

Acoustic levitation ลอยได้ด้วยเสียง

วรกฤษฎ์ ธิตา¹ และ สรศักดิ์ ดำนวนพงศ์²

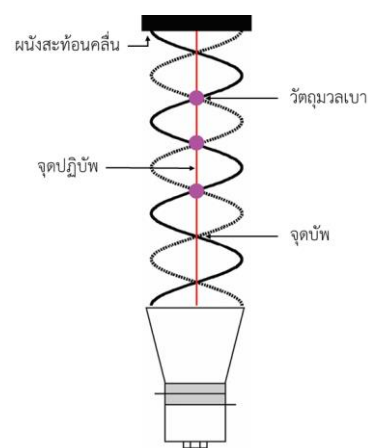
แนวคิดเกี่ยวกับการยกวัตถุให้ลอยขึ้นเองในอากาศมีมาตั้งแต่ยุคโบราณ ดังที่ปรากฏในเรื่องเล่าที่เกี่ยวข้องกับเทพเจ้าในแต่ละอารยธรรมต่างๆ ทั่วโลก ต่อมา มีการแสดงมายากลในการยกสิ่งของให้ดูเหมือนลอยได้เอง รวมไปถึงความสามารถในการลอยตัวของตัวการ์ตูนซูเปอร์ฮีโร่ในยุคปัจจุบัน สิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความปรารถนาของมนุษย์ที่ต้องการเอาชนะธรรมชาติของแรงโน้มถ่วงได้อย่างชัดเจน ทุกวันนี้ด้วยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านวิศวกรรม มนุษย์สามารถสนองความต้องการข้างต้นโดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น การพัฒนาทางด้านอากาศยาน และการลอยตัวด้วยแม่เหล็กที่ถูกใช้เป็นเทคโนโลยีในการสร้างรางรถไฟ เป็นต้น แต่คงมีไม่กี่คนที่ทราบว่านักวิทยาศาสตร์และวิศวกรสามารถใช้คลื่นเสียงสร้างเทคโนโลยีการยกวัตถุให้ลอยกลางอากาศได้สำเร็จตั้งแต่ปี 1975

ในแต่ละวันมีเสียงมากมายที่เราได้ยินและถูกนำมาใช้ประโยชน์หลายด้าน เริ่มตั้งแต่ตื่นนอนเราได้ยินเสียงนาฬิกาปลุก ได้ยินเสียงน้ำต่อนอาบน้ำ ขับรถไปทำงานได้ยินเสียงเครื่องยนต์ และเสียงเพลงที่ฟังเพื่อผ่อนคลาย เสียงอยู่รอบตัวเรา มองไม่เห็นแต่รู้สึกถึงมันตลอดเวลา แต่ความจริงแล้วเสียงคืออะไรกันแน่? ก่อนที่เราจะไปทำความรู้จักเทคโนโลยีการลอยวัตถุด้วยเสียง เรามาเข้าใจธรรมชาติของเสียงกันก่อน

เสียงคือคลื่นตามยาวของความดันที่ส่งผ่านไปในตัวกลางที่เป็นอากาศ ตามปกติแล้วความดันอากาศจะมีค่าประมาณ 101 kPa เมื่อมีเสียงส่งผ่านไปทางอากาศจะทำให้ความดันเพิ่มขึ้นสลับกับลดลงเมื่อเทียบกับความดันบรรยากาศ ระดับความดังสัมพันธ์กับขนาดของกำลังสองสัมบูรณ์ของแอมพลิจูดหรือของผลต่างความดันในรูปของฟังก์ชันลอการิทึม ระดับความดังที่วัดได้เป็นเดซิเบล โดยเสียงที่เบาที่สุดที่เราได้ยินมีความดันประมาณ 20 ไมโครปาสคาล (10^{-12} วัตต์ต่อตารางเมตร หรือ 0 เดซิเบล) เสียงสูงและเสียงต่ำมีความสัมพันธ์กับความถี่ของคลื่น ในกรณีของคลื่นเสียงคือความเร็วในการเปลี่ยนแปลงความดัน หากการเปลี่ยนแปลงความดันเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ จะทำให้เกิดเสียงสูง ในทางกลับกันหากการเปลี่ยนแปลงความดันเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ยาวกว่าจะเกิดเสียงต่ำลง

ย่านความถี่ของเสียงที่มนุษย์สามารถรับรู้ได้อยู่ในช่วง 20 เฮิรตซ์ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ ทั้งนี้ความสามารถในการรับรู้เสียงความถี่สูงของมนุษย์จะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น มีเพียงเด็กทารกที่ได้ยินเสียงสูงถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ ในขณะที่ผู้ใหญ่จะได้ยินเสียงสูงสุดราวๆ 15-17 กิโลเฮิรตซ์เท่านั้น ความถี่เสียงสูงกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ และต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ ถูกเรียกว่าอัลตราโซนิกส์ (คลื่นเหนือเสียง) และอินฟราโซนิกส์ (คลื่นใต้เสียง) ตามลำดับ

เทคนิคการลอยตัวด้วยคลื่นเสียงถูกตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการครั้งแรกเมื่อปี 1975 เขียนโดย R.R. Whymark ในวารสารชื่อ “Ultrasonics” โดยการใช้อัลตราโซนิกส์ทรานสดิวเซอร์ในการให้กำเนิดคลื่นเหนือเสียงความถี่ 20 กิโลเฮิรตซ์ จากนั้นใช้แผ่นโลหะสะท้อนคลื่นเสียงเพื่อสร้างคลื่นนิ่งของเสียง ตำแหน่งของแผ่นสะท้อนคลื่นเสียงจำเป็นต้องมีค่าเป็นจำนวนเท่าของครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น ($n\lambda/2$) ซึ่งเป็นระยะที่จะทำให้เกิดคลื่นนิ่งได้นั่นเอง วัตถุขนาดเล็กจะสามารถลอยอยู่ในบริเวณจุดบัพของคลื่นนิ่งได้ เนื่องจากโมเลกุลอากาศที่เคลื่อนที่อย่างรุนแรงในจุดปฏิบัพ รูปที่ 1 แสดงแผนผังการจัดวางแหล่งกำเนิดเสียง แผ่นสะท้อนคลื่น และลักษณะการเกิดคลื่นนิ่ง รูปที่ 2 แสดงการทดลองลอยวัตถุขนาดเล็กด้วยคลื่นเหนือเสียง



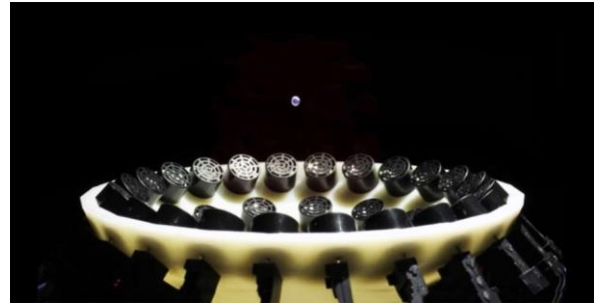
รูปที่ 1 แผนผังการจัดวางแหล่งกำเนิดเสียง แผ่นสะท้อนคลื่น และลักษณะการเกิดคลื่นนิ่ง

¹ นักศึกษานิเทศศาสตร์ ² รองศาสตราจารย์(ดร.) สาขาวิชาฟิสิกส์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์



รูปที่ 2 การทดลองลอยวัตถุมวลเบาด้วยคลื่นเหนือเสียง

ระบบการลอยวัตถุมวลเบาด้วยคลื่นเหนือเสียงในยุคแรกมีข้อจำกัดหลายด้านเช่น ยกวัตถุที่มีน้ำหนักได้ไม่มากเช่น หยดน้ำขนาดเล็ก ขนาดของวัตถุต้องไม่ใหญ่เกินครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่น และไม่สามารถเคลื่อนวัตถุได้ ทำได้เพียงลอยอยู่นิ่งๆเท่านั้น เป็นต้น ต่อมามีการพัฒนาระบบการกำเนิดคลื่นให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการเพิ่มแหล่งจ่ายจากแหล่งจ่ายเดียว เป็นแบบหลายแหล่งจ่าย ซึ่งสามารถโฟกัสคลื่นนิ่งให้มีพลังงานสูงบริเวณที่ต้องการยกวัตถุเอาไว้ได้ นอกจากนี้ยังมีการออกแบบแหล่งจ่ายให้สามารถยกวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่าความยาวคลื่นได้หลายเท่า การพัฒนาทักษะในการออกแบบสัญญาณขับแหล่งจ่ายให้สามารถเคลื่อนจุดโฟกัส ส่งผลให้สามารถเคลื่อนวัตถุไปในบริเวณต่างๆภายในขอบเขตของแหล่งจ่าย หรือแม้กระทั่งสามารถหมุนวัตถุได้ตามต้องการ รูปที่ 3 แสดงระบบการลอยด้วยเสียงที่ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2017 โดยทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยบริสตอล ประเทศอังกฤษ ซึ่งสามารถหมุนวัตถุ และเคลื่อนวัตถุได้ [7]



รูปที่ 3 ระบบการลอยด้วยเสียงที่ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2017 ซึ่งสามารถหมุนวัตถุ และเคลื่อนวัตถุได้
(ที่มา:<https://inhabitat.com/acoustic-tractor-beams-could-allow-humans-to-levitate-in-the-near-future/>)

เทคโนโลยีดังกล่าวถูกนำมาใช้ในระบบการตรวจวัดแบบไม่ต้องใช้ภาชนะ(Containerless Method) เพื่อลดการปนเปื้อนในระบบการวัด ส่งผลให้การวัดมีความแม่นยำมากขึ้น เช่น Containerless spectroscopy, Containerless X-ray diffraction และ Containerless NMR นอกจากนี้ประโยชน์ทางการวัดแล้วเทคนิคการลอยด้วยเสียงยังถูกประยุกต์ใช้กับการศึกษาปฏิกิริยาเคมีแบบไม่ใช้ภาชนะอีกด้วย ในด้านอุตสาหกรรมถูกนำไปใช้ในโรงงานผลิตสินค้าที่ต้องการความสะอาดสูงเช่น การผลิตยา และการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก เป็นต้น

แม้ว่าเทคนิคการลอยด้วยเสียงจะถูกนำมาใช้บ้างแล้วในอุตสาหกรรม แต่ยังคงถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ยังอยู่ในขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างต้นแบบ คาดว่าในอนาคตไม่ไกลจากนี้จะสามารถเกิดเป็นเทคโนโลยีที่เราทุกคนสามารถซื้อมาใช้ได้เหมือนเราเดินไปซื้อนาฬิกาปลุกแน่นอน

ขณะนี้ประเทศไทย มีการวิจัยและพัฒนาในสาขาด้านสวนศาสตร์ โดย ห้องปฏิบัติการสวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นหนึ่งในห้องปฏิบัติการที่มีงานวิจัยและพัฒนางานวิจัยด้านคลื่นเสียงและการสั่น มาอย่างต่อเนื่อง ด้วยอุปกรณ์เฉพาะทาง และทีมนักวิจัยที่มีประสบการณ์ส่งผลให้มีความวิจัยได้รับการตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติหลายฉบับ ผู้สนใจสามารถเข้าไปติดตามความเคลื่อนไหว พูดคุยแลกเปลี่ยน และชมวีดีโอบันทึกการทดลองที่น่าสนใจจากห้องปฏิบัติการสวนศาสตร์มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ได้ที่;

กลุ่ม Facebook “Acoustic Laboratory Walailak University”
<https://www.facebook.com/groups/1082818798520036/>

เอกสารอ้างอิง

- [1] R. Whymark, “Acoustic field positioning for containerless processing”, *Ultrason.* 13, 251 (1975).
- [2] W.-J. Xie and B.-B. Wei, “Space environment simulation for material processing by acoustic levitation”, *Chin. Phys. Lett.* 18, 68 (2000).
- [3] Y. Ochiai, T. Hoshi and J. Rekimoto, “Three-dimensional mid-air acoustic manipulation by ultrasonic phased arrays”, *PLoS ONE* 9, e97590 (2014).
- [4] M. A. Andrade, F. T. Okina, A. L. Bernassau and J. C. Adamowski, “Acoustic levitation of an object larger than the acoustic wavelength”, *J. Acoust. Soc Am.* 141, 4148 (2017).
- [5] J. Weber, C. Benmore, A. Tailor, S. Tumber, J. Neufeind, B. Cherry and S. Byrn, “A neutron-X-ray, NMR and calorimetric study of glassy Probuco synthesized using containerless techniques”, *Chem. Phys.* 424, 89(2013).
- [6] A. Marzo, S. A. Seah, B. W. Drinkwater, D. R. Sahoo, B. Long and S. Subramanian, “Holographic acoustic elements for manipulation of levitated objects” *Nat. Commun.* 6, 8661 (2015).
- [7] A. Marzo, A. Barnes and B. W. Drinkwater, “TinyLev: A multi-emitter single-axis acoustic levitator”, *Rev. Sci. Instrum.* 88, 085105 (2017).
- [8] “Pixie Dust: Graphical Levitation System (2014)” [Online]. Available at <https://www.youtube.com/watch?v=NLgD3EtxwdY>