

# 併合したCコンパイラ用テストスイートにおける エラープログラムの同定

Error Identification in Merged Test Programs for C Compiler

福本貴之  
Takayuki Fukumoto

石浦菜岐佐  
Nagisa Ishiura

関西学院大学理工学部  
School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University

## 1 はじめに

コンパイラのテストスイートには数千から数十万のテストプログラムが含まれ、これらのコンパイルと実行には長大な時間を要する。森本ら [1] は複数のテストプログラムを併合することによりテストの実行を高速化する手法を提案しているが、併合後のテストプログラムでエラーが検出された場合に、それが元のどのテストプログラムのエラーによるものかを知ることはできなかった。そこで本稿では、エラープログラムを同定可能なテストプログラム併手法を提案する。

## 2 テストプログラムの併合

コンパイラの開発では、不具合の修正が他に影響を及ぼさないことを確認するために、テストスイートによるテストを繰り返し実行する必要がある。森本らは、図1(a)のようなテストプログラムを (b) のように併合することによりテストを高速化する手法を提案している [1]。しかし、併合後のプログラムではエラーの有無の判定しかできない。コンパイラの開発段階では多くのテストプログラムがエラーとなり、その数を減らすことを指標に開発を進めるため、エラーとなったプログラムのリストの作成やその数の計数が必要になる。

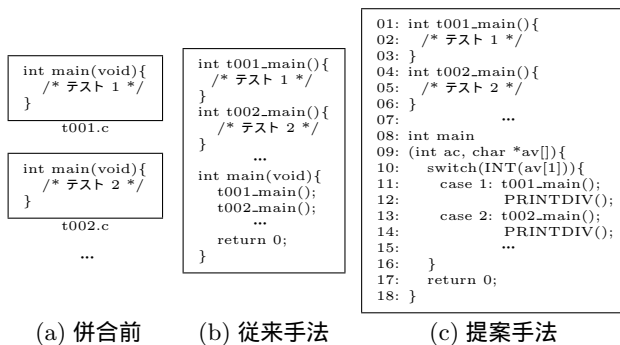


図1 テストプログラムの併合

## 3 エラープログラムの同定を可能にする併手法

本稿では、併合後もエラープログラムを同定可能とする手法を提案する。テストプログラムのエラーには、1) コンパイルエラー、2) 出力と期待値の不一致、3) 例外発生や制限時間による実行の打ち切りがあるが、本手法では2), 3) のみを扱う。期待値の照合に関しては、併合前の各プログラムの出力が同定できればよいが、これは元の各プログラムに対応する部分を実行する毎に区切り記号を出力することにより実現できる。実行の打ち切りの場合、

区切り記号により元のどのプログラムが打ち切られたかを同定できるが、次のプログラムに対応する部分から実行を再開しなければならない。これは、実行再開箇所を併合後のプログラムに対してコマンドライン引数で与えることにより実現する。提案手法による併合後のプログラムを図1(c)に示す。10行目のswitch文(INTは整数化関数)により引数で指定された部分から実行を再開できる。PRINTDIVは区切り記号を出力する関数である。

## 4 実装と評価

提案手法をPerl 5.10で実装し、testgenテストスイート [2] に適用した。実装及び実験はUbuntu Linux, Intel Core2 Duo 1.20GHz, メモリ3GBの下で行い、約9,000のプログラムを117ファイルに併合した。併合に要した時間は230.4秒である。x86用GCC 4.5.1に対するテスト(全てパスする)の結果を表1に示す。「実験条件」の「NG $r$ %」は $r$ %のプログラムで期待値不一致のエラーが起こるようにした場合、「SF $r$ %」は $r$ %のプログラムをsegmentation faultが起こるもの書き換えた場合である。「全てパス」の場合に本手法は従来手法より約8.7%遅くなるが、期待値不一致によるエラーが増えても性能は低下しない。プログラムの打ち切りが起きると、その回数に比例したオーバーヘッドが発生するが、SF40%の場合でも併合前に比べれば約8.4倍高速である。

表1 実行時間の比較(単位は[秒])

実験条件	併合なし	従来手法	本手法
全てパス	920.8	77.1	84.5
NG20%	952.2	N/A	84.1
NG40%	957.7	N/A	84.1
SF20%	969.4	N/A	100.9
SF40%	973.2	N/A	115.5

## 5 むすび

本稿では、テストプログラムの併合後も併合前のエラープログラムを同定できる手法を提案した。本手法を実装したtestgen2はGPL2で公開予定である。

## 参考文献

- [1] 森本, 石浦, 内山, 引地: “プログラム併合によるコンパイラのリグレッションテストの高速化,” 信学技報, VLD2010-94 (Jan. 2011).
- [2] 内山, 引地, 石浦, 永松: “Cコンパイラ用テストスイートおよびその生成ツールtestgen,” 信学技報, VLD2006-95 (Jan. 2007).