บทคัดย่อ

178994

คลื่นอัลตร้าโซนิค (Ultrasonic) นั้น เป็นคลื่นที่มีคุณสมบัติของคลื่นเสียงหากแต่มีความถี่ที่สูงเกินกว่าระดับการได้ยินของมนุษย์ มีพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานทางกล สามารถกำหนดทิศทางการแพร่ของคลื่นได้อย่างแม่นยำ สามารถใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆได้มากมาย ทั้งทางด้านการเดินเรือ ด้านอุตสาหกรรม เครื่องมือวัดต่างๆ รวมไปถึงทางด้านการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ เนื่องจากคุณสมบัติเด่นทางด้านความปลอดภัย เพราะไม่มีการสะสมหรือแพร่กระจายของสารกัมมันตภาพรังสีใดๆ จึงไม่ส่งผลกระทบร้ายแรงใดๆต่อผู้ป่วย สำหรับการใช้งานคลื่นอัลตร้าโซนิคทางด้านการแพทย์นั้นมีรูปแบบการใช้งานที่หลากหลาย ซึ่งโดยทั่วไปจะมีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้ในการตรวจดูอวัยวะภายในร่างกายส่วนต่างๆ ของผู้ป่วยโดยไม่จำเป็นต้องทำการผ่าตัด นอกเหนือจากนี้ยังสามารถพบเห็นการใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติ และโครงสร้างของเนื้อเยื่อต่างๆ โดยใช้หลักในการสร้างภาพตัดขวางมาเกี่ยวข้อง ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมา ในการสร้างภาพตัดขวางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคจะใช้สมมุติฐานว่า ในกรณีที่คลื่นอัลตร้าโซนิคเดินทางผ่านวัตถุที่มีค่าดัชนีหักเห (Refractive Index) ต่ำ จะสามารถประมาณการเดินทางของคลื่นให้เป็นเส้นตรงเช่นเดียวกับการเดินทางของรังสีเอ็กซ์ (X-ray) ได้ โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบจากการเลี้ยวเบน (Diffraction) ของคลื่นที่เกิดขึ้นที่หน้าสัมผัสของวัตถุหรือตัวกลางซึ่งมีค่าดัชนีหักเหแตกต่างกัน ซึ่งถึงแม้ว่าข้อมูลภาพตัดขวางที่ได้รับมานั้นจะมีคุณภาพอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ แต่ก็ถือว่าเป็นข้อมูลภาพตัดขวางที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากในความเป็นจริงนั้นพฤติกรรมของคลื่นอัลตร้าโซนิคที่เดินทางผ่านตัวกลางที่มีค่าดัชนีหักเหแตกต่างกัน จะเกิดการเลี้ยวเบนของคลื่นที่ผิวสัมผัสระหว่างตัวกลางทั้งสองขึ้น ดังนั้นการสร้างภาพตัดขวางด้วยทฤษฎีต่างๆที่เป็นทฤษฎีในการสร้างภาพตัดขวางสำหรับแหล่งกำเนิดชนิดที่ไม่เกิดการเลี้ยวเบนของสัญญาณ (Non-Diffraction Tomography) ดังเช่นรังสีเอ็กซ์นั้น จึงไม่สามารถให้ภาพตัดขวางที่สมบูรณ์ เมื่อนำมาใช้กับแหล่งกำเนิดชนิดที่เกิดการเลี้ยวเบนของสัญญาณดังเช่นคลื่นอัลตร้าโซนิคได้ ดังนั้นในกรณีของการสร้างภาพตัดขวางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค จึงจำเป็นต้องใช้หลักการสร้างภาพตัดขวางสำหรับแหล่งกำเนิดที่เกิดการเลี้ยวเบน (Diffraction Tomography) ซึ่งทำให้ภาพตัดขวางที่ได้รับนั้นมีคุณภาพ สามารถยอมรับได้

สำหรับงานวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอการสร้างภาพตัดขวางโดยใช้คลื่นอัลตร้าโซนิคโดยใช้หลักการสร้างภาพตัดขวางสำหรับแหล่งกำเนิดที่เกิดการเลี้ยวเบน โดยได้ทำการทดลองสร้างภาพตัดขวางจากแฟนทอม (Phantom) ชนิดต่างๆ ทั้งแฟนทอมที่เป็นสารเนื้อเดียว (Homogeneous Phantom) และแฟนทอมที่มีเนื้อสารภายในแตกต่างกัน (Heterogeneous Phantom) ซึ่งผลการทดลองบางส่วนนั้น จะนำมาเปรียบเทียบกับภาพตัดขวางที่ได้รับจากเทคนิคการสร้างภาพตัดขวางสำหรับแหล่งกำเนิดที่ไม่เกิดการเลี้ยวเบนเพื่อพิสูจน์ข้อสันนิษฐานที่ได้ตั้งไว้แต่ต้น

Abstract

178994

There are many practical uses in medicine of well-known tomographic system such as X-ray and nuclear medicine resonance (NMR). These high technology devices have a wide range of clinical applications. However, it took many years before technologies make an impact in medicine.

Diffraction tomography is one of the new technologies which may have potential use in medicine. What are some of the expected advantages of diffraction tomography. First, it is totally noninvasive as are currently used tomographic systems. Second, the energy of the "photon" used in the diffraction tomography, in particular microwave and ultrasound, is small enough to avoid ionization effects which are found with x-ray tomography. Consequently, we would expect this to be safer than x-ray tomography for body imaging. Third, all tomographic systems for internal body imaging are based on the differentiation of tissue properties. For example, in X-ray tomography tissue is differentiated based on density. In most case however, tissue density does not depend on the tissue physiological state. Important tissue characteristics such as temperature, blood content, blood oxygenation, and ischemia cannot be differentiated by X-ray tomography. In diffraction tomographic source such as microwave tissue properties can be described by means of their dielectric properties which depends on molecular constituent, ion concentration and mobility, concentration of free water and bounded water and tissue temperature. As a result, diffraction tomography may be an extremely promising technology for internal, noninvasive imaging of the physiological properties if tissues and organs. However, although diffraction tomography is a promising technology for medical application, its realization toward medical use is still far-to-go, this may be due to the complexity of the hardware involved. This project plans to investigate a potential use of diffraction tomography for medical application by modifying our on-going research in ultrasonic computerized tomographic system to diffraction ultrasonic tomography. The project includes specifically in development of an algorithm in diffraction tomography which is very complex and also in minor modification of our ultrasonic computerized tomographic system. Further investigation of an imaging of physiological properties using ultrasonic diffraction tomography is also conducted and reported. This project has a potential to produce important outcomes on diffraction tomography that will be beneficial for the scientific community around the world and in Thailand.