

สารบัญ

คำนำ	i
1 บทนำ	1
2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย	7
2.1 โมเดลถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model)	7
2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Square Method: OLS)	9
2.2.1 คุณสมบัติของตัวประมาณที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	14
2.2.2 คุณสมบัติของสมการถดถอยที่ได้จากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	16
2.2.3 การประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน σ^2	17
2.3 การอนุมานทางสถิติเกี่ยวกับพารามิเตอร์ β_1	18
2.3.1 การแจกแจงตัวอย่างของ b_1 (Sampling Distribution of b_1)	18
2.3.2 ช่วงความเชื่อมั่นของ β_1 (Confidence Interval of β_1)	20
2.3.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ β_1 (Hypothesis Testing Concerning β_1)	20
2.4 การอนุมานทางสถิติเกี่ยวกับพารามิเตอร์ β_0	21
2.4.1 การแจกแจงตัวอย่างของ b_0 (Sampling Distribution of b_0)	21
2.4.2 ช่วงความเชื่อมั่นของ β_0 (Confidence Interval of β_0)	22
2.4.3 การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ β_0 (Hypothesis Testing Concerning β_0)	22
2.5 การประมาณช่วงความเชื่อมั่นของ $E(Y X_0)$	25
2.5.1 การแจกแจงตัวอย่างของ $\hat{Y}_0$ (Sampling Distribution of $\hat{Y}_0$)	26
2.5.2 ช่วงความเชื่อมั่นของ $E(Y X_0)$	27
2.6 การพยากรณ์ค่าสังเกตค่าใหม่ (Prediction of New Observations)	27
2.6.1 การแจกแจงตัวอย่างของ $Y_{0(new)}$ (Sampling Distribution of $Y_{0(new)}$)	28

2.6.2	การประมาณช่วงแห่งการพยากรณ์ของ $Y_{0(new)}$ (Estimation of Prediction Interval for $Y_{0(new)}$)	28
2.7	การแบ่งผลรวมกำลังสองทั้งหมด (Partitioning of Total Sum of Squares)	32
2.8	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (Coefficient of Determination)	37
2.9	สมการถดถอยผ่านจุดกำเนิด (Regression through Origin)	38
2.9.1	การประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน σ^2	39
2.9.2	การหาช่วงความเชื่อมั่นของพารามิเตอร์ β_1	40
2.9.3	การหาช่วงความเชื่อมั่นของ $E(Y X_0)$	40
2.9.4	การประมาณช่วงแห่งการพยากรณ์ของ $Y_{0(new)}$	40
2.9.5	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด	41
2.10	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation)	45
2.10.1	การอนุมานทางสถิติเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	50
3	การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ	57
3.1	โมเดลถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple Linear Regression Model)	57
3.2	การประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด	59
3.2.1	คุณสมบัติของตัวประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุด	66
3.2.2	การประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน σ^2	67
3.3	การอนุมานทางสถิติเกี่ยวกับพารามิเตอร์ β	69
3.3.1	ช่วงความเชื่อมั่นของ β_j (Confidence Interval of β_j)	69
3.3.2	การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ β_j (Hypothesis Testing Concerning β_j)	70
3.4	การประมาณช่วงความเชื่อมั่นของ $E(Y X = X_0)$	73
3.5	การพยากรณ์ค่าสังเกตค่าใหม่ (Prediction of New Observation)	74
3.6	การทดสอบนัยสำคัญของสมการถดถอย (Test for Significance of Regression)	77
3.7	การทดสอบสมมติฐานโดยใช้ Extra-sum-of-squares	79
3.8	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดแบบพหุ (Coefficient of Multiple Determination)	86
3.9	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดบางส่วน (Coefficient of Partial Determination)	87
3.10	โมเดลถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุในรูปของคะแนนมาตรฐาน (Standardized Multiple Regression Model)	91

4	การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการถดถอย	101
4.1	การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนตัวอย่าง (Residual Analysis)	101
4.2	กราฟของความคลาดเคลื่อน (Residual Plots)	104
4.2.1	Normal Probability Plot	104
4.2.2	กราฟของความคลาดเคลื่อน (e_i) กับค่าพยากรณ์ ($\hat{Y}_i$)	108
4.2.3	กราฟของความคลาดเคลื่อน (e_i) กับตัวแปรอิสระแต่ละตัว (X_i)	110
4.2.4	กราฟของความคลาดเคลื่อน (e_i) กับลำดับเวลา (Time) หรือลำดับข้อมูล (Sequence)	111
4.2.5	กราฟของความคลาดเคลื่อน (e_i) และตัวแปรอิสระอื่นที่ไม่อยู่ในโมเดล	112
4.3	การทดสอบ Lack of Fit	112
4.4	การตรวจสอบการเท่ากันของความแปรปรวน (Tests for Constancy of Error Variance)	118
4.4.1	สถิติทดสอบของ Levene ที่มีการปรับค่า (Modified Levene Test)	118
4.4.2	สถิติทดสอบของ Breusch-Pagan (Breusch-Pagan Test)	121
4.4.3	การแก้ไขเมื่อความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าไม่คงที่	124
4.5	การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง	129
4.6	การตรวจสอบความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน	134
4.6.1	การตรวจสอบปัญหา Autocorrelation	135
4.6.2	การแก้ไขปัญหา Autocorrelation	142
4.7	การตรวจสอบค่าสังเกตที่มีอิทธิพล (Influential Observations)	149
4.7.1	ค่า Leverage หรือ Hat Matrix	150
4.7.2	Cook's Distance	151
4.7.3	DFFITS	153
4.7.4	DFBETAS	154
4.7.5	COVRATIO	155
4.8	การตรวจสอบ Multicollinearity	158
5	การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนาม	167
5.1	การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนามกรณีที่มีตัวแปรอิสระ 1 ตัว	168
5.2	การตรวจสอบกำลังที่เหมาะสมของสมการถดถอยแบบพหุนาม	172
5.3	การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุนามกรณีที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว	177
5.4	โมเดลพหุนามแบบออร์โธโกนอล (Orthogonal Polynomial Model)	185

6	การวิเคราะห์การถดถอยเมื่อมีตัวแปรต้นมี	197
6.1	การวิเคราะห์การถดถอยเมื่อมีตัวแปรต้นมี 1 ตัว	197
6.2	การวิเคราะห์การถดถอยเมื่อมีตัวแปรต้นมีมากกว่า 1 ตัว	210
6.3	การวิเคราะห์การถดถอยแบบแบ่งเป็นช่วง (Piecewise Linear Regression)	212
6.4	ความไม่ต่อเนื่องของฟังก์ชันถดถอย (Discontinuity in Regression Function)	216
7	การเลือกสมการถดถอยที่เหมาะสม	227
7.1	ปัญหาในการเลือกโมเดลถดถอย	227
7.2	เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโมเดลถดถอย	228
7.2.1	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดแบบพหุ	228
7.2.2	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดแบบพหุที่มีการปรับค่าแล้ว	229
7.2.3	ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย	229
7.2.4	สถิติ Mallows' C_p	230
7.2.5	เกณฑ์การเปรียบเทียบโมเดลถดถอย จำแนกตามจุดมุ่งหมาย	232
7.3	วิธีเลือกตัวแปรอิสระสำหรับโมเดลถดถอย	233
7.3.1	การเลือกตัวแปรด้วยวิธี All Possible Regressions	233
7.3.2	การเลือกตัวแปรด้วยวิธี Forward Selection	237
7.3.3	การเลือกตัวแปรด้วยวิธี Backward Elimination	241
7.3.4	การเลือกตัวแปรด้วยวิธี Stepwise Regression	244
	บรรณานุกรม	253
	ภาคผนวก	255