บทคัดย่อ

ในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านระบบสื่อสารไร้สายได้มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อธุรกิจทั่วโลกและชีวิตประจำวันของประชากรส่วนใหญ่ ปัญหาหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้คือ ความไม่เพียงพอของทรัพยากรความถี่ ระบบสายอากาศฉลาดเป็นระบบที่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากระบบสายอากาศฉลาดสามารถเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบสื่อสารไร้สายโดยไม่จำเป็นจะต้องเพิ่มแถบความถี่แต่อย่างใด กล่าวคือระบบสายอากาศฉลาดสามารถก่อรูปลำคลื่นของพูคลื่นหลักไปยังทิศทางของสัญญาณเป้าหมาย ในขณะที่หันจุดศูนย์หรือพูข้างไปยังทิศทางของสัญญาณแทรกสอด ซึ่งส่งผลให้ได้สัญญาณที่มีคุณภาพดี ที่ผ่านมาการพัฒนาระบบสายอากาศฉลาดมุ่งเน้นการใช้งานในแถบความถี่แคบ แต่เนื่องจากระบบสื่อสารไร้สายในปัจจุบันต้องการอัตราการส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูง ดังนั้นจึงได้มีผู้สนใจในการพัฒนาระบบสายอากาศฉลาดให้สามารถทำงานได้ดีในแถบความถี่กว้าง โดยความท้าทายจะอยู่ที่ระบบจะต้องมีความซับซ้อนน้อยในการประมวลผลสัญญาณ และมีต้นทุนในการผลิตต่ำ

ดังนั้นรายงานวิจัยฉบับนี้จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบสายอากาศฉลาดที่ทำงานในแถบความถี่กว้าง หรือที่เรียกว่าตัวก่อรูปลำคลื่นที่ทำงานในแถบความถี่กว้าง จากการสำรวจปริทัศน์วรรณกรรม ระบบดังกล่าวแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่ ระบบที่ประมวลผลสัญญาณเชิงตำแหน่งและเวลา เชิงตำแหน่งและความถี่ และเชิงตำแหน่งเพียงอย่างเดียว ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้ให้ความสนใจที่จะพัฒนาระบบสายอากาศฉลาดที่ประมวลผลสัญญาณเชิงตำแหน่งเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นระบบที่มีข้อดีมากกว่าระบบอื่นตรงที่ไม่ซับซ้อน และมีต้นทุนในการผลิตต่ำ ผลสำเร็จของงานวิจัยชิ้นนี้ได้ถูกแสดงผ่านการจำลองแบบในคอมพิวเตอร์ และการสร้างตัวต้นแบบของตัวก่อรูปลำคลื่น ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ตัวก่อรูปลำคลื่นที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมีความสามารถในการก่อรูปลำคลื่นที่เป็นไปตามต้องการตลอดช่วงแถบความถี่กว้างที่ได้ออกแบบไว้

Abstract

In the past two decades, wireless communication systems have grown with an unprecedented speed. This rapid expansion of radio systems has a profound impact on today's business world and people's daily lives. One undesired outcome is a heavy utilization of the available frequency spectrum. Because of this situation, a smart antenna system is envisaged to be the solution as it is capable of increasing the wireless system capacity without additional frequency spectrum. By pointing their beam towards a desired user and nulls or low side lobes towards interfering sources, it is able to considerably improve the quality of signal transmission in a multi-user environment. It has to be noted that the benefits of smart antennas have been largely demonstrated for the case of narrowband communication systems. As the rapid growth of wireless technologies demands high bit rate data transmission, there is an interest in smart antenna which would operate over an increased frequency band. The design of such wideband intelligent antenna system creates a challenge in terms of processing techniques and associated costs.

Therefore, this report presents theoretical investigations into a wideband smart antenna system, namely wideband beamformer. From literatures, a wideband beamformer can be realized through space-time, space-frequency or fully spatial signal processing. The focus of this report is on the wideband beamformer employing fully spatial signal processing as it's low of cost and complexity. The performance of this beamformer is tested via computer simulations and constructed prototype. The obtained resutls show that the beamformer successfully performs beam formation to designated direction within a given wide frequency band.