

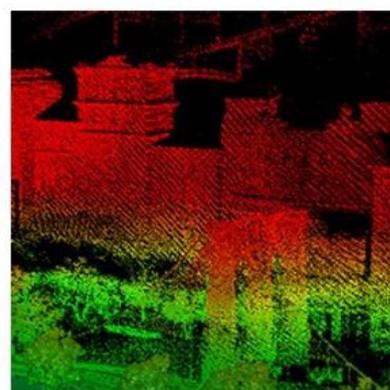
光検出と測距 (LiDAR)



概要：

LiDAR は、地理空間測定に使用されるリモートセンシング方法です。周囲の物体/表面に放射されたパルス レーザー光は部分的に反射（後方散乱）され、デジタイザに接続された検出器によって記録されます。反射飛行時間はデジタイザによって測定され、光の速度と組み合わせて物体/表面の距離を計算するために使用されます。これは、飛行時間 (ToF) 測定と呼ばれます。

システムは空中または地上に設置され、以下に説明するようにさまざまな用途に使用されます。地形 LiDAR システムは通常、1064 nm 近赤外線 (NIR) または 1550 nm 短波赤外線 (SWIR) レーザーを使用しますが、水深測定システムではさらに可視 (VIS) 532 nm 光源も使用します。



LiDARのスキャンイメージ

LiDAR アプリケーション：

LiDAR は、次のようなさまざまな用途で利用されます。

- 地形 LiDAR

地形をスキャンするために使用され、地球の表面をスキャンするレーザーパルスによって、スキャンされたエリアのさまざまな特性を正確に調査できます。樹木被覆、堅固な建造物、固有の地形、さらには植生密度などの特徴の起伏や標高はすべて、レーザースキャンによって明らかにされる可能性があります。

- 水深測量 LiDAR

主に海岸線や水路に沿って水域をスキャンするために使用され、地形調査と組み合わせて使用されることがよくあります。水深測量センサーは、地形システムと同じ基本コンポーネントの多くで構成されていますが、水域を貫通できる特殊な短波長緑色レーザー照明装置を活用しています。水深測量ではデータ処理のニーズが異なる場合がありますが、地形データと組み合わせると、これらのユニットは海岸線と標高をかなり詳細に明らかにすることができ、沿岸工学、水路学、海洋科学に役立ちます。

- 差分吸収 LiDAR (DIAL)

大気中のガス濃度の測定が可能で、特にオゾンレベルや粒子状汚染の監視に使用されます。DIAL システムは地上設置型または航空機搭載型です。DIAL は、調整可能なレーザー光源を利用して、ガス吸収線のピークからの光強度と、低

吸収領域から取得した光強度を記録する 2 つの波長のパルスを生成します。

- 風況測定 LiDAR

変化が速く難しい風の分析を容易にするように設計されています。高度なドップラーシステムは、風の状態を 360 度監視し、発生する複雑なデータセットから得られる乱気流、風速、風のせん断力学を理解するのに役立ちます。

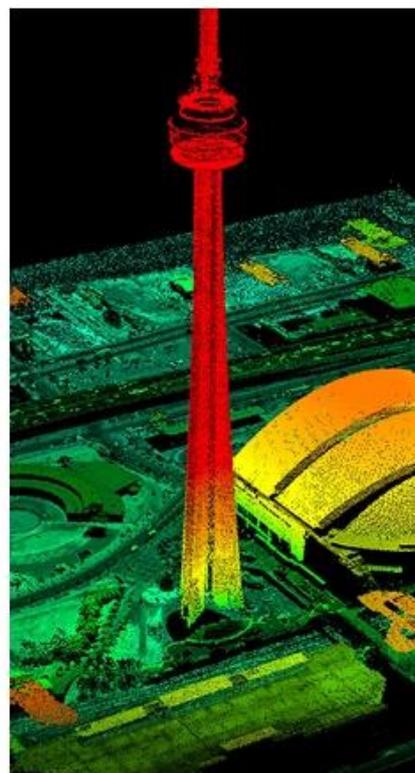
- ラマン LiDAR

大気中の水蒸気と主要なエアロゾルのレベルを検出および測定するために使用される地上システムです。従来の LiDAR は、反射されたレーザーパルスからの後方散乱信号の振幅（または強度）からデータを抽出します。ラマン LiDAR はさらに進んで、入射光の原子レベルの相互作用によって生じる後方散乱プロファイル内の特徴的な分子レベルのシフトを検出し、特徴的なラマン周波数シフト (RFS) を引き起こします。ラマン非弾性散乱プロファイルは、特定の分子を特徴付けることができます。

これらの用途は、大まかに同様の検出方法を使用していますが、レーザー照射パルスの波長と出力、光学系、および返される信号の品質が異なります。これらはすべて、必要な検出およびデータ処理システムに影響を与える要因です。

LiDAR 用デジタイザを選択する際に考慮すべきこと：

1. 垂直分解能、サンプリングレート、チャンネル数を柔軟に選択できるデジタイザは、システムレベルのコスト削減に役立つ最適なソリューションを実現できます。
2. ボード同期機能を備えたデジタイザは、チャンネル数の柔軟性がさらに向上します。
3. 高いサンプリングレートは、短いリターンでのピーク検出が簡素化され、最終的に LiDAR の範囲解像度が向上します。
4. 高い垂直分解能（ダイナミックレンジ）は、低振幅の戻りパルスをノイズから区別できるため、ターゲットの分離精度が向上します。
5. デジタイザのトリガー、同期、および汎用入出力（GPIO）ポート/信号は、レーザーソース、スキャンミラー、慣性測定ユニット（IMU）、および GPS モジュール（PPS 同期）との相互作用が可能になり、システムレベルの設計が簡素化されます。
6. 内蔵のトリガー時間（タイムスタンプ機能）は、飛行時間の測定を簡単化します。
7. 柔軟なトリガーモードにより、レベル（しきい値）トリガー、ウィンドウトリガー、トリガー遅延などの機能は、情報損失なくデータを削減できます。
8. 取得したパルスは単極性であるため、デジタイザの入力電圧範囲を最大限に活用するには、プログラム可能な DC オフセットが必要です。
9. ユーザエリアを開放した FPGA によるオンボードのリアルタイムデジタル信号処理（DSP）は、重要な利点をもたらします。
 - A) リアルタイムかつ低遅延でカスタムのリターンパルス識別/特性評価を可能にします。
 - B) 複数の（すべての）チャンネルを同じ FPGA で処理できます。



- C) リアルタイムのデータ削減により、CPU での後処理やデータ保存が簡素化されます。
- D) 測距アルゴリズムの処理例には、ガウス曲線フィッティング、最大値の半分での全幅 (FWHM)、デコンボリューション、波形の平均化 (スタッキング)、デジタルフィルタリングなどがあります。
- E) FPGA ファームウェアはフィールドアップグレード可能なので、すでに運用中の LiDAR システムに新しい機能や改善された機能を導入できます。
10. グラフィックスプロセッシングユニット (GPU) やディスクストレージへの高速データ転送は、オンボード FPGA の前処理を補完できます。いわゆるピアツーピアストリーミングは、ホスト PC の CPU とメモリの負荷を最小限に抑えるため、推奨されます。
11. 業界標準のフォームファクタにより統合が簡素化され、コスト効率の高いサードパーティ製品の可用性が確保されます。推奨されるフォームファクタは、LiDAR システムの種類によって異なる場合があります。

Teledyne SP Devices 製 推奨デジタイザ製品 :

MODEL	特徴	ボードイメージ
ADQ36	主に LiDAR 用に設計された 12 ビットデジタイザです。ソフトウェアで設定可能な 2ch または 4ch の動作モードを提供し、それぞれ 5GSPS または 2.5GSPS のサンプリングレートを備えています。2 枚以上のボードを同期してチャンネル数を拡張することができ、AMD KU115 FPGA も備えています。このデジタイザは、マルチパルスシステムなどの高度な LiDAR に最適です。	
ADQ14DC-4C	14 ビットの垂直分解能と 1GSPS のサンプリングレートを備えた 4ch のデジタイザです。高い垂直分解能により、水中調査に正確な画像が得られます。4 つのチャンネルは、異なる波長のレーザーに接続された複数の検出器に使用できます。ADQ14 は、PC への高スループットも可能にし、高速スキャン機能を実現します。	
ADQ7DC	1ch モードで 14 ビットの垂直分解能と 10GSPS のサンプリングレート、2ch モードで 5GSPS のサンプリングレートを提供します。高分解能とサンプリングレートのこの独自の組み合わせにより、高いダイナミックレンジを維持しながら比類のない距離精度を実現し、弱いリターン信号をバックグラウンドノイズから区別できます。ADQ7DC は、現在市場で入手可能な最も高度な LiDAR システムの一部で使用されています。	



TELEDYNE SP DEVICES
Everywhere you look™

Teledyne SP Devices 社について

Teledyne SP Devices は、世界をリードするモジュール式データ集録および信号生成機器を設計および製造しています。当社の製品は、特許取得済みのキャリブレーションロジック、最新のデータコンバータ、および FPGA テクノロジーを利用して、高いサンプリングレートと分解能の比類のない組み合わせを実現しています。製品には、さまざまなアプリケーション固有の機能と組み込みのリアルタイム信号処理があります。これにより、お客様はパフォーマンスのボトルネックを克服し、製品化までの時間を短縮し、幅広いアプリケーション分野でシステムレベルの利点を得ることができます。SP Devices の製品は、分析機器、リモートセンシング、科学機器、医療用画像など、さまざまな業界で採用されています。Teledyne SP Devices 社の詳細については、<https://spdevices.com/>を参照してください。