

Seminar note

Visualizing human body

กลุ่ม 5

Ultrasound

- ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการสร้างภาพโดยอาศัยการสะท้อนของคลื่นเสียง (Echo)
- ใช้หลัก Reflection & Refraction และ Doppler effect
- มักใช้ในการตรวจครรภ์พัฒนาการของทารก ตรวจอวัยวะภายใน ช่วยนำทางตรวจชิ้นเนื้อ (Biopsy)

CT Scan

- ใช้รังสีเอกซ์และคอมพิวเตอร์ ปล่อยรังสีเอกซ์ไปยังเนื้อเยื่อซึ่งมีการดูดซับรังสีแตกต่างกัน ตรวจจับรังสีแล้วสร้างภาพด้วยคอมพิวเตอร์
- ใช้หลัก Attenuation
- มีการใช้สารทึบแสงเพื่อสร้าง contrast
- ช่วยในการวินิจฉัย ตรวจหลอดเลือด (CT angiography) วางแผนการรักษาและติดตามผล

MRI

- ใช้สนามแม่เหล็กแรงสูง
- ให้ภาพความละเอียดสูง ใช้ดูเนื้อเยื่อภายในร่างกาย วินิจฉัยโรคทางประสาท กระดูก กล้ามเนื้อ หัวใจ หลอดเลือด อวัยวะภายใน

Comparison

	ULTRASOUND	CT SCAN	MRI
หลักการ	ใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound)	ใช้รังสีเอกซ์ (X-ray) และ คอมพิวเตอร์	ใช้สนามแม่เหล็กและคลื่นวิทยุ
เวลาที่ใช้	ใช้เวลาน้อยที่สุด (ประมาณ 5 นาที)	ใช้เวลาปานกลาง (ประมาณ 15 นาที)	ใช้เวลานานที่สุด (30-60 นาที)
ค่าใช้จ่าย	ต่ำที่สุด	ค่อนข้างสูง	สูงที่สุด
ความปลอดภัย	ไม่มีรังสี ปลอดภัยสำหรับคนทุกกลุ่ม	ไม่มีรังสี แต่ห้ามใช้กับผู้ที่โลหะในร่างกาย	ไม่มีรังสี แต่ห้ามใช้กับผู้ที่โลหะในร่างกาย
ลักษณะภาพ	ภาพ 2D/3D แบบเรียลไทม์ มีความละเอียดต่ำสุด เห็นภาพรวมของโครงสร้างและอวัยวะภายใน	ภาพโครงสร้างภายใน 2D/3D มีความละเอียดสูงขึ้น เห็นโครงสร้างและเนื้อเยื่อภายในที่มีความซับซ้อนและลึกมากขึ้น	ได้ภาพ 3 มิติ มีความละเอียดของภาพสูงที่สุด เห็นโครงสร้างและเนื้อเยื่อภายในชัดเจน

	ULTRASOUND	CT SCAN	MRI
เสียงรบกวน	มีเสียงเบา (เสียงจากการสะท้อน)	มีเสียงเบา	มีเสียงดังจนอาจ รู้สึกไม่สบายตัว
ข้อจำกัด	คุณภาพของภาพต่ำ ไม่เหมาะกับการตรวจเนื้อเยื่อที่มีความละเอียดมาก	- ความละเอียดน้อยกว่า MRI - มีการใช้รังสี อาจเพิ่มความเสี่ยงต่อสุขภาพหากได้รับบ่อย	ผู้ป่วยที่มีอุปกรณ์ทางการแพทย์หรือโลหะฝังอยู่ในร่างกายไม่สามารถใช้ได้
ตัวอย่างการใช้งาน	- ตรวจครรภ์ (ดู พัฒนาการของทารก) - ตรวจโรคหัวใจและหลอดเลือด - การนำทางการเจาะเนื้อเยื่อ	- การตรวจในกรณีฉุกเฉิน - การตรวจการหักของกระดูก	- ตรวจสมอง, เส้นประสาท, กระดูกสันหลัง - การตรวจเนื้องอก - การตรวจระบบหัวใจและหลอดเลือด

*CT Scan เรื่องความปลอดภัยเพื่อนำเสนอว่ามีรังสี

กลุ่ม 23

MRI

- ใช้คลื่นวิทยุและสนามแม่เหล็กแรงสูงเพื่อกระตุ้นโปรตอนในร่างกาย (น้ำ) ทำให้โปรตอนปลดปล่อยพลังงานในรูป EM ออกมาที่ wavelength ต่างกัน แล้วรับสัญญาณ —> เกิดความแตกต่างของสี
- ใช้หลักการของ NMR (โปรตอนในสนามแม่เหล็กถูกกระตุ้นเปลี่ยนแนวการจัดเรียงด้วยคลื่นวิทยุแล้วปล่อยพลังงานออกมา) คำนวณผ่านหลักการ Fourier transform
- T1 (Anatomy scan) น้ำสีดำ อวัยวะสีเทา ไขมันสีขาว
- T2 (Pathology scan) น้ำสีขาว อวัยวะสีเทา
- ใช้ดู joints, brain, blood vessels, wrists, ankles

CT scan

- ใช้ X ray หมุนรอบตัวผู้ป่วยเพื่อเก็บข้อมูลแบบ 3D แล้วประมวลผลออกมาเป็นภาพตัดขวาง/3D/ระนาบอื่น ๆ
- ใช้หลักการดูดซับ โดย x ray จะถูกดูดซับตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อวัดสัญญาณเพื่อคำนวณค่า attenuation coefficient แล้วจึงแปลงเป็น Hounsfield units (HU) เพื่อสร้างภาพ
- ส่วนที่มีการดูดซับรังสีมาก -> สีขาว
- ส่วนที่มีการดูดซับรังสีน้อย -> สีดำ
- ใช้ดู Bone fracture, tumor, internal hemorrhage แต่ soft tissue ใช้ MRI เหมาะกว่า

MRI : CT SCAN		
ข้อดี	1. ประเมินผลได้แม่นยำ 2. ไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวด 3. ไม่มีอันตรายจากรังสี	1. ระยะเวลาในการตรวจที่สั้น 2. ใช้ตรวจผู้ที่มีโลหะในร่างกายได้ 3. ครอบคลุมการตรวจทั้งร่างกาย
ข้อเสีย	1. ระยะเวลาในการตรวจนาน 2. ตรวจผู้ที่มีโลหะในร่างกายไม่ได้ 3. มีเสียงดังขณะเครื่องทำงาน	1. อาจเกิดผลข้างเคียงจากสารทึบรังสี 2. อาจได้รับรังสีก่อไอออน 3. อาจไม่สามารถตรวจพบโรคที่อยู่ในระยะแรกเริ่มได้ เช่น เนื้องอกขนาดเล็ก
		

CS สแกนด้วย CamScanner

กลุ่ม 17

CT Scan

- มี 1 แหล่งกำเนิดรังสีเอ็กซ์ แต่มีหลาย detector
- เอาภาพจำนวนมากที่ได้มาประมวลผลสร้างเป็นภาพ 3D
- ใช้หลักเมทริกซ์ในการสร้างภาพแต่ละพิกเซลจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ สูตรตามสไลด์เพื่อน
- ความเสี่ยง: ต้องฉีดสารทึบแสงเพื่อเพิ่มความชัด ผู้ป่วยบางรายอาจแพ้สารทึบแสง เป็นพิษต่อไต หรือสารรั่วออกจากหลอดเลือดทำให้เกิดการอักเสบได้

MRI

- โปรตอนของไฮโดรเจนมีคุณสมบัติ magnetic dipole ทำให้ตอบสนองต่อสนามแม่เหล็กภายนอกได้
- ความถี่คลื่นวิทยุที่ใช้สอดคล้องกับการสั่นของโปรตอน (Larmor frequency)
- ไม่เหมาะกับคนที่มีภาวะ claustrophobia เพราะต้องอยู่ในที่แคบนาน

Comparison

เปรียบเทียบ CT SCAN และ MRI

	CT SCAN	MRI
หลักการทำงาน	รังสี x	สนามแม่เหล็กและความถี่วิทยุ
บริเวณที่เหมาะสมในการตรวจ	1.สมอง 2.หัวใจและหลอดเลือด 3.ปอด 4.กระเพาะอาหารและลำไส้ 5.กระดูกและข้อ *จะเน้นไปที่ bone injuries, lung and chest scans	1.สมองและระบบประสาท 2.กระดูกและข้อต่อ 3.หัวใจและหลอดเลือด 4.ตับและไต 5.ระบบกระดูกของสมองและระบบประสาทเสริม *จะเน้นไปที่ superior for soft tissues (brain, muscle, ligaments)



สแกนด้วย CamScanner

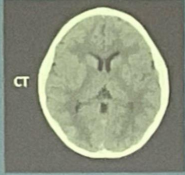
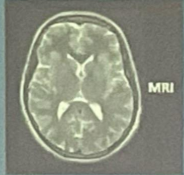
เปรียบเทียบ CT SCAN และ MRI

	CT SCAN	MRI
ระยะเวลาที่ใช้	10-30 นาที	30-60 นาที
เหมาะสำหรับ	ภาวะฉุกเฉิน เช่น การเลือดออก	เหมาะสำหรับการให้รายละเอียดของเนื้อเยื่อ เช่น สมอง ข้อต่อ
ข้อจำกัด	1.มีการใช้รังสีในปริมาณที่สูง 2.ไม่เหมาะกับผู้ใช้ยา kontrast 3.ค่าใช้จ่ายสูง 4.ไม่เหมาะสมสำหรับบางคน	1.ค่าใช้จ่ายสูง 2.ไม่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีความเครียด

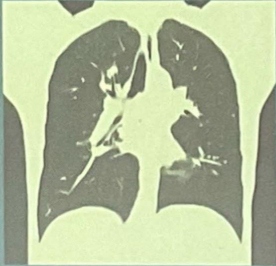


สแกนด้วย CamScanner

เปรียบเทียบ CT SCAN และ MRI

		CT SCAN	MRI
ภาพที่ได้	สมอง		
	ไขสันหลัง		

เปรียบเทียบ CT SCAN และ MRI

		CT SCAN	MRI
ภาพที่ได้	ช่องอก		

กลุ่ม 14

MRI

- เหมือนกลุ่มอื่น
- MRI จะปล่อยคลื่นแม่เหล็กพลังงานสูงเพื่อให้โปรตอนในร่างกายหันสู่ระนาบเดียวกับสนามแม่เหล็ก

Ultrasound

- ใช้ตรวจอวัยวะภายในที่ตรวจสอบได้ยาก
- Transducer ส่งคลื่นเสียงความถี่สูงซึ่งจะมีการสะท้อนกลับ หักเห ดูดซับเมื่อผ่านเนื้อเยื่อต่าง ๆ transducer ตรวจจับคลื่นที่สะท้อนกลับมาแล้วนำไปสร้างภาพ
- ทาด้วยเจลเย็นก่อนเพื่อให้ส่งผ่านคลื่นเสียงได้โดยไม่มีการหักเหรบกวน

CT Scan

- เหมือนกลุ่มอื่น

Comparison

	MRI SCAN	ULTRASOUND	CT SCAN
หลักการทำงาน	ใช้คลื่นแม่เหล็กและคลื่นวิทยุกระตุ้นโปรตอนในร่างกาย	ใช้คลื่นเสียงความถี่สูงในการถ่ายภาพ	ใช้รังสีเอกซ์ และคอมพิวเตอร์สร้างภาพตัดขวาง
การใช้งาน	ใช้ในการสร้างภาพของ Soft tissue เพราะสามารถสร้างภาพที่มี tissue contrast สูง	ใช้ในการหาความผิดปกติในช่องท้อง นิ่ว และตรวจสอบทารกในครรภ์	เหมาะสำหรับการตรวจกระดูก เนื้ออก และหลอดเลือด
ข้อจำกัด	ผู้ที่โลหะภายในร่างกายจะไม่สามารถใช้ได้ เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กอาจทำให้โลหะบางชนิดมีลักษณะเปลี่ยนไป เครื่องมีเสียงดัง ไม่เหมาะกับผู้ที่กลัวที่แคบ	ไม่เหมาะกับอวัยวะที่มีเนื้อเยื่อแข็งมีอากาศ และไม่เหมาะกับคนที่มีเนื้อเยื่อหนา	อันตรายจาก Contrast Material และรังสี
ค่าใช้จ่าย	↑↑↑	↑	↑↑

กลุ่ม 12

MRI

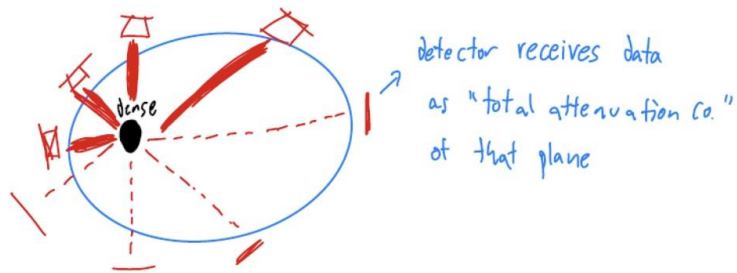
- มีข้อด้อยในการตรวจอวัยวะเช่น ปอด ลำไส้ เนื่องจากมีปริมาณน้ำต่ำและมีการเคลื่อนไหวตลอด

CT Scan

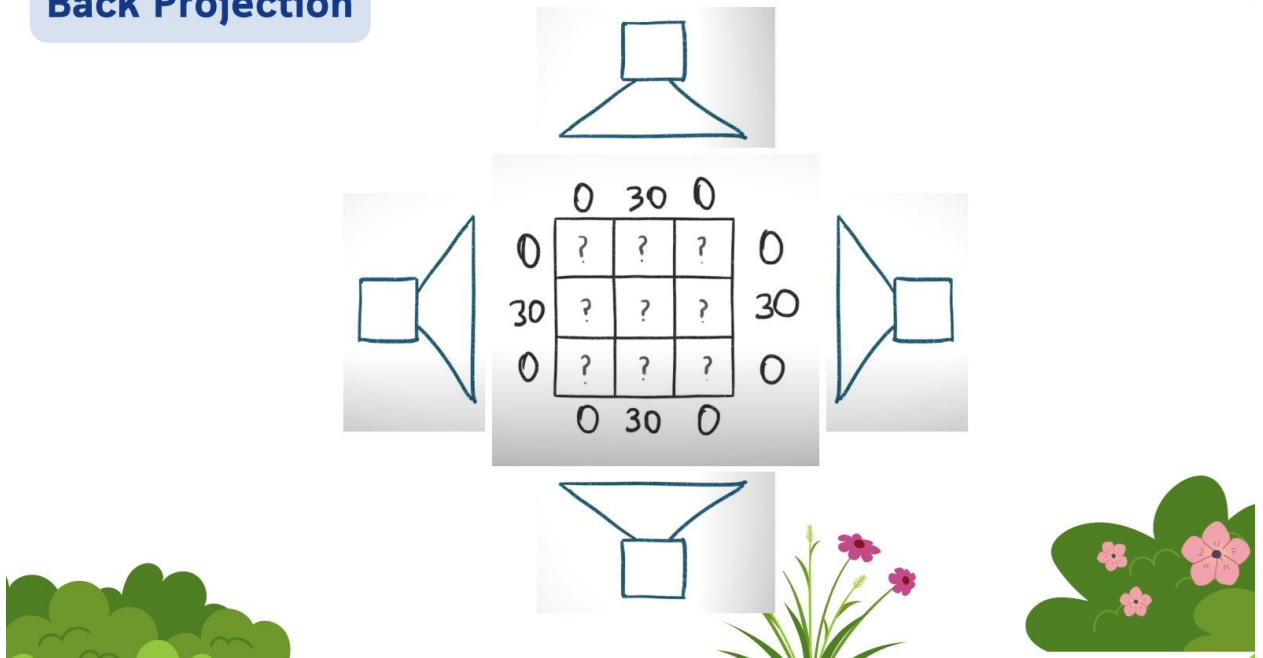
- ใช้หลักการลดทอนรังสี X-ray attenuation วัดค่าได้ตามสมการ Lambert-Beer's Law ซึ่งเมื่ออินทิเกรตจะได้ Attenuation Coefficient
- สร้างภาพใหม่แบบ Reconstruction Algorithm ใช้ Fourier transform แปลงข้อมูลเป็นภาพ
- Back Projection: รายละเอียดบางอย่างหายไป

Back Projection

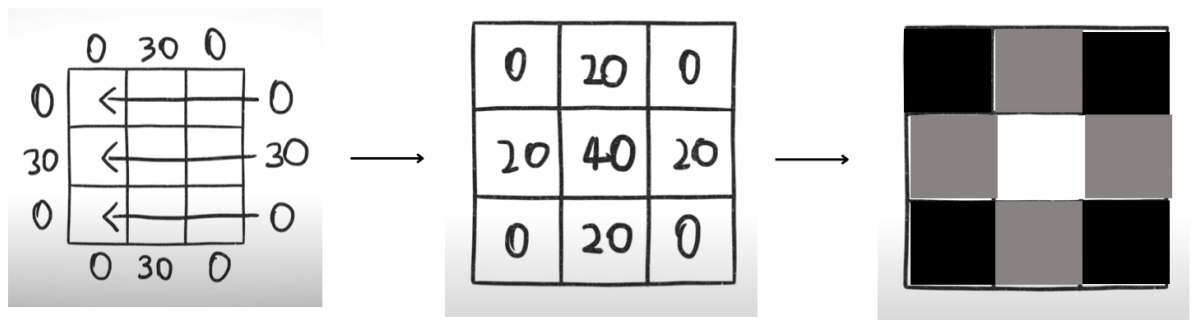
ค่าที่คอมพิวเตอร์อ่านได้ ที่วัดแล้วเป็นแค่ Total Attenuation Coefficient ของระนาบ นั้นที่รังสีส่องผ่านและตกกระทบที่เครื่องตรวจจับ จึงไม่สามารถบอกได้อย่างแน่ชัดว่าวัตถุนั้น อยู่ตรงไหนด้วยการฉายแสงเพียงมุมเดียว ดังนั้น CT-Scan จึงต้องมีการวนเครื่องฉายแสง ไปรอบ ๆ ตัวผู้ป่วยนั่นเอง



Back Projection

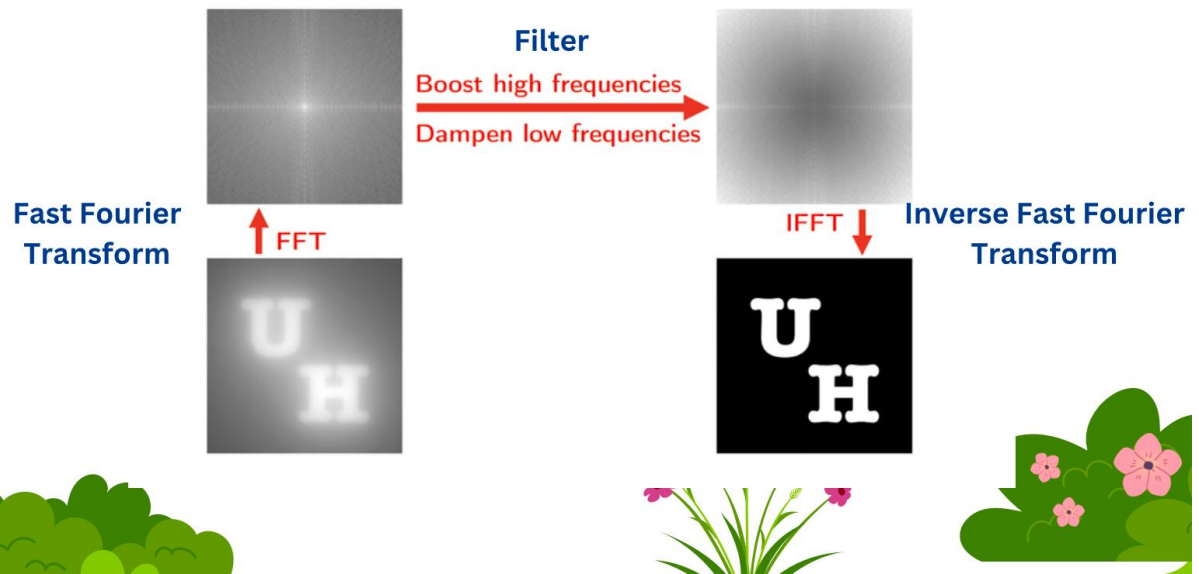


Back Projection



- ปัจจุบันใช้ filtered back projection ให้ความสำคัญกับคลื่นความถี่สูงมากขึ้นทำให้ได้ภาพที่มีความคมชัดมากกว่า back projection

Filtered Back Projection

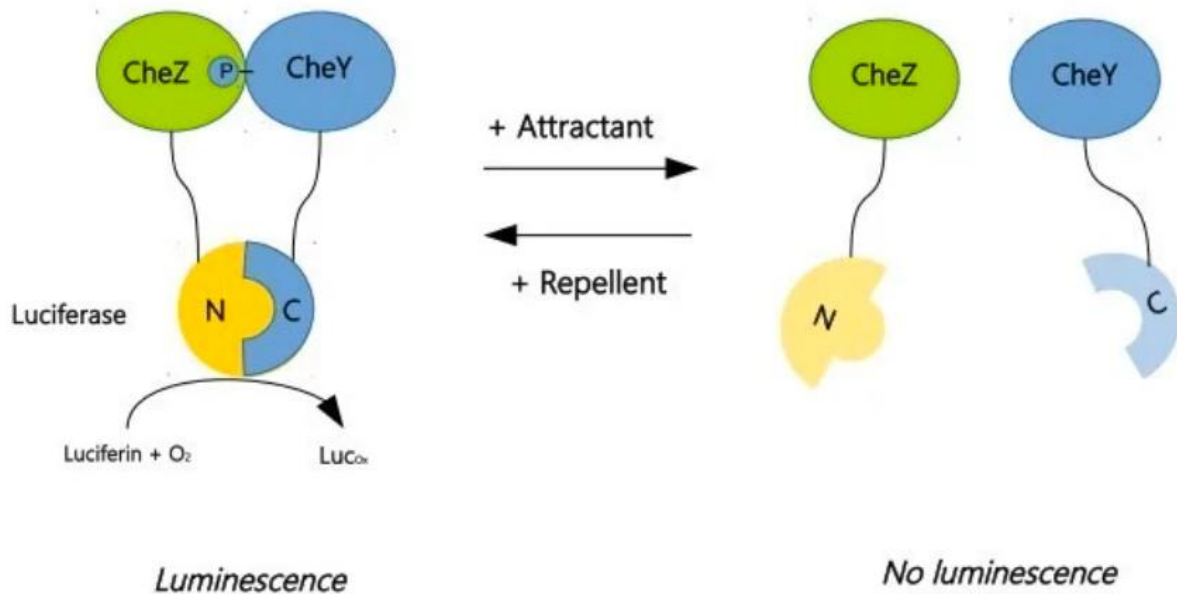


กลุ่ม 24

Protein-protein interaction visualization

Split-luciferase

- วัดการทำงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีน โดยใช้เอนไซม์ Luciferase
- โปรตีนตัวที่ 1 จะติดกับ LucN และโปรตีนตัวที่ 2 จะติดกับ LucC หากโปรตีนมีปฏิสัมพันธ์กัน จะทำให้ $\text{LucN} + \text{LucC} = \text{Luciferase}$ สามารถเรืองแสงได้โดยใช้สารตั้งต้นคือ Luciferin



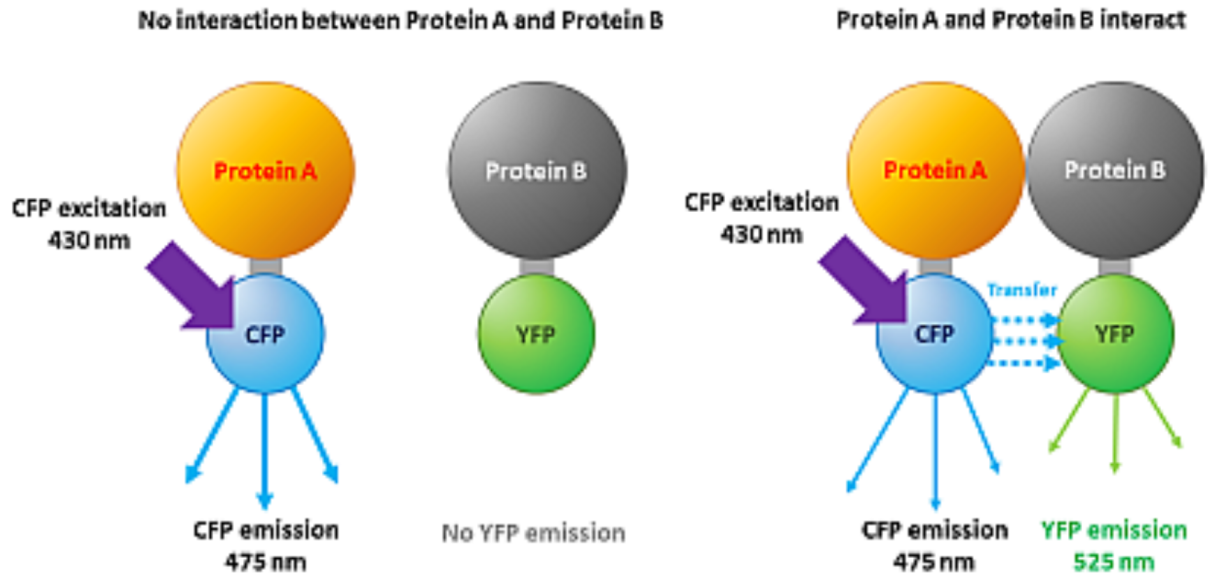
- ตรวจสอบ protein-protein interaction

FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer)

- ศึกษา interaction จากหลัก resonance ของปฏิกิริยา fluorescence จากการส่งผ่านพลังงานจากโมเลกุลหนึ่ง (Donor) ไปอีกโมเลกุล (acceptor)
- Donor: โมเลกุลที่สามารถเรืองแสงได้เมื่อถูกกระตุ้น
- Acceptor: โมเลกุลที่รับพลังงานจาก Donor และปล่อยแสงออกในความยาวคลื่นที่มากกว่า

- เอา Donor และ acceptor ไปติดที่โปรตีนแต่ละตัว ถ้ามี protein interaction จะทำให้ acceptor เรืองแสง และ donor เรืองแสงลดลง

Schematic representation of FRET



Comparison

การเปรียบเทียบคุณสมบัติ Split Luciferase vs FRET

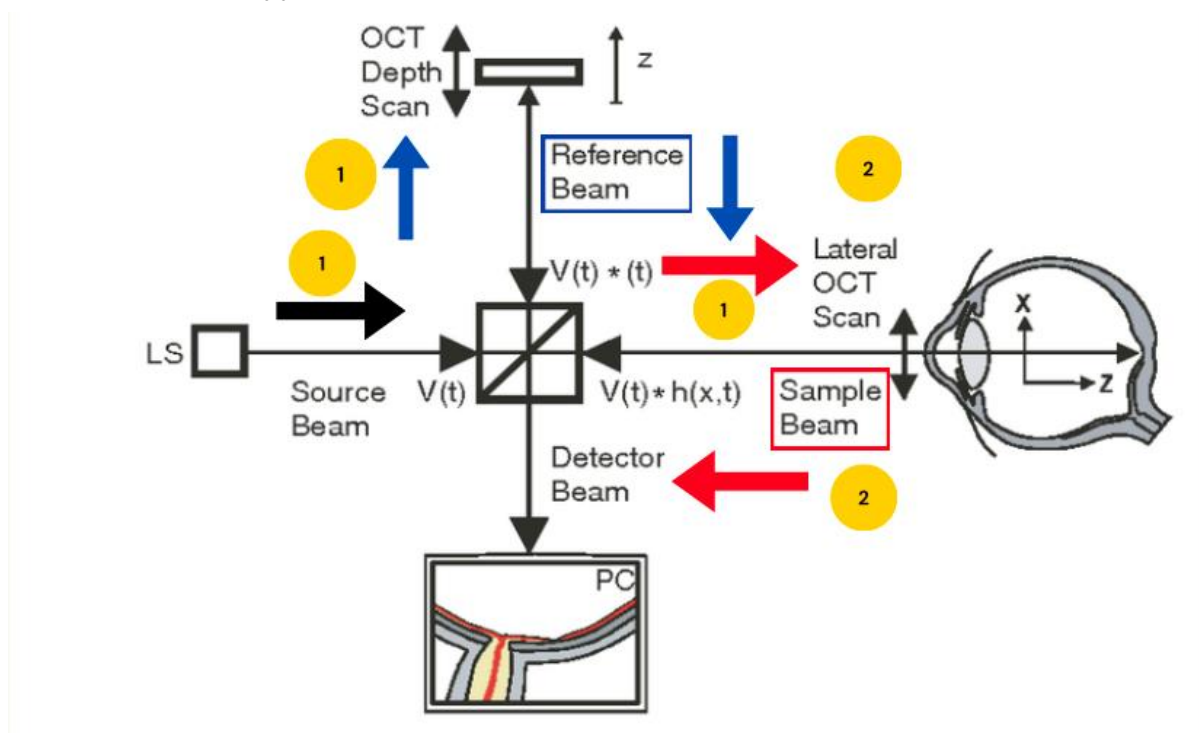


คุณสมบัติ	Split Luciferase	FRET
แหล่งกำเนิดพลังงาน	Substrate (luciferin)	แสงภายนอก
Background noise	ต่ำ	ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของ donor และ acceptor (มีพื้นหลังจาก autofluorescence ในเซลล์)
ข้อดี	Sensitivity สูง	วิเคราะห์แบบ real-time ในเซลล์ได้
ข้อจำกัด	- ต้องใช้ luciferin เป็นสารตั้งต้น - ไม่เหมาะสำหรับการตรวจวัดแบบ real-time	- พื้นหลัง autofluorescence อาจรบกวน - ต้องการความใกล้ชิดระหว่าง donor และ acceptor

กลุ่ม 8

OCT (Optical coherence tomography)

- ใช้การแทรกสอดของอินฟราเรด ขั้นตอนประกอบด้วย:
 1. ปลดแสงและแยกเป็น 2 ส่วน คือ sample beam ไปเนื้อเยื่อตา, reference beam ไปกระจกอ้างอิง
 2. แสงทั้ง 2 ส่วนเกิดการสะท้อนกลับและรวมกัน
 3. เกิดรูปแบบการแทรกสอดขึ้นกับโครงสร้างเนื้อเยื่อ
 4. แปลงสัญญาณแทรกสอดด้วย Fourier transform



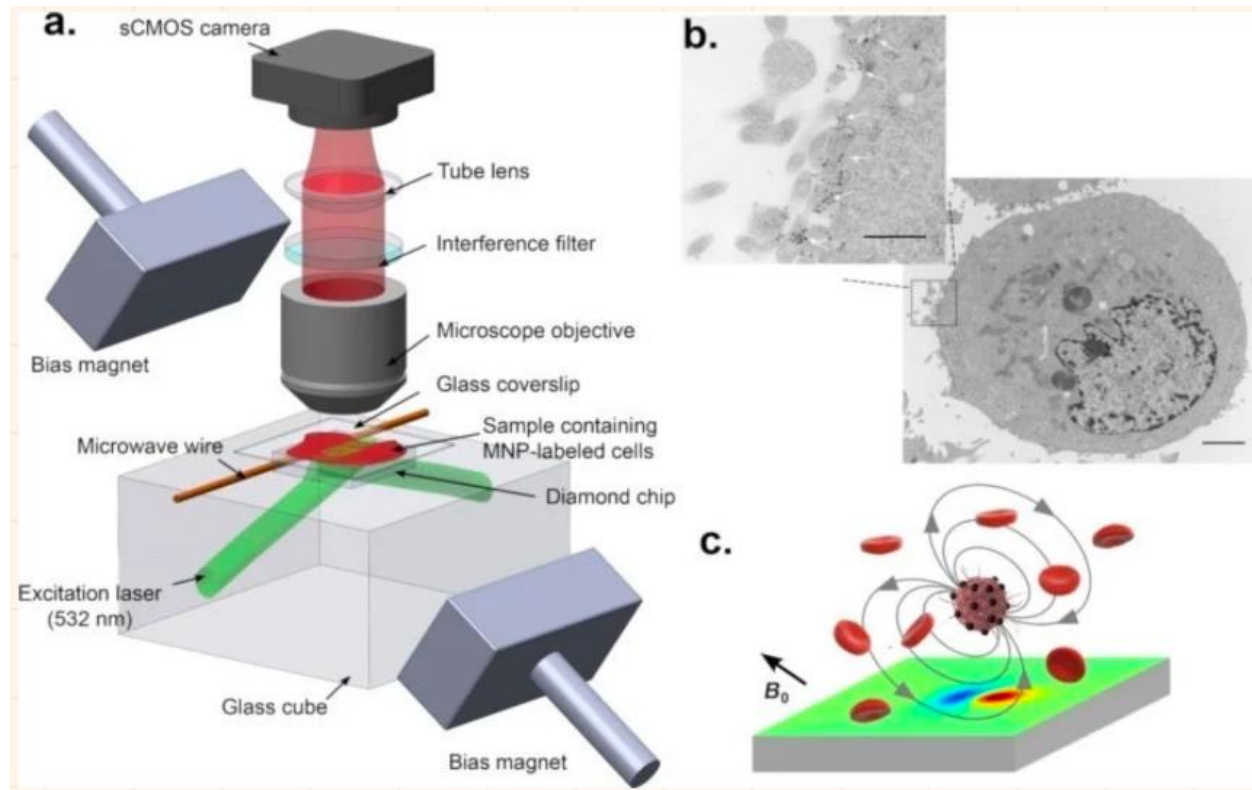
- ใช้หลักการแทรกสอด, การสะท้อนของแสง และ Fourier transform
- ข้อดี: ความละเอียดสูง, non-invasive, รวดเร็ว, 3D
- ข้อเสีย: ราคาสูง, การทะลุทะลวงจำกัด

MRI

- เหมือนกลุ่มอื่น

Quantum imaging

- ตรวจจับวัตถุโดยไม่ต้องให้ photon กระแทบ, ตรวจจับวัตถุแม้จะไม่เห็นวัตถุ
- Nitrogen ที่มี Vacancy center สามารถตรวจจับสนามแม่เหล็กที่เกิดจาก spin ของโปรตอนได้
- ข้อดี: ความละเอียดระดับ nm, ทำงานที่ room temp., วัดโมเลกุลเดี่ยวได้
- ข้อเสีย: Nitrogen atom ไม่สามารถฝังเข้าสู่ร่างกายได้



กลุ่ม 18

X-ray

- วัดรังสีเอ็กซที่ผ่านการถูกดูดซึม/เบี่ยงเบนด้วยวัตถุที่ต่างกัน
- ข้อดี: ความเสี่ยงต่ำ ผลข้างเคียงน้อย ตรวจได้ทั้งความปกติ/ผิดปกติ ตรวจได้เกือบทุกอวัยวะ
- ข้อเสีย: การสัมผัสรังสีเพิ่มความเสี่ยงโรคมะเร็ง+อาจมีผลข้างเคียง เช่น ผมร่วง อันตรายต่อสตรีมีครรภ์ ไม่เหมาะกับสมอง ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการอ่าน

CT Scan

- เหมือนกลุ่มอื่น
- ข้อเสีย: อาจได้รังสีมากเกินไป, วัตถุแปลกปลอม, ฉีดสารทึบแสงมีผลต่อไต

MRI

- เหมือนกลุ่มอื่น