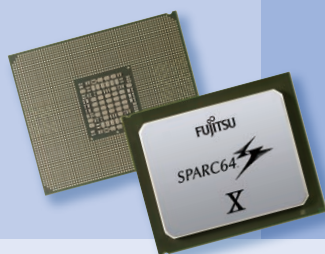
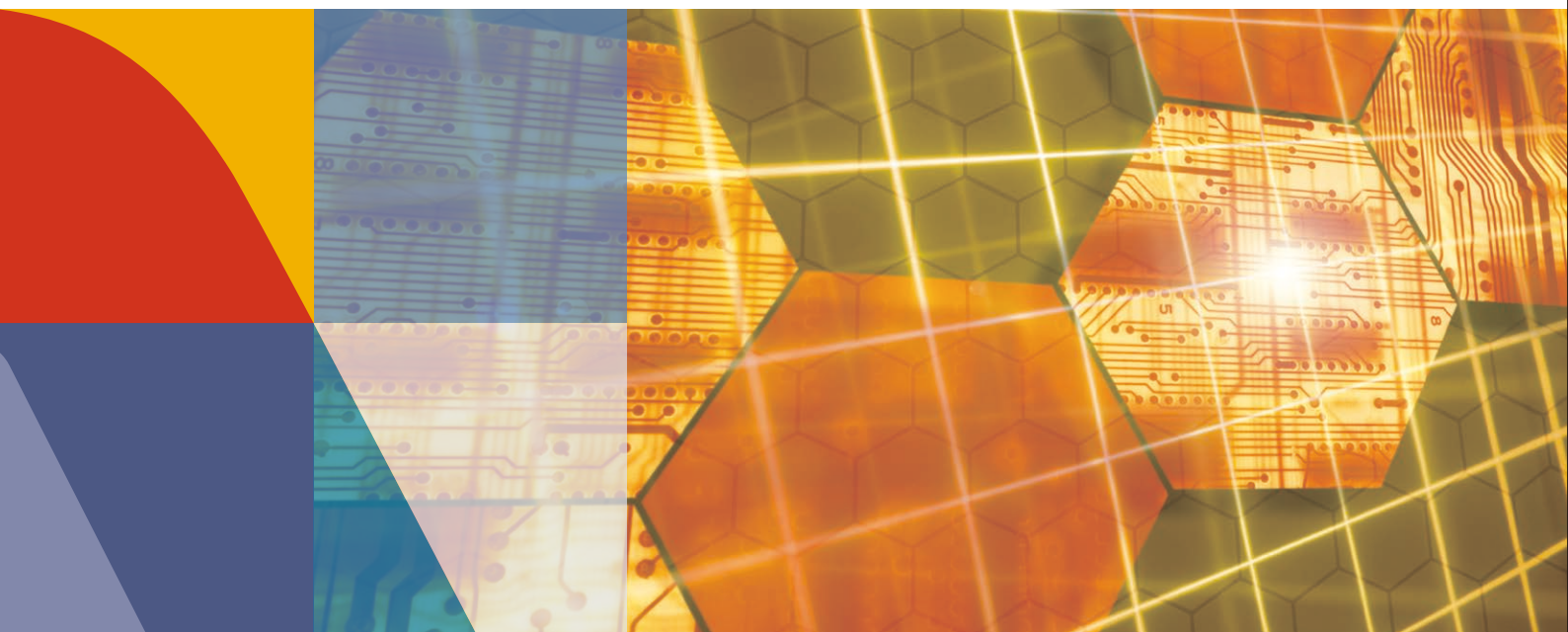


SPARC64 Xが実現する高並列演算が 新たなビジネス価値を創出



SPARC64 



SPARC M10に搭載されるSPARC64™Xで最適化処理を高速化。



ICT (Information and Communication Technology) の進化はめざましく、企業を取り巻くビジネス環境を大きく変えています。各種スマートデバイスや、企業・家庭内・車両等のセンサーから日々膨大なデータが生み出されており、社会や環境の中で広く活用されはじめています。この変化の中にあって、ビジネスにおける競合他社との差異化や、企業や業種を超えた新たなサービス創出のために、いかにビックデータを高度にかつ高速に分析し活用していくかが企業の大きな課題となっています。

並列演算処理性能の検証

検証概要

本検証では、数理システムの汎用数理計画パッケージである数理システム Numerical Optimizer™^{※1}を使用したスポーツスケジューリング問題をベースとしました。スポーツスケジューリング問題とは、リーグ戦の対戦スケジュールを作成する問題です。この問題を厳密に解くのは難しいため、数理システム Numerical Optimizer では近似的にこの問題を解きます。この近似的な解の精度は「解の探索」の実行回数（試行回数）を増やすほど上がります。本検証ではこの解の探索を一定時間内にどれくらい実行できるかを測定し、SPARC M10が持つ線形なスケーラビリティを示します。

※1 URL : <http://www.msi.co.jp/nuopt/> mail : nuopt-info@msi.co.jp tel : 03-3358-6681

検証環境

本検証に使用したSPARC M10環境は以下の通りです。

Model	SPARC M10-4S
CPU	SPARC64 X 3.0GHz/24MB キャッシュ 8CPU/128コア /256スレッド
Memory	512 GB
OS	Oracle Solaris 11.1

* CPUコア数は128個ですが、SPARC64 XはSMT (同時マルチスレディング) により、1コアにつき2スレッドを同時に実行できます。そのため、OSレベルでは256CPU存在するように見えます。

スケジュール作成条件

スケジュール作成の条件は以下の通りです。

- 20チームでのリーグ戦の対戦スケジュールを作成
- 制限時間は70秒 (70秒間で何回試行できるかを測定する)

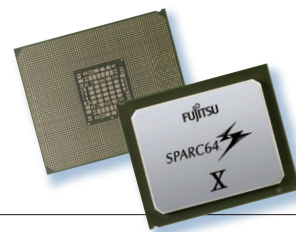
検証結果

検証結果は以下の通りです。

プロセス数	試行回数合計	プロセスあたり平均試行回数
1	2,331	2,331
32	68,267	2,133
64	134,885	2,108
128	246,656	1,927
256	327,052	1,278

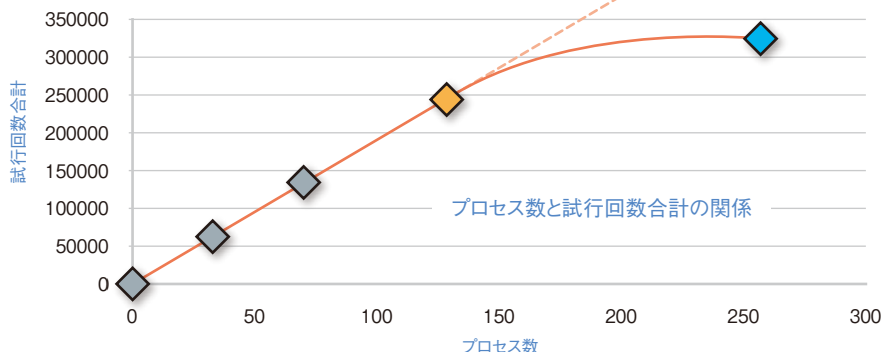
* 左表のプロセス数欄におけるオレンジの数字 (=128) は「プロセス数=CPUコア数」での測定結果、青の数字 (=256) は「プロセス数=最大同時実行スレッド数」での測定結果になります (以下図についても同様)。

* 本検証では各プロセス数について3回行い、それぞれ得られた試行回数合計の中間値を採用しています。プロセスあたりの平均試行回数は「試行回数合計÷プロセス数」です。



線形なスケーラビリティを示す検証結果

プロセス数と試行回数合計についてプロットした結果は以下になります。



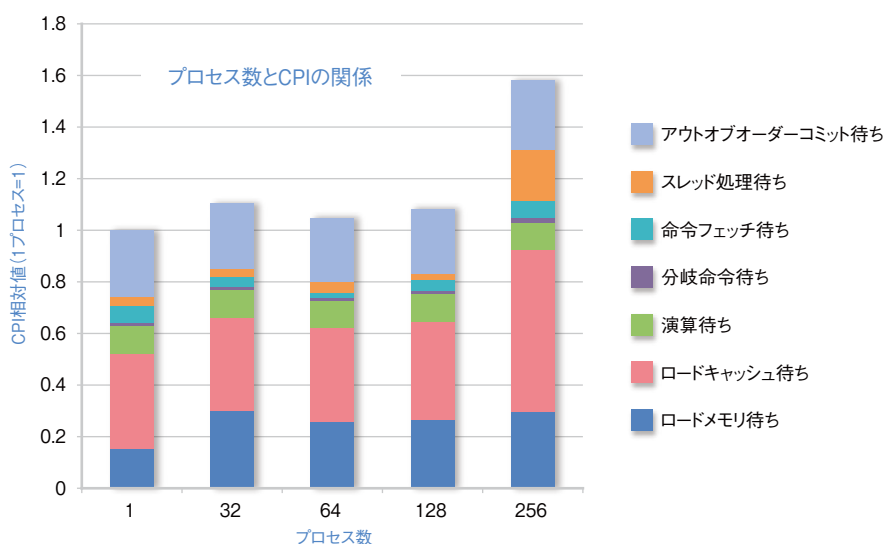
グラフからわかるようにプロセス数が128までは直線的に試行回数合計が増えていっています。今回検証に使用したSPARC M10は128個のCPUコアを搭載していますが、これが有効に活用されている事が分かります。

また、プロセス数を更に256個まで増加した場合でも、プロセス数128個に比べて1.3倍程度に試行回数合計が増えていきます（具体的には1プロセスあたりの試行回数は1/1.5程度に落ち込んでいますが、プロセス数が2倍になったのでトータルとして試行回数合計は1.3倍になりました）。

これは、SPARC64 XのSMTが効果的に働き、CPUを効率よく利用できたためと考えられます。

スレッド処理の効率性に関する調査

本検証におけるCPI^{※2}調査結果は以下の通りです。



128プロセスまではCPIにほとんど変化がありません。これは、検証結果において、128プロセスまで性能が直線的に良くなった事を裏付けています。

256プロセスではCPUが1プロセスに対し1.6倍程度増大しています。つまり、性能が約1/1.5になっているのですが、これはプロセスあたりの平均試行回数が1/1.5になっているのと同じです。

内訳を見ると、「スレッド処理待ち」と「ロードキャッシュ待ち」が増えています。256プロセスではSMT機能により1CPUに2プロセスが割り当てられますが、この時、1プロセスが利用できるCPUのL1キャッシュは半分になります。この影響でL1キャッシュにデータが入りきらなくなり（L2キャッシュからの読込が必要になって）、これがロードキャッシュ待ちの増加につながっています。

スレッド処理待ちの増加は、スレッド間での資源競合が発生した事が原因です。

※2 Cycles Per Instruction=CPUの1命令を実行するのに必要な平均クロック数

今回の検証プログラムの問題領域はL2キャッシュサイズに収まるサイズであり、また、各プロセスも完全に独立していました。そのため、128プロセスまではスケーラビリティが非常に良いという結果が分かりました。また、CPUコア数の2倍（=256）までプロセス数を増やした場合でも、SMTにより更に性能が向上する事を確認できました。

今回の検証のような最適化の領域は大規模なシフトスケジューリングなど無数に存在します。富士通およびNTTデータグループは社会インフラを支えるシステムインテグレータとして、様々な課題を解決するための高度な分析ロジックの構築を行っています。そのためには大量の演算処理を高速に処理するCPUは必要不可欠であり、引き続き協力してビジネスを推進していきます。

本検証の成果

- 数値システム Numerical Optimizerでの最適化処理とSPARC64 Xのマルチコア環境の親和性・優位性を確認
- CPUコア数まで同時実行プロセスを増加しても、線形なスケーラビリティを実現
- CPUコア数を超える同時実行プロセスもSMTが有効に機能し、さらに性能向上

SPARC M10

SPARC M10は、スーパーコンピュータやメインフレームをはじめとする富士通のテクノロジーを集結した革新的なサーバです。
高い信頼性はもちろんのこと、リアルタイム処理を実現する高速な演算処理、
世界No.1のスケラビリティは、お客様のビジネスを成功に導く最適なプラットフォームです。

リアルタイム処理を実現するSPARC64 X

SPARC M10に搭載されるSPARC64 Xは、
高並列演算処理やインメモリ処理を実現するテクノロジーが搭載されリアルタイム処理を可能にしています。

高並列演算処理	SPARC64 Xのスレッド機構として効率的に処理を可能にするSMTを採用。 さらにスレッド当たり4つの演算器を搭載することで、効率よくまた同時に多くの演算を実行。
インメモリ処理	SPARC64 Xプロセッサは、8本のメモリバスを実装し、かつこれをダイレクトに接続。 これにより低レイテンシ、高帯域のメモリアクセスを実現、大容量のデータを高速に処理。

世界No.1のスケラビリティ

SPARC M10は、最大16筐体までの追加を可能にするBuilding Block (ビルディング・ブロック) 方式を採用し、
最大64CPU/1,024コアという高いスケラビリティを実現しています。
筐体間の接続にはスーパーコンピュータ開発で培った技術を継承した圧倒的な帯域幅をもつ高速インターコネクトを採用し、
性能に関して線形なスケラビリティを実現しています。

※ SPARC M10およびSPARC64 Xの詳細については<http://jp.fujitsu.com/platform/server/sparc/>を参照してください。
※ OracleとJavaは、Oracle Corporation およびその子会社、関連会社の米国およびその他の国における登録商標です。
※ SPARC Enterprise, SPARC64, SPARC64ロゴ、およびすべてのSPARC商標は、
米国SPARC International, Inc.のライセンスを受けて使用している、
同社の米国およびその他の国における商標または登録商標です。
※ UNIXは、米国およびその他の国におけるオープン・グループの登録商標です。
※ 数理システム Numerical Optimizerは株式会社NTTデータ数理システムの登録商標です。

株式会社NTTデータ 技術開発本部

〒135-8671 東京都江東区豊洲 3-3-9 豊洲センタービルアネックス
Tel : 050-5546-9741 Fax : 03-3532-0488
<http://www.nttdata.com/jp/ja/>

富士通株式会社

〒105-7123 東京都港区東新橋 1-5-2 汐留シティセンター
<http://jp.fujitsu.com>

製品・サービスについてのお問い合わせは
富士通コンタクトライン
Tel : 0120-933-200

株式会社NTTデータ数理システム 知識工学部

〒160-0016 東京都新宿区新宿信濃町35番地 信濃町煉瓦館1階
Tel : 03-3358-1701 Fax : 03-3358-1727
<http://cl-www.msi.co.jp>