

インメモリデータベースとキーバリューストアに 代わる優れたソリューション

テクノロジー概要



はじめに

アプリケーションが極めて高いパフォーマンスを必要とする場合、企業はインメモリ データベースやキーバリューストア (キャッシング レイヤ) を使用する傾向があります。しかし、インメモリ データベースは総所有コストの上昇を招き、拡張性におけるハード面での制限を抱えており、メモリ制限を超えると信頼性の問題や再開の遅延が発生します。こうした制約はインメモリ キーバリューストアに共通のものであり、アーキテクチャ上の複雑さやネットワーク上での遅延にもつながります。

この文書では、高性能な SQL/NoSQL アプリケーションにおいて、InterSystems IRIS Data Platform™ がインメモリ データベースとキーバリューストアに代わる優れたソリューションである理由を説明します。

パフォーマンスと効率性が次の段階へ進化

InterSystems IRIS はデータ取り込みと分析処理の同時処理において、インメモリ データベースやキャッシング レイヤと同等以上のパフォーマンスを発揮する唯一の永続データベースです。トランザクションの処理、ディスクでのデータ保持、データ分析用のインデックス作成を、市販のハードウェアを使用してネットワークでの遅延なしに 1 マイクロ秒未満で行うことができます。

InterSystems IRIS の優れた取り込み性能の一翼を担っているのが、高度なデータ構造で効率的かつコンパクトな保管を可能にする多次元データ エンジンです。2 次元テーブルではなく、スパース ストレージ技法に基づく効率的な多次元データ モデルを使用することで、ランダム データのアクセスと更新が高速化され、使用するリソースとディスク容量は削減されます。従来の TCP/IP アクセスの API に加えてインメモリ、インプロセスの API も利用できるため、データ取り込みのパフォーマンスが最適化されます。

インターシステムズは独自技術のエンタープライズ キャッシュ プロトコル (ECP) を開発し、パフォーマンスと効率性の最適化を推進しています。ECP は、取り込みから消費に至るマルチサーバ環境のデータ フローを調整します。ネットワーク経由でデータの複製やブロードキャストを行わずに、SQL、C++/C#、Java、Python、Node.js などの一般的な言語を使用して、環境内のすべてのデータにフル アクセスできます。

ECP を使用すると、分散システムのサーバはアプリケーション サーバとデータサーバの両方の役割を果たすことができます。データとコンピューティング リソースは、ワークロードのタイプ (トランザクション処理または分析クエリ) に基づいて自由に拡張でき、ローカル データベースと同様にリモート データベースへ動的にアクセスできます。データの基本的な所有権を必要とするのは、分散システムのごく一部のサーバだけです。分析の要求が増えた場合は、アプリケーション サーバを即座に追加できます。ディスクのスループットがボトルネックになっている場合は、同様にデータ サーバを追加できます。データは再パーティション化され、アプリケーションの論理ビューはそのまま保持されます。

分散システムの各ノードは、それぞれのディスク システムにあるデータを処理対象にすることも、別のデータ サーバからそのノードに転送されたデータを処理対象にすることもできます。クライアントがデータを要求すると、アプリケーションサーバはそのローカル キャッシュを使用して要求を満たそうとします。データがローカルにない場合、アプリケーション サーバはリモート データ サーバにそのデータを要求します。これにより、そのデータはローカル アプリケーション サーバにキャッシュされ、そのサーバで実行しているすべてのアプリケーションで利用可能になります。ECP は、キャッシュの整合性と一貫性をネットワーク全体で自動的に管理します。

そのため、InterSystems IRIS は、データを複製しなくても大規模なデータ セットで複雑な分析クエリを実行できます。これには、異種のノードやシャードに分散しているデータにアクセスできる結合を、データのプロードキャストを行わずに極めて高速に実行する能力も含まれます。

ECP の使用はユーザに意識されず、アプリケーションの変更や特別な技術は要求されません。アプリケーションは、データベース全体をローカルな存在として扱います。

世界的な大手投資銀行がそのデータとクエリを使用して実行した競合テストにおいて、InterSystems IRIS は、主要な商用インメモリ データベースを常に上回る性能を発揮し、より少ないハードウェア (8 台の仮想マシン、16 コア、256 GB RAM に対して 4 台の仮想マシン、8 コア、96 GB RAM) でほぼ 10 倍のデータ (33 GB 対 320 GB) を分析しました。

InterSystems IRIS は全体の応答時間を短縮

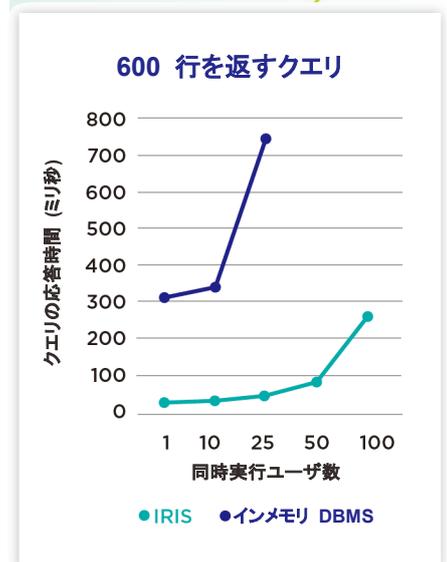
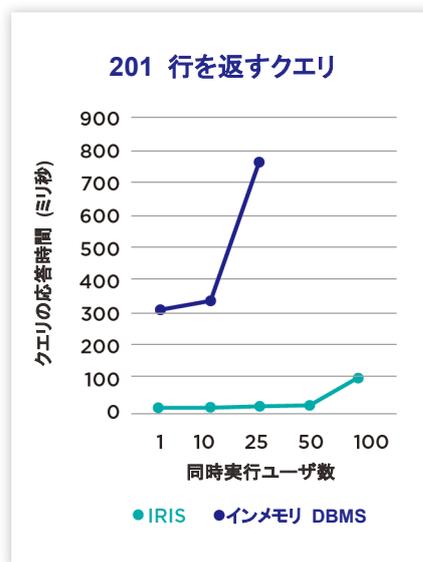
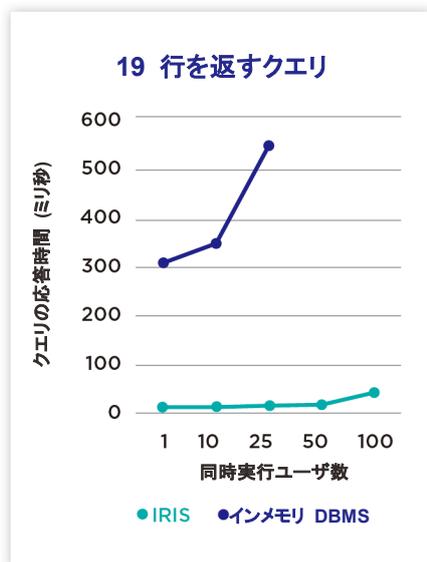


図 1: IRIS は主要なインメモリ DBMS を性能面で上回り、10 倍のデータをクエリ実行しています。ここで留意すべきなのは、グラフにデータ ポイントが表示されていない箇所は、クエリが結果を返せなかったことを示している点です。

永続的なデータ ストアによる信頼性の向上

InterSystems IRIS には永続的なデータ ストアが組み込まれており、最新の状態が常に維持されます。高速なランダム アクセスに最適化された形式で、ディスク上の最新のデータ表現が自動的にすべて維持されます。

一方、インメモリ データベースは永続的なデータ ストアを備えていません。そのため、すべてのデータは利用可能なメモリに適合する必要があるため、新しいデータを取り込んで分析ワークロードを処理するために十分なメモリを確保する必要があります。データやクエリの量が予想外に増加したことが原因で、利用可能なメモリが足りなくなることがあります。クエリは、その実行中にメモリを消費して結果をもたらします。その顕著な例が大規模な分析クエリです。利用可能なメモリを使い果たすと処理は停止します。

金融サービス企業の取引アプリケーションなど、ミッションクリティカルなアプリケーションでは、トランザクションの中断や遅延、サービス停止は壊滅的な被害をもたらします。インメモリ データベースでは、メモリの内容が定期的にチェックポイントファイルに書き込まれ、後続データはログ先行書き込み (WAL) ファイルに格納されます。機能停止後に処理中の状態を再構築するには、チェックポイント ファイルと WAL ファイルを取り込んで処理する必要があり、データベースをオンラインに戻すまでに何時間も要することがあります。

InterSystems IRIS では、リカバリが即時実行されます。永続的なデータベースであるため、サーバの電源オフやクラッシュが起きてもデータは失われません。アプリケーションは、別のサーバやディスクのデータにアクセスしてそのまま処理を続行します。データベースのリカバリやその状態の再構築は不要です。

インメモリ データベースでは、
利用可能なメモリを
使い果たすと
処理が停止します。

インテリジェント バッファリングによる拡張性の強化

InterSystems IRIS にはインメモリ データベースが持つ拡張性のハード制限がないため、利用可能なメモリ総量による制約を受けません。インテリジェントなバッファ管理に基づいて使用頻度が最も高いデータをメモリ内に保持し、使用頻度がそれほど高くないデータはディスクに置いて要求時にすばやくアクセスします。さらに、アクセス頻度の低いデータを消去することで、必要に応じてメモリを解放します。一方、インメモリ データベースではすべてのデータを作業メモリ内に維持する必要があります。これには、再度アクセスしないと思われるデータも含まれます。

単一マシン システムで一部のデータがキャッシュにない場合、InterSystems IRIS はそのデータをディスクから取得します。分散環境でデータがローカルキャッシュにない場合、InterSystems IRIS を使ったのアプリケーションは、所有しているデータ ノードのキャッシュからそのデータを自動的に取得しようとします。データがそのキャッシュにない場合は、ディスクから取得します。利用可能なメモリが完全に消費されると、インテリジェント バッファリングによって未使用時間が最長のデータが消去され、新しいデータやタスク処理のためにメモリがクリアされます。

InterSystems IRIS ベースのシステムはメモリの制限を受けないため、取り込み速度と分析ワークロードで予期しないスパイクが発生しても対応でき、ペタバイト規模のデータ処理が可能になるまで拡張できます。一方、インメモリ データベースは対応できません。

総所有コストの削減

メモリはディスクよりも高価であるため、InterSystems IRIS ベースのアプリケーションを運用すれば、インメモリのアプローチと比べてハードウェア コストと総所有コストが削減されます。インメモリ システムの多くは、コンピュータのクラッシュが及ぼす影響を避けるためにデータの冗長コピーを別々のマシンに保管しているため、コストはさらに増大します。

インメモリ キーバリューストア

ストレージ エンジンとアプリケーション サーバの間のスタンドアロン キャッシング レイヤとしてインメモリ キーバリューストアを機能させることで、高性能なアプリケーションに対処している組織もあります。しかし、いくつかの理由により、このアプローチは急速に魅力を失いつつあります。

アーキテクチャの複雑さ: アプリケーションはさまざまなレイヤで冗長なデータ表現を管理する必要があり、キャッシュおよびデータベースとの統合と同期化も必要になります。たとえば、アプリケーション コードは、必要なデータがキャッシング レイヤにあるかどうかを調べるために検索をまず実行することになります。キャッシング レイヤにデータがない場合、アプリケーションは SQL クエリを実行してデータベースからそのデータにアクセスし、アプリケーション ロジックを実行して、結果をキャッシング レイヤに書き込み、その結果をデータベースと同期させます (図 2 参照)。

CPU コストの増加: (文字列やリストと連携して機能する) キャッシング レイヤとアプリケーション コードの間には本質的な不一致があります。そのため、アプリケーションはキャッシュとアプリケーション レイヤの構造間で継続的にデータを変換する必要があり、開発者の労力と複雑さが増すだけでなく、CPU コストも増加します。

待ち時間: アプリケーション サーバとキャッシング レイヤの間ではネットワーク経由で要求が行われるため、このアプローチはネットワーク トラフィックを増加し、アプリケーションにさらなる待ち時間をもたらします。

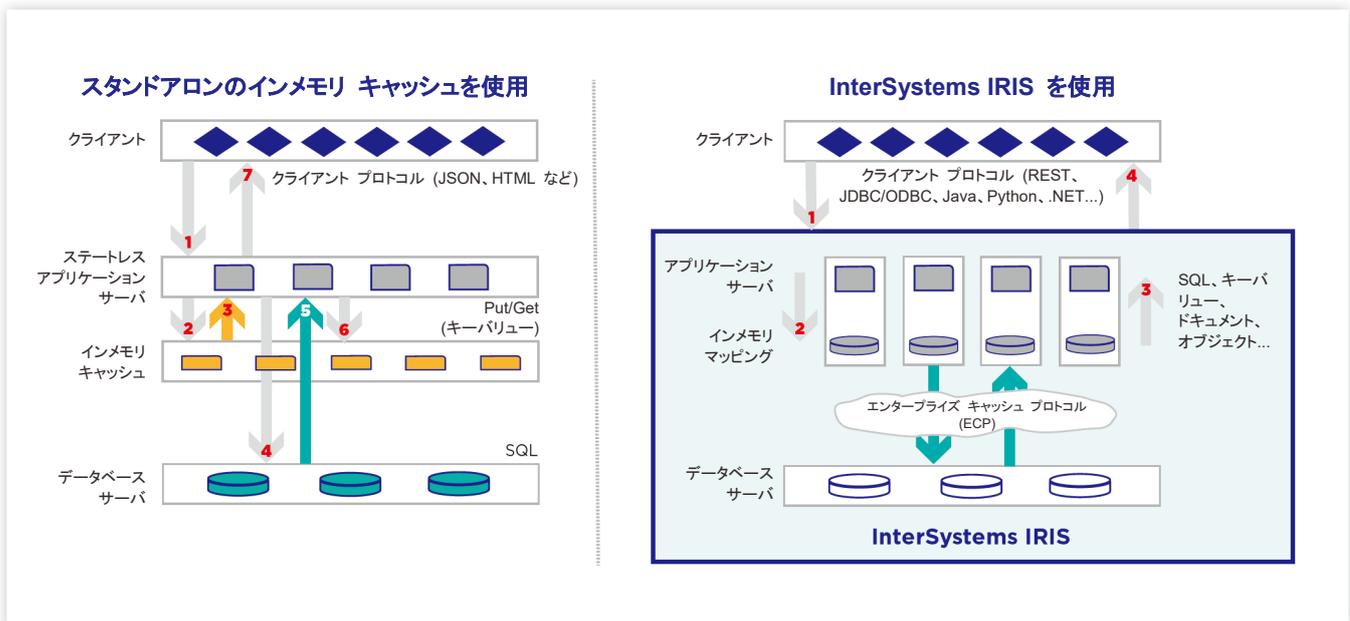


図 2: 個別のインメモリ キャッシング レイヤ、アプリケーション サーバ、データ ストアと InterSystems IRIS との比較。

実際に、最近の研究論文で Google とスタンフォード大学のエンジニアは、「(リモートのインメモリ キーバリューストアの) 時代は早くも終わってしまった。そのドメイン非依存 API (PUT/GET など) はアプリケーションの複雑化をもたらし、オーバーヘッドとネットワーク ホップのさらなる結集 (無秩序化) を招いている」と主張しました。¹

InterSystems IRIS は、こうしたリモート キャッシング レイヤと比べて優れたパフォーマンスと効率性を実現し、アーキテクチャとアプリケーションの複雑さを軽減します。

まとめ

インメモリ データベースとキャッシング レイヤを使用する主な理由はパフォーマンスにあります。しかし、その高速性にもかかわらず、そのいずれもが制約を抱えています。たとえば、拡張性のハード制限、メモリ制限の超過時における信頼性の問題や再開の遅延、アーキテクチャとアプリケーションの複雑さの増大、総所有コストの上昇が挙げられます。

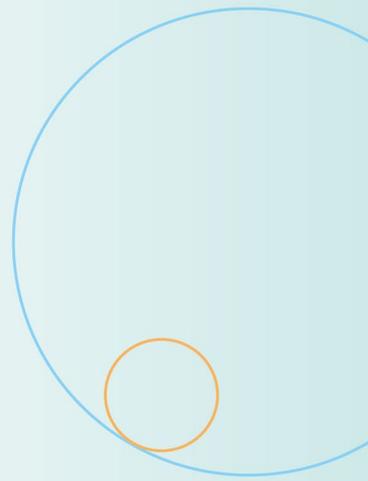
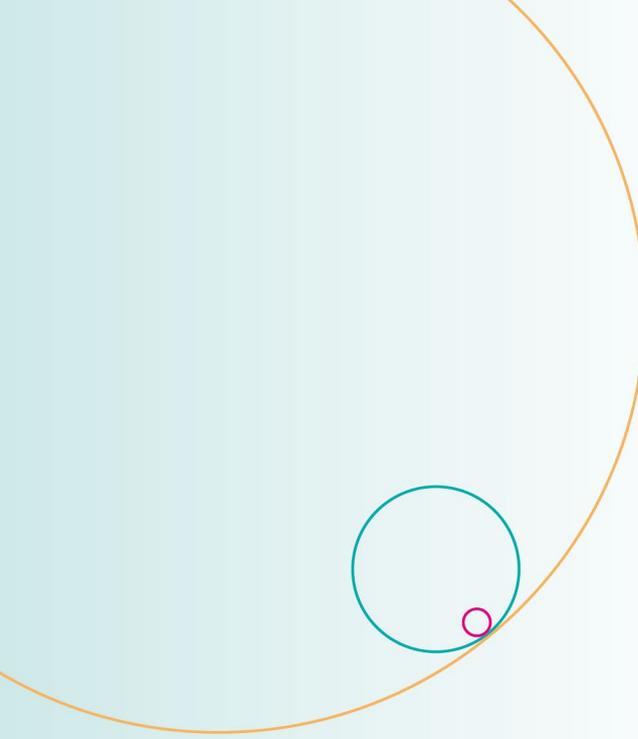
InterSystems IRIS はこうした制約を受けることなく、インメモリ データベースおよびキャッシュと同等以上のパフォーマンスを発揮する唯一の永続データベースです。こうした理由により、InterSystems IRIS は、ミッションクリティカルで高性能なアプリケーションにおける優れた代替ソリューションとなっています。

インターシステムズについて

インターシステムズは、世界の最も重要なアプリケーションを支える情報エンジンを提供しています。1978 年以来、医療、金融、官公庁など、生命や生活を支える多くの分野において、インターシステムズは戦略的なテクノロジーを提供しています。インターシステムズは、米国マサチューセッツ州ケンブリッジに本社を置く、世界中に拠点を擁する株式非公開企業です。そのソフトウェア製品は、世界 80 ヶ国以上の数百万人のユーザによって日々使用されています。

詳細については、InterSystems.com/jp/IRIS をご覧ください。

¹ Adya, Atul, Robert Grandl, Daniel Myers, and Henry Qin. "Fast Key-value Stores: An Idea Whose Time Has Come and Gone." May 13, 2019. <https://doi.org/10.1145/3317550.3321434>.



The power behind what matters.
大切なことを、支える力に。

