

映像合成技術

三木洋平*
古木一朗*
三浦 紳*

Video Synthesis Techniques

Yohei Miki, Ichiro Furuki, Shin Miura

要 旨

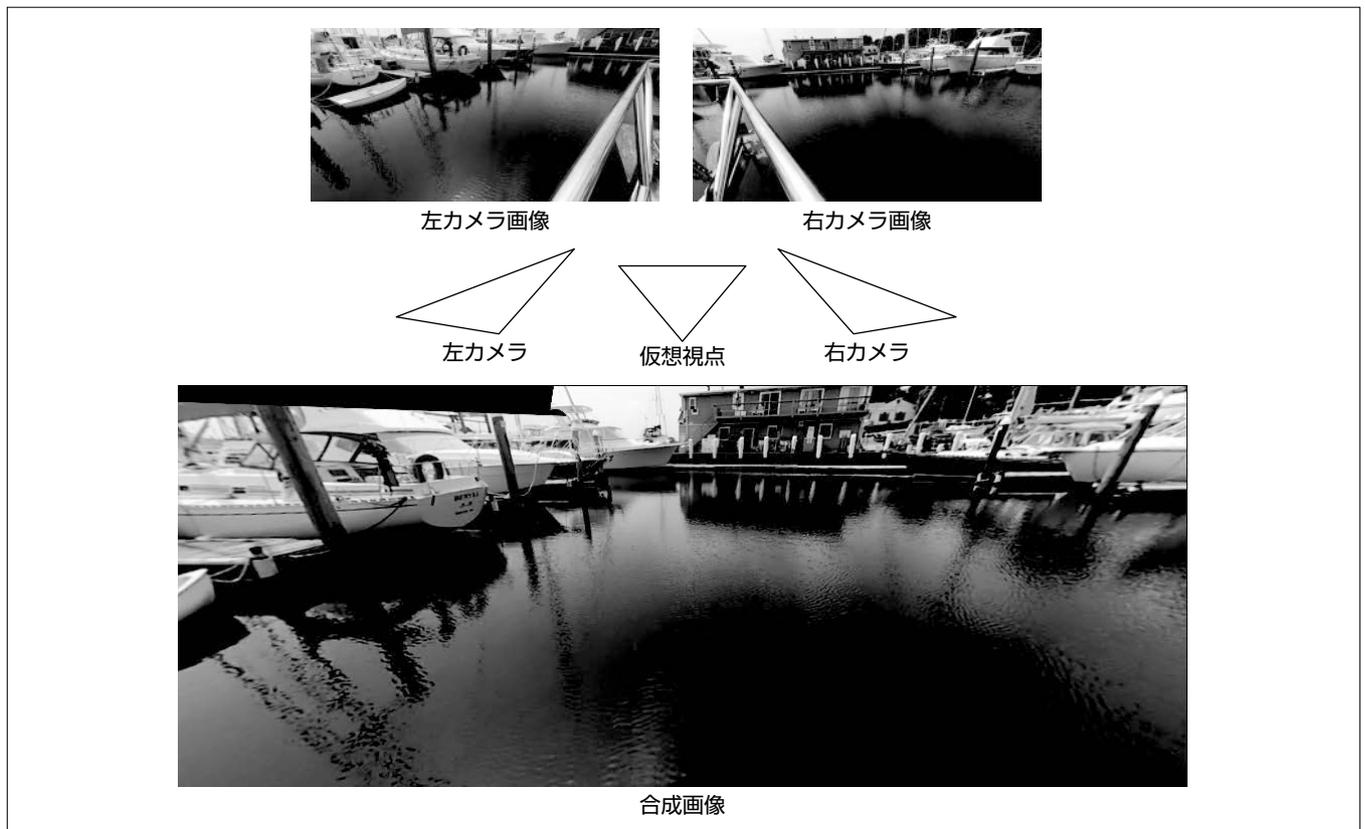
安全・安心に対する意識の高まりがあり、カメラ映像を用いてユーザーが状況を確認するシステムが増えている。カメラ映像の利用によって、ユーザーは直接見ることができない死角領域も確認できるようになる。

しかし、カメラの視野は限られているため、ユーザーが見たい範囲がカメラの視野より広い場合は、複数台のカメラが必要となる。複数台のカメラ映像をそのまま並べて表示すると、ユーザーは各カメラの設置位置とその関係を考慮して見る必要があり、状況の把握は必ずしも容易ではない。この問題を解決するためには、複数視点のカメラ映像から見やすい合成映像を生成する必要がある。複数カメラ映像の合成、仮想視点からの映像合成は、既に実用化も進

んでいるが、カメラの設置間隔が離れ、カメラ-被写体間の距離が短い場合を含む任意の被写体を対象とすると、カメラ視差による影響によって、従来技術では、画像の重畳領域でズレが生じるという問題がある。

そこで、画像を合成する際、継ぎ目部分が自然な画像を作成するために、2台のカメラ視野が重畳する領域の被写体までの距離を算出し、算出した距離を利用して、仮想視点からの合成画像を生成する方法を開発した。

合成画像から得られる映像は、高い品質で、船舶などの死角が多く存在する環境でも、広い視野の映像を安定して提供することが可能である。種々の領域でユーザーの安全・安心を映像技術によって支援する。



映像合成技術

2台のカメラの映像を利用した映像合成技術適用例である。2視点のカメラ映像の各フレーム画像について、画像が重畳する領域の距離情報を求め、カメラ視差の影響を取り除いた広い視野角の合成画像を生成する。これを実時間処理することで、被写体によらず、死角のない見やすい合成映像を提供することができる。

1. ま え が き

安全・安心に対する意識の高まりによって、カメラ映像を用いてユーザーが状況を確認するシステムの実用化が進んでいる。カメラ映像を利用することで、ユーザーは直接見ることができない広域、複数区域、死角領域を確認できる。さらには、状況を把握しやすい任意の視点からの映像の生成や、映像に情報を重ねて提供するシステム等、今後、映像情報の利用はますます広がると考えられる。

一般に、カメラの視野は限られているため、ユーザーが見たい範囲がカメラの視野より広い場合は、複数台のカメラが必要となる。複数台のカメラ映像をそのまま並べて表示した場合、ユーザーは各カメラの設置位置やその関係を考慮して見る必要があり、ユーザーにとって状況の把握は必ずしも容易ではない。この問題を解決するため、複数視点のカメラ映像から見やすい合成映像を生成する必要がある。

しかし、映像の合成では、各カメラの映像の継ぎ目部分にずれや消失が生じることがある。本稿では、被写体までの距離を算出し、それに基づく映像を生成することでこの問題を解決する方式を提案し、その有効性を示す。

2. 複数カメラの映像合成

2.1 目的

カメラ映像の利用は、多種多様な領域で実用化が進んでいる。代表事例に、自動車における後方映像利用による駐車支援がある。最近では、俯瞰(ふかん)映像の提供など、映像処理技術によって、より状況を理解しやすい映像の提供も実現している。しかし、自動車の俯瞰画像のようにカメラと被写体が固定の位置関係ではなく、任意の被写体を対象とした場合には、自然で連続性の高い映像合成は容易ではない。我々は、カメラ設置位置が離れ、被写体が、視差の影響のある近距離を含めた任意距離にある場合について、品質の高い実用的な合成映像を生成することを目的として映像合成方式を検討している。

例えば小型船舶などでは、もともと死角が多く、さらに波や船舶自体の角度の変化で著しく視界が悪くなることもあり、広い視野の明瞭な前方視界を提供する技術が強く要求されている。

2.2 課題

自動車の駐車支援システムで用いられている映像合成手法は、車両に広角カメラを複数設置し、カメラ映像の毎フレームの画像を、地表面に投影する変換と接続を行い、俯瞰画像を生成する手法が用いられる。地表面とカメラは、固定の位置関係にあるため、それぞれのカメラ画像と、地表面の画素の関係は、事前に設定することが可能である。したがって、合成された画像では、地表面付近については、

連続性のある明瞭な俯瞰画像になるが、他車や通行者などの高さのある被写体が入り込んだ場合には、それらの被写体は歪(ひずみ)が生じ、俯瞰した画像にはならない。

今回対象とする環境は、カメラの設置間隔が離れており、カメラ-被写体間の距離が短い環境である。このような状況で、固定の投影面へのマッピング手法を適用すると、地表面以外の物体と同様、仮定した投影面までの距離が異なる場合、画像には歪が生じ、画像の重畳領域・継ぎ目では、被写体がずれて2重に表示される、又は消失する場合がある(図1)。

固定面へのマッピング以外の方法としては、複数画像を、別の被写体全体をカバーできるオーバービューカメラを用いて合成する方法がある⁽¹⁾。この場合、オーバービューカメラ画像を参照画像として、各カメラ画像を対応付けるため、事前にカメラ位置・角度に基づくマッピングを規定しておく必要がなく、厳密なカメラの位置・角度合わせは必要がない。この方法では、1台のオーバービューカメラでは得られない高解像度画像を、複数カメラを用いることで簡単に得ることができる。しかし、この手法は、画角が広

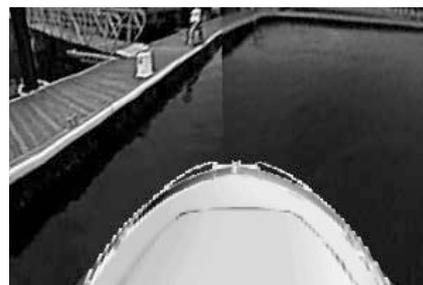
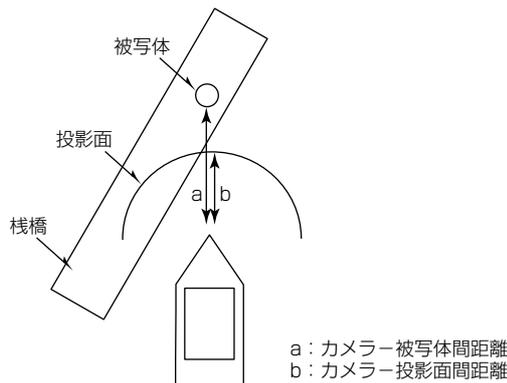


図1. 固定投影面で画像継ぎ目部分に被写体がある場合

いパノラマ画像を得ることが目的であり、被写体は十分に遠いか、各カメラの位置がそれほど離れていないことが画像合成の条件となる。

自動車、船舶などの運転支援のための映像提供を考えると、運転者・操縦者にとっての死角は、自車、自船自体が障害物となることで生じる。1か所に複数カメラを設置して画角を広げただけでは、死角の少ない映像情報を提供することはできない。また、被写体は、カメラから近いところにもあり得るため、異なる位置に設置したカメラの視差による映像のずれを解決することが必須である。

レンズや鏡を用いる光学系によって光学中心を一致させ、視差の影響のない映像を合成する取組みもあるものの、装置のコストがかかること、得られる映像が暗いものになる場合があること、設置条件が限定されること等問題が多い。そこで、これらの問題を、映像の合成時に被写体に対して適切な投影面を求める問題と定義して、視差による映像のずれ・消失を解決する。

3. 映像合成方式

課題を解決するために、2台のカメラ映像の毎フレームの画像について、重畳している領域の被写体の距離を算出し、求めた距離をもとに合成画像を生成する手法を提案する。

次に2台のカメラの場合について、画像合成手法の詳細を述べる。

3.1 距離情報算出

2台のカメラの相対位置・姿勢を用い、カメラの視野が重畳している領域の被写体までの距離を求める。この場合、複数の被写体が写り込んだ複雑な画像から、距離を簡単に求めることはできない。そこで、複数の距離仮説をたて、それぞれに対する合成画像を評価することで、距離を求める方法を提案する。

図2に示すように2台のカメラの間に仮想視点を定義し、仮想視点から見たときに正対する仮想平面を定義する。この仮想平面は仮

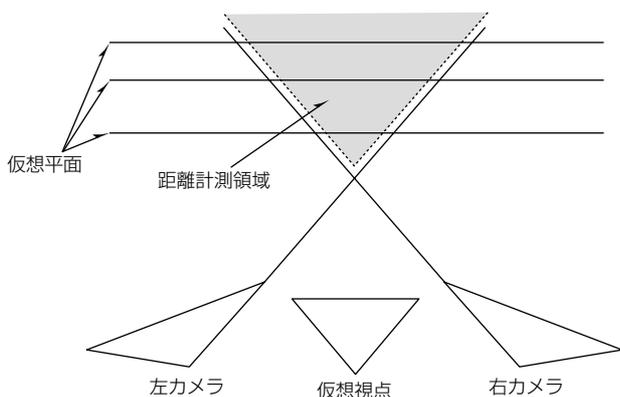


図2. 仮想平面への画像の投影

想視点から距離が異なる位置に複数面定義する。

はじめに、図3に例を示すように、各仮想平面に左右のカメラの画像を投影し、仮想視点からの画像を作成する。この作成画像について、左右のカメラ画像の同じ画素位置に対する輝度の一致度を評価する。すなわち、左右の画像の重複部分の輝度の正規化相互相関を計算する。最も相関が高い投影面がその被写体までの実際の距離に最も近いものと判断する。仮想視点から見た画像については、複数の被写体が含まれるため、この距離計算を全座標について行い、重複画像の距離情報とする。

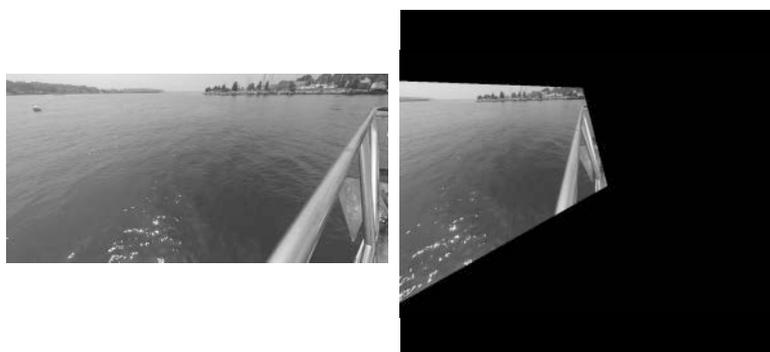
3.2 合成画像生成

距離情報の算出と同様、左右カメラの前方に仮想平面を複数定義する。重畳領域の各画素に対して、左右カメラの画像を算出された距離の仮想平面上にマッピングすることで画素値を算出し、これらを統合することで合成画像を作成する(図4)。

3.3 処理手順

提案する画像合成方式を適用して、合成映像を生成する処理手順を図5に示す。映像合成処理には、毎フレームの画像に対する前処理が必要であり、さらに、距離情報を算出するためには、事前にカメラの位置・姿勢情報を抽出しておく必要がある。

前処理では、レンズ歪の補正と不要領域の除去を行う。レンズ歪の補正は、被写体の距離が既知の場合に投影面に



(a) カメラ画像(左カメラ) (b) 仮想視点からの画像

図3. 投影面を用いた仮想視点からの画像

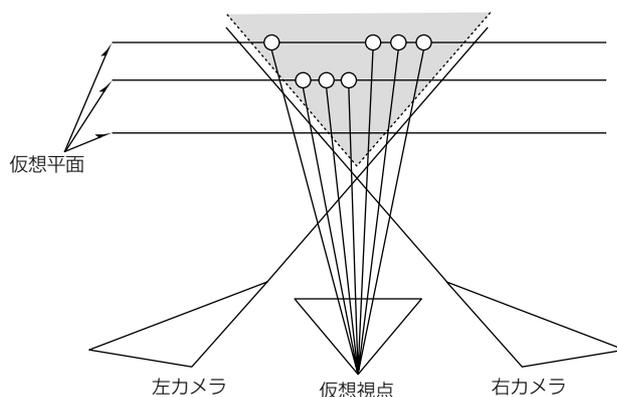


図4. 合成画像生成

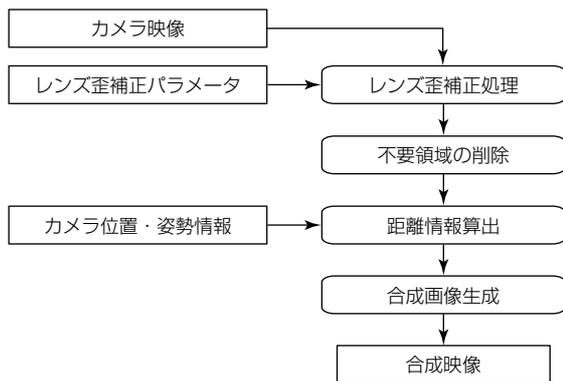
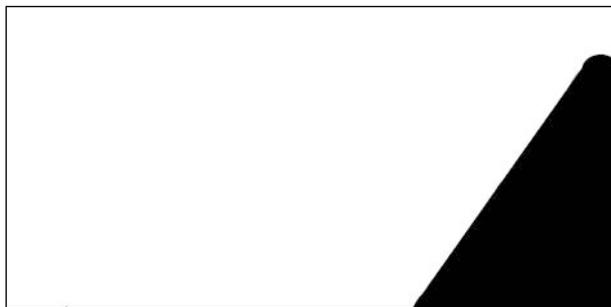


図 5. 映像合成処理



(a) カメラ画像



(b) マスク画像

図 6. 不要領域の削除

投影した2カメラの画像の画素が一致するよう、事前にレンズ歪を計測し、この補正を行うものである。

また、カメラ画像には、図6(a)に示すように、自船の装備品などの、合成時には不要な領域が含まれることがある。このような領域は、カメラ設置時に抽出し、図6(b)に示すようなマスク画像を用意し、画像合成に使用する領域から削除する。

距離計算並びに画像合成では、2つのカメラの相対位置と、姿勢すなわちカメラの向きの情報が必要である。この情報抽出には、画像の中の複数の特徴点について、2つのカメラ画像の投影画像上で誤差を求め、合計誤差が最小になるように、変換行列を繰り返し計算することで自動的に



図 7. 元画像



図 8. 合成結果

取得できる。

この処理を映像の各フレーム画像に対して行い、合成映像を得る。既にシステムを構築し、リアルタイム処理を実現している。

4. 適用例

開発システムを小型船舶に適用し、評価を行った。図7に設置した2カメラの元画像例を、図8に合成結果例を示す。図7からは、両画像に明らかな視差があることが分かるが、合成画像では、ずれや消失がなく、船舶自体の構造物が写り込まない画像が生成できている。小型船舶は、視界が狭く、死角が多だけでなく、波や船舶の角度の変化などで前方視界が得られにくいことが多い。得られた映像を操縦者に評価してもらった結果、安全な操縦に有効性が高いとの評価を得た。

5. むすび

複数のカメラ画像から視差の影響を除去した合成映像を作成する技術を開発した。複数の距離仮説に対して、投影画像の相関を用い画素ごとに距離を算出し、その距離に基づいた投影面の画像を合成する方式によって、死角がない映像の提供が可能である。今後は、評価と改良を行い、様々な領域に適用する予定である。実カメラ映像よりもユーザーの理解、状況把握が容易な映像情報を提供し、安全安心な社会の実現に貢献する。

参考文献

- (1) 原田雅之, ほか: 大画面映像合成技術, 三菱電機技報, 82, No.12, 751~754 (2008)