Cours de Test Logiciel

Leçon 4 : Tests de régression

Sébastien Bardin

CEA-LIST, Laboratoire de Sûreté Logicielle

sebastien.bardin@cea.fr
http://sebastien.bardin.free.fr

Tests de (non) régression

Tests de régression : à chaque fois que le logiciel est modifié, s'assurer que "ce qui fonctionnait avant fonctionne toujours"

Pourquoi modifier le code déjà testé ?

- correction de défaut
- ajout de fonctionnalités

Quand ?

- en phase de maintenance / évolution
- ou durant le développement

Quels types de test ?

- tous : unitaires, intégration, système, etc.

Deux problèmes spécifiques

Évolution / maintenance des tests

- les tests (DT/oracle) sont-ils encore valides (format I/O, oracle) ?
- tests invalides $\rightarrow$ refaire des tests (surcoût)

Sélection / minimisation des tests à rejouer

- tout rejouer à chaque modification = extrêmement coûteux
- ne rien rejouer = suicidaire
- sélectionner un sous-ensemble pertinent de tests à rejouer

Plan

- Contexte
- Maintenance des tests
- JUnit
- Sélection
- Minimisation / Prioritisation
- Discussion

Maintenance des tests

Objectif : avoir une méthode automatique pour

1. rejouer automatiquement les tests
2. détecter les tests dont les DT / oracle ne sont plus syntaxiquement corrects
3. détecter les tests dont l'oracle n'est plus sémantiquement correct
4. corriger automatiquement les tests

Nous verrons des solutions automatisées aux points 1 et 2.

Solution : script-based testing

Script-based testing

- tests écrits dans un langage exécutable (langage de programmation, langage de script, langage dédié (TTCN-3))
- simplifie l'exécution et le rejeu des tests (juste tout relancer)
- simplifie la détection d'une partie des tests non à jour : erreurs à la compilation, tests recompilés en même temps que le programme
- simplifie le stockage et la réutilisation des tests (ex : tests de `MyClass` dans`MyClassTest`)
- exemple : JUnit pour Java, TTCN-3

Voir JUnit dans la suite du cours et en TP

Limites

Limitations :

- on doit corriger les tests à la main
- ne peut détecter un oracle invalide

Quelques paliatifs

- diminuer l'effort de correction : idéal = scripts de tests passent par une API de quelques fonctions bien définies, comme ça on réécrit uniquement ces fonctions (notion de action-based testing)
- détecter les problèmes d'oracle : lier chaque test à la spécification (informelle) qu'il teste. Quand une spécification change, lister automatiquement tous les tests potentiellement affectés à partir de l'identifiant de la spéc, et les inspecter

Plan

- Contexte
- Maintenance des tests
- JUnit
- Sélection
- Minimisation / Prioritisation
- Discussion

JUnit

Outil de gestion des *tests unitaires* pour les programmes Java, JUnit fait partie d'un cadre plus général pour le test unitaire des programmes, le modèle de conception (*pattern*) XUnit (CUnit, ObjcUnit, etc.).

JUnit offre :

- des primitives pour créer un test (*assertions*)
- des primitives pour gérer des suites de tests
- des facilités pour l'exécution des tests
- statistiques sur l'exécution des tests
- interface graphique pour la couverture des tests
- points d'extensions pour des situations spécifiques

dans une archive Java `junit.jar` dont le principal paquetage est `junit.framework`.

Il existe un *plug-in* Eclipse pour JUnit.

`http://junit.org`

Principe du test avec JUnit

1. Pour chaque fichier `Foo.java` créer un fichier `FooTest.java` (dans le même repertoire) qui inclut (au moins) le paquetage `junit.framework.*`
2. Dans `FooTest.java`, pour chaque classe `Foo` de `Foo.java` écrire une classe `FooTest` qui hérite de `TestCase`
3. Dans `FooTest` définir les méthodes suivantes :
   - le constructeur qui initialise le nom de la suite de tests
   - `setUp` appelée avant chaque test
   - `tearDown` appelée après chaque test
   - une ou plusieurs méthodes dont le nom est prefixé par `test` et qui implementent les tests unitaires
   - `suite` qui appelle les tests unitaires
   - `main` qui appelle l'exécution de la suite

Écrire les tests unitaires avec Junit

Dans les méthodes de test unitaire, les méthodes testées sont appelées et leur résultat est testé à l'aide d'assertions :

- `assertEquals(a,b)`
  teste si a est éqal à b (a et b sont soit des valeurs primitives, soit des objets possédant une méthode `equals`)
- `assertTrue(a)` et `assertFalse(a)`
  testent si a est vrai resp. faux, avec a une expression booléenne
- `assertSame(a,b)` et `assertNotSame(a,b)`
  testent si a et b référent au même objet ou non.
- `assertNull(a)` et `assertNotNull(a)`
  testent si a est `null` ou non, avec a un objet
- `fail(message)`
  si le test doit echouer (levée d'exception)

Exemple : Conversion binaire/entier

```
// File Binaire.java
public class Binaire {
  private String tab;
  public Binaire() {tab = new String(); }
  public Binaire(String b, boolean be) {
    tab = new String(b); if (be) revert(); }

  private void revert() {
    byte[] btab = tab.getBytes();
    for (int i = 0; i < (btab.length >> 1); i++) {
      byte tmp = btab[i]; btab[i] = btab[btab.length - i];
      btab[btab.length - i] = tmp;     }
    tab = new String(btab); }

  public int getInt() {
    int nombre = 0;
    /* little endian */
    for (int i = tab.length()-1; i >= 0; i--) {
      nombre = (nombre << 1) + (tab.charAt(i) - '0'); }
    return nombre; }
}
```

Exemple : Test Conversion binaire/entier (2)

```
// Fichier BinaireTest.java
import junit.framework.*;

public class BinaireTest extends TestCase {
  private Binaire bin; // variable pour les tests

  public BinaireTest(String name) {super(name); }

  protected void setUp() throws Exception {
    bin = new Binaire(); }

  protected void tearDown() throws Exception {
    bin = null; }

  public void testBinaire0() {
    assertEquals(bin.getInt(),0); }

  public void testBinaire1() {
    bin = new Binaire("01",false);
    assertEquals(bin.getInt(),2); }
```

Suite

Lancer en utilisant Eclipse :

- ajouter JUnit dans les libraries du projet
- exécuter BinaireTest.java comme test JUnit
- Remarque : dans ce cas, les méthodes main et suite ne sont pas nécessaires

Quelques règles de bonne conduite avec JUnit

- Ecrire les test en même temps que le code.
- Exécuter ses tests aussi souvent que possible, idéalement après chaque changement de code.
- Ecrire un test pour tout bogue signalé (même s'il est corrigé).
- Ne pas tester plusieurs méthodes dans un même test : JUnit s'arrete à la première erreur.
- Attention, les méthodes privées ne peuvent pas être testées !

Plan

- Contexte
- Maintenance des tests
- JUnit
- Sélection
- Minimisation / Prioritisation
- Discussion

Problème SMP

Compromis entre tout rejouer (sûr mais trop cher) et ne pas rejouer assez.

- certains tests ne passent pas par les modifications : les ignorer

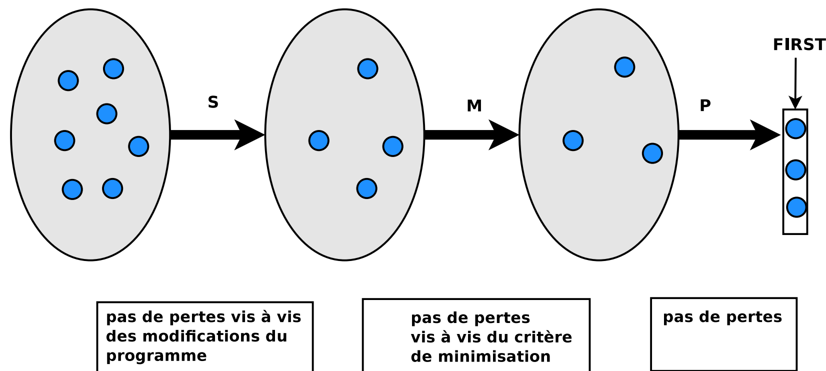
Problème additionnel : temps total pour le rejeu limité

- on arrête après N tests
- avec cette limite, le rejeu total est risqué
- faire tests pertinents d'abord

Trois phases distinctes dans la sélection :

- **S**électionner les tests pertinents (aucune perte)
- **M**inimiser les tests pertinents (perte possible)
- **P**rioritiser les tests restants (aucune perte)

Problème SMP (2)



Sélection : Méthode des traces d'exécution

Principe : ne garder que des tests passant effectivement par des instructions modifiées

Pré-requis

- marquage des blocs du programme modifiés
- avoir récupéré et stocké les traces d'exécution des tests

Algorithme :

- entrées : blocks modifiés, ensemble des traces
- garder un test ssi sa trace contient au moins un bloc modifié

Sélection : Méthode des traces d'exécution

Principe : ne garder que des tests passant effectivement par des instructions modifiées

Pré-requis

- marquage des blocs du programme modifiés
- avoir récupéré et stocké les traces d'exécution des tests

Algorithme : [on ne perd rien !]

- entrées : blocks modifiés, ensemble des traces
- garder un test ssi sa trace contient au moins un bloc modifié

Optimisations

Méthode des slicing dynamiques

- un test qui passe par une instruction modifiée ne pouvant changer le résultat ne sert à rien (sauf la première fois pour vérifier pas de crash)
- utiliser le slicing le long des chemins (DFG) : ne considérer que les instructions modifiées affectant la valeur finale

Traces et Graphes de dépendances réduits

- compacter les traces et les graphes de dépendances
- unifier instructions identiques
- gain mémoire

Passage à l'échelle

Les aspects coûteux dépendent de la taille du programme

- trouver les modifications du programme (1 seule fois)
- calculer et sauvegarder les traces et impacts

Souvent : ok pour tests unitaires (ne pas considérer les modifications des fonctions appelées), mais difficile pour tests système

Une possibilité : perdre en précision

- traces : appels de fonctions plutôt que instructions
- instruction i de fonction F modifiée : F considérée modifiée
- dépendances CFG et DFG au niveau des fonctions (callgraph)

Plan

- Contexte
- Maintenance des tests
- JUnit
- Sélection
- Minimisation / Prioritisation
- Discussion

Minimisation

Se restreindre aux seuls tests pertinents peut encore être trop coûteux !!

idée : se donner un critère de qualité (souvent : couverture de contrôle I, D voir F (fonctions))

- calculer le score atteint par le jeu de test sélectionné : score(TS)
- trouver un jeu de test TS' $\subseteq$ TS telque score(TS) $=$ score(TS')

exemple simple : couverture des instructions et algorithme de minimisation glouton

Obtenir une minimisation importante :

- algorithme de minimisation très fin (attention : problème NP-complet) (pas de perte de qualité)
- critère de qualité assez faible (perte de qualité)

Minimisation (2)

Algorithme glouton

- Input : une suite de tests TS, chacun ayant un “score” (ensemble des instructions couvertes)
- Output : TS’ $\subseteq$ TS tq score(TS’) = score(TS’)

1. X := TS
2. TS’ := $\emptyset$
3. **Tant que** X non vide et score(TS’) $<$ score(TS) **faire**
4. soit t $\in$ X tq score(TS’ + t) est maximal
5. X := X - t
6. TS’ := TS’ + t
7. **fin faire**
8. **return** TS’

Minimisation (3)

Attention : TS' couvre moins de comportement que TS en général

On peut accentuer la minimisation en choisissant TS' telque
score(TS') $\geq$ score(TS) - ε

Prioritisation

idée : on ne minimise pas l'ensemble de tests, mais on se donne une priorité et les tests sont joués selon leur ordre de priorité

Mesure de priorité classique : se donner un critère de qualité, et ordre = gain résiduel de qualité

Intérêt :

- en cas de budget contraint, les tests les plus importants sont joués en premier
- en cas de budget suffisant, tous les tests sont rejoués (pas de perte)

Liens forts prioritisation - minimisation

- une méthode de minimisation : prioritiser et ne garder que les K premiers
- une méthode de prioritisation : minimiser avec l'algo glouton puis ajouter les tests redondants

Plan

- Contexte
- Maintenance des tests
- JUnit
- Sélection
- Minimisation / Prioritisation
- Discussion

Sélection et systèmes réactifs

Pour les systèmes réactifs embarqués “boîtes noires”, les tests doivent s'enchainer : le test t_n met l'état interne du système dans l'état requis pour le test t_{n+1}

Dans ce cas, toutes les techniques de sélection / minimisation / prioritisation posent problème

Idées ?

- spécifier les liens entre tests et les prendre en compte dans les algos ?

Tests de régression : automatisation

Il existe de nombreux outils automatiques pour outiller la maintenance et la sélection des tests de régression (pour des logiciels type PC).

Intéressant

- techniques assez simples donc faciles à utiliser et efficaces
- tests de régression coûteux : coûts $\searrow$, # bugs trouvés $\nearrow$

cf. expérience à Microsoft

État de la technique = tests de régression doivent être automatisés

- maintenance : cohérence des DT vérifiée automatiquement
- sélection en (grande) partie automatisée
- rejeu, verdict et rapport complètement automatique

Tests de régression : outils

Maintenance + rejeu

- frameworks à la JUnit (libre, léger)
- autres outils commerciaux (plus de suivi, plus lourds)

Sélection / Minimisation / prioritisation + rejeu

- outils commerciaux, surtout pour C
- ATAC/$_\chi$ Suds (Telecordia Techno., 1992)
- TestTube (AT&T Bell Labs, 1994)
- Echelon (Microsoft, 2002)

Futur pour la maintenance des tests ?

Si les tests sont générés à partir d'un modèle (model-based testing), alors :

- il est envisageable de détecter certaines erreurs d'oracle automatiquement
- idéal : ne pas stocker les tests, mais les regénérer ??