ดัชนีแมคดีฟัซซีประยุกต์กับ SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

FUZZY MACD WITH APPLICATION TO SET50 IN STOCK EXCHANG OF THAILAND

ฐิตาภรณ์ เทพปินตา

ปพน อินวรรณา

อนิรุธ หนูตอ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

ดัชนีแมคดีฟัซซีประยุกต์กับ SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
FUZZY MACD WITH APPLICATION TO SET50 IN STOCK EXCHANG OF THAILAND

ฐิตาภรณ์ เทพปินตา
ปพน อินวรรณา
อนิรุธ หนูตอ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUZZY MACD WITH APPLICATION TO SET50 IN STOCK EXCHANGE OF THAILAND

THITAPORN TEPPINTA
PAPON INWANNA
ANIRUT NOOTOR

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN APPLIED MATHEMATICS
DEPARTMENT OF MATHEMATICS
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ดัชนีแมคดีฟัซซีประยุกต์กับ SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย Fuzzy MACD with application to SET50 in Stock Exchange of Thailand
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฐิตาภรณ์ เทพปินตา 54050017 นายปพน อินวรรณา 54050039 นายอนิรุธ หนูตอ 54050105
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วิทยาเกียรติเลิศ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์) ประจำปีการศึกษา 2557

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
อาจารย์ ดร.กัมปนาท นามงาม ประธานกรรมการ	
อาจารย์ ดร.ศุกระวรรณ มะเวชะ กรรมการ	
ผศ.ดร.วิชัย วิทยาเกียรติเลิศ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	ดัชนีแมคดีฟัซซีประยุกต์กับ SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
ชื่อนักศึกษา	นางสาวฐิตาภรณ์ เทพปินตา 54050017
	นายปพน อินวรรณา 54050039
	นายอนิรุธ หนูตอ 54050105
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (คณิตศาสตร์ประยุกต์)
ภาควิชา	คณิตศาสตร์
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วิทยาเกียรติเลิศ

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้ปรับปรุง MACD ดั้งเดิม ซึ่งส่งสัญญาณการซื้อขายล่าช้าโดยประยุกต์กับความรู้ในเรื่องตรรกศาสตร์ฟัซซี โดยให้ชื่อ MACD ที่ปรับปรุงขึ้นใหม่นี้ว่า “MACDF” (Fuzzy MACD) ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของ MACDF ในการวิเคราะห์เชิงเทคนิคกับหุ้นกลุ่ม SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยการคำนวณหาอัตราความสำเร็จและอัตรากำไร และเปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดสอบด้วยดัชนีอื่นๆ ได้แก่ MACD ดั้งเดิม MACDR1 และMACDR2

คำสำคัญ : MACD การวิเคราะห์เชิงเทคนิค ตรรกศาสตร์ฟัซซี ระบบซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	FUZZY MACD WITH APPLICATION TO SET50 IN STOC EXCHANGE OF THAILAND
Students	Ms.Thitaporn Teppinta 54050017
	Mr. Papon Inwanna 54050039
	Mr. Anirut Nootor 54050105
Degree	Bachelor of Science (Applied Mathematics)
Department	Applied Mathematics
Academic Year	2014
Advisor	Assist.Prof.Dr. Wichai Witayakittilerd

ABSTRACT

In this special problem, the traditional MACD is developed by applying fuzzy logic. The MACDF (Fuzzy MACD) is defined. The efficacy of MACDF is tested to technical analysis for the stocks in SET50. The success rate and profit rate of investment by analyzing with MACDF is investigated. The results is compared with analyzing by using the traditional MACD, MACDR1 and MACDR2.

Keywords : MACD, Technical Analysis, Fuzzy Logic, Trading System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงด้วยความกรุณาอย่างสูงจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วิทยาเกียรติเลิศ ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ โดยให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยหาวิธีการแก้ไขปัญหาอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นปัญหาทางด้านการศึกษาหรือปัญหาทางด้านการทำงาน รวมทั้งให้กำลังใจผู้จัดทำด้วยความเมตตาตั้งแต่เริ่มทำปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.กัมปนาท นามงาม ประธานกรรมการปัญหาพิเศษและท่านอาจารย์ ดร.ศุกระวรรณ มะเวชะที่กรุณารับเป็นกรรมการปัญหาพิเศษและได้สละเวลามาดำเนินการสอบปัญหาพิเศษนี้ ทั้งได้กรุณาให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางจนปัญหาพิเศษนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาผู้ให้กำเนิด ซึ่งท่านได้วางรากฐานชีวิต พื้นฐานทางความคิดให้ผู้จัดทำมีความเชื่อมั่นในสิ่งที่ถูกต้องและเป็นกำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอมาอันเป็นแนวทางไปสู่ความสำเร็จของผู้จัดทำ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด

นางสาวฐิตาภรณ์ เทพปินตา
นายปพน อินวรรณา
นายอนิรุธ หนูตอ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 เซตฟัซซี	4
2.2 จำนวนฟัซซี	5
2.3 ตัวดำเนินการเชิงเลขคณิตของจำนวนฟัซซี	8
2.4 การดีฟัซซีฟิเคชัน	10
2.5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arthematic mean : AM)	11
2.6 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted mean : WM)	11
2.7 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple moving average : SMA)	11
2.8 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ (Weighted moving average : WMA)	13
2.9 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential moving average : EMA)	18
2.10 MACD (Moving Average Convergence Divergence)	20
2.11 วิธีการซื้อขายหุ้นโดยใช้ MACD แบบดั้งเดิม	22
2.12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตฟัซซี (Fuzzy arthematic mean : FAM)	24
2.13 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักฟัซซี (Fuzzy weighted mean : FWM)	24
2.14 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายฟัซซี (Fuzzy simple moving average : FSMA)	24
2.15 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี (Fuzzy exponential moving average : FEMA)	25
บทที่ 3 วิเคราะห์และทดสอบการซื้อขายหุ้น	26
3.1 คาบการซื้อขาย	26
3.2 การซื้อขายหนึ่งรอบ	26
3.3 อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ย	27
3.4 วิธีการซื้อขาย MACD แบบดั้งเดิม	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 วิธีการซื้อขาย MACDR1	30
3.6 วิธีการซื้อขาย MACDR2	32
3.7 วิธีการซื้อขายด้วย MACDR1 ด้วยเงื่อนไขเพิ่มเติม	34
3.8 วิธีการซื้อขายด้วย MACDR2 ด้วยเงื่อนไขเพิ่มเติม	35
บทที่ 4 แมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี	38
4.1 ขั้นตอนการสร้างแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี	39
4.1.1 การคำนวณราคาเฉลี่ย	40
4.1.2 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี	41
4.1.3 แมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี	43
4.2 วิธีการซื้อขายด้วย MACDF	45
4.3 วิธีการซื้อขายด้วย MACDFR1	46
4.4 วิธีการซื้อขายด้วย MACDFR2	48
บทที่ 5 ผลการดำเนินงานและอภิปรายผล	50
5.1 ผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย $MACDR1_{a}$	50
5.2 ผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย $MACDR2_{(a,b)}$	50
5.3 ผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วยแมคดีฟัซซี	52
5.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายต่างๆ	52
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	54
6.1 สรุปผลงานวิจัย	54
6.2 ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก รหัสต้นฉบับสำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย	57
ภาคผนวก ข วิธีใช้รหัสต้นฉบับสำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย	99
ข.1 ความรู้พื้นฐานในการใช้โปรแกรม	99
ข.2 การเตรียมข้อมูล	102
ข.3 การทดสอบกับหุ้น SET50	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการดำเนินงานในขั้นตอนต่าง 3
2.1 ตารางแสดงค่าความเป็นสมาชิกของ A 4
2.2 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ 9 วัน ด้วยความสัมพันธ์เวียนเกิดกับหุ้น SET50 15
2.3 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียล 9 วัน กับหุ้น SET50 19
3.1 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACD กับหุ้น SET50 29
3.2 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR1 กับหุ้น SET50 32
3.3 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR2 กับหุ้น SET50 34
3.4 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ $MACDR1_a$ กับหุ้น SET50 35
3.5 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ $MACDR2_{(a,b)}$ กับหุ้น SET50 36
4.1 แสดงการคำนวณราคาเฉลี่ย 40
4.2 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี 12 วันและดีฟัซซีฟิเคชัน 42
4.3 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี 26 วันและดีฟัซซีฟิเคชัน 42
4.4 แสดงตัวอย่างการคำนวณแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี 44
4.5 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDF กับหุ้น SET50 45
4.6 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDFR1 กับหุ้น SET50 47
4.7 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDFR2 กับหุ้น SET50 49
5.1 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ $MACDR1_a$ กับหุ้น SET50 50
5.2 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ $MACDR2_{(a,b)}$ กับหุ้น SET50 51
5.3 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วยดัชนีแมคดีฟัซซี 52
5.4 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการซื้อขายหุ้นในวิธีต่างๆ 52
ก.1 ตารางอธิบายจุดประสงค์ในการทำงานของไฟล์รหัสต้นฉบับ 58
ก.2 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ basic.py 59
ก.3 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ basicf.py 62
ก.4 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ data.py 65
ก.5 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ ema.py 69
ก.6 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ macd.py 69
ก.7 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ plot.py 70
ก.8 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ plot.py 74
ก.9 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_originalmacd.py 79
ก.10 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdr1.py 82
ก.11 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdr2.py 84
ก.12 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdf 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.13 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdfr1	89
ก.14 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdfr2	91
ก.15 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ main.py	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 กราฟแสดงเซนฟัซซีนอร์มอล	5
2.2 กราฟแสดงเซนฟัซซีนอนนอร์มอล	6
2.3 กราฟแสดงเซตระดับ α	6
2.4 กราฟแสดงเซตฟัซซีนูน	7
2.5 แสดงจำนวนฟัซซสามเหลี่ยม	8
2.6 แสดงจำนวนฟัซซี $\hat{x}$, $\hat{y}$ และ $\hat{x}+\hat{y}$	9
2.7 แสดงจำนวนฟัซซี $\hat{x}$ และ $3\hat{x}$	9
2.8 แสดงจำนวนฟัซซี $\hat{x}$, $\hat{y}$ และ $\hat{x}-2\hat{y}$	9
2.9 กราฟราคาหุ้นเทียบกับเวลา	12
2.10 กราฟเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 9 วัน	13
2.11 กราฟแสดงค่าน้ำหนัก	14
2.12 กราฟของเส้นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ 9 วันกับราคาปิดรายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	17
2.13 กราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลของราคาหุ้น	18
2.14 กราฟของเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียล 9 วันกับราคาปิดรายวัน ของ SET50 ตั้งแต่ วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557	20
2.15 กราฟของเส้น MACD	20
2.16 กราฟเส้นสัญญาณ	21
2.17 กราฟของเส้น MACD กับ เส้นสัญญาณ	22
2.18 แสดงจุดตัดขึ้น	22
2.19 แสดงจุดตัดลง	23
2.20 กราฟแสดงจุดซื้อและจุดขายของหุ้น โดยใช้ MACD แบบดั้งเดิม	23
3.1 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACD กับหุ้น SET50	29
3.2 รูปแสดงจุดซื้อของวิธีการซื้อขาย MACDR1	31
3.3 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR1 กับหุ้น SET50	31
3.4 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR2 กับหุ้น SET50	33
4.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ของงานวิจัย	38
4.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี	39
4.3 แสดงโครงสร้างการประมาณผลหาค่าราคาเฉลี่ย	40
4.4 แสดงโครงสร้างการประมาณผลหาค่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี และดีฟัซซีฟิเคชัน	41
4.5 แสดงโครงสร้างการประมาณผลหาดัชนีแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี	43
4.6 ตัวอย่างกราฟเส้นแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซีของราคาหุ้น	44
4.7 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDF กับหุ้น SET50	45
4.8 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR1 กับหุ้น SET50	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.9	รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR1 กับหุ้น SET50	49
ข.1	รูปแสดงโครงสร้างการจัดเก็บรหัสต้นฉบับ	90
ข.2	รูปแสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลราคา	100
ข.3	รูปแสดงการเปิดโปรแกรม IPython ด้วยโดยการคลิกเมาส์ขาว ที่เดสก์ทอปในระบบปฏิบัติการ Windows	101
ข.4	รูปโปรแกรม IPython หลังจากป้อนคำสั่งเคลื่อนย้ายพื้นที่การทำงาน	101
ข.5	กราฟของลำดับราคา MACD และเส้นสัญญาณ	103
ข.6	กราฟของลำดับราคา แมคดีฟัซซี และเส้นสัญญาณฟัซซี	104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การซื้อขายหุ้นมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้นักลงทุนตัดสินใจซื้อขายหุ้นในช่วงเวลาหนึ่งๆ เช่น ภาวะเศรษฐกิจ ผลประกอบการของบริษัท และปัจจัยอื่นๆอีกมากมายที่เราไม่สามารถคาดการณ์ได้ ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อราคาหุ้นในแต่ละวันที่ไม่แน่นอน ซึ่งนักลงทุนใช้ราคาหุ้นดังกล่าวเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของการซื้อขายหุ้นในตลาด โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์หุ้นทางเทคนิคเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน

MACD (Moving average convergence divergence) เป็นดัชนีติดตามแนวโน้มของราคาหุ้น คิดค้นโดย Gerald Apple ในค.ศ. 1979 เส้น MACD สร้างขึ้นโดยใช้ความแตกต่างของเส้นค่าเฉลี่ย 2 เส้น คือ เส้นค่าเฉลี่ยระยะสั้นกับเส้นค่าเฉลี่ยระยะยาว สัญญาณซื้อจะปรากฏเมื่อเส้นค่าเฉลี่ยระยะสั้นตัดขึ้นเหนือเส้นค่าเฉลี่ยระยะยาว สัญญาณขายจะปรากฏเมื่อเส้นค่าเฉลี่ยระยะสั้นตัดเส้นค่าเฉลี่ยยาวลงมา ข้อดีของ MACD คือเป็นดัชนีที่ง่ายต่อการใช้งาน มีความแม่นยำในระดับที่เชื่อถือได้ ข้อด้อยคือการให้สัญญาณซื้อขายล่าช้า อันเป็นจุดอ่อนที่ทำให้มีอัตราความสำเร็จในการเก็งกำไรต่ำ

ตรรกศาสตร์ฟัซซี (fuzzy logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูล ใช้หลักเหตุผลที่คล้ายกับการเลียนแบบวิธีคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่าง ค่าความจริงที่เป็นจริงกับค่าความจริงที่เป็นเท็จ ส่วนตรรกศาสตร์เดิมจะมีค่าความจริงที่เป็นจริงกับค่าความจริงที่เท็จเท่านั้น

ในปี 2549 นาม ดิน ธิ ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพยากรณ์และแลกเปลี่ยนหุ้นด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเทคนิคผสมผสานกับวิธีฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้ข้อมูลราคาหุ้นจริงของบริษัทหลายบริษัทจากประเทศสหรัฐอเมริกาผลการทดสอบพบว่าวิธีการนี้มีความผิดพลาดเฉลี่ยกำลังสองต่ำ

ในปี 2556 พิพรรธน์ สำเภากิจ และคณะ ได้ทำงานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์การซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยใช้เส้นสัญญาณดัดแปลงและการอนุมานค่าน้ำหนักการซื้อขายด้วยตรรกศาสตร์ฟัซซี ทดสอบกับหุ้นแต่ละตัวในกลุ่ม SET-100 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

จากการศึกษาผลงานวิจัยดังกล่าว จึงเกิดแนวความคิดที่จะปรับปรุง MACD ดั้งเดิม โดยใช้ตรรกศาสตร์ฟัซซี มาประยุกต์กับ MACD ดั้งเดิม นิยามใหม่ว่า “MACDF” (Fuzzy MACD) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ ซื้อ-ขายหุ้น ให้มีอัตราความสำเร็จในการเก็งกำไรสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1) เพื่อนิยาม MACDF (Fuzzy MACD) โดยใช้ความรู้ MACD ดั้งเดิมและตรรกศาสตร์ฟัซซี
2) เพื่อทำการวิเคราะห์หุ้นเชิงเทคนิคในกลุ่ม SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย โดยใช้ MACD ดั้งเดิม และ MACDF ที่นิยามขึ้นใหม่
3 เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ MACD ดั้งเดิม และ MACDF

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1) ศึกษา SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยล่าสุดย้อนหลังเป็นเวลา 3 ปี ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557
2) จำลองการซื้อขายด้วยเงินสมมติ ในแต่ละรอบการซื้อขายด้วยเงินที่เท่ากัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถนำ MACDF ที่นิยามขึ้นใหม่ ไปใช้ตัดสินใจในการลงทุนซื้อหุ้น
2) MACDF ที่นิยามขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพมากกว่า MACD ดั้งเดิม

1.5 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ MACD ดั้งเดิม ตรรกศาสตร์ฟัซซี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2) นิยาม MACDF โดยใช้ความรู้ MACD ดั้งเดิม และตรรกศาสตร์ฟัซซี
3) วิเคราะห์และทดสอบการซื้อขายหุ้นด้วยวิธี MACD ดั้งเดิม, MACDR1 และ MACDR2
4) วิเคราะห์และทดสอบการซื้อขายหุ้นด้วยวิธี MACDF
5) เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง MACD ดั้งเดิม, MACDR1, MACDR2 และ MACDF
6) สรุปผลและจัดทำรายงาน

1.6 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ปัญหาพิเศษใช้เวลาดำเนินการทั้งสิ้น 8 เดือนตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2557 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2558 ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการดำเนินงานในขั้นตอนต่างๆ

การดำเนินงาน	ระยะเวลา							
	2557				2558			
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย
1) ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ MACD ดั้งเดิม ตรรกศาสตร์ฟัซซี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	↔	↔						
2) นิยาม MACDF โดยใช้ความรู้ MACD ดั้งเดิม และตรรกศาสตร์ฟัซซี		↔	↔	↔				
3) วิเคราะห์และทดสอบการซื้อขายหุ้นด้วยวิธี MACD ดั้งเดิม, MACDR1 และ MACDR2			↔	↔	↔			
4) วิเคราะห์และทดสอบการซื้อขายหุ้นด้วยวิธี MACDF				↔	↔	↔	↔	
5) เปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่าง MACD ดั้งเดิม, MACDR1, MACDR2 และ MACDF					↔	↔	↔	
6) สรุปผลและจัดทำรายงาน						↔	↔	↔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตรรกศาสตร์ฟัซซีได้ถูกคิดค้นโดย L.A.Zadeh ในปี คศ.1965 ซึ่งเป็นผลงานวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ตรรกศาสตร์ฟัซซีเป็นตรรกะที่อยู่บนพื้นฐานความจริงที่ว่า "ทุกสิ่งบนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ใช่มีเฉพาะสิ่งที่มีความแน่นอนเท่านั้น แต่มีหลายสิ่งหลายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่เที่ยงและไม่แน่นอน อาจจะเป็นสิ่งที่ไม่คลุมเครือและไม่ชัดเจน"

2.1 เซตฟัซซี

ในปี คศ.1965 Zadeh เสนอแนวคิดในการนิยามเซตฟัซซีจากฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในทำนองเดียวกับการกล่าวถึงเซตดั้งเดิมด้วยฟังก์ชันบ่งชี้เฉพาะโดยใส่เงื่อนไขเพิ่มเติม คือค่าความเป็นสมาชิกสามารถเป็นได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 แทนที่จะมีค่าเพียง 0 กับ 1 อย่างเซตดั้งเดิม

นิยามที่ 2.1 กำหนดให้ A เป็นเซตดั้งเดิมของเอกภพสัมพัทธ์ เซตฟัซซี $\mathcal{A}$ บนเซตดั้งเดิม A นิยามโดย

$$\mathcal{A}=\{(x,\mu_A(x))\,|\,x\in A \text{ และ } \mu_A(x)\in[0,1]\}$$

โดย $\mu_A : A\to[0,1]$ เรียกว่า <u>ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก</u> ของเซตฟัซซี $\mathcal{A}$

ถ้าจะกล่าวถึงเซตฟัซซี $\mathcal{A}$ บนเซตดั้งเดิม A จะกล่าวโดยย่อว่า "เซตฟัซซี $\mathcal{A}$ "

ตัวอย่างที่ 2.1

กำหนดให้ $A=\mathbb{N}_0\cap[0,10]$ จงหาเซตฟัซซี $\mathcal{A}$ ภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก μ_A

เมื่อ $\mu_A(x)=\dfrac{1}{1+(x-5)^2}$

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าความเป็นสมาชิกของ A

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.038	0.059	0.1	0.2	0.5	1	0.5	0.2	0.1	0.059	0.038

ดังนั้น $\mathcal{A}=\{(0,0.038),(1,0.056),(2,0.1),(3,0.2),(4,0.5),(5,1),(6,0.5),(7,0.2),(8,0.1),$
$(9,0.059),(10,0.038)\}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 จำนวนฟัซซี

จะกล่าวถึงนิยามทั่วไปของจำนวนฟัซซี ซึ่งเป็นกรณีเฉพาะของเซตฟัซซี โดยจำนวนฟัซซีเป็นเซตฟัซซีซึ่งฟังก์ชันความเป็นสมาชิกนิยามบนเอกภพสัมพัทธ์ $\mathbb{R}$ โดยมีสมบัตินอร์มอล เซตระดับ α และ เซตฟัซซีนูน (Convex fuzzy set)

นิยามที่ 2.2 กำหนดให้ $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก μ_A

1. เซตฟัซซี $\mathcal{A}$ <u>เป็นนอร์มอล (Normalized)</u> ก็ต่อเมื่อ $\exists x \in A$ ซึ่ง $\mu_A(x) = 1$
2. เซตฟัซซี $\mathcal{A}$ <u>เป็นนอนนอร์มอล (Nonnormalized)</u> ก็ต่อเมื่อ $\forall x \in A$ ซึ่ง $\mu_A(x) \neq 1$

ตัวอย่างที่ 2.2

กำหนดเซตฟัซซี

$$\mathcal{A} = \{(0,0.0270),(1,0.0385),(2,0.0588),(3,0.1),(4,0.2),(5,0.5),(6,1),(7,0.5),(8,0.2),(9,0.1),(10,0.0588)\}$$

จงตรวจสอบว่า $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีนอร์มอลหรือไม่ เพราะเหตุใด

เนื่องจาก มี x บางตัวที่อยู่ในเซตฟัซซี $\mathcal{A}$ มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ 1 ดังนั้น เซตฟัซซี $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีนอร์มอล

รูปที่ 2.1 กราฟแสดงเซตฟัซซีนอร์มอล

ตัวอย่างที่ 2.3

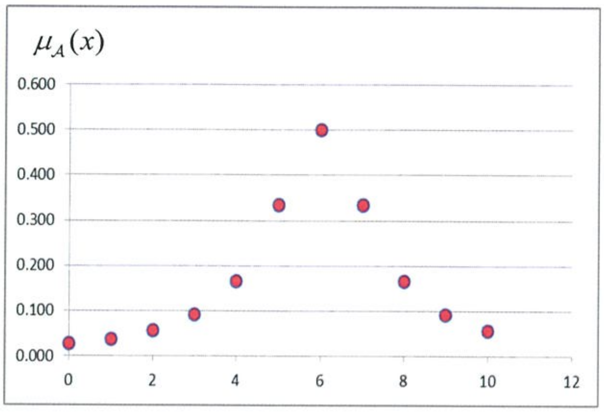
กำหนดเซตฟัซซี

$$\mathcal{A} = \{(0,0.026),(1,\ 0.037),(2,\ 0.056),(3,0.091),(4,0.167),(5,0.333),(6,0.5),(7,0.333),(8,0.167),(9,0.091),(10,0.056)\}$$

จงตรวจสอบว่า $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีนอร์มอลหรือไม่เพราะเหตุใด

เนื่องจาก x ทุกตัวที่อยู่ในเซตฟัซซี $\mathcal{A}$ มีค่าความเป็นสมาชิกไม่เท่ากับ 1 ดังนั้น เซตฟัซซี $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีนอนนอร์มอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

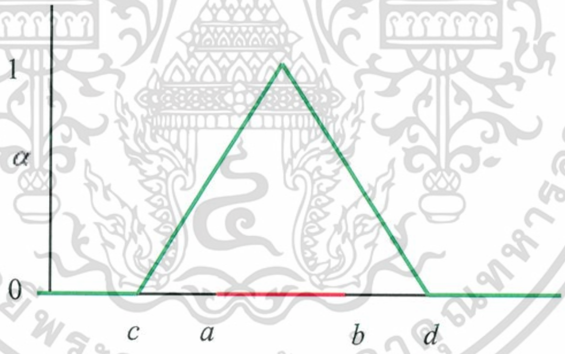


รูปที่ 2.2 กราฟแสดงเซตฟัซซีนอนนอร์มอล

นิยามที่ 2.3 กำหนดให้ $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก μ_A <u>เซตระดับ</u> α (α - cut) ของเซตฟัซซี $\mathcal{A}$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $[\mu_A]^\alpha$ นิยามโดย

$$[\mu_A]^\alpha = \begin{cases} \{x \in A \mid \mu_A(x) \geq \alpha\} & ;\alpha > 0 \\ \overline{\{x \in A \mid \mu_A(x) > 0\}} & ;\alpha = 0 \end{cases}$$

เมื่อ $\overline{A}$ แทนโคลสเชอร์ (Closure) ของเซต A

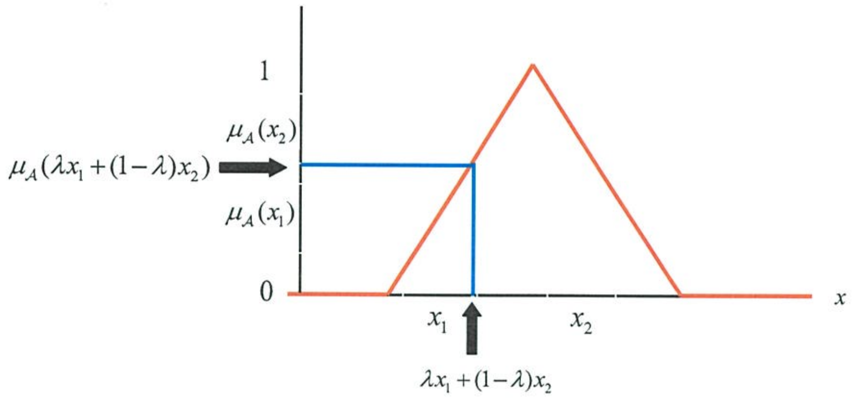


รูปที่ 2.3 กราฟแสดงเซตระดับ α

นิยามที่ 2.4 กำหนดให้ $\mathcal{A}$ เป็นเซตฟัซซีภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก μ_A เรียก $\mathcal{A}$ ว่า <u>เซตฟัซซีนูน</u> (Convex fuzzy set) นิยามโดย

$$\mu_A(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2 \geq \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\} \;;\forall x_1, x_2 \in A \text{ และ } \lambda \in [0,1]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กราฟแสดงเซตฟัซซีนูน

นิยามที่ 2.5 กำหนดให้ $\hat{a}$ เป็นเซตฟัซซีนอร์มอลภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{\hat{a}}:\mathbb{R}\to[0,1]$ จะเรียก $\hat{a}$ ว่า <u>จำนวนฟัซซี</u> (Fuzzy number) ก็ต่อเมื่อ

1. $\hat{a}$ เป็นเซตฟัซซีนูน (Convex fuzzy set)
2. เซตระดับแอลฟา $[\mu_A]^\alpha=[a,b]$; $\forall\alpha\in(0,1]$ สำหรับบางช่วงปิด $[a,b]$
3. $\overline{[\mu_A]}^0=[c,d]$ สำหรับบางช่วงปิด $[c,d]$ เมื่อ $\overline{A}$ แทนโคลสเชอร์ (Closure) ของเซต A

ตัวอย่างของจำนวนฟัซซีที่น่าสนใจซึ่งได้แก่ จำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม (Triangular fuzzy-number) จำนวนฟัซซีสี่เหลี่ยมคางหมู (Trapezoidal fuzzy number) และจำนวนฟัซซีพีซไวส์คอวดดราติค (Picewise-quadratic fuzzy number) สำหรับในที่นี้เราจะยกตัวอย่างจำนวนฟัซซีที่ใช้ในปัญหาพิเศษนี้เท่านั้น ซึ่งได้แก่ จำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม

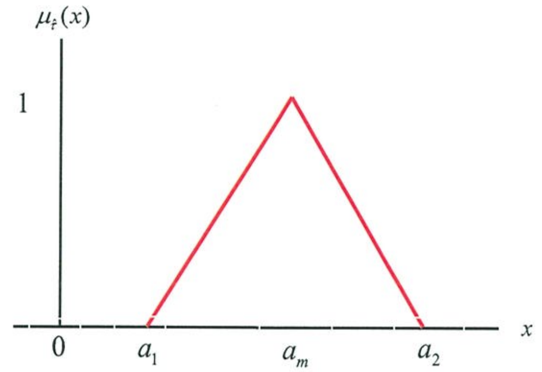
นิยามที่ 2.6 กำหนดให้ $\hat{\tau}$ เป็นจำนวนฟัซซีภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{\hat{\tau}}:\mathbb{R}\to[0,1]$ เรียก $\hat{\tau}$ ว่า <u>จำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม</u> กำหนดโดย

$$\mu_{\hat{\tau}}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-a_1}{a_m-a_1} & ; a_1\le x\le a_m\\ \dfrac{x-a_2}{a_m-a_2} & ; a_m\le x\le a_2\\ 0 & ; \text{อื่นๆ}\end{cases}$$

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\hat{\tau}=Tri(a_1,a_m,a_2)$

หมายเหตุ ต่อไปเมื่อกล่าวถึงจำนวนฟัซซีจะหมายถึงจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม

2.3 ตัวดำเนินการเชิงเลขคณิตของจำนวนฟัซซี

ในหัวนี้จะกล่าวถึงเฉพาะตัวดำเนินการเชิงเลขคณิตที่ใช้ในปัญหาพิเศษเท่านั้นซึ่งได้แก่

นิยามที่ 2.7 กำหนดให้ $\hat{x} = Tri(a_1, a_m, a_2)$ และ $\hat{y} = Tri(b_1, b_m, b_2)$ เป็นจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม

1. การบวกระหว่างจำนวนฟัซซี
   ผลบวกระหว่างจำนวนฟัซซี $\hat{x}$ และ $\hat{y}$ เขียนแทนด้วย $\hat{x}+\hat{y}$ นิยามโดย
   $$\hat{x}+\hat{y} = Tri(a_1, a_m, a_2) + Tri(b_1, b_m, b_2) = Tri(a_1+b_1, a_m+b_m, a_2+b_2)$$
2. การคูณจำนวนฟัซซีด้วยสเกลาร์
   ผลคูณจำนวนฟัซซีด้วยสเกลาร์ $k \in \mathbb{R}$ และจำนวนฟัซซี $\hat{x}$ เขียนแทนด้วย $k\hat{x}$ นิยามโดย
   $$k\hat{x} = k \cdot Tri(a_1, a_m, a_2) = Tri(ka_1, ka_m, ka_2) \quad \text{สำหรับ } k \ge 0$$
   $$k\hat{x} = k \cdot Tri(a_2, a_m, a_1) = Tri(ka_2, ka_m, ka_1) \quad \text{สำหรับ } k < 0$$

หมายเหตุ เราเขียน $\hat{x}+(-1)\hat{y}$ แทนด้วย $\hat{x}-\hat{y}$

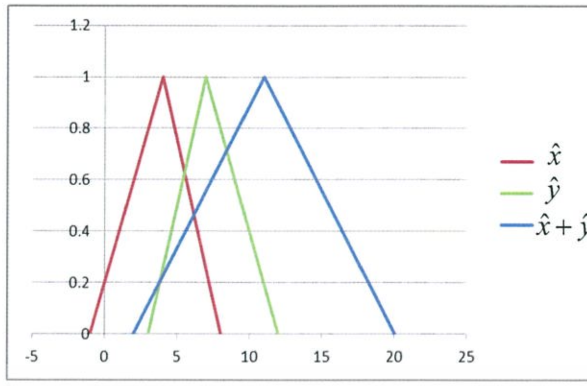
ตัวอย่างที่ 2.4

ให้ $\hat{x} = Tri(-1,4,8)$ เป็นจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยมภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{\hat{x}}$ และ $\hat{y} = Tri(3,7,12)$ เป็นจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยมภายใต้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก $\mu_{\hat{y}}$ จงหา $\hat{x}+\hat{y}$ $3\hat{x}$ และ $\hat{x}-2\hat{y}$ พร้อมทั้งเขียนกราฟแสดงจำนวนฟัซซีผลลัพธ์

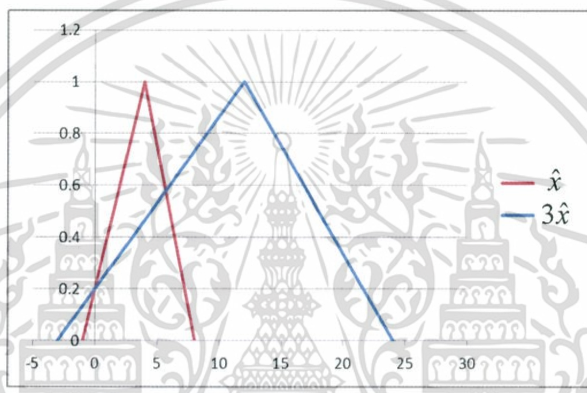
จากนิยาม $\hat{x}+\hat{y} = Tri(-1,4,8) + Tri(3,7,12) = Tri(2,11,20)$

$$3\hat{x} = 3Tri(-1,4,8) = Tri(-3,12,24)$$
$$\hat{x}-2\hat{y} = Tri(-1,4,8) + (-2)\cdot Tri(3,7,12)$$
$$= Tri(-1,4,8) + Tri(-24,-14,-6)$$
$$= Tri(-25,-10,2)$$

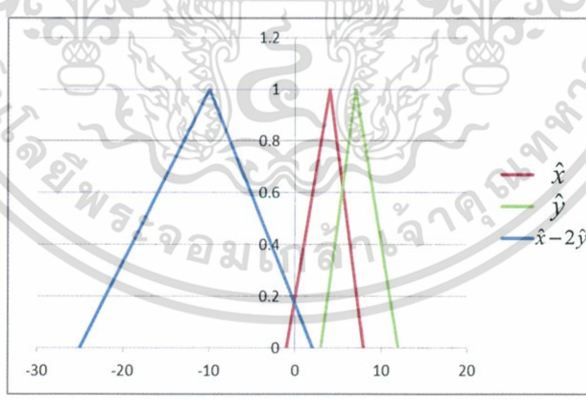
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงจำนวนฟัซซี $\hat{x}$, $\hat{y}$ และ $\hat{x}+\hat{y}$



รูปที่ 2.7 แสดงจำนวนฟัซซี $\hat{x}$ และ $3\hat{x}$



รูปที่ 2.8 แสดงจำนวนฟัซซี $\hat{x}$, $\hat{y}$ และ $\hat{x}-2\hat{y}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การดีฟัซซีฟิเคชัน

กระบวนการการแปลงเอาท์พุตซึ่งอยู่ในรูปจำนวนฟัซซีให้เป็นค่าดั้งเดิมซึ่งเป็นจำนวนจริง เพื่อใช้ในการตัดสินใจ เรียกว่า กระบวนการดีฟัซซีฟิเคชัน (Defuzzification process) จำนวนฟัซซีจะถูกตีค่าเป็นค่าจริงหรือเอาท์พุตค่าดั้งเดิม ซึ่งจะเป็นผลลัพธ์จากการประมวลผล การดีฟัซซีฟิเคชันที่นิยมใช้กันมีอยู่หลายวิธี ได้แก่

1. วิธีหลักความเป็นสมาชิกมากสุด (Maxima principle or Height method)
2. วิธีหลักความเป็นสมาชิกมากสุดตัวน้อยสุด (First-of-Maxima)
3. วิธีหลักความเป็นสมาชิกมากสุดตัวมากสุด (Last-of-Maxima)
4. วิธีค่าจุดกึ่งกลางต่ำสุด-จุดสูงสุด (Middle of Max-min)
5. วิธีค่าเฉลี่ยของจุดกึ่งจุดต่ำสุด-จุดสูงสุด (Average of Middle of Max-min)
6. วิธีจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity method or Centriod method)
7. วิธีค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของจุดศูนย์ถ่วง (Weighted average of Center of gravity method)

นิยามที่ 2.8 กำหนดให้ จำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม $z = Tri(a_1, a_m, a_2)$ วิธีหลักความเป็นสมาชิกมากสุด เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $z^{\max}$ นิยามโดย

$$z^{\max} = a_m$$

ในปัญหาพิเศษนี้จะนิยามดีฟัซซีฟิเคชันใหม่ สำหรับจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม $z = Tri(a_1, a_m, a_2)$ จาก $z^{\max}$ และแนวความคิดของค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก สำหรับจำนวนฟัซซีสามเหลี่ยม จะได้ $z^{\max} = a_m$ และกำหนดค่าน้ำหนัก $w_1^n = \dfrac{1}{2^{n-1}+2}$, $w_2^n = \dfrac{1}{2^{n-1}+2}$ และ $w_m^n = \dfrac{2^{n-1}}{2^{n-1}+2}$ โดยที่ $n \in \mathbb{N}$

นิยามที่ 2.9 กำหนดให้จำนวนฟัซซีสามสามเหลี่ยม $z = Tri(a_1, a_m, a_2)$ และ $z^{\max} = a_m$ วิธีค่าความเป็นสมาชิกสูงสุดถ่วงน้ำหนัก (Weighted max method) นิยามโดย

$$\begin{aligned} D(z) &= w_1 a_1 + w_n z^{\max} + w_3 a_2 \quad ; n \in \mathbb{N} \\ &= \left(\frac{1}{2^{n-1}+2}\right) a_1 + \left(\frac{2^{n-1}}{2^{n-1}+2}\right) z^{\max} + \left(\frac{1}{2^{n-1}+2}\right) a_2 \end{aligned}$$

$$D(z) = \frac{a_1 + 2^{n-1} z^{\max} + a_2}{2^{n-1}+2}$$

เนื่องจากจะให้ความสำคัญกับข้อมูลทุกตัว แต่จะให้ค่าความสำคัญกับข้อมูล a_m มากที่สุด สำหรับปัญหาพิเศษนี้จึงเลือกค่าพารามิเตอร์ $n = 4$ ดังนั้น จะได้

$$D(z) = \frac{a_1 + 8z^{\max} + a_2}{10}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.5

กำหนดให้ $z = Tri(2,5,7)$ จะได้ $z^{\max} = 5$

จากการดีฟัซซีฟิเคชัน วิธีค่าความเป็นสมาชิกสูงสุดถ่วงน้ำหนัก

$$\begin{aligned} D(z) &= \frac{a_1 + 8z^{\max} + a_2}{10} \\ &= \frac{2 + 8(5) + 7}{10} \\ &= 4.9 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าจริงที่ได้จากกระบวนการดีฟัซซิฟิเคชัน วิธีค่าความเป็นสมาชิกสูงสุดถ่วงน้ำหนัก คือ 4.9

ค่าเฉลี่ย (Average) เป็นหนึ่งในค่ากลางที่สำคัญทางสถิติ ซึ่งนิยมใช้เป็นตัวแทนของข้อมูล เนื่องจากง่ายต่อการคำนวณและค่าใกล้เคียงกับข้อมูลส่วนใหญ่ ในปัญหาพิเศษจะกล่าวถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเคลื่อนที่หรือค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ และค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

2.5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arthematic mean : AM)

นิยามที่ 2.10 กำหนดให้ $X = \{x_1, x_2, ..., x_n \mid x_i \in \mathbb{R}, i = 1,...,n\}$ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ของ X แทนด้วยสัญลักษณ์ $\overline{x}_{am}$ นิยามโดย

$$\overline{x}_{am} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

2.6 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted mean : WM)

นิยามที่ 2.11 กำหนดให้ $X = \{x_i \mid x_i \in \mathbb{R}, i = 1,...,n\}$ และ $W = \{w_i \mid w_i \in [0,1], i = 1,...,n$ และ $w_1 + ... + w_n = 1\}$ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ของ X เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\overline{x}_{wm}$ นิยามโดย

$$\overline{x}_{wm} = \sum_{i=1}^{n} w_i x_i$$

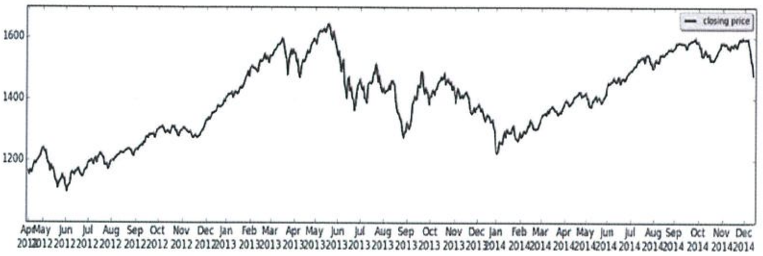
เรียก $w_i, (i = 1,...,n)$ ว่า ค่าน้ำหนัก (weight value)

2.7 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple moving average : SMA)

นิยามที่ 2.12 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\} = \{p_t \mid t \in \{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา

เรียก กราฟ $G = \{(\tau, p_t) \mid \mathrm{t} \in \{\tau\}\}$ ว่า **"เส้นราคา"**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 กราฟราคาหุ้นเทียบกับเวลา

แสดงราคาปิด (เส้นสีดำ) รายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2555 ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ. 2557 แกนตั้งคือราคา แกนนอนคือเวลา

จากกราฟราคาหุ้นเทียบกับเวลาจะเห็นได้ว่าราคาหุ้นจะมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ดังนั้นจึงหาค่าเฉลี่ยที่เคลื่อนไหวตามข้อมูลซึ่งระบุราคาเฉลี่ยสำหรับช่วงเวลาใดๆ เป็นการเฉลี่ยราคาสำหรับช่วงเวลานั้นๆ เมื่อราคาเปลี่ยนแปลงเรียกว่า "ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่"

นิยามที่ 2.13 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\}=\{p_t \mid t\in\{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย $n(n<t)$ วัน ณ วันที่ t เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $SMA_n(t)$ นิยามโดย

$$SMA_n(t)=\frac{p_t+p_{t-1}+p_{t-2}+\dots+p_{t+1-n}}{n}=\sum_{k=1}^{n}\frac{p_{t+1-k}}{n}$$

เรียก กราฟ $G=\{(t,SMA_n(t)) \mid t\in\{\tau\}\}$ ว่า "**เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย n วัน**"

บทตั้งที่ 2.1 กำหนดให้ $SMA_n(t)$ คือ ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย n วัน จะได้ว่า $SMA_n(t)$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์เวียนเกิด ได้ดังนี้

$$SMA_n(t)=SMA_n(t-1)+\frac{p_t-p_{t-n}}{n} \quad \text{สำหรับทุกๆ } t>n$$

เมื่อ $SMA_n(n)=\dfrac{p_1+p_2+\dots+p_n}{n}$

พิสูจน์ จาก $SMA_n(t)=\dfrac{p_t+p_{t-1}+p_{t-2}+\dots+p_{t+1-n}}{n}$

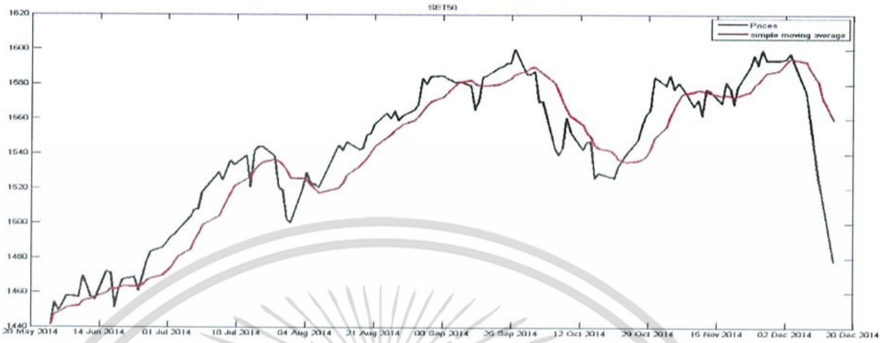
$$=\frac{p_t+p_{t-1}+p_{t-2}+\dots+p_{t-(n-1)}}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$SMA_n(t) + \frac{p_{t-n}}{n} - \frac{p_{t-n}}{n} = \frac{p_t + p_{t-1} + p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)}}{n} + \frac{p_{t-n}}{n} - \frac{p_{t-n}}{n}$$

$$SMA_n(t) = \frac{p_{t-1} + p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)} + p_{t-n}}{n} + \frac{p_t - p_{t-n}}{n}$$

ดังนั้น $$SMA_n(t) = SMA_n(t-1) + \frac{p_t - p_{t-n}}{n}$$



รูปที่ 2.10 กราฟเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 9 วัน

แสดงเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 9 วัน (เส้นสีแดง) ของราคาปิด (เส้นสีดำ) รายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ. 2557

2.8 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ (Weighted moving average : WMA)

นิยามที่ 2.14 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\} = \{p_t \mid t \in \{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา และ $W = \{w_k \mid w_k \in [0,1], k = 1,\ldots,n$ และ $w_1 + \ldots + w_n = 1\}$ <u>ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่</u> $n(n < t)$ วัน ณ วันที่ t เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $WMA_n(t)$ นิยามโดย

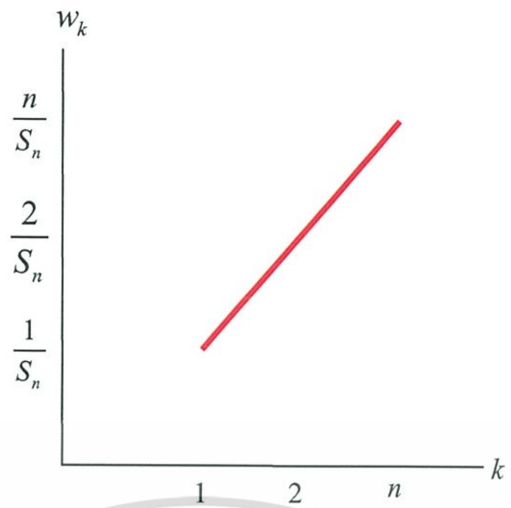
$$WMA_n(t) = w_n p_t + w_{n-1} p_{t-1} + w_{n-2} p_{t-2} + \ldots + w_1 p_{t+1-n} = \sum_{k=1}^{n} w_{n+1-t} p_{t+1-k}$$

เรียก กราฟ $G = \{(t, WMA_n(t)) \mid t \in \{\tau\}\}$ ว่า **"เส้นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ n วัน"**

ถ้ากำหนดให้ $w_k = \frac{k}{S_n}$; $k = 1, 2, 3, \ldots, n$ เมื่อ $S_n = 1 + 2 + 3 + \ldots + n$

จะได้ว่า
$$w_1 + w_2 + w_3 + \ldots + w_n = \frac{1}{S_n} + \frac{2}{S_n} + \frac{3}{S_n} + \ldots + \frac{n}{S_n}$$
$$= \frac{1 + 2 + 3 + \ldots + n}{S_n}$$
$$= \frac{S_n}{S_n} = 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 กราฟแสดงค่าน้ำหนัก

ดังรูปสามารถกำหนดค่าน้ำหนักเป็น $w_k = \frac{k}{S_n}$;$k = 1, 2, 3, ..., n$ ได้ และกราฟของ w_k โดยให้แกน x เป็นค่า k จะเป็นกราฟเส้นตรง ดังนั้นกำหนดให้ w_n เป็นค่าน้ำหนักของข้อมูลล่าสุด และ w_{n-1} เป็นค่าน้ำหนักของข้อมูลก่อนหน้า เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จะเป็นการให้ค่าน้ำหนักของข้อมูลล่าสุดมากกว่าข้อมูลก่อนหน้า

บทตั้งที่ 2.2 กำหนดให้ $WMA_n(t)$ คือ ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ n วัน จะได้ว่า $WMA_n(t)$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์เวียนเกิด ได้ดังนี้

$$WMA_n(t) = WMA_n(t-1) = \frac{np_t - T_n(t-1)}{S_n}, t \geq n$$

เมื่อ $T_n(t)$ เป็นผลรวมของราคา n วัน ถึงวันที่ t ใดๆ และเขียนให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์เวียนเกิด $T_n(t) = T_n(t-1) + p_t - p_{t-n}$

พิสูจน์ จาก $WMA_n(t) = w_n p_t + w_{n-1} p_{t-1} + w_{n-2} p_{t-2} + ... + w_1 p_{t+1-n}$

$$= w_n p_t + w_{n-1} p_{t-1} + w_{n-2} p_{t-2} + ... + w_1 p_{t-(n-1)}$$

$$WMA_n(t) = \frac{np_t}{S_n} + \frac{(n-1)p_{t-1}}{S_n} + \frac{(n-2)p_{t-2}}{S_n} + ... + \frac{p_{t-(n-1)}}{S_n}$$

$$= \frac{np_t + (n-1)p_{t-1} + (n-2)p_{t-2} + ... + p_{t-(n-1)}}{S_n}$$

$$= \frac{np_t + (n-1)p_{t-1} + (n-2)p_{t-2} + ... + p_{t-(n-1)}}{S_n} + \frac{p_{t-n} - p_{t-n}}{S_n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{np_t}{S_n} + \frac{(n-1)p_{t-1} + (n-2)p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)} + p_{t-n}}{S_n} - \frac{p_{t-n}}{S_n}$$

$$= \frac{(n-1)p_{t-1} + (n-2)p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)} + p_{t-n}}{S_n} + \frac{np_t - p_{t-n}}{S_n}$$

$$= \frac{(n-1)p_{t-1} + (n-2)p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)} + p_{t-n}}{S_n} + \frac{np_t - p_{t-n}}{S_n}$$

$$+ \frac{\left(p_{t-1} + p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)}\right) - \left(p_{t-1} + p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)}\right)}{S_n}$$

$$= \frac{np_{t-1} + (n-1)p_{t-2} + \ldots + 2p_{t-(n-1)} + p_{t-n}}{S_n} + \frac{np_t - p_{t-n} - \left(p_{t-1} + p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)}\right)}{S_n}$$

$$= WMA_n(t-1) + \frac{np_t - \left(p_{t-1} + p_{t-2} + \ldots + p_{t-(n-1)} + p_{t-n}\right)}{S_n}$$

ดังนั้น $WMA_n(t) = WMA_n(t-1) + \dfrac{np_t - T_n(t-1)}{S_n}$

ตัวอย่างที่ 2.6

ข้อมูลราคาปิดของ SET50 ระหว่างวันที่ 25 ตุลาคมถึงวันที่ 8 พฤศจิกายน 2557 จงหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ 9 วัน เมื่อ $w_k = \dfrac{k}{S_9}, k = 1,\ldots,9$

ตารางที่2.2 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ 9 วันด้วยความสัมพันธ์เวียนเกิดกับหุ้น SET50

ว/ด	13/10	14/10	15/10	16/10	17/10	20/10	21/10	22/10
ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8
ราคา (p)	1,025.06	1,028.32	1,026.57	1,012.23	1,014.58	1,014.52	1,014.79	1,018.42
$T_n(t)$	-	-	-	-	-	-	-	-
$WMA_9(t)$	-	-	-	-	-	-	-	-

ว/ด	24/10	27/10	28/10	29/10	30/10	31/10	3/11
ลำดับ	9	10	11	12	13	14	15
ราคา (p)	1,022.37	1,026.29	1,031.73	1,035.26	1,037.37	1,035.26	1,037.37
$T_n(t)$	9,176.86	9,178.09	9,181.50	9,190.19	9,215.33	9,236.01	9,258.86
$WMA_9(t)$	1,018.2793	1,019.6071	1,021.9956	1,025.0142	1,028.2618	1,030.5287	1,032.7580

การคำนวณคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่โดย

$$WMA_n(t) = w_n p_t + w_{n-1}p_{t-1} + w_{n-2}p_{t-2} + \ldots + w_1 p_{t+1-n} = \sum_{k=1}^{n} w_{n+1-t} p_{t+1-k}$$

$$S_9 = 1+2+3+4+5+6+7+8+9 = \frac{9(10)}{2} = 45$$

$$w_1 = \frac{1}{45}, w_2 = \frac{2}{45}, w_3 = \frac{3}{45}, w_4 = \frac{4}{45}, w_5 = \frac{5}{45}, w_6 = \frac{6}{45}, w_7 = \frac{7}{45}, w_8 = \frac{8}{45}, w_9 = \frac{9}{45}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$WMA_9(9) = w_9p_9 + w_8p_8 + w_7p_7 + w_6p_6 + w_5p_5 + w_4p_4 + w_3p_3 + w_2p_2 + w_1p_1$$
$$= \frac{9}{45}(1,022.37) + \frac{8}{45}(1,018.42\ ) + \frac{7}{45}(1,014.79) + \frac{6}{45}(1,014.52\ )$$
$$+ \frac{5}{45}(1,014.58\ ) + \frac{4}{45}(1,012.23) + \frac{3}{45}(1,026.57) + \frac{2}{45}(1,028.32)$$
$$+ \frac{5}{45}(1,014.58\ )$$

ดังนั้น $WMA_9(9) = 1,018.2793$

$$WMA_9(10) = w_9p_{10} + w_8p_9 + w_7p_8 + w_6p_7 + w_5p_6 + w_4p_5 + w_3p_4 + w_2p_3 + w_1p_2$$
$$= \frac{9}{45}(1,026.29) + \frac{8}{45}(1,022.37) + \frac{7}{45}(1,018.42) + \frac{6}{45}(1,014.79)$$
$$+ \frac{5}{45}(1,014.52) + \frac{4}{45}(1,014.58) + \frac{3}{45}(1,012.23) + \frac{2}{45}(1,026.57)$$
$$+ \frac{1}{45}(1,028.32\ )$$

ดังนั้น $WMA_9(10) = 1,019.6071$

การคำนวณ $WMA_9(11)$, $WMA_9(12)$, $WMA_9(13)$, $WMA_9(14)$, $WMA_9(15)$ สามารถทำได้ดังข้างต้น

การคำนวณคำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่โดยความสัมพันธ์เวียนเกิด

$$T_9(9) = 1,025.06 + 1,028.32 + 1,026.57 + 1,012.23 + 1,014.58 + 1,014.52 + 1,014.79$$
$$+ 1,018.42 + 1,022.37 = 9,176.86$$

จากความสัมพันธ์เวียนเกิด $T_n(t) = T_n(t-1) + p_t - p_{t-n}$

$$T_9(10) = T_9(9) + p_{10} - p_1 = 9,176.86 + 1,026.29 - 1,025.06 = 9,178.09$$
$$T_9(11) = T_9(10) + p_{11} - p_2 = 9,178.09 + 1,031.73 - 1,028.32 = 9,181.50$$
$$T_9(12) = T_9(11) + p_{12} - p_3 = 9,181.50 + 1,035.26 - 1,026.57 = 9,190.19$$
$$T_9(13) = T_9(12) + p_{13} - p_4 = 9,190.19 + 1,037.37 - 1,012.23 = 9,215.33$$
$$T_9(14) = T_9(13) + p_{14} - p_5 = 9,215.33 + 1,035.26 - 1,014.58 = 9,236.01$$
$$T_9(15) = T_9(14) + p_{15} - p_6 = 9,236.01 + 1,037.37 - 1,014.52 = 9,258.86$$

จากตัวอย่างคำนวณ $WMA_9(9)$ โดยตรงได้ $WMA_9(9) = 1,018.2793$

จากความสัมพันธ์เวียนเกิด $WMA_n(t) = WMA_n(t-1) + \frac{np_t - T_n(t-1)}{S_n}$

$$WMA_9(10) = WMA_9(9) + \frac{9p_{10} - T_9(9)}{S_9}$$
$$= 1,018.2793 + \frac{9(1,026.29) - 9,176.86}{45}$$
$$= 1,019.6071$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

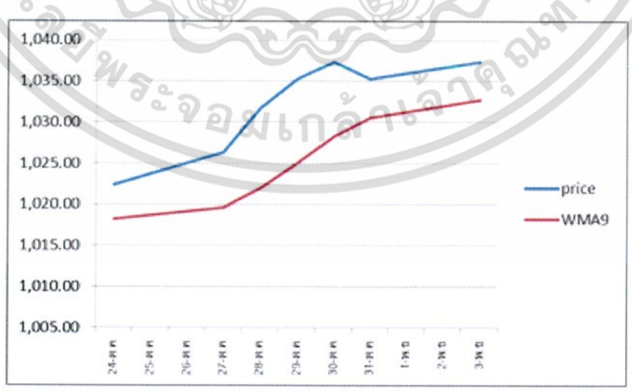
$$WMA_9(11) = WMA_9(10) + \frac{9p_{11} - T_9(10)}{S_9}$$
$$= 1,019.6071 + \frac{9(1,031.73) - 9,178.09}{45}$$
$$= 1,021.9956$$

$$WMA_9(12) = WMA_9(11) + \frac{9p_{12} - T_9(11)}{S_9}$$
$$= 1,021.9956 + \frac{9(1,035.26) - 9,181.50}{45}$$
$$= 1,025.0142$$

$$WMA_9(13) = WMA_9(12) + \frac{9p_{13} - T_9(12)}{S_9}$$
$$= 1,025.0142 + \frac{9(1,037.37) - 9,190.19}{45}$$
$$= 1,028.2618$$

$$WMA_9(14) = WMA_9(13) + \frac{9p_{14} - T_9(13)}{S_9}$$
$$= 1,028.2618 + \frac{9(1,035.26) - 9,215.33}{45}$$
$$= 1,030.5287$$

$$WMA_9(15) = WMA_9(14) + \frac{9p_{15} - T_9(14)}{S_9}$$
$$= 1,030.5287 + \frac{9(1,037.37) - 9,236.01}{45}$$
$$= 1,032.7580$$



รูปที่ 2.12 กราฟของเส้นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักเคลื่อนที่ 9 วันกับราคาปิดรายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential moving average : EMA)

นิยามที่ 2.15 กำหนดให้ $w_k = \alpha(1-\alpha)^{t-k}$; $0<\alpha<1$ เมื่อ $k = t, t-1, t-2, \ldots$ และเรียก α ว่า ค่าปรับเรียบ (Smoothing constant) ให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\} = \{p_t \mid t \in \{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล แทนด้วยสัญลักษณ์ $EMA_n(t)$ ซึ่งนิยามโดย

$$EMA_n(t) = \ldots + w_{-1}p_{-1} + w_0 p_0 + w_1 p_1 + \ldots + w_{t-1}p_{t-1} + w_t p_t = \sum_{k=-\infty}^{t} w_k p_k$$

เรียกกราฟ $G = \{(t, EMA_n(t)) \mid t \in \{\tau\}\}$ ว่า **"เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล"**

โดยผลงานวิจัยของ Robert (1959) ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียลสามารถจัดอยู่ในรูปความสัมพันธ์เวียนเกิดได้เป็น

$$EMA(t) = EMA(t-1) + \alpha(p_t - EMA(t-1))$$

จากผลการศึกษาของ Jack K. Hutson พบว่า ค่า α ที่เหมาะสมสำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียลของราคาหุ้นสามารถประมาณการได้จาก $\alpha = \dfrac{2}{n+1}$ โดยถ้ากำหนด $\alpha = \dfrac{2}{n+1}$ จะเรียกว่า ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียล n วัน เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $EMA_n(t)$ นั่นคือ

$$EMA_n(t) = EMA_n(t-1) + \frac{2}{n+1}(p_t - EMA_n(t-1)) \quad ; t > n$$

หมายเหตุ บางครั้งเพื่อความสะดวกอาจจะกำหนดให้ $EMA_n(n) = WMA_n(n)$

รูปที่ 2.13 กราฟค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลของราคาหุ้น

แสดงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล (เส้นสีเขียว) ด้วย $n=9$ ของราคาปิด (เส้นสีดำ) รายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2.7 จากตัวอย่าง 2.6 จงคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล 9 วัน เมื่อกำหนดให้ $EMA_9(9) = WMA_9(9)$

ตารางที่2.3 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียล 9 วัน กับหุ้น SET50

ว/ด	13/10	14/10	15/10	16/10	17/10	20/10	21/10	22/10
ลำดับ	1	2	3	4	5	6	7	8
ราคา	1,025.06	1,028.32	1,026.57	1,012.23	1,014.58	1,014.52	1,014.79	1,018.42
$EMA_9(t)$	-	-	-	-	-	-	-	-
ว/ด	24/10	27/10	28/10	29/10	30/10	31/10	3/11	
ลำดับ	9	10	11	12	13	14	15	
ราคา	1,022.37	1,026.29	1,031.73	1,035.26	1,037.37	1,035.26	1,037.37	
$EMA_9(t)$	1,018.2793	1,019.8815	1,022.2512	1,024.8529	1,027.3564	1,028.9371	1,030.6237	

จาก ตัวอย่าง 2.1 $\quad WMA_9(9) = 1,018.2793$

ความสัมพันธ์ $\quad EMA_n(t) = EMA_n(t-1) + \frac{2}{n+1}(p_t - EMA_n(t-1))$

$$EMA_9(10) = EMA_9(9) + \frac{2}{10}\left(x_{10} - EMA_9(9)\right)$$
$$= 1,018.2793 + \frac{2}{10}\left(1,026.29 - 1,018.2793\right) \qquad = 1,019.8815$$

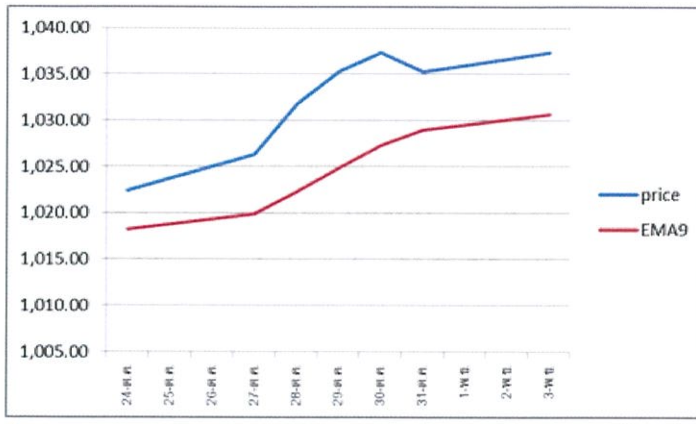
$$EMA_9(11) = EMA_9(10) + \frac{2}{10}\left(x_{11} - EMA_9(10)\right)$$
$$= 1,019.8815 + \frac{2}{10}\left(1,031.73 - 1,019.8815\right) \qquad = 1,022.2512$$

$$EMA_9(12) = EMA_9(11) + \frac{2}{10}\left(x_{12} - EMA_9(11)\right)$$
$$= 1,022.2512 + \frac{2}{10}\left(1,035.26 - 1,022.2512\right) \qquad = 1,024.8529$$

$$EMA_9(13) = EMA_9(12) + \frac{2}{10}\left(x_{13} - EMA_9(12)\right)$$
$$= 1,024.8529 + \frac{2}{10}\left(1,037.37 - 1,024.8529\right) \qquad = 1,027.3564$$

การคำนวณ $EMA_9(14)$ และ $EMA_9(15)$ สามารถทำได้ดังข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 กราฟของเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กโปเนนเชียล 9 วันกับราคาปิดรายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

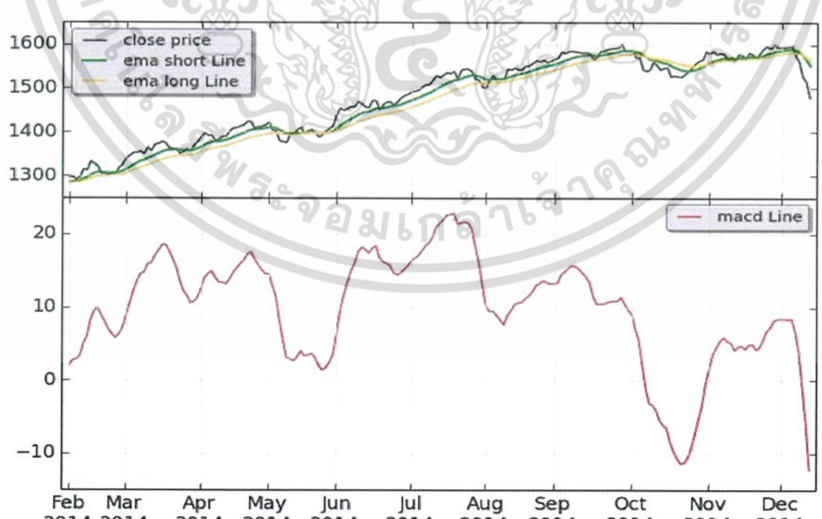
2.10 MACD (Moving Average Convergence Divergence)

นิยามที่ 2.16 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\}=\{p_t \mid t\in\{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา MACD คือ ลำดับผลต่างของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลสองลำดับที่มีค่าพารามิเตอร์ n_1 และ $n_2 \in \mathbb{N}$ ซึ่ง $n_1 < n_2$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $MACD=\left(MACD(t) \mid t\in\{\tau\}\right)$

นิยามโดย

$$MACD(t)=EMA_{n_1}^{price}(t)-EMA_{n_2}^{price}(t)$$

เรียก กราฟ $G=\{(t,MACD(t)) \mid t\in\{\tau\}\}$ ว่า **"เส้น MACD"**



รูปที่ 2.15 กราฟของเส้น MACD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านบนแสดงกราฟของเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยพารามิเตอร์ $n_1 = 12$ (เส้นสีเขียว) เรียกว่า "เส้นค่าเฉลี่ยวันสั้น" และเส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลด้วยพารามิเตอร์ $n_2 = 26$ (เส้นสีเหลือง) เรียกว่า "เส้นค่าเฉลี่ยวันยาว" ของราคาปิด (เส้นสีดำ) รายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ. 2557

ด้านล่าง แสดงกราฟของเส้น MACD (เส้นสีแดง) ซึ่งเกิดจากผลต่างของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โป-เนนเชียลสองลำดับที่มีค่าพารามิเตอร์ $n_1 = 12$ และ $n_2 = 26$ ของราคาปิด รายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ. 2557

หากค่า MACD ที่ได้ออกมาเป็นบวก หมายความว่า เส้นค่าเฉลี่ยระยะสั้นสูงกว่าเส้นค่าเฉลี่ยระยะยาว โดยอาจเป็นสัญญาณของหุ้นขาขึ้นด้วย ซึ่งนักลงทุนอาจจะพิจารณาว่าตอนนี้อาจจะยังไม่ใช่จุดที่ทำกำไรควรจะรอสัญญาณที่ชัดเจนก่อนเพื่อกำไรที่มากขึ้น หรือในทางกลับกัน ค่า MACD ติดลบหมายถึงแนวโน้มขาลงนั้นแข็งแรงขึ้น อาจไม่เหมาะสมกับการที่จะเข้าไปซื้อ

เส้น MACD นิยมใช้เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียล จำนวนวันที่นำมาหาค่าเฉลี่ยนิยมใช้กันทั่วไปคือ 12 วัน และ 26 วัน ส่วนค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของเส้นค่าเฉลี่ย 9 วัน เรียกว่า เส้นสัญญาณ (Signal Line) ซึ่งถูกสร้างไว้เป็นสัญญาณคู่กับการใช้ MACD โดยทั้งเส้น MACD และเส้นสัญญาณจะมีค่า 0 เป็นแกนกลาง

นิยามที่ 2.17 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\} = \{p_t \mid t \in \{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา $Sig = \{Sig(t) \mid t \in \{\tau\}\}$ แทนลำดับของ *เส้นสัญญาณ* ที่มีค่าพารามิเตอร์ $n_3 \in \mathbb{N}$ นิยามโดย

$$Sig(t) = EMA_{n_3}^{MACD}(t)$$

และเรียกกราฟ $G = \{(t, Sig(t)) \mid t \in \{\tau\}\}$ ว่า "**เส้นสัญญาณ**"

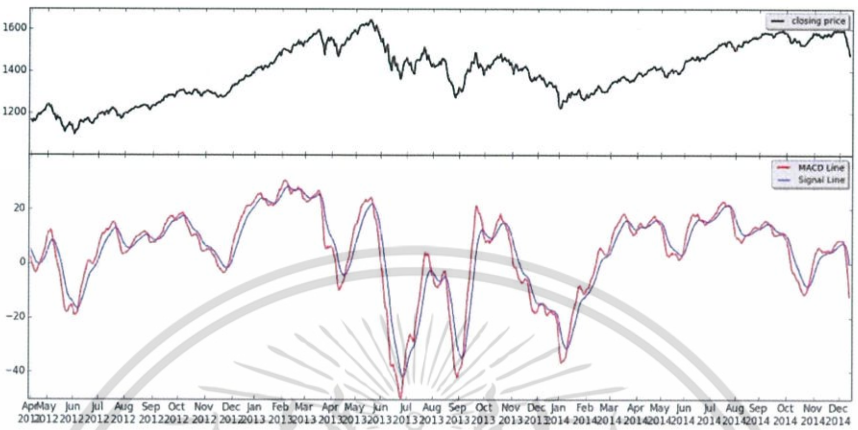
รูปที่ 2.16 กราฟเส้นสัญญาณ

แสดงกราฟของเส้นสัญญาณ (เส้นสีน้ำเงิน) ของราคาปิด (เส้นสีดำ) รายวันของ SET50 ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ถึง 15 ธันวาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ในปัญหาพิเศษนี้จะกำหนดค่าพารามิเตอร์ $n_1 = 12$ $n_2 = 26$ และ $n_3 = 9$

วิธีการวิเคราะห์หุ้นเชิงเทคนิคโดยใช้ MACD (Moving Average Convergence Divergence) สามารถวิเคราะห์จากการใช้เส้น MACD กับเส้นสัญญาณ นำมาเปรียบเทียบในกราฟเดียวกัน ซึ่งจะเกิดการตัดกันของเส้นทั้งสอง



รูปที่ 2.17 กราฟของเส้น MACD กับ เส้นสัญญาณ

2.11 วิธีการซื้อขายหุ้นโดยใช้ MACD ดั้งเดิม

นิยามที่ 2.18 กำหนด $t \in \{\tau\}$ <u>จุดตัดขึ้น</u> เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $t^{\uparrow}$ คือจุดเวลา t ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

1.) $MACD(t) > Sig(t)$ และ $MACD(t-1) < Sig(t-1)$
2.) $MACD(t) > Sig(t)$ และ $MACD(t-1) = Sig(t-1)$ และ $MACD(t-2) < Sig(t-2)$

รูปที่ 2.18 แสดงจุดตัดขึ้น

เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณ และเส้นสีแดงคือเส้น MACD โดยจุดกลมสีแดงคือค่าของเส้น MACD ณ เวลาต่างๆ

(ซ้าย) กรณีที่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา t มากกว่าเส้นสัญญาณ และค่าของเส้น MACD ในวันก่อนหน้าน้อยกว่าเส้นสัญญาณ จะเรียก t ว่าเป็นจุดตัดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

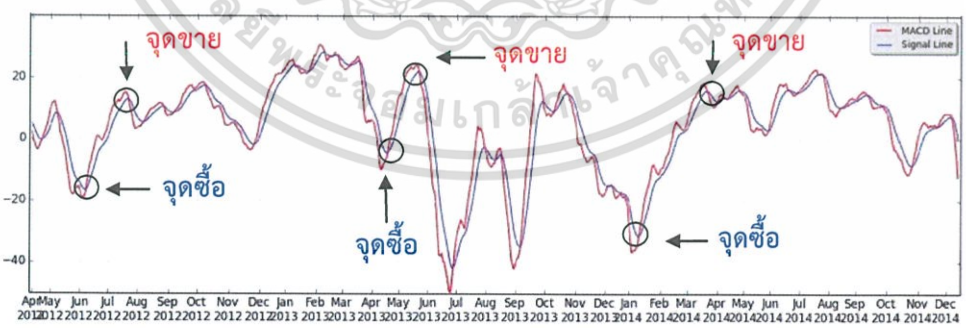
(ขวา) กรณีที่กรณีที่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา t มากกว่าเส้นสัญญาณ แต่ค่าของเส้น MACD ในวันก่อนหน้าเท่ากับเส้นสัญญาณพอดี จะต้องพิจารณาวันก่อนหน้าอีกวันหนึ่งว่าเส้น MACD มีค่าน้อยกว่าเส้นสัญญาณจึงจะเรียก t ว่าเป็นจุดตัดขึ้นได้

นิยามที่ 2.19 กำหนด $t \in \{\tau\}$ <u>จุดตัดลง</u> เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $t^{\downarrow}$ คือจุดเวลา t ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

1.) $MACD(t) < Sig(t)$ และ $MACD(t-1) > Sig(t-1)$
2.) $MACD(t) < Sig(t)$ และ $MACD(t-1) = Sig(t-1)$ และ $MACD(t-2) > Sig(t-2)$

รูปที่ 2.19 แสดงจุดตัดลง
เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณ และเส้นสีแดงคือเส้น MACD โดยจุดกลมสีแดงคือค่าของเส้น MACD ณ เวลาต่างๆ
(ซ้าย) กรณีที่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา t น้อยกว่าเส้นสัญญาณ และค่าของเส้น MACD ในวันก่อนหน้ามากกว่าเส้นสัญญาณ จะเรียก t ว่าเป็นจุดตัดลง
(ขวา) กรณีที่กรณีที่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา t น้อยกว่าเส้นสัญญาณ แต่ค่าของเส้น MACD ในวันก่อนหน้าเท่ากับเส้นสัญญาณพอดี จะต้องพิจารณาวันก่อนหน้าอีกวันหนึ่งว่าเส้น MACD มีค่ามากกว่าเส้นสัญญาณจึงจะเรียก t ว่าเป็นจุดตัดลงได้

วิธีการซื้อขายแบบดั้งเดิมโดยการใช้เส้น MACD และเส้นสัญญาณ คือการเข้าซื้อ ณ จุดที่ MACD ตัดขึ้นเส้นสัญญาณ และขายออก ณ จุดที่ MACD ตัดลงเส้นสัญญาณ



รูปที่ 2.20 กราฟแสดงจุดซื้อและจุดขายของหุ้น โดยใช้ MACD ดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตฟัซซี (Fuzzy arthematic mean : FAM)

นิยามที่ 2.20 ให้ $X=\left\{\hat{x}_i \middle| \hat{x}_i = Tri\left(a_1^{(i)}, a_m^{(i)}, a_2^{(i)}\right), i=1,2,...,n\right\}$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตฟัซซี ของ X เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\bar{\hat{x}}_{fam}$ นิยามโดย

$$\bar{\hat{x}}_{fam} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\hat{x}_i}{n} = Tri\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}a_1^{(i)}}{n}, \frac{\sum_{i=1}^{n}a_m^{(i)}}{n}, \frac{\sum_{i=1}^{n}a_2^{(i)}}{n}\right) = Tri\left(\bar{a}_{1(am)}, \bar{a}_{m(am)}, \bar{a}_{2(am)}\right)$$

2.13 ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักฟัซซี (Fuzzy weighted mean : FWM)

นิยามที่ 2.21 ให้ $X=\left\{\hat{x}_i \middle| \hat{x}_i = Tri\left(a_1^{(i)}, a_m^{(i)}, a_2^{(i)}\right), i=1,2,...,n\right\}$ และ

$W=\left\{w_i \middle| w_i \in [0,1], i=1,2,...,n \text{ และ } w_1+w_2+...+w_n=1\right\}$

ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักฟัซซี ของ X เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\bar{\hat{x}}_{fwm}$ นิยามโดย

$$\bar{\hat{x}}_{fwm} = \sum_{i=1}^{n} w_i\hat{x}_i = Tri\left(\sum_{i=1}^{n} w_i a_1^{(i)}, \sum_{i=1}^{n} w_i a_m^{(i)}, \sum_{i=1}^{n} w_i a_2^{(i)}\right) = Tri(\bar{a}_{1(wm)}, \bar{a}_{m(wm)}, \bar{a}_{2(wm)})$$

2.14 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายฟัซซี (Fuzzy simple moving average : FSMA)

นิยามที่ 2.22 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\}=\left\{\hat{p}_i \middle| \hat{p}_i = Tri\left(a_1^{(i)}, a_m^{(i)}, a_2^{(i)}\right), i=1,2,...,t\right\}$ แทนลำดับของราคา ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายฟัซซี n $(n<t)$ วัน ณ วันที่ t เขียนแทนสัญลักษณ์ $FSMA_n(t)$ นิยามโดย

$$FSMA_n(t) = Tri\left(SMA_n^{a_1}(t), SMA_n^{a_m}(t), SMA_n^{a_2}(t)\right) \quad ;t>n$$

เมื่อ $SMA_n^{a_k}(t) = SMA_n^{a_k}(t-1) + \frac{a_k^{(t)} + (-1)a_k^{(t-n)}}{n}$

และ $SMA_n^{a_k}(n) = \frac{a_k^{(1)} + a_k^{(2)} + ... + a_k^{(n)}}{n} \quad ;k=1,m,2$

นิยามที่ 2.23 ตัวดำเนินการดีฟัซซีฟิเคชันสำหรับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายฟัซซี เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $D_{FSMA}(t)$ นิยามโดย

$$D_{FSMA}(t) = \frac{SMA_n^{a_1}(t) + 8SMA_n^{a_m}(t) + SMA_n^{a_2}(t)}{10}$$

เรียก กราฟ $G=\left\{\left(t, D_{FSMA}(t)\right) \mid t \in \{\tau\}\right\}$ ว่า **"เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่ายฟัซซี n วัน"**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี (Fuzzy exponential moving average : FEMA)

นิยามที่ 2.24 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\}=\left\{\hat{p}_i \middle| \hat{p}_i = Tri\left(a_1^{(i)}, a_m^{(i)}, a_2^{(i)}\right), i=1,2,...,t\right\}$ แทนลำดับของราคา ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี n $(n<t)$ วัน ณ วันที่ t เขียนแทนสัญลักษณ์ $FEMA_n(t)$ นิยามโดย

$$FEMA_n(t) = Tri\left(EMA_n^{a_1}(t), EMA_n^{a_m}(t), EMA_n^{a_2}(t)\right) \quad ;t>n$$

เมื่อ $EMA_n^{a_k}(t) = EMA_n^{a_k}(t-1) + \dfrac{2}{n+1}(a_k^{(t)} + (-1)EMA_n^{a_k}(t-1))$

$$EMA_n^{a_k}(n) = w_1 a_k^{(1)} + w_2 a_k^{(2)} + ... + w_n a_k^{(n)} \quad ;k=1,m,2$$

และ $w_i = \dfrac{2}{n+1}\left(1-\dfrac{2}{n+1}\right)^{n-i} \quad ;i=1,2,...,n$

นิยามที่ 2.25 ตัวดำเนินการดีฟัซซีฟิเคชันสำหรับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $D_{FEMA}(t)$ นิยามโดย

$$D_{FEMA}(t) = \frac{EMA_n^{a_1}(t) + 8EMA_n^{a_m}(t) + EMA_n^{a_2}(t)}{10}$$

เรียก กราฟ $G=\{(t, D_{FEMA}(t)) | t\in\{\tau\}\}$ ว่า "**เส้นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี n วัน**"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิเคราะห์และทดสอบการซื้อขายหุ้น

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการการซื้อขายหุ้นด้วยวิธี MACD ดั้งเดิม, MACDR1 และ MACDR2 ทดสอบกับ SET50 ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับเครื่องมือทางเทคนิคที่สร้างขึ้นใหม่

3.1 คาบการซื้อขาย

การแบ่งคาบการซื้อขายจะทำโดยใช้จุดที่เส้น MACD ตัดลงเส้นสัญญาณเป็นเกณฑ์ โดยกำหนดจุดตัดลง แทนด้วยสัญลักษณ์ $t^{\downarrow}$ สำหรับทุกๆ $t \in \{\tau\}$

นิยามที่ 3.1 กำหนดให้ $t_i^{\downarrow}$ เป็นจุดตัดลงที่ i *คาบการซื้อขายที่* i คือ ลำดับย่อยของลำดับเวลา $\{\tau\}$ โดยที่มีจุดเริ่มต้นคาบที่ $t_i^{\downarrow}$ และจุดปลายคาบที่ $t_{i+1}^{\downarrow}$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\{\tau_i\} = \left\{t_{(i,1)}, t_{(i,2)}, \ldots, t_{(i,\theta_i)}\right\} \; ; \quad \theta_i \text{ คือ ขนาดคาบการซื้อขายที่ } i$$

เมื่อ $t_{(i,j)}$, $j = 1, 2, \ldots, \theta_i$ คือจุดเวลาที่ j ในคาบที่ i

$t_{(i,1)}$ เรียกว่าจุดเริ่มต้นคาบ

$t_{(i,\theta_i)}$ เรียกว่าจุดจบคาบ

นิยามที่ 3.2 เรียกลำดับ $\left\{p_{t_{(i,1)}}, p_{t_{(i,2)}}, \ldots, p_{t_{(i,\theta_i)}}\right\}$ ว่า *ลำดับราคา*คาบที่ i และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\{p_i\}$ เมื่อ $p_{t_{(i,j)}}$, $j = 1, 2, \ldots, \theta_i$ แทนราคา ณ เวลา $t_{(i,j)}$

นิยามที่ 3.3 เรียกลำดับ $\left\{m_{t_{(i,1)}}, m_{t_{(i,2)}}, \ldots, m_{t_{(i,\theta_i)}}\right\}$ ว่า *เส้น MACD* คาบที่ i และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\{m_i\}$ เมื่อ $m_{t_{(i,j)}}$, $j = 1, 2, \ldots, \theta_i$ แทนค่าของ เส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}$

นิยามที่ 3.4 เรียกลำดับ $\left\{s_{t_{(i,1)}}, s_{t_{(i,2)}}, \ldots, s_{t_{(i,\theta_i)}}\right\}$ ว่า *เส้นสัญญาณ* คาบที่ i และเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\{s_i\}$ เมื่อ $s_{t_{(i,j)}}$, $j = 1, 2, \ldots, \theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณ ณ เวลา $t_{(i,j)}$

3.2 การซื้อขายหนึ่งรอบ

นิยามที่ 3.5 *การซื้อขายหนึ่งรอบ* คือ การซื้อ 1 ครั้งและการขาย 1 ครั้งจะต้องเกิดขึ้นและจบลงภายในคาบเดียวด้วยเงินทุนจำนวนหนึ่ง โดยที่การขาย จะต้องขายหุ้นทั้งหมดที่ได้จากการซื้อ การซื้อขายหนึ่งครั้ง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\left(t_{(i,j)}^{b}, t_{(i,j)}^{s}, C_{(i,j)}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ $t^b_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ คือจุดเวลาซื้อ

$t^s_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ คือจุดเวลาขาย

$C_{(i,j)} > 0$ คือเงินทุนที่ใช้ในการซื้อ

นิยามที่ 3.6 กำหนดให้ $p_{t^b_{(i,j)}}$ แทนราคาหุ้น ณ จุดเวลาซื้อ และ $p_{t^s_{(i,j)}}$ แทนราคาหุ้น ณ จุดเวลาขาย จำนวนการซื้อขายนิยามโดย

การซื้อจะซื้อในราคา $p_{t^b_{(i,j)}}$ ด้วยจำนวน $\left(\dfrac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)$

การขายจะขายในราคา $p_{t^s_{(i,j)}}$ ด้วยจำนวน $\left(\dfrac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)$

เพื่อทำให้ปัญหาอยู่ในรูปที่เข้าใจง่าย จะสมมติว่าในการซื้อขายหนึ่งรอบใดๆ สามารถซื้อหุ้นด้วยจำนวนเท่ากับ $\left(\dfrac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)$ เสมอ (แม้จะไม่ใช่จำนวนเต็ม)

นิยามที่ 3.7 *ผลกำไร* ที่ได้จากการซื้อขายหนึ่งรอบใดๆ คือ ผลต่างของเงินที่ได้จากการขายหุ้นในราคา $p_{t^s_{(i,j)}}$ จำนวน $\left(\dfrac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)$ หุ้น และการซื้อหุ้นในราคา $p_{t^b_{(i,j)}}$ จำนวน $\left(\dfrac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)$ หุ้น เขียนแทนผลกำไรด้วยสัญลักษณ์ P_i และสามารถแสดงนิยามดังกล่าวได้ด้วยสมการ

$$P_i = p_{t^s_{(i,j)}}\left(\frac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right) - p_{t^b_{(i,j)}}\left(\frac{C_{(i,j)}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)$$

หรือจัดรูปได้เป็น

$$P_i = \left(\frac{p_{t^s_{(i,j)}}}{p_{t^b_{(i,j)}}} - 1\right)C_{(i,j)}$$

3.3 อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ย

การวัดประสิทธิภาพของวิธีการซื้อขายต่างๆ ในปัญหาพิเศษนี้จะวัดโดยใช้อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ย

นิยามที่ 3.8 ให้ P_i แทนผลกำไรในการซื้อขาย 1 รอบ จะกล่าวว่าการซื้อขายที่ *สำเร็จผล* ถ้า $P_i > 0$ นอกจากนั้นจะเรียกว่าเป็นการซื้อขายที่ไม่สำเร็จผลและกำหนดค่าแทนความสำเร็จด้วยสัญลักษณ์ S_i ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 ถ้าการซื้อขายในหนึ่งรอบเป็นการซื้อขายที่สำเร็จผลและมีค่าเท่ากับ 0 ถ้าไม่สำเร็จผล เขียนเป็นสมการคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S_i = \begin{cases} 1 & , P_{(i,j)} > 0 \\ 0 & , \text{อื่นๆ} \end{cases}$$

นิยามที่ 3.9 กำหนดให้ S_i แทนจำนวนครั้งที่ซื้อขายสำเร็จผลในคาบ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ และแทนจำนวนรอบการซื้อขายด้วย $r=1,2,...,n$ _อัตราความสำเร็จ_ จะคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างผลรวมของการซื้อขายสำเร็จผลเทียบกับจำนวนรอบทั้งหมดที่มีการซื้อขาย นิยามโดย

$$\text{อัตราความสำเร็จ} = \frac{\sum_{i=1}^{r} S_i}{r}$$

นิยามที่ 3.10 กำหนดให้ C_i^k แทนเงินทุนและ P_i^k แทนผลกำไรที่ได้จากการซื้อขายครั้งที่ $k=1,2,...,n_i$ ในคาบ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ _อัตรากำไรสุทธิในคาบ_ คือ อัตราส่วนของผลรวมของกำไรจากการซื้อขายในคาบต่อผลรวมของเงินลงทุนในคาบ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\tilde{P}_i$ นิยามโดย

$$\tilde{P}_i = \frac{\sum_{k=1}^{n_i} P_i^k}{\sum_{k=1}^{n_i} C_i^k}$$

นิยามที่ 3.11 กำหนดให้ $\tilde{P}_i$ แทนอัตรากำไรสุทธิในคาบ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ และแทนจำนวนรอบการซื้อขายด้วย $r=1,2,...,n$ _อัตรากำไรเฉลี่ย_ คือ อัตราส่วนระหว่างผลรวมของอัตรากำไรสุทธิในแต่ละคาบกับจำนวนรอบทั้งหมดที่มีการซื้อขาย นิยามโดย

$$\text{อัตรากำไรเฉลี่ย} = \frac{\sum_{i=1}^{r} \tilde{P}_i}{r}$$

3.4 วิธีการซื้อขาย MACD ดั้งเดิม

วิธีการซื้อขายด้วย MACD ดั้งเดิมจะซื้อที่จุดตัดขึ้นและขายที่จุดตัดลง ในหัวข้อนี้ จะให้นิยามโดยละเอียดของวิธีดังกล่าวที่จะใช้ทดสอบในปัญหาพิเศษนี้ ดังนี้

นิยามที่ 3.12 ให้ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ แทนคาบการซื้อขาย และ $t_i^{\uparrow}$ แทนจุดตัดขึ้นที่ i (จุดเริ่มต้นในคาบ $\{\tau_i\}$) และ $t_{i+1}^{\downarrow}$ แทนจุดตัดลงที่ $i+1$ (จุดจบคาบ $\{\tau_i\}$) _วิธีการซื้อขาย MACD ดั้งเดิม_ คือ วิธีการกำหนดการซื้อขายในคาบ $\{\tau_i\}$ โดยให้ $t_i^{\uparrow}$ เป็นจุดซื้อ และให้ $t_{i+1}^{\downarrow}$ เป็นจุดขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

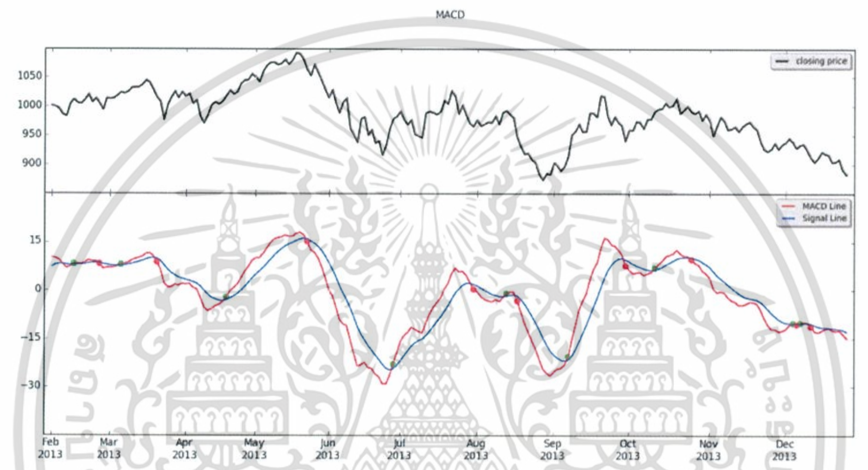
จากนิยามที่ 3.12 จะได้ว่าในแต่ละคาบ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ จะมีการซื้อขายเพียงครั้งเดียว คือ

$$\left(t_i^{\uparrow}, t_{i+1}^{\downarrow}, C_i\right)$$

เมื่อ $C_i > 0$ เป็นค่าคงที่ใดๆ

ตัวอย่างที่ 3.1

การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACD ดั้งเดิมกับข้อมูลราคาปิดของหุ้นในกลุ่ม SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จะได้ว่ามีคาบการซื้อขายทั้งหมด 9 คาบ ดังรูปที่ 3.1 ผลกำไรในแต่ละคาบ อัตรากำไรสุทธิ และอัตราความสำเร็จแสดงดังตารางที่ 3.1



รูปที่ 3.1 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACD ดั้งเดิมกับหุ้น SET50
เส้นสีแดงคือเส้น MACD เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณ
จุดกลมสีเขียวคือจุดซื้อ และจุดกลมสีแดงคือจุดขาย

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACD ดั้งเดิมกับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t_i^{\uparrow}}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t_i^{\downarrow}}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
1	25/01/2013	11/02/2013	977.53	986.18	0.0088	1
2	11/03/2013	20/03/2013	1032.33	1016.01	-0.0158	0
3	19/04/2013	13/05/2023	1018.36	1064.49	0.0453	1
4	27/06/2013	31/07/2013	978.96	966.03	-0.0132	0
5	14/08/2013	19/08/2013	992.98	947.7	-0.0456	0
6	06/09/2013	30/09/2013	913.56	940.88	0.0299	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACD ดั้งเดิมกับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t_{\uparrow i}}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t_{\downarrow i}}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
7	10/10/2013	25/10/2013	991.92	992.01	0.0001	1
8	04/12/2013	06/12/2013	939.42	928.98	-0.0111	0
9	09/12/2013	13/12/2013	934.34	912.95	-0.0229	0
อัตรากำไรเฉลี่ย = -0.0027				อัตราความสำเร็จ = 0.4444		

จากตารางที่ 3.1 ในคาบที่ 1 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 977.53 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 986.18 บาท พบว่ากำไรมีค่ามากกว่าศูนย์ ทำให้ในคาบที่ 1 นั้นให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 ต่อมาในคาบที่ 2 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 1032.33 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1016.01 บาท พบว่ากำไรมีค่าน้อยกว่าศูนย์ คาบที่ 2 จึงให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 0 ในการคำนวณคาบต่อไป เหมือนดังข้างต้น ดังนั้น การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACD ดั้งเดิมกับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ให้อัตรากำไรเฉลี่ย -0.27% และอัตราความสำเร็จ 44.44%

3.5 วิธีการซื้อขาย MACDR1

วิธีการซื้อขายด้วย MACDR1 จะกำหนดโดยให้จุดตัดขึ้นเป็นจุดเวลาที่ 1 และจุดซื้อเป็นจุดเวลาที่ 3 นับจากจุดตัดขึ้น ถ้าเส้น MACD ยังคงอยู่เหนือเส้นสัญญาณ และกำหนดจุดขายเป็นจุดที่อัตรากำไรมีค่าถึง 3% แต่หากไม่พบจุดดังกล่าวก็ให้ขายที่จุดตัดลง

นิยามที่ 3.13 ให้ $\{\tau_i\}=\{t_{(i,1)},t_{(i,2)},\ldots,t_{(i,\theta_i)}\}$;$i=1,2,\ldots,r$ แทนคาบการซื้อขาย $m_{t_{(i,j)}}$, $j=1,2,\ldots,\theta_i$ แทนค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}$ และ $s_{t_{(i,j)}}$, $j=1,2,\ldots,\theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณ ณ เวลา $t_{(i,j)}$ <u>*วิธีการซื้อขาย MACDR1*</u> คือ วิธีการกำหนดการซื้อขาย $\left(t^b_{(i,j)},t^s_{(i,j)},C_{(i,j)}\right)$ ในคาบ $\{\tau_i\}$ กำหนดดังนี้

จุดซื้อ $t^b_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)}\in\{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $m_{t_{(i,j)}} > s_{t_{(i,j)}}$

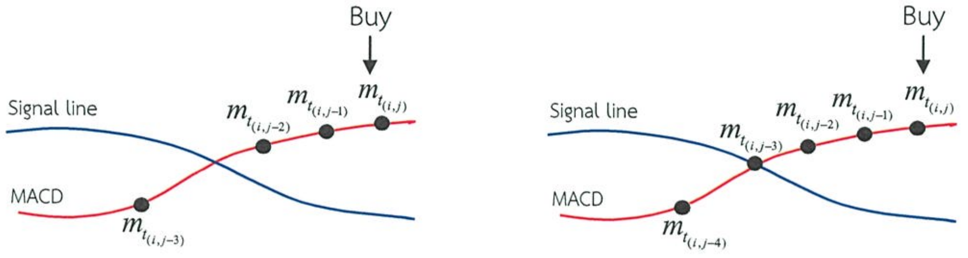
2) $m_{t_{(i,j-1)}} > s_{t_{(i,j-1)}}$

3) $t_{(i,j-2)}$ เป็นจุดตัดขึ้น

จุดขาย $t^s_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)}\in\{\tau_i\}$ ใดๆ ที่ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$\left(\frac{p_{t_{(i,j)}}-p_{t^b_{(i,j)}}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)\geq 0.03 \text{ หรือ } t_{(i,j)}=t_{(i,\theta_i)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 รูปแสดงจุดซื้อของวิธีการซื้อขาย MACDR1

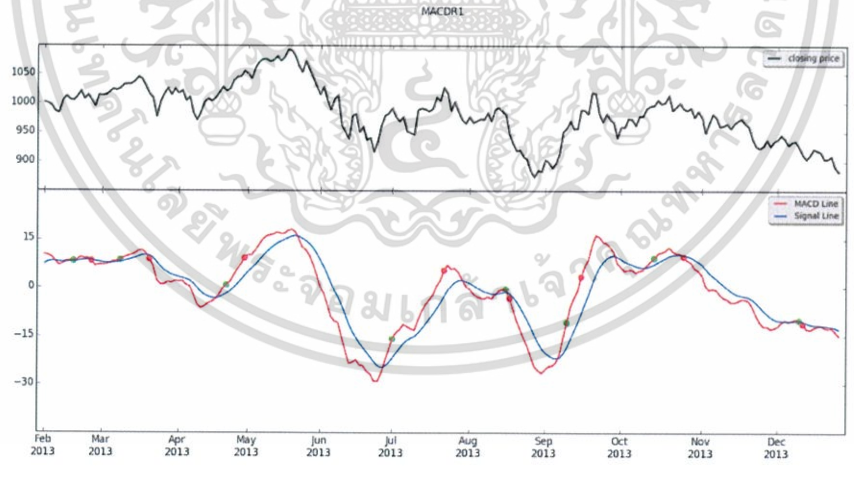
เส้นสีฟ้าคือเส้นสัญญาณ และเส้นสีแดงคือเส้น MACD โดยจุดกลมสีแดงคือค่าของเส้น MACD ณ เวลาต่างๆ

(ซ้าย) กรณีที่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}, t_{(i,j-1)}, t_{(i,j-2)}$ มากกว่าเส้นสัญญาณ และค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j-3)}$ น้อยกว่าเส้นสัญญาณ จะเรียก $t_{(i,j)}$ ว่าเป็นจุดซื้อ

(ขวา) กรณีที่กรณีที่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}, t_{(i,j-1)}$ $t_{(i,j-2)}$ มากกว่าเส้นสัญญาณ แต่ค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j-3)}$ เท่ากับเส้นสัญญาณพอดี จะต้องพิจารณาวันก่อนหน้าอีกวันหนึ่ง $t_{(i,j-4)}$ ว่าเส้น MACD มีค่าน้อยกว่าเส้นสัญญาณจึงจะเรียก $t_{(i,j)}$ ว่าเป็นจุดซื้อได้

ตัวอย่างที่ 3.2

การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR1กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จะได้ว่ามีคาบการซื้อขายทั้งหมด 8 คาบ ดังรูปที่ 3.3 ผลกำไรในแต่ละคาบ อัตรากำไรสุทธิ และอัตราความสำเร็จแสดงดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.3 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR1 กับหุ้น SET50

เส้นสีแดงคือเส้น MACD เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณ

จุดกลมสีเขียวคือจุดซื้อ และจุดกลมสีแดงคือจุดขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR1 กับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t^{\uparrow_i}}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t^{\downarrow_i}}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
1	29/01/2013	11/02/2013	998.92	986.18	-0.0128	0
2	13/03/2013	20/03/2013	1033.34	1016.01	-0.0168	0
3	23/04/2013	30/04/2013	1021.18	1055.62	0.0337	1
4	02/07/2013	23/07/2013	992	1027.39	0.0357	1
5	16/08/2013	19/08/2013	981.08	947.7	-0.0340	0
6	10/09/2013	16/09/2013	957.77	989.37	0.0330	1
7	14/10/2013	25/10/2013	997.23	992.01	-0.0052	0
8	12/12/2013	13/12/2013	952.03	912.95	-0.0410	0
อัตรากำไรเฉลี่ย = -0.0009				อัตราความสำเร็จ = 0.3750		

จากตารางที่ 3.2 ในคาบที่ 1 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 998.92 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 986.18 บาท พบว่ากำไรมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ทำให้ในคาบที่ 1 นั้นให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 0 ต่อมาในคาบที่ 2 ให้ความสำเร็จเท่า 0 เช่นกัน แต่ในคาบที่ 3 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 1021.18 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1055.62 บาท พบว่ากำไรมีค่ามากกว่าศูนย์ ในคาบที่ 3 จึงให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 ในการคำนวณคาบต่อไปเหมือนดังข้างต้น ดังนั้นการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR1 กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ให้อัตรากำไรเฉลี่ย 0.09% และอัตราความสำเร็จ 37.50%

3.6 วิธีการซื้อขาย MACDR2

MACDR2 จะมีหลักการกำหนดจุดซื้อขายเช่นเดียวกับ MACDR1 โดยมีข้อกำหนดว่าจะซื้อถ้าอัตราส่วนระหว่างผลต่างค่าของเส้น MACD กับค่าของเส้นสัญญาณ ณ จุดซื้อต่อราคาหุ้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.005

นิยามที่ 3.14 ให้ $\{\tau_i\}=\{t_{(i,1)},t_{(i,2)},...,t_{(i,\theta_i)}\}$;$i=1,2,...,r$ แทนคาบการซื้อขาย $m_{t_{(i,j)}}$, $j=1,2,...,\theta_i$ แทนค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}$ และ $s_{t_{(i,j)}}$, $j=1,2,...,\theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณ ณ เวลา $t_{(i,j)}$ *วิธีการซื้อขาย MACDR2* คือ วิธีการกำหนดการซื้อขาย $\left(t^b_{(i,j)},t^s_{(i,j)},C_{(i,j)}\right)$ ในคาบ $\{\tau_i\}$ กำหนดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดซื้อ $t^b_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $m_{t_{(i,j)}} > s_{t_{(i,j)}}$

2) $m_{t_{(i,j-1)}} > s_{t_{(i,j-1)}}$

3) $t_{(i,j-2)}$ เป็นจุดตัดขึ้น

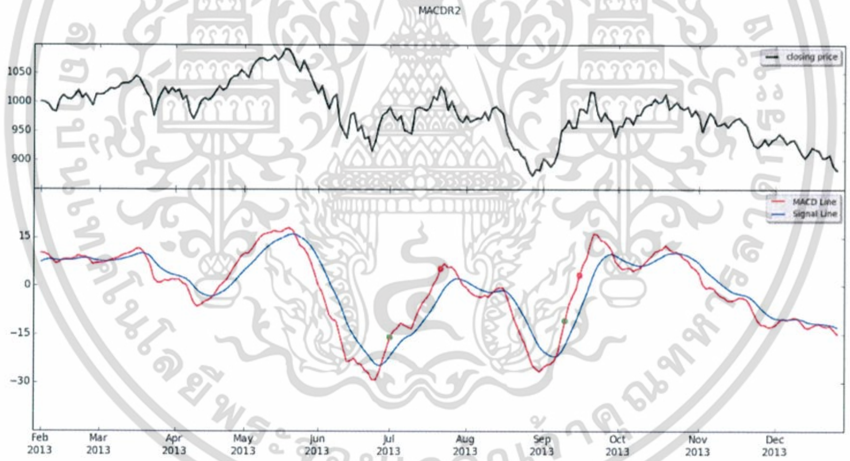
4) $\left(\dfrac{m_{t_{(i,j)}} - s_{t_{(i,j)}}}{p_{t_{(i,j)}}}\right) \geq 0.005$

จุดขาย $t^s_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$\left(\frac{p_{t_{(i,j)}} - p_{t^b_{(i,j)}}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right) \geq 0.03 \text{ หรือ } t_{(i,j)} = t_{(i,\theta_i)}$$

ตัวอย่างที่ 3.3

การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR2กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จะได้ว่ามีคาบการซื้อขายทั้งหมด 2 คาบ ดังรูปที่ 3.4 ผลกำไรในแต่ละคาบ อัตรากำไรสุทธิ และอัตราความสำเร็จแสดงดังตารางที่ 3.3



รูปที่ 3.4 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR2 กับหุ้น SET50
เส้นสีแดงคือเส้น MACD เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณ
จุดกลมสีเขียวคือจุดซื้อ และจุดกลมสีแดงคือจุดขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR2 กับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t_{\uparrow i}}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t_{\downarrow i}}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
1	02/07/2013	23/07/2013	992	1027.39	0.0357	1
2	10/09/2013	16/09/2013	957.77	989.37	0.0330	1
อัตรากำไรเฉลี่ย = 0.0343				อัตราความสำเร็จ = 1.0000		

จากตารางที่ 3 ในคาบที่ 1 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 992 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1027.3 บาท พบว่ากำไรมีค่ามากกว่าศูนย์ ทำให้ในคาบที่ 1 นั้นให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 ต่อมาในคาบที่ 2 ก็ให้ความสำเร็จเท่ากับ 1 เช่นกัน ดังนั้นการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR2 กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ.2556 ให้อัตรากำไรเฉลี่ย 3.43% และอัตราความสำเร็จ 100%

3.7 วิธีการซื้อขาย MACDR1 ด้วยเงื่อนไขเพิ่มเติม

เงื่อนไขเพิ่มเติมที่ 1 วิธีการซื้อขายเหมือนกับ MACDR1 แต่กำหนดจุดขายเป็นจุดที่อัตรากำไรมีค่าถึง a แต่หากไม่พบจุดดังกล่าวก็ให้ขายที่จุดตัดลง เขียนแทนด้วย MACDR1$_\text{a}$ ที่ $a>0$

นิยามที่ 3.15 ให้ $\{\tau_i\}=\{t_{(i,1)},t_{(i,2)},...,t_{(i,\theta_i)}\}$,$i=1,2,...,r$ แทนคาบการซื้อขาย $m_{t_{(i,j)}}$, $j=1,2,...,\theta_i$ แทนค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}$ และ $s_{t_{(i,j)}}$, $j=1,2,...,\theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณ ณ เวลา $t_{(i,j)}$ <u>*วิธีการซื้อขาย*</u> MACDR1$_\text{a}$ คือ วิธีการกำหนดการซื้อขาย $\left(t^b_{(i,j)},t^s_{(i,j)},C_{(i,j)}\right)$ ในคาบ $\{\tau_i\}$ กำหนดดังนี้

จุดซื้อ $t^b_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)}\in\{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $m_{t_{(i,j)}}>s_{t_{(i,j)}}$
2) $m_{t_{(i,j-1)}}>s_{t_{(i,j-1)}}$
3) $t_{(i,j-2)}$ เป็นจุดตัดขึ้น

จุดขาย $t^s_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)}\in\{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$\left(\frac{p_{t_{(i,j)}}-p_{t^b_{(i,j)}}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right)\geq a \text{ ที่ } a>0 \text{ หรือ } t_{(i,j)}=t_{(i,\theta_i)}$$

ในปัญหาพิเศษนี้ทำการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย MACDR1$_\text{a}$ ที่ $a=0.01,0.02,...,0.09$

สามารถแสดงอัตรากำไรและอัตราความสำเร็จได้ดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR1$_a$ กับหุ้น SET50

a	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
0.01	0.761905	0.008319
0.02	0.619048	0.009778
0.03	0.571429	0.010460
0.04	0.523810	0.009744
0.05	0.523810	0.011860
0.06	0.523810	0.011694
0.07	0.476190	0.006257
0.08	0.476190	0.006695
0.09	0.476190	0.006033

จากตาราง 3.4 จะสังเกตได้ว่าค่า a ยิ่งมีค่ามากจะส่งผลทำให้อัตราความสำเร็จลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากถ้าให้ค่า a มากขึ้น แต่อัตรากำไรไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

3.8 วิธีการซื้อขายด้วย MACDR2 ด้วยเงื่อนไขเพิ่มเติม

เงื่อนไขเพิ่มเติมที่ 2 วิธีการซื้อขายเหมือนกับ MACDR1$_a$ โดยมีข้อกำหนดว่าจะซื้ออัตราส่วนระหว่างผลต่างค่าของเส้น MACD กับค่าของเส้นสัญญาณ ณ จุดซื้อต่อราคาหุ้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ b เขียนแทนด้วย MACDR2$_{(a,b)}$ ที่ $a>0$ และ $b>0$

นิยามที่ 3.16 ให้ $\{\tau_i\}=\{t_{(i,1)},t_{(i,2)},...,t_{(i,\theta_i)}\}$;$i=1,2,...,r$ แทนคาบการซื้อขาย $m_{t_{(i,j)}}, j=1,2,...,\theta_i$ แทนค่าของเส้น MACD ณ เวลา $t_{(i,j)}$ และ $s_{t_{(i,j)}}, j=1,2,...,\theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณ ณ เวลา $t_{(i,j)}$ <u>*วิธีการซื้อขาย*</u> MACDR2$_{(a,b)}$ คือ วิธีการกำหนดการซื้อขาย $\left(t^b_{(i,j)},t^s_{(i,j)},C_{(i,j)}\right)$ ในคาบ $\{\tau_i\}$ กำหนดดังนี้

จุดซื้อ $t^b_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)}\in\{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $m_{t_{(i,j)}}>s_{t_{(i,j)}}$
2) $m_{t_{(i,j-1)}}>s_{t_{(i,j-1)}}$
3) $t_{(i,j-2)}$ เป็นจุดตัดขึ้น
4) $\left(\dfrac{m_{t_{(i,j)}}-s_{t_{(i,j)}}}{p_{t_{(i,j)}}}\right)\ge b$ ที่ $b>0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดขาย $t^{s}_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$\left(\frac{p_{t_{(i,j)}} - p_{t^{b}_{(i,j)}}}{p_{t^{b}_{(i,j)}}} \right) \geq a \text{ ที่ } a > 0 \text{ หรือ } t_{(i,j)} = t_{(i,\theta_i)}$$

ในปัญหาพิเศษนี้ทำการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย MACDR2$_{(a,b)}$ ที่ $a = 0.01, 0.02, ..., 0.09$ และ $b = 0.001, 0.003, 0.005, 0.01$

สามารถแสดงอัตรากำไรและอัตราความสำเร็จได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR2$_{(a,b)}$ กับหุ้น SET50

b	a	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
0.001	0.01	0.928571	0.013634
0.001	0.02	0.785714	0.016879
0.001	0.03	0.714286	0.017661
0.001	0.04	0.642857	0.016533
0.001	0.05	0.642857	0.019707
0.001	0.06	0.642857	0.019458
0.003	0.01	1	0.015322
0.003	0.02	1	0.024899
0.003	0.03	1	0.02775
0.003	0.04	0.8	0.024795
0.003	0.05	0.8	0.030087
0.003	0.06	0.8	0.023359
0.005	0.01	1	0.014827
0.005	0.02	1	0.031523
0.005	0.03	1	0.03445
0.005	0.04	0.666667	0.026708
0.005	0.05	0.666667	0.031184
0.005	0.06	0.666667	0.017541
0.01	0.01	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.02	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.03	ไม่มีการซื้อขาย	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ) ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ $MACDR2_{(a,b)}$ กับหุ้น SET50

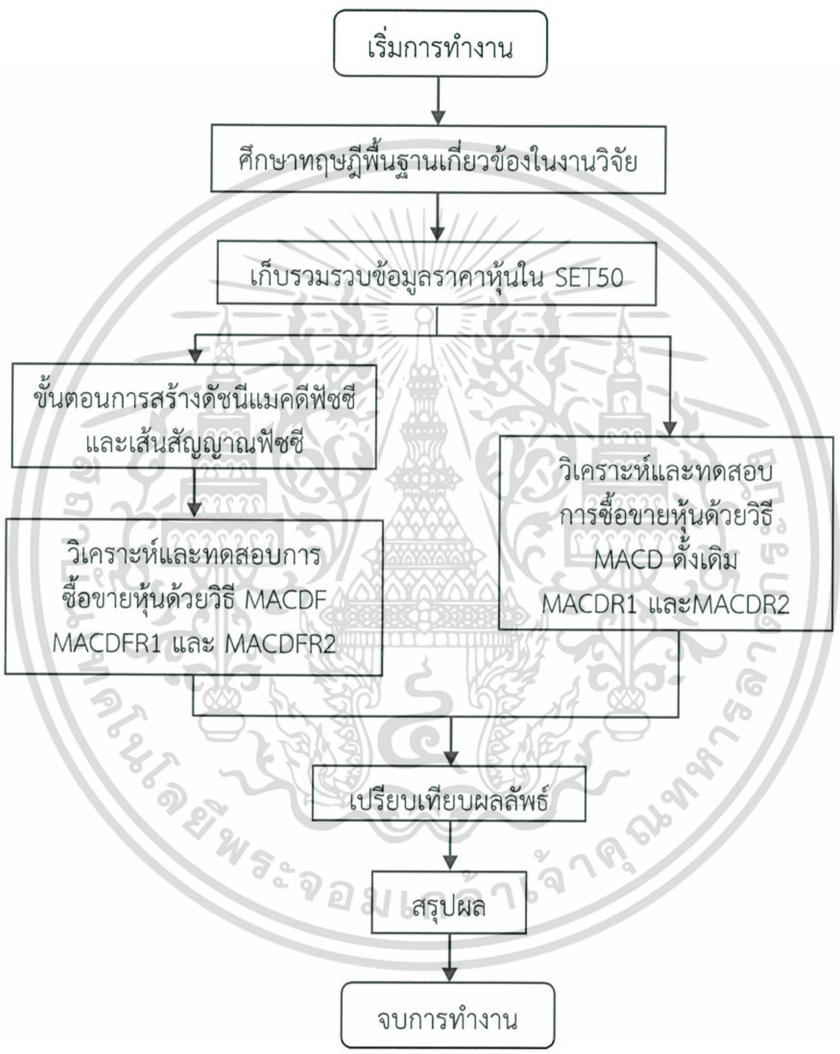
b	a	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
0.01	0.04	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.05	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.06	ไม่มีการซื้อขาย	-

จากตาราง 3.5 จะสังเกตได้ว่าค่า a ยิ่งมีค่ามากจะส่งผลทำให้อัตราความสำเร็จลดลงเรื่อยๆ และค่า b ยิ่งมีค่ามากจะทำให้อัตราความสำเร็จเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากว่ากำหนดค่า b มากเกินอาจจะทำให้ไม่มีการซื้อขายเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
แมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี โดยจะทำการเก็บรวมรวมข้อมูลราคาหุ้นใน SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ.2557 แล้วนำมาสร้างแมคดีฟัซซี (MACDF) และเส้นสัญญาณฟัซซี เพื่อทำการเปรียบเทียบกับวีธีการซื้อขายด้วย MACD ดั้งเดิม MACDR1 และMACDR2 ซึ่งสรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้

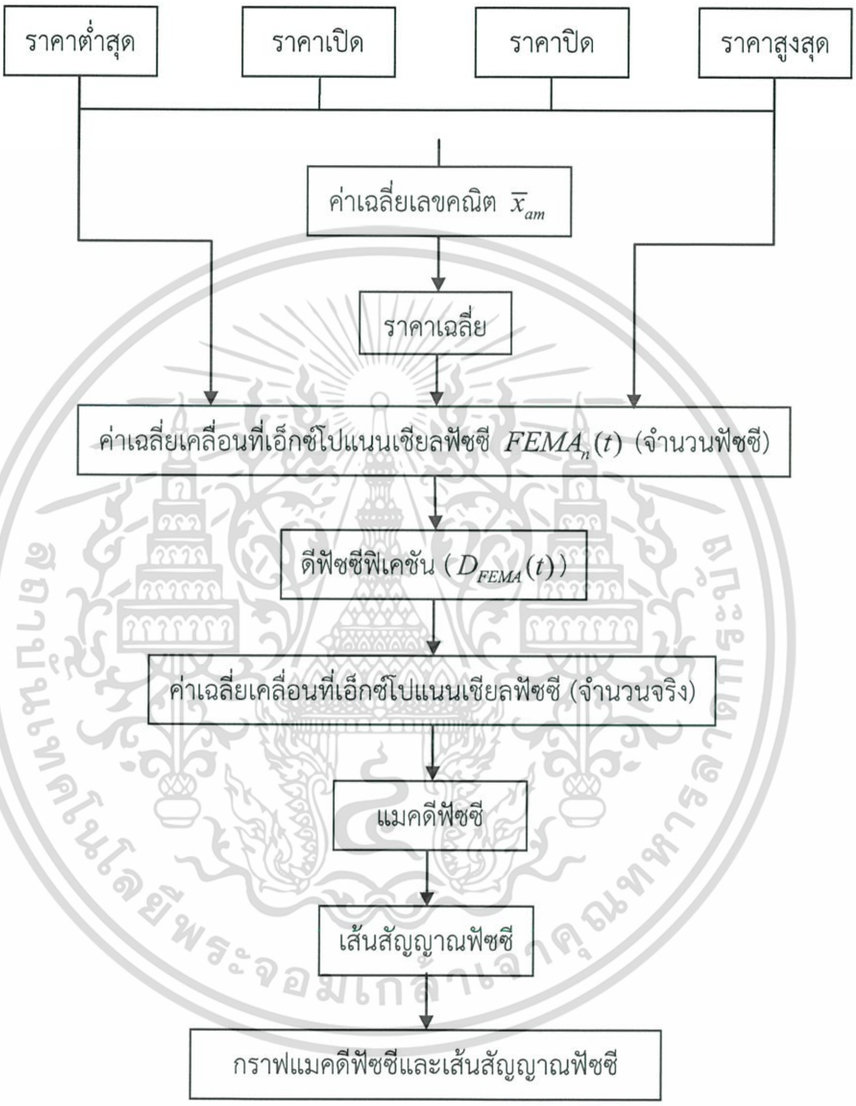


รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆ ของงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ขั้นตอนการสร้างแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

ขั้นตอนการสร้างแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลราคาหุ้นใน SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ.2557 แล้วใช้ความรู้จากทฤษฎีพื้นฐานในบทที่ 2 โดยจะทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel แล้วจึงดึงข้อมูลแสดงผลในรูปแบบกราฟโดยใช้โปรแกรม PythonXY ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นแผนภาพดังนี้

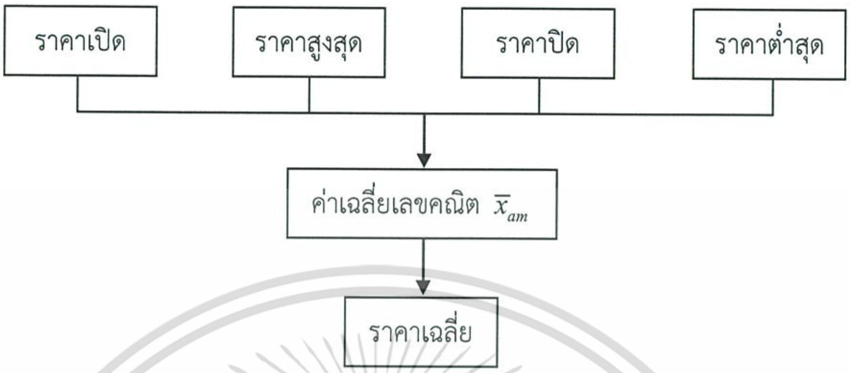


รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การคำนวณราคาเฉลี่ย

การคำนวณหาราคาเฉลี่ย จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลราคาหุ้นใน SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557 แล้วนำมาหาราคาเฉลี่ย ซึ่งสามารถสรุปได้เป็นแผนภาพดังนี้



รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างการประมาณผลหาค่าราคาเฉลี่ย

ราคาเฉลี่ยจะคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\overline{x}_{am}$ คำนวณโดย

$$\overline{x}_{am} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ได้ดังนี้

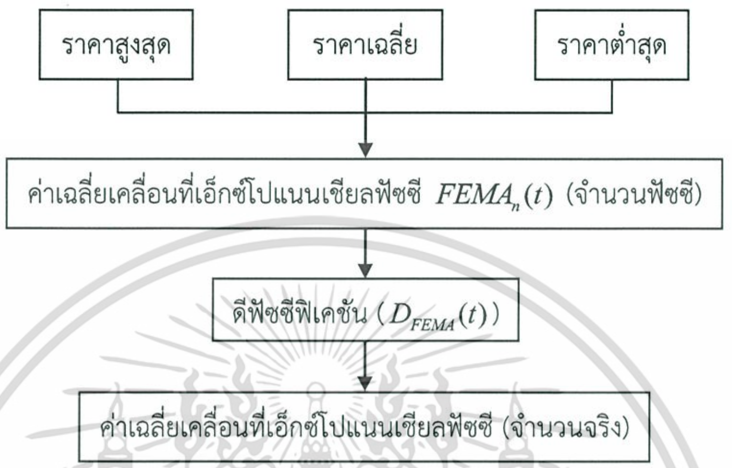
ตารางที่ 4.1 แสดงการคำนวณราคาเฉลี่ยตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557

SET50					
ปี/เดือน/วัน	ราคาเปิด	ราคาสูงสุด	ราคาต่ำสุด	ราคาปิด	ราคาเฉลี่ย
20120104	727.22	731.54	725.16	726.99	727.7275
20120105	726.45	730.39	723.5	727.12	726.865
20120106	725	728.96	723.79	725.69	725.86
20120109	723.76	732.21	723.13	732.21	727.8275
20120110	734.53	740.07	733.9	738.13	736.6575
20120111	737.61	742.21	735.56	736.14	737.88
20120112	737.54	739.45	734.33	735.88	736.8
20120113	735.45	736.95	727.55	730.4	732.5875
20120116	725.57	726.47	722.68	724.43	724.7875
20120117	729.48	740.03	728.3	740.03	734.46
20120118	739.61	741.74	735.29	735.37	738.0025
20120119	740.5	742.82	736.36	740.6	740.07
20120120	742.19	743.13	737.58	739.56	740.615
20120123	739.92	744.98	739.21	741.67	741.445
20120124	744.26	748.81	742.95	742.95	744.7425
20120125	745.71	746.25	735.99	736.69	741.16
20120126	740.54	746.52	740.1	745.81	743.2425
20120127	748.94	753.48	746.86	752.18	750.365
20120130	751.83	755.36	749.14	750.95	751.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลราคาต่ำสุด ราคาเฉลี่ย และราคาสูงสุด รายวันของหุ้นในกลุ่ม SET50 แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี ซึ่งสามารถสรุปการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนน-เชียลฟัซซีได้เป็นแผนภาพดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงโครงสร้างการประมาณผลหาค่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซีและดีฟัซซีฟิเคชัน

ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซี n $(n<t)$ วัน ณ วันที่ t คำนวณได้จาก

$$FEMA_n(t) = Tri\left(EMA_n^{a_1}(t), EMA_n^{a_m}(t), EMA_n^{a_2}(t)\right) \quad ;t>n$$

เมื่อ $EMA_n^{a_k}(t) = EMA_n^{a_k}(t-1) + \dfrac{2}{n+1}(a_k^{(t)} + (-1)EMA_n^{a_k}(t-1))$

$$EMA_n^{a_k}(n) = w_1 a_k^{(1)} + w_2 a_k^{(2)} + \ldots + w_n a_k^{(n)} \quad ;k=1,m,2$$

และ $w_i = \dfrac{2}{n+1}\left(1-\dfrac{2}{n+1}\right)^{n-i} \quad ;i=1,2,\ldots,n$

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะเป็นจำนวณฟัซซี จึงทำการดีฟัซซีฟิเคชันให้เป็นจำนวนจริง การดีฟัซซีฟิเคชัน คำนวณโดย

$$D_{FEMA}(t) = \frac{EMA_n^{a_1}(t) + 8EMA_n^{a_m}(t) + EMA_n^{a_2}(t)}{10}$$

แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี 12 วัน และดีฟัซซีฟิเคชัน

SET50					ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี				ดีฟัซซีฟิเคชั่น
					ราคาหุ้น	ราคาต่ำสุด	ราคาเฉลี่ย	ราคาสูงสุด	
					จำนวนวัน (n)	12	12	12	
ปี/เดือน/วัน	ราคาสูงสุด	ราคาต่ำสุด	ราคาปิด	ราคาเฉลี่ย	ค่าปรับเรียบ (α)	0.1538	0.1538	0.1538	
20120104	731.54	725.16	726.99	727.7275		-	-	-	
20120105	730.39	723.5	727.12	726.865		-	-	-	
20120106	728.96	723.79	725.69	725.86		-	-	-	
20120109	732.21	723.13	732.21	727.8275		-	-	-	
20120110	740.07	733.9	738.13	736.6575		-	-	-	
20120111	742.21	735.56	736.14	737.88		-	-	-	
20120112	739.45	734.33	735.88	736.8		-	-	-	
20120113	736.95	727.55	730.4	732.5875		-	-	-	
20120116	726.47	722.68	724.43	724.7875		-	-	-	
20120117	740.03	728.3	740.03	734.46		-	-	-	
20120118	741.74	735.29	735.37	738.0025		-	-	-	
20120119	742.82	736.36	740.6	740.07		632.2602203	635.3049139	638.391939	635.3091471
20120120	743.13	737.58	739.56	740.615		648.4584024	651.5016051	654.5006528	651.4971896
20120123	744.98	739.21	741.67	741.445		662.4159981	665.3348993	668.4163764	665.3511569
20120124	748.81	742.95	742.95	744.7425		674.8021276	677.5477883	680.7809157	677.5965349
20120125	746.25	735.99	736.69	741.16		684.2128224	687.3313464	690.8500609	687.3713655
20120126	746.52	740.1	745.81	743.2425		692.8082703	695.9304819	699.4120975	695.9664223
20120127	753.48	746.86	752.18	750.365		701.1214263	704.3025107	707.7277409	704.3269253
20120130	755.36	749.14	750.95	751.82		708.506683	711.6107006	715.0535824	711.644587
20120131	757.45	749.26	757.45	754.79		714.7745431	718.2516768	721.5741514	718.2362109
20120201	760.08	753.02	759.16	757.2025		720.6566944	724.2423134	727.4963509	724.2091553
20120202	769.03	762.25	763.4	764.5275		727.0537448	730.4381751	733.8842261	730.4443372
20120203	769.42	761.94	768.96	766.4325		732.4192508	735.9741023	739.3496282	735.9561697
20120206	775.68	765.82	765.82	770.405		737.5562861	741.2695744	744.9372393	741.265012
20120207	772.13	764.11	770.95	768.7175		741.6402473	745.4910653	749.1194859	745.4688256
20120208	787.15	776.21	783.39	780.7675		746.9570752	750.916581	754.968579	750.9258302
20120209	787.65	779.31	784.72	783.98		751.9329551	756.0017348	759.9949815	755.9941815
20120210	787.1	779.57	781.21	782.7625		756.1835326	760.1175405	764.1637334	760.128759

ตารางที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี 26 วัน และดีฟัซซีฟิเคชัน

SET50					ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซี				ดีฟัซซีฟิเคชัน
					ราคาหุ้น	ราคาต่ำสุด	ราคาเฉลี่ย	ราคาสูงสุด	
					จำนวนวัน (n)	26	26	26	
ปี/เดือน/วัน	ราคาสูงสุด	ราคาต่ำสุด	ราคาปิด	ราคาเฉลี่ย	ค่าปรับเรียบ (α)	0.0741	0.0741	0.0741	
20120104	731.54	725.16	726.99	727.7275		-	-	-	-
20120105	730.39	723.5	727.12	726.865		-	-	-	-
20120106	728.96	723.79	725.69	725.86		-	-	-	-
20120109	732.21	723.13	732.21	727.8275		-	-	-	-
20120110	740.07	733.9	738.13	736.6575		-	-	-	-
20120111	742.21	735.56	736.14	737.88		-	-	-	-
20120112	739.45	734.33	735.88	736.8		-	-	-	-
20120113	736.95	727.55	730.4	732.5875		-	-	-	-
20120116	726.47	722.68	724.43	724.7875		-	-	-	-
20120117	740.03	728.3	740.03	734.46		-	-	-	-
20120118	741.74	735.29	735.37	738.0025		-	-	-	-
20120119	742.82	736.36	740.6	740.07		-	-	-	-
20120120	743.13	737.58	739.56	740.615		-	-	-	-
20120123	744.98	739.21	741.67	741.445		-	-	-	-
20120124	748.81	742.95	742.95	744.7425		-	-	-	-
20120125	746.25	735.99	736.69	741.16		-	-	-	-
20120126	746.52	740.1	745.81	743.2425		-	-	-	-
20120127	753.48	746.86	752.18	750.365		-	-	-	-
20120130	755.36	749.14	750.95	751.82		-	-	-	-
20120131	757.45	749.26	757.45	754.79		-	-	-	-
20120201	760.08	753.02	759.16	757.2025		-	-	-	-
20120202	769.03	762.25	763.4	764.5275		-	-	-	-
20120203	769.42	761.94	768.96	766.4325		-	-	-	-
20120206	775.68	765.82	765.82	770.405		-	-	-	-
20120207	772.13	764.11	770.95	768.7175		-	-	-	-
20120208	787.15	776.21	783.39	780.7675		647.9792106	651.2391545	654.5838574	651.2476304
20120209	787.65	779.31	784.72	783.98		657.7108221	661.0752512	664.4440585	661.075689
20120210	787.1	779.57	781.21	782.7625		666.7405872	670.0922763	673.5328638	670.1011661
20120213	786.57	781.09	784.08	783.6325		675.2138787	678.5056069	681.9089156	678.5167649
20120214	787.35	773.24	776.12	779.6425		682.4776143	685.9998507	689.7220999	686.0198519
20120215	793.21	782.11	791.85	787.32		689.8603741	693.5076737	697.3905533	693.5312317
20120216	792.38	784.75	787.13	788.6075		696.8916954	700.5545708	704.4292713	700.5757533
20120217	797.02	789.13	794.86	794.305		703.7265537	707.5014776	711.2902443	707.5028619
20120220	801.66	796.53	800.22	799.5025		710.6032891	714.3187534	717.9866432	714.313996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 แมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

จากขั้นตอนการคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียลฟัซซีและการดีฟัซซีฟิเคชัน ขั้นตอนต่อไปจะคำนวณหาแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

นิยามที่ 4.1 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\}=\{p_t \mid t\in\{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา ***แมคดีฟัซซี*** คือ ลำดับผลต่างของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลฟัซซีสองลำดับที่มีค่าพารามิเตอร์ n_1 และ $n_2\in\mathbb{N}$ ซึ่ง $n_1<n_2$ เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $MACDF=\left(MACDF(t)\mid t\in\{\tau\}\right)$
นิยามโดย

$$MACDF(t)=FEMA_{n_1}^{price}(t)-FEMA_{n_2}^{price}(t)$$

เรียก กราฟ $G=\{(t,MACDF(t))\mid t\in\{\tau\}\}$ ว่า **"เส้นแมคดีฟัซซี"**

นิยามที่ 4.2 กำหนดให้ $\{\tau\}$ เป็นลำดับของจุดเวลาทั้งหมดที่มีการเก็บข้อมูลและกำหนดให้ $\{P\}=\{p_t \mid t\in\{\tau\}\}$ แทนลำดับของราคา ***เส้นสัญญาณฟัซซี*** เขียนแทนด้วย $SignalF=\left(SignalF(t)\middle| t\in\{\tau\}\right)$ ที่มีค่าพารามิเตอร์ $n_3\in\mathbb{N}$ นิยามโดย

$$SignalF(t)=EMA_{n_3}^{MACDF}(t)$$

และเรียกกราฟ $G=\{(t,SignalF(t))\mid t\in\{\tau\}\}$ ว่า **"เส้นสัญญาณฟัซซี"**

จากนิยามสามารถสรุปการคำนวณหาแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี ได้เป็นแผนภาพดังนี้

รูปที่ 4.5 แสดงโครงสร้างการประมาณผลหาแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

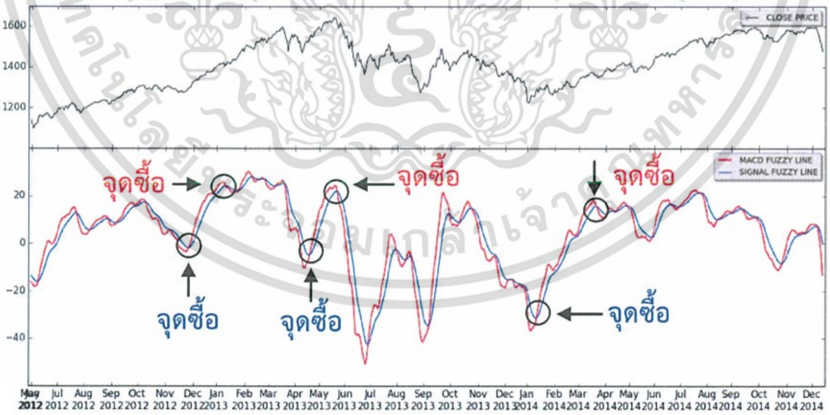
แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงตัวอย่างการคำนวณแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซี

ปี/เดือน/วัน	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เอ็กซ์โปแนนเชียล		FuzzyMACD	FuzzySignal
	n=12	n=26		
20120208	750.9258302	651.2476304	99.6781998	
20120209	755.9941815	661.075689	94.91849253	
20120210	760.128759	670.1011661	90.02759286	
20120213	763.7497095	678.5167649	85.23294454	
20120214	766.2140916	686.0198519	80.1942396	
20120215	769.4706387	693.5312317	75.93940695	
20120216	772.4125806	700.5757533	71.8368273	
20120217	775.7417999	707.5028619	68.23893802	
20120220	779.3836609	714.313996	65.06966495	65.10466477
20120221	783.0200065	720.8876296	62.13237691	64.51020719
20120222	786.3954541	727.1179109	59.27754316	63.46367439
20120223	788.7082286	732.624659	56.08356962	61.98765344
20120224	791.5328843	738.1413552	53.39152909	60.26842857
20120227	793.4454051	743.0191096	50.42629551	58.30000196
20120228	795.0071818	747.5081535	47.49902823	56.13980721
20120229	798.0256326	752.4821047	45.54352795	54.02055136
20120301	801.3285441	757.4482048	43.88033931	51.99250895
20120302	804.7866534	762.3658361	42.4208173	50.07817062
20120305	806.6221559	766.3935538	40.22860216	48.10825693
20120306	807.4520368	769.7743252	37.67771151	46.02214784
20120308	809.1044583	773.3623713	35.74208696	43.96613567
20120309	810.7508168	776.8040665	33.94675029	41.96225859
20120312	811.0027694	779.4409101	31.56185929	39.88217873
20120313	810.7193515	781.6430947	29.0762568	37.72099435
20120314	811.73853	784.2886799	27.44985006	35.66676549
20120315	813.3598081	787.1038368	26.25597133	33.78460666

ทำการคำนวณหาค่าแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณ แล้วนำมาเปรียบเทียบในกราฟเดียวกัน จะเกิดการตัดกันของเส้นทั้งสอง การตัดกันระหว่างเส้นแมคดีฟัซซีกับเส้นสัญญาณ ณ จุดที่เส้นแมคดีฟัซซีตัดขึ้นเหนือเส้นสัญญาณฟัซซี คือจุดเข้าซื้อ และจะขายออก ณ จุดที่เส้นแมคดีฟัซซีตัดลงเส้นสัญญาณ



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างกราฟเส้นแมคดีฟัซซีและเส้นสัญญาณฟัซซีของราคาหุ้น

แสดงกราฟของเส้น แมคดีฟัซซี(เส้นสีแดง) ด้วยพารามิเตอร์ $n_1 = 12,\ n_2 = 26$ *และเส้นสัญญาณฟัซซี (เส้นสีน้ำเงิน) ด้วยพารามิเตอร์* $n_3 = 9$ *ของราคา (เส้นสีดำ) รายวันของ SET50 ตั้งแต่ วันที่ 4 มกราคม 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วิธีการซื้อขายด้วย MACDF

วิธีการซื้อขายด้วย MACDF จะซื้อที่จุดตัดขึ้นและขายที่จุดตัดลง ในหัวข้อนี้จะให้นิยามโดยละเอียดของวิธีดังกล่าวที่จะใช้ทดสอบในปัญหาพิเศษนี้ดังนี้

นิยามที่ 4.3 ให้ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ แทนคาบการซื้อขาย และ $t_i^{\uparrow}$ แทนจุดตัดขึ้นที่ i (จุดเริ่มต้นในคาบ $\{\tau_i\}$) และ $t_{i+1}^{\downarrow}$ แทนจุดตัดลงที่ $i+1$ (จุดจบคาบ $\{\tau_i\}$) <u>*วิธีการซื้อขายแบบ MACDF*</u> คือ วิธีการกำหนดการซื้อขายในคาบ $\{\tau_i\}$ โดยให้ $t_i^{\uparrow}$ เป็นจุดซื้อและให้ $t_{i+1}^{\downarrow}$ เป็นจุดขาย

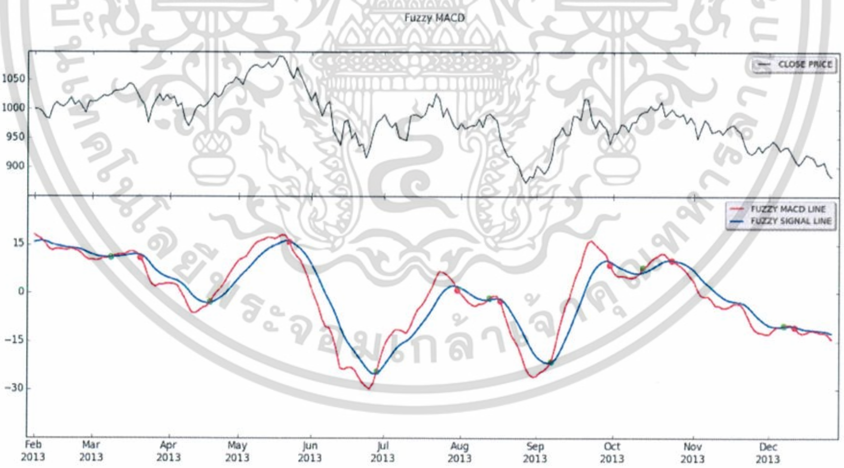
จากนิยามที่ 4.3 จะได้ว่าในแต่ละคาบ $\{\tau_i\},\ i=1,2,...,r$ จะมีการซื้อขายเพียงครั้งเดียว คือ

$$\left(t_i^{\uparrow}, t_{i+1}^{\downarrow}, C_i\right)$$

เมื่อ $C_i > 0$ เป็นค่าคงที่ใดๆ

ตัวอย่างที่ 4.1

การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDF กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จะได้ว่ามีคาบการซื้อขายทั้งหมด 7 คาบ ดังรูปที่ 4.7 ผลกำไรในแต่ละคาบ อัตรากำไรสุทธิ และอัตราความสำเร็จแสดงดังตาราง ที่ 4.5



รูปที่ 4.7 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDF กับหุ้น SET50
เส้นสีแดงคือเส้น MACDF เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณฟัซซี
จุดกลมสีเขียวคือจุดซื้อ และจุดกลมสีแดงคือจุดขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDF กับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t_{\uparrow i}}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t_{\downarrow i}}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
1	08/03/2013	20/03/2013	1025.72	1016.01	-0.0095	0
2	19/04/2013	23/05/2013	1018.36	1064.49	0.0453	1
3	27/06/2013	31/07/2013	978.96	966.03	-0.0132	0
4	14/08/2013	19/08/2013	992.98	947.7	-0.0456	0
5	06/09/2013	30/09/2013	913.56	940.88	0.0299	1
6	11/10/2013	24/10/2013	996.01	1001.3	0.0053	1
7	09/12/2013	13/12/2013	939.34	912.95	-0.0281	0
อัตรากำไรเฉลี่ย = -0.0023				อัตราความสำเร็จ = 0.4286		

จากตารางที่ 4.5 ในคาบที่ 1 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 1025.72 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1016.01 บาท พบว่ากำไรมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ทำให้ในคาบที่ 1 นั้นให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 0 ต่อมาในคาบที่ 2 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 1018.36 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1064.49 บาท พบว่ากำไรมีค่ามากกว่าศูนย์ คาบที่ 2 จึงให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 ในการคำนวณคาบต่อไปเหมือนดังข้างต้น ดังนั้นการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDF กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ.2556 ให้อัตรากำไรเฉลี่ย -0.23% และอัตราความสำเร็จ 42.86%

4.3 วิธีการซื้อขายด้วย MACDFR1

วิธีการซื้อขายด้วย MACDFR1 จะกำหนดโดยให้จุดตัดขึ้นเป็นจุดเวลาที่ 1 และจุดซื้อเป็นจุดเวลาที่ 3 นับจากจุดตัดขึ้น ถ้าเส้น MACDF ยังคงอยู่เหนือเส้นสัญญาณฟัซซี และกำหนดจุดขายเป็นจุดที่อัตรากำไรมีค่าถึง 3% แต่หากไม่พบจุดดังกล่าวก็ให้ขายที่จุดตัดลง

นิยามที่ 4.4 ให้ $\{\tau_i\} = \{t_{(i,1)}, t_{(i,2)}, ..., t_{(i,\theta_i)}\}$ $, i = 1, 2, ..., r$ แทนคาบการซื้อขาย $mf_{t_{(i,j)}}, j = 1, 2, ..., \theta_i$ แทนค่าของเส้น MACDF ณ เวลา $t_{(i,j)}$ และ $sf_{t_{(i,j)}}, j = 1, 2, ..., \theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณฟัซซี ณ เวลา $t_{(i,j)}$ _วิธีการซื้อขาย MACDFR1_ คือ วิธีการกำหนดการซื้อขาย $\left(t^b_{(i,j)}, t^s_{(i,j)}, C_{(i,j)}\right)$ ในคาบ $\{\tau_i\}$ กำหนดดังนี้

จุดซื้อ $t^b_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $mf_{t_{(i,j)}} > sf_{t_{(i,j)}}$
2) $mf_{t_{(i,j-1)}} > sf_{t_{(i,j-1)}}$
3) $t_{(i,j-2)}$ เป็นจุดตัดขึ้น

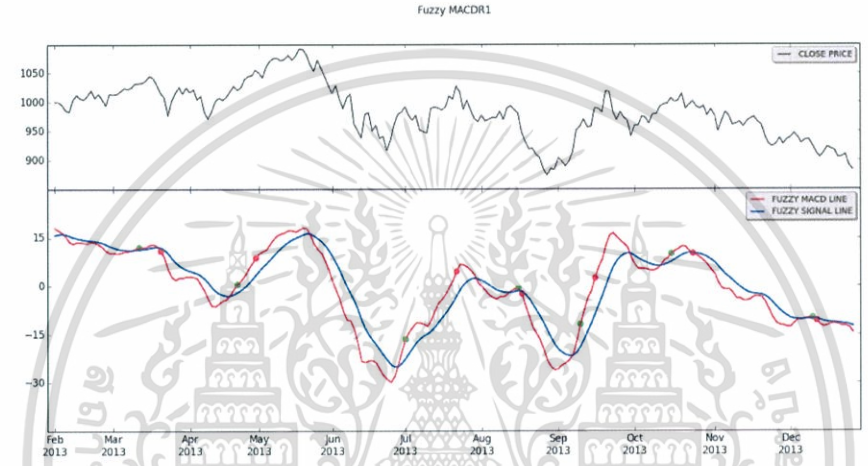
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดขาย $t^{s}_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$\left(\frac{p_{t_{(i,j)}} - p_{t^{b}_{(i,j)}}}{p_{t^{b}_{(i,j)}}} \right) \geq 0.03 \text{ หรือ } t_{(i,j)} = t_{(i,\theta_i)}$$

ตัวอย่างที่ 4.2

การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR1 กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จะได้ว่ามีคาบการซื้อขายทั้งหมด 7 คาบ ดังรูปที่ 4.8 ผลกำไรในแต่ละคาบ อัตรากำไรสุทธิ และอัตราความสำเร็จแสดงดังตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.8 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR1 กับหุ้น SET50
เส้นสีแดงคือเส้น MACDF เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณฟัซซี
จุดกลมสีเขียวคือจุดซื้อ และจุดกลมสีแดงคือจุดขาย

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDFR1 กับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t_{\uparrow i}}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t_{\downarrow i}}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
1	12/03/2013	20/03/2013	1032.74	1016.01	-0.0162	0
2	23/04/2013	30/04/2013	1021.18	1055.62	0.0337	1
3	02/07/2013	23/07/2013	992	1027.39	0.0357	1
4	16/08/2013	19/08/2013	981.08	947.7	-0.0340	0
5	10/09/2013	16/09/2013	957.77	989.37	0.0330	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 (ต่อ) ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDFR1 กับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t\uparrow_i}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t\downarrow_i}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
6	15/10/2013	24/10/2013	1006.65	1001.3	-0.0053	0
7	12/12/2013	13/12/2013	952.03	912.95	-0.0410	0
อัตรากำไรเฉลี่ย = 0.0008			อัตราความสำเร็จ = 0.4286			

จากตารางที่ 4.6 ในคาบที่ 1 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 1032.74 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1016.01 บาท พบว่ากำไรมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ทำให้ในคาบที่ 1 นั้นให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 0 ต่อมาในคาบที่ 2 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 1021.18 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1055.62 บาท พบว่ากำไรมีค่ามากกว่าศูนย์ คาบที่ 2 จึงให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 ในการคำนวณคาบต่อไปเหมือนดังข้างต้น ดังนั้นการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR1 กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ให้อัตรากำไรเฉลี่ย 0.08% และอัตราความสำเร็จ 42.86%

4.4 วิธีการซื้อขายด้วย MACDFR2

MACDFR2 จะมีหลักการกำหนดจุดซื้อขายเช่นเดียวกับ MACDFR1 โดยมีข้อกำหนดว่าจะซื้อถ้าอัตราส่วนระหว่างผลต่างค่าของเส้น MACDF กับค่าของเส้นสัญญาณฟัซซี ณ จุดซื้อต่อราคาหุ้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.005

นิยามที่ 4.5 ให้ $\{\tau_i\} = \{t_{(i,1)}, t_{(i,2)}, \dots, t_{(i,\theta_i)}\}$ $, i = 1, 2, \dots, r$ แทนคาบการซื้อขาย $mf_{t_{(i,j)}}, j = 1, 2, \dots, \theta_i$ แทนค่าของ เส้น MACDF ณ เวลา $t_{(i,j)}$ และ $sf_{t_{(i,j)}}, j = 1, 2, \dots, \theta_i$ แทนค่าของเส้นสัญญาณฟัซซี ณ เวลา $t_{(i,j)}$ *<u>วิธีการซื้อขาย MACDFR2</u>* คือ วิธีการกำหนดการซื้อขาย $\left(t^b_{(i,j)}, t^s_{(i,j)}, C_{(i,j)}\right)$ ในคาบ $\{\tau_i\}$ กำหนดดังนี้

จุดซื้อ $t^b_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

1) $mf_{t_{(i,j)}} > sf_{t_{(i,j)}}$
2) $mf_{t_{(i,j-1)}} > sf_{t_{(i,j-1)}}$
3) $t_{(i,j-2)}$ เป็นจุดตัดขึ้น
4) $\left(\dfrac{mf_{t_{(i,j)}} - sf_{t_{(i,j)}}}{p_{t_{(i,j)}}}\right) \geq 0.005$

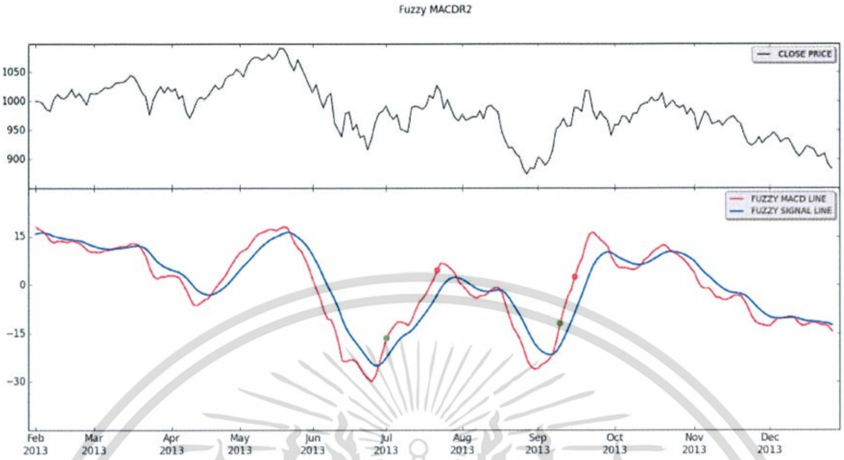
จุดขาย $t^s_{(i,j)}$ คือจุด $t_{(i,j)} \in \{\tau_i\}$ ใดๆ ที่ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขต่อไปนี้

$$\left(\frac{p_{t_{(i,j)}} - p_{t^b_{(i,j)}}}{p_{t^b_{(i,j)}}}\right) \geq 0.03 \text{ หรือ } t_{(i,j)} = t_{(i,\theta_i)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 4.3

การทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR2 กับ ข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จะได้ว่ามีคาบการซื้อขายทั้งหมด 2 คาบ ดังรูปที่ 3.4 ผลกำไรในแต่ละคาบ อัตรากำไรสุทธิ และอัตราความสำเร็จแสดงดังตารางที่ 3.3



รูปที่ 4.9 รูปแสดงจุดซื้อและจุดขายจากการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR1 กับหุ้น SET50
เส้นสีแดงคือเส้น MACDF เส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณฟัซซี
จุดกลมสีเขียวคือจุดซื้อ และจุดกลมสีแดงคือจุดขาย

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDFR2 กับหุ้น SET50

คาบที่ (i)	วัน/เดือน/ปี ณ จุดซื้อ	วัน/เดือน/ปี ณ จุดขาย	ราคา ณ จุดซื้อ ($p_{t\uparrow_i}$)	ราคา ณ จุดขาย ($p_{t\downarrow_i}$)	อัตรากำไรสุทธิ ($\tilde{P}_i$)	ความสำเร็จ (S_i)
1	02/07/2013	23/07/2013	992	1027.39	0.0357	1
2	10/09/2013	16/09/2013	957.77	989.37	0.0330	1
อัตรากำไรเฉลี่ย = 0.0343			อัตราความสำเร็จ = 1.0000			

จากตารางที่ 4.7 ในคาบที่ 1 ราคา ณ จุดซื้ออยู่ที่ 992 บาท ราคา ณ จุดขายอยู่ที่ 1027.39 บาท พบว่ากำไรมีค่ามากกว่าศูนย์ ทำให้ในคาบที่ 1 นั้นให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 ต่อมาในคาบที่ 2 ก็ให้ค่าความสำเร็จเท่ากับ 1 เช่นกัน ดังนั้นการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDFR2 กับข้อมูลราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 2 มกราคม ถึง 27 ธันวาคม พ.ศ. 2556 ให้อัตรากำไรเฉลี่ย3.43% และอัตราความสำเร็จ 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการดำเนินงานและอภิปรายผล

เมื่อทำการทดสอบวิธีการซื้อขายต่างๆ ที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 และบทที่ 4 โดยทดสอบกับหุ้นกลุ่ม SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557 และวัดผลโดยใช้ค่าเฉลี่ยของอัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ย ได้ผลลัพธ์ดังนี้

5.1 ผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย MACDR1_a

อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยวิธีการซื้อขายด้วย MACDR1_a ที่ $a = 0.01, 0.02, ..., 0.09$

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ MACDR1_a กับหุ้น SET50

a	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
0.01	0.761905	0.008319
0.02	0.619048	0.009778
0.03	0.571429	0.010460
0.04	0.523810	0.009744
0.05	0.523810	0.011860
0.06	0.523810	0.011694
0.07	0.476190	0.006257
0.08	0.476190	0.006695
0.09	0.476190	0.006033

จากตาราง 5.1 จะสังเกตได้ว่าการกำหนดเงื่อนไขจุดขายที่อัตรากำไรมากกว่าหรือเท่ากับ a จะพบว่ายิ่งให้ a มีค่ามากจะส่งผลทำให้อัตราความสำเร็จลดลงเรื่อยๆ เนื่องจากถ้าให้ค่าอัตรากำไรของจุดขายมากขึ้นจะทำให้การซื้อขายบางคาบที่สำเร็จผลอาจจะกลายเป็นไม่สำเร็จผล ส่วนอัตรากำไรเฉลี่ยไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

5.2 ผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย $\text{MACDR2}_{(a,b)}$

อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยวิธีการซื้อขาด้วย $\text{MACDR2}_{(a,b)}$ ที่ $a = 0.01, 0.02, ..., 0.09$ และ $b = 0.001, 0.003, 0.005, 0.01$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อ $MACDR2_{(a,b)}$ กับหุ้น SET50

b	a	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
0.001	0.01	0.928571	0.013634
0.001	0.02	0.785714	0.016879
0.001	0.03	0.714286	0.017661
0.001	0.04	0.642857	0.016533
0.001	0.05	0.642857	0.019707
0.001	0.06	0.642857	0.019458
0.003	0.01	1	0.015322
0.003	0.02	1	0.024899
0.003	0.03	1	0.02775
0.003	0.04	0.8	0.024795
0.003	0.05	0.8	0.030087
0.003	0.06	0.8	0.023359
0.005	0.01	1	0.014827
0.005	0.02	1	0.031523
0.005	0.03	1	0.03445
0.005	0.04	0.666667	0.026708
0.005	0.05	0.666667	0.031184
0.005	0.06	0.666667	0.017541
0.01	0.01	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.02	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.03	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.04	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.05	ไม่มีการซื้อขาย	-
0.01	0.06	ไม่มีการซื้อขาย	-

จากตาราง 5.2 จะสังเกตได้ว่าค่า a ยิ่งมีค่ามากจะส่งผลทำให้อัตราความสำเร็จลดลงเรื่อยๆ และค่า b ยิ่งมีค่ามากจะทำให้อัตราความสำเร็จเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากว่ากำหนดค่า b มากเกินอาจจะทำให้ไม่มีการซื้อขายเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วยแมคดีฟัซซี

อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยวิธีการซื้อขายด้วย เส้นแมคดีฟัซซี แสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วยเส้นแมคดีฟัซซี

เครื่องมือทดสอบ	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
MACDF	0.619048	0.009455
MACDFR1	0.5	0.008869
MACDFR2	1	0.034334

จากตาราง 5.3 จะเห็นได้ว่าวิธีการซื้อขายด้วย MACDFR2 มีอัตราความสำเร็จสูงสุด คือ (1.000) รองลงมาคือวิธีการซื้อขายด้วย MACDF (0.619048) และอันดับสามคือวิธีการซื้อขายด้วย MACDFR1 (0.5)

5.4 เปรียบเทียบผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายต่างๆ

ตารางที่ 5.4 แสดงผลลัพธ์จากการทดสอบวิธีการซื้อขายด้วย MACDF MACDFR1 และ MACDFR2 เทียบกับวิธีการซื้อขาย MACD แบบดั้งเดิม MACDR1 และ MACDR2

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงผลลัพธ์จากการซื้อขายหุ้นในวิธีต่างๆ

เครื่องมือทดสอบ	อัตราความสำเร็จ	อัตรากำไรเฉลี่ย
MACD	0.608696	0.008996
MACDR1	0.571429	0.010460
MACDR2	1	0.034450
MACDF	0.619048	0.009455
MACDFR1	0.5	0.008869
MACDFR2	1	0.034334

จากตาราง 5.2 จะเห็นได้ว่าวิธีการซื้อขายที่มีอัตราความสำเร็จสูงสุด สามารถเรียงจากมากไปน้อยได้ดังต่อไปนี้

1. วิธีการซื้อขายด้วย MACDR2 และ MACDFR2 (1.000)
2. วิธีการซื้อขายด้วย MACDF (0.619048)
3. วิธีการซื้อขายด้วย MACD (0.608696)
4. วิธีการซื้อขายด้วย MACDR1 (0.571429)
5. วิธีการซื้อขายด้วย MACDFR1 (0.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกต จะเห็นว่า MACDR2 และ MACDFR2 ให้อัตราความสำเร็จที่ค่าสูงถึง 100% เนื่องจากวิธีการซื้อขายด้วย MACDR2 และ MACDFR2 ให้เงื่อนไขที่กำหนดจุดซื้อ คือ จะกำหนดโดยให้จุดตัดขึ้นเป็นจุดเวลาที่ 1 และจุดซื้อเป็นจุดเวลาที่ 3 ซึ่งต้องมีระยะห่างระหว่างเส้นแมคดีกับเส้นสัญญาณต่อราคา มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.005 ถ้าเส้น MACD ยังคงอยู่เหนือเส้นสัญญาณ แสดงว่าเงื่อนไขในกำหนดจุดซื้อนั้นเป็นจุดตัดขึ้นอย่างแท้จริง ส่วนการกำหนดจุดขาย โดยเป็นจุดที่อัตรากำไรมากกว่าหรือเท่ากับ 0.03 ดังนั้นการกำหนดจุดซื้อขายดังกล่าว จะเป็นการคัดกรองจุดซื้อขายที่ไม่แน่นอนทิ้งไป จึงทำให้อัตราความสำเร็จมีค่าสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลงานวิจัย

ในการสร้างแมคดีฟัซซีโดยใช้ความรู้ MACD ดั้งเดิมและตรรกศาสตร์ฟัซซีและทำการทดสอบหุ้นในกลุ่ม SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ.2557 พบว่าแมคดีฟัซซีสามารถให้อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรสูงกว่า MACD ดั้งเดิม และเมื่อทดสอบเปรียบเทียบกับ MACDR2 ให้อัตราความสำเร็จและอัตรากำไรเท่ากัน แม้ว่าหากทดสอบเปรียบเทียบกับ MACDR1 มีอัตราความสำเร็จและอัตรากำไรต่ำกว่า ดังนั้นแมคดีฟัซซีจึงเป็นตัวเลือกหนึ่งในการนำไปตัดสินใจลงทุนซื้อขายหุ้น

การเลือกใช้เครื่องมือวิเคราะห์ในการซื้อขายหุ้นนั้น ตัวชี้วัดคืออัตราความสำเร็จ เพราะนักลงทุนนั้นต้องการอัตราความสำเร็จที่สูง จึงเลือกใช้เครื่องมือวิเคราะห์ตามอัตราความสำเร็จและวางกลยุทธ์ในการลงทุนด้วยอัตรากำไร ถ้าเครื่องมือวิเคราะห์นั้นให้อัตราความสำเร็จต่ำควรใช้เครื่องมือวิเคราะห์อื่นมาช่วยในการตัดสินใจในการซื้อขาย

6.2 ข้อเสนอแนะ

ในปัญหาพิเศษนี้ใช้ข้อมูลราคาหุ้นกลุ่ม SET50 ซึ่งคือหุ้นเพียงหุ้นเดียว อาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่รัดกุมมาก แนวทางการซื้อขายหุ้นโดยใช้เส้นแมคดีฟัซซีนี้ควรต้องทดสอบข้อมูลที่หลากหลายมากกว่านี้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Gunter Meissner, Albin Alex, Kai Nolte, *"A Refined MACD Indicator – Evidence against the Random Walk Hypothesis?"*, 2001.

[2] นาม ดิน ธิ. "การพยากรณ์และการแลกเปลี่ยนหุ้นด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเทคนิคผสมผสานกับวิธีฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม." (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.2549)

[3] พิพรรธน์ สำเภากิจ และคณะ. "การวิเคราะห์การซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยโดยใช้เส้นสัญญาณดัดแปลงและการอนุมานค่าน้ำหนักการซื้อขายด้วยตรรกศาสตร์ฟัซซี." (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.2556)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
รหัสต้นฉบับสำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย

การทดสอบวิธีการซื้อขายในปัญหาพิเศษนี้ทำโดยใช้ชุดซอฟต์แวร์ภาษาไพธอน (Python) ที่มีชื่อว่า Pythonxy (อ่านว่าไพธอนเอ็กซ์วาย) ซึ่งเป็นชุดซอฟต์แวร์อันหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) และเป็นซอฟต์แวร์เปิดภายใต้ลิขสิทธิ์ GNU General Public License ซึ่งให้อิสระในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง Pythonxy สามารถดาวน์โหลดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายได้ที่

http://www.mirrorservice.org/sites/pythonxy.com/Python(x,y)-2.7.6.1.exe

ในภาคผนวก ก จะแสดงรหัสต้นฉบับ (source code) ทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบวิธีการซื้อขายในปัญหาพิเศษนี้ รหัสต้นฉบับเหล่านี้สามารถนำไปทดสอบซ้ำหรือแก้ไขดัดแปลงเพื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ ภาคผนวก ข จะกล่าวถึงวิธีการใช้และตัวอย่างการใช้งานบางประการ

รหัสต้นฉบับทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 13 ไฟล์ ตามจุดประสงค์ในการทำงานของรหัสแต่ละส่วนชื่อไฟล์และจุดประสงค์ในการทำงานของแต่ละไฟล์แสดงในตารางที่ ก.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 ตารางอธิบายจุดประสงค์ในการทำงานของไฟล์รหัสต้นฉบับ

ชื่อไฟล์	จุดประสงค์ในการทำงาน
basic.py	เป็นที่รวมฟังก์ชันสำหรับการวิเคราะห์เบื้องต้น เช่น การแบ่งคาบการซื้อขาย การหาจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดในคาบ การนิยามการซื้อขายและการคำนวณอัตรากำไรเป็นต้นสำหรับ MACD ดั้งเดิม
basiccf.py	เป็นที่รวมฟังก์ชันสำหรับการวิเคราะห์เบื้องต้น เช่น การแบ่งคาบการซื้อขาย การหาจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดในคาบ การนิยามการซื้อขายและการคำนวณอัตรากำไรเป็นต้น สำหรับแมคดีฟัซซี
data.py	สำหรับจัดการเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลราคาหุ้นที่จัดเก็บในไฟล์อักษร (text file) ให้เป็นข้อมูลในรูปอนุกรมเวลา (time series) ที่พร้อมใช้
ema.py	สำหรับการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล
macd.py	สำหรับการคำนวณ MACD และเส้นสัญญาณ
plot.py	สำหรับพล็อตกราฟ MACD ดั้งเดิม
plotf.py	สำหรับพล็อตกราฟแมคดีฟัซซี
test_originalmacd.py	สำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACD แบบดั้งเดิม
test_macdr1.py	สำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR1
test_macdr2.py	สำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย MACDR2
test_macdf.py	สำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย แมคดีฟัซซี
test_macdfr1.py	สำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย Fuzzy MACDR1
test_macdfr2.py	สำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย Fuzzy MACDR1
main.py	เป็นไฟล์หลักสำหรับเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆ ในไฟล์อื่นและแสดงผลลัพธ์ ผู้ใช้สามารถทำการทดสอบซ้ำหรือดัดแปลงเพื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมได้ที่ไฟล์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ basic.py

```
import numpy as np

def getTradingPeriods(macd, signalLine):
    downCrossingPoints = getDownCrossingPoints(macd, signalLine)
    periods = []
    for i in xrange(len(downCrossingPoints)-1):
        periods.append(macd[downCrossingPoints[i]:downCrossingPoints[i+1]].index)

    return periods

def isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, t):
    i = macd.index.get_loc(t)

    if i >= 1 and (macd.ix[i] > signalLine.ix[i]) and (macd.ix[i-1] < signalLine.ix[i-1]):
        return True
    elif i >= 2 and (macd.ix[i] > signalLine.ix[i]) and (macd.ix[i-1] == signalLine.ix[i-1])
and (macd.ix[i-2] < signalLine.ix[i-2]):
        return True
    else:
        False

def isADownCrossingPoint(macd, signalLine, t):
    i = macd.index.get_loc(t)

    if i >= 1 and (macd.ix[i] < signalLine.ix[i]) and (macd.ix[i-1] > signalLine.ix[i-1]):
        return True
    elif i >= 2 and (macd.ix[i] < signalLine.ix[i]) and (macd.ix[i-1] == signalLine.ix[i-1])
and (macd.ix[i-2] > signalLine.ix[i-2]):
        return True
    else:
        False

def getUpCrossingPoints(macd, signalLine):
    upCrossingPointList = []
    firstDownCrossingExists = False
    for t in macd.index:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if not firstDownCrossingExists and isADownCrossingPoint(macd, signalLine, t):
            firstDownCrossingExists = True

        if firstDownCrossingExists and isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, t):
            upCrossingPointList.append(t)

    return upCrossingPointList

def getDownCrossingPoints(macd, signalLine):
    downCrossingPointList = []
    for t in macd.index:
        if isADownCrossingPoint(macd, signalLine, t):
            downCrossingPointList.append(t)

    return downCrossingPointList

class Trade(object):
    def __init__(self, buyPoint, sellPoint, capital, weight=1):
        self.buyPoint = buyPoint
        self.sellPoint = sellPoint
        self.capital = capital
        self.weight = weight

    def getProfit(self, pricesData):
        return ((pricesData[self.sellPoint] -
pricesData[self.buyPoint])/float(pricesData[self.buyPoint]))*self.capital*self.weight

    def getInfo(self, pricesData):
        return "buy date: " + self.buyPoint.strftime('%d-%m-%Y') + ", sell date: " +
self.sellPoint.strftime('%d-%m-%Y') + ", buy price: " + str(pricesData[self.buyPoint]) + ",
sell price: " + str(pricesData[self.sellPoint])

class TotalTrade(object):
    def __init__(self, tradeList):
        self.initialCapital = tradeList[0].capital
        for trade in tradeList:
            if trade.capital != self.initialCapital:
                raise Exception('All trade in tradeList must have the same capital.')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        self.tradeList = tradeList

    def getProfitRate(self, pricesData):
        if len(self.tradeList) == 1:
            profitRate = self.tradeList[0].getProfit(pricesData)/float(self.initialCapital)
        else:
            profits = np.array([trade.getProfit(pricesData) for trade in self.tradeList])
            profitRate = np.sum(profits)/float(self.initialCapital - np.sum(profits[profits
< 0]))
        return profitRate

    def printTotalInfo(self, pricesData):
        for trade in self.tradeList:
            print trade.getInfo(pricesData)

def getUpCrossingPointInAPeriod(macd, signalLine, period):
    upCrossingPoint = None
    for t in period:
        if isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, t):
            upCrossingPoint = t
            break

    return upCrossingPoint

def getMaximumPointsInAPeriod(macd, signalLine, period):
    upCrossingPoint = None
    for t in period:
        if isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, t):
            upCrossingPoint = t
            break

    maximumPoint = macd[upCrossingPoint:period[-1]].idxmax()

    return maximumPoint

def getMinimumPointsInAPeriod(macd, signalLine, period):
    upCrossingPoint = None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for t in period:
        if isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, t):
            upCrossingPoint = t
            break

    minimumPoint = macd[period[0]:upCrossingPoint].idxmin()

    return minimumPoint
```

ตารางที่ ก.3 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ basicf.py

```
import numpy as np

def getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData):
    downCrossingPoints = getDownCrossingPoints(MACDFData, SIGNALFData)
    periods = []
    for i in xrange(len(downCrossingPoints)-1):

periods.append(MACDFData[downCrossingPoints[i]:downCrossingPoints[i+1]].index)

    return periods


def isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
    i = MACDFData.index.get_loc(t)

    if i >= 1 and (MACDFData.ix[i] > SIGNALFData.ix[i]) and (MACDFData.ix[i-1] <
SIGNALFData.ix[i-1]):
        return True
    elif i >= 2 and (MACDFData.ix[i] > SIGNALFData.ix[i]) and (MACDFData.ix[i-1] ==
SIGNALFData.ix[i-1]) and (MACDFData.ix[i-2] < SIGNALFData.ix[i-2]):
        return True
    else:
        False

def isADownCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
    i = MACDFData.index.get_loc(t)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if i >= 1 and (MACDFData.ix[i] < SIGNALFData.ix[i]) and (MACDFData.ix[i-1] >
SIGNALFData.ix[i-1]):
        return True
    elif i >= 2 and (MACDFData.ix[i] < SIGNALFData.ix[i]) and (MACDFData.ix[i-1] ==
SIGNALFData.ix[i-1]) and (MACDFData.ix[i-2] > SIGNALFData.ix[i-2]):
        return True
    else:
        False

def getUpCrossingPoints(MACDFData, SIGNALFData):
    upCrossingPointList = []
    firstDownCrossingExists = False
    for t in MACDFData.index:
        if not firstDownCrossingExists and isADownCrossingPoint(MACDFData,
SIGNALFData, t):
            firstDownCrossingExists = True

        if firstDownCrossingExists and isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            upCrossingPointList.append(t)

    return upCrossingPointList

def getDownCrossingPoints(MACDFData, SIGNALFData):
    downCrossingPointList = []
    for t in MACDFData.index:
        if isADownCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            downCrossingPointList.append(t)

    return downCrossingPointList

class Trade(object):
    def __init__(self, buyPoint, sellPoint, capital, weight=1):
        self.buyPoint = buyPoint
        self.sellPoint = sellPoint
        self.capital = capital
        self.weight = weight
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getProfit(self, pricesData):
        return ((pricesData[self.sellPoint] -
pricesData[self.buyPoint])/float(pricesData[self.buyPoint]))*self.capital*self.weight

    def getInfo(self, pricesData):
        return "buy date: " + self.buyPoint.strftime('%d-%m-%Y') + ", sell date: " +
self.sellPoint.strftime('%d-%m-%Y') + ", buy price: " + str(pricesData[self.buyPoint]) + ",
sell price: " + str(pricesData[self.sellPoint])

class TotalTrade(object):
    def __init__(self, tradeList):
        self.initialCapital = tradeList[0].capital
        for trade in tradeList:
            if trade.capital != self.initialCapital:
                raise Exception('All trade in tradeList must have the same capital.')

        self.tradeList = tradeList

    def getProfitRate(self, pricesData):
        if len(self.tradeList) == 1:
            profitRate = self.tradeList[0].getProfit(pricesData)/float(self.initialCapital)
        else:
            profits = np.array([trade.getProfit(pricesData) for trade in self.tradeList])
            profitRate = np.sum(profits)/float(self.initialCapital - np.sum(profits[profits <
0]))

        return profitRate

    def printTotalInfo(self, pricesData):
        for trade in self.tradeList:
            print trade.getInfo(pricesData)

def getUpCrossingPointInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period):
    upCrossingPoint = None
    for t in period:
        if isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            upCrossingPoint = t
            break
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    return upCrossingPoint

def getMaximumPointsInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period):
    upCrossingPoint = None
    for t in period:
        if isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            upCrossingPoint = t
            break

    maximumPoint = MACDFData[upCrossingPoint:period[-1]].idxmax()

    return maximumPoint

def getMinimumPointsInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period):
    upCrossingPoint = None
    for t in period:
        if isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            upCrossingPoint = t
            break

    minimumPoint = MACDFData[period[0]:upCrossingPoint].idxmin()

    return minimumPoint
```

ตารางที่ ก.4 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ data.py

```
import pandas as pd

class DataDefinition (str):
    def __new__(cls, name, colNumber, dtype):
        return str.__new__(cls, name)

    def __init__(self, name, colNumber, dtype):
        super(DataDefinition, self).__init__(name)
        self.colNumber = colNumber
        self.dtype = dtype
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DATE    = DataDefinition('date', 0, 'S8')
OPEN    = DataDefinition('open', 1, 'f8')
HIGH    = DataDefinition('high', 2, 'f8')
LOW     = DataDefinition('low', 3, 'f8')
CLOSE   = DataDefinition('close', 4, 'f8')
MACDF   = DataDefinition('macdfuzzy', 5, 'f8')
SIGNALF = DataDefinition('signalfuzzy', 6, 'f8')


def _getRawData(uri='./resources/stockdata/SET50P.csv'):
    data = pd.read_csv(uri, dtype={DATE   : DATE.dtype,
                                   OPEN   : OPEN.dtype,
                                   HIGH   : HIGH.dtype,
                                   LOW    : LOW.dtype,
                                   CLOSE  : CLOSE.dtype,
                                   MACDF  : MACDF.dtype,
                                   SIGNALF: SIGNALF.dtype }
                        , parse_dates=[0], index_col=0, na_values='-')

    return data.sort_index(ascending=True).dropna()

def getPricesData(symbol='SET50', type='close'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'

    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getOpenData(symbol='SET50', type='open'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'

    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data

def getHighData(symbol='SET50', type='high'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'

    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data

def getLowData(symbol='SET50', type='low'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if 
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data

def getCloseData(symbol='SET50', type='close'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in 
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'

    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if 
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data


def getMACDFData(symbol='SET50', type='macdfuzzy'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in 
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'

    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data

def getSIGNALFData(symbol='SET50', type='signalfuzzy'):
    if type not in [LOW,HIGH,OPEN,CLOSE,MACDF,SIGNALF]:
        raise Exception('param-value error: type= "' + type +'". Hint, type=x for x in
{"open", "high", "low", "close", "macdfuzzy", "signalfuzzy"}')
    uri = './resources/stockdata/' + symbol + '.csv'

    rawData = None
    try:
        rawData = _getRawData(uri)
    except:
        raise Exception('error occur while parsing raw data. Hint, please check if
symbol="' + symbol + '" exists and matches the name of csv file.')

    data = rawData[type]
    return data
```

ตารางที่ ก.5 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ ema.py

```
import pandas as pd
import pandas.stats.moments as mt

def getEMA(pricesData, n=12):
    ema = pd.Series(mt.ewma(pricesData, span=n), index=pricesData.index)
    return ema
```

ตารางที่ ก.6 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ macd.py

```
import pandas as pd
import pandas.stats.moments as mt
from ema import getEMA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getMACDAndSignalLine(pricesData, n1, n2, n3):
    ema_n1 = getEMA(pricesData, n1)
    ema_n2 = getEMA(pricesData, n2)
    macd = ema_n1 - ema_n2
    signalLine = pd.Series(mt.ewma(macd, span=n3), index=pricesData.index)
    return macd, signalLine
```

ตารางที่ ก.7 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ plot.py

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from matplotlib import ticker, font_manager

class IndexManager(object):
    def __init__(self, indexSeries):
        self.index = indexSeries
        self.evenlyIndex = pd.Series(np.arange(len(indexSeries)), index=indexSeries)

    def evenlyIndexToDateTimeIndex(self, x):
        try:
            return self.index[x]
        except:
            return None

    def datetimeIndexToEvenlyIndex(self, d):
        try:
            return self.evenlyIndex[d]
        except:
            return None

    def dateMappingFormatter(self, x, pos=None):
        d = self.evenlyIndexToDateTimeIndex(int(x + 0.5))
        if d is not None:
            return d.strftime('%b\n%Y')
        else:
            return ''
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def macdPlot(pricesData, macd, signalLine, show=True):
    idm = IndexManager(pricesData.index)
    plt.rc('axes', grid=True)
    plt.rc('grid', color='0.75', linestyle='-', linewidth=0.5)

    left, width = 0.1, 0.8
    rect1 = [left, 0.6, width, 0.3]
    rect2 = [left, 0.1, width, 0.5]

    fig = plt.figure(facecolor='white')
    axescolor  = '#f9f9f9'
    ax1 = fig.add_axes(rect1, axisbg=axescolor)
    ax2 = fig.add_axes(rect2, axisbg=axescolor, sharex=ax1)

    def getIndexOfFirstDayEachMonth(datearr):
        dateSeries = pd.Series(datearr.month)
        isFirstDay = np.ones_like(dateSeries, dtype=np.bool)
        isFirstDay[1:] = (dateSeries[1:] != dateSeries[:-1])
        return dateSeries.index[isFirstDay]

ax1.xaxis.set_major_locator(ticker.FixedLocator(getIndexOfFirstDayEachMonth(pricesDa
ta.index)))
    ax1.xaxis.set_major_formatter(ticker.FuncFormatter(idm.dateMappingFormatter))
    ax1.set_xlim(idm.evenlyIndex[0] - 2, idm.evenlyIndex[-1] + 2)

    ax1.plot(idm.evenlyIndex, pricesData, color='black', lw=2, label='closing price')
    ax2.plot(idm.evenlyIndex, macd, color='red', lw=1.5, label='MACD Line')
    ax2.plot(idm.evenlyIndex, signalLine, color='blue', lw=1, label='Signal Line')

    for label in ax1.get_xticklabels():
        label.set_visible(False)

    ax1.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))
    ax2.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))

    props = font_manager.FontProperties(size=10)
    leg1 = ax1.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    leg1.get_frame().set_alpha(0.5)
    leg2 = ax2.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg2.get_frame().set_alpha(0.5)
    plt.suptitle('MACD')
    if show: plt.show()
    return fig

def macdr1Plot(pricesData, macd, signalLine, show=True):
    idm = IndexManager(pricesData.index)
    plt.rc('axes', grid=True)
    plt.rc('grid', color='0.75', linestyle='-', linewidth=0.5)

    left, width = 0.1, 0.8
    rect1 = [left, 0.6, width, 0.3]
    rect2 = [left, 0.1, width, 0.5]

    fig = plt.figure(facecolor='white')
    axescolor  = '#f9f9f9'
    ax1 = fig.add_axes(rect1, axisbg=axescolor)
    ax2 = fig.add_axes(rect2, axisbg=axescolor, sharex=ax1)

    def getIndexOfFirstDayEachMonth(datearr):
        dateSeries = pd.Series(datearr.month)
        isFirstDay = np.ones_like(dateSeries, dtype=np.bool)
        isFirstDay[1:] = (dateSeries[1:] != dateSeries[:-1])
        return dateSeries.index[isFirstDay]

ax1.xaxis.set_major_locator(ticker.FixedLocator(getIndexOfFirstDayEachMonth(pricesDa
ta.index)))
    ax1.xaxis.set_major_formatter(ticker.FuncFormatter(idm.dateMappingFormatter))
    ax1.set_xlim(idm.evenlyIndex[0] - 2, idm.evenlyIndex[-1] + 2)

    ax1.plot(idm.evenlyIndex, pricesData, color='black', lw=2, label='closing price')
    ax2.plot(idm.evenlyIndex, macd, color='red', lw=1.5, label='MACD Line')
    ax2.plot(idm.evenlyIndex, signalLine, color='blue', lw=1, label='Signal Line')

    for label in ax1.get_xticklabels():
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        label.set_visible(False)

    ax1.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))
    ax2.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))

    props = font_manager.FontProperties(size=10)
    leg1 = ax1.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg1.get_frame().set_alpha(0.5)
    leg2 = ax2.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg2.get_frame().set_alpha(0.5)
    plt.suptitle('MACDR1')
    if show: plt.show()
    return fig

def macdr2Plot(pricesData, macd, signalLine, show=True):
    idm = IndexManager(pricesData.index)
    plt.rc('axes', grid=True)
    plt.rc('grid', color='0.75', linestyle='-', linewidth=0.5)

    left, width = 0.1, 0.8
    rect1 = [left, 0.6, width, 0.3]
    rect2 = [left, 0.1, width, 0.5]

    fig = plt.figure(facecolor='white')
    axescolor  = '#f9f9f9'
    ax1 = fig.add_axes(rect1, axisbg=axescolor)
    ax2 = fig.add_axes(rect2, axisbg=axescolor, sharex=ax1)

    def getIndexOfFirstDayEachMonth(datearr):
        dateSeries = pd.Series(datearr.month)
        isFirstDay = np.ones_like(dateSeries, dtype=np.bool)
        isFirstDay[1:] = (dateSeries[1:] != dateSeries[:-1])
        return dateSeries.index[isFirstDay]

ax1.xaxis.set_major_locator(ticker.FixedLocator(getIndexOfFirstDayEachMonth(pricesDa
ta.index)))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ax1.xaxis.set_major_formatter(ticker.FuncFormatter(idm.dateMappingFormatter))
    ax1.set_xlim(idm.evenlyIndex[0] - 2, idm.evenlyIndex[-1] + 2)

    ax1.plot(idm.evenlyIndex, pricesData, color='black', lw=2, label='closing price')
    ax2.plot(idm.evenlyIndex, macd, color='red', lw=1.5, label='MACD Line')
    ax2.plot(idm.evenlyIndex, signalLine, color='blue', lw=1, label='Signal Line')

    for label in ax1.get_xticklabels():
        label.set_visible(False)

    ax1.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))
    ax2.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))

    props = font_manager.FontProperties(size=10)
    leg1 = ax1.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg1.get_frame().set_alpha(0.5)
    leg2 = ax2.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg2.get_frame().set_alpha(0.5)
    plt.suptitle('MACDR2')
    if show: plt.show()
    return fig

def addMarkers(fig, macd, tList, markerSize=40, color='#00CC00', show=True):
    idm = IndexManager(macd.index)
    ax2 = fig.get_axes()[1]
    ax2.scatter(idm.evenlyIndex[tList], macd[tList], color=color, s=markerSize)
    if show: plt.show()
    return fig
```

ตารางที่ ก.8 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ plotf.py

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from matplotlib import ticker, font_manager
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
class IndexManager(object):
    def __init__(self, indexSeries):
        self.index = indexSeries
        self.evenlyIndex = pd.Series(np.arange(len(indexSeries)), index=indexSeries)

    def evenlyIndexToDateTimeIndex(self, x):
        try:
            return self.index[x]
        except:
            return None

    def datetimeIndexToEvenlyIndex(self, d):
        try:
            return self.evenlyIndex[d]
        except:
            return None

    def dateMappingFormatter(self, x, pos=None):
        d = self.evenlyIndexToDateTimeIndex(int(x + 0.5))
        if d is not None:
            return d.strftime('%b\n%Y')
        else:
            return ''

def macdfPlot(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, show=True):
    idm = IndexManager(pricesData.index)
    idn = IndexManager(MACDFData.index)
    idp = IndexManager(SIGNALFData.index)

    plt.rc('axes', grid=True)
    plt.rc('grid', color='0.75', linestyle='-', linewidth=0.5)

    left, width = 0.1, 0.8
    rect1 = [left, 0.6, width, 0.3]
    rect2 = [left, 0.1, width, 0.5]

    fig = plt.figure(facecolor='white')
    axescolor  = '#f9f9f9'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ax1 = fig.add_axes(rect1, axisbg=axescolor)
    ax2 = fig.add_axes(rect2, axisbg=axescolor, sharex=ax1)

    def getIndexOfFirstDayEachMonth(datearr):
        dateSeries = pd.Series(datearr.month)
        isFirstDay = np.ones_like(dateSeries, dtype=np.bool)
        isFirstDay[1:] = (dateSeries[1:] != dateSeries[:-1])
        return dateSeries.index[isFirstDay]

ax1.xaxis.set_major_locator(ticker.FixedLocator(getIndexOfFirstDayEachMonth(pricesDa
ta.index)))
    ax1.xaxis.set_major_formatter(ticker.FuncFormatter(idm.dateMappingFormatter))
    ax1.set_xlim(idm.evenlyIndex[0] - 2, idm.evenlyIndex[-1] + 2)

    ax1.plot(idm.evenlyIndex, pricesData, color='black', lw=1, label='CLOSE PRICE ')
    ax2.plot(idn.evenlyIndex, MACDFData, color='red', lw=1.5, label='FUZZY MACD
LINE ')
    ax2.plot(idp.evenlyIndex, SIGNALFData, color='blue', lw=1.5, label='FUZZY SIGNAL
LINE ')

    for label in ax1.get_xticklabels():
        label.set_visible(False)

    ax1.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))
    ax2.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))

    props = font_manager.FontProperties(size=10)
    leg1 = ax1.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg1.get_frame().set_alpha(0.5)
    leg2 = ax2.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg2.get_frame().set_alpha(0.5)
    plt.suptitle('Fuzzy MACD')
    if show: plt.show()
    return fig

def macdfr1Plot(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, show=True):
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    idm = IndexManager(pricesData.index)
    idn = IndexManager(MACDFData.index)
    idp = IndexManager(SIGNALFData.index)

    plt.rc('axes', grid=True)
    plt.rc('grid', color='0.75', linestyle='-', linewidth=0.5)

    left, width = 0.1, 0.8
    rect1 = [left, 0.6, width, 0.3]
    rect2 = [left, 0.1, width, 0.5]

    fig = plt.figure(facecolor='white')
    axescolor  = '#f9f9f9'
    ax1 = fig.add_axes(rect1, axisbg=axescolor)
    ax2 = fig.add_axes(rect2, axisbg=axescolor, sharex=ax1)

    def getIndexOfFirstDayEachMonth(datearr):
        dateSeries = pd.Series(datearr.month)
        isFirstDay = np.ones_like(dateSeries, dtype=np.bool)
        isFirstDay[1:] = (dateSeries[1:] != dateSeries[:-1])
        return dateSeries.index[isFirstDay]

ax1.xaxis.set_major_locator(ticker.FixedLocator(getIndexOfFirstDayEachMonth(pricesDa
ta.index)))
    ax1.xaxis.set_major_formatter(ticker.FuncFormatter(idm.dateMappingFormatter))
    ax1.set_xlim(idm.evenlyIndex[0] - 2, idm.evenlyIndex[-1] + 2)

    ax1.plot(idm.evenlyIndex, pricesData, color='black', lw=1, label='CLOSE PRICE ')
    ax2.plot(idn.evenlyIndex, MACDFData, color='red', lw=1.5, label='FUZZY MACD
LINE ')
    ax2.plot(idp.evenlyIndex, SIGNALFData, color='blue', lw=1.5, label='FUZZY SIGNAL
LINE ')



    for label in ax1.get_xticklabels():
        label.set_visible(False)

    ax1.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ax2.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))

    props = font_manager.FontProperties(size=10)
    leg1 = ax1.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg1.get_frame().set_alpha(0.5)
    leg2 = ax2.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg2.get_frame().set_alpha(0.5)
    plt.suptitle('Fuzzy MACDR1')
    if show: plt.show()
    return fig

def macdfr2Plot(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, show=True):
    idm = IndexManager(pricesData.index)
    idn = IndexManager(MACDFData.index)
    idp = IndexManager(SIGNALFData.index)

    plt.rc('axes', grid=True)
    plt.rc('grid', color='0.75', linestyle='-', linewidth=0.5)

    left, width = 0.1, 0.8
    rect1 = [left, 0.6, width, 0.3]
    rect2 = [left, 0.1, width, 0.5]

    fig = plt.figure(facecolor='white')
    axescolor  = '#f9f9f9'
    ax1 = fig.add_axes(rect1, axisbg=axescolor)
    ax2 = fig.add_axes(rect2, axisbg=axescolor, sharex=ax1)

    def getIndexOfFirstDayEachMonth(datearr):
        dateSeries = pd.Series(datearr.month)
        isFirstDay = np.ones_like(dateSeries, dtype=np.bool)
        isFirstDay[1:] = (dateSeries[1:] != dateSeries[:-1])
        return dateSeries.index[isFirstDay]

ax1.xaxis.set_major_locator(ticker.FixedLocator(getIndexOfFirstDayEachMonth(pricesDa
ta.index)))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ax1.xaxis.set_major_formatter(ticker.FuncFormatter(idm.dateMappingFormatter))
    ax1.set_xlim(idm.evenlyIndex[0] - 2, idm.evenlyIndex[-1] + 2)

    ax1.plot(idm.evenlyIndex, pricesData, color='black', lw=1, label='CLOSE PRICE ')
    ax2.plot(idn.evenlyIndex, MACDFData, color='red', lw=1.5, label='FUZZY MACD
LINE ')
    ax2.plot(idp.evenlyIndex, SIGNALFData, color='blue', lw=1.5, label='FUZZY SIGNAL
LINE ')

    for label in ax1.get_xticklabels():
        label.set_visible(False)

    ax1.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))
    ax2.yaxis.set_major_locator(ticker.MaxNLocator(5, prune='both'))

    props = font_manager.FontProperties(size=10)
    leg1 = ax1.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg1.get_frame().set_alpha(0.5)
    leg2 = ax2.legend(loc='best', shadow=True, fancybox=True, prop=props,
scatterpoints=1, markerscale=1)
    leg2.get_frame().set_alpha(0.5)
    plt.suptitle('Fuzzy MACDR2')
    if show: plt.show()
    return fig

def addMarkers(fig, MACDFData, tList, markerSize=40, color='#00CC00', show=True):
    idn = IndexManager(MACDFData.index)
    ax2 = fig.get_axes()[1]
    ax2.scatter(idn.evenlyIndex[tList], MACDFData[tList], color=color, s=markerSize)
    if show: plt.show()
    return fig
```

ตารางที่ ก.9 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_originalmacd.py

```
from macdtester.basic import isAnUpCrossingPoint, isADownCrossingPoint, Trade,\
    TotalTrade, getTradingPeriods
from macdtester.macd import getMACDAndSignalLine
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import numpy as np
from macdtester.data import getPricesData
import os
import pandas as pd

def isABuyPoint(macd, signalLine, t):
    if isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, t):
        return True
    else:
        return False

def isASellPoint(macd, signalLine, t):
    if isADownCrossingPoint(macd, signalLine, t):
        return True
    else:
        return False

def getTotalTradesInAPeriod(macd, signalLine, period):
    tradeList = []
    buyPoint = None
    sellPoint = None
    capital = 1
    for t in period:
        if buyPoint is None and isABuyPoint(macd, signalLine, t):
            buyPoint = t

        if buyPoint is not None and isASellPoint(macd, signalLine, t):
            sellPoint = t

        if sellPoint is not None:
            tradeList.append(Trade(buyPoint, sellPoint, capital))
            buyPoint = None
            sellPoint = None

    if len(tradeList) > 0:
        return TotalTrade(tradeList)
    else:
        return None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def originalMACDTest(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    profitRateList = []
    successList = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            profitRate = totalTrade.getProfitRate(pricesData)
            profitRateList.append(profitRate)
            if profitRate > 0:
                successList.append(1)
            else:
                successList.append(0)

            totalTrade.printTotalInfo(pricesData)

    if len(profitRateList) > 0:
        return np.mean(successList), np.mean(profitRateList)
    else:
        return None, None

def getAllBuyPoints(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    allBuyPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allBuyPoints.append(trade.buyPoint)

    return allBuyPoints

def getAllSellPoints(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    allSellPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(macd, signalLine, period)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if totalTrade is not None:
        for trade in totalTrade.tradeList:
            allSellPoints.append(trade.sellPoint)

    return allSellPoints
```

ตารางที่ ก.10 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdr1.py

```
from macdtester.basic import isAnUpCrossingPoint, isADownCrossingPoint, Trade,\
    TotalTrade, getTradingPeriods
from macdtester.macd import getMACDAndSignalLine
import numpy as np
import os
import pandas as pd
from macdtester.data import getPricesData

def isABuyPoint(macd, signalLine, t):
    i = macd.index.get_loc(t)
    if (i >=2 and
        macd.ix[i] > signalLine.ix[i] and
        macd.ix[i-1] > signalLine.ix[i-1] and
        isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, macd.index[i-2])):
        return True
    else:
        return False

def isASellPoint(pricesData, macd, signalLine, buyPoint, t):
    profitRate = (pricesData[t] - pricesData[buyPoint])/float(pricesData[buyPoint])
    if profitRate >= 0.03 or isADownCrossingPoint(macd, signalLine, t):
        return True
    else:
        return False

def getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period):
    tradeList = []
    buyPoint = None
    sellPoint = None
    capital = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for t in period:
        if buyPoint is None and isABuyPoint(macd, signalLine, t):
            buyPoint = t

        if buyPoint is not None and isASellPoint(pricesData, macd, signalLine, buyPoint,
t):         sellPoint = t

        if sellPoint is not None:
            tradeList.append(Trade(buyPoint, sellPoint, capital))
            buyPoint = None
            sellPoint = None

    if len(tradeList) > 0:
        return TotalTrade(tradeList)
    else:
        return None

def MACDR1Test(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    profitRateList = []
    successList = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            profitRate = totalTrade.getProfitRate(pricesData)
            profitRateList.append(profitRate)
            if profitRate > 0:
                successList.append(1)
            else:
                successList.append(0)

            totalTrade.printTotalInfo(pricesData)

    if len(profitRateList) > 0:
        return np.mean(successList), np.mean(profitRateList)
    else:
        return None, None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getAllBuyPoints(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    allBuyPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allBuyPoints.append(trade.buyPoint)

    return allBuyPoints

def getAllSellPoints(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    allSellPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allSellPoints.append(trade.sellPoint)

    return allSellPoints
```

ตารางที่ ก.11 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdr2.py

```
from macdtester.basic import isAnUpCrossingPoint, isADownCrossingPoint, Trade,\
    TotalTrade, getTradingPeriods
import numpy as np
import os
import pandas as pd
from macdtester.data import getPricesData
from macdtester.macd import getMACDAndSignalLine

def isABuyPoint(pricesData, macd, signalLine, t):
    i = macd.index.get_loc(t)
    if (i >=2 and
        macd.ix[i] > signalLine.ix[i] and
        macd.ix[i-1] > signalLine.ix[i-1] and
        isAnUpCrossingPoint(macd, signalLine, macd.index[i-2]) and
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        (macd.ix[i] - signalLine.ix[i])/float(pricesData.ix[i]) >= 0.005):
        return True
    else:
        return False

def isASellPoint(pricesData, macd, signalLine, buyPoint, t):
    profitRate = (pricesData[t] - pricesData[buyPoint])/float(pricesData[buyPoint])
    if profitRate >= 0.03 or isADownCrossingPoint(macd, signalLine, t):
        return True
    else:
        return False

def getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period):
    tradeList = []
    buyPoint = None
    sellPoint = None
    capital = 1
    for t in period:
        if buyPoint is None and isABuyPoint(pricesData, macd, signalLine, t):
            buyPoint = t

        if buyPoint is not None and isASellPoint(pricesData, macd, signalLine, buyPoint,
t):
            sellPoint = t

        if sellPoint is not None:
            tradeList.append(Trade(buyPoint, sellPoint, capital))
            buyPoint = None
            sellPoint = None

    if len(tradeList) > 0:
        return TotalTrade(tradeList)
    else:
        return None

def MACDR2Test(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    profitRateList = []
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    successList = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            profitRate = totalTrade.getProfitRate(pricesData)
            profitRateList.append(profitRate)
            if profitRate > 0:
                successList.append(1)
            else:
                successList.append(0)

            totalTrade.printTotalInfo(pricesData)

    if len(profitRateList) > 0:
        return np.mean(successList), np.mean(profitRateList)
    else:
        return None, None

def getAllBuyPoints(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    allBuyPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allBuyPoints.append(trade.buyPoint)

    return allBuyPoints

def getAllSellPoints(pricesData, macd, signalLine):
    periods = getTradingPeriods(macd, signalLine)
    allSellPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, macd, signalLine, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allSellPoints.append(trade.sellPoint)
    return allSellPoints
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.12 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdf

```
from macdtester.basicf import isAnUpCrossingPoint, isADownCrossingPoint, Trade,\
    TotalTrade, getTradingPeriods
import numpy as np
import os
import pandas as pd
from macdtester.data import getPricesData, getMACDFData, getSIGNALFData
#from macdtester.signalf import getMACDFuzzydata

def isABuyPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
    if isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
        return True
    else:
        return False

def isASellPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
    if isADownCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
        return True
    else:
        return False

def getTotalTradesInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period):
    tradeList = []
    buyPoint = None
    sellPoint = None
    capital = 1
    for t in period:
        if buyPoint is None and isABuyPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            buyPoint = t

        if buyPoint is not None and isASellPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            sellPoint = t

        if sellPoint is not None:
            tradeList.append(Trade(buyPoint, sellPoint, capital))
            buyPoint = None
            sellPoint = None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if len(tradeList) > 0:
        return TotalTrade(tradeList)
    else:
        return None

def FuzzyMACDTest(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    profitRateList = []
    successList = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period)
        if totalTrade is not None:
            profitRate = totalTrade.getProfitRate(pricesData)
            profitRateList.append(profitRate)
            if profitRate > 0:
                successList.append(1)
            else:
                successList.append(0)

            totalTrade.printTotalInfo(pricesData)

    if len(profitRateList) > 0:
        return np.mean(successList), np.mean(profitRateList)
    else:
        return None, None

def getAllBuyPoints(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    allBuyPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allBuyPoints.append(trade.buyPoint)

    return allBuyPoints
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getAllSellPoints(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    allSellPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(MACDFData, SIGNALFData, period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allSellPoints.append(trade.sellPoint)

    return allSellPoints
```

ตารางที่ ก.13 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdfr1

```
from macdtester.basicf import isAnUpCrossingPoint, isADownCrossingPoint, Trade,\
    TotalTrade, getTradingPeriods
import numpy as np
import os
import pandas as pd
from macdtester.data import getPricesData, getMACDFData, getSIGNALFData
from macdtester.signalf import getMACDFuzzydata

def isABuyPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
    i = MACDFData.index.get_loc(t)
    if (i >=2 and
        MACDFData.ix[i] > SIGNALFData.ix[i] and
        MACDFData.ix[i-1] > SIGNALFData.ix[i-1] and
        isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, MACDFData.index[i-2])):
        return True
    else:
        return False

def isASellPoint(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, buyPoint, t):
    profitRate = (pricesData[t] - pricesData[buyPoint])/float(pricesData[buyPoint])
    if profitRate >= 0.03 or isADownCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
        return True
    else:
        return False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, period):
    tradeList = []
    buyPoint = None
    sellPoint = None
    capital = 1
    for t in period:
        if buyPoint is None and isABuyPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
            buyPoint = t

        if buyPoint is not None and isASellPoint(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
buyPoint, t):           sellPoint = t

        if sellPoint is not None:
            tradeList.append(Trade(buyPoint, sellPoint, capital))
            buyPoint = None
            sellPoint = None

    if len(tradeList) > 0:
        return TotalTrade(tradeList)
    else:
        return None

def MACDFR1Test(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    profitRateList = []
    successList = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
period)
        if totalTrade is not None:
            profitRate = totalTrade.getProfitRate(pricesData)
            profitRateList.append(profitRate)
            if profitRate > 0:
                successList.append(1)
            else:
                successList.append(0)

            totalTrade.printTotalInfo(pricesData)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if len(profitRateList) > 0:
        return np.mean(successList), np.mean(profitRateList)
    else:
        return None, None

def getAllBuyPoints(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    allBuyPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allBuyPoints.append(trade.buyPoint)

    return allBuyPoints

def getAllSellPoints(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    allSellPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allSellPoints.append(trade.sellPoint)

    return allSellPoints
```

ตารางที่ ก.14 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ test_macdfr2

```
from macdtester.basicf import isAnUpCrossingPoint, isADownCrossingPoint, Trade,\
    TotalTrade, getTradingPeriods
import numpy as np
import os
import pandas as pd
from macdtester.data import getPricesData, getMACDFData, getSIGNALFData
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
from macdtester.signalf import getMACDFuzzydata

def isABuyPoint(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, t):
    i = MACDFData.index.get_loc(t)
    if (i >=2 and
        MACDFData.ix[i] > SIGNALFData.ix[i] and
        MACDFData.ix[i-1] > SIGNALFData.ix[i-1] and
        isAnUpCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, MACDFData.index[i-2]) and
        (MACDFData.ix[i] - SIGNALFData.ix[i])/float(pricesData.ix[i]) >= 0.005):
        return True
    else:
        return False

def isASellPoint(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, buyPoint, t):
    profitRate = (pricesData[t] - pricesData[buyPoint])/float(pricesData[buyPoint])
    if profitRate >= 0.03 or isADownCrossingPoint(MACDFData, SIGNALFData, t):
        return True
    else:
        return False

def getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, period):
    tradeList = []
    buyPoint = None
    sellPoint = None
    capital = 1
    for t in period:
        if buyPoint is None and isABuyPoint(pricesData, MACDFData, SIGNALFData, t):
            buyPoint = t

        if buyPoint is not None and isASellPoint(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
buyPoint, t):
            sellPoint = t

        if sellPoint is not None:
            tradeList.append(Trade(buyPoint, sellPoint, capital))
            buyPoint = None
            sellPoint = None
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if len(tradeList) > 0:
        return TotalTrade(tradeList)
    else:
        return None

def MACDFR2Test(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    profitRateList = []
    successList = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
period)
        if totalTrade is not None:
            profitRate = totalTrade.getProfitRate(pricesData)
            profitRateList.append(profitRate)
            if profitRate > 0:
                successList.append(1)
            else:
                successList.append(0)

            totalTrade.printTotalInfo(pricesData)

    if len(profitRateList) > 0:
        return np.mean(successList), np.mean(profitRateList)
    else:
        return None, None

def getAllBuyPoints(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    allBuyPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allBuyPoints.append(trade.buyPoint)

    return allBuyPoints
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def getAllSellPoints(pricesData, MACDFData, SIGNALFData):
    periods = getTradingPeriods(MACDFData, SIGNALFData)
    allSellPoints = []
    for period in periods:
        totalTrade = getTotalTradesInAPeriod(pricesData, MACDFData, SIGNALFData,
period)
        if totalTrade is not None:
            for trade in totalTrade.tradeList:
                allSellPoints.append(trade.sellPoint)
    return allSellPoints
```

ตารางที่ ก.15 ตารางแสดงรหัสต้นฉบับในไฟล์ main.py

```
from macdtester.data import getPricesData, getMACDFData, getSIGNALFData
from macdtester.macd import getMACDAndSignalLine
from macdtester.signalf import getMACDFuzzydata

from macdtester.plot import macdPlot, macdr1Plot, macdr2Plot, addMarkers
from macdtester.plotf import macdfPlot, macdfr1Plot, macdfr2Plot,  addMarkers

from macdtester.basic import getTradingPeriods, getMaximumPointsInAPeriod,\
    getMinimumPointsInAPeriod
from macdtester.basicf import getTradingPeriods, getMaximumPointsInAPeriod,\
    getMinimumPointsInAPeriod

from macdtester.test_originalmacd import originalMACDTest, getAllBuyPoints as
org_getAllBuyPoints,\
    getAllSellPoints as org_getAllSellPoints
from macdtester.test_macdr1 import MACDR1Test, getAllBuyPoints as
macdr1_getAllBuyPoints,\
    getAllSellPoints as macdr1_getAllSellPoints
from macdtester.test_macdr2 import MACDR2Test, getAllBuyPoints as
macdr2_getAllBuyPoints,\
    getAllSellPoints as macdr2_getAllSellPoints

from macdtester.test_macdf import FuzzyMACDTest, getAllBuyPoints as
macdf_getAllBuyPoints,\
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    getAllSellPoints as macdf_getAllSellPoints
from macdtester.test_macdfr1 import MACDFR1Test, getAllBuyPoints as
macdFr1_getAllBuyPoints,\
    getAllSellPoints as macdfr1_getAllSellPoints
from macdtester.test_macdfr2 import MACDFR2Test, getAllBuyPoints as
macdFr2_getAllBuyPoints,\
    getAllSellPoints as macdfr2_getAllSellPoints

#from macdtester.signalf import getSignalF

## prepare data for a single data
print 'preparing data...'
symbol = 'SET50'
pricesData = getPricesData(symbol)
macd, signalLine = getMACDAndSignalLine(pricesData, 12, 26, 9)
macdf = getMACDFData(symbol)
#signalf = getMACDFuzzydata(macdf, 9)
signalf = getSIGNALFData(symbol)

pricesData = pricesData[25:]
macd = macd[25:]
signalLine = signalLine[25:]
macdf = macdf[25:]
signalf = signalf[25:]

# original MACD test with a single data
print 'original MACD test for ' + symbol
successRate, profitRate = originalMACDTest(pricesData, macd, signalLine)
if successRate is None or profitRate is None:
        print 'no trade'
else:
        print 'success rate: %f' % successRate
        print 'profit rate: %f' % profitRate
raw_input("Press Enter to continue...")

allBuyPoints = org_getAllBuyPoints(pricesData, macd, signalLine)
allSellPoints = org_getAllSellPoints(pricesData, macd, signalLine)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
fig = macdPlot(pricesData, macd, signalLine, show=False)
addMarkers(fig, macd, allBuyPoints, color='#00CC00', show=False)
addMarkers(fig, macd, allSellPoints, color='#FF0000', show=True)

# MACDR1 test with a single data
print 'MACDR1 test for ' + symbol
successRate, profitRate = MACDR1Test(pricesData, macd, signalLine)
if successRate is None or profitRate is None:
    print 'no trade'
else:
    print 'success rate: %f' % successRate
    print 'profit rate: %f' % profitRate
raw_input("Press Enter to continue...")

allBuyPoints = macdr1_getAllBuyPoints(pricesData, macd, signalLine)
allSellPoints = macdr1_getAllSellPoints(pricesData, macd, signalLine)

fig = macdr1Plot(pricesData, macd, signalLine, show=False)
addMarkers(fig, macd, allBuyPoints, color='#00CC00', show=False)
addMarkers(fig, macd, allSellPoints, color='#FF0000', show=True)

# MACDR2 test with a single data
print 'MACDR2 test for ' + symbol
successRate, profitRate = MACDR2Test(pricesData, macd, signalLine)
if successRate is None or profitRate is None:
    print 'no trade'
else:
    print 'success rate: %f' % successRate
    print 'profit rate: %f' % profitRate
raw_input("Press Enter to continue...")

allBuyPoints = macdr2_getAllBuyPoints(pricesData, macd, signalLine)
allSellPoints = macdr2_getAllSellPoints(pricesData, macd, signalLine)

fig = macdr2Plot(pricesData, macd, signalLine, show=False)
addMarkers(fig, macd, allBuyPoints, color='#00CC00', show=False)
addMarkers(fig, macd, allSellPoints, color='#FF0000', show=True)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
###### Fuzzy MACD test with a single data
print 'Fuzzy MACD test for ' + symbol
successRate, profitRate = FuzzyMACDTest(pricesData, macdf, signalf)
if successRate is None or profitRate is None:
        print 'no trade'
else:
        print 'success rate: %f' % successRate
        print 'profit rate: %f' % profitRate
raw_input("Press Enter to continue...")

allBuyPoints = macdf_getAllBuyPoints(pricesData, macdf, signalf)
allSellPoints = macdf_getAllSellPoints(pricesData, macdf, signalf)
fig = macdfPlot(pricesData, macdf, signalf, show=False )
addMarkers(fig, macdf, allBuyPoints, color='#00CC00', show=False)
addMarkers(fig, macdf, allSellPoints, color='#FF0000', show=True)

###### Fuzzy MACDR1 test with a single data
print 'MACDFR1 test for ' + symbol
successRate, profitRate = MACDFR1Test(pricesData, macdf, signalf)
if successRate is None or profitRate is None:
        print 'no trade'
else:
        print 'success rate: %f' % successRate
        print 'profit rate: %f' % profitRate
raw_input("Press Enter to continue...")

allBuyPoints = macdFr1_getAllBuyPoints(pricesData, macdf, signalf)
allSellPoints = macdfr1_getAllSellPoints(pricesData, macdf, signalf)
fig = macdfr1Plot(pricesData, macdf, signalf, show=False)
addMarkers(fig, macdf, allBuyPoints, color='#00CC00', show=False)
addMarkers(fig, macdf, allSellPoints, color='#FF0000', show=True)

###### Fuzzy MACDR2 test with a single data
print 'MACDFR2 test for ' + symbol
successRate, profitRate = MACDFR2Test(pricesData, macdf, signalf)
if successRate is None or profitRate is None:
        print 'no trade'
else:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

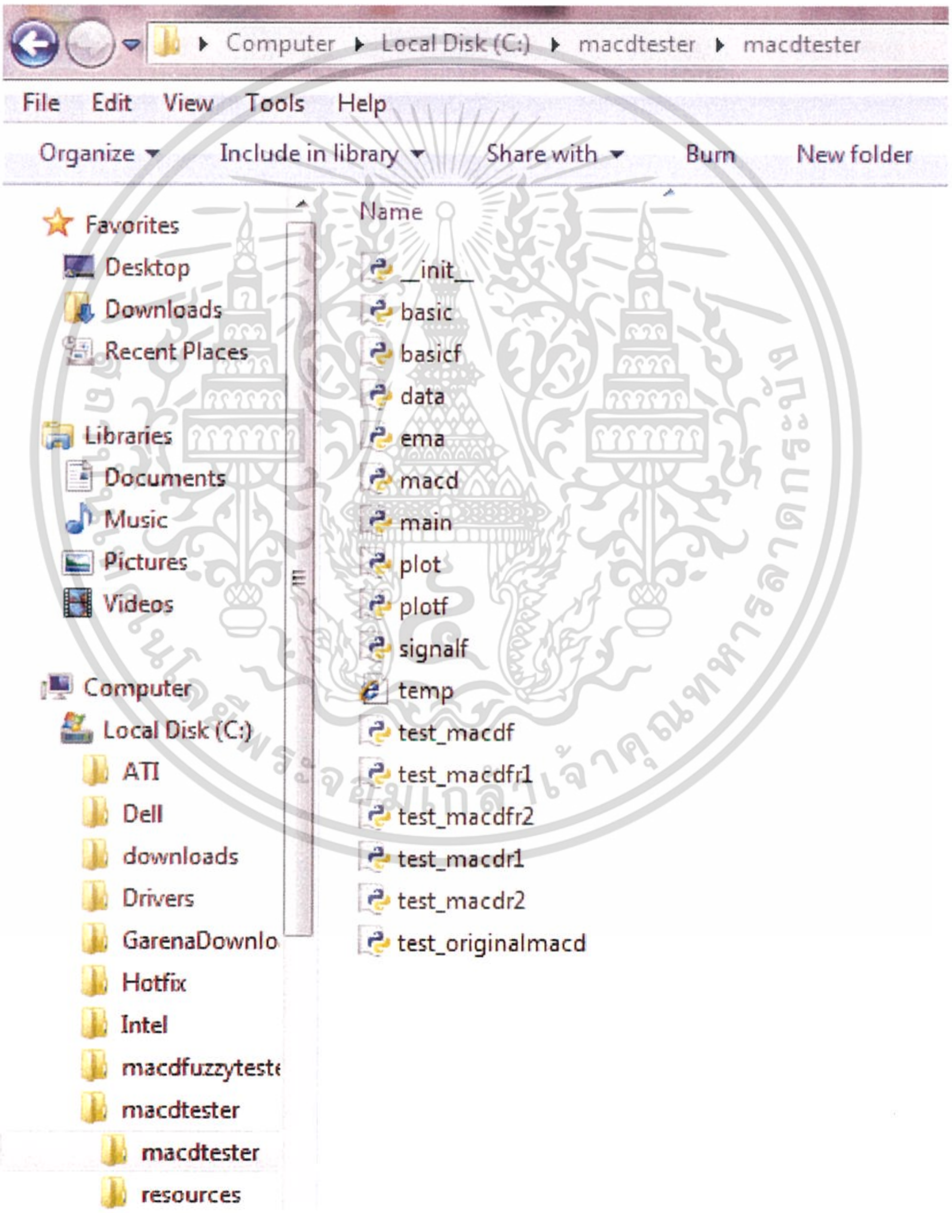
```
        print 'success rate: %f' % successRate
        print 'profit rate: %f' % profitRate
raw_input("Press Enter to continue...")

allBuyPoints = macdFr2_getAllBuyPoints(pricesData, macdf, signalf)
allSellPoints = macdfr2_getAllSellPoints(pricesData, macdf, signalf)
fig = macdfr2Plot(pricesData, macdf, signalf, show=False)
addMarkers(fig, macdf, allBuyPoints, color='#00CC00', show=False)
addMarkers(fig, macdf, allSellPoints, color='#FF0000', show=True)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วิธีใช้รหัสต้นฉบับสำหรับการทดสอบวิธีการซื้อขาย

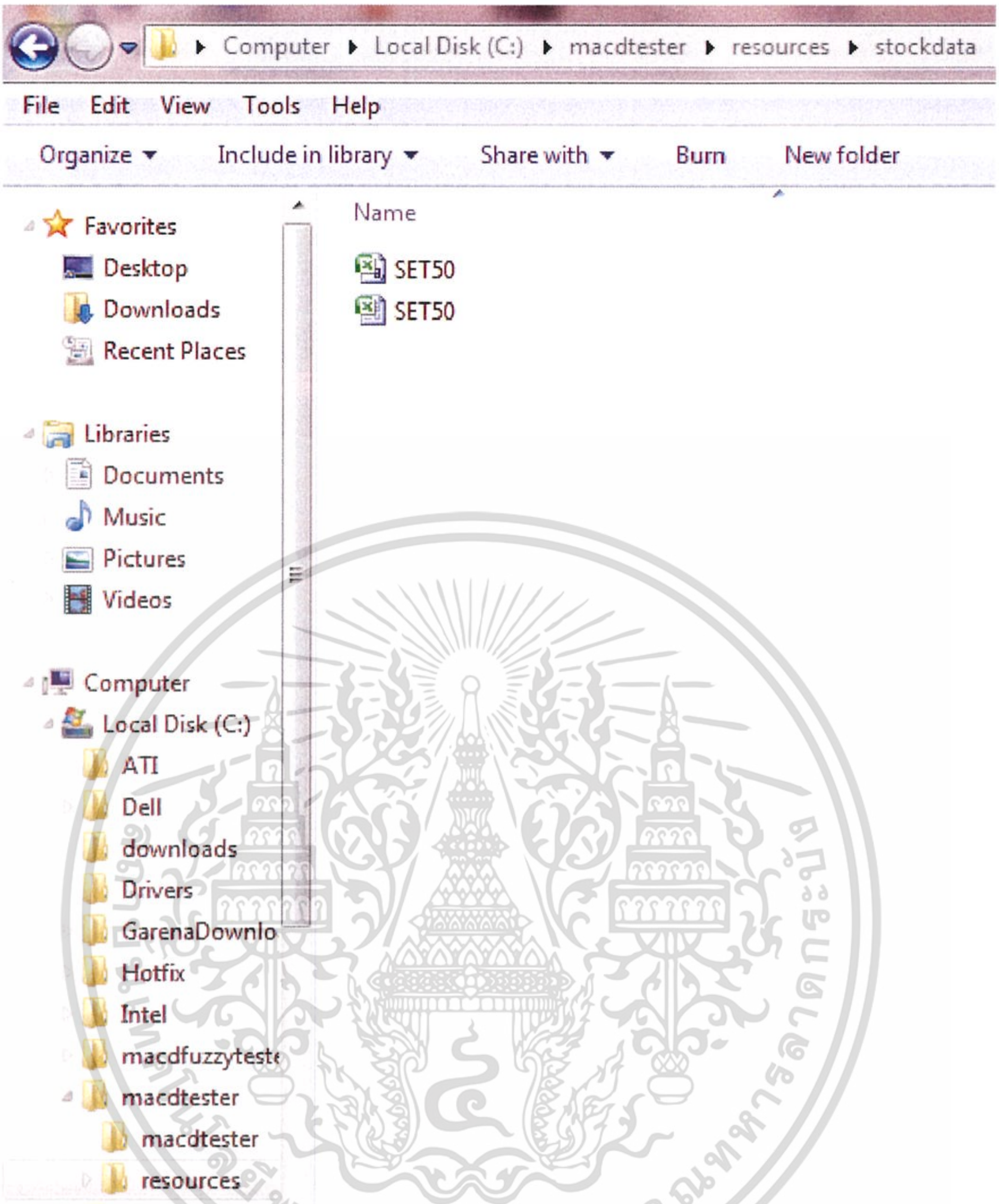
ข.1 ความรู้พื้นฐานในการใช้โปรแกรม

ภาคผนวก ข จะกล่าวถึงวิธีใช้งานรหัสต้นฉบับที่สำคัญ โดยจะสมมติว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้มีระบบปฏิบัติการคือ Windows XP Windows 7 หรือ Windows 8 และได้ทำการติดตั้งชุดซอฟต์แวร์ Pythonxy เรียบร้อยแล้ว (ดูภาคผนวก ก) และจะสมมติว่ารหัสต้นฉบับทั้งหมดพร้อมทั้งข้อมูลราคาหุ้นถูกจัดเก็บไว้ตามโครงสร้างดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 รูปแสดงโครงสร้างการจัดเก็บรหัสต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 รูปแสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลราคา

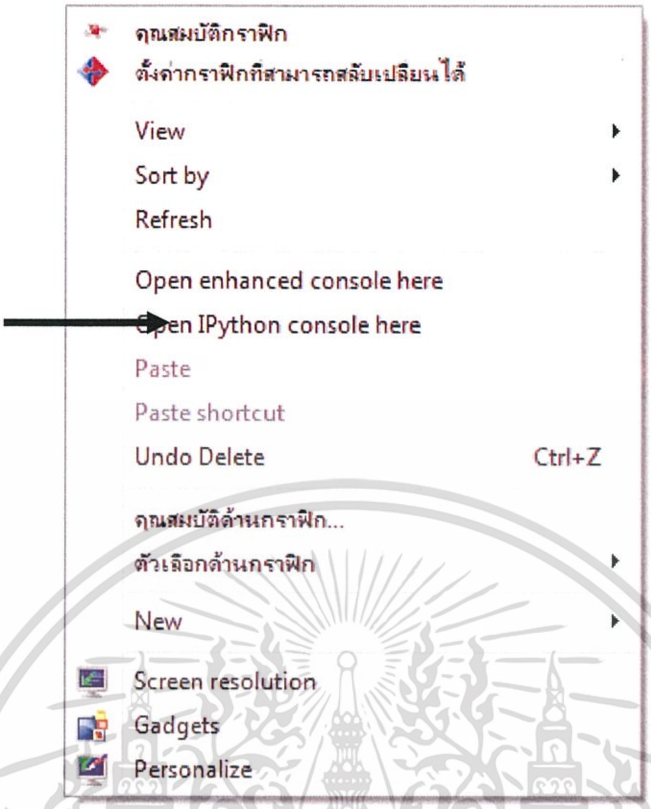
จากรูปที่ ข.1 ยกตัวอย่างเช่น ไฟล์รหัสต้นฉบับ basic.py จะถูกจัดเก็บไว้ที่ C:\macdtester\macdtester\basic.py และไฟล์ข้อมูลราคา SET50.csv จะถูกจัดเก็บไว้ที่ C:\macdtester\resources\stockdata\SET50.csv เป็นต้น

การเรียกใช้งานรหัสต้นฉบับสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม IPython ที่ติดตั้งมาพร้อมกับชุดซอฟต์แวร์ Pythonxy โดยหากเลือกติดตั้ง Pythonxy ไว้ที่ C:\ จะสามารถพบโปรแกรม IPython ได้ที่ เปิดได้โดยการคลิกเมาส์ขวาที่เดสก์ทอปจากนั้นเลือกรายการ “Open IPython console here” ดังรูปที่ ข.3 และจะปรากฏโปรแกรมขึ้นให้พิมพ์คำสั่ง

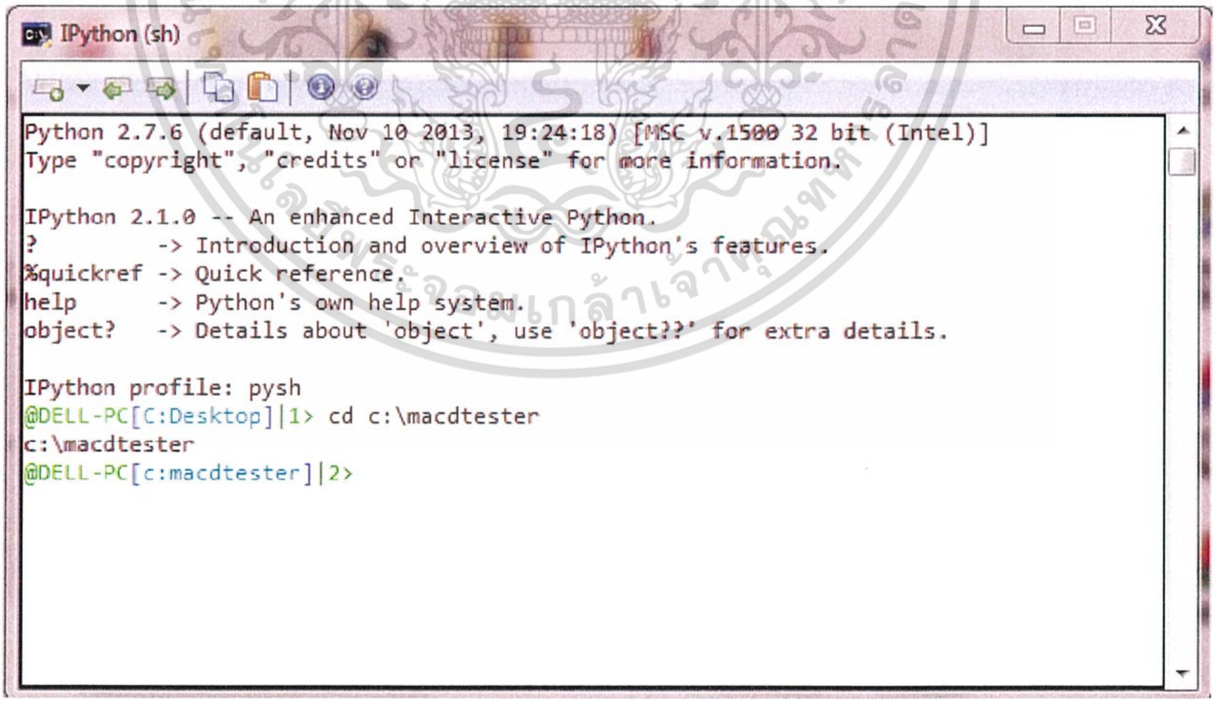
> cd C:\macdtester

เพื่อเคลื่อนย้ายพื้นที่การทำงานไปยังที่อยู่ของรหัสต้นฉบับ ดังรูปที่ ข.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 รูปแสดงการเปิดโปรแกรม IPython ด้วยโดยการคลิกเมาส์ขาวที่เดสก์ทอปใน ระบบปฏิบัติการ Windows



รูปที่ ข.4 รูปโปรแกรม IPython หลังจากป้อนคำสั่งเคลื่อนย้ายพื้นที่การทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ ข.2 ถึง ข.3 จะอธิบายถึงคำสั่งต่างที่อยู่ในไฟล์ main.py ผู้ใช้สามารถทำตามหัวข้อ ข.2 ถึง ข.3 ทีละขั้นตอน แต่หากต้องการใช้รหัสต้นฉบับที่สำเร็จแล้วในไฟล์ main.py สามารถทำได้โดยพิมพ์คำสั่งดังนี้

```
> %run macdtester/main
```

ข.2 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์อันได้แก่ ข้อมูลราคา, MACD, เส้นสัญญาณ, แมคดีฟัซซี และเส้นสัญญาณฟัซซีนั้น จะถูกแสดงออกในรูปของลำดับ (กล่าวคือ อาเรย์) ของข้อมูล ณ เวลาต่างๆ การเตรียมข้อมูลราคาทำได้โดยใช้คำสั่งดังต่อไปนี้

```
> from macdtester.data import getPricesData, getMACDFData, getSIGNALFData
>getPricesData(symbol='SET50', type='close')
>getMACDFData(symbol='SET50', type='macdfuzzy')
>getSIGNALFData(symbol='SET50', type='signalfuzzy')
```

จะได้ว่าตัวแปร pricesData จะมีค่าเป็นลำดับของราคาปิด (close) ของหุ้น SET50 ณ เวลาต่าง (สามารถพิมพ์ชื่อตัวแปรแล้วกดปุ่ม Enter เพื่อดูค่าของตัวแปร) โดยพารามิเตอร์ symbol คือชื่อหุ้นที่มีข้อมูลอยู่ใน C:\macdtester\resources\stockdata\ และ type คือชนิดของราคาอันได้แก่ 'open' 'high' 'low' และ 'close'

ต่อไปจะทำการสร้างลำดับของ MACD และเส้นสัญญาณจากข้อมูลราคาด้วยคำสั่งต่อไปนี้

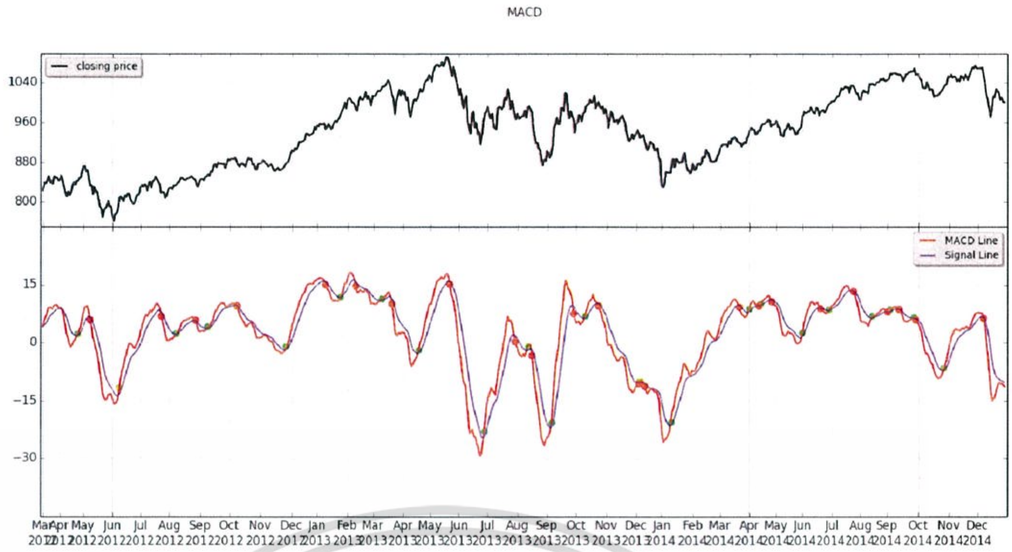
```
> from macdtester.macd import getMACDAndSignalLine
> macd, signalLine = getMACDAndSignalLine(pricesData, 12, 26, 9)
```

จะได้ว่าตัวแปร macd จะมีค่าเป็นลำดับของเส้น MACD และตัวแปร signalLine จะมีค่าเป็นลำดับของเส้นสัญญาณ ณ เวลาต่างๆ โดยที่ลำดับ MACD จะคำนวณจากผลต่างของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 12 วัน และ 26 วัน และเส้นสัญญาณจะคำนวณจากค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล 9 วันของ MACD

สามารถพล็อตกราฟได้ดังนี้

```
>from macdtester.plot import macdPlot
>fig = macdPlot(pricesData, macd, signalLine, show=False)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 กราฟของลำดับราคา MACD และเส้นสัญญาณ
เส้นสีดำคือราคา เส้นสีแดงคือ MACD และเส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณ คำนวณจากราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557

ในทำนองเดียวกันจะสร้าง แมคดีฟัซซี และเส้นสัญญาณฟัซซี ใน Microsoft Excel จะได้ว่าตัวแปร MACDFData จะมีค่าเป็นลำดับของแมคดีฟัซซี และ ตัวแปร SIGNALFData จะมีค่าเป็นลำดับของเส้นสัญญาณฟัซซี ของหุ้น SET50 ณ เวลาต่าง (สามารถพิมพ์ชื่อตัวแปรแล้วกดปุ่ม Enter เพื่อดูค่าของตัวแปร) โดยพารามิเตอร์ symbol คือชื่อหุ้นที่มีข้อมูลอยู่ใน C:\macdtester\resources\stockdata\ และ type คือชนิดของแมคดีฟัซซี และเส้นสัญญาณอันได้แก่ 'macdfuzzy' และ 'signalfuzzy' ตามลำดับ

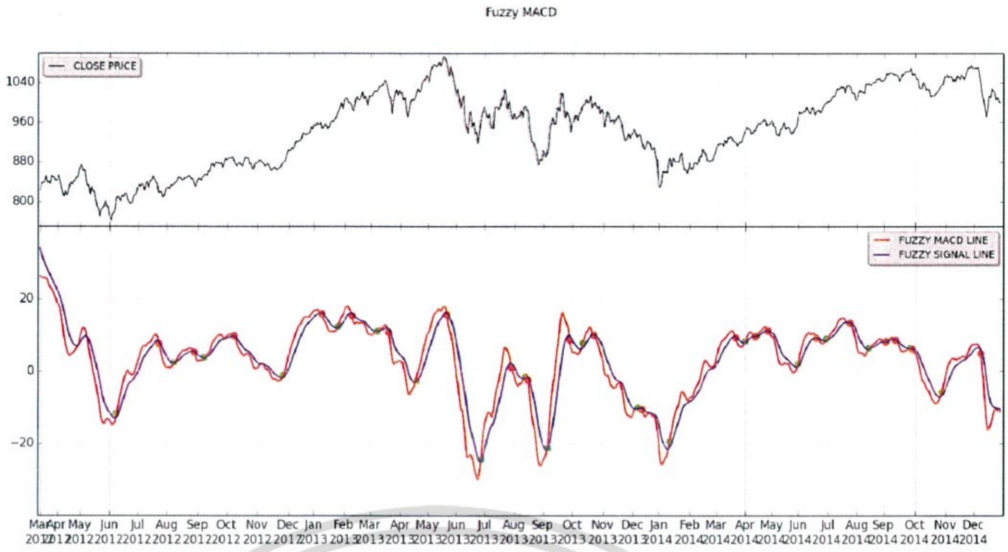
ต่อไปจะทำการสร้างลำดับของแมคดีฟัซซี และเส้นสัญญาณฟัซซีจากข้อมูลราคาด้วยคำสั่งต่อไปนี้

```
> from macdtester.data import getMACDFData, getSIGNALFData
>macdf = getMACDFData(symbol)
>signalf = getSIGNALFData(symbol)
```

จะได้ว่าตัวแปร macdf จะมีค่าเป็นลำดับของเส้นแมคดีฟัซซี และตัวแปร signalf จะมีค่าเป็นลำดับของเส้นสัญญาณฟัซซี ณ เวลาต่างๆ
สามารถพล็อตกราฟได้ดังนี้

```
>from macdtester.plotf import macdfPlot
>fig = macdfPlot(pricesData, macdf, signalf, show=False )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6 กราฟของลำดับราคา แมคดีฟัซซี และเส้นสัญญาณฟัซซี
เส้นสีดำคือราคา เส้นสีแดงคือเส้นแมคดีฟัซซี และเส้นสีน้ำเงินคือเส้นสัญญาณฟัซซี คำนวณจากราคาปิดของหุ้น SET50 ตั้งแต่วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2555 ถึง 30 ธันวาคม พ.ศ. 2557

จากรูปที่ ข.5 และรูปที่ ข.6 จะเห็นได้ว่ากราฟของ MACD ในช่วงวันแรกๆ จะตัดกันอย่างถี่ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอ็กซ์โปเนนเชียลยังมีจำนวนน้อย ดังนั้น เพื่อให้การทดสอบเป็นไปอย่างเสมือนจริงมากที่สุด จะตัดข้อมูลจำนวน 26 วันแรกทิ้งไป ด้วยคำสั่งต่อไปนี้

```
>pricesData = pricesData[25:]
>macd = macd[25:]
>signalLine = signalLine[25:]
>macdf = macdf[25:]
>signalf = signalf[25:]
```

ข.3 การทดสอบกับหุ้น SET50

สามารถนำข้อมูลที่เตรียมไว้ในหัวข้อ ข.2 มาใช้ทดสอบกับวิธีการซื้อขาย MACD แบบดั้งเดิม ได้ด้วยคำสั่งต่อไปนี้

```
> from macdtester.trad_originalmacd import originalMACDTest
> successRate, profitRate = originalMACDTest(pricesData, macd, signalLine)
```

ตัวแปร successRate จะมีค่าเป็นอัตราความสำเร็จและตัวแปร profitRate จะมีค่าเป็นอัตรากำไร

การทดสอบกับวิธีการอื่นสามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน

```
>from macdtester.test_macdr1 import MACDR1Test
>from macdtester.test_macdr2 import MACDR2Test
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
>from macdtester.test_macdf import FuzzyMACDTest
>from macdtester.test_macdfr1 import MACDFR1Test
>from macdtester.test_macdfr2 import MACDFR2Test
>successRate, profitRate = MACDR1Test(pricesData, macd, signalLine)
>successRate, profitRate = MACDR2Test(pricesData, macd, signalLine)
>successRate, profitRate = FuzzyMACDTest(pricesData, macdf, signalf)
>successRate, profitRate = MACDFR1Test(pricesData, macdf, signalf)
>successRate, profitRate = MACDFR2Test(pricesData, macdf, signalf)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้