

帯域幅の最適化 Bandwidth optimization



まず、USB 3.0 は CPU 使用率を最小限に抑えるダイレクト メモリ アクセス (DMA) をサポートしているという一般的な事実から始めましょう。

これは、高帯域幅アプリケーションにとって重要な機能です。

帯域幅の問題は通常、高解像度カメラを使用するときに発生しますが、XIMEA には 370 MB/秒を超える高データ スループットを備えたモデルがいくつかあり、USB 3.0 の限界と境界を押し広げ、最大値の 440 MB/秒に近づいています。

カメラの潜在能力を最大限に活用できるように、いくつかの提案をしたいと思います。

1. PC のパフォーマンス

カメラを使用する前に、カメラから取得するすべてのデータを受信して処理するために、画像取得に十分な専用 CPU リソースを備えた高性能 PC があることを確認することが重要です。

これにより、ボトルネックを回避し、速度を上げることができます。

また、アプリケーションを開発するときに、カメラへの非同期呼び出しを回避する または 少なくとも最小限に抑えます。

2. PC ホスト アダプター

USB3 の人気が高まるにつれて、市場ではますます多くの異なる USB 3.0 ホスト コントローラー カードが供給され続けています。

適切なものを選択する際には、重要なコンポーネントであるチップセットを確認する必要があります。

新しい Fresco FL1100、Renesas μ PD720202、Intel Z77 (Ivy Bridge) または Z87 (Haswell) などは、より高い帯域幅を確保できます。

マザーボードの PCI Express バージョンにも注意してください。

シングルレーン (x1) PCI Express 1.0 インターフェイスを使用している場合は、USB 3.0 のフル転送速度を実現できません。

残念ながら、多くのラップトップでは、この情報が仕様で一般に公開されていません。

フルフレームレートには、PCIe 1.0 x4 インターフェイス (1GB/秒) または PCIe 2.0 (レーンあたり 500 MB/秒) や 3.0 (レーンあたり 985 MB/秒) などの新しいバージョンが必要です。

一般に、**高帯域幅のカメラ**では、1 つのコントローラーにつき 1 つのカメラに制限するようにしてください。

3. Video card and disk

PC にデータが入ったら、それを処理する必要があります。

スループットに加えて、次に重要なのは、すべてのデータを十分な速さで管理し、CPU から画像表示作業をオフロードできる、強力で、できれば独立したビデオ カードを持つことです。

大量の画像データをディスクに書き込む予定の場合は、RAID アレイまたは SSD (ソリッド ステート ドライブ) を探すのが便利です。

4. マルチ 複数カメラ

高帯域幅の USB 3.0 カメラをセットアップする場合、または 1 つのアプリケーション用に複数のカメラをセットアップする場合は、システムのさまざまな段階を段階的に評価して、イメージング パイプラインが最適なハードウェア (**およびソフトウェア**) を完全に活用し、ボトルネックを排除して最高のパフォーマンスを提供できるようにすることが重要です。

5. 電源

この点は、**xiD シリーズのカメラ**に特有のもので、

通常、ほとんどの XIMEA USB3 カメラは USB 3.0 ケーブル経由で十分な電力を受け取りますが、xiD シリーズの消費電力は、たとえば xiD が大型 CCD センサーを使用し、高速の 4 TAP (クアッド タップ) 読み出しと組み合わせているため、**xiQシリーズ**よりも高くなります。

その結果、電力要件は最大 4.5 W まで上昇し、USB 3.0 の可能性の限界に達します。

さらに、このような消費は特定のラップトップで問題を引き起こす可能性があります。

デスクトップ PC でカメラを使用する場合は、インターフェイス カードに電源ケーブルが接続されていて、コンピューターの主電源に接続されているかどうかを確認してください。

さらに良いのは、GPIO コネクタとケーブルを使用して電源に直接接続することです。

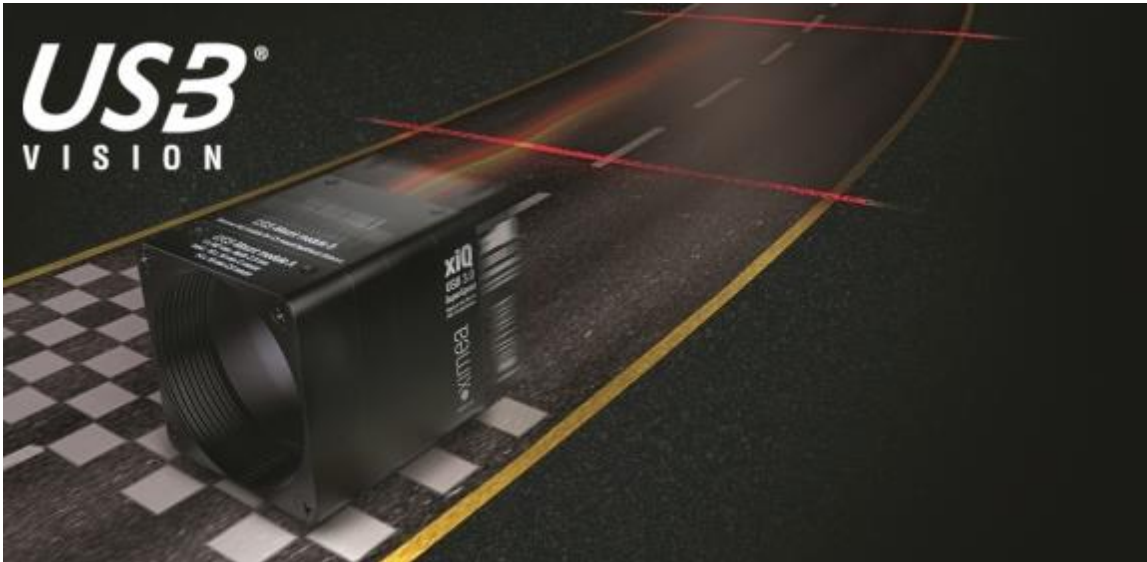
6. スキップされた/ロストフレーム

スキップされたフレームやロストフレームはアプリケーションにとって大きな問題になる可能性があり、多くのメーカーがフレーム バッファを使用してこの問題を解決しようとしています。ある意味では、これは通常、信頼性の障害を先送りするだけです。

このようなケースに対処するために、XIMEA は **xiCOP** と呼ばれるコントロール パネルを作成しました。これは、セットアップを最適化することで、パケット全体の信頼性の高いストリーミングを妨げるボトルネックを見つけるのに役立ちます。

このようなボトルネックの例には、上記のポイントのいくつかや、フレーム レート速度設定と相互接続されたパケットサイズ、またはさまざまなピクセル フォーマットや読み出しモードでパケット サイズを小さくすることによる帯域幅の削減などがあります。

Bandwidth optimization



Let us start with a general fact that USB 3.0 supports so called Direct Memory Access (DMA) which helps to minimize CPU usage.

This is a critical feature for high bandwidth applications.

Question of bandwidth usually arises when using high resolution cameras and XIMEA does have **several models** with high data throughput climbing over 370 MB/s which pushes the limit and boundaries of USB 3.0 getting closer to its maximum of 440 MB/s. To help you utilize full potential of the cameras we would like to present several suggestions.

1. PC performance

Before using the camera it is important to ensure that you have a high performance PC with enough dedicated CPU resources for image acquisition in order to receive and process all the data that you will get from the camera.

This will help you to avoid bottlenecks and increase speed.

Also avoid or at least minimize asynchronous calls to the camera when developing your application.

2. PC Host adapters

With USB3 becoming increasingly popular the market keeps supplying more and more different USB 3.0 host controller cards.

You need to check for an important component when selecting the right one and that is chipset.

The ones like new Fresco FL1100, Renesas μ PD720202 and Intel Z77 (Ivy Bridge) or Z87 (Haswell) are capable to secure higher bandwidth.

Be careful with the PCI Express version of the motherboard as well.

If you have a single lane (x1) PCI Express 1.0 interface you will not be able to have full transfer speed of USB 3.0.

Unfortunately, many laptops do not have this information commonly published in specification.

Full frame rate will require a PCIe 1.0 x4 interface (1GB/s) or a newer versions like PCIe 2.0 (500 MB/s per lane) and 3.0 (985 MB/s per lane).

In general, with **high bandwidth cameras** try to limit single camera per one controller.

3. Video card and disk

Now that you have the data in the PC you will need to process it.

So in addition to throughput next important part is having a powerful and possibly discrete video card to manage all the data fast enough and offload image display work from the CPU.

If you plan to write large volume of image data to the disk it would be helpful to look for RAID array or SSD (Solid State Drives).

4. Multiple

When you are setting up a USB 3.0 camera with high bandwidth or even multiple cameras for one application it is vital to evaluate step by step different stages of the system to secure that the imaging pipeline fully harnesses the optimal hardware (**and software**) providing highest performance by eliminating any bottlenecks.

5. Power

This point is specific for **xiD line of cameras**.

Usually most of XIMEA USB3 cameras receive enough power via USB 3.0 cable, but power consumption of xiD line is higher than that of **xiQ line** for example because xiD uses large format CCD sensors and combines them with fast, 4 TAP (quad tap) readout. In result, power requirement can climb up to 4.5 W, which is reaching the limit of USB 3.0 potential.

Additionally, such consumption can present a problem for certain laptops.

In case you use the cameras with desktop PC, please check if your interface card has power supply cable connected to it and to computer's main power supply.

Better still is to use GPIO connector and cable to attach it directly to power source.

6. Skipped/Lost frames

Skipped or otherwise lost frames can be a major problem for application and a lot of manufacturers try to resolve this issue with involving frame buffers, but in a sense this usually just postpones the reliability obstacles.

To tackle such cases XIMEA created Control panel called **xiCOP** which can help to find the bottleneck that prevents reliable streaming of the whole packets by optimizing the setup.

Examples of such bottlenecks can be some of the above mentioned points as well as others like packet size interconnected with Frame rate speed settings or bandwidth reduction by lowering packet size with different Pixel Formats or readout modes.