直交表を用いた組合せテスト項目の自動生成ツールの

利用ケース分析と機能開発

九州日立マクセル株式会社
尾鷲幸代　安部田章

JaSST 2008 Kyushu Poster Session No. 2

目次

- はじめに
- 直交表を用いた組合せテストの効率化
- 利用ケース分析と適用機能
- 組合せテスト項目の自動生成ツール
- 成果と課題

はじめに

- 背景
  - 多機能化、複雑化により組合せテスト工数が増大している。
  - 直交表を用いた組合せテストの効率化手法が注目されている。
  - 効果的に適用するためには、手法の理解とツールの活用により、テストの目的に合ったテスト項目を作成することが肝要である。
- 目的
  - 直交表を用いた組合せテスト項目の自動生成ツールの開発
  - ツールの利用ケースの分析
    - いつ、誰が、どのようなテストで利用するか
  - 利用ケースに適したテスト項目の要件を明確化
  - 利用ケースに応じた機能開発

利用ケース分析と対応した機能開発

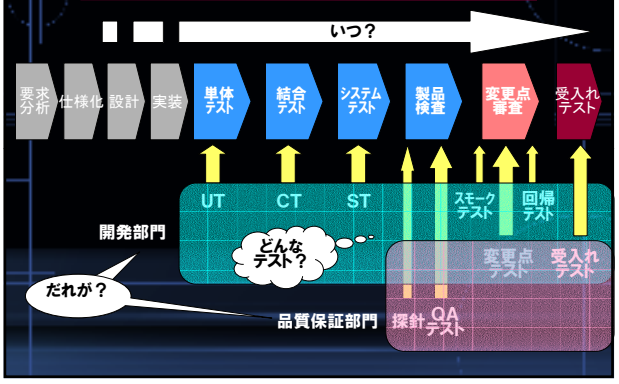
直交表による組合せテストの効率化

- 目的
  - 組合せテストの数を合理的に削減する。
- 着目点
  - 組合せテストでは「検出される不具合のうち7～9割が二つの機能の組合せで発生している。
  - 組込みシステムでは三つの機能の組合せをテストすることでほとんどの不具合を検出できる。
- 方法論
  - 直交表という因子（パラメータ）間の組合せのバランスがとれた表に機能やパラメータを割り当てることにより、2～3機能間の組合せをカバーした組合せテスト項目を作成する。
  - **すべての組合せをテストしなくても実効的にほとんどの組合せによる不具合を検出できる。**

利用ケース分析

- 分析の方針
  - 「いつ、誰が、どのような目的で」を明確化
- 誰が⇒「開発部門」「品質保証部門」
- いつ⇒「分析」「設計」「実装」「UT」「CT」「ST」「QAT」
- 目的⇒「ﾚﾋﾞｭｰ」「ｲﾝｽﾍﾟｸｼｮﾝ」「設計検証（UT）」「設計検証（CT）」「設計検証（ST）」「探針」「QA検査」「ｽﾓｰｸﾃｽﾄ」「回帰ﾃｽﾄ」「変更点審査」「受け入れﾃｽﾄ」

開発プロセスとテストの種類



設計検証（UT） 7

- 目的
  - コーディング終了後に開発者が自身が作成した単一の関数やモジュールに対して、関数仕様を満たしていることを確認するために、関数の内部ロジックの検証を行う。
- 方法
  - 関数の内部ロジックが正しく動作しているかどうかを確認するためのテスト項目を準備し、実施する。
    - パスカバレッジや関数パラメータの組合せ率を確認することで関数の品質を確認する。
    - 不具合を効率よく見つけるための関数パラメータの入力値とその組合せを工夫する。
- 利用ケース分析
  - 全数テストを行う場合、全網羅テスト項目を生成する
  - ビルドごとの自動テストとして行う場合、テスト件数を抑えつつ重要なテストを行う
  - 直交表により効果的かつ効率的なテスト項目を生成する
    - 関数の重要度に合わせて、適正な2因子、3因子網羅率を設定できる。
    - 重要因子間の網羅率の向上や重要な組合せを含んだテスト項目を生成する。

スモークテスト

特定の因子間の組合せや網羅率を考慮したテスト項目を生成

設計検証（CT） 8

- 目的
  - 個々の関数やモジュールの単体テスト終了後に、開発者が複数のモジュールによって達成される機能に対して、機能仕様を満たしているかどうか確認するために、モジュール間のインターフェース不具合の発見や機能の動作検証を行う。
- 方法
  - 結合対象となるモジュールによる複数機能の組合せ、初期条件を含めた組合せ動作を確認するためのテスト項目を準備し、実施する。
    - 複数機能や初期条件のパラメータの網羅率により品質を確認する。
    - パラメータ不一致や機能組合せ不具合を見つけるためのパラメータの組合せを工夫する。
- 利用ケース分析
  - 機能やモジュール、さらにはサブシステムにおける各機能の設定項目とそのとり得る値、機能が動作する際の初期条件を網羅的に扱ったテスト項目を作成する。
  - 直交表により効果的かつ効率的なテスト項目を生成する
    - 複数機能および初期条件について2因子、3因子網羅率100%保証できる。

２因子、３因子網羅保証したテスト項目を生成

- 大きな機能、モジュール単位さらにサブシステム毎の組合せ網羅保証できる。

サブシステム単位の網羅保証したテスト項目を生成

設計検証（ST） 9

- 目的
  - 単体テストおよび結合テストを終了後に、開発者がシステム全体が要求仕様どおりの機能や性能などの要件を満たしているかどうかを確認する。
- 方法
  - ユーザの使用環境や運用方法（手順やタイミング）での不具合や、異常時の動作や極限条件での動作や性能を確認できるテスト項目を準備し実施する。
    - 最も厳しい条件で動作や性能を満足するか（ロバストネス）を評価する。
    - 複数機能の組合せや使用環境や運用方法などの組合せ網羅率により品質を評価する。
- 利用ケース分析
  - 複数の機能とそのとり得る値、ユーザの操作手順やタイミングや使用環境の組合せを網羅的に扱ったテスト項目を作成する。
  - 一見関連のなさそうな機能や条件についてもある程度テストを行うことが望ましい。
  - 直交表により、より多くの因子を含めた組合せのテスト項目を生成する
    - 機能因子を絞ったときの2因子、3因子網羅率100%保証できる。

複数因子の２因子３因子網羅率１００％保証

- 機能因子を絞らずにより多くの因子を組み入れたときに、テスト項目数が膨らまず全体にバランスのとれてた項目を生成する。

テスト回数が膨らまず因子間のバランスがよい

受け入れテスト 10

- 目的
  - 外注先に依頼したシステムあるいはサブシステムを受け入れる際に、報告どおりの品質になっていることを確認するために実施する。
- 方法
  - 外注先が作成したパートの機能仕様のテスト項目をサンプリングして実施し、品質を予測する。探針と同様に、
    - テスト項目の10%～20%をサンプリングする。
    - 探針項目から出た不良に対して不良率、残不良件数を求める
- 利用ケース分析
  - 不良率を求めるためのランダムテスト項目を生成する。
  - 品質レベルを把握するのに効果的なテスト項目を生成する。
  - 少ないテスト項目数で上記を両立するようなテスト項目を生成する
  - 直交表により組合せ網羅率を10%から20%にするテスト項目を生成する
    - 網羅率を考慮した不良率の算出が可能である。
    - 少ないテスト項目数で効果的な探針テストを行う。

全因子がバランスよく出現するテスト項目を生成

スモークテスト（開発者） 11

- 目的
  - 仕様変更および不具合によりプログラムが変更されたときに、変更によってシステムに大きな影響が出ていないかを確認するために実施する。
- 方法
  - 変更によってシステムにシステムが正常に動作するか、部分的に機能不全に陥っていないかを確認するためのテスト項目を準備する。
    - 重要な機能が正常に動作しているか、システムダウンの兆候がないか確認する
    - システム全体を対象として機能の組合せによる不具合がないことを確認する。
- 利用ケース分析
  - 直交表により、システム全体を対象として重要な機能とその組合せによる不具合がないことをテスト項目を生成する
    - 重要因子の組合せをある程度広範にテストする。

テスト回数を抑えた重要因子間の組合せテスト項目を生成

探針（QA） 12

- 目的
  - 製品テストを行う前にデバッグテスト段階における品質をQAが評価し、当段階での不良の先取りを加速し、品質向上諸施策への指針を与える
- 方法
  - 製品テスト項目をサンプリングし、その結果から全体の母不良率を求め、残不良率を推定する
    - テスト項目の10%～20%をサンプリングする。
    - 探針項目から出た不良に対して不良率、残不良件数を求める
- 利用ケース分析
  - 不良率を求めるためのランダムテスト項目を生成する。
  - 不良の先取りをするための効果的なテスト項目を生成する。
  - 少ないテスト項目数で上記を両立するようなテスト項目を生成する
  - 直交表により組合せ網羅率を10%から20%にするテスト項目を生成する
    - 網羅率を考慮した不良率の算出が可能である。
    - 少ないテスト項目数で効果的な探針テストを行う。

全因子がバランスよく出現するテスト項目を生成

変更点テスト（QA） 13

- 目的
  - 仕様変更および不具合によりプログラムが変更されたときに、変更点が確実に動作していることを確認するために実施する。
- 方法
  - 変更点が確実に動作するかどうかを確認するためのテスト項目を準備する。
    - 変更に絡んだ機能の動作、性能の確認を行う。
    - 変更点および影響範囲の機能との組合せ網羅率を確認する
- 利用ケース分析
  - 直交表により変更点とその影響範囲を含めたテスト項目を生成する
    - 変更点とその影響範囲の因子間の網羅率100%を保証する。
    - 変更された機能を中心とした網羅率を上げる。 回帰テスト

因子間の網羅率１００％を保証するテスト項目を生成

回帰テスト（QA） 14

- 目的
  - 仕様変更および不具合によりプログラムが変更されたときに、変更によって予想外の影響が出ていないかを確認するために実施する。
- 方法
  - 変更によってシステム全体としてリグレッションがないことを確認するためのテスト項目を準備する。
    - 変更による影響範囲の機能との組合せ網羅率を確認する
    - 変更と一見関係のないと思われる機能についても広範に検証する。
- 利用ケース分析
  - 直交表により変更点を中心としながらも、システム全体を対象として影響範囲を広範にテスト項目を生成する
    - 影響範囲全体を対象としたできるだけ多くの因子間の組合せをテストする。

テスト回数を抑えて多くの因子を含めたテスト項目を生成

    - 変更された機能を中心とした網羅率を上げる。

指定因子の網羅率を向上させたテスト項目を生成

ツールの利用ケースと機能要件 15

開発部門の利用ケースと機能要件

	利用ケース	開発機能
設計検証（UT）	全組合せテストを行う。 関数の重要度に合わせて、適正な網羅率のテストを行う。	全組合せ網羅テスト項目を生成。 網羅率を考慮したテスト項目を生成。
設計検証（CT）	対象機能のパラメータと初期条件を網羅的に扱ったテストを行う。 サブシステム内の組合せ網羅とサブ機能間の組合せテストを行う	2因子あるいは3因子網羅保証したテスト項目を生成。 サブシステム単位に網羅保証したテスト項目を生成
設計検証（ST）	複数機能と、ユーザの操作手順やタイミングや使用環境の組合せを網羅的に扱ったテストを行う。	重要機能間の2、3因子網羅保証。 テスト回数が膨らまず因子間のバランスがよいテスト項目を生成。
受け入れテスト	不良率を求めるためのランダムテストを行う。 全体の品質レベルを把握するテストを行う。	ランダムな組合せテスト項目を生成。 多くの因子がバランスよく出現するテスト項目を生成。
スモークテスト	システム全体を対象として重要な機能とその組合せによる不具合がないことをテストする	テスト回数を抑えた重要因子間の組合せテスト項目を生成

ツールの利用ケースと機能要件 16

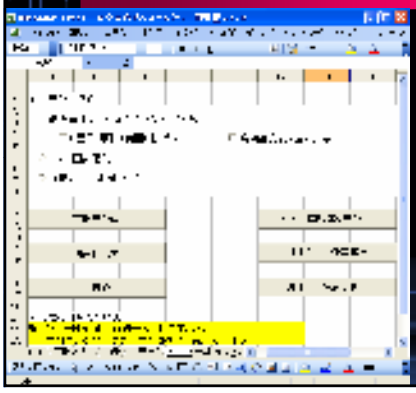
品質保証部門（ＱＡ）の利用ケースと機能要件

	利用ケース	機能要件
探針	不良率を求めるためのランダムテスト項目を生成する 不良の先取りをするための効果的なテスト項目を生成する。	全組合せテスト項目からランダムに抽出 全因子の組合せ網羅率がバランスしたテスト項目を生成
QAテスト	ユーザの使用環境を含めた複数機能間の相互作用による不具合を検出するためのテスト項目を生成する。	機能因子の2因子、3因子網羅率100％保証 テスト回数が膨らまず因子間のバランスがよい
変更点テスト	直交表により変更点とその影響範囲を含めたテスト項目を生成する	因子間の網羅率100％を保証するテスト項目を生成
回帰テスト	直交表により変更点の影響範囲を中心としながらも、システム全体を対象として広範にテスト項目を生成する	テスト回数を抑えて多くの因子を含めたテスト項目を生成 指定因子の網羅率を向上させたテスト項目を生成

ツール生成機能の要件 17

- 全組合せ網羅保証
- ランダム組合せ（全組合せ網羅率指定）
- 2因子網羅保証、3因子網羅保証
- 指定因子の2因子、3因子網羅保証
- テスト回数優先
- 指定因子間の網羅保証
- 因子グループ（サブシステム）単位の網羅保証

ツールのメニュー画面 18



禁則表作成
禁則の条件を入力する

期待値入力
期待値の条件を入力する

直交表作成
直交表を作成する

網羅率の計算
- ●2因子間総当り表作成
- ●2因子間網羅率計算
- ●3因子間網羅率計算

直交表作成条件
- ●網羅率保証モード
- ●テスト回数優先モード
- ●部分網羅モード

網羅率保証モード（オプションなし） 19

通常（オプション選択なし）

2因子網羅率100％保証し、
指定した優先順位で、可能な限り3因子網羅率100％に配置した
テスト項目を生成

3因子網羅率100％保証範囲：機能1、機能2、機能3、機能4、機能5、機能6、機能7、機能8

網羅率保証モード（オプション選択） 20

3因子網羅率の範囲を広げる（オプション選択）

指定した優先順位で、
3因子網羅率100％の範囲を広げた
テスト項目を生成

優先順位の指定対象外のテスト1を除いてすべての因子が3因子網羅率100％保証範囲

テスト回数優先モード 21

テスト回数最小

テスト回数を最大の水準数にした
テスト項目を生成

2因子間　網羅率= 74.71 %
3因子間　網羅率= 47.67 %

指定因子間網羅モード 22

因子グループを指定すると、

グループ毎に2因子網羅保証した
テスト項目を生成

上記3つの機能グループで2因子網羅率100％を保証
○：機能1、機能2、機能3、機能4
△：機能5、機能6、機能7
□：テスト1、機能9

サポートの観点 23

- 有則と無則テスト
  - 要求仕様から抽出した『有則の組合せ』と直交表により抽出した『無則のテスト項目』を融合したテスト項目を生成する
  - 双方の識別表示と融合、追加機能
- 仕様変更時の追加テスト
  - 仕様変更前と、仕様変更後のテスト項目比較し、追加生成する
  - 追加因子、変更因子の指定とテスト項目の識別表示
- その他
  - テスト工数の算出
  - GUIの最適化

まとめ 24

- 直交表を用いた組合せテスト項目の自動生成ツールを開発した
- 利用ケース分析を行い以下のケースを抽出
  - 設計検証（UT）、設計検証（CT）、設計検証（ST）、受け入れテスト、スモークテスト
  - 探針、QAテスト、変更点テスト、回帰テスト
- ツールの生成機能の要件を明確化
  - 全組合せ網羅保証、ランダム組合せ
  - 2因子3因子100％網羅、指定因子網羅保証モード
  - テスト回数優先モード、因子グループ間網羅モード
- 今後の課題
  - サポート機能の充実化＝有則テストとの融合、生成したテスト項目のバージョン管理およびGUIの改良など