLine("Poruka IZVAN koda za debugiranje!");
```

# Otkrivanje pogrešaka (3)

20

- Umjesto `#if` i `#endif` koristiti *Conditional* (iz *System.Diagnostics*)
- Kod za testiranje odvojiti u posebni postupak i iznad postupka navesti atribut *Conditional*
  - U slučaju da simbol nije definiran, u kompiliranoj verziji nije uključen poziv označenog postupka
  - Simbol se može definirati u kodu, ali i kao parametar prilikom kompiliranja
    - Properties → Build → Conditional compilation symbols
- Primjer:  Kodiranje\Conditional

```
#define RAZVOJ //definiramo simbol
...
Test();
...
[Conditional("RAZVOJ")]
static void Test()
{
    Console.WriteLine("Poruka iz postupka Test");
}
```


# Količina defenzivnog koda u završnoj verziji

21

- Ostaviti kôd koji radi provjere na opasne pogreške
- Ukloniti kôd koji provjerava pogreške s trivijalnim posljedicama
  - Ukloniti pretprocesorskim naredbama, a ne fizički
- Ukloniti kôd koji može uzrokovati pad programa
  - U konačnoj verziji treba omogućiti korisnicima da sačuvaju svoj rad prije nego se program sruši.
- Ostaviti kôd koji u slučaju pogreške omogućava “elegantno” rušenje programa
- Ostaviti kôd koji zapisuje pogreške koje se događaju pri izvođenju
  - Zapisivati poruke o pogreškama u datoteku.
- Treba biti siguran da su sve poruke o pogreškama koje softver dojavljuje “prijateljske”
  - Obavijestiti korisnika o “unutarnjoj pogrešci” i navesti e-mail ili broj telefona tako da korisnik ima mogućnost prijaviti pogrešku

# Životni vijek objekta

22


- Primjer:  Kodiranje \ Using
- Instancirani objekt postoji dok ga sakupljač smeća (GarbageCollector) ne uništi
  - GC će ga obrisati ako na njega ne pokazuje niti jedna referenca\*
- Što ako ne možemo čekati GC?
  - Implementirati sučelje *IDisposable* (postupak *Dispose*)

```
public class Razred : IDisposable {  
    public void Dispose() {  
        //zatvaranje datoteke, konekcije  
        // i sličnih "dragocjenih" resursa  
        ...  
    }  
}
```

- Ako neki razred implementira *IDisposable*, preporuka je da se za objekte tog razreda *Dispose* uvijek pozove nakon što objekt više ne bude potreban.

# *IDisposable, using blok i iznimke*

23

- Dispose se može pozvati eksplicitno
- Što ako se dogodi iznimka prije poziva postupka Dispose?
  - Koristiti tzv. *using blokove*
  - Za objekt stvoren unutar *using bloka*, Dispose se automatski poziva nakon napuštanja bloka (bez obzira na razlog izlaska iz bloka)
  - Primjer:  Kodiranje \ Using

```
Razred r1 = new Razred("A1");  
using (Razred r2 = new Razred("B2")) {  
    Razred r3 = new Razred("C3");  
    throw new ApplicationException("Poruka");  
}  
r1.Dispose();
```

- Using blok se može koristiti samo za one razrede koji implementiraju IDisposable