การพัฒนาระบบนำทางและแขนหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการจับเข็ม และเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างเพื่อวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านม

นฤชา ตนัยอัชฌาวุฒ [1], บัณฑิตา ตรีพงศ์ [1], มารียา ฉัตรสิงห์ [1], ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ ศุทธากรณ์ [*,1], รศ.พญ.ชลทิพย์ วิรัตกพันธ์ [2]

[1] *ภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*

[1] *ศูนย์เครือข่ายวิจัยประยุกต์ทางเทคโนโลยีหุ่นยนต์และชีวการแพทย์ (BART LAB) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล*

999 ถนน พุทธมณฑลสาย 4 ตำบล ศาลายา อำเภอ พุทธมณฑล จังหวัด นครปฐม 73170

[2] *ศูนย์วินิจฉัยเต้านม ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล*

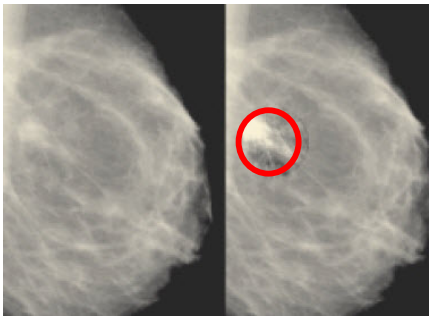
ติดต่อผู้เขียน: jackrit.sut@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ— **มะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบมากเป็นอันดับหนึ่งในผู้หญิง และถือเป็นมะเร็งที่มีอัตราการเสียชีวิตเป็นอันดับสองรองลงมาจากมะเร็งปอด ผู้หญิงที่มีความเสี่ยงของการเป็นโรคดังกล่าวจึงควรได้รับการตรวจวินิจฉัยที่แม่นยำซึ่งคือการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมเพื่อนำไปตรวจวินิจฉัย (Breast Biopsy) โดยแพทย์ เทคนิคที่แพทย์นิยมเลือกใช้ในการเก็บชิ้นเนื้อของเต้านมคือการใช้อัลตร้าซาวด์นำทาง ซึ่งการทำหัตถการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมด้วยเทคนิคดังกล่าวเป็นงานที่ต้องอาศัยทักษะความชำนาญของแพทย์รวมถึงกระทำโดยแพทย์เฉพาะทางเท่านั้นเพื่อให้การเก็บชิ้นเนื้อดังกล่าวมีความแม่นยำและได้ผลที่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอแนวคิดการพัฒนาระบบนำทางบูรณาการแขนหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแพทย์ในระหว่างการทำหัตถการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านม โดยในระบบประกอบด้วย 1) แขนหุ่นยนต์เชิงรับเพื่อช่วยนำทางการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม ซึ่งการนำทางดังกล่าวจะอยู่บนพื้นฐานของการใช้ระบบติดตามโดยใช้กล้อง (Optical Tracking) 2) ระบบแสดงภาพทางการแพทย์และรายละเอียดการนำทางการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมที่มีการแสดงผลโดยใช้โปรแกรม 3D Slicer ทั้งนี้ประสิทธิภาพและความแม่นยำของระบบนำทางและแขนหุ่นยนต์สามารถถูกทดสอบได้โดยใช้เต้านมจำลอง (Breast Phantom) ซึ่งจำลองเนื้อเยื่อและรูปทรงของเต้านมที่มีตำแหน่งมะเร็งอยู่ภายใน**

คำสำคัญ มะเร็งเต้านม ระบบนำทาง 3D Slicer แขนหุ่นยนต์ช่วยในการถือเข็มเก็บชิ้นเนื้อ เต้านมจำลอง

I. บทนำ

มะเร็งเต้านมเป็นมะเร็งที่พบมากที่สุดในผู้หญิง จากสถิติของสถาบันมะเร็งแห่งชาติพบผู้หญิงเป็นมะเร็งเต้านมร้อยละ 47.8 ของผู้ป่วยมะเร็งทั้งหมด [1] โรคมะเร็งเต้านมเกิดจากเนื้อเยื่อของเต้านมมีการเปลี่ยนแปลงเป็นเซลล์มะเร็ง ซึ่งอาจเกิดกับท่อน้ำนม หรือเกิดกับต่อมน้ำนม โดยอาจมีปัจจัยการเกิดมาจากอายุ พันธุกรรม ฮอร์โมนและอื่นๆ ดังนั้นการตรวจมะเร็งในระยะแรกเริ่มก่อนการแพร่กระจายจึงสามารถลดอัตราการเสียชีวิตได้มากถึงร้อยละ 35 [2] การตรวจพบโรคมะเร็งเต้านมอาจเริ่มจากผู้ป่วยพบความผิดปกติด้วยตนเอง หรืออาจเกิดจากการตรวจคัดกรองโดยแพทย์ โดยเบื้องต้นแพทย์จะทำการตรวจคัดกรองโรคเต้านมด้วยการถ่ายแมมโมแกรม แพทย์จะทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านมที่บริเวณนั้นเพื่อนำมาวินิจฉัยต่อไปดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพเนื้อเยื่อที่มีความผิดปกติในเต้านมจากภาพแมมโมแกรม [3] เครื่องหมายวงกลมล้อมรอบบริเวณเนื้อเยื่อผิดปกติ

วิธีที่แพทย์นิยมเลือกใช้เพื่อเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านมเพื่อการวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมคือการเก็บชิ้นเนื้อจากเต้านมด้วยการใช้เข็มเก็บชิ้นเนื้อ (Core Needle Biopsy) ซึ่งเป็นการใช้เข็มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1/6 นิ้ว แทงเข้าไปในเต้านมเพื่อตัดชิ้นเนื้อจากบริเวณเนื้อเยื่อที่ผิดปกติออกมาตรวจสอบเพิ่มเติม โดยแพทย์สามารถทำการเก็บชิ้นเนื้อจากเต้านมด้วยเข็มเก็บชิ้นเนื้อ (Core Needle Biopsy) โดยใช้ภาพอัลตร้าซาวด์ในการนำเข็มไปสู่ตำแหน่งในเต้านม (Ultrasound Core Biopsy) [4] หรือใช้ภาพการเอ็กซเรย์สองมุมเพื่อนำทางเข็ม (Stereotactic Core Biopsy) [5] อย่างไรก็ตามเทคนิคการใช้เอ็กซเรย์เพื่อนำทางเข็มเก็บชิ้นเนื้อสามารถใช้เพื่อเก็บชิ้นเนื้อที่ผิดปกติได้เพียงบางประเภท เทคนิคที่แพทย์นิยมเลือกใช้เป็นส่วนมากคือ การใช้ภาพอัลตร้าซาวด์ช่วยในการนำทางเข็มเก็บชิ้นเนื้อ

อย่างไรก็ตามการทำหัตถการเก็บชิ้นเนื้อจากเต้านมโดยใช้การนำทางด้วยภาพอัลตร้าซาวด์จำเป็นต้องอาศัยทักษะความชำนาญของแพทย์ผู้ทำหัตถการดังนั้นแพทย์ผู้ทำการดังกล่าวได้จึงต้องเป็นแพทย์เฉพาะทางที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้วเท่านั้น เพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ตำแหน่งมะเร็งและทำการเก็บชิ้นเนื้อได้อย่างถูกต้อง

ด้วยเหตุนี้เราจึงนำเสนอระบบนำทางและแขนหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม เพื่อให้กระบวนการเก็บชิ้นเนื้อมีประสิทธิภาพมากขึ้น

II. แนวคิดการออกแบบระบบ

การศึกษาเกี่ยวกับการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมมีอยู่หลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่นการหาตำแหน่งชิ้นเนื้อที่ผิดปกติจากเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) วิธีการหาตำแหน่งชิ้นเนื้อที่ผิดปกติโดยวิธีนี้สามารถให้ได้ภาพที่มีความละเอียดสูง [6] งานวิจัยบางส่วนกล่าวถึงแขนหุ่นยนต์อัตโนมัติที่ควบคุมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเคลื่อนที่ได้ในทิศทางบน-ล่างและซ้าย-ขวา เพื่อหาตำแหน่งชิ้นเนื้อที่ผิดปกติ เมื่อตรงตำแหน่งแล้วแขนหุ่นยนต์จะแทงเข็มไปที่เป้าหมาย พื้นที่การทำงานของแขนหุ่นยนต์คือบริเวณด้านข้างของเต้านม [7] ซึ่งการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์มีการทำงานคล้ายกับแขนหุ่นยนต์ในระบบภาพการเอ็กซเรย์สองมุมเพื่อนำทางเข็ม (Stereotactic Core Biopsy)

อย่างไรก็ตามการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมด้วยวิธีที่กล่าวมาข้างต้นมีข้อจำกัดหลายอย่างเช่น การเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมโดยทั่วไปแพทย์มักจะใช้ภาพอัลตร้าซาวด์ในการนำเข็มไปสู่ตำแหน่งในเต้านมมากกว่าการใช้ภาพที่ได้จากเครื่องสร้างภาพด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI) เนื่องจากมีความรวดเร็ว สะดวก ปลอดภัย ประหยัดค่าใช้จ่าย และไม่ทำให้การวิเคราะห์ผลเปลี่ยนไปมากนัก ส่วนการออกแบบหุ่นยนต์ก็คล้ายกับแขนหุ่นยนต์ในการถ่ายภาพการเอ็กซเรย์สองมุมเพื่อนำทางเข็ม (Stereotactic Core Biopsy) คนไข้ต้องนอนคว่ำเพื่อทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ค่อยสะดวกสำหรับคนไข้ และอาจไม่สามารถใช้ได้กับคนไข้ในกรณีที่คนไข้มีขนาดเต้านมที่เล็ก นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมส่วนใหญ่เป็นแขนหุ่นยนต์ที่ผ่านการควบคุมโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แพทย์จึงมีบทบาทในการทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมลดลง นอกจากนั้นพื้นที่ในการทำหัตถการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมมักถูกจำกัดด้วยความสามารถในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

แนวความคิดการพัฒนาระบบนำทางและแขนหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมมีจุดประสงค์เพื่อคงบทบาทการทำงานของแพทย์ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและความสะดวกในการทำงานของแพทย์ให้มากขึ้น รวมทั้งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับแพทย์เพื่อเพิ่มความมั่นใจในการตัดสินใจขณะทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม และสามารถทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมได้จากหลายทิศทาง

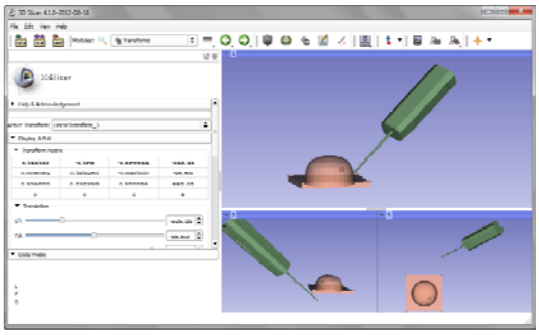
ระบบนำทางการเก็บชิ้นเนื้อเต้านมและแขนหุ่นยนต์เพื่อช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมประกอบด้วยระบบนำทางการเคลื่อนที่ของปลายเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างไปสู่บริเวณเป้าหมาย เนื่องจากในโลกของความเป็นจริงเราไม่สามารถรู้ตำแหน่งชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมบนเต้านมจริงได้ เราจึงมีการจำลองภาพสามมิติเพื่อบอกตำแหน่งชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมที่อยู่ภายในเต้านมจริงและหาความสัมพันธ์กับปลายเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างโดยอ้างอิงจากระบบพิกัด (Coordinate) ตามโลกความจริง เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกของคอมพิวเตอร์

ในส่วนของแขนหุ่นยนต์มีลักษณะคล้ายแขนกลเพื่อช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม โดยแพทย์เป็นผู้ควบคุมหุ่นยนต์โดยตรงทำให้การทำงานมีความเสถียรและความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นเนื่องจากผ่านการตรวจสอบจากแพทย์และระบบนำทางแล้ว แพทย์สามารถทำการปรับเปลี่ยนความละเอียดได้ง่ายขึ้น และสามารถพักการทำงานได้ในบางขณะ โดยการเคลื่อนที่และการหมุนของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างบนแขนหุ่นยนต์จะถูกติดตามโดยระบบติดตามโดยใช้กล้อง (Optical Tracking) ซึ่งเป็นระบบติดตามการเคลื่อนที่จาก Marker หรือเซนเซอร์บอกตำแหน่งและทิศทาง โดยใช้หลักการของการสะท้อนคลื่นแสง ซึ่งรายละเอียดของระบบทั้งหมดจะกล่าวต่อไปดังนี้

ก. ระบบนำทางและระบบการแสดงผลการนำทางการแทงเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านม

ระบบนำทางการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม ได้มีการนำภาพถ่ายทางการแพทย์ของเต้านมมาสร้างเป็นภาพกราฟฟิกสามมิติ และทำการเชื่อมต่อเข้ากับข้อมูลตำแหน่งของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างที่ได้จากระบบติดตามโดยใช้กล้องในระหว่างที่แพทย์ทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่าง ทำให้แพทย์สามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างจุดปลายของตำแหน่งเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างและตำแหน่งของชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมได้ นอกจากนี้ยังมีการแสดงแนววิถีการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม (Path Planning) และระบบการบอกตำแหน่งทิศทางและการหมุนของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่าง เพื่อเป็นการนำทางแพทย์ไปสู่เส้นทางที่ถูกต้องในการสอดเข็มไปยังตำแหน่งของชิ้นเนื้อที่ผิดปกติ ทำให้การเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างมีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ และเพิ่มความมั่นใจให้แพทย์ในระหว่างทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่าง

ในการเชื่อมโยงตำแหน่งของอุปกรณ์การเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างและตำแหน่งของเต้านมจำลอง (Breast Phantom) ได้มีการใช้ระบบติดตามโดยใช้กล้อง (Optical Tracking) เพื่อติดตามตำแหน่งทั้งทิศทางและการหมุนของอุปกรณ์เก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างและเต้านมจำลองที่ติดอุปกรณ์อ้างอิง (Marker) และหาความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ดังกล่าวโดยใช้สมการกลศาสตร์การเคลื่อนที่ (Kinematics Equation) ของโฮโมจีเนียสทรานฟอร์เมชั่น (Homogeneous Transformation) [8] จากนั้นทำการแสดงภาพกราฟฟิกของอุปกรณ์ดังกล่าวในรูปแบบสามมิติโดยใช้โปรแกรม 3D Slicer ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่างเข็มเก็บชิ้นเนื้อและเต้านมจำลองในระหว่างที่แพทย์ทำการผ่าตัดเก็บชิ้นเนื้อ ผ่านทางโปรแกรม 3D Slicer

สำหรับการคำนวนและวิเคราะห์เส้นทางและทิศทางการแทงเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่าง (Path Planning) ได้มีการคำนวนและแสดงข้อมูลต่างๆ ทั้งการวางตัวของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างในตำแหน่งที่ถูกต้อง และไฟแสดงสถานะเมื่อเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างวางตัวในตำแหน่งที่ถูกต้องผ่านทางส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface, GUI) โดยใช้โปรแกรม MatLab

ในการทดสอบระบบนำทางและระบบแสดงผลขั้นต้น ผู้วิจัยใช้เต้านมจำลองแทนเต้านมจริงในการทำการเก็บชิ้นเนื้อ

แขนหุ่นยนต์ที่ใช้เพื่อช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม

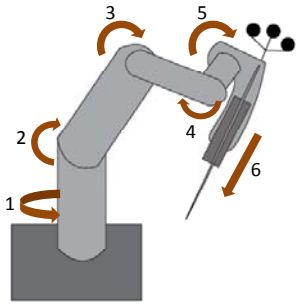
แนวคิดของการออกแบบแขนหุ่นยนต์ช่วยในการจับเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านมเพื่อใช้ร่วมกับระบบนำทาง คือการออกแบบแขนหุ่นยนต์ที่ทำงานในเชิงรับ (Passive Robotic Arm) กล่าวคือเพื่อช่วยสนับสนุนการทำงานของแพทย์รวมถึงช่วยในการพยุงและถือเข็มเก็บชิ้นเนื้อ

แขนหุ่นยนต์นี้สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 6 องศาอิสระโดยประกอบด้วย 5 องศาอิสระสำหรับการเคลื่อนที่ของเข็มไปในตำแหน่งและทิศทางที่ถูกต้อง และ 1 องศาอิสระสำหรับแทงเข็มเข้าไปในเต้านมเพื่อไปสู่บริเวณชิ้นเนื้อที่ผิดปกติ

แขนหุ่นยนต์มี 6 ข้อต่อ ประกอบไปด้วย ข้อต่อแบบหมุน (rotary joint) 5 ข้อต่อ และข้อต่อแบบยืดหด (Prismatic Joint) 1 ข้อต่อ ดังรูปที่ 3 หัตถการในการเคลื่อนที่และขนาดของแต่ละข้อต่อขึ้นกับการหาพื้นที่และมุมของการทำงานที่เหมาะสมสำหรับแพทย์

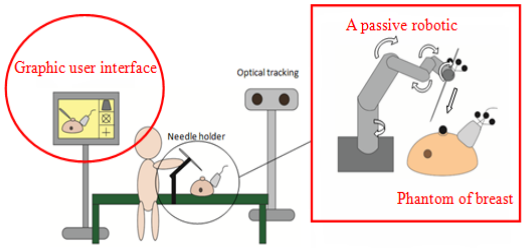
ในแต่ละข้อต่อมีการใช้ตัวควบคุมการเคลื่อนที่ (Damper) ซึ่งจะทำให้การเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยความหน่วง และสามารถรักษาตำแหน่งในขณะที่แพทย์ไม่ได้บังคับแขนหุ่นยนต์อยู่ด้วย ทำให้แพทย์สามารถพักการทำงาน รวมถึงปรับเปลี่ยนตำแหน่งของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างได้ง่ายและละเอียดขึ้น

เนื่องจากแขนหุ่นยนต์ที่ออกแบบมีการทำงานเป็นแบบเชิงรับ กล่าวคือช่วยสนับสนุนการทำงานของแพทย์ แขนหุ่นยนต์ดังกล่าวจึงควรถูกออกแบบโดยเน้นขนาดและน้ำหนักที่มีความเหมาะสมต่อการทำงาน รวมทั้งง่ายต่อการติดตั้งบริเวณพื้นที่ทำงาน วัสดุที่ผู้วิจัยคาดว่าเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมของการออกแบบชิ้นงานแขนหุ่นยนต์ได้แก่อลูมิเนียมซึ่งเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา และได้ถูกเลือกใช้ในอุปกรณ์ทางการแพทย์อย่างแพร่หลาย



รูปที่ 3 แสดงภาพแขนหุ่นยนต์ที่ช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม

ข. *การรวมระบบ*



รูปที่ 4 แสดงภาพรวมของระบบการผ่าตัดเก็บชิ้นเนื้อประกอบด้วย ระบบนำทางการผ่าตัดเก็บชิ้นเนื้อ หุ่นยนต์ช่วยในการจับเข็มเก็บชิ้นเนื้อ และเต้านมจำลอง

ในระบบรวมดังรูปที่ 4 ประกอบไปด้วยระบบนำทางที่แสดงภาพทางการแพทย์ของเต้านมที่มีชิ้นเนื้อตัวอย่างที่ต้องการเก็บและเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่าง มีการแสดงตำแหน่งของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างที่เป็นจุดเริ่มต้นในการแทงเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างและการหมุนของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่าง เพื่อให้แพทย์ที่เป็นผู้ควบคุมแขนหุ่นยนต์ที่ช่วยในการจับเข็มเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งดังกล่าว โดยมีระบบนำทางโดยกล้อง (Optical Tracking) เป็นตัวติดตามการเคลื่อนที่ของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างและแสดงการเคลื่อนที่บน 3D Slicer

ในการทดสอบความถูกต้อง แม่นยำ และประสิทธิภาพของระบบ ได้มีการทำเต้านมจำลองขึ้นมาซึ่งรู้ขนาดของเต้านมและตำแหน่งของชิ้นเนื้อเป้าหมายในเต้านมจริง โดยวัสดุที่ใช้ทำเต้านมจำลองคือเทียนเจล และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านมคือปูนปาสเตอร์ เนื่องจากการหลักการของอัลตร้าซาวด์คือการสะท้อนของเสียงซึ่งความหนาแน่นของวัสดุที่ต่างกันจะทำให้ภาพที่ได้มีความต่างกันซึ่งง่ายต่อการระบุชิ้นเนื้อตัวอย่างจากเต้านม

III. อภิปราย

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าระบบนี้สามารถช่วยให้แพทย์ทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากขึ้น แพทย์มีความรู้สึกมั่นใจในการตัดสินใจเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมได้มากขึ้นและช่วยลดโอกาสในการเกิดเหตุอันตรายได้ แพทย์ที่ทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์สูงทำให้ปริมาณแพทย์ที่สามารถทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมได้มีปริมาณสูงขึ้น

นอกจากนี้ระบบนี้สามารถใช้เป็นระบบสำหรับการฝึกหัดและเรียนรู้ทักษะในการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมให้กับแพทย์ที่มีความต้องการในการเพิ่มทักษะการทำการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านม

เนื่องจากแขนหุ่นยนต์ในระบบนี้ถูกควบคุมโดยแพทย์ดังนั้นแพทย์สามารถที่จะเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมในวิถีที่ต่างไปจากระบบนำทางกำหนดได้ เป็นการแสดงถึงความเคารพในการตัดสินใจของแพทย์

IV. สรุป

การพัฒนาระบบนำทางและแขนหุ่นยนต์ที่ช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างเพื่อวินิจฉัยโรคมะเร็งเต้านมโดยการแสดงภาพบนหน้าจอด้วยโปรแกรม 3D Slicer มีการนำทางวิถีในการเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมเพื่อช่วยในการตัดสินใจของแพทย์ และแขนหุ่นยนต์ที่ช่วยในการจับเข็มและเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างของเต้านมซึ่งแพทย์เป็นผู้ควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์และสามารถปรับความละเอียดได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น โดยการเคลื่อนที่ของเข็มเก็บชิ้นเนื้อตัวอย่างที่ติดอยู่บนแขนหุ่นยนต์จะถูกติดตามโดย optical tracking สุดท้ายการทดสอบระบบจะถูกทำขึ้นผ่านทางเต้านมจำลองที่ทำขึ้นซึ่งผ่านการวิเคราะห์มาแล้ว

บรรณานุกรม

[1] P.Attasara, R.Buasom., “Hospital-Based Cancer Registry,” National Cancer Institute Department of Medical Services Ministry of Public Health,2010,pp. 2.

[2] J.G.Elmore,K.Armstrong,C.D.Lehman,and S.W.Flevtvher, ”Screening for breast cancer,” *J.Amer.Med.Assoc.,* vol293,no.10,pp.1245-1256,Mar.2005.

[3] Samuel K. Moore, “Better Breast Cancer Detection”,IEEE Spectrum, May, 2001,pp.50-54

[4] B.D.Fornage, “Sonographically guided needle biopsy of nonpalpable breast lesions,” *J.Clin. Ultrasound,* vol. 27, no. 7, pp.385-389,Sep.1990.

[5] V.Ames,P.D.Britton., “Stereotactically guided breast biopsy: a review,” Insights Imaging(2011) 2:171-176.

[6] C. A. Piron, P. Causer, R. Jong, R. Shumak, and D. B. Plewes., “A Hybrid Breast Biopsy System Combining Ultrasound and MRI,” IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING, VOL. 22, NO. 9, SEPTEMBER 2003,pp.1100-1109.

[7] Vishnu G. Mallapragada, Nilanjan Sarkar and Tarun K. Podder., “Robot Assisted Real-time Tumor Manipulation for Breast Biopsy,”IEEE International Conference on Robotics and Automation Pasadena, CA, USA, May 19-23, 2008,pp.2512-2520.

[8] John J. Craig, “Introduction to Robotics, Mechanics and Control”, 3rd edition, Addison-Wesley, 2004.pp19-53.