

スマートフォンを利用した可視化流量観測アプリケーションの開発 ーキャリブレーションと地図情報の統合ー

名古屋大学 正会員 ○樺 涼太
東京理科大学 正会員 二瓶 泰雄
神戸大学工学研究科 正会員 藤田 一郎

1. 目的

水位・流量観測システムにおいて、スマートフォンを利用することで、事前準備なしで緊急的な水位・流量観測が可能となる。これは、スマートフォン自体にカメラと計算機が統合されていることや、外部データベース等へのアクセスが可能であることに加え、撮影の位置や角度を一定の精度で自動取得できるためである¹⁾。

撮影位置や角度は、撮影された画像から定量的な情報を得るために不可欠であるが、位置と角度に加えて、カメラのレンズの歪みおよび焦点距離（あるいはズームの程度）を把握する必要がある。このレンズ歪みと焦点距離（以下、カメラ内部パラメータと称する）は用いるスマートフォンの機材に依存する。対象となる機材の種類が非常に多いため、それぞれ固有のカメラ内部パラメータを用意することは現実的ではない。そこで、スマートフォンでのGUI操作と比較的単純なセッティングで、カメラ内部パラメータを同定する機能を実装することとした。

2. カメラ内部パラメータの同定機能の実装

具体的には、図-1に示す、濃淡を持ったドットを50mm間隔でグリッド状に配したテストパターンを実寸大で印刷し、これを平らな面に貼り付けて、これをアプリで撮影する（図-2）。撮影に際しては、アプリ内に赤いガイドが表示され、このガイドにすべてのドットが収まるように、撮影位置を調整する（図-3）。また、撮影時のカメラとテストパターンの距離については別途物差し等で計測し、アプリに入力する。以上の操作により、ドットの位置（重心）がアプリ内で自動検出され、そのドットのグリッドの位置関係を利用して、カメラ内部パラメータが計算される。

一旦、カメラ内部パラメータが同定されると、それ以降の撮影での幾何補正などにそのパラメータが利用され、画像から定量的な情報を取得することが可能となる。



図-1 A4サイズのテストパターン（test_pattern.pdf²⁾）

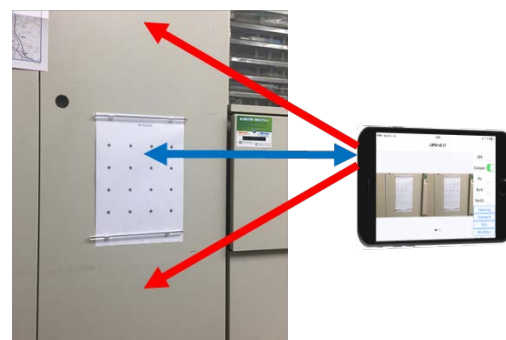


図-2 テストパターンの撮影

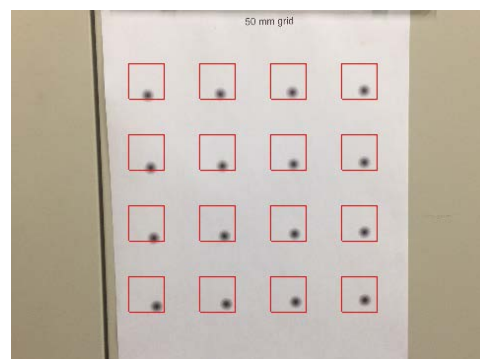


図-3 テストパターンのドットをアプリ内のプレビューイメージに表示される赤いガイドの中に全て納める

キーワード スマートフォン、可視化流量観測、LSPIV、STIV、オルソ画像、DEM

連絡先 〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学工学部9号館 TEL 052-789-4625

3. 標高分布データとオルソ画像の取り込み

可視化画像解析から河道断面の通過流量を算定するためには、画像解析により得られた流速分布と、河道断面の形状を組み合わせ、通過流量を算出する必要がある。また、画像の撮影位置や角度の妥当性チェックや精度確保のための補正を行う基準として、撮影区間周辺の標高分布データやオルソ画像と比較することは有用な手段となる。このような理由から、本アプリで標高分布データを取り込み、解析に利用できるようにした。(本機能は、原稿執筆時点では Android 版のみであり、順次 iOS 版にも実装予定である³⁾。)

WGS84 楕円体に準拠した緯度・経度・標高で設定されたアスキー形式の標高グリッドデータ (*.txt , ArcGIS の Raster to ASCII で作成) を、本アプリで開くことで標高分布データを取り込めるようにした。同様に、緯度・経度座標で展開されたオルソ画像について、png 形式の画像およびその位置データを格納する pgw 形式のテキストファイルをまとめて zip 形式で圧縮したファイルを本アプリで開くことでオルソ画像を取り込めるようにした (図-4)。

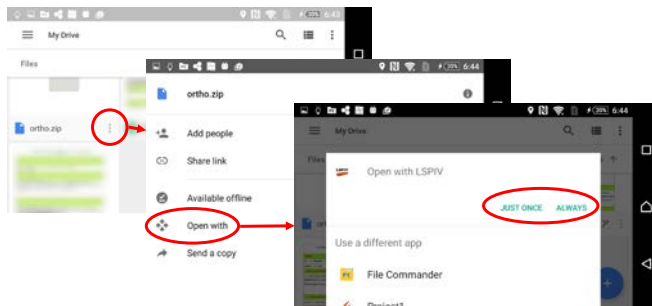


図-4 オルソ画像データをGoogle driveから本アプリで読み開く操作例

スマートフォンの位置はWGS84に準拠した座標(角度)で定義されるが、流速値や通過断面の設定に際しては、平面直角座標上の長さが基準となる。緯度経度の長さ換算には、地球を球と仮定した簡易計算法を用いることとした⁴⁾。本アプリは、高々数キロ程度の範囲の解析が対象となるため、簡易計算法であっても実用上十分な精度を有するとみなせる。具体的には、 ϕ :緯度、 λ :経度として、

$$\begin{aligned} L_x &= 6,370,000 \arccos(\sin^2 \phi + \cos^2 \phi \cos -\Delta\lambda), \\ L_y &= 6,370,000 \arccos(\sin \phi \sin(\phi + \Delta\phi) + \cos \phi \cos(\phi + \Delta\phi)) \\ &= 6,370,000 \arccos(\cos \Delta\phi) \\ &= 6,370,000 \Delta\phi. \\ \Delta\lambda &= -\arccos\left[\frac{\cos\frac{L_x}{6,370,000} - \sin^2 \phi}{\cos^2 \phi}\right] \end{aligned}$$

となる。GRS80 による計算との差は日本を含む中緯度帯では 0.2%程度である。

図-5 に示すように、カメラで撮影した画像を幾何補正した画像を、取り込んだオルソ画像上にオーバーレイ表示することで、GPS 位置などのズレを視覚的に確認でき、カメラの位置を微調整すること位置などのズレを補正できる。

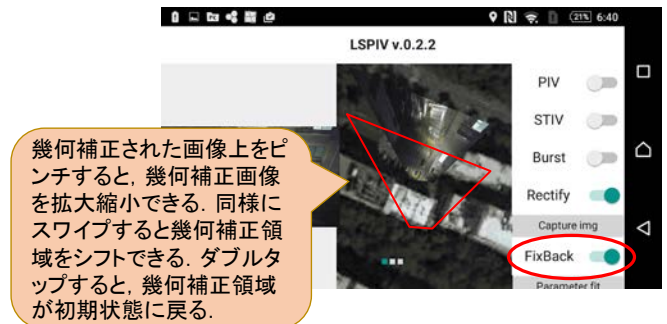


図-5 オルソ画像と利用した幾何補正の調整。中央の赤枠はカメラの映像を幾何補正したもので、強調のため赤枠で囲っている。

謝辞：本研究は、河川整備基金助成事業(26-1213-013)、国土技術研究センター研究開発助成(平成 25 年度)、国土交通省・河川砂防技術研究開発制度の助成(研究代表：二瓶泰雄)を受けて実施いたしました。ここに記し謝意を表します。

参考文献

- 1) 椿 涼太:スマートフォンを用いた LSPIV 観測システムの開発、河川流量観測の新時代、第 5 巻, 2015.2.
- 2) テストパターンは、下記リンクでダウンロード可能:
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxydHN1YmFraXxneDo2YzU1MmZhOGZmY2Y4Y2Ex>
- 3) Google Play (Google 社) において配信中:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.embarcadero.LSPIV&hl=en>
App Store (アップル社) において配信中:
<https://itunes.apple.com/us/app/lspiv/id981387743?mt=8>
- 4) 三浦英俊:緯度経度を用いた3つの距離計算法(<特集> ORと数学・統計), オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, Vol.60(12), pp.701-705, 2015.