

Web アプリケーションに対する オンラインジャッジシステムの提案

橋浦 弘明[†]岡嶋 隆人[†]田中 昂文[‡]樫山 淳雄[#]日本工業大学[†]玉川大学[‡]東京学芸大学[#]

1. はじめに

今日のスマホや PC で利用されているアプリケーションは、そのほとんどが GUI である。このため、実用的なソフトウェア開発を行うためには、GUI によるインターフェース実装の習得が不可欠である。

プログラミングを習得するためには、GUI の有無に関わらず、学習者自らが多くの時間をプログラミングの練習に費やす必要がある。このため、当然のことながら授業時間外にも自学自習を行うことが求められる。この自学自習にあたっては、自分の作成したプログラムの誤りについて十分なフィードバックを受け、その誤りを自分自身で認識する必要がある。

2. 研究目的

現在、初学者向けのプログラミング演習においては依然として CUI のプログラムが用いられていることが多い。これは、学習者や教授者にとって GUI を持ったプログラムの作成が煩雑であるというだけでなく、実際に起動してみないと要求された仕様を満足しているかどうかを確認することが難しいという問題がある。

プログラムの自学自習を支援するシステムの 1 つにオンラインジャッジシステム[1]が挙げられる。オンラインジャッジシステムとは、プログラムを Web 上から提出すると、そのプログラムの正誤を受け取る事ができるシステムの総称である。ICPC や Google Code Jam などに代表されるプログラミングコンテストのために開発されたシステムであるが、プログラミング教育にも幅広く用いられている[2]。しかしながら、一般的なオンラインジャッジシステムは GUI アプリケーションに対応していない。これは、プログラミングコンテストがアルゴリズムの正しさや処

理効率を競うためのものであり、プログラムの見た目は評価項目に入っていないためである。

本研究は、前述の 2 点に着目し、オンラインジャッジシステムにソフトウェアの回帰テスト手法にみられる Visual Testing[3]の技術を組み込むことによって Web アプリケーションに対応したオンラインジャッジシステムを実現することを提案する。

3. 関連研究

教育向けに特化したオンラインジャッジシステムは、これまでも様々なものが提案されている。

例えば、岩本[4]らはオンラインジャッジシステムに成績管理のための機能や、他人のソースコードの盗用を防止する機能の追加を提案している。

また、Liu と Woo[5]はプログラミング教育の効果を高めるために、プログラムの出力の正誤だけでなく、プログラムの品質を同時に評価することを提案している。

これらのシステムは、一般的なオンラインジャッジシステムと比較して、プログラミング教育上有用な情報を提供する機能を有している。その一方で、いずれにおいても Web アプリケーションのような GUI をもつアプリケーションを評価する機能は実装されていない。

4. Visual Testing ツールの導入

Web アプリケーションに対するオンラインジャッジを行うためには、ウェブアプリケーションを自動でビルドして実行し、実行結果の HTML をブラウザでレンダリングした結果を比較しなければならぬ。しかしながら、前述のとおり一般的なオンラインジャッジシステムは提出されたプログラムをビルドして実行する機能を有しているが、その後の処理を行う機能は有していない。本研究ではこのような問題に対して Visual Testing ツールを導入して問題の解決を図る。

Visual Testing とは、アプリケーションの GUI コンポーネントのレイアウトが仕様通りに実装

されているかどうかを確認するための回帰テストの一種である[6]。したがって、一般的にはソフトウェアのバージョンアップの際やリファクタリングの前後で GUI に不要な変更が加わっていないことを確認するのが主な使い方となるが、今回は一方の入力を正答のプログラムとし、もう一方を学習者が提出したプログラムとすることで学習者のプログラムの正誤を判定する。

本研究では、岡嶋ら[7]が開発した SpiderTailed を用いる。SpiderTailed は Python や Selenium, OpenCV を用いて実装された Visual Testing ツールである。SpiderTailed の動作の概要を図 1 に示す。SpiderTailed に対して Web アプリケーションの URL や使用するパラメーターなどの情報を入力として与えると、それらの間の GUI の差異を検出することができる。

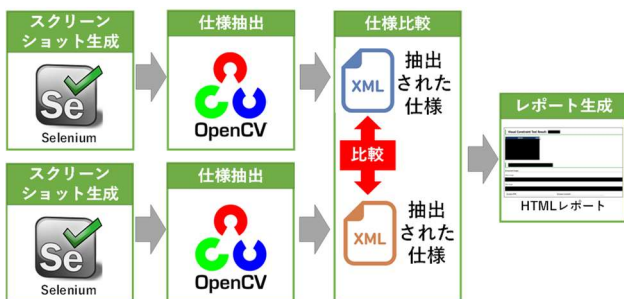


図 2: SpiderTailed の概要

5. Web アプリケーションに対するオンラインジャッジシステムの実現方法

本研究で提案するオンラインジャッジシステムの概要を図 2 に示す。

学習者が提出したソースコードのコンパイルや、ウェブアプリケーションの実行にはコンテナ型仮想化環境を用いる。教授者があらかじめ用意する正答を実行するための環境（参照環境）も同様である。これらの環境に対して前述の SpiderTailed を用いて評価を行う。

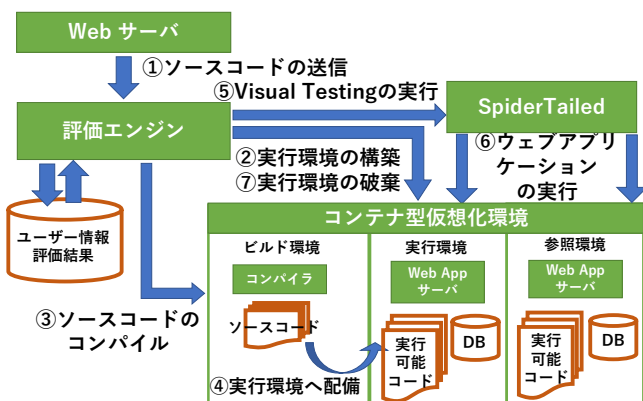


図 2: 提案システムの概要

コンテナ型仮想化環境によって実現される実行・参照環境内にはアプリケーション用のデータベースや外部プログラム等を持たせることも可能であり、静的な Web ページから比較的大規模なウェブアプリケーションの評価が可能である。

6. おわりに

本稿では、Web アプリケーションに対するオンラインジャッジシステムを実現するために、オンラインジャッジシステムに Visual Testing ツールを組み込むことを提案し、コンテナ仮想化環境によって Web アプリケーションの評価環境が実現できることを述べた。

今後はこのようなシステムの完成を目指すと共に、CI/CD 環境と連携することで、さらなる自動化を図っていきたい。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K12179, 20K19941 の助成を受けた。

参考文献

- [1] Szymon Wasik, Maciej Antczak, Jan Badura, Artur Laskowski and Tomasz Sternal, “A Survey on Online Judge Systems and Their Applications,” ACM Computing Surveys, 51(1), Article 3, pp.1-34, Jan. 2019.
- [2] 渡部 有隆, “オンラインジャッジの開発と運用 -Aizu Online Judge-,” 情報処理, 56(10), pp.998-1005, Sep. 2015.
- [3] Kevin Moran, Boyang Li, Carlos Bernal-Cárdenas, Dan Jelf, Denys Poshvanyk, “Automated Reporting of GUI Design Violations for Mobile Apps,” Proc. of the IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering (ICSE 2018), pp. 165-175, Sep. 2018.
- [4] 岩本 舞, 中村 真人, 小島 俊輔, 中嶋 卓雄, “不正コピー検出手法を備えたオンラインジャッジシステムの開発,” 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE), 1(4), pp.38-47, Dec. 2015.
- [5] Xiao Liu, Gyun Woo, “Applying Code Quality Detection in Online Programming Judge,” Proc. of the 5th International Conference on Intelligent Information Technology (ICIIT 2020), pp.56-60, Feb. 2020.
- [6] Ayman Issa, Jonathan Sillito, Vahid Garousi, “Visual Testing of Graphical User Interfaces: An Exploratory Study Towards Systematic Definitions and Approaches,” Proc. of the 14th IEEE International Symposium on Web Systems Evolution (WSE 2012), pp. 11-15, Oct. 2012.
- [7] 岡嶋 隆人, 竹田 浩紀, 田中 昂文, 樋山 淳雄, 橋浦 弘明, “画像認識と DOM を使用した Web Visual Testing の定量化手法の提案,” 情報処理学会第 83 回全国大会講演論文集, Vol.1, pp.255-256, Mar. 2021.