บทที่ 1

บทนำ

การศึกษาทางเดินอนุภาคโดยอาศัยห้องฟอง (Bubble chamber) นั้น ด้วยเหตุผลที่ว่าทางเดินเหล่านั้นประกอบด้วยฟองก๊าซขนาดเล็ก ซึ่งอาจย้ายตำแหน่งหรือสลายตัวเมื่อเวลาผ่านไป ทำให้ไม่สามารถจะทำการวัดตำแหน่งที่ละเอียดถูกต้องจากทางเดินที่แท้จริงให้แม่นยำได้ วิธีการหนึ่งที่จะบันทึกข้อมูลจากห้องฟองได้อย่างทันทีทันใดก็คือถ่ายภาพเก็บเอาไว้ แต่ข้อจำกัดอันหนึ่งของภาพจากกล้องถ่ายรูปก็คือ ภาพจะเป็น 2 มิติเท่านั้น คือมีเพียงความกว้างและความยาว แต่ไม่มีความลึก การเห็นภาพโดยตาของมนุษย์ก็เป็นเช่นเดียวกันกับภาพของกล้องถ่ายรูป คือภาพที่ปรากฏบนจอตา (Retina) มีเพียงความกว้างและความยาวไม่มีความลึก แต่ในการมองเห็นของคนปกติก็สามารถมองเห็นความลึกได้ คือบอกได้ว่าสิ่งที่กำลังมองสิ่งใดใกล้ตาสิ่งใดห่างตา ซึ่งสาเหตุอันนี้คือ คนมองวัตถุต่าง ๆ ด้วยตา 2 ข้างพร้อมกัน ตาแต่ละข้างสามารถเก็บรายละเอียดย่อยที่แตกต่างกันของการมองเห็นจากตาแต่ละข้าง สมองทำหน้าที่รวมภาพทั้งสองนั้นเข้าด้วยกันเป็นภาพเดียวแล้วตีความออกมาเป็นภาพ 3 มิติ คือมีทั้งความกว้าง ความยาวและความลึก ดังนั้นเพื่อการบันทึกข้อมูลด้วยภาพถ่ายเป็นข้อมูลใน 3 มิติที่สมบูรณ์ การถ่ายภาพจากห้องฟอง จึงจัดกล้องในการบันทึกเหตุการณ์เดียวกัน เวลาเดียวกันถึง 3 กล้องพร้อมกัน ซึ่งที่จริงแล้วเพียง 2 กล้องก็น่าจะพอแล้ว แต่จัดถ่ายทีเดียวทั้ง 3 กล้องเพื่อเผื่อเสีย และในการตีความภาพออกมาเป็น 3 มิติจริง ๆ นั้นก็ใช้เพียง 2 ภาพเท่านั้น โดยเลือก 2 ภาพที่ดีที่สุดจาก 3 ภาพที่บันทึกได้

จริงอยู่ที่ว่าหากจัดมุมกล้องที่เหมาะสมและจัดตำแหน่งการฉายภาพมายังตาให้ตาแต่ละข้างเห็นภาพจากแต่ละมุมกล้องอาจทำให้มองเห็นภาพถ่ายทางเดินอนุภาคเป็น 3 มิติได้ แต่ความจำกัดของตามนุษย์ก็คือบอกได้เพียงว่า จุดใดใกล้ไกลกว่ากัน ไม่สามารถบอกไปถึงว่าจุดบนทางเดินจุดใดมีตำแหน่งใน 3 มิติเป็นอย่างไร หากต้องการศึกษาพฤติกรรมของอนุภาคโดยละเอียดแล้วควรที่จะสามารถบอกตำแหน่งใน 3 มิติของอนุภาคจากภาพถ่ายทางเดินได้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยการคำนวณ โดยอาศัยข้อมูลจากตำแหน่งบนทางเดินอนุภาคที่ศึกษาทางเดินหนึ่งของภาพที่ได้จาก 2 กล้อง ในการคำนวณให้ได้ทางเดินใน 3 มิติออกมานั้น หากเราทราบว่าจุดบนทางเดินที่เราวัดจากภาพถ่ายหนึ่ง และจุดบนทางเดินเดียวกันจากอีกภาพหนึ่งเป็นจุดเดียวกันอย่างแท้จริงก็ไม่เกิดปัญหามากนักในการคำนวณ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว เราสามารถบอกได้เพียงว่า ทางเดินเดียวกันในภาพถ่ายจาก 2 กล้องจะมีเพียง 1 จุด หรือมากที่สุดอาจ

เป็น 2 จุด ที่บอกว่าเป็นตำแหน่งเดียวกันใน 3 มิติ (corresponding point) ซึ่งเป็นจุดตั้งต้นของทางเดินหรือจุดปลายทางเดินของอนุภาค ในการคำนวณจริงเราไม่สามารถจะใช้วิธีตรงไปตรงมาหาตำแหน่งบนทางเดินอนุภาค และเพื่อเป็นการคำนวณที่ซับซ้อนทั้งตัวเลขที่นำมาคำนวณเป็นตัวเลขจากการวัด เป็นเลขนัยสำคัญหลายหลัก จึงได้หาวิธีที่ให้คอมพิวเตอร์ (Computer) ช่วยคำนวณตัวเลขที่ยุ่งยากให้แทนมนุษย์ โดยผู้ใช้เครื่องทำหน้าที่ป้อนข้อมูลบางตัวที่จำเป็น เช่นตำแหน่งที่ถูกต้องของจุดอ้างอิง (Fiducial Points) 3 จุด จากระนาบอ้างอิงที่ต่างกัน 2 ระนาบ ตำแหน่งที่วัดออกมาจากภาพถ่ายของจุดอ้างอิงนั้น และจุดบนทางเดินของอนุภาค 7 จุดจากแต่ละภาพถ่ายรวมทั้งค่าคงที่บางค่า เมื่อเครื่องได้รับข้อมูลแล้วจะจัดการกับข้อมูลตามขบวนการต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง (Program) จนกระทั่งได้คำตอบ

การคำนวณในที่นี้จะถือว่า (Assume) แสงเดินทางมาจากจุดอ้างอิงและจากทางเดินของอนุภาค ผ่านตัวกลางต่าง ๆ มายังเลนส์ของกล้องจนกระทั่งกระทบฟิลม์ และการฉายแสงผ่านฟิลม์เพื่อให้เกิดภาพบนฉากเป็นการเดินทางในแนวเส้นตรง จะละเว้นการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับความผิดพลาดจากหักเหของแสง ผ่านรอยต่อของตัวกลางและการหักเหของแสงผ่านเลนส์และยังถือว่าการตั้งกล้องถ่ายภาพ ตั้งโดยแกนของเลนส์ขนานกับแกนของสนามแม่เหล็กที่ใช้ควบคุมวิถีการเคลื่อนที่ของอนุภาคในห้องฟอง ผู้บันทึกภาพถ่ายของห้องฟองจะบอกตำแหน่งของ 3 มิติของจุดอ้างอิงที่ปรากฏในห้องฟองหลายจุด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีระยะตามแนวสนามแม่เหล็กเท่ากัน (ต่อไปจะเรียกว่าค่าตามแกน Z) ทางเดินอนุภาคที่หาออกมาได้ จะหามาในระบบแกนเดียวกันกับระบบแกนของจุดอ้างอิงที่ผู้บันทึกภาพกำหนดไว้ให้ และเส้นทางเดินของอนุภาคที่ทำการศึกษานี้จะถือว่าเป็นทางโค้งแบบ เฮลิกซ์ (Helix) ที่มีการเคลื่อนที่ในแกน Z คงที่และ รัศมีของวงกลมของเฮลิกซ์ คงที่

ขั้นตอนแรกในการคำนวณก็คือ จะต้องหาชุดคำสั่งสำหรับเปลี่ยนระบบแกนที่วัดโดยวิธีของเครื่องวัดตำแหน่งบนภาพ ให้มีระบบแกนเป็นชุดเดียวกับระบบแกนของจุดอ้างอิงที่ผู้บันทึกภาพได้ทำเอาไว้ โดยอาศัยตำแหน่งของจุดอ้างอิงและการวัดตำแหน่งจุดอ้างอิงในภาพ หลังจากนั้นรับตำแหน่งของจุดบนทางเดินจากภาพที่ดีที่สุด เปลี่ยนระบบแกนตามที่โปรแกรมที่หาไว้ตอนต้น แล้วหาระบบแกนใหม่อีกที ให้ได้ระบบแกนที่เหมาะสมจะใช้คำนวณต่อ เมื่อได้ระบบแกนอันเหมาะสมแล้วก็จะสร้างสมการทางเดินอนุภาคที่ปรากฏบนภาพถ่ายโดยวิธีกำลังสองต่ำสุด โดยกระจายเป็นโพลิโนเมียล ดีกรี 5

จากสมการโพลิโนเมียลที่ได้ จะสร้างสมการผิวกรวยโดยมีตำแหน่งเลนส์ของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพเป็นจุดยอดกรวย และเส้นโค้งตามโพลิโนเมียลฟังก์ชันที่ได้อยู่บนผิวกรวย

โดยตำแหน่งบนทางเดินอนุภาคนี้จากภาพถ่ายอีกภาพ สร้างสมการเส้นตรงผ่านตำแหน่งเลนส์ที่ใช้ถ่ายภาพนี้และจุดเหล่านั้นตัดผิวกรวย จุดตัดที่ได้จะเป็นตำแหน่งบนทางเดินของอนุภาคใน 3 มิติ เราก็เปลี่ยนระบบแกนกลับเป็นระบบแกนเดียวกับระบบแกนของจุดอ้างอิง แล้วเราก็จะได้ข้อมูลสำคัญของอนุภาคที่กำลังศึกษาออกมา

ข้อมูลสำคัญที่จะหาออกมาก็คือ รัศมีของทางเดินอนุภาค ตำแหน่งของทางเดินอนุภาค มุมของเส้นสัมผัสที่จุดแรกนั้นทำกับแกนระนาบ Z เท่ากับค่าคงที่ และมุมที่เส้นเงาของเส้นสัมผัสบนระนาบ Z เท่ากับค่าคงที่ ทำกับแกน X ในระบบพิกัดของห้องฟอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย