อุปกรณ์แสดงผลภาพสเตอริโอสามมิติสำหรับผู้ชมหลายคน

Three Dimensional Stereoscopic Display for Multiple Viewers

วรวุธ วิสุทธิ์เมธางกูร [1*] ฝาติหมัะ เหมมันต์ [2] และ สุมาตร ฟองเกิด [3]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
โทร 0-7428-7195 โทรสาร 0-7421-2893 *อีเมล์ worawut@me.psu.ac.th
[2] โทร 0-7428-7200 อีเมล์ fatimah@me.psu.ac.th
[3] โทร 0-7428-7186 อีเมล์ sumart.f@psu.ac.th

Worawut Wisutmethangoon [1*], Fatimah Hemman [2], and Sumart Fongkerd [3]
[1] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University,
Hat Yai, Songkhla, 90112 Thailand,
Tel: 0-7428-7195, Fax: 0-7421-2893, *E-mail: worawut@me.psu.ac.th
[2] Tel: 0-7428-7200, E-mail: fatimah@me.psu.ac.th
[3] Tel: 0-7428-7186, E-mail: sumart.f@me.psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการแสดงผลภาพสเตอริโอสามมิติ สำหรับอุปกรณ์สองแบบ คือ จอภาพสามมิติสำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์และเครื่องฉายภาพสามมิติสำหรับผู้ชมหลายคน โดยมีหลักการทำงานเหมือนกัน คือ ใช้การกรองแสงแบบโพลาไรซ์ ซึ่งผู้ชมต้องใส่แว่นสามมิติแบบโพลาไรซ์เพื่อให้เห็นภาพแบบสเตอริโอสามมิติ อุปกรณ์ทั้งแบบจอภาพและอุปกรณ์ฉายภาพสามารถสร้างขึ้นได้โดยใช้ต้นทุนไม่สูงมาก และยังมีข้อดีอีกหลายประการเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ จึงเหมาะที่จะใช้กับงานด้านการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ และการจำลองการทำงานเสมือนจริง

คำหลัก: สเตอริโอ, สามมิติ, โพลาไรซ์, จอภาพ, เครื่องฉายภาพ

Abstract

This paper presents the method to display three-dimensional stereoscopic on two types of display equipment; 3-d monitors for computer users, and 3-d projectors for audience. Both types of display are based on the same principle of polarize filtration of light which requires polarize glasses to realize the stereoscopic effects. The 3-d monitors and 3-d projectors can be assembled with low cost, and have several advantages over other methods. They are suitable for computer aided design and virtual reality applications.

Keywords: stereo, 3-d, polarize, monitor, projector

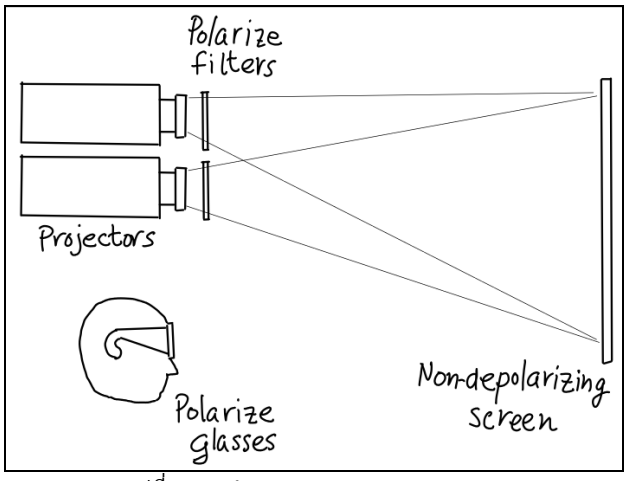
1. บทนำ

มนุษย์เราสามารถมองเห็นสิ่งของต่าง ๆ เป็นสามมิติ โดยจำแนกระยะใกล้ไกล (หรือความลึก) ได้ เพราะตาสองข้างของเราที่อยู่คนละตำแหน่งมองเห็นภาพที่แตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งภาพทั้งสองจะถูกสมองรวมและประมวลผลให้เห็นถึงระยะความลึกของวัตถุได้ การแสดงผลภาพโดยทั่วไปจะเป็นภาพที่ได้จากการบันทึกแล้วนำมาพิมพ์ หรือฉายไปบนระนาบเดียว หลักการของการมองภาพแบบสเตอริโอสามมิติ คือ การบันทึกภาพสองภาพสำหรับตาแต่ละข้าง แล้วนำมาแสดงให้ตาแต่ละข้างมองเห็นเฉพาะภาพสำหรับตานั้น ซึ่งมีหลายวิธีการได้แก่ การฝึกมองภาพทั้งสองด้วยการแยกประสาทตาโดยไม่ใช้อุปกรณ์ใดเลย คือตาขวาโฟกัสไปที่ภาพสำหรับตาขวา และตาซ้ายโฟกัสไปที่ภาพสำหรับตาซ้าย โดยอาจจะวางภาพทั้งสองตรงกับตา (parallel eye) หรือสลับกันกับตา (crossed eye) หรืออาจใช้อุปกรณ์ช่วยเช่น stereo viewer เพื่อกั้นแยกให้ตาแต่ละข้างมองเห็นเฉพาะภาพสำหรับตานั้น นอกจากนี้อาจใช้ การสร้างภาพเหลื่อม (anaglyph) คือ ปรับภาพทั้งสองให้เป็นโทนสีที่ต่างกัน และนำมาซ้อนเหลื่อมกันเป็นภาพเดียว ผู้มองภาพจะใช้แว่นกรองสีที่ต่างกันสำหรับตาแต่ละข้าง เพื่อให้เห็นภาพสำหรับตาข้างนั้นเท่านั้น อย่างไรก็ดีวิธีการนี้จะทำให้สีของภาพไม่เป็นธรรมชาติ อีกวิธีการหนึ่งที่นิยมกันมากอีกอย่างหนึ่งคือ การกรองแสงแบบโพลาไรซ์ เพราะยังคงสีของภาพได้อย่างเป็นธรรมชาติ

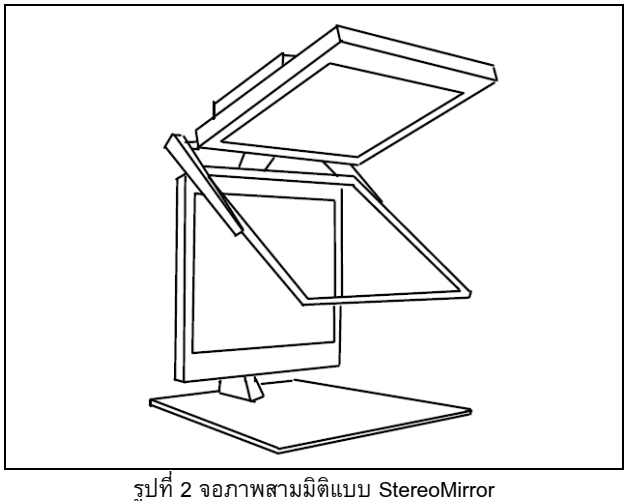
ในส่วนต่อไปของบทความนี้ จะนำเสนอวิธีการแสดงผลภาพแบบสเตอริโอสามมิติ โดยใช้หลักการกรองแสงแบบโพลาไรซ์ สำหรับอุปกรณ์สองแบบ คือ จอภาพสามมิติสำหรับผู้ใช้คอมพิวเตอร์ และเครื่องฉายภาพสามมิติสำหรับผู้ชมหลายคน ซึ่งเราสามารถประกอบอุปกรณ์ขึ้นเองได้โดยไม่ยาก และมีค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมากเกินไป

2. การแสดงผลภาพแบบสเตอริโอสามมิติแบบโพลาไรซ์

การฉายภาพแบบสเตอริโอสามมิติแบบโพลาไรซ์ (polarize projection) มีหลักการดังรูปที่ 1 คือการฉายภาพสำหรับตาแต่ละข้าง โดยเครื่องฉายภาพ (projector, โปรเจคเตอร์) สองตัว โดยลำแสงจากแต่ละตัวผ่านแผ่นกรองแสงแบบโพลาไรซ์ (polarize filter) ไปบนฉากรับภาพที่คงความเป็นโพลาไรซ์ของแสงได้ (non-depolarizing screen) ผู้ชมจะมองเห็นภาพสามมิติผ่านแว่นสามมิติแบบโพลาไรซ์ ซึ่งกรองให้มองเห็นภาพเฉพาะสำหรับตาแต่ละข้างเท่านั้น แผ่นกรองแสงและแว่นสามมิติแบบโพลาไรซ์ที่ใช้อาจเป็นแบบเชิงเส้น (linear polarization) หรือแบบวงกลม (circular polarization) ซึ่งการกรองแสงแบบโพลาไรซ์เชิงเส้นจะมีราคาถูกกว่า แต่อาจจะให้ผลที่ไม่ชัดเจนได้หากผู้ชมมีการเอียงศีรษะ



รูปที่ 1 การทำงานของ polarize projection

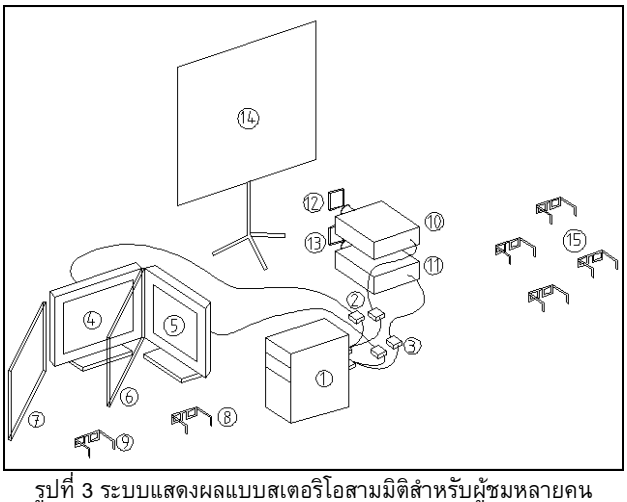

รูปที่ 2 จอภาพสามมิติแบบ StereoMirror

จอแสดงผลแบบสเตอริโอสามมิติ (Monitor) ในปัจจุบันมีหลายประเภท และมีหลักการทำงานแตกต่างกันไป ระบบที่ใช้หลักการกรองแสงแบบโพลาไรซ์ที่มีการผลิตเชิงพาณิชย์แบบหนึ่งคือ Stereo Mirror: ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2 ประกอบด้วยจอภาพแบบผลึกเหลว (LCD Monitors) สองจอ และกระจกกึ่งใส (semi-transparent mirror) วางระหว่างจอ LCD ทั้งสอง ผู้ชมมองภาพสเตอริโอสามมิติที่เกิดขึ้นบนกระจกกึ่งใส โดยต้องสวมแว่นสามมิติแบบโพลาไรซ์เชิงเส้น

3. ส่วนประกอบของอุปกรณ์

ระบบแสดงผลภาพสเตอริโอสามมิติที่ผู้วิจัยได้ทดลองสร้างขึ้นมีทั้งส่วนแสดงผลแบบจอภาพและการฉายภาพ ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมกราฟิกการ์ดที่มี output สองช่องสัญญาณ (1) สายแยกสัญญาณภาพ หรือVGA Y-splitter (2 และ 3) เพื่อแบ่งสัญญาณไปยังจอภาพและเครื่องฉายภาพ ส่วนที่แสดงผลด้วยจอภาพประกอบด้วย จอ LCD 2 ตัว (4 และ 5) กระจกกึ่งใส (6) และกระจกเงา (7) สำหรับเพิ่มพื้นที่ในการแสดงผล ผู้ชม (8 และ 9) ที่สวมแว่นแบบโพลาไรซ์เชิงเส้น สามารถมองเห็นภาพแบบสเตอริโอสามมิติที่เกิดขึ้นบนกระจกกึ่งใส และบนกระจกเงา

อุปกรณ์ส่วนการฉายภาพประกอบด้วยเครื่องฉายภาพแบบ LCD สองตัว (10 และ 11) แผ่นกรองแสงแบบโพลาไรซ์เชิงเส้น (12 และ 13) และฉากรับภาพที่คงสภาพความเป็นโพลาไรซ์ของแสง (14) ผู้ชม (15) ที่สวมแว่นสามมิติแบบโพลาไรซ์เชิงเส้นสามารถมองเห็นภาพแบบสเตอริโอสามมิติที่เกิดขึ้นบนฉากรับภาพ



รูปที่ 3 ระบบแสดงผลแบบสเตอริโอสามมิติสำหรับผู้ชมหลายคน

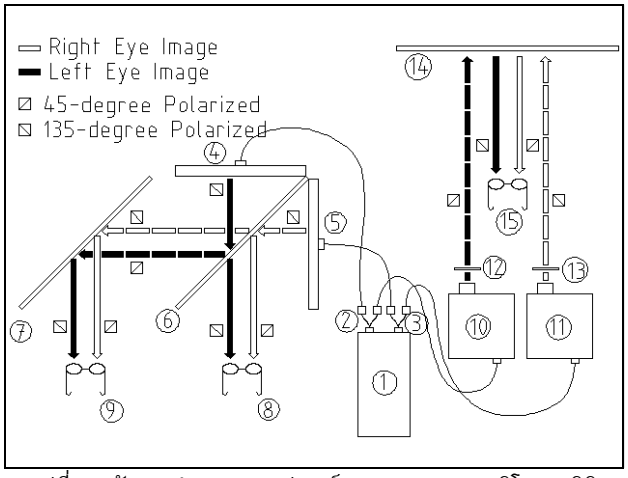
4. หลักการทำงาน

รูปที่ 4 เป็นภาพอธิบายหลักการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลภาพแบบสเตอริโอสามมิติที่ประกอบขึ้น โดยเส้นลูกศรแสดงการเดินทางของแสง สำหรับเส้นสีขาวหมายถึงแสงของภาพสำหรับตาขวา และเส้นสีดำคือแสงของภาพสำหรับตาซ้าย เส้นเต็มหมายถึงภาพแบบปกติ ส่วนเส้นประหมายถึงภาพพลิกกลับแบบสะท้อนกระจกเงา (mirror image) เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 ที่ติดตั้งการ์ดแสดงผลภาพที่มี output 2 ช่อง เมื่อใช้ซอฟต์แวร์ที่เหมาะสม จะสามารถแยกส่งสัญญาณภาพสำหรับตา

ซ้ายและตาขวาออกมา โดยจะกำหนดให้ภาพสำหรับตาซ้ายเป็นภาพแบบปกติ ออกจาก output แรกผ่านสายแยกสัญญาณ 2 ไปยังจอภาพ LCD 4 และเครื่องฉายภาพ 10 และภาพสำหรับตาขวาซึ่งจะเป็นภาพพลิกกลับแบบสะท้อนกระจกเงา ออกจาก output อีกช่องหนึ่ง ผ่านสายแยกสัญญาณ 3 ไปยังจอภาพ LCD 5 และเครื่องฉายภาพ 11

จอมอนิเตอร์ LCD โดยทั่วไปจะมีตัวกรองแสงแบบโพลาไรซ์เชิงเส้นอยู่แล้ว ซึ่งมีมุมโพลาไรซ์ 135 องศา แสงของภาพที่ออกมาจึงเป็นแสงแบบโพลาไรซ์ 135 องศา กระจกกึ่งใสมีคุณสมบัติ คือยอมให้แสงผ่านบางส่วนและสะท้อนแสงกลับบางส่วน บางครั้งจึงเรียกว่า Beam splitter

ภาพปกติสำหรับตาซ้ายจากจอ LCD 4 ที่ทะลุผ่านกระจกกึ่งใส และภาพแบบกระจกเงาสำหรับตาขวา จาก LCD 5 ที่สะท้อนจากกระจกกึ่งใส 6 จะปรากฏซ้อนกันต่อผู้สังเกตที่สวมแว่นโพลาไรซ์เชิงเส้น 8 แว่นโพลาไรซ์เชิงเส้นซึ่งมีมุมโพลาไรซ์ 135 องศาสำหรับตาข้างซ้าย และ 45 องศาสำหรับตาข้างขวา จะกรองให้ตาซ้ายเห็นภาพสำหรับตาซ้าย และตาขวามองเห็นภาพสำหรับตาขวาเท่านั้น ภาพที่เห็นจึงรู้สึกเสมือนเป็นภาพสามมิติจริง



รูปที่ 4 หลักการทำงานของอุปกรณ์แสดงผลภาพสเตอริโอสามมิติ

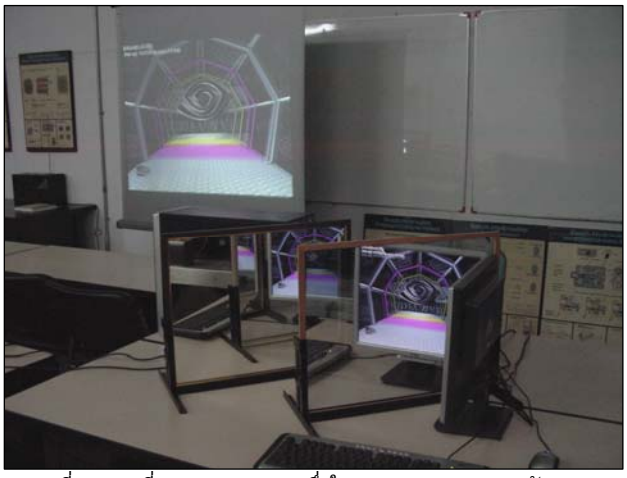
แสงจากจอ LCD4 ส่วนที่สะท้อนจากกระจกกึ่งใส และจาก แสงจอ LCD5 ที่ทะลุผ่านกระจกกึ่งใสจะรวมกัน และถูกสะท้อนโดยกระจกเงา 7 ที่วางขนานกับกระจกกึ่งใสไปทางซ้ายมือ และจะปรากฏเป็นภาพสามมิติต่อผู้ชมที่สวมแว่นโพลาไรซ์ 9 ในลักษณะเดียวกัน

สำหรับเครื่องฉายภาพโดยทั่วไป ถ้าเป็นการฉายด้านหน้าฉากรับภาพ แสงที่ส่งออกมาจะเป็นภาพแบบกระจกเงา ซึ่งเมื่อภาพไปปรากฏบนฉากก็จะเห็นแสงสะท้อนออกมาเป็นภาพแบบปกติ หากเป็นการฉายภาพจากด้านหลังฉากแสงที่ส่งออกมาจะเป็นภาพแบบปกติ ในงานวิจัยนี้เราใช้วิธีฉายภาพจากด้านหน้าฉาก แต่สัญญาณภาพที่ส่งมาจากสองช่องต่างกัน ดังนั้นเครื่องฉายภาพ 10 จะถูกตั้งเป็นการฉายจากด้านหน้าฉาก ส่วนเครื่องฉายภาพ 11 จะถูกตั้งให้เป็นการฉายจากด้านหลังฉาก ภาพสำหรับตาทั้งสองข้างที่ปรากฏบนฉากจึงเป็นภาพแบบปกติ และเราจะใช้แผ่นกรองแสงแบบโพลาไรซ์เชิงเส้น (12 และ 13) วางไว้หน้าเลนส์ของเครื่องฉายภาพทั้งสอง โดยจะกรองแสงที่ผ่านออกมาเป็นแสงแบบโพลาไรซ์ 45 องศา สำหรับเครื่องฉาย 10 และเป็นแสงโพลาไรซ์ 135 องศา สำหรับเครื่องฉาย 11 ฉากรับภาพ 14 จะต้องเป็นแบบที่รักษาความเป็นโพลาไรซ์ของแสง (non-depolarizing screen) ไว้ ผู้สังเกต 15 ซึ่งสวมแว่นโพลาไรซ์ก็จะมองเห็นภาพสามมิติได้เช่นเดียวกัน

5. ผลการติดตั้งและทดลอง

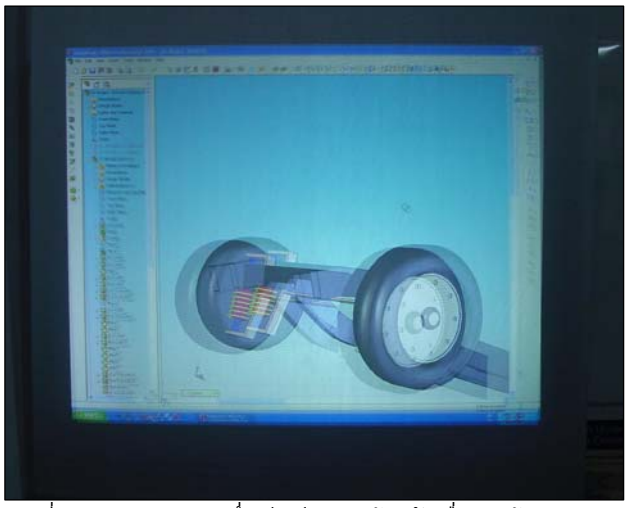
ผู้วิจัยได้จัดหาอุปกรณ์ และประกอบกันเป็นระบบแสดงผลภาพแบบสเตอริโอสามมิติ และได้ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ดังกล่าว รูปที่ 5 แสดงวิธีการจัดวางเครื่องฉายสองตัว และแผ่นกรองแสงแบบโพลาไรซ์หน้าเลนส์ของเครื่องฉายทั้งสอง รูปที่ 6 แสดงการจัดวางจอ LCD ทั้งสองตัว กระจกกึ่งใส และกระจกเงา จากในรูปจะเห็นภาพที่ปรากฏเหมือนกันบนกระจกกึ่งใส กระจกเงา และฉากรับภาพ ภาพดังกล่าวสำหรับผู้ชมด้วยตาเปล่าจะมองเห็นเป็นสองภาพซ้อนกัน

รูปที่ 5 การจัดวางเครื่องฉายภาพและแผ่นกรองแสงแบบโพลาไรซ์


รูปที่ 6 ภาพที่ปรากฏบนกระจกกึ่งใส กระจกเงา และฉากรับภาพ

ในการทดสอบการใช้งาน จะต้องมีซอฟต์แวร์ที่มีความสามารถในการแสดงผลแบบสเตอริโอสามมิติได้ ซึ่งมีอยู่หลายโปรแกรม เช่น Stereo Photo Maker ใช้สำหรับแสดงภาพนิ่งแบบสเตอริโอสามมิติ Stereoscopic Player ใช้สำหรับเล่นไฟล์ภาพยนตร์แบบสเตอริโอสามมิติ โปรแกรมช่วยออกแบบ Solid Works ก็สามารถแสดงชิ้นส่วนเป็น

แบบสเตอริโอสามมิติได้ (ดังแสดงในรูปที่ 7) และ Visual Molecular Dynamics (VMD) ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองรูปแบบของโมเลกุลของสารต่าง ๆ เป็นต้น



รูปที่ 7 ภาพแบบสามมิติซึ่งเห็นเป็นภาพซ้อนกันเมื่อมองด้วยตาเปล่า

6. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอ อุปกรณ์แสดงผลภาพแบบสเตอริโอสามมิติสำหรับผู้ชมหลายคน ระบบที่สร้างขึ้นนี้สามารถใช้ได้ดี แต่ต้องมีซอฟต์แวร์ไดรเวอร์ของกราฟิกการ์ดที่เหมาะสม และสามารถใช้ได้กับโปรแกรมที่สามารถแสดงผลแบบสเตอริโอสามมิติได้หลาย ๆ โปรแกรม ข้อดีของส่วนจอภาพของระบบนี้ คือ มีพื้นที่แสดงภาพเป็นสองเท่า และไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างรองรับที่ซับซ้อน และยังสามารถปรับเป็นแสดงผลแบบปกติได้ง่าย สำหรับระบบแสดงภาพแบบสามมิตินี้ซึ่งมีทั้งส่วนจอแสดงภาพและเครื่องฉายภาพเหมาะที่จะใช้ในการบรรยาย หรือการเรียนการสอน ที่มีผู้ชมหลายๆ คนได้

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลา-นครินทร์ ในการสนับสนุนทุนวิจัยนี้ และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลในการอำนวยความสะดวกด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] McAllister, D.F., 2002. “3D Displays”, Wiley Encyclopedia on Imaging, January, pp. 1327-1344.

[2] Woods, A.J., 2001. Optimal Usage of LCD Projetors for Polarised Stereoscopic Projection, The Stereoscopic Displays and Applications XII Conference, San Jose, California, January 22-24.

[3] Zelle,J.M., and Charles, F., 2004. Simple, Low-Cost Stereographics: VR for Everyone, ACM Special Interest Group on Computer Science Education Conference : SIGCSE 2004, Norfolk, Virginia, March 3-7.

[4] Planar Systems Inc., SD Stereo/3D Monitors. http://www.planar.com/StereoMirror/ (accessed May 2007).