פיתוח מערכות תוכנה בשפת Java

מבוא לארכיטקטורת תוכנה

חתכי רוחב - Crosscutting Concerns

אוהד ברזילי

מודולריות בתכנות מונחה עצמים

- לתכנות מונחה עצמים יש החסרונות שלו וצריך להיות ערים להם
- חסרון בולט קשור לניהול של חתכי רוחב (crosscutting concerns) במערכת תוכנה – הפוגע במודולריות של המערכת
- ההבנה כי למודולריות נכונה של תוכנה יש השפעה על סיבוכיות התוכנה והבנתה מתוארת ב- **On the criteria to be used in decomposing systems into modules** מאת David Parnas משנת 1972

Separation of Concerns

- המונח **Separation of Concerns** נתבע ע"י Edsger W. Dijkstra בשנת 1974 במאמר On the role of scientific thought

it from that viewpoint only; we also know that it should be efficient and we can study its efficiency on another day, so to speak. In another mood we may ask ourselves whether, and if so: why, the program is desirable. But nothing is gained --on the contrary!-- by tackling these various aspects simultaneously. It is what I sometimes have called "the separation of concerns", which, even if not perfectly possible, is yet the only available technique for effective ordering of one's thoughts, that I know of. This is what I mean by "focussing one's attention upon some aspect": it does not mean ignoring the other aspects, it is just doing justice to the fact that from this aspect's point of view, the other is irrelevant. It is being one- and multiple-track minded simultaneously.

דוגמא

- כחלק מהפתולוגיה של מערכת תוכנה מוכוונת עצמים אנו מגדירים מחלקות לייצוג Core Concerns (או Business Logic) אולם אנו מזניחים עניינים (הבטים) אחרים

- נניח שכתבנו תוכנה שעושה משהו
  - במערכת התוכנה נמצא את המחלקה **`SomeBusinessClass`** עם השרות **`someOperation`**
  - למשל המחלקה **`BankAccount`** עם השרות **`withdraw`** (רק לצורך הדוגמא – הדבר תקף כמעט לכל תוכנה אמיתית)

The wrong way

```
public class SomeBusinessClass extends OtherBusinessClass {

    // Core data members

    // Override methods in the base class

    public void someOperation(OperationInformation info) {

            // ==== Perform the core operation ====
    }


    ...
}
```

The wrong way(2)

- **But what about logging capabilities ?**

```
public class SomeBusinessClass extends OtherBusinessClass {

     // Core data members
     ...Log stream ;
     // Override methods in the base class

     public void someOperation(OperationInformation info){
            ...log the start of operation
            // ==== Perform the core operation ====
            ...log the complition of operation
     }
}
```

The wrong way(3)

- **Actually, we want it multithreaded…**

```
public class SomeBusinessClass extends OtherBusinessClass {

     // Core data members
     ...Log stream ;
     // Override methods in the base class

     public void someOperation(OperationInformation info) {
            ...lock the object – thread safety
            ...log the start of operation
            // ==== Perform the core operation ====
            ...log the complition of operation
            ...unlock the object
     }
}
```

The wrong way(4)

- **Who enforces your contract ?**

```
public class SomeBusinessClass extends OtherBusinessClass {

     // Core data members
     ...Log stream ;
     // Override methods in the base class

     public void someOperation(OperationInformation info) {
            ...ensure info satisfies contract
            ...lock the object – thread safety
            ...log the start of operation
            // ==== Perform the core operation ====
            ...log the complition of operation
            ...unlock the object
     }
}
```

The wrong way(5)

- **Authorization ? Authentication ?**

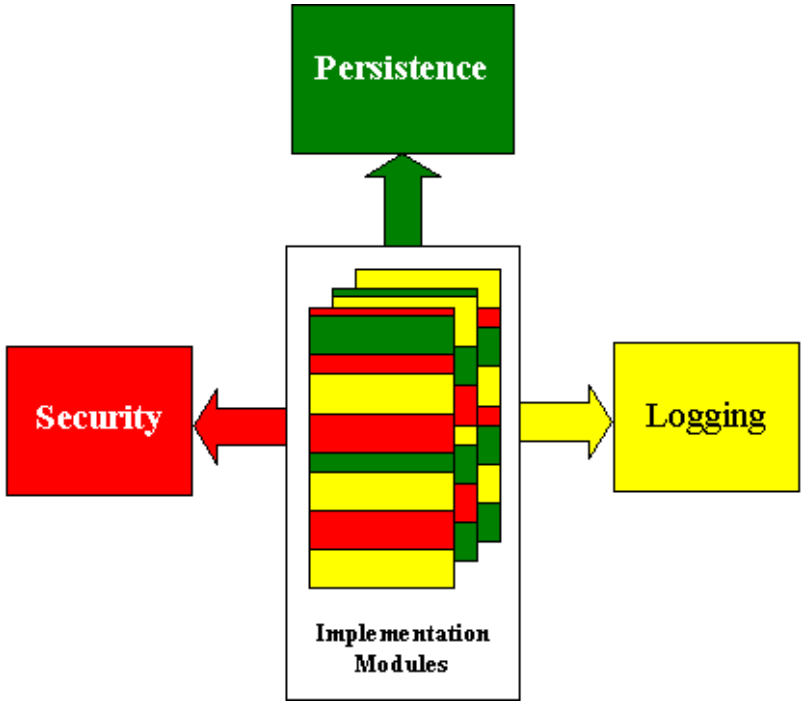
```
public class SomeBusinessClass extends OtherBusinessClass {

    // Core data members
    ...Log stream ;
    // Override methods in the base class

    public void someOperation(OperationInformation info) {
            ...ensure authorization
            ...ensure info satisfies contract
            ...lock the object – thread safety
            ...log the start of operation
            // ==== Perform the core operation ====
            ...log the complition of operation
            ...unlock the object
    }
}
```

The wrong way(6)

- **Persistence ? Cache consistency ?**

```
public class SomeBusinessClass extends OtherBusinessClass {

      // Core data members
      ...Log stream ;
      ...cache update_status ;
      // Override methods in the base class

      public void someOperation(OperationInformation info) {
            ...ensure authorization
            ...ensure info satisfies contract
            ...lock the object - thread safety
            ...ensure cache is up to date
            ...log the start of operation
            // ==== Perform the core operation ====
            ...log the complition of operation
            ...unlock the object
      }
      public void save(PersitanceStorage ps) {...}

      public void load(PersitanceStorage ps) {...}
}
```

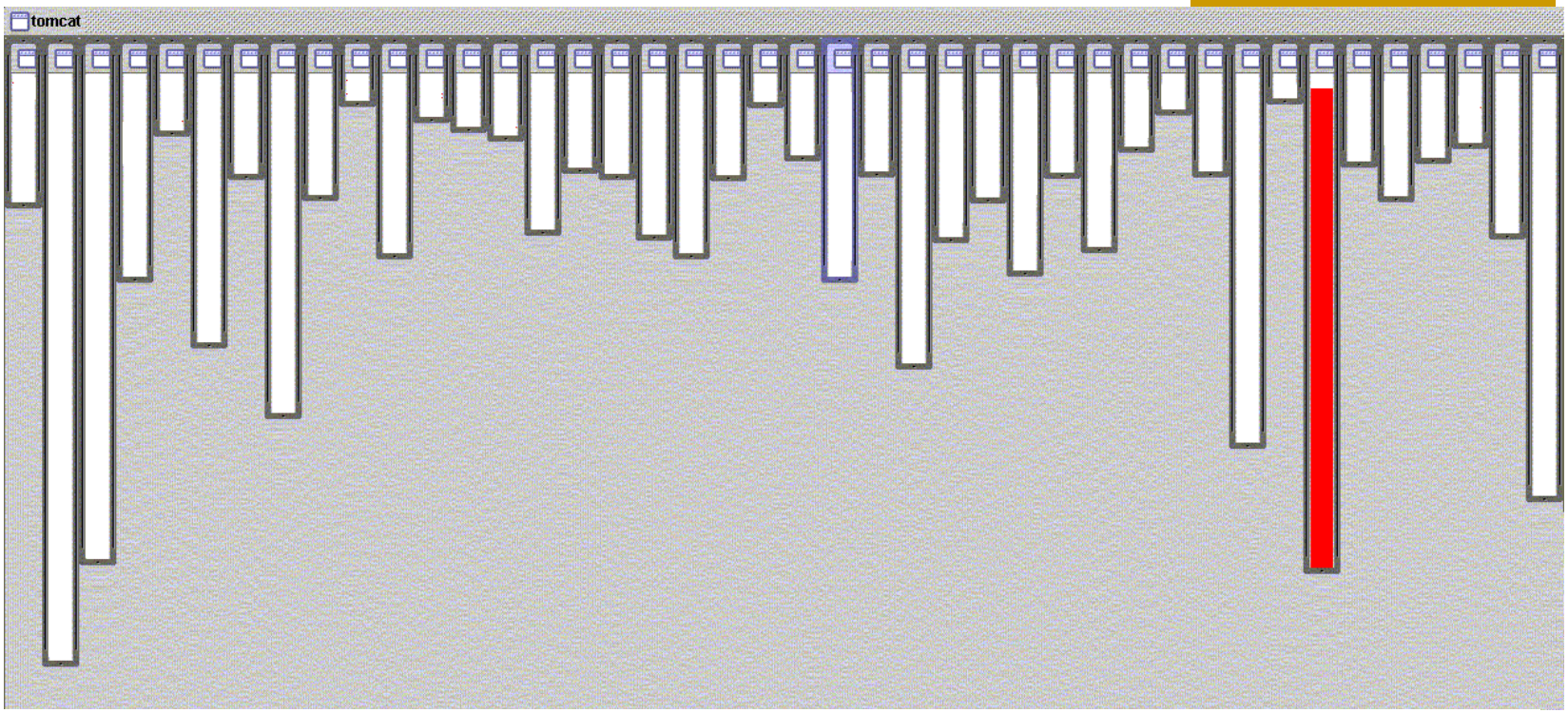
מה קיבלנו?



בלאגן בשתי רמות:

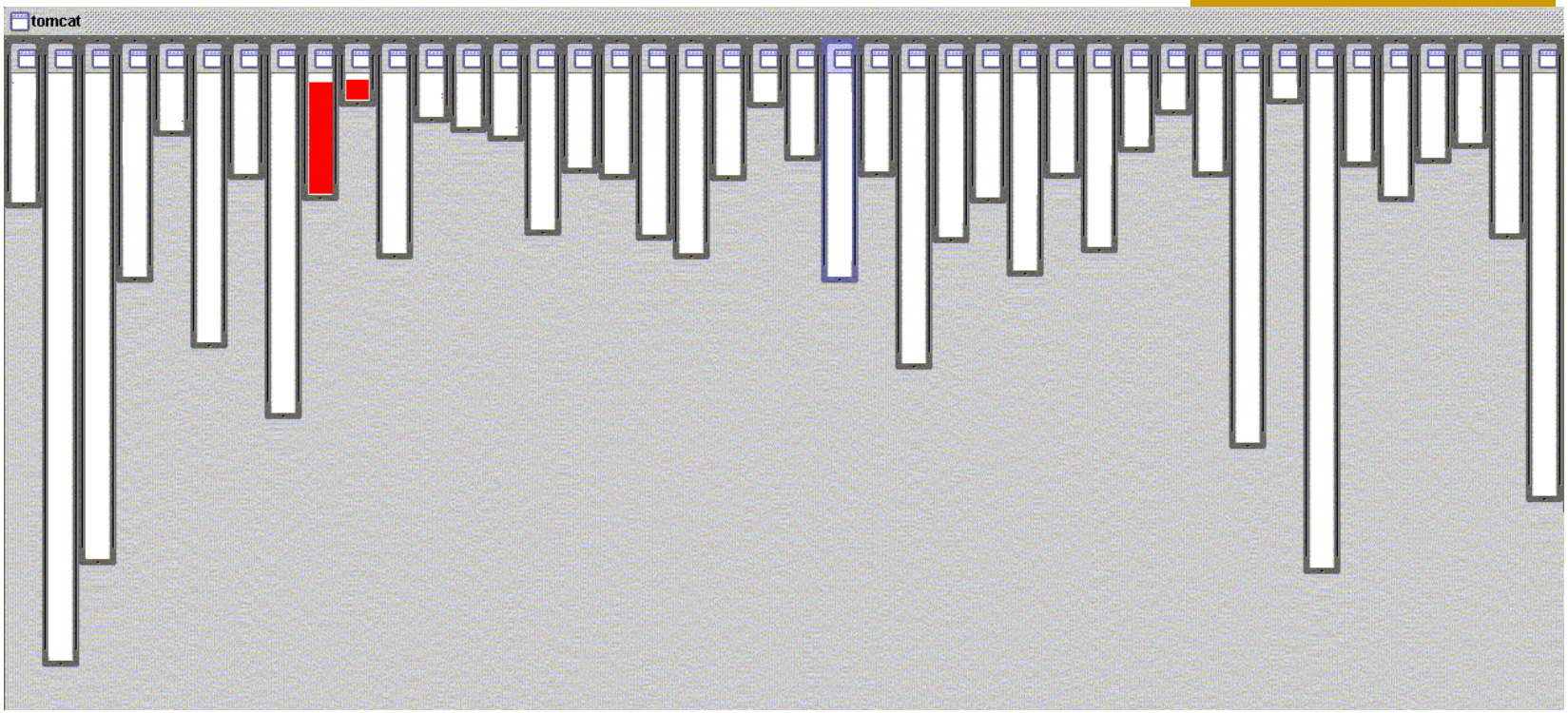
- ברמת המיקרו (השרות הבודד):
  - Code Tangling
  - הוא כבר לא עושה "רק משהו אחד" - לא מודולרי
  - ראו תרשים =>
- ברמת המאקרו (מערכת התוכנה):
  - Code Scattering
  - שכפול קוד, קטעי קוד קשורים אינם מופיעים יחד
  - ראו תרשימים גם בשקפים הבאים
- שבירת המודולריות נוצרת בגלל אופי הספק-לקוח של תכנות מונחה עצמים

good modularity
XML parsing



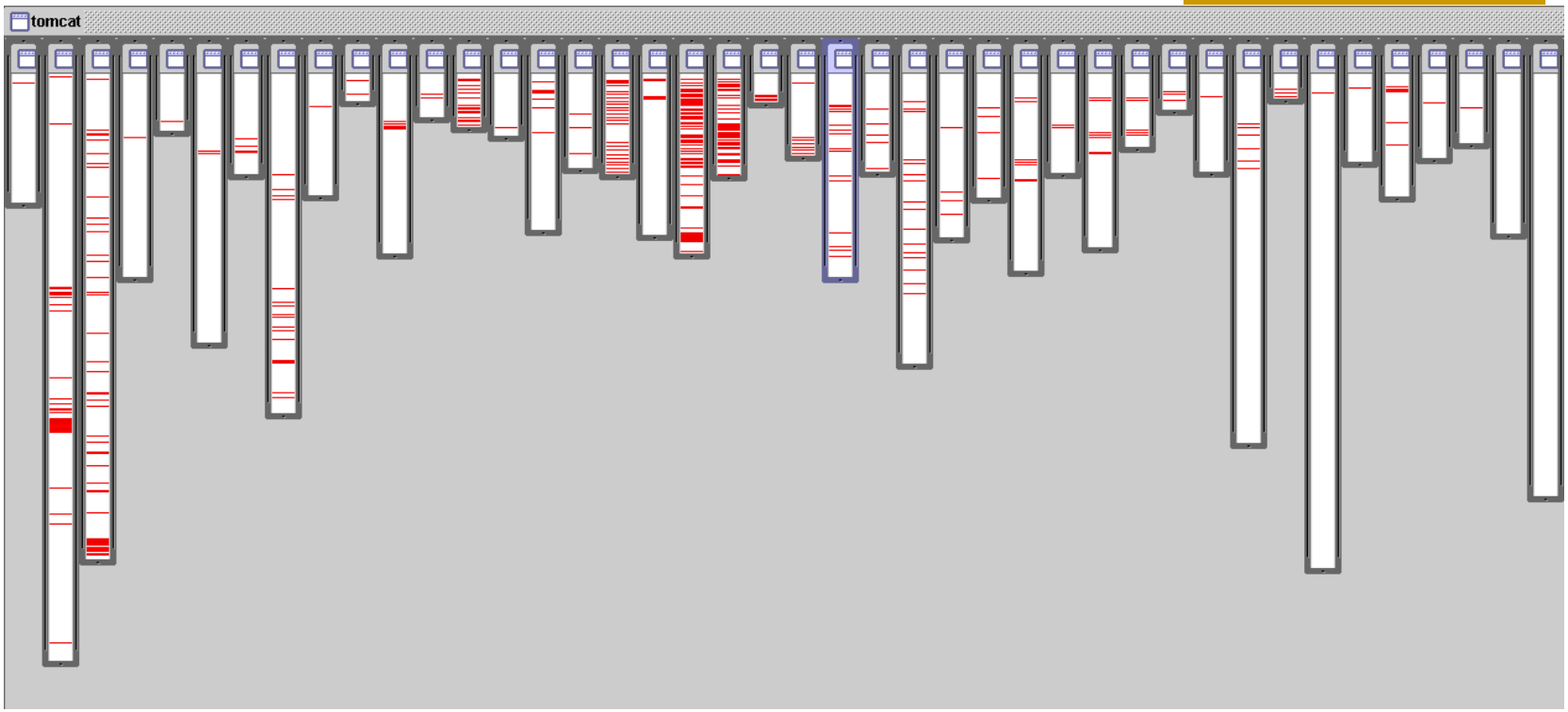
- XML parsing in org.apache.tomcat
  - red shows relevant lines of code
  - nicely fits in one box

good modularity
URL pattern matching



- URL pattern matching in org.apache.tomcat
  - red shows relevant lines of code
  - nicely fits in two boxes (using inheritance)

logging is not modularized…



- where is logging in org.apache.tomcat
  - red shows lines of code that handle logging
  - not in just one place
  - not even in a small number of places

אילו רק יכולנו...

ApplicationSession

StandardSession

SessionInterceptor

StandardManager

StandardSessionManager

ServerSession

ServerSessionManager

שבירת המודולריות

- נציג 4 **גישות** לפתרון הבעיה:

- מעבר לשימוש **ברכיבים** (components) במקום עצמים
  - כגון: Servlets או EJB's
  - חסרון: Domain Specific Framework

- פתרונות ברמת **שפת התכנות ותבניות העיצוב**:
  - כגון: Mixin או Dynamic Proxy
  - חסרון: דורש "תחזוקה ידנית" של העיצוב

- מעבר **לשפת תכנות** בפרדיגמה התומכת ביחסים נוספים בין מחלקות
  - כגון: AspectJ או שפת E
  - חסרון: לימוד שפה חדשה

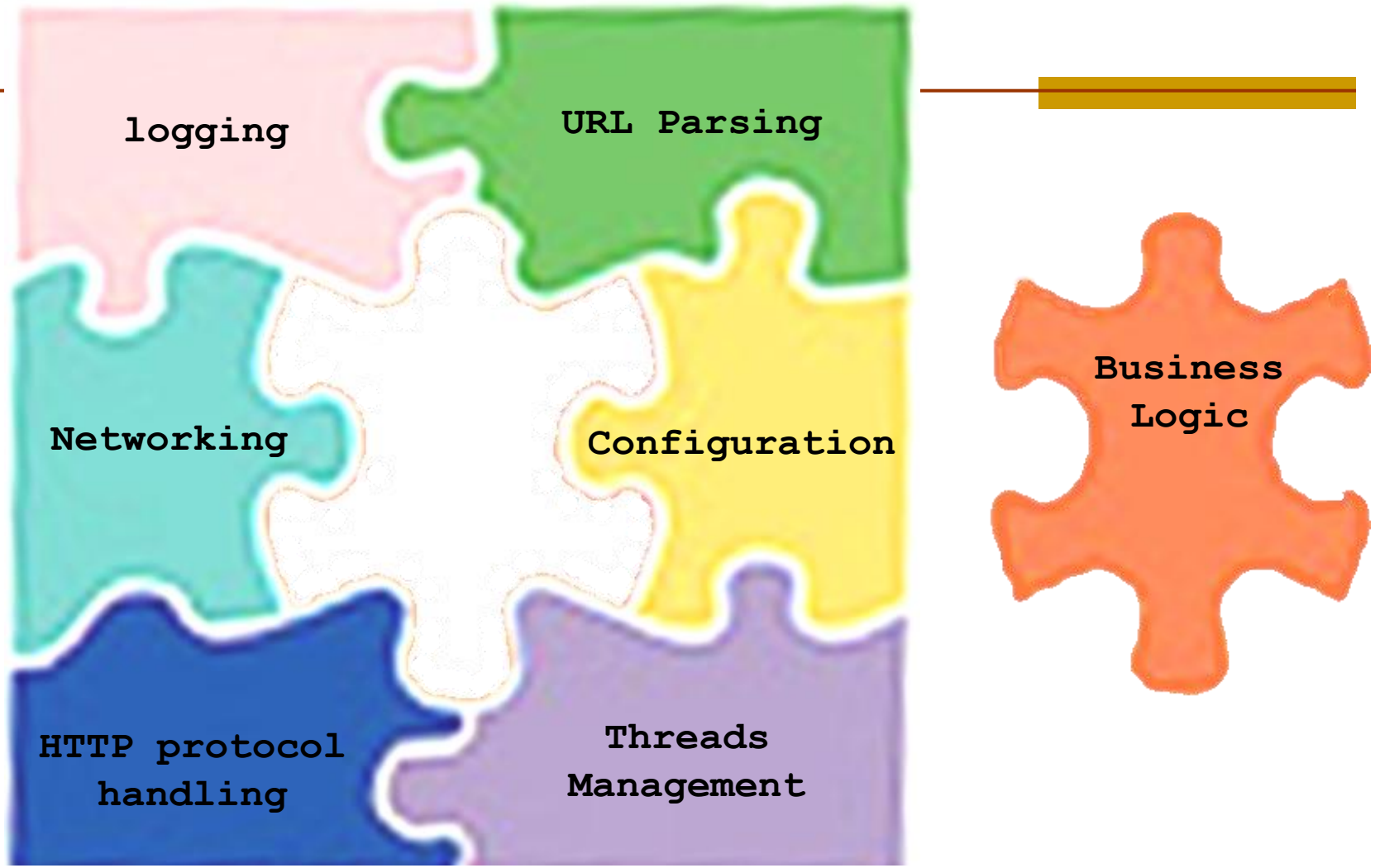
- פתרון ברמת **תצורת המערכת והעצמים** (configuration)
  - כגון: Spring AOP
  - גישה פרגמטית פופולרית

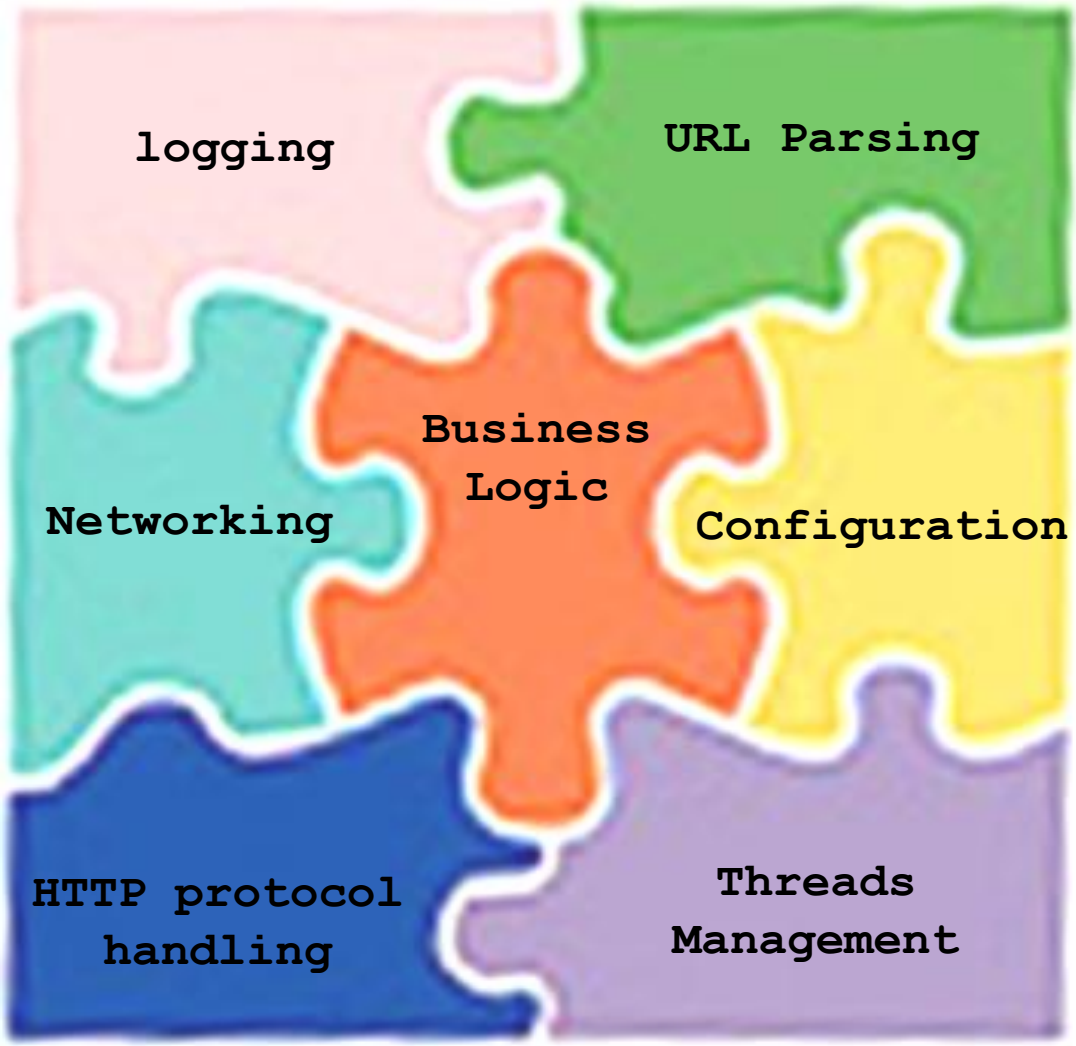
Components and Frameworks

- כאשר אנו מזהים את **הפעולות החוזרות בתחום מסוים** (domain specific) אנו יכולים לכתוב מסגרת עבודה (framework) ייעודית לאותו תחום

- למשל:
  - היינו רוצים שמסגרת עבודה **ליישומי אינטרנט** תטפל בניתוח שורת ה URL, הבטי התקשורת, קריאת וכתיבת הודעות בפרוטוקול http, ניהול תזמון החוטים לטיפול בלקוחות מרובים ועוד...
  - הרכיבים שישתלו בתוך המסגרת יטפלו אך ורק בלוגיקה עסקית – במה שהאתר המסוים עושה ולא ידרשו לטיפול בהבטים החוזרים

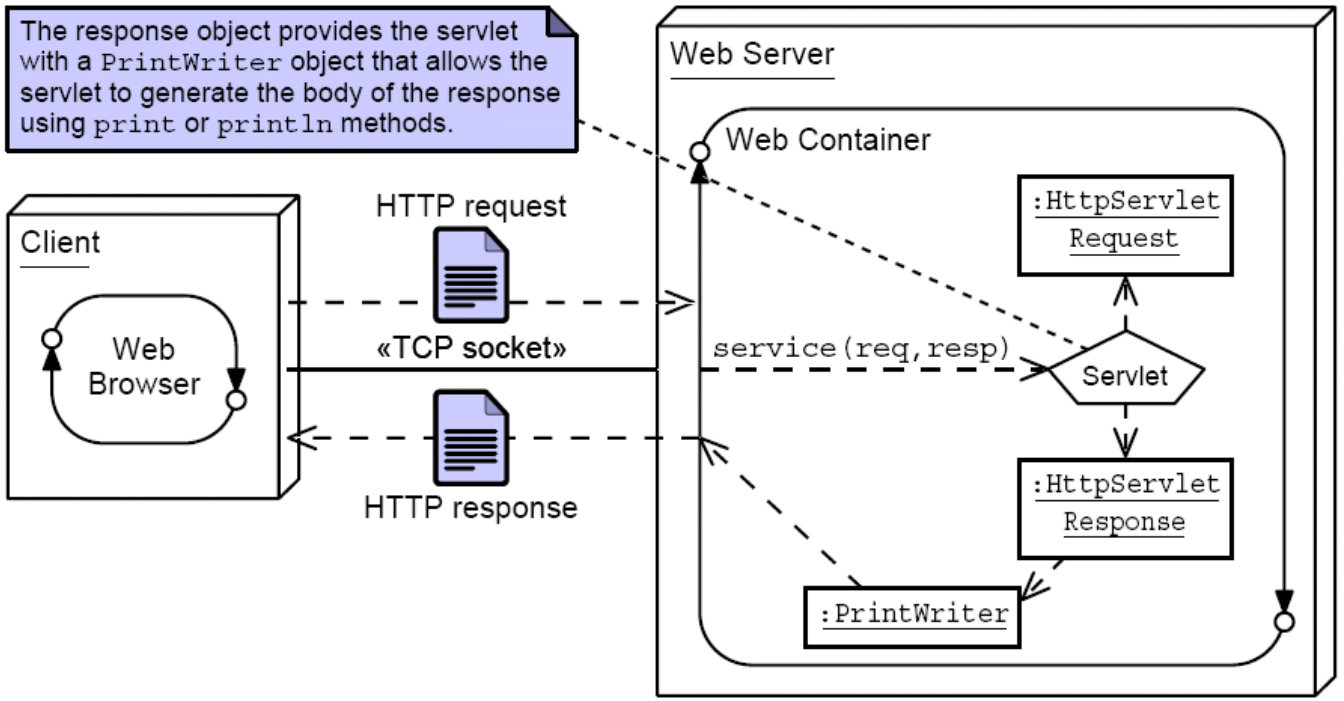
- כדי לעבוד עם מסגרת כזו, מפתחי הרכיבים חייבים לשמור על מבנה מסוים, בדרך כלל לרשת ממחלקה מסוימת או לממש מנשק מסוים המגדיר את **מחזור החיים** של הרכיב
  - ביישומי אינטרנט אחד הרכיבים השימושיים ביותר הוא Servlet


logging
URL Parsing
Networking
Configuration
HTTP protocol handling
Threads Management
Business Logic



- התקנת servlet בשרת, פירושה העתקת קובץ ה class לתיקיה המתאימה
- בפעם הבאה שיופעל השרת, ה servlet יעבוד כחלק אינטגרלי ממנו

ארכיטקטורת Web Container



- על המחלקה הזו הוא יפעיל את השרות **doGet**, (במקרה הכללי **service**) וידאג להעביר לה כפרמטרים **מחלקות עזר** שבעזרתם תקרא את הפרמטרים אם הועברו כאלה בשורת הכתובת, ותייצר הודעת תשובה

Hello World Servlet

```
import java.io.*;
import javax.servlet.*;
import javax.servlet.http.*;

public class HelloWorld extends HttpServlet {

    public void doGet(HttpServletRequest request, HttpServletResponse response)
    throws IOException, ServletException
    {
        response.setContentType("text/html");
        PrintWriter out = response.getWriter();
        out.println("<html>");
        out.println("<head>");
        out.println("<title>Hello World!</title>");
        out.println("</head>");
        out.println("<body>");
        out.println("<h1>Hello World!</h1>");
        out.println("</body>");
        out.println("</html>");
    }
}
```

Proxy Design Pattern

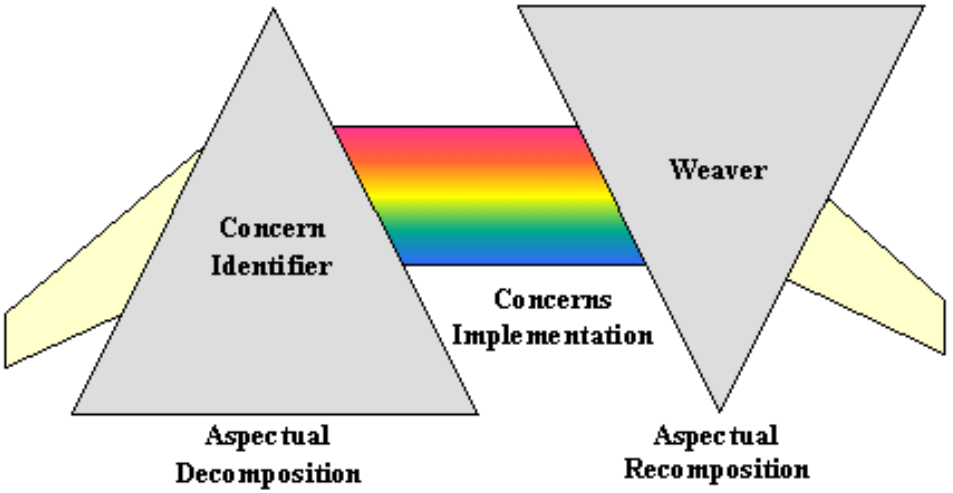
- Proxy – יצירת פונדקאי או שומר מקום לעצם כדי לבצע הפשטה על הגישה אליו
  - לצורכי יעילות, פיקוח, מודולריות ועוד...
  - לדוגמא:
    - תמונות "כבדות" במסמך, מצביעים חכמים
    - Access Proxy
    - Firewall Proxy
    - Virtual Proxy (Lazy Proxy)
    - Remote Proxy
    - Synchronization Proxy
- הרעיון ממומש במערכות תוכנה ובספריות רבות
- Java מספקת את המחלקה **`InvocationHandler`** המאפשרת לנו להגדיר **`Proxy`** משלנו

```
/** A Proxy that intercepts String arguments & converts then to
    uppercase Then, as usual, it will forward method calls to the
    enclosed object */

import java.util.*;
import java.lang.reflect.*;

class UppercaseProxy implements InvocationHandler {
    private Object obj;

    public UppercaseProxy(Object obj) {
       this.obj=obj;
    }

    public Object invoke(Object proxy, Method m, Object[] args)
                                                    throws Throwable {
            if (args!=null){
                for (int i = 0; i < args.length; i++) {
                    if ( args[i] instanceof String) {
                      String s = (String)args[i];
                      args[i] = s.toUpperCase();
                    }
                }
            }
            return  m.invoke(obj, args);
    }
}
```

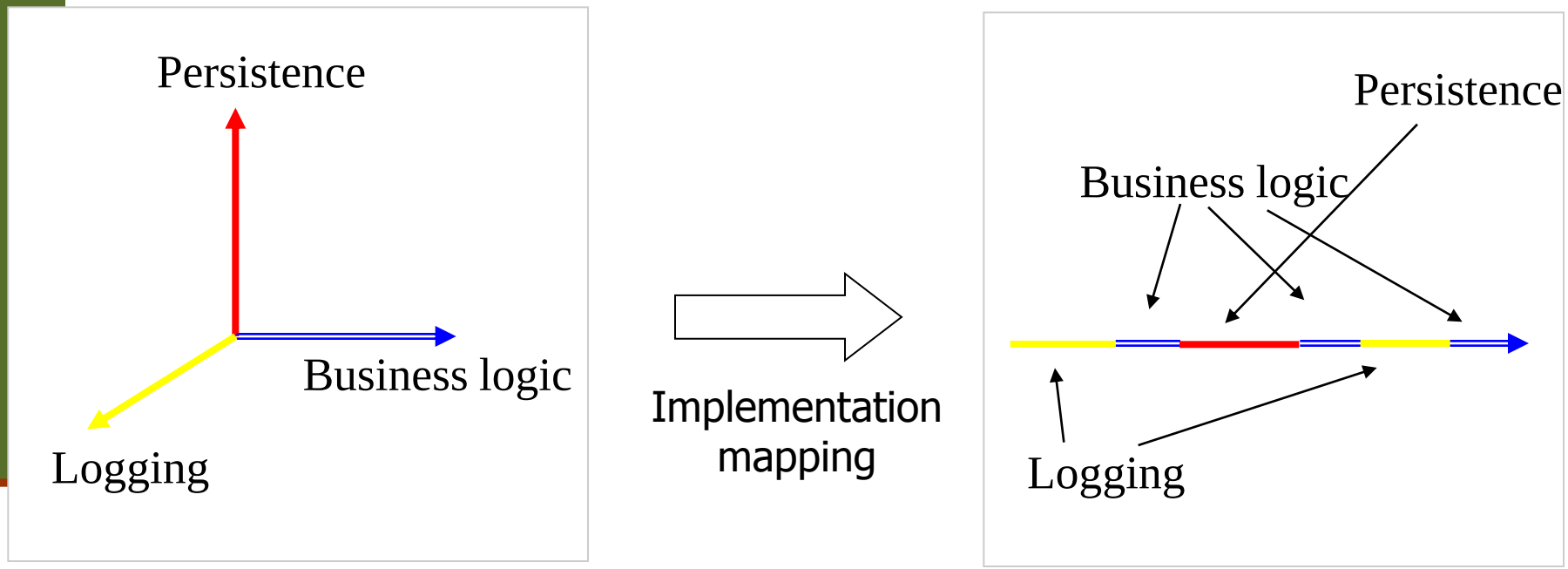
```
/** You can now wrap this proxy around any object (e.g: List),
    provided you only work through interfaces  */

public class ProxyTest {
    public static void main(String[] args) throws Exception {

        ArrayList myList=new ArrayList();

        // Create a proxy that wraps myList and implements
        // interface List:
        Object proxy = Proxy.newProxyInstance(
            java.util.List.class.getClassLoader(),
            new Class[] {java.util.List.class},    // interfaces
            new UppercaseProxy(myList));           // wrapped obj

        // Add items to list, through the proxy:
        List pList= (List) proxy;
        pList.add("Aa");
        pList.add("bbb");
        System.out.println(pList);
    }
}
```

AspectJ Terminology

- A Weaver
- Join point
- Pointcut
- Advice
- Aspect



Weaving orthogonal concerns



- **HelloWorld.java**

```
public class HelloWorld {

     public static void say(String message) {
         System.out.println(message);
     }
}
```

- **Test.java**

```
public class Test {

     public static void main(String[] args){
            HelloWorld.say("Hello World");
    }
}
```

- `ajc HelloWorld.java Test.java`
- `java Test`

```
Hello World
```

- **MannersAspect.java**

```
public aspect MannersAspect  {

    pointcut saying() :
        call(public static void HelloWorld.say*(..));

    before() : saying() {
        System.out.print("Good day! ");
    }

    after() : saying() {
        System.out.println("Thank you!");
    }
}
```

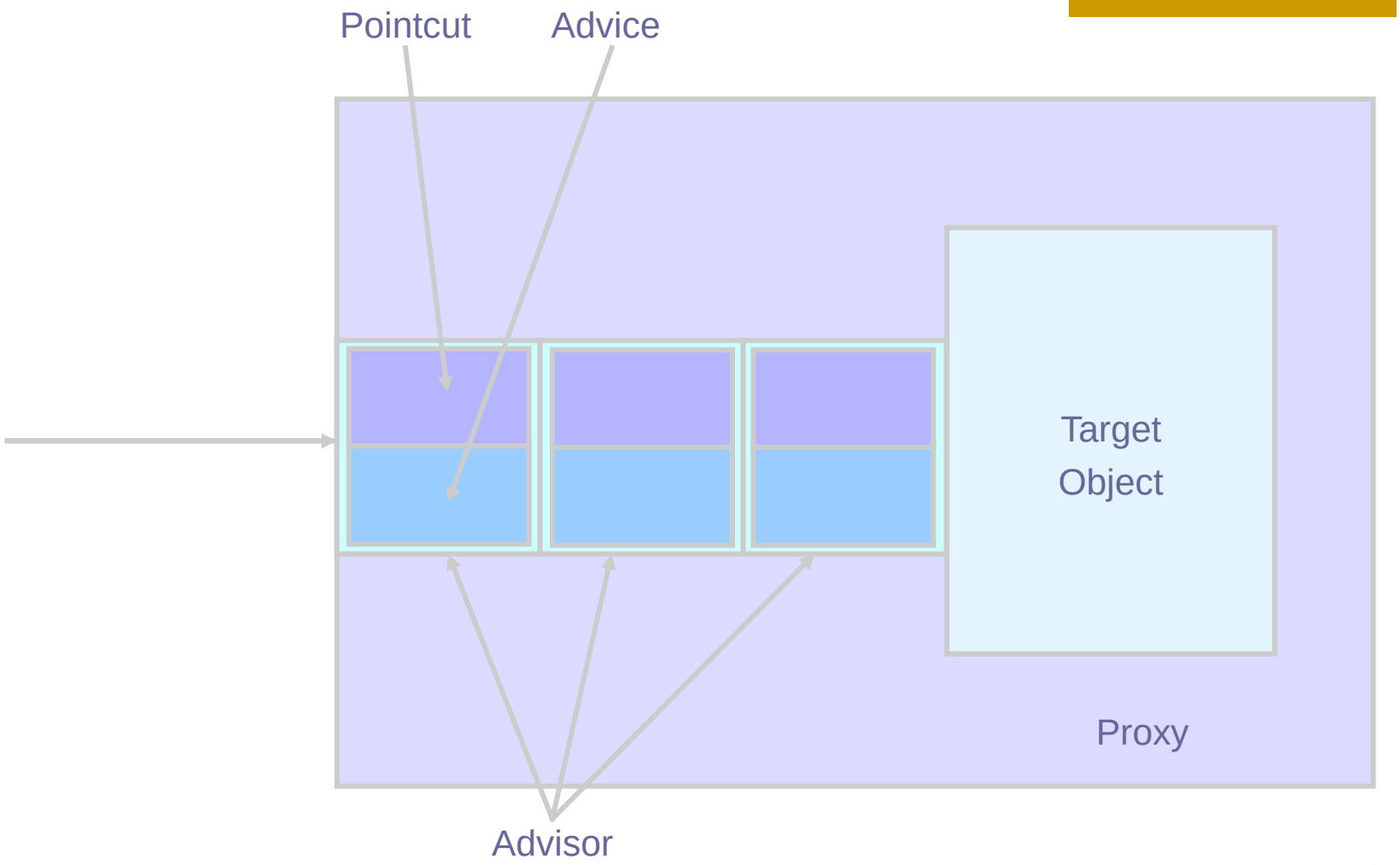
- `ajc HelloWorld.java MannersAspect.java Test.java`
- `java Test`

```
Good day! Hello World
Thank you!
```

Spring AOP basics

- A proxy-based AOP framework
  - JDK proxies
  - CGILIB proxies
- Targets many J2EE use cases
- Powerful integration with AspectJ
  - Allowing tapping into full AOP features

Spring AOP schematic



Configuring through XML: Defining advisor

```
<bean id="spamPreventionAdvisor"
      class="o.s.aop.support.DefaultPointcutAdvisor">
  <property name="advice">
     <bean class="example.SpamPreventionInterceptor"/>
  </property>
  <property name="pointcut">
     <bean class="o.s.aop.support.JdkRegexpMethodPointcut">
        <property name="pattern" value=".*send.*"/>
     </bean>
  </property>
</bean>
```

Configuring through XML: Creating proxy

```
<bean id="emailerTarget" class="example.EmailerImpl">
</bean>

<bean id="emailer" class="o.s.aop.framework.ProxyFactoryBean">
   <property name="target" ref="emailerTarget"/>
   <property name="interceptorNames">
      <list>
         <value>spamPreventionAdvisor</value>
      </list>
   </property>
   <property name="proxyInterfaces">
      <list>
         <value>example.Emailer</value>
      </list>
   </property>
</bean>
```

Target

Advice/Advisor

Proxy interface (optional)

Bean client

```
package example;
...

public class Main {
  public static void main(String[] args) {

    ApplicationContext context
            = new ClassPathXmlApplicationContext("beans.xml");

    Emailer emailer = (Emailer)context.getBean("emailer");

    emailer.send("ramnivas@aspectivity.com",
                 "Hi! Your paypal account...");
    emailer.send("ramnivas@aspectivity.com",
                 "Hi, I have an AspectJ question...");
  }
}
```

Advantages of proxy-based approach

- Requires no special compiler
- Allow per-object interceptors
  - Not per-class
- Less full-fledged
  - Only method-level interception
  - Allows easing into AOP
- Easy to modify applicable interceptors dynamically

Disadvantage of proxy-based approach

- Limitation of method-only interception
  - No field-access or object creation
- Explicit creation of proxy required
  - Can’t use ‘new’ to create objects
- Calls to ‘self’ don’t go through interceptors
- Low performance
  - Typically not a huge concern, but beware
- Over-exposure of context

Spring-AspectJ integration

- Provides power of AspectJ in Spring
- Core message
  - Spring AOP is good enough in many cases
  - But, you often need more power
- Multiple level of integration
  - Something for every one

Do away with XML: @AspectJ

```
package example;

@Aspect
public class EmailLogger {
  @Before(execution(* send(String, String))
                    and args(address, *)")
  public void log(JoinPoint.StaticPart tjpsp,
                  String address) {
      System.err.println(
         "Invoking " + tjpsp.getSignature() +
         " for " + address);
   }
}
```

Resources

- Spring books
  - *Pro Spring,* by Rob Harrop and Jan Machacek
  - *Professional Java Development with the Spring Framework,* by Rod Johnson, Rod Johnson, Juergen Hoeller, Alef Arendsen, Thomas Risberg, Colin Sampaleanu
  - *Spring in Action,* by Craig Walls
- AspectJ books
  - *AspectJ in Action*, by Ramnivas Laddad
  - *Eclipse AspectJ*, by Adrian Colyer, Andy Clement, George Harley, Matthew Webster