

組み込み機器向け軽量コンパイラの開発 — 小型マイコンの手軽なプログラミング環境 —

1. 背景

近年、ローエンドと位置付けられる8ビット少メモリの組み込みマイコンにおいても、大幅な高機能化、高速化、低価格化が進んでいる。強力なRISCコアや自己書き換え可能なフラッシュメモリの搭載、低消費電力化なども一般化しつつある。こうしたマイコンのファームウェア開発は、メーカーごとの統合環境を用いてCやアセンブラでプログラムを作成し、専用の書き込み器を用いながらデバッグするものとなるが、

1) OSのない環境、メモリ配置、割り込み制御、メーカーごとに異なる開発環境など、独特の開発スタイルの習得が必要。

2) ローエンドマイコンのアーキテクチャには物理的な制約から高級言語と整合が難しいものがあり、またハードウェアを意識したコーディングを要する部分も多い。

といった問題があり、入門者のみならず、プロにとっても組み込み開発の障壁となっている。

2. 目的

本開発では、煩雑なCPUアーキテクチャの理解や専用の開発環境の習熟を要しない開発方式として、組み込みマイコン自体に軽量の言語環境を実装したスクリプト制御技術を提案する。業務用途での迅速な開発を可能にするとともに、趣味のマイコン製作を手軽に楽しむ手段を提供することで、マイコン応用の裾野を広げる効果を狙う。

搭載メモリがRAM512バイト、ROM4～6Kバイト程度の小規模なマイコン上でコンパイル可能かつ実用的なプログラミング言語環境を整備し、シリアル通信で直接ソースコードを送り込み実行するスクリプト制御を実現する。迅速な開発や動的な機能入れ替え、長期的な保守を容易にするとともに、小学生からシルバー世代までが手軽にマイコン応用システムを製作できる環境の構築を目指す。

3. 開発の内容

家電製品などには、コンピュータとしての機能をひとつのチップに詰め込んだ安価なマイクロコントローラが使われている。このマイクロコントローラ自身に、テキスト表記されたプログラムを解釈実行するしくみを内蔵させて、手軽に扱えるようにする技術を開発した。

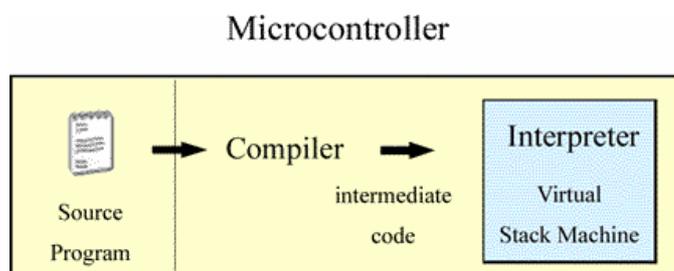


図1 マイクロコントローラへのコンパイラ組み込み

(1) 多品種のマイクロコントローラへ移植

PIC16F88, R8C/Tiny, PIC12F683 および ATmega88 に実装した。R8C/Tiny と ATmega88 には後に割込み機構を追加した。辞書検索処理をアセンブラ記述して高速化し、ホストPCとの通信速度を 4800bps に引き上げた。また、漢字コード(Shift-JIS)処理も追加するなどして簡易な日本語プログラミングに対応した。試みに 32bit 汎用マイクロコントローラ M32R にも 32bit 版を実装し動作を確認した。

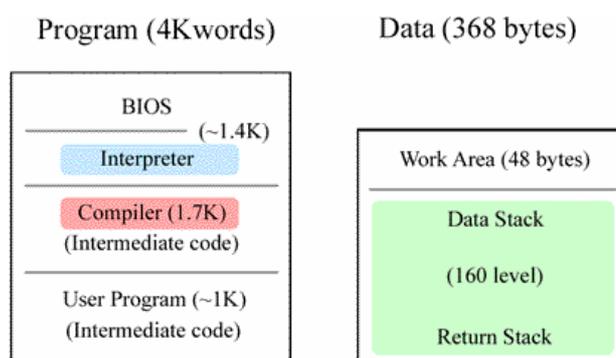


図2 マイクロコントローラのメモリ配置例(PIC16F88)

(2) 分散制御やデバッグ支援のための拡張

応用例として、分散マルチプロセッサシステムの制御に差分プログラミング配信する拡張を行った。また、コンパイル時に、スタックの増減をトレースし、制御構造のなかで整合がとれないところを検出するしくみを実装した。

(3) 評価基板を多数製作し、モニター配布した。モニターからのコメントをもとに実装を安定化させ、改良した。

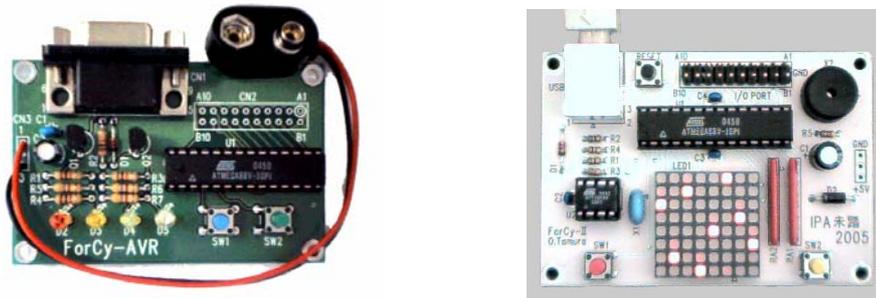


図3 製作した評価基板(左1号, 右2号)

4. 従来の技術(または機能)との相違

マイクロコントローラにコンパイラごと組み込む例としては、BASIC-52が20年以上の実績があるが、これは8051系CPUにのみ対応し、実装サイズがやや大きく外部メモリを要する難点がある。他に、実験的なものとしては、H8用のBASICが発表されている。本開発で実現した組み込みコンパイル技術は、

- ◎フラッシュメモリへの自己プログラミング機能を積極的に利用しつつシリアル通信中の1パス・コンパイルを実現したこと
- ◎言語仕様を縮小するとともにコンパイラ自身を中間コード化して軽量化し、ROM4~6KB, RAM 512バイト程度で実装できること
- ◎実装が軽量でありながらC言語と同等の制御構文を持つこと
- ◎プログラムと中間コードの対応が明瞭で検証容易な処理構造であること
- ◎複数メーカー、複数品種のマイクロコントローラに実装実績があること
- ◎評価基板として大量配布可能なレベルにまで実装が安定していること(ATmega88)などにおいて優位性がある。

5. 期待される効果

ロボット製作やマイコン応用に興味はあっても手を出せずにいた幅広い層が手軽に組み込みプログラミングを楽しめるようになる。

教育現場でのマイコン制御の教材として使うことで、開発環境の構築と習得の負荷を軽減し、カリキュラムを組み易くなる。

多品種少量生産の開発現場で活用すれば、開発期間やコスト制約が厳しいなかでカスタム品の迅速な開発に応用できる。

長期的な保守が必要な設備に適用すれば、開発環境が内蔵されるため数十年後の改修も可能となる。

6. 普及(または活用)の見通し

個人のマイコン応用製作での利用を通じて、高校生など取り組む方が出始めている。専門誌などを通じて公知に努めていく。

情報教育の現場で教材として。中学～大学、専門学校でのマイコン制御の授業に採用されることで普及を早める。授業に利用できるか検討している大学教員がおられるので積極的に協力していく。マイコン制御に関連する技術過程、実験や課外活動を行う全国の学校や、企業の社員研修などでの活用例を蓄積する。

開発現場での利用には、個人レベル、あるいは教育現場などでの実績を時間をかけて積み重ねる必要があり、導入には時間を要すると予想される。

7. 開発者名(所属)

田村 修(有限会社リカージョン 取締役)

(参考)開発者URL

<http://www.recursion.jp/mitou17/>