קבלנות משנה -
על ירושה, טענות וחוזים

אוהד ברזילי
תכנות מתקדם בשפת Java
אוניברסיטת תל אביב

ירושה וטענות (assertions)

- תנאי קדם, תנאי בתר ושמורות שהוגדרו עבור מחלקה תקפים גם לגבי צאצאיה, ועשויים להשתנות
- עצם ממחלקה נגזרת המוצבע ע"י עצם (מצביע או הפנייה) מטיפוס מחלקת הבסיס צריך לקיים את שמורת מחלקה הבסיס
- מכאן ששמורה של כל מחלקה יכולה להיות שווה או חזקה יותר משמורת הוריה

קבלנות משנה

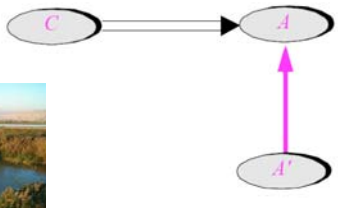
- מחלקת C היא לקוחה של מחלקה A, כלומר:
  - יש ל- C הפנייה ל- A (אחד השדות)

או

  - אחת המתודות של C מקבלת פרמטר מטיפוס A (הפנייה ל A)
- C מכירה את השמורה של A ומצפה מ A לקיים אותה

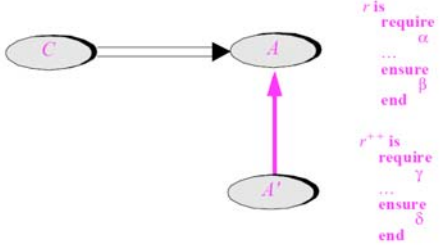
קבלנות משנה - השמורה

- בפועל, המצביע ל- A מצביע ל- A' , מחלקה הנורשת מ- A
- ברור שכדי לקיים יחסים פולימורפים תקינים על A' לקיים לפחות את שמורת A



קבלנות משנה – תנאי קדם ובתר

- המחלקה A' מסתירה (overrides) רוטינה של A
- מה יש לדרוש מתנאי הקדם והבתר של המתודה החדשה ביחס לאלו של הרוטינה המקורית?



דוגמא

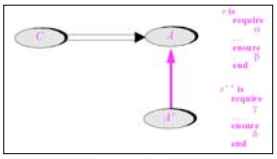
- בתוך המחלקה Client מופיע הקוד הבא:

```
public class Client {
   ...
   public static void g(String args[])
   {
        List<String> l = Arrays.asList(args);
        ...
   }
}
```

- בדוגמא זו **`Client`** הוא הלקוח (C) ו- **`List`** הוא הספק (A)
- ואולם ברור ש – **`l`** מצביע בפועל לעצם ממחלקה שממשת את **`List`** (אולי **`ArrayList`**). מחלקה זו היא קבלנית משנה ('A)
- הלקוח, שאינו מכיר את קבלן המשנה שלו, מצפה ממנו לעמוד בחוזה המקורי (החוזה מול הספק)

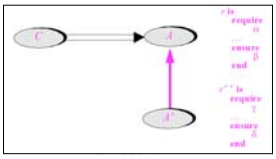
קבלנות משנה – תנאי קדם

- נתבונן בקריאה `l.r()` המופיעה במחלקה C
- על C לקיים את תנאי הקדם של A.r(), היא כלל אינה מכירה את המחלקה A' ואינה יודעת על קיום A'.r()
- לכן על תנאי הקדם המוגדר במחלקה הנגזרת להיות **שווה** או **חלש יותר** מתנאי הקדם המקורי



קבלנות משנה – תנאי בתר

- משיקולים דומים על תנאי הבתר של המחלקה הנגזרת להיות **שווה** או **חזק יותר** מתנאי הבתר המקורי
- ללקוח C 'הובטח' β ע"י A ואסור שמאחורי הקלעים יסופק δ החלש ממנו
- מנגנון זה מכונה "קבלנות משנה" (subcontracting)



השמורה האפקטיבית

- השמורה ה'אמיתית' של מחלקה מורכבת מ AND לוגי של כל הטענות המופיעות בשמורת אותה מחלקה ובכל הוריה לאורך עץ הירושה
- אם עבור רמה (מחלקה) מסוימת בעץ הירושה לא הוגדרה שמורה, ניתן להתייחס לשמורה שלה כ- TRUE
- כותב מחלקה יכול להגדיר את השמורה שלה בצורה מרומזת (implicit) ע"י ציון הטענות החדשות בלבד

תנאי קדם אפקטיבי

- תנאי הקדם ה'אמיתי' של מתודה שהוגדרה מחדש במחלקה כלשהי, הוא ה OR הלוגי של כל תנאי הקדם של מתודה זו בכל הוריה של אותה מחלקה לאורך עץ הירושה
- אם עבור רמה (מחלקה) מסוימת בעץ הירושה לא הוגדר תנאי קדם למתודה זו, ניתן להתייחס לתנאי הקדם שם כ- FALSE
- כותב תנאי הקדם של המתודה שהוגדרה מחדש במחלקה כלשהי, יכול להגדיר אותו בצורה מרומזת (implicit) ע"י ציון הטענות החדשות בלבד

תנאי בתר אפקטיבי

- תנאי הבתר ה'אמיתי' של מתודה שהוגדרה מחדש במחלקה כלשהי הוא ה AND הלוגי של כל תנאי הבתר של מתודה זו בכל הוריה של אותה מחלקה לאורך עץ הירושה
- אם עבור רמה (מחלקה) מסוימת בעץ הירושה לא הוגדר תנאי קדם למתודה זו, ניתן להתייחס לתנאי הקדם שם כ- TRUE
- כותב תנאי הבתר של המתודה שהוגדרה מחדש במחלקה כלשהי יכול להגדיר אותו בצורה מרומזת (implicit) ע"י ציון הטענות החדשות בלבד

דוגמא

```
public class MATRIX {
   ...
   /** inverse of current with precision epsilon
    * @pre epsilon >= 10 ^(-6)
    * @post (this.mult($prev(this)) - ONE).norm <= epsilon
    */
  void invert(double epsilon);
   ...
}
```

דוגמא

```
public class ACCURATE_MATRIX extends MATRIX {
   ...
   /** inverse of current with precision epsilon
    * @pre epsilon >= 10^(-20)
    * @post (this.mult($prev(this)) - ONE).norm <= epsilon/2
    */
   void invert(double epsilon);
   ...
}
```

- בשפת Eiffel כדי להדגיש שהחוזה של מתודה שהוגדרה מחדש אינו עומד בפני עצמו אלא תלוי בהיררכיה החליפו את התגיות require ו- ensure ב- require else ו- ensure then בהתאמה

ירושה וחריגים

- אותו היגיון של יחסי ספק, לקוח וקבלן משנה מתקיים גם בנוגע לטיפול בחריגים
- קבלן משנה (מחלקה יורשת, הדורסת מתודה) אינו יכול לזרוק מאחורי הקלעים חריג שלא הוגדר במתודה הנדרסת
- למתודה הדורסת מותר להקל על הלקוח ולזרוק פחות חריגים מהמתודה במחלקת הבסיס שלה

שאלה מתוך מבחן

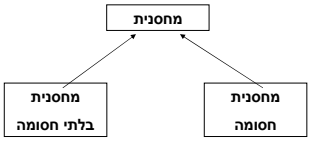
```
public class A {
   public float foo(float a, float b) throws IOException{
   }
}

public class B extends A {
   ...
}
```

Which of the following methods can be defined in B:

- ☒ 1. float foo(float a, float b){…}
- ☑ 2. public int foo(int a, int b) throws Exception{…}
- ☒ 3. public float foo(float a, float b) throws Exception{…}
- ☑ 4. public float foo(float p, float q){…}

תנאי קדם מופשט

- מהי ההיררכיה בין 3 המחלקות: מחסנית, מחסנית חסומה, מחסנית בלתי חסומה ?



- מה יהיה תנאי הקדם של המתודה put במחלקה מחסנית?

תנאי קדם מופשט

- תנאי הקדם לא יכול להיות ריק (TRUE) כי אז הוא יחוזק ע"י המחסנית החסומה
- תנאי הקדם צריך להיות full()! כאשר full() היא מתודה המחזירה תמיד false, שתוגדר מחדש במחלקה מחסנית חסומה להחזיר capacity()==count()
- תנאי קדם המכיל מתודות שנדרסות במורד הירושה נקרא *תנאי קדם מופשט*
- למרות שתנאי הקדם הקונקרטי אכן מתחזק ע"י המחסנית החסומה תנאי הקדם המופשט נשאר ללא שינוי

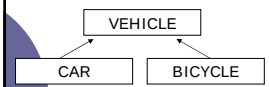
תנאי קדם מופשט

- כאשר מחלקת הבסיס מופשטת, תנאי קדם טריויאלים מחייבים לפעמים *ראייה לעתיד*, כדי שלא יחוזקו במחלקות נגזרת
- ראייה לעתיד אינה דבר מופרך במחלקות מופשטות
- נתבונן בדוגמא נוספת: מערכת תוכנה אשר מיוצגים בה כלי תחבורה שונים כגון מכונית, אווירון ואופניים

ראייה לטווח רחוק

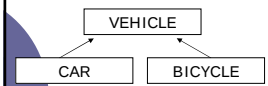
- האבולוציה של היררכית מחלקות כלי הרכב <u>לא מתחילה</u> בגזירת מחלקות קונקרטיות שיירשו מ VEHICLE
- הגיוני יותר שבמהלך מימוש \או עיצוב המחלקות CAR ו-AIRPLANE נגלה שיש להן הרבה מן המשותף, וכדי למנוע שכפול קוד ניצור מחלקה שלישית - VEHICLE שתכיל את החיתוך של שתיהן
- אף כלי רכב אינו רק VEHICLE
- בראייה זו, לא מוגזם לדרוש ממחלקה מופשטת ניסוח תנאי קדם מופשט

דוגמא



- מהו תנאי הקדם של המתודה ()go של המחלקה VEHICLE ?
- על פניו – אין כל תנאי קדם לפעולה מופשטת
- מה עם המחלקה CAR ? – לה בטח יש דרישות כגון ()hasFuel
- מה עם המחלקה BICYCLE ? – לה בטח יש דרישות כגון ()hasAir
- איך VEHICLE תגדיר תנאי קדם ל ()go גם כללי מספיק וגם שלא יחוזק ע"י אף אחד מיורשותיה?

פתרון



- מתודה בולאנית כגון ()canGo תעשה את העבודה
- המתודה תוגדר כמחזירה TRUE עבור VEHICLE (או שתוגדר כ abstract), ועבור כל אחת מיורשותיה תוגדר לפי המחלקה האמורה
- בעצם המתודה ()go היתה צריכה להיקרא "()go_because_you_can" וכך לא היתה כל הפתעה בתנאי הקדם "המוזר"

מתי לרשת? - דיון

- המחלקה CAR_OWNER עשויה לרשת מ PERSON אבל עדיף שתהיה לקוחה של CAR
- יחס is-a לעומת יחס is-part-of
- פרט למנגנון הרב-צורתיות (polymorphism) ירושה לעולם אינה הכרחית

מתי לרשת? - דיון

- במקום ש B יירש מ-A , ל- B יכולה להיות התכונה A (שדה מוכל או מצביע)
- To be is also to have אבל לא להיפך (משאית היא מכונית כלומר חלק בה הוא מכונית)
- לפעמים נוח לשאול "האם יכולים להיות לו שניים?"
  - לדוגמא: למכונית יש מנוע
- ירושה או מופע?