

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月11日現在

機関番号：21602

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500948

研究課題名（和文）eラーニングと高性能計算のためのWWWを用いたユビキタス環境の構築

研究課題名（英文）WWW-based Ubiquitous Environment for e-Learning and High-Performance Computing.

研究代表者

アレクサンダー・ヴァジェニン（Vazhenin A.P）

会津大学・コンピュータ理工学部・上級准教授

研究者番号：10325970

研究成果の概要（和文）：

本プロジェクトでは、異なるグループの開発者によってデザインされた情報コンポーネントとプログラムを統合するためのユビキタス多目的プログラミングプラットフォームを設計した。これを達成するために、アプリケーションとサービスを効率よく統合するための他のコンポジットパターンを探求するために仮想MVCデザインパターンを提案し開発を行った。このプラットフォームを基に、津波伝播モデリングツールとタスク管理を支援するeラーニング計算クラウド(eLC2)を含むアプリケーション指向システムのプロトタイプが実装された。

研究成果の概要（英文）：

The project is devoted to design the ubiquitous multi-purposed Programming Platform allowing integration of program and information components designed by different groups of developers. To realize this, we have proposed and developed the virtual Model-View-Controller (MVC) design patterns in order to explore the other composite patterns for an efficient integration of the applications and services. Based on this platform, the main elements of application-oriented systems were prototyped including Service-Oriented Tsunami Wave Propagation Modeling Tool and e-Learning Computational Cloud (eLC2) supporting Task Management operations.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学、教育工学

キーワード：eラーニング、ユビキタス

## 1. 研究開始当初の背景

今日の科学及び教育はより協力的かつ学際的になっています、そしてそのチームが機関、州、国々、大陸にまたがるのは珍しくありません。インターネットはまさにそういったグループが異なるエリアでも共通の目的に挑んだり、リソースを共有したりするための近

代的な偏在する分散環境を作成することができる特別なケースです。分散されたe-Learning環境は学習課程における本質的な様相の一つとして教師-学生コミュニティ内のコミュニケーションを支援し増強する新しい可能性を生み出します。さらには、コンピュータに支援された学習は講師に指

導される学習と合わせることでより学生の学習をより自立的にする可能性の助けとなると信じられています。現代の e-Learning の傾向は携帯や PDA などに似た機器を使ったモバイル学習アプリケーションの設計することと関連付けられます。その試みは先端技術についての限定的に熟知した人たちを含めた対象の学習者にとって教育と楽しみの両方を満たす e-learning ツールを設計することです。

通常、現代の e-Learning 教育リソースは3つの要素から成ります。最初の要素はテキストもしくは静的な図か動的な図、表現もしくは定式などといったマルチメディア素材を含んだ1セットの講義。1つの環境でのテキスト、オーディオ、ビデオまたはコミュニケーションの統合はウェブを学習者に特別使い勝手の良いものにします。デジタル音声とビデオは殆どテキスト同様に学習者に強力な学習刺激を与える要因として利用されるようになるでしょう。第2の要素は与えられた問題の現実的解決案を提供する1セットの練習とテストです。最後の要素は学習者と教師に結果分析および統計を提供する教育課程をコントロールし確認する1セットのツールです。現代の Distance Learning Systems (DLS) の分析は有効なタスク管理サブシステムの提供によりタスクの簡単な明細だけでなく自動・半自動、検証・学生の回答の採点を効率化する必要があることを示しています。

パソコンが広く流通したことは公の計算のために空いているコンピュータを利用することで高機能計算プロセスに直接参加することを可能にします。プロジェクト Folding@home (FAH もしくは F@H として知られている) はタンパク質の折りたたみ構造の徹底的な計算シミュレーションを行うように計画された分散コンピューティングプロジェクトです。現在スタンフォード大学の化学部のパンデ・グループによって現在管理されています。それぞれのユーザーは問題の小部分の計算を行うことで計算に参加します。この適用とサーバーの特徴がユーザーのコミュニティーによって得られた結果の個人利用を許可しないことに注目することが重要です。

## 2. 研究の目的

この研究の主目的はクライアントサーバーアーキテクチャに基づいた異なるアプリケーションエリアに簡単に適応させることができる多目的分散異種環境の開発をおこなうことです。サーバー部分はユーザープロファイルと具体的なアプリケーションエリア

へ適応させるプログラミングとそれを許可する1セットのユーティリティから成り立ちます。それはさらにビジュアルプログラミングとアルゴリズム及びメソッドの映画的表現を利用したムービーベースプログラミングの概念を取り込んだインターネットコンピューティング支援ツールを含みます。この環境はプログラミングプラットフォームと言語、対象機器、ユーザーの特殊化などに従い識別された異なるタイプのユーザープロジェクトをサポートします。それに加えユーザーが処理および計算プロセスをリアルタイムで見るための実行機能とモニタリングサブシステムを実装します。マネージメントシステムは汎用的な e-Learning コースを作るために使用されるいわゆる非プログラミングプロジェクトを含むユーザープロジェクトファイルとデータを格納、操作、提供することに重点を置いています。エンドユーザーユビキタスデバイスと同様、アプリケーション指向クライアントセットは埋め込み技術を基に作成され通常のワークステーションでシステムの計算能力の合計を高めることを実現することができます。私たちのアプローチの信頼度の確認のために私たちは e-Learning プラットホームとサービス指向津波波動モデリングツールに基づき二つの重要なアプリケーション開発を行っています。

タスク管理マネージメント環境は 基づく数的な答えだけでなく数学的な表現と公式も要求する演習とテストの管理を支援することを主眼に置いています。例えば数学、物理学、科学といった問題です。これらのツールの分析はなぜなら数学的な答えを主としているために利用にいくつかの制限をもちます。遠距離学習におけるタスク管理アーキテクチャは3パートから成ります：教師・学生のワークスペース、演習サーバー。教師・学生のワークスペースはクライアント。演習サーバーは様々な問題、テスト、練習を格納し管理するためのデータベースコレクションとアプリケーションです。それは問題準備プロセスと提出、正確な回答照合を支援する1セットのサービス機能を含んでいます。論理的表現を入力するための特別なビジュアルツールの開発を行う際の私たちの独創的アプローチは、マルチメディアアイコン、ハイレベルなプログラムキーボードを用いた特別なユーザー指向インターフェイスと同様です。このプロジェクトの結果この公開サーバーに基づき開発されることでしょう。

津波モデリングのための多くのメソッドおよびサービスは様々な開発プラットフォーム、アーキテクチャに関連する異なる要素を統

合する助けとなる特別なアプローチの開発を必要としています。このことは日本の大地震と津波の調査結果によって示されました。その調査は保存され、構築された津波データの構造と同様に遠隔計算設備の為に入出力パラメータを含むクライアント・サーバーアーキテクチャを設計するための調査です。

**MOST (Method of Splitting Tsunami)** ソフトウェアパッケージはアプリケーションエンジンに対応するものとして設計するために最初のソフトウェアとして使われました。津波モデリングは特に津波警報ガイドラインの為に並列処理によって著しく加速される必要があるために大きな計算問題となっています。同状況、同データでの新しい方式のアルゴリズムを評価すると同様に並列プログラムを最適化するためのテストを行うための特別なワークスペースが必要となります。

### 3. 研究の方法

現代のソフトウェア環境はユビキタスメディアを通して様々なユーザに提供される多くの異質のアプリケーションとサービスで構成されている。故に、高い再利用性とアプリケーションの分離のための **EAI(Enterprise Application Integration)** はソフトウェア工学において重要な役割を持つ。

パターンベースのデザインは、未知のソフトウェアアーティファクトの再検証、再開発を避ける有効な手段である。本研究課題では、アプリケーションとサービスを効率的に統合するためのコンポジットパターンを探索するため、**MVC** デザインパターンを応用した。本研究で我々は、異なるグループで開発されたソフトウェアコンポーネントを統合するための仮想**MVC** デザインパターンを提案した。機能（ビュー）と実装（モデル）の分離はインテグレータ（コントローラ）によって実現された。コントローラはセキュリティ、信頼性、拡張性、リクエストのルーティング等の非機能的な処理をカプセル化するためにより強化されている。これは、統合ロジックからその機能ロジック（クライアントアプリケーション）と実装ロジック（サービス）を切り離すことを可能とする。我々のアプローチの利点は、コントローラが **DI**

**(Dependency Injection)** パターンによるソフトウェアコンポーネントの統合を可能にする **ESB(Enterprise Service Bus)** の複合的なデザインパターンとみなすことができる点である。従って、モデルはアプリケーション分野特有のデータ処理を遂行するアプリケーションエンジンの集合を含む。エンジン関数を用いて様々なサービスを提案することができる。ビューレベルにおいて、様々なエンドユーザアプリケーションを設計することが

できる。我々は、スタンドアロンのプログラムからサービス指向のツールへ移行することにより、サービスとアプリケーションの統合・切り離しを支援する **DI** について探求し研究を行っている。

我々は、津波モデリングのためのサーバーの **VMVC** ベースのプロトタイプを開発した。これは、ソフトウェアを津波シナリオ（入力パラメータ）、モデリング結果、海底地形、深淺測量データのファイルが重要なコンポーネントとなるようなサービス指向アプリケーションに適用するものである。シナリオは作成編集あるいはインターネットからダウンロードすることができる。津波シナリオローダは解析処理を実装しデータをデータベースの形式へ変換する。類似の操作が外部のモデリングコンポーネントやインターネットで公開されているデータと共に提供される。モデルは伝播エンジンとして実現される。**OpenMP, MPI, IMB CELL BE, GPU CUDA** を含んだハードウェアとプラットフォームのための並列アルゴリズムライブラリが開発された。並列プログラムを最適化し、新しいアルゴリズムを同一のデータセットとコンディションで評価するためのワークスペースが開発された。この機能は、コントローラにサービス、モデルにエンジンを追加することにより実現された。**SOA** モデリングツールのプロトタイプがサーバーの資源を選択し遠隔で **WEB** ブラウザ上で計算処理を行うことを可能とした。ユーザコミュニケーションのスタイルはスタンドアロンインタフェースと部分的に類似している。伝播エンジンはクライアント側のコンピュータも含めた分散した計算資源から構成される。

一方、他の **VMVC** アプリケーションは、タスク管理をサポートする独自のクラスモデルによる **e-ラーニング計算クラウド (eLC2)** である。**eLC2** プラットフォームはサービスの動的な統合と集約のための計算クラウドを結び付ける **WEB** サービススタンダードによって実現されている。サービスインベントリは **e-ラーニングエンジン** の形態としてレイヤーの集合で構成される。エンジンはビジネスプロセスに関連した特有のロジックを含むサービスエンドポイントのサブセットである。つまり、エンジンはビジネスタスクの集合である。故に、エンジンは **API** の機能を包含し、アプリケーション特有の処理を実現する。いくつかのエンジンが開発された。検証エンジンはクイズや試験等の学習課題検証のためのロジックに対応したサービスエンドポイントから構成される。数式エンジンは自動検証のための数式解析サービスエンドポイントを含む。 **Wikipedia** マイナーエ

ンジンは、与えられたドキュメントをパースし主なトピックを認識しそれらを Wikipedia の記事または定義へリンクする機能を提供する。このエンジンは英語の学習者が多読することを用語解説によって支援する

WikiGloss ツールの中核機能である。その他のツールは、e-ラーニングの課題に関する Wikipedia の記事から説明のリンクを提供するタスク管理環境のための知的ヒントサービスである。これは講義、演習、クイズ等の異なる種類のタスクの同じ問題を再利用することを可能とする。

我々は数学的な計算式のマルチメディア表現、アルゴリズムと手法の動画と自己説明的表現を用いたムービーベースプログラミングとサイバーフィルムを基としたビジュアルプログラミング環境を利用している。新しいビジュアルシンボル、計算式のコンパクトな定義をサポートするテンプレートプログラムの自動生成を含み、並列プログラミングプラットフォームと様々な数値アルゴリズムのテンプレートライブラリが開発された。様々な計算構造と、構造上における処理を含んだドメインを定義するビジュアルなセマンティクスと構文が定義された。OpenMP プログラミングに従い、構造をスキャンするテンプレートプログラムを修正することによって、ムービーベースプログラミングを並列計算へ適用した。従来のシーケンシャルなプログラム及び並列プログラムともに適切なパフォーマンスが得られた。

#### 4. 研究成果

多目的プログラミングプラットフォームのメインコンポーネントが設計された。このシステムは異なるグループの開発者によって設計されたプログラムとコンポーネントを統合することを可能にする。従って、我々はアプリケーションとサービスを効率的に統合するためのコンポジットパターンを探求するための仮想的な MVC デザインパターンを開発した。津波伝播モデリングツールと e ラーニング計算クラウド(eLC2)を含むアプリケーション指向のシステムの試作品が開発された。

MOST (Method of Splitting Tsunami) ソフトウェアパッケージとして、津波伝播モデリングツールのための SOA メインコンポーネントが開発された。開発されたソフトウェアツールは、通常の WEB ブラウザ上で利用可能な計算資源を選択しながら遠隔のサーバで計算処理を行うことを可能にする。ユーザコミュニケーションのスタイルはスタンドアロン型のそれと類似している。

E L C 2 は提案された e ラーニングソフトウェアコンポーネント向けのタスク管理アプローチに基づいている。我々は自動タスク割り当て、問題生成、計算式、検証エンジンによる検証のためのコンポーネントを協調させるための手法を探求している。異なるタイプのアプリケーションで再利用するためウィキペディアマイナーの API のロジックをラップするアプリケーションエンジンとしてウィキペディアマイナーサービスのプロトタイプを開発した。我々は、第二科目の英語の多読における注釈ヘルプによる WikiGloss ツールのプロトタイプを開発した。第 2 のアプリケーションはタスク管理環境のための知的なヒントサービスである。これは、e ラーニング課題のトピックに関連したウィキペディアの記事へのリンクを説明として提供することによって実現された。

提案された研究は教育プロセスと密接な関連を持つ。10名の学部生と2名の大学院生が卒業研究として本プロジェクトに参画した。2名の博士課程の学生も本プロジェクトに参画し、1本の博士論文が完成した。ムービーベースのプログラミングソフトウェアは会津大学のソフトウェア工学の授業で実用された。タスク管理コンポーネントは Moodle の拡張としてオペレーティングシステムの授業に取り入れられる予定である。本 MVC プラットフォームへのソフトウェアツールの適用を通して、プロジェクト連携者の協力のもと成果を得ることができた。

研究成果は科学雑誌にて発表され、国際学会やセミナーにおいて発表・議論された。合計6つの査読付き雑誌に発表され、国際学会において15本の発表を行った。会津大学において、2012年3月8-13日に The Joint International Conference on Human-Centric Computer Environments (HCCE2012) が開催された。HCCE2012 の論文集は ACM から出版される ICP S の一部として認定された。本学会は東日本大震災の丁度一年後に開催された。本学会は震災後の復興に大きく貢献したと考える。学会では、プロジェクトの参画者のみではなく、ロシアと米国からの共同研究者の発表も行われた。これによって、プロジェクトはより精確に評価され今後の研究計画の参考となった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

1. D. Vazhenin, N. Mirenkov, A. Vazhenin.  
Movie-based representation of reduction

- operations in numerical computing. *Knowledge-Based Systems*, Vol. 24, No. 7, pp. 977-988, 2011. DOI=10.1016/j.knosys.2011.04.007
2. S. Rajam, R. Cortez, A. Vazhenin, S. Bhalla, Modified MVC-design Patterns for Service Oriented Applications, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, IOS Press, Vol. 231, pp. 108-126, 2011. DOI=10.3233/978-1-60750-831-1-108.
  3. Yu. Watanobe, R. Yoshioka, N. Mirenkov, Programming in pictures: a way toward reliable software, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, IOS Press, Vol. 231, pp. 183-197, 2011. DOI=10.3233/978-1-60750-831-1-183.
  4. Yu. Watanobe, R. Yoshioka, N. Mirenkov, Embedded Clarity in Filmification of Methods, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, IOS Press, Vol. 217, pp. 70-82, 2010.
  5. M. Lavrentiev-jr, A. Romanenko, V. Titov, A. Vazhenin, High-Performance Tsunami Wave Propagation Modeling, *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 5698, pp. 423-434, 2009. DOI= 10.1007/978-3-642-03275-2\_42
  6. Yu. Watanobe, R. Yoshioka, N. Mirenkov. Algorithm Library based on Algorithmic CyberFilms. Vol. 22, No. 3, pp. 195-208, 2009.
- [学会発表] (計 15 件)
1. A. Vazhenin, K. Hayashi, A. Romanenko, Service-Oriented Tsunami Wave Propagation Modeling Tools, *Proceedings of the Joint International Conference on Human-Centered Computer Environments, HCCE'12*, Aizu-Wakamatsu, Japan, pp. 131-136, 2012.
  2. R. Cortez, A. Vazhenin, K. Sato, Task Management Principles for e-learning Environments, *Proceedings of the Joint International Conference on Human-Centered Computer Environments, HCCE'12*, Aizu-Wakamatsu, Japan, pp. 32-38, 2012.
  3. Yu. Watanobe, Nikolay N. Mirenkov, Yu. Watanabe, AIDA Compiler: a Code Synthesizer from Programs in Pictures, *Proceedings of the Joint International Conference on Human-Centered Computer Environments, HCCE'12*, Aizu-Wakamatsu, Japan, pp. 32-38, 2012.
  4. D. Vazhenin, A. Vazhenin, Implementation of Movie-based Matrix Algorithms on OpenMP Platform, *Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information systems (FedCSIS 2011)*, Szczecin, Poland, 2011.
  5. S. Rajam, R. Cortez, A. Vazhenin, S. Bhalla, Design Patterns in Enterprise Application Integration for e-Learning Arena, *Proceedings of the 13th International Conference on Humans and Computers (HC2010)*, Aizu-Wakamatsu, Japan, pp. 81-88, 2010.
  6. S. Rajam, R. Cortez, A. Vazhenin, S. Bhalla, Enterprise Service Bus Dependency Injection on MVC Design Patterns, *Proceedings of the IEEE TENCON 2010 International Conference*, Fukuoka, Japan, pp. 1015 –1020, 2010.
  7. D. Vazhenin, A. Vazhenin, On-line debugging methods and tools in movie-based programming, *ACS'10 Proceedings of the 10th WSEAS international conference on Applied Computer Science*, Iwate, Japan, pp. 418-425, 2010.
  8. Yutaka Watanobe, Nikolay Mirenkov, and Rentaro Yoshioka. Browsing and Editing Tool for Programming in Pictures, *ACS'10 Proceedings of the 10th WSEAS international conference on Applied Computer Science*, Iwate, Japan, pp. 242-250, 2010.
  9. J. Brine, F. Murasawa, and R. Cortez. Developing an eReader for University Computer Science English Texts in Japan. *Proceedings of the Globalization and Localization in Computer-Assisted Language Learning (GLoCALL) Conference*, Kota Kinabalu, Malaysia, pp.1-4, 2010.
  10. R. Cortez, S. Rajam, A. Vazhenin, S. Bhalla, E-Learning Distributed Cloud Built on MVC Design Patterns for Service Task Management, *Proceedings of the 5th Conference of the Euro-American Association on Telematics and Information Systems (EATIS 2010)*, Panama, 2010.
  11. K. Nemoto, Yu. Watanobe. An Advanced Search System for Learning Objects, *Proceedings of the 13th International Conference on Humans and Computers (HC2010)*, Aizu-Wakamatsu, Japan, pp. 94-99, 2010.
  12. S. Rajam, R. Cortez, A. Vazhenin, S. Bhalla, E-Learning Computational Cloud (eLC2): Web Services Platform to Enhance Task Collaboration, *Proceedings of the 2010 IEEE/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT 2010)*, Canada, pp. 350-355, 2010.
  13. D. Roy, J. Brine, Intelligent Graphics and Media Richness: Redefining Text as a Medium. *Proceedings of the International Technology, Education and Development Conference*. Valencia, Spain, 2009.
  14. P. Bottoni, D. Vazhenin, A. Vazhenin, N. Mirenkov, Shape-based computations on regular processor networks, *Proceedings of*

*the 2009 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*, Corvallis, OR, USA, pp. 165-169, 2009.

15. D. Vazhenin, R. Cortez, A. Vazhenin, Task Verification Strategies in e-Learning Environment, Proceedings of the 12-th International Conference on Humans and Computers (HC-2009), Nagaoka, Japan, pp. 157-162, 2009.

[図書] (計 1 件)

A. Vazhenin, J. Herder, K. Miura: The Joint International Conference on Human-Centered Computer Environments, HCCE'12, ACM Publisher, 2012, 251p.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
出願年月日 :  
国内外の別 :

○取得状況 (計 0 件)

名称 :  
発明者 :  
権利者 :  
種類 :  
番号 :  
取得年月日 :  
国内外の別 :

[その他]

ホームページ等

<http://sparth.u-aizu.ac.jp/kakenhi>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

アレクサンダー・ヴァジェニン (Vazhenin A・P)  
会津大学・コンピュータ理工学部・上級准教授  
研究者番号 : 10325970

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

N・N ミレンコフ (N・N Mirenkov)  
会津大学・コンピュータ理工学部・特別栄

誉教授

研究者番号 : 80254043

前田 多可雄 (MAEDA TAKAO)

会津大学・コンピュータ理工学部・上級准教授

研究者番号 : 00264565

ジョン・ブライン (John BRINE)

会津大学・コンピュータ理工学部・上級准教授

研究者番号 : 60247624

渡部 有隆 (WATANOBE YUTAKA)

会津大学・コンピュータ理工学部・准教授

研究者番号 : 30510408