

## 簡易距離計測アプリケーションの開発

田中成典<sup>†</sup> 北川悦司<sup>‡</sup> 吉田博哉<sup>††</sup> 中村健二<sup>††</sup> 田口諒<sup>†</sup>

関西大学総合情報学部<sup>†</sup> 阪南大学経営情報学部<sup>‡</sup>

神戸情報大学院大学情報技術研究所<sup>††</sup> 立命館大学情報理工学部<sup>††</sup>

## 1. はじめに

コンピュータとデジタルカメラの発展に伴い、写真を撮影するだけで距離計測が可能な写真測量[1]-[3]が注目されている。しかし、写真測量は、デジタルカメラの焦点距離や画素サイズといった専門的な知識[4]が必要となるため、研究者や測量会社などの専門機関以外ではあまり利用されていない。そこで、本研究では、撮影方法の工夫やスマートフォンを利用することで専門知識が全くない人でも容易に距離計測できるアプリケーションの開発を目指す。さらに、計測用途に応じて、単写真計測とステレオ写真計測を使い分ける機能も開発する。なお、開発には、手軽に素早くゲーム感覚で利用できる Windows Phone を用いた。

## 2. 研究の概要

本研究では、Windows Phone のカメラで撮影した画像から距離計測を行う手法を提案する。本システムの概要を図1に示す。本システムでは、計測用途に応じて、単写真計測部とステレオ写真計測部に分けられる。入力データは、単写真計測の場合は A4 用紙を含む 1 枚の画像とし、ステレオ写真計測の場合は立方体を異なる場所から撮影した 2 枚の画像とする。出力データは、画像上で選択した 2 点間の距離とする。本システムは、1) 単写真計測機能と 2) ステレオ写真計測機能により構成される。

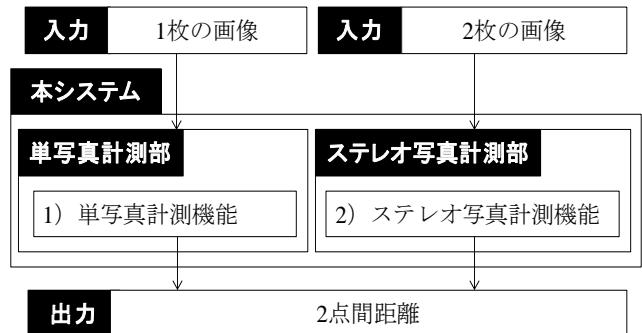


図1 本システムの概要

## 2.1 単写真計測機能

本機能では、A4 用紙が置かれた平面上の 2 点間の距離計測を行う。まず、A4 用紙の 4 個の頂点を選択する。次に、選択した頂点を基準として、画像上の座標を実空間上の座標に変換するための 2 次元射影変換式(1)の未知数 $b_1 \sim b_8$ を算出する[5]。

$$x = \frac{b_1 X + b_2 Y + b_3}{b_7 X + b_8 Y + 1} \quad y = \frac{b_4 X + b_5 Y + b_6}{b_7 X + b_8 Y + 1} \quad (1)$$

最後に、2 次元射影変換式を用いて、計測対象となる 2 点の画像上の座標を実空間上の座標に変換し、三平方の定理を用いて 2 点間の距離計測を行う。

## 2.2 ステレオ写真計測機能

本機能では、同一の立方体が写る 2 枚の画像を用いて、2 点間の距離計測を行う。まず、それぞれの画像に対して立方体の 6 個の頂点を選択する。次に、選択した頂点を基準として、3 次元射影変換式(2)の未知数 $b_1 \sim b_{11}$ を算出する。

$$x = \frac{b_1 X + b_2 Y + b_3 Z + b_4}{b_9 X + b_{10} Y + b_{11} Z + 1} \quad y = \frac{b_5 X + b_6 Y + b_7 Z + b_8}{b_9 X + b_{10} Y + b_{11} Z + 1} \quad (2)$$

そして、計測対象の 2 点をそれぞれの画像上で選択する。最後に、3 次元射影変換式を用いて、選択した 2 点の画像上の座標を実空間上の座標に変換し、三平方の定理を用いて 2 点間の距離計測を行う。

Development of Smartphone Application for Measuring Object

<sup>†</sup> Shigenori Tanaka, Ryo Taguchi

Faculty of Informatics, Kansai University, 2-1-1 Ryozenji-cho, Takatsuki City, Osaka 569-1095, Japan

<sup>‡</sup> Etsuji Kitagawa

Faculty of Management Information, Hannan University, 5-4-33 Amamihigashi, Matsubara City, Osaka 580-8502, Japan

<sup>††</sup> Hiroya Yoshida

Institute of Computing; Graduate School of Information Technology, 2-2-7 Kano-cho, Chuo-ku, Kobe City, Hyogo, 650-0001, Japan

<sup>††</sup> Kenji Nakamura

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University, 1-1-1 Nojihigashi, Kusatsu City, Shiga, 525-8577, Japan



図 2 単写真計測

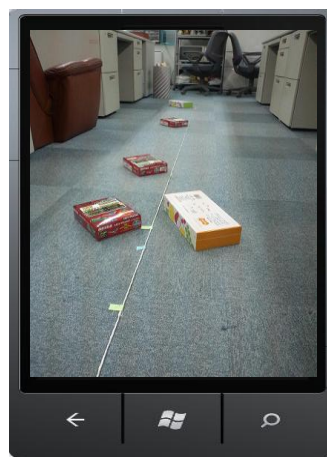
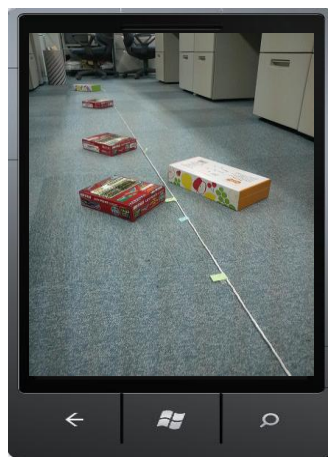


図 3 ステレオ写真計測

### 3. 実証実験と考察

本研究の有用性を実証するために、単写真計測とステレオ写真計測の距離計測精度を検証する。2つの実験では、本システムを用いて取得した2点間の距離と実際に計測した2点間の距離とを比較する。なお、実験には、Windows Phoneのカメラで撮影した画像を用いた。

#### 3.1 実証実験

単写真計測の実験(図2)では、A4用紙が置かれた平面上に複数の物体を設置し、それぞれの底辺の長さを計測する。ステレオ写真計測の実験(図3)では、基準となる立方体の箱と計測対象の物体を設置し、それぞれの辺の長さを計測する。また、計測対象までの距離を50cm, 100cm, 200cm, 300cmと変更し同様の実験を行うことで、対象までの距離が計測精度に及ぼす影響を検証する。

#### 3.2 結果と考察

距離計測精度の実験結果(表1)より、単写真計測の場合は、50cm~300cmのすべての距離において平均誤差が1cm以下になった。ステレオ写真計測の場合は、200cm以内の距離において平均誤差が1cm以下となったが、300cmの距離において平均誤差が約2.3cmとなった。また、いずれの実験においても計測対象までの距離が離れるほど計測誤差が大きくなることが分かった。これは、対象までの距離が離れるほど画像上の座標を選択する際の誤差が計測結果に大きな影響を及ぼすことが原因と考えられる。また、計測対象の物体が画像の中心から離れた位置にある場合には、距離計測精度が悪くなる傾向がみられた。これは、カメラのレンズの歪みによって生じた誤差と考えられるため、レンズの歪みを補正する処理を組み込むことで、精度の向上が期待できる。

表1 距離計測精度の実験結果

計測対象までの距離	単写真計測平均誤差	ステレオ写真計測平均誤差
50cm	0.32cm	0.39cm
100cm	0.52cm	0.43cm
200cm	0.58cm	0.96cm
300cm	0.70cm	2.29cm

### 4. おわりに

本研究では、Windows Phoneのカメラで撮影した画像から距離計測を行うアプリケーションを開発した。そして、実証実験の結果、Windows Phoneを用いて高精度な距離計測アプリケーションを開発可能であることを実証した。しかし、本提案手法によるステレオ写真計測では、距離計測を行う際に必要となる基準点が多いという課題が挙げられる。そこで、今後は、Windows Phoneに搭載された加速度センサや焦点距離の値を利用し、必要な基準点を減らすことで、より簡易に距離計測を行う手法を検討する。

#### 参考文献

- [1] Ueda, M. and Kaida, K. : A Prism Correlator and Its Application to Stereo Photogrammetry, Japanese Journal of Applied Physics, 応用物理学会, Vol.17, No.9, pp.1651-1656, 1978.
- [2] 解析写真測量委員会編：解析写真測量(改訂版)，日本写真測量学会，1997.
- [3] Fraser, C. and Hanley, H. : Developments in Close-Range Photogrammetry for 3D Modelling: The iWitness Example, Processing and Visualization using High-Resolution Imagery, ISPRS, 2004.
- [4] 村木広和, 田中成典, 古田均, 北川悦司, 野田肇：写真測量技術を用いた2Dデジタル画像からの3Dモデル空間の創出に関する基礎研究，土木情報システム論文集，土木学会，Vol.9, pp.67-74, 2000.
- [5] 森忠次, 小林和夫：射影変換係数から標定要素を求めることとその応用，写真測量とリモートセンシング，日本写真測量学会，Vol.34, No.3, pp.29-37, 1995.