

ABSTRACT

Project Code : TRG5680091

Project Title : An alternative fusing algorithm for high speed Gabor domain optical coherence microscopy

Investigator : Dr. Panomsak Meemon

E-mail Address : panomsak@sut.ac.th

Project Period : 2.5 years (June 3, 2013 – November 31 2015)

To date, optical imaging technology plays an important role in medical diagnostics and treatments. It also has applications in guiding the biopsy and surgery. The main advantages of optical imaging are its high-resolution high-speed and noninvasive capability. Optical coherence tomography (OCT) is one of emerging optical imaging technologies that is capable of *in vivo* microscopic cross-sectional imaging of biological tissues and organs. Particularly, one outstanding capability of OCT is the ability to provide depth-section of the sample at high resolution and sensitivity. Recently, the development of Gabor-domain optical coherence microscopy (GD-OCM), one of many variations of OCT techniques, was introduced. GD-OCM combines the high speed imaging capability of the frequency domain OCT (FD-OCT) and the ability to dynamically refocus of the liquid-lens based dynamic focus microscope developed by the team of scientists at the University of Rochester. GD-OCM acquires multiple cross-sectional images at different focus position of the objective lens and then fuses them together to obtain invariant high resolution 3D image of the sample. However, this 3D high resolution dataset comes with the cost of processing time that involves a massive amount of Fourier transformations. This project aims to address this issue by developing an alternative Gabor-based fusing algorithm that will dramatically improve the processing speed of the GD-OCM and hence enable 3D high resolution imaging of biological samples in real time. The developed algorithm will help moving the technology of GD-OCM one step closer to clinical diagnostic tools in the future.

Keywords : optical coherence tomography, optical coherence microscopy, microscopic imaging, 3D imaging, Gabor transform, Gabor filtering, spectral interference

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5680091

ชื่อโครงการ: แนวทางใหม่ของการประสานภาพที่ความเร็วสูงของกล้องจุลทรรศน์เชิงแสงชนิดเกเบอร์

ชื่อนักวิจัย: ดร. พนมศักดิ์ มีมนต์

E-mail Address : panomsak@sut.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี 6 เดือน (ตั้งแต่ 3 มิถุนายน 2556 ถึง 31 พฤศจิกายน 2558)

ปัจจุบัน เทคโนโลยีการถ่ายภาพเชิงแสงมีบทบาทอย่างมากสำหรับช่วยในการวินิจฉัยและการรักษาทางการแพทย์ อีกทั้ง ยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายภาพเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการผ่าตัด จุดเด่นสำคัญของการถ่ายภาพเชิงแสงคือความละเอียดในระดับไมครอนและความเร็วของการถ่ายภาพที่สูง อีกทั้ง ไม่ก่อให้เกิดอันตรายใดๆ ต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต ระบบถ่ายภาพตัดขวางเชิงแสงแบบออฟติคัลโคเฮียเรนซ์โทโมกราฟี หรือ OCT เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีใหม่ของการถ่ายภาพเชิงแสงเพื่อใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ ซึ่งมีลักษณะภาพถ่ายที่ได้คล้ายภาพอัลตราซาวด์แต่ทำให้ความละเอียดในระดับกล้องจุลทรรศน์ ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาระบบโอซีทีขึ้นหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานและความสามารถในการถ่ายภาพที่แตกต่างกันออกไป และในช่วงเกือบ 10 ปีที่ผ่านมา ได้มีแนวคิดใหม่ของการถ่ายภาพแบบโอซีทีที่ใช้ชื่อว่า เกเบอร์โดเมนออฟติคัลโคเฮียเรนซ์ไมโครสโคป หรือเรียกย่อๆ ว่า GD-OCM ซึ่งเป็นระบบที่รวมความสามารถด้านความเร็วในการถ่ายภาพของระบบโอซีทีในโดเมนความถี่และความสามารถในการปรับระยะโฟกัสของโพรบถ่ายภาพที่ออกแบบมาโดยเฉพาะโดยทีมวิจัยของมหาวิทยาลัยโรสเฮสเตอร์ GD-OCM ถ่ายภาพหลายๆ ภาพที่ตำแหน่งเดียวกัน แต่ปรับตำแหน่งโฟกัสของเลนส์ถ่ายภาพให้ต่างกันในแต่ละภาพที่ถ่ายตามความลึก จากนั้นนำภาพที่ถ่ายได้ทั้งหมดมาประมวลผลรวมกันเพื่อตัดเอาเฉพาะส่วนที่มีความคมชัดของแต่ละภาพออกมา แล้วรวมเข้าด้วยกันเป็นหนึ่งภาพที่มีความคมชัดตลอดทั้งภาพ อย่างไรก็ตาม ความสามารถดังกล่าวมาพร้อมกับระยะเวลาในการประมวลผลสัญญาณที่เพิ่มขึ้นหลายเท่าตัวเมื่อเทียบกับระบบ OCT แบบปกติ ดังนั้น ในโครงการนี้ ทีมผู้วิจัยได้พัฒนาแนวทางใหม่ของการประสานภาพในระบบ GD-OCM โดยใช้หลักการของการประสานภาพในโดเมนความถี่ ซึ่งจะสามารถประมวลผลภาพได้เร็วขึ้นจากเดิมกว่าเท่าตัว ทั้งนี้ ความสามารถในการประมวลผลได้เร็วขึ้นนี้ คาดว่าจะสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อให้ระบบ GD-OCM สามารถถ่ายภาพได้แบบเวลาจริงต่อไป ซึ่งจะทำให้สามารถประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางขึ้น

Keywords : ออฟติคัลโคเฮียเรนซ์โทโมกราฟี, ออฟติคัลโคเฮียเรนซ์ไมโครสโคป, กล้องจุลทรรศน์สามมิติ, การแปลงสัญญาณแบบเกเบอร์, การประสานภาพแบบเกเบอร์, การแทรกสอดในโดเมนความถี่