

# Web 上の学習支援環境を用いた printf, scanf 関数の内部動作の可視化

Visualization of the action of the printf, and scanf functions  
using a Web-based learning support environment

吉崎 翔<sup>\*1</sup>, 香川 考司<sup>\*2</sup>

Sho YOSHIZAKI<sup>\*1</sup>, Koji KAGAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 香川大学大学院工学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of Engineering, Kagawa University

<sup>\*2</sup> 香川大学工学部

<sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Kagawa University

Email: s11g493@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

初心者が C 言語のプログラミング学習を始めた際に手間取るのが、printf, scanf などのライブラリ関数の内部の動作の推移のイメージである。そこで、Web 上で実行できる C 言語を対象とするプログラミング環境を用いて、初心者に分かりやすく、使用頻度の高い printf, scanf 関数を対象とした内部動作の可視化を行うシステムの開発を行う。システムのベースとして、Adobe Alchemy を用いた Web 上のプログラミング環境を用いる。

キーワード：Web ベース, scanf, printf, プログラミング, 可視化, C 言語, プログラミング教育

## 1 背景

単純に文を表示したり、読み込んだりする機能は簡単だが、printf や scanf 関数は様々な書式指定をすることができる。それがフォーマット指定子であったり、フィールド幅であったり、フラグや精度であったりする。これ等の組み合わせにより、複雑な表示形式に対応可能となるが、それだけ内部動作の理解が難しくなる。今回対象とする C 言語においては、既に可視化プログラムが存在しており、フローチャートを用いたもの [1] などがある。これは、プログラムの構造やデータ構造、データ値の変化に関する可視化システムである。学習者が記述したプログラムのデバッグの補助を目的としており、printf のようなライブラリ関数の動作推移のイメージ化に関しては最適とは言えない。

そこで、printf や scanf など特定の関数内部における動作の詳細を可視化できるシステムの開発を行う。そして書式指定がどのように設定されて実

行されているのか、それが実際の出力文字列や入力文字列とどのように対応するのかを可視化する。開発のベースのシステムとして、Adobe Alchemy を用いた Web 上のプログラミング学習支援環境 [2] を用いる。このシステムは既に C 言語のインタプリタである XCI [3] に対応しており、これを利用して内部動作の可視化を行うことが可能であると考えられる。

## 2 printf・scanf 関数可視化システム

このシステムは学習者に Web ブラウザ上で C のプログラムを編集させ、その中の printf, scanf の実行部分を可視化してアニメーションにする。vfprintf という可変長引数リストのデータを書式文字列に従って出力する関数を用い、そのオープンソースの実装を改造して、Alchemy を用いてクライアント上で実行する、もしくはサーバー側で CGI として実行して結果を送る。その結果は SVG

の形で出力する。

以下にシステムの実行イメージ図を表示する。

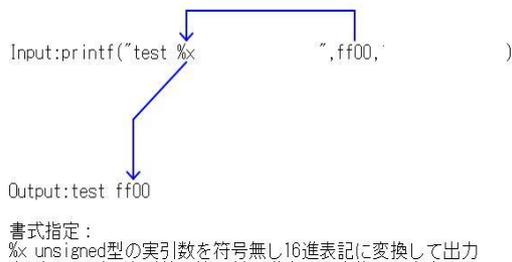


図1 実行イメージ

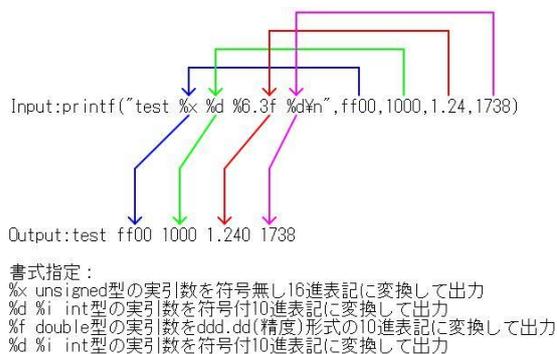


図2 実行イメージ

まず解析している printf 関数の第 1 引数をシステムが受け取り、残りの引数の値と第 1 引数の内容から対応を決定する。そして、最初は第 2 引数とそれに対応する第 1 引数の書式指定、実際の表示、その対応を表示する [図 1]。その後、クリックすることでステップ実行し、残りの書式指定と対応を表示していく [図 2]。vfprintf 側は渡された第 1 引数の内容を解析し、その内容に従って書式指定の内容をスペースに表示している。また、残りの引数の値も渡され、その文字数を解析して対応箇所の特定にも使用している。

scanf 関数に関しても基本的な推移は同じであり、vfscanf を用いたシステムで実装する。

Web 上で実行できる C 言語を対象とするプログラミング環境は、主に入力の部分において使用する。

### 3 まとめ

本研究では、Web 上で実行できる C 言語を対象とするプログラミング環境を用いて、初心者に分かりやすく、使用頻度の高い printf, scanf 関数を対象とした内部動作の可視化を行うシステムの開発を行っている。現在のところ vfprintf を利用したシステムを用いて、printf 関数の内部動作の可視化を行っている。

### 4 今後の課題

printf 関数の内部動作の可視化システムが完成次第、scanf 関数の内部動作の可視化システムと Web 上で実行できる環境を構築する。

Web 上で C 言語を実行できる環境に関しては、現在 Adobe Alchemy を用いた Web 上のプログラミング環境を用いるが、ActionScript (Adobe Flex) ベースのシステムではカスタマイズできる教員の利用者が限られてしまうため、JavaScript ベースの技術である emscripten (<https://github.com/kripken/emscripten>) や NestedVM (<http://nestedvm.ibex.org/>) などを用いた他の実行方法も検討している。

### 謝辞

本研究は科研費 (23501152) の助成を受けたものである。

### 参考文献

- [1] 武田, 山下: C 言語プログラムに対するアルゴリズム可視化システム. 広島工業大学紀要. 研究編, 42(2008): 247-253, 2008.
- [2] 東山, 香川: Adobe Alchemy を用いた Web 上の言語処理系, 情報処理学会第 103 回コンピュータと教育研究発表会 (CE103), 2010.
- [3] 権藤, 川島: コンパクトな ANSI C インタプリタ XCI の設計と実装, 信学論, J86-D-I. No. 3. pp.159-168, 2003.