ชื่อโครงการ (PROJECT TITLE)

(ภาษาไทย) : รูปแบบการจัดวางตัวทำงานเพียโซอิเล็กทริกและการเคลื่อนที่ของคลื่นในมอเตอร์อัลตราโซนิคแบบเชิงเส้นโค้ง

(ภาษาอังกฤษ) : PIEZOELECTRIC ACTUATOR PATTERNS AND WAVE PROPAGATION IN ULTRASONIC PIEZOELECTRIC CURVILINEAR MOTORS

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

A structronic system synergistically integrates electronics, sensor/actuator, control, and structures, which is a structural application of the mechatronic systems. Structronic systems are used in many applications: adaptive wings, sensors or actuators in vibration control systems, variable-geometry structures, MEMS, etc. An ultrasonic piezoelectric motor is also one of structronic actuator applications.

There are many advantages of the ultrasonic motor over the traditional (electromagnetic) motor such as producing a high torque at a low speed with a high efficiency; the high torque produced as compared with its weight - since the inertia of the moving part can be made very small, the position control characteristic at start and stop is well controlled (Toyama et al., 1995 and 1996). There is no need for gears since the large torque can be produced. Precise positioning is possible because there is no error due to the gear backlash. The existing position can be maintained even when the electrical power supply is cut off because of the frictional force between contact areas. It has silent operation since speed-reduction gears are not required (Ueha, et al, 1993; Uchino, 1998) and it has no magnetic field (Hemsel and Wallaschek 2000). For these reasons, the ultrasonic motors are attractive for many industrial or special applications, for example, robot actuators, drive mechanism for auto-focus lenses, precise positioning devices, miniaturized machines, actuators for space applications, material conveyors (Ueha, et al., 1993).

The traveling wave generated at the stator of the ultrasonic motor driving the rotor is a key design factor governing the overall motor performance. (Note that the traveling wave is also often referred to as the propagating wave.) Unlike vibration in ultrasonic piezoelectric circular disk motors (Sashida and Kenjo, 1993; Ueha et al. 1993), boundary conditions of the finite length media (such as beam, plate and arc) reflect the waves when those generated waves hit the boundaries. This may generate undesirable standing waves.

Study of piezoelectric actuator patterns generating traveling waves on the curvilinear motor (finite length media) is a crucial issue for design and development to improve performance of the precision motors. Moreover, it has never been systematically studied before. The

methodology and knowledge of this study can be applied to generate traveling waves in other finite length media which will be attractive for many applications, e.g., drive mechanism micro positioning, wave transport, material conveyer and movable structure.

2. วัตถุประสงค์

1. To study actuation characteristics of the piezoelectric actuator patterns on the ultrasonic piezoelectric curvilinear arc motors.
2. To study wave propagation design parameters of the actuator pattern.
3. To analyze and determine the best piezoelectric actuator pattern yielding stable traveling waves on the curvilinear arc motors.

3. ระเบียบวิธีวิจัย

A methodology will be developed to study the electromechanical characteristics of ultrasonic piezoelectric curvilinear motor. In that methodology, a distributed piezoelectric shell theory will be studied first to develop constitutive equations of the piezoelectric curvilinear motors. Then, fundamental theory of vibration and wave will be applied to develop mathematical models of the systems. The mathematical models will be used to determine the actuator patterns and estimate their operating frequencies that yield stable traveling waves. After that, the designs of actuator patterns will be validated with finite element analysis. Finally, the result will be analyzed and compared to determine the best candidate of actuator pattern.

4. แผนการดำเนินงานวิจัย

Phase	0.5 Year	1 Year	1.5 Year	2 Year
Develop constitutive equations for piezoelectric curvilinear motors	▬			
Determine actuator patterns for generating stable traveling wave on the motors by using numerical simulations		▬	▬	
Develop finite element models of the motors in various actuator patterns.		▬	▬	▬
Verify the traveling waves and operating frequencies generated by actuator patterns				▬
Write reports/manuscripts	▬	▬	▬	▬

5. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ

1) Smithmaitrie, P., DeHaven, J.G., Higuchi, K. and Tzou, H.S., (2007) "Vibration Response and Harmonic Wave Propagation of Ultrasonic Arc Drivers," *Mechanical Systems and Signal Processing (Journal of)*, Vol. 21(2), pp. 1174-1187. IF 0.826

รายชื่อผู้ทำงานในโครงการ

คณะผู้วิจัย (RESEARCH TEAM) :

ชื่อหัวหน้าโครงการ **(ภาษาไทย) :** ผศ.ดร. พฤทธิกร สมิตไมตรี

(ภาษาอังกฤษ) : Asst. Prof. Dr. PRUITTIKORN SMITHMAITRIE

ตำแหน่งวิชาการ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 7

ระยะเวลาดำเนินงาน : **2 ปี**

เวลาทำงานวิจัยในโครงการประมาณสัปดาห์ละ **18 ชั่วโมง**

สถานที่ติดต่อ :

ที่ทำงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัด สงขลา รหัสไปรษณีย์ 90112

โทรศัพท์ (074) 287035 **โทรสาร** (074) 212893

E-mail spruitti@me.psu.ac.th

ชื่อนักวิจัยที่ปรึษา **(ภาษาไทย) :** ศ.ดร. ฮอนเซน โซว

(ภาษาอังกฤษ) : Prof. Dr. Horn-Sen Tzou

สถานที่ติดต่อ :

ที่ทำงาน Department of Mechanical Engineering,
College of Engineering, University of Kentucky,
Lexington, Kentucky 40506-0503, USA

โทรศัพท์ 1-859-257-6336×80643 **โทรสาร** 1-859-257-3304

E-mail hstzou@engr.uky.edu

ชื่อนักวิจัยที่ปรึษา **(ภาษาไทย) :** รศ.ดร. ศุภสโรส หมื่นสิทธิ์

(ภาษาอังกฤษ) : Assoc. Prof. Dr. Supasarote Muensit

สถานที่ติดต่อ :

ที่ทำงาน ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัด สงขลา รหัสไปรษณีย์ 90112

โทรศัพท์ (074) 288727 **โทรสาร** (074) 212817

E-mail supasarute.m@psu.ac.th