



## การสร้างระบบควบคุม Macro-Micro Manipulator แบบมีแรงเสมือนป้อนกลับ

ผู้วิจัย : ดร. ถวิดา มณีวรรณ

นายเกษมศักดิ์ โชคชนะตรัย

### บทนำ

ความสามารถในการหยิบจับและบังคับควบคุมวัตถุที่มีขนาดเล็กมากในระดับนาโนเมตร

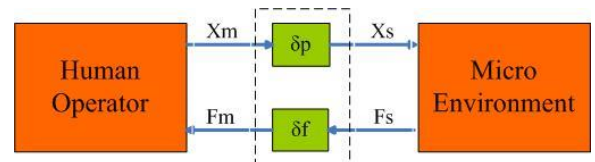
(Nanomanipulation) มีประโยชน์อย่างสูงต่อการทำงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานในอนาคต ทั้งในสาขาวิชาด้านวัสดุศาสตร์ ชีววิทยา พันธุวิศวกรรม รวมทั้งการสร้างความรู้เข้าใจในเรื่องของพลศาสตร์ในระดับอะตอมและโมเลกุล

### ปัญหา

การบังคับควบคุมวัตถุโดยตรงในระดับนาโนเมตรยังคงมีปัญหาที่รอการพัฒนาอยู่ อาทิ การทำความเข้าใจในความแตกต่างของพลศาสตร์ในระดับนาโนเมตรเมื่อเทียบกับวัตถุขนาดปกติ, การขยายสัญญาณ (Scaling difference) ความแตกต่างในระยะทางของการเคลื่อนที่ที่ผ่านการย่อและขยาย ทำให้บังคับควบคุมวัตถุได้ไม่เที่ยงตรงและค่อนข้างช้า เป็นผลให้ไม่สามารถสร้างแบบจำลองเพื่อนำมาสร้างเป็นเครื่องควบคุมแบบอัตโนมัติได้

### วิธีการ

ในงานวิจัยนี้ได้แสดงผลกระทบของการแปลงขนาดการควบคุม (Scaling Effect) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการควบคุมแบบสองทาง (Bilateral Control System) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ HBFD (High Bandwidth Force Display) อันเป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการหยิบจับและบังคับควบคุมวัตถุ เรียกว่าเป็นอุปกรณ์มาสเตอร์ (Master Side) ผู้ใช้จะควบคุมอุปกรณ์ HBFD เพื่อไปควบคุมตำแหน่งของโพรบขนาดนาโนเมตร (Nano-probe) อันเป็นอุปกรณ์สเลฟ (Slave Side) ให้กระทำต่อวัตถุขนาด



รูปที่แสดงความสัมพันธ์ของการควบคุมการหยิบจับวัตถุระหว่างโลกของวัตถุขนาดปกติที่มนุษย์ทำงาน (Macro World) กับโลกของวัตถุระดับเล็ก (Micro/nano World)

$X_m$  : Master position

$X_s$  : Slave position

$F_m$  : Master force

$F_s$  : Slave force

$\delta_p$  : Position scaling gain

$\delta_f$  : Force scaling gain

เล็กซึ่งอยู่ในสถานะแรงแล่งที่จำลองขึ้นด้วยแรงวันเดอร์-วาลส์ (van der Waals Force), แรงไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Force), และแรงยึดเหนี่ยวของน้ำ (Capillary Force) โดยทั้งโพรบขนาดนาโนเมตรและสถานะแรงแล่งที่จำลองขึ้นเกิดจากการจำลองในคอมพิวเตอร์ (Simulation) งานวิจัยนี้ยังศึกษาพลศาสตร์ของระบบที่เกิดจากการแปลงขนาดในการควบคุมทางตำแหน่ง (Position Scale) และการแปลงขนาดในการควบคุมทางแรง (Force Scale) รวมถึงผลกระทบของกำแพงเสมือน (Virtual Wall) ที่มีต่อการควบคุม

**ผลที่คาดหมาย**

สร้างความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องของจลนศาสตร์และพลศาสตร์ของวัตถุในระดับเล็ก เพื่อนำไปวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในการหยิบจับและบังคับควบคุมวัตถุขนาดเล็กให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังลดผลกระทบจากการแปลงขนาดการควบคุม (Scaling Effect)