

スケーラブルインテリジェントストレージによる大規模並列全文検索の評価

The Evaluation of the Large-scale Parallel Full Text Search
by the Scalable Intelligent Storage

4Z A-05

金子 洋介
Yosuke Kaneko山岸 義徳
Yoshinori Yamagishi清水 英弘
Hidehiro Shimizu郡 光則
Mitsunori Kori三菱電機株式会社 情報通信システム開発センター
Information & Communication Systems Development Center, Mitsubishi Electric Corp.

1. はじめに

近年のデジタルデータの増加にともない、大量のデータから高速に情報検索を行うシステムが必要とされている。我々はストレージとプロセッサを一体化したインテリジェントストレージノード(ISN)を開発し、ISNの並列処理によって、大規模・高速な情報検索を実現するスケーラブルインテリジェントストレージアーキテクチャ(SISA)を構築した[1]。

本稿ではSISAを全文検索システム[2][3]に適用し、検索時間性能のモデル化を行い、評価システムを用いて性能評価及び、性能モデル検証を行った結果について報告する。

2. 全文検索時間性能モデル

SISAを全文検索システムに適用した時の全文検索時間性能は以下のようにモデル化される。

1回の検索にかかる全検索処理時間 T は式(1)で表される。ここで、 T_0 は起動処理時間、 T_n は ISN・ホストノード間のデータ転送時間、 T_i は ISN 内のデータ転送時間、 T_d はディスクのデータ転送時間である。

$$T = T_0 + \max(T_n, T_i, T_d) \quad (1)$$

T_n, T_i, T_d は以下の式(2),(3),(4)で表される。ここで、 D は全データ量、 N_i は ISN 総数、 N_d はディスク総数であり、 p_n は ISN・ホスト間データ転送速度、 p_i は ISN 内データ転送速度、 p_d はディスク転送速度である。また、 S_1 は ISN による検索処理終了時に、ISN からホストノードに転送されるデータの、全データに対する比率を示し、また、 S_2 は ISN の検索処理実行時に、ディスクから転送されるデータの、全データに対する比率を示す。

$$T_n = S_1 * D / p_n \quad (2)$$

$$T_i = S_2 * D / (p_i * N_i) \quad (3)$$

$$T_d = S_2 * D / (p_d * N_d) \quad (4)$$

本システムの全文検索時間性能はデータ転送においてボトルネックとなる転送経路によって決定される。

3. 評価システム構成

3.1. ハードウェア構成

評価システムの構成を表 1 に示す。評価システムはホストノード 1 台、ISN 8 台で構成されており、ホストノード、ISN はギガビットスイッチで接続されている。ホストノード、ギガビットスイッチ間は 1000Base-T、ギガビットスイッチ、ISN 間は 100Base-TX の LAN で接続されている。

表 1: 評価システム構成

ホストノード (1 台)	OS	Windows2000 Server
	CPU	Pentium III 1GHz×2
	Main Memory	256MB+2GB
	NIC	1000Base-T
ISN(8 台)	OS	RedHat Linux 7.1J
	CPU	Pentium III 1GHz
	Main Memory	640MB
	HDD	Ultra160 SCSI 10000rpm 18GB×4
	NIC	100Base-TX

3.2. 評価システムパラメータ

評価システムにおいて式(1)のパラメータは表 2 に示す通りとなる。

ISN・ホストノード間データ転送速度は ISN 8 台からホストノードへのデータ転送速度、ISN 内データ転送速度は、PCI バス転送速度、ディスク転送速度はディスク 1 台のシーケンシャルアクセスの転送速度を実測した。

表 2: 評価システムパラメータ

起動処理時間(T_0)	0.39[sec]
全データ量(D)	379[GB]
ディスク総数(N_d)	32 台
ISN・ホストノード間データ転送速度(p_n)	60.5[MB/sec]
ISN 内データ転送速度(p_i)	103[MB/sec]
ディスク転送速度(p_d)	49.5[MB/sec]

4. 性能評価

4.1. データ転送性能による評価

以下、検索時のデータ転送性能から本システムの性能評価を行なう。

検索時に ISN がディスクから索引データを転送するデータ転送性能を測定した結果を図 1 に示し、検索処理結果を ISN からホストノードへ転送するデータ転送性能を測定した結果を図 2 に示す。検索条件として、4000 万頁の文書データに対して複数回連続で検索を行なった。

また、1 回の検索時のデータ転送量を測定した結果を表 3 に示す。

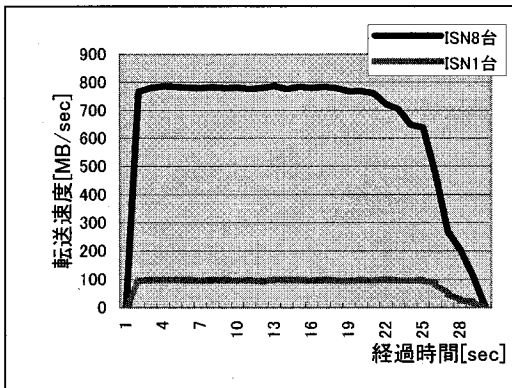


図 1 : ISN 内データ転送性能

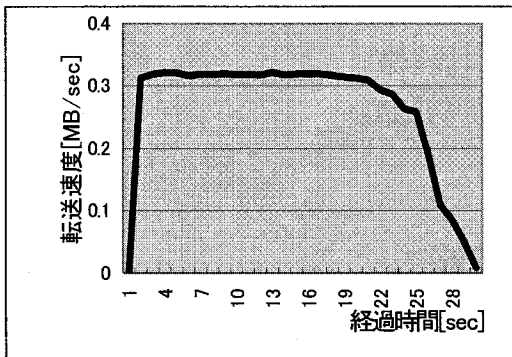


図 2 : ISN-ホストノード間転送性能

表 3 : データ転送量

ISN 内	ISN-ホストノード間
968[MB]	0.094[MB]

図 1 から、検索時の ISN1 台のデータ転送性能が最大約 100[MB/sec]に達していることが分かる。この値は PCI バスの転送性能に近い値に達しており、検索

時に ISN 内のデータ転送性能が最大限に引き出されているといえる。また、ISN8 台のデータ転送性能の合計が最大約 800[MB/sec]に達していることから、検索時に 8 台の ISN からホストノードへ途切れることなくデータ転送が行われていることがわかる。このことから ISN 数に比例したデータ転送性能を実現しているといえる。

また、図 2 から、検索時の ISN-ホストノード間のデータ転送性能は約 0.3[MB/sec]である。この値は、ISN-ホストノード間のデータ間の基礎転送性能に比べて十分に低く、検索時にこの間のデータ転送がボトルネックとはならないことを示す。

また、表 3 から、ISN-ホストノード間のデータ転送量が ISN 内のデータ転送量と比較して十分に小さいことが分かる。これは、ISN の検索処理によってデータの絞込みが行われ、大量のデータが転送される経路が ISN 内に限定されていることを示している。

以上の通り、データ転送性能から本システムの特長及び、有効性を示した。

4.2. 検索時間性能による評価

以下検索時の検索時間性能から本システムの性能評価を行なう。検索対象のデータは 4000 万頁の文書データを用いた。

検索時間の実測値、及び、表 2 と表 4 の S₁, S₂ の条件を用いて式(1)から推定される検索時間を表 4 に示す。

表 4 : 検索時間

S ₁	S ₂	推定値	実測値
2.74E-06	2.48E-04	0.507[sec]	0.500[sec]

検索時間の検索時間実測値は検索時間推定値にはほぼ近い値が得られ、性能モデルの妥当性が示された。

5. むすび

SISA を全文検索システムに適用し、検索時間性能のモデル化を行い、性能評価結果から本システム、及び性能モデルの有効性を示した。

参考文献

- [1] 清水, 他, スケーラブルインテリジェントストレージによる大規模並列全文検索の実現, 情報処理学会第 64 回全国大会, 2002
- [2] 山岸, 他, n-gram 索引による大規模・並列全文検索方式 - (I) 実装と評価, 電子情報通信学会システムソサイエティ大会, D-4-3, 2001
- [3] 清水, 他, n-gram 索引による大規模・並列全文検索方式 - (I) 索引の最適化, 電子情報通信学会システムソサイエティ大会, D-4-4, 2001