

## 研究課題別研究評価

1. 研究課題名：開かれた環境における実行時プログラム変換

2. 研究者名：浅井 健一

3. 研究のねらい

プログラムの実行環境があらかじめわかっておらず、動的に変化するような環境（開かれた環境）において、プログラムの効率化（プログラム変換）を、実行環境がわかった時点で動的（実行時）に行うにはどうすれば良いのかを研究する。

4. 研究結果及び自己評価

### 研究結果

- (1) 従来の offline の部分評価手法を拡張し「効率的に部分評価が可能」という性質を損なうことなく部分評価能力を向上した。 具体的には、部分評価が「可能」と「不可能」という2種類の分類に加えて、「可能だがしなくても良い」という第3の分類を加えることで、不必要に部分評価不可能と判定されるケースを減らすことに成功した。（1年目）
- (2) offline の部分評価を拡張するというアプローチでは、開かれた環境における部分評価を十分に行うのは難しいことを確認した。具体的には、開かれた環境のような一般的な場合には、その解析の複雑度がプログラム自体を実行するのと同じになってしまうことがわかった。（2年目）
- (3) online の部分評価器をインタプリタ環境に融合し、動的に変化する環境におけるその場での部分評価を実現した。 その際、重要だった点は、副作用の影響、特に部分評価後の副作用が部分評価結果を無効にしてしまう可能性があること、および、ヒープデータの複製を避けるため部分評価結果に直接、ヒープへのポインタを許すようにしたことこの2点である。（3年目）
- (4) 応用プログラムとしてレイトレーシングのプログラムを実装し、実行時に部分評価することで約10%から2倍程度の速度向上が得られることを確認した。（3年目）

### 自己評価

- (1) 1年目の成果はそれまでやってきていた研究の延長で、ある程度、予想のつくものであった。しかし、ここでの経験がその後の研究をする上で役に立っているので、意味はあったと思っている。
- (2) 2年目の成果は結果が否定的なものであったため、そのままでは成果とは言いにくいものとなった。ここでの経験自体は将来、生かせるだろうと思うものの、技術的に直接つながる形で生かすのは難しいと思っている。現段階ではまだ、可能なアプローチの候補が思いつくようになった、という程度である。
- (3) 3年目の成果は、得られた知見は簡潔なものであったが、これなくしてはその先に進むのが難しいため、きちんと述べられたことは意味があったと思っている。また、できあがったシステムは、いくつかの注意点があるものの、わかりやすいものになっており、今後、コンパイラの強力な最適化などに役に立っていくだろうという見通しを持っている。また、逆にいろいろな

課題も新たに見えるようになってきており、さらに今後、研究を進めていきたいと思っている。

- (4) 当初、目標にした自己反映言語のコンパイルには3年間では到達しなかった。しかし、核になる部分は3年間の研究でほぼできあがっており、ひとつ残っていた技術的課題も解決する見通しで、遠くない将来、実現するだろうと思っている。
- (5) 総じて、画期的にうまく研究が進んだ、とは思わないが、最低限のところはクリアし、ここでの研究をもとに、この先の道がいくつも見えるようになってきた。自分に投資し、この先の足掛かりを築いた、という意味では有意義な3年間だったと思う。

#### 5. 領域総括の見解

インターネットの普及につれて、データばかりでなくプログラム自体もインターネット上を移動して実行させるようになってきている。プログラムが実行される場所は実行環境が異なることが当然考えられ、違った環境下でいかにプログラムを効率化すべきかについて部分評価という手法を駆使して地道に研究を重ねて成果を得たことは評価できる。

#### 6. 主な論文等

- (1) Kenichi Asai "Binding-Time Analysis for Both Static and Dynamic Expressions," Static Analysis (LNCS 1694), pp. 117-133 (September 1999).
- (2) 浅井 健一 「静的かつ動的な式を許すような部分評価器のための束縛時解析」コンピュータソフトウェア, Vol. 17, No. 3, pp. 20-37 (May 2000).
- (3) \* Kenichi Asai "Integrating Partial Evaluators into Interpreters," Semantics, Applications, and Implementation of Program Generation (LNCS 2196), pp. 126-145 (September 2001).
- (4) \* Kenichi Asai "Binding-Time Analysis for Both Static and Dynamic Expressions," New Generation Computing, Vol. 20, No. 1, pp. 27 51 (January 2002).