

性能測定・分析ツール「mevalet」

川村 冠東・鈴木 和明・堀川 隆
山下 敏明・酒木 大也

要 旨

近年の組込みソフトウェア開発は大規模化・複雑化が顕著であり、短納期化、開発効率化は経営的な課題となっています。ARM社製CPU上で稼働するLinuxに対応した性能測定・分析ツールmevaletを開発し、かつ、ネットワークを用いたデータ転送機能の代わりにminiSDカードを用いてデータを保存する機能を追加しました。本ツールにより1ヵ月かかっても解決できなかった性能問題を数日で解決するなど大幅な開発効率化を実現しました。社内の組込みソフトウェア開発の具体的な活用事例を交えて本ツールを紹介します。

キーワード

●性能 ●性能測定 ●分析 ●組込み ●開発環境

1. はじめに

携帯電話や車載機器、家電製品などに代表される組込み機器は、ネットワーク化、高機能化、ユーザニーズの多様化、製品ライフサイクルの短縮化、製品の低価格化が急速に進行しています。このような組込み機器のトレンド変化に伴い、組込み機器に搭載される組込みソフトウェアは、大規模化、複雑化、短納期化が求められており、開発期間の短縮と開発費の削減は経営的な課題となっています。さらに、PL法など関連法規遵守の必要性、および利用者の安全性に対する意識の高まりによる信頼性の確保のみならず、使い勝手、処理の高速化などを含めた高品質なソフトウェアが求められています。このような課題を解決するためには、分散開発、並行開発など開発現場の開発プロセスを十分理解し、ソフトウェア開発の生産性を向上することが必要です。

2. 性能問題防止のためのアプローチ

性能問題を未然に防止するためには、上流工程から性能を作り込むソフトウェア開発プロセスが必要になります。そのための技術体系として図1に示すパフォーマンス・エンジニアリング・フレームワーク (PEF) を開発しました。PEFではNEC独自技術で開発した性能測定・分析ツールであるmevaletを中心として、性能予測理論、テンプレート類などから構成されています。設計フェーズにおいては、既存のソフトウェア製品あるいは過去のソフトウェア資産を活用して、ソフトウェアのメソッドレベルの性能要件および挙動確認を行い性能の事前検証を行うことが可能です。評価フェーズで

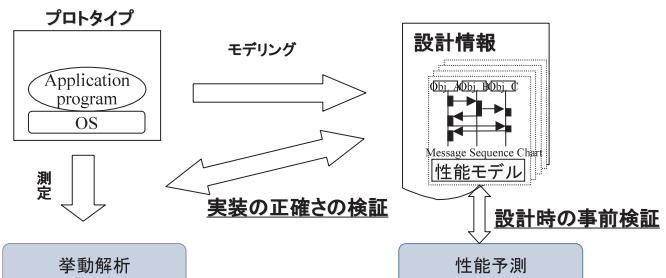


図1 パフォーマンス・エンジニアリング・フレームワーク

は、実際のソフトウェアを稼働させmevaletを用いて測定することで、実装の正確さの検証、および上流工程で検証した性能要件が満足されていることを確認するとともに、ボトルネックの早期発見および性能改善策の評価と有効性確認を行うことが可能です。このように、上流工程の性能要件を設計・開発の節目節目で確認していくことにより、性能を作り込むことが可能となります。

3. mevaletの概要と組込みシステムへの適用と効果

3.1 mevaletの概要

図2にmevaletのアーキテクチャを示します。測定対象となる組込みシステムのOS内部にフックポイントを設けることにより、特定の製品や言語に依存せず、またアプリケーションの改造もなく、数十nS～μS単位かつ数%の低オーバーヘッドですべてのアプリケーションの性能測定、および挙動解析が可能です。mevaletで採取可能なイベントは、カーネルモード

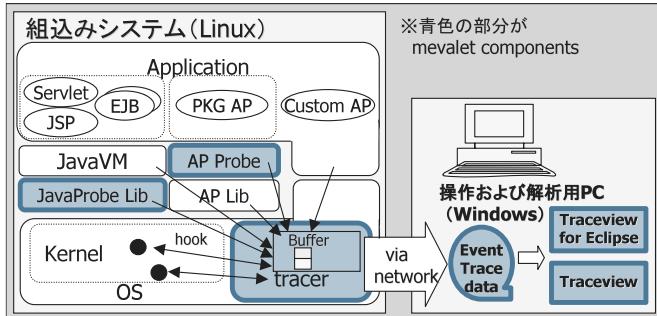


図2 mevaletアーキテクチャ

またはユーザーモードでのCPUの利用待ち、開始、終了イベント、およびタスク間インターフェース、および割り込みなどです。

利用者がPCから操作を行うことにより、mevaletはカーネルからのイベント採取を開始しバッファ上に蓄積します。測定終了後、採取したデータを解析用PCに送信し、イベントを解析するとともに、mevaletオリジナルの画面であるTraceViewに表示します。また、mevaletの右クリックメニューからは、プロセス単位のCPU利用時間の合計、システムコールの発生順番などの各種情報を表示することができます。また、Javaアプリケーションに関しては、JavaVMとアプリケーションの挙動を切り分けるためのJava Probeを開発しており、あらかじめ、Java Probeを挿入する情報を定義しておくことにより、各コンポーネントの切れ目にJava Probeを自動挿入することが可能です。これにより、アプリケーションを改変せずにJavaアプリケーションの挙動解析および性能解析が可能となります。

3.2 Eclipse対応

さらに、開発環境としてデファクトスタンダードであるEclipse上で稼働するmevalet TraceView plug-inを開発しました。図3にEclipse上での挙動解析・性能解析の例を示します。本Plug-inを用いることにより、組込みシステム上で稼働するアプリケーションの挙動をEclipse上でシーケンス図として表示することができます。さらに、Eclipse上では、マシン単位、プロセス単位、クラス単位、メソッド単位とViewを切り替えることにより、複数マシンを用いた組込みシステムにおいても、システムの挙動を一元的に表示することが可能であり、かつ、トップダウン・アプローチで性能のボトルネック解析

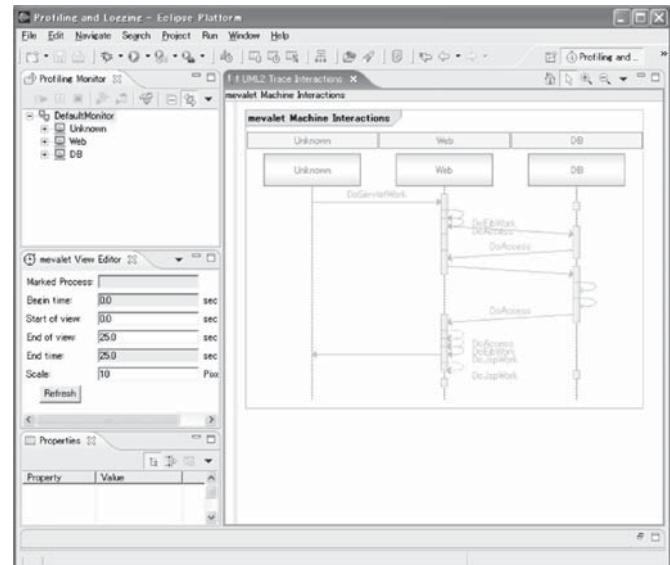


図3 Eclipse上での挙動解析・性能解析の例

をすることができます。これらのユーザインターフェースを用いることにより、高度な性能解析技術が不要となり、エキスパートレベルの性能問題を誰でも容易に解決することができるだけでなく、性能問題の因果関係を「見える化」することができます。

3.3 ARM社製CPU上で稼働するLinuxをベースとした組込みソフトウェア開発への適用と効果

組込みシステムでは、ハードウェアのアーキテクチャが統一されていないため、現在のmevaletはハードウェアごとに適用に関する評価、検証が必要になり、多くの場合でカスタマイズが必要になります。具体的には、CPUアーキテクチャに依存する部分の変更、トレースデータ転送のためのネットワークがないこと、および時刻の取得方法などに関して確認が必要となります。

図4にARM社製CPU上で稼働するLinuxをベースとした組込みソフトウェア開発におけるmevaletの改造内容を示します。本事例においては、Linuxカーネルから必要となるイベントを採取するための改造を施しました。さらに、ネットワークを用いた通信機能がないことにより、SDカードにトレースデータを採取する機能を追加しました。本組込みソフトウェア開発にmevaletを用いた結果、迅速かつ容易に性能データの一次

組込みソフトウェア開発環境ソリューション

性能測定・分析ツール「mevalet」

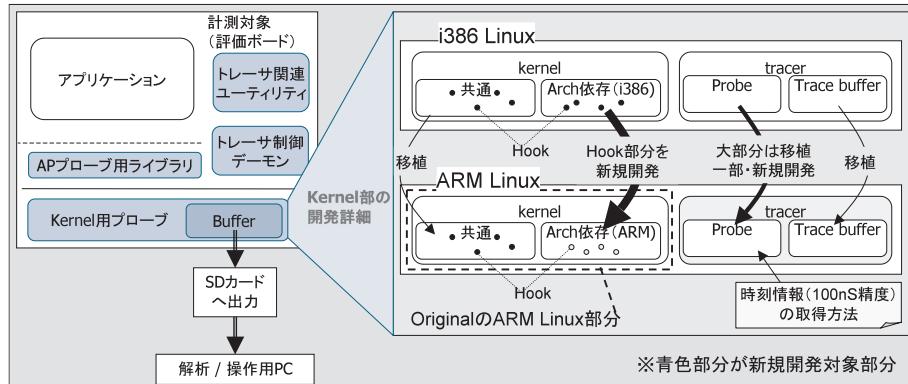


図4 mevaletの改造内容

解析が可能となりました。また、直感的にスレッドや割り込みなどの処理を確認することができるため、問題の特定、および絞込みが容易となり、Javaの性能問題およびCPU負荷の増大によるレスポンス劣化の問題解決に際し飛躍的な生産性向上を実現しました。さらに、1ヶ月間調査しても原因が分からなかった問題が1日で解決したなど大幅な工数削減を実現しました。

4. 現在の状況と今後の展望

ARM社製CPU上で稼働するLinux向け組込みソフトウェア開発において、数多くの定量効果が認められたため、現在、弊社の特定部門の国内外のすべての開発拠点に展開されています。今後は、mevaletのアーキテクチャを、OSを改造しない新しいアーキテクチャを採用するとともに、対応OSを順次拡大し、ネットワーク機器、車載機器などでも利用できるように開発を推進してまいります。さらに、社内で得られた様々なフィードバックおよびノウハウをmevaletに実装し差別化を図っていく予定です。

* ARM は ARM Limited の英国およびその他の国における登録商標です。

* Linux は米国およびその他の国における Linus Torvalds の登録商標です。

* その他本稿に記載されている会社名、製品名は、各社の商標または登録商標です。

参考文献

- 1) NEC技報Vol.58 No.3 「パフォーマンス・エンジニアリング・フレームワークの開発」
<http://tj.nepas.nec.co.jp/techrep/journal/g05/n03/t0503a01.pdf>

執筆者プロフィール

川村 冠東
システムソフトウェア事業本部
開発環境技術本部
シニアエキスパート

鈴木 和明
システムソフトウェア事業本部
開発環境技術本部
マネージャー

堀川 隆
共通基盤ソフトウェア研究所
主幹研究員
情報処理学会会員

山下 敏明
NEC情報システムズ
先端技術ソリューション事業部
主任

酒木 大也
北陸日本電気ソフトウェア
第三ソリューション事業部
主任

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL

<http://www.nec.co.jp/cced/mevalet/>