การสร้างภาพสามมิติจากกล้องสเตริโอกราฟิกเอ็นโดสโคปด้วยกล้องซีมอส พร้อมทั้งระบบจำแนกภาพอัตโนมัติสำหรับการตรวจมะเร็งปากมดลูกระยะเริ่มต้น

3D STEREOGRAPHIC ENDOSCOPE WITH AUTOMATED IMAGE ANALYSIS FOR CERVICAL CANCER EARLY DETECTION

ณัฐกมล เกปัน

NATKAMOL KAYPAN

รชิษ์ฐา วัชระพิสุทธิ์

RACHITTHA WACHARAPISUDHI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างภาพสามมิติจากกล้องสเตริโอกราฟิกเอ็นโดสโคปด้วยกล้องซีมอส พร้อมทั้งระบบจำแนกภาพอัตโนมัติสำหรับการตรวจมะเร็งปากมดลูกระยะเริ่มต้น

3D STEREOGRAPHIC ENDOSCOPE WITH AUTOMATED IMAGE ANALYSIS FOR CERVICAL CANCER EARLY DETECTION

ณัฐกมล เกปัน

NATKAMOL KAYPAN

รชิษฐา วัชระพิสุทธิ์

RACHITTHA WACHARAPISUDHI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การสร้างภาพสามมิติจากกล้องสเตริโอกราฟิกเอ็นโดสโคปด้วยกล้องซีมอสพร้อมทั้งระบบจำแนกภาพอัตโนมัติสำหรับการตรวจมะเร็งปากมดลูกระยะเริ่มต้น		
นักศึกษา	นายณัฐกมล	เกปัน	59010410
	นางสาวรชิษ์ฐา	วัชระพิสุทธิ์	59011115
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมชีวการแพทย์		
พ.ศ.	2562		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันโรคมะเร็งเป็นโรคร้ายอันดับ 1 ของ 10 อันดับโรคร้ายที่เสี่ยงตายสูงสุดของคนไทย การตรวจวินิจฉัยหาโรคมะเร็งจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรทำในทุกๆปี โดยเฉพาะการตรวจมะเร็งปากมดลูกในผู้หญิง ที่ควรไปตรวจเป็นประจำ การตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกประกอบด้วย 3 วิธีคือการตรวจทางเซลล์วิทยาหรือ Pap smear การตรวจเชื้อไวรัส HPV และการตรวจด้วยการส่องกล้องคอลโปสโคปหรือ Colposcopy โดย Colposcopy จะเป็นการตรวจหลังจากพบว่าผู้ป่วยมีความเสี่ยงว่าจะเป็นมะเร็งปากมดลูก หรือหลังจากพบเซลล์วิทยาผิดปกติและผลการตรวจเชื้อไวรัส HPV เป็นบวก

ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ออกแบบกล้องและระบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นโดยประกอบด้วยส่วนของกล้องที่เล็ก และด้วยระบบสองกล้องในหนึ่งเดียวทำให้เก็บภาพได้รอบด้านและครอบคลุมมากยิ่งขึ้นในระบบสามมิติ รวมทั้งในส่วนของระบบที่จะช่วยประมวลผลว่าภาพที่ได้มีแนวโน้มว่าจะเป็นโรคหรือไม่ ร้ายแรงในระดับใด ด้วยการใช้ปัญญาประดิษฐ์

โดยสุดท้ายโครงการวิจัยนี้มุ่งหวังว่าจะสามารถนำกล้องและระบบที่มีประสิทธิภาพไปใช้จริงกับโมเดลจำลองสำหรับการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกได้ โดยการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วยกล้องและระบบนี้ ควรจะต้องมีความสะดวก ง่ายต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	3D stereographic endoscope with automated image analysis for cervical cancer early detection		
Student	Mr. Natkamol	Kaypan	59010410
	Miss. Rachittha	Wacharapisudhi	59011115
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Biomedical Engineering		
Year	2019		
Thesis Advisor	Dr. Wibool Piyawattanametha		

Abstract

At present, cancer is the leading cause of deaths among Thai people. Last year alone, there are over 20,000 patients die from the disease. Therefore, early cancer screenings for cancer have become a crucial intervention tool to reduce the death rate. Cervical cancer is the 3rd deadliest cancers worldwide. The main reason behind the high death toll in this part of the world is because majority of patients found the disease at very late stages, thus giving them much lower chance of successful treatment. Regularly cervical cancer screenings can be categorized into 3 methods. Those are cytological examination or Pap smear, HPV virus test, and colposcopy. Typically, colposcopy is performed after abnormal cytology and positive HPV test results. The colposcopy procedure is considered to be very invasive to woman patients.

Therefore, this project is aimed to solve the main issue of invasiveness via a novel 3D CMOS based endoscopy. The technology in combination with artificial intelligence enables real-time diagnosis of cancer lesions with depth ranging capability through built-in a dot/grid projector. This novel 3D screening tool will provide a new holistic approach in cervical cancer screening to help save patients' live.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่อง 3D stereographic endoscope with automated image analysis for cervical cancer early detection ชิ้นนี้สามารถศึกษาค้นคว้าอย่างลุล่วงสำเร็จได้ด้วยความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม และได้รับการช่วยเหลือ รวมทั้งได้รับการสนับสนุนจากหลาย ๆ ท่าน

การศึกษาค้นคว้าเพื่อทำโครงงานนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หากไม่ได้รับการอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

ก่อนอื่นต้องขอขอบคุณ ดร.วิบูลย์ ปิยวัฒนเมธา และ รศ.ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ มาอย่างสูง ในโอกาสที่ได้เป็นผู้ดูแลโครงงาน ผู้ให้คำปรึกษาโครงงานและให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนโครงงาน การดำเนินการโครงงาน การเขียนรายงาน ตลอดจนการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่างๆของโครงงานนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อนๆ ในภาควิชาวิศวกรรมชีวการแพทย์ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้จัดทำให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้

ขอขอบคุณครอบครัวที่ช่วยสนับสนุนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ และ เป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา กระทั่งโครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ณัฐกมล เกปัน

รชิษ์ฐา วัชระพิสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 2

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ 3

1.5 แผนการดำเนินงาน 3

1.6 นิยามศัพท์ 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 มะเร็งปากมดลูก 7

2.1.1 อาการของมะเร็งปากมดลูก 7

2.1.2 สาเหตุของมะเร็งปากมดลูก 7

2.1.3 การวินิจฉัยมะเร็งปากมดลูก 9

2.1.4 การรักษามะเร็งปากมดลูก 14

2.1.5 ภาวะแทรกซ้อนของมะเร็งปากมดลูก 15

2.1.6 การป้องกันมะเร็งปากมดลูก 15

2.2 การทำคอลโปสโคป 16

2.2.1 กรณีที่ควรจะมีการตรวจด้วยคอลโปสโคป 17

2.2.2 กรณีที่ควรเลี่ยงการทำคอลโปสโคป 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.2.3 จุดประสงค์หลักในการตรวจด้วยคอลโปสโคป....18
2.2.4การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในการทำคอลโปสโคป....19
2.2.5อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการตรวจปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป....19
2.3 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง....21
2.3.1อวัยวะเพศภายนอก....21
2.3.2 อวัยวะสืบพันธุ์ภายใน....23
2.3.3 ชนิดของเยื่อบุปากมดลูก....24
2.3.4 การวินิจฉัยเซลล์ที่คาดว่าจะมีการแปรรูป....26
2.3.5 ลักษณะของเยื่อบุปากมดลูกที่ผิดปกติ....26
2.3.6 หน้าที่ของมดลูก....29
2.4 ปัญญาประดิษฐ์....30
2.4.1 ประเภทของระบบโครงข่ายประสาท....32
2.4.2 ข้อจำกัดของการเรียนรู้เชิงลึก....33
2.4.3 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification)....33
2.4.4 การตรวจจับวัตถุ (Object Detection)....34
2.5 การสร้างภาพสามมิติ....35
2.5.1 เทคนิคการส่องกล้องด้วยวิธีสามมิติ....41
2.5.2 ภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อม (Anaglyph 3D)....43
2.5.3 ภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์ (Polarized 3D)....45
บทที่ 3 วิธีการศึกษาและดำเนินการ....47
3.1 การออกแบบและพัฒนาตัวกล้อง....47
3.1.1 การเลือกชนิดกล้อง....48
3.1.2 การสอบเทียบกล้อง (Camera Calibration)....48
3.1.3 คำสั่งที่ใช้ในการเปิดกล้อง....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 การออกแบบตัวเครื่องมือ....52

3.3 การพัฒนาระบบสร้างภาพสามมิติ....54

3.3.1 คำสั่งต่างๆที่จะนำมาใช้ในการสร้างภาพสามมิติ....54

3.4 การพัฒนาระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ....56

3.5 การพัฒนาระบบหน้าต่างผู้ใช้งาน (Graphic User Interface) 56

บทที่ 4 ผลการดำเนินการ....59

4.1 การสร้างภาพสามมิติ....59

4.1.1 ผลจากการเลือกชนิดกล้อง....59

4.1.2 ผลการสอบเทียบกล้อง....59

4.2 ผลจากการออกแบบตัวเครื่องมือ....60

4.3 ผลจากการพัฒนาระบบสร้างภาพสามมิติ....61

4.3.1 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟแดง-ฟ้า....61

4.3.1 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟแดง-ฟ้า....62

4.4 ผลจากการพัฒนาระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ....63

4.5 ผลจากการพัฒนาระบบหน้าต่างผู้ใช้งาน (Graphic User Interface)....63

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 65

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง 65

5.1.1 ขนาดอุปกรณ์....65

5.1.2 ภาพ....65

5.1.3 ระบบปัญญาประดิษฐ์....65

5.1.4 หน้าจอผู้ใช้....65

5.2 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไข 66

5.3.1 ด้านภาพ 66

5.3.2 ด้านฮาร์ดแวร์ 66

5.3.3 ด้านการจับภาพ 66

5.4 ข้อเสนอแนะและข้อปรับปรุง 67

บรรณานุกรม **52**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 1.1.1 แผนการจัดการเพื่อคัดกรองผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมด....1

รูปที่ 2.1.1 แสดงการลุกลามของมะเร็งปากมดลูก....7

รูปที่ 2.1.2 แสดงอาการของมะเร็งปากมดลูก....8

รูปที่ 2.1.3 แสดงสาเหตุหลักในการเกิดมะเร็งปากมดลูก.... 9

รูปที่ 2.1.4 แสดงการจำลองการวินิจฉัยมะเร็งปากมดลูก....10

รูปที่ 2.1.5 แสดงการใช้speculumในการทำการตรวจทางเซลล์วิทยา....12

รูปที่ 2.1.6 แสดงการเก็บเซลล์ในการทำการตรวจทางเซลล์วิทยา....13

รูปที่ 2.1.7 แสดงการจำลองการตรวจภายใน....14

รูปที่ 2.2.1 แสดงการจำลองการทำคอลโปสโคป....17

รูปที่ 2.2.2 แสดงส่วนต่างๆของปากมดลูก....19

รูปที่ 2.3.1 แสดงอวัยวะเพศภายนอกของเพศหญิง....21

รูปที่ 2.3.2 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ภายในของเพศหญิง....23

รูปที่ 2.3.3 แสดงระยะของปากมดลูก....24

รูปที่ 2.3.4 รูปภาพจริงของปากมดลูก....25

รูปที่ 2.3.5 รูปแสดงเนื้อเยื่อบนผิวปากมดลูก....25

รูปที่ 2.3.6 แสดงความผิดปกติบนปากมดลูก....26

รูปที่ 2.3.7 รูปแสดงการตรวจเยื่อบุปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป....28

รูปที่ 2.3.8 รูปภาพจริงแสดงการตรวจเยื่อยุปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป....28

รูปที่ 2.3.9 แสดงวัฏจักรการเกิดรอบประจำเดือน....29

รูปที่ 2.3.10 แสดงขั้นตอนการปฏิสนธิที่จะก่อให้เกิดการตั้งครรภ์....30

รูปที่ 2.3.11 แสดงแบบแผนในการคลอดลูก....30

รูปที่ 2.4.1 รูปแสดงเลเยอร์ต่างๆของโครงร่างประสาท....31

รูปที่ 2.4.2 รูปแสดงไดอะแกรมของการเรียนรู้เชิงลึก....32

รูปที่ 2.4.4.1 แสดงการทำงานของการตรวจจับวัตถุ....35

รูปที่ 2.5.1 แสดงภาพสามมิติแบบสองภาพเคียงกัน....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.5.2 แสดงภาพในการดูแบบตาขนาน....37

รูปที่ 2.5.7 รูปแบบของภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อม....44

รูปที่ 2.5.8 ภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อม....45

รูปที่ 2.5.9 รูปแบบของภาพสามมิติแบบโพลาร์ไรซ์....46

รูปที่ 2.5.10 ภาพสามมิติแบบโพลาร์ไรซ์....46

รูปที่ 3.1.1 แสดงกล้องที่ใช้ในการทำคอลโปสโคปแบบเก่า....47

รูปที่ 3.1.2 แสดงกล้องซีมอสเอ็นโดสโคปที่จะใช้ในโครงการนี้....48

รูปที่ 3.1.3 แสดงการเก็บภาพตารางหมากรุกจากกล้อง ในมุมต่างๆ....49

รูปที่ 3.1.4 แสดงการสอบเทียบด้วยการใช้โปรแกรมแมทแลป....49

รูปที่ 3.1.5 แสดงผลค่าที่ได้จากแอพพลิเคชั่นการสอบเทียบกล้องด้วยโปรแกรมแมทแลป 50

รูปที่ 3.1.6 แสดงการน าค่าที่ได้จากการสอบเทียบกล้องไปใช้ในการลดการบิดเบือน....50

รูปที่ 3.1.7 แสดงคำสั่งที่ให้วินโดว์ของโปรแกรมเป็นขนาดเต็มจอแสดงผล....50

รูปที่ 3.1.8 แสดงคำสั่งเพื่อกำหนดกล้องซ้ายและกล้องขวาเป็นตัวแปร camL และ camR....51

รูปที่ 3.1.9 แสดงคำสั่งเพื่ออ่านข้อมูลจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเป็นตัวแปร frame 1 และ frame 2...51

รูปที่ 3.1.10 แสดงคำสั่งเพื่อแสดงภาพสามมิติที่ได้ออกมาทางวินโดว์ของโปรแกรม....51

รูปที่ 3.1.11 แสดงคำสั่งเพื่อสร้างไฟล์ด้วยภาพจากกล้องซ้ายและขวา
แล้วตั้งชื่อไฟล์ว่า Left.jpg และ Right.jpg เมื่อต้องการบันทึกภาพ....51

รูปที่ 3.1.12 แสดงคำสั่งเพื่อปรับแก้ภาพจากกล้องให้เหมือนจริงมากที่สุด
ด้วยการลดการบิดเบือนของตัวกล้อง....52

รูปที่ 3.2.1 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ในแบบที่1....52

รูปที่ 3.2.2 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ในแบบที่2....53

รูปที่ 3.2.3 โปรแกรมออโต้เดสก์อินเวนเตอร์โปรเฟชชั่นแนล 2020....53

รูปที่ 3.3.1 แสดงคำสั่งที่ใช้เพื่อแยกรูปที่ได้จากกล้อง 1 และ 2 เป็นสามสีคือ น้ำเงิน เขียว และ แดง....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.3.2 แสดงตำสั่งที่ใช้เพื่อสร้างภาพสามมิติด้วยการรวมภาพ น้ำเงินและเขียวจากกล้องขวา และภาพแดงจากกล้องซ้าย....55

รูปที่ 3.3.3 แสดงคำสั่งที่ใช้เพื่อรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเพื่อรวมกัน เป็นภาพเดียวกันแบบคู่สเตริโอ....55

รูปที่ 3.3.4 แว่นอะนากลิ๊ฟแดง-คราม....55

รูปที่ 3.3.5 แว่นโพลาไรซ์....56

รูปที่ 3.4.1 แสดงถึงโครงข่ายของระบบปัญญาประดิษฐ์....56

รูปที่ 3.4.2 โปรแกรมไพธอน....57

รูปที่ 3.5.1 การออกแบบหน้าต่างของผู้ใช้งาน....58

รูปที่ 4.1.1 กล้องซีมอสที่เลือกใช้....59

รูปที่ 4.1.2 แสดงผลจากการลดการบิดเบือนของกล้อง โดยภาพซ้ายคือก่อนลดการบิดเบือนของกล้อง...60

รูปที่ 4.2.1 ชิ้นงานที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์สามมิติ....60

รูปที่ 4.2.2 แท่นเสาไฟLEDมีล้อเลื่อนและแขนจับ....61

รูปที่ 4.3.1 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟ....62

รูปที่ 4.3.2 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์....62

รูปที่ 4.4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์และกราฟความแม่นยำของระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ....63

รูปที่ 4.5.1 หน้าต่างผู้ใช้งาน....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

รูปที่ หน้า

ตารางที่ 1.5.1 แสดงแผนการดำเนินการวิจัย 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

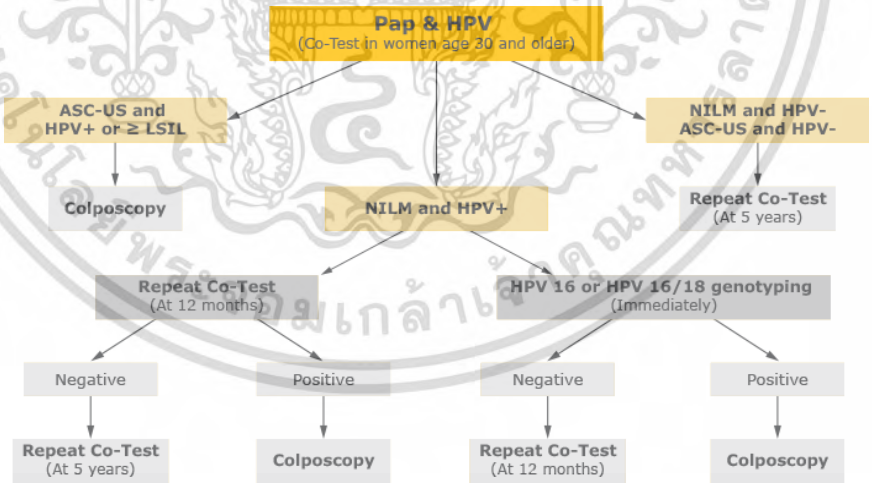
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันโรคมะเร็งเป็นโรคร้ายอันดับ 1 ของ 10 อันดับโรคร้ายที่เสี่ยงตายสูงสุดของคนไทย การตรวจวินิจฉัยหาโรคมะเร็งจึงกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรทำในทุกๆปี โดยเฉพาะการตรวจมะเร็งปากมดลูกในผู้หญิง ที่ควรไปตรวจเป็นประจำ ข้อมูลจากสถาบันมะเร็งแห่งชาติพบว่าในปี พ.ศ.2561 มีผู้หญิงป่วยเป็นมะเร็งปากมดลูกทั้งหมด 3,232 คน จากผู้ป่วยโรคมะเร็งที่เป็นหญิงทั้งหมด 32,702 คน คิดเป็น 9.88 เปอร์เซ็นต์จากผู้ป่วยมะเร็งหญิงทั้งหมด ซึ่งเพิ่มจากปีพ.ศ. 2560 ถึง 0.31 เปอร์เซ็นต์

การตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกประกอบด้วย 3 วิธีคือการตรวจทางเซลล์วิทยาหรือ Pap smear การตรวจเชื้อไวรัสเอชพีวี (HPV) และการตรวจด้วยการส่องกล้องคอลโปสโคปหรือคอลโปสโคปี(Colposcopy) โดยคอลโปสโคปีจะเป็นการตรวจหลังจากพบว่าผู้ป่วยมีความเสี่ยงว่าจะเป็นมะเร็งปากมดลูกหรือหลังจากพบเซลล์วิทยาผิดปกติ และผลการตรวจเชื้อไวรัสเอชพีวีเป็นบวก



รูปที่ 1.1.1 แผนการจัดการเพื่อคัดกรองผู้ป่วยโรคมะเร็งปากมดลูก

การส่องกล้องปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป หมายถึง การตรวจเยื่อบุผิวภายในบริเวณปากมดลูก ช่องคลอด ปากช่องคลอด และทวารหนักด้วยการส่องกล้องขยาย เพื่อการค้นหารอยโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนมะเร็งและมะเร็ง เพื่อที่จะได้รับการรักษาอย่างรวดเร็วที่สุด เป็นการตรวจในขั้นสุดท้ายก่อนจะวินิจฉัยว่าเป็นมะเร็งปากมดลูก จึงต้องใช้ความแม่นยำและความชำนาญของผู้ทำค่อนข้างสูง รวมทั้งต้องมีการใช้เครื่องถ่างตรวจช่องคลอดเพื่อเปิดให้เห็นปากมดลูกทั้งหมดรวมทั้งผนังช่องคลอดโดยรอบ ทำให้อาจเกิดอาการบาดเจ็บได้

ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ออกแบบกล้องและระบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นโดยประกอบด้วยส่วนของกล้องที่เล็ก และด้วยระบบสองกล้องในหนึ่งเดียวทำให้เก็บภาพได้รอบด้านและครอบคลุมมากยิ่งขึ้นในระบบสามมิติ รวมทั้งในส่วนของระบบที่จะช่วยประมวลผลว่ารูปที่ได้มีแนวโน้มว่าจะเป็นโรคหรือไม่ ร้ายแรงในระดับใด ด้วยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ และส่งผลให้กับแพทย์เพื่อช่วยประกอบการตัดสินใจ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาการวิจัยและนวัตกรรมในการคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วยการพัฒนากล้องคอลโปสโคป 3 มิติ

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วยระบบจำแนกภาพจากกล้องคอลโปสโคปแบบอัตโนมัติ

1.2.3 เพื่อให้ผู้หญิงที่เคยมีเพศสัมพันธ์แล้ว แต่ไม่ได้ฉีดวัคซีนป้องกันมะเร็งปากมดลูกเล็งเห็นความสะดวกและความจำเป็นในการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูก

1.2.4 เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังบริษัทและหน่วยงานที่สนใจเพื่อที่จะทำประโยชน์ให้กับประเทศชาติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการนี้มุ่งเน้นการออกแบบกล้องและระบบเพื่อช่วยในการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วยวิธีการคอลโปสโคป โดยประกอบด้วย

1.3.1 ตัวกล้องที่ทำจากกล้องซีมอสที่มีขนาดเล็ก 2 ตัว ทำให้สามารถเข้าถึงปากมดลูกได้โดยไม่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บพร้อมทั้งสามารถสร้างภาพสามมิติ เพื่อให้เกิดความสะดวกในการวินิจฉัยโรค

1.3.2 ระบบปัญญาประดิษฐ์ที่จะช่วยประมวลผลรูปที่ได้ว่าผู้ป่วยป่วยเป็นมะเร็งปากมดลูกหรือไม่ และร้ายแรงระดับใด ด้วยการเปรียบเทียบกับข้อมูลรูปภาพบนฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ของการวิจัย

คาดว่าการสร้างภาพสามมิติ จะทำให้สามารถเห็นภาพของเนื้องอกหรือมะเร็งบนปากมดลูกได้ดีมากยิ่งขึ้น ทำให้สามารถรักษาและวินิจฉัยโรคได้ดีขึ้น

รวมทั้งการใช้ปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในระบบการตรวจคัดกรองปากมดลูกจะสามารถลดต้นทุนทางด้านเงินทุน บุคลากร เวลาในการปฏิบัติงานได้ และยังเป็นการสร้างระบบการเก็บของข้อมูลของคอลโปสโคปีตัวอย่างของผู้ป่วยเพื่อใช้ในการสืบค้น ค้นคว้าวิจัยทางการแพทย์ หรือเป็นฐานข้อมูลในการพัฒนาด้านอื่นต่อไป โดยสามารถจำแนกประโยชน์ที่จะได้รับออกเป็นข้อได้ดังนี้

1.4.1 ภาพสามมิติทำให้เห็นความลึกของภาพได้ดีกว่าสองมิติ ทำให้สามารถเห็นชิ้นเนื้องอกได้ดีกว่ากล้องแบบเดิม

1.4.2 กล้องที่มีขนาดเล็กจะทำให้ลดความเจ็บปวด ลดความลุกล้ำในผู้ป่วยได้

1.4.3 ด้วยระบบจำแนกภาพอัตโนมัติทำให้สามารถช่วยในการคัดกรองผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกได้ รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.4.4 เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ป่วยและผู้ตรวจในการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วยกล้องคอลโปสโคปสามมิติและระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ

1.4.5 เพื่อส่งเสริมการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกเพื่อให้ประชาชนมีสุขรูปที่ดี

1.5 แผนการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ 1.5.1 แสดงแผนการดำเนินการวิจัย

ปี	กิจกรรม	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1.	กำหนดขอบเขตการทำโครงงาน									
2.	ศึกษาวิธีการและหลักการ การตรวจมะเร็งปากมดลูกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.	วางแผนขั้นตอนการทำงาน									
4.	ออกแบบและพัฒนากล้องเสตอริโอกราฟิก ในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสม									
5.	ออกแบบและพัฒนากล้องเสตอริโอกราฟิก ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม									
6.	สร้างกล้องเสตอริโอกราฟิกและระบบสามมิติ									
7.	ทดสอบประสิทธิภาพของกล้องว่าได้คุณสมบัติตามวัตถุประสงค์หรือไม่ และปรับปรุงแก้ไขปัญหา									
8.	เก็บภาพตัวอย่างจากแหล่งข้อมูลต่างๆ									
9.	ออกแบบอัลกอริทึมของการศึกษาเชิงลึก เพื่อคัดกรองมะเร็งปากมดลูกด้วยภาพจากกล้องคอลโปสโคป และพัฒนาโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์									
10.	ทดสอบนำรูปที่ได้จากเก็บตัวอย่างมา เทรน ระบบคัดกรองให้มีความฉลาดที่จะสามารถแยกแยะภาพได้									
11.	ทดสอบนำรูปที่ต้องการคัดกรองมาทดสอบบนโปรแกรม ดูผลลัพธ์ และแก้ไขปัญหา									
12.	ทดสอบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์และระบบทั้งหมด และแก้ไขปัญหา									
13.	ทำโครงงาน									

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 กล้องสเตริโอกราฟิก คือ กล้องกำลังขยายต่ำ ใช้ส่องวัตถุที่มีลักษณะทึบแสง เช่น ตัวผึ้ง, เนื้อผ้า หรือเนื้อเยื่อ ต่างๆ โดยแหล่งกำเนิดแสงของกล้องสเตริโอ จะมาจากข้างบนและล่าง ดังนั้นวัตถุที่จะส่องจึงสามารถเป็นวัตถุทึบแสงหรือโปร่งแสงก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.2 กล้องเอนโดสโคป คือ เครื่องมือที่ใช้ในการผ่าตัดที่มีขนาดเล็กกว่านิ้วมือ กล่าวคือ มีลักษณะเป็นท่อขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลาง 5-7 มิลลิเมตร มีเลนส์ติดอยู่ที่ปลาย โดยปลายของเลนส์จะมีลักษณะเป็นมุมเอียงเล็กน้อยเพื่อช่วยในการมองเห็นอวัยวะต่างๆ รอบข้าง นอกจากนี้ภายในยังมีใยแก้วนำแสงเพื่อช่วยในการมองเห็น รวมถึงท่อส่งน้ำขนาดเล็กอีกด้วย

1.6.3 ภาพสามมิติ หมายถึง การเขียนภาพโดยการนำพื้นผิวแต่ละด้านของชิ้นงานมาเขียนประกอบกันเป็นรูปเดียว ทำให้สามารถมองเห็นลักษณะรูปร่าง พื้นผิว ได้ทั้งความกว้าง ความยาว และความหนาของชิ้นงาน ทำให้ภาพสามมิติมีลักษณะคล้ายกับการมองชิ้นงานจริง ภาพสามมิติที่เขียนในงานเขียนแบบมีหลายประเภท แต่ละประเภทก็มีความแตกต่างกันในการวางมุมการเขียน และขนาดของชิ้นงานจริง กับขนาดชิ้นงานในการเขียนแบบซึ่งผู้เขียนแบบต้องศึกษาลักษณะของภาพสามมิติแต่ละประเภทต่างๆ ให้เข้าใจ เพื่อสามารถปฏิบัติการเขียนแบบได้อย่างถูกต้อง

1.6.4 การศึกษาเชิงลึก (deep learning) หมายถึง ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ที่เลียนแบบการทำงานของระบบโครงข่ายประสาท (neurons) ในสมองมนุษย์ ซึ่งถือเป็นซับเซตของการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning) ในปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

1.6.5 การตรวจด้วยการส่องกล้องคอลโปสโคป (colposcopy) หมายถึง การตรวจปากมดลูก ช่องคลอดและอวัยวะเพศภายนอกของผู้หญิงเพื่อช่วยในการวินิจฉัย โดยการตรวจนี้จะเป็นการขยายภาพบริเวณดังกล่าวให้ชัดเจนมากขึ้น ทำให้แพทย์สามารถระบุเนื้อเยื่อที่เป็นปัญหาและอาจเกิดโรคได้ โดยเฉพาะมะเร็งปากมดลูก ซึ่งแพทย์มักทำการตรวจคอลโปสโคปี หากผลการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกพบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น

1.6.6 การตรวจคัดกรองโรคมะเร็ง หมายถึง การตรวจหาโรคมะเร็งตั้งแต่ระยะเริ่มแรก ที่ผู้ป่วยยังไม่มีอาการ ซึ่งจุดประสงค์ของการตรวจคัดกรองนั้นเพื่อลดอัตราการป่วยและอัตราการตายในผู้ที่ได้รับการตรวจ โดยที่การทดสอบนั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายที่ไม่แพงเกินไปและสามารถทำได้ในประชากรกลุ่มใหญ่ การตรวจคัดกรองไม่ใช่การวินิจฉัยเป็นเพียงแต่เครื่องมือชี้นำว่าน่าจะมีความผิดปกติเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.7 มะเร็งปากมดลูก หมายถึง มะเร็งที่เกิดบริเวณปากมดลูกของผู้หญิง มีอาการบ่งชี้ คือ ตกขาวมากผิดปกติ ตกขาวคล้ายหนอง เลือดออกจากช่องคลอดอย่างผิดปกติโดยที่ไม่ใช่เลือดประจำเดือน มีเลือดออกหลังมีเพศสัมพันธ์ หรือผู้ที่อยู่ในวัยทองมีเลือดออกหลังจากที่หมดประจำเดือนไปแล้ว

1.6.8 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) หมายถึง เครื่องจักรที่มีฟังก์ชันทีมีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ต่างๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่างๆ เครื่องจักรที่มีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

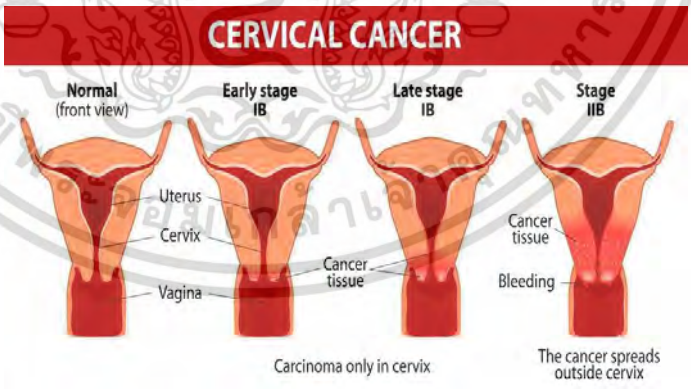
บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 มะเร็งปากมดลูก

มะเร็งปากมดลูก (Cervical Cancer) เป็นมะเร็งที่เกิดบริเวณปากมดลูกของผู้หญิง มีอาการบ่งชี้ คือ ตกขาวมากผิดปกติ ตกขาวคล้ายหนอง เลือดออกจากช่องคลอดอย่างผิดปกติโดยที่ไม่ใช่เลือดประจำเดือน มีเลือดออกหลังมีเพศสัมพันธ์ หรือผู้ที่อยู่ในวัยทองมีเลือดออกหลังจากที่หมดประจำเดือนไปแล้ว ซึ่งโดยทั่วไปมักไม่พบอาการแสดงในระยะแรกที่เริ่มป่วย แต่จะมีอาการเมื่อเซลล์มะเร็งได้ลุกลามไปแล้ว

มะเร็ง เป็นการเจริญเติบโตของเซลล์ที่แบ่งตัวผิดปกติอย่างควบคุมไม่ได้ หรือเซลล์ที่เกิดการกลายพันธุ์ เกิดเป็นเนื้องอกที่เป็นเนื้อร้ายลุกลามไปตามอวัยวะต่าง ๆ ภายในร่างกายผ่านทางระบบเลือดและน้ำเหลือง มะเร็งปากมดลูก คือ การเกิดเซลล์ผิดปกติบริเวณปากมดลูก ที่อยู่ส่วนภายในสุดของช่องคลอด เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างช่องคลอดกับมดลูก และเป็นทางผ่านของเลือดประจำเดือน โดยมะเร็งปากมดลูกจะมีการลุกลามจากบริเวณปากมดลูกเข้าไปดังรูปที่ 2.1.1



รูปที่ 2.1.1 แสดงการลุกลามของมะเร็งปากมดลูก

ด้านสถิติที่เชื่อถือได้ในปีล่าสุดที่กล่าวถึงอัตราการตายด้วยโรคไม่ติดต่อในทุกกลุ่มอายุ พบว่ามีจำนวนผู้ป่วยตายด้วยมะเร็งปากมดลูกประมาณ 600 คน ใน 1 แสนคน สูงเป็นลำดับที่ 4 เมื่อเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกลุ่มการตายด้วยโรคมะเร็ง โดยรองลงมาจากมะเร็งตับ มะเร็งปอด และมะเร็งเต้านม และจัดอยู่ลำดับที่ 2 ของการตายด้วยมะเร็งในผู้ป่วยหญิงรองจากมะเร็งเต้านม โรคมะเร็งปากมดลูกจึงเป็นหนึ่งในโรคอันตรายถึงชีวิต หากไม่ได้รับการรักษาและปล่อยให้โรคลุกลาม เสมือนภัยเงียบสำหรับผู้หญิงที่ควรเฝ้าระวังและตรวจสุขภาพร่างกายอยู่เสมอ

2.1.1 อาการของมะเร็งปากมดลูก

สัญญาณของโรคมักจะเกิดขึ้นเมื่อมะเร็งเริ่มเข้าสู่ระยะลุกลามแล้ว โดยจะมีอาการต่างๆดังรูปที่ 2.1.2 เช่น มีเลือดออกจากช่องคลอดอย่างผิดปกติ มีเลือดออกเวลามีเพศสัมพันธ์ (ซึ่งไม่เคยเกิดขึ้นก่อนหน้านี้) ตกขาวมีเลือดหรือหนองปน ช่องคลอดมีกลิ่นผิดปกติ ปวดในช่องคลอดขณะมีเพศสัมพันธ์ และยังมีอาการอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นหากมีการลุกลามของเซลล์มะเร็งไปยังเนื้อเยื่ออวัยวะอื่น ๆ เช่น ไม่อยากอาหาร น้ำหนักลด ปัสสาวะมีเลือดปน ปวดกระดูกบริเวณต่าง ๆ เป็นต้น โดยหากพบอาการผิดปกติที่น่าสงสัยดังกล่าวข้างต้น ผู้ป่วยต้องรีบไปพบแพทย์เพื่อรับการตรวจรักษาทันที

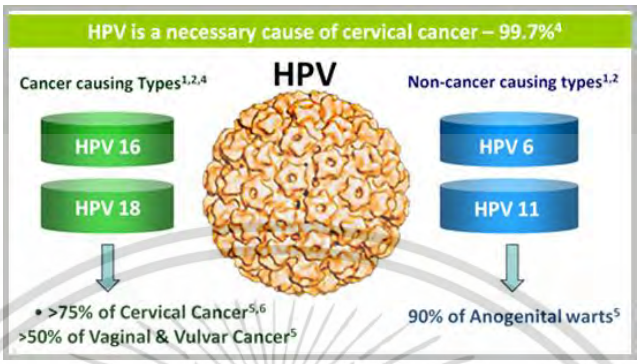
รูปที่ 2.1.2 แสดงอาการของมะเร็งปากมดลูก

2.1.2 สาเหตุของมะเร็งปากมดลูก

กว่า 99% มะเร็งปากมดลูกเกิดจากการติดเชื้อไวรัส เอชพีวี(HPV (Human Papillomavirus)) ดังรูปที่ 2.1.3 ผ่านการมีเพศสัมพันธ์ และยังมีสาเหตุอื่นที่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่อาจก่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มะเร็งปากมดลูกได้ เช่น การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในระยะก่อนมะเร็งมดลูก (CIN) ภูมิคุ้มกันต่ำ การสูบบุหรี่ และการมีลูกหลายคน



รูปที่ 2.1.3 แสดงสาเหตุหลักในการเกิดมะเร็งปากมดลูก

2.1.3 การวินิจฉัยมะเร็งปากมดลูก

แพทย์จะทำการตรวจร่างกาย ตรวจภายใน และตรวจคัดกรองหาความผิดปกติของเซลล์ที่ปากมดลูกด้วยการตรวจทางเซลล์วิทยา (Pap smear) ดังรูปที่ 2.1.4 ซึ่งเป็นการตรวจความสมบูรณ์ของเซลล์บริเวณปากมดลูก ว่ามีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ที่ผิดปกติหรือไม่ ในบางครั้งผลตรวจที่พบความผิดปกติของเซลล์นั้น ก็อาจไม่ใช่เซลล์มะเร็งเสมอไปในกรณีที่การตรวจทางเซลล์วิทยา สงสัยความผิดปกติ เช่น การตัดชิ้นเนื้อที่ปากมดลูก (Colonoscopy) โดยแพทย์จะวินิจฉัยร่วมกับผลการตรวจอื่น ๆ ด้วย เช่น อัลตราซาวน์ เอกซ์เรย์คอมพิวเตอร์ (CT scan) เอกซ์เรย์คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI scan) เอกซ์เรย์ปอด (chest x-ray) ผลตรวจเลือด การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด(CBC) เพื่อประเมินว่ามะเร็งอยู่ในระยะใด เพื่อช่วยในวางแผนการรักษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1.4 แสดงการจำลองการวินิจฉัยมะเร็งปากมดลูก

โดยมีข้อบ่งชี้ในการตรวจทางเซลล์วิทยา ดังนี้

- สตรีที่เคยมีเพศสัมพันธ์ทางช่องคลอดกับบุรุษ (ไม่ว่าจะอายุน้อยเท่าใด) นับระยะเวลาจากครั้งนั้นได้ผ่านมาแล้ว 3 ปี จำเป็นต้องเริ่มรับการตรวจทางเซลล์วิทยา ครั้งแรก
- สตรีที่มีอายุครบ 21 ปี ทั้งโสด (ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์) มีสามี หรือมีคู่นอน จำเป็นต้องเริ่มรับการตรวจทางเซลล์วิทยา เป็นครั้งแรก
- สตรีที่มีอายุ 21-29 ปี ควรได้รับการตรวจทางเซลล์วิทยา ทุก 3 ปี ถ้าผลตรวจล่าสุดออกมาเป็นปกติ (Negative)
- สตรีที่มีอายุ 30-65 ปี ควรได้รับการตรวจทางเซลล์วิทยา ร่วมกับการตรวจหาเชื้อเอชพีวี (HPV) ทุก 5 ปี ถ้าผลการตรวจออกมาเป็นปกติ (Negative) เพราะโอกาสที่ท่านจะเป็นมะเร็งใน 3-5 ปีถัดไปนั้นจะมีน้อยมาก ดังนั้นจึงสามารถเว้นการตรวจได้นาน 3-5 ปี (แต่ถ้าเลือกตรวจ Pap Smear เพียงอย่างเดียวให้ตรวจทุก 3 ปี)
- สตรีที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นมะเร็งปากมดลูก เช่น มีการติดเชื้อเอชพีวี (HPV), ติดเชื้อเอชไอวี (HIV), ติดเชื้อหรือมีคู่นอนที่ติดเชื้อจากโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ (STD) เช่น ซิฟิลิส โกโนเรีย ฯลฯ, มีภูมิคุ้มกันต่ำ (เช่น จากการปลูกถ่ายอวัยวะ ได้รับยาเคมีบำบัด เป็นโรคมะเร็งชนิดอื่น ๆ), ได้ใช้ยาฮอร์โมนเพศชนิด ไดเอ็ททีลสติลเบสตรอล(DES) เพื่อป้องกันการแท้งบุตร หรือมีมารดาใช้ยานี้ในขณะตั้งครรภ์ (พบได้น้อยมากในปัจจุบัน), ตั้งครรภ์และคลอดบุตรในขณะยังติดเชื้อไวรัสชนิดเอชพีวี, เป็นผู้ติดบุหรี่, มีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกตั้งแต่อายุยังน้อย (ก่อน 18 ปี), มีหรือเคยมีคู่นอนหลายคน, คู่นอนมีเพศสัมพันธ์ตั้งแต่อายุยังน้อยและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีแฟนหลายคน, มีประวัติคนในครอบครัวเป็นมะเร็งปากมดลูก หรือเคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นมะเร็งหรือเสี่ยงต่อมะเร็งปากดลูก อาจต้องได้รับการตรวจบ่อยครั้งขึ้นตามคำแนะนำของแพทย์ โดยแพทย์อาจแนะนำให้ใช้การตรวจทางเซลล์วิทยา ปีละ 2 ครั้งในปีแรก หลังจากนั้นอาจเป็นทุก 3 เดือน, 6 เดือน หรือ 1 ปีขึ้นกับผลการตรวจและดุลยพินิจของแพทย์ตราบเท่าที่ยังมีสุขภาพดีอยู่

- สตรีที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป ที่ได้รับการตรวจทางเซลล์วิทยา อย่างสม่ำเสมอในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา หรือผลตรวจ 3 ครั้งสุดท้ายต่อเนื่องกัน ได้ผลออกมาเป็นปกติ (Negative) ทุกครั้ง กรณีแบบนี้แพทย์จะแนะนำให้ยุติการตรวจทางเซลล์วิทยา ไปตลอดชีวิต (สำหรับสตรีที่หยุดการตรวจคัดกรอง ควรได้รับการดูแลสุขภาพเชิงป้องกันต่อไปด้วย)
- สตรีที่ได้รับการผ่าตัดปากมดลูกออกไปอย่างสมบูรณ์ในช่วงที่ทำการผ่าตัดเอามดลูกออก (Hysterectomy) เพื่อรักษาโรคที่ไม่ใช่มะเร็ง เช่น เนื้องอกมดลูก ในกรณีนี้แพทย์อาจให้ยุติการตรวจทางเซลล์วิทยา ไปตลอดชีวิต (แต่ถ้ายังเหลือปากมดลูกอยู่ก็ต้องตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกไปตามปกติเฉกเช่นสตรีทั่วไป)

และขั้นตอนการตรวจทางเซลล์วิทยา มีดังนี้

การตรวจนี้ไม่ก่อให้เกิดอาการเจ็บปวดอย่างที่คิด เป็นการตรวจทำได้ง่าย และใช้เวลาตรวจไม่มาก ประมาณ 10-15 นาทีก็เสร็จ แต่สิ่งสำคัญคือจะต้องผ่อนคลายตนเองเพื่อไม่ให้เกิดอาการเกร็งในขณะตรวจ เพราะจะช่วยให้ไม่เจ็บและช่วยให้แพทย์ทำการตรวจได้ง่ายและไวขึ้น โดยในขั้นตอนการตรวจนั้นจะมีรายละเอียดดังนี้

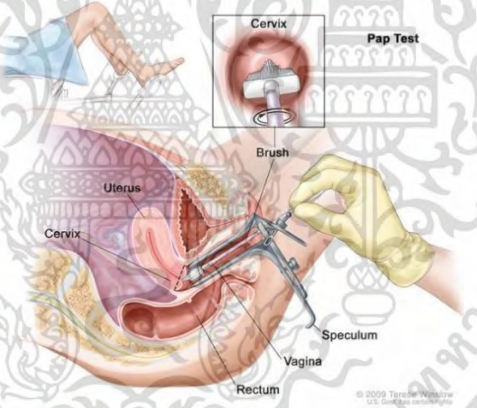
2.1.3.1) การตรวจทางเซลล์วิทยา เป็นการตรวจที่ห้องตรวจผู้ป่วยนอกซึ่งเป็นห้องที่มิดชิดพอสมควร การตรวจจะไม่มีการใช้ยาใด ๆ ก่อนตรวจ เมื่อตัดสินใจได้แล้วว่าจะตรวจ เจ้าหน้าที่จะแนะนำท่านไปปัสสาวะและเปลี่ยนชุด โดยจะให้ท่านถอดกางเกงชั้นในออกและสวมกระโปงผ้าที่มีลักษณะเหมือนผ้าถุงที่ทางโรงพยาบาลเตรียมไว้ให้ (แต่หากท่านใส่กระโปรงที่ไม่แคบหรือสั้นมาก ก็อาจถอดเพียงกางเกงชั้นในออกโดยไม่ต้องสวมผ้าถุงของโรงพยาบาลก็ได้ และสามารถขึ้นไปนอนบนเตียงตรวจได้เลย)

2.1.3.2) เมื่อเปลี่ยนชุดเสร็จแล้ว เจ้าหน้าที่จะเชิญให้ท่านขึ้นไปนอนหงายบนเตียงตรวจอวัยวะภายใน ซึ่งจะมีลักษณะเป็นขาหยั่งรองรับขาทั้งสองข้างเพื่อแยกขาออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3) เจ้าหน้าที่จะเปิดผ้าถุงและนำผ้ามาคลุมและเปิดช่องไว้ให้เพียงพอในการตรวจ หลังจากนั้นเจ้าหน้าจะเรียกแพทย์มาตรวจ

2.1.3.4) เมื่อท่านพร้อมแล้ว แพทย์ซึ่งใส่ถุงมือเรียบร้อยจะทำความสะอาดบริเวณดังกล่าวด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ แล้วจึงใช้เครื่องมือถ่างขยายช่องคลอด (Speculum) ซึ่งมีลักษณะคล้ายปากเป็ด สอดผ่านและถ่างขยายช่องคลอดดังรูปที่ 2.1.5 เพื่อให้เห็นปากมดลูกได้อย่างชัดเจน ซึ่งในช่วงที่ทำการใส่เครื่องมือเข้าไปในช่องคลอดนี้ ท่านควรแยกเข่าออกจากกันให้กว้างที่สุดในขณะที่พยายามวางก้นลงบนเตียง เพราะจะช่วยลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อในช่องคลอดได้ ทำให้ไม่เจ็บและช่วยให้แพทย์ใส่เครื่องมือได้ง่ายขึ้น (ในบางครั้งแพทย์อาจบอกให้ท่านช่วยเบ่งเล็กน้อยเพื่อให้ใส่เครื่องมือได้ง่ายขึ้น) อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนนี้อาจสร้างความรู้สึกอึดอัดได้เล็กน้อยและอาจทำให้บางรายรู้สึกเจ็บได้เล็กน้อย แต่ก็ไม่ต้องเป็นกังวลมากครับ เพราะแพทย์จะเลือกขนาดของเครื่องมือให้เหมาะสมกับช่องคลอดของแต่ละคนอยู่แล้ว รวมทั้งในสตรีที่ไม่เคยมีเพศสัมพันธ์ด้วย



รูปที่ 2.1.5 แสดงการใช้เครื่องมือถ่างขยายช่องคลอดในการทำการตรวจทางเซลล์วิทยา

2.1.3.5) เมื่อแพทย์ใส่เครื่องมือได้ในตำแหน่งที่เหมาะสม คือเห็นรูเปิดของปากมดลูกแล้ว แพทย์จะใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะคล้ายไม้ไอศกรีมแต่มีขนาดเล็กกว่ามาก หรือใช้แปรงเล็ก ๆ ป้ายเอาเซลล์บริเวณปากมดลูก (ถ้าเป็นการตรวจทางเซลล์วิทยาแบบสามัญ แพทย์จะนำไม้ที่เก็บเซลล์ป้ายลงบนแผ่นสไลด์แล้วแช่ในน้ำยาแอลกอฮอล์ แต่ถ้าเป็นการตรวจทางเซลล์วิทยาแบบแผ่นบาง แพทย์จะนำแปรงที่เก็บเซลล์แล้วจุ่มลงในขวดที่บรรจุสารละลายชนิดเฉพาะ) ก่อนที่จะรีบนำไปส่งห้องปฏิบัติการ (Laboratory) เพื่อการตรวจวิเคราะห์ทางพยาธิวิทยาต่อไปดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

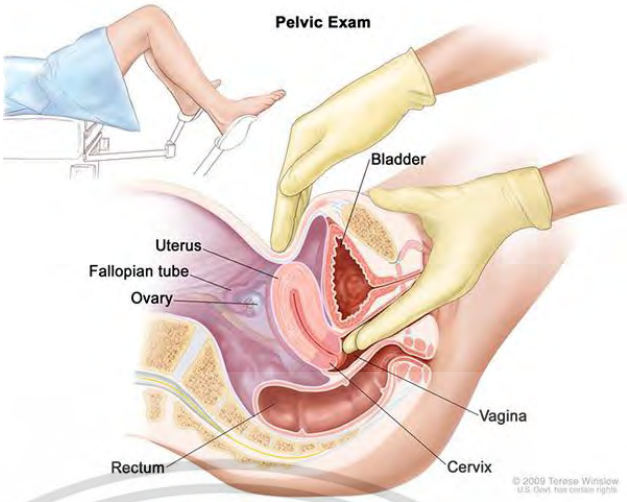
รูปที่ 2.1.6 ว่ามีเซลล์ผิดปกติที่เข้าได้กับระยะก่อนเป็นมะเร็งหรือระยะที่เป็นมะเร็งปากมดลูกหรือไม่ ซึ่งอันนี้ต้องใช้เวลารอผลประมาณ 1-4 สัปดาห์

รูปที่ 2.1.6 แสดงการเก็บเซลล์ในการทำการตรวจทางเซลล์วิทยา

หลังจากการเก็บเซลล์เสร็จแล้ว แพทย์ก็จะนำอุปกรณ์เก็บเซลล์ออก แล้วตามด้วยเครื่องมือถ่างขยายช่องคลอดออกจากช่องคลอด เมื่อถึงตรงนี้ก็ถือว่าสิ้นสุดการตรวจทางเซลล์วิทยาแล้ว

จากนั้นแพทย์อาจจะทำการตรวจภายใน (Pelvic exam) ด้วยการใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางของมือขวาที่ใส่ถุงมือใส่เข้าไปในช่องคลอด ส่วนมือซ้ายจะคลำที่หน้าท้องบริเวณท้องน้อยไปพร้อม ๆ กันดังรูปที่2.1.7 เพื่อสังเกตหาความผิดปกติต่าง ๆ ทั้งขนาด รูปร่าง ตำแหน่ง และสีของอวัยวะต่าง ๆ ภายในอุ้งเชิงกราน ซึ่งในระหว่างนี้ให้พยายามผ่อนคลายให้มาก ๆ อย่าเกร็งท้อง เพราะจะช่วยให้แพทย์ตรวจได้ง่าย แม่นยำ และตรวจเสร็จได้อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นท่านก็สามารถลงจากเตียงตรวจและเปลี่ยนกลับมาใส่ชุดเดิมได้ (การตรวจภายในโดยมากมักจะตรวจร่วมกับการตรวจทางเซลล์วิทยา หากท่านต้องการตรวจทางเซลล์วิทยาแพทย์จะทำการตรวจทางเซลล์วิทยาก่อนแล้วจึงตามด้วยการตรวจภายใน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1.7 แสดงการจำลองการตรวจภายใน

โดยปกติแล้วทั้งการตรวจทางเซลล์วิทยาและการตรวจภายใน (Pelvic exam) จะไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดใด ๆ ผู้รับการตรวจจึงไม่ต้องเป็นกังวลใจไปมากนัก แต่ในบางครั้งการตรวจก็อาจทำให้เกิดผลข้างเคียงได้เล็กน้อย เช่น อาการปวดหน่วงท้องน้อย หรืออาการปวดบีบมดลูก ซึ่งเกิดขึ้นทันทีภายหลังการตรวจหรือเกิดขึ้นในขณะที่แพทย์กำลังตรวจและทำการเก็บเซลล์ที่ปากมดลูก แต่โดยทั่วไปแล้วอาการดังกล่าวมักจะไม่ค่อยเกิดขึ้น หรือถ้าเกิดก็มักจะเป็นเพียงชั่วคราว เมื่อตรวจเสร็จอาการก็จะหายไป หรืออาจเป็นอยู่เพียงชั่วคราวในระยะเวลาสั้น ๆ (ถ้าอาการดังกล่าวรบกวนท่านมากก็สามารถกินยาแก้ปวดได้) นอกจากนี้ ในสตรีบางรายก็อาจมีเลือดออกภายหลังการตรวจได้ แต่มักจะเป็นเลือดเพียงเล็กน้อยและหายได้เองภายใน 1 วัน แต่หากมีเลือดออกมาก ออกนาน หรืออาการปวดท้องยังไม่หายก็ควรรีบปรึกษาแพทย์

2.1.4 การรักษามะเร็งปากมดลูก

ขั้นตอนในการรักษาผู้ป่วยมะเร็งปากมดลูกขึ้นอยู่กับระยะและอาการที่ป่วย โดยก่อนรับการรักษา แพทย์กับผู้ป่วยต้องปรึกษาและตัดสินใจร่วมกันเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการรักษา ผลกระทบและภาวะแทรกซ้อนหลังการรักษา การเลือกประเภทการรักษาตามระยะการป่วย โอกาสและเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จจากการรักษา

วิธีการรักษาที่ใช้ในระยะก่อนมะเร็ง คือ การผ่าตัดหรือรักษาบางส่วนของปากมดลูกที่มีรอยโรค การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อแบบวงกว้างหรือ (Large Loop Excision of the Transformation Zone) การผ่าตัดแบบการตัดชิ้นเนื้อเป็นรูปโคน (Cone Biopsy) และการรักษาด้วยเลเซอร์ (Laser Therapy) และนัดติดตามการรักษาอย่างใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในผู้ป่วยที่ตรวจพบเซลล์มะเร็งแล้ว ต้องรักษาตามระยะและอาการที่พบด้วย เพราะในบางรายอาจมีภาวะแทรกซ้อนจากการที่มะเร็งลุกลามไปตามส่วนต่าง ๆ และอาจใช้วิธีในการรักษาร่วมกันมากกว่า 1 วิธี โดยแพทย์จะพิจารณาตามความเหมาะสมของสภาพร่างกายและอาการป่วย

วิธีการรักษาที่ใช้ในผู้ป่วยที่ตรวจพบมะเร็งแล้ว ได้แก่ รังสีรักษา (Radiotherapy) เคมีบำบัด (Chemotherapy) และการผ่าตัด (Surgery) ปากมดลูก มดลูก รังไข่ ขึ้นกับความเหมาะสมของคนไข้ตามระดับความรุนแรงของโรคและบริเวณอวัยวะที่ถูกมะเร็งลุกลาม โดยส่วนใหญ่ผู้ป่วยมะเร็งระยะแรกจะใช้วิธีการรักษาเป็นการผ่าตัดร่วมกับการใช้ยาเคมีบำบัด ส่วนผู้ป่วยที่มีการลุกลามของมะเร็งที่มากขึ้นมักใช้วิธีการฉายแสงรังสีรักษาร่วมกับการใช้ยาเคมีบำบัด

2.1.5 ภาวะแทรกซ้อนของมะเร็งปากมดลูก

หากมะเร็งเริ่มลุกลามไปยังเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้เคียงรวมถึงกระดูก ตับ ปอด และสมอง จะส่งผลกระทบต่อระบบการทำงานของอวัยวะภายใน ทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยต่าง ๆ แสดงออกมา โดยภาวะที่อาจเกิดขึ้นหลังป่วยด้วยมะเร็งปากมดลูก ได้แก่ ความเจ็บปวดตามร่างกายบริเวณต่าง ๆ ที่มะเร็งอาจแพร่ลามไปถึง ภาวะมีเลือดออก อย่างเลือดไหลออกจากช่องคลอด หรือปัสสาวะมีเลือดปน ช่องคลอดมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ และการติดเชื้อภายในช่องคลอด การเกิดลิ่มเลือดที่อาจปิดกั้นทางเดินเลือด การเกิดช่องทะลุระหว่างเนื้อเยื่ออวัยวะ ส่งผลให้มีของเหลวไหลออกจากช่องคลอด และไตวาย เนื่องจากมะเร็งแพร่กระจายในเลือดอาจเจริญเติบโตกีดขวางบริเวณท่อไต เป็นเหตุให้ระบบการทำงานของไตไม่สามารถทำงานตามปกติได้ และอาจเกิดไตวายในที่สุด

ยังสามารถพบอาการแทรกซ้อนที่เกิดตามหลังจากการรักษาด้วยยาเคมีบำบัด รังสีรักษา หรือการผ่าตัด

2.1.6 การป้องกันมะเร็งปากมดลูก

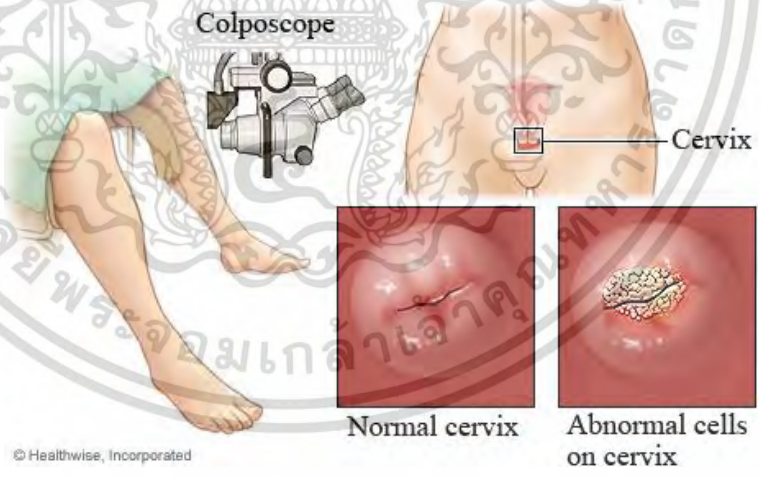
วิธีป้องกันและลดความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งปากมดลูก สามารถทำได้โดยการฉีดวัคซีนป้องกันการติดเชื้อไวรัสเอชพีวีที่สามารถป้องกันไวรัสนี้ได้บางสายพันธุ์ รวมถึงสายพันธุ์ที่มีความเสี่ยงสูงอย่างเอชพีวี-16 และ เอชพีวี-18 ลดความเสี่ยงในการติดเชื้อเอชพีวีด้วยตนเอง ด้วยการป้องกันขณะมีเพศสัมพันธ์ ใช้ถุงยางอนามัยเพื่อป้องกันการติดต่อ ไม่เปลี่ยนคู่นอนบ่อย ๆ ไม่สูบบุหรี่ ดูแลสุขภาพร่างกาย ตรวจสุขภาพ และตรวจด้วยชุดคัดกรองมะเร็งปากมดลูกเป็นระยะ และรีบไปพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพทย์หากพบอาการแสดงของโรคที่น่าสงสัย เพื่อป้องกันการเกิดมะเร็งปากมดลูก หรือเพื่อให้ทราบระยะของการป่วยแล้วเข้ารับการรักษาได้ตั้งแต่แรกเริ่มก่อนมะเร็งจะลุกลาม

2.2 การทำคอลโปสโคป

การตรวจด้วยคอลโปสโคป คือ การตรวจเนื้อเยื่อบุผิว (epithelium) ของปากมดลูก ช่องคลอด ปากช่องคลอด และทวารหนัก ด้วยกล้องขยายส่องสว่างหลังจากทาหรือชโลมด้วยน้ำยาเฉพาะ เพื่อตรวจหาความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับมะเร็ง หรือเพื่อตรวจยืนยันความปกติของเนื้อเยื่อบุผิว ดังรูปที่ 2.2.1 เป็นหัตถการที่อาจจะทำร่วมกับการตรวจ คือ การตัดเนื้อเยื่อเป้าหมายออกตรวจ (targeting biopsies) จากบริเวณที่มีความผิดปกติรุนแรงที่สุด โดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในส่วนของการค้นหาเซลล์ที่ผิดปกตินั้นจะสามารถทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสะดวกขึ้น ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีเวลาในการตรวจสอบผลการคัดกรองมากขึ้น ความแม่นยำในการตรวจคัดกรองจึงสูงขึ้น ดังนั้นระบบการคัดกรองเซลล์มะเร็งปากมดลูกด้วยปัญญาประดิษฐ์ในโครงการนี้จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูกในปัจจุบันได้



รูปที่ 2.2.1 แสดงการจำลองการทำคอลโปสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 กรณีที่ควรจะมีการตรวจด้วยคอลโปสโคป มีดังนี้

- ผลการตรวจคัดกรองมะเร็งปากมดลูก ด้วยการตรวจทางเซลล์วิทยาผิดปกติ(เยื่อบุผิดปกติแบบไม่สามารถระบุได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นมะเร็งหรือไม่(ASC-US) หรือรุนแรงกว่า) เป็นกรณีที่แนะนำให้ตรวจด้วยคอลโปสโคปมากที่สุด
- ปากมดลูกมีลักษณะผิดปกติเช่น มีแผล หรือก้อนเนื้อ จากการตรวจด้วยตาเปล่า
- เลือดออกผิดปกติระหว่างรอบเดือนที่ไม่สามารถอธิบายสาเหตุได้ หรือเลือดออกหลังจากมีเพศสัมพันธ์ และตกขาวเนิ่นนานที่ไม่สามารถอธิบายสาเหตุได้ อาจตรวจด้วยคอลโปสโคปเพื่อวินิจฉัยแยกโรคมะเร็ง
- รอยโรคน่าสงสัยบริเวณช่องคลอดและปากช่องคลอดจากการตรวจด้วยตาเปล่า
- กรณีอื่น ๆ ที่อาจพิจารณาตรวจด้วยคอลโปสโคป
- การติดเชื้อเอชพีวีความเสี่ยงสูงแบบเนิ่นนาน (persistent HPV infection) เช่น ผลการตรวจเอชพีวี การตรวจดีเอ็นเอ(DNA Testing) ให้ผลบวก 2 ครั้ง จากการตรวจห่างกัน 12 เดือน
- ผลการตรวจด้วยน้ำส้มสายชู (visual inspection with acetic acid, VIA) พบฝ้าขาวหรือผิดปกติ
- การตรวจติดตามผลหลังการรักษารอยโรคเยื่อบุปากมดลูกมีการแบ่งตัวผิดปกติ (CIN) ด้วยการรักษาเฉพาะที่ เช่น การจี้ด้วยความเย็น และ การตัดด้วยห่วงไฟฟ้า ฯลฯ
- รอยโรคเยื่อบุปากมดลูกมีการแบ่งตัวผิดปกติ 1 ที่คงอยู่นานกว่า 12 เดือน
- คู่นอนเป็นเนื้องอกหรือหูดหงอนไก่ที่อวัยวะเพศส่วนล่าง
- ผลการตรวจทางเซลล์วิทยาพบว่ามีการอักเสบหลายครั้งโดยไม่ทราบสาเหตุ โดยเฉพาะในสตรีที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อมะเร็งปากมดลูก

2.2.2 กรณีที่ควรเลี่ยงการทำคอลโปสโคป ได้แก่

- สตรีที่กำลังมีเลือดประจำเดือนออกมาก
- ปากมดลูก ช่องคลอด หรือปากช่องคลอดอักเสบแบบเฉียบพลันหรือรุนแรง ควรตรวจหาสาเหตุและรักษาให้หายก่อนเพราะการตรวจและการตัดชิ้นเนื้ออาจทำให้ตกเลือด เจ็บปวด และไม่ให้ความร่วมมือในการตรวจ นอกจากนี้การอักเสบอาจทำให้ความแม่นยำของการตรวจลดลง
- สตรีที่รับประทานยาต้านการแข็งตัวของเลือดอาจจะต้องหยุดยาหลายวันก่อนทำการตัดชิ้นเนื้อที่ปากมดลูก (cervical biopsy) หรือการขูดเยื่อบุภายในคอมดลูก (endocervical curettage)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการตั้งครรภ์นั้น ไม่ได้ถูกห้ามไม่ให้ทำการตรวจด้วยคอลโปสโคป แต่การสืบค้นอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยน เช่น หลีกเลี่ยงการทำการตัดชิ้นเนื้อที่ปากมดลูกถ้าการตรวจไม่สงสัยมะเร็งระยะลุกลามและไม่ควรทำการขูดเยื่อบุภายในคอมดลูก สตรีหลังวัยหมดประจำเดือนที่ไม่ได้รับฮอร์โมนทดแทนอาจจะต้องให้ฮอร์โมนเอสโตรเจนทาหรือรับประทาน 3 สัปดาห์ก่อนการตรวจ ควรให้งดการมีเพศสัมพันธ์ การสอดยาหรือผ้าอนามัยในช่องคลอด 24 ชั่วโมงก่อนการตรวจ

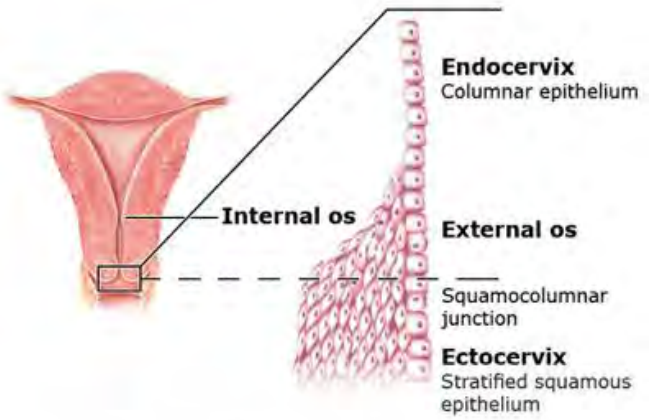
2.2.3 จุดประสงค์หลักในการตรวจด้วยคอลโปสโคป

ในกรณีที่ตรวจพบว่ามีผลการตรวจทางเซลล์วิทยาผิดปกติแล้วนั้น มีด้วยกัน 3 ประการ ได้แก่

- เพื่อตรวจแยกว่าไม่มีมะเร็งปากมดลูกระยะลุกลาม
- เพื่อตรวจหารอยโรคขั้นสูงได้แก่ พยาธิสภาพ เยื่อบุปากมดลูกมีการแบ่งตัวผิดปกติ (CIN)2,3และมะเร็งระยะต้นๆที่อยู่บนชั้นของเซลล์ปกติยังไม่แทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อปกติ(adenocarcinoma in situ) ซึ่งต้องทำการการรักษาไม่ให้รอยโรคคืบหน้าเป็นมะเร็งระยะลุกลาม
- เพื่อเป็นแนวทางในการดูแลรักษาที่เหมาะสมต่อไปเช่น ถ้าผลการตรวจทางเซลล์วิทยา เป็น เยื่อบุผิดปกติแบบไม่สามารถระบุได้อย่างแน่ชัดว่าเป็นมะเร็งหรือไม่ (ASC-US) หรือ ความผิดปกติเล็กน้อยของเซลล์ปากมดลูก(LSIL) และการตรวจด้วยคอลโปสโคปไม่พบรอยโรคสามารถตรวจติดตามดูการดำเนินโรคได้ทุก 6 เดือน หรือถ้าผลการตรวจทางเซลล์วิทยาเป็นความผิดปกติระดับปานกลางและระดับรุนแรงของเซลล์ปากมดลูก(HSIL) และผลการตรวจด้วยคอลโปสโคปไม่เห็น เขตเซลล์แปรรูป(transformation zone) หรือเห็นบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่หมด หรือเห็นรอยโรคได้ไม่หมดควรทำการตัดปากมดลูกเพื่อการวินิจฉัย (diagnostic excision) ต่อไป

เมื่อตรวจปากมดลูกด้วยคอลโปสโคปจะพบเยื่อบุปกติและ/หรืออาจจะผิดปกติ ดังรูปที่ 2.2.2 ที่แสดงส่วนต่างๆของปากมดลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2.2 แสดงส่วนต่างๆของปากมดลูก

2.2.4 การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในการทำคอลโปสโคป

การตรวจด้วยคอลโปสโคปให้สังเกตการเปลี่ยนแปลง 2 ประการของปากมดลูกคือ

- การเปลี่ยนแปลงของผิวเยื่อบุ (epithelial changes) เช่น ผิวเรียบหรือขรุขระซึ่งบ่งบอกถึงความรุนแรงของรอยโรค ความทึบหรือความขาวหลังจากชโลมด้วยกรดอะเซติกซึ่งบ่งบอกถึงความหนาแน่นของเซลล์หรือความรุนแรงของรอยโรค และความคมชัดของขอบหรือรอยต่อระหว่างรอยโรคกับเยื่อบุใกล้เคียง
- การเปลี่ยนแปลงของเส้นเลือด (vascular changes) เช่น ลักษณะและขนาดของเส้นเลือดชนิดต่างๆ ระยะห่างระหว่างเส้นเลือด ความเข้มของเส้นเลือดที่ผิดปกติ และตำแหน่งของเส้นเลือด อยู่ภายในรอยโรคหรือทอดอยู่บนผิวของรอยโรค

2.2.5 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการตรวจปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป ได้แก่

- เครื่องถ่างตรวจช่องคลอด(vaginal speculum)ขนาดต่าง ๆ กันตามความเหมาะสมกับช่องคลอดของผู้ป่วยแต่ละราย
- เครื่องถ่างตรวจผนังช่องคลอดด้านข้าง(lateral vaginal wall retractor) ใช้ถ่างผนังช่องคลอดด้านข้างที่ยื่นมาบังการตรวจปากมดลูก
- ตะขอเกี่ยวปากมดลูก(hook) ใช้จับยกเนื้อเยื่อที่มีผิวเรียบเพื่อให้ตัดเนื้อออกตรวจได้ง่ายขึ้น และใช้ดึงผนังช่องคลอดเพื่อตรวจบริเวณรอยย่น
- เครื่องถ่างตรวจภายในคอมดลูก(endocervical speculum) ใช้ตรวจภายในคอมดลูกในกรณีที่รอยโรคหรือเขตเซลล์แปรรูปอยู่เข้าไปไม่ลึกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คีมจับเนื้อเยื่อ(tissue forceps) ยาวอย่างน้อย 20 ซม. ใช้จับสำลีชุบกรดอะเซติกเพื่อชโลมปากมดลูก และใช้จับผ้ากอซเพื่อกดห้ามเลือด
- อุปกรณ์สำหรับการตัดเนื้อออกตรวจ(punch biopsy forceps) ปลายที่ใช้ตัดต้องคมเพื่อไม่ให้ครูดได้แต่เยื่อบุผิว ด้ามต้องยาวพอสมควร ประมาณ 20 – 25 ซม. เพื่อใช้ตัดในที่ลึกได้
- เครื่องมือขูดภายในคอมดลูก(endocervical curet) สำหรับขูดเยื่อบุภายในคอมดลูกมาตรวจทางพยาธิวิทยา ปลายเครื่องมือต้องคมและเล็กพอที่จะสอดเข้าไปภายในคอมดลูกเล็ก ๆ ได้ บางท่านใช้แปรงขนอ่อน(endocervical brush)หมุนเก็บเซลล์ตัวอย่างภายในคอมดลูกเพื่อตรวจทางเซลล์วิทยา
- เครื่องมือจับยึดปากมดลูก เช่นเครื่องมือจับปากมดลูก(tenaculum) หรือคีมจับเนื้อเยื่อแบบล๊อค(Allis clamps)ใช้จับยึดปากมดลูกไม่ให้เลื่อนหนีขณะตัดเนื้อออกตรวจหรือขณะขูดคอมดลูก โดยทั่วไปแล้วไม่จำเป็นต้องใช้และอาจทำให้เลือดออกตรงรอยเขี้ยวของเครื่องมือด้วย
- ผ้ากอซพันสำลีพร้อมเชือกรัดหรือผ้ากอซยาวสำหรับประจุช่องคลอด(vaginal packing gauze) ใช้ห้ามเลือดที่ออกจากปากมดลูกหลังจากตัดเนื้อออกตรวจ
- ก้อนสำลี(cotton ball)หรือสำลีพันปลายไม้(cotton swab) สำหรับชุบสารละลายกรดอะเซติกชโลมปากมดลูก เช็ดเลือดและกดจุดเลือดออกก่อนที่จะประจุด้วยผ้ากอซ
- สารละลายกรดอะเซติก ความเข้มข้นร้อยละ 3 – 5 (3-5% acetic acid solution) อาจใส่ไว้ใน ขวดที่มีหัวฉีดเพื่อใช้ฉีดชโลมปากมดลูกเวลาตรวจปากมดลูกเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของผิวเยื่อบุ
- สารละลายน้ำเกลือปกติ(normal saline solution) สำหรับเช็ดทำความสะอาดปากมดลูก
- สารละลายไอโอดีน เช่นสารละลายลูกอล(Lugol solution) หรือสารละลายชิลเลอร์(Schiller solution) สำหรับการทดสอบชิลเลอร์(Schiller test)เพื่อตรวจบริเวณที่ติดสีและไม่ติดสีไอโอดีน
- ผลึกหรือแท่งซิลเวอร์ไนเตรต(silver nitrate stick)และสารละลายมอนเซล(Monsel solution) สำหรับจี้จุดเลือดออกเพื่อห้ามเลือด บางท่านไม่นิยมใช้ซิลเวอร์ไนเตรตเพราะทำให้เกิดตะกอนสีเงินซึ่งรบกวนการตรวจด้วยคอลโปสโคปครั้งต่อไป โดยทั่วไปการประจุปากมดลูกด้วยผ้ากอซยาว ก็เพียงพอที่จะห้ามเลือดตรงจุดที่ตัดเนื้อออกตรวจได้
- อุปกรณ์สำหรับเก็บเนื้อเยื่อตัวอย่างจากการตัดเนื้อออกตรวจ ได้แก่ ขวดบรรจุน้ำยาฟอร์มาลิน ไม้จิ้มฟันสำหรับดันเนื้อเยื่อออกจากคีมตัดเนื้อออกตรวจ

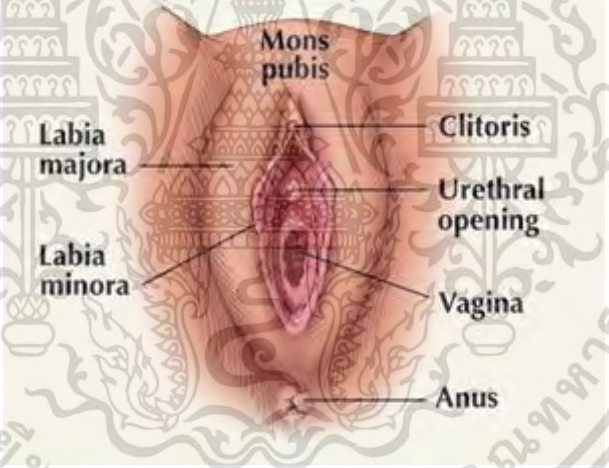
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์สำหรับการทำการตรวจทางเซลล์วิทยา ได้แก่ ไม้อายย์เร (Ayre spatula) แผ่นกระจก ขวดบรรจุน้ำยาตรึงสภาพเซลล์
- แผ่นบันทึกผลการตรวจและใบคำแนะนำการปฏิบัติตัวภายหลังการตรวจ

2.3 ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง

ระบบสืบพันธุ์เพศหญิงเป็นระบบที่ทำหน้าที่คล้ายกับระบบสืบพันธุ์เพศชาย ซึ่งนอกจากสร้างเซลล์สืบพันธุ์คือเซลล์ไข่และสร้าง hormone เพศหญิงแล้ว ยังทำหน้าที่ดูแลฟูมฟักให้เซลล์ไข่ที่ผสมติดให้พัฒนากลายเป็นตัวอ่อนจนคลอดออกมา ระบบสืบพันธุ์เพศหญิงประกอบด้วย

2.3.1 อวัยวะเพศภายนอก (external genitalia) เป็นอวัยวะที่มองเห็นได้จากภายนอก อาจจะเรียกว่า แคมช่องคลอด(vulva) หรือ อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก(pudendum) ซึ่งได้แก่ เนินหัวเหน่า แคมใหญ่ แคมเล็ก คลิตอริส(Clitoris) , บริเวณรูเปิดของท่อต่างๆ (vestibule), ต่อมบาร์โทลิน (Bartholin's gland) , ต่อมพารายูรีทรอล(paraurethral gland) และบริเวณฝีเย็บ ดังรูปที่ 2.3.1



รูปที่ 2.3.1 แสดงอวัยวะเพศภายนอกของเพศหญิง

2.3.1.1) เนินหัวเหน่า (mone pubis) เป็นผิวหนังนูนอยู่บริเวณเหนือกระดูกหัวเหน่า (pubic symphysis) เมื่อเข้าสู่วัยสาวจะมีขนงอกขึ้นที่บริเวณนี้ สำหรับในเพศหญิงแนวขนจะเรียงตัวเป็นรูปสามเหลี่ยมมียอดชี้ลงมาทางด้านล่าง

2.3.1.2) แคมใหญ่ (labiamajora) เป็นผิวหนังที่ต่อมาจากทางด้านล่างของเนินหัวเหน่า มีลักษณะนูนแยกเป็น 2 กลีบลงไปบรรจบกันทางด้านหลังที่บริเวณฝีเย็บ

2.3.1.3) แคมเล็ก (labia minora)เป็นชั้นผิวหนังที่ยกตัวขึ้นเป็นกลีบเล็กๆ สีแดง 2 กลีบทางด้านในของแคมใหญ่ กลีบของแคมเล็กทางด้านหน้าจะแยกออกเป็น 2 แฉก แฉกด้านบนมาจรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันกลายเป็นผิวหนังคลุม คลิตอริสเรียกว่า ”หนังหุ้มปลายของคลิตอริส(prepuce of clitoris)” แฉกด้านล่างจรดกันใต้คลิตอริส เรียกว่า

” เส้นเอ็นยึดคลิตอริส(frenulum of clitoris) “ ส่วนปลายหลังของแคมเล็กจะโอบรอบรูเปิดของช่องคลอดและท่อปัสสาวะแล้วมาจรดกันด้านหลังเรียกว่า ” แคมใหญ่(fourchette) “ แคมเล็กไม่มีขนงอก

2.3.1.4) คลิตอริส(clitoris) มีลักษณะเป็นตุ่มเล็กๆ มีโครงสร้างเป็น erectile tissue เช่นกัน มีหลอดเลือดและปลายประสาทรับความรู้สึกมาเลี้ยงเป็นจำนวนมาก ดังนั้นหากเกิดการฉีกขาดที่บริเวณนี้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในขณะคลอดจะทำให้เจ็บ เสียเลือดมากและเย็บติดได้ยาก

2.3.1.5) บริเวณรูเปิดของท่อต่างๆ(vestibule) เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างแคมเล็กทั้งสองข้างตั้งแต่คลิตอริส ลงไปจนถึงแคมใหญ่ บริเวณนี้มีรูเปิดของท่อต่างๆ ดังนี้

– รูเปิดของท่อปัสสาวะ (urethral orifice) จะอยู่ถัดจาก clitoris ราว 1 ซม.

– รูเปิดของช่องคลอด (vaginal orifice) อยู่ถัดไปอีก มีเยื่อพรหมจารีย์ปิดอยู่

– รูเปิดของต่อมบาร์โทลินและต่อมพารายูรีทรอล อย่างละ 1 คู่

2.3.1.6) ต่อมบาร์โทลิน(greater vestibular gland) เป็นต่อมเล็กๆ ขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียว พบอยู่ 2 สร้างเมือกหล่อลื่นและมีฤทธิ์เป็นด่าง เพื่อลดความเป็นกรดในช่องคลอด

2.3.1.7) เยื่อพรหมจารีย์ (hymen) เป็นเนื้อเยื่อที่ยื่นออกมาปิดรูเปิดของช่องคลอด ตรงกลางจะมีรูเปิดเล็กๆ เยื่อพรหมจารีย์นี้สามารถยืดหยุ่นได้ ในเด็กบางคนเยื่อพรหมจารีย์ไม่มีรูเปิดจึงปิดช่องคลอดไว้หมด ทำให้เลือดประจำเดือนไม่สามารถไหลออกมาได้ เรียก” เยื่อพรหมจารีย์ไม่มีรูเปิด(imperferated hymen) “

2.3.1.8) ฝีเย็บ(perineum) เป็นบริเวณรูปสี่เหลี่ยม (diamond-shape)โดยลากเส้นเชื่อมต่อจากกระดูกหัวเหน่าไปยัง ปุ่มอิสเคียล(ischial tuberosity) 2 ข้างและกระดูกก้นกบ แต่ถ้าลากเส้นตรงเชื่อมต่อระหว่าง ปุ่มอิสเคียล ทั้ง 2 ข้างจะแบ่งฝีเย็บออกเป็นบริเวณรูปสามเหลี่ยม 2 รูปคือด้านหน้าเรียก สามเหลี่ยมอวัยวะเพศและทางเดินปัสสาวะ (urogenital triangle) เป็นที่ตั้งของอวัยวะเพศภายนอกทั้งหมด และด้านหลังเรียกว่า ” สามเหลี่ยมรูทวาร(anal triangle) “จะพบรูเปิดของทวารหนักอยู่บริเวณที่อยู่ระหว่างช่องคลอดกับทวารหนัก จะมีก้อนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เหนียวและแข็งแรงอยู่ข้างในเรียกว่า ”เพอริเนียลบอดี(perineal body)“ ซึ่งมีความสำคัญเป็นจุดยึดเกาะของกล้ามเนื้อลายหลายมัด ที่ทำหน้าที่รองรับอวัยวะต่างๆ ที่อยู่ภายในอุ้งเชิงกรานไม่ให้เคลื่อนออกมา ฝีเย็บมักจะฉีกขาดขณะที่ทำการคลอด ถ้าหากไม่มีการเย็บซ่อม ก็อาจจะทำให้อวัยวะภายในอุ้งเชิงกรานโดยเฉพาะมดลูกเคลื่อนที่ออกมาทางช่องคลอด ดังนั้นการป้องกันไม่ให้ฝีเย็บฉีกขาดขณะทำคลอดจะต้องตัดบริเวณฝีเย็บ เรียกว่า ”การตัดบริเวณฝีเย็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(episiotomy)” เพื่อเปิดช่องคลอดให้กว้างขึ้นจะได้คลอดสะดวก เมื่อทารกคลอดออกมาแล้วค่อยทำการเย็บปิดกลับตามเดิม

2.3.2 อวัยวะสืบพันธุ์ภายใน

ประกอบด้วยหลายอวัยวะ ดังรูปที่ 2.3.2

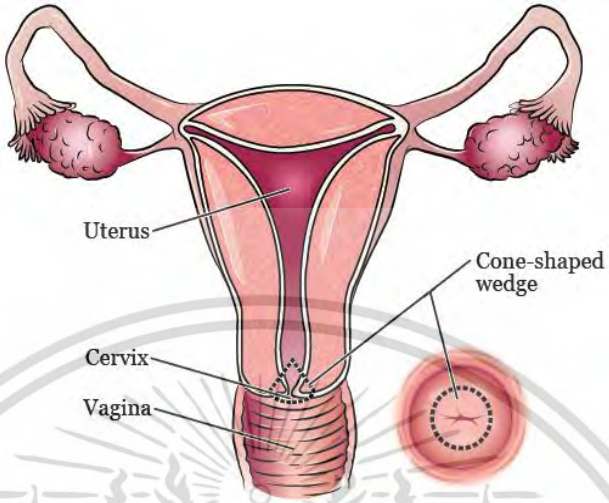
รูปที่ 2.3.2 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์ภายในของเพศหญิง

2.3.2.1) ช่องคลอด(Vaginal Canal) ช่องคลอด เป็นช่องอวัยวะภายในที่ตั้งอยู่ระหว่างช่องปัสสาวะกับช่องทวารหนัก ยาวประมาณ 7-8 เซนติเมตร เป็นช่องสำหรับผ่านของตัวอสุจิเพื่อเข้าไปปฏิสนธิกับไข่บริเวณปีกมดลูกหรือท่อนำไข่ รวมถึงเป็นทางออกของทารกในขณะคลอด ผนังภายในของช่องคลอดเป็นเยื่อเกือบติดกัน และสามารถแยกออกจากกันได้ สามารถยืดหดได้มาก และบริเวณปากช่องคลอดมีต่อมขนาดเล็กทำหน้าที่ขับน้ำเมือกมาเลี้ยงช่องคลอด เรียกว่า ต่อมบาร์โทลิน (Bartholin Grand) ในภาวะปกติ ช่องคลอดจะมีมีสภาพเป็นกรดที่มาจากการเปลี่ยนไกลโคเจนให้เป็นกรดแลกติก (Lactic Acid)แบคทีเรียชนิดหนึ่ง จึงเป็นสภาวะที่ช่วยป้องกันการติดเชื้อจุลินทรีย์ได้ และที่ปากช่องคลอดเยื่อบางๆ เรียกว่า เยื่อพรหมจารี (Hymen) ปกคลุมอยู่ เยื่อนี้ จะขาดไปเมื่อมีเพศสัมพันธุ์ครั้งแรกหรือกรณีอื่นๆ เช่น การเล่นกีฬา การทำงานหนักที่ทำให้เกิดการฉีกขาดของเยื่อพรหมจารี แต่ในบางคนอาจจะขาดมาแล้วตั้งแต่กำเนิด

2.3.2.2) มดลูก(Uterus) มดลูกเป็นอวัยวะสืบพันธ์เพศหญิงที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีรูปร่างลักษณะคล้ายผลชมพู่ ตั้งอยู่ในอุ้งเชิงกราน และอยู่ระหว่างกระเพาะปัสสาวะซึ่งอยู่ด้านหน้า และทวารหนักซึ่งอยู่ด้านหลัง มีส่วนที่ติดต่อกับช่องคลอดทีเป็นปากมดลูก เรียกว่า เซอวิก (Cervix) ดังรูปที่ 2.3.3 ภายในมดลูกมีลักษณะเป็นโพรงแคบๆ มีเยื่อบุโพรงมดลูกที่เป็นกล้ามเนื้อหนา และมีความแข็งแรง มีเส้นเลือดมาเลี้ยงจำนวนมาก และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดทุกรอบเดือนจากอิทธิพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของฮอร์โมนเพศเอสโตรเจน และโปรเจสเตอร์โรน เยื่อผนังมดลูกจะหลุดลอกขณะมีประจำเดือน แต่เมื่อตั้งครรภ์จะขยายตัวใหญ่เป็นที่ฝังตัวของไข่ที่ปฏิสนธิจากเชื้ออสุจิแล้ว และค่อยๆเจริญเติบโตเป็นทารกในครรภ์ หลังการคลอดผนังมดลูกจะกลับคืนสู่สภาพเดิมภายใน 45 วัน



รูปที่ 2.3.3 แสดงระยะของปากมดลูก

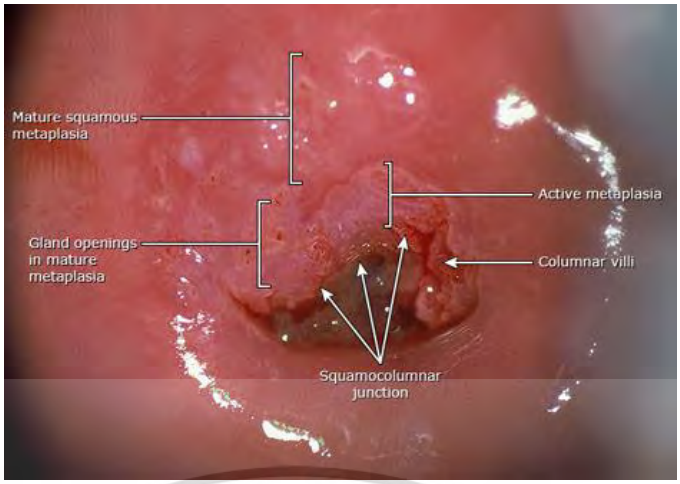
2.3.2.3) รังไข่(Ovary) รังไข่ เป็นอวัยวะขนาดเล็ก สีขาวมัน มีรูปร่างคล้ายเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ขนาดเท่าเมล็ดมะปราง มี 2 อัน อยู่บริเวณปีกมดลูกซ้าย-ขวา ทั้งสองข้าง เชื่อมติดกับมดลูกด้วยปีกมดลูกหรือท่อนำไข่

2.3.2.3) ท่อนำไข่(Oviduct) หรือปีกมดลูก (Fallopian Tube) ท่อนำไข่ หรือ ปีกมดลูกเป็นทางเชื่อมต่อระหว่างรังไข่ทั้งสองข้างกับมดลูก ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของไข่ที่ออกจากรังไข่เข้าสู่มดลูก ท่อนำไข่เป็นบริเวณที่อสุจิจะเข้าปฏิสนธิกับไข่

2.3.3 ชนิดของเยื่อบุปากมดลูก

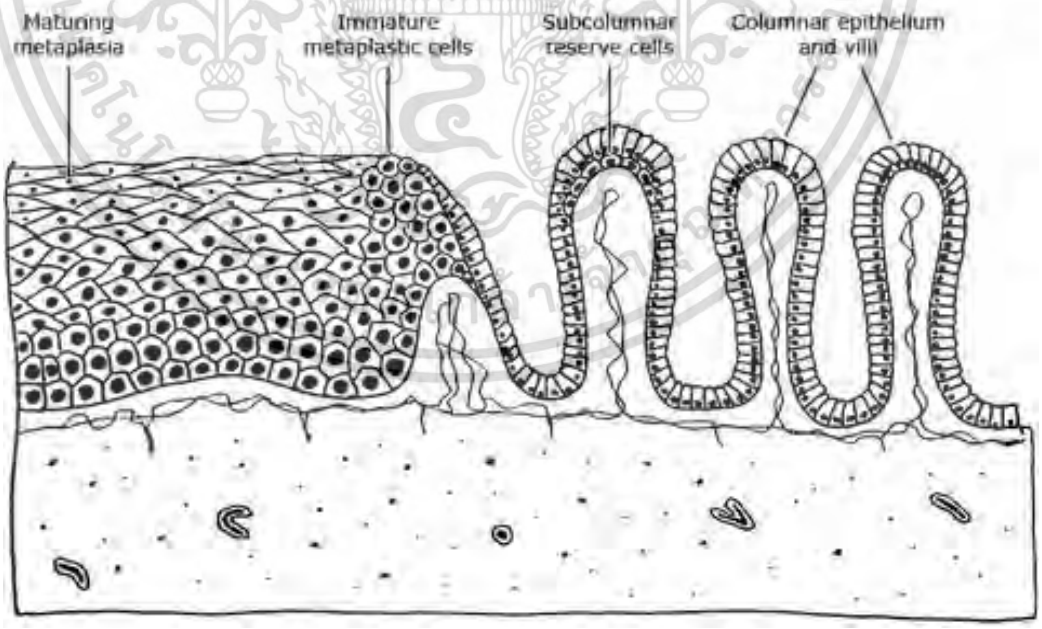
โดยเยื่อบุปากมดลูกปกติ มีด้วยกัน 3 ชนิดคือ เยื่อบุสเควมัส (squamous epithelium) เยื่อบุคอลัมนาร์ (columnar epithelium) และเยื่อบุสเควมัสที่แปรรูปมาจากเยื่อบุคอลัมนาร์ (metaplastic squamous epithelium) โดยรอยต่อระหว่างเยื่อบุสเควมัสเดิมกับเยื่อบุคอลัมนาร์เรียกว่า “ทางแยกสเควโมคอลัมนาร์ดั้งเดิม(original squamocolumnar junction)” (original SCJ) ซึ่งเห็นได้ในรูปที่ 2.3.4 เมื่อมีการแปรรูปของเซลล์บริเวณเยื่อบุคอลัมนาร์เป็นเซลล์สเควมัส รอยต่อระหว่างเยื่อบุสเควมัสใหม่กับเยื่อบุคอลัมนาร์ด้านบนจะเรียกว่า “ทางแยกสเควโมคอลัมนาร์ใหม่(new squamocolumnar junction)” (new SCJ) เขตหรือบริเวณที่อยู่ระหว่างรอยต่อเดิมกับรอยต่อใหม่นี้คือ “เขตเซลล์แปรรูป” (transformation zone) รอยโรคภายในเยื่อบุสเควมัสจะเกิดขึ้นในบริเวณนี้ การตรวจปากมดลูกด้วยคอลโปสโคปจึงต้องตรวจดูบริเวณนี้อย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.4 แสดงภาพจริงของปากมดลูก

กระบวนการแปรรูป(squamous metaplasia)ของเซลล์เยื่อบุคอลัมนาร์เป็นเซลล์เยื่อบุสเควมัสนี้ ดังรูปที่ 2.3.5 เกิดขึ้นไม่พร้อมกันทั้งปากมดลูก บางบริเวณมีการแปรรูปสมบูรณ์แล้ว บางบริเวณการแปรรูปยังอยู่ในระยะต่าง ๆ ของกระบวนการ ทำให้เห็นหย่อมของเยื่อบุคอลัมนาร์หลงเหลืออยู่และมีเยื่อบุสเควมัสที่แปรรูปแล้วล้อมรอบ ถ้าเยื่อบุคอลัมนาร์นี้มีรูเปิดออกที่ผิวจะหลั่งมูกออกมาทางรูเปิดเล็ก ๆ นี้เรียกว่า “รูเปิดของต่อม(gland openings)” ถ้ารูเปิดนี้ถูกเยื่อบุสเควมัสปกคลุมทำให้มูกไม่มีทางออก จะกลายเป็นถุงน้ำเล็ก ๆ เรียกว่า “ถุงน้ำนาโบเธียน(nabothian cyst)” ทั้งรูเปิดของต่อมและ ถุงน้ำนาโบเธียนเป็นร่องรอยที่บ่งบอกว่าบริเวณนี้เดิมเป็นเยื่อบุคอลัมนาร์แต่มีการแปรรูปเกิดขึ้น



รูปที่ 2.3.5 แสดงเนื้อเยื่อบนผิวปากมดลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การวินิจฉัยเซลล์ที่คาดว่าจะมีการแปรรูป

หลังจากชโลมด้วยกรดอะเซติก เยื่อบุสเควมัสที่แปรรูป(metaplastic squamous epithelium)นี้จะขาวกว่าเยื่อบุสเควมัสเดิม มีผิวเรียบ รูปร่างคล้ายลิ้นขนาดต่าง ๆ กัน เยื่อบุสเควมัสแปรรูปสามารถวินิจฉัยแยกจากเยื่อบุสีขาวของรอยโรคภายในเยื่อบุสเควมัสโดย

- เยื่อบุสเควมัสแปรรูปจะขาวมากบริเวณรอยต่อใหม่ และจะค่อย ๆ จางลงออกไป รอยต่อระหว่างเยื่อบุสเควมัสแปรรูปกับเยื่อบุสเควมัสเดิมจะไม่ชัดเจน
- เยื่อบุสเควมัสแปรรูปมักมีหลายแห่ง รูปร่างคล้ายลิ้น ภายในมี เป็นรูกลม ๆ อาจเห็น ถุงน้ำนาโบเธียน สีเหลืองใส ขนาดต่าง ๆ กัน เยื่อบุสเควมัสที่คลุมถุงน้ำเล็ก ๆ นี้จะบางและโปร่งแสงจึงมองเห็นหลอดเลือดใต้เยื่อบุได้ชัดเจน สามารถเห็นได้ในภาพ

หลอดเลือดที่มาหล่อเลี้ยงเขตเซลล์แปรรูปนี้ อาจมีจำนวนมากผิดปกติดังรูปที่ 2.3.6 แต่ถ้าสังเกตให้ดี จะเห็นว่าหลอดเลือดเหล่านี้แตกแขนงปกติและมีขนาดไม่ใหญ่

รูปที่ 2.3.6 แสดงความผิดปกติบนปากมดลูก

2.3.5 ลักษณะของเยื่อบุปากมดลูกที่ผิดปกติ

โดยเยื่อบุปากมดลูกที่ผิดปกติ คือ การแปรรูปของเซลล์เยื่อบุคอลัมนาร์เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามปกติธรรมชาติเมื่อสตรีเข้าสู่วัยรุ่น มีการสร้างเอสโตรเจนจากรังไข่ทำให้ช่องคลอดมีภาวะเป็นกรด เยื่อบุคอลัมนาร์จึงต้องปรับตัวเป็นเยื่อบุสเควมัสเพื่อให้ทนต่อภาวะกรดในช่องคลอดได้ ในช่วงที่มีการแปรรูปของเซลล์นี้ถ้ามีสารก่อมะเร็ง เช่น เชื้อเอชพีวีเข้าไปร่วมด้วย จะเกิดการแปรรูป

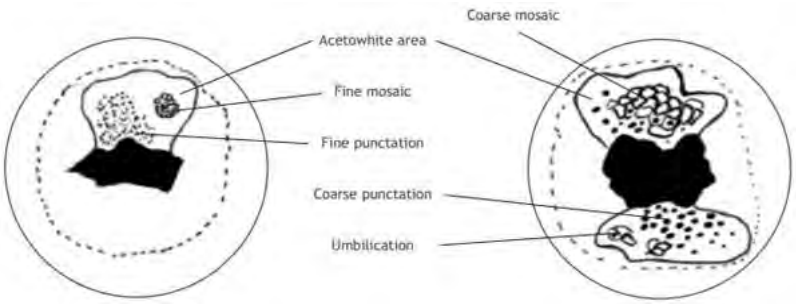
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเซลล์สเควมัสที่ผิดปกติในเยื่อบุ จึงเรียกบริเวณนี้ว่า “เขตเซลล์แปรรูปผิดปกติ” (atypical transformation zone) ซึ่งถ้าไม่ได้รับการรักษาอาจจะดำเนินต่อไปเป็นมะเร็งระยะลุกลามได้ มะเร็งปากมดลูกมักเกิดขึ้นในเขตเซลล์แปรรูปนี้ มะเร็งที่เกิดนอกเขตนี้พบได้น้อยมาก

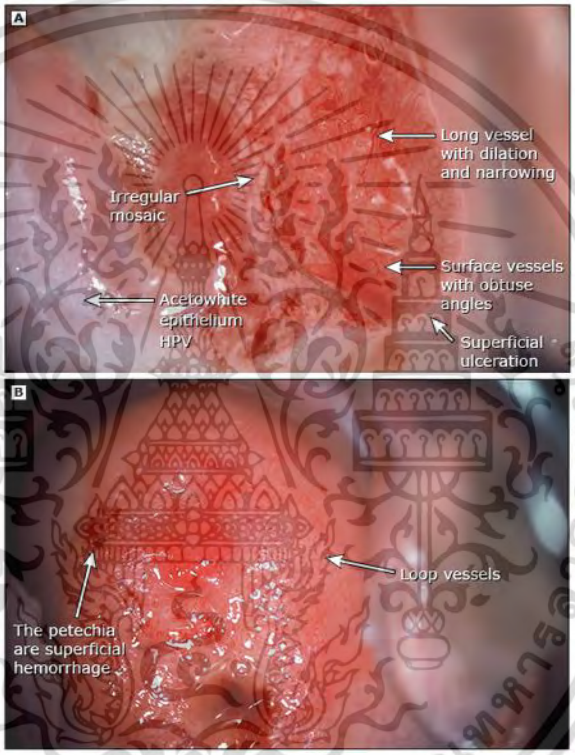
เยื่อบุที่ผิดปกติจะมีความหนาแน่นของนิวเคลียสสูงขึ้น ขนาดของนิวเคลียสใหญ่ขึ้น เมื่อสัมผัสกับกรดอะเซติกจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางออสโมลาริตี ทำให้ความดันออสโมซิสของช่องว่างนอกเซลล์สูงขึ้น น้ำซึมออกนอกเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ฝอยุบลงล้อมรอบนิวเคลียส ทำให้ลำแสงจากคอลโปสโคปผ่านไม่ได้จึงเห็นเป็นสีขาวทึบลักษณะเยื่อบุที่มีสีขาวทึบหลังจากชโลมด้วยกรดอะเซติกนี้ศัพท์ทางคอลโปสโคปเรียกว่า “เยื่อบุสีขาวจากกรดอะเซติก” (acetowhite epithelium)ซึ่งสามารถเห็นได้ในรูปที่ 2.3.7 และ 2.3.8 กระบวนการนี้ใช้เวลา 1 – 2 นาที เมื่อกรดอะเซติกซึมออกจากเนื้อเยื่อและหมดฤทธิ์ น้ำจะกลับเข้าสู่เซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ขยายพองออก ความขาวจะหายไป ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นชั่วคราวเท่านั้นถ้าต้องการตรวจอีกสามารถชโลมด้วยกรดอะเซติกซ้ำได้ โดยความรุนแรงของรอยโรคขึ้นกับ ระดับความขาวของเยื่อบุ (color tone) ยิ่งขาวทึบมากความรุนแรงยิ่งมากขึ้น , ระยะเวลาที่เยื่อบุเปลี่ยนเป็นสีขาว (onset & duration) ยิ่งเกิดขึ้นเร็วและคงอยู่นาน ระดับความรุนแรงของรอยโรคจะยิ่งมากขึ้น และ ขอบหรือรอยต่อกับเนื้อเยื่อปกติที่ล้อมรอบอยู่ (margin) ขอบยิ่งคมชัดความรุนแรงยิ่งมากขึ้น ถ้าขอบม้วนขึ้น(rolling)หรือหลุดลอก(peeling)ความรุนแรงของโรคก็มากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นในขณะที่ชโลมปากมดลูกด้วยกรดอะเซติกจึงต้องรอประมาณ 1 – 2 นาที เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก่อนที่จะประเมินความรุนแรงของรอยโรค

เยื่อบุสีขาวจากกรดอะเซติก เป็นความผิดปกติที่พบบ่อยที่สุดในเขตเซลล์แปรรูปผิดปกติ ผิวจะเรียบไม่เห็นเส้นเลือดและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่จะมองเห็นได้หลังจากชโลมด้วยกรดอะเซติก ถ้าความผิดปกติรุนแรงขึ้นเซลล์เหล่านี้จะสร้างสารกระตุ้นการสร้างเส้นเลือด(tumor angiogenesis factors)เพื่อให้มีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงเยื่อบุจึงเรียกสิ่งตรวจพบตามลักษณะของเส้นเลือดเหล่านี้ ถ้าเส้นเลือดฝอยแทรกผ่านเยื่อบุขึ้นมาบนผิวเมื่อตรวจด้วยคอลโปสโคปจะเห็นเป็นจุดสีแดงของปลายเส้นเลือด เรียกว่า “จุดสีแดงของเส้นเลือด(punctation)” ถ้าเส้นเลือดฝอยแตกแขนงคล้ายตะกร้าหรือรังผึ้งเข้าไปอยู่ระหว่างกลุ่มเซลล์ในเยื่อบุเมื่อตรวจด้วยคอลโปสโคปจะเห็นเส้นเลือดเรียงกันคล้ายแผ่นกระเบื้อง เรียกว่า “โมเสก(mosaic)” ถ้าเส้นเลือดแตกแขนงผิดปกติในแนวระนาบบนเยื่อบุหรือใกล้ผิวเยื่อบุและมีขนาดโตขึ้นร่วมกับการแตกแขนงแปลก ๆ จะเรียกว่า “เส้นเลือดผิดปกติ(atypical vessels)”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.7 แสดงการตรวจเยื่อบุปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป



รูปที่ 2.3.8 ภาพจริงแสดงการตรวจเยื่อบุปากมดลูกด้วยคอลโปสโคป

รอยโรคสีขาวที่เห็นด้วยตาเปล่าบนผิวเยื่อบุปากมดลูกก่อนชโลมด้วยกรดอะเซติก เรียกว่า “โรคฝ้าขาว (leukoplakia)” หรือ “ฝ้าขาว(keratosis)” มักจะมีขอบเขตชัดเจน เนื่องจากเยื่อบุมีสารเคอราตินเคลือบอยู่จึงทึบแสงและเห็นเป็นสีขาว อาจจะบดบังเส้นเลือดที่อยู่ข้างใต้ ทำให้วินิจฉัยเยื่อบุข้างใต้ไม่ได้ ความสำคัญของ ฝ้าขาว(leukoplakia) ขึ้นกับตำแหน่งที่เกิด

2.3.5.1) ถ้าอยู่ภายในเยื่อบุสเควมัสปกติ ไม่ค่อยมีความสำคัญ อาจเกิดจากการบาดเจ็บ การระคายเคือง หรือการอักเสบเรื้อรัง และการติดเชื้อเอชพีวี

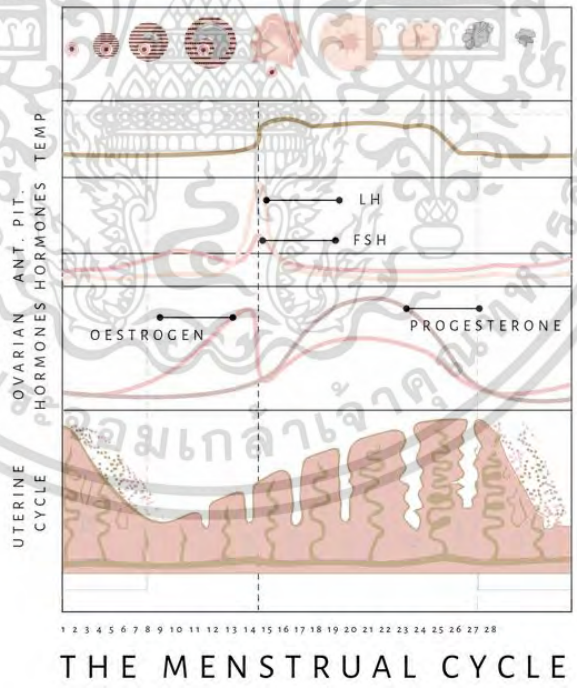
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5.2) ถ้าอยู่ภายในเขตเซลล์แปรรูป และมี เยื่อบุอซีโตไวท์(acetowhite epithelium), จุดแดงของเส้นเลือด(punctation) หรือ โมเสก(mosaic) ล้อมรอบจะมีความสำคัญมาก ซึ่งความสำคัญไม่ได้อยู่ตรงบริเวณที่เป็น ฝ้าขาว (leukoplakia) แต่อยู่ตรงเยื่อบุที่อยู่ข้างใต้และเยื่อบุที่อยู่ข้างเคียง

เขตเซลล์แปรรูปจะถือว่าผิดปกติเมื่อตรวจพบสิ่งต่อไปนี้คือ เยื่อบุสีขาวจากกรดอะเซติก, จุดแดงของเส้นเลือด, โมเสก, เส้นเลือดผิดปกติ และ ฝ้าขาว สิ่งตรวจพบเหล่านี้อาจเกิดขึ้นอย่างเดียวหรือร่วมกันหลายอย่างก็ได้ อาจจะมีแห่งเดียวหรือหลายแห่งก็ได้ แต่มักจะเห็นเด่นชัดแยกจากเนื้อเยื่อปกติรอบ ๆ ได้ ภาวะอื่น ๆ ที่ทำให้เซลล์แบ่งตัวมากขึ้นหรือมีการสร้างเส้นเลือดมากขึ้นจนทำให้มองเห็นความผิดปกติเหล่านี้ในเขตเซลล์แปรรูปได้แก่ การติดเชื้อ การอักเสบ การสร้างเนื้อเยื่อใหม่ การซ่อมแซมเยื่อบุ และการตั้งครรภ์ เป็นต้น

2.3.6 หน้าที่ของมดลูก

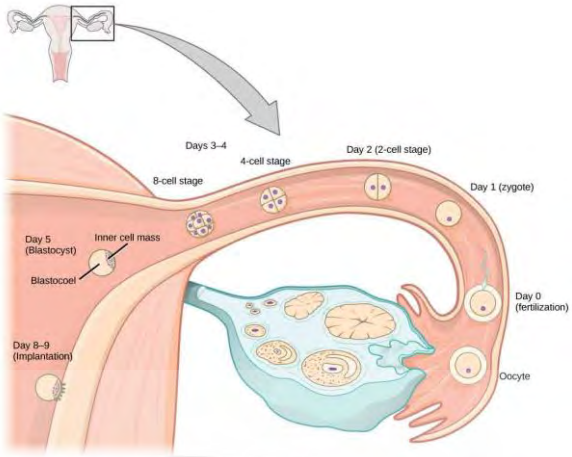
- การมีประจำเดือน ที่เกิดจากการหลุดลอกของเยื่อบุมดลูก ภายหลังที่ไม่มีไข่มาฝังตัว ซึ่งจะมีการฉีกขาดของเส้นเลือด ทำให้เลือดไหลออก หรือที่เรียกทั่วไปว่า การเป็นประจำเดือนดังรูปที่ 2.3.9



รูปที่ 2.3.9 แสดงวัฏจักรการเกิดรอบประจำเดือน

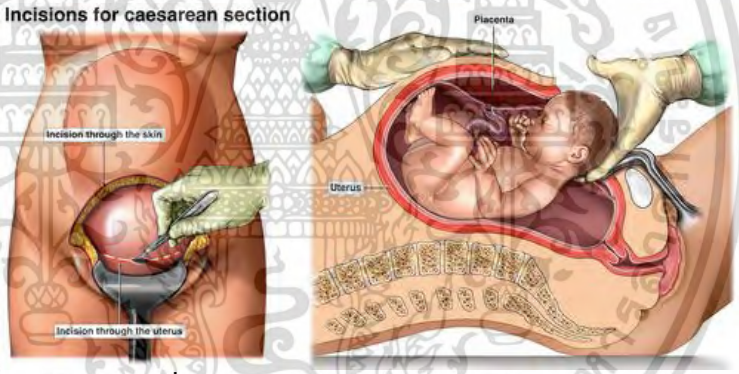
- การตั้งครรภ์ เป็นที่ฝังของไข่ที่ปฏิสนธิแล้วดังรูปที่ 2.3.10 และพัฒนาเป็นตัวอ่อนจนกระทั่งเจริญเติบโตเป็นทารก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.10 แสดงขั้นตอนการปฏิสนธิที่จะก่อให้เกิดการตั้งครรภ์

- การคลอด อันมาจากการครบกำหนดของการเติบโตของทารกในครรภ์ ขณะคลอดผนังมดลูกจะมีการหดตัวเป็นระยะๆ เพื่อให้ทารกคลื่นออกผ่านมาถึงช่องคลอด ดังรูปที่ 2.3.11



รูปที่ 2.3.11 แสดงแบบแผนในการคลอดลูก

2.4 ปัญญาประดิษฐ์

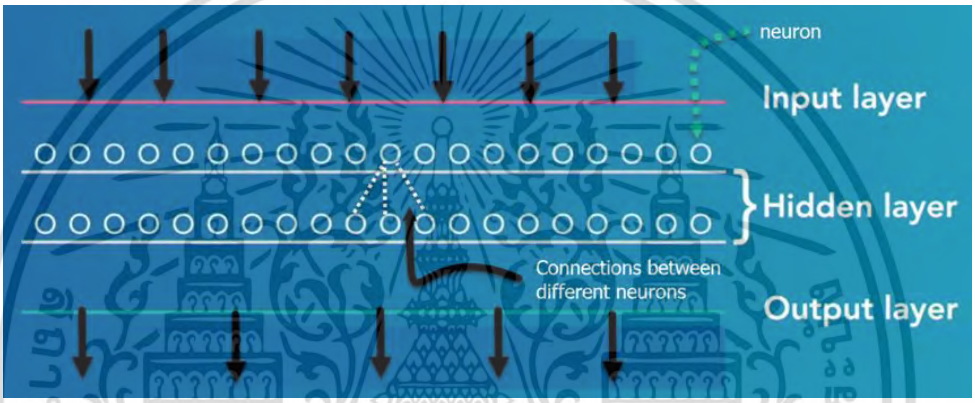
ในส่วนของปัญญาประดิษฐ์นั้น จะใช้เป็นการวิเคราะห์แบบ การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) โดยการเรียนรู้เชิงลึก คือ ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ที่เลียนแบบการทำงานของระบบโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ถือเป็นซับเซตของ การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning)

อัลกอริธึม (Algorithm) ของการเรียนรู้เชิงลึกถูกสร้างขึ้นจากการนำเอา เครือข่ายประสาท (neural network) หลายๆ เลเยอร์ (layer) มาต่อกัน โดย เลเยอร์แรกสุดจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Input layer) เลเยอร์สุดท้ายจะทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์การประมวลผลออกมา (Output layer) ส่วนเลเยอร์ระหว่างเลเยอร์แรกสุดและเลเยอร์สุดท้าย จะถูกเรียกว่า เลเยอร์ลับ (Hidden layer)

คำว่า การเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) มีที่มาจากการที่ใช้เลเยอร์ ของเครือข่ายประสาท ดังรูปที่ 2.4.1 หลายอันๆมาต่อกัน(มีเลเยอร์ลับมากกว่า 2 เลเยอร์ ก็ถือเป็นการเรียนรู้เชิงลึกแล้ว) เนื่องจากเลเยอร์เหล่านี้เป็นโครงสร้างที่ถูกจัดเก็บแบบเป็นกองซ้อน (stack) จึงเปรียบได้ว่าเลเยอร์ที่จำนวนเยอะๆ ก็จะทำให้มีโครงสร้างที่ลึก(deep) ยิ่งขึ้นนั่นเอง



รูปที่ 2.4.1 แสดงเลเยอร์ต่างๆของโครงร่างประสาท

โดยเลเยอร์ลับของแต่ละเลเยอร์จะเปรียบเสมือนว่าประกอบด้วย เซลล์ประสาท (neural) จำนวนมาก ซึ่งมีหน้าที่ในการประมวลผล รับข้อมูลจากเลเยอร์ที่อยู่เหนือกว่า และส่งข้อมูลที่ประมวลผลเสร็จแล้วไปยังเลเยอร์ที่อยู่ล่างกว่าดังรูปที่ 2.4.2 , ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบนี้ก็คือเลเยอร์แต่ละเลเยอร์สามารถที่จะมี ค่าถ่วงน้ำหนัก (weight), ค่าความเอนเอียงของข้อมูล (bias) และวิธีการประมวลผลทางคณิตศาสตร์ (activation function) ที่เป็นอิสระต่อกันโดยหากเราป้อนข้อมูลให้กับโมเดล(model) มาก เลเยอร์แต่ละเลเยอร์ก็จะสามารถสกัดฟีเจอร์(feature) ที่มีความซับซ้อนได้มากตามไปด้วยเช่นกัน

โดยโมเดลที่ใช้การเรียนรู้เชิงลึก ให้ความแม่นยำ (accuracy) ที่สูงในหลายๆปัญหา ตั้งแต่การตรวจจับวัตถุ (object detection) ไปจนถึงการรู้จำเสียงพูด (speech recognition) โดยที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำเป็นต้องป้อนความรู้พื้นฐานใดๆ เพียงแต่ให้ข้อมูลตัวอย่าง (input data) ระบบก็จะทำการเรียนรู้จากข้อมูลและสังเคราะห์เป็นองค์ความรู้ออกมาได้อย่างอัตโนมัติ

รูปที่ 2.4.2 รูปแสดงไดอะแกรมของการเรียนรู้เชิงลึก

โดยเครือข่ายประสาทก็มีหลักการทำงานดังนี้ คือหากมีเลเยอร์ ที่เยอะมากขึ้นก็จะสามารถสังเคราะห์ ลักษณะ (feature) ที่มีความซับซ้อนได้มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น เครือข่ายประสาท ที่มี 4 เลเยอร์ ย่อมสามารถสังเคราะห์ลักษณะและ ทำงานได้ซับซ้อนมากว่า เครือข่ายประสาท ที่มีเพียง 2 เลเยอร์ โดยการเรียนรู้นั้น เกิดขึ้นจาก 2 เฟส

เฟสแรกคือ การประยุกต์ใช้ การแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear transformation) กับข้อมูลที่ได้รับ (input) ได้ผลลัพธ์ (output) ออกมาอยู่ในรูปของโมเดลทางสถิติ (statistical model) เฟสที่สอง คือ การนำโมเดลมาผ่านวิธีการทางคณิตศาสตร์ คือการ อนุพันธ์ (derivative) โดยทั้ง 2 เฟสนี้จะถูกทำซ้ำแล้วซ้ำเล่าจนกว่าจะได้มาซึ่งโมเดลที่ความแม่นยำ (accuracy) ในระดับที่น่าพึงพอใจ ซึ่ง การทำซ้ำๆของ 2 เฟสนี้ มีชื่อว่า การทวนซ้ำ (iteration)

2.4.1 ประเภทของระบบโครงข่ายประสาท

- โครงข่ายประสาทแบบตื้น (Shallow neural network) กล่าวคือ มีเลเยอร์ลับ 1 เลเยอร์
- โครงข่ายประสาทแบบลึก (Deep neural network) กล่าวคือ มีเลเยอร์มากกว่า 1 เลเยอร์ เช่น เลอเนทโมเดล(LeNet model) ของ กูเกิล(Google) ที่ใช้สำหรับ การรับรู้ภาพ (image recognition) มีเลเยอร์ลับ มากถึง 22 เลเยอร์

ทุกวันนี้ เราได้นำการเรียนรู้เชิงลึก มาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย เช่น รถยนต์ไร้คนขับ (driverless car) สมาร์ทโฟน เสิร์ชเอนจิน (search engine) ของกูเกิล เครื่องจับเท็จ (Fraud detection) โทรทัศน์ และอื่นๆอีกมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนรู้เชิงลึก ถือเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการทำนาย (prediction) ผลลัพธ์ต่างๆ อีกทั้งยังสามารถหา รูปแบบ (pattern) หรือ สังเคราะห์ข้อมูล ได้เหนือกว่าองค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ (unsupervised learning) จึงมีความสำคัญอย่างมากแก่โลกปัจจุบัน และอนาคตสืบไป โดย บิ๊กดาต้า (big data) ก็เปรียบเสมือนเชื้อเพลิงของ การเรียนรู้เชิงลึก การผสมผสานระหว่างทั้งสองอย่างเรียกได้ว่าสามารถทำให้มนุษยชาติก้าวไปขึ้นอีกขั้น ไม่ว่าจะเป็นด้านของ ผลผลิต การขาย การบริหาร และนวัตกรรม

อีกทั้งการเรียนรู้เชิงลึกยังทำงานได้มีประสิทธิภาพได้ดีกว่าวิธีการดั่งเดิม กล่าวคือ อัลกอริธึมของการเรียนรู้เชิงลึกให้ความแม่นยำมากว่าอัลกอริธึมของการเรียนรู้ของเครื่อง ในด้านของจำแนกภาพ (image classification) มากถึง 41% ด้านของการรู้จำใบหน้า (face recognition) มากถึง 27% และ การรู้จำเสียง (voice recognition) มากถึง 25%

2.4.2 ข้อจำกัดของการเรียนรู้เชิงลึก

- ต้องการระบุชื่อหรือจัดประเภทข้อมูล (Data labeling) ปัจจุบัน ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ส่วนมากอาศัยการ ฝึกฝน(train) โดยใช้หลักการของ การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (supervise learning) ซึ่งนั้นก็หมายความว่า มนุษย์จะต้องตั้งชื่อและจัดประเภทของข้อมูล (data labeling) ด้วยตัวเองก่อนจะนำไปฝึกฝน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ก็มีจำนวนมาก จึงอาจจะเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ง่าย
- ต้องการชุดข้อมูลจำนวนมาก (Obtain huge training datasets) การเรียนรู้เชิงลึกนั้นต้องข้อมูลจำนวนมากในการฝึกฝนข้อมูล ยกตัวเช่น ต้องการข้อมูลจำนวน 1,000 ตัวอย่าง เพื่อจะทำให้ได้โมเดล การจำแนกประเภท(classification) ที่มีประสิทธิภาพ และในบางกรณีก็ต้องการมากกว่า 1 ล้านตัวอย่างเพื่อที่จะทำให้โมเดลทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับมนุษย์ แน่นอนว่า การเรียนรู้เชิงลึก นั้นเป็นที่นิยมในบริษัทเทคโนโลยีชั้นนำทั่วโลก ซึ่งพวกเขาใช้บิ๊กดาต้าที่สะสมข้อมูลที่มีเนื้อที่ไม่น้อยกว่า เพตาไบท์(petabytes) (1 ล้าน กิกาไบท์ (gigabytes)) นั้นเป็นเหตุผลว่าทำไม บริษัทเทคโนโลยีชั้นนำจึงสามารถสร้างโมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัญหาในการอธิบาย (Explain a problem) ไม่ใช่เรื่องง่ายที่มนุษย์เราจะอธิบายโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ซับซ้อนได้ ซึ่งเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำไมปัญญาประดิษฐ์ถึงได้รับการยอมรับช้านัก ก็เพราะบางอย่างมันยากที่มนุษย์เราจะสามารถอธิบาย

2.4.3 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image classification)

การจำแนกประเภทข้อมูลภาพเป็นการประมวลผลในทางสถิติ เพื่อแยกข้อมูลจุดภาพทั้งหมดที่ประกอบเป็นพื้นที่ศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย โดยใช้ลักษณะทางสถิติเป็นตัวกำหนดความแตกต่างระหว่างกลุ่มจุดภาพ โดยจุดรูปที่ถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะทางสถิติเฉพาะกลุ่มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แต่ละกลุ่มจุดรูปที่จำแนกได้นั้นจะแสดงถึงสิ่งปกคลุมพื้นดินประเภทใดประเภทหนึ่งแตกต่างกันไป

กล่าวอีกนัยหนึ่ง การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ หมายถึง การแบ่งจุดรูปที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสงคล้ายๆ กันออกเป็นกลุ่มหรือเป็นระดับ ซึ่งเรียกว่า ชนิดหรือประเภท (Class) เพื่อที่จะแบ่งแยกวัตถุต่างๆ ที่แสดงในภาพออกจากกัน ในการจำแนกประเภทข้อมูลนี้ผู้ปฏิบัติต้องใช้กฎการตัดสินใจหรือความรู้ทางสถิติเข้าช่วย เนื่องจากปริมาณจุดรูปที่ประกอบเป็นพื้นที่ศึกษา มีปริมาณจุดภาพมากการคำนวณทางสถิติเองโดยใช้เครื่องคิดเลขจึงทำได้ยากใช้เวลามากและอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ จึงมีการนำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผล ทำให้ได้ผลลัพธ์ในเวลารวดเร็วสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ทันที

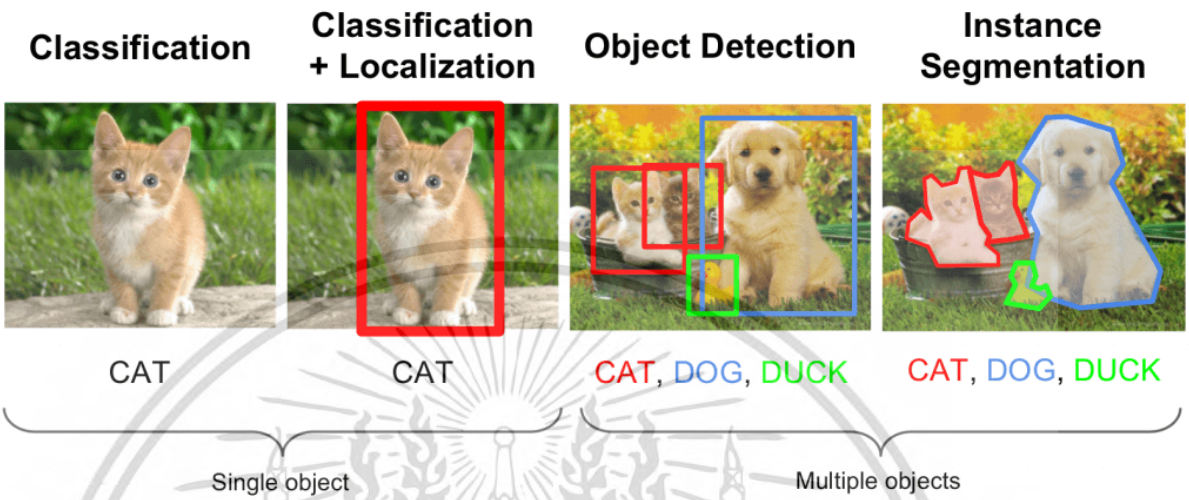
การจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบควบคุม (Supervised classification) และการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบไม่ควบคุม(Unsupervised classification) การจำแนกประเภทข้อมูลภาพทั้งสองวิธีให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพนั้น ก่อนเริ่มจำแนกประเภทข้อมูลภาพ ควรศึกษาสถิติของข้อมูลภาพในแต่ละช่วงคลื่นเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ช่วงคลื่นที่เหมาะสมในการใช้จำแนกประเภทข้อมูลภาพ ค่าสถิติเบื้องต้นที่ใช้ในการเลือกช่วงคลื่นที่เหมาะสม

2.4.4 การตรวจจับวัตถุ (Object Detection)

การตรวจจับวัตถุ คือ เทคโนโลยีในทางคอมพิวเตอร์ หลักการที่เกี่ยวกับการมองภาพระบบคอมพิวเตอร์และการจำแนกประเภทข้อมูลรูปที่ใช้ในงานปัญญาประดิษฐ์ ตรวจจับวัตถุชนิดที่กำหนด เช่น มนุษย์ รถยนต์ อาคาร ที่อยู่ในรูปภาพ หรือวิดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจจับวัตถุในรูปภาพ สามารถเจาะลึกลงไปได้อีกหลายแขนง เช่น การตรวจจับหน้าคน ตรวจจับคนเดินถนน สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เช่น ใช้ในงานรักษาความปลอดภัย และรถยนต์ไร้คนขับ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4.4.1



รูปที่ 2.4.4.1 แสดงการทำงานของการตรวจจับวัตถุ

2.5 การสร้างภาพสามมิติ

ระบบภาพสามมิติ หรือ สเตอริโอสโคปี หรือ สเตอริโอสโคปิก หรือ ระบบภาพทรีดี หรือ ระบบภาพสามดี (Stereoscopy หรือ stereoscopic imaging หรือ 3-D imaging) เป็นเทคนิคในการสร้างภาวะลวงตา (จากภาพถ่าย หรือ ภาพยนตร์ ที่อยู่บนระนาบสองมิติ แบนๆ) ให้ดูมีมิติความตื้นลึก (illusion of depth)

หลักการเบื้องต้นคือ ส่งภาพสองมิติ 2 ภาพสำหรับตาแต่ละข้างโดยมีมุมมองต่างกันเล็กน้อย เสมือนกับที่สองตาของคนเห็นภาพตามธรรมชาติ

การถ่ายภาพสามมิติถูกนำมาใช้ในการทำแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ (photogrammetry) และเพื่อความบันเทิง โดยทำเป็นภาพสามมิติ (ภาพสเตอริโอแกรมส์, stereograms) ซึ่งดูด้วยกล้องดูภาพสามมิติ (สเตอริโอสโคป, stereoscope)

การถ่ายภาพสามมิติมีประโยชน์ในการดูภาพเห็นมิติตื้นลึก ภาพถ่ายสามมิติในการอุตสาหกรรมสมัยใหม่อาจใช้เครื่องสแกนภาพสามมิติ (3D scanners) สำหรับสแกนและบันทึกข้อมูลสามมิติ ข้อมูลความลึกสร้างจากภาพ 2 ภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย ด้วยการใส่จุดภาพสมนัยลงบนภาพซ้ายและภาพขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลเป็นภาพ 3 มิติ ส่วนมากใช้เทคนิคภาพคู่ หรือ ภาพสเตอริโอสโคปิก (StereoScopic) ถูกประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกโดย เซอร์ ชาร์ล วีตสโตน (Sir Charles Wheatstone) เมื่อ พ.ศ. 2381 ต่อมาถูกปรับปรุงพัฒนาโดย เซอร์ เดวิด บริวสเตอร์ (Sir David Brewster) และเป็นคนแรกที่สร้างอุปกรณ์ดูภาพสามมิติ แบบพกพา (portable 3D viewing device)

สามมิติแบบสองภาพเคียงกัน (Side-by-Side)

ระบบภาพสามมิติแบบเบื้องต้นที่สุด คือใช้ภาพ 2 มิติ สองภาพ โดยถ่ายวัตถุสิ่งของสถานที่เดียวกัน แต่เยื้องกล้องขณะถ่ายห่างออกไปเล็กน้อย (ประมาณ 3 นิ้ว) นำสองรูปที่ได้มาวางเคียงกัน แล้วใช้ตาแต่ละข้างมองสองรูปที่ต่างกัน ปรับระยะห่างให้เหมาะสมกับขนาดของภาพ สมองของเราจะนำสองภาพมารวมกัน แล้วแปรผลออกมาเป็นภาพเดียวที่มีมิติตื้นลึก เสมือนกับการที่สองตาของเรามองเห็นวัตถุจริงตามธรรมชาติ สามารถเห็นได้ในรูปที่ 2.5.1

รูปที่ 2.5.1 แสดงภาพสามมิติแบบสองภาพเคียงกัน

ข้อดีของการใช้สองภาพเคียงกันแบบนี้ คือสะดวกในการผลิต แค่ใช้ภาพสองภาพวางเคียงกันก็สามารถดูได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย (Free Viewing) เพียงแค่ปรับลักษณะการดูของดวงตาสองข้าง และวางระยะห่างของภาพให้เหมาะสม, สามารถใช้ภาพถ่ายแบบสีสันสมจริงได้

ส่วนข้อเสียคือ รูปที่นำมาใช้ดู จะมีขนาดเล็ก ต้องปรับระยะการวางภาพห่างจากดวงตาให้เหมาะสม ไม่สามารถใช้ภาพวิวทิวทัศน์ขนาดใหญ่ๆ หรือมีรายละเอียดเยอะๆ ได้

ดูโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย (Free Viewing)

คือการดูภาพสามมิติ จากภาพสองมิติ 2 ภาพ โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือใดใด แล้วสมองจะรวมเป็นภาพเดียวกันแบบมีมิติตื้นลึก วิธีการดูโดยทั่วไปมีสองแบบ คือ ดูแบบตาขนาน (The parallel viewing) ภาพ 2 ภาพวางขนานตรงกับตาแต่ละข้างดังรูปที่ 2.5.2 หรือ ดูแบบไขว้ตา (The cross-eyed viewing) คือภาพซ้ายให้ดูด้วยตาขวา และภาพขวาให้ดูด้วยตาซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5.2 แสดงภาพในการดูแบบตาขนาน

ภาพออโต้สเตอริโอแกรม (AutoStereogram)

คือภาพสเตอริโอแกรมรวมเป็นภาพเดียว (single-image stereogram (SIS)) หรือภาพสามมิติในตัว มีลักษณะเป็นภาพสองมิติภาพเดียวที่เมื่อดูแบบปกติ จะเห็นเป็นรูปที่ประกอบจุดสีมั่ว (Random Dot) เปรอะๆ ไปทั้งผืน ดูไม่รู้เรื่อง อย่างกับภาพนามธรรม (abstract) หรือเป็นลวดลายแพทเทิร์นสองมิติซ้ำๆ แต่เมื่อมีการฝึกการมองแบบตาขนาน โดยเริ่มจากปรับระยะโฟกัสของสายตาให้มองไปยังจุดที่ไกลที่สุด หรืออินฟินนิตี้ คงตำแหน่งลูกตาไว้ แล้วดูภาพออโต้สเตอริโอแกรม โดยตาซ้ายจะเห็นภาพซีกซ้าย ตาขวาจะเห็นภาพซีกขวา แล้วปรับเลื่อนระยะภาพ จนเริ่มเห็นจุดสีเลอะๆ ผสานรวมตัวกัน แปรเป็นภาพวัตถุบางอย่าง ลอยอยู่ท่ามกลางพื้นหลัง มีมิติตื้นลึก

ภาพสามมิติแบบออโต้สเตอริโอแกรม เคยฮิตมากในเมืองไทยระยะหนึ่ง ราวช่วงปีพ.ศ. 2534-2537 โดยแรกๆ เป็นบทความในนิตยสารด้านวิทยาศาสตร์-ความรู้ และมีพิมพ์เป็นภาพแถมในนิตยสาร และฮิตมากถึงกับมีการพิมพ์ภาพออโต้สเตอริโอแกรมโดยเฉพาะทั้งเล่ม ออกขายเป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง คนทั่วไปนิยมซื้อมาเล่นสนุกเพื่อฝึกดูภาพสามมิติปริศนาที่ซ่อนอยู่ภายใต้จุดสีเปรอะๆ เหล่านั้น ในหนังสือรวมภาพออโต้สเตอริโอแกรมหลายๆ เล่มจะพิมพ์ จุดสองจุด ไว้ใต้ล่าง เพื่อให้ฝึกปรับสายตาก่อน แล้วเลื่อนภาพสามมิติลงมาดู จะช่วยให้เร็วขึ้น

ภาพออโต้สเตอริโอแกรม มีสองชนิด คือ แบบตาขนานตรง หรือ วอลล์-อายด์ (wall-eyed) และ แบบไขว้ตา หรือ ครอส-อายด์ (cross-eyed) และต้องดูรูปที่ทำขึ้นมารองรับการดูแต่ละแบบโดยตรง

แผ่นภาพคู่สามมิติ และอุปกรณ์ดูภาพสามมิติ

แผ่นการ์ดภาพคู่สามมิติ หรือ สเตอริโอสโคปิกการ์ด (Stereoscopic cards) และ กล้องถ้ำมอง หรือ กล้องดูภาพสามมิติ หรือ สเตอริโอสโคป (Stereoscope)

แผ่นภาพสเตอริโอสโคปิก คือการใช้ภาพถ่ายสองมิติ 2 ภาพ วางชิดเคียงกัน โดยเป็นรูปที่ถ่ายวัตถุสิ่งของสถานที่เดียวกัน แต่ถ่ายด้วยมุมที่เยื้องต่างกันเล็กน้อย ภาพซ้ายดูด้วยตาซ้าย ส่วนภาพขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูด้วยตาขวา การดูมักดูผ่านกล้องถ้ำมอง หรือกล้องสเตอริโอสโคป โดยจัดวางภาพให้ห่างจากเลนส์ตาในระยะที่เหมาะสม ตามขนาดของภาพถ่าย กล้องสเตอริโอสโคปรุ่นแรกๆ จะเป็นแบบง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ใช้กับภาพคู่ที่มีขนาดเล็ก ไม่ใหญ่มาก หากต้องการดูรูปที่มีขนาดใหญ่ มีรายละเอียดมากขึ้น ต้องใช้กล้องสเตอริโอสโคปแบบสะท้อนภาพด้วยกระจก

กล้องดูสไลด์ (Transparency viewers)

คือ กล้องดูแผ่นใส หรือภาพถ่ายบนกระจกใส หรือ ฟิล์มโพสิทีฟ หรือที่นิยมเรียกว่า ฟิล์มสไลด์ กล้องสามมิติชนิดนี้มีมาตั้งแต่ช่วง ค.ศ. 1850 (ราวปี พ.ศ. 2383) ซึ่งใช้ดู ภาพถ่ายบนกระจกใส ต่อมาเมื่อเทคโนโลยีก้าวหน้าขึ้น ก็เปลี่ยนมาใช้แผ่นใส หรือฟิล์มสไลด์ ซึ่งเบา และเหนียวทนทานกว่ากระจก ส่วนยี่ห้อกล้องยอดนิยมเป็นที่รู้จักทั่วไป ได้แก่ ทรู-วิว (Tru-Vue) เริ่มมีในปี พ.ศ. 2474 (ค.ศ. 1931) และ กล้องวิวมาสเตอร์ หรือ วิว-มาสเตอร์ (View-Master) เริ่มมีในปี พ.ศ. 2482 (ค.ศ. 1939)

การสร้างภาพเชิง 3 มิติ

การสร้างภาพเชิง 3 มิติ คือ การหารูปร่างและขนาดของวัตถุใน 3 มิติ โดยเทคนิคของการวัดรูปร่างนี้ จะมีเงื่อนไขจำกัดอยู่ เนื่องจากสิ่งที่ต้องการวัดคือ ขนาดสัมบูรณ์ของวัตถุ เพราะฉะนั้นขนาดของวัตถุที่วัดได้ จะต้องไม่ขึ้นกับชนิดผิวและการสะท้อนของวัตถุ ระยะห่างจากอุปกรณ์เก็บภาพ 3 มิติ และ สภาพแสงและการส่องสว่าง

เทคนิคในการเก็บภาพ 3 มิตินี้ มีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งแต่ละวิธีก็มีข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป อุปกรณ์รับรู้ที่ใช้ในการเก็บภาพ 3 มิตินี้ สามารถแยกกว้างๆ ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ การสามเหลี่ยม (triangulation) , การวัดโดยเวลาในการเดินทาง (time-of-flight measurement, TOF) และ การวัดการแทรกสอด (interferometry)

- การสามเหลี่ยม (Triangulation)

การสามเหลี่ยม เป็นการวัดหาระยะความลึก (depth) ของภาพโดยในการวัดจะมีพื้นฐานมาจากการตัดกันของแกนอะไรบางอย่างเป็นรูปสามเหลี่ยม เมื่อรวมกับข้อมูลของอุปกรณ์วัด จะทำให้สามารถหาระยะลึกได้

การสามเหลี่ยมแบบกัมมันต์ (Active triangulation) กระทำด้วยการฉายแสงที่มีโครงสร้างแน่นอน ไปบนวัตถุ โดยอาศัยข้อมูลตำแหน่งของตัวฉายแสงกับอุปกรณ์รับ และ มุมที่อุปกรณ์ทั้งสองไปยังตำแหน่งใดๆของแสง ทำกับเส้นเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองเป็นสามเหลี่ยม จะทำให้หาระยะความลึกได้ โดยแสงที่ฉายอาจเป็นจุด เส้น หรือแสงที่เข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสามเหลี่ยมแบบกสานติ์ (Passive triangulation) จะเป็นลักษณะของการเห็นสามมิติ จะใช้อุปกรณ์รับภาพ 2 ตัวหรือมากกว่า โดยการหาตำแหน่งร่วมในภาพ แล้ววัดระยะของตำแหน่งร่วมใดๆ ในภาพ ต้วยการสามเหลี่ยม จากข้อมูลตำแหน่งอุปกรณ์รับภาพทั้งสองกับมุม เช่นเดียวกับในกรณีการสามเหลี่ยมกัมมันต์ ซึ่งการหาตำแหน่งร่วมนี้เป็นจุดสำคัญ โดยอาจทำได้โดยการจับคู่จุดเด่นในภาพ พื้นผิวของภาพ หรือ การเอาวัตถุที่มีลักษณะเฉพาะเข้าไปวางบนวัตถุ หรือไว้ในฉากที่ต้องการวัด

- การวัดโดยเวลาในการเดินทาง

เป็นเทคนิคหาระยะ โดยวัดระยะเวลาการเดินทางของสัญญาณที่ส่งออกไป และสะท้อนวัตถุกลับมา เมื่อรวมกับความเร็วในการเดินทางของสัญญาณ จะทำให้หาระยะความลึกได้ สัญญาณที่ใช้วัดจะแบ่งได้เป็น คลื่นพัลส์มอดูเลตต่อเนื่อง(pulse modulation continuous wave) และ พีเสโด-แรนดอม-น้อย(pseudo-random noise)

- ประเภทของภาพ 3 มิติ

ภาพสามมิติแบบทัศนียภาพ เป็นภาพเขียนแบบที่มีลักษณะเป็นจุดรวมสายตา เมื่อภาพมองดูรูปที่ใกล้ก็จะมีขนาดใหญ่ และเมื่อไกลออกไปจะมองเห็นเล็กลงไปรวมจุด ภาพเขียนแบบชนิดนี้นิยมใช้เขียนในงานสถาปัตยกรรม มีอยู่ 3 แบบ ดังนี้

- ภาพทัศนียภาพแบบรวมสายตา 1 จุด เป็นภาพเขียนแบบที่มองเห็นด้านหน้าลักษณะตรงตั้งฉากและจะเห็นด้านอื่นเอียงลึกลงไปรวมจุดเพียงหนึ่งจุด มีอยู่ 3 ลักษณะคือ แนวระดับสายตา, แนวมุมสูง และแนวมุมต่ำ
- ภาพทัศนียภาพแบบรวมสายตา 2 จุด เป็นภาพเขียนแบบที่มีจุดรวมสายตาอยู่ 2 จุด คือ จุดทางด้านซ้ายมือ (LVP) และจุดทางด้านขวามือ(RVP)
- ภาพทัศนียภาพแบบรวมสายตา 3 จุด เป็นภาพเขียนแบบที่มีจุดรวมสายตาอยู่ 3 จุด คือ จุดรวมสายตาทางด้านซ้ายมือ จุดรวมสายตาทางด้านขวามือ และจุดรวมสายตาทางด้านล่างหรือด้านบน

- ภาพออบลิค เป็นภาพเขียนแบบที่ด้านหน้ามีลักษณะตั้งตรง ส่วนภาพด้านข้างและด้านบนจะเอียงลึกลงไปเพียงด้านเดียว โดยมีขนาดที่ขนานเท่ากันตลอด โดยทั่วไปจะเป็นมุมเอียง 45 องศา มีอยู่ 2 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาพออบลิคแบบเต็มส่วน (Cavalier Drawing) เป็นแบบที่มีอัตราส่วนภาพระหว่างความกว้าง: ความสูง : ความลึกของภาพเป็น 1 : 1 : 1
- ภาพออบลิคแบบครึ่งส่วน(Cabinet Drawing) เป็นแบบที่มีอัตราส่วนภาพระหว่างความกว้าง:ความสูง : ความลึก ของภาพเป็น 1 : 1 :0.5
- ภาพสามมิติแบบแอกโซโนเมตริก(Axonometric) คำว่าแอกซอน (Axon) มาจากคำว่า แอกซิส(Axis) ซึ่งแปลว่าแกนฉะนั้นภาพแอกโซโนเมตริจึงเป็นภาพสามมิติที่วัดจากแกนสามแกนมุมรวมกัน 360 องศา โดยมีแกนหลักทำมุมตั้งฉากกับแนวนอน ส่วนอีกสองแกนจะมีมุมเอียงลึกลงไปทั้งสองข้าง มีอยู่ 3 แบบดังนี้
- ภาพไดเมตริก (Diametric Projection) เป็นภาพเขียนแบบสามมิติที่มีมุมรอบศูนย์กลางจำนวนสามแกน โดยสองแกนมุมเท่ากัน ส่วนแกนที่สามทำมุมต่างออกไป และแกนหลักต้องทำมุมตั้งฉากกับแนวนอน โดยมีรูปแบบอัตราส่วนความกว้าง ความสูง และความลึกของภาพอยู่หลายรูปแบบ
- ภาพไตรเมตริก(Trimetric Projection) เป็นภาพเขียนแบบสามมิติที่มีมุมรอบศูนย์กลางจำนวนสามแกนโดยทั้งสามแกนทำมุมไม่เท่ากัน และแกนหลักต้องทำมุมตั้งฉากกับแนวนอน โดยมีสัดส่วนความกว้างความสูง และความลึกของภาพ
- ภาพไอโซเมตริก(Isometric Projection) เป็นภาพเขียนแบบสามมิติที่มีมุมรอบศูนย์กลางจำนวนสามแกนโดยทั้งสามแกนทำมุม 120 องศา

ภาพสามมิติ(3D) ได้แก่ การวาดหรือเขียนรายละเอียดของภาพจริงในมุมมองของผู้วาดภาพ แต่ละด้านหรือรายละเอียดของชิ้นงานแต่ละมุม แล้วนำมาประกอบการวาดให้เป็นภาพจริงเพียงภาพเดียว ภาพสามมิติ จะเป็นรูปที่สามารถมองเห็นลักษณะพื้นผิว รูปร่างในภาพได้เหมือนจริง ทั้งความกว้าง ความยาว และความคมชัด ตื้นลึกหนาบาง ของภาพได้เสมือนจริง เปรียบได้กับเหมือนการมองภาพจริง หรือชิ้นงานจริง บางภาพอาจเป็นได้เหมือนภาพถ่ายก็ได้ เพียงแต่เป็นสัดส่วนที่เล็กกว่าเท่านั้น ภาพสามมิติ ในการเขียนแบบมีหลายชนิดหรือหลายประเภท ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในการวางมุมของการเขียน และมาตราส่วนของชิ้นงานเมื่อเทียบกับภาพ ดังนั้นผู้เขียนภาพจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของภาพสามมิติ แต่ละประเภทให้มีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะได้เป็นประโยชน์ในการทำงานเขียนแบบได้อย่างถูกต้องสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 เทคนิคการส่องกล้องด้วยวิธีสามมิติ

ในปัจจุบัน นิยมใช้กล้องเอนโดสโคป เพื่อศึกษาถึงลักษณะหรือขนาดของเนื้องอกภายในร่างกายมนุษย์ และเพื่อให้ได้ผลการวัดที่แม่นยำยิ่งขึ้น เราจึงต้องการทำการพัฒนาระบบส่องกล้องสามมิติขึ้น โดยใช้วิธีสเตอริโอแอคทีฟ หรือ การสร้างภาพสามมิติ (3D Imaging) ซึ่งเป็นการใช้แสงร่วมกับการส่องกล้อง

สามารถทำได้ด้วยเทคนิคที่สามารถเก็บข้อมูลภาพเป็นสามมิติหรือที่สามารถสร้างภาวะลวงตาให้เห็นความลึกของภาพนั้นได้ ภาวะความลึกลวงตา (illusion of depth) ของภาพถ่ายภาพยนตร์ หรือภาพสองมิติอื่นๆ สร้างได้ด้วยวิธีทำเป็นภาพ 2 รูปที่มีความแตกต่างเล็กน้อยแก่ตาที่มองแต่ละข้าง การแสดงรูปในแบบสามมิติใช้วิธีนี้ การสร้างภาพสามมิติประดิษฐ์ขึ้นเป็นครั้งแรกโดยเซอร์ ชาร์ล วีทสโตน เมื่อ พ.ศ. 2381 การถ่ายภาพสามมิติถูกนำมาใช้ในการทำแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ (photogrammetry) รวมทั้งในด้านการบันเทิงโดยทำเป็นคู่ภาพทรวดทรง (stereograms) ซึ่งเป็นกล้องสองตาที่เป็นที่นิยมดูภาพสวยงามในสมัยก่อน การถ่ายภาพสามมิติมีประโยชน์ในการดูภาพอเนกมิติที่สร้างจากการรวมชุดข้อมูลขนาดใหญ่ที่ใช้ในการทดลองต่างๆ ภาพถ่ายสามมิติในการอุตสาหกรรมสมัยใหม่อาจใช้เครื่องกราดภาพสามมิติ (3D scanners) สำหรับตรวจจับและบันทึกข้อมูลสามมิติ ข้อมูลความลึกสร้างจากภาพ 2 ภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยด้วยการใส่จุดภาพสมนัยตามที่ได้ลงบนภาพซ้ายและภาพขวา การแก้ปัญหาความสมนัย (Correspondence problem) ในสนามภาพของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) มุ่งไปที่การสร้างข้อมูลความลึกที่มีความหมายจาก 2 ภาพ

การถ่ายภาพสามมิติทั่วๆ ไปประกอบด้วยการสร้างภาพลวงสามมิติโดยเริ่มจากภาพ 2 มิติคู่ วิธีที่ง่ายที่สุดในการสร้างการรับรู้ทางลึกในสมอง คือการให้ตาของผู้มอง 2 รูปที่ต่างกัน ให้เห็นทัศนมิติในวัตถุเดียวกัน ด้วยการเหลื่อมเพียงเล็กน้อยดังที่ตาเราแต่ละข้างมองเห็นเป็นภาพเดียวด้วยสองตาตามธรรมชาติ เพื่อหลีกเลี่ยงการล้าตาหรือการบิดเลื่อนจากการมอง ภาพ 2 มิติทั้งสองภาพควรอยู่ในระยะชิดกันในระยะที่พอเหมาะ

อีกทั้งยังต้องอาศัยการรับรู้ความใกล้ไกล เป็นสมรรถภาพทางการเห็นในการมองโลกเป็นสามมิติ และการเห็นว่าวัตถุหนึ่งอยู่ใกล้ไกลแค่ไหน แม้เราจะรู้ว่าสัตว์ก็สามารถรู้สึกถึงความใกล้ไกลของวัตถุ (เพราะสามารถเคลื่อนไหวอย่างแม่นยำหรืออย่างสมควรตามความใกล้ไกล) แต่นักวิทยาศาสตร์ก็ไม่รู้ว่า สัตว์รับรู้ความใกล้ไกลทางอัตวิสัยเหมือนกันมนุษย์หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความใกล้ไกลจะรู้ได้จากตัวช่วย (cue) คือสิ่งที่มองเห็นต่าง ๆ ซึ่งปกติจะจัดเป็น

- ตัวช่วยที่มองเห็นด้วยตาทั้งสอง โดยอาศัยการเห็นเป็นสามมิติของสองตา ตัวช่วยที่ได้จากสองตารวมทั้งการเห็นเป็นสามมิติ (stereopsis), การเบนเข้าของตาทั้งสอง (eye convergence), การมองเห็นวัตถุเดียวกันจากมุมมองที่ไม่เหมือนกัน (binocular disparity), และข้อมูลความใกล้ไกลเนื่องด้วยพารัลแลกซ์

การเบนตาเข้าหากัน (Convergence)

นี่เป็นตัวช่วยจากระบบสายตา-กล้ามเนื้อที่ควบคุมการเห็นของตาทั้งสองข้างซึ่งช่วยให้รู้ใกล้ไกล คือเมื่อมองวัตถุเดียวกัน ตาทั้งสองจะโฟกัสที่วัตถุซึ่งทำให้ตาเบนเข้าและยืดกล้ามเนื้อตา (extraocular muscle) เหมือนกับการปรับเลนส์ตาเพื่อดูใกล้ไกล การยืดหดของกล้ามเนื้อจะช่วยกำหนดความใกล้ไกล มุมเบนเข้าจะน้อยกว่าเมื่อดูวัตถุที่ไกล ๆ ปรากฏการณ์นี้จะช่วยสำหรับวัตถุที่ไกลน้อยกว่า 10 เมตร

เงาสามมิติที่เห็นจากตาทั้งสองข้าง (Shadow Stereopsis)

รูปที่ตกที่จอตาทั้งสองข้างซึ่งไม่แตกต่างเนื่องจากพารัลแลกซ์ แต่มีเงาที่แตกต่างกัน จะมองรวมเป็นภาพเดียวและทำให้รู้ความใกล้ไกลของทัศนียภาพได้ โดยนักวิชาการได้ตั้งชื่อปรากฏการณ์นี้ว่า เงาสามมิติที่เห็นจากตาทั้งสองข้าง ดังนั้น เงาจึงเป็นตัวช่วยกำหนดความใกล้ไกลที่สำคัญเมื่อมองด้วยสองตา

- ตัวช่วยที่เห็นด้วยตาเดียวสามารถให้ข้อมูลความใกล้ไกลแม้เมื่อไม่ได้ใช้สองตามอง ซึ่งได้แก่ *พารัลแลกซ์เนื่องด้วยการเคลื่อนไหว (Motion parallax)*

เมื่อผู้มองเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบของวัตถุนิ่ง ๆ ที่มองเห็น จะช่วยบอกความใกล้ไกลโดยเปรียบเทียบ ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนที่ พารัลแลกซ์เช่นนี้จะให้ข้อมูลความใกล้ไกลแบบสัมบูรณ์ ไม่ใช่แค่โดยเปรียบเทียบปรากฏการณ์นี้สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อขับรถ เพราะวัตถุที่ใกล้จะผ่านไปอย่างรวดเร็ว ขณะที่วัตถุไกล ๆ จะดูนิ่ง ๆ สัตว์ที่ไม่เห็นเป็นภาพเดียวด้วยสองตาเนื่องจากลานสายตาของตาทั้งสองไม่ได้มองที่วัตถุเดียวกัน จะมีพฤติกรรมเกี่ยวกับปรากฏการณ์นี้อย่างชัดเจนเทียบกับมนุษย์ (ที่สามารถรู้ความใกล้ไกลด้วยสองตา) เช่น นกบางชนิดจะผงกหัวเพื่อให้ได้ พารัลแลกซ์เนื่องด้วยการเคลื่อนไหว และกระรอกจะวิ่งไปในแนวตั้งฉากกับแนวสายตาเพื่อจะรู้ความใกล้ไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความใกล้ไกลเพราะการเคลื่อนไหวหรือการรับรู้ความใกล้ไกลแบบจลน์ (kinetic depth perception)

เมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่เข้ามาใกล้คนที่มองอยู่ รูปที่ตกลงที่จอประสาทตาจะเพิ่มขนาดขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้รู้สึกว่าวัตถุนั้นกำลังวิ่งเข้ามาใกล้ ๆโดยการเปลี่ยนแปลงของขนาดสิ่งเร้าเทียบกับผู้สังเกตการณ์เช่นนี้ไม่ใช่ทำให้เห็นว่าเพียงแค่กำลังเคลื่อนที่เท่านั้น แต่จะช่วยให้รู้ระยะทางของวัตถุที่กำลังเคลื่อนไหว ดังนั้น ในบริบทนี้ ขนาดที่กำลังเปลี่ยนแปลงไปจึงเป็นตัวช่วยบอกความใกล้ไกล เมื่อวัตถุที่เคลื่อนไหวเล็กลง ก็จะปรากฏว่าอยู่ห่างไกลขึ้น ส่วนปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกันก็คือสมรรถภาพของระบบการเห็นในการคำนวณเวลาที่วัตถุจะวิ่งเข้ามาถึงตัว โดยอาศัยอัตราการขยายขนาดในลานสายตา ซึ่งเป็นสมรรถรูปที่มีประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่การขับรถจนถึงการเล่นกีฬา แต่ถ้าจะกล่าวให้แม่นยำ สมรรถภาพเช่นนี้เป็นการคำนวณ "ความเร็ว" ไม่ใช่คำนวณ "ความใกล้ไกล" เช่นเมื่อขับรถ คนขับจะสามารถตัดสินเวลาที่จะมาบรรจบกันโดยอาศัยการรับรู้ความใกล้ไกลแบบจลน์

ทัศนมิติ (Perspective)

เส้นขนานที่วิ่งยาวไปทางด้านหน้าจะดูเหมือนเข้าบรรจบกันในระยะไกล ๆ หรือระยะอนันต์ คุณสมบัติเช่นนี้ทำให้เราสามารถรู้ระยะส่วนต่าง ๆ ของวัตถุหนึ่ง ๆ โดยเปรียบเทียบ หรือระยะโดยเปรียบเทียบของวัตถุต่าง ๆ ในทัศนียภาพได้ ตัวอย่างก็คือ เมื่อยืนอยู่ที่หน้าทางหลวงตรง ๆ แล้วมองไปตามทาง จะเห็นถนนแคบลงเรื่อย ๆ ในระยะห่างออกไปไกล ๆ

ขนาดโดยเปรียบเทียบ

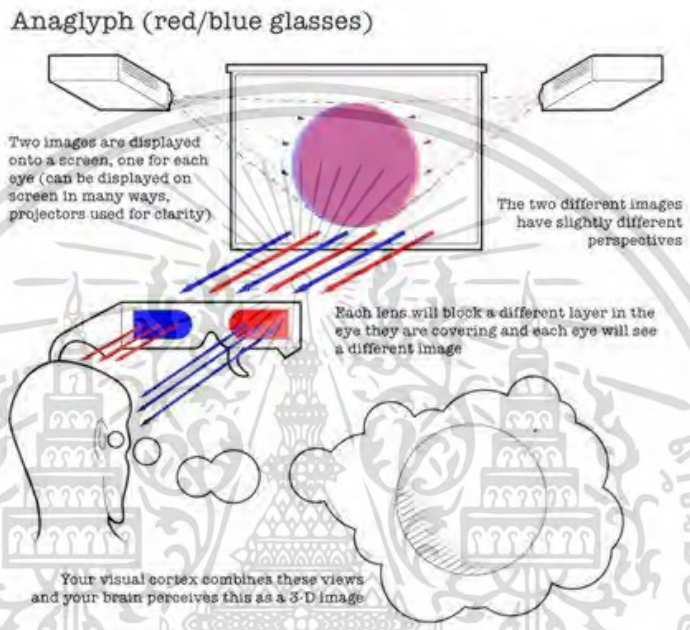
ถ้าวัตถุสองอย่างมีขนาดเหมือนกัน (เช่น ต้นไม้สองต้น) แม้ขนาดสัมบูรณ์จะยังไม่รู้ แต่ขนาดโดยเปรียบเทียบก็จะให้ข้อมูลความใกล้ไกลโดยเปรียบเทียบของวัตถุทั้งสอง ถ้ามุมมองจากบนถึงล่างของวัตถุที่ตกลงบนจอประสาทตาของวัตถุหนึ่งใหญ่กว่าอีกวัตถุหนึ่ง (ที่รู้ว่าขนาดเท่ากัน) วัตถุที่มุมใหญ่กว่าก็จะดูใกล้กว่า

2.5.2 ภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อม (Anaglyph 3D)

คือภาพสองมิติภาพเดียวที่หากดูด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นภาพสีแดงกับสีฟ้าพิมพ์ซ้อนเหลื่อมกัน ต้องดูผ่านฟิลเตอร์ (Filter) 2 สี หรือแว่นตาที่มีแผ่นใสหรือเลนส์ สีแดง(red)สำหรับตาซ้าย และสีฟ้าคราม(cyan)สำหรับตาขวา เมื่อมองผ่านฟิลเตอร์สีแดง ตาเราจะไม่เห็นรูปที่พิมพ์ด้วยสีแดงแต่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นเฉพาะรูปที่พิมพ์ด้วยสีฟ้า โดยจะเห็นเป็นสีเกือบดำ ส่วนตาขวาเมื่อมองผ่านฟิลเตอร์สีฟ้า จะเห็นภาพส่วนที่พิมพ์ด้วยสีแดง โดยเห็นเป็นสีเกือบดำเช่นกัน ซึ่งรูปที่ดูจากสองตาจะเป็นรูปที่มีมุมมองต่างกันเล็กน้อย จากนั้นสมองจะแปลความรวมเป็นภาพเดียวกันแบบที่มีมิติตื้นลึก หรือสามมิติดังรูปที่ 2.5.7



รูปที่ 2.5.7 แสดงแบบของภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อม

ภาพ 3 มิติแบบอะนากลิ๊ฟ นั้นประยุกต์มาจากภาพคู่สเตอริโอ หรือ สเตอริโอแพร์ส (Stereo Pairs) คือ มีรูปด้านซ้าย และขวา แยกจากกันสำหรับดูด้วยตาข้างซ้ายและตาขวา จากนั้นทำการตัดสีของภาพสเตอริโอแพร์สทั้ง 2 ภาพออก โดยให้ภาพทางขวาคงเหลือไว้เป็นภาพสีแดง (ตัดสีเขียวและสีน้ำเงินออก) และภาพทางซ้ายจะเป็นภาพสีฟ้าอมเขียว (ตัดสีแดงออก) และนำรูปที่ได้นี้มาวางทับซ้อนกัน การวางภาพให้ทับซ้อนกันนั้นโดยส่วนใหญ่จะให้รูปที่เหลื่อมทางขวาเป็นภาพสีแดง (red) และรูปที่เหลื่อมทางซ้ายจะเป็น ภาพสีฟ้าอมเขียว (cyan) ดังรูปที่ 2.5.8 อย่างไรก็ตามการวางภาพซ้อนเหลื่อมนี้ไม่ได้มีกฎตายตัว เราสามารถที่จะกำหนดให้ภาพเหลื่อมด้านขวาเป็นสีฟ้าอมเขียว และภาพทางด้านซ้ายเป็นสีแดงก็ได้ แต่แว่นตาสำหรับดูภาพนี้ต้องใส่ฟิลเตอร์ให้สลับด้าน เช่น ถ้ากำหนดให้ภาพสีแดงเหลื่อมทางด้านขวาก็ต้องใช้ฟิลเตอร์สีแดงสำหรับตาซ้าย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

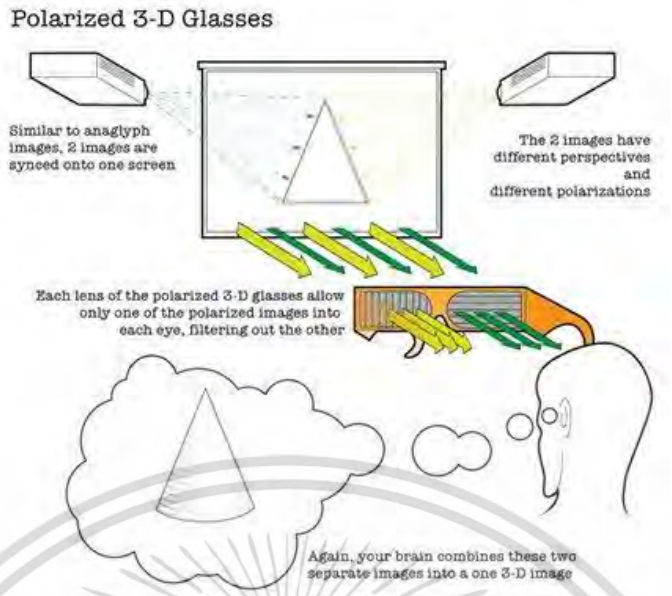
รูปที่ 2.5.8 ภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อม

- การดูภาพซ้อนเหลื่อมแบบอะนากลิ๊ฟ ต้องอาศัยแว่นตาพิเศษที่มีสองสี ตามมาตรฐานแล้วมักใช้สีฟ้าอมเขียวสำหรับตาขวา (แต่หากหาไม่ได้สามารถใช้สีน้ำเงินแทนได้) และสีแดงสำหรับตาซ้าย
- การมองจากแว่นทางด้านซ้ายจะได้รูปที่เป็นโทนสีแดง ทำให้สามารถแยกภาพออกมาได้ แต่จะเห็นว่ารูปที่มองได้จะเป็นรูปที่ได้จากกล้องทางด้านขวามือ เช่นเดียวกับเมื่อมองภาพผ่านฟิลเตอร์สีฟ้าอมเขียว (คือ รูปที่ได้จากกล้องด้านซ้ายมือ) ตามหลักการมองภาพแบบไขว้ หรือ ครอสอายวิว (Cross-Eye View) แต่ในความเป็นจริงเรามองภาพนี้ผ่านฟิลเตอร์ทั้งสองพร้อมกัน ทำให้เป็นการจำลองภาพเหมือนกับว่าเรากำลังดูภาพเดียวกันอยู่ โดยเห็นส่วนลึกและมิติตื้นลึกของภาพได้

2.5.3 ภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์ (Polarized 3D)

หลักการแบบโพลาไรซ์นี่คือหลักการทำงานของสามมิติที่อยู่ในยุคปัจจุบัน อย่างภาพยนตร์เรื่องอวตาร (Avatar) ก็ใช้เทคนิคนี้เช่นกัน รวมถึงโรงภาพยนตร์สามมิติ อย่างไอแมกซ์ อีกด้วยดังรูปที่ 2.5.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5.9 แสดงแบบของภาพสามมิติแบบโพลาร์ไรซ์

การทำงานจะมีความคล้ายคลึงกับอะนากลิ๊ฟโดยใช้การแสดงภาพมาลงที่เฟรมเดียวกันเหมือนเดิม แต่ในคราวนี้จะไม่ใช่สีเป็นตัวฟิลเตอร์ แต่จะใช้แนวการวางตัวของช่องการมองเห็นแต่ละรูปที่ฉายซ้อนกันอยู่ เช่น จากในภาพแว่นตาข้างซ้ายจะเห็นมองเป็นรูปที่ผ่านช่องในแนวตั้ง ส่วนตาขวาจะมองเห็นรูปที่ช่องในแนวนอน ซึ่งทั้งสองภาพมีมุมมองที่แตกต่างกัน ดังนั้นมันก็จะเข้าหลักการเดิม นั่นก็คือ การทำให้ตาแต่ละข้างของเรามองเห็นรูปที่ไม่เหมือนกันดังรูปที่ 2.5.10 เมื่อสมองพยายามรวมภาพทั้งสองที่มีความแตกต่างของมุมมอง รูปที่เห็นจึงเกิดเป็นสามมิติ ซึ่งแว่นตาของโพลาไรซ์ จะมีราคาที่ไม่สูงมากนัก

รูปที่ 2.5.10 ภาพสามมิติแบบโพลาร์ไรซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

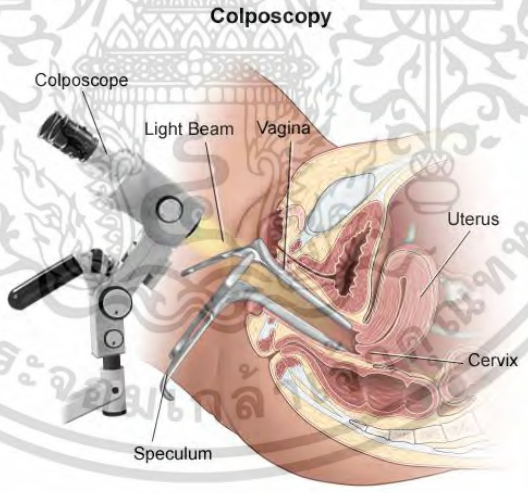
บทที่ 3

วิธีการศึกษาและดำเนินการ

การดำเนินการวิจัยจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกคือการออกแบบและพัฒนาตัวกล้อง ส่วนที่ 2 คือการออกแบบตัวเครื่องมือ ส่วนที่ 3 คือการพัฒนาระบบสร้างภาพ 3 มิติ และส่วนที่ 4 คือการพัฒนาระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ

3.1 การออกแบบและพัฒนาตัวกล้อง

จากเดิม กล้องที่ใช้สำหรับการทำคอลโปสโคปีนั้น จะเป็นในลักษณะของกล้องจุลทรรศน์ ดังรูปที่ 3.1.1 ทางเราจึงเล็งเห็นว่า หากพัฒนาเป็นกล้องเอ็นโดสโคปได้ ก็จะสามารถเพิ่มความชัดเจนและความแม่นยำในการเก็บภาพของเนื้อเยื่อได้ อีกทั้งกล้องเอ็นโดสโคปมีขนาดที่เล็ก ง่ายต่อการใช้งานและวินิจฉัยรอยโรค



รูปที่ 3.1.1 แสดงกล้องที่ใช้ในการทำคอลโปสโคปแบบเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การเลือกชนิดกล้อง

โดยเราวางแผนจะออกแบบตัวกล้องให้มีขนาดเล็ก และสามารถเห็นภาพได้ชัดเจน จึงเลือกใช้เป็นกล้องซีมอสเอ็นโดสโคป ดังรูปที่ 3.1.2 ซึ่งมีขนาดเล็กและมีประสิทธิภาพ โดย CMOS ย่อมาจาก Complementary Metal Oxide Semiconductor เป็นเซ็นเซอร์ที่มีลักษณะการทำงานโดยแต่ละพิกเซลจะมีวงจรย่อยๆเปลี่ยนค่าแสงที่เข้ามาเป็นสัญญาณดิจิตอลในทันที ไม่ต้องส่งออกไปแปลงกับวงจรภายนอก

รูปที่ 3.1.2 แสดงกล้องซีมอสเอ็นโดสโคปที่จะใช้ในโครงการนี้

3.1.2 การสอบเทียบกล้อง (Camera Calibration)

เนื่องจากในกล้องปกติจะมีการบิดเบือนรูปภาพหรือ Picture Distortion อยู่ ทำให้สัดส่วนเส้นตรงภายในภาพผิดเพี้ยนไปจากความเป็นจริง จึงต้องมีการสอบเทียบกล้องด้วยการใช้โปรแกรมแมทแลบ (Matlab)

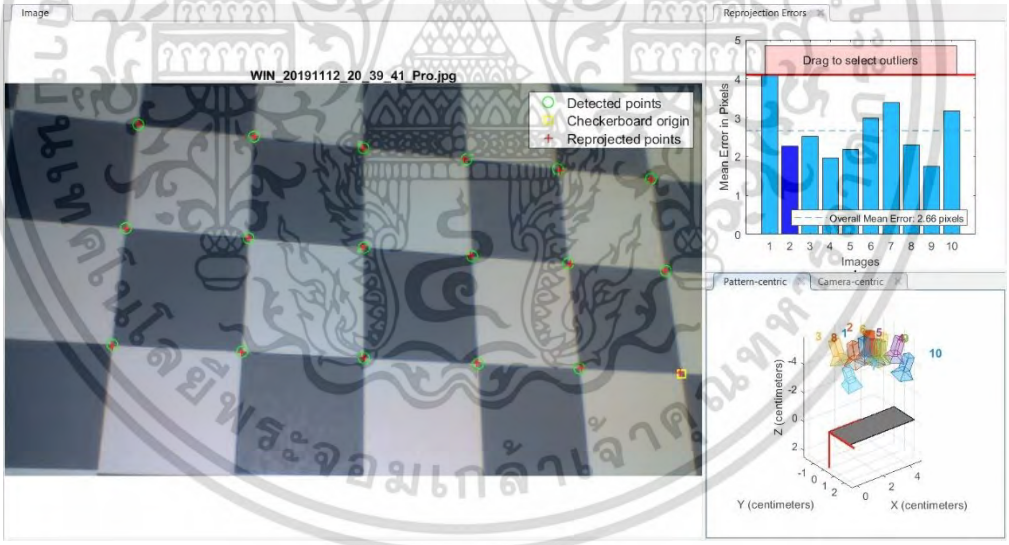
3.1.2.1) การถ่ายภาพตารางหมากรุก (Checkerboard)

ถ่ายภาพตารางหมากรุกที่มีขนาดความยาวด้านของสี่เหลี่ยมคือ 1 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.1.3 จากหลายๆมุมมองเพื่อให้เห็นความบิดเบือนที่โดยส่วนมากจะอยู่รอบนอกของรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1.3 แสดงการเก็บภาพตารางหมากรุกจากกล้อง ในมุมต่างๆ

3.1.2.2) สอบเทียบด้วยการใช้โปรแกรมแมทแลป ดังรูปที่ 3.1.4



รูปที่ 3.1.4 แสดงการสอบเทียบด้วยการใช้โปรแกรมแมทแลป

เมื่อทำการสอบเทียบกล้องได้แล้วนั้น โปรแกรมแมทแลปจะแสดงค่าที่ ดังรูปที่ 3.1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Camera Intrinsics
                IntrinsicMatrix: [3×3 double]
                    FocalLength: [1.0602e+03 1.0612e+03]
                 PrincipalPoint: [630.7631 453.3603]
                           Skew: 0
                RadialDistortion: [-0.0560 0.1148]
            TangentialDistortion: [0 0]
                      ImageSize: [720 1280]

Camera Extrinsics
                RotationMatrices: [3×3×10 double]
             TranslationVectors: [10×3 double]

Accuracy of Estimation
           MeanReprojectionError: 2.6605
              ReprojectionErrors: [18×2×10 double]
               ReprojectedPoints: [18×2×10 double]

Calibration Settings
                       NumPatterns: 10
                       WorldPoints: [18×2 double]
                        WorldUnits: 'centimeters'
                     EstimateSkew: 0
  NumRadialDistortionCoefficients: 2
    EstimateTangentialDistortion: 0
```

รูปที่ 3.1.5 แสดงผลค่าที่ได้จากแอพพลิเคชั่นการสอบเทียบกล้องด้วยโปรแกรมแมทแลป

จากนั้นจึงนำค่าที่ได้จากการสอบเทียบกล้องไปใช้ในการลดการบิดเบือนในคำสั่ง cv2.undistort ดังรูปที่ 3.1.6

```
K = np.array([[1060.17403946994,0,630.763106752824], [0,1061.24954152690,453.360266637619],[0, 0, 1]])
d = np.array([-0.0560164499782834,0,114796061535966, 0, 0, 0])
#K = Intrinsic Matrix
#d = Distortion Coefficient
```

รูปที่ 3.1.6 แสดงการนำค่าที่ได้จากการสอบเทียบกล้องไปใช้ในการลดการบิดเบือน

โดยการใช้แอพพลิเคชั่นการสอบเทียบกล้อง (Camera Calibrator) ในโปรแกรมแมทแลปเพื่อให้ได้ค่าที่แท้จริงต่างๆของกล้อง (Camera Intrinsic) โดยผลต่างๆมีดังนี้

3.1.3 คำสั่งที่ใช้ในการเปิดกล้อง

3.1.3.1) คำสั่งที่ให้วินโดว์ของโปรแกรมเป็นขนาดเต็มจอแสดงผล ดังรูปที่ 3.1.7

```
cv2.namedWindow(window_name, cv2.WND_PROP_FULLSCREEN)
```

รูปที่ 3.1.7 แสดงคำสั่งที่ให้วินโดว์ของโปรแกรมเป็นขนาดเต็มจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2) คำสั่งเพื่อกำหนดกล้องซ้ายและกล้องขวาเป็นตัวแปร camL และ camR ดังรูปที่ 3.1.8

```
camL = cv2.VideoCapture(0)
camR = cv2.VideoCapture(2)
```

รูปที่ 3.1.8 แสดงคำสั่งเพื่อกำหนดกล้องซ้ายและกล้องขวาเป็นตัวแปร camL และ camR

3.1.3.3) คำสั่งเพื่ออ่านข้อมูลจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเป็นตัวแปร frame 1 และ frame 2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.1.9

```
check,frame1 = camL.read()
check,frame2 = camR.read()
```

รูปที่ 3.1.9 แสดงคำสั่งเพื่ออ่านข้อมูลจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเป็นตัวแปร frame 1 และ frame 2

3.1.3.3) คำสั่งเพื่อแสดงภาพสามมิติที่ได้ออกมาทางวินโดว์ของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.1.10

```
cv2.imshow(window_name, im3D)
```

รูปที่ 3.1.10 แสดงคำสั่งเพื่อแสดงภาพสามมิติที่ได้ออกมาทางวินโดว์ของโปรแกรม

3.1.3.4) คำสั่งเพื่อสร้างไฟล์ด้วยภาพจากกล้องซ้ายและขวา แล้วตั้งชื่อไฟล์ว่า Left.jpg และ Right.jpg เมื่อต้องการบันทึกภาพ ดังรูปที่ 3.1.11

```
cv2.imwrite(filename='Left.jpg' , img=frame1)
cv2.imwrite(filename='Right.jpg' , img=frame2)
```

รูปที่ 3.1.11 แสดงคำสั่งเพื่อสร้างไฟล์ด้วยภาพจากกล้องซ้ายและขวา แล้วตั้งชื่อไฟล์ว่า Left.jpg และ Right.jpg เมื่อต้องการบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

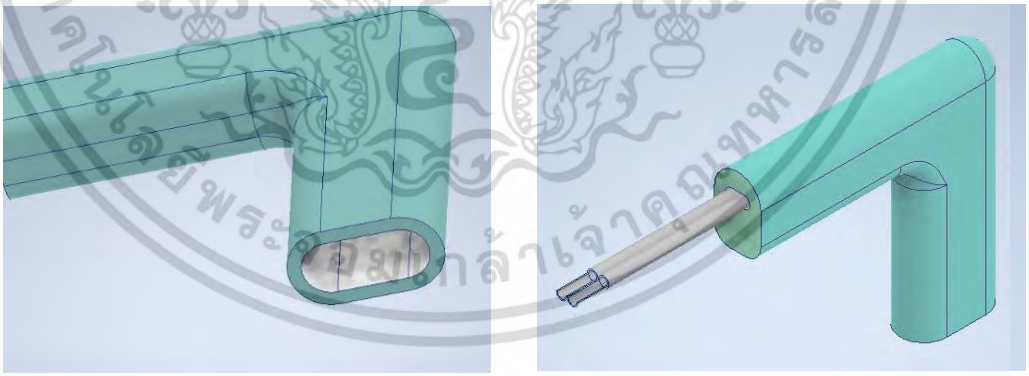
3.1.3.5) คำสั่งเพื่อปรับแก้ภาพจากกล้องให้เหมือนจริงมากที่สุดด้วยการลดการบิดเบือนของตัวกล้อง ดังรูปที่ 3.1.12

```
newcamera, roi = cv2.getOptimalNewCameraMatrix(K, d, (w,h), 0)
newimg = cv2.undistort(img, K, d, None, newcamera)
```

รูปที่ 3.1.12 แสดงคำสั่งเพื่อปรับแก้ภาพจากกล้องให้เหมือนจริงมากที่สุดด้วยการลดการบิดเบือนของตัวกล้อง

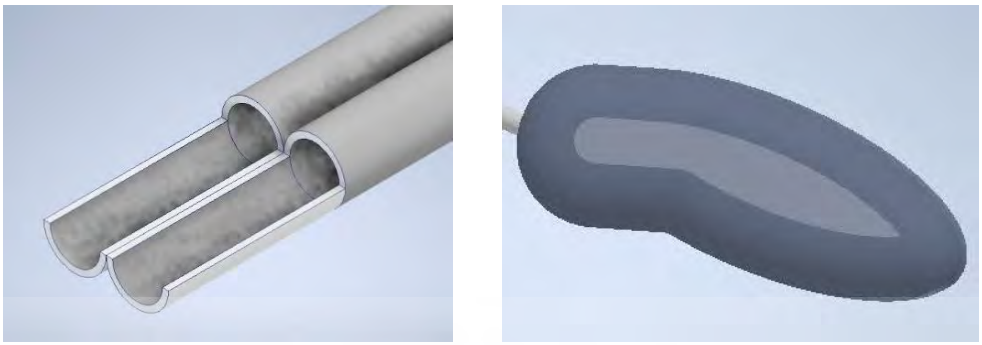
3.2 การออกแบบตัวเครื่องมือ

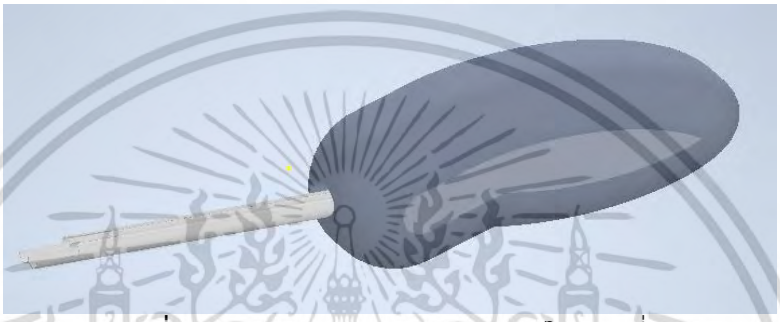
การออกแบบเครื่องมือนั้น เราต้องคำนึงถึงสรรีระและลักษณะของปากมดลูกเป็นอย่างมาก โดยลักษณะของปากมดลูกนั้น เป็นทางที่ค่อนข้างเป็นลำตรง และมีระดับความลึกไม่มาก เพียง 2-3 เซนติเมตร จึงต้องการออกแบบตัวเครื่องมือให้มีลักษณะเป็นแท่งตรงยาว ดังรูปที่ 3.2.1 เพื่อการสอดใส่โดยตรงและไม่หักงอ โดยอุปกรณ์จะมีลักษณะท่อตรงยาวที่เหมาะสมแต่ด้วยความที่การออกแบบในครั้งแรกนั้น คาดว่าจะไม่สามารถจับได้ถนัดมือ จึงได้ทำการออกแบบเป็นครั้งที่2 ดังรูปที่ 3.2.2 เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน



รูปที่ 3.2.1 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ในแบบที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.2.2 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ในแบบที่2

โดยโปรแกรมที่เราใช้ในการออกแบบตัวเครื่องมือคือ ออโต้เดสก์อินเวนเตอร์โปรเฟชชั่นแนล 2020 (Autodesk Inventor Professional 2020) ดังรูปที่ 3.2.3 โดยโปรแกรมนี้สามารถทำให้เราวาดตัวเครื่องมือและส่งออกไปยังโปรแกรมของเครื่องปริ้นท์สามมิติ (3D printer) ได้โดยตรง

รูปที่ 3.2.3 โปรแกรมออโต้เดสก์อินเวนเตอร์โปรเฟชชั่นแนล 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การพัฒนาระบบสร้างภาพสามมิติ

การสร้างภาพพื้นผิวสามมิติจากวิดีทัศน์ของกล้องเอนโดสโคป เราได้อ้างอิงมาจาก อารีย์ คัฟแมน และคณะ ที่ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง 3D Surface Reconstruction from Endoscopic Videos โดยจากการศึกษานี้พบว่าการสร้างภาพสามมิติสามารถช่วยให้การผ่าตัดง่ายขึ้นจริง จากรายละเอียดของรูปที่มากขึ้นของภาพสามมิติ

จากนั้นเราจะทำการพัฒนาระบบกล้องเอนสโคปสามมิติ โดย ไดราจ สังข์วาลย์ และคณะ ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Development of 3D High Definition Endoscope System ซึ่งเป็นงานวิจัยเพื่อลดความลุกล้ำหรืออาการบาดเจ็บจากการผ่าตัด เนื่องจากการสูญเสียความสามารถในการแยกระยะตื้นลึก ทำให้การผ่าตัดสามารถทำได้ยาก และอาจทำให้เกิดอาการบาดเจ็บมากกว่า การสร้างภาพสามมิติจึงเข้ามาช่วยในส่วนนี้ ทำให้ผู้ผ่าตัดสามารถเห็นระยะตื้นลึก และระยะห่างระหว่างเนื้อเยื่อหรืออวัยวะได้ดีมากยิ่งขึ้น

โดยเราจะเริ่มจากการแสดงภาพสามมิติผ่านหลักการของภาพน้ำเงิน-แดง หรือ อะนากลิ๊ฟ

และหลังจากนั้น ไดราจ สังข์วาลย์ และคณะได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Development of 3D FULL HD Endoscope Capable of Scaling View of the Selected Region ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบสร้างภาพสามมิติให้สามารถวัดขนาดและวัดระยะได้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถช่วยในการผ่าตัดได้มีประสิทธิภาพกว่าที่เคย

3.3.1 คำสั่งต่างๆที่จะนำมาใช้ในการสร้างภาพสามมิติ

3.3.1.1) คำสั่งสำหรับการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟ

3.3.1.1.1) คำสั่งที่ใช้เพื่อแยกรูปที่ได้จากกล้อง 1 และ 2 เป็นสามสีคือ น้ำเงิน เขียว และ แดง ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lB, lG, lR = cv2.split(frame1)
rB, rG, rR = cv2.split(frame2)
```

รูปที่ 3.3.1 แสดงคำสั่งที่ใช้เพื่อแยกรูปที่ได้จากกล้อง 1 และ 2 เป็นสามสีคือ น้ำเงิน เขียว และ แดง

3.3.1.1.2) ตำสั่งที่ใช้เพื่อสร้างภาพสามมิติด้วยการรวมภาพ น้ำเงินและเขียวจากกล้อง ขวาและ ภาพแดงจากกล้องซ้าย ดังรูปที่ 3.3.2

```
im3D = cv2.merge((rB, rG, lR))
```

รูปที่ 3.3.2 แสดงตำสั่งที่ใช้เพื่อสร้างภาพสามมิติด้วยการรวมภาพ น้ำเงินและเขียวจากกล้อง ขวาและภาพแดงจากกล้องซ้าย

3.3.1.2) คำสั่งสำหรับการสร้างภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์

3.3.1.1.1) คำสั่งที่ใช้เพื่อรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเพื่อรวมกัน เป็นภาพเดียวกันแบบคู่สเตริโอ(Stereo Pair) ดังรูปที่ 3.3.3

```
img_concat = cv2.hconcat([frame1, frame2])
cv2.imshow(window_name, img_concat)
```

รูปที่ 3.3.3 แสดงคำสั่งที่ใช้เพื่อรวมภาพจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเพื่อรวมกัน เป็นภาพเดียวกันแบบคู่สเตริโอ

หลังจากทำการสร้างภาพสามมิติแล้วนั้น จำเป็นจะต้องมีแว่นที่ใช้สำหรับชนิดของภาพสามมิตินั้นๆด้วย ได้แก่

- แว่นที่ใช้สำหรับการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟ

รูปที่ 3.3.4 แว่นอะนากลิ๊ฟแดง-คราม

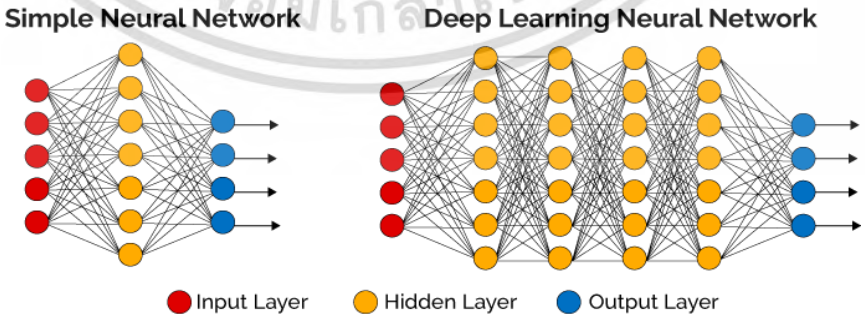
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ แว่นที่ใช้สำหรับการสร้างภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์

รูปที่ 3.3.5 แว่นโพลาไรซ์

3.4 การพัฒนาระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ

จากทฤษฎีที่เราได้กล่าวไปข้างต้น คือเราจะใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ในการจำแนกภาพอัตโนมัติโดยอัลกอริธึมของการเรียนรู้เชิงลึกจะถูกสร้างขึ้นจากการนำเอาโครงข่ายประสาทหลายๆเลเยอร์มาต่อกัน ดังรูปที่ 3.16 โดยเลเยอร์แรกสุดจะทำหน้าที่ในการรับข้อมูล (Input layer) เลเยอร์สุดท้ายจะทำหน้าที่ส่งผลลัพธ์การประมวลผลออกมา (Output layer) ส่วนเลเยอร์ระหว่างเลเยอร์แรกสุดและเลเยอร์สุดท้าย จะถูกเรียกว่า เลเยอร์ลับ (Hidden layer)



รูปที่ 3.4.1 แสดงถึงโครงข่ายของระบบปัญญาประดิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยโปรแกรมที่เราจะนำมาใช้ในการสร้างระบบการจำแนกภาพอัตโนมัตินี้เราจะใช้เป็นโปรแกรมไพธอน (Python) ดังรูปที่ 3.17 ซึ่งภาษาโปรแกรมไพธอน คือภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยกรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของการแปลงชุดคำสั่งที่เราเขียนให้เป็นภาษาเครื่องไพธอน มีการทำงานแบบเป็นผู้อธิบายคือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่เราต้องการ

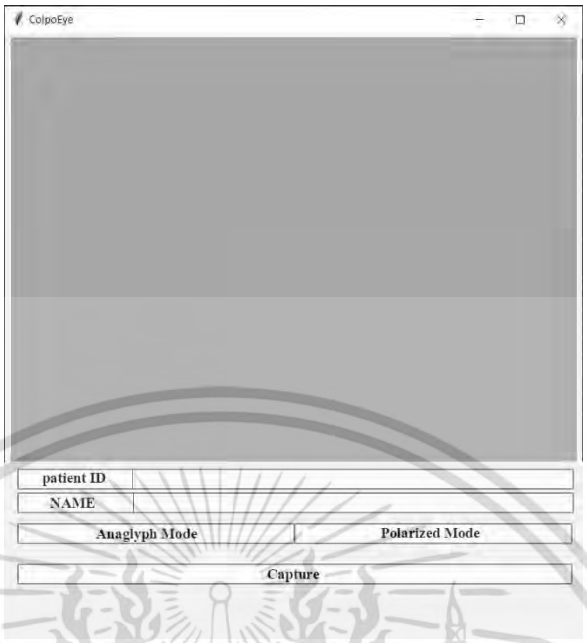
รูปที่ 3.4.2 โปรแกรมไพธอน

นอกจากนั้นภาษาโปรแกรมไพธอน ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง (General-purpose language) จึงทำให้มีการนำไปใช้กันแพร่หลายในหลายองค์กรใหญ่ระดับโลก เช่น กูเกิ้ล (Google) , ยูทูป (YouTube) , อินสตราแกรม(Instagram) , ดรอปบ็อกซ์ (Dropbox)และ นาซ่า(NASA) เป็นต้น

3.5 การพัฒนาระบบหน้าต่างผู้ใช้งาน (Graphic User Interface)

เพื่อรองรับการใช้งานของการใช้สสวิตซ์เท้า โดยผ่านการบันทึกภาพและแสดงภาพรอยโรคที่ได้ หลังจากการบันทึก โยระบบนี้จะสามารถปรับใช้ได้ทั้งโหมดอะนากลิ๊ฟและโพลาไรซ์ จากรูปที่ 3.5.1 จะแสดงการออกแบบหน้าต่างของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5.1 การออกแบบหน้าต่างของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลจากการออกแบบและพัฒนาตัวกล้อง

4.1.1 ผลจากการเลือกชนิดกล้อง

จากผลการค้นคว้า กล้องที่เหมาะสมควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 7 มม. จึงได้กล้องซีมอส รุ่น LTC-1002 ยี่ห้อ Lightech Fiberoptics ดังรูปที่ 4.1.1

รูปที่ 4.1.1 กล้องซีมอสที่เลือกใช้

4.1.2 ผลการสอบเทียบกล้อง

จากการสอบเทียบกล้องด้วยโปรแกรมแมทแลบทำให้ทราบค่าที่แท้จริงต่างๆของกล้อง ทำให้สามารถลดการบิดเบือนของกล้องได้ ได้ผลดังรูปที่ 4.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1.2 แสดงผลจากการลดการบิดเบือนของกล้อง โดยภาพซ้ายคือก่อนลดการบิดเบือนของกล้อง

4.2 ผลจากการออกแบบตัวเครื่องมือ

หลังจากทำการออกแบบเครื่องมือ จึงนำไปพิมพ์เป็นชิ้นงานสามมิติด้วยเครื่องพิมพ์สามมิติ ซึ่งได้เป็นชิ้นงานดังรูปที่ 4.2.1

รูปที่ 4.2.1 ชิ้นงานที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์สามมิติ

และจากการทดสอบการใช้งาน พบว่าหากมีอุปกรณ์ช่วยจับตัวเครื่องมือ จะส่งผลดีกับการจับภาพเพื่อให้เกิดความนิ่งและชัดเจนมากยิ่งขึ้น จึงได้จัดทำเป็นแท่นเสาไฟLEDมีล้อเลื่อน และแขนจับในตัว เพื่อสนับสนุนทางด้านนี้ ดังรูปที่ 4.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.2 แท่นเสาไฟLEDมีล้อเลื่อนและแขนจับ

4.3 ผลจากการพัฒนาระบบสร้างภาพสามมิติ

4.3.1 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟแดง-ฟ้า

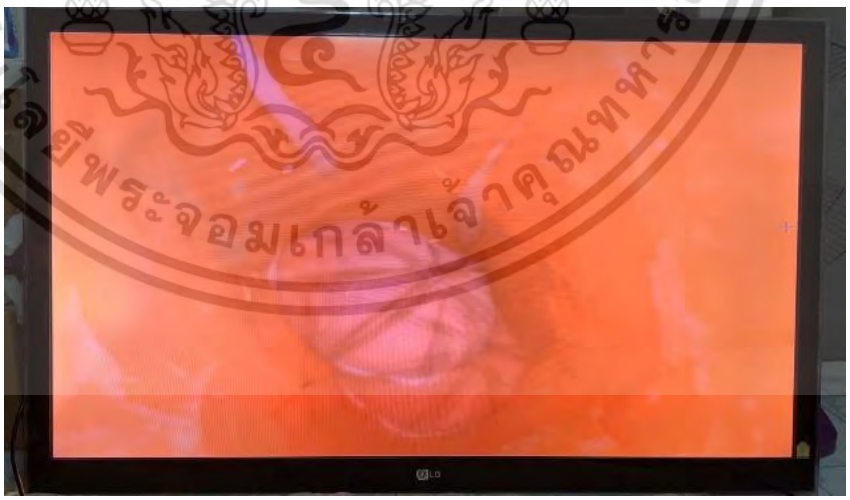
จากการเขียนโปรแกรมสร้างภาพสามมิติทำให้ได้ภาพสามมิติแบบซ้อนเหลื่อมหรือแบบอะนากลิ๊ฟแดง-ฟ้าดังรูปที่ 4.3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3.1 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบอะนากลิ๊ฟ

4.3.2 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์

จากการเขียนโปรแกรมสร้างภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์ด้วยการรวมภาพซ้าย-ขวาจากกล้องซ้ายและกล้องขวาเข้าด้วยกันได้ผลดังรูปที่ 4.3.2

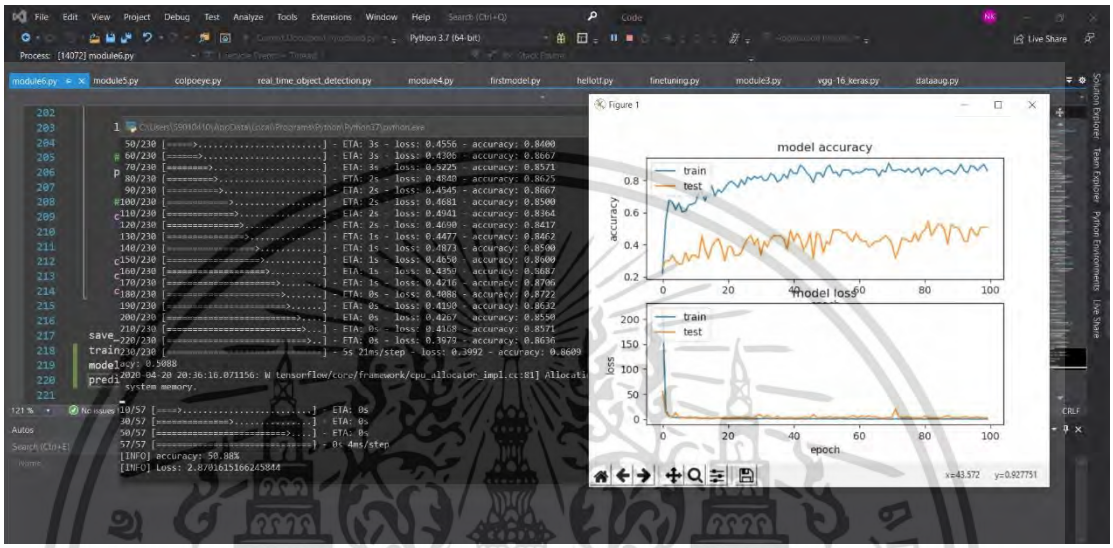


รูปที่ 4.3.2 ผลของการสร้างภาพสามมิติแบบโพลาไรซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลจากการพัฒนาระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ

และผลจากการป้อนข้อมูลให้ระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ สามารถแสดงความแม่นยำของการบ่งชี้ระดับความรุนแรงของมะเร็งปากมดลูกของโครงงานนี้อยู่ที่ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 4.4.1

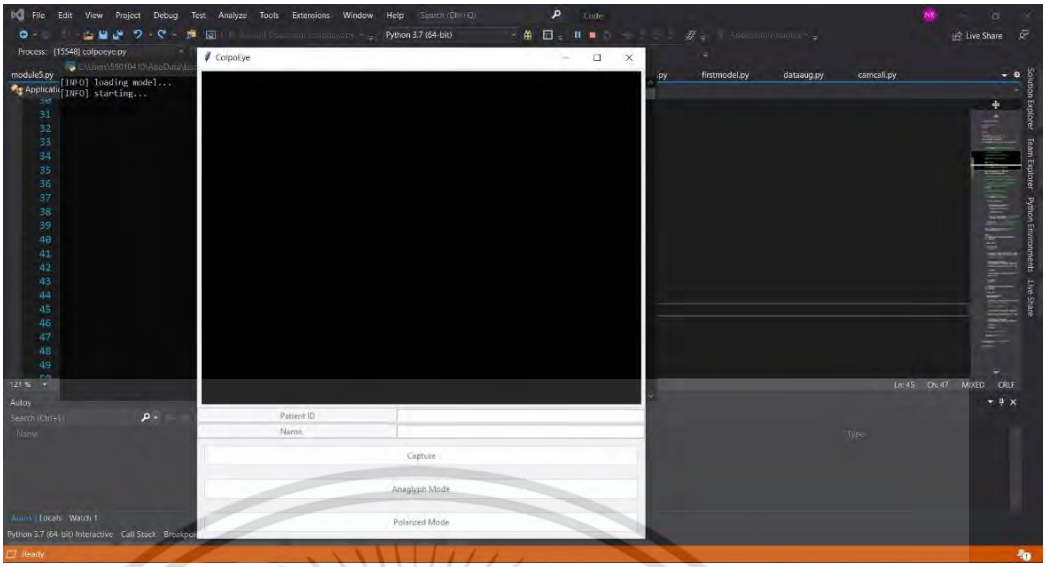


รูปที่ 4.4.1 แสดงเปอร์เซ็นต์และกราฟความแม่นยำของระบบจำแนกภาพอัตโนมัติ

4.5 ผลจากการพัฒนาระบบหน้าต่างผู้ใช้งาน (Graphic User Interface)

ได้มีการเพิ่มปุ่มจับภาพ ปุ่มสำหรับปรับเปลี่ยนโหมด ทั้งอะนากลิ๊ฟและโพลาไรซ์ อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลคนไข้ตามรหัสประจำตัวและชื่อสกุลได้ ดังรูปที่ 4.5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5.1 หน้าต่างผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองทำให้สามารถสร้างกล้องตรวจมะเร็งปากมดลูกที่มีคุณสมบัติต่างๆดังนี้

5.1.1 ขนาดอุปกรณ์ ตัวกล้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 3 เซนติเมตร เพื่อลดความรุกล้ำและความเจ็บปวดจากการส่องกล้องตรวจมะเร็งปากมดลูก

5.1.2 ภาพ สามารถฉายภาพสามมิติได้สองแบบคือ

5.1.2.1) แบบแดง-คราม ซึ่งต้องใช้แว่นอะนากลิ๊ฟแดง-ครามในการใช้ มีข้อดีคือสามารถใช้กับจอรับภาพชนิดใดก็ได้ แต่การใช้ระบบอะนากลิ๊ฟอาจส่งลต่อการดูดกลืนของสีอาจจะส่งผลให้เห็นภาพในสีที่ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

5.1.2.2) แบบโพลาไรซ์ ซึ่งต้องใช้แว่นโพลาไรซ์ร่วมด้วย มีข้อดีคือ เห็นรอยโรคได้ชัดเจนมากกว่าระบบอะนากลิ๊ฟ แต่ระบบนี้จำเป็นต้องใช้กับจอภาพที่มีระบบโพลาไรซ์ในตัวซึ่งอาจไม่เหมาะสมและเข้าถึงทุกพื้นที่ใช้งาน

โดยภาพสามมิติสามารถช่วยในการวินิจฉัยโรคได้ ด้วยการเพิ่มความรับรู้ความใกล้ไกลในระหว่างการตรวจ ทำให้สามารถวินิจฉันรอยโรคได้สะดวกมากยิ่งขึ้นผ่านความลึกของแผลที่เกิดขึ้น

5.1.3 ระบบปัญญาประดิษฐ์ สามารถใช้งานได้ในการเรียนรรู้ภาพและความแตกต่างของภาพ สามารถแยกแยะระดับความรุนแรงของโดรคมะเร็งปากมดลูกตามที่ต้องการได้

5.1.4 หน้าจอผู้ใช้ ได้มีการจัดทำระบบหน้าจอผู้ใช้ เพื่อเพิ่มความน่าใช้งานและความสะดวกในการวินิจฉัยรอยโรค พร้อมทั้งสามารถบันทึกภาพพร้อมกับวันและเวลาได้อีกด้วย เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ตัวกล้องที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นจะประกอบด้วยตัวครอบและที่จับเพื่อให้สามารถใช้ได้โดย โดยที่จับถูกออกแบบให้มีระยะเอียงกดลงประมาณ 30 องศา เพื่อตอบรับกับองศามือในการจับที่เหมาะสม และมีแทนเสาล้อเลื่อนพร้อมที่จับเพื่อป้องกันการสั่นขณะจับภาพ โดยทำการควบคู่กับสวิตช์เท้าเพื่อใช้ในการจับภาพและบันทึกภาพ

ในส่วนของตัวกล้องระบบกล้องคู่(dual camera) สามารถสร้างภาพสามมิติได้ 2 โหมด คือ โหมดแดง-คราม และ โหมดโพลาไรซ์ โดยมีข้อดีต่างกันตามที่กล่าวไปข้างต้น

จากการทดลองพบว่ากล้องสามารถใช้ได้จริงและสามารถสร้างภาพสามมิติได้จริงทั้ง 2 โหมด โดยภาพจาก โหมดแดง-คราม จะสามารถจำแนกสีได้ยากกว่าแต่มีความละเอียดมากกว่าโหมดโพลาไรซ์

และผลจากการป้อนข้อมูลให้ระบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ สามารถสรุปความสามารถในการแสดงความแม่นยำของการบ่งชี้ระดับความรุนแรงของมะเร็งปากมดลูกของโครงงานนี้อยู่ที่ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

5.3 ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

5.3.1 ด้านภาพ ภาพที่ได้ยังไม่ตรงในระนาบเดียวกัน ต้องมีการปรับแก้ไขทั้งทางฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ โดยได้ทำการปรับแก้ทั้งใยฮาดแวร์และซอฟแวร์ โดยทางฮาร์ดแวร์ ได้ทำการปรับกล้องทั้งสองให้อยู่ในระนาบเดียวกันให้มากที่สุด โดยมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ที่เพียง 0.01% และในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้มีการใช้โค้ดเพื่อปรับแก้ระนาบของภาพเช่นกัน

5.3.2 ด้านฮาร์ดแวร์ ดีไซน์ของฮาร์ดแวร์หรือตัวครอบและที่จับของกล้องยังไม่สมบูรณ์ที่สุด ต้องมีการปรับแก้ไปพร้อมกับการทดลอง ซึ้งสุดท้ายได้ฮาร์ดแวร์ที่มีขนาดยาวของท่อวประมาณ 20 ซม.เพื่อป้องกันการสัมผัสขาหนีบของคนไข้โดยตรงให้มากที่สุด

5.3.3 ด้านการจับภาพ การจับภาพมือหนึ่งไปพร้อมกับการถืออุปกรณ์อีกมือหนึ่ง อาจทำให้ส่งผลกระทบในการจับภาพ คืออาจทำให้กล้องสั่น และจับภาพได้ไม่ถนัดเท่าที่ควร จึงได้มีการเพิ่มอุปกรณ์ในการช่วยเหลือ คือแท่นเสาล้อเลื่อน และอุปกรณ์ช่วยจับ เพื่อลดการสั่นขณะจับภาพ อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งตัวเสามีไฟLEDด้านบน สามารถช่วยเพิ่มความสว่างให้กับการมองเห็นโดยรอบได้ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวินิจฉัยโรค

5.4 ข้อเสนอแนะและข้อปรับปรุง

ในภายภาคหน้า อาจมีการปรับขนาดกล้องให้มีขนาดเล็กลงมากยิ่งขึ้น เนื่องด้วยหากสามารถลดความเจ็บปวดในการรุกล้ำผู้ทดลองได้มากเท่าไร ก็มีประสิทธิภาพในการเข้าถึงและสามารถวินิจฉัยรอยโรคได้เพิ่มมากขึ้นเท่านั้น

อีกทั้งยังมีความตั้งใจในการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้เกิดความแม่นยำเพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยจะทำเก็บข้อมูลผ่านการใช้งานโดยการเก็บภาพตัวอย่างวินิจฉัยรอยโรค ที่มีความหลากหลายทางระดับขั้นความรุนแรงลักษณะเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งการเพิ่มจำนวนของข้อมูลที่ใช้ในการเทรนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำอีกเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การตรวจคัดกรองโรคมะเร็ง (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.cai.md.chula.ac.th/lesson/cancer/what.html (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

การผ่าตัดโรคกระดูกสันหลังผ่านกล้องเอ็นโดสโคป (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.bumrungrad.com/th/treatments/endoscopic-lumbar-discectomy (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

ADMIN IN INFO , *กล้องจุลทรรศน์ หรือกล้องสเตอริโอ* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://www.microscope.in.th/compound-vs-stereo (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Cervical Cancer: 5 Signs Never to Ignore (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.womenworking.com/cervical-cancer-5-signs-never-ignore/ (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Dr Neeraja Valli , *Cervical Cancer : Symptoms, Diagnosis & Treatment* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.sunshinehospitals.com/cervical-cancer-symptoms-diagnosis-treatment/ (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Health direct Australia , *Caesarean* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.pregnancybirthbaby.org.au/caesarean (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Healthwise Staff , *Abnormal Pap and Colposcopy* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.healthlinkbc.ca/health-topics/zm6105 (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Kate Murray BHSc Nat , *What happens in a menstrual cycle* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.darwinnaturopathics.com/single-post/2019/06/07/What-happens-in-a-menstrual-cycle (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Kung Suthamat , *ภาพสามมิติ (PICTORIAL VIEW)* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://kungsuthamat.blogspot.com/p/7-pictorial-view-1.html (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

nessessence , *Deep learning คืออะไร* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/deep-learning-A3/ (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nessessence , *ปัญญาประดิษฐ์ (AI : Artificial Intelligence) คืออะไร* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.thaiprogrammer.org/2018/12/whatisai/ (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

Stephanie Watson , *Everything You Need to Know About Cervical Cancer* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.healthline.com/health/cervical-cancer#treatment (วันที่สืบค้น 22 กันยายน 2562)

สำนักพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ , *การจำแนกประเภทข้อมูลภาพ (Image Classification)* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : http://learn.gistda.or.th/2017/04/03/ (วันที่สืบค้น 15 กุมภาพันธ์ 2563)

บริษัท ควิกเซิร์ฟ โปรไวเดอร์ จำกัด, *Image Processing คือ ความฉลาดของเทคโนโลยีที่ทำให้ชีวิตเรางายขึ้น* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.quickserv.co.th/knowledge-base/solutions/Image-Processing/ (วันที่สืบค้น 15 กุมภาพันธ์ 2563)

Keng Surapong, *Object Detection คืออะไร บทความสอน AI ตรวจจับวัตถุ TensorFlow.js หลักการทำ Object Detection การตรวจจับวัตถุในรูปภาพ จากโมเดลสำเร็จรูป COCO-SSD – tfjs* (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : https://www.bualabs.com/archives/3453/what-is-object-detection-tutorial-tensorflow-js-build-object-detection-machine-learning-coco-ssd-tfjs-ep-8/ (วันที่สืบค้น 15 กุมภาพันธ์ 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้