



## 2009 年度上期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

### 1. 担当PM

加藤 和彦 PM(筑波大学 大学院システム情報工学研究科 教授)

### 2. 採択者氏名

チーフクリエイター:長田 一登(東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻)  
コクリエイター :益子 遼介(東京大学 工学部航空宇宙工学科)

### 3. プロジェクト管理組織

株式会社オープンテクノロジーズ

### 4. 委託金支払額

5,500,000 円

### 5. テーマ名

スケーラブルラピッドプロトタイピングのための JIT-ORM

### 6. 関連Webサイト

なし

### 7. テーマ概要

ラピッドプロトタイピングの普及により、ベンチャー企業が新規システムの構築を素早く低コストで行うことが可能になった。

しかし、mixi のサーバダウン(2005 年)や twitter の度重なるシステム障害の例に見るように、ラピッドプロトタイピングで作られたデータベースアプリケーションはスケーラビ

リティが低いため、DBを原因としてユーザーの爆発的増加に耐えられず、サービスが不安定になりやすい。

この結果、拡大中のベンチャー企業は技術的なキャズム(溝)に落ち込んでしまい、成長の機会を奪われてしまう。

この溝を首尾よく乗り越えるためには、開発初期段階から適切なDB戦略を採用し、早期にDBスケーラビリティを向上させる必要がある。

本提案ではラピッドプロトタイピングに欠かせない要素であるオブジェクトリレーショナルマッピング(ORM)上において、データベースアクセスを自動的に最適化する手法の提案と実装を行う。

ORM特有のパフォーマンス問題であるN+1 SELECT問題を、ランタイムなVMバイトコード分析とプリフェッチSQLの自動生成により解決し、ORMのもたらす開発効率を完全に保ったままパフォーマンス実効力を付与することで、ラピッドプロトタイピングにより構築されたソフトウェアのDBのスケーラビリティを向上させる。実証開発を普及度の高いJava/Hibernate上に行い、本実装による波及メリットを最大化する。

## 8. 採択理由

オブジェクトリレーション・マッピングを行う場合に起こり得る本質的なディスクアクセスに起因するオーバーヘッドを低減する、一般性のある新手法を提案し、実現しようとしている。既に、基本方式設計は出来ており、設計における検討は緻密になされている。

十分なプログラミング・スキル／経験を有すると思われ、要素モジュールの部分的な実装も行われているようである。期間内に実現できる可能性は高いと考えられる。ディスクアクセス軽減により、アプリケーション実行の高速化と、実行に伴う消費エネルギーの低減化を期待できる。

## 9. 開発目標

- ・遮蔽 Liftup 法の実装(「必要とされるデータの実行時自動先読みエンジン」)  
ORM本来の記法、つまり通常の言語のループを書くだけで、SQLの発行回数を手動最適化並に減少させうる遮蔽 Liftup 法を開発する。
- ・コンスタントループモニタリングによる正確な先読み SQL 自動生成機能の実装(「不要なデータを読み込まない先読み精緻化エンジン」)  
VMスタックをランタイムに監視し、不要な先読みを生じることなく遮蔽 Liftup 法を適用できる良性ループ上下関係連鎖を抽出する機能を実装する。
- ・動作検証、最適化実装した機能の動作検証を行い、その結果に基づきデバッグ、最

適化を行う。

## 10. 進捗概要

予定どおりに作業を進めた。

実施計画書に記載した内容・機能に加え、JIT-ORM の動作設定機能を別途、開発した。

コクリエータの益子さんが、当初の予定どおりに時間を取ることができなかったため、その分、チーフクリエータである長田さんの作業分担が多くなった。

## 11. 成果

1. 自動先読みエンジン
2. 先読み精緻化エンジン

開発の結果として、上記1、2のエンジンの実装が完了した。成果物には綿密なテストを行い、実用に耐えうるレベルにまで完成度を高めることに成功した。また、提案の時点では存在しなかった「JIT-ORM の動作設定機能」を追加で実装し、システム実運用における様々なニーズに応えることのできるソフトウェアが完成した。

## 12. プロジェクト評価

今日、オブジェクトリレーション・マッピング(ORM)は、アプリケーション・プログラムのメモリ上のオブジェクトを、永続化させるための手法として広く実用に供しているが、単純な ORM を用いたプログラミングでは、N+1 SELECT 問題と呼ばれる、多数回の SQL 命令が発生してしまうという問題を抱えている。この問題を回避するために、手動プログラミングによる先読み制御によって、入出力の抑制を行う方法がしばしば用いられている。本提案は、プログラムの挙動を実行時に解析し、不必要な先読みを生じることなく、SQL の発行回数を自動的に抑制する最適化手法を提案している。ORM マッピングツールとして広く使用されている Java/Hibernate 上に提案システムを実装し、提案方式の有効性を実証した。学術論文上では、提案方式に似た方式の理論的な提案はあるものの、ここまで完成度が高く、また実用に広く供しているシステム(Hibernate)上での実装は、世界的に見ても先進的なものといえよう。提案段階から、緻密な設計が行われており、限られた時間の中で実装を行い、有効性を実証するに至ったことは高く評価できる。

## 13. 今後の課題

課題と取り組みの計画:

(課題 1)現状では、先読み精緻化の結果として最適化を行うことのできないケースが存在する。本プロジェクトではこの問題に対し「JIT-ORM の動作設定機能」を追加することで柔軟化等の対応を行ったが、これについても自動的に最適化することができれば開発効率が更に向上することが期待できる。今後は制御フローグラフ内の条件分岐文のセマンティクスを解析するモジュールを新たに開発し、最適化適用範囲を拡大する。本プロジェクト終了後から2ヶ月程度の期間を取り、この改善を行う。

(課題 2)後述する Hibernate 本体へのコミットに向け、ソースコードをさらに洗練させる。チューニングやリファクタリングを行い、世界中の Hibernate ユーザの使用に耐えうる堅牢性と保守拡張性を付与する。(課題 1)への取り組み後から1ヶ月程度の期間を取り、この改善を行う。

普及と実用化の計画:

現在、知人を通じて Hibernate コミット権を持つ方と連絡を取り、Hibernate 本体に本成果物をコミットするために折衝中である。これが実現すれば、世界中の Hibernate ユーザが本成果物を利用することとなり、その総影響は非常に大きいものとなることが予想される。

また、本プロジェクトで用いた手法自体はオブジェクト指向言語とデータベースの関係において一般的に適用可能なものであり、Java/Hibernate に限らず他のプログラミング言語・ミドルウェア・ストレージに対して適用できると考える。昨今隆盛である key-value ストアを始めとして様々な適用先を模索し、本プロジェクトの波及効果が最大化されるよう努める。