ชื่อวิทยานิพนธ์ การออกแบบวงจรกรองควอดราติกสำหรับภาพจากอัลตราซาวนด์แบบใช้สารเพิ่มความคมชัด

ผู้เขียน นายทศพร นิลมณี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการออกแบบวงจรกรองควอดราติก เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพจากอัลตราซาวนด์แบบใช้สารเพิ่มความคมชัด คุณลักษณะทางความถี่ของสัญญาณสะท้อนจากสารเพิ่มความคมชัดสำหรับอัลตราซาวนด์ เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างพลังงานของสัญญาณอัลตรา-ซาวนด์และสารเพิ่มความคมชัด ทำให้เกิดการกระเจิงประกอบด้วยความถี่มูลฐานรวมทั้งความถี่ฮาร์มอนิกโดยเฉพาะอย่างยิ่งความถี่ฮาร์มอนิกอันดับสอง ดังนั้นเราสามารถแบ่งตัวกลางออกได้เป็นสองชนิด คือตัวกลางที่มีสารเพิ่มความคมชัดและตัวกลางเนื้อเยื่อ คุณลักษณะทางความถี่ของวงจรกรองควอดราติกที่เหมาะสมต่อการกรองความถี่ฮาร์มอนิกอันดับสองจากสัญญาณสะท้อน ได้แก่ วงจรกรองควอดราติกจะต้องมีผลตอบสนองความถี่สมมาตร และมีอัตราขยายสูงในบริเวณที่อัตราส่วนระหว่างกำลังเฉลี่ยของสัญญาณจากสารเพิ่มความคมชัดต่อกำลังเฉลี่ยของสัญญาณจากเนื้อเยื่อมีค่าสูง สำหรับงานวิจัยนี้จะออกแบบวงจรกรองควอดราติกในโดเมนความถี่จากวงจรกรองเกาส์เซียนนอมอลไลซ์สองมิติที่มีเฟสเชิงเส้นและขนาดของผลตอบสนองความถี่มีความสมมาตรตรงจุดกำเนิด โดยจะมีการปรับพารามิเตอร์คือจุดศูนย์กลางและค่าความแปรปรวนของการกระจายให้เหมาะสมกับข้อมูล แล้วคำนวณเคอเนลควอดราติกในโดเมนเวลาจากการแปลงฟูเรียร์เต็มหน่วยแบบกลับ เพื่อสร้างเป็นวงจรกรองควอดราติกสำหรับแยกสัญญาณฮาร์มอนิกอันดับสองออกจากสัญญาณสะท้อนและนำไปสร้างเป็นภาพควอดราติก การทดสอบประสิทธิภาพของวงจรกรองควอดราติกที่ได้ออกแบบจะใช้ข้อมูลสองชุด คือข้อมูลเนื้อเยื่อเทียมรูปตัวแอลและข้อมูลจากการสแกนไตหมู สำหรับข้อมูลเนื้อเยื่อเทียมรูปตัวแอล วงจรกรองควอดราติกที่เหมาะสมจะมีจุดศูนย์กลางที่ (-3.30, 3.30) และ (3.30, -3.30) MHz และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.40 ค่า *CTR* ของภาพจากวงจรกรองควอดราติกมีค่าเท่ากับ 37.3 dB ซึ่งเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับภาพก่อนการกรอง คือ -1.1 dB ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลจากการสแกนไตหมู คือจุดศูนย์กลางที่ (-3.30, 3.30) และ (3.30, -3.30) MHz และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.34 ค่า *CTR* ของภาพจากวงจรกรองควอดราติกที่ได้สำหรับข้อมูลจากการสแกนไตหมู คือ 24.8 dB ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อ

เทียบกับค่า *CTR* ก่อนการกรอง คือ -1.5 dB ผลการทดสอบจากข้อมูลทั้งสองชุดแสดงให้เห็นว่าภาพจากวงจรกรองควอดราติกดีกว่าภาพที่ไม่ได้ผ่านการกรองทั้งในด้านความคมชัดของการเปรียบต่างและความคมชัดเชิงพื้นที่

Thesis Title	Design of Quadratic Filters for Contrast-Assisted Ultrasonic Imaging
Author	Mr.Tosaporn Nilmanee
Major Program	Electrical Engineering
Academic Year	2007

ABSTRACT

This research studies a design of quadratic filter for contrast-assisted ultrasonic imaging in order to enhance imaging qualities. The interaction between the transmitted ultrasound energy and ultrasound contrast agents (UCAs) leads to fundamental and harmonic frequencies scattering, especially the second harmonic. Based on the differences in frequency of ultrasound data from two different media, ultrasound signals are classified into two classes, i.e., UCA and tissue. The appropriate property of quadratic filter for separating quadratic components from UCA is to have passband in the 2-D frequency domain where the contrast-to-tissue ratio of UCA over surrounding tissue is maximum. In addition, quadratic filter is designed as two-dimensional (2-D) linear-phase FIR filter. The desired amplitude response of this quadratic filter has centro-symmetric property and can be designed by 2-D normalized Gaussian distribution. The design parameters for quadratic normalized Gaussian filter consist of centre point and variance. Its 2-D impulse response is obtained using inverse discrete Fourier transform. Quadratic filters from the proposed design method are evaluated using both *in-vitro* (L-shaped phantom) and *in-vivo* (pig's kidney data) ultrasound data. The appropriate standard deviation and two centre points of quadratic filter for L-shaped phantom are 0.40, (-3.30, 3.30) and (3.30, -3.30) MHz, respectively. The *CTR* value of quadratic L-shaped image is 37.3 dB compared to -1.1 dB from the B-mode image. For pig's kidney data, *CTR* value of the original B-mode image is -1.5 dB. However, the quadratic image of pig's kidney produced using 2D normalized Gaussian filter with centre points (-3.30, 3.30) and (3.30, -3.30) MHz, and standard deviation 0.34 provides *CTR* 24.8 dB. It is shown that the images produced from output signals of the new design are superior to the original B-mode both in terms of contrast and spatial resolution.