

巨大XMLデータを管理・検索する分散XMLデータベース

テラバイト級のXMLデータを分散化して高速に検索

電子政府をはじめとして、電子取引、事務文書管理、新聞コンテンツ管理などインターネット上の様々なデータ交換領域で、汎用的なデータ表現の仕組みとして、データ構造の柔軟性を特長とするXML (eXtensible Markup Language) の活用が進んでいます。そして、XML活用範囲の広がりとともに、テラ(T: 10¹²)バイト^(注1)を超える巨大なXMLデータが出現しています。

東芝は、このような巨大なデータに対して実用的な検索の応答性を達成するため、ネットワーク上に分散された複数のサーバから成る分散XMLデータベースを開発しています。

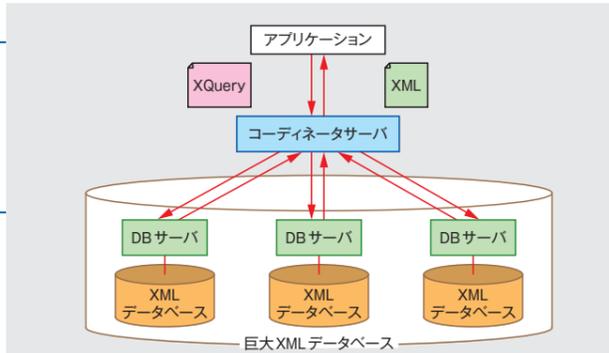


図1. 分散XMLデータベースのシステム構成 — コーディネータサーバと複数のDBサーバが協調しながら、与えられたXQueryを処理します。

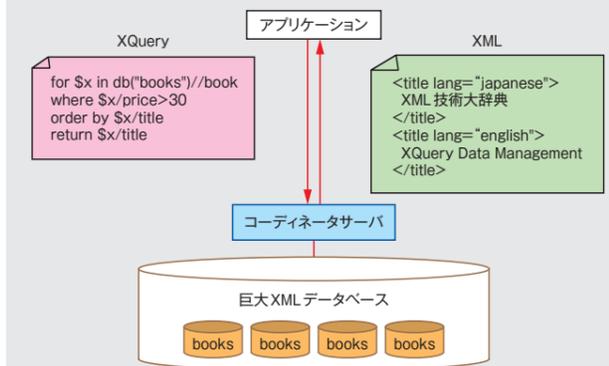


図2. XQueryの例 — 価格が30を超えた本のタイトルを昇順にして並べるというXQueryの例を示しています。

巨大XMLデータに対応する分散化

特許データや遺伝子データなど各分野で数百Gバイト、更にはTバイトを超える巨大なXMLデータが出現しています。このような巨大なデータを管理して、実用的な検索の応答性を確保するには、複数のデータベースを用いた分散化が不可欠です。単一のサーバで有効利用できるハードウェア資源には上限があり、単一のデータベースで管理できるデータサイズにも限界があります。これらの限界を超えるために、すべてのデータを複数のデータベースに分割して管理しようとしています。

(注1) 1Tバイトは、新聞記事に換算して1,300年分の情報量。

大規模でも高速検索を実現する技術

これまで、サーバ間のデータ通信や各サーバ処理量の不均衡がボトルネックとなり、サーバを増やしてもそれに見合った処理性能を得るのが困難でした。東芝は、以下に述べる最適化技術や分散並列処理技術を組み合わせることで、この問題を解決しようとしています。

分散XMLデータベースの構成

システムは、1台のコーディネータサーバと複数のデータベースサーバ(DBサーバ)から構成されます(図1)。XMLデータ全体を水平分割して各DBサーバに割り振り、DBサーバを取りまとめる中央サーバとしてコーディネータサーバを配置します。コーディネータサーバは、複数のDBサーバと

協調しながら、与えられたXQuery (XML Query Language) を処理します。XQueryは、W3C (World Wide Web Consortium) で標準化されている検索言語で、XMLデータの取得や加工に威力を発揮する表現力の高い言語です(図2)。

また、DBサーバは、これまで当社が開発してきた単体のネイティブXMLデータベースを使っており、スキーマ(XML文書の構造)定義を必要とせずに多種多様なXMLデータを管理できるので、拡張性と柔軟性に優れています。

分散XQuery最適化技術

まず、コーディネータサーバにXQueryが入ると、コーディネータサーバとDBサーバの2段階で、XQueryの解析、プラン及びコード(手順)の生

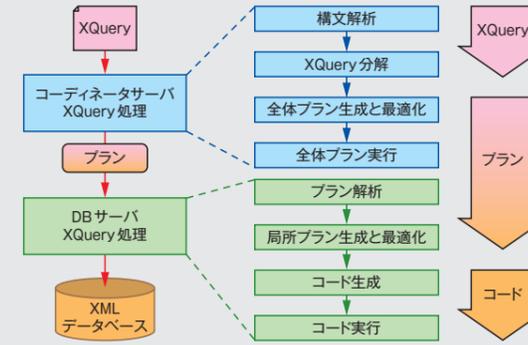


図3. 分散XQuery最適化の概要 — コーディネータサーバとDBサーバの2段階で、XQueryの解析、プラン及びコード(手順)の生成と最適化を行います。

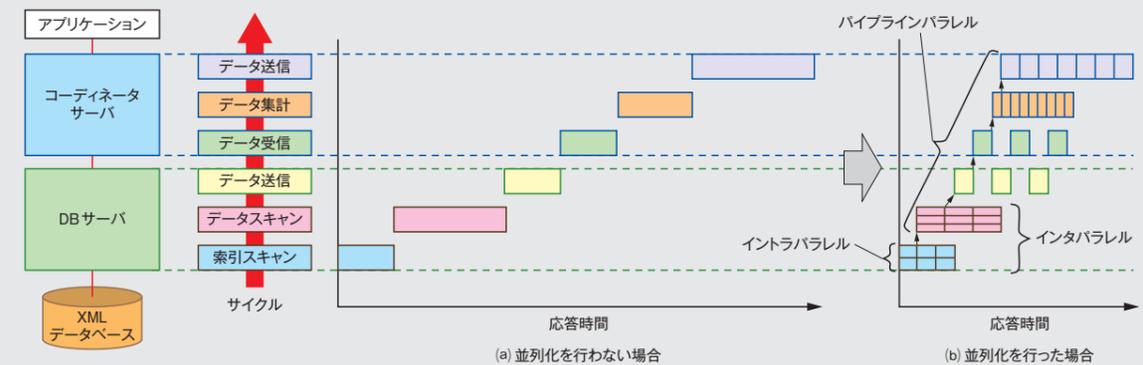


図4. 分散並列処理技術の動作イメージ スキャン、ソート、ジョインといった操作を複数プロセスや複数サーバで並列化するケース(b)では、パイプライン並列などの処理が効果を上げています。

成と最適化を行います(図3)。

コーディネータサーバは、各DBサーバから上がってくるデータの結合や集計など全体的な手順の最適化を行います。また、DBサーバは、各XMLデータベースのディスクI/O (Input/Output) も含めた局所的な手順の最適化を行います。

コーディネータサーバは、個々のデータベースの最適化に必要な情報(データに関する統計情報など)をすべて持っているわけではなく、コーディネータサーバとDBサーバで役割分担して最適化しています。

分散並列処理技術

手順が生成されたら、後はコーディネータサーバとDBサーバが同時に手順を実行します。分散データベースの

場合、データ受信待ちなどで逐次化部分が増えて分散効果が低下します。そこで、手順を構成するスキャン、ソート、ジョインといった操作を複数プロセスや複数サーバで並列化するメカニズムを入れています。サーバ内の各操作に対する並列化(インタパラレル、イントラパラレル)、サーバ間の手順操作に対する並列化(パイプラインパラレル)というように、複数の観点から処理の並列化を行います(図4)。

将来への展望

これまで述べた技術とデータ通信量の削減技術などを組み合わせると、Tバイトを超える巨大なXMLデータに対しても、実用的な検索の応答性と拡張性を持つようになりました。また、事前にデータ構造を明確に定義しなくて

もよいので、多種多様なXMLデータを管理できます。

このような特長を持つ分散XMLデータベースの適用例として、特許データや遺伝子データといった巨大コンテンツの管理システムが挙げられます。更に、XMLの高い柔軟性を生かして、既に運用されている複数のデータベースを仮想的に統合した、データ統合システムへの適用も期待されます。

当社は今後、これらの用途に向けて早期の実用化を目指します。

服部 雅一

研究開発センター
知識メディアラボラトリー主任研究員