

世界はオブジェクトの海に浮かぶ

.NET Framework
で楽しむ
オブジェクト指向

第14回

Brainfuck インタープリタを作ろう!

επιστημη
えびすてーめー

今月のワタクシ

ここんどこ毎月アキバでなんか買っています。先日ごそごと買い込んできたのはリムーバブルなHDケース。マザーボードから伸びたIDEフラットケーブルが2本、それぞれ2台のIDEドライブが繋がるので全部で4台になります。ひとつはシステムHD、ひとつは光学ドライブ (DVD)。システムと作業用とは分けておきたいので80GBのHDを買い足しました。

これで空いたIDEソケットは残るひとつとなりました。んでもってガラクタの詰まった段ボールを引っ掻き回し

たところポンコツHDが3つほど転がり出てきました。こいつらを有効活用してあげようとリムーバブルHDケースを用意したという次第。

システムドライブ (C:) を差し替えることができるようになり、Windows Vistaのβ版やらLinux (Fedora Core 5) やら、とっかえひっかえして遊んでいます。これでもHDが余るので、むき出しのHDのコネクタに挿す電源付きのUSBアダプタを衝動買い、USBだから速度は期待できんのですが古いHDなのでIDEに繋いでも大差なさそう。実験用に重宝しています。

買い出しに出掛けたその日は丁度アキバでマイクロソフト主催のカン

ファレンス「The Student Day」が開催されていました。事前登録の必要な学生さん対象のカンファレンスだったのですが、受付でゴネて乱入しました (MVPのタグを持ってよかった)。ImagineCupの最終選考が行なわれ、日本代表はインドでの世界大会に出場、がんばれニッポン。

若い連中の元気を少しばかり分けてもらおうと、僕はマイクロソフトの学生さん応援サイト「theSpoke」 (<http://thespoke.net/>) をいつも覗いています。そのフォーラム (掲示板) のひとつで「適当なお題を出し、それを各自の得意な言語で実装/お披露目しよう」というお遊びがありました。そのお題のひとつが今回のネタ「Brainfuck」です。

レベル >>> Level

1 2 3 4 5

言語 >>> Language

■ C#

ツール >>> Tool

■ Visual Studio 2005 Professional

サンプル >>> Sample

この記事で取り上げたソースコードおよびサンプルプログラムは、<http://www.shoeisha.com/mag/windev/> からダウンロード可能です。

チューリングマシンとBrainfuck

チューリングマシンをご存知ですか? これこそ現在考え得る最高性

能のコンピュータ（の設計図）です。どれくらい高性能かという、チューリングマシンはいまだに誰も作れていないし、これからも誰一人作れはしないでしょう、そのくらい高性能。

チューリングマシンは1936年、イギリスの数学者アラン・チューリングが考案した計算機です。

チューリングマシンは「テープ」「テープに読み書きを行なうヘッド」「内部状態を記憶するメモリ」の3つで構成されており、テープから読み出した情報と内部状態の組み合わせに従って、

- ・ヘッドを右か左にひとつ動かす
- ・ヘッド位置からテープに書かれた情報を読む
- ・ヘッド位置に情報を書く
- ・内部状態を変える

のどれかを行ないます。たったこれだけの計算機ですが70年経った今に至っても実現されていません。その理由は「無限の長さのテープ」が必要なこと（絶対ムリ）。まさに夢の計算機なのです。チューリングは解法が存在する命題（要するに“アルゴリズム”）のすべてをこの仮想機械を使って実行できることを数学的に証明しちやいました。てことは、世の中に存在するあらゆるプログラムはチューリングマシンで実行可能ってことです。PentiumだろがPowerPCだろが、それらを完全に模倣するチューリングマシンが存在するわけ。

さらにチューリングは、チューリングマシンで解けない命題が存在することも証明しました。その代表例が「あるプログラムが有限時間で停止するか否かを調べるプログラム」です。

たとえば「プログラムを食わずと、その中にバグがあるなら赤ランプ、バグがないなら青ランプを点灯して停止する」プログラムを書いたとします。そのプログラムに自分自身を食わずとどうなるでしょう。青ランプが点いたらバグがないと言えますか？ 赤ランプがついたら？ いつまで経っても延々と動き続けるかもしれませんね。つまり、「真のデバッガ=完全自動バグ抜きプログラム」はチューリングマシンでは作れません。チュー

リングマシンで作れないということは、どんな計算機でも作れないことを意味します。だからご安心ください、プログラマが職を失うことは永遠にありません。

チューリングマシンは計算機の振る舞いを徹底的に簡略化した結果の、ある意味「理想的計算機」です。これと同様、プログラム言語についてもその命令を徹底的に簡略化することを考えてみましょう。たとえば関数（サブルーチン）もマクロも要りません。すべてその場に展開すればいいから。intとかcharといった「型」もひとつで十分。条件判断は“0か否か”があればいい。条件分岐はif文ひとつあればswitch/forなどは要らない……こうやってできた言語、それがBrainfuckです。

Brainfuckの8つの命令

Brainfuckが使用するデータ領域はチューリングマシンと同じく“テープ”です。テープ上のひとコマには0~255の数値が入ります（初期値はすべて0）。Brainfuckの命令語はわずか8種。

- + （ヘッド位置にある値を+1する）
- （ヘッド位置にある値を-1する）
- > （ヘッドをひとつ進める）
- < （ヘッドをひとつ戻す）
- . （ヘッド位置にある値をASCIIコードでプリント）
- , （キーボードから一文字入力しヘッド位置に書く）
- [（ヘッド位置の値が0なら対応する“]”の次へ）
-] （ヘッド位置の値が非0なら対応する“[”の次へ）

たとえばテープ上の「ヘッド位置に3をセットする」には、「+1を3回」行なえばいいので、

```
+++
```

です。現在の値に関わらず「3をセットする」なら「0にしたあと+++」です。「0にする」には「非0である間-1を繰り返す」こととなります。したがってBrainfuckコ