การรับรู้ระดับความลึกของภาพสเตอริโอสโกปิกด้วยการประเมินจิตพิสัย

Perceive depth level of stereoscopic image based on subjective evaluation

ศรีนาถ ริมเจริญ[1*], ชวาล คูร์พิพัฒน์[2]

Srinard Rimcharoen, Chawan Koopipat

[1]นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abstract

Recently, stereoscopic image technology has already been introduced to commercial market for satisfying entertainment and realistic image. However, human depth perception is one of important factors that influence human-sight preferences. The objective of this research is to evaluate the depth perceived by users subjectively on a shutter glass stereoscopic display. Various stereoscopic images are generated as artificial objects using 3D rendering software. The experiment results show that observers perceived different image depth at the distance of 2.21 centimeters. This research may lead to an alternative technique for improving quality of 3D image construction.

Keyword: ***Depth level, stereoscopic image, human depth perception***

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีภาพสเตอริโอสโกปิก เป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในท้องตลาด เพื่อตอบสนองความบันเทิงในการรับชมภาพที่สมจริง อย่างไรก็ตามการรับรู้ด้านความลึกเป็นปัจจัยหลักหลักส่งผลกับขอบเขตความพึงพอใจในการมองภาพของมนุษย์ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อทราบขอบเขตการรับรู้ระดับความลึกภาพสเตอริโอสโกปิก จากความแตกต่างของระยะวัตถุในระนาบต่างกันโดยการสร้างภาพโมเดลสังเคราะห์ด้วยโปรแกรมกราฟิกสามมิติ จากการทดลองพบว่าผู้สังเกตเริ่มสามารถแยกแยะระดับความแตกต่างด้านความลึกภาพได้ที่ระยะตั้งแต่ 2.21 เซนติเมตรเป็นต้นไป ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นประโยชน์ในการระบุระยะการรับรู้ของมนุษย์ที่ระดับความลึกภาพสามมิติที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นประโยชน์ในการสร้างภาพถ่าย และภาพยนตร์สามมิติให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้นได้

คำสำคัญ: *ระดับความลึก, ภาพสเตอริโอสโกปิก, การรับรู้ความลึกของตามนุษย์*

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสื่อภาพสเตอริโอสโกปิก เป็นที่คาดหวังและต้องการของตลาดทั้งในส่วนของการอุปกรณ์นำเข้า และอุปกรณ์แสดงผล เช่น กล้องถ่ายรูป หน้าจอมอนิเตอร์ จอโทรทัศน์ โดยคำนึงถึงการผลิตและการปรับปรุงคุณภาพของการรับรู้ภาพสามมิติให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น จากหลักการมองเห็นและการรับรู้ของมนุษย์

(human perception of depth) ที่ตาแต่ละข้างมองเห็นภาพและมุมมองที่ต่างกันเนื่องจากระยะห่างระหว่างตาทั้งสองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65 มิลลิเมตร (Lambooji and Ijsselsteijn, 2009 ; Winkler and Min, 2011) แต่ในความเป็นจริงการที่มนุษย์เรามองเห็นภาพเป็นภาพเดียวได้นั้นเกิดจากสมองทำหน้าที่แปรผลรวมภาพทั้งสองให้เป็นภาพเดียวกัน (Onural, 2007.) สำหรับการเกิดระดับความลึก ความนูนของภาพสามมิตินั้นเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย (Chen, et al., 2010.) เช่น ระยะห่างระหว่างตาทั้งสองข้าง (inter-pupil baseline) ระยะการมองภาพ (viewing distance) ตำแหน่งการเกิดภาพ ระนาบความลึกภาพ (depth plane) เป็นต้น ดังงานวิจัยที่ผ่านมา (De Silva et al., 2010.) ได้ศึกษาความแตกต่างของการรับรู้ความลึกภาพเคลื่อนไหวสามมิติด้วยการบีบอัดข้อมูลระดับความลึกของไฟล์ภาพทั้งหมด 256 ระดับ โดยแบ่งเป็นภาพนูน 128 ระดับและภาพลึก 128 ภาพ เพื่อหาจุดรับรู้ความแตกต่าง โดยในหนึ่งระดับความลึกเทียบเท่ากับระยะวัตถุที่ห่างจากจุดอ้างอิงประมาณ 1.2 มิลลิเมตร จากการทดลองผลพบว่าผู้สังเกตสามารถมีความสามารถรับรู้ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 16 ระดับขึ้นไป (หรือเทียบเท่า 1.92 เซนติเมตร) จากงานวิจัยดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการศึกษาระดับความสามารถของผู้สังเกตในการรับรู้ความแตกต่างด้านความลึกของภาพสเตอริโอสโกปิกที่เกิดจากผลของระยะวัตถุต่างระนาบที่จะนำเสนอในบทความนี้

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินการรับรู้คุณภาพระดับความลึกของภาพสามมิติจากผู้สังเกต

วิธีการวิจัย

การคัดเลือกผู้สังเกตเพื่อทำการทดลองจะเลือกผู้สังเกตที่มีความสามารถในการมองเห็นภาพสเตอริโอสโกปิกในเกณฑ์การรับรู้ที่กำหนด โดยอาศัยการมองเห็นจากแผ่นภาพทดสอบ (Randot Test chart) มาตรฐาน ITU-R BT. 1438 ผู้ที่ผ่านต้องมีคะแนนรวมร้อยละ 80 ขึ้นไป ซึ่งการทดลองที่นำเสนอในบทความนี้มีผู้ผ่านเกณฑ์ทำการทดสอบทั้งหมด 7 คน

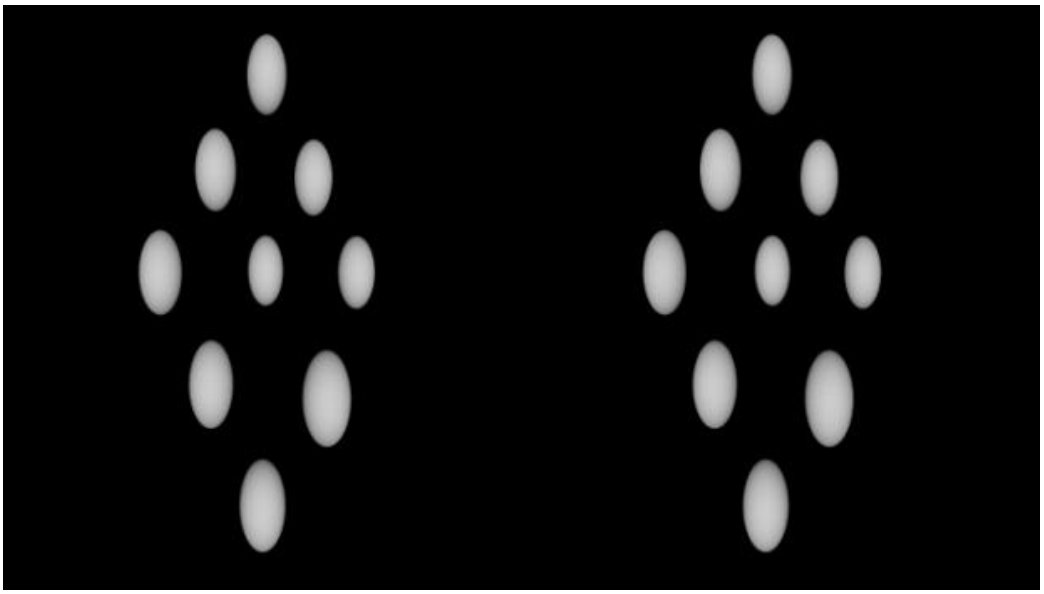
อุปกรณ์และเครื่องมือ

อุปกรณ์จอโทรทัศน์แสดงผลเป็นแบบระบบสามมิติ ความละเอียดภาพ 1920 x 1080 พิกเซล อัตราส่วน 16:9 โดยใช้แว่นตาสามมิติแบชัตเตอร์ ระยะในการมองภาพของผู้สังเกตเป็น 3 เท่าของขนาดความสูงของภาพจากหน้าจอโทรทัศน์

การสร้างแบบโมเดลจำลอง

การศึกษาหาวิธีการสร้างภาพสามมิติสังเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามมิติ และสร้างภาพตัวอย่างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองโดยสร้างรูปโมเดลวัตถุที่ต้องการประกอบด้วยชุดทดสอบทั้งหมด 4 ชุดโดยแต่ละชุดจะมีรูปโมเดลทั้งหมด 9 รูป โมเดลชุดหนึ่งๆได้มีการกำหนดค่าของระยะห่างระนาบวัตถุที่ความต่างแต่ละระดับ (threshold) ที่เท่ากัน โมเดลภาพชุดที่ 1 มีความแตกต่างที่ระยะ 0.5 เซนติเมตร ดังนั้นภาพแต่ละภาพในชุดนั้นจะมีความแตกต่างของระยะห่างระนาบที่ 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5 และ 4 เซนติเมตรตามลำดับ โมเดลภาพชุดที่ 2 มีความแตกต่างที่ระยะ 1 เซนติเมตร ดังนั้นภาพแต่ละภาพในชุดนั้นจะมีความแตกต่างของระยะห่างระนาบที่ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 เซนติเมตรตามลำดับ โมเดลภาพชุดที่ 3 มีความแตกต่างที่ระยะ 5 เซนติเมตร ดังนั้นภาพแต่ละ

ภาพในชุดนั้นจะมีความแตกต่างของระยะห่างระนาบที่ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 และ 40 เซนติเมตรตามลำดับ และโมเดลภาพชุดที่ 4 มีความแตกต่างที่ระยะ 10 เซนติเมตร ดังนั้นภาพแต่ละภาพในชุดนั้นจะมีความแตกต่างของระยะห่างระนาบที่ 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 เซนติเมตรตามลำดับ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โมเดลภาพที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมกราฟฟิกสามมิติ

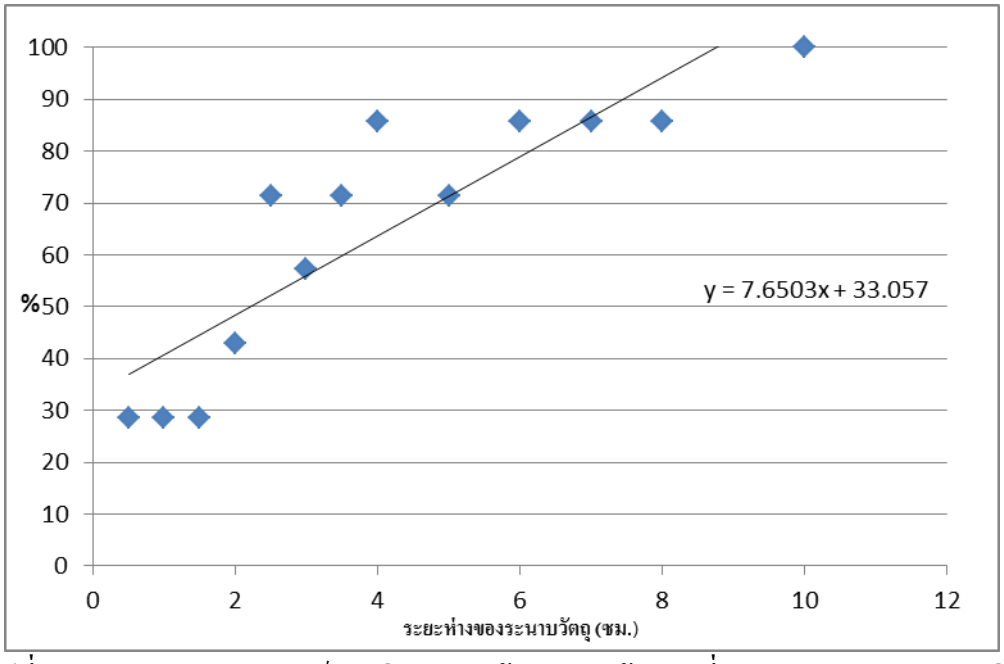
เกณฑ์การประเมินการรับรู้

ผู้สังเกตจะเป็นคนพิจารณาโมเดลภาพทั้ง 4 กลุ่ม โดยมีจุดอ้างอิงภาพที่ระยะห่างระนาบ 0 เซนติเมตรใช้เปรียบเทียบ ผู้วิจัยจะเป็นคนบันทึกผลจากการมองเห็นด้วยการถามคำถามถึงตำแหน่งของภาพโมเดลที่มองเห็นว่ามีความแตกต่างจากจุดอ้างอิงอย่างไร แล้วนำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ โดยผลในแต่ละกลุ่มภาพโมเดลจะมีทั้งหมด 8 ภาพ(ไม่รวมภาพอ้างอิง) คะแนนที่ได้จะประเมินจากการมองภาพทีละจุดเทียบกับภาพอ้างอิง ถ้าผู้สังเกตเห็นความแตกต่างให้เป็น 1 คะแนน แต่ถ้าแยกแยะไม่ออกให้เป็น 0 คะแนนในแต่ละตำแน่งภาพนั้นๆ จากคะแนนดิบที่ได้จากผู้สังเกต นำค่าคะแนนในแต่ละช่วงมาคิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ เช่น ที่ตำแหน่ง ระยะห่าง 0.5 เซนติเมตรมีผู้สังเกตเห็นความแตกต่าง จำนวน 2 คน จาก 7 คน ดังนั้นคิดเป็นค่าร้อยละ 28.57% เป็นต้น นอกจากนี้กรณีค่าระยะห่างเป็นค่าเดียวกัน ซ้อนทับกันอยู่ทั้งสองกลุ่ม ก่อนการหาเป็นค่าร้อยละ ต้องทำการเกลี่ยค่าเฉลี่ย เช่น ที่ระยะห่าง 2 เซนติเมตร(โมเดลกลุ่มที่ 1 มีผู้สังเกตแตกต่าง 3 คน) และ(โมเดลกลุ่มที่2 มีผู้สังเกตแตกต่าง 5 คน) ดังนั้นค่าที่ได้คือ 8 คนจาก 14 คน แล้วจึงนำมาคำนวณเป็นค่าร้อยละ ในการรายงานผลเพื่อทราบค่ากลุ่มคนจะใช้เกณฑ์ที่อย่างน้อย 50% ของผู้สังเกตที่สามารถแยกแยะความแตกต่างได้ ซึ่งผลการทดลองนำเสนอเป็นกราฟในรูปที่ 2

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบการรับรู้ความแตกต่างจากผู้สังเกตทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 2 โดยแกนตั้งแสดงผลอัตราส่วนร้อยละของผู้ที่สามารถจำแนกความแตกต่างภาพได้เทียบกับค่าระยะห่างที่เปลี่ยนไปในแกนนอน ซึ่งมีระยะห่างของระนาบวัตถุอยู่ในช่วง 0 - 10 เซนติเมตร เหตุผลที่นำเสนอผลลัพธ์ในระยะดังกล่าวเนื่องจากผลของข้อมูลที่เหลือ

(ระยะ15-80 เซนติเมตร) นั้นค่าการรับรู้ของผู้สังเกตมีความสามารถแยกแยะความแต่ต่างระดับความลึกภาพได้อย่างครบถ้วน



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนร้อยละของผู้สังเกตที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้กับระยะห่างของระนาบวัตถุ

อภิปรายผล

จากข้อมูลแต่ละจุดของกราฟในรูปที่ 2 ข้างต้น ผู้วิจัยที่ได้หาจุดตัดความชันแบบเส้นตรง ที่ผู้สังเกตเริ่มมีการสังเกตเห็นความลึก นูน ของภาพสามมิติว่าวัตถุอยู่ที่ระนาบห่างกันเท่าไร จากรูปจะเห็นได้ว่าร้อยละ 50 ของผู้สังเกต สามารถแยกแยะระดับความลึกเมื่อวัตถุมีระยะระนาบต่างกันตั้งแต่ 2.21 เซนติเมตรเป็นต้นไป ผลจากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการผลิตสื่อสามมิติ อาทิ การออกแบบภาพกราฟิกสามมิติที่ต้องคำนึงถึงระดับการรับรู้ความลึกภาพสามมิติมนุษย์

เอกสารอ้างอิง

Lambooji, M., Ijsselsteijn, W., 2009. Visual discomfort and visual fatigue of stereoscopic displays: A review. Journal of imaging science and technology, 53(3), pp. 1-4.

Winkler, S., Min, D., 2011. Stereoscopic image quality compendium. Information communication and signal processing (ICICS), 2011 8th International conference on. pp. 1-5.

Chen, W. et al., 2010. New requirements of subjective video quality assessment methodologies for 3DTV. In video processing and quality metrics (VPQM). 2010 International conference.

De Silva, V. et al., 2010. 3D video assessment with just noticeable difference in depth perception. In image processing (ICIP). 2010 IEEE International conference on. pp.4013-4016.