مصاورة رادار الفوهة المُركبة العكسي للأهداف البحرية الصغيرة باستخدام التحويلات الزمنية-الترددية المشتركة

إعداد / طارق محمد فرج الله وزنـه
إشراف / د. أحمد سعيد بالعمش

المستخلص

إن مصاورة رادار الفوهة المُركبة العكسي هي تحويل للقيم التخيلية، الناتجة عن إشارة الرادار المنعكسة من الهدف، إلى صور نقطية ثنائية الأبعاد ذات درجة وضوح عالية، عرضيًا و طوليًا. تنقسم حركة الهدف إلى حركة انتقالية و أخرى دورانية. يتم استخدام إجراء "محاذاة النطاق" لمحاذاة مجموعة من النطاقات المتواترة المنعكسة من الهدف، و بذلك يتم حصر معلومات حركة الهدف إلى فقط الحركة الدورانية. فإذا تميزت الحركة الدورانية بأنها حركة ذات سرعة دورانية ثابتة، فإن الحصول على صورة عالية الوضوح يكون بإجراء تحويل فورير على البُعد الطولي لمجموعة النطاقات المختارة. ولكن، تمتاز الأهداف البحرية الصغيرة بحركتها الدورانية المعقدة و الغير متوقعة مما يتسبب في انخفاض درجة وضوح البُعد الطولي للصورة بسبب اضافة عناصر ذات درجة تفاضلية عالية إلى أطوار بيانات الهدف. يتم توظيف إجراء "نطاق دوبلر اللحظي"، عوضًا عن "نطاق دوبلر"، لمعالجة تلك التجاوزات الطورية و ذلك باستخدام التحويلات الزمنية-الترددية المشتركة.

تم في هذه الرسالة اقتراح خوارزمية "المواءمة المويجية"، كخوارزمية جديدة لمحاذاة النطاق، و هي من خوارزميات "مطابقة الأغلفة". حيث تم استنباطها بعد مناقشة مفصلة لأخطاء محاذاة النطاق الناتجة عند استخدام الطرق الخاصة بمطابقة الأغلفة. تم تطبيق "المواءمة المويجية" على بيانات قياسية حقيقية و مقارنة نتائجها مع نتائج خوارزميات: "المضاهاة" و"محاذاة النطاق الشاملة". وقد أظهرت المقارنة تقارب رقمي بين تلك الخوارزميات و تفوق مرئي لخوارزمية "المواءمة المويجية". من جهة أخرى، تمت مناقشة اجراء نطاق دوبلر اللحظي، و ذلك بعد تقديم التحويلات الزمنية-الترددية المشتركة، بدءًا بـ "تحويل فورير المحدد زمنيًا"، وصولاً إلى " التوزيع السيني". لقد تم التغلب على تحدي صعوبة تطبيق التوزيع السيني كأحد إجراءات نطاق دوبلر اللحظي، و ذلك بتطوير " الطريقة السينية المُطورة"، و التي تمت مناقشتها و تطبيقها على بيانات نموذجية و بيانات محاكاة و كذلك بيانات قياسية حقيقية. و قد أظهرت هذه التطبيقات صحة و فاعلية الطريقة و ذلك بإخراجها صور نقطية فائقة الوضوح.

ISAR IMAGING OF SMALL MARINE TARGETS USING JOINT TIME-FREQUENCY TRANSFORMS

Author : TARIQ MOHAMED WAZNA
Supervisor : Dr. Ahmed Balamesh

ABSTRACT

Inverse Synthetic Aperture Radar (ISAR) imaging is the process of resolving a set of the target complex valued radar illuminations into a high resolution 2D target image. The target motion is composed of: translational and rotational motions. Rang Alignment is used to align successive received target echoes to limit the motion information of the target into only that of the rotational motion. If the rotation is with constant angular velocity, then the Fourier transform along the cross-range, Doppler, dimension will result in a high resolution image. However, small marine targets are characterized by their complex and unpredicted rotational motion which will degrade the Doppler resolution by introducing high order differential terms to the phase information of the target. Range Instantaneous Doppler (RID) imaging, rather than Range Doppler, is used to compensate these phase errors using Joint Time-Frequency Transforms (JTFTs).

In this thesis, the Wavelet Fit algorithm is proposed as a range alignment algorithm and is perceived after detailed discussion of the aligning errors that induce when using envelope similarity range alignment methods. The Wavelet Fit algorithm is implemented on measured data and is compared with the Global Rang Alignment algorithm, and the correlation algorithm. The compared algorithms performed numerically close, where the Wavelet Fit algorithm had competitive performance and visual advantage. RID imaging is discussed after the introduction of JTFTs, beginning from the STFT, and ending by the S-distribution. The challenge of utilizing the S-distribution as an RID imaging technique is encountered by developing the Modified S-method (MS-method), which is discussed and applied on modeled; simulated; and measured data. The validity of the MS-method was indicated by outputting high-resolution images.