

クラウドコンピューティング技術を活用した ソフトウェア開発教育



技術解説

井垣 宏*

Software Engineering Education using Cloud Computing Technology

Key Words : Cloud Computing, PBL, Software Engineering Education

1. はじめに

ソフトウェア開発教育の現場では、システムの実装技術だけでなく、プロジェクトの運用に必要なマネジメントやコミュニケーションのスキルといったより実践的な技術を学生に指導することが求められている。そのため、チームによるソフトウェア開発を実際に実施し、プロジェクトに必要な技術習得を行うPBL (Project Based Learning) [2] と呼ばれる形式による実践的なソフトウェア開発演習 (ソフトウェア開発PBL, 以降SDPBL) が多くの教育機関で実施されている [1]。

SDPBLでは、チームでのソフトウェア開発を伴うため、学生は開発言語や統合開発環境 (IDE) といった開発環境やプロジェクト管理ツール、版管理システムといった開発支援環境を利用する必要がある。このとき、特に開発環境については、学生間で統一した環境を利用する必要がある。しかしながら、実際には開発に利用する端末にプリインストールされているソフトウェアやOSの差異などにより様々な個別の問題が発生することが多い。また、SDPBLにおける教育支援という観点からは、教員が学生のアクティビティやプロジェクト進捗をなるべく正確に把握しなければならないという課題がある。これらの問題を解決するため、我々はクラウドコンピューティング技術を利用した仮想開発環境・仮想

開発支援環境を学生に提供する仮想演習室サービス“DaaS BADER”を構築している。PBL実施のための仮想的な演習室環境を構築することで、導入時の教員・学生にかかる負荷が低減できる。また、DaaS BADERを利用することで、学生自身によるVMの制御や教員による開発・開発支援環境のモニタリングを通じたプロジェクト進捗の把握が可能となる。

2. ソフトウェア開発PBLの現状とその課題

2.1 ソフトウェア開発PBL

ソフトウェア開発PBL (SDPBL) とは実践的なソフトウェア開発プロセスやプロジェクトマネジメントを学生に体験させることを目的としたPBL形式の演習である。PBL形式による教育は、通常の座学による講義・演習だけでは習得の難しいプロジェクトの運用に必要なスキルを、主体的なプロジェクト運営を通じて学生に獲得させることを目指して実施されている [2]。大学におけるSDPBLの代表的な例として、松澤らは、顧客を地域の商店や大学教授とし、PMを目指す企業の技術者と学生が協同することで顧客が望むソフトウェアを作成するSDPBLを報告している [3]。沢田らは、組み込みソフトウェア開発プロジェクトをテーマとし、分析から受け入れテストまでを行って飛行船制御ソフトウェアを作成するSDPBLを報告している [4]。これらのSDPBLの多くでは、納期の順守や成果物の品質、必要工数といった制約を学生らのチームに課すことで、プロジェクトマネジメントの重要性を学生に認識させることに成功している。

2.2 SDPBL「クラウド開発基礎」

大阪大学大学院情報科学研究科では、高度なソフトウェア技術者の育成を目的とした教育プログラムCloud SpiralにおいてSDPBL「クラウド開発基礎」

* Hiroshi IGAKI

1977年3月生
奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 博士後期課程修了 (2005年)
現在、大阪大学大学院情報科学研究科 特任准教授 博士 (工学) ソフトウェア工学
TEL : 06-6879-4112
E-mail : igaki@ist.osaka-u.ac.jp



を実施している。クラウド開発基礎では、5～6名で構成されるチームに分かれて、与えられた詳細設計書に基づき開発を行う。この演習で学生が行うべきアクティビティは、実装や修正などのコーディング、レビュー、単体試験、結合試験といったソフトウェア開発の各工程である。開発対象はJava, MongoDB, JavaScriptに基づくウェブアプリケーションであり、学生には13のユースケースに関する詳細設計書と、実装の雛形となるソースコード群が与えられ、5日間の演習期間でテストも含めると総行数がおおよそ8KLOCのWebアプリケーションを実装する。

一般に複数人でアプリケーションを開発するためには、以下の開発環境と開発支援環境が必要である。

- 開発環境
- E1 : アプリケーションを実装するための環境 (開発言語のSDKやIDEを含む)
 - E2 : 作成したアプリケーションを実行するための環境 (ウェブサーバやアプリケーションサーバ等)

開発支援環境

- S1 : プロダクトの版管理機能
- S2 : プロジェクトのタスク管理機能

2.3 SDPBLにおける課題

これまでに我々が行ってきたSDPBLには、以下のような課題が存在した。

P1 : 開発環境の不一致

学生のPC環境にインストールされた開発環境のバージョンの不整合やインストールされている各種ソフトウェア間の依存関係によって、開発環境が正常に動作しない

P2 : 保守コストの増大

P1にも起因する各種トラブルが特定の学生の開発環境で発生した場合、トラブルを確認するためには教員が学生のPC環境に熟知しており、その環境を実際に確認する必要がある。しかしながら、特に遠隔で開発を行っている際には、必ずしも学生の環境を確認できないため、結果として対応が困難となる

P3 : プロジェクト進捗状況の理解不足

SDPBLを進めるにあたって、教員が学生によるプ

ロジェクト進捗を把握し、様々なフィードバックを与えることが重要である。そのためには学生チームごとのタスク進捗状況や開発プロセスについての深い理解が重要となる [5]。しかしながら現状では、開発支援環境におけるタスク管理システムや版管理システムのログ、学生の間接発表以外でプロジェクトの状況を把握することはできておらず、状況に即したフィードバックが非常に困難となっていた。

3. DaaS BADER

前節において挙げた課題を改善するため、我々はインターネット上の仮想環境を利用した開発・開発支援環境提供サービス「DaaS Based Advanced Development Environment for SDPBL (DaaS BADER)」を構築した。DaaSとはクラウド上にデスクトップ環境を配置し、インターネットを通じてそのデスクトップ環境をユーザに提供するための枠組みである。インターネット越しにデスクトップ環境を利用できるようにすることで、ユーザはどこにいても共通のデスクトップ環境で開発を続けられるようになる。

DaaS BADERは、国立情報学研究所のクラウド環境edubase Cloud[6]上に構築されており、ログ取得機能と開発環境が導入された学生用仮想デスクトップ環境(ユーザVM)とチームでの開発支援環境を備えた開発支援サーバ、ユーザVMの起動・終了を制御するedubase Web Manager (EWM)から構成される。学生はDaaS BADER内に自分専用のユーザVMとチーム専用のサーバを持ち、利用することができる。各VMはEWMを用いることで起動・終了が可能である。ユーザVMには開発環境が、チームサーバには開発支援環境が導入されており、それぞれにユーザ行動のログを収集する仕組みが導入されている。教員はDaaS BADER内に構築された全てのVMにアクセスする権限を持っており、遠隔からの保守や収集されたログ情報に基づく学生へのフィードバックを行うことが可能である。図1にDaaS BADERの概略図を示す。以降の節では、DaaS BADERの構成要素であるユーザVM、チームサーバおよびEWMについて詳述し、ログ機能を用いたフィードバックについて述べる。

3.1 ユーザVM

ユーザVMはアプリケーション開発に求められる

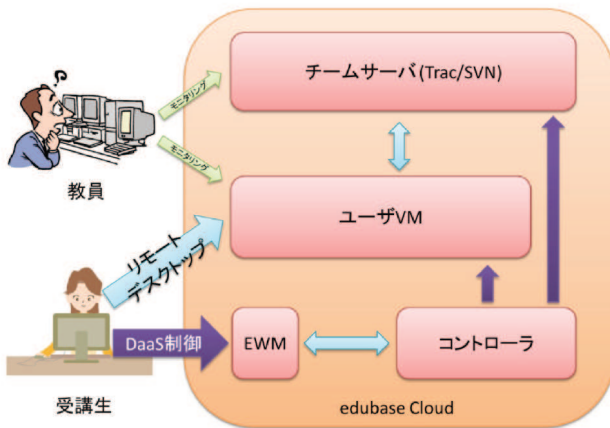


図1 DaaS BADER

実行環境や統合開発環境、アプリケーション実行環境と教員が開発進捗の把握に利用可能な各種ログ情報取得機能および学生が容易にアクセス可能なネットワークインタフェースを備えている。本節では、ユーザVMにおける開発環境および開発ログ取得環境について詳述する。

3.1.1 開発環境と開発ログ取得環境

ユーザVMではMicrosoft Windows7が動作しており、その上にJDK, eclipse, Apache Tomcat, MongoDBといったSDPBLの開発環境がインストールされている。全てのユーザVMは単一のひな形となるVMイメージをベースにコピーして作成されるため、ユーザアカウント等の個人情報以外については、全てのユーザVMにおいて完全に同一の開発環境となっている。学生はDaaS BADER内に構築されたユーザVMを用いることで、大学や家等任意の場所からインターネットを通じて開発環境に接続し、開発を行うことができる。ユーザVMはバックアップ機能を備えており、学生の利用するVMが破損したようなケースでも、教員がVMを新たに作成し、そのVM上に損傷直前までの学生の開発状況をそのまま再現することができる。結果として障害が発生した際の確認や復旧といった保守にかかるコストの削減が可能となる。

3.2 チームサーバ

チームサーバは学生らのチームが利用する版管理システムのSubversionやタスク管理システムのTracといった開発支援環境がインストールされたクラウド環境上に構築されたサーバである。各チームサー

バは定期的にバックアップされるようになっており、障害発生時にも容易に復旧が可能である。学生らが開発したWebアプリケーションを配備する環境も同様に導入されており、いつでも動作確認が可能となっている。

3.3 edubase Web Manager

edubase Web Manager (EWM) は学生一人ひとりが各自に割り当てられたユーザVMの起動・終了を行うためのWebインタフェースを提供する。クラウド環境の特徴の1つとして、クラウド環境上に構築されたVMをプログラムから操作するためのAPI (Application Program Interface) が提供されているというものがある。EWMも、このAPIを利用しており、図2に示すような画面から、学生一人ひとりが自身のVMを操作できる。



図2 edubase Web Manager

学生は各自に割り当てられたユーザIDとパスワードを用いてEWMにログインを行う。ログイン後は学生自身がEWM画面上のボタンをクリックするだけで、各自のユーザVMを起動することができる。学生はVM起動後、EWM画面に表示されるIPアドレスを確認し、Windowsに標準でインストールされているリモートデスクトップ接続機能を用いて、開発環境に接続する。

3.4 ログ機能を用いたフィードバック

これまで我々は版管理システムで管理された開発プロダクトやタスク管理システムのタスク記録を用いて、進捗状況の把握とフィードバックを行ってきた。

例えば、版管理システムのログによって、誰がどの開発プロダクトをどの程度の量を実装したのかを把握できる。タスク記録は、どのタスクが誰によっていつ実施されたかという情報を保持している。これらのログの他に DaaS BADER では、ユーザ VM 上に学生ごとの詳細な開発ログを収集する機能を持つ。この機能では下記 2 種類のログ情報を取得し、教員に提示する。

- M1 : アプリケーション操作ログ 学生が任意のアプリケーションの操作を開始/終了した時刻を表すログ。
- M2 : ファイル操作ログ 学生がファイルに対して行った追記・削除・編集の内容とその日時を記録したログ。

開発環境上で学生の活動状況を直接把握することで、より粒度の細かいデータをフィードバックとして提供可能になる。例えば、プロダクトやタスク記録だけを用いた場合、主に最終的な成果物を対象として、個人の開発行数や開発時間をチームに対する貢献度合いとして計測できる。一方、開発環境上のログを導入することで、直接的には最終成果物に結び付かない開発作業（仕様書の理解、テスト作業やバグ発生時の原因追及など）についても貢献として計測することが可能となる。また、最終成果物に基づくデータと開発環境のログを組み合わせることで、作業効率などといった学生の開発能力を定量化することもできる。なお、収集されるログはユーザ VM 上での操作のみに限られ、学生は日々のプライベートで行う作業は自身の端末上で、開発に関わる作業はユーザ VM 上で自動的に分かれるため、学生のプライバシーに配慮した上で、プロジェクト進捗把握に有用な開発ログを収集することが可能となる。受講生自身の端末を利用する環境下において、このような開発活動の詳細なロギングとプライバシー確保の両立は VM を用いる以外、現状では不可能であるため、DaaS BADER の大きな利点といえる。なお、これらのログ情報収集においては、事前に受講生に対して確認・許諾を行っている。

4. ケーススタディ

本節では、DaaS BADER を実際の SDPBL であるクラウド開発基礎に適用した事例について述べる。

4.1 統一環境の利用

2013 年度のクラウド開発基礎において、DaaS BADER を用いた SDPBL を実施した。対象とする学生は合計 49 名 9 チームであり、事前に全学生用ユーザ VM とチームサーバの整備を行った。ユーザ VM の導入は開発環境を構築した全ユーザ共通の VM イメージをあらかじめ作成しておき、各学生のユーザ VM を起動した上で、教員が各種個別の設定を行った。ユーザ VM の導入により、VM 環境の障害発生時には教員が遠隔対応を行うことが可能になり、ログの取得と合わせ、保守性が大幅に向上した。

4.2 ユーザ VM トラブル事例

演習中に、ある学生のユーザ VM 上で、Web アプリケーションが正常に実行できなくなることがあった。原因は学生がユーザ VM 上のブラウザにインストールしていた拡張機能の問題であった。問題発生時は授業時間外であり、対応する教員と学生が同じ場所にいなかったため、学生に直接状況を聞くことはできない状況であったが、ユーザ VM に教員がログインし、状況を確認し、対応することができた。これは、DaaS BADER を用いているからこそであると言える。

4.3 ユーザ VM 上のログを活用したフィードバック事例

今回の事例では、ユーザ VM 上のアプリケーション操作ログとして、Manic Time[7] が出力したログを利用し、開発作業が行われた時間帯やコーディングに費やした合計時間などを算出した。Manic Time では、アプリケーションに対する操作の開始/終了時刻が記録されるため、ユーザ VM 上で作業をした合計時間の他、eclipse などの特定のアプリケーションに着目することで実質のコーディング時間などを求めることができる。このように、チームに対する貢献度合いや開発の能力を数値化し、全体の中での各人の位置を示すことで、学生のモチベーション向上に繋がると考えられる。学生に対しては、コーディング行数等をそのまま成績評価には用いないこと、数値化された指標の向上のみを目的とすることには意味がないことを強調した上で、これまでの活動を振り返り次の活動につなげるための指標として提示を行っている。

5. 考察

P1 「開発環境の整合性」の問題については、教員が用意したVMを利用することで環境の統一を図ることができている。DaaS BADERを利用することで、学生個人に環境を配布する必要がなくなったため、開発環境に対する修正を容易にユーザVMへ反映できるようになった。またDaaS BADERでは、開発環境の性能がVMの実行環境となるIaaS環境のハードウェアスペックやネットワークに依存するため、個人のノートPCに高いスペックを必要としなくなった。ネットワーク帯域については、無線LANルータの台数を増やすことで対応した。

P2 「保守コスト」の問題については、トラブルの発生したVMに対して教員がネットワーク越しにアクセスすることができるため対応が容易になると同時に、VMを新たに用意して提供することにより、障害への対応中も学生は開発を続けることができる。

P3 「プロジェクト進捗状況の定量的な把握に基づく学生へのフィードバック」の問題については、学生のアクティビティについて、開発支援環境のログによる間接的な方法だけでなく、開発環境上で直接的な方法で把握できるようになったため、より客観的で定量的な自己申告に依存しないデータに基づく進捗状況の把握とフィードバックが可能になった。その結果、一部ではあるが学生の改善活動に対するモチベーション向上に寄与したことを確認した。以上のことから、DaaS BADERは本稿で挙げたような課題を改善しており、SDPBLのための環境の実現手法として有効であると考えられる。

一方で、新たな課題も明らかになってきている。一つは、フィードバックに教員のスキルに依存する部分が多い点である。現状では取得したログを目視により確認することでフィードバックを行っているが、ログの内容を理解しそこから問題を把握するためにはPBLの実施スキルや教育スキルが必須である。これに対し、様々なログを一元的に管理し可視化した上で問題点を自動的に提示する可視化ツールなどの作成により、ログの有効活用を行えるようになると考えられる。

6. おわりに

DaaS BADERは、開発環境の統一やアクティビティログの取得をDaaSを利用して実現するSDPBL向け仮想演習サービスである。また、実際にDaaS BADERをSDPBL「クラウド開発基礎」で利用した結果から明らかになった導入・保守コストの低減、ログ取得環境の利用、運用の問題点について実例から考察を行った。DaaSを導入したことによるコスト低減効果は大きく、特にトラブルに対応するための教員の負担が大幅に軽減されたといえる。また、学生のアクティビティを把握できるシステムを利用することで将来的には指導にかかる教員の負担もより軽減されることが期待できる。今後は、障害の自動検知、初期設定の容易化などさらにSDPBL遂行において有効な環境を整備することを検討している。

文献

- [1] 独立行政法人 情報処理推進機構, “IT人材白書 2011,” 2011.
- [2] H. Batatia, A. Ayache, and H. Markkanen, “Netpro: an innovative approach to network project based learning,” Proc. International Conference on Computers in Education (ICCE’02), pp.382 – 386, 2002.
- [3] 松澤芳昭, 杉浦 学, 大岩 元, “産学協同のPBLにおける顧客と開発者の協創環境の構築と人材育成効果,” 情報処理学会論文誌, vol.49, no.2, pp.944 – 957, 2008.
- [4] 沢田篤史, 小林隆志, 金子伸幸, 中道 上, 大久保弘崇, 山本晋一郎, “飛行船制御を題材としたプロジェクト型ソフトウェア開発実習,” 情報処理学会論文誌, vol.50, no.11, pp.2677 – 2689, 2009.
- [5] 松澤芳昭, 塩見彰睦, 萩川友宏, 酒井三四郎, “ソフトウェア開発の教員主導型PBLにおける反復プロセスとEVM導入の効果,” 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告, 第2009-CE-99巻, pp.1 – 8, May 2009.
- [6] “edubase Cloud”.
<http://edubase.jp/cloud/ja/> 参照 Jul. 6, 2012.
- [7] “Manictime”. <http://www.manictime.com/> 参照 Jul. 6, 2012.