به نام پروردگار دانایی

طراحی سیستم‌های شی‌گرا

برنامه‌نویسی شی‌گرا

درس دوم: تعریف کلاس

سید کاوه احمدی

مرور مفاهیم پایه

- شی (Object)
- کلاس (Class)
- فیلد (fields)
- سازنده‌ها (constructors)
- متد (method)
- پارامتر (parameter)
- نوع داده‌ای (data type)

شی

- شی یک مفهوم کلی است به طوریکه دارای هویت بوده و می‌تواند وضعیت خود را ثبت کند و همچنین رفتارهایی از خود بروز دهد.
  - **هویت (Identity):** آن ویژگی از یک شی است باعث می‌شود یک شی از تمام اشیا دیگر متمایز شود.
  - **وضعیت (State):** هر شی دارای صفاتی است. مقادیر تمام صفات یک شی (ایستا) وضعیت شی را مشخص می‌کند.
    - وضعیت شی، نتیجه تجمعی رفتارهای شی را نمایش می‌دهد.
  - **رفتار (Behavior):**
    - رفتارها وضعیت شی را تغییر می‌دهند.
    - چگونگی عمل و عکس‌العمل شی در مقابل دریافت یا ارسال پیام. (تعامل با سایر اشیا).

کلاس

- مشخص کننده نوع شی.
- **مشخص کننده صفات و رفتارهایی که یک شی دارد.**
- یک شی یک نمونه از یک کلاس است.
  - از روی یک کلاس می‌توان اشیای مختلفی ایجاد کرد که همه‌ی آنها دارای صفات و رفتارهای مشخص شده در کلاس هستند اما وضعیت آنها (مقادیری که صفات دارند) با یکدیگر متفاوت است.
- یک کلاس در واقع یک تجرید است، یک روش برای دسته‌بندی اشیای مشابه.

شی و کلاس

کلاس = هویت + صفات + رفتار

شی = هویت + صفات + مقادیر صفات + رفتار

شی = کلاس + مقادیر صفات

- یک شی تجرید الگوریتم (نسل دوم زبان‌های برنامه‌سازی) را با تجرید داده‌ای (نسل سوم زبان‌ها) ترکیب می‌کند

DEMO

شی و کلاس

- شی
  - نمایش «چیزها»ی دنیای واقعی یا از دامنه‌ی یک مسئله
    - ماشین قرمز که آن پایین در پارکینگ پارک کرده.
- کلاس
  - نمایش تمام اشیای هم نوع
    - ماشین

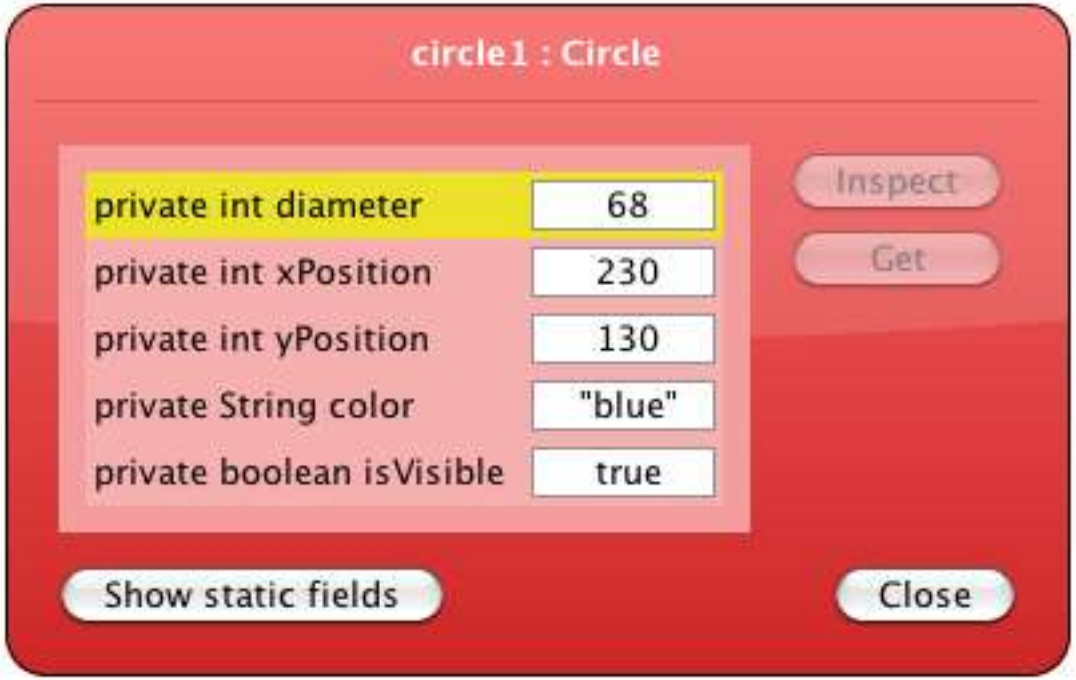
متد و پارامتر

- اشیا دارای عملیاتی هستند احضار (`invoke`) شوند.
  - به آنها متد گفته می‌شود.
  - رفتارهای شی را پیاده سازی می‌کند.
- متدها ممکن است دارای پارامترهایی برای دریافت اطلاعات اضافی که برای اجرا به آنها نیاز دارد باشد.

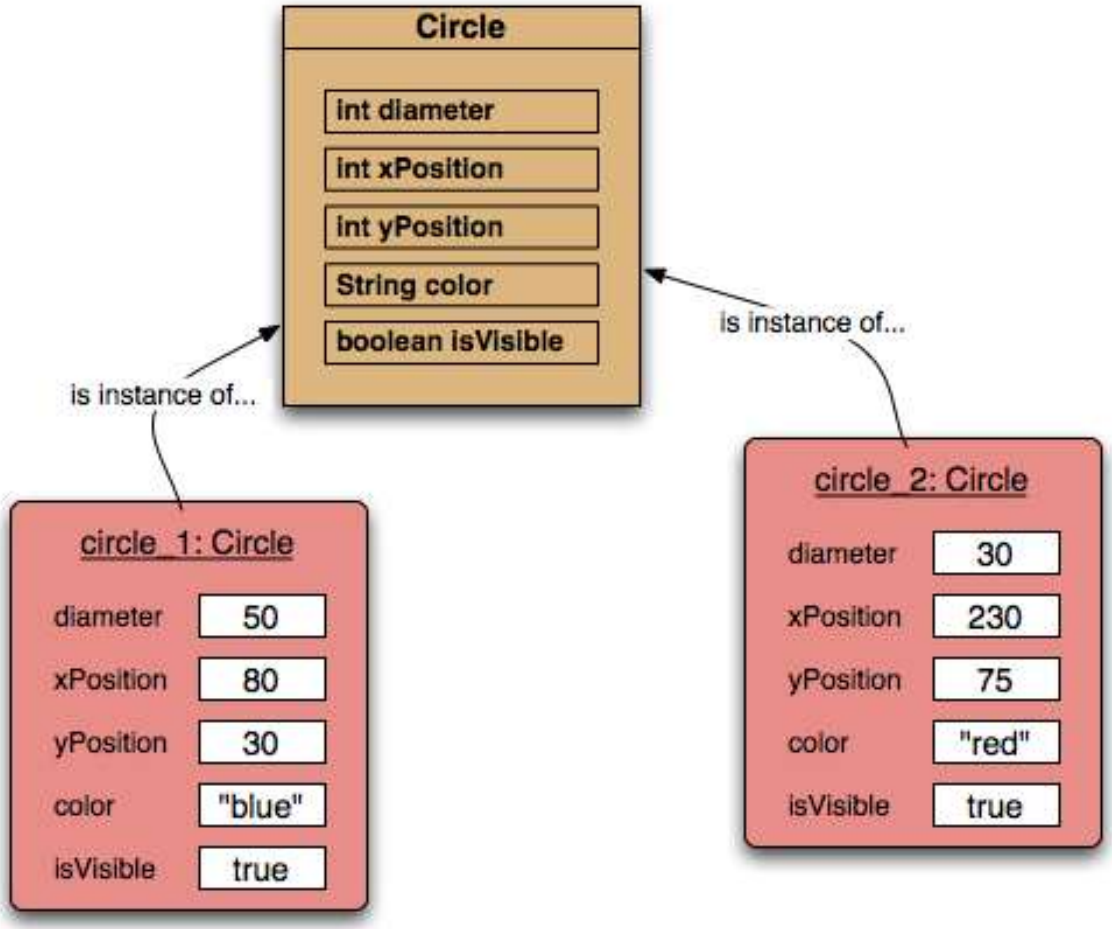
مشاهدات دیگر

- نمونه‌های بسیاری از روی یک کلاس می‌توان ایجاد کرد.
- اشیا دارای خصوصیاتی هستند: مقادیری که در فیلدها ذخیره می‌شوند.
- کلاس مشخص می‌کند شی دارای چه فیلدهایی است اما هر شی مقادیر ویژه خود را دارد (وضعیت شی).

وضعیت


circle1 : Circle
private int diameter
68
private int xPosition
230
private int yPosition
130
private String color
"blue"
private boolean isVisible
true
Inspect
Get
Show static fields
Close

دو شی دایره


Circle
int diameter
int xPosition
int yPosition
String color
boolean isVisible
is instance of...
is instance of...
circle_1: Circle
diameter 50
xPosition 80
yPosition 30
color "blue"
isVisible true
circle_2: Circle
diameter 30
xPosition 230
yPosition 75
color "red"
isVisible true

متن برنامه (Source Code)

- هر کلاس دارای یک متن برنامه است (کد جاوا) که جزئیات آنرا تعریف می‌کند (فیلدها و متدها).

مقادیر بازگشتی (Return values)

- متدها می‌توانند نتیجه را به صورت مقدار بازگشتی، بازگرداند.
- این متدها دارای مقدار بازگشتی غیر `void` است.
  - متدهای بدون مقدار بازگشتی، دارای نوع بازگشتی `void` هستند

دستگاه فروش بلیط – نگاه بیرونی

- بررسی رفتار یک دستگاه فروش بلیط معمولی
  - پروژه *naive-ticket-machine* را ببینید.
  - دستگاه بلیط‌های با قیمت ثابت عرضه می‌کند.
    - قیمت بلیط‌ها چگونه مشخص می‌شود؟
  - پول چگونه وارد دستگاه می‌شود؟
  - دستگاه چگونه پول‌های وارد شده را پیگیری می‌کند؟

DEMO

دستگاه فروش بلیط – نگاه درونی

- تعامل با یک دستگاه سرنخ‌هایی از رفتارهای آن به ما می‌دهد.
- نگاه درونی به ما کمک می‌کند بفهمیم این رفتار چگونه ایجاد یا پیاده‌سازی شده است.
- تمام کلاس‌های جاوا دارای نمایش درونی مشابهی هستند.

ساختار پایه کلاس

```
public class TicketMachine
{
    Inner part omitted.
}
```

شکل بیرونی کلاس TicketMachine

```
public class ClassName
{
    Fields
    Constructors
    Methods
}
```

محتویات درون یک کلاس

کلمات کلیدی (Keywords)

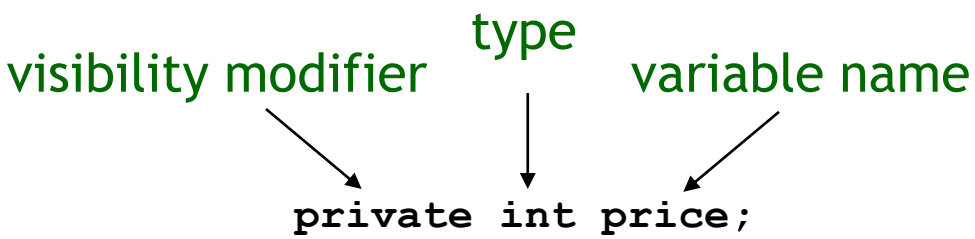
- کلمات با معنای خاص در زبان برنامه‌نویسی
  - **public**
  - **class**
  - **private**
  - **int**

- به آنها کلمات رزرو شده نیز گفته می‌شود.

فیلدها

- فیلدها مقادیر شی‌ها را ذخیره می‌کند.
- به عنوان متغیرهای یک نمونه نیز شناخته می‌شوند.
- برای مشاهده وضعیت شی مورد بررسی قرار می‌گیرند.
  - فیلدها وضعیت شی را مشخص می‌کند.
- مقادیر برخی فیلدها به ندرت تغییر می‌کنند و برخی غالبا نیاز به تغییر دارند.
- نام کلاس‌ها را با حروف بزرگ شروع کنید نام فیلدها را با حروف کوچک.

```
public class TicketMachine
{
    private int price;
    private int balance;
    private int total;

    Further details omitted.
}
```



معرف دسترسی (visibility modifier) (بیان غیر دقیق)

- `public`: فیلد یا متد می‌تواند از همه جا فراخوانی شود.
- `private`: فراخوانی فقط از همان کلاس.
  - به ما کمک می‌کند پیاده‌سازی‌ها را از بیرون پنهان کند.
- فیلدها معمولا `private` هستند. سازنده‌ها معمولا `public` و متدها فقط وقتی که ضروری است باید `public` تعریف شوند.
- مشخص کننده سطح دسترسی
- جاوا همچنین سطوح دسترسی `protected` و `package` نیز دارد. (در آینده)

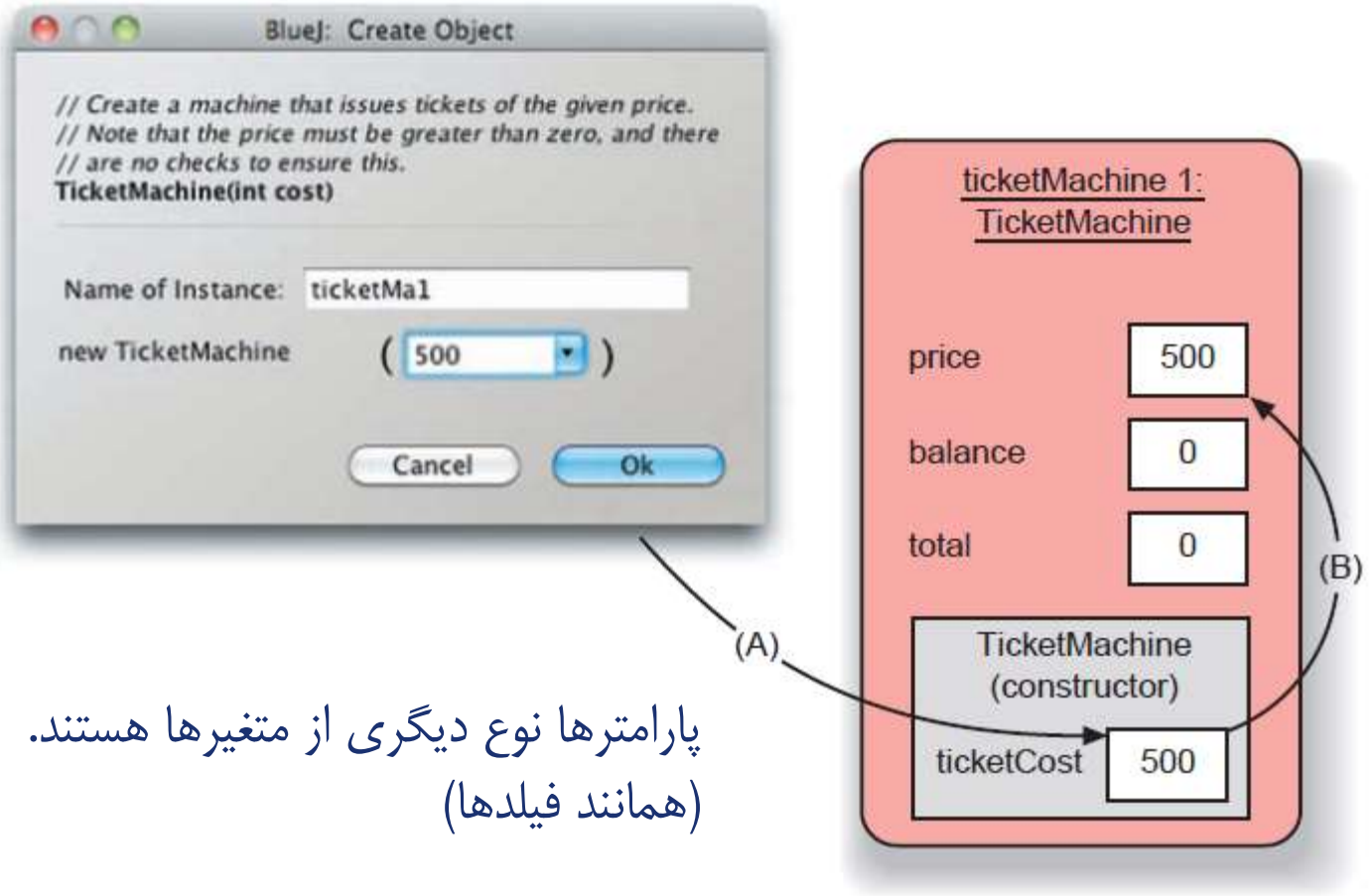
سازنده‌ها (Constructors)

- یک شی را مقداردهی اولیه می‌کند.
- همنام با کلاس هستند.
- ارتباط نزدیکی با فیلدها دارد.
  - برای ذخیره‌سازی مقادیر اولیه فیلدها مورد استفاده قرار می‌گیرند.
  - برای این کار از پارامترها استفاده می‌کنند.

```
public class TicketMachine
{
    ...
    public TicketMachine(int cost)
    {
        price = cost;
        balance = 0;
        total = 0;
    }
    ...
}
```

Constructor

ارسال اطلاعات از طریق پارامترها



پارامترها نوع دیگری از متغیرها هستند.
(همانند فیلدها)

انتساب (Assignment)

- مقادیر در فیلدها (و همچنین سایر متغیرها) به وسیله عملگر انتساب ذخیره می‌شوند.
  - *variable = expression;*
  - `price = 5 ;`
  - `price = cost;`

- یک متغیر فقط می‌تواند یک مقدار را ذخیره کند. بنابراین مقدار قبلی از بین خواهد رفت.

انتخاب نام متغیرها

- آزادی فراوانی در انتخاب نام متغیرها وجود دارد. از آن عاقلانه استفاده کنید!
- از نام‌های معنادار استفاده کنید تا متن برنامه قابل فهم‌تر شود.

– `price`, `amount`, `name`, `age`, etc.

- از نام‌های تک کاراکتری یا مرموز اجتناب کنید.

– `w`, `t5`, `xyz123`

متدها (Methods)

- متدها رفتارهای یک شی را پیاده‌سازی می‌کنند.
- متدها دارای ساختاری مشابه هستند: یک سرآیند (header) و یک بدنه (body)
- متدهای دسترسی (Accessor methods) اطلاعاتی در مورد شی را ارائه می‌کنند.
- متدهای تغییر (Mutator methods) وضعیت یک شی را تغییر می‌دهند.
- انواع دیگر متدها برای انجام کارهای دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

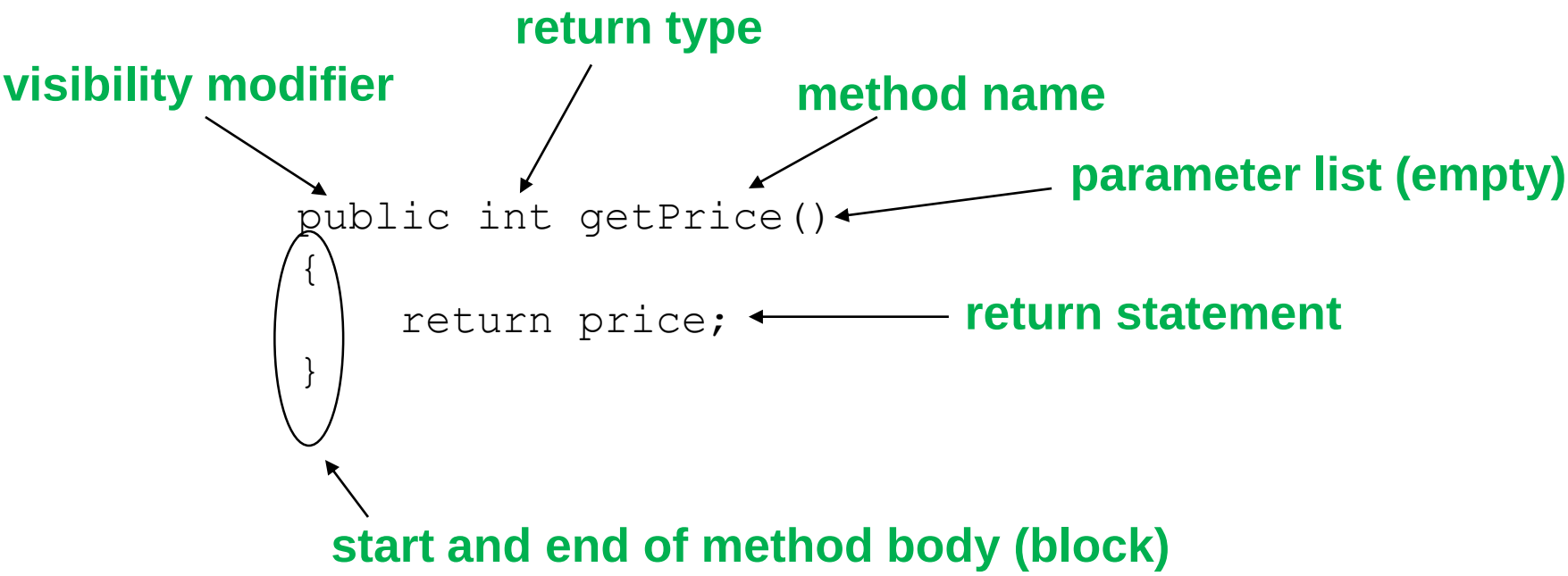
متدها (Methods)

- سرآیند (header)، شناسنامه متد است!

```
public int getPrice()
```

- سرآیند به ما می‌گوید:
  - نام متد
  - چه پارامترهایی می‌گیرد
  - چه نتیجه‌ای بازمی‌گرداند
  - دسترسی سایر اشیا و کلاس‌ها به آن
- بدنه پیاده‌سازی متد را در بر می‌گیرد.

متدهای دسترسی (Accessor (**get**) methods)



متدهای دسترسی

- یک متد دسترسی همیشه نوع بازگشتی‌ای غیر از `void` دارند.
- یک متد دسترسی یک مقدار (نتیجه) که در سرآیند مشخص شده را باز می‌گرداند.
- متد دارای یک عبارت `return` برای بازگرداندن مقدار است.
- بازگرداندن به معنی چاپ کردن نیست!
- به آنها متدهای getter نیز گفته می‌شود.

آزمون

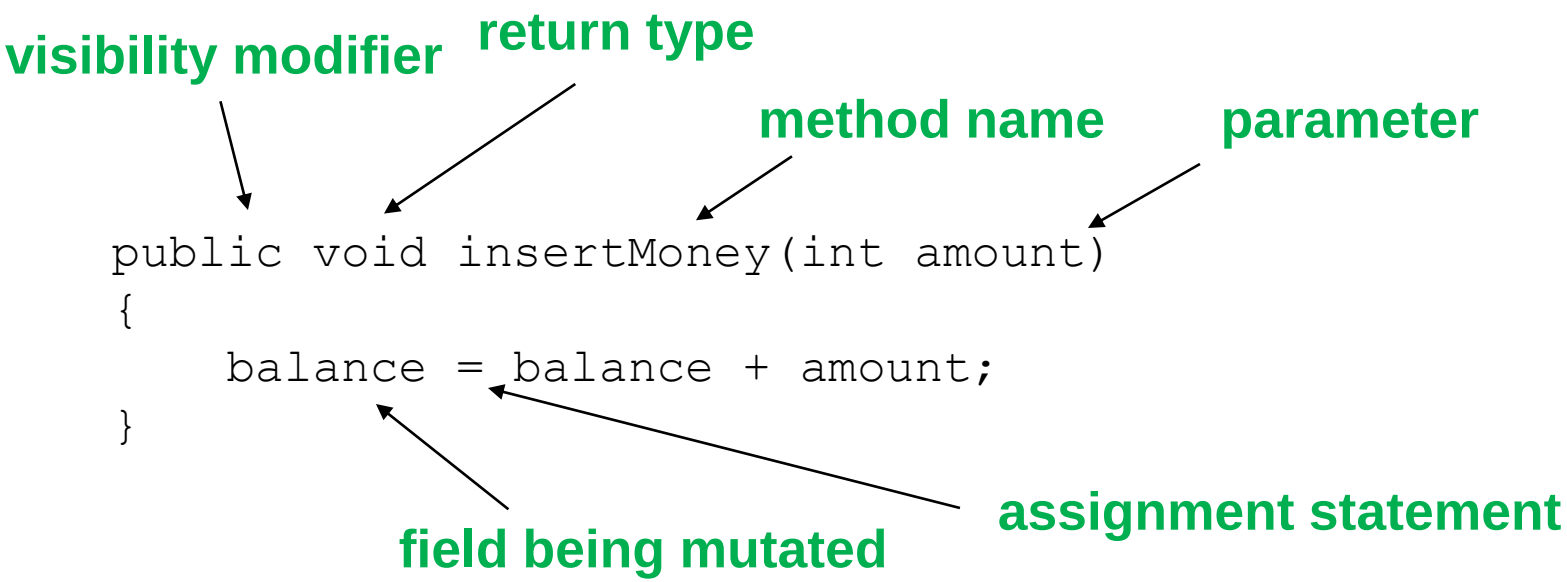
- اشکالات را بشمارید
  - پنج مورد

```
public class CokeMachine
{
   int
   private price;

   public CokeMachine()
   {
      price = 300;
   }

   public int getPrice()
   {
      return Price;
      p
   }
}
```

متدهای تغییر (Mutator methods)

- ساختار مشابه همه متدها: سرآیند و بدنه.
- برای تغییر دادن وضعیت شی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
  - به وسیله تغییر دادن مقدار یک یا چند فیلد.
    - به طور معمول شامل عملگر انتساب.
  - معمولا پارامتر دریافت می‌کنند.

متدهای تغییر (Mutator methods)



متدهای تغییر `set`

- فیلدها معمولا متدهای تغییر (`set`) ویژه خود را دارند.
- شکل مشخص و ساده‌ای دارند:
  - نوع بازگشتی `void`
  - نام متد مرتبط به نام فیلد
  - دارای یک پارامتر هم نوع با فیلد
  - یک عملگر انتساب

یک متد set مرسوم

```
public void setDiscount(int amount)
{
    discount = amount;
}
```

می‌توان نتیجه گرفت discount یک فیلد با نوع int است:

```
private int discount;
```

تغییرات محافظت شده

- متد `set` نباید همواره پارامتر دریافتی را به فیلد منتسب کند.
- پارامتر ممکن است به لحاظ معتبر بودن مورد بررسی قرار گیرد و در صورت نامناسب بودن رد شود.
- متدهای تغییر، داشتن فیلدهای محافظت شده را میسر می‌کند.
- متدهای تغییر، از محصور سازی پشتیبانی می‌کند.

ساختار کلاس تا کنون

```
public class TicketMachine
{
    private int price;

    public TicketMachine(int ticketCost)
    {
        price = ticketCost;
    }

    public int getPrice()
    {
        return price;
    }
}
```

تعریف فیلد (خصوصیت)

مقداردهی اولیه به خصوصیت
(سازنده با پارامتر ورودی)

دسترسی به مقدار خصوصیت

چاپ در ترمینال

- برای چاپ اطلاعات در پنجره ترمینال توسط جاوا، از متد `println` شی استاتیک `out` در کلاس `System` و به شکل زیر استفاده می‌کنیم:

  - `System.out.println("Output Terminal String");`

- کلاس `System` جزو کلاس‌های کتابخانه `java.lang` است که به طور پیش‌فرض به تمام کلاس‌ها الحاق می‌شود و نیازی به الحاق آن به صفحه نیست.

فروش بلیط

```
public void buyTicket()
{
   if(balance >= price) {
      // Simulate the printing of a ticket.
      System.out.println("####################");
      System.out.println("# Ticket");
      System.out.println("# " + price + " cents.");
      System.out.println("####################");
      System.out.println();

      // Update the total collected with the price.
      total = total + price;
      // Reduce the balance by the prince.
      balance = balance - price;
   }
   else {
      System.out.println("You must insert at least: " +
                         (price - balance) + " more cents.");
   }
}
```

نکاتی از رشته و چاپ!

- تعریف یک متغیر از نوع رشته

```
– String str = “Result”;
```

- رشته‌ها به وسیله دو علامت " مشخص می‌شوند.
- الحاق رشته‌ها توسط اپراتور + صورت می‌گیرد.
- الحاق هر نوع داده‌ای با یک رشته، منجر به تبدیل آن داده به رشته می‌شود.

نکاتی از رشته و چاپ!

- `4 + 5`
  - `9`
- `"wind" + "ow"` → **overloading**
  - `"window"`
- `String str = "Result";`
  `str + ": " + 6`
  - `"Result: 6"`
- `int price = 500;`
  `"# " + price + " cents"`
  - `"# 500 cents"`

آزمون

- `System.out.println(5 + 6 + "hello");`
  - `11hello`
- `System.out.println("hello" + 5 + 6);`
  - `hello56`

متدها

- متدها تمام رفتارهای شی را پیاده سازی می‌کنند.
- متد دارای یک نام و یک مقدار بازگشتی است.
  - مقدار بازگشتی ممکن است `void` باشد.
  - در صورتی که مقدار بازگشتی `void` نباشد، متد باید مقداری را به فراخواننده‌ی خود بازگرداند.
- متد ممکن است پارامترهای ورودی داشته باشد.
  - پارامترها مقادیری را از بیرون برای استفاده‌ی متد فراهم می‌کنند.

تاملی بر دستگاه بلیط فروش

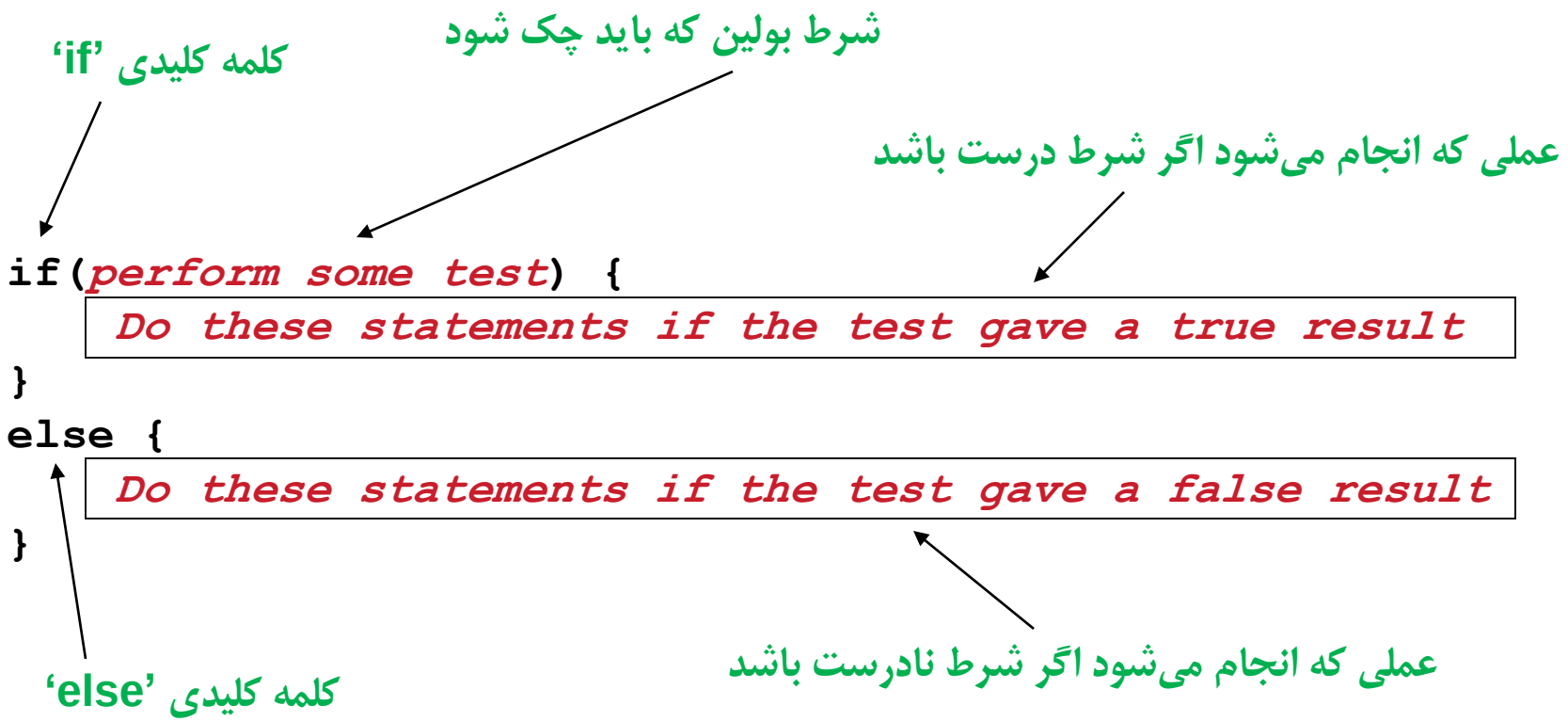
- رفتار آنها از چند جنبه نامناسب است:
  - هیچ کنترلی روی ورودی `amount` وجود ندارد.
    - می‌توان مقدار منفی وارد کرد.
  - بازپرداخت پول وجود ندارد.
  - هیچ کنترلی برای معقول بودن مقادیر اولیه وجود ندارد.
    - تعریف قیمت بلیط با یک مقدار منفی
- چطور می‌توان بهتر این کار را انجام داد؟
  - نیاز به رفتارهای پیچیده‌تری داریم

انتخاب در زندگی روزمره

- اگر مقدار کافی داشته باشم، برای خوردن غذا بیرون می‌روم.
- در غیر اینصورت خانه می‌مانم و فیلم می‌بینم.

```
if(I have enough money left) {
    go out for a meal;
}
else {
    stay home and watch a movie;
}
```

انتخاب در جاوا (دستور شرطی if)



انتخاب در ماشین بلیط فروش

- معتبر سازی یک پارامتر (Validation)

```
public void insertMoney(int amount)
{
    if(amount > 0) {
        balance = balance + amount;
    }
    else {
        System.out.println("Use a positive amount: "  +amount);
    }
}
```

متدی برای بازپرداخت پول (`refundBalance`):

چطور می‌توان متدی برای دریافت مابقی پول و صفر کردن `balance` نوشت؟

نوشتن متد refundBalance

```
balance = 0;
return balance;
```

- اشکال این کد این است که مقدار صفر را باز می‌گرداند نه balance مورد نظر را.

```
return balance;
balance = 0;
```

- اشکال این کد این است که فراخوانی return منجر به خروج از متد می‌شود و balance صفر نمی‌شود.

- **راه‌حل:** استفاده از یک متغیر محلی!

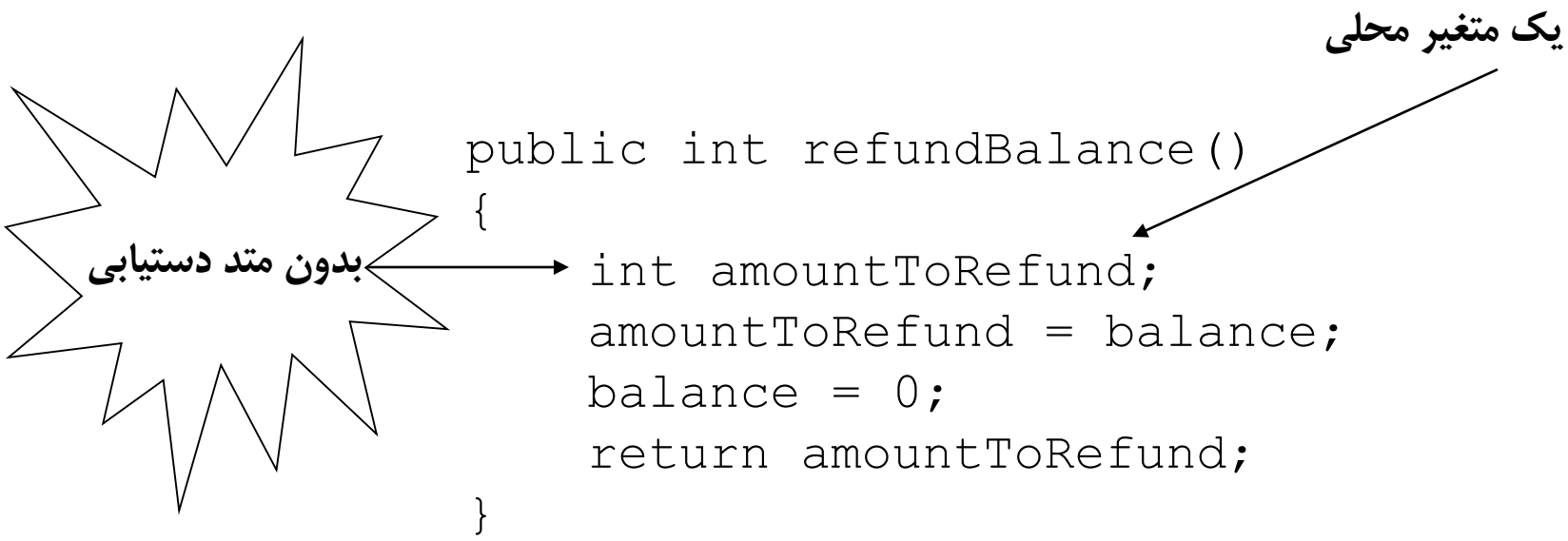
متغیرها – تا اینجا

- فیلدها یک نوع از انواع متغیرها است.
  - مقادیر را تا زمانی که شی وجود دارد نگهداری می‌کنند.
  - در سراسر کلاس قابل دسترسی هستند.
- پارامترها نوع دیگری از متغیرها هستند.
  - آنها مقادیرشان را از بیرون متد دریافت می‌کنند.
  - به متد کمک می‌کنند کار خود را کامل کند.
  - در هر بار فراخوانی، متد مجموعه جدیدی از پارامترها را دریافت می‌کند.
  - مقادیر پارامترها عمر کوتاهی دارند.

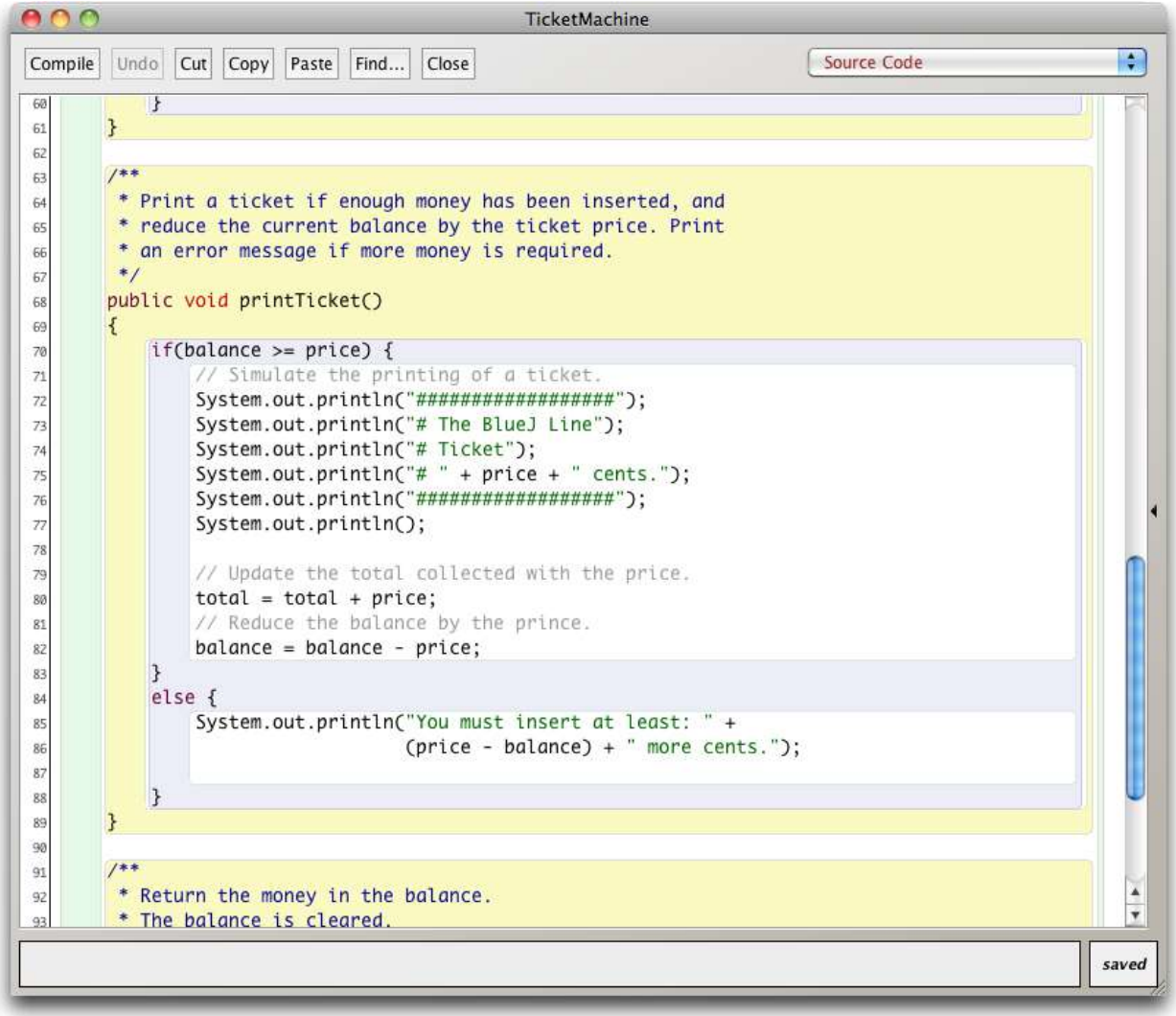
متغیرهای محلی

- متدها می‌توانند متغیرهای محلی ویژه خود را داشته باشند
  - طول عمر کم همانند پارامترها.
  - متد مقدار آنها را تنظیم می‌کند. برخلاف پارامترها که مقدارشان از بیرون گرفته می‌شد.
  - برای محاسبات و ذخیره‌سازی موقت مورد استفاده قرار می‌گیرد.
  - فقط تا زمانی که متد در حال اجرا است وجود دارند.
  - فقط داخل همان متد (یا بلوک تعریف شده) قابل دسترسی هستند.

متد refundBalance



مشخص کردن محدوده



قلمرو (Scope) و طول عمر (Lifetime)

- هر بلوک یک قلمرو جدید ایجاد می‌کند.
  - کلاس، متد، دستورات
- قلمرو می‌تواند تو در تو باشد.
  - بلوک دستورات داخل بلاکی دیگر داخل بدنه متد داخل بدنه کلاس.
- قلمرو ایستا است (کد نوشته شده)
- طول عمر پویا است (زمان اجرا)

قلمرو (Scope) و طول عمر (Lifetime)

- قلمرو یک متغیر محلی، بلوکی است که در آن تعریف شده است.
  - طول عمر یک متغیر محلی، زمان اجرای بلوکی است که در آن تعریف شده است.
- قلمرو یک فیلد حداقل کل کلاس آن است.
  - طول عمر یک فیلد، طول عمر شی‌ای است که به آن تعلق دارد.
- معرف‌های دسترسی می‌تواند قلمرو یک فیلد را عوض کند.
  - فیلدهای `public` قلمرو سراسری (`global`) دارند.

بارگذاری (Overload) کردن سازنده‌ها و متدها

- می‌توان چند سازنده برای یک کلاس نوشت.
- همه سازنده‌ها هم‌نامند اما لیست پارامترهای آنها متفاوت است.
- به این بارگذاری گفته می‌شود.

```
public TicketMachine() {


}
public TicketMachine(int ticketCost) {


}
```

بارگذاری (Overload) کردن سازنده‌ها و متدها

- متدها را همانند سازنده‌ها می‌توان بارگذاری کرد.
  - متد بر اساس پارامترهای ورودی انتخاب می‌شود.
  - به ما امکان می‌دهد کارهای مشابه را با آرگومان‌های متفاوت انجام دهیم.
  - یک کار چند پیاده‌سازی / چند ریختی

دوره!

- کلاس
  - فیلدها
  - سازنده‌ها
  - متدها
- فیلدها مقادیر ذخیره شده‌ای هستند که وضعیت شی را مشخص می‌کنند.
- سازنده‌ها شی را تعریف اولیه می‌کند.
- متدها پیاده‌سازی رفتارهای شی هستند.
- فیلدها، پارامترها و متغیرهای محلی همه متغیر هستند.

دوره

- شی
- کلاس
- متدها
- پارامتر
- فیلد
- سازنده‌ها
- نوع داده (عددی و رشته‌های)
- کامنت‌گذاری
- انتساب (=)

- بلوک
- قلمرو و طول عمر
- مقدار بازگشتی
- `void`
- انتساب ترکیبی (`+=, -=`)
- `if`
- چاپ