ถิรภาพ ฟักทอง.

การประยุกต์ใช้แบบจำลองพลวัตระบบ (system dynamics modeling) เพื่อการจำลองและวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์.

1. เศรษฐศาสตร์ -- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. 2. คณิตเศรษฐศาสตร์.

HB135

ISBN 978-616-602-256-8

ลิขสิทธิ์ของ**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรภาพ ฟักทอง**

สงวนลิขสิทธิ์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ 2569

จำนวน 50 เล่ม

สำนักงานบริหารการพิมพ์ธรรมศาสตร์

จัดพิมพ์โดย**สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**

99 หมู่ 18 อาคารโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทร. 085-112-6081, 085-112-6968

http://thammasatpress.tu.ac.th

จัดจำหน่ายโดย**ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**

โทร. 02-564-4438

https://linktr.ee/tubookstore

พิมพ์ที่**โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์**

ราคาเล่มละ 270.- บาท

สารบัญ

สารบัญรูป (7)

สารบัญตาราง (10)

คำนำ (11)

บทที่ 1 เริ่มต้นทำความรู้จักกับแบบจำลอง **1**

1.1 แบบจำลองเพื่อการตัดสินใจ 1

1.2 ประเภทของแบบจำลอง 4

1.3 แบบจำลองพลวัตระบบ (System Dynamics Model) 11

คำถามชวนคิดท้ายบท 13

บทที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองพลวัตระบบ **15**

2.1 ตัวแปรสต็อก (Stock variables) และตัวแปรกระแส (Flow variables) 16

2.2 การสร้างแบบจำลองที่แสดงพฤติกรรมในโลกความเป็นจริง 18

2.3 พฤติกรรมภายใต้ช่วงเวลาหนึ่ง (Behavior Over Time) 24

2.4 วงจรป้อนกลับ (Feedback Loops) 26

2.5 ข้อจำกัดของการเติบโต (Limits to Growth) 30

2.6 การวิเคราะห์พลวัตระบบ (Analyzing the Model) 36

2.7 การทดลองเชิงนโยบาย (Policy Experiments) 46

คำถามชวนคิดท้ายบท 49

บทที่ 3 พื้นฐานการใช้โปรแกรม Stella และ Generative AI ในการสร้างแบบจำลองพลวัตระบบ **51**

3.1 การใช้งานเบื้องต้นของ Stella 52

3.2 การสร้างแบบจำลองอย่างง่ายด้วย Stella 64

3.3 ฟังก์ชันสำเร็จรูป (Builtins) และการดำเนินการต่างๆ ในการสร้างแบบจำลอง 71

3.4 ตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชัน Builtins และการดำเนินการต่างๆ 81

3.5 การใช้ Generative AI เพื่อสนับสนุนการสร้างแบบจำลองระบบ 84

คำถามชวนคิดท้ายบท 101

บทที่ 4 การสร้างอุปสงค์และอุปทาน (Demand and Supply) ด้วยแบบจำลองพลวัตระบบและตัวอย่างประยุกต์ใช้ในตลาดแรงงาน 103

4.1 หลักเศรษฐศาสตร์: อุปสงค์และอุปทาน 104

4.2 แนวทางการใช้แบบจำลองระบบพลวัต (System Dynamics) ในการวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทาน 108

4.3 ตัวอย่างกรณีศึกษา: แบบจำลองตลาดแรงงานอย่างง่าย 121

คำถามชวนคิดท้ายบท 134

บทที่ 5 ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนด้วยแบบจำลองพลวัตระบบ: กรณีศึกษาการผลิตและราคายางพาราของไทย 135

5.1 กรอบแนวคิดของแบบจำลอง 136

5.2 กำหนดขอบเขตของระบบ (System Boundary) 137

5.3 การระบุและสร้างตัวแปรหลักในแบบจำลอง 137

5.4 ผลการจำลอง 154

5.5 การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) 158

5.6 การสอบเทียบ (Model Calibration) 160

5.7 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation) 162

คำถามชวนคิดท้ายบท 164

เอกสารอ้างอิง 165

ดัชนี 169

ประวัติผู้แต่ง 172

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1	ตัวอย่างคำถามที่แบบจำลองพลวัตระบบสามารถให้คำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3
รูปที่ 1.2	ทำความเข้าใจระบบการจัดการโรงงานผ่านแบบจำลองเชิงภาพ (Visual Models)	5
รูปที่ 1.3	อธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนของธรรมชาติผ่านแบบจำลองวิทยาศาสตร์ (Scientific Models)	5
รูปที่ 1.4	ตัวอย่างแบบจำลองเชิงเส้นตรงและไม่เชิงเส้นตรง (Linear และ Nonlinear Models)	7
รูปที่ 1.5	แนวคิดการควบคุมการจราจรด้วยไฟสัญญาณในแบบจำลอง Event-based	9
รูปที่ 1.6	แนวคิดการทำกาแฟในแบบจำลอง Process-based	10
รูปที่ 2.1	ประเภทของ Stock	16
รูปที่ 2.2	ประเภทของ Flows	17
รูปที่ 2.3	การตั้งค่า Delta Time หรือ DT ที่แตกต่างกัน	19
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างการจำลองมลพิษในเมืองผ่านการรวม Stocks และ Flows เข้าด้วยกัน	20
รูปที่ 2.5	การจำลองมลพิษในเมือง: กรณีมลพิษที่เกิดใหม่ (Inflow) มีอัตราคงที่เท่ากับ 2 หน่วยต่อเดือน	22
รูปที่ 2.6	การจำลองมลพิษในเมือง: กรณีมลพิษที่เกิดใหม่ (Inflow) มีอัตราคงที่เท่ากับ 5 หน่วยต่อเดือน	22
รูปที่ 2.7	ตัวอย่างกราฟ BOT แสดงระบบการจัดการน้ำในชุมชนที่มีปัญหาน้ำขาดแคลน	25
รูปที่ 2.8	ตัวอย่างวงจรป้อนกลับประเภท Reinforcing Feedback Loop (R-loop) และ Balancing Feedback Loop (B-loop)	28
รูปที่ 2.9	ตัวอย่าง Feedback Loops ประเภท Balancing Feedback with Delay	29
รูปที่ 2.10	การจำลองระบบประชากรของปลาตัวใหญ่ที่กินปลาตัวเล็กเป็นอาหาร	32
รูปที่ 2.11	การจำลองการแพร่กระจายของข่าวลือ (Rumor Spread)	35
รูปที่ 2.12	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) จากแบบจำลองร้านอาหาร กรณีทดสอบพารามิเตอร์ 1 ตัว	37
รูปที่ 2.13	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) จากแบบจำลองร้านอาหาร กรณีทดสอบพารามิเตอร์มากกว่า 1 ตัว	38

รูปที่ 2.14	เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่เกิดจากต้นทุนด้านวัตถุดิบ (Cost) และต้นทุนค่าขนส่งสินค้า (Transportation Cost) ในแบบจำลองร้านอาหาร	39
รูปที่ 2.15	การสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ในแบบจำลองอ่างเก็บน้ำ	42
รูปที่ 2.16	การทดลองเชิงนโยบาย (Policy Experiments) ในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงจำนวนผู้ใช้รถยนต์ส่วนตัวไปใช้รถสาธารณะ	48
รูปที่ 3.1	การติดตั้งโปรแกรม Stella Online	53
รูปที่ 3.2	ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของ Stella Professional	54
รูปที่ 3.3	ตัวอย่างหน้าจอการทำงาน Stella Architect จาก Website ของบริษัท isee systems	55
รูปที่ 3.4	การสร้างแบบจำลองใหม่โดยเลือก New Model หรือ New CLD	56
รูปที่ 3.5	แถบคำสั่งกรณีเลือกสร้างแบบจำลองแบบ New CLD	56
รูปที่ 3.6	แถบคำสั่งกรณีเลือกสร้างแบบจำลองแบบ New Model	57
รูปที่ 3.7	หน้าต่างแบบจำลองเมื่อสร้างแบบจำลองใหม่	64
รูปที่ 3.8	หน้าต่างสำหรับการตั้งค่าช่วงเวลาของการจำลอง	65
รูปที่ 3.9	การสร้างตัวแปร Stock “Field latex inventory”	66
รูปที่ 3.10	กดจำลอง Stock “Field latex inventory”	66
รูปที่ 3.11	เพิ่ม Flow อุปทานน้ำยางสด “Supply”	67
รูปที่ 3.12	กดจำลอง Stock “Field latex inventory” หลังจากเพิ่ม Flow “Supply”	68
รูปที่ 3.13	เพิ่ม Flow อุปสงค์น้ำยางสด (Demand)	69
รูปที่ 3.14	การใช้กราฟแสดงผลลัพธ์	70
รูปที่ 3.15	การคำนวณค่าสูงสุดจาก “Array population”	71
รูปที่ 3.16	ตัวอย่างการใช้งาน Builtins และการดำเนินการ: จำลองตัวแปรที่มีผลกระทบทางฤดูกาล	83
รูปที่ 3.17	Causal Loop Diagram แบบจำลอง Urban Air Pollution (มลพิษทางอากาศในเมือง)	94
รูปที่ 4.1	เส้นอุปสงค์ (Demand Curve)	105
รูปที่ 4.2	เส้นอุปทาน (Supply Curve)	106
รูปที่ 4.3	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์และอุปทาน (Interaction Between Supply and Demand)	108

รูปที่ 4.4	ตั้งค่าหน้าจอแบบจำลองอุปสงค์และอุปทานในตลาดเนื้อวัว	110
รูปที่ 4.5	ตั้งค่าหน้าจอแบบจำลองอุปสงค์และอุปทานในตลาดเนื้อวัว	111
รูปที่ 4.6	กราฟแสดงอุปทานในตลาดเนื้อวัว และ แบบจำลองตลาดเนื้อวัว	112
รูปที่ 4.7	กราฟแสดงผลกระทบของสินค้าคงคลังสะสมที่ส่งผลต่อราคา	114
รูปที่ 4.8	การจำลองราคาเนื้อวัว	115
รูปที่ 4.9	แบบจำลองตลาดเนื้อวัว	115
รูปที่ 4.10	ผลลัพธ์จากแบบจำลองตลาดเนื้อวัว	117
รูปที่ 4.11	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของราคาเนื้อวัว	119
รูปที่ 4.12	การสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ของราคาเนื้อวัว	120
รูปที่ 4.13	แบบจำลองอุปสงค์แรงงาน	123
รูปที่ 4.14	โครงสร้างหลักของแบบจำลองอุปทานแรงงาน	129
รูปที่ 4.15	ผลลัพธ์ของแบบจำลองตลาดแรงงาน	130
รูปที่ 4.16	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis) ของจำนวนผู้ว่างงาน	131
รูปที่ 4.17	การสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ของค่าจ้าง	132
รูปที่ 5.1	กรอบแนวคิดของแบบจำลองการคาดการณ์สถานการณ์ราคายางแห่งประเทศไทย	136
รูปที่ 5.2	แบบจำลองการคาดการณ์สถานการณ์ราคายาง: การจำลองระดับโลก (Global sector)	138
รูปที่ 5.3	แบบจำลองการคาดการณ์สถานการณ์ราคายาง: การจำลองระดับประเทศ (National sector)	143
รูปที่ 5.4	การสร้างตัวแปรที่ข้อมูลมีผลทางฤดูกาล (Seasonal)	146
รูปที่ 5.5	การคาดการณ์ปริมาณผลผลิตยาง	148
รูปที่ 5.6	ผลการออกแบบแบบจำลองระดับโลก (Global sector)	155
รูปที่ 5.7	ผลการออกแบบแบบจำลองระดับประเทศ (National sector)	156
รูปที่ 5.8	ผลการออกแบบแบบจำลองปริมาณผลผลิตยาง	157
รูปที่ 5.9	การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)	159
รูปที่ 5.10	เปรียบเทียบราคายาง RSS3, SICOM ที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลจริงในอดีต	160
รูปที่ 5.11	เปรียบเทียบราคายาง FOB กรุงเทพฯ ที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลจริงในอดีต	161
รูปที่ 5.12	เปรียบเทียบผลผลิตยางพาราที่ได้จากการจำลองกับข้อมูลจริงในอดีต	161
รูปที่ 5.13	เปรียบเทียบผลการจำลองสภาพอากาศในแบบจำลองกับข้อมูลจริง	162

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ผลการจำลองมลพิษในเมือง: กรณีมลพิษที่เกิดใหม่ มีอัตราคงที่เท่ากับ 2 หน่วยต่อเดือน 21

ตารางที่ 2.2 ผลการจำลองมลพิษในเมือง: กรณีมลพิษที่เกิดใหม่ มีอัตราคงที่เท่ากับ 5 หน่วยต่อเดือน 23

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลจริงของปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำในช่วง 5 ปี 41

ตารางที่ 2.4 ผลลัพธ์ของแบบจำลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น 42

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นกับข้อมูลจริง 43

ตารางที่ 2.6 ผลลัพธ์ของแบบจำลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับแล้ว 44

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบผลลัพธ์ของแบบจำลองโดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับแล้วกับข้อมูลจริง 44

ตารางที่ 3.1 ความหมายและคำสั่งในเมนู 57

ตารางที่ 3.2 Stock สำหรับตัวอย่าง Urban Air Pollution (มลพิษทางอากาศในเมือง) 96

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ใช้จำลองอุปสงค์และอุปทานในตลาดเนื้อวัว 109

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรประเภทกราฟ ในแบบจำลองตลาดเนื้อวัว 116

ตารางที่ 4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation) ของราคาเนื้อวัว 120

ตารางที่ 4.4 จำนวนผู้มีงานทำ, ค่าจ้างแรงงานเฉลี่ย, สัดส่วนผู้มีงานทำ จำแนกตามอายุ และอัตราการว่างงาน 121

ตารางที่ 4.5 สัดส่วนผู้มีงานทำ จำแนกตามระดับการศึกษา 122

ตารางที่ 4.6 จำนวนผู้สำเร็จการศึกษา จำแนกตามระดับการศึกษา 122

ตารางที่ 4.7 ตัวแปรประเภทกราฟ ในแบบจำลองตลาดแรงงาน 127

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation) ของค่าจ้าง 133

ตารางที่ 5.1 ตัวแปรประเภทกราฟ ในจำลองราคายางโลก 138

ตารางที่ 5.2 ตัวแปรประเภทกราฟ ในจำลองราคายางพารา FOB กรุงเทพฯ 142

ตารางที่ 5.3 ตัวแปรประเภทกราฟ ในแบบจำลองปริมาณผลผลิตยาง และรายได้ครัวเรือนเกษตรกร 152

ตารางที่ 5.4 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation) 163