

บทที่ 2

การสร้างภาพตัดขวางของวัตถุ (Tomography)

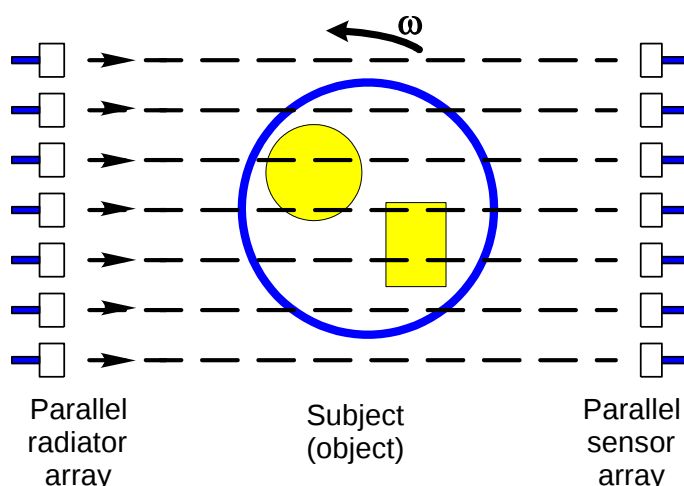
2.1 แนวคิดพื้นฐาน

การสร้างภาพตัดขวางเป็นวิธีการที่ใช้เพื่อสังเกตลักษณะรูปร่างและโครงสร้างภายในของวัตถุซึ่งจะมีความสำคัญและมีประโยชน์อย่างมากในการตรวจสอบวัตถุนั้นๆ วิธีการที่ง่ายที่สุดเพื่อที่จะทราบถึงลักษณะรูปร่างและโครงสร้างภายในของวัตถุเหล่านั้น คือ การผ่าวัตถุตามแนวขวางให้ผ่านส่วนที่ต้องการตรวจสอบ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติในกรณีต่างๆ เช่น การวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ การทดสอบในทางอุตสาหกรรมแบบไม่ทำลาย เป็นต้น จะไม่สามารถใช้วิธีการนี้ได้ ดังนั้นจึงได้มีผู้เสนอเทคนิคที่เรียกว่า โทโมกราฟี (Tomography) [5] หรือการสร้างภาพตัดขวางภายในวัตถุเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งเทคนิคนี้จะทำให้เห็นถึงโครงสร้างภายใน และลักษณะคุณสมบัติบางอย่างของวัตถุโดยไม่ต้องทำลายวัตถุนั้น

หลักการของเทคนิคโทโมกราฟี คือการวัดข้อมูลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับตัวกลางของการวัดโดยเซ็นเซอร์ที่อยู่ภายนอกวัตถุ ในมุมต่างๆ ของระนาบหนึ่ง ซึ่งทำได้โดยการหมุนชุดของเซ็นเซอร์ หรือหมุนวัตถุที่ต้องการวัด ข้อมูลนี้จะสัมพันธ์กับคุณสมบัติตามธรรมชาติที่แตกต่างกันของส่วนประกอบต่างๆ ที่ตอบสนองต่อตัวกลางหรือสื่อสัญญาณที่ส่งเข้าไป จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ในหลายๆ ทิศทางนี้มาประมวลผลด้วยคณิตศาสตร์ขั้นสูง ก็สามารถสร้างเป็นภาพตัดขวางแสดงการกระจายขององค์ประกอบต่างๆ ภายในวัตถุได้ ดังรูปที่ 2.1 การใช้สัญญาณแต่ละชนิดนั้นมีข้อดี ข้อเสีย ข้อจำกัด และขั้นตอนการประมวลผลที่แตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ ลักษณะของภาพที่ต้องการ และรูปแบบของการประยุกต์ใช้งาน เป็นต้น

วิธีการสร้างภาพตัดขวางโดยไม่ทำลายวัตถุ แบ่งออกตามหลักการกว้างๆ ได้ 3 วิธี คือ การส่งผ่าน (Transmission) การแผ่ (Emission) และการสะท้อน (Reflection) ในการส่งผ่านจะใช้รังสีเอ็กซ์ ลำอเล็กตรอน ความร้อนหรือแสง หรือพลังงานใดๆ ก็ได้ที่มีพฤติกรรมตามกฎของการดูดซึม (Absorption law) โดยพลังงานที่ผ่านเข้าไปในวัตถุจะถูกดูดซับในส่วนต่างๆ ของวัตถุไม่เท่ากัน พลังงานส่วนที่ทะลุออกมา เรียกว่า โปรเจกชัน และตัวอย่างภาพตัดขวางที่ได้จากวิธีนี้ คือ ภาพตัดขวางจากเครื่องเอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์ สำหรับวิธีการแผ่จะนิยามสารที่มีกัมมันตภาพรังสีเป็นส่วนประกอบ เมื่อสารนี้ไปยังอวัยวะที่สนใจก็จะแผ่รังสีแกมมาในทิศทางที่แตกต่างกัน ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการเดินทางของรังสีแกมมาที่ผ่านตำแหน่งเดียวกัน จะสามารถนำไป

ประมวลผลหาตำแหน่งของจุดนั้นได้ ภาพตัดขวางที่ได้จากวิธีนี้ คือ ภาพตัดขวางจากเครื่องโพซิตรอนอิมิตชันโทโมกราฟี (Positron Emission Tomography หรือ P.E.T) และ เครื่องซิงเกิลโฟตอนอิมิตชันโทโมกราฟี (Single Photon Emission Computed Tomography หรือ S.P.E.C.T) ส่วนการสะท้อนจะใช้คุณสมบัติการสะท้อนของโครงสร้างของวัตถุมาตรวจสอบหาลักษณะของวัตถุได้ ตัวอย่างที่ใช้ เช่น แสง ลำอิเล็กตรอน เรดาร์ หรือ อัลตราโซนิก ภาพตัดขวางที่ได้จากวิธีนี้คือ ภาพตัดขวางจากเครื่องอัลตราซาวด์



รูปที่ 2.1 หลักการของเทคนิคโทโมกราฟี

2.2 ตัวอย่างหลักการสร้างภาพ

การสร้างภาพตัดขวางนั้นมีอยู่หลายวิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในที่นี้จะสรุปหลักการสร้างภาพตัดขวางเพื่อเป็นตัวอย่างเพียง 3 วิธีด้วยกัน คือ การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้รังสีเอ็กซ์ การสร้างภาพตัดขวางโดยใช้หลักการกำหนดแม่เหล็ก และหลักการสร้างภาพตัดขวางโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า

2.2.1 การสร้างภาพตัดขวางโดยรังสีเอ็กซ์ (Computed Tomography (CT))

มีการค้นพบรังสีเอ็กซ์ เมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน ค.ศ. 1895 โดยศาสตราจารย์วิลเฮล์ม คอนราด เรินต์เกน (Wilhelm Konrad Roentgen) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน รังสีที่เรินต์เกนค้นพบนี้ถูกเรียกว่า รังสีเอ็กซ์ หรือ เอ็กซ์เรย์

รังสีเอ็กซ์ เป็นพลังงานรูปหนึ่งเช่นเดียวกับแสงสว่าง แต่เป็นชนิดที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รังสีเอ็กซ์พบได้น้อยตามธรรมชาติ แต่สามารถสร้างได้จากเครื่องมือชนิดหนึ่งเรียกว่า เครื่องเอ็กซ์เรย์ โดยรังสีเอ็กซ์มีคุณสมบัติทางกายภาพหลายอย่างที่ทำให้มีลักษณะที่ทั้ง

เหมือนและแตกต่างจากรังสีอื่นๆ เริ้นต์เคนพบว่า รังสีเอ็กซ์สามารถฉายทะลุวัตถุทึบแสง เช่น ร่างกายมนุษย์ได้ เขาจึงลองเอารังสีเอ็กซ์มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ โดยใช้รังสีเอ็กซ์ผ่านมือคน เนื้อ เอ็น และกระดูกในมือคน ซึ่งจะกั้นรังสีเอาไว้ ส่วนเนื้อและเอ็นกั้นรังสีได้น้อยมากก็มีรังสีออกมาเยอะ กระดูกกั้นรังสีได้มากก็มีรังสีผ่านออกมาน้อย รังสีทั้งหมดที่ผ่านมือออกมาจะมีความเข้มต่อพื้นที่ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดเป็นรูปแบบ (Pattern) ของความเข้มของรังสีเป็นมือขึ้น เมื่อเอารังสีที่มีรูปแบบแล้วนำไปกระทบกับวัสดุที่ไวต่อแสง (Photographic material) เช่น ฟิล์มถ่ายรูปหรือ กระดาษอัดรูป แล้วนำไปล้างด้วยน้ำยาล้างรูป ก็จะเกิดภาพของมือที่มีกระดูกซ่อนอยู่ในเนื้อ แพทย์จึงสามารถบอกได้ว่ากระดูกข้างในมือนั้นผิดปกติหรือไม่ โดยไม่จำเป็นต้องผ่าเอาเนื้อที่หุ้มกระดูกออกมาดู นั่นคือเป็นที่มาของภาพถ่ายรังสีเอ็กซ์

ปัญหาสำคัญของการวินิจฉัยโรคด้วยภาพถ่ายเอ็กซ์เรย์นี้คือ การซ้อนทับกันของเงาของอวัยวะใน 3 มิติบนฟิล์ม 2 มิติ, ไม่สามารถแยกความแตกต่างของซอฟต์แวร์ทึบ (Soft tissue) ได้ และไม่สามารถบอกความหนาแน่นที่แตกต่างกันของสารองค์ประกอบของโครงสร้างภายในร่างกายได้ ต่อมาในปี ค.ศ. 1922 นายแพทย์ชาวฝรั่งเศสชื่อ โบกาจ (Bocage) ได้เสนอเทคนิคการถ่ายภาพที่เรียกว่า โทโมกราฟี ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการซ้อนทับกันของเงาของอวัยวะในแบบ 3 มิติบนฟิล์ม 2 มิติได้แต่ไม่สมบูรณ์นัก หลายสิบปีต่อมาได้มีการตั้งข้อสังเกตว่าถ้ายิงรังสีเอ็กซ์ลำเล็กๆ ทะลุผ่านผู้ป่วยเลยไปยังหัววัดแล้วกวาดทั้งระบบไปในระนาบหนึ่งของผู้ป่วยที่ต้องการตรวจ และทำซ้ำกันโดยบิดมุมของระบบไป ข้อมูลความเข้มของรังสีเอ็กซ์ที่บันทึกได้โดยหัววัดน่าจะสามารถนำไปใช้ศึกษาการจำแนกของสัมประสิทธิ์การลดลงภายในระนาบนั้นได้ นั่นหมายความว่า จะสามารถสร้างภาพของระนาบที่สนใจได้ เพราะความหนาแน่นของเนื้อเยื่อมีความสัมพันธ์กับสัมประสิทธิ์การลดลงและการคำนวณก็จะต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย ซึ่งต่อมาข้อสังเกตดังกล่าวก็ได้กลายเป็นจริง และถูกเรียกว่า เครื่องเอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์ (X-ray Computed Tomography ; X-ray CT) ซึ่งถูกสร้างขึ้นจริงในปี ค.ศ. 1972 โดยดอกเตอร์กอดเฟรย์ นิวโบลด์ เฮนส์ฟิลด์ (Dr. Godfrey Newbold Hounsfield) วิศวกรไฟฟ้าชาวอังกฤษ

ทฤษฎีการสร้างภาพของเอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์ จะเกี่ยวข้องกับการพิจารณาการจำแนกของสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอ็กซ์ที่ทะลุผ่านร่างกายผู้ป่วยขึ้นบ้างๆออกมาในทิศทางต่างๆ จำนวนมาก การจำแนกของสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอ็กซ์สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ ถ้าตัวกลางเป็นวัตถุชิ้นเดียว มีความหนา x เมื่อฉายรังสีเอ็กซ์ที่มีความเข้ม I_0 ผ่านเข้าไป รังสีที่ทะลุออกมาจะมีความเข้มลดลงเป็น I โดยมีความสัมพันธ์กันดังสมการต่อไปนี้

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (2.1)$$

เมื่อ μ คือ สัมประสิทธิ์การลดทอนของรังสีเอ็กซ์ในตัวกลาง

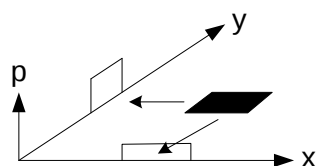
$$I = I_0 e^{-\int \mu dx} \quad (2.2)$$

$$p(r, \phi) = -\ln \frac{I}{I_0} = \int_{r, \phi} \mu(x, y) ds \quad (2.3)$$

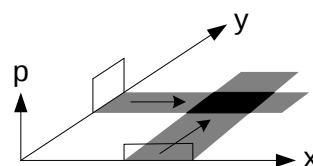
กรณีที่ตัวกลางไม่ใช่สารเนื้อเดียว ความสัมพันธ์จะเป็นดังสมการที่ (2.2) และ (2.3) โดยค่า $\mu(x, y)$ เป็นค่าคงที่ของตัวกลางหนึ่งๆ ตรงจุด (x, y) ถ้า $\mu(x, y)$ มีค่าสูงแสดงว่าตัวกลางนั้นมีความหนาแน่นสูงและดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ได้ดี ถ้ามีค่าต่ำแสดงว่าตัวกลางนั้นมีความหนาแน่นต่ำและดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ได้น้อย ถ้าสามารถคำนวณหาค่า $\mu(x, y)$ บนทุกๆ จุดในระนาบได้ ก็จะสามารถสร้างภาพได้ด้วยการใช้ค่า $\mu(x, y)$ มาเรียงกันตามตำแหน่งบนระนาบจริงนั้น

$p(r, \phi)$ เรียกว่า เรย์ซัม หรือเรย์โปรเจกชัน (Ray-projection) หมายถึง การอินทิเกรต $\mu(x, y)$ ตามเส้นทางของรังสีเอ็กซ์ลำแคบที่มีโคออร์ดิเนต (r, ϕ) เมื่อ r คือ ระยะทางในแนวเคลื่อนตัด และ ϕ คือ มุมที่แนวรังสีเอ็กซ์ทำกับแกน y

หลักการสร้างภาพตัดขวางที่ง่ายที่สุด มีความยุ่งยากทางคณิตศาสตร์น้อย และเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างภาพของเอ็กซ์เรย์คอมพิวเตอร์ คือ วิธีแบ็กโปรเจกชัน (Backprojection) วิธีการนี้เป็นการนำเอาค่าโปรเจกชันทั้งหมดมารวมกันบนทุกๆ จุดตามเส้นทางของลำรังสีเอ็กซ์ ข้อมูลโปรเจกชันทั้งหมดหาได้โดย ให้ ϕ มีค่าคงที่ และให้รังสีเอ็กซ์เคลื่อนที่ตัดในแนวเส้นตรงไปในระนาบของร่างกายหรือตัวกลางใดๆ 1 ครั้ง จะได้เซตของเรย์ซัมหรือ $p(r, \phi)$ จำนวนหนึ่งสำหรับมุม ϕ นั้น เซตดังกล่าวนี้เรียกว่า โปรไฟล์ (Profile) หรือ โปรเจกชัน ทำการบิดแนวรังสีเอ็กซ์ไปจากแนวเดิมทีละ 1 องศา จนครบ 180 องศา จะได้ 180 โปรไฟล์



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของการสร้างภาพตัดขวางตามวิธีการแบ็กโปรเจกชัน (ก) โปรเจกชันของวัตถุในทิศทางที่ตั้งฉากกับแกน x และแกน y (ข) การแบ็กโปรเจกข้อมูลโปรเจกชันไปยังระนาบของภาพ

พิจารณารูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นตัวอย่างของการสร้างภาพตัดขวางตามวิธีการแบ็กโปรเจกชัน โดยใช้ข้อมูลเพียง 2 โปรไฟล์ (หรือ 2 โปรเจกชัน) ซึ่งตั้งฉากกับแกน x และแกน y เมื่อนำโปรไฟล์ทั้งสองมาซ้อนทับกัน หรือแบ็กโปรเจกไปยังระนาบของภาพ จะเห็นว่าตรงตำแหน่งที่สอดคล้องกับตำแหน่งของวัตถุที่มีค่าสูงมากจะรวมกันหรือเสริมกันทำให้เด่นเป็นภาพของวัตถุขึ้น

การสร้างภาพอีกวิธีหนึ่งคือ คือการสร้างภาพด้วยเทคนิคอิตอเรชัน (Iterative techniques) เทคนิคนี้ถูกนำไปใช้ในการแก้สมการเมทริกซ์มานานแล้ว ต่อมาเฮนสฟิลด์ได้นำวิธีการนี้มาสร้างภาพตัดขวางของร่างกายผู้ป่วย หลักการของวิธีนี้เริ่มต้นด้วยการสมมุติค่าความหนาแน่นค่าหนึ่งซึ่งเป็นค่าคงที่ที่สัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์การลดลงของรังสีเอกซ์ในตัวกลาง แล้วทำการคำนวณค่าโปรเจกชันทั้งหมด นำค่าโปรเจกชันที่คำนวณได้นี้มาเปรียบเทียบกับค่าข้อมูลโปรเจกชันที่วัดได้ ซึ่งค่าความแตกต่างของข้อมูล 2 ข้อมูลนี้จะถูกใช้เพื่อหาค่าแก้สำหรับค่าความหนาแน่นนั้นในการทำซ้ำครั้งต่อไป การคำนวณการสร้างภาพโดยอาศัยเทคนิคอิตอเรชันนี้ สิ่งที่สำคัญคือการคำนวณหาค่าแก้ดังกล่าว ซึ่งสามารถทำได้หลายแบบโดยมีชื่อเรียกต่างกัน เช่น Algebraic Reconstruction Technique (ART), Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT) และ Simultaneous Algebraic Reconstruction Technique (SART) เป็นต้น

2.2.2 การสร้างภาพตัดขวางความต้านทานไฟฟ้า

การวัดความต้านทานหรือความนำไฟฟ้าได้ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบวัตถุต่างๆ ในทางการแพทย์เช่น ใช้การวัดความต้านทานไฟฟ้าบริเวณทรวงอกแบบ 2 อิเล็กโทรดเพื่อวัดอัตราการหายใจสำหรับเฝ้าระวังการหยุดหายใจของทารกในระหว่างหลับ และเครื่องมือแบบ 4 อิเล็กโทรดสำหรับวัดการย่อยอาหาร

การสร้างภาพตัดขวางของวัตถุโดยใช้ความต้านทานไฟฟ้า [6] คือการคำนวณหาการกระจายของความต้านทานทางไฟฟ้าภายใน เพื่อนำข้อมูลที่คำนวณได้ไปสร้างเป็นภาพแสดงการกระจายของความต้านทานภายในวัตถุนั้น โดยใช้สีหรือระดับความเข้มเป็นตัวแสดงความแตกต่าง

เนื่องจากวัตถุที่มีสารหรือเนื้อเยื่อต่างชนิดกัน จะมีค่าความต้านทานจำเพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นเมื่อทำการฉายกระแสลงที่แล้ววัดค่าศักดาไฟฟ้าในแต่ละจุดโดยรอบผิววัตถุ ค่าศักดาไฟฟ้านั้นจะให้ผลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่วัดและโครงสร้างภายในของวัตถุนั้น ค่าศักดาไฟฟ้านี้ คล้ายกับการดูดซับของวัตถุแต่ละชนิดต่อรังสีเอกซ์ที่แตกต่างกัน นำค่าศักดาไฟฟ้านี้มาคำนวณหาการกระจายของความต้านทานไฟฟ้าภายในวัตถุ และใช้ระดับความเข้มของสีในจอภาพคอมพิวเตอร์ ก็จะสร้างภาพตัดขวางแสดงโครงสร้างภายในวัตถุหรือร่างกายได้

เทคนิคการสร้างภาพตัดขวางของ EIT นี้มีอยู่หลายวิธี เช่น

- วิธี Perturbation วิธีการนี้ใช้หลักของการจ่ายศักดาไฟฟ้าคงที่ แล้ววัดค่ากระแส ทำการคำนวณหา Perturbation matrix โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทานเฉพาะของอิเล็กเมนต์ แล้วคำนวณหาค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่จุดวัดด้วยวิธีไฟไนต์อิเล็กเมนต์ (FEM) จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของกระแสจาก Perturbation matrix ไปใช้คำนวณหาการกระจายของความต้านทานด้วยวิธีแบ็กโปรเจกชัน
- วิธี Double constraint วิธีการนี้แก้สมการของปัวซอง (Poisson) โดยใช้วิธีไฟไนต์อิเล็กเมนต์ ร่วมกับวิธีการกำหนดเงื่อนไขค่าขอบเขต Neumann และ Dirichlet แล้วนำผลไปใช้ในการคำนวณปรับค่าความต้านทานเฉพาะ
- วิธี Backprojection between equipotential line มีหลักการคำนวณคล้ายกับวิธีแบ็กโปรเจกชันของ X-ray CT
- วิธีนิวตัน-ราฟสัน (Newton-Raphson) วิธีการนี้ทำการคำนวณหาศักดาไฟฟ้าที่ผิววัตถุด้วยวิธีไฟไนต์อิเล็กเมนต์ สลับกับการปรับค่าความต้านทานเฉพาะด้วยวิธีการนิวตัน-ราฟสัน

2.3 การสร้างภาพตัดขวางในทางอุตสาหกรรม (Industrial process tomography)

การประยุกต์ใช้เทคนิคการสร้างภาพตัดขวางมาใช้ในการกระบวนการทางอุตสาหกรรม [5] เริ่มต้นและถูกเสนอขึ้นในปี 1970 โดยเริ่มต้นจากการใช้รังสีเอ็กซ์เป็นแหล่งกำเนิดของพลังงาน ซึ่งการใช้รังสีเอ็กซ์ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมนี้ยังไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริงเนื่องจากอุปกรณ์มีราคาสูงและความไม่ปลอดภัยต่อรังสีเอ็กซ์ นอกจากนี้วิธีการอื่นๆ ที่อาศัยหลักการแผ่รังสีหรือการกระจายคลื่น (Radiation) ยังไม่สามารถใช้ได้กับการตรวจสอบวัตถุที่มีลักษณะไม่คงที่ใด ซึ่งหมายถึงไม่สามารถแสดงผลในลักษณะเวลาจริง (Real time) ได้เนื่องจากคุณสมบัติของ Exposure time

ต่อมา กลางปี 1980 มหาวิทยาลัย University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST) ได้พัฒนาระบบการสร้างภาพตัดขวางโดยใช้การวัดค่าความจุไฟฟ้าขึ้น ซึ่งใช้สำหรับการสร้างภาพตัดขวางการไหลของวัสดุ 2 ชนิดในท่อจากบ่อน้ำมัน เช่น ก๊าซ/น้ำมัน ซึ่งระบบนี้ได้เป็นจุดเริ่มต้นของระบบการสร้างภาพตัดขวางในทางอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ในเวลาเดียวกันกลุ่มของ Morgantown Energy Technology Center แห่งสหรัฐอเมริกาได้ทำการออกแบบระบบ ECT นี้สำหรับการวัดสัดส่วนการกระจายของ Gas fluidized bed ระบบ ECT ของทั้งสองในขณะนั้นใช้ได้เฉพาะกับระบบที่ส่วนภายนอกไม่เป็นตัวนำทางไฟฟ้าเท่านั้น

ในปัจจุบันได้มีผู้เสนอเทคนิคการสร้างภาพตัดขวางโดยใช้หลักการต่าง ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อใช้ในทางอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนของกระบวนการและคุณสมบัติของสิ่งที่ตรวจสอบ เช่น หลักการอินฟราเรด (Infrared), Optical, PET, MRI, อัลตราโซนิก (Ultrasonic) หรือการวัด

คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Resistance, Capacitance และ Impedance) ซึ่งแต่ละหลักการเหล่านี้มีทั้งข้อได้เปรียบ ข้อเสียเปรียบ และข้อจำกัดต่างๆกัน การเลือกหลักการต่างๆ ให้เหมาะกับการใช้งานจะขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย เช่น คุณสมบัติทางกายภาพของสิ่งที่ตรวจสอบ ความละเอียดของภาพที่ต้องการ ราคาของอุปกรณ์ ทรัพยากรบุคคลในการทำงาน หรืออันตรายที่เกิดจากคุณสมบัติของเครื่องมือ เป็นต้น

จุดประสงค์ของการสร้างภาพตัดขวางของกระบวนการ (Process Tomography) มีลักษณะคล้ายกับจุดประสงค์ของการสร้างภาพตัดขวางในทางการแพทย์ เช่น การตรวจสอบร่างกายมนุษย์ แต่การสร้างภาพตัดขวางของกระบวนการถูกนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการทางอุตสาหกรรม (Industrial Process) เช่น การตรวจสอบวัตถุดิบในแท้งค์ (Tank) หรือท่อ (Pipe) โดยมีหลักการคือการใช้ชุดของเซ็นเซอร์ติดอยู่รอบๆ ภาชนะที่ภายในมีวัตถุที่ต้องการตรวจสอบอยู่ จะทำให้สามารถสร้างภาพการกระจายตัว ความเข้มข้นหรือการเคลื่อนตัวของวัตถุที่อยู่ภายในได้ ข้อมูลที่ได้จากการวัดจะถูกสร้างเป็นภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ เพื่อใช้ในการสังเกต (Monitoring) กระบวนการ, ตรวจสอบผลการผลิต, ตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพ หรือการส่งข้อมูลที่ถูกระมวลผลแล้วกลับไปควบคุมระบบ และยังสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของกระบวนการ และการออกแบบกระบวนการการทำงานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

อย่างไรก็ตามเครื่องมือสร้างภาพตัดขวางในทางอุตสาหกรรมนี้จะต้องมีคุณลักษณะคือราคาถูก, การวัดมีความเร็วสูง, ระบบเซ็นเซอร์จะต้องไม่ทำให้เกิดรอยแตกหรือทำลายภาชนะหรือวัตถุที่กำลังตรวจสอบ (Non invasive) ซึ่งสามารถทำให้ใช้ได้กับกระบวนการที่มีการกักครองสูง และต้องไม่รบกวนหรือส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ (Non intrusive) เช่น การไหลของน้ำมันในท่อ เป็นต้น

กระบวนการทางอุตสาหกรรมที่ถูกประยุกต์ใช้เช่น การขนส่งภายในท่อ (น้ำมัน ก๊าซของแข็งหรือของไหล) Stirred reactor หรือ กระบวนการการแยกและการผสม (Mixer and Separator) เป็นต้น ส่วนประกอบหลักของเครื่องมือการสร้างภาพตัดขวางทางอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่องมือวัด (Hardware) และส่วนของการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดแล้วแสดงผล (Software) ส่วนของเครื่องมือวัดนั้นจะประกอบด้วยเซ็นเซอร์และสัญญาณควบคุม ส่วนของการประมวลผลข้อมูลจะประกอบด้วยการสร้างกลับ การแสดงผล และส่วนกำเนิดสัญญาณควบคุม