

橋梁概略点検における点検補助を目的とした各種デバイスの有用性の検討

長岡工業高等専門学校 神林 昂
長岡工業高等専門学校 正会員 井林 康

1. はじめに

これまで開発を続けてきた、国内自治体向けの橋梁概略点検システムや、海外向けの橋梁インベントリ収集・点検システムの補助として、スマートフォン内蔵のLiDAR スキャナや、360° カメラが、比較的安価な装置ながら、この分野でどの程度の実用的に使用できるかを検討した。具体的に想定するのは、施工時の遠隔臨場や遠隔での構造物点検作業となる。



図-1 スマートフォンと 360° カメラ

2. スマートフォン内蔵のLiDAR スキャナ

LiDAR スキャナは、レーザー光の反射を利用して、モノや地形の「距離」を読み取る機能であり、これにより、モノの大きさが計測できたり、3D スキャンアプリを活用できたりと、さまざまな用途に利用できる。今回は、本体価格 10 万円程度のスマートフォンに内蔵されたLiDAR スキャナを橋梁点検等に用いる際の性能を確認した。

「測定」アプリを用いてセンサーが対象物を感知し、手で白点を打てる限界の距離は、LiDAR スキャナ搭載の iPhone12 Pro で 3m20cm、比較対象とした iPhone 11Pro で 50cm であった。これらの距離は白点が表示される限界の距離であり、正確に測れる限界の距離ではなく、ある程度正確に測るためには対象物との距離は 3 m以内に収めるのが良いと考えられる。

次に、水平方向と鉛直方向で精度に差があるかの検討を行った。水平方向は巻き尺を 5m伸ばし地面に置いてそれを測定した。また、鉛直方向としては 2 階から巻き尺を 5m垂らし、それを 1 階から見上げるような形で測定した。以下の表-1 に結果を示す。

表-1 5mの長さ水平および鉛直方向の測定値

	実測値[m]	測定値[m]	誤差[m]
水平方向	5.00	4.90	0.10
鉛直方向		6.95	1.95

表-1 の結果より、対象物が大きい場合は水平方向の方が鉛直方向より精度よく測れることが判明した。

また、対象物の端に立って測定する場合と、対象物の真ん中に立って測定する場合で差が出るのか、2m, 3m, 5mの場合で測定を行った。端で測った場合の方が真ん中に立って測った場合よりも誤差が大きくなることが判明した。

また、路面に勾配が付いている場合の検討を行った。勾配は約 40° の階段にて、2m14cm の紅白棒を寝かせて、階段の上、下、横から測定した。下から見上げるように測定する場合が最も誤差が大きい結果となった。これも、測定する際に白点が打ちづらくなることが原因だと考えられる。

3. 橋梁の 3D スキャン

スマートフォンアプリの 3d Scanner App を用いて、橋長 5m ほどの小規模橋梁を 3D スキャンした。画質はそれほど鮮明ではないが、アプリ内で好きな位置に移動できるため、寸法を測れるメリットがある。しかし、暗く陰になっている箇所では、対象物をうまくスキャンすることができなかった。



図-2 3D スキャンした小規模橋梁の例

4. 360° カメラによるライブ配信

本検討では、360° カメラとして、市場価値が約5万円の Insta360 ONE X2 を用いる。この機種では配信方法として、Facebook, YouTube, RTMP がある。今回は YouTube の RTMP アドレスを使用し、ライブ配信をした。

画質とライブ配信で使ったデータ通信量の関係を検討した。ライブ配信で使用するデータ通信量、配信中の fps と解像度の関係を調べる。fps とは、1秒間あたりに表示される画像数を表す単位のこと。そこで、fps と解像度と 20 分間のライブ配信に使用するデータ通信量の関係を下の表-2 に示す。

表-2 20 分間に使用するデータ通信量の関係

	解像度	データ通信量
15fps	720P	852MB
30fps	1080P	847MB
	1280P	794MB

1280P の 30fps は推奨の動画サイズではなく、アプリが落ちてしまったため 17 分で使ったデータ通信量の 794MB になった。全パターン試していないが、表-2 の 720P の 15fps と 1080P の 30fps から使用するデータ通信量は、画質と比例しないことが予想される。

5. 機器同士の通信手段

ライブ配信の視聴方法は、配信元から共有されたリンクから視聴することができる。視聴はパソコンなどで可能である。スマートフォンと 360° カメラは Wi-Fi で接続され、別にモバイルデータ通信が必要となる。

360° カメラでの動画のライブ配信は、20 分で約 1GB のモバイルデータ通信量を使用した。またスマートフォンのバッテリーの消費量は、15% であり、360° カメラのバッテリーの消費量は 8% だった。長時間配信のために必要な装備の検討として数十 GB 程度の通信量が必要であり、他にもモバイルバッテリー等が必要になると思われる。

6. 360° カメラによる動画撮影

屋外供試体を、360° カメラで動画撮影した。図-3 は屋外供試体を上から撮影した写真の例であるが、どの方向もコンクリートの質感がよくわかる。また、図-4 は、

図-3 と同じ再生時間・視点で供試体を見渡した写真であるが、図-3 でわからなかった供試体の端の方まで見ることが可能であった。



図-3 屋外供試体の写真 図-4 角度調整後の写真

今回使用した 360° カメラは、解像度が高くコンクリートの表面を細かく見ることが可能であり、本体も小型で、人の入ることのできない狭いところも撮影することができた。また、360° で撮影した動画は好きところで再生を止めて 360° 全方向見ることができると、効率的に確認作業を行うことができる。

次に、動画の画質と SD カードの使用量の関係を調査した。1 分間の 360° 動画撮影に使用する SD カードの容量と画質の関係を表-3 に示す。なお、今回使用した SD カードの容量は 128GB である。

表-3 1 分間の動画撮影に使用する SD カードの容量と画質の関係

		fps				
		24	25	30	50	100
解像度	5.7K	708 MB	708 MB	748 MB		
	4K			388 MB	520 MB	
	3K					740 MB

表-3 より、解像度が高く、fps が大きいと SD カードの容量を多く使用することが分かる。ライブ配信はデータ通信量が多く、実際に利用するにはあまり現実的ではない。しかし、高画質での動画撮影なら長時間の撮影が可能であり実用的だと考えられる。

7. まとめ

安価に行えるスマートフォンの 3D スキャンや 360° カメラの撮影は、ある程度の実用性が確認できた。実際の点検業務に用いることを見据えて今後も検討を続けていく予定である。