

DNCLのオンラインプログラミング学習環境「どんくり」の開発

本多佑希[†] 兼宗進[†][†]大阪電気通信大学

1 はじめに

小学校でのプログラミング必修化をはじめ、プログラミング教育の重要性が高まっている。大学入試センターが実施する大学入試共通テストでもプログラミングに関する問題の出題も検討されている。

本研究では、大学入試センター試験の情報関係基礎で20年近く問題の題材となるアルゴリズムの記述に用いられてきた仮想言語「DNCL」(大学入試センターラングージ)に着目し、オンラインで動作する言語処理系「どんくり」を開発した。

2 DNCL

2.1 概要

DNCLはセンター試験の問題で出題されるアルゴリズムを記述するために考案された仮想言語である。仕様や構文がシンプルであり、C言語などを理解している生徒はプログラムを読むように設計されている[1]。

DNCLは動的型付け言語であり、変数には型がない。文字列や数値の他、複数の値を扱う型として配列も存在し、これらの型の値は同一の変数に代入することが可能である。配列のインデックスが1から始まることや、要素の初期値を指定する構文が用意されていることは特徴である。配列や関数は問題の本文などで定義される。また、C言語のprintfのような表示用の関数やインクリメントやデクリメントの演算も言語の構文として提供されている。

制御構造としては、while, for, ifに相当する構文が用意されている。変数の有効範囲(スコープ)の規定はなく、過去の問題では制御構文中の変数を外部から参照していた例がある。

プログラムの例として、バブルソートの記述例を図1に示す。

```

1 // Values[30] は要素が代入された配列である
2 i を 1 から length-1 まで 1 ずつ増やしなが、
3   j を length から i+1 まで 1 ずつ減らしなが、
4     もし Values[j]<Values[j-1] ならば
5       tmp ← Values[j]
6       Values[j] ← Values[j-1]
7       Values[j-1] ← tmp
8     を実行する
9   を繰り返す
10 を繰り返す
11 Values を表示する

```

図 1: バブルソートの記述例

2.2 DNCLの関連研究

DNCLの処理系としてはPEN[2]が知られている。PENでは変数の型宣言や、グラフィックス等の関数を提供する言語の拡張(xDNCL)を行っている。学習を補助するために、構文の定型的な入力を補助するボタンや、プログラムのステップ実行などが提供されている。

WaPEN[3]はWebブラウザで動作する。テキストでのプログラミングに加え、フローチャートでプログラムを記述することが可能である。

3 どんくりの概要

3.1 Webブラウザ上での動作の実現

どんくりはWebブラウザでDNCLを学習するために、DNCLをJavaScriptに変換(トランスパイル)して実行する。トランスパイラもJavaScriptで実現しているため、サーバとの通信をせず、ローカルのWebブラウザ内のみでプログラムの変換や実行が可能である。

3.2 統合開発環境 (IDE)

どんくりでは、統合開発環境(IDE)を提供している。このIDEは、Webブラウザでアクセスすることで使用することができる。図2にIDEの画面を示す。

3.3 汎用的なライブラリの整備

どんくりでは、「sin」や「cos」、「切り捨て」や「四捨五入」などの数学関数の他、「入れる」や「取り出す」、「入れ替える」などの配列操作関数をライブラリとして提供している。

Donculi : A online programming environment of DNCL

Yuki HONDA[†], Susumu KANEMUNE[†][†]Osaka Electro-Communication University
432-8011, Neyagawa, Japan

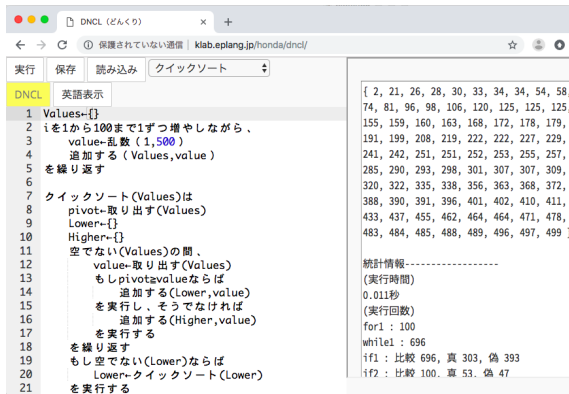


図 2: どんくりで提供している IDE

4 アルゴリズム記述用の拡張

4.1 配列操作関数

3.3章で述べたように、どんくりでは配列操作関数を独自のライブラリとして提供している。これにより、バブルソートの値を変数の値を入れ替える操作や、挿入ソートの配列に要素を挿入する操作など、重要ではない部分での躓きを軽減できることを期待している。

4.2 実行中の変数の状態を確認

「確認 (英語名では dump)」は、定義されている変数を一覧で見ることが出来る関数である。この関数により、クイックソートのピボットを基準に大小のデータで分けられていく様子や、二分探索で探索する対象がどう変化するかなど、イメージが難しいアルゴリズム中のデータの変化を可視化することができる。

4.3 プロファイル関数

アルゴリズムの学習などに使うために、実行時の統計情報 (プロファイル情報) を表示する機能を用意した。プログラム中で「性能を確認する」を記述することにより、プログラム全体での統計情報を確認することができる。また、「クイックソート (Values) の性能を確認する」のように記述することで、関数内の統計情報を確認することもできる。この機能では、次の情報を確認することができる。

- 実行時間 (msec)
- 繰り返しの実行回数
- 条件分岐の比較回数/真の回数/偽の回数
- 各関数の呼び出し回数

この機能を用いて、選択ソートとクイックソートでデータの比較回数がどう変わるのかや、クイックソートでランダムな値が入ったデータや整列された値が入ったデータを対象にした場合にどう比較回数が変わるの

```

1 function bubble_sort(Values,n){
2   for( i=1 ; i<=n-1 ; i+=1 ){
3     for( j=n ; j>=i+1 ; j-=1 ){
4       if(Values[j]<Values[j-1]){
5         swap(Values,j,j-1);
6       }
7     }
8   }
9   return Values;
10 }

```

図 3: 英語表示に変換したバブルソートのプログラム

か、データの件数が増えたら比較回数の増える幅がどう変わるのかなどを観察することによって、計算量の概念の理解に繋がられるのではないかと考えている。

4.4 英語表示

独自の拡張として、今回開発した IDE では、DNCL と英語表示を相互に変換する機能を実装した。英語表示では、画面に表示されている DNCL のプログラムを、C 言語系の構文で表現する。英語表示されたプログラムも編集や実行が可能であり、編集したプログラムを再度 DNCL に変換することも可能である。図 3 に、英語表示に変換した線形探索プログラムの例を示す。

5 おわりに

DNCL の実行環境「どんくり」の開発を行った。どんくりでは DNCL を JavaScript に変換して実行することで、Web ブラウザ上で動作させることが可能である。公式の仕様に準拠している他、アルゴリズムの学習を目的として配列操作関数や実行中の変数を一覧する機能、統計情報を確認する機能を提供している。

参考文献

- [1] 独立行政法人大学入試センター, センター試験用手順記述標準言語 (DNCL) の説明. https://www.dnc.ac.jp/albums/abm.php?f=abm00004841.pdf&n=H23_dnc1.pdf (2019/1/11 参照).
- [2] 西田知博, 原田章, 中村亮太, 宮本友介, 松浦敏雄. 初学者用プログラミング学習環境 PEN の実装と評価. 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.8, pp.2736-2747, 2007.
- [3] 中西渉. WaPEN. . . DNCL の Web ブラウザ上の実行環境におけるフローチャートなどの実装. 情報処理学会, 情報教育シンポジウム (2018), pp.210-214, 2018.