

# 高画質映像の高速スティッチング手法の提案と評価

上野 哲†

遠藤 慶一†

黒田 久泰†

小林 真也†

愛媛大学大学院理工学研究科†

## 1. はじめに

近年、5G等の通信技術の発展により、産業機械の運用現場などで、離れた地点の映像を遠隔地に伝送して活用する手法が実用化されつつある。そこで現在、5Gの特性を活かして、造船所などで運用されるジブクレーンの遠隔運転を可能にしようとする試みが行われている [1]。その実現には、その業務の危険性から、実際に運転台で運転する場合と同等の視覚情報を遠隔地に提供する必要がある。そのためには運転台から見えるすべての景色をカメラで撮影することとなり、必然的に広い範囲を撮影する必要がある。カメラを用いて広範囲を撮影する方法として、複数台のカメラを用いて撮影範囲を分担し、それらの映像をつなぎ合わせて1つの映像とする方法が考えられる。複数の画像を自然につなぎ合わせて1枚の画像とする手法として、スティッチングという技術が存在する。しかし、遠隔運転などの、高画質な映像を低遅延で提供する必要のあるケースにこの手法を適用するには、スティッチングの処理を短時間で実行する必要がある。

そこで本研究では、ジブクレーンの遠隔運転に使用することができる映像のリアルタイムスティッチングシステムの開発を研究目的とし、画像とスティッチングにかかる時間の関係性の調査を研究目標とする。

## 2. 先行研究

### 2.1. スティッチングアルゴリズム

スティッチングは以下のような流れで行われる [2]。

1. 入力画像の特徴点、コーナーなどの特徴的な点の抽出
2. 特徴点のマッチングを用いた隣り合う画像の検出
3. 入力画像を撮影した際のカメラ間の回転の計算
4. 画像を球面上にマッピング（ワープ）
5. 露出の補正
6. 画像間の繋ぎ目（縫い目）の探索
7. 画像のブレンド

### 2.2. 動画のスティッチング

動画のスティッチングでは、先ほど説明したスティッチング処理の一部が、いくつかの前提条件のもとで省略されることが多い。先行研究である M.Atokari らの手法 [3] では、システムの利用開始時や数秒おきのみ呼び出されるといった処理の省略が行われている。なぜなら、カメラ間の回転などの値は、連続した動画内では現実的に考えて、あまり変化しないことが多いか



図 1: 撮影方法

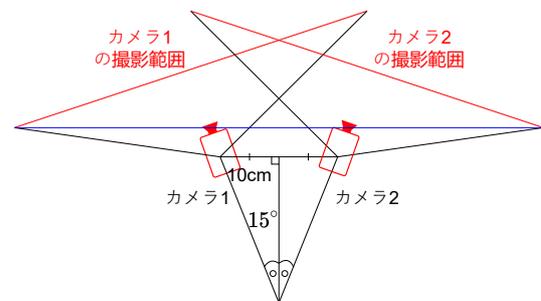


図 2: カメラ間の関係

らである。実際に本研究の最終目的であるジブクレーンの遠隔運転をする場合にも、ジブクレーンの操縦によってカメラが映す景色が大きく変化することはあっても、カメラは運転台に固定されることから、カメラ間の回転がリアルタイムの映像提供中に大きく変化することはないと仮定をすることができる。また、画像の縫い目の探索についても、連続するフレーム内で映像に変化がない場合は一つ前のフレームと同じ縫い目を使用することが可能である。

## 3. 実験

スティッチングの処理にかかる時間を検証するため、2台の一眼レフカメラ（画角 122°）を用いて実験用の映像の撮影を行った。図 1 のように、三脚の上にテーブルを設置して、その上に 2 台の一眼レフカメラを配置した。カメラ配置の模式図を図 2 に示す。カメラ 1 とカメラ 2 は、20cm 離れて、30°の角度をつけて配置した。

映像としては、静止している状態、回転している状態、三脚を揺らして映像が揺れている状態がある。この映像をフレームごとに画像として OpenCV の stitching\_detailed モジュールを利用してスティッチング処理



図 3: 100 フレーム目の画像のスティッチング結果

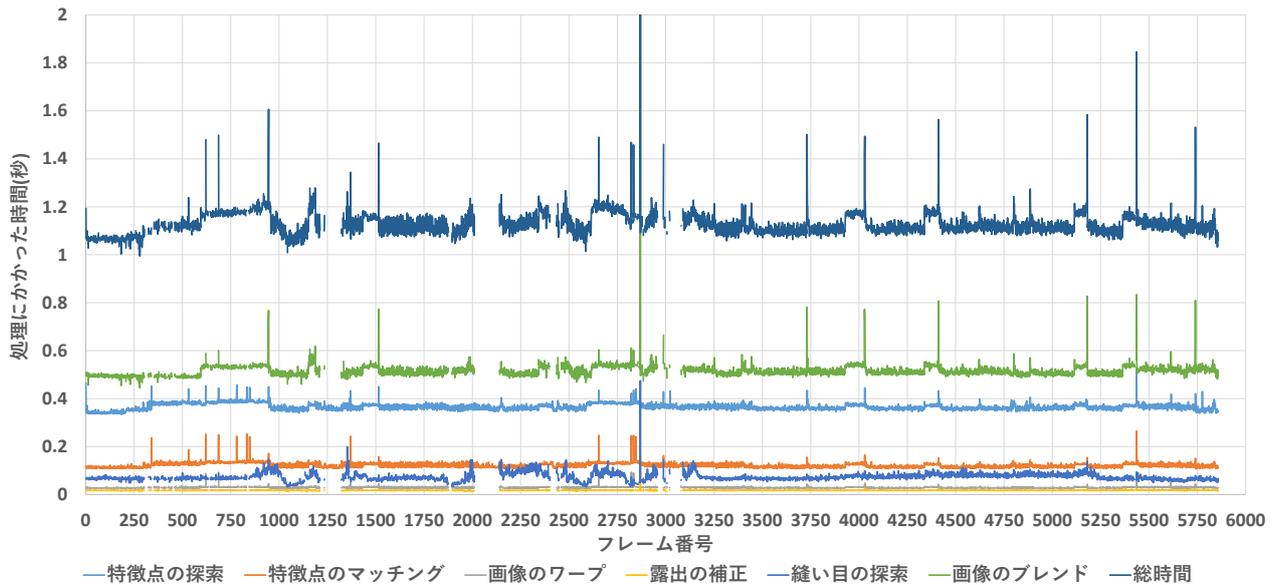


図 4: 実験結果

を行い、それぞれの処理にかかった時間を計測した。映像は60fpsの4K解像度のもので98秒分を使用した、総フレーム数は5884である。スティッチングの結果の例として、100フレーム目のスティッチングの結果を図3示す。図3の(a)が左のカメラで撮影した画像で、図3の(b)がスティッチングした画像、図3の(c)が右のカメラで撮影した画像である。

結果を図4に示す。一部線が途切れているのは途中で処理が終了してしまったためである。それぞれの処理において、データの上下5%を除いた処理時間の平均を表1に示す。画像のブレンドが平均0.514秒と全体の約45%を占めており、画像のブレンドに最も時間がかかっていることが分かる。

#### 4. おわりに

本研究では、スティッチング処理にかかる時間の調査を行った。結果としては、画像のブレンドに最も時間がかかっており、クレーンの遠隔運転に使用するにはこの処理を高速化する必要があることが分かった。

今後は、より様々な状況を想定した実験を行い、目的とする遠隔運転に実用できるだけのスティッチングが可能なシステムの開発を進めていく。

#### 参考文献

- [1] 小林 真也, “5 G の特性を活かした高技能工員の労働環境改善・労働安全確保・技術伝承の実現”, <https://5g-contest.jp/contestpdf/shikoku/shikoku.pdf>
- [2] MATTHEW BROWN, DAVID G. LOWE, “Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features”, *International Journal of Computer Vision* 74(1), 59–73, 2007
- [3] M. Atokari, M. Viitanen, A. Mercat, E. Kattainen and J. Vanne, “Parallax-Tolerant 360 Live Video Stitcher,” 2019 IEEE Visual Communications and Image Processing (VCIP), 2019, pp. 1-4, doi: 10.1109/VCIP47243.2019.8965900.

表 1: 外れ値をのぞいた平均処理時間 (小数点4桁以下四捨五入)

	特徴点の探索	特徴点のマッチング	画像のワープ	露出の補正	縫い目の探索	画像のブレンド	総時間
平均処理時間 (秒)	0.366	0.121	0.029	0.017	0.073	0.514	1.125