

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	頑健で効率的な航空画像照合のための方向符号ピラミッド生成と照合方式に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	石丸光宏
Author(English)	Mitsuhiro Ishimaru
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9548号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 誠,熊澤 逸夫,長橋 宏,中村 健太郎,山口 雅浩
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9548号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	石丸 光宏		指導教員 (主)： 佐藤 誠 教授 Academic Advisor(main) 指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

近年、自律移動ロボットや無人航空機のナビゲーション等に画像情報を利用する研究が盛んである。そのひとつに人間の記憶に相当する過去画像と現在の画像を照合することで自己位置を算出するアプローチがあり、たとえば、過去の航空画像データベースと航空機から撮影した下方画像を照合することで、容易に航空機の絶対位置を算出することができる。このような技術は、GPS 等の従来の航法機器が使用不能時の補完技術として期待できるものであるが、そのためには撮影時期の異なる航空画像同士を頑健かつ効率的に照合する必要がある。環境条件を限定することが可能な屋内環境と異なり、天候、時間による明るさや影の方向の変化、季節の違いによる植生の変化、地形や構造物の物理的な変化等、多くの外乱要因が存在する。本論文では技術課題を大きく、撮影時期による見え方の変化への対応、計算量の低減、ピラミッド生成過程での情報消失による照合率低下への対応、航空画像のシーンの多様性への対応のように整理し、ロバスト画像照合手法のひとつである方向符号照合の適用と、シーンの多様性にも対処可能な新しい方向符号ピラミッド生成のアプローチの導入を軸とした、頑健で効率的な航空画像照合方式を提案し、その有効性を実験的に示す。本論文は以下の全 6 章から構成される。

第 1 章では、本研究の背景と目的・特徴について述べる。

第 2 章では、本研究の基本照合方式である方向符号照合の定義と特性について説明し、撮影時期の異なる航空画像照合への適用性について述べる。実際に、撮影時期が異なる広域の航空画像を用いて基本照合実験を行い、正規化相互相関等の従来手法では照合できない場合でも、方向符号照合により頑健に照合可能であることを示す。また、ピラミッド探索処理の適用に伴い、シーンによっては上位ピラミッドレベルにおける照合率が極端に低下することを、航空画像を用いた実験結果を基に示す。

第 3 章では、第 2 章で示した上位ピラミッドレベルでの照合率低下を回避するため、方向符号ピラミッド画像をシーンに応じて適応的に選択する方式を提案する。提案手法では、航空画像のシーンを大きく人工物主体シーンと自然物主体シーンに分類して扱い、それぞれのシーンに適した生成方式で 2 種類の方向符号ピラミッド画像を生成する。その上で、各方向符号ピラミッドの最上位レベルにおける照合結果に基づいて算出した照合信頼度により適応的な選択を実現する。撮影時期の異なる市街地と山間部の航空画像を用いて照合実験を行い、提案手法による方向符号画像の適応的選択が有効に機能し、上位ピラミッドレベルにおける照合率が改善できることを示す。

第 4 章では、画像の領域特徴に合わせて細かく方向符号ピラミッドの生成方式を割り当てることが可能な方式を提案する。第 3 章で提案した方式では入力画像単位でピラミッドの生成方式を選択するため、画像内に異なる特徴が複雑に混在する場合には対処が難しい。そこで提案手法では、局所領域内の方向符号の分布に基づく人工物らしさの尺度を定義し、入力画像を人工物領域とそれ以外の自然領域等に大別することで、それぞれ異なるピラミッド生成方式を割り当てて方式を実現する。人工物と自然物が混在する航空画像を用いた照合実験により、提案手法による入力画像の領域分割とピラミッド生成方式の割り当てが有効に機能し、上位ピラミッドレベルにおける照合率が改善できることを示す。

第 5 章では、第 4 章の提案手法を基本方式として、方向符号照合の相違度を算出するための評価関数も領域特徴に合わせて適応的に選択する方式について述べる。この方式によりゴーストエッジ問題によって引き起こされる上位ピラミッドレベルにおける照合率の低下を回避する。ゴーストエッジ問題とは、入力画像内の直交するエッジ特徴において、いずれかのエッジがピラミッド生成の過程で消失する場合に、入力画像と参照画像の消失パターンの組合せによって方向符号照合の結果が変化する問題である。提案手法では直交エッジが存在する可能性が高い人工物主体領域を想定し、ゴーストエッジ問題の影響を考慮した評価関数を用意し、ピラミッド生成方式と同様に評価関数も適応的に使い分けることでこの問題を回避する。人工物と自然物が混在する航空画像を用いた照合実験により、提案手法の有効性を示す。

第 6 章では、第 2 章から第 5 章で得られた成果を総括し、今後の課題について述べる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	物理情報システム	専攻
Department of		
学生氏名：	石丸 光宏	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(工学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	佐藤 誠	教授
Academic Advisor(main)		
指導教員 (副)：		
Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This study proposes a robust and efficient approach for aerial image matching aimed at view-based navigation for aircraft. Various aerial image matching techniques have been explored owing to challenges such as the complexity and diversity, variations with time, and large data size. Orientation code matching (OCM) can achieve robust image matching in an outdoor environment, and its computational costs can be reduced by using a pyramidal approach. In chapter 2, OCM's applicability to aerial image matching is discussed and verified through experimental data. As the pyramid level deepens, the mismatch between the pyramid generation method and the type of scene tends to reduce the matching success rate. To solve this problem, we propose a new pyramidal approach. In chapter 3, we broadly classify image features into two types: artificial features or not. Two different pyramid generation methods adapted to the type of scene are proposed. The proposed technique produces two types of orientation code pyramids, from which an appropriate one can be selected for each scene. Experimental results obtained using both urban and mountainous scenes demonstrate that the matching success rate at the upper pyramid levels is superior to that obtained when using only one generation method. In chapter 4, we define a new degree of artificial structure based on the local orientation code distribution. In this manner, we adaptively selected the pyramid generation method according to the local image features. Our experimental results using aerial images showed that our method worked well and improved the success rate at the upper pyramid levels. In chapter 5, furthermore, we added the adaptive selection of the dissimilarity function to the method proposed in chapter 4 to avoid the ghost-edge problem. Chapter 6 presents the conclusions along with some possible future directions.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).