

自動運転自動車および掃除機におけるLiDARの光線追跡解析

Joseph Carew

LiDARは、自律ロボットや自動運転車の発展において重要な技術となっている。この技術は、機械が動作環境を可視化し、理解するために機械に組み込まれている。そのため、これらのシステムが可能な限り正確な環境マップを作成することが不可欠である。

LiDARと自律型創造物

米国自動車技術者協会(SAE)は、自動運転をドライバーと車両のどちらが特定の動的運転タスク(DDT)を実行するかに基づいて6つのレベルに分類している。レベル0は自動運転が全く行われず、レベル5は完全に自動化された状態である。上位レベルの車両はより高い自律性を発揮するため、周囲の物体を正確に検知し、距離を測定することが不可欠になる。ここでLiDARシステムが役立つ。

LiDARの操作

LiDARはレーダーやソナーと同様の仕組みだが、電波や音波ではなく、強力で細いビームを用いて周囲を3次元的に可視化する。LiDARは基本的に、レーダーやソナーに比べて重要な利点がある。まず、LiDARはレーダーやソナーよりも短い波長の光を利用する。この短い波長により、優れた解像度が得られる。さらに、光は音波よりも空気による減衰が小さいため、LiDARの到達距離は長くなる。

しかし、LiDARシステムにはいくつかの考慮事項があり、その第一は目の安全性だ。そのため、LiDARシステム用のパルスレーザの波長は約1550nmである。これにより、目への損傷のリスクは軽減される。LiDARシステムにおけるもう1つの考慮事項は、正確なスキャンを実現するためにビーム角度を制御可能であることだ。これは実装が難しい場合があるが、例えばMEMSミラーを使用することで対応可能である。

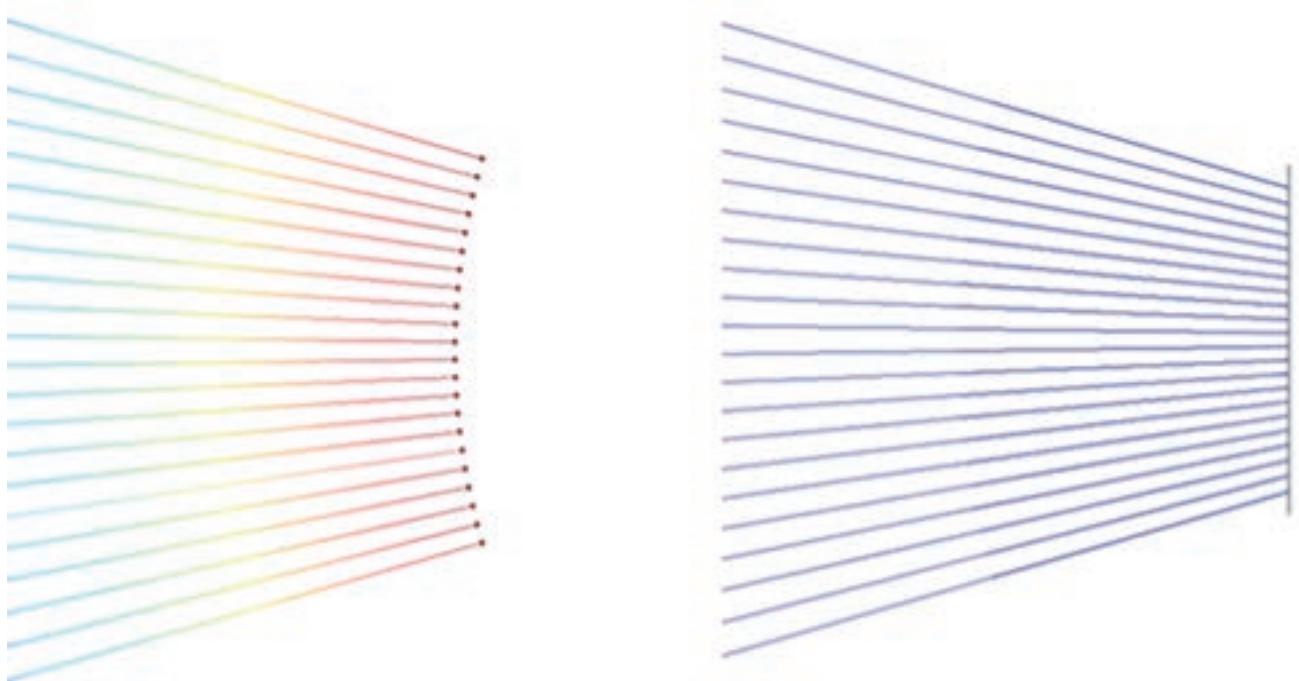


図1 COMSOL Multiphysics®における時間依存光線追跡(左)と標準的なシーケンシャル平面間光線追跡(右)の違いを示す図

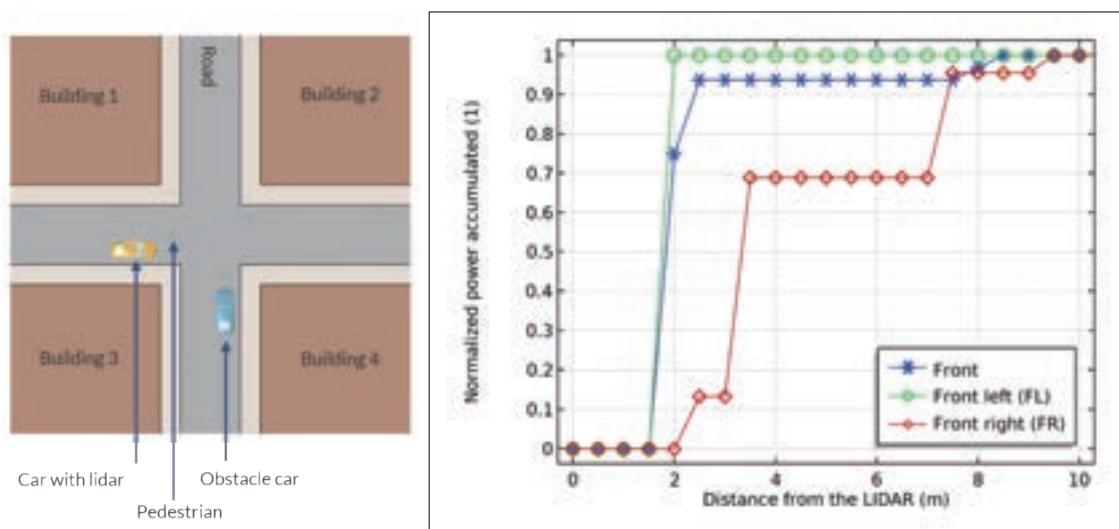


図2 車両の前方左と前方の検出器は、歩行者を検知すると2mでピークに達する。一方、車両の前方右の検出器は、障害物を検知すると7.5mでピークに達する

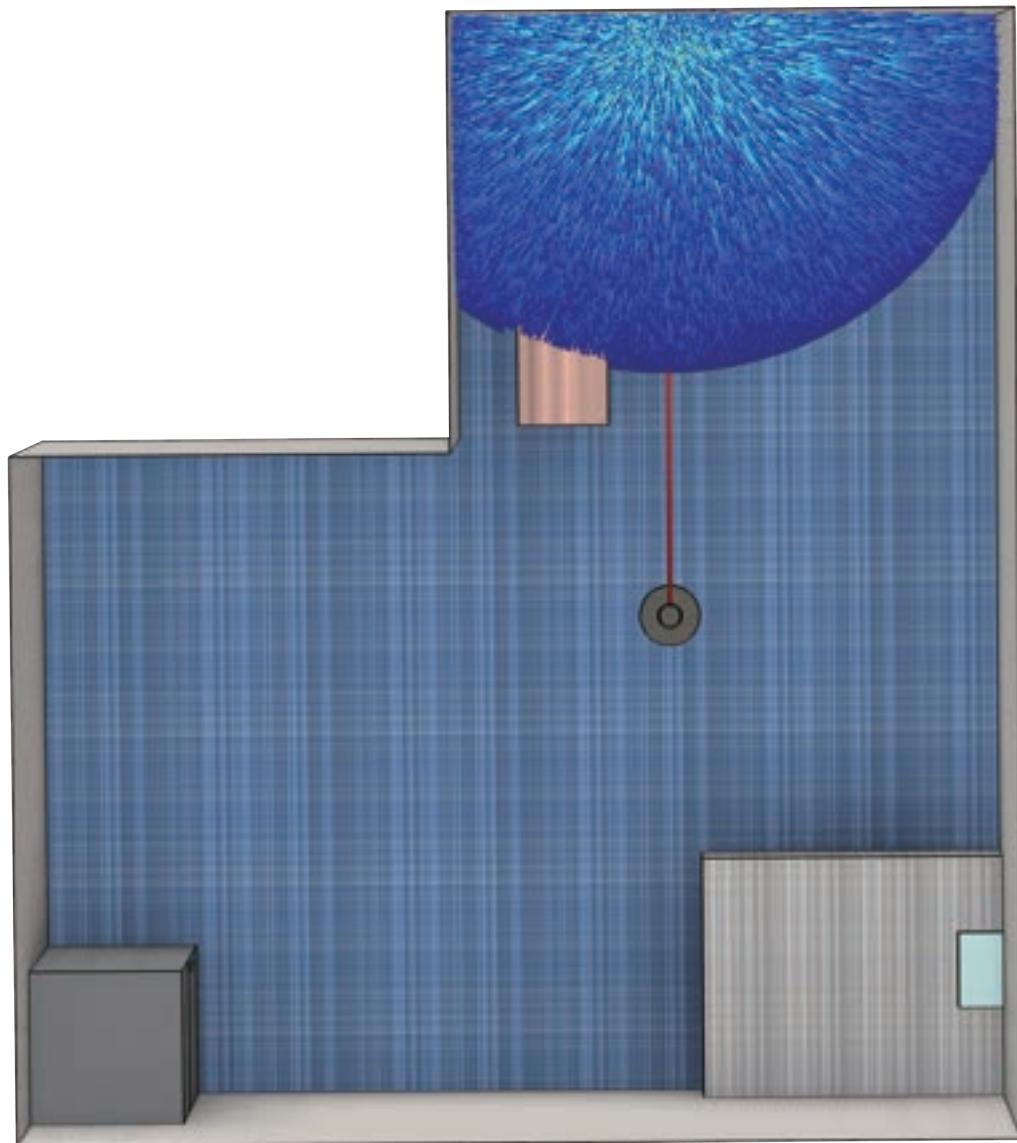


図3 室内の掃除機からの光線の軌跡

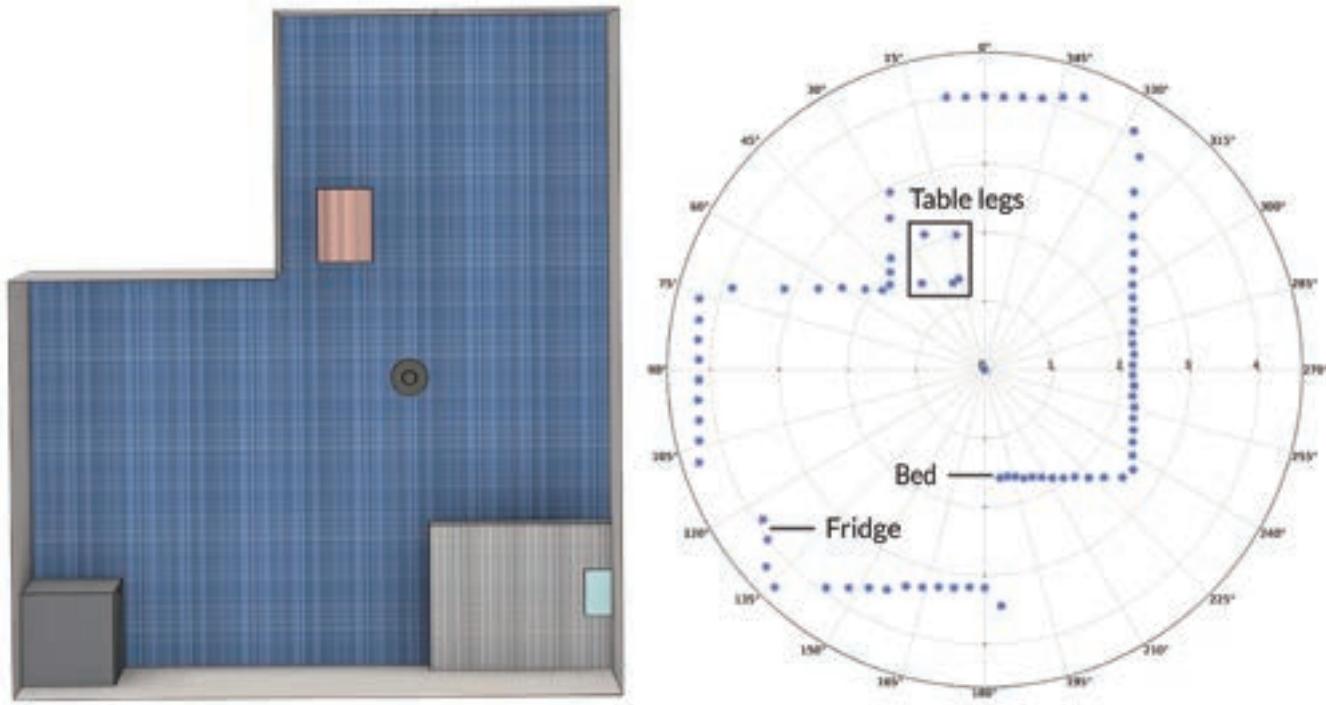


図4 部屋のレイアウト(左)とLiDARユニットの角度に対する飛行時間(距離)(右)の比較

光線光学モジュールを使用したLiDARのモデル化

LiDARモデリングでは、COMSOL Multiphysics®の時間領域光線追跡アルゴリズムを利用できる。これにより、図1に示すように、各光線の到達時間を測定することで、LiDARシミュレーションの精度が向上する。

2つのモデル例を通じて、LiDARシステムを検証しよう。最初の例は、典型的な四つ角交差点で障害物や人を検知する、車両搭載LiDARシステムである。2つ目の例は、部屋全体の地図を作成するロボット掃除機だ。どちらのモデルでも、LiDARユニットは出射機能とアキュムレータのペアとして実装されている。

車両搭載型LiDAR

前述の通り、自動運転車におけるLiDARは周囲の障害物の定量的な距離の測定に使用されている。LiDARシステムは、MEMSミラーを傾けることで視野全体を走査するレーザビームで構成されている。これにより、レーザの各パルスは異なる方向に発射される。レーザビームは周囲の障害物に当たって散乱し、これらの散乱光はLiDARサブシステムの光検出器によって検出される。モデル化された車両には、車両の前方、左右、後方にLiDARユニットが配置されている。このモデリングシナリオでは、これらのユニットは四つ角の交差点で別の車両と歩行者を検出する。解析済みのモデルは、このシス

ムが光線光学アプローチを用いて歩行者と他の車両を正常に検出し、距離を測定できることを示している。

LiDARによる空間マッピング

ロボット掃除機は、空間マッピングのためにLiDARシステムを搭載することが一般的である。この技術により、ロボット掃除機は最適な掃除経路を設計し、障害物にぶつかることなく室内を移動することができる。このモデルは、ロボット掃除機のLiDARと、幾何光学を用いて部屋の形状をマッピングする仕組みをシミュレートする。

著者紹介

オリジナルブログ執筆者はパーソネン・ヴィレ(Ville Paasonen)

