

# Otimizando o fluxo de trabalho para aplicações de imagem de alta velocidade

Por Toni Lucatorto e Frank Mazella, Vision Research

As câmeras avançadas de alta velocidade de hoje estão habituadas a registrar fenômenos que de outro modo não são visíveis a olho nu, capturando os detalhes de eventos de movimentação rápida. Embora as imagens possam ser incríveis, as altas taxas de quadros e resolução de pixels usadas podem gerar quantidades extremas de dados em um curto período de tempo. Isso torna imperativa a otimização do fluxo de trabalho da geração de imagens em alta velocidade para a aplicação em questão.

As melhores práticas para baixar as imagens da memória RAM da câmera dependem do tempo disponível entre cada captura e se a câmera está conectada a um computador, sendo usada em uma configuração autônoma ou é parte de uma configuração de várias câmeras. Seja na geração de imagens em laboratório, em ambientes externos ou em um set de filmagens, um fluxo de trabalho é vital para a obtenção dos melhores resultados.

## CRIANDO UM FLUXO DE TRABALHO DE LABORATÓRIO EFICIENTE

As câmeras de alta velocidade ajudam os cientistas a fazerem descobertas todos os dias. No laboratório, a câmera normalmente é "agregada" via Ethernet a um computador utilizado para controlar a câmera. Após a câmera adquirir e armazenar as imagens, os arquivos brutos podem ser salvados diretamente no disco rígido do computador agregado. O software da câmera pode salvar e recuperar as configurações utilizadas para um experimento específico e fazer medições básicas imediatamente. Após a análise ser finalizada, os arquivos frequentemente são guardados em um formato de arquivo comprimido como AVI ou Quick Time, os quais também podem ser usados para apresentações e publicações.

As câmeras de alta velocidade foram fundamentais para um estudo de laboratório de colisões de partículas em queda, o qual envolvia a captura das interações de uma partícula com uma gota de líquido em no meio do ar.<sup>1</sup> Para esse estudo, os pesquisadores utilizaram câmeras de alta velocidade a 4.000 quadros por segundo (fps) para capturar tanto o lado frontal quanto o lateral da formação de água em torno de esferas e diversos materiais. As informações obtidas a partir do estudo de molhabilidade da partícula é crucial para diversos campos, como para revestimento de comprimidos na indústria farmacêutica e certos tipos de refinamento de óleos crus pesados. <https://youtu.be/fGtwid4QZN8>

## O TIPO DE ARQUIVO IMPORTA

O sensor de uma câmera de alta velocidade grava os dados brutos com processamento de imagens aplicados como metadados. Os arquivos brutos podem ser considerados como sendo os negativos da câmera digital.

Para aplicações científicas e industriais, é importante utilizar imagens nesse formato bruto para medições, a fim de garantir a integridade dos dados. Para a indústria do cinema, o formato bruto é preferido para edições, pois ele fornece as imagens de maior qualidade.

A conversão de arquivos brutos para formatos interpolados ou comprimidos também tem vantagens. Os arquivos se tornam muito mais gerenciáveis em tamanho, dependendo do tipo do arquivo e do algoritmo, e a compatibilidade com reprodutores de vídeo e programas de edição comuns é garantida.

How much data gets generated in 1 second at 1,000 fps?		
Camera Resolution (12-bit)	Recorded Duration	Size of Data (Gigabytes)
1 Megapixel	1 Second	1.5
4 Megapixels	1 Second	6
9 Megapixels	1 Second	13



## Otimizando o fluxo de trabalho para aplicações de imagem de alta velocidade

Para aplicações como estudos balísticos, câmeras de alta velocidade podem capturar o momento em que um projétil impacta um objeto ou material e como ele rotaciona enquanto viaja pelo ar. Devido ao fato de as balas poderem ser disparadas repetidamente em rápida sucessão, as medidas não são realizadas até que todas as imagens sejam adquiridas. Isso faz com que seja útil escolher uma câmera com uma maior memória RAM, a qual pode então ser particionada. Vários disparos podem ser realizados sucessivamente e então descarregados para uma análise posterior.

### CAPTURANDO EVENTOS EXTERNOS FUGAZES

Câmeras de alta velocidade frequentemente são utilizadas externamente em configurações agregadas. Nesse ambiente, o disparo é tipicamente adquirido e armazenado na câmera antes de ser rapidamente descarregado em mídia segura e removível.

Diferentes tipos de mídia de armazenamento se encontram disponíveis para rapidamente descarregar dados da RAM da câmera, embora modelos de câmeras de alta velocidade são normalmente projetados para operarem com um tipo específico de mídia. Os tipos de mídia variam de designs proprietários para a maximização da velocidade de transferência de dados com uma câmera de alta velocidade específica até soluções comerciais padrão incorporadas ao fluxo de trabalho da câmera. As soluções comerciais são geralmente menos caras, mas tipicamente não transferem dados tão rapidamente como as soluções proprietárias.

Fenômenos externos como relâmpagos podem ser desafiadores para a captura, pois é impossível de se prever o momento da queda de um raio ou quantos raios poderão vir em uma rápida sucessão. Um

fluxo de trabalho otimizado possibilitou aos pesquisadores capturarem raios conectando a para-raios no topo de dois edifícios.<sup>2</sup>

Pesquisadores utilizaram câmeras de alta velocidade a 40.000 fps e 7.000 fps para capturar fenômenos extremamente rápidos de raios atingindo para-raios. Em apenas alguns segundos, eles descarregaram as filmagens da memória RAM da câmera para mídias removíveis e estavam prontos para capturarem a próxima queda. Usando

### TRABALHE MAIS RÁPIDO COM 10Gb-E

Configurações agregadas, sejam elas em laboratórios ou em ambientes externos, podem se beneficiar do uso de Ethernet 10Gb para a transferência de arquivos. Esse tipo de conexão Ethernet movimentava os dados brutos da câmera RAM a taxas até 10 vezes mais rápidas do que as conexões Ethernet tradicionais.

As economias de tempo podem ser significativas. Por exemplo, um clip de 5 segundos 4K a 1.000 fps terá o tamanho de cerca de 60 GB. Esse arquivo levará cerca de 20 minutos para ser salvo com um bom computador; entretanto, com uma conexão 10Gb-E, esse mesmo arquivo será salvo em menos de 2 minutos.

Essa economia de tempo é crucial para a indústria cinematográfica, onde os dados são descarregados de grandes unidades de mídia portáteis que contêm terabytes de dados.

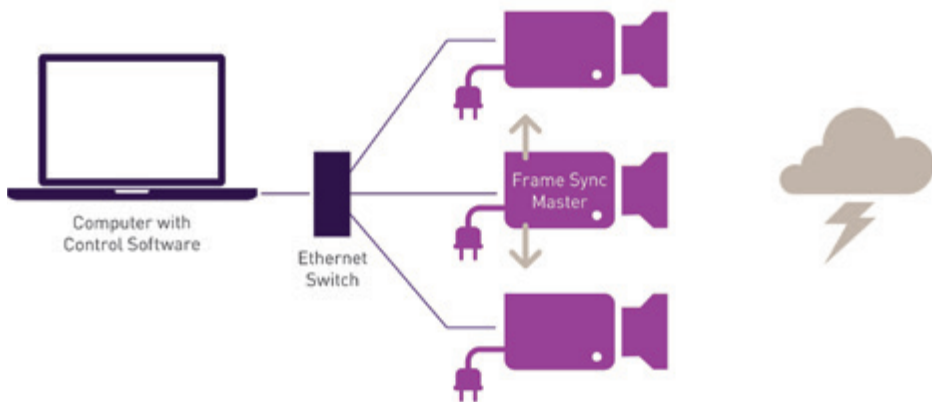
Para maximizar a velocidade de transferência da Ethernet 10Gb, lembre-se de:

- Usar um PC que seja recomendado para o uso de redes 10Gb-E. Para laptops, isso incluirá uma conexão Thunderbolt e o uso de um conversor Ethernet 10Gbase-T para Thunderbolt.
- Salve os arquivos em um disco rígido de estado sólido, idealmente um SSD RAID. Isso fornecerá a mais rápida velocidade de escrita sustentada.
- Dedique o computador para ser usado apenas para aquisição e carregamento de alta velocidade.

DIAGRAM OF A SIMPLE LAB SETUP



DIAGRAM OF MULTI-CAMERA TETHERED SETUP



## Otimizando o fluxo de trabalho para aplicações de imagem de alta velocidade

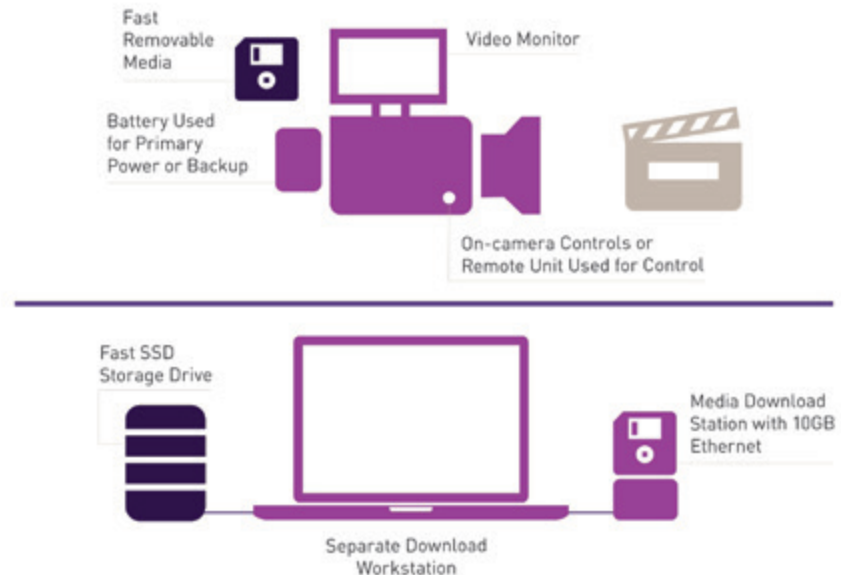
as filmagens capturadas, os pesquisadores calcularam a distância do impacto e a velocidade da descarga descendo da nuvem tempestade e subindo a partir do para-raios. Essa informação pode ser usada para melhor entender como os para-raios funcionam e como torná-los mais seguros.

Se o assunto é repetitivo e requer tempos de inatividade muito curtos entre os disparos, é possível particionar a memória RAM da câmera e utilizar uma função de gravação contínua. Com isso, a câmera salvará automaticamente cada disparo após ele ser efetuado e então se rearmará imediatamente para ficar pronta para o próximo disparo. Com a gravação contínua, a única limitação ao número de disparos que podem ser adquiridos é o espaço disponível no disco rígido. Ao usar essas características, é importante saber a duração do evento para garantir que todo o evento seja salvo.

Muitas configurações externas envolvem diversas câmeras em rede controladas por um único computador. Com configurações de diversas câmeras, as câmeras são todas sincronizadas a uma única fonte mestra. Essa pode ser ou uma das câmeras ou pode ser uma fonte de código de tempo. Às vezes, os atrasos de quadros são introduzidos para garantir que uma das câmeras irá capturar um evento extremamente rápido, como a propagação de uma rachadura no vidro e outros materiais sólidos. Os atrasos também podem ser utilizados para eventos que durem mais tempo do que uma câmera possa registrar. Nesse caso, cada câmera é configurada para registrar em vários intervalos após a primeira câmera, assim, a duração total da gravação é longa o suficiente para capturar o evento.

Configurações desagregadas são frequentemente utilizadas em aplicações externas como trabalhos científicos de campo, inspeções de uma fábrica química ou linha de produção, gravações da vida selvagem e esportes radicais. Energia de bateria, controles na câmera com um visor ou monitor de vídeo e mídia removível são imperativos para essas aplicações. Para eventos com durações repetíveis, o

### DIAGRAM OF A SIMPLE STUDIO SETUP



### DIAGRAM OF UNTETHERED SETUP



uso da função de salvamento automático

irá salvar automaticamente os dados - editados para um intervalo específico ou salvados na íntegra - para a mídia removível após o buffer RAM se encher. Essa função também é ideal para testes repetitivos nos quais a informação é importante demais para ser perdida, pois vários disparos podem ser salvos em mídias portáteis, protegendo de perdas em caso de falta de energia.

### REDUZindo o tempo de inatividade no set de filmagem

Embora ainda sejam consideradas câmeras especializadas na indústria de mídias, as câmeras de alta velocidade são usadas em tudo, de comerciais a filmagens de efeitos práticos para filmes de longa metragem. Devido ao fato de as câmeras de alta velocidade filmarem até 30 vezes a velocidade de câmeras cinematográficas

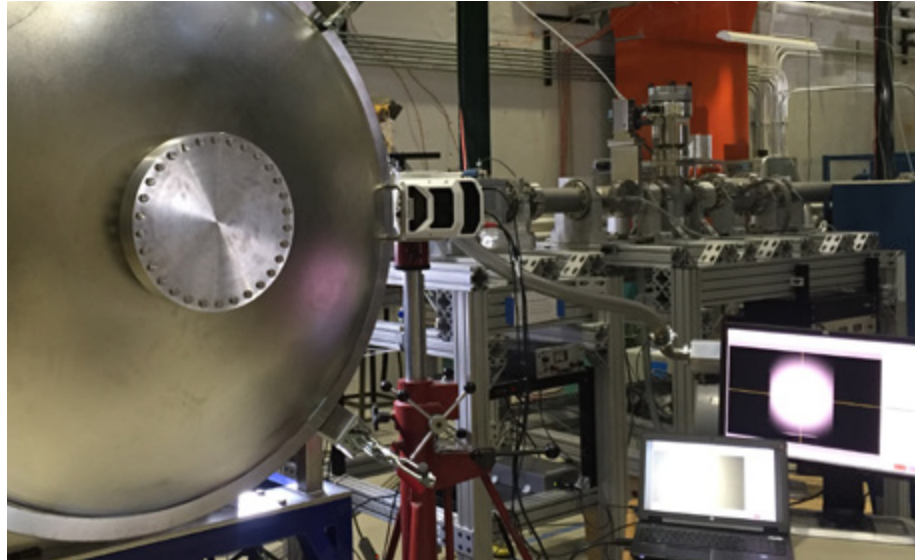
## Otimizando o fluxo de trabalho para aplicações de imagem de alta velocidade

típicas, elas frequentemente são utilizadas para capturar movimentos detalhados, dramáticos em cenas de lutas e explosões.

Nessa configuração, a câmera é tipicamente operada com controles na câmera ou com uma unidade de controle remoto dedicada, com monitores de vídeo múltiplos e visores utilizados para compor a gravação e monitorar o foco e a exposição. Após os disparos na RAM serem revisados, eles são transferidos para unidades de mídia portáteis rápidas e seguras de estado sólido, as quais podem armazenar até 2 terabytes de dados brutos.

O tempo de inatividade do set de filmagem pode adicionar custos significativos a orçamentos que podem estar já nas casas de milhões de dólares. Por esse motivo, o critério fundamental da câmera de alta velocidade é sua habilidade de oferecer suporte a um fluxo de trabalho na câmera muito rápido, no qual a câmera é operada sem um computador e o download do arquivo acontece separadamente, através de uma estação de descarregamento dedicada. Ultimamente, esse fluxo de trabalho poupa tempo de produção e dinheiro, os quais são fatores críticos em uma indústria que confia enormemente em locações e em um cronograma rígido.

Quando uma unidade de mídia portátil está cheia, a estação de descarregamento é utilizada para salvar os dados em um local seguro. O uso de uma conexão Ethernet rápida de 10Gb é fundamental ao se baixar unidades de mídia que contêm terabytes de dados. Uma cópia do arquivo bruto é



Uma v2511 em uma "configuração simples de laboratório" para estudar faíscas microelétricas de alta velocidade.

salvada em duas unidades para fornecer arquivamento e segurança. Embora os arquivos brutos ultimamente sejam usados para gradação de cor e edição inicial, uma versão comprimida de cada uma das gravações do dia é salva para que o diretor reveja as gravações do dia.

Câmeras de alta velocidade que oferecem mídias rápidas, removíveis, frequentemente incluem um modo de gravação direta que ignora a RAM da câmera. Isso limita as taxas de quadro a cerca de 120 fps, mas permite tempos de gravação muito mais longos, fazendo com que a câmera especializada funcione como uma câmera de vídeo comum. O uso do modo de gravação direta

permite que uma câmera seja usada para efeitos além da gravação normal, o que é útil para projetos que requerem uma câmera para capturar todas as filmagens.

### Referências

1. Estudo de Caso da Vision Research: "Outcomes of Mid-air Collisions Between Drops and Solid Particles," <https://www.phantomhighspeed.com/Solutions/Case-Studies/outcomes-of-mid-air-collisions-between-drops-and-solid-particles>
2. Estudo de Caso da Vision Research: "When Lightning And Lightning Rods Connect," <https://www.phantomhighspeed.com/Solutions/Case-Studies/when-lightning-and-lightning-rods-connect>

Imagem de capa da gravação de 'Dance of the Honey Bee' de Peter Nelson, usando uma Miro LC.

VISION  
RESEARCH

AMETEK®  
MATERIALS ANALYSIS DIVISION



### SOBRE A VISION RESEARCH

A Vision Research concebe e fabrica câmeras digitais de alta velocidade utilizadas em diversas aplicações e indústrias profissionais. A Vision Research é uma unidade de negócios da Divisão de Análise de Materiais da AMETEK Inc.

Algumas câmeras Phantom da AMETEK Vision Research são mantidas em padrões de licenciamento para exportação. Para maiores informações, visite: [www.phantomhighspeed.com/export](http://www.phantomhighspeed.com/export)