

屋外スポーツショーに 革新を起こす可能性のある EVT社の10GigE・25GigEカメラ

西田祐矢

高解像度・高速カメラから出力される画像データを、低CPU負荷・低レイテンシー・低ジッターで、遠くに飛ばせて、さらにマルチカメラが可能なEVT社のユニークなカメラを紹介する。

Emergent Vision Technologies社(EVT社)は、2007年にカナダのバンクーバーで設立された世界に先駆けて10GigEや25GigEインタフェースをマシンビジョンに導入した企業である。10GigEカメラをいち早く市場に投入した同社は、ネットワークカードやフィルタドライバのノウハウを持ち、大手ネットワークカードメーカーとの開発提携を通して、広帯域GigEインタフェースマシンビジョンカメラというニッチな分野において市場をリードしてきた。

ところが昨今、スポーツ科学分野、バーチャルリアリティ分野、物流分野、R&D分野(3D関連)といったところで時代の変化に伴い、徐々にその注目が集まってきている。時代の変化が市場を創出し始めている。

また、EVT社が近年リリースしたソニーのPregius S IMX530センサを搭載した25GigEカメラBOLTシリーズは、システムインテグレータやエンドユーザー企業の洗練された専門家メンバーで構成されたVision Systems Design 2020 Innovators Awardsプログラムにおいて、マシンビジョン分野で最高峰の評価を受けた。EVT社の10GigEは何が違うのか以下で順を追って説明していく。

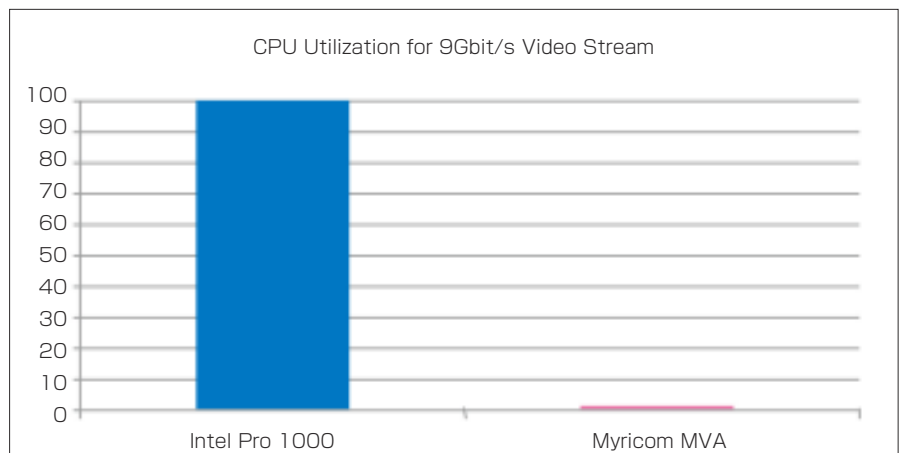


図1 CPU使用率の比較。

10GigE、25GigEとは？

10GigEは、IEEE802.3によって規格された大容量データを高速に通信できるインタフェースである。GigE Visionに準拠しているため、各種GigE Visionアプリケーションと互換性がある。通信帯域は10Gbpsである。ケーブル長に関しては、EVT社のリリースしている10GigEカメラインタフェースでは、RJ45コネクタのメタルのインタフェース、SFP+コネクタの光ケーブルのインタフェースが用意されており、それぞれ100m、10kmのケーブル長が可能だ。25GigEはSFP28の光インタフェースである。つまり、EVT社の10GigE・25GigEカメラは、「高解像度の画像を、高速フレームレートで、

遠くへ伝送できる」というわけである。ちなみに、10GigE・25GigEはデータサーバなどのマーケットではそれなりに普及しているインタフェースなので、フレームグラバボード(NICカード)も高解像度・高速の代表格であるCoaX Pressのグラバボードと比べてもだいぶ安価である。以上は10GigEカメラ、25GigEカメラ全般に言えることである。EVT社の10GigEカメラと25GigEカメラの優れた点は何か。ポイントはNICカードにある。

米CSPi社とNVIDIA社との共同開発

EVT社は大容量非圧縮データを高速に受け取ることができるフレームグ

ラバーボードの開発に重点を置いた。10GigE インタフェースでは米ミリコム社 (Myricom) 社と MyricomMVA を共同開発、25GigE インタフェースでは米メラノックステクノロジーズ社 (Mellanox Technologies) と VMA を共同開発した (後にミリコム社は米 CSPi 社に、メラノック社はエヌビディア社 (NVIDIA) に技術力を買われて買収された)。結論から言うと、この MVA と VMA はハードウェアレベルでカメラから高速大容量に送信される GVSP (GigE Vision Stream Protocol) のパケットを制御し、PC への画像取り込み CPU 負荷を大幅に削減する。取り込みに係るレイテンシーも非常に少なく、ジッターも小さい。もう少し詳しく見てみよう。

フルスペックで動作させても CPU 負荷はほぼゼロ

図1の検証は、Intel Pro1000 と MyricomMVA の比較である。

EVT 社のカメラと MyricomMVA の 10GigE NIC カードを使った 9Gbps のストリームの比較では、EVT 社のソフトウェアで CPU 負荷は 1% 以下であった。一方で Intel のほうでは CPU はほぼ 100% に張り付いている。これが結論である。

原理的に、Intel Pro1000 の NIC カードに限らず一般的な GigE インタフェ

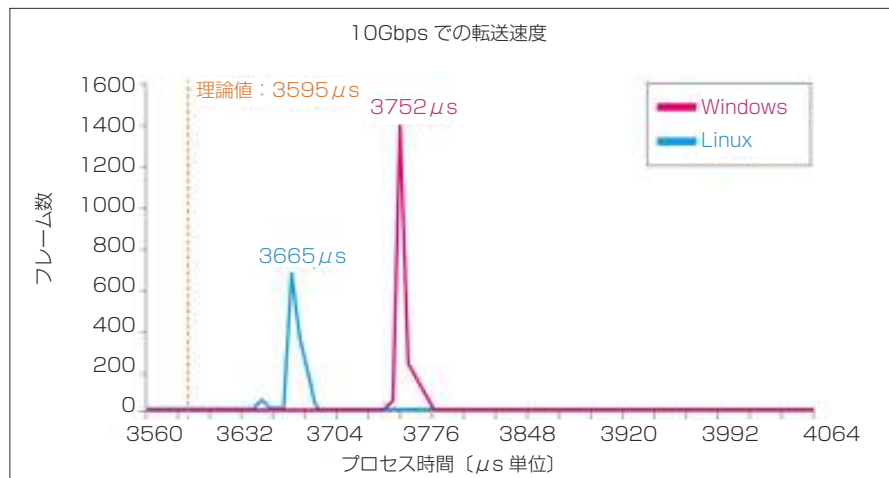


図2 理論的な転送時間は、10Gbpsのラインレート(2044×1088×2bytes×8bit/10Gbps=3595us)で、3000フレームのサンプルサイズに基づいてのWindowsとLinuxでの結果。

ース NIC は取得したフレームをコピーしてアプリケーションに引き渡している。この仕組みだと通常の NDIS フィルタドライバにフレームをコピーし、さらに Windows や Linux のプロセスタスクにもコピーが発生している。この技術はアプリケーションレベルにパケットを送る方法としては問題なく機能するが、それぞれのパケットのオーバーヘッドの発生、パケット送信に関連する割り込みの発生、パケットをフレームに変換する処理、といったリアルタイムマシンビジョンには不利な要素を含んでいる。非圧縮大容量フレームをカメラから PC へパケットとして高速に出力すると、これらの要素は CPU

負荷の増大、レイテンシーの増加といった形で頭を悩ますことになる。EVT 社と共同開発した MyricomMVA 及び MellanoxVMA の専用 NIC カードではこれらを解決した形だ。アプリケーション側で十分に CPU リソースを使うことができる。

MyricomMVA 及び MellanoxVMA について補足説明すると、MVA は主にパケットが NIC と DMA でパケット処理される際に機能している。カメラからのフレームの最後のパケットが受信されると、フレーム受信完了の割り込みが送信される。これは、市販のすべての通常の NDIS フィルタドライバのようなソリューションとは異なり、



図3 100GigE HR シリーズと専用 NIC カード。



図4 スタジアムイメージ図。

NIC側でGigE Visionプロトコルを認識し、GVSPをCPUタスクから効果的にNIC側にオフロードしている。その結果、MVA (VMA)搭載のミリコム社(メラノックス社)のNICカードはCPU負荷が低い。このようなMVA (VMA)は低CPU負荷に加えて低レイテンシー・低ジッターにも寄与している。

低レイテンシー・低ジッターのEVT社の10GigE・25GigE

ミリコム社のMVA搭載10GigE NICカードを例にあげて説明する。図2は10Gbpsの転送速度と $2044 \times 1088 \times 2$ フレーム間のプロセス時間のレイテンシー頻度を3000フレームのサンプルサイズに基づいて、WindowsとLinuxでの結果を表している。

理論的な転送時間は、10Gbpsのラインレート($2044 \times 1088 \times 2 \text{ bytes} \times 8 \text{ bit} / 10 \text{ Gbps} = 3595 \mu\text{s}$) $3595 \mu\text{s}$ である(9000Byte/Packetのジャンボパケット

を適用。1Packet=50Byte (header) + 8946Byte (data) + 4Byte (CRC)。1Byte=0.8ns, 1Packet=7.2 μs で計算)。理論値の3595 μs に対して、Windowsの場合は、理論値3595 μs に対して、実測値は3752 μs なのでレイテンシーは157 μs 。Windowsで157 μs のレイテンシーは優秀である。Linuxの場合は、理論値3595 μs に対して実測3665 μs なのでレイテンシーは70 μs しかない。また、レイテンシーの標準偏差(ジッターと呼ばれる)はWindowsとLinuxでそれぞれ約 $\pm 30 \mu\text{s}$ と $\pm 15 \mu\text{s}$ しかない。25GigEの実測値は1438 μs である。EVT社と共同開発したMyricomMVAとMellanoxVMAの専用NICカードを使えばこのようなパフォーマンスが発揮できる。

屋外スポーツのリアルタイム3Dアプリケーション

EVT社の低CPU負荷・低レイテンシー・

低ジッターの10GigE・25GigEカメラを用いることで、これまではできなかった、できるとしてもシステム構成費用が高価になり、市場のニーズとマッチしていなかったようなことも徐々にできるようになってきた。同社のカメラのそれら特徴3つに加え、【長いケーブル長が可能である】という点と、【マルチカメラ運用が可能】という2点は強調しておきたい。インタフェースはSFP+やSFP28の光ケーブルを用いることができるので10kmものケーブル長が可能だ。さらに低CPU負荷、低レイテンシー、低ジッターのため1台のPCでマルチカメラの運用も可能である。ちなみに、専用マウントでキャノンEFマウントなどのフォーカスやアイリス調整がPC(アプリケーションソフト)側から遠隔で行うこともできる。これらの要素がメリットになるのは、広いエリアを使う屋外スポーツである。例えば、野球のピッチャーやバッターを多視点からクローズアップし、IEEE 1588 PTPを用いてそれぞれのカメラで同期撮影し、リアルタイムに3D化する。EVT社のカメラを用いれば、生中継のプレイバックで野球のスイング、ピッチャーの投球、サッカーのファインセーブ、ラグビーのトライ、バスケットボールのダンクシュートといった劇的な瞬間を、360度の3D動作に“その場で”すぐに作って”すぐに流せる“、ということができるのである。そのようなものはまだないが来年のオリンピックは楽しみである。その他にも、大容量高速出力非圧縮画像データを長距離に飛ばせて、PC負荷も低いという利点を利用したさまざまな用途が考えられるであろう。

著者紹介

西田祐矢氏は、アルゴの営業技術担当。
<https://www.argocorp.com>

VSDJ