

ミリ波 MIMO レーダによる高分解能ターゲットイメージング High-resolution Imaging of targets by using MW-MIMO radar

山田 寛喜[†]Hiroyoshi YAMADA[†][†]新潟大学工学部

概要

近年、ミリ波 MIMO レーダが広く普及し、様々な分野への応用が検討されている。これは MIMO レーダの RF-CMOS の開発によるところが大きい。ミリ波レーダは数 GHz の帯域幅での運用が可能であり、数 cm の距離分解能が実現できる。それに加え、現在では複数のチップをカスケード接続することにより、送受信ともに十数素子からなるレーダを比較的安価で試作できるようになってきた。MIMO レーダ自体、送受信の素子の配置を工夫することにより、少ない素子数でより大きな開口のレーダを実現する手法であるが、多素子化により MIMO としての効果をより発揮できるようになってきた。

図 1 は MIMO レーダによる大開口化の概念を端的に表したものである。ターゲットが遠方に存在する場合、観測されるターゲットの方向は平行移動に不変であるため、送受信アレーの素子間隔を適切に設定すれば、送信素子数×受信素子数に相当する素子数のアレーレーダが実現される。さらに Passive アレーで用いられている仮想アレー処理を導入することにより、より大開口の仮想アレーレーダが実現可能となる。その概要を概説している。さらに送受信アレーを 2 次元化、すなわち平面アレーへ拡張した場合の MIMO レーダ、仮想アレー処理についても概説する。これにより距離と方位角、仰角（あるいは天頂角）の 3 次元イメージングが可能となる。図 2 は 12 送信（4×3 素子）送信アレー、16 受信（4×4 素子）の等間隔矩形アレーによる 2 次元 MIMO アレーの試作機である。本稿では、この程度の素子構成の MIMO レーダにおいて、仮想アレー処理により、どの程度の大開口等間隔矩形アレーが実現できるかを論じ、数 m の近距離ターゲットに対して cm オーダーの分解能を実現する 3 次元イメージングレーダが実現可能となることを明らかにしている。

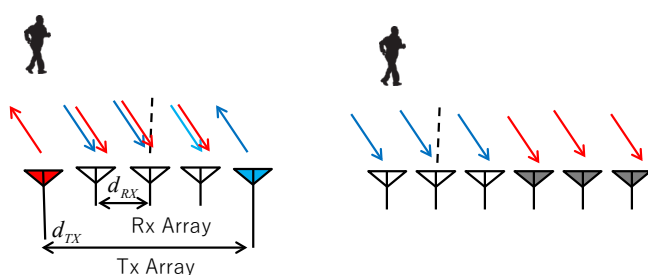


図 1 : 1 次元 MIMO アレーの概念

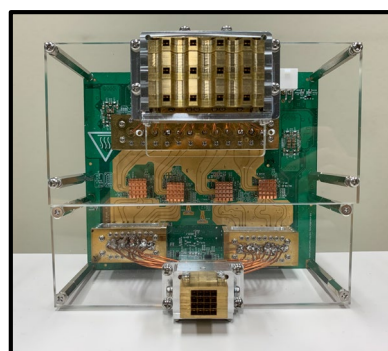


図 2: 試作した 2 次元 MIMO アレー

Abstract

In recent years, millimeter-wave MIMO radar technology has made progress and is being considered for a wide range of applications. In this manuscript, the concept of MIMO radar and a virtual array technique based on the Khatri-Rao matrix product are described. Further enhancement of number of effective elements, or effective array length can be obtained by using the technique. Validity of the technique for 1D and 2D MIMO radar is shown theoretically.