

B_034

Hi-Tactix ストリーミングデータ転送ライブラリ (GDSL) を応用した I フレーム蓄積配信機能の開発および評価

Development and Evaluation of I-frame Record-Delivery Function
with Hi-Tactix General Data Streaming Library(GDSL)

峯 博史†
Hiroshi Mine

高田 有時†
Aritoki Takada

野村 賢†
Ken Nomura

竹内 理†
Tadashi Takeuchi

1. はじめに

近年、危機管理意識の高まりとともに、遠隔地の監視カメラからの映像をストレージに蓄積し配信する監視映像蓄積配信システムが注目されている。多数の監視カメラからの高画質映像すなわち高ビットレート映像ストリームを取り扱う大規模映像蓄積配信システムにおいては、映像蓄積サーバの I/O 性能がシステムの規模を制限する要素となっている。リアルタイム OS Hi-Tactix[1]では、ストリーミング配信に必要なリアルタイム I/O 機能に特化することにより、OS レベルで映像蓄積配信性能の向上を図っている。Hi-Tactix のストリーミング配信機能は、カーネルライブラリとして実装されたストリーミングデータ転送ライブラリ (GDSL) [2]によって提供される。

映像蓄積配信システムにおいて、多数の高ビットレート映像ストリームを取り扱う場合、サーバの I/O 性能に加えて、映像を蓄積するために必要なストレージ容量が増大し、映像の検索性が低下するという問題があった。

本稿では、大規模監視映像蓄積配信システムにおけるストレージ容量および映像検索性の問題を解決する I フレーム蓄積配信機能を提案し、GDSL を用いた実装の実機での性能評価について議論する。

2. I フレーム蓄積配信機能

I フレームは、MPEG 符号化映像[3][4]において、I ピクチャによって構成されるフレームである。I ピクチャ (Intra-coded Picture) は、単一フレーム内符号化によって得られる符号化映像であり、復号化時に前後のフレーム情報を必要とすることなく単独でフレーム画像を復元することができる。I ピクチャは、通常、複数の連続するフレームの集まりである GOP (Group Of Pictures) の先頭に位置し、一般に、GOP には少なくとも1つの I ピクチャが含まれる。GOP には、I ピクチャの他に、フレーム間順方向予測符号化によって得られる P ピクチャ (Predictive-coded Picture) と、フレーム間双方向予測符号化によって得られる B ピクチャ (Bidirectionally Predictive-coded Picture) が含まれる。

MPEG 映像ストリームから I フレームのみを選択してファイルに蓄積した場合、蓄積したファイルには P ピクチャおよび B ピクチャは含まれず、結果として、映像のフレームレートは低くなり、動画としての動きの滑らかさは失われる。しかし、I ピクチャの符号化は単一フレーム内で閉じており、他フレームが存在しないことによるブロックノ

イズの顕現および画質の劣化は発生しない。従って、動きの滑らかさよりも映像の精細さが優先される監視用途において、I フレーム蓄積による蓄積容量の削減は有効であるといえる。

以下、I フレーム蓄積配信機能として提案する、I フレーム蓄積、I フレーム加速配信、I フレーム抜き出しの各機能について述べる。

2.1 I フレーム蓄積機能

I フレーム蓄積機能は、MPEG 映像ストリームに含まれる I フレームのみを選択的に蓄積する機能である (図 1)。

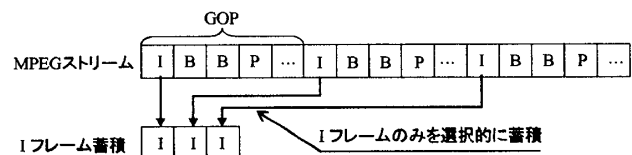


図 1 I フレーム蓄積機能

I フレーム蓄積機能を用いることにより、映像ストリームあたりの蓄積データを削減し、必要となるストレージ装置の容量を削減することができる。

2.2 I フレーム加速配信機能

I フレーム加速配信機能は、蓄積した MPEG 映像ファイルから I フレームのみを抜き出し、通常の配信時刻よりも早く配信する機能である (図 2)。

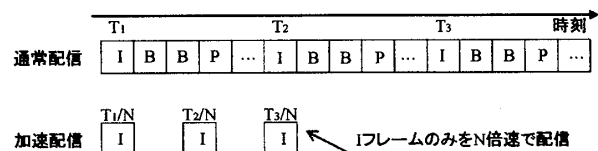


図 2 I フレーム加速配信機能

I フレーム加速配信機能を用いることにより、長時間蓄積した映像を高再生倍率で視聴し、異常の検出および事象の解析を効率化することができる。

2.3 I フレーム抜き出し機能

I フレーム抜き出し機能は、蓄積した MPEG 映像ファイルから任意の I フレームを抜き出す機能である (図 3)。

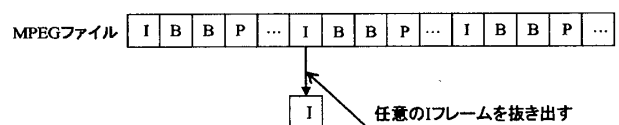


図 3 I フレーム抜き出し機能

† (株) 日立製作所システム開発研究所
Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

I フレーム抜き出し機能を用いてサムネイル画像を取得し、データベースおよびブラウザと連携することにより、多数のカメラからの映像のサムネイル画像を閲覧し、視聴する映像を効率的に選択することができる。

3. GDSL を用いた実装

上記 I フレーム蓄積配信機能は全て、MPEG 映像ストリームから I フレームを検出する処理が基本となる。I フレームが挿入されるタイミングは、エンコーダの種類および設定によって異なる。このため、I フレームを検出するためには、MPEG データストリームを走査し GOP およびスライスのスタートコードを探索する必要がある。従って、多数のカメラからの映像ストリームを対象とした I フレーム蓄積配信をリアルタイムで行う場合は、MPEG データストリームを走査して I フレームを検出する処理の負荷が問題となる。

Hi-Tactix の GDSL は、ネットワークおよびディスクを対象とした非同期ゼロコピー I/O、および、コールバック関数を用いたストリーム毎のデータ操作のための機能を提供する。I フレームの検出処理を GDSL のコールバック関数として実装することにより、I フレームの検出を、データの複製および空間切り替えのオーバーヘッドなしに行うことができる。

そこで、提案する I フレーム蓄積配信機能を、GDSL を用いて Hi-Tactix 映像蓄積配信サーバに実装した。

4. 評価

評価は、実機を用いて I フレーム蓄積と I フレーム加速配信を行い、CPU 負荷を測定することによって行った。I フレーム蓄積による蓄積容量削減の効果を評価するため、通常蓄積の場合と、I フレーム蓄積の場合で、蓄積するストリームのビットレートと蓄積時の CPU 負荷を測定した。また、GDSL の効果を評価するため、GDSL を用いた場合と、GDSL を用いずにストリームデータのコピーが発生する場合で、通常蓄積したファイルから I フレームのみを抜き出して 1~16 倍速で配信する I フレーム加速配信を行い、CPU 負荷を測定した。

4.1 評価環境

評価環境を図4に示す。性能測定対象となる Hi-Tactix 映像蓄積配信サーバには、Pentium III 500MHz、128MB RAM、18GB U160 SCSI ディスクを備える PC サーバを用いた。エンコーダには富士通 IP700IIj を用いた。映像ストリームには 6 Mbps CBR の MPEG2PS を用い、約 0.5 秒に 1 枚の割合で I フレームが含まれるようにパラメータを設定した。なお、評価には直接影響しないが、デコーダとして Windows PC 上で動作するソフトデコーダを用い、I フレーム蓄積配信が意図したように動作していることをモニタした。

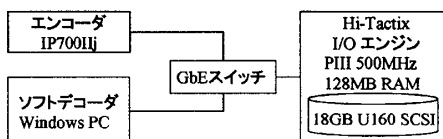


図4 評価環境

4.2 結果と考察

I フレーム蓄積実験の結果を表1に示す。ビットレートの測定結果より、I フレーム蓄積を行うことにより、必要なストレージ容量を約 6 分の 1 に削減できることがわかる。また、CPU 負荷の測定結果より、通常蓄積よりも I フレーム蓄積のほうが、CPU 負荷が低いことがわかる。これは、I フレーム蓄積時は、受信するデータ量に変化はないが蓄積するデータ量が減るため、ファイル I/O の負荷が下がるためだと考えられる。

I フレーム加速配信実験の結果を図5に示す。グラフより、GDSL を用いることで I フレーム検出処理のオーバーヘッドを約 30% 削減し、I フレーム加速配信機能を効率的に実現できることがわかる。

表1 I フレーム蓄積結果

測定項目	通常蓄積	I フレーム蓄積
ビットレート [Mbps]	6.01	1.07
CPU 負荷 [%]	1.4	1.2

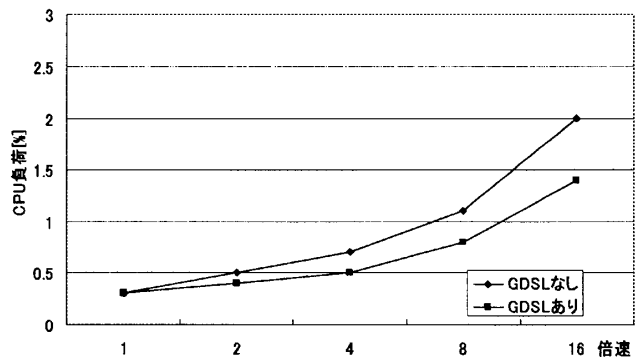


図5 I フレーム加速配信結果

5. まとめ

本稿では、映像蓄積時に必要となるストレージ容量を削減する I フレーム蓄積配信機能を提案した。そして、実際に GDSL を用いて Hi-Tactix 映像蓄積配信サーバに実装し、実機において性能を測定することにより、GDSL を応用した I フレーム蓄積配信機能の有効性を確認した。

今後は、巻き戻し等のトリックプレイについて評価したい。

参考文献

- [1] 竹内, 他: 外付け I/O エンジン方式を用いたストリームサーバの実現, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.7 (2003).
- [2] Le Moal, et al: Cost-effective streaming server implementation using Hi-Tactix, Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia (2002).
- [3] ISO/IEC 13818-1: Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems (2000).
- [4] ISO/IEC 13818-2: Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video (2000).