

ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติกเพื่อการจัดกลุ่มการเรียนรู้และ ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับสำหรับการวิเคราะห์เกรดนักศึกษา

Multinomial Logistic Regression Model for Learning Classification and Ordinal Logistic Regression Model for Student Grade Analysis

เกรียง กิจบำรุงรัตน์ (Krieng Kitbumrungrat)*

บทคัดย่อ

บทความนี้ต้องการหาตัวแบบการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model) และตัวแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดนักศึกษา) โดยใช้การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) สำหรับวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรของนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ผลสรุปคือการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติกเพื่อการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค 45% (x_1) คะแนนสอบปลายภาค 40% (x_2) และคะแนนรายงาน 15% (x_3) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และความน่าจะเป็นสาขาวิชาของคณะอุตสาหกรรมเกษตรเป็นตัวแปรตามมี 3 สาขาวิชาคือสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN): (p_1), สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM): (p_2) และสาขาวิชาวนวัฒนกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขิตภัณฑ์ (IPD): (p_3) เป็นตัวแปรตาม โดยมีสาขาวิชาวนวัฒนกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขิตภัณฑ์ (IPD) เป็นสาขาวิชาอ้างอิง พบว่าพบว่าคะแนนสอบกลางภาคเพียงอย่างเดียวสามารถทำนายกลุ่มการเรียนรู้ของนักศึกษา (สาขาวิชา) ได้ ส่วนการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) เพื่อการวิเคราะห์ตัวแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดนักศึกษา) ตัวแปรตามคือเกรดนักศึกษา (A, B+, B, C+, C, D+, D และ F) โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค 45% (x_1) คะแนนสอบปลายภาค 40% (x_2) และคะแนนรายงาน 15% (x_3) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ จะได้ตัวแบบในการพยากรณ์จำแนกกลุ่มเกรดนักศึกษาจำนวน 7 ตัวแบบ และเมื่อทำการทดสอบสมมติฐานการถดถอยของแต่ละตัวแบบพบว่าสมมติฐานการถดถอยของแต่ละกลุ่มเท่ากันจึงสามารถใช้เทคนิคการถดถอย ลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) วิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวได้

คำสำคัญ : ตัวแบบถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ, การจัดกลุ่มการเรียนรู้, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

* คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี Corresponding Author, E-mail: Kriengstat@yahoo.com

Abstract

The purpose of this study is to obtain learning classification by multinomial logistic regression model and student achievement measurement model (Student Grade) by ordinal logistic regression model for mathematics for agro-industry undergraduate class at King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB) Prachinburi Campus. Results of analysis are described as follows: multinomial logistic regression model for learning classification. Mid-term examination score (x_1), final examination score (x_2) and report score (x_3), are independent variables. On the other side probability, each of three Programs faculties are dependent variable: Food science and nitriting Program (FSN): (p_1), Food science and management Program (FSM): (p_2) and Innovation and product development technology Program (IPD): (p_3). The reference category is Program of Innovation and product development technology (IPD). p_i , $i = 1, 2, 3$ refers to the cumulative probability passing the examination. As a result, only mid-term examination score affects can the student classification for each program. The resulted the ordinal logistic regression model for student achievement measurement model (Student Grade). Student Grade (A, B+, B, C+, C, D+, D and F) are dependent variable. Mid-term examination score (x_1), final examination score (x_2) and report score (x_3), are independent variables. As a result, the ordinal logistic regression model for student achievement measurement model (student grade) has 7 models. And the study results for flexibility student achievement measurement model that student grade can use predicted the student classification for flexibility

Keywords: Multinomial Logistic Regression Model, Ordinal Logistic Regression Model, Student Classification, Student Grade.

1.บทนำ

คณิตศาสตร์ คือ วิชาที่ว่าด้วยการคำนวณเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารของจำนวน เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิด เป็นวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นตรรกวิทยา และเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง การเรียนการสอนเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน พบว่าเป็นปัญหาเรื้อรังมานานอาจมีสาเหตุหลายประการ เช่น การมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไม่เห็นคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ที่ยากได้ มีความบกพร่องในด้านกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นฐานของผู้เรียน ความสนใจ ความถนัด ความชอบในการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถของครู โดยครูที่สามารถสอนให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี รวมทั้งมีทักษะและเทคนิคการสอนเฉพาะในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของตนเอง ดังนั้นเทคนิคการสอนของครู จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น (กมลพร จินดาหลวง, 2549)

วิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) เป็นวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ในระดับปริญญาตรี ที่จัดให้มีการเรียนการสอนแก่นักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ซึ่งในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 สามารถแบ่งกลุ่มเรียนออกได้เป็น 3 สาขาวิชาคือ สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN) สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM) และสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) วิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรเนื้อหาวิชาจะเน้นทักษะที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้พื้นฐานในงานด้านอุตสาหกรรมเกษตร ที่จะนำไปสู่การเรียนรู้และประยุกต์ใช้ในกลุ่มประสบการณ์อื่นๆ และการเรียนในระดับที่สูงขึ้นไป เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิดและคิดเป็น คือ คิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบขั้นตอนในการคิด สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน วิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรเป็นพื้นฐานในการศึกษารายวิชาของแต่ละสาขาวิชา ถือได้ว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่นักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตรควรตั้งใจในการศึกษาเล่าเรียน แต่ผู้เรียนมักขาดประสบการณ์ในการวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาโจทย์ จึงดูเหมือนว่าวิชานี้ยาก และน่าเบื่อหน่าย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ

จากข้อมูลสถิติผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร ในปีที่ผ่านมา นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ขาดแรงจูงใจในการเรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ นักศึกษาส่วนใหญ่ยังเคยชินกับการเป็นผู้รับมากกว่าเป็นผู้แสวงหาหาความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ในรายวิชาดังกล่าวโดยเฉพาะเนื้อหาเรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ความชันเส้นโค้งอนุพันธ์ของฟังก์ชัน สูตรเบื้องต้นในการหาอนุพันธ์ กฎลูกโซ่ อนุพันธ์อันดับสูง อนุพันธ์ของฟังก์ชันแฝง อัตราสัมพัทธ์ ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดสัมพัทธ์ของฟังก์ชันและการประยุกต์ค่าสูงสุด/ค่าต่ำสุด อินทิกรัลจำกัดเขตและไม่จำกัดเขต การอินทิเกรตฟังก์ชันต่าง ๆ การอินทิเกรตโดยการเปลี่ยนตัวแปร เทคนิคการอินทิเกรต การหาพื้นที่ใต้โค้ง การประยุกต์ของการอินทิเกรต เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ ระบบสมการเชิงเส้น การแก้ระบบสมการหาคำตอบโดยวิธี Gaussian Elimination และ Gauss Jordan สมการเชิงอนุพันธ์สามัญอันดับ 1 และการประยุกต์ของสมการเชิงอนุพันธ์ ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน และลักษณะโจทย์มีหลากหลายรูปแบบ ทำให้นักศึกษาขาดทักษะในการวิเคราะห์และการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว (ทิตินา แคมมณี, 2546). ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติกถูกใช้เพื่อการจัดกลุ่มการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนรายงาน ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และคณะเป็น ตัวแปรตามที่มี 3 ระดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าคะแนนสอบกลางภาค เพียงอย่างเดียวสามารถทำนายกลุ่ม คณะการเรียน (เกรียง กิจบำรุงรัตน์, 2553). ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับสำหรับคณะวิชาและการวิเคราะห์เกรดนักศึกษา จากค่าความน่าจะเป็นที่นักศึกษาจะสอบผ่านพบว่าคะแนนสอบกลางภาคเพียงอย่างเดียวสามารถทำนายกลุ่ม คณะการเรียนของนักศึกษาได้และจากตัวแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าตัวแบบ เกรดนักศึกษาที่ได้สามารถใช้ในการพยากรณ์เพื่อการจัดกลุ่มเกรดนักศึกษาจำนวน 7 ตัวแบบ ได้อย่างมีความเหมาะสม (เกรียง กิจบำรุงรัตน์, 2556). ผู้ศึกษาในฐานะอาจารย์ผู้สอนจึงมีแนวคิดที่จะวิเคราะห์ตัวแบบ การถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model) เพื่อการจัดกลุ่มการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรของนักศึกษา เพื่อทราบผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา (เกรดนักศึกษา) ซึ่งพิจารณาจากผลคะแนนสอบของคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนน

รายงาน ระหว่างการกำหนดน้ำหนักคะแนนสอบที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) ในการวิเคราะห์คะแนนสอบได้เป็นตัวแปรที่นักศึกษาจะสามารถคาดหวังผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และจะช่วยให้ นักศึกษาวิเคราะห์ผลการเรียนได้ (เกรดนักศึกษา) ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้ จะช่วยลดปัญหาการเรียนติดเกรด F และจะช่วยลดปัญหาการเรียนการสอนที่ยังขาดประสิทธิภาพให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ย่อมจะเป็นการส่งเสริมถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ

ปัจจุบันพบว่า ครู อาจารย์ และผู้บริหารในสถานศึกษาต่างให้ความสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามากกว่าสิ่งอื่น ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญสูงสุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ให้ความสำคัญในการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2542)

2.วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) การศึกษาตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model) เพื่อการจัดกลุ่มสาขาวิชาของนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร โดยตัวแปรตามเป็นสาขาวิชาที่เรียนของนักศึกษา โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนรายงาน ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ

2) การศึกษาตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) เพื่อการวิเคราะห์ตัวแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดนักศึกษา) ตัวแปรตามคือ เกรดนักศึกษา (A, B+, B, C+, C, D+, D และ F) โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนรายงาน ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ

3.ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ทฤษฎีและวิธีการศึกษา

3.1.1 ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยมัลติโนเมียลโลจิสติก

การวิเคราะห์การถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Analysis) เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตามทำให้ทราบว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามและสร้างสมการพยากรณ์โดยใช้ตัวแปรอิสระเป็นตัวพยากรณ์ตัวแปรตาม ซึ่งตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่ามากกว่า 2 ค่า (วีรานันท์ พงศาภักดี. 2541) ในการศึกษาเป็นการประยุกต์สำหรับการจัดกลุ่มสาขาการเรียนของนักศึกษา โดยตัวแปรตามเป็นสาขาวิชาที่เรียนของนักศึกษา และตัวแปรอิสระคือ คะแนนสอบกลางภาค 45% คะแนนสอบปลายภาค 40% และคะแนนรายงาน 15% ของวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry)

$$\text{ตัวแบบการถดถอยมัลติโนเมียลโลจิสติก คือ } \ln \left(\frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \alpha_i + \beta x \quad \dots\dots (1)$$

เมื่อ P_i คือ ความน่าจะเป็นสะสมของตัวแปรตามกลุ่มที่ i ,

α_i คือ ค่าคงที่สำหรับตัวแปรตามกลุ่มที่ i ,

i คือ จำนวนระดับของตัวแปรตาม

βx_k คือ $\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k$;

k เป็น จำนวนสัมประสิทธิ์การถดถอย

จากตัวแบบจะได้ว่า $\beta_1, \dots, \beta_k$ เป็นพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า สามารถประมาณค่าได้โดยการใช้วิธี Maximum likelihood (ML) ตัวประมาณที่ได้จะมีคุณสมบัติของความคงเส้นคงวา (consistent) ความพอเพียง (sufficiency) และมีประสิทธิภาพ (efficient) (Long, J.Scott, 1997) ถ้า ตัวแปรตามมี i ระดับ จะได้ตัวแบบในการพยากรณ์จำแนกกลุ่ม $i - 1$ กลุ่ม ดังนี้

$$\ln\left(\frac{P_1}{1-P_1}\right) = \alpha_1 + \beta x$$

$$\ln\left(\frac{P_2}{1-P_2}\right) = \alpha_2 + \beta x$$

:

$$\ln\left(\frac{P_{i-1}}{1-P_{i-1}}\right) = \alpha_{i-1} + \beta x$$

โดยที่ตัวแบบของกลุ่มสุดท้ายจะเป็นตัวแบบอ้างอิง

3.1.2. ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ

วิธีวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับเป็นหนึ่งในวิธีการทางสถิติหลาย ๆ วิธีที่มีการนำมาใช้ในงานวิจัยทางการแพทย์และงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ค่อนข้างมาก ซึ่งการถดถอยเชิงอันดับเป็นตัวแบบหนึ่งที่ใช้อ้างถึงตัวแบบการถดถอย โดยที่ตัวแปรตาม (Y) มีการแจกแจงแบบมัลติโนเมียลที่เป็นอิสระกัน และลักษณะข้อมูลเป็นลำดับที่ต่อเนื่องกัน (โดยมีระดับการวัดแบบมาตราเรียงลำดับ) โดยที่ระยะห่างของแต่ละลำดับที่ต่อเนื่องกันไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ในการศึกษาเป็นการประยุกต์วิเคราะห์เกรดของนักศึกษา

ในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงอันดับ จะมีข้อกำหนดว่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของตัวแบบแต่ละกลุ่มจะต้องเท่ากัน นั่นคือตัวแบบของแต่ละกลุ่มที่ได้จะต้องขนานกัน ด้วยการทดสอบ Parallel lines และในการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรอิสระที่มีลักษณะของข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจะเป็นปัจจัย (Factor) และข้อมูลเชิงปริมาณจะเป็นตัวแปรร่วม (Covariate variables) (Hair and et. al. 2006)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์การถดถอยเชิงอันดับ

1. เนื่องจากการใช้ Logit เป็น Link function ข้อมูลของตัวแปรตามในแต่ละกลุ่มควรมีการกระจายเท่าๆ กัน (Agresti, A, 2002). จึงทำการทดสอบความเท่ากันของข้อมูลในแต่ละระดับของตัวแปรตาม โดยมี

สมมติฐานดังนี้ H_0 : ข้อมูลในแต่ละระดับของตัวแปรตามเท่ากัน (มีสัดส่วนเท่ากัน)

H_1 : ข้อมูลในแต่ละระดับของตัวแปรตามไม่เท่ากัน (มีสัดส่วนไม่เท่ากัน)

$$\text{สถิติทดสอบ } \chi^2 = \sum_{i=1}^i \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}; j \text{ คือ จำนวนกลุ่มของตัวแปรตาม} \quad \dots\dots (2)$$

2. ทดสอบชุดของตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือไม่ โดยมี

สมมติฐานดังนี้ H_0 : ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามไม่มีความสัมพันธ์กัน

H_1 : ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กัน

$$\text{สถิติทดสอบคือ } \chi^2 = 2[\ln L_p - \ln L_o] ; df = p \quad \dots\dots (3)$$

โดยที่ L_p แทน Log-likelihood ของตัวแบบที่ประกอบด้วยค่าคงที่และชุดตัวแปรอิสระ p ตัว

L_o แทน Log-likelihood ของตัวแบบที่ประกอบด้วยค่าคงที่เพียงอย่างเดียว

3. ทดสอบ parallel lines หรือ proportional odds โดยการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบแต่ละกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ (Lachin JM. 2000).

สมมติฐานดังนี้ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{j-1}$

$H_1 : \beta_j$ อย่างน้อย 1 ค่าที่แตกต่างกัน ; $j = 1, 2, \dots, J-1$

โดยที่ β_j คือเวกเตอร์ของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบกลุ่มที่ j

4. ทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรตาม โดยมี

สมมติฐานดังนี้ $H_0 : \beta_i = 0$

$H_1 : \beta_i \neq 0 ; i = 1, 2, \dots, p$

สถิติทดสอบคือ Wald test ซึ่งเป็นสถิติทดสอบความเป็นเชิงเส้น ซึ่งสถิติทดสอบคือ χ^2 ที่องศาความเป็นอิสระ (degrees of freedom; df) เท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบ

$$\chi^2 = \left[\frac{\hat{\beta}_i - \beta_i}{SE(\hat{\beta}_i)} \right]^2 ; df = 1 \quad \dots\dots (4)$$

5. ทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบที่ได้ โดยมี

สมมติฐานดังนี้ H_0 : ตัวแบบมีความเหมาะสม

H_1 : ตัวแบบไม่มีความเหมาะสม

$$\text{สถิติทดสอบคือ Deviance (D); } D = 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p o_{ij} \ln \left(\frac{o_{ij}}{E_{ij}} \right); df = n - p - (J - 1) \quad \dots\dots (5)$$

6. ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระจาก odds ratios (Wallenstein S, Bodian C, 1987).

7. ตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกกลุ่มของตัวแปรตามจากตัวแบบที่ได้ โดยในการพยากรณ์จำแนกกลุ่ม จะพิจารณาจากแนวโน้มที่จะถูกจำแนกอยู่ในกลุ่มนั้นๆ แต่เนื่องจากแนวโน้มจะเป็นที่คำนวณ

ได้จากตัวแบบเชิงอันดับเป็นความน่าจะเป็นสะสม จึงต้องคำนวณหาความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่มจากผลต่างๆ ของความน่าจะเป็นสะสมของกลุ่มที่สนใจกับกลุ่มที่อยู่ก่อนหน้าซึ่งแสดงการคำนวณดังนี้

$$\ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = \alpha_i + \beta x \quad \dots\dots (6)$$

ถ้า ตัวแปรตามมี i ระดับ จะได้ตัวแบบในการพยากรณ์จำแนกกลุ่ม $i - 1$ กลุ่ม ดังนี้

$$\ln\left(\frac{\pi_1}{1-\pi_1}\right) = \alpha_1 + \beta x$$

$$\ln\left(\frac{\pi_2}{1-\pi_2}\right) = \alpha_2 + \beta x$$

:

$$\ln\left(\frac{\pi_{i-1}}{1-\pi_{i-1}}\right) = \alpha_{i-1} + \beta x$$

โดยที่ตัวแบบของกลุ่มสุดท้ายจะเป็นตัวแบบอ้างอิงและจากตัวแบบที่ได้ สามารถคำนวณความน่าจะเป็นสะสมของแต่ละกลุ่มของตัวแปรตามของเกรตนักศึกษได้ดังนี้

$$\pi_i = \frac{\exp[\alpha_i + \beta x]}{1 + \exp[\alpha_i + \beta x]} \quad \dots\dots (7)$$

จะได้ $\pi_1 = \frac{\exp[\alpha_1 + \beta x]}{1 + \exp[\alpha_1 + \beta x]}$

$$\pi_2 = \frac{\exp[\alpha_2 + \beta x]}{1 + \exp[\alpha_2 + \beta x]}$$

:

$$\pi_{i-1} = \frac{\exp[\alpha_{i-1} + \beta x]}{1 + \exp[\alpha_{i-1} + \beta x]}$$

และความน่าจะเป็นสะสมของกลุ่มสุดท้าย (π_i) เท่ากับ 1

โดยสามารถคำนวณความน่าจะเป็นสำหรับจำแนกกลุ่มเกรตนักศึกษา ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 จะมีความน่าจะเป็นในการจำแนกกลุ่ม เท่ากับ π_1

กลุ่มที่ 2 จะมีความน่าจะเป็นในการจำแนกกลุ่ม เท่ากับ $\pi_2 - \pi_1$

:

กลุ่มที่ i จะมีความน่าจะเป็นในการจำแนกกลุ่ม เท่ากับ $1 - \pi_{i-1}$

ในการจำแนกกลุ่มจะพิจารณาจากกลุ่มที่มีความน่าจะเป็นสูงสุด เช่น ถ้ากลุ่มที่ 2 มีความน่าจะเป็นสูงสุด ก็จะจำแนกข้อมูลชุดนั้นอยู่ในกลุ่มที่

3.2 วิธีการศึกษา ระเบียบวิธีวิจัย

3.2.1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ (Application Research) เพื่อศึกษาตัวแบบการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model) และตัวแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดนักศึกษา) โดยใช้การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model)

3.2.2. ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้คือตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี แบ่งออกได้เป็น 3 สาขาวิชาคือนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN) จำนวน 55 คน รองลงมาคือนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM) จำนวน 38 คน และนักศึกษาสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) จำนวน 24 คน ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model) เพื่อการจัดกลุ่มสาขาวิชาของนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร ตัวแปรตามเป็นสาขาวิชาที่เรียนของนักศึกษา โดยใช้เกณฑ์การกำหนดน้ำหนักคะแนนสอบที่แตกต่างกัน จากคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนรายงาน ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ ส่วนการวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยโลจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) เพื่อการวิเคราะห์ตัวแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดนักศึกษา) ตัวแปรตามคือ เกรดนักศึกษา (A, B+, B, C+, C, D+, D และ F) โดยใช้เกณฑ์การกำหนดน้ำหนักคะแนนสอบที่แตกต่างกัน จากคะแนนสอบกลางภาค คะแนนสอบปลายภาค และคะแนนรายงาน ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ

4. ผลการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 ในการวิเคราะห์การจัดกลุ่มเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) ระดับปริญญาตรีของนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 มีขั้นตอนการวิเคราะห์ปัจจัยการจัดกลุ่มการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค 45% (x_1) คะแนนสอบปลายภาค 40% (x_2) และคะแนนรายงาน 15% (x_3) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และความน่าจะเป็นสาขาวิชาของคณะอุตสาหกรรมเกษตรเป็นตัวแปรตามมี 3 สาขาวิชาคือนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN): (p_1), สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM): (p_2) และสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD): (p_3) เป็นตัวแปรตาม โดยมีสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) เป็นสาขาวิชาอ้างอิง โดยใช้การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model)

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการเรียนรู้ของนักศึกษาแต่ละคณะวิชา

Dependent variable (คณะ ^า)	Independent variable	B	Wald-test	p-value
สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN)	Intercept	9.856	0.497	0.481
	คะแนนสอบกลางภาค*	0.096	5.433	0.022
	คะแนนสอบปลายภาค	-0.012	0.084	0.771
	คะแนนรายงาน	-0.678	0.524	0.469
สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM)	Intercept	-22.278	2.774	0.096
	คะแนนสอบกลางภาค*	0.070	2.630	0.005
	คะแนนสอบปลายภาค	0.019	0.183	0.668
	คะแนนรายงาน	-1.560	2.973	0.085

a: The reference category is : สาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD), * :

p -value < 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

ตารางที่ 1 เขียนสมการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก ได้ 2 สมการ ดังนี้

สมการที่ 1 คือ สมการสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN)

$$\ln \left[\frac{P_1}{P_3} \right] = 9.856 + 0.096 X_1$$

สมการที่ 2 คือ สมการ สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM)

$$\ln \left[\frac{P_2}{P_3} \right] = 22.278 + 0.007 X_1$$

จากตารางที่ 1 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติกของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) ระดับปริญญาตรี ของนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ภาคการศึกษา 2/2558 ประกอบด้วยคะแนนสอบกลางภาค 45% คะแนนสอบปลายภาค 40% และคะแนนรายงาน 15% ที่เป็นนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN) เมื่อเทียบกับนักศึกษาสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) คะแนนสอบกลางภาคมีค่า p-value = 0.020 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบกลางภาคของวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรจะมีความสัมพันธ์กับการเรียนของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN) หรือนักศึกษาสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) แสดงว่าคะแนนสอบกลางภาคมีผลต่อการเรียนของทั้ง 2 สาขาวิชา เพราะคะแนนสอบกลางภาคเป็นการทดสอบการเรียนรู้พื้นฐานของนักศึกษา ถ้านักศึกษาทำคะแนนสอบกลางภาคไม่ค่อยดี นักศึกษาอาจนอนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรหรือนักศึกษาควรปรับปรุงการเรียนให้ดีขึ้นในการสอบปลายภาค

จากตารางที่ 1 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติกของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) ระดับปริญญาตรี ของนักศึกษา คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ภาคการศึกษา 2/2558 ประกอบด้วยคะแนนสอบกลางภาค 45% คะแนนสอบปลายภาค 40% และคะแนนรายงาน 15% ที่เป็นนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM) เมื่อเทียบกับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) คะแนนสอบกลางภาคมีค่า $p\text{-value} = 0.005$ ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 แสดงว่าคะแนนสอบกลางภาคของวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรจะมีความสัมพันธ์กับการเรียนของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและการจัดการ (FSM) หรือนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ (IPD) แสดงว่าคะแนนสอบกลางภาคมีผลต่อการเรียนของทั้ง 2 สาขาวิชา เพราะคะแนนสอบกลางภาคเป็นการทดสอบการเรียนรู้พื้นฐานของนักศึกษา ถ้านักศึกษาทำคะแนนสอบกลางภาคไม่ค่อยดีนักนักศึกษาอาจถอนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร หรือนักศึกษาควรปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้นในการสอบปลายภาค

ขั้นตอนที่ 2 ในการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา (เกรดนักศึกษา) โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค 45% (x_1) คะแนนสอบปลายภาค 40% (x_2) และคะแนนรายงาน 15% (x_3) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามคือเกรดนักศึกษา (A, B+, B, C+, C, D+, D และ F) โดยมีเกรด F เป็นเกรดอ้างอิง โดยใช้การวิเคราะห์ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกรดของนักศึกษาที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร ภาคการศึกษาที่ 2/2558

เกรด	จำนวนนักศึกษา	ร้อยละ
A	8	6.8
B ⁺	14	12.0
B	14	12.0
C ⁺	17	14.5
C	19	16.2
D ⁺	20	17.1
D	23	19.7
F	2	1.7
รวม	117	100.00

จากตารางที่ 2 แสดงเกรดของนักศึกษาที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) โดยนักศึกษาได้เกรด D⁺ มากที่สุด จำนวน 20 คน (17.1%) รองลงมา คือนักศึกษาได้เกรด D จำนวน 23 คน (19.7%) และน้อยที่สุด คือนักศึกษาได้เกรด F จำนวน 2 คน (1.7%) โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 49.70 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.46

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของชุดตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

Model	-2 Log Likelihood	Chi-Square	df	Sig.
Intercept Only	238.994			
Final	222.506	16.487	6	0.011

จากตารางที่ 3 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามโดยใช้ Logit เป็น Link function ในการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าถ้าตัวแบบประกอบด้วยค่าคงที่เพียงอย่างเดียว จะให้ค่า $-2LL = 238.994$ และถ้าตัวแบบประกอบด้วยค่าคงที่ และตัวแปรอิสระจะให้ค่า $-2LL = 222.506$ นั่นคือตัวแบบที่มีตัวแปรอิสระรวมอยู่ด้วยมีความเหมาะสมมากกว่าตัวแบบที่มีค่าคงที่เพียงอย่างเดียว นั่นคือมีตัวแปรอิสระอย่างน้อย 1 ตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม หรือจำนวนเหตุการณ์ของตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กับการตรวจแล้วพบว่า เป็นนักศึกษาสอบผ่านได้เกรดใดก็ตาม หรือเป็นนักศึกษาสอบไม่ผ่านได้เกรด F แล้วจะได้ $Chi-Square = \text{Intercept Only} - \text{Final} (238.994 - 222.506) = 16.487$ จะได้ค่า $p\text{-value} = 0.011$ ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือตัวแปรอิสระของ x_1 (คะแนนสอบกลางภาค), x_2 (คะแนนสอบปลายภาค) และ x_3 (คะแนนรายงาน) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามของเกรดนักศึกษา (A, B+, B, C+, C, D+, D และ F) โดยมีเกรด F เป็นเกรดอ้างอิง

ขั้นตอนที่ 3. ทดสอบความเท่ากันของสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบ Parallel line ผลการทดสอบดังตาราง 3

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบ Parallel line Likelihood Ratio Tests

Effect	-2log Likelihood	Chi-Square	Df	Sig.
Intercept	228.778	6.271	2	0.043
คะแนนสอบกลางภาค	228.506	5.999*	2	0.005
คะแนนสอบปลายภาค	223.335	0.828	2	0.661
คะแนนรายงาน	229.141	6.634*	2	0.036

*: $p\text{-value} < 0.05$ มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

จากตารางที่ 4 พบว่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบแต่ละกลุ่มมีสัดส่วนไม่เท่ากัน คือ x_1 (คะแนนสอบกลางภาค) มีค่า $p\text{-value}=0.005$ และ x_3 (คะแนนรายงาน) มีค่า $p\text{-value}=0.036$ ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นั่นคือ x_1 (คะแนนสอบกลางภาค) และ x_3 (คะแนนรายงาน) จะเป็นตัวแปรอิสระที่อธิบายผลของตัวแปรตามของกลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) ดังนั้นจะได้ตัวแบบในการพยากรณ์ความน่าจะเป็นสะสมเพื่อการจำแนกเกรดของนักศึกษา (Y) ในแต่ละระดับมีสัดส่วนเท่ากันโดยมีเกรด F เป็นระดับอ้างอิงของตัวแปรตาม แล้วจะได้ตัวแบบในการพยากรณ์ในการจำแนกกลุ่มเกรดนักศึกษาดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบกลุ่มเกรดของนักศึกษา

Grade (เกรด ^a)	Independent variable	B	Wald-test	p-value
A	Intercept	-170.568	1399.541	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค*	0.561	18.349	0.000
	คะแนนสอบปลายภาค*	0.578	17.010	0.000
	คะแนนรายงาน*	9.629	0.000	0.000
B+	Intercept	-54.283	299.110	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค*	0.380	11.328	0.001
	คะแนนสอบปลายภาค*	0.424	11.914	0.000
	คะแนนรายงาน*	2.614	0.000	0.000
B	Intercept	-37.291	250.282	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค*	0.209	4.155	0.042
	คะแนนสอบปลายภาค*	0.236	4.665	0.031
	คะแนนรายงาน*	2.084	0.000	0.000
C+	Intercept	-16.273	73.949	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค	0.047	0.249	0.617
	คะแนนสอบปลายภาค	0.147	2.169	0.141
	คะแนนรายงาน*	1.013	0.000	0.000
C	Intercept	-6.238	12.726	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค	0.001	0.000	0.992
	คะแนนสอบปลายภาค	-0.056	0.326	0.568
	คะแนนรายงาน*	0.625	0.000	0.000
D+	Intercept	-4.625	6.867	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค*	-0.224	5.212	0.022
	คะแนนสอบปลายภาค	-0.060	0.350	0.554
	คะแนนรายงาน*	0.668	0.000	0.000
D	Intercept	-129.232	5455.644	0.000
	คะแนนสอบกลางภาค	-0.111	1.407	0.236
	คะแนนสอบปลายภาค	-0.181	3.204	0.073
	คะแนนรายงาน*	9.034	0.000	0.000

a: The reference category is : F, * : p -value < 0.05 มีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

จากตารางที่ 5 จะได้ตัวแบบในการพยากรณ์ความน่าจะเป็นสะสมเพื่อการจำแนกเกรดของนักศึกษา (Y) ในแต่ละระดับมีสัดส่วนเท่ากันโดยมีโดยมีเกรด F เป็นระดับอ้างอิงของตัวแปรตาม แล้วจะได้ตัวแบบในการพยากรณ์ ในการจำแนกกลุ่มเกรดนักศึกษา

$$\log it [P(Y \leq i)] = \ln \left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right) = \alpha_i + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3, \quad i = A, B^+, B, \dots, D$$

ซึ่งสามารถเขียนสมการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ ได้ 7 สมการ ดังนี้

$$\log it [P(Y \leq A)] = -170.568 + 0.561(x_1) + 0.578(x_2) + 9.629(x_3)$$

$$\log it [P(Y \leq B^+)] = -54.283 + 0.380(x_1) + 0.424(x_2) + 2.613(x_3)$$

$$\log it [P(Y \leq B)] = -37.291 + 0.209(x_1) + 0.236(x_2) + 2.084(x_3)$$

$$\log it [P(Y \leq C^+)] = -16.273 + 1.013(x_3)$$

$$\log it [P(Y \leq C)] = -6.238 + 0.625(x_3)$$

$$\log it [P(Y \leq D^+)] = -4.625 - 0.224(x_1) + 1.013(x_3)$$

$$\log it [P(Y \leq D)] = -129.232 + 9.034(x_3)$$

โดยมีเกรด F เป็นระดับอ้างอิงของตัวแปรตาม และจากผลการทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ เกรดนักศึกษา พบว่าตัวแบบเกรดนักศึกษาที่สามารถใช้ในการพยากรณ์ค่า π_i ในการจำแนกกลุ่มความน่าจะเป็นสะสมของเกรดนักศึกษาที่สอบได้ เพื่อการจำแนกกลุ่มจะได้มีความเหมาะสม

ดังนั้นจากการทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย proportional odds ratio (อัตราส่วนของความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่นักศึกษาจะสอบได้เกรดที่ต้องการ กับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่นักศึกษาจะสอบไม่ได้เกรดที่ต้องการ) จะได้สมการพยากรณ์ความน่าจะเป็นสะสมตั้งแต่กลุ่ม A ถึงกลุ่ม D (เกรดนักศึกษา) ดังนี้

$$\pi_A = \frac{e^{-170.568+0.561x_1+0.578x_2+9.629x_3}}{1+e^{-170.568+0.561x_1+0.578x_2+9.629x_3}}$$

$$\pi_{B^+} = \frac{e^{-54.283+0.380x_1+0.424x_2+2.614x_3}}{1+e^{-54.283+0.380x_1+0.424x_2+2.614x_3}}$$

$$\pi_B = \frac{e^{-37.291+0.209x_1+0.236x_2+2.084x_3}}{1+e^{-37.291+0.209x_1+0.236x_2+2.084x_3}}$$

$$\pi_{C^+} = \frac{e^{-16.273+1.013x_3}}{1+e^{-16.273+1.013x_3}}$$

$$\pi_C = \frac{e^{-6.238+0.625x_3}}{1+e^{-6.238+0.625x_3}}$$

$$\pi_{D^+} = \frac{e^{-4.625-0.224x_1+0.668x_3}}{1+e^{-4.625-0.224x_1+0.668x_3}}$$

$$\pi_D = \frac{e^{-129.232+9.034x_3}}{1+e^{-129.232+9.034x_3}}$$

จากผลการศึกษาพบว่าความสำคัญในการทดสอบของคะแนนสอบกลางภาค 45% คะแนนสอบปลายภาค 40% และคะแนนรายงาน 15% เป็นปัจจัยที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) โดยเฉพาะการทำคะแนนสอบกลางภาค เพราะคะแนนสอบกลางภาคเป็นการทดสอบการเรียนรู้พื้นฐานของนักศึกษา ถ้านักศึกษาทำคะแนนสอบกลางภาคต่ำ หรือได้ไม่ค่อยดีนัก นักศึกษาอาจถอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) หรือนักศึกษาควรปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้นในการสอบปลายภาค ซึ่งผู้สอนสามารถใช้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ทำนายผลการเรียนของนักศึกษาที่จะลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) ในภาคการศึกษาต่อไป นอกจากนี้หากพยากรณ์กลุ่มผลการเรียนได้ว่าเป็นนักศึกษาที่มีผลการเรียนอยู่ในกลุ่มต่ำ หรือได้คะแนนสอบไม่ค่อยดีนัก ผู้สอนควรแนะนำให้นักศึกษาถอนการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) หรือภาควิชาคณิตศาสตร์ควรจัดให้มีแบบทดสอบมาตรฐานให้กับนักศึกษา เพื่อวัดค่านักศึกษาคนใดควรได้รับการสอนเสริมในการเรียนก่อนที่จะลงทะเบียนเรียนวิชานี้หรือไม่

5. สรุปและอภิปรายผล

การวิเคราะห์การถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติก (Multinomial Logistic Regression Model) เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีผลต่อตัวแปรตาม การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยการจัดกลุ่มการเรียนของนักศึกษาโดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค 45% (x_1) คะแนนสอบปลายภาค 40% (x_2) และคะแนนรายงาน 15% (x_3) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และความน่าจะเป็นสาขาวิชาของคณะอุตสาหกรรมเกษตรเป็นตัวแปรตามมี 3 สาขาวิชาคือสาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ (FSN): (p_1), สาขาวิทยาศาสตร์การ

อาหารและการจัดการ (FSM): (p_2) และสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขิต ภัณฑ์ (IPD): (p_3) เป็นตัวแปรตาม โดยมีสาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลิขิต ภัณฑ์ (IPD) เป็นสาขาวิชาอ้างอิง จะได้ว่า ความแตกต่างของระดับการเรียนรู้ของนักศึกษาแต่ละสาขาวิชาที่สอบผ่านไม่จำเป็น ต้องเท่ากัน โดยอ้างอิงจาก สาขาวิชาที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และเมื่อทำการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบ พบว่าสัมประสิทธิ์ การถดถอยของคะแนนสอบกลางภาคและคะแนนรายงานมีผลต่อการเรียน เพราะคะแนนสอบกลางภาคเป็นการ ทดสอบการเรียนรู้พื้นฐานของนักศึกษา และคะแนนรายงานเป็นการฝึกทำแบบฝึกหัดการเรียนรู้ก่อนสอบ ถ้านักศึกษาทำคะแนนสอบกลางภาคต่ำหรือได้ไม่ค่อยดีนัก นักศึกษาจึงควรถนอมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สำหรับ อุตสาหกรรมเกษตร (Mathematics for Agro-Industry) หรือควรปรับปรุงการเรียนรู้ให้ดีขึ้นในการสอบปลายภาค

การวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) เป็นการ วิเคราะห์การถดถอยที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ที่อยู่ ในมาตราวัดเรียง ลำดับ และตัวแปรอิสระอยู่ในมาตราวัดใดก็ได้ โดยในการวิเคราะห์จะคำนึงถึงอันดับของตัวแปรตาม และสามารถนำตัว แบบที่ได้มาพยากรณ์จำแนกกลุ่มได้อีกด้วย จากการประยุกต์ใช้กับข้อมูล จะเห็นว่าตัวแปรตามคือ เกรดนักศึกษา ($A, B^+, B, C^+, C, D^+, D$ และ F) โดยใช้เกณฑ์จากคะแนนสอบกลางภาค 45% (x_1) คะแนนสอบปลายภาค 40% (x_2) และคะแนนรายงาน 15% (x_3) ซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับอุตสาหกรรม เกษตร (Mathematics for Agro-Industry) ของนักศึกษาคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี ระดับปริญญาตรี ภาคการ ศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จะได้ว่าความแตกต่างของระดับเกรดนักศึกษาที่สอบผ่าน ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน จึงได้ตัวแบบในการพยากรณ์จำแนก กลุ่มเกรดนักศึกษาจำนวน 7 ตัวแบบ และเมื่อทำการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละตัวแบบ พบว่า สัมประสิทธิ์การถดถอยของแต่ละกลุ่มเท่ากัน จึงสามารถใช้เทคนิคการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับ (Ordinal Logistic Regression Model) วิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวได้

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (2542), มาตรา 22. พ.ศ. 2542 กระทรวงศึกษาธิการ

กมลพร จินดาหลวง. (2549). การพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยการสร้างผัง ความคิด ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทศนา แชนมณี, (2546). รูปแบบการสอนทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรณันท์ พงศาภักดี. (2541). การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงกลุ่ม : ทฤษฎีและการประยุกต์ พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม:

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์,

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2551) การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร:

โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- กัลยา วาณิชยัญญา. (2551) การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2553). "ตัวแบบการถดถอยแบบมัลติโนเมียลโลจิสติกเพื่อการจัดกลุ่มการเรียนการสอน" วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต วารสารเล่มปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (วารสาร RSU JET Vol.13, No. 1, 2010)
- เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2556). "ตัวแบบการถดถอยลอจิสติกเชิงอันดับสำหรับคณะวิชาและการวิเคราะห์เกรตนักศึกษ" (Ordinal Logistic Regression Model for Faculty and Student Grade Analysis) วารสารวิชาการ (Veridian E- Journal) มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 6 ฉบับเดือน มกราคม – เมษายน 2556.
- สุวิตา ศักดิ์ชัยนันท์ (2011). Comparison of confidence interval estimation methods for the difference of two population means for lognormal distribution Veridian E-Journal, SU Vol.4 No. 2 September – December 2011
- กรรณิการ์ จักรกรรต (2012). "Learning Achievement in Mathematics on Linear Equation with one Variable Problem - Solving for Mathayomsuksa 2 by using the Guided Discovery" Veridian E-Journal, SU Vol.5 No. 1 January – April 2012

ภาษาต่างประเทศ

- Long, J.Scott, (1997). Regression Models for Categorical and Limited Dependent Variables. United States of America: Sage Publication, Inc.,
- Chatterjee, S. & Hadi, A.S. (2006). Regression analysis by example. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Hair, Joseph F. and others. (2006). Multivariate data analysis. 6th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hair, Joseph F. and others. (2010). Multivariate data analysis. 7th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Agresti, A., (2002). Categorical Data Analysis. 2nd rev-ed., New York: John Wiley & Sons, 2002.
- Lachin JM. (2000). Biostatistical methods: the assessment of relative rate. New York: Wiley-Interscience,
- Wallenstein S, Bodian C.. (1987). Inferences on odds ratios, relative risks, and risk differences based on standard regression programs. Am J Epidemiol 1987;126:346–55.
- Wacholder S. (1986). Binomial regression in GLIM: estimating risk ratios and risk differences. Am J Epidemiol 1986;123:174–84.
- Rahman, Mezbuhr, Cortes, Judy and Pardis, Cyrus (2001), A Note on Logistic Regression, *Journal of Statistics & Management Systems*, Vol. 4, No.2 p 175-187

Jiahe Qian, (2003), Application of Logistic Regression in Analysis of e-rater Data, Education

Testing Service, ETS MS 02-T, Princeton, NJ 08541

Doungporn Niyomua, Krieng Kitbumrungrat. (2009). “Application and prediction stage of breast cancer with multinomial logistic regression” Volume 2, ICACTE 2009.