

全天球カメラによる被写体との距離測定の検討

池田輝政[†] 遠藤正隆[‡] 中嶋裕一[‡] 三浦哲郎[‡] 菱田隆彰[†]

愛知工業大学[†] 株式会社リオ[‡]

1. はじめに

近年、2つの魚眼レンズを前後両面に配置した360度全天球カメラが普及し始めている。画角が単一方向で有限である通常のカメラに対して、全天球カメラは本体の周囲全てが撮影範囲となるため、特定の被写体にカメラを向ける必要がない。これは据え置き撮影システムから動画像を配信しながら物体認識やトラッキングを行いたい際に、非常に有効な特徴と言える。

全天球カメラの出力画像は魚眼レンズから立体射影される都合上、通常のカメラと異なり像が歪んでしまう。したがって、一般的な物体認識やトラッキングのアルゴリズムなどをそのまま適用することが難しい。また、被写体との距離を測定したい場合、2台の全天球カメラから画像を取得して処理する必要がある、計算量の増加から動画像に遅延が発生してしまう。

本研究では、全天球カメラによる物体認識とトラッキングを行うことを目標とし、その前段階として、2台の全天球カメラの出力画像から被写体を認識し、そこまでの距離を推定する手法について考察する。全天球カメラは RICOH「THETA V」を使用し、その出力画像の特徴を利用して、出来る限り計算量を抑えながら実用的なレベルでの距離推定が行えないか検討する。

2. 全天球カメラでの物体認識と距離推定

動画像内の物体認識については、フレーム間の物体の移動による差分を用いるものや、パターンマッチング、ディープラーニングを用いるものまで様々な手法がある。また、認識した被写体との距離は、2台のカメラでステレオ撮影してカメラ間の視差を算出することで求めることが出来る。これらの処理を全天球カメラによって行うにあたり、いくつか解決しなければなら

ない課題がある。

まず、動画像をステレオ撮影する際に生じるカメラ間の同期の問題である。カメラが同期の機構を持っていない場合、何らかの方法で撮影タイミングのずれを補正しなければ、正確な視差を得ることが出来ない。非同期のステレオカメラを用いた位置推定の手法については関ら[1]によって提案されている。

次に、画像の歪みによって生じる物体認識の精度の低下である。魚眼レンズでの撮影は、通常のレンズに用いられる中心射影ではなく、画角の広い等距離射影や立体射影が用いられる。その結果、写像は円形となり、円の中心から離れるほど歪みが発生する。このような画像に対しては、一般的な物体認識やトラッキングの手法が有効に働かない可能性が高い。したがって、何らかの方法で歪みを軽減するか、歪んだ状態でも適用可能な手法を選択する必要がある。全天球カメラによる物体認識とトラッキングの手法については井上ら[2]によって提案されている。

そして、これらの処理にかかる計算量の増加による動画像の遅延も問題となる。1フレームの間に2枚の画像に対して画像処理を行う必要があるため、ある程度の精度を保ちつつ計算量を抑える手法を検討しなければならない。

3. THETA V の特徴を利用した距離推定

本研究では2節で挙げた課題を解決するために、RICOHの全天球カメラ「THETA V (図1)」に注目した。このカメラは前後2枚の魚眼レン



図1 THETA V

Study of distance estimation by using omnidirectional cameras

[†] Terumasa Ikeda, [‡] Masataka Endo, [‡] Yuichi Nakashima,

[‡] Tetsuro Miura, [†] Takaaki Hishida

[†] Aichi Institute of Technology

[‡] RIO CORPORATION

ズで撮影された画像に対して歪みや露出の補正、ブレンド処理を施し、VR デバイスなどでそのまま利用出来る Equirectangular (正距円筒図法) 形式の全天球画像を生成する。そして、29.97[fps]の動画像として USB 経由でストリーミングすることが可能である[3]。画像が下処理済みであることで、物体認識の精度向上が期待出来る。また、Equirectangular 形式の画像はレンズ中心と被写体を結んだベクトルの角度を容易に計算可能で、被写体との距離を推定する際の処理を単純化することが出来る。

このような特徴を生かして、2 台の「THETA V」を用いた物体認識と距離推定の手法を提案する。2 台のカメラはベースライン上に平行に設置し、レンズ中心の高さを揃えておく。両方のカメラで同時に撮影し、片方のカメラ画像(A)から追跡したい被写体が含まれる領域を輪郭抽出によって認識し、その領域内の局所特徴量を検出する。次に、その領域をテンプレートとし、カメラ画像(B)と特徴量マッチングを行い、テンプレート領域が現れる位置を推定する。この時、テンプレート領域が(B)内に現れる範囲は絞られるので、画像全体から探す必要はなく、計算量を減らすことが出来る。そして、マッチングした特徴点同士の座標から各カメラと被写体とを結ぶベクトルの角度を割り出し、距離を推定する。

4. 距離推定の実験結果と考察

今回は 3 節で述べた手法を実証すべく、全天球カメラのステレオ撮影による距離推定のテストを行なった。カメラはベースライン上に 1[m] の距離をとって平行に設置し、両カメラのレンズ中心の高さを 25[cm]とした。その状態でまず背景となる画像を撮影し、次にベースラインから 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0[m] 離れた計測ライン上の複数のポイントにおいて被写体を入れた画像を撮影した。そして、両画像の差分から被写体の領域を抽出し、その距離を算出した。

被写体をカメラ間の中央付近に置いた際の各距離での計測値と誤差率の一例を図 2 に示す。計測値は棒グラフ、誤差率は折れ線グラフにより表している。どの距離においても、-4.0[%]以内の誤差率で距離を計測することが出来た。全体的に実際の距離より短く計測されているのは、カメラのキャリブレーションを手作業で行なったことが影響していると考えられる。より正確なキャリブレーションを行うことで、更に精度を高められる可能性がある。それ以外の計測位置でも、特徴点が正確にマッチングされた場合には同程度の誤差で計測することが出来た。しかし、

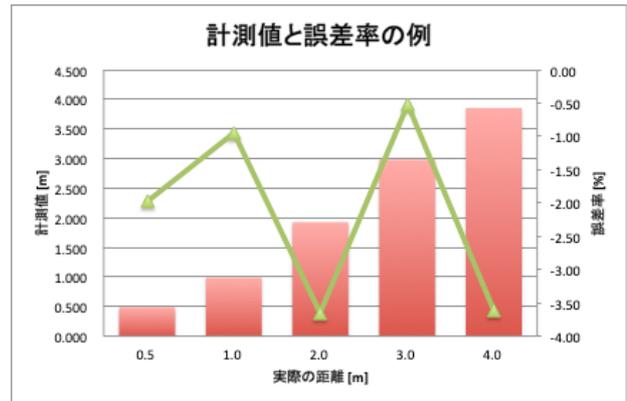


図 2 各距離での計測値と誤差率の例

被写体までの距離と角度によっては、片側のカメラ画像に写っている特徴点がもう片方のカメラ画像にそもそも写っていない、という状況が生まれ、マッチングが上手くいかずに精度が落ちることもあった。この問題を解決するには、テンプレート領域の設定や、複数ある特徴点から最適な座標を選択する手法の検討、適切なカメラの配置を探すなどの工夫が必要となる。

5. まとめ

全天球カメラによる物体認識とトラッキングを行うに当たり、ある程度の精度を保ちつつ処理を高速化する手法について検討した。そして、その前段階として 2 台の「THETA V」を用いた距離推定の実験を行なった。提案した手法によって、全天球カメラでもステレオ撮影による実用的な精度の距離推定が可能であると確認出来た。

今後の展望としては、距離推定の精度を上げつつ、本来の目的である動画像を対象に連続的な距離推定を行っていきたい。ストリーミングの遅延を抑えつつ、実用的な精度で距離推定が出来れば、様々な分野で有用な手法になると考える。

参考文献

- [1] 関 晃仁, 奥富 正敏: 非同期ステレオ動画像を用いた同時最適化による位置とモーションの推定, 情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア 49 号, pp22-34 (2008)
- [2] 井上 慶彦, 岩村 雅一, 黄瀬 浩一: 全方位カメラを用いた物体検出とトラッキング -視覚障害者支援システムの実現に向けて-, 情報処理学会研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア 20 号, pp.1-6, 2018
- [3] 製品紹介|RICOH THETA : <https://theta360.com/ja/about/theta/technology.html>