An Oracle White Paper
2013年 9月

パフォーマンスのオーバーヘッドなく、高度なJava診断および監視

ORACLE

目次

ORACLE

はじめに

Oracle Java Mission ControlはOracle JDKで動作する強力なツールセットです。これらのツールは詳細なJavaの監視や管理機能を提供しつつもCPUやメモリへの負荷が小さいため、開発環境、本番環境のいずれでの利用にも適しています。このホワイト・ペーパーでは、このツールに含まれる主要コンポーネントやこれらのコンポーネントと競合のテクノロジーとの違い、Java Mission Controlを使いOracle JDK上で実行中にアプリケーションの監視、管理、プロファイル、そして診断をする方法を説明しながら、Java Mission Controlの概要をご紹介します。

アプリケーションに手を入れずにプロファイリングや診断を実施するには

今日、Javaランタイムの監視や管理、プロファイリングを実施するためのほとんどのテクノロジーは、ほとんどの場合、侵襲性テクノロジー、つまりバイトコードの測定やJVMTI（Java™ Virtual Machine Tool Interface）のような方法を使います。Java Mission Control（JMC）は、必要なデータを収集しつつも、出来る限り実行中のシステムへの影響を最小限にとどめることに注力しています。JMCで利用しているテクノロジーを使うと、ツールをJava Virtual Machine（JVM）から切り離すと、アプリケーションは最大性能で実行できますので、JMCは本番環境での利用にも適しています。最小限のオーバーヘッドで、JMCは監視ツールの影響を最小限にしつつ、その他のソリューションに比べてより正確にアプリケーションのデータを提供することができます。

JMX コンソール

JMXコンソールは複数のOracle JDKインスタンスを管理・監視するためのツールです。GCによる休止、メモリおよびCPUの利用率、JDK MBeanサーバーにデプロイされたカスタムJMX MBeansからの情報といった現時点のデータを取得・表示します。

Java Flight Recorder

Java Flight Recorder （JFR）は、JVMや実行中のアプリケーションの詳細の記録を生成するオンデマンドの「フライトレコーダー」です。Java Mission Controlに含まれるFlight Recorderツールを使い、記録されたデータをオフラインで分析することができます。このデータには実行プロファイルやGCの統計、最適化の判断、オブジェクトの配置、ヒープ統計、ロックやI/Oの遅延イベントなどが含まれています。

以下のセクションではこれらのツールの各々についてもう少し詳細に説明します。

Java Mission Controlツール・チェーン

Java プロセス・ブラウザと JMX コンソール

Javaプロセス・ブラウザを使うと、ローカルならびにリモートで実行しているJavaアプリケーションに接続し、リスト化することができます。暗号化された通信およびユーザー・アクセスを制限することが設定で可能なので、JMCは完全にセキュアなアクセスを提供します。Javaプロセス・ブラウザはJava Discovery Protocol（JDP）を使って、ローカルで実行しているJavaプロセスおよびリモート実行しているJavaプロセスを自動的に検知します。図 1は、単一のJava Mission Controlインスタンスが一つ以上のJavaプロセスを様々な通信チャネルで検知、表示、接続する方法を示しています。

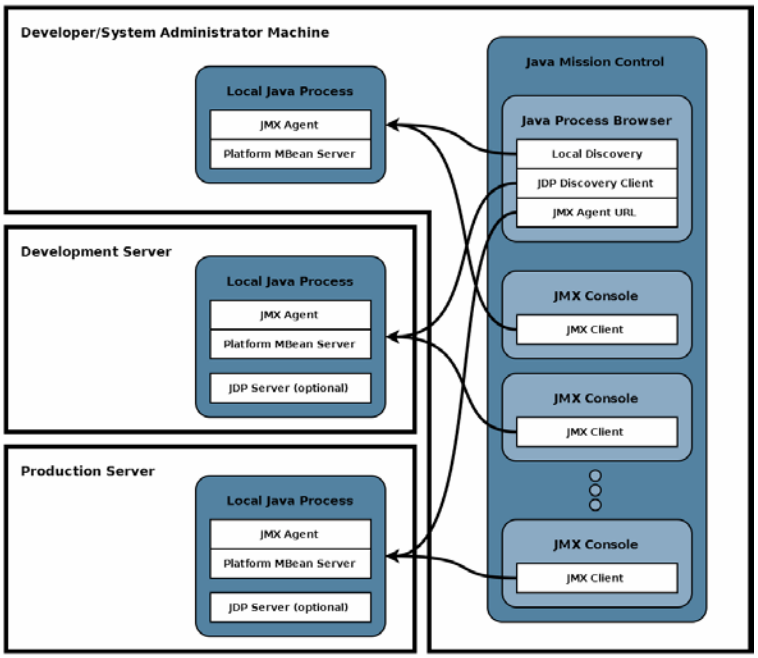

図1. Java Mission Controlsの通信レイヤー図

JMXコンソールは名前の通り、JMXインターフェースを通じてOracle JDKを管理および監視するためのコンソールで、ライブセット、ヒープ使用率、CPU負荷、MBeanで公開されていたりMBeanサーバーに登録されていたりするその他の属性といった、重要なヘルス・データを提供します。Java Mission Controlを使うと、カスタム・アプリケーションのMBeanに簡単にアクセスでき、JMXコンソールに可視化できます。JMXコンソールはMBeanを監視できるトリガーを提供すると共に、条件に合致した場合に、通知を表示するといったアクションを呼び出すこともできます。

図2. 2個の異なるローカルJavaプロセスに接続しているJava Mission Control JMXコンソール。一つは現在のCPU、ヒープ利用率を表示、もう一つは登録された全MBeanをリスト表示

Java Flight Recorder

Java Flight Recorderを使うことで、システム管理者および開発者は、製品の問題を診断するための新しい手段を手にすることになります。JFRはOS層、JVM、およびJavaアプリケーションまでのJavaアプリケーションからのイベント収集の手段を提供します。収集されたイベントには、sleep、wait、ロック・コンテンション、I/O、GC、メソッド・プロファイリングといった、スレッド遅延イベントが含まれています。

データやイベント収集時の性能への影響が通常のJavaアプリケーションであれば2%未満と小さいため、JFRをデフォルトで有効にし、継続的に本番環境のJavaアプリケーションから低レベルのデータを収集することができます。これを使うと、システム管理者や開発者が本番環境で問題が発生した場合に、解決までの所要時間をずっと短縮することができるでしょう。事象が発生してからデータ収集するのではなく、継続的に収集したJFRデータをディスクに書き出し、後で収集したデータではなく、問題が発生するまでにアプリケーションから収集したデータに対して分析を実施できます。

データ収集

Java Flight Recorderはイベント発生と同時にイベントをディスクに書き込まず、インメモリ・バッファの階層でデータを保持し、その後バッファが一杯になった時点でデータをディスクに移動します。まず、JFRランタイムは各イベントについてスレッド間で同期が必要なものを取り除き、イベント・データをスレッド・ローカル・バッファに保存します。これによりスループットを大幅に向上しています。スレッド・ローカル・バッファが一杯になった時点で、データをグローバル・バッファに移送します。これが発生すると、スレッド間で同期が必要ですが、スレッド・ローカル・バッファの充足率はそれぞれのスレッドで異なるため、競合することはほとんどありません。最終的に、グローバル・バッファも一杯になると、バッファ内のデータをディスクに書き出します。ディスクへの書き出しは高コストなので、JFRは出来る限り効率的に書き出すようにしています。生成されたファイルはバイナリ形式で非常にコンパクトであり、アプリケーションが読み書きする上でも効率的です。

JFRを設定し、データをディスクに書き出さないように設定することができます。このモードでは、グローバル・バッファは循環バッファとなり、古いデータはバッファが一杯になった時点で削除されます。この非常に低いオーバーヘッドのモードであっても、問題の根本原因を分析するために必要なすべての重要なデータを収集します。ほとんどの最新のデータは常にグローバル・バッファで利用可能なので、運用システムや監視システムが問題を検知した場合には、必要に応じてディスクに書き出すことができます。

図3. Java Flight Recorderを本番環境で利用した場合のワークフロー

データ分析

Java Mission ControlのJava Flight Recorderプラグインを使うと、収集したすべてのJFRデータに対し、動的かつ深掘りした分析が可能です。JMCを使うと、チューニングを改善するためのハイレベルの挙動から、実装の最適化の手助けとなるように特定のJavaオブジェクトのロック競合の待ち時間に至るまで、開発者やシステム管理者はJavaアプリケーションのすべての局面を分析することができます。

よく使われる分析に対し、コード、メモリ、スレッド、ロック、I/Oといった、特定の領域に焦点を絞った特殊なタブをJFRでは提供していますので、特定の領域に手早くドリル・ダウンし、Javaアプリケーションの挙動の理解が簡単にできます。

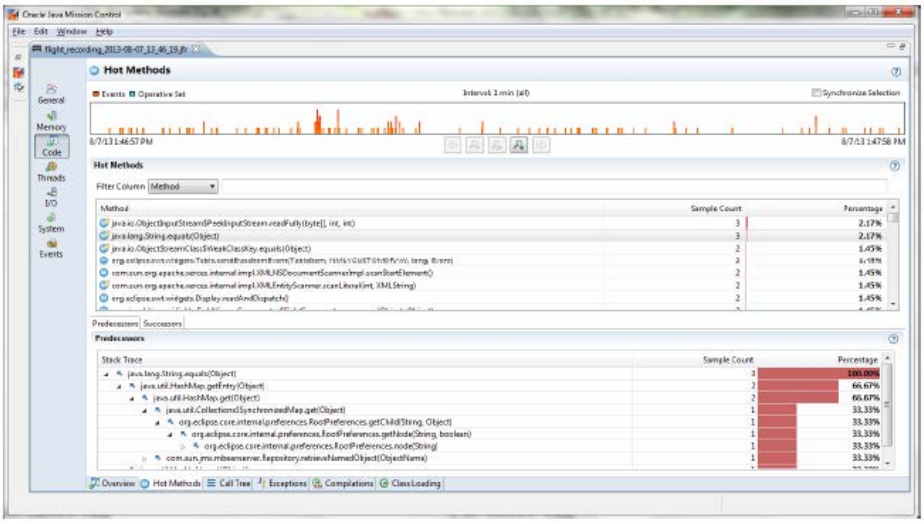

図4. Java Mission Controlのメソッド・プロファイリング情報：各メソッドサンプルの完全なスタック・トレースを取得。

全イベントに渡って詳細の分析をするため、JMCはEventタブを提供しており、これを使うと収集したすべてのデータをアドホックに分析できます。特定の時間間隔で拡大し、操作セットを使いイベントをフィルタリングすると、特定のイベントをドリル・ダウンし、問題の根本原因を特定することができます。

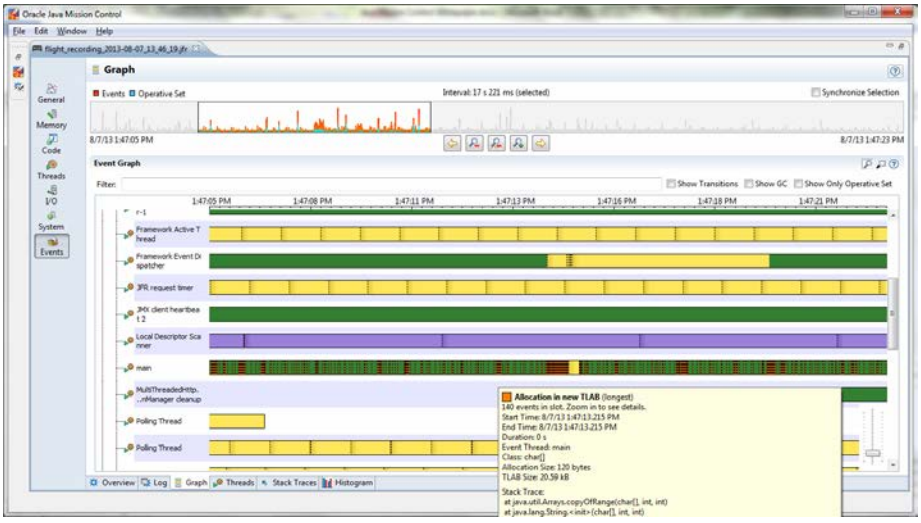

図5. Eventタブでの詳細な分析：時系列でスレッドグラフにてすべてのイベントを表示

結論

Java Mission ControlはJavaアプリケーションの監視、管理、診断、およびプロファイリングのための多用途に使えるツール・スィートです。利用した後にシステムに何ら証跡を残さず、しかも利用した際には競合製品に比べてパフォーマンスのオーバーヘッドはずっと小さいため、Java Mission Controlを本番環境で信頼して利用することができます。Java Mission Controlは商用機能であり、Java SE Advancedで提供しているものですが、Java SEのBCL（Oracle Binary Code License Agreement for the Java SE Platform Products and JavaFX）に定義されている開発用途での利用の場合は無料です。

パフォーマンスのオーバーヘッドなしに、高度なJava診断および監視
2013年9月
Author: Oracle

Oracle Corporation
World Headquarters
500 Oracle Parkway
Redwood Shores, CA 94065
U.S.A.

Worldwide Inquiries:
Phone: +1.650.506.7000
Fax: +1.650.506.7200

oracle.com