ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบ เพื่อป้องกันการทุจริต โดยใช้การแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วกับความแม่นยำ

นางสาวกรองกาญจน์ วิวัฒน์วิศวกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

DISTANCE BETWEEN EXAMINATION SEATS FOR PREVENTING CHEAT WITH SPEED AND ACCURACY TRADE-OFF

Miss Krongkarn Wiwatwisawakorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบ เพื่อป้องกันการทุจริต โดยใช้การแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วกับความแม่นยำ
โดย	นางสาวกรองกาญจน์ วิวัฒน์วิศวกร
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกล ธีระวรัญญู)

กรองกาญจน์ วิวัฒน์วิศวกร: ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบ เพื่อป้องกันการทุจริต โดยใช้การแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วกับความแม่นยำ (DISTANCE BETWEEN EXAMINATION SEATS FOR PREVENTING CHEAT WITH SPEED AND ACCURACY TRADE-OFF) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล, 83 หน้า.

การจัดสอบที่มีจำนวนผู้เข้าสอบจำนวนมากมักเกิดปัญหาการทุจริตในการสอบซึ่งทำให้ลดความน่าเชื่อถือในผลการสอบ วิธีหนึ่งที่ใช้ป้องกันการทุจริตในการสอบ คือการเพิ่มระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบ แต่เนื่องจากมิได้มีการกำหนดระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบที่ชัดเจนและการมีพื้นที่สอบที่ไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้เข้าสอบ เป็นเหตุให้ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบอาจอยู่ใกล้กันมากเกินไปจนทำให้ผู้เข้าสอบสามารถลอกข้อสอบได้ง่ายขึ้น

การหาขีดจำกัดนี้อาศัยแนวคิดของ Speed and Accuracy Trade-off โดยระยะห่างระหว่างข้อสอบและระยะเวลาในการมองข้อสอบถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรต้นหรือดัชนีความยากของงานซึ่งส่งผลต่อความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างความผิดพลาดในการลอกข้อสอบกับดัชนีความยากของงาน โดยศึกษาระยะห่างระหว่างข้อสอบที่ 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00 และ 2.20 เมตร และเวลาในการมองข้อสอบที่ 1, 2 และ 4 วินาที

ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยระยะห่างกระดาษคำตอบและเวลาในการมองข้อสอบมีผลต่อความผิดพลาดในการลอกข้อสอบอย่างมีนัยสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างความผิดพลาดในการลอกข้อสอบกับดัชนีความยากของงาน สามารถอธิบายถึงความสามารถในการลอกข้อสอบ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการวางผังโต๊ะสอบหรือกำหนดจำนวนผู้คุมสอบต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการประยุกต์ใช้แนวคิด Speed and Accuracy Trade-off กับความสามารถในการรับรู้ด้วยการมองของมนุษย์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ออกแบบสถานีงานต่างๆ โดยคำนึงถึงผู้ใช้งาน ให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้นได้

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2554.....

5271403521: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS : EXAM SEAT ARRANGEMENT / SPEED AND ACCURACY TRADE-OFF / ACADEMIC DISHONESTY/ COGNITIVE ENGINEERING

KRONGKARN WIWATWISAWAKORN : DISTANCE BETWEEN SEATS FOR PREVENTING CHEAT WITH SPEED AND ACCURACY TRADE-OFF

ADVISOR: PHAIROAT LADAVICHITKUL, Ph.D., 83 pp.

The examination arrangement for a large number of examinees may cause the cheating problems which decrease the confidence level of the examination result. One method to protect a cheating problem is increasing the distance between exam tables. However the distance between exam tables has been not identified and there are insufficient room space for the number of examinees may cause the distance between exam tables is too closed until the examinees can copy easily.

This limitation can be studied based on the concept of Speed and Accuracy Trade-off by defining the distance between answer sheets and the copying period as the initial variables or the index of difficulties which affect the copying error. This research created a relationship between the copying error and the index of difficulties by studying the distance between exam sheets at 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00 and 2.20 m. and the copying period at 1, 2 and 4 seconds.

The research results showed that the distance between exam sheets and the copying period had a significant effect on the copying error. Moreover, the relationship between the copying error and the index of difficulties could explain the copying capability which can be applied for the arrangement of the exam seats and the number of examiners. Furthermore, this research showed the application of Speed and Accuracy trade-off on human visual perception which can be used to design any workstations based on user capabilities in order to increase the working efficiency.

Department : Industrial Engineering ..... Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : 2011 .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ไพโรจน์ ลดาวิจิตรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้ข้อแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งแนวทางในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกล ธีระวรัญญู กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ และได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องและชัดเจน

ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้ความช่วยเหลือให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยครั้งนี้

.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 4
1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 ประเภทของข้อสอบ..... 5
2.2 สภาพแวดล้อมในห้องเรียน..... 6
2.3 หลักในการจัดโต๊ะสอบ..... 6
2.4 แนวคิดใหม่ที่จะใช้ Speed and Accuracy Trade-off..... 6
2.5 กระบวนการรับรู้ในมนุษย์..... 8
2.6 การวัดสายตา..... 11
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 14
3.1 ผู้ร่วมการทดสอบ..... 14
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 14
3.3 ปัจจัยในการทดลอง..... 16
3.4 ขั้นตอนการวัดสายตา..... 17
3.5 ฝึกหัดการมองข้อสอบและฟังจังหวะ (Training)..... 17
3.6 ขั้นตอนการทดลอง..... 17

หน้า

บทที่ 4 วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง..... 19
4.1 การวิเคราะห์ผลของปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบและเวลาในการมองข้อสอบ..... 19
4.2 การหาสมการเพื่อทำนายค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบโดยใช้วิธีสร้างสมการความสัมพันธ์..... 23
4.3 การเปรียบเทียบกับสมการโดยอางอิงากสมการ Schmidt's Law..... 27
4.4 การยืนยันค่าที่ได้จากสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบกับค่าความผิดพลาดของผู้ทดสอบ..... 32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 35
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 35
5.2 ปัญหาในการดำเนินการ..... 38
5.3 ข้อเสนอแนะ..... 39
รายการอ้างอิง..... 40
ภาคผนวก..... 43
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 83

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ผลการวิเคราะห์พหุคูณของระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ.....	21
4.2	สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นและค่า R^2 ของผู้ทดสอบทั้ง13 คน.....	23
4.3	การหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคาตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยากของผู้ทดสอบคนที่ 1…….	28

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
1.1	ปัญหาที่เกิดจากความแปรปรวนของขนาดห้องสอบและจำนวนโต๊ะสอบพร้อมวิธีการแก้ไข.....	3
2.1	ลักษณะการทำงานของ Fitt's Law.....	7
2.2	กระบวนการรับรู้ในมนุษย์.....	9
2.3	Snellen chart และ E chart.....	11
3.1	Snellen chart.....	15
3.2	โต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในการทดลอง.....	15
3.3	ตัวอย่างกระดาษคำตอบแบบคอมพิวเตอร์.....	15
3.4	ระยะเวลาในการมองและระยะเวลาในการเลือกคำตอบ.....	16
3.5	งานย่อยที่ 1 "เวลาในการมอง".....	16
3.6	งานย่อยที่ 2 "เวลาในการเลือกคำตอบ".....	16
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเปอร์เซ็นต์จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบทั้ง 5 คน ที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1, 2, 4 และ 6 วินาที.....	22
4.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยาก (Index of Difficult) กับจำนวนคำตอบที่ตอบผิดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (Error).....	26
4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากที่สร้างขึ้นใหม่ (Index of Difficult) กับจำนวนคำตอบที่ตอบผิดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (Error).....	27
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน	30
4.5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากที่สร้างขึ้นใหม่กับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบของผู้ทดสอบทั้ง13 คน.....	31
4.6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณกับข้อมูลของผู้ทดสอบกลุ่มใหม่ 16 คน.....	33
5.1	แผนภาพปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการจัดห้องสอบ.....	37

บทที่ 1
บทนำ

การศึกษาถือเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า จะเห็นได้จากการที่รัฐบาลพยายามขยายโอกาสทางการศึกษาให้กับเด็กๆทั้งในเมืองและชนบทได้มีโอกาสเท่าเทียมกัน โดยมีการมอบทุนการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ มีการปฏิรูประบบการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เช่น การเน้นระบบการเรียนการสอนแบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การเพิ่มเงินเดือนให้กับวิชาชีพครู เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้ที่มีความรู้สนใจวิชาชีพครูมากขึ้น นโยบายการแจกคอมพิวเตอร์แบบพกพาให้เด็กประถมศึกษา นั่นแสดงว่า ผลจากการได้รับการศึกษาที่ดีจะทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและยังส่งผลต่อสังคมและประเทศชาติในการที่จะพัฒนาไปให้ทัดเทียมกับประเทศอื่นๆ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการศึกษาตัวหนึ่ง คือ การสอบวัดผล รวมทั้งยังเป็นหนึ่งในกระบวนการคัดกรองบุคคลผู้มีความรู้ความสามารถเข้าศึกษาต่อในระดับต่างๆ ซึ่งการสอบมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น การสอบข้อเขียน การสอบสัมภาษณ์ การประเมินจากความสามารถพิเศษหรือผลการเรียนในอดีต เป็นต้น ซึ่งการสอบข้อเขียนถือเป็นอย่างหนึ่ง เนื่องจากมีการตรวจให้คะแนนได้โดยตรง นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์และแปลผลได้อย่างชัดเจนและตรวจสอบได้ ซึ่งคะแนนสอบถูกใช้เป็น ตัวชี้วัดหลักในการรับหรือไม่รับบุคคลเข้าศึกษาต่อ ดังนั้นการสอบข้อเขียนจึงได้รับความนิยมมากกว่าการคัดเลือกด้วยวิธีอื่นๆ ในปัจจุบันการสอบคัดเลือกที่ถือได้ว่ามีผู้สมัครมากที่สุด คือ การสอบคัดเลือกเข้ามหาวิทยาลัยที่เป็นมหาวิทยาลัยปิด (มหาวิทยาลัยของรัฐบาล) 23 แห่งในประเทศไทย โดยมีสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.)เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบให้มีการจัดสอบพร้อมกันทั่วประเทศ

ในแต่ละปีได้มีนักเรียนทั่วประเทศเข้าสอบประมาณ 100,000-200,000 คน (หนังสือพิมพ์เดลินิวส์, 3 ก.ค. 2553 และหนังสือพิมพ์ไทยโพสต์, 21 ต.ค.2553) ดังนั้นการดำเนินการสอบจึงเป็นสิ่งสำคัญและต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง เพื่อให้ผู้เข้าสอบทุกคนได้แสดงความสามารถสูงสุดภายใต้สถานการณ์ที่มีความยุติธรรมที่สุด โดยจะต้องมีมาตรฐานเดียวกันในทุกเขตพื้นที่การศึกษา ทุกสนามสอบ สำหรับประเภทของข้อสอบมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ข้อสอบแบบอัตนัยและข้อสอบแบบปรนัย โดยข้อสอบที่ใช้สอบส่วนใหญ่จะเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือก เนื่องจากบางครั้งเป็นการสอบคัดเลือกในระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศ การออกข้อสอบในลักษณะดังกล่าวจึงเหมาะสำหรับการสอบที่มีผู้เข้าสอบจำนวนมากๆ เพื่อให้สะดวกกับกระบวนการตรวจข้อสอบจากเครื่องตรวจกระดาษคำตอบคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เข้าสอบทราบผล

การสอบได้รวดเร็วกว่าการทำข้อสอบแบบอัตนัยหรือแบบเขียนบรรยาย แต่ข้อเสียของการออกข้อสอบแบบปรนัยคือ จะทำให้เกิดการลอกข้อสอบกันได้ง่ายกว่า เช่นเดียวกันกับการสอบในมหาวิทยาลัยที่มีบางวิชา มีนิสิตเรียนเป็นจำนวนมาก เช่น วิชา 2104203 Engineering Management ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553 มีจำนวนนักเรียนถึง 627 คน และได้ใช้ข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือก (www.reg.chula.ac.th)

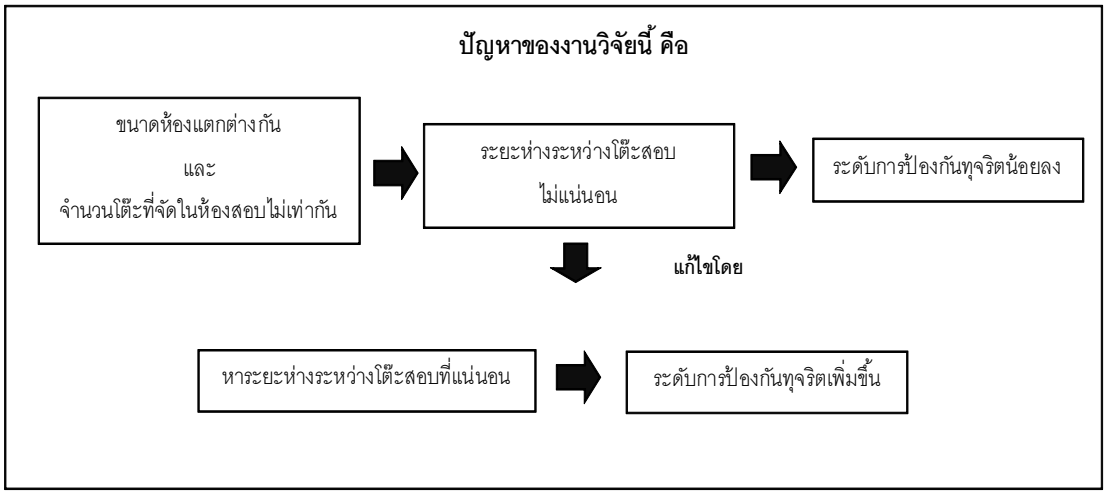
ความน่าเชื่อถือของการจัดสอบแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับระเบียบการจัดสอบที่ต้องป้องกันการทุจริตในการสอบ ดังกรณีข่าวเหตุการณ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ได้สั่งสืบสวนข้อเท็จจริงหลังพบผลการสอบประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4,000-5,000 คน ในโรงเรียนเกือบ 200 โรงเรียนทั่วประเทศ มีความผิดปกติโดยได้คะแนนสูงผิดสังเกต ดังเช่น กรณีของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรีเมื่อ สพฐ. ได้ส่งเจ้าหน้าที่เข้าไปตรวจสอบพบต้นเหตุว่า นักเรียนลอกข้อสอบกันเอง เนื่องจากห้องที่จัดสอบแคบมาก โต๊ะติดกันและมีอาจารย์คุมสอบเพียงคนเดียว หรือกรณีของการจับ 2 นักศึกษาที่โกงข้อสอบโอเน็ตโดยมีการรับส่งเอสเอ็มเอส ระหว่างกันจากที่สนามสอบมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ส่งให้กับผู้สอบที่สนามสอบโรงเรียนหอวัง ซึ่งกรรมการผู้คุมสอบที่โรงเรียนหอวัง จับผู้ที่รับเอสเอ็มเอสได้ (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, 9 มี.ค. 2551) จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นว่าการโกงข้อสอบมีหลายรูปแบบ ซึ่งจากการศึกษาของ Cristina และคณะ, 2009 กล่าวว่าได้มีการจำแนกการโกงออกเป็น 3 แบบ คือ

1. การโกงโดยการรับหรือการให้ข้อมูลแก่ผู้อื่น เช่น การชำเลืองมองดูคำตอบของผู้นั่งสอบทางด้านข้างหรือด้านหน้า หรือ เขียนสิ่งที่จะถามและตอบเพื่อนลงในไม้บรรทัดแล้วส่งให้เพื่อน
2. การโกงโดยนำกระดาษหรือข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าไปในห้องสอบ เช่น การจดข้อความส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือลงในกระดาษ หรือยางลบ หรือบนส่วนต่างๆของร่างกาย แล้วแอบเอาเข้าไปในห้องสอบ
3. การโกงโดยใช้กลอุบายที่ถูกประเมินไว้แล้ว เช่น การแอบส่งคำตอบผ่านทางโทรศัพท์มือถือ ปากกา หรือนาฬิกาข้อมือ

ขณะที่ Cristina และคณะ, 2009 พบว่า 90% ของนักเรียนคิดว่าการลอกข้อสอบเป็นเรื่องปกติและทำกันทั่วไป ซึ่งการลอกข้อสอบเป็นการกระทำเนื่องจากเด็กนักเรียนต้องการให้ได้คะแนนดีๆ หรือการไม่สามารถยับยั้งช่างใจได้

แม้ว่าพฤติกรรมการลอกข้อสอบจะมีหลากหลายรูปแบบก็ตาม การป้องกันการทุจริตในการสอบสามารถทำได้ตั้งแต่ การกำหนดบทลงโทษที่รุนแรง (Enforcement) การอาศัยแนวทาง

วิศวกรรมที่ใช้ป้องกัน รบกวนหรือตรวจจับการสื่อสาร (Engineering) รวมทั้งการออกระเบียบการจัดสอบที่กำหนดให้ การจัดห้องสอบต้องมีที่นั่งไม่เกิน 35 คน ต่อห้อง ต่อกรรมการคุมสอบ 2 คน และควรจัดโต๊ะให้มีระยะห่างกันพอสมควร (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2552) จากระเบียบการจัดสอบดังกล่าวจะเห็นว่าไม่ได้มีการกำหนดระยะห่างที่แน่นอนระหว่างโต๊ะสอบ จากสาเหตุที่ขนาดห้องและโต๊ะที่จัดในห้องสอบของแต่ละสนามสอบมีขนาดแตกต่างกัน เมื่อไม่มีการกำหนดระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบที่แน่นอน ทำให้บางสนามสอบที่มีพื้นที่กว้าง ได้ถูกจัดให้มีระยะห่างระหว่างโต๊ะมากเกินความเหมาะสม ทำให้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่ได้ไม่เต็มที่ แต่ในขณะที่สนามสอบที่มีพื้นที่แคบ ก็ได้ถูกจัดให้มีระยะห่างระหว่างโต๊ะน้อยเกินไป จนทำให้ผู้เข้าสอบสามารถลอกข้อสอบกันได้ง่ายขึ้น (นลินี , 2549) จากสาเหตุดังกล่าวได้ส่งผลให้ระดับความเชื่อมั่นในมาตรฐานการจัดสอบลดลง กล่าวคือ ในการสอบแต่ละครั้งอาจมีบางสนามสอบที่เอื้ออำนวยต่อการลอกข้อสอบ



รูปที่ 1.1 ปัญหาที่เกิดจากความแปรปรวนของขนาดห้องสอบและจำนวนโต๊ะสอบพร้อมวิธีแก้ไขปัญหา

จากรูปที่ 1 ปัญหาขนาดของห้องสอบและจำนวนโต๊ะที่จัดในห้องสอบมีความแตกต่างกัน จึงส่งผลให้เกิดระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบที่ไม่แน่นอนในแต่ละสนามสอบ อันจะนำไปสู่ความไม่เท่าเทียมกัน คือ ทำให้ระดับการป้องกันทุจริตน้อยลง ผู้สอบมีโอกาสในการลอกข้อสอบมากขึ้น จากการที่ไม่มีการกำหนดระยะห่างในการจัดโต๊ะสอบที่แน่นอน

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับความสามารถในการลอกข้อสอบขึ้น โดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประกอบการวางผังห้องสอบสำหรับคณะกรรมการจัดสอบ เพื่อยกระดับความน่าเชื่อถือของมาตรฐานการจัดสอบ ซึ่งจะทำให้ผู้เข้าสอบ ผู้ประเมินผลการสอบ และสังคม เกิดความเชื่อมั่นในผลการทดสอบนั้นๆ ตั้งแต่การสอบ

เลื่อนชั้นในระดับโรงเรียนไปจนถึงการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อในระดับประเทศ รวมทั้งการสอบในมหาวิทยาลัย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างความผิดพลาดในการลอกข้อสอบกับปัจจัยความยาก ได้แก่ ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบกับระยะเวลาในการมองข้อสอบ
2. หาระยะห่างที่เหมาะสมในการจัดโต๊ะสำหรับห้องสอบ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทั้งหญิงและชายที่มีอายุระหว่าง 18-27 ปี ที่มีการมองเห็นปกติ
2. พิจารณาเฉพาะการลอกข้อสอบที่ผู้ทดสอบนั่งอยู่กับที่แล้วมีการเอียงศีรษะเล็กน้อยเพื่อทำการทดลองที่ตำแหน่ง 0องศา หมายถึงต้นฉบับที่ต้องมองอยู่ด้านขวามือ
3. กำหนดปริมาณแสงสว่างที่ใช้ในห้องเรียนประมาณ 300 ลักซ์
4. ข้อสอบที่ใช้ในการทดลองเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ระยะห่างระหว่างโต๊ะที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการจัดห้องสอบ
2. ได้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างของโต๊ะ ระยะเวลาในการลอกข้อสอบ และความยากในการลอกข้อสอบ
3. เป็นแนวทางในการนำ Speed and Accuracy Trade-off ไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยอื่นๆ

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของข้อสอบ

ข้อสอบที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.1.1 **ข้อสอบชนิดความเรียงหรืออัตนัย** (Essay or Subjective Test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้เขียนตอบได้อย่างเสรี เป็นข้อสอบที่เป็นการแสดงความคิดเห็น

2.1.2 **ข้อสอบชนิดปรนัย** (Objective test) เป็นข้อสอบที่มีคำถามเฉพาะเจาะจง การเขียนตอบอาจเขียนเป็นประโยคสั้นๆ หรือทำเครื่องหมายบนคำตอบที่ต้องการ (บุญเชิด, 2526) ซึ่งสามารถแบ่งแยกย่อยได้ 5 ประเภท ดังนี้

1. **ประเภทถูก-ผิด** (True-False Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบมี 2 ตัวเลือก ใช้วัดความสามารถในการจำแนกข้อความในสาขาวิชาต่างๆว่าถูกหรือผิด จริงหรือเท็จ ใช่หรือไม่ใช่
2. **ประเภทจับคู่** (Matching Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
3. **ประเภทหลายตัวเลือก** (Multiple-choice Test) เป็นข้อสอบเลือกตอบประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก 1 คำตอบหรือมากกว่านั้นและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง
4. **ประเภทเติมคำหรือข้อความให้สมบูรณ์** (Completion Test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ผู้ตอบเติมคำข้อความสั้นๆหรือประโยค ลงในช่องว่างที่เว้นไว้
5. **ประเภทตอบสั้น ๆ** (Short Answer Test) เป็นข้อสอบที่มีประโยคคำถามที่สมบูรณ์ ซึ่งคำตอบที่ได้ต้องเป็นประเภทตายตัวแน่นอน มักจะสั้นเป็นคำเดียว วลีเดียว หรือประโยคสั้น ๆ

2.2 สภาพแวดล้อมในห้องเรียน

สภาพแวดล้อมในห้องเรียนถือเป็นสิ่งที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนให้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดห้องเรียน ประกอบด้วย

2.2.1 **ห้องเรียนและอุปกรณ์การเรียน** เช่น ขนาดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น โดยขนาดของห้องเรียนของแต่ละโรงเรียนจะมีขนาดแตกต่างกันไปตามเนื้อที่ของโรงเรียนนั้นๆ ซึ่งลักษณะของห้องเรียนที่พบมากที่สุดเป็นห้องเรียนขนาด 50 ที่นั่ง กว้าง 9 เมตร ยาว 11 เมตร สูง 3 เมตร (น้ำผึ้ง, 2549) โต๊ะเรียนที่ใช้มีหลายแบบ เช่น ชุดโต๊ะและเก้าอี้แยกกัน (สำหรับเด็กมัธยมศึกษาตอนปลาย) โต๊ะ มีขนาด 72 เซนติเมตร เก้าอี้เรียนมีความสูงพื้นรองนั่ง 42 เซนติเมตร (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2541) และเก้าอี้ฟังคำบรรยายที่ใช้ในระดับอุดมศึกษา มีขนาดกว้าง 625 มิลลิเมตร ลึก 540 มิลลิเมตร สูง 865 มิลลิเมตร (บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553) โดยลักษณะของโต๊ะเรียนจะถูกออกแบบมาให้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละวัย เช่น นักเรียนควรใช้โต๊ะที่มีลิ้นชัก สำหรับเก็บหนังสือเรียน เนื่องจากต้องนั่งที่เดิมทั้งวัน ขณะที่นิสิต นักศึกษาจะเหมาะกับโต๊ะที่ไม่มีลิ้นชัก เนื่องจากสะดวกต่อการนั่งและเป็นการนั่งเรียนที่ไม่ต้องใช้เวลานานๆ

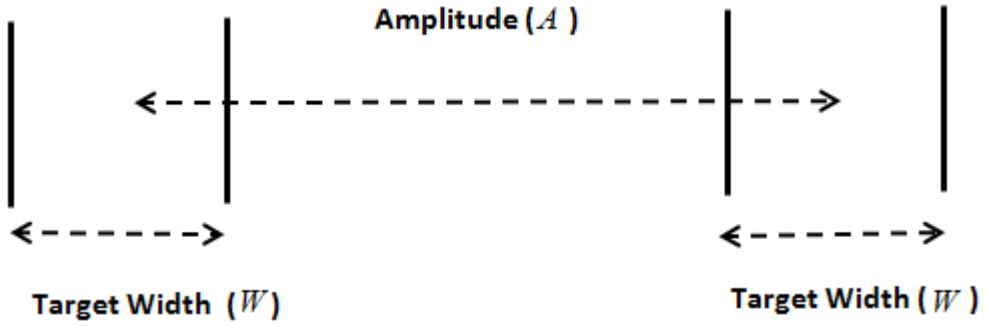
2.2.2 **แสงสว่าง** ได้แก่ แสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ หรือแสงประดิษฐ์ ซึ่งเป็นแสงจากหลอดไฟประดิษฐ์ โดยได้มีการกำหนดปริมาณความเข้มของแสงสว่างเท่ากับ 300 ลักซ์ (กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) ตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522)

2.3 หลักในการจัดโต๊ะสอบ

จากคู่มือปฏิบัติวิชาชีพ ด้านข้อมูลสัดส่วนร่างกายประชากรไทย เพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม, 2551 ได้มีการกำหนดว่า ทางเดินภายในอาคารควรมีความกว้างอย่างน้อยที่สุด 800 มิลลิเมตร ซึ่งสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ คือ ความกว้างไหล่ (Shoulder Breadth) โดยใช้ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 95 ในงานวิจัยนี้จึงได้มีการกำหนดให้ระยะดังกล่าวเป็นระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเริ่มทำการมองข้สอบ

2.4 แนวคิด Speed and Accuracy Trade-off

การศึกษาของ Fitts' Law เป็นการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่กับความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ (Speed and Accuracy Trade-off) (Richard, 2003) โดยมีการกำหนดความกว้างและระยะห่างของเป้าหมาย เพื่อหาเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ซึ่งได้ทำการทดลองโดยการเคลื่อนวัตถุชนิดหนึ่งไปมาบนเป้าหมายที่มีความกว้างและระยะห่างแตกต่างกันดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของ Fitts' Law

จากการทดลอง เมื่อเพิ่มระยะห่างของเป้าหมาย (A) และลดขนาดของเป้าหมาย (W) ทำให้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่มากขึ้น ขณะที่เมื่อลดระยะห่างของเป้าหมาย (A) และเพิ่มขนาดของเป้าหมาย (W) ทำให้เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ลดลง ซึ่งความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นเกิดจากความกว้างและระยะห่างของเป้าหมาย โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 2.1

$$MT = a + b\log_2\left(\frac{2A}{W}\right) \qquad (2.1)$$

โดยที่ A คือ ระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นเคลื่อนที่ไปจนถึงเป้าหมาย

W คือ ขนาดความกว้างของเป้าหมายในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่

MT คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

a, b คือ Regression coefficient

Schmidt's Law (Richard, 2003) เป็นกฎที่ประยุกต์มาจาก Fitts' Law ดังในสมการที่ 2.2 โดยมีการกำหนดระยะห่างระหว่างเป้าหมาย (A) และเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (MT) เพื่อหาความกว้างของความผิดพลาดจากเป้าหมาย (W_e) Schmidt's Law เป็นการอธิบายการเคลื่อนไหวของมือไปมาระหว่างเป้าหมายโดยกำหนดระยะและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่างๆกัน ซึ่งอธิบายได้ว่าเมื่อเพิ่มระยะห่างระหว่างเป้าหมายและลดเวลาในการเคลื่อนที่ ทำให้ความกว้างของความผิดพลาดจากเป้าหมายมากขึ้นหรือได้การเกิดความผิดพลาดในการเคลื่อนที่ในแต่ละครั้งเทียบกับตำแหน่งเป้าหมายมีมากขึ้น ขณะที่เมื่อลดระยะห่างระหว่างเป้าหมายและเพิ่มเวลาในการเคลื่อนที่ ได้ทำให้ความกว้างของความผิดพลาดจากเป้าหมาย

$$W_e = K \times \frac{A}{MT} \quad \text{(2.2)}$$

โดยที่ A คือ ระยะห่างระหว่างจุดเริ่มต้นเคลื่อนที่ไปจนถึงเป้าหมาย

W_e คือ ความกว้างของความผิดพลาดจากเป้าหมาย

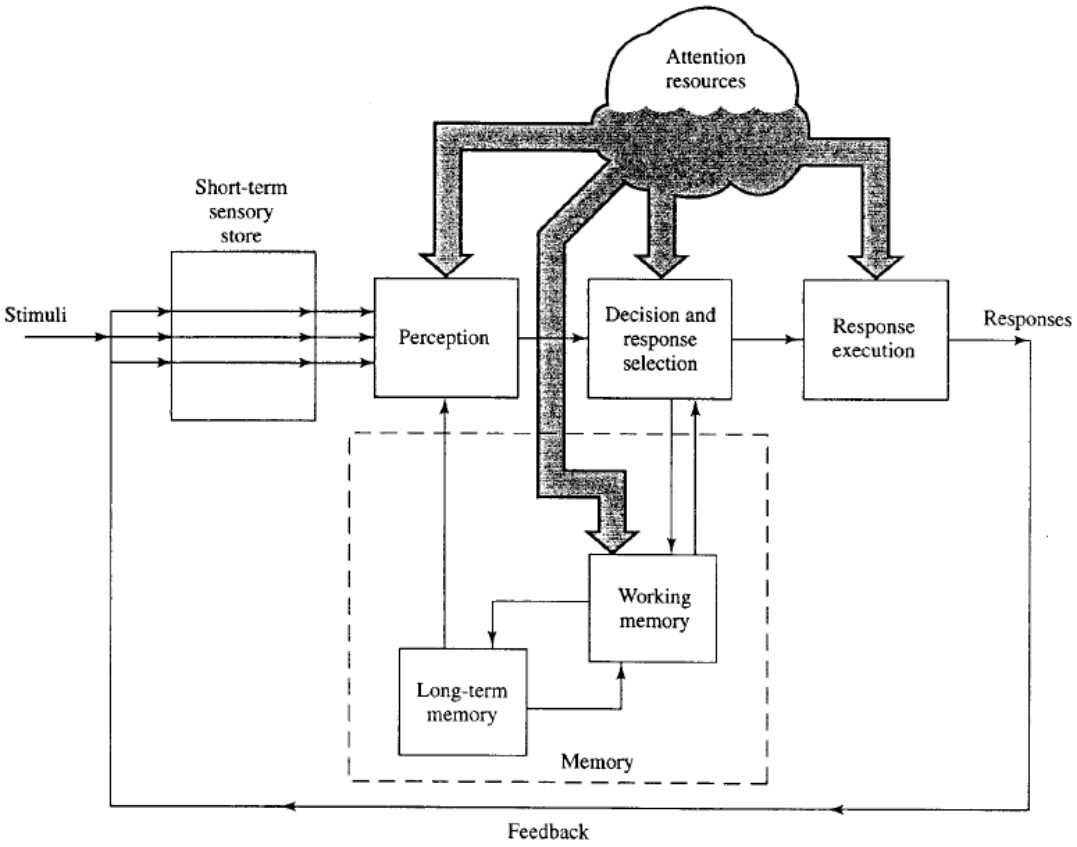
MT คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่

K คือ Regression coefficient

ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดของ Schmidt's Law มาใช้เนื่องจากสอดคล้องกับความเป็นจริง โดยใช้ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบเป็นปัจจัยในการทดลอง ซึ่งระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบเป็นตัวกำหนดความยากในการลอกข้อสอบ และเวลาในการลอกข้อสอบ เป็นตัวกำหนดจำนวนครั้งในการมองของอาจารย์ผู้คุมสอบ

2.5 กระบวนการรับรู้ในมนุษย์

กระบวนการรับรู้ในมนุษย์ประกอบด้วยส่วนประกอบ 4 ส่วน คือ การรับรู้ (Perception) การตัดสินใจและเลือกปฏิบัติ (Decision and Response selection) การตอบสนอง (Response) และความจำ (Memory) (Andris et al., 2009) ซึ่งมีกระบวนการดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กระบวนการรับรู้ในมนุษย์ (Niebel, 2009)

เมื่อข้อมูลเข้ามาสู่อวัยวะรับสัมผัสของมนุษย์ทั้ง 5 เช่น ข้อมูลที่เป็นเสียง, ภาพ, การสัมผัส ฯลฯ ข้อมูลชุดนั้น ถูกเก็บในความจำระยะสั้น (Short-term memory) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่จำกัด และสามารถถูกรบกวนหรือถูกแทรกได้ง่าย ข้อมูล ถูกส่งไปยังหน่วยการรับรู้ (Perception) และแปลความหมายข้อมูล โดยต้องอาศัยความรู้ และประสบการณ์เดิมของแต่ละคนร่วมกัน ซึ่งมีโอกาสจำได้ - จำไม่ได้ หรือแปลความหมายข้อมูลถูกต้อง – ผิดพลาดได้ จากนั้นจึงเกิดการตัดสินใจว่า จะทำหรือไม่ (Decision and Response selection) ขั้นสุดท้ายเมื่อมีการตัดสินใจที่จะทำ จึงเกิดการตอบสนองออกมา (Response) และส่วนสุดท้ายคือ หน่วยความจำ (Memory) ประกอบไปด้วยความจำในส่วนที่ปฏิบัติงาน (Working memory) และ ความจำระยะยาว (Long-term memory) ความจำในส่วนที่ปฏิบัติงานจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลชั่วคราวหรือรักษาข้อมูลไว้ ตัวอย่างการทำงานของความจำในส่วนที่ปฏิบัติงาน เช่น ในการหาหมายเลขโทรศัพท์เพื่อที่จะจดจำไปกดที่เครื่องหรือการหาและใส่ข้อมูลจากรายการไปยังหน้าจอของเครื่องจักร เป็นต้น ความจำในส่วนที่ปฏิบัติงานมีข้อจำกัดทั้งปริมาณของข้อมูลและระยะเวลาในการเก็บรักษาข้อมูล ความจำในส่วนที่ปฏิบัติงานสามารถจำข้อมูลได้7±2 หน่วย ถ้ามีข้อมูลที่ต้องจำมากกว่า 7 ตัวความผิดพลาดจะเกิดขึ้น (Miller,1956) วิธีที่จะทำให้เราสามารถจำข้อมูลมากกว่า 7 ตัว คือ การจำตัวเลขเป็นชุด ชุดละประมาณ 3-4 ตัว เช่นเดียวกับการท่องจำ เป็นการเพิ่มข้อมูลในการรับรู้ไปยังความจำในส่วนที่

ปฏิบัติงาน (ดังรูปที่ 2) ข้อมูลในความจำในส่วนที่ปฏิบัติงานสามารถหายไปอย่างรวดเร็ว ถ้าไม่มีการทบทวน Wickens, Gordon และ Liu,1997 ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ความจำในส่วนที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด ดังนี้

- ความจำที่น้อยที่สุดที่จำได้ขึ้นอยู่กับความสามารถกับระยะเวลาในการจำ
- การจัดกลุ่ม โดยใช้คำที่มีความหมายและใช้ตัวอักษรมากกว่าตัวเลข เช่น ใช้คำหรืออักษรย่อแทนตัวเลขสำหรับหมายเลขโทรศัพท์เฉพาะ เช่น 1-800-CTD-HELP
- จัดกลุ่มของสิ่งที่จะจำ กลุ่มละ 3 หรือ 4 ตัว
- แยกตัวเลขจากตัวอักษร
- สิ่งที่จะจำอาจมีเสียงคล้ายคลึงกัน ซึ่งทำให้เกิดการสับสนได้ เช่น ตัวอักษร D P และ T ง่ายที่จะสับสน เป็นต้น

ข้อมูลจากความจำในส่วนที่ปฏิบัติงานจะถูกส่งไปยังความจำระยะยาว ถ้าต้องการให้ข้อมูลคงอยู่ได้นาน ทำได้โดยการอ่าน ซ้ำ ๆ หรือทบทวนบ่อยๆ การอ่านซ้ำแต่ละครั้งเท่ากับการนำข้อมูลใส่ลงในความจำระยะสั้นใหม่ ข้อมูลที่ทบทวนในความจำระยะสั้นบ่อยเท่าใด ก็มีโอกาสที่จะไปอยู่ในความจำระยะยาวมากเท่านั้น แต่ถ้าไม่มีโอกาสทบทวน ข้อมูลในความจำระยะสั้นจะหายไปอย่างรวดเร็ว

สำหรับความเร็ว ความยากในการตัดสินใจและผลการตัดสินใจนั้นได้มีการทำการทดลอง Choice-reaction time เพื่อให้ผู้ร่วมทดสอบตอบสนองต่อสิ่งเร้า คือ เมื่อมีแสงปรากฏที่ปุ่มใดให้ผู้ทดสอบกดที่ปุ่มนั้น ด้วยความเร็วที่ต่างกัน จากการทดลองพบว่า เวลาในการตอบสนองจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีตัวกระตุ้นมากขึ้น เมื่อนำผลการทดลองมาวาดกราฟระหว่างจำนวนครั้งในการเลือกกับเวลาในการตอบสนองจะไม่ได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง แต่เมื่อแปลงจำนวนครั้งในการทดลองเป็นปริมาณข้อมูลในหน่วยของบิตส์ (bits) จะได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ซึ่งเป็นไปตาม Hick-Hyman Law ดังสมการ
ที่ 2.3

$$RT = a + bH \quad \text{(2.3)}$$

โดยที่ RT คือ เวลาในการมอง (วินาที)

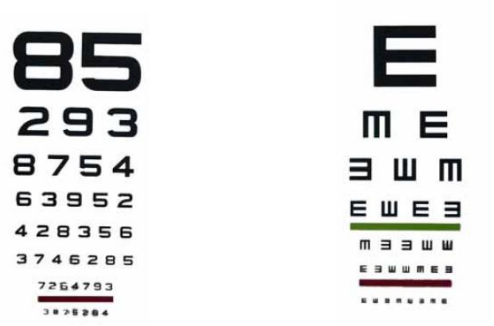
H คือ ปริมาณข้อมูล (บิตส์)

a คือ จุดตัดแกน y

b คือ ความชัน

2.6 **การวัดสายตา**

ระดับสายตา" หรือ "Visual acuity" (VA) หมายถึงความสามารถในการแยกความแตกต่างที่น้อยที่สุดระหว่างวัตถุสองชิ้น หรือโดยทั่วไปหมายถึง ความคมชัดของสายตา การวัดระดับสายตามีสองระยะ คือ ระยะไกล (Distance Visual acuity) เป็นระยะ 6 เมตร (หรือ 20ฟุต) และ ที่ระยะใกล้ (Near Visual acuity) เป็นระยะ 33 เซนติเมตร (หรือ 14 นิ้ว) ซึ่งเป็นระยะทำงานบนโต๊ะ (working distance) การทดสอบสายตาสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่เป็นมาตรฐานและใช้กันแพร่หลายคือ "Snellen Visual Acuity" โดยใช้แผ่นทดสอบที่เรียกว่า Snellen chart ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเป็นแผ่นที่มีพื้นขาวมีตัวเลขหรือตัวอักษรเป็นตัวทดสอบ (Optotypes) หรืออาจเป็นตัวอักษร "E" ดังรูปที่ 2.3 สำหรับผู้ที่ไม่รู้หนังสือ หรือในเด็กเล็กก่อนวัยเรียน (นภาพร, 2551)



รูปที่ 2.3 Snellen chart และ E chart

2.7 **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

Cristina และคณะ, 2009 ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการจัดที่นั่งสอบในแบบที่ต่างจากทั่วไป โดยทำการทดลองเพื่อหาช่วงที่มองเห็นชัดเจน สำหรับนำไปใช้จัดห้องสอบที่มีอัตราส่วนระหว่างความยาวและความกว้างที่แตกต่างกัน Cristina และคณะได้มีการออกแบบการทดลองโดยทำการคัดเลือกนักศึกษาที่มีอายุ 18-25 ปี จำนวน 17คน ที่ผ่านการทดสอบระดับสายตาด้วยแผ่นทดสอบ Snellen chart และมีผลการมองเห็นที่ระยะ 20/20 ซึ่งเป็นระยะที่คนปกติมองเห็น คือ 20 ฟุตหรือ 6 เมตร หลังจากนั้นให้ผู้ร่วมทำการทดสอบนั่งบนโต๊ะที่มีแผ่นกระดาษที่เขียนตัวอักษร A, B, C,F, T สูง 0.25 นิ้วเขียนด้วยดินสอ เนื่องจากเป็นตัวอักษรที่ใช้มากในข้อสอบประเภทหลายตัวเลือกและประเภทถูก-ผิด แตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่เป็นการสังเกตตัวเลือกที่ถูกฝนด้วยดินสอ 2B บนกระดาษคำตอบซึ่งง่ายต่อการสังเกตมากกว่า มีการกำหนดให้แสงสว่างภายในห้องที่ทดสอบเป็น 44.5 ฟุตแคนเดล (fc) หรือ 474 ลักซ์ (1 ฟุตแคนเดล = 10.764 ลักซ์) การทดลองได้ทำเฉพาะด้านขวาเท่านั้น เนื่องจากง่ายต่อการทดลองและให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน ปัจจัยที่ใช้ในการทดลองคือ ระยะห่างระหว่างโต๊ะและองศาในการมองเห็น ข้อเสียในการทดลองคือ ขณะทำการ

ทดสอบ ผู้ร่วมทำการทดสอบ ได้ถูกล็อคคางให้ตั้งฉากกับโต๊ะ เพื่อให้มองไปข้างหน้าเท่านั้น ซึ่งเป็นการทดลองที่ผิดหลักความเป็นจริง ผลการทดลอง พบว่า ระยะห่างระหว่างโต๊ะและองศาในการมองเห็นมีผลต่อการลอกข้อสอบ โดยที่มุม 0 ถึง 40 องศาไม่มีผลต่อการมองเห็น แต่สามารถมองเห็นได้ถ้าผู้ร่วมการทดสอบมีการเอียงศีรษะ ขณะที่มุม 50 ถึง 90 องศามีผลต่อการมองเห็น ระยะห่างระหว่างโต๊ะที่น้อยที่สุดที่อยู่ในช่วงการมองเห็นคือ 8.1 ฟุต จากนั้นนำระยะที่มีผลต่อการมองเห็นไปใช้ในการจัดโต๊ะสอบ ภายในห้องสอบที่มีความยาวและความกว้างที่แตกต่างกัน ให้มีจำนวนมากที่สุดโดยนักเรียนไม่สามารถลอกข้อสอบได้ จากการทดสอบพบว่าการจัดโต๊ะสอบเป็นคู่ๆ โดยที่นักเรียนหันหลังชนกัน กับ การจัดโต๊ะสอบซ้อนกันตามแนวสี่เหลี่ยมมุมฉากของห้อง 4 ด้าน โดยหันโต๊ะสอบเข้าหากำแพง สามารถจัดโต๊ะสอบได้มากกว่าแบบแถวขนานกันอย่างที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ในงานวิจัยฉบับนี้ได้มีการศึกษาความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความเร็วและระยะทางที่เปลี่ยนไป ทำให้มีผลต่อการลอกข้อสอบโดยอาศัยหลักการของ Fitts' Law ซึ่งเป็นกฎที่ได้รับการยอมรับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานประเภท Human-computer interaction เพื่อเปรียบเทียบอุปกรณ์รับข้อมูลของคอมพิวเตอร์เช่น joystick, mouse โดยจากการศึกษาของ Thomas et al., 1996 ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับมุมที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของเม้าส์จากตำแหน่งหนึ่งบนหน้าจอไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่ต้องการ โดยไอคอนมีขนาดและระยะห่างต่างๆกัน พิจารณาตามหลักการของ Fitts' Law ถึงความเร็วและความแม่นยำที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของมนุษย์ พบว่าเวลาในการเคลื่อนที่มากขึ้น เมื่อระยะห่างระหว่างไอคอนมากขึ้นและเวลาลดลงเมื่อไอคอนมีขนาดใหญ่ขึ้น จากการทดลองพบวาขนาดของไอคอน 0.5-1.5 ตารางเซนติเมตร ระยะทางอย่างน้อย 4 เซนติเมตรและมุมที่ 0° 180° หรือ 270° มีผลต่อการเคลื่อนที่ของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งควรได้รับการปรับปรุง ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Card et al., 1978 ทำการศึกษาถึงความสามารถในการใช้งานของอุปกรณ์ 4 ชนิดได้แก่ mouse joystick step keys และ text keys ผลการทลองพบว่า mouse เป็นอุปกรณ์ที่ดีที่สุดในการใช้งาน เนื่องจาก มีเวลาในการเคลื่อนที่เร็ว ความผิดพลาดน้อย และเป็นอุปกรณ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างการมองและการเคลื่อนไหวดีที่สุด นอกจากนี้ Fitts' law สามารถใช้ในการเปรียบเทียบการทำงานภายใต้สภาวะที่แตกต่างกัน โดยจากการศึกษาของวิทยาและคณะ, 2550 ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์เมื่อร่างกายส่วนล่างถูกเคลื่อนไหว เพื่อทดสอบว่าการเพิ่มการเคลื่อนไหวให้กับร่างกายว่ามีผลกับประสิทธิภาพการทำงานมากน้อยเพียงใด สำหรับเป็นพื้นฐานในการสร้างอุปกรณ์เพิ่มการเคลื่อนที่เพื่อประโยชน์เชิงสุขภาพในขณะที่มนุษย์ทำงานตามปกติ จากการทดลองพบว่า ในงานที่ง่าย ปานกลาง และยาก การเคลื่อนไหวร่างกายด้วยความเร็วต่ำและปานกลาง ไม่มีผลหรือมีผลกระทบต่อประสิทธภาพการทำงานของมนุษย์เพียงเล็กน้อย Mackenzie et al.,1993 ได้ทำการศึกษาถึงความเร็วในการตอบสนองระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้งาน โดยจากการ

ทดสอบงานที่ใช้ความเร็วมากที่สุด ทำให้เวลาในการเคลื่อนที่และความผิดพลาดเพิ่มขึ้น ซึ่งจาก Fitts' Law สามารถสรุปได้ว่า ดัชนีความยากของงาน (Index of difficulty หรือ ID) มีผลต่อการเคลื่อนที่ แต่งานวิจัยนี้ได้ใช้แนวคิดของ Schmidt's Law เพื่อใช้หาระยะห่างที่เหมาะสมในการจัดห้องสอบ เนื่องจากเป็นกฎที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ กล่าวคือ ตัวแปรต้นหรือดัชนีความยากของงานคือระยะห่างระหว่างข้อสอบและเวลาในการเคลื่อน โดยมีตัวแปรตามคือค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ

บทที่ 3
การดำเนินงานวิจัย

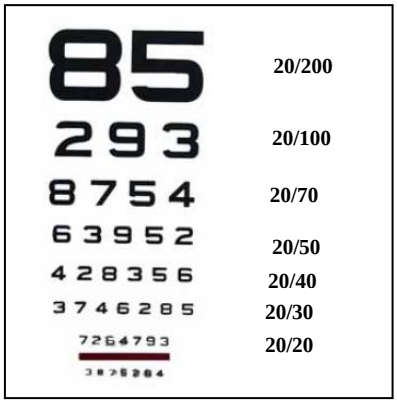
การจัดผังห้องสอบโดยให้เป็นไปตามแนวทางของ การออกแบบพื้นที่ (Space design) ซึ่งกำหนดความกว้างระหว่างโต๊ะสอบ ให้มีความกว้างไม่น้อยกว่าคน 1 คนสามารถเดินผ่านได้ โดยไม่ได้คำนึงว่าผู้เข้าสอบจะสามารถแอบดูคำตอบของผู้อื่นได้ดีมากน้อยเพียงไร ซึ่งทำให้เกิดความไม่แน่นอนขึ้นในกระบวนการจัดสอบ โดยเฉพาะในกรณีที่ขนาดห้องสอบมีความแตกต่างกันประกอบกับการไม่มีระเบียบการจัดผังห้องสอบที่ระบุระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบที่ชัดเจน จึงเป็นสาเหตุให้โต๊ะสอบอาจอยู่ติดกันมากเกินไป ถ้าการจัดโต๊ะสอบคำนึงถึงขีดความสามารถในการรับรู้หรือมองเห็นของผู้สอบเป็นหลัก การหาระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบเพื่อป้องกันการลอกข้อสอบหรือทำให้การลอกข้อสอบทำได้โดยยาก โดยอาศัยแนวคิดของ Fitts' Law และ Schmidt's Law มาประยุกต์ใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นการศึกษาความสามารถของมนุษย์ในส่วนที่เรียกว่า Speed and Accuracy Trade off

3.1 ผู้ร่วมการทดสอบ

ผู้ทดสอบเป็นนิสิตทั้งชายและหญิงของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 18-27 ปีและมีการมองเห็นปกติ

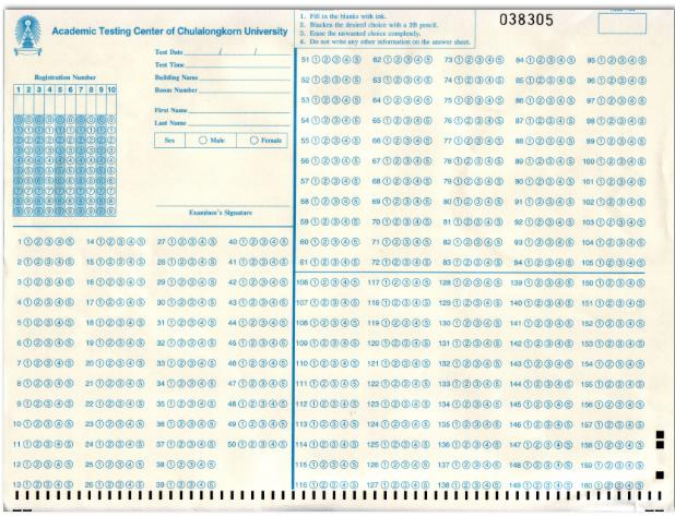
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ Snellen chart สำหรับตรวจวัดสายตาของผู้ทดสอบ (ดังรูปที่ 3.1), โต๊ะยาวขนาด 74.5x280.0 เซนติเมตร, เก้าอี้ (ดังรูปที่ 3.2), กระดาษคำตอบแบบคอมพิวเตอร์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยขนาด 21.6X28.0 เซนติเมตร (ดังรูปที่ 3.3) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับกำหนดจังหวะในการมองของผู้ทดสอบ และมีการควบคุมสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดลองโดยมีความเข้มแสงอยู่ที่ประมาณ 300 ลักซ์ และอุณหภูมิภายในห้องประมาณ 27 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.1 Snellen chart

รูปที่ 3.2 โต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในการทดลอง

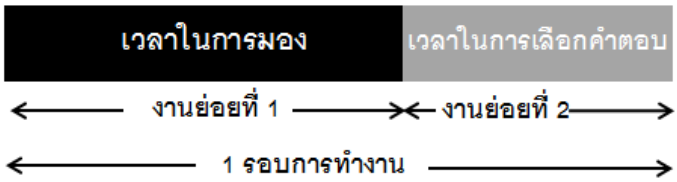


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างกระดาษคำตอบแบบคอมพิวเตอร์

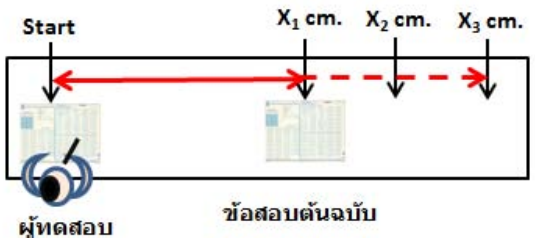
3.3 ปัจจัยที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับปัจจัยในการทดลอง คือ ระยะห่างของข้อสอบต้นฉบับและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ ผู้ทดสอบ ได้ทำการทดลอง 2 ครั้งในแต่ละเงื่อนไข โดยกระดาษคำตอบต้นฉบับ ได้ถูกเปลี่ยนทุกเงื่อนไขของแต่ละครั้งการทดลอง

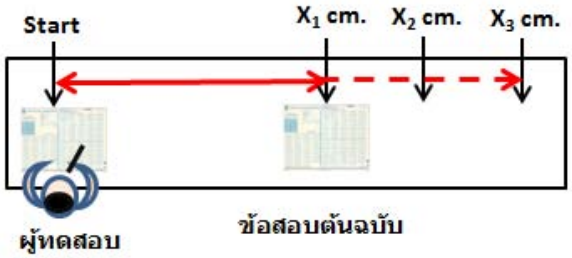
ในขั้นตอนการลอกข้อสอบ ได้ถูกแยกเป็น 2 งานย่อย (ดังรูปที่ 3.4) คือ งานย่อยที่ 1 เรียกว่า" *เวลาในการมอง*" คือ การหันศีรษะและมองไปที่กระดาษคำตอบต้นฉบับตามระยะเวลาที่กำหนด (ดังรูปที่ 3.5) งานย่อยที่ 2 เรียกว่า "เวลาในการเลือกคำตอบ" คือ การหันศีรษะกลับแล้วเลือกคำตอบที่คิดว่าถูกต้องลงบนกระดาษของผู้ทดสอบ (ดังรูปที่ 3.6) เพื่อลดกระบวนการตัดสินใจและใช้เพียงความทรงจำระยะสั้นของผู้ทดสอบ งานย่อยที่ 2 ถูกจำกัดใน 1 วินาทีเพื่อให้ผู้ทดสอบเลือกคำตอบที่คิดไว้โดยไม่ลังเล โดยสามารถทำการเลือกคำตอบได้ทีละข้อเท่านั้น เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของผู้ทดสอบ เสียง "บี๊บ" ที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ถูกใช้กำหนดการหันศีรษะของผู้ทดสอบหรือการเปลี่ยนลำดับงานย่อย



รูปที่ 3.4 ระยะเวลาในการมองและระยะเวลาในการเลือกคำตอบ



รูปที่ 3.5 งานย่อยที่ 1 "เวลาในการมอง"



รูปที่ 3.6 งานย่อยที่ 2 "เวลาในการเลือกคำตอบ"

3.4 ขั้นตอนการวัดสายตา

ผู้ทดสอบที่มีสายตาปกติและผู้ที่สวมแว่นตา ต้องได้รับการตรวจวัดความสามารถในการมองเห็น โดยให้ผู้ทดสอบอยู่ ห่างจากแผ่นทดสอบ Snellen Chart ที่ระยะ 20 ฟุต ถ้าผู้ทดสอบไม่ได้สวมแว่นสายตาให้อ่านตัวเลขด้วยตาเปล่า สำหรับผู้ทดสอบที่สวมแว่นตาหรือใส่ contact lens อยู่แล้วให้อ่านตัวเลขขณะที่มีการสวมแว่นตาและใส่ contact lens อยู่ จากนั้นเริ่มอ่านตัวทดสอบจากบนสุด (ตัวโตสุด) ลงมาเรื่อยๆทีละแถวจนถึงตัวเล็ก โดยวัดสายตาทีละข้าง ให้วัดตาขวาก่อนเสมอ ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องในการบันทึกผล

- ผู้ทดสอบที่มีสายตาปกติ อ่านได้จนถึงแถว 20/20 หมายความว่า ผู้ทดสอบสามารถมองเห็นได้ในระยะที่คนปกติมองเห็นคือ ที่ระยะ 20 ฟุต
- ถ้าผู้ทดสอบไม่สามารถอ่านได้จนถึงแถว 20/20 แสดงว่า มีสายตาผิดปกติ และปฏิเสธผู้ทดสอบ เข้าร่วมทดลองในขั้นตอนต่อไป

3.5 ฝึกหัดการมองข้อสอบและฟังจังหวะ (Training)

ผู้ทดสอบลองทำการมองกระดาษคำตอบแบบคอมพิวเตอร์โดยนั่งตามรูปที่ 3.6 ทำการขีดบนตัวเลือกที่เห็นบนกระดาษคำตอบต้นฉบับแทนการฝนบนกระดาษคำตอบของผู้ทดสอบ ฝึกให้ผู้ทดสอบเกิดความชำนาญในการฟังเครื่องให้จังหวะและสามารถลอกข้อสอบได้เป็นอย่างดี โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่เวลานั้น ซึ่งมีค่าคงที่ก่อนเริ่มทดลอง

3.6 ขั้นตอนการทดลอง

ก่อนการทดลองใช้ Snellen chart เพื่อทดสอบความสามารถในการมองเห็น ทำการจัดโต๊ะสอบโดยวางกระดาษคำตอบต้นฉบับทางด้านขวาของผู้ทดสอบ กระดาษคำตอบต้นฉบับเป็นกระดาษคำตอบแบบคอมพิวเตอร์ที่มี 5 ตัวเลือก (A-E) ซึ่งถูกเลือกโดยการฝนด้วยดินสอ 2B อย่างสุ่ม กระดาษคำตอบต้นฉบับถูกเตรียมไว้ 40 ชุด ชุดละ 30 ข้อ

3.6.1 ขั้นตอนการทำ Pilot study เพื่อหาขอบเขตของระยะห่างระหว่างข้อสอบ

ทดสอบกับผู้ทดสอบอย่างน้อย 5 คนที่มีการมองเห็นปกติ ด้วยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบต้นฉบับ 10 ระยะ ได้แก่ 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00, 2.20, 2.40 และ 2.60 เมตร เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1, 2, 4 และ 6 วินาที สำหรับมองกระดาษคำตอบต้นฉบับทีละ 1 ข้อ โดยทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง นำเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมาวาดกราฟ เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ผิดกับระยะห่างระหว่างข้อสอบและเวลาในการมองระยะเวลาทั้งหมดที่ต้องใช้ในการทำการทดลองประมาณ 180 นาที หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ทำ

การตรวจกระดาษคำตอบของผู้ทดสอบ บันทึกค่า ประเมินผลระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบและระยะเวลาที่ใช้ในการมองข้อสอบต้นฉบับ

3.6.2 ขั้นตอนการทดลอง เพื่อสร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ

ทดสอบกับผู้ทดสอบอย่างน้อย 10 คนที่มีการมองเห็นปกติ เพื่อหาขอบเขตของระยะห่างระหว่างข้อสอบและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ ด้วยระยะห่างของโต๊ะสอบและเวลาในการมองที่ถูกวิเคราะห์จากการทำ pilot study นำเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมาวาดกราฟ เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ผิดกับระยะห่างระหว่างข้อสอบและเวลาในการมอง ถ้าข้อมูลที่ได้มีความแปรปรวนมากหรือน้อยผิดปกติควรเก็บข้อมูลใหม่เฉพาะเงื่อนไขนั้น ข้อมูลที่นำมาสร้างสมการควรเป็นข้อมูลที่มีความแปรปรวนของข้อมูลน้อยที่สุด ระยะเวลาทั้งหมดที่คาดว่าต้องใช้ในการทำการทดลองประมาณ 90 นาที หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ทำการตรวจกระดาษคำตอบของผู้ทดสอบ บันทึกค่าประเมินผลระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบและระยะเวลาที่ใช้ในการมองข้อสอบต้นฉบับ

3.6.3 ขั้นตอนการทดลอง เพื่อยืนยันผลการทดลอง

ทดสอบกับผู้ทดสอบอย่างน้อย 10 คนที่มีการมองเห็นปกติ เพื่อยืนยันผลการทดลองกับสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบที่หาได้จากข้อ 3.6.2

บทที่ 4
วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองเพื่อหาขอบเขตของปัจจัยที่มีผลต่อความผิดพลาดในการลอกข้อสอบกับปัจจัยความยาก ได้แก่ ระยะห่างข้อสอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ โดยทำการทดลองกับผู้ทดสอบเป็นนิสิตทั้งชายและหญิงของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอายุระหว่าง 18-27 ปี และมีการมองเห็นปกติ ผู้ทดสอบ ได้ทดลองนั่งทำการทดลองตามแบบจำลองกับข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ซึ่งวางอยู่ตรงกลางของโต๊ะทางด้านขวาที่ระยะห่างข้อสอบและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับต่างๆ

4.1 การวิเคราะห์ผลของปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบและเวลาในการมองข้อสอบ

สำหรับปัจจัยที่ใช้ในการทดลองคือ ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดลอง 10 ระยะ คือ ได้แก่ 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00, 2.20, 2.40 และ 2.60 เมตร และเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 4 ช่วงเวลา คือ 1, 2, 4 และ 6 วินาที โดยที่ระยะห่าง 0.80 เมตร เป็นระยะอย่างน้อยที่สุดของทางเดินภายในอาคาร ตามหลักการทางสถาปัตยกรรม และที่ระยะห่าง 2.60 เมตร เป็นระยะที่ Cristina และคณะ, 2009 ได้ทำการทดลองแล้วพบว่า ระยะห่างระหว่างโต๊ะน้อยที่สุดที่อยู่ในช่วงการมองเห็นคือ 8.1 ฟุตหรือประมาณ 2.50 เมตร นั่นคือ ถ้าระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบมากกว่านี้ผู้ทดสอบอาจมองเห็นได้น้อยหรือมองไม่เห็นเลย สำหรับเวลาในการมองที่เลือกมาทำการทดลองเป็นเวลาที่มีผลต่อจำนวนคำตอบที่ตอบผิด และเป็นเวลาที่ไม่มากเกินกว่าสถานการณ์จริงที่ใช้ในการลอกข้อสอบ ผู้ทดสอบ 5 คนได้ทำการทดลองด้วยปัจจัยทั้งสอง ซึ่งผู้ทดสอบแต่ละคน ได้ทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้งในแต่ละเงื่อนไข จากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (The Two-Factorial Design) ของปัจจัยทั้งสองที่มีผลต่อจำนวนคำตอบเฉลี่ยที่ตอบผิดของผู้ทดสอบทั้ง 5 คน เพื่อตรวจสอบผลของปัจจัยเหล่านี้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีสมมติฐานหลัก H_0 : ปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบและเวลาในการมองมีอิทธิพลต่อจำนวนคำตอบที่ตอบผิด ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ ก. 1 พบว่า

ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบคำนวณ F-test ได้ 274.00 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า p-value ที่กำหนดคือ 0.05 นั่นคือ ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวนคำตอบที่ตอบผิดอย่างมีนัยสำคัญ

เวลาในการมองข้อสอบคำนวณ F-test ได้ 42.834 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่า p-value ที่กำหนดคือ 0.05 นั่นคือ เวลาในการมองข้อสอบที่แตกต่างกันมีผลต่อจำนวน

คำตอบที่ตอบผิดอย่างมีนัยสำคัญ และอันตรกิริยาที่เกิดจากระยะห่างข้อสอบและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับคำนวณ F-test ได้ 2.268 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า p-value ที่กำหนดคือ 0.05 นั่นคือ ปัจจัยร่วมที่เกิดจากระยะห่างข้อสอบและเวลามีผลอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อวิเคราะห์ความเป็นปกติของข้อมูลพบว่า ที่ระยะห่างข้อสอบ 0.80 เมตร ที่เวลาต่างๆ, ที่ระยะห่างข้อสอบ 1.00 เมตร ที่เวลาในการมอง 4 และ 6 วินาที, 2.60 เมตร ที่เวลาในการมอง 6 วินาที มีค่า p-value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวไม่เป็นปกติ จะเห็นว่าที่ระยะห่างข้อสอบและเวลาข้างต้น ถือว่าเป็นระยะที่ใกล้มากหรือไกลมากในระยะเวลาที่นาน ดังนั้นโอกาสที่ผู้ทดสอบได้ทดลองโดยที่ไม่เกิดความผิดพลาด คือ มีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดเป็นศูนย์ (เนื่องจากที่ระยะ 0.80 เมตร มีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดเป็นศูนย์ในทุกๆครั้งการทดลอง ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้) หรือเกิดความผิดพลาดได้มาก คือ มีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดมากที่ระยะไกลๆ จึงมีความเป็นไปได้เช่นกัน

เมื่อทดสอบความเป็นปกติแล้วนำข้อมูลมาหาความแตกต่างของจำนวนคำตอบที่ระยะเวลาต่างๆ และจำนวนคำตอบที่ระยะห่างข้อสอบต่างๆ โดยใช้การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparisons) เนื่องจากเป็นการทดสอบที่มีประชากรมากกว่า 2 ชุด โดยการหาค่าความแปรปรวนรวมแล้วแยกความแปรปรวนให้อยู่ในรูปความแปรปรวนกลุ่มย่อยๆ ขณะที่ t-test เป็นการทดสอบสมมติฐานทีละคู่ ซึ่งส่งผลให้ระดับนัยสำคัญที่วิเคราะห์ได้อาจมีค่าสูง ทำให้อาจเกิดการตัดสินใจที่ผิดพลาดได้ ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparison) ของเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับที่ 1, 2, 4 และ 6 วินาที ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังตารางที่ ก.2 พบว่า ที่ระยะเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับที่แตกต่างกันคือ 1 กับ 2 วินาที, 1 กับ 4 วินาที, 1 กับ 6 วินาที, 2 กับ 4 วินาที และ 2 กับ 6 วินาที ขณะที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับที่ 4 และ 6 วินาที มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.710 นั่นแสดงว่า ที่ระยะเวลาดังกล่าวจำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือที่ระยะเวลา 4 วินาที เป็นระยะเวลาที่ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกับที่ระยะเวลาที่ 6 วินาที เมื่อพิจารณาระยะห่างข้อสอบและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ ผลการเปรียบเทียบพหุคูณของระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ ดังตารางที่ 4.1 สามารถสรุปได้ว่า ที่ระยะ 0.80, 2.40 และ 2.60 เมตร ที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่า ที่ระยะห่างดังกล่าวไม่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความยากในการลอก คือ เป็นระยะที่ใกล้จนผู้ทดสอบสามารถมองเห็นได้ชัดเจนแม้เวลาในการมองจะน้อย หรือเป็นระยะที่ไกลเกินไปจนผู้ทดสอบไม่สามารถมองเห็นแม้เวลาในการมองจะมากก็ตาม ขณะที่ระยะ 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00 และ 2.20 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดมีความแตกต่างกัน แสดงว่า ที่ระยะห่างและเวลาต่างๆ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความยากในการลอก

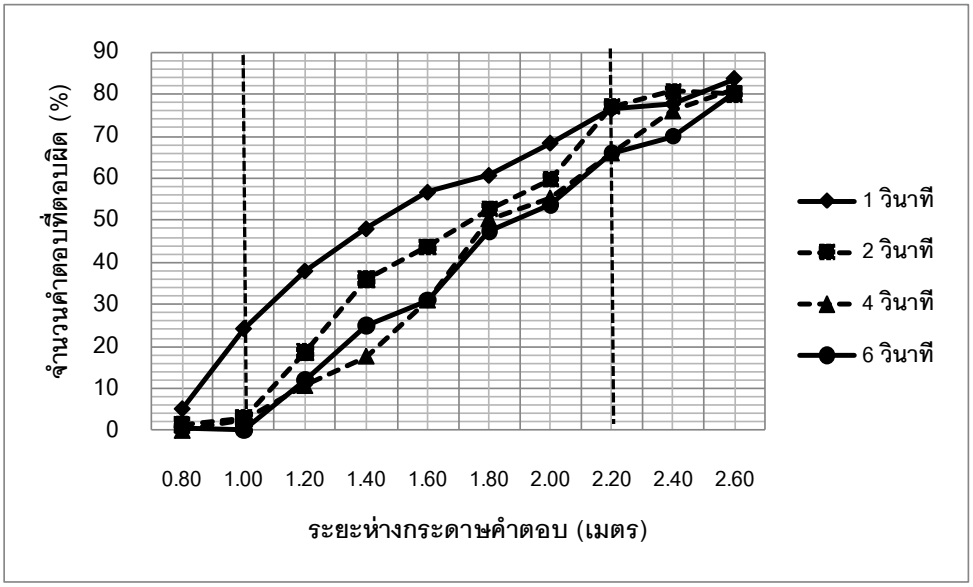
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์พหุคูณของระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ

ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	**เวลาในการมอง (วินาที)**					
	1 กับ 2	**1 กับ 4**	**1 กับ 6**	**2 กับ 4**	**2 กับ 6**	**4 กับ 6**
0.80	x	x	x	x	x	x
1.00	/	/	/	x	x	x
1.20	/	/	/	x	x	x
1.40	x	/	/	/	x	x
1.60	/	/	/	x	x	x
1.80	x	x	/	x	x	x
2.00	x	/	/	x	x	x
2.20	x	x	/	x	/	x
2.40	x	x	x	x	x	x
2.60	x	x	x	x	x	x

/ หมายถึง จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

X หมายถึง จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ *ไม่*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เพื่อช่วยในการตีความของผลการทดลอง จากรูปที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเปอร์เซ็นต์คำตอบเฉลี่ยที่ตอบผิด จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ของแต่ละเวลาในการมองข้องสอบที่ได้มีลักษณะไม่ขนานกัน ซึ่งเป็นการยืนยันคำตอบที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนก่อนหน้านี้ที่ว่า อันตรกิริยาของระยะห่างข้อสอบและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับมีผลอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเปอร์เซ็นต์จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบทั้ง 5 คน ที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1, 2, 4 และ 6 วินาที

จะเห็นว่ารูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างข้อสอบกับเปอร์เซ็นต์คำตอบเฉลี่ยที่ตอบผิดของผู้ทดสอบทั้ง 5 คน พบว่า ที่ระยะห่างกระดาษคำตอบ 0.80 เมตร ซึ่งเป็นระยะห่างที่น้อยที่สุดมีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดที่เวลาต่างๆ คิดเป็น 1% ของจำนวนข้อทั้งหมด หรือไม่มีจำนวนคำตอบผิดเลยจากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ และที่ระยะห่างกระดาษคำตอบ 2.60 เมตร ซึ่งเป็นระยะห่างที่ไกลที่สุดมีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดที่เวลาต่างๆ คิดเป็น 80% หรือมีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดมากที่สุดเฉลี่ยประมาณ 24 ข้อจากจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ และจากการวิเคราะห์ที่ระยะห่างระหว่างข้อสอบมากขึ้น ขณะที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับลดลง จำนวนคำตอบที่ตอบผิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อระยะห่างระหว่างข้อสอบลดลง ขณะที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับมากขึ้นจำนวนคำตอบที่ตอบผิดมีแนวโน้มลดลง โดยพบว่าที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1 วินาที เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ผู้ทดสอบตอบผิดมีมากกว่าที่ระยะเวลาที่ 2, 4 และ 6 วินาที ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Schmidt's Law ที่ว่า เมื่อระยะห่างของเป้าหมายมากขึ้นและเวลาในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งลดลง ทำให้โอกาสในการเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมมากขึ้น ขณะที่เมื่อระยะห่างของเป้าหมายลดลง และเวลาในการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งมากขึ้น ทำให้โอกาสในการเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิมลดลง จากการวิเคราะห์ข้างต้นสามารถกำหนดระยะห่างที่เหมาะสมที่ใช้ในการจัดห้องสอบให้อยู่ในช่วงระยะห่างกระดาษคำตอบที่ 1.00 ถึง 2.20 เมตร ซึ่งเป็นระยะห่างข้อสอบที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดโดยมีความแตกต่างกันมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านเวลาในการมองข้อสอบแต่ละข้อด้วย

ขั้นต่อไปคือทดลองที่ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบ 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00 และ 2.20 เมตรที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1, 2 และ 4 วินาที เพื่อหาสมการทำนายค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบต้นฉบับ

4.2 การหาสมการเพื่อทำนายค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบโดยใช้วิธีสร้างสมการความสัมพันธ์

การหาสมการเพื่อทำนายค่าความผิดพลาดในการมองข้อสอบต้นฉบับจากการทดลองที่ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบ 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00 และ 2.20 เมตร ที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1, 2 และ 4 วินาที กับผู้ทดสอบจำนวน 13 คน เนื่องจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็นการทำการทดลองเฉพาะบุคคล ซึ่งค่าความผิดพลาดที่ได้ในแต่ละเงื่อนไขของแต่ละคนไม่เท่ากัน ในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งส่วนใหญ่ได้เกิดความแปรปรวนสังเกตได้จากการนำข้อมูลมาวาดกราฟระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับจำนวนคำตอบที่ตอบผิดที่เวลาต่างๆ แล้วดูว่ามีข้อมูลใดบ้างที่มีผลการทดลองที่ผิดไปจากที่ควรจะเป็น เช่น ที่ระยะห่างข้อสอบ 1.00 เมตร ที่เวลาในการมอง 4 วินาที มีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดมากกว่าที่ระยะห่างข้อสอบ 2.00 เมตรที่เวลาในการมอง 1 วินาที จึงเลือกเก็บข้อมูลใหม่อีกครั้งที่ระยะห่างข้อสอบ 1.00 เมตร ที่เวลาในการมอง 4 วินาที แล้วนำค่าความผิดพลาดที่ได้ทั้ง 2 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยและใช้เป็นตัวแทนของข้อมูล ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความแปรปรวนที่เกิดขึ้น จึงเลือกเก็บข้อมูลใหม่เฉพาะระยะห่างและเวลาในการมองที่มีจำนวนคำตอบที่ตอบผิดมากหรือน้อยผิดปกติ จากรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นการวาดกราฟระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดที่เวลาในการมองต่างๆ จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมีความสัมพันธ์กับระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ และกราฟที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง จึงนำข้อมูลที่ได้จากผู้ทดสอบทั้ง 13 คนมาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดที่ระยะห่างข้อสอบและเวลาในการมองต่างๆในรูปแบบของสมการความสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) ในที่นี้คือ จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (เปอร์เซ็นต์) กับตัวแปรอิสระ (X) ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ในที่นี้คือ ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมอง ซึ่งเป็นปัจจัยในการทดลอง ดังสมการที่ 4.1

$$E = a + b(D - cT) \qquad (4.1)$$

โดยที่ E คือ จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (เปอร์เซ็นต์)

D คือ ระยะห่างกึ่งกลางกระดาษคำตอบ (เมตร)

T คือ ระยะเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (วินาที)

a, b, c คือ ค่าคงที่ที่ได้จากสมการถดถอยพหุคูณ

โดยที่ระยะห่างกระดาษคำตอบ (D) ต้องไม่เกิน 2.20 เมตรและไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร และเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (T) ต้องไม่เกิน 4.00 วินาทีและไม่น้อยกว่า 1.00 วินาที

จากการหาสมการความสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ข้อมูลของผู้ทดสอบแต่ละคนให้ค่า R^2 ประมาณ 90% ดังตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสองปัจจัย ซึ่งพบว่า ตัวแปรระยะห่างข้อสอบมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิด เนื่องจากเมื่อระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบมากขึ้น เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดก็มีค่ามากขึ้น ขณะที่ตัวแปรเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับมีความสัมพันธ์ในทางลบกับ เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิด เนื่องจากเมื่อเวลาในการมองมากขึ้น เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดก็จะลดลง นอกจากนี้สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรระยะห่างกระดาษคำตอบมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรของเวลาในการมอง แสดงว่าปัจจัยระยะห่างกระดาษคำตอบมีผลต่อเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมากกว่าปัจจัยด้านเวลาในการมอง

ตารางที่ 4.2 สมการความสัมพันธ์เชิงเส้นและค่า R^2 ของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน

ผู้ทดสอบคนที่	สมการความสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณ		R^2 (%)
	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	
1	$E_1 = -27.5+50.2\ D_1 - 4.49\ T_1$	$E_1 = -27.5+50.2\ (D_1 - 0.09\ T_1)$	95.7
2	$E_2 = -22.2 + 44.8D_2 - 3.95\ T_2$	$E_2 = -22.2 + 44.8\ (D_2 - 0.09\ T_2)$	95.1
3	$E_3 = -16.7 + 42.3\ D_3 - 4.42\ T_3$	$E_3 = -16.7 + 42.3\ (D_3 - 0.10\ T_3)$	95.3
4	$E_4 = -26.0 + 52.0\ D_4 - 4.49\ T_4$	$E_4 = -26.0 + 52.0\ (D_4 - 0.09\ T_4)$	95.4
5	$E_5 = -20.3 + 50.4\ D_5 - 5.17\ T_5$	$E_5 = -20.3 + 50.4\ (D_5 - 0.10\ T_5)$	93.7
6	$E_6 = -19.4 + 45.0\ D_6 - 3.23\ T_6$	$E_6 = -19.4 + 45.0\ (D_6 - 0.07\ T_6)$	93.2
7	$E_7 = -47.5 + 59.9\ D_7 - 3.84\ T_7$	$E_7 = -47.5 + 59.9\ (D_7 - 0.06\ T_7)$	96.7
8	$E_8 = -15.7 + 44.0\ D_8 - 4.08\ T_8$	$E_8 = -15.7 + 44.0\ (D_8 - 0.01T_8)$	92.8
9	$E_9 = -18.2 + 46.6\ D_9 - 5.07T_9$	$E_9 = -18.2 + 46.6\ (D_9 - 0.11T_9)$	90.2
10	$E_{10} = -16.7 + 47.2\ D_{10} -5.75\ T_{10}$	$E_{10} = -16.7 + 47.2\ (D_{10} -0.12\ T_{10})$	97.5
11	$E_{11} = -13.7 + 44.2\ D_{11} - 4.35\ T_{11}$	$E_{11} = -13.7 + 44.2\ (D_{11} - 0.10\ T_{11})$	91.3
12	$E_{12} = -26.0 +49.4\ D_{12} -3.98\ T_{12}$	$E_{12} = -26.0 +49.4\ (D_{12} -0.08\ T_{12})$	94.5
13	$E_{13} = -13.9+ 47.2\ D_{13} -6.29\ T_{13}$	$E_{13} = -13.9+ 47.2\ (D_{13} -0.13\ T_{13})$	93.7

จากนั้นทำการจัดรูปสมการใหม่ โดยการดึงค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรระยะห่างกระดาษคำตอบออกมา ได้สมการตามรูปแบบที่ 2 จากการสังเกตจะเห็นว่าสมการในรูปแบบที่ 2

ของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน มีลักษณะที่คล้ายกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน มาหาสมการความสัมพันธ์ใหม่เพื่อเป็นตัวแทนความสัมพันธ์จากผู้ถูกทดสอบทั้งหมด ดังแสดงในสมการที่ 4.2 ซึ่งมีค่า R^2 เท่ากับ 91.8%

$$E = -21.8 + 48.0(D - 0.09T) \quad (4.2)$$

ได้กำหนดตัวแปรขึ้นมาที่เรียกว่าค่าดัชนีความยาก ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าความผิดพลาด เพื่อให้สอดคล้องกับสมการของ Schmidt's Law จึงได้หาสมการความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิด โดยกำหนดให้ค่าดัชนีความยาก (ID) อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมอง จากสมการที่ 4.2 โดยได้ค่าดัชนีความยากดังสมการที่ 4.3

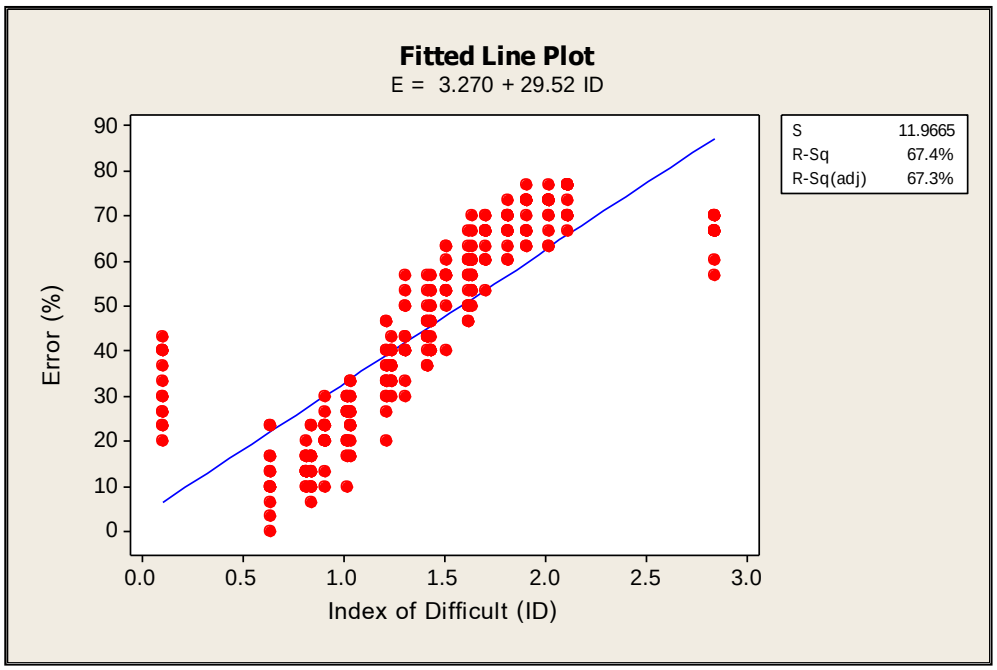
$$ID = (D - 0.09T) \quad (4.3)$$

โดยที่ ID คือ ค่าดัชนีความยาก

D คือ ระยะห่างกึ่งกลางกระดาษคำตอบ (เมตร)

T คือ ระยะเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (วินาที)

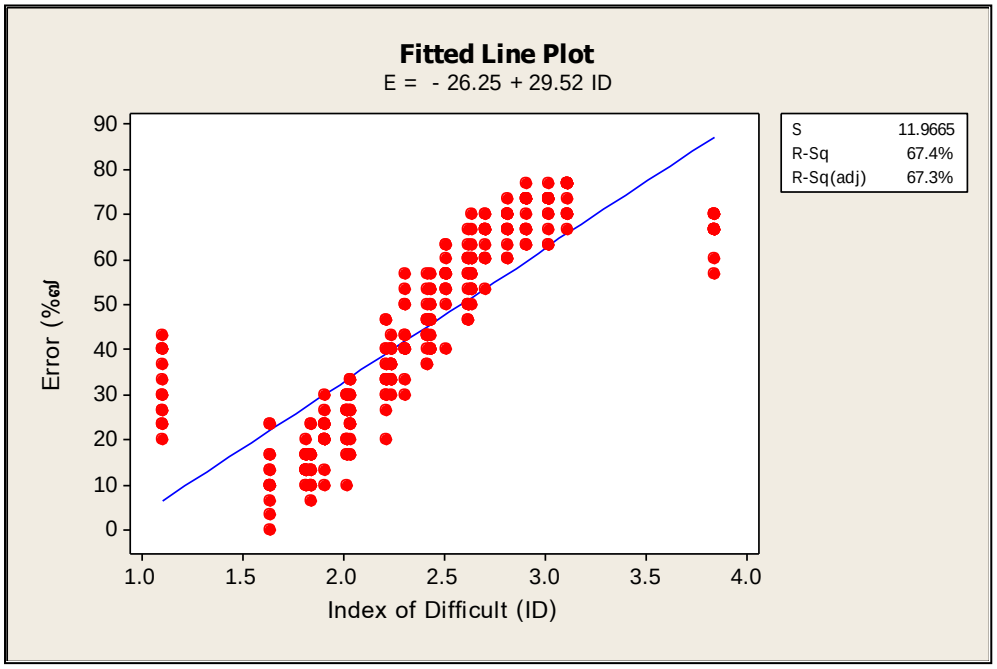
จากสมการที่ 4.3 หาค่าเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน (แกน y) จากค่าดัชนีความยาก (แกน X) โดยการ Fitted Line Plot เพื่อหาสมการเส้นตรง และได้กราฟดังรูปที่ 4.2 จะเห็นว่า ค่าดัชนีความยากมีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งไม่สามารถอธิบายความหมายของค่าดัชนีความยากที่เป็นศูนย์ได้ จึงได้เพิ่มค่าคงที่ลงไปเพื่อทำให้ค่าดัชนีความยากเป็นบวก โดยเพิ่มค่าคงที่ +1 ลงไป เพื่อให้ค่าดัชนีความยากมีค่าเริ่มต้นที่ 1



รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยาก (Index of Difficult) กับจำนวนคำตอบที่ตอบผิดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (Error)

จากนั้นสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากที่ถูกปรับค่าให้มีค่าเป็นบวกกับเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิด ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งผลจากการบวกค่าคงที่เท่ากับ 1 ลงไปที่ค่าดัชนีความยากก่อนหน้านี้ ทำให้ค่าดัชนีความยากใหม่มีค่าเริ่มต้นที่ 1.1โดยได้สมการทำนายค่าความผิดพลาดดังสมการที่ 4.4

ค่าดัชนีความยากที่สร้างขึ้นใหม่อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองดังสมการที่ 4.5 ซึ่งให้ค่า R^2 เท่ากับ 67.4% ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการสร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาดแบบถดถอยพหุคูณที่ให้ค่า ค่า R^2 เท่ากับ 91.8% แสดงว่า สมการทำนายค่าความผิดพลาดที่กำหนดให้ระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองอยู่ในรูปค่าดัชนีความยากเป็นตัวแปรอิสระเป็นรูปแบบที่มีความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดกับค่าดัชนีความยากน้อยกว่าการจัดสมการทำนายค่าความผิดพลาดที่มีระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองเป็นตัวแปรอิสระ



รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากที่สร้างขึ้นใหม่ (Index of Difficult) กับจำนวนคำตอบที่ตอบผิดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (Error)

$$E = -26.25 + 29.52ID \quad \text{_____} \quad (4.4)$$

โดยที่ $$ID = D - 0.09T + 1 \quad \text{_____} \quad (4.5)$$

กำหนดให้ระยะห่างกระดาษคำตอบ (D)ต้องไม่เกิน 2.20 เมตรและไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร และเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (T) ต้องไม่เกิน 4.00 วินาทีและไม่น้อยกว่า 1.00 วินาที

4.3 **การเปรียบเทียบกับสมการโดยอ้างอิงจากสมการ** Schmidt's Law

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้มีการใช้ทฤษฎี Speed and Accuracy Trade-off จึงสร้างสมการโดยอ้างอิงจากสมการของ Schmidt's Law ซึ่งเป็นสมการต้นแบบของทฤษฎี Speed and Accuracy Trade-off ทำการหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก (Index of difficulty, ID) โดยการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ลงไป เพื่อสร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวให้มีค่า R^2 มีค่าใกล้ 1 โดยใช้หลัก Trial and Error เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยากดังแสดงในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4.3 การหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยากของผู้ทดสอบคนที่ 1

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
23.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.67	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
10.00	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
23.33	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
16.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
10.00	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
43.33	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
26.67	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
20.00	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
53.33	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
46.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
33.33	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
60.00	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
53.33	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
46.67	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
66.67	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
70.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
60.00	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
73.33	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
70.00	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.363	0.399	0.685	0.685	0.895	0.935	0.940	0.936

จากตารางที่ 4.3 เมื่อลองใส่ค่าสัมประสิทธิ์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ลงไป พบว่าถ้าลองเพิ่มฟังก์ชันลอการิทึมลงไปในอัตราส่วนระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมอง จะทำให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากนั้นยกกำลังระยะห่างกระดาษคำตอบด้วยตัวเลขที่มากๆ และยกกำลังเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับด้วยตัวเลขที่น้อยๆ จะทำให้ค่า R^2 เพิ่มขึ้น แต่การที่ยกกำลังระยะห่างกระดาษคำตอบด้วยตัวเลขที่มากเกินไป จะทำให้ปัจจัยด้านเวลาในการมอง

ข้อสอบต้นฉบับมีผลน้อยมากๆ เมื่อเทียบกับปัจจัยระยะห่างระยะหว่างกระดาษคำตอบ ดังนั้นจึงเลือกใส่ค่าสัมประสิทธิ์หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าไม่มากเกินไปและให้ค่า R^2 ตั้งแต่ 0.800 ขึ้นไป จากผลการทดลองของผู้ทดสอบคนที่ 1 เมื่อลองยกกำลังค่าระยะห่างกระดาษคำตอบ (D) ด้วย 8 จะได้ค่า $R^2 = 0.940$ แม้ว่าจะเป็นค่าที่ใกล้เคียง 1 แต่จะทำให้เวลาในการมองข้อสอบ (T) มีผลน้อยมากๆเมื่อเทียบกับระยะห่างกระดาษคำตอบ (D) ดังนั้นจึงยกกำลังระยะห่างกระดาษคำตอบ (D) ด้วย 2 และถอดรากที่สองของเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (T) จะได้ข้อมูลที่มี $R^2 = 0.895$ แสดงว่า ข้อมูลมีระดับความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูง และได้สมการของผู้ถูกทดสอบที่เหลือ ถูกแสดงในภาคผนวก ข.

ตัวอย่าง การหาสมการที่เหมาะสมสำหรับผู้ถูกทดลองคนที่ 1 ดังสมการที่ 4.6

สมการที่เหมาะสมคือ

$$E = a + b\log_2\left(\frac{D^2}{\sqrt{T}}\right) \qquad (4.6)$$

โดยที่ E คือ จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (เปอร์เซ็นต์)

a คือ ค่าคงที่ที่ได้จากสมการถดถอย

b คือ ค่าคงที่ที่ได้จากสมการถดถอย

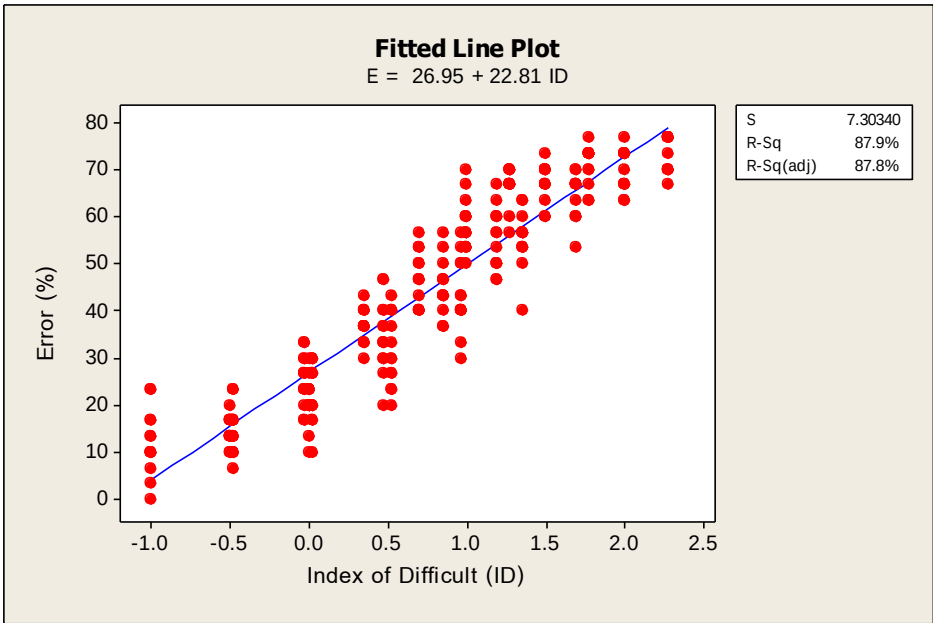
D คือ ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบ (เมตร)

T คือ เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (วินาที)

$\log_2\left(\frac{D^2}{\sqrt{T}}\right)$ คือ ค่าดัชนีความยาก (Index of difficulty)

เมื่อนำข้อมูลมาวาดกราฟระหว่างค่าดัชนีความยากในรูปแบบความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (แกน X) และเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ (แกน y) จากสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบพบว่า ปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ เนื่องจากเมื่อระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบมากขึ้น โอกาสในการมองข้อสอบต้นฉบับก็จะน้อยลง มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมากขึ้น ขณะที่ปัจจัยเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับมีความสัมพันธ์ผกผันกับค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ เนื่องจากเมื่อเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับมากขึ้น โอกาสในการมองข้อสอบต้นฉบับก็จะนานขึ้น มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดน้อยลง จากสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ พบว่า ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบมีผลต่อการมองเห็นอย่างมาก นั่นคือ ในการจัดห้องสอบครั้งหนึ่งๆ ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบที่

มากๆ ก็เพียงพอสำหรับการลดโอกาสในการลอกข้อสอบได้ โดยที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับเป็นเพียงตัวแปรที่มีผลไม่มากในการช่วยลดโอกาสในการลอกข้อสอบ



รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน

จากรูปที่ 4.4 เป็นการวาดกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน จะเห็นว่าการเรียงตัวของจุดเป็นไปในแนวทางเดียวกันในทิศทางที่มากขึ้น และพบว่าค่าดัชนีความยากมีค่าติดลบ ซึ่งไม่สามารถนิยามความหมายของค่าดัชนีความยากที่ติดลบได้ จึงทำการเพิ่มค่าคงที่ลงไปเพื่อทำให้ค่าดัชนีความยากเป็นบวก โดยเพิ่มค่าคงที่+2 เนื่องจากลอการิทึมของอัตราส่วนระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองมีค่าติดลบหนึ่ง จากนั้นสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากที่กำหนดขึ้นมาใหม่กับค่าความผิดพลาด ดังสมการที่ 4.7 โดยมีค่า R^2 = 85.7% และได้ค่าดัชนีความยากที่สร้างขึ้นใหม่อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองบวกด้วยค่าคงที่ และเมื่อวาดกราฟระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ที่มีค่าดัชนีความยากที่เป็นบวกดังรูปที่ 4.5

$$E = -52.29 + 49.63 \log_2\left(\frac{D^2}{\sqrt{T}} + 2\right) \qquad (4.7)$$

โดยที่ E คือ จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (เปอร์เซ็นต์)

a คือ ค่าคงที่ที่ได้จากสมการถดถอย

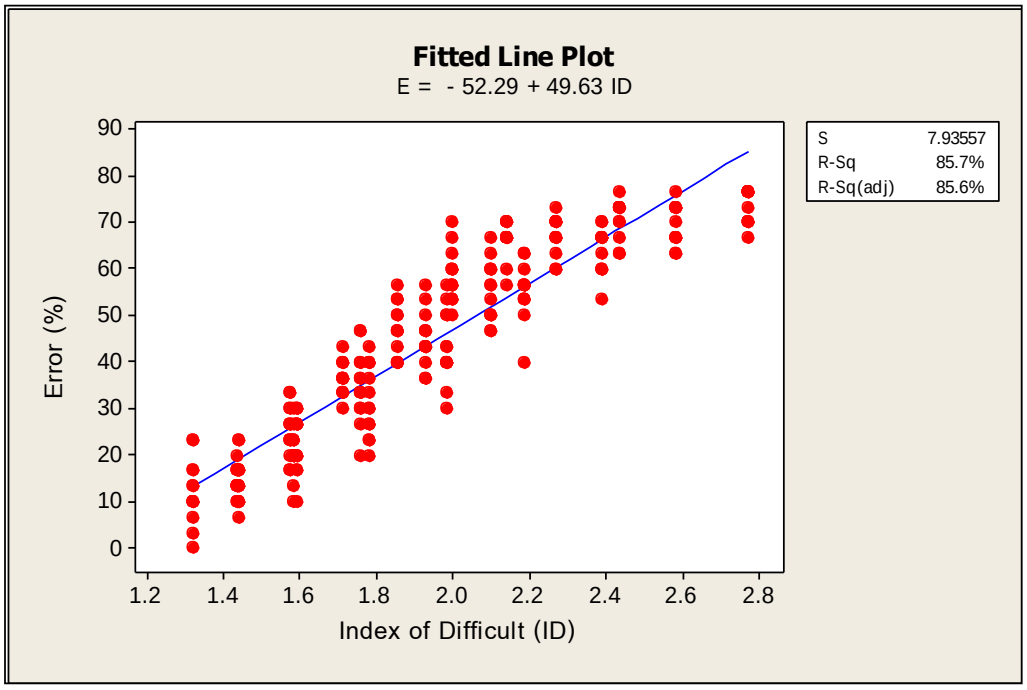
b คือ ค่าคงที่ที่ได้จากสมการถดถอย

D คือ ระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบ (เมตร)

T คือ เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (วินาที)

$\log_2\left(\frac{D^2}{\sqrt{T}} + 2\right)$ คือ ค่าดัชนีความยาก (Index of difficulty)

โดยที่ระยะห่างกระดาษคำตอบ (D) ต้องไม่เกิน 2.20 เมตรและไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร และเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ (T) ต้องไม่เกิน 4.00 วินาทีและไม่น้อยกว่า 1.00 วินาที



รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากที่สร้างขึ้นใหม่กับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน

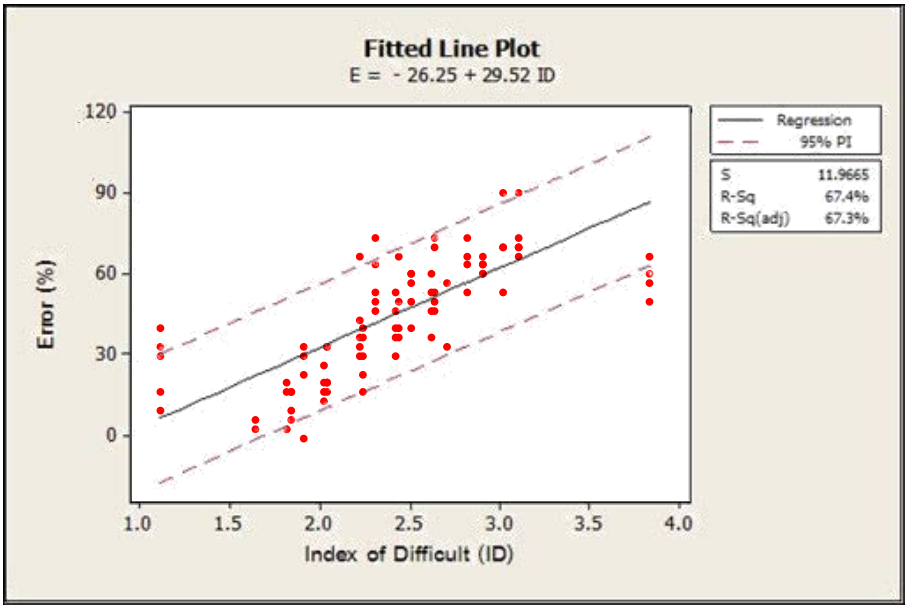
ในงานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดของ Schmidt's Law มาใช้ โดยมีระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบเป็นตัวแปรต้นในการทดลอง และได้แปลงสมการให้อยู่

รูปแบบเดียวกับ Schmidt's Law เพื่อดูความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น จากการเปรียบเทียบสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบสมการที่ 4.4 และ 4.7 กับสมการของ Schmidt's Law

จากการศึกษาระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบ เพื่อป้องกันการทุจริต โดยใช้การแลกเปลี่ยนระหว่างความเร็วกับความแม่นยำ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ในการประยุกต์ใช้ทฤษฎี Speed Accuracy Trade off พบว่า การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับรู้ทางสายตา (Visual perception) โดยความผิดพลาดเกิดจากการรับรู้ ในที่นี้หมายถึงการฟังสัญญาณจากตัวให้จังหวะแล้วให้ผู้ทดสอบใช้กระบวนการตัดสินใจในการเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (Mental error) จุดประสงค์หลักของงานวิจัยก็ศึกษาหาความแม่นยำในการรับรู้ด้วยการมองเห็น โดยสามารถนำไปใช้ออกแบบห้องสอบเพื่อให้เกิดความผิดพลาดในการลอกข้อสอบให้มากที่สุด ซึ่งแตกต่างจาก Fitts' law และ Schmidt's Law ที่เกิดจากการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกาย (Physical movement) โดยการเคลื่อนที่ของมือจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

4.4 การยืนยันค่าที่ได้จากสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบกับค่าความผิดพลาดของผู้ทดสอบ

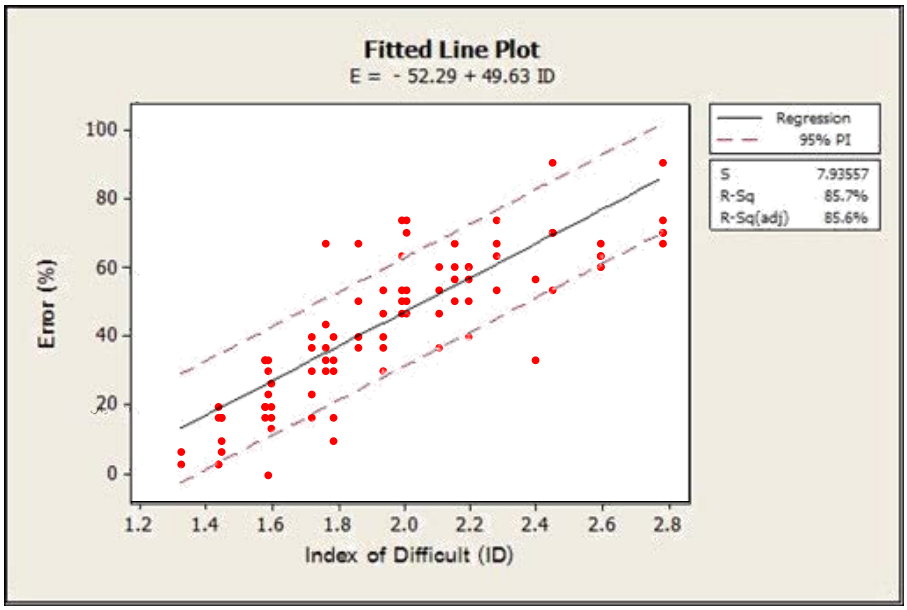
จากนั้นเมื่อได้สมการสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบสมการที่ 4.4 ซึ่งเป็นสมการถดถอยแบบพหูคูณ โดยได้ทดลองยืนยันความแม่นยำกับผู้ทดสอบกลุ่มใหม่จำนวน 16 คน โดยได้ทดลองคนละ 6 เงื่อนไข คือ ที่ระยะห่างกระดาษคำตอบ 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00 และ 2.20 เมตรที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1, 2 และ 4 วินาที โดยใช้ขอบเขตของสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % เนื่องจากเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดที่ได้ในแต่ละครั้งมีค่าแตกต่างกัน จึงกำหนดขอบเขตที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 % นั่นคือแม้ว่าเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดจากการทดลองจะแตกต่างกัน แต่ก็ควรอยู่ในขอบเขตของ Prediction Confidence Interval (PI) ที่ความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณกับข้อมูลของผู้ทดสอบกลุ่มใหม่ 16 คน

จากรูปที่ 4.6 เป็นรูปความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของผู้ทดสอบกลุ่มใหม่ทั้ง 16 คน ซึ่งแทนด้วยจุดทึบ เส้นประแทนด้วยขอบเขตของสมการถดถอยแบบพหุคูณของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน ที่มีการพยากรณ์ไว้ในช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% โดยพบว่าข้อมูลพยากรณ์อยู่ในขอบเขตที่กำหนด 95 จุดจากทั้งหมด 105 จุด คิดเป็น 89% ซึ่งถือว่าสมการในรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณมีความแม่นยำในระดับดี

สำหรับการทดสอบยืนยันสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ ที่มีค่าดัชนีความยากในรูปแบบของ Schmidt's Law ดังสมการที่ 4.7 กับผู้ทดสอบจำนวน 16 คน ซึ่งแทนด้วยจุดทึบ โดยมีขอบเขตของสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบในรูปแบบของ Schmidt's Law ของผู้ทดสอบกลุ่มใหม่ 16 คน

จากรูปที่ 4.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความยากกับเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการลอกข้อสอบในรูปแบบของ Schmidt's Law กับผู้ทดสอบทั้ง 16 คน ซึ่งถูกแทนด้วยจุดทึบและเส้นประแทนด้วยขอบเขตของสมการที่มีการพยากรณ์ไว้ในช่วงความเชื่อมั่น 95% พบว่ามีข้อมูลในขอบเขตที่กำหนด 91 จุดจากทั้งหมด 105 จุด คิดเป็น 87% ซึ่งถือว่าการสร้างสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในรูปแบบสมการของ Schmidt's Law มีความแม่นยำในระดับดี

จะเห็นว่าขอบเขตของสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดที่ได้จากสมการในรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณดังรูปที่ 4.6 ที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % จะกว้างกว่าขอบเขตของสมการพยากรณ์ค่าความผิดพลาดในรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณ.ที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 % ดังรูปที่ 4.7

เนื่องจากเปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมีค่าความแปรปรวนมากกว่า สำหรับบางข้อมูลที่อยู่นอกขอบเขตอาจเนื่องมาจากในกระบวนการเก็บข้อมูล ไม่ได้มีการฝึกความชำนาญของผู้ทดสอบเป็นเพียงการบอกจังหวะการมองในตอนแรกเท่านั้น ทำให้ผู้ทดสอบอาจจะฟังจังหวะผิดแล้วทำให้มองคำตอบที่จังหวะนั้นเร็วหรือช้าเกินไป หรืออาจเกิดจากการมองตำแหน่งข้อคลาดเคลื่อนในแต่ละครั้งที่มอง ทำให้เปอร์เซ็นต์คำตอบที่ตอบผิดมากหรือน้อยกว่าขอบเขตของสมการที่ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95 %

บทที่ 5
สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

Speed and Accuracy Trade off เป็นการศึกษาถึงการรับรู้และการตอบสนองของมนุษย์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการการออกแบบมากมาย ตัวอย่างของงานวิจัยนี้ คือการออกแบบการจัดโต๊ะสอบโดยคำนึงถึงความสามารถในการลอกข้อสอบของผู้สอบเป็นหลัก ซึ่งจัดได้ว่าเป็นสถานีงานที่สำคัญและมีเป็นจำนวนมากโดยมีลักษณะคล้ายกับภาคอุตสาหกรรม กล่าวคือมีลักษณะเป็นอุตสาหกรรมที่มีการผลิตแบบจำนวนมาก (Mass Production) ซึ่งผู้จัดสอบเปรียบเสมือนกับวิศวกรประจำโรงงาน ซึ่งจะต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังเพราะการสอบเป็นหนึ่งในกระบวนการวัดระดับคุณภาพการศึกษา แต่เนื่องจากการจัดห้องสอบมีลักษณะเฉพาะต่างจากออกแบบสถานีงานทั่วไปที่ถูกออกแบบให้ผู้ทำงานสามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ การจัดห้องสอบจะต้องออกแบบมาเพื่อให้ผู้สอบไม่สามารถลอกข้อสอบได้ หรือลอกข้อสอบโดยมีความแม่นยำน้อยที่สุด

จุดประสงค์หลักของการจัดห้องสอบก็เพื่อป้องกันการทุจริตในการสอบ วิธีง่ายๆวิธีหนึ่งในการป้องกันการทุจริตในการสอบ คือ การเพิ่มระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบ อย่างไรก็ตามหนึ่งในปัญหาในห้องสอบที่เกิดขึ้นก็เมื่อมีผู้เข้าสอบจำนวนมากแต่มีพื้นที่ห้องสอบที่มีขนาดเล็ก จำนวนโต๊ะสอบถูกจำกัดด้วยขนาดของห้องสอบ เมื่อระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบอยู่ใกล้กันมากเกินไปโอกาสในการลอกข้อสอบจึงมีมากขึ้น ตามแนวคิด Speed and Accuracy Trade off ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบและระยะเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ ถึงถูกกำหนดให้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความแม่นยำในการลอกข้อสอบ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบและเวลาในการมองข้อสอบที่มีผลต่อการลอกข้อสอบ สรุปผลการทดสอบทางสถิติได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 พบว่า ปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบและปัจจัยเวลาในการมองข้อสอบ มีผลต่อจำนวนคำตอบที่ตอบผิดอย่างมีนัยสำคัญ
2. จากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพหุคูณของเวลาในการมอง (Multiple Comparison) พบว่า ที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับที่ 4 และ 6 วินาที ไม่มีผลต่อจำนวนคำตอบที่ตอบผิด

3. จากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบพหุคูณของระยะห่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ (Multiple Comparison) พบว่า ที่ระยะห่าง 0.80, 2.40 และ 2.60 เมตร ที่เวลาต่างๆ ไม่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความยากในการลอก

สำหรับการเปรียบเทียบสมการทำนายค่าความผิดพลาดในการมองข้อสอบต้นฉบับ ในรูปแบบสมการถดถอยแบบพหุคูณ และรูปแบบสมการของ Schmidt's Law พบว่าสมการในรูปแบบพหุคูณจะมีค่า R^2 = 91.8% เมื่อได้สมการแล้วทำการยืนยันสมการที่ได้ ซึ่งจากวิเคราะห์พบว่า สมการที่ได้จากสมการถดถอยแบบพหุคูณ มีเปอร์เซ็นต์ค่าความแม่นยำคิดเป็น 89% ในขณะที่สมการที่ได้ในรูปแบบสมการของ Schmidt's Law ที่มีค่า R^2 = 85.7 % มีเปอร์เซ็นต์ค่าความแม่นยำคิดเป็น 87% ซึ่งถือว่าสมการที่ได้จากทั้ง 2 แบบมีความน่าเชื่อถือในระดับดีเหมือนกัน จะเห็นว่าค่า R^2 ที่ได้จากสมการถดถอยแบบพหุคูณจะมีค่ามากกว่าค่า R^2 จากสมการในรูปแบบของ Schmidt's Law ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของสมการทั้ง 2 แบบ ควรเลือกรูปแบบของสมการถดถอยแบบพหุคูณ เนื่องจากมีความเชื่อมั่น R^2 สูงกว่า และอยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้เครื่องหมาย บวกกับลบ ซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้ง่ายและนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ง่ายกว่าโดยไม่ต้องอาศัยเครื่องคำนวนที่มีฟังก์ชั่น log เหมือนอย่างเช่นสมการในรูปแบบของ Schmidt's Law ซึ่งมีรูปแบบของสมการที่ซับซ้อน และเมื่อนำไปใช้งานจริงอาจทำให้เกิดความยุ่งยากได้

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถการรับรู้ทางสายตา (Visual perception) โดยวัดความผิดพลาดของงานที่เกิดจากมองเห็น ซึ่งแตกต่างจาก Fitts' law และ Schmidt's Law ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกาย (Physical movement) โดยวัดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของมือ (Movement Error) จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่าง ความผิดพลาดกับค่าดัชนีความยากแตกต่างกันโดยเฉพาะ ดัชนีความยาก ที่มีรูปแบบแตกต่างออกไป

ผลจากงานวิจัย สามารถนำเสนอสมการความสัมพันธ์เพื่อใช้ทำนายจำนวนโต๊ะ สำหรับห้องสอบขนาดต่างๆ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบห้องสอบหรือจัดผังโต๊ะสอบโดยคำนึงถึงความสามารถในการลอกข้อสอบ และทรัพยากรอันจำกัดของการจัดสอบอันได้แก่ จำนวนผู้คุมสอบ และพื้นที่หรือขนาดของห้องที่ใช้จัดสอบ โดยเสนอสมการที่ 5.1 สำหรับการประยุกต์ใช้งานสมการดังแสดงในภาคผนวก ค.

$$Seat_colum = \left(\frac{W - (S + l)}{D} \right) + 1 \qquad (5.1)$$

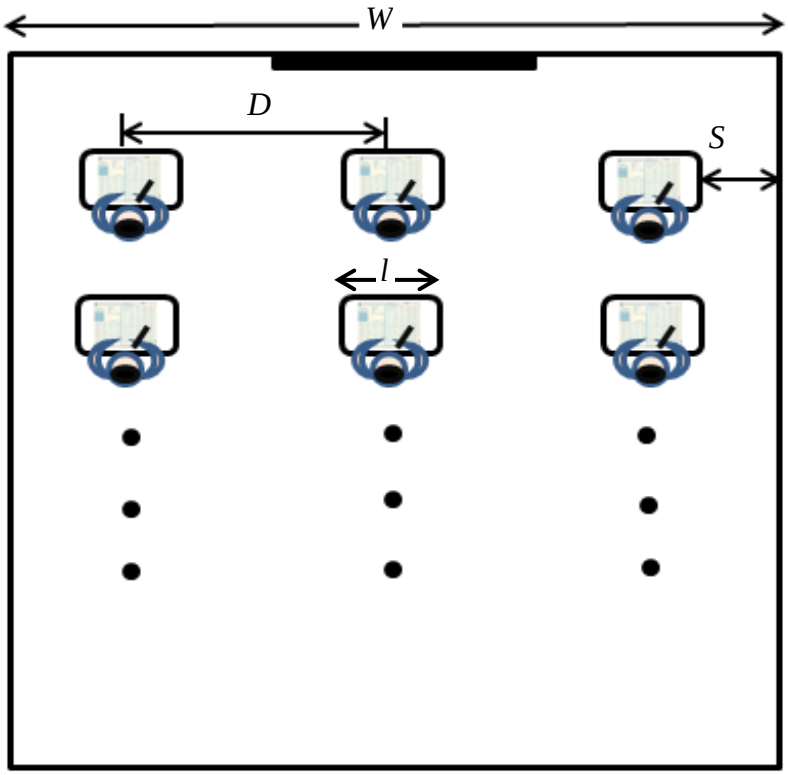
โดยที่ $Seat_colum$ คือ จำนวนโต๊ะสอบในแนวนอน (ตัว)

W คือ ความกว้างห้องสอบ (เมตร)

S คือ ระยะห่างระว่างโต๊ะสอบกับผนัง (หน้าต่าง) (มตร)

D คือ ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)

l คือ ความยาวโต๊ะ (เมตร)



รูปที่ 5.1 แผนภาพปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการจัดห้องสอบ

การนำสมการความสัมพันธ์เพื่อทำนายค่าความผิดพลาด โดยกำหนดระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับจัดโต๊ะสอบ เป็นการออกแบบที่คำนึงถึงขีดความสามารถของผู้สอบ หรือผู้ใช้สถานีงานเป็นหลัก สามารถนำไปใช้ประกอบการจัดสอบซึ่งจะช่วยยกระดับความเชื่อมั่นของมาตรฐานการจัดสอบและผลการสอบ ซึ่งจะส่งผลต่อระดับความเชื่อมั่นในคุณภาพด้านความรู้ความสามารถของผู้เข้าสอบ และเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาทางสังคมโดยเฉพาะปัญหาด้านการทุจริตทั้งในด้านการศึกษาและการทำงาน

5.2 ปัญหาในการดำเนินการ

ในขั้นตอนการทดลอง มีปัญหาที่สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. ส่วนใหญ่เคยชินกับการลอกข้อสอบ เพื่อให้ได้คะแนนมากที่สุด โดยไม่คำนึงถึงระยะเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ ซึ่งเป็นปัจจัยในการทดลอง วิธีการแก้ปัญหา คือ อธิบายให้ผู้ทดสอบเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของงานวิจัย
2. เนื่องจากงานวิจัยนี้ เป็นการทำการทดลองกับคน ซึ่งถือเป็นตัวแปรที่ควบคุมยากและทำให้ผลการทดลองเกิดความแปรปรวนได้ วิธีแก้ไข คือ ฝึกให้ผู้ทดสอบลองทำการทดลองให้เกิดความชำนาญก่อนทำการทดลองจริงหรือทำการทดลองหลายๆครั้ง
3. เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องใช้สายตาในการมองเป็นระยะเวลานาน ทำให้ผู้ทดสอบเกิดความล้าทางสายตาได้ ซึ่งส่งผลต่อผลการทดลอง วิธีการแก้ไข คือ หยุดทำการทดลองเมื่อผู้ทดสอบเกิดความล้าทางสายตา แล้วให้ผู้ทดสอบพักสายตาจนกว่าผู้ทดสอบจะพร้อมทำการทดลองอีกครั้ง
4. สำหรับโปรแกรมการให้จังหวะ ควรจะมีเสียงที่แตกต่างกันระหว่าง เสียงที่กำหนดจังหวะในการมองข้อสอบต้นฉบับกับเสียงที่กำหนดจังหวะให้เลือกคำตอบในกระดาษคำตอบ เพื่อลดความสับสนในขณะทดลอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ปัจจุบันมีการออกข้อสอบหลากหลายรูปแบบ เช่น ประเภทถูก-ผิด จับคู่ เติมคำ เป็นต้น ดังนั้นอาจนำการทดลองนี้ไปประยุกต์ใช้กับการลักษณะข้อสอบแบบต่างๆ
2. มีการออกแบบการทดลองโดยควบคุมปัจจัยอื่นๆ เพื่อลดความแปรปรวนในการทดลอง เช่น กำหนดให้มีการควบคุมชุดข้อสอบให้เหมือนกันทุกเงื่อนไข สำหรับผู้ทดสอบแต่ละคน
3. ควรมีการศึกษาระยะห่างด้านหน้าและด้านหลัง มุมในการจัดโต๊ะสอบ ที่มีผลต่อความแม่นยำในการลอกข้อสอบ
4. ควรมีการศึกษาระยะห่างด้านหน้าและด้านหลัง มุมในการจัดโต๊ะสอบ ที่มีผลต่อความแม่นยำในการลอกข้อสอบ

5. ศึกษาความสัมพันธ์ของเวลาในการมองกับจำนวนผู้คุมว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อนำมาใช้ในการหาจำนวนผู้คุมสอบที่เหมาะสมในการจัดห้องสอบ
6. เนื่องจากผู้ทดสอบแต่ละคนมีความเร็วในการตอบสนองต่อจังหวะที่กำหนดโดยโปรแกรมการให้จังหวะที่ต่างกัน อาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลองได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดความสามารถในการตอบสนองที่ต่างกัน จะต้องมีการคัดเลือกผู้ทดสอบที่จะเข้าร่วมการทดลองให้มีความสามารถที่ใกล้เคียงกัน โดยคัดกรองจากการวัดเวลาในการตอบสนอง (Reaction time)

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522. [ออนไลน์]. 2537. แหล่งที่มา: http://203.155.220.239/yota/acrobat/yota39_37.pdf [2553, ตุลาคม 25]

นลินี สุวรรณโชติ. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความไม่ซื่อสัตย์ทางวิชาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครระยอง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. 2549.

น้ำผึ้ง สายหงษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. แนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 2549.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การวัดและประเมินผลการศึกษา : ทฤษฎีและการประยุกต์. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์, 2526.

รศ.พญ.นภาพร ตนานุวัฒน์. การวัดระดับสายตา และการตรวจจอตา (Visual Acuity and Ophthalmoscopy). [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: http://www.medicine.cmu.ac.th/dept/eye/lecture301.pdf. [2553, ตุลาคม 25]

วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์ และ ปภัสสร์ ฟุ้งธรรมสาร. การศึกษาประสิทธิภาพการทำงาน เมื่อเคลื่อนที่ร่างกายส่วนล่าง (Study of Working Efficiency under Lower Extremity Movement. ใน รายงานการประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, หน้า 828-832. 2550.

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. คู่มือปฏิบัติวิชาชีพ ด้านข้อมูลสัดส่วนร่างกายประชากรไทยเพื่อการออกแบบทางสถาปัตยกรรม. [ออนไลน์]. 2551. แหล่งที่มา: http://www.asa.or.th/2008/files/isa/cop/ThaiAnthropometryHandbook.pdf [2553, สิงหาคม 30]

สำนักงานการทะเบียนและประมวลผล. จำนวนนิสิตที่เรียนวิชา Engineering Management ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: www.reg.chula.ac.th [2553, สิงหาคม 28]

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. แนวปฏิบัติการจัดสอบของเขตพื้นที่การศึกษา และศูนย์ประสานการสอบการประเมินคุณภาพการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อการประกันคุณภาพผู้เรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2552 . [ออนไลน์]. 2552. แหล่งที่มา : www.pbn2.obec.go.th/mooICT/.../nawpatibatsob%20p.6.doc [2553, สิงหาคม 28]

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. เครื่องเรือนสำหรับสถานประกอบการ :โต๊ะเรียน: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร, 2541.

หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ฉบับวันที่ 3 กรกฎาคม 2553. สอบ GAT-PATวันแรกเพียบ. [ออนไลน์]. 2553. แหล่งที่มา: http://thairecent.com/Education/2010/674329/ [2553, กันยายน 1]

หนังสือพิมพ์ไทยโพสต์ ฉบับวันที่ 21 ตุลาคม 2553. ลดค่าสมัครยอดสอบ GAT/PAT พุ่งขึ้น 2 หมื่น. [ออนไลน์]. 2553.แหล่งที่มา: http://www.unigang.com/Article/2507 [2553, ตุลาคม 23]

.

ภาษาอังกฤษ

Andris Freivalds, Benjamin W. Niebel., Design of Cognitive Work (Niebel's Methods, Standard, and Work Design), New York: McGraw-Hill., 2009, pp. 273-286.

Card, S.K., English, W.K. and Burr, B.J, Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step-keys, and text keys for text selection on a CRT, in Ergonomics, Vol 21, 1978, pp 301-603.

Cristina Pomales-Garcia, Hector J. Carlo *, Tanya M. Ramos-Ortiz, Iza M. Figueroa-Santiago, Sharlyn Garcia-Ortiz, "Non-traditional exam seat arrangements," in Computers & Industrial Engineering 57, 2009, pp. 188–195.

Mackenzie, I.S. and Ware, C, Lag as a determinant of human performance in interactive Systems, in Human Factors in Computing Systems, 1993, pp. 488-493.

Thomas G. Whisenand and Henry H. Emurian., Effects of Angle of Approach on Cursor Movement with a Mouse: Consideration of Fitts' Law, in Computers in Human Behavior, 1996, pp. 481-495.

Richard J. Jagacinski. John M. and Flach., Information Theory and Fitts' Law (Control Theory for Humans), 2003, pp. 21-22.

Richard J. Jagacinski. John M. and Flach., Schmidt's Law (Control Theory for Humans), 2003, pp. 74-75.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการทดสอลปัจจัยระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบและเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ

ตารางที่ ก.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดลอง 10 ระยะ คือ 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240 และ 260 เซนติเมตร กับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 4 ช่วงเวลา คือ 1, 2, 4 และ 6 วินาที

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Score

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	28425.316[a]	39	728.854	68.085	.000
Intercept	70360.822	1	70360.822	6572.699	.000
Distance	26398.583	9	2933.176	274.000	.000
Time	1375.630	3	458.543	42.834	.000
Distance * Time	655.634	27	24.283	2.268	.000
Error	3864.509	361	10.705		
Total	102949.000	401			
Corrected Total	32289.825	400			

ตารางที่ ก.2 การเปรียบเทียบพหุคูณของเวลาในการมองที่ใช้ในการทดลอง 4 ช่วงเวลา คือ 1, 2, 4 และ 6 วินาที ที่ระยะห่างกระดาษคำตอบทั้ง 10 ระยะ คือ 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240 และ 260 เซนติเมตร

Multiple Comparisons

Score

LSD

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	2.6800*	.46271	.000	1.7701	3.5899
	4.00	4.5500*	.46271	.000	3.6401	5.4599
	6.00	4.3780*	.46156	.000	3.4703	5.2857
2.00	1.00	-2.6800*	.46271	.000	-3.5899	-1.7701
	4.00	1.8700*	.46271	.000	.9601	2.7799
	6.00	1.6980*	.46156	.000	.7903	2.6057
4.00	1.00	-4.5500*	.46271	.000	-5.4599	-3.6401
	2.00	-1.8700*	.46271	.000	-2.7799	-.9601
	6.00	-.1720	.46156	.710	-1.0797	.7357
6.00	1.00	-4.3780*	.46156	.000	-5.2857	-3.4703
	2.00	-1.6980*	.46156	.000	-2.6057	-.7903
	4.00	.1720	.46156	.710	-.7357	1.0797

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 10.705.

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ ก. 3 ข้อมูลการวิเคราะห์พหุคูณของระยะห่างข้อสอบ 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00, 2.20, 2.40 และ 2.60 เมตร และเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 4 ช่วงเวลา คือ 1, 2, 4 และ 6 วินาที

ที่ระยะห่าง 0.80 เมตร

- **ทดสอบความแปรปรวนหรือการกระจายของกลุ่มตัวอย่างว่าแตกต่างกันหรือไม่**

H_0: ความแปรปรวนของข้อมูลในแต่ละชุด***ไม่***แตกต่างกัน

H_1: มีอย่างน้อย 2 ชุดที่ข้อมูลในแตกต่างกัน

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
9.493	3	36	.000

Robust Tests of Equality of Means

Score

	Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Welch	1.589	3	19.050	.225

a. Asymptotically F distributed.

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value< 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดต่างกัน ดังนั้นสถิติของ One-way ANOVA ที่ต้องพิจารณาคือ Welch ซึ่งพบว่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ไม่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 0.80 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

ที่ระยะห่าง 1.00 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
8.653	3	36	.000

Robust Tests of Equality of Means

Score

	Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Welch	6.735	3	17.920	.003

a. Asymptotically F distributed.

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value< 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดต่างกัน ดังนั้นสถิติของ One-way ANOVA ที่ต้องพิจารณาคือ Welch ซึ่งพบว่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 1.00 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	6.20000*	1.77951	.037	.3312	12.0688
	4.00	7.10000*	1.76289	.017	1.2323	12.9677
	6.00	6.20000*	1.86488	.038	.2792	12.1208
2.00	1.00	-6.20000*	1.77951	.037	-12.0688	-.3312
	4.00	.90000	.37268	.160	-.2249	2.0249
	6.00	.00000	.71336	1.000	-2.2056	2.2056
4.00	1.00	-7.10000*	1.76289	.017	-12.9677	-1.2323
	2.00	-.90000	.37268	.160	-2.0249	.2249
	6.00	-.90000	.67082	.752	-3.0550	1.2550
6.00	1.00	-6.20000*	1.86488	.038	-12.1208	-.2792
	2.00	.00000	.71336	1.000	-2.2056	2.2056
	4.00	.90000	.67082	.752	-1.2550	3.0550

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 1.20 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.926	3	36	.143

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	429.100	3	143.033	14.934	.000
Within Groups	344.800	36	9.578		
Total	773.900	39			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 1.20 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
LSD

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	5.80000*	1.38404	.000	2.9930	8.6070
	4.00	8.20000*	1.38404	.000	5.3930	11.0070
	6.00	7.80000*	1.38404	.000	4.9930	10.6070
2.00	1.00	-5.80000*	1.38404	.000	-8.6070	-2.9930
	4.00	2.40000	1.38404	.091	-.4070	5.2070
	6.00	2.00000	1.38404	.157	-.8070	4.8070
4.00	1.00	-8.20000*	1.38404	.000	-11.0070	-5.3930
	2.00	-2.40000	1.38404	.091	-5.2070	.4070
	6.00	-.40000	1.38404	.774	-3.2070	2.4070
6.00	1.00	-7.80000*	1.38404	.000	-10.6070	-4.9930
	2.00	-2.00000	1.38404	.157	-4.8070	.8070
	4.00	.40000	1.38404	.774	-2.4070	3.2070

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 1.40 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.723	3	36	.545

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	473.400	3	157.800	9.009	.000
Within Groups	630.600	36	17.517		
Total	1104.000	39			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 1.40 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
LSD

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	3.60000	1.87172	.062	-.1960	7.3960
	4.00	9.10000*	1.87172	.000	5.3040	12.8960
	6.00	6.90000*	1.87172	.001	3.1040	10.6960
2.00	1.00	-3.60000	1.87172	.062	-7.3960	.1960
	4.00	5.50000*	1.87172	.006	1.7040	9.2960
	6.00	3.30000	1.87172	.086	-.4960	7.0960
4.00	1.00	-9.10000*	1.87172	.000	-12.8960	-5.3040
	2.00	-5.50000*	1.87172	.006	-9.2960	-1.7040
	6.00	-2.20000	1.87172	.248	-5.9960	1.5960
6.00	1.00	-6.90000*	1.87172	.001	-10.6960	-3.1040
	2.00	-3.30000	1.87172	.086	-7.0960	.4960
	4.00	2.20000	1.87172	.248	-1.5960	5.9960

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 1.60 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.695	3	36	.561

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	395.475	3	131.825	8.593	.000
Within Groups	552.300	36	15.342		
Total	947.775	39			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 1.60 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
LSD

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	5.30000*	1.75167	.005	1.7475	8.8525
	4.00	7.70000*	1.75167	.000	4.1475	11.2525
	6.00	7.70000*	1.75167	.000	4.1475	11.2525
2.00	1.00	-5.30000*	1.75167	.005	-8.8525	-1.7475
	4.00	2.40000	1.75167	.179	-1.1525	5.9525
	6.00	2.40000	1.75167	.179	-1.1525	5.9525
4.00	1.00	-7.70000*	1.75167	.000	-11.2525	-4.1475
	2.00	-2.40000	1.75167	.179	-5.9525	1.1525
	6.00	.00000	1.75167	1.000	-3.5525	3.5525
6.00	1.00	-7.70000*	1.75167	.000	-11.2525	-4.1475
	2.00	-2.40000	1.75167	.179	-5.9525	1.1525
	4.00	.00000	1.75167	1.000	-3.5525	3.5525

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 1.80 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.230	3	36	.101

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	93.875	3	31.292	3.289	.032
Within Groups	342.500	36	9.514		
Total	436.375	39			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 1.80 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
LSD

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	2.40000	1.37941	.090	-.3976	5.1976
	4.00	2.60000	1.37941	.068	-.1976	5.3976
	6.00	4.30000*	1.37941	.004	1.5024	7.0976
2.00	1.00	-2.40000	1.37941	.090	-5.1976	.3976
	4.00	.20000	1.37941	.886	-2.5976	2.9976
	6.00	1.90000	1.37941	.177	-.8976	4.6976
4.00	1.00	-2.60000	1.37941	.068	-5.3976	.1976
	2.00	-.20000	1.37941	.886	-2.9976	2.5976
	6.00	1.70000	1.37941	.226	-1.0976	4.4976
6.00	1.00	-4.30000*	1.37941	.004	-7.0976	-1.5024
	2.00	-1.90000	1.37941	.177	-4.6976	.8976
	4.00	-1.70000	1.37941	.226	-4.4976	1.0976

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 2.00 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.318	3	36	.284

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	121.800	3	40.600	3.426	.027
Within Groups	426.600	36	11.850		
Total	548.400	39			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 2.00 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
LSD

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	2.70000	1.53948	.088	-.4222	5.8222
	4.00	4.00000*	1.53948	.013	.8778	7.1222
	6.00	4.50000*	1.53948	.006	1.3778	7.6222
2.00	1.00	-2.70000	1.53948	.088	-5.8222	.4222
	4.00	1.30000	1.53948	.404	-1.8222	4.4222
	6.00	1.80000	1.53948	.250	-1.3222	4.9222
4.00	1.00	-4.00000*	1.53948	.013	-7.1222	-.8778
	2.00	-1.30000	1.53948	.404	-4.4222	1.8222
	6.00	.50000	1.53948	.747	-2.6222	3.6222
6.00	1.00	-4.50000*	1.53948	.006	-7.6222	-1.3778
	2.00	-1.80000	1.53948	.250	-4.9222	1.3222
	4.00	-.50000	1.53948	.747	-3.6222	2.6222

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 2.20 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.262	3	36	.032

Robust Tests of Equality of Means

Score

	Statistic[a]	df1	df2	Sig.
Welch	6.293	3	19.339	.004

a. Asymptotically F distributed.

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value< 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดต่างกัน ดังนั้นสถิติของ One-way ANOVA ที่ต้องพิจารณาคือ Welch ซึ่งพบว่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 2.20 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

Multiple Comparisons

Score
Tamhane

(I) Time	(J) Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-1.20000	.91043	.756	-3.9971	1.5971
	4.00	.70000	.89753	.972	-2.0526	3.4526
	6.00	2.20000*	.60553	.011	.4118	3.9882
2.00	1.00	1.20000	.91043	.756	-1.5971	3.9971
	4.00	1.90000	1.12990	.503	-1.4366	5.2366
	6.00	3.40000*	.91530	.014	.5944	6.2056
4.00	1.00	-.70000	.89753	.972	-3.4526	2.0526
	2.00	-1.90000	1.12990	.503	-5.2366	1.4366
	6.00	1.50000	.90247	.532	-1.2614	4.2614
6.00	1.00	-2.20000*	.60553	.011	-3.9882	-.4118
	2.00	-3.40000*	.91530	.014	-6.2056	-.5944
	4.00	-1.50000	.90247	.532	-4.2614	1.2614

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ที่ระยะห่าง 2.40 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.131	3	36	.113

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	112.875	3	37.625	1.772	.170
Within Groups	764.500	36	21.236		
Total	877.375	39			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า มากกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 2.40 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

ที่ระยะห่าง 2.60 เมตร

Test of Homogeneity of Variances

Score

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.200	3	37	.323

ANOVA

Score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.010	3	3.003	1.027	.392
Within Groups	108.209	37	2.925		
Total	117.220	40			

จากตารางพบว่า Levene Statistic มีค่า p-value > 0.05 แสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุดไม่ต่างกัน ดังนั้นใช้สถิติของ One-way ANOVA ซึ่งพบว่า มากกว่า 0.05 แสดงว่าค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ ที่ระยะห่าง 2.60 เมตรที่เวลาต่างๆ จำนวนคำตอบที่ตอบผิดไม่มีความแตกต่างกัน

ภาคผนวก ข

การ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบทั้ง 13 คน

ตาราง ข.1 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 1

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
23.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.67	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
10.00	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
23.33	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
16.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
10.00	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
43.33	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
26.67	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
20.00	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
53.33	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
46.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
33.33	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
60.00	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
53.33	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
46.67	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
66.67	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
70.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
60.00	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
73.33	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
70.00	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.363	0.399	0.685	0.685	0.895	0.935	0.940	0.936

ตาราง ข.2 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 2

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.67	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
16.67	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
23.33	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
20.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
10.00	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
33.33	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
33.33	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
23.33	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
53.33	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
40.00	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
30.00	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
53.33	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
46.67	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
40.00	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
66.67	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
66.67	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
56.67	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
70.00	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
66.67	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
60.00	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.369	0.385	0.666	0.666	0.877	0.919	0.924	0.921

ตาราง ข.3 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 3

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.33	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
13.33	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
30.00	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
16.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
13.33	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
40.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
30.00	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
26.67	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
56.67	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
43.33	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
36.67	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
60.00	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
46.67	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
43.33	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
63.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
60.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
50.00	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
70.00	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
63.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
56.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.456	0.463	0.750	0.750	0.941	0.966	0.962	0.953

ตาราง ข.4 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 4

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.33	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
10.00	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
26.67	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
30.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
13.33	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
43.33	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
33.33	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
26.67	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
63.33	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
56.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
43.33	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
66.67	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
60.00	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
46.67	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
76.67	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
63.33	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
66.67	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
70.00	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.367	0.395	0.688	0.688	0.909	0.953	0.960	0.957

ตาราง ข.5 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 5

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
26.67	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.33	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
16.67	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
30.00	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
20.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
13.33	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
50.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
46.67	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
26.67	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
63.33	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
50.00	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
40.00	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
70.00	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
66.67	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
56.67	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
73.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
73.33	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
60.00	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
76.67	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.386	0.429	0.713	0.713	0.912	0.944	0.944	0.937

ตาราง ข.6 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 6

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
23.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.67	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
6.67	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
33.33	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
30.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
23.33	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
40.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
36.67	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
30.00	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
53.33	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
43.33	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
33.33	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
66.67	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
60.00	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
50.00	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
63.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
66.67	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
70.00	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
70.00	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
63.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.306	0.349	0.638	0.638	0.872	0.926	0.939	0.940

ตาราง ข.7 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 7

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
13.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.00	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
3.33	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
20.00	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
10.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
6.67	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
30.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
20.00	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
16.67	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
40.00	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
36.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
33.33	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
63.33	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
56.67	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
46.67	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
73.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
70.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
56.67	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
70.00	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.321	0.332	0.622	0.622	0.863	0.922	0.938	0.941

ตาราง ข.8 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 8

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
23.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.33	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
23.33	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
40.00	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
20.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
23.33	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
40.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
33.33	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
33.33	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
56.67	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
43.33	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
36.67	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
60.00	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
50.00	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
40.00	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
73.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
70.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
53.33	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.427	0.413	0.690	0.690	0.884	0.916	0.916	0.910

ตาราง ข.9 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 9

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
10.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.33	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
23.33	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
40.00	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
30.00	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
16.67	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
50.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
30.00	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
23.33	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
56.67	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
36.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
36.67	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
66.67	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
50.00	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
40.00	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
73.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
70.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
53.33	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.453	0.441	0.706	0.706	0.878	0.898	0.893	0.883

ตาราง ข.10 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 10

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
23.33	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.33	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
10.00	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
40.00	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
26.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
16.67	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
40.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
36.67	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
30.00	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
56.67	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
46.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
36.67	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
66.67	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
56.67	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
40.00	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
73.33	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
70.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
53.33	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.462	0.498	0.781	0.781	0.956	0.972	0.963	0.951

ตาราง ข.11 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 11

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.00	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
13.33	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
26.67	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
26.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
16.67	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
56.67	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
46.67	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
33.33	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
60.00	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
53.33	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
36.67	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
66.67	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
63.33	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
53.33	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
66.67	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
60.00	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
56.67	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
70.00	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
66.67	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.352	0.403	0.685	0.685	0.890	0.928	0.931	0.927

ตาราง ข.12 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 12

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
20.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.00	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
0.00	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
36.67	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
26.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
16.67	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
40.00	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
40.00	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
23.33	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
50.00	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
43.33	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
40.00	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
66.67	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
50.00	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
53.33	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
70.00	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
66.67	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
60.00	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
66.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
70.00	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
70.00	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.326	0.381	0.674	0.674	0.901	0.950	0.959	0.958

ตาราง ข.13 ผลการ Trial เพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะห่างระหว่างกระดาษคำตอบกับเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับในรูปของค่าดัชนีความยาก ของผู้ทดสอบคนที่ 13

จำนวนคำตอบที่ตอบผิด (%)	$\frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{T}$	$\log \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^2}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^3}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^4}{\sqrt{T}}$	$\log_2 \frac{D^5}{\sqrt{T}}$
30.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.67	0.50	-0.30	-0.15	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50	-0.50
10.00	0.25	-0.60	-0.30	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
43.33	1.20	0.08	0.08	0.26	0.53	0.79	1.05	1.32
26.67	0.60	-0.22	-0.07	-0.24	0.03	0.29	0.55	0.82
10.00	0.30	-0.52	-0.22	-0.74	-0.47	-0.21	0.05	0.32
53.33	1.40	0.15	0.15	0.49	0.97	1.46	1.94	2.43
40.00	0.70	-0.15	0.00	-0.01	0.47	0.96	1.44	1.93
16.67	0.35	-0.46	-0.15	-0.51	-0.03	0.46	0.94	1.43
56.67	1.60	0.20	0.20	0.68	1.36	2.03	2.71	3.39
46.67	0.80	-0.10	0.05	0.18	0.86	1.53	2.21	2.89
40.00	0.40	-0.40	-0.10	-0.32	0.36	1.03	1.71	2.39
70.00	1.80	0.26	0.26	0.85	1.70	2.54	3.39	4.24
60.00	0.90	-0.05	0.10	0.35	1.20	2.04	2.89	3.74
50.00	0.45	-0.35	-0.05	-0.15	0.70	1.54	2.39	3.24
66.67	2.00	0.30	0.30	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
66.67	1.00	0.00	0.15	0.50	1.50	2.50	3.50	4.50
63.33	0.50	-0.30	0.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00
76.67	2.20	0.34	0.34	1.14	2.28	3.41	4.55	5.69
73.33	1.10	0.04	0.19	0.64	1.78	2.91	4.05	5.19
70.00	0.55	-0.26	0.04	0.14	1.28	2.41	3.55	4.69
R^2	0.436	0.513	0.778	0.778	0.929	0.935	0.920	0.905

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการใช้สมการทำนายจำนวนโต๊ะสอบและจำนวนผู้คุมสอบ

เนื่องจากไม่ได้มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ของเวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับกับจำนวนผู้คุมสอบ ดังนั้นจึงกำหนดให้ เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับที่ 1, 2 และ 4 วินาที แทนด้วยจำนวนผู้คุมสอบ 3, 2 และ 1 คน ตามลำดับ นั่นคือ ที่เวลาในการมองข้อสอบต้นฉบับ 1 วินาที ผู้ทดสอบมีเวลาไม่นานในการมองข้อสอบต้นฉบับ เปรียบได้กับการมีจานวนผู้คุมสอบหลายคนในห้องสอบ โดยเลือกใช้รูปแบบสมการถดถอยแบบพหุคูณ ดังสมการที่ 4.4 เนื่องจาก มีความเชื่อมั่น R^2 สูงกว่า และอยู่ใ นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ที่เป็น บวก กับ ลบ ซึ่งสามารถอธิบายความหมายได้ ง่ายกว่า และนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ง่ายกว่า

ตาราง ค. 1 ผลการคำนวณระยะห่างกระดาษคาตอบและค่าความผิดพลาดที่ดัชนีความยาก ต่างๆ ด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณ ในเบื้องต้น

ดัชนีความยาก	ระยะห่าง กระดาษคำตอบ (เมตร)	เวลาในการมอง (วินาที)	ความผิดพลาด (%)
1	0.10	1	3
	0.20	2	
	0.40	4	
2	1.10	1	33
	1.20	2	
	1.40	4	
3	2.10	1	62
	2.20	2	
	2.40	4	
4	3.10	1	92
	3.20	2	
	3.40	4	
5	4.10	1	121
	4.20	2	
	4.40	4	
6	5.10	1	151
	5.20	2	
	5.40	4	

จากสมการที่ 4.5 ที่ใช้หาดัชนีความยาก สามารถนำมาคำนวณหาระยะห่างระหว่างกระดาษ คำตอบได้ โดยการแทนค่าเวลาในการมอง (T) กับดัชนีความยาก (ID) จะได้ค่าระยะห่างกระดาษคำตอบ และเมื่อแทนค่าดัชนีความยาก เพื่อทำนายค่าความผิดพลาดในการลอกข้อสอบ

เมื่อคำนวณระยะห่างกระดาษคำตอบกับค่าความผิดพลาดที่ระดับความยากต่างๆ โดยทำการคำนวณตั้งแต่ระดับความยากที่ 1 ถึง 6 เพื่อดูความเป็นไปได้ของระยะห่างกระดาษคำตอบว่าเหมาะสมกับการใช้งานจริงหรือไม่ จากลักษณะของห้องเรียนที่พบมากที่สุดเป็นห้องเรียนกว้าง 9 เมตร (น้าผึ้ง, 2549) จะเห็นว่าจากตาราง ค. ระดับความยากตั้งแต่ 2 ถึง 4 จะได้ระยะห่างและเวลาในการมองที่เหมาะกับการนำมาไปงานจริง เนื่องจากมีค่าไม่มากเกินไป ขณะที่ระดับความยากที่ 1 ที่เวลาในการมองเท่ากับ 1 วินาที เป็นระยะห่างที่ใกล้มากซึ่งทำให้จำนวนโต๊ะที่จะจัดในห้องสอบอยู่ใกล้กันมากเกินไป ดังนั้นจึงจากการคำนวณระยะห่างกระดาษคำตอบและค่าความผิดพลาดที่ดัชนีความยากต่างๆ ด้วยสมการถดถอยแบบพหุคูณจึงเลือกใช้ ระยะห่างกระดาษคำตอบที่ระดับความยากตั้งแต่ 2 ถึง 4 มาใช้

ตาราง ค.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดห้องสอบที่ควรใช้จริง

ดัชนีความยาก	ลักษณะการสอบ	ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	จำนวนผู้คุมสอบ (คน)	ค่าความผิดพลาด (%)
2	การสอบที่ไม่เข้มงวดมาก เหมาะกับห้องสอบที่มีพื้นที่ในการจัดห้องสอบจำกัด เช่น การสอบเลื่อนชั้นระดับโรงเรียน	1.10	3	33
		1.20	2	
		1.40	1	
3	การสอบที่เข้มงวดปานกลาง เหมาะกับห้องสอบที่มีพื้นที่ในการจัดห้องสอบมาก เช่น การสอบเลื่อนชั้นระดับมหาวิทยาลัย	2.10	3	62
		2.20	2	
		2.40	1	
4	การสอบที่เข้มงวดมาก เหมาะกับห้องสอบที่มีพื้นที่ในการจัดห้องสอบมาก เช่น การสอบเข้ามหาวิทยาลัย การสอบบรรจุต่างๆ	3.10	3	92
		3.20	2	
		3.40	1	

จากสมการที่ใช้ในการหาจำนวนโต๊ะที่ใช้ในการจัดห้องสอบ(สมการที่ 5.1) สามารถแปลงสมการโดยให้ตัวแปรของระยะห่างกระดาษคาตอบ (D) อยู่ในรูปความสัมพันธ์ของดัชนีความ

ยาก (ID) และเวลาในการมอง (T) สำหรับในกรณีที่ทราบจานวนผู้คุมสอบต่อห้องแล้วต้องการรู้จำนวนโต๊ะสอบในแนวนอน จะได้ดังสมการ ค. 1

จากสมการ $ID = (D - 0.09T) + 1$ _____(4.5)

แทนค่า $D = ID - 1 + 0.09T)$ ลงในสมการที่ 5.1

จะได้ $Seat_colum = \left(\frac{W - (S + l)}{ID - 1 + 0.09T} \right) + 1$

ในการนำสมการไปใช้คำนวณหาจำนวณโต๊ะสอบนั้ นเมื่อที่ทราบจำนวนผู้คุมสอบ (T) ต่อห้องและต้องการหาจำนวนโต๊ะสอบที่ใช้ในแนวนอน ($Seat_colum$) เมื่อคำนวณหาจำนวนโต๊ะสอบได้เศษเท่าไหร่ให้ปัดลง เนื่องจากถ้าปัดเศษขึ้นจะทำให้จำนวนโต๊ะสอบมาก กว่าเดิม 1 ตัว อาจทำให้ต้องลดระดับความยากลง เพื่อให้ระยะห่างกระดาษคำตอบลดลงเพียงพอที่จะสามารถจัดโต๊ะสอบให้พอดีกับขนาดห้อง

ตัวอย่าง ให้หาจานวนโต๊ะสอบในแนวนอน สาหรับการสอบภาคความรู้ความสามารถทั่วไปของ ก.พ.โดยห้องสอบกว้าง 11 เมตร (W) ระยะห่างระหว่างโต๊ะสอบกับผนัง (หน้าต่าง) 0.5 เมตร (S) มีจำนวนผู้คุมสอบ 3 คนต่อห้อง และขนาดโต๊ะสอบ 0.6 เมตร (l)

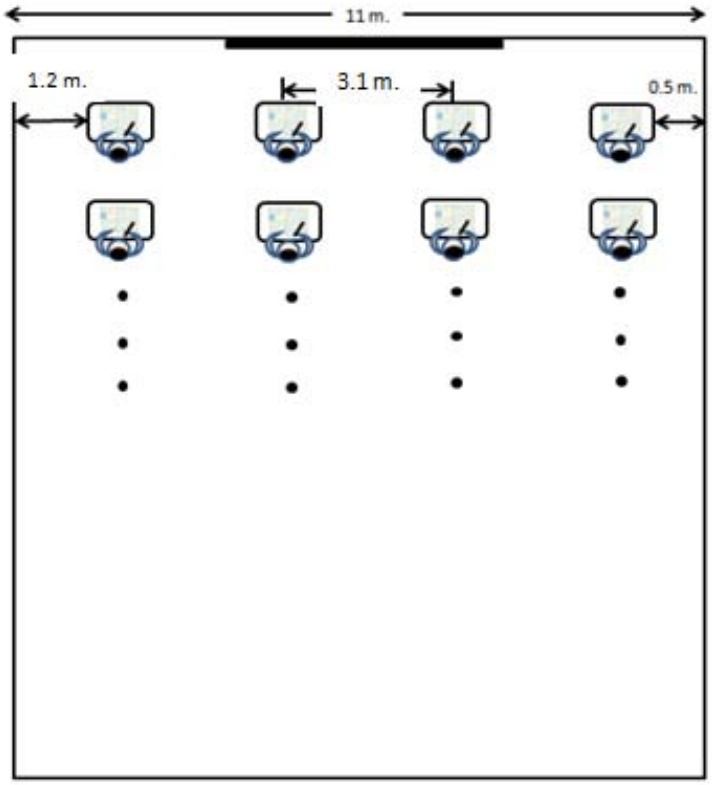
วิธีทำ การจัดห้องสอบสาหรับการสอบภาคความรู้ความสามารถทั่วไป ของ ก.พ.เป็นการสอบบรรจุเข้ารับราชการ ซึ่งมีความเข้มงวดมาก ดังนั้ นดัชนีความยากในการลอกข้อสอบเท่ากับ 4 และจำนวนผู้คุมสอบ 3 คนต่อห้อง แสดงว่าผู้เข้าสอบมีเวลาเพียง 1 วินาที (T) ในการลอกข้อสอบแต่ละข้อ

$$Seat_colum = \left(\frac{W - (S + l)}{ID - 1 + 0.09T} \right) + 1$$

$$= \left(\frac{11 - (0.5 + 0.6)}{4 - 1 + 0.09(1)} \right) + 1$$

$$= 4.4 \quad \text{ตัว}$$

เพราะฉะนั้ นจะต้องจัดโต๊ะสอบในแนวนอนจำนวน 4 ตัว จากตารางที่ ค.2 เมื่อทราบดัชนีความยากในการลอกข้อสอบเท่ากับ 4 และจำนวนผู้คุมสอบ 3 คนต่อห้อง จะได้ระยะห่างกระดาษคาตอบเท่ากับ 3.10 เมตร ดังรูปที่ ค. 1



รูปที่ ค.1 แผนภาพระยะต่างๆสำหรั บการจัดห้องสอบภาคความรู้ความสามารถทั่ วไป ของ ก.พ.

จากรูปที่ ค.1 จะเห็นว่าเมื่อทำการจัดโต๊ะสอบจำนวน 4 ตัวในแนวนอนจะเหลือที่ 1.20 เมตร ถ้าจัดโต๊ะสอบจำนวน 5 ตัวจะต้องใช้พื้นที่ทั้ งหมด 12.90 เมตร ซึ่งมากกว่าความกว้างห้องที่กำหนด แต่ถ้าต้องการจัดโต๊ะสอบจำนวน 5 ตัว จะทำให้ระยะห่างกระดาษคำตอบลดลง โอกาสในการลอกข้อสอบจะมีมากขึ้น เพราะฉะนั้ นเมื่อคำนวณจำนวนโต๊ะสอบได้เศษเท่าไหร่ให้ปัดลง

ภาคผนวก ง
ข้อมูลการทดลอง

ตาราง ง.1 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดในการทำ Pilot study เพื่อหาขอบเขตของระยะห่างระหว่างข้อสอบที่เวลาต่างๆ

ระยะเวลาในการมองข้อสอบ (วินาที) / ระยะห่างของข้อสอบ (เมตร)	ครั้งที่	จำนวนคำตอบที่ผิด (ข้อ)																			
		คนที่ 1				คนที่ 2 (First)				คนที่ 3				คนที่ 4				คนที่ 5			
		1 วินาที	2 วินาที	4 วินาที	6 วินาที	1 วินาที	2 วินาที	4 วินาที	6 วินาที	1 วินาที	2 วินาที	4 วินาที	6 วินาที	1 วินาที	2 วินาที	4 วินาที	6 วินาที	1 วินาที	2 วินาที	4 วินาที	6 วินาที
0.80	1	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	2	1	0	0
	2	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
	เฉลี่ย	0	0	0	0	4.5	0.5	0	0.5	0	0	0	0.5	1	1	0	0	2.5	0.5	0	0
1.00	1	8	2	0	0	17	0	0	1	6	1	0	3	6	1	0	0	3	3	0	0
	2	7	0	0	0	15	2	0	0	0	1	2	0	10	0	0	0	1	1	2	0
	เฉลี่ย	7.5	1	0	0	16	1	0	0.5	3	1	1	1.5	8	0.5	0	0	2	2	1	0
1.20	1	10	7	0	2	19	4	9	8	12	5	4	7	10	5	2	6	8	4	1	0
	2	6	5	0	4	16	4	7	3	10	9	6	6	14	8	0	0	9	5	3	0
	เฉลี่ย	8	6	0	3	17.5	4	8	5.5	11	7	5	6.5	12	6.5	1	3	8.5	4.5	2	0
1.40	1	11	12	3	5	23	16	4	9	17	10	9	17	12	11	5	8	10	6	2	0
	2	8	12	11	11	21	13	5	5	17	14	3	9	11	10	10	5	14	4	1	6
	เฉลี่ย	9.5	12	7	8	22	14.5	4.5	7	17	12	6	13	11.5	10.5	7.5	6.5	12	5	1.5	3
1.60	1	16	12	16	10	13	17	5	17	17	7	7	11	18	13	12	10	13	15	6	6
	2	21	12	11	5	22	9	15	0	16	7	11	11	14	14	6	13	20	11	4	10
	เฉลี่ย	18.5	12	13.5	7.5	17.5	13	10	8.5	16.5	7	9	11	16	13.5	9	11.5	16.5	20	5	8
1.80	1	17	18	19	18	21	12	17	17	20	19	16	21	16	14	18	14	19	14	10	13
	2	21	13	8	17	17	19	14	12	22	21	20	13	15	15	20	12	14	13	9	5
	เฉลี่ย	19	15.5	13.5	17.5	19	15.5	15.5	14.5	21	20	18	17	15.5	14.5	19	13	16.5	13.5	9.5	9
2.00	1	19	17	9	19	26	21	19	14	17	16	18	18	20	18	13	13	20	18	14	11
	2	20	17	14	15	26	24	24	17	22	18	20	22	17	16	15	17	19	14	20	15
	เฉลี่ย	19.5	17	11.5	17	26	22.5	21.5	15.5	19.5	17	19	20	18.5	17	14	15	19.5	16	17	13
2.20	1	24	26	28	17	25	29	22	24	21	20	20	17	24	26	16	19	22	20	21	16
	2	25	21	28	27	23	27	23	19	24	23	19	21	21	24	20	19	20	16	17	19
	เฉลี่ย	24.5	23.5	28	22	24	28	22.5	21.5	22.5	21.5	19.5	19	22.5	25	18	19	21	18	19	17.5
2.40	1	24	24	22	20	23	27	22	24	25	25	20	21	25	22	19	21	21	21	21	21
	2	22	23	23	19	24	26	27	21	23	28	26	22	22	23	22	20	24	23	24	22
	เฉลี่ย	23	23.5	22.5	19.5	23.5	26.5	24.5	22.5	24	26.5	23	21.5	23.5	22.5	20.5	20.5	22.5	22	22.5	21.5
2.60	1	24	23	24	25	26	27	24	22	26	24	26	22	26	23	22	22	26	25	25	25
	2	23	23	23	22	24	23	28	25	25	22	22	27	24	25	26	27	27	25	24	24
	เฉลี่ย	23.5	23	23.5	23.5	25	25	26	23.5	25.5	23	24	24.5	25	24	24	24.5	26.5	25	24.5	24.5

ตาราง ง.2 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 1 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1.20	3	5	7	3	5	7	3	5	7
1.40	6	8	14	6	8	9	6	8	13
1.60	10	14	14	10	14	17	10	14	16
1.80	9	12	18	13	16	18	15	16	18
2.00	19	21	20	18	21	20	18	21	20
2.20	17	21	22	21	21	22	19	21	22

ตาราง ง.3 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 2 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	7	5	6	3	5	6	3	5	6
1.20	3	6	7	3	6	7	3	6	7
1.40	7	14	10	7	7	10	7	9	10
1.60	5	12	18	13	12	14	9	12	15
1.80	12	14	16	12	14	18	12	14	17
2.00	17	22	20	17	18	20	17	19	20
2.20	16	20	21	20	20	21	18	20	21

ตาราง ง.4 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 3 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	4	4	6	4	4	6	4	4	6
1.20	4	5	9	4	5	9	4	5	9
1.40	10	7	12	6	11	12	8	10	12
1.60	14	13	19	9	13	16	11	13	16
1.80	16	14	18	11	14	18	12	14	18
2.00	15	21	19	15	16	19	15	17	19
2.20	17	19	21	17	19	21	17	19	21

ตาราง ง.5 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 4 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	3	4	6	3	4	6	3	4	6
1.20	4	10	8	4	9	8	4	6	8
1.40	10	10	13	7	10	13	8	10	13
1.60	13	17	19	13	17	19	13	15	19
1.80	11	18	18	17	18	22	15	18	21
2.00	20	17	23	20	21	23	20	22	23
2.20	19	22	23	23	22	23	23	22	23

ตาราง ง.6 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 5 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	5	4	8	5	4	8	5	4	8
1.20	4	6	9	4	6	9	4	6	9
1.40	8	14	15	8	14	15	8	10	15
1.60	12	15	20	12	16	18	12	14	18
1.80	17	20	21	17	20	21	17	20	21
2.00	15	22	22	21	22	22	20	22	22
2.20	20	23	23	20	23	23	20	23	23

ตาราง ง.7 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 6 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	2	5	7	2	5	7	2	5	7
1.20	7	11	10	7	8	10	7	9	10
1.40	9	11	12	9	11	12	9	11	12
1.60	10	13	16	10	13	16	10	13	16
1.80	15	18	23	15	18	17	15	18	22
2.00	22	20	21	20	20	18	20	20	23
2.20	20	17	19	20	21	23	20	22	23

ตาราง ง.8 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 7 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	1	3	4	1	3	4	1	3	4
1.20	2	3	6	2	3	6	2	3	6
1.40	5	5	11	5	7	9	5	6	11
1.60	12	10	10	9	13	15	8	10	14
1.80	17	16	21	11	19	17	14	16	18
2.00	16	21	22	18	21	22	19	21	22
2.20	21	22	23	21	22	23	21	22	23

ตาราง ง.9 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 8 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	7	4	7	7	4	7	7	4	7
1.20	7	2	12	7	10	12	7	10	12
1.40	10	8	12	10	13	12	10	11	12
1.60	11	13	19	11	13	15	11	13	15
1.80	12	15	18	12	15	18	12	15	18
2.00	16	18	19	16	18	19	16	18	19
2.20	20	21	23	20	21	23	20	21	23

ตาราง ง.10 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 9 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	3	4	6	3	4	6	3	4	6
1.20	5	9	8	5	9	8	5	9	11
1.40	4	9	19	10	10	12	9	12	14
1.60	11	7	17	11	15	17	11	13	17
1.80	14	15	20	12	15	20	14	15	20
2.00	12	19	21	16	18	21	18	19	21
2.20	20	20	24	20	21	24	20	20	24

ตาราง ง.11 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 10 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	5	6	9	3	4	6	5	6	9
1.20	7	7	11	5	9	8	7	7	11
1.40	9	12	13	10	10	12	9	12	13
1.60	10	14	18	11	15	17	10	14	18
1.80	15	19	20	12	15	20	15	19	20
2.00	18	21	22	16	18	21	18	21	22
2.20	21	22	23	20	21	24	21	22	23

ตาราง ง.12 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 11 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	4	6	9	4	6	9	4	6	9
1.20	5	8	7	5	8	10	5	8	10
1.40	10	14	17	10	14	17	10	14	17
1.60	9	16	18	14	16	18	14	16	18
1.80	16	19	22	16	19	19	16	19	21
2.00	17	17	20	17	19	21	17	18	20
2.20	20	22	21	20	22	21	20	22	25

ตาราง ง.13 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 12 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	0	3	6	0	3	6	0	3	6
1.20	5	8	11	5	8	11	5	8	11
1.40	6	12	11	8	12	14	11	12	16
1.60	12	11	13	12	15	18	12	17	18
1.80	16	15	20	16	16	20	16	18	20
2.00	18	20	21	18	21	21	18	20	22
2.20	21	21	19	21	22	22	21	21	24

ตาราง ง.14 จำนวนคำตอบที่ตอบผิดของผู้ทดสอบคนที่ 13 เพื่อใช้สร้างสมการทำนายค่าความผิดพลาด

เวลาในการมอง / ระยะห่างกระดาษคำตอบ (เมตร)	ครั้งที่ 1			ครั้งที่ 2			ค่าเฉลี่ย		
	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที	4 วินาที	2 วินาที	1 วินาที
1.00	3	5	9	3	5	9	3	5	9
1.20	3	8	13	3	8	13	3	8	13
1.40	2	14	19	9	11	14	8	12	15
1.60	12	14	17	12	14	17	12	14	17
1.80	15	18	21	15	18	21	13	18	21
2.00	19	20	19	19	20	21	19	20	20
2.20	21	22	23	21	22	23	21	22	23

ตาราง ง.15 เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ได้จากผู้ทดสอบกลุ่มใหม่ทั้ง 16 คน เพื่อใช้ยืนยันความแม่นยำของสมการ

ระยะห่าง (D)	เวลา (T)	ค่าความผิดพลาด (เปอร์เซ็นต์)				
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1.00	1.0	33.3	0.0	23.3	30.0	30.0
1.00	2.0	3.3	3.3	20.0	3.3	16.7
1.00	4.0	3.3	3.3	3.3	3.3	6.7
1.20	1.0	30.0	16.7	40.0	33.3	10.0
1.20	2.0	20.0	16.7	13.3	26.7	26.7
1.20	4.0	6.7	6.7	16.7	10.0	16.7
1.40	1.0	73.3	46.7	50.0	53.3	63.3
1.40	2.0	66.7	30.0	33.3	36.7	43.3
1.40	4.0	20.0	16.7	33.3	20.0	33.3
1.60	1.0	60.0	56.7	50.0	40.0	60.0
1.60	2.0	53.3	40.0	46.7	36.7	30.0
1.60	4.0	16.7	23.3	40.0	30.0	36.7
1.80	1.0	56.7	56.7	56.7	56.7	33.3
1.80	2.0	36.7	46.7	46.7	53.3	60.0
1.80	4.0	40.0	40.0	36.7	66.7	50.0
2.00	1.0	63.3	66.7	60.0	63.3	60.0
2.00	2.0	53.3	66.7	73.3	63.3	63.3
2.00	4.0	46.7	53.3	70.0	50.0	73.3
2.20	1.0	70.0	73.3	90.0	70.0	66.7
2.20	2.0	70.0	70.0	90.0	53.3	70.0
2.20	4.0	56.7	66.7	60.0	50.0	50.0

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกรองกาญจน์ วิวัฒน์วิศวกร เกิดเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ.2528 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ.2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2552