



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

組込み装置向きプログラミング言語EBIFRY

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 大山, 博司 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1905

氏名（本籍）	大山 博 司（岐阜県）
学位の種類	博士（工学）
学位記号番号	甲 第 184 号
学位授与年月日	平成14年 9月11日
専攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	組込み装置向きプログラミング言語EBIFRY (A Language for Embedded Instruments in the Factory, EBIFRY)
学位論文審査委員	(主査) 教授 後 藤 宗 弘 (副査) 教授 池 田 尚 志 教授 田 中 嘉 津 夫 助教授 直 井 徹

論文内容の要旨

申請者は、組込み装置向けのプログラミング言語 EBIFRY を設計し、その処理系と付随するライブラリおよびツール群を開発した。提出された論文はこれらについてその詳細を報告したものである。

まず、申請者は研究の背景として次の点を指摘している。近年、コンピュータを組み込んだ装置が広く普及しつつあるなかで、組込み装置をプログラミングするための言語に対する関心が高まっている。従来、組込み装置のプログラミングにはC言語やアセンブリ言語が主として使われてきたが、これらの言語で高品質のプログラムを開発するためにはプログラムの高度の熟練が要求され、そしてその開発効率は低い。また、最近、汎用プログラミング言語として主流となっているC++言語やJava言語は、基本的にオブジェクトをヒープメモリ上に動的に生成する言語仕様であるため、組込み装置のプログラミングには必ずしも適さない。これは、オブジェクトの動的生成によって消費されるメモリをあらかじめ見積もることが一般に困難なためである。すなわち、組込み装置にとってメモリ不足が発生することは致命的なエラーであって、装置によっては人身事故を招きかねない危険性がある。

申請者は EBIFRY 言語を設計するにあたり、それがスクリプト言語のような簡便さを備え、かつ、プログラムの技術レベルによらず高品質のプログラムが作成できることを目標とした。そして、上述のメモリ管理の問題を踏まえ、EBIFRY 言語ではオブジェクトの生成が原則的に静的に行われるものとし、かつ、(少数の)動的に生成されたオブジェクト(例えば、文字列オブジェクト)の寿命管理は自動化するものとした。

より詳細には、EBIFRY 言語は次のような特徴を備えている。

- ・文法に関するもの
 - (1) 強く型付けする。

- (2) 静的オブジェクト生成を基本とするようなプログラミングに適する構文とする。
 - (3) 静的オブジェクトと動的オブジェクトは構文上区別なく扱える。
 - (4) 静的オブジェクトと動的オブジェクトの表現可能なデータが一致している。
 - (5) オブジェクトのメソッドを変更する、いわゆる特異メソッドを設ける。
 - (6) マルチプロセッサ環境に対応するためリモート呼出し機構を設ける。
 - (7) 日本語的な記述を許しプログラムのドキュメント性を高める。
 - (8) 階層構造を意識したプログラミングを義務付ける（階層化制約）。
- ・ 実装に関するもの
 - (9) 配列添数の誤りや null オブジェクトの参照の検出など実行時保護機構を設ける。
 - (10) 動的オブジェクトの寿命管理を自動化する。
 - (11) 寿命管理は参照カウント方式とし、複数のヒープを設ける。
 - (12) コンパイラ方式とし、名前に関する実行時情報を持たない。
 - (13) リアルタイム OS のマルチタスク環境で動作できる。

これらの特徴のうち、(2)が、前述した実行時のメモリ不足の回避という設計目標を端的に示すものであり、またそのために(3)、(4)、(11)のような工夫がなされている。特に、(11)において、リアルタイム処理の応答性を考慮して動的オブジェクトの寿命管理（ガーベッジ・コレクション）を参照カウント方式とした点、およびヒープメモリ領域を複数設けて用途により使い分けることを可能とした点において、EBIFRY 言語の独創性は高い。

また、(3)、(4)、(5)、(7)、(8)、(10)の特徴は、申請者のもうひとつの設計目標である、スクリプト言語のようなプログラミングの容易さを EBIFRY 言語に備えるものである。

申請者は、EBIFRY 言語を用いた比較的大きなアプリケーションとして、ET (GUI 構築ツールキット)、EBITOR (画面編集ツール)を開発し、これを利用することでグラフィカルなインターフェイスが極めて短いプログラムで実現できることを示した。また、これらを利用して、申請者の所属する企業の製品である OSP-E100 型数値制御装置のユーザーインターフェイスを作成した。その上で、OSP-E100 型数値制御装置のメモリ消費量を測定して、上述したメモリ消費量の見積もりの容易さを実際に示し、メモリ管理に関する EBIFRY 言語の設計が成功していることを明らかにしている。また、OSP-E100 型数値制御装置ユーザーインターフェイス部の開発に際してメモリ管理関連の不具合数を調査し、これが非常に少ないこと、すなわち、EBIFRY 言語のプログラミングの容易さを示している。これらのことから、組込み装置のプログラミングに対する EBIFRY 言語の有用性が示されている。

以上により、本論文で提示された、組込み装置向けプログラミング言語 EBIFRY は、その仕様においてきわめて独創的であり、またその有用性も高いものと結論付けられる。

論文審査結果の要旨

申請者は、組込み装置向けのプログラミング言語 EBIFRY を設計し、その処理系を開発した。提出された論文はその詳細を報告したものである。

まず、申請者は研究の背景として次の点を指摘している。従来、組込み装置のプログラミングには C 言語やアセンブリ言語が主に使われてきたが、これらの言語で高品質のプログラムを開発するにはプログラマの熟練が要求される。また、汎用プログラミング言語として主流となっている C++ や Java は、オブジェクトを動的に生成する言語仕様であるため、組込み装置のプログラミングには必ずしも適さない。これは、オブジェクトの動的生成によって消費されるメモリを事前に見積もることが困難なためである。すなわち、組込み装置においてメモリ不足が発生することは致命的なエラーであり、装置によっては人身事故を招く可能性がある。

申請者は EBIFRY 言語を設計するにあたり、それがスクリプト言語のような簡便さを備え、かつ、プログラマの技術レベルによらず高品質のプログラムが作成できることを目標とした。そして、上述のメモリ管理の問題を踏まえ、EBIFRY 言語ではオブジェクトの生成が原則的に静的に行われるものとし、かつ、動的に生成されたオブジェクトの寿命管理は自動化するものとした。より詳細には、EBIFRY 言語は次のような特徴を備えている。

・文法に関するもの

- (1) 強く型付けする。
- (2) 静的オブジェクト生成を基本とするようなプログラミングに適する構文とする。
- (3) 静的オブジェクトと動的オブジェクトは構文上区別なく扱える。
- (4) 静的オブジェクトと動的オブジェクトの表現可能なデータが一致している。
- (5) オブジェクトのメソッドを変更する、いわゆる特異メソッドを設ける。
- (6) マルチプロセッサ環境に対応するためリモート呼出し機構を設ける。
- (7) 日本語的な記述を許しプログラムのドキュメント性を高める。
- (8) 階層構造を意識したプログラミングを義務付ける（階層化制約）。

・実装に関するもの

- (9) 配列添数の誤りや null オブジェクトの参照の検出など実行時保護機構を設ける。
- (10) 動的オブジェクトの寿命管理を自動化する。
- (11) 寿命管理は参照カウント方式とし、複数のヒープを設ける。
- (12) コンパイラ方式とし、名前に関する実行時情報を持たない。
- (13) リアルタイム OS のマルチタスク環境で動作できる。

これらの特徴は、その多くが他の言語には見られない独創性をもつ。

申請者は、EBIFRY 言語を用いた大きなアプリケーションとして、OSP-E100 型数値制御装置のユーザーインターフェース部を実際に開発した。その上で、この数値制御装置のメモリ消費量を測定し、メモリ消費量の見積もりの容易さを示している。また、この数値制御装置の開発に際してメモリ関連の不具合数を調査し、それが非常に少なかったこと、すなわち、EBIFRY 言語によるプログラミングの簡便さを示している。

以上により、本論文において報告された、組込み装置向けプログラミング言語 EBIFRY は、その仕様において独創性・新規性に富み、またその有用性も高いと考えられる。また、本論文の主たる内容は、査読つき論文で公表されている。以上から、本論文が学位論文にふさわしいものと認める。

最終試験結果の要旨

公聴会終了後に口頭試問を行い、これを最終試験に代えて、その結果を合格とする。