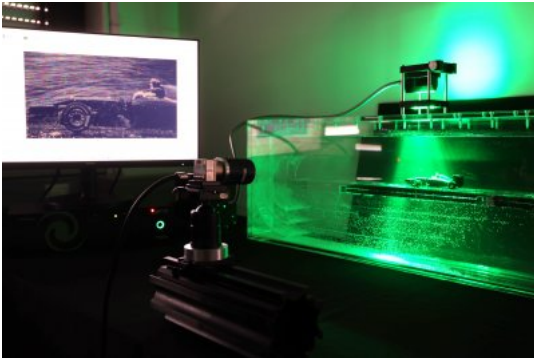


必要なのは変化だけ

イベントベースカメラが科学と産業における流体解析を最適化

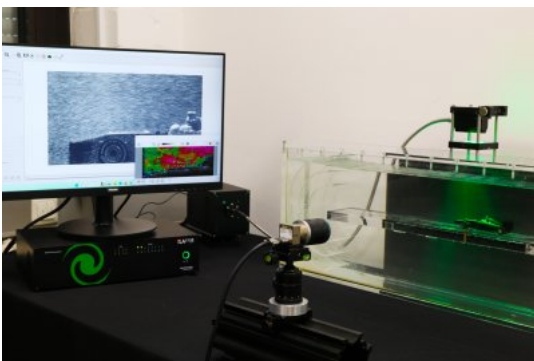


今日、最新の測定技術により液体や気体の動きを高精度で検出することが可能になり、その結果、数多くの用途に有益なデータを供給できるようになりました。飛行機周辺の空気の流れはどのようになっているのでしょうか？血液は体内をどのように流れているのでしょうか？また、燃焼プロセスにおける汚染物質の排出を最小限に抑えるにはどうすればよいのでしょうか？この目的のため、流れの速度、方向、圧力、乱流を分析し、効率を高め、安全性を確保し、さまざまな分野における技術革新が推進されています。

これらの流れを測定するには、粒子画像流速測定法（PIV）などの視覚的な方法を含め、さまざまな方法があります。高解像度カメラを使用して、流れの中のマーキングされた粒子を追跡し、その動きを分析します。アーヘン（ドイツ）のiLA_5150 GmbHも現在ではEBIVを利用しています。EBIVは「Event Based Particle Image Velocimetry（イベントベース粒子画像流速計測法）」の略で、流れや流速を定性的および定量的に視覚化する新しい光学的手法です。PIVとイベントベースカメラを組み合わせたもので、ここではIDS Imaging Development Systems GmbHのuEye EVSを使用しています。産業用カメラの革新的なセンサー技術により、特に高速で乱流の激しい動きに対して、非常にダイナミックかつエネルギー効率の高い検出が可能です。

アプリケーション

EBIV法では、流れる流体に微小粒子を加え、いわゆる光断面と呼ばれる平面で照射します。それらはLED光断面に入射し、そこから出射する際に個別の光パルスが発生させます。この局所的な明るさの変化は、カメラのピクセルによって個別に記録され、「変化イベント」のデータストリームとしてPCIに送信されます。従来のカメラとは異なり、イベントベースのモデルは、画像領域で記録された輝度の変化のみに反応します。背景や変化しない照明面などの静止した散乱光は、測定信号を生成しません。これにより、データ量が大幅に削減されます。



流路、流動モデル、照明源、制御ユニット、uEye EVSカメラを備えた実験セットアップ

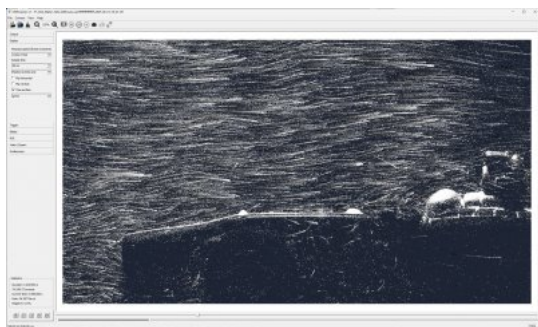
最大10,000フレーム/秒のフレームレート

データストリームには主に「いつ、どこで、何が起きたか」に関する情報が含まれています。具体的には、センサー上のピクセル座標、ピクセルイベントのマイクロ秒単位のタイムスタンプ、イベントに関する情報（ONまたはOFF）です。これにより、輝度の増加（ONイベント）と減少（OFFイベント）を区別することができます。適切なソフトウェアを使用すれば、ストリームを画像マトリクスに変換することができ、ストリームの空間情報と直線時間軸の双方が利用可能になります。その結果は、高速度カメラの極めて高いフレームレートに匹敵します。「EBIVの測定方法は、従来の画像化方法とは根本的に異なります。通常は膨大な量のデータを生成し、それを処理できる強力な周辺機器が必要となります。1000ヘルツ以上の非常に高いフレー

ムレートを実現するには、画像ベースのカメラ自体が非常に複雑で高価なものとなります。イベントベースのカメラ技術を利用すれば、毎秒1万フレームという同等のフレームレートが可能なおえ、毎秒数ギガビットのUSBなどの標準的なPCインターフェースのみで十分です。イベントベースモデル自体の価格は、同等の高速カメラよりも大幅に低く、そのため小規模な教育機関や研究機関にとっても非常に魅力的です」と、iLA_5150 GmbHの開発責任者、André Brunn博士は説明します。

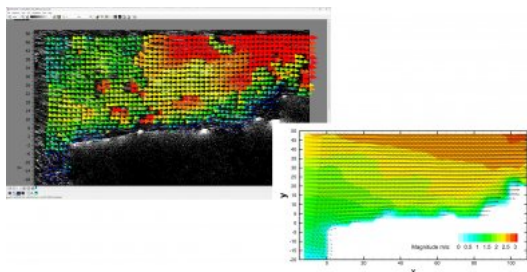
さらなる処理

データストリームは画像データに変換され、オンラインフローの直接視覚化を行うフロントエンド、いわゆるEBIVビューアーに表示されます。ユーザーは、画像カメラの露光時間に相当する積分時間、およびシーケンスの時間増分、すなわち連続した2つのショット間の期間も選択できます。また、従来の画像フィルターも使用できます。これらの設定により、ユーザーは移動経路の表示を最適化し、個々の解析目的に適合させることができます。微細な流れの詳細や大規模なパターンをよりはっきりと認識できるようになります。測定結果を再調整できることも、イベントベースのアプローチの利点です。



EBIVビューアーでの流体の視覚化

EBIV-Viewの定性的な可視化では、粒子は連続的に照らされ、発光した軌跡として表示されます。したがって、この方法は流れの可視化に非常に適しています。しかし、速度や方向の正確な測定値は得られません。流体の特性を正確に数値解析するためには、個々の粒子を時間的に定義された短い光パルスで瞬間的に照らします。これにより、正確な位置を記録し、その動きを数値化することができます。連続する画像内の粒子の位置を比較することで、例えばPIVを使用して流れの速度と方向を正確に計算することができます。その結果、時間とともに変化する一時的な2Dベクトル場が得られます。つまり、ベクトルは一定ではありません。従来のPIVと同様に、イベントベースのカメラの画像シーケンスも統計的に分析することができ、例えば、流速の平均値や変動を導き出すこともできます。



PIV-View : 不安定な流場 (左) と時間平均化された流場 (右)

カメラとソフトウェア

カメラについては、iLAはIDSのuEye XCP-Eを使用しています。小型軽量の産業用カメラは、頑丈な亜鉛ダイキャストハウジング (29 × 29 × 17 mm) にイベントベースのセンサー技術を搭載し、ねじ込み式のUSB Micro-B接続を備えています。すべての標準Cマウントレンズのサイズに対応しています。そのため、産業用および非産業用分野の両方に最適です。搭載されているイベントベースビジョンセンサー (EVS) は、SonyとPropheseeによって開発されました。PropheseeのMetavision SDKは、効率的な分析、視覚化、カスタマイズのためのソフトウェアツールやモデル、API、およびその他のトレーニングや開発リソースをシームレスに統合しています。

これを基に、iLA_5150/PIVtecのEBIVビューアーは、特に流体視覚化アプリケーション向けにカスタマイズされています。

今後の展望

流体システムとプロセスの最適化には、流体の状態に関する詳細な知識が必要です。定性的な流体の視覚化は、効果を理解し、適切な制御メカニズムを開発する上で十分な場合がよくあります。しかし、これまで高速の流体を高い時間分解能で画像化するには、通常、高価な高速カメラを使用する必要がありました。イベントベースのカメラ技術は、技術的な労力を大幅に削減し、費用対効果の高い代替手段を提供します。こうした「シンプルな」方法は、特に教育や研究において不足していました。大幅なデータ削減により、この技術では複数のカメラや大型カメラアレイを使用しても、周辺機器がデータ転送の制限要因になることはありません。uEye EVSモデルのコンパクトなデザインは、モバイルアプリケーションにも最適です。つまり、人

工的なフローモデルや流路に頼ることなく、実際のアプリケーション環境を初めて直接分析できるようになったのです。

つまり、イベントベースのカメラは、効率的で費用対効果が高く、高解像度の流体の視覚化と定量化を実現します。生成されるデータ量が少ないため、多くのプロセスをほぼリアルタイムで分析でき、完全自動化システムでの使用にも適しています。粒子画像流速測定法（PIV）などの確立された流量測定法をシームレスに統合し、拡張することができます。この技術は、移動粒子や振動表面など、散乱光の強度変化によって流量情報が取得できる場所であれば、どこでも使用できます。

画像の権利:

iLA_5150 GmbH

© 2025 IDS Imaging Development Systems GmbH

カメラ

uEye EVS

イベントベースのビジョンセンサー搭載の産業用カメラ

使用されたモデル: uEye XCP-E

カメラファミリー: [uEye EVS](#)



クライアント

iLA_5150 GmbHは、PIVおよびその他の画像測定システムのシステムインテグレーターです。PIVとは、Particle Image Velocimetry（粒子画像流速測定法）の略で、流体力学における速度場を測定する非接触光学測定法です。同社は1995年にベルリン工科大学のスピノフ企業として設立されました。以来、約30年にわたり、顧客向けのカスタマイズソリューションを開発しています。その幅広い専門知識は、さまざまな学際領域に及んでいます: 機械設計、光学、電子工学、自動化、ソフトウェア開発など

<https://www.ila5150.de/en>



著者

Sabine Terrasi

IDS Imaging Development Systems GmbH

Dimbacher Str. 10

74182 Obersulm

Germany

T: +49 7134 96196-0

E: s.terrasi@ids-imaging.de

W: <https://www.ids-imaging.jp/>

IDS Imaging Development Systems GmbH について

IDS Imaging Development Systems GmbHは、産業用カメラのリーディングメーカーであり、産業用画像処理のパイオニアでもあります。オーナー経営で環境認証を取得している同社は、高性能で多用途の2Dおよび3Dカメラに加え、人工知能（AI）搭載モデル、ストリーミング/イベント録画機能搭載モデルを開発しています。カメラの用途は無限に近く、産業用および非産業用の設備、プラント、機械工学のさまざまな分野で利用されています。

1997年に社員2名で設立されたIDSは、今では社員およそ350名の独立した企業となり、ISOおよび環境に配慮した企業として認定されています。本社はドイツ・オーバーズルムにあり、開発と製造の両方の拠点となっています。またアメリカ、日本、韓国、イギリスに支社を、さらにフランス、ベネルクス、インドに事務所を置き、グローバルに事業を展開しています。

アイ・ディー・エス株式会社

〒108-0073

東京都港区三田1丁目3-33 三田ネクサスビル3階

Sales contact

電話番号: +81 3 4500 8864

apacsales@ids-imaging.com

<https://jp.ids-imaging.com>