การบริหารพอร์ตการลงทุนด้วยการวิเคราะห์สเปกตรัม

นายดนุพล คุณานุปถัมภ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การบริหารพอร์ตการลงทุนด้วยการวิเคราะห์สเปกตรัม

นายดนุพล คุณานุปถัมภ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบริหารพอร์ตการลงทุนด้วยการวิเคราะห์สเปกตรัม
โดย	นายดนุพล คุณานุปถัมภ์
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหลืองอร่าม

คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเศรษฐศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.วรเวศม์ สุวรรณระดา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรสุทธิ์ สุจริตตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหลืองอร่าม)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา เศรษฐปราโมทย์)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดนุพล คุณานุปถัมภ์ : การบริหารพอร์ตการลงทุนด้วยการวิเคราะห์สเปกตรัม. (Spectral Analysis in Portfolios Management) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ. ดร.พงศ์ศักดิ์ เหลืองอร่าม

ข้อมูลข่าวสารที่เกิดขึ้นสามารถที่จะส่งผลได้หลากหลายรูปแบบต่อตลาดการเงินในแต่ละช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงและผลกระทบสามารถวัดได้ด้วยความถี่ ซึ่งก็คือรอบวัฏจักรของข้อมูล สำหรับในการวิจัยนี้ จะใช้การวิเคราะห์สเปกตรัมในการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยการใช้ Discrete-Time Fourier Transform ด้วยวิธีการนี้ ทำให้สามารถวิเคราะห์ค่าผลตอบแทน ค่าความเสี่ยง ค่าความแปรปรวนร่วมและผลตอบแทนคาดหวังในกรอบอ้างอิงของความถี่ได้ ซึ่งในกรอบของความถี่ เราสามารถเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแผนการลงทุนที่ใช้กับผลตอบแทนของสินทรัพย์ในแต่ละช่วงเวลาได้ สำหรับพอร์ตการลงทุน เราสามารถที่จะสร้างพอร์ตโดยใช้ mean-variance-frequency optimal portfolios และแบ่งช่วงความถี่ของผลตอบแทนที่เราสนใจ ซึ่งในวิธีการ mean-variance optimal portfolios แบบดั้งเดิมไม่สามารถแยกช่วงความถี่ออกมาพิจารณาได้ โดยที่ประสิทธิภาพของพอร์ตการลงทุนจะขึ้นอยู่กับช่วงความถี่ที่เลือกใช้ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักการลงทุน และช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการปรับน้ำหนักของพอร์ตการลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา	ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า	ลายมือชื่อนิสิต
		.....
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
		.....
ปีการศึกษา	2561	

5985161629 : MASTER OF ECONOMICS
Spectral Analysis, Discrete Time Fourier Transform, Frequency, Positive Correlation, Mean-Variance-Frequency Optimal Portfolios, Band Spectrum

Danupol Kunanupatham : Spectral Analysis in Portfolios Management. ADVISOR: Asst. Prof. Pongsak Luangaram, Ph.D.

All the news and information can have diverse effects on the financial market dynamics at different time horizons. The effects can be determined in the form of the frequency which is the cycle of the data. In this thesis, I apply spectral analysis to quantify the return of each sector index across different time horizons. By using the Discrete-Time Fourier Transform, I can decompose return, variances, covariances, and expected return into the frequency domain. In the frequency domain, I can see how correlated of the different investment strategies and asset return at different time horizons. For the portfolio management, we can construct the mean-variance-frequency optimal portfolios by choosing the band spectrum of the asset return which the traditional mean-variance optimal portfolios can’t. The performance depends on how you choose the band spectrum, estimation window and period of rebalancing.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Common Course	Student's Signature .....
Field of Study:	Economics	Advisor's Signature .....
Academic Year:	2018	

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์ “การบริหารพอร์ตการลงทุนด้วยการวิเคราะห์สเปกตรัม” ที่ได้จัดทำขึ้น โดยได้รับคำแนะนำและสนับสนุนจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พงศ์ศักดิ์ เหลืองอร่าม และความกรุณาของหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณทุกท่านที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่ให้กำลังใจเสมอมา รวมทั้งเจ้าหน้าที่ของคณะเศรษฐศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือด้านเอกสารเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา รวมถึงทุกคนในครอบครัว และอาจารย์ทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอน ตักเตือนและให้กำลังใจผู้เขียนมาโดยตลอด คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้เขียนขอมอบแด่บุคคลดังกล่าว แต่หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ดนุพล คุณานุปถัมภ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

..... ค

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูปภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วรรณกรรมปริทัศน์ 2

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา 6

การวัด Frequency Distribution จากข้อมูลจริงโดยใช้ Spectral Density Function 6

การบริหารพอร์ตการลงทุนโดยใช้ Spectral Density Function 7

การเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในรอบวัฏจักรของตลาดทุน SET (Stock Exchange of Thailand) 21

การวัดค่าความคาดหวังของผลตอบแทนจากการลงทุน 22

การประยุกต์ใช้แผนการลงทุนในสินทรัพย์ที่มีรอบวัฏจักรที่แตกต่างกัน 23

ตัวอย่างวิธีเชิงตัวเลขในการพิจารณาความถี่ของน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทน 25

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Spectral Portfolio Theory 27

Curve Smoothing 27

Fourier Transform 28

การกระจายความเสี่ยงผ่านการเปลี่ยนแปลงของรอบวัฏจักรในตลาดทุน SET 30

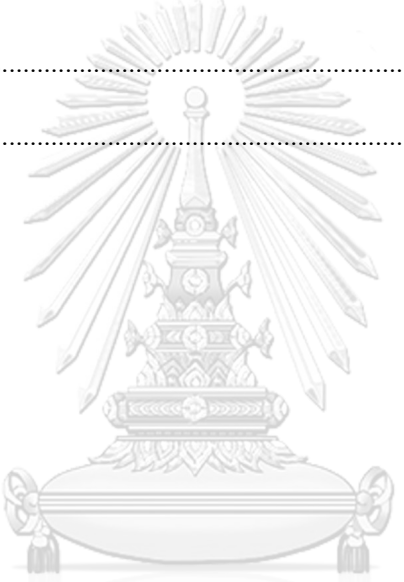
บทที่ 4 ผลการวิจัย 31

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 44

บทที่ 6 ภาคผนวก 46

บรรณานุกรม 58

ประวัติผู้เขียน 61



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 : แสดง Covariance Matrix ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ 14

ตาราง 2 : แสดง Covariance Matrix ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่กลาง 15

ตาราง 3 : แสดง Covariance Matrix ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่สูง 16

ตาราง 4 : แสดงค่า Correlation ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ 19

ตาราง 5 : แสดงค่า Correlation ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่กลาง 19

ตาราง 6 : แสดงค่า Correlation ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่สูง 20

ตาราง 7 : แสดงผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากแผนการลงทุนทั้ง 3 แบบ 26

ตาราง 8 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017..... 35

ตาราง 9 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market . 38

ตาราง 10 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในแต่ละช่วงความถี่..... 40

ตาราง 11 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ของแต่ละช่วงความถี่และ T-point ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017..... 40

ตาราง 12 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 1 สัปดาห์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017.. 41

ตาราง 13 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 1 สัปดาห์ในช่วง Bear Market และ Bull Market ของแต่ละช่วงความถี่ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017..... 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 : แสดง Spectrogram ของผลตอบแทนที่ขึ้นกับความถี่โดยใช้แผนการลงทุน 3

รูปที่ 2 : แสดงกราฟผลตอบแทนของดัชนี SET แบบรายวัน 6

รูปที่ 3 : แสดงกราฟ Spectral Density Function ของผลตอบแทนของดัชนี SET แบบรายวัน..... 7

รูปที่ 4 : แสดงกราฟของผลตอบแทนของดัชนี SET 8

รูปที่ 5 : แสดงกราฟ Spectral Density Function ของผลตอบแทน แบบรายวัน 10

รูปที่ 6 : แสดงกราฟของผลตอบแทนของแต่ละภาคธุรกิจ 14

รูปที่ 7 : แสดงอัตราส่วนของความแปรปรวนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ, กลางและสูง 18

รูปที่ 8 : แสดงค่าคาดหวังผลตอบแทนในกรอบอ้างอิงของความถี่ 25

รูปที่ 9 : แสดงแผนผังกระบวนการที่ใช้ในการปรับน้ำหนักการลงทุนในพอร์ตการลงทุน..... 31

รูปที่ 10 : แสดงแผนผังกระบวนการที่ใช้ในการ Optimization ด้วยความสัมพันธ์ทางความถี่ 32

รูปที่ 11 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 32

รูปที่ 12 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 33

รูปที่ 13 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 33

รูปที่ 14 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 33

รูปที่ 15 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 34

รูปที่ 16 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 34

รูปที่ 17 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 34

รูปที่ 18 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ..... 35

รูปที่ 19 : แสดงผลตอบแทนคาดหวังเทียบกับค่าความเสี่ยง (Standard Deviation)..... 36

รูปที่ 20 : แสดงกราฟกำไรสะสมทุก 3 เดือนของพอร์ตการลงทุนในแต่ละแบบในกรอบเวลา..... 37

รูปที่ 21 : แสดงผลตอบแทนคาดหวังเทียบกับค่าความเสี่ยง (Standard Deviation)..... 39

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 22 : แสดงกราฟกำไรสะสมทุก 1 สัปดาห์ของพอร์ตการลงทุนในแต่ละแบบในกรอบเวลา 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1 บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

การบริหารพอร์ตการลงทุนในแบบฉบับดั้งเดิมของ Markowitz (1952) ได้ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อใช้บริหารพอร์ตการลงทุนเพื่อให้พอร์ตการลงทุนมีผลตอบแทนที่สูงที่สุดและมีความผันผวนที่ต่ำที่สุดในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้สำหรับในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ขึ้นกับเวลา

ในการวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอวิธีการในอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อใช้ในการบริหารพอร์ตการลงทุนโดยใช้ความถี่ในการวิเคราะห์ ซึ่งทำให้สามารถเลือกใช้แผนการลงทุนเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับความถี่ของผลตอบ แทนที่เกิดขึ้นในตลาดการเงินได้ เช่น แผนการลงทุนที่ใช้สำหรับสินทรัพย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าหรือความถี่น้อย จะมีประสิทธิภาพในสินทรัพย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ และแผนการลงทุนที่ใช้สำหรับสินทรัพย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหรือความถี่มากจะมีประสิทธิภาพในสินทรัพย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

เนื่องด้วยค่าทางสถิติในกรอบของเวลาสามารถที่จะเปลี่ยนมาวิเคราะห์ในกรอบของความถี่ได้โดยการใช้ Discrete-Time Fourier Transform ทำให้สามารถนำ Spectral Portfolios Theory มาใช้ในการบริหารพอร์ตการลงทุนได้ และยังช่วยให้นักลงทุนสามารถกระจายความเสี่ยงในรูปแบบของความถี่ของผลตอบแทนของสินทรัพย์ในสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาได้ โดยแบ่งออกเป็น ความถี่ต่ำ ความถี่ปานกลาง และความถี่สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากค่าสถิติที่เกิดขึ้นของผลตอบแทนในอดีต ถ้าพิจารณาแผนการลงทุนแบบ Mean-Reversion ของ Andrew and MacKinlay (1990) ซึ่งกล่าวว่า นักลงทุนจะวางสถานะซื้อในหุ้นที่มีการปรับตัวลงอย่างมากใน q วันเฉลี่ยย้อนหลัง และวางสถานะขายในหุ้นที่มีการปรับตัวขึ้นอย่างมากใน q วันเฉลี่ยย้อนหลัง จากวิธีการดังกล่าว ทำให้เห็นความสัมพันธ์ในเชิงพลวัตของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในลักษณะขึ้นลงเป็นวัฏจักร ซึ่งเกิดจากผลกระทบของความถี่ ทำให้ราคาของสินทรัพย์เกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัวเข้าหาค่าเฉลี่ย ดังนั้น การวิเคราะห์สเปกตรัมของผลตอบแทนจึงเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในลักษณะนี้

ถ้าพิจารณาการบริหารพอร์ตการลงทุนแบบการวิเคราะห์สเปกตรัมในดัชนี Stock Exchange of Thailand (SET) สามารถทำได้ด้วยการกระจายน้ำหนักการลงทุนในแต่ละภาคธุรกิจด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความถี่ของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจ โดยแต่ละภาคธุรกิจ

จะมีสัดส่วนมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาดที่แตกต่างกัน โดยภาคธุรกิจที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ได้แก่ ภาคพลังงาน (ENERG) แต่การเปลี่ยนแปลงรอบวัฏจักรของแต่ละภาคธุรกิจจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอยู่

การบริหารพอร์ตการลงทุนสามารถทำได้ด้วยการกระจายน้ำหนักการลงทุนในทรัพย์สินแต่ละอย่างเพื่อให้เกิดผลตอบแทนมากที่สุด และมีความผันผวนน้อยที่สุดในระยะเวลาในการลงทุนทรัพย์สินนั้น เนื่องจากเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ทรัพย์สินแต่ละอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรอบวัฏจักรของตัวมันเอง เช่น ค่า Gross Domestic Product (GDP) ของประเทศ, ดัชนีราคาสินค้าโภคภัณฑ์, อัตราการว่างงานของประเทศ และดัชนีในตลาดหลักทรัพย์ เป็นต้น

วรรณกรรมปริทัศน์

เมื่อนานมาแล้ว การพิจารณากรอบของความถี่ (รอบวัฏจักรของข้อมูล) ได้เป็นส่วนหนึ่งในทางเศรษฐศาสตร์ (Granger, WJ, and Engle (1983)) แต่ก็ยังไม่ได้รับความสนใจในทางเศรษฐศาสตร์มากนัก เนื่องจากในทางเศรษฐศาสตร์จะพิจารณาข้อมูลอนุกรมเวลาในแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงของ residual แบบคงที่เป็นส่วนใหญ่ ต่อมาความสนใจในกระบวนการทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนแปลงของ residual ที่ไม่คงที่ก็มีเพิ่มมากขึ้น (Baxter, Marianne, and King. (1999)) ทำให้การวิเคราะห์สเปกตรัมได้ถูกนำมาใช้มากขึ้นในด้านของเศรษฐศาสตร์การเงิน

สเปกตรัมและกำลังของสเปกตรัมสามารถคำนวณได้จาก Fourier Transform เพื่อใช้ในการศึกษารอบวัฏจักรของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการวิเคราะห์ความเสี่ยงในทางเศรษฐศาสตร์การเงิน โดยใช้การดูความสัมพันธ์ของน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนในแต่ละสินทรัพย์ผ่านกำลังของสเปกตรัมร่วม ว่ามีความถี่ตรงกันหรือไม่ และแบ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นช่วง ๆ เนื่องจากในแต่ละช่วงเวลาจะมีความถี่ที่ต่างกัน (Oppenheim, V., and Schafer. (2009))

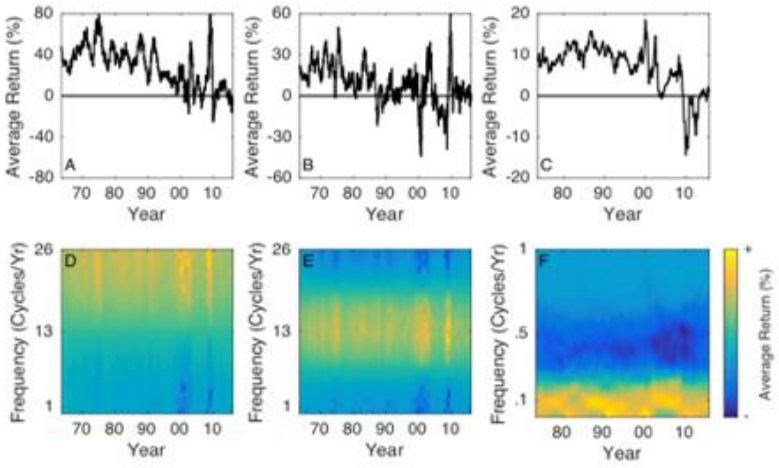
ตั้งแต่ในช่วงปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา ได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบ High Frequency Trading (HFT) มากขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีและระบบคอมพิวเตอร์มีการพัฒนามากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความผันผวนในสินทรัพย์บางอย่างอาจเกิดความผันผวนลดลงหรือมากขึ้นได้ในระยะเวลาสั้น ๆ ส่งผลทำให้เกิด Abritrage ในสินทรัพย์นั้น ๆ จึงทำให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดัชนีในบางสินทรัพย์เกิดโครงสร้างรอบวัฏจักรแบบใหม่ ๆ (Brogaard, Jonathan, Hendershott, and Riordan (2014)) ขึ้นมาตลอดเวลา และส่งผลให้ผลตอบแทนและความเสี่ยงที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (Baron, Matthew, Brogaard, Hagströmer, and Kirilenko (2017))

เนื่องจากมีค่าความถี่ใหม่เพิ่มเข้ามาในข้อมูล และค่า Sharpe Ratio ในการวัดผลตอบแทนต่อความเสี่ยงก็มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

จากโครงสร้างรอบวัฏจักรของสินทรัพย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ถ้านักลงทุนสามารถเข้าใจรอบวัฏจักรการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง ก็สามารถทำให้การบริหารพอร์ตการลงทุนมีประสิทธิ ภาพมากขึ้น โดยสิ่งที่สามารถนำมาใช้วัดความถี่ของรอบวัฏจักรได้ ก็คือ การวิเคราะห์สเปกตรัมด้วยการใช้ Fourier Transform (Oppenheim et al. (2009)), Wavelet Transform (Ramsey and B. (2002); Crowley and M. (2007)), Hilbert-Huang Transform (Huang et al. (2003)) หรือการแปลงข้อมูลในรูปแบบอื่น ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ Discrete-Time Fourier Transform แล้วแบ่งช่วงการศึกษาความถี่เป็นช่วง ๆ เพื่อให้สามารถวัดความถี่ของผลตอบแทนในแต่ละช่วงเวลาที่ต้องการได้ โดยมีการเรียกกระบวนการนี้ว่า Fast Fourier Transform ซึ่งมีหลักทฤษฎีคล้ายกับ Wavelet Transform และง่ายต่อการวิเคราะห์

ในเวลาต่อมาจึงได้มีการใช้การวิเคราะห์สเปกตรัมมากขึ้นในด้านเศรษฐศาสตร์การเงิน หนึ่งในนั้นคือ Lo ศาสตราจารย์ทางการเงินที่ MIT และ Chaudhuri นักวิศวกรรมไฟฟ้าที่ MIT ได้ศึกษา Spectral Portfolio Theory และได้ให้แนวคิดว่า การวัดความเสี่ยงไม่ใช่แค่ขึ้นกับเวลา แต่ขึ้นกับความถี่ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Chaudhuri, E., and Lo. (2015)) และวิธีการนี้ยังสามารถทำให้เกิดการบริหารความเสี่ยงที่ Robust มากขึ้นในพอร์ตการลงทุน และยังแสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงความถี่ของผลตอบแทนจากการลงทุน มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นกับเวลา โดยใช้การวิเคราะห์เวลาและความถี่มาอธิบายผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากการใช้แผนการลงทุนแบบ Mean-Reversion และ Momentum กับหุ้นทุกตัวใน S&P 500 จากวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1964 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 2015 ในรูปแบบของ Spectrogram หรือการกระจายตัวของเวลาและความถี่ ดังรูปที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 1 : แสดง Spectrogram ของผลตอบแทนที่ขึ้นกับความถี่โดยใช้แผนการลงทุน

แบบ Mean-Reversion และ Momentum
ซ้าย : Mean-Reversion (พิจารณาจาก 1 สัปดาห์ย้อนหลัง)
กลาง : Mean-Reversion (พิจารณาจาก 2 สัปดาห์ย้อนหลัง)
ขวา : Momentum (พิจารณาจาก 1 ปีย้อนหลัง)

จากผลการวิเคราะห์ ทำให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักในการลงทุนโดยใช้แผนการลงทุนแบบ Mean-Reversion กรณีที่พิจารณาจากผลตอบแทน 1 สัปดาห์ก่อนหน้า มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในรอบวัฏจักรมากกว่า 13 รอบต่อปี หรือประมาณ 0.8 ปีต่อรอบ ส่วนแผนการลงทุนแบบ Momentum จากแบบจำลอง Jegadeesh, Narasimhan, and Titman (1993) จะให้ความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้น ในช่วงรอบวัฏจักรประมาณ 0.1 รอบต่อปี หรือ 10 ปีต่อรอบ สังเกตได้จากบริเวณสีเหลืองในรูปที่ 1 ซึ่งก็คือบริเวณที่ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันในกรอบของความถี่ ซึ่งก็คือส่วน active ที่นักลงทุนต้องบริหารพอร์ตของตัวเองนั่นเอง ทำให้เห็นว่าช่วงความถี่ที่เราเลือกพิจารณา จะมีผลกับการเลือกใช้แผนการลงทุน เนื่องจากแผนการลงทุนแต่ละแบบจะมีความเหมาะสมต่างกันในแต่ละช่วงความถี่ที่เกิดขึ้น

การบริหารพอร์ตด้วยทฤษฎีสเปกตรัมจึงเป็นหนึ่งในกระบวนการที่น่าสนใจและสามารถทำให้นักลงทุนสามารถบริหารพอร์ตการลงทุนจากการเลือกช่วงความถี่ที่เราสนใจ ไม่ว่าจะเป็นช่วงความถี่ต่ำหรือการลงทุนระยะยาว และช่วงความถี่สูงหรือการลงทุนระยะสั้น ภายใต้การเปลี่ยนแปลงความถี่ของผลตอบแทนในตลาดที่เกิดขึ้นตลอดเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลดัชนีของภาคธุรกิจ Bank, Commerce, Construction Materials, Energy, Food, Health, Insurance, Information and Communication Technology, Petrochemicals, Property, Tourism และ Transportation โดยข้อมูลจะเป็นแบบรายวันในช่วงปี ค.ศ. 2000 ถึง 2017 เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ผลข้อมูลได้ทั้งในภาพระยะสั้นและภาพระยะยาว ข้อมูลจะถูกนำมาคำนวณหาผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาโดยแยกแต่ละภาคธุรกิจ เพื่อนำมาวิเคราะห์ศึกษารอบวัฏจักรที่เกิดขึ้น เนื่องจากข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อยู่ในโดเมนของเวลาหรือเรียกอีกอย่างว่ากรอบอ้างอิงของเวลา เราจึงต้องทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในโดเมนของความถี่หรือกรอบอ้างอิงของความถี่ ซึ่งกระบวนการนี้จะทำให้เราสามารถที่จะวิเคราะห์ผลจากความถี่ได้ง่ายขึ้น และเราสามารถที่จะกรองเอาความถี่ในข้อมูลที่เราต้องการ เพื่อจะนำไปวิเคราะห์ต่อได้

จากกระบวนการการแปลงข้อมูล ทำให้ได้ชุดข้อมูลแบ่งเป็นส่วนของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจในกรอบอ้างอิงของเวลา และผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจในกรอบอ้างอิงของความถี่ ซึ่งสามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทั้งในกรอบของเวลาและกรอบของความถี่ได้ในเวลาเดียวกัน

นักวิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการบริหารพอร์ตการลงทุนในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์จากความถี่ของผลตอบแทนที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีที่สามารถใช้ในการบริหารพอร์ตการลงทุนได้ในระยะสั้นและระยะยาว

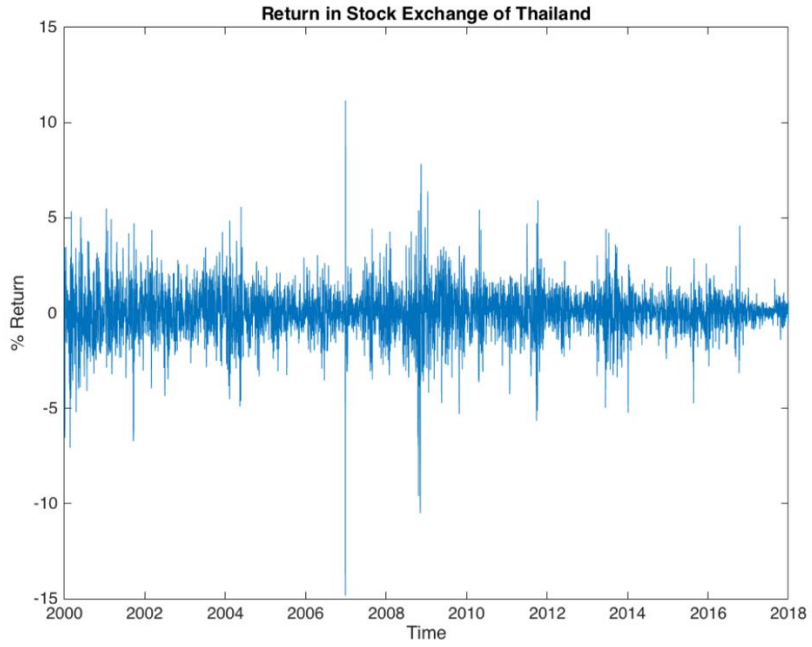
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

การวัด Frequency Distribution จากข้อมูลจริงโดยใช้ Spectral Density Function

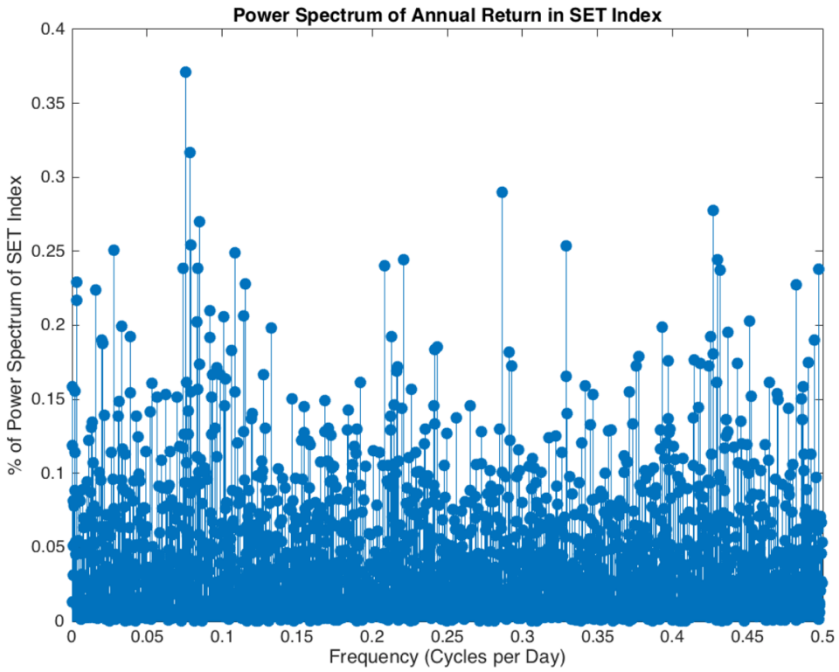
การวัดการกระจายตัวของข้อมูลในกรอบอ้างอิงของเวลา ปกติจะวัดในรูปแบบฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็น โดยที่ฟังก์ชันนี้สามารถบอกได้ว่าข้อมูลชุดที่วิเคราะห์มีความน่าจะเป็นที่จะพบช่วงของข้อมูลแต่ละช่วงมากน้อยแค่ไหน แต่ถ้าเราแปลงข้อมูลที่เราต้องการจะวิเคราะห์ให้อยู่ในกรอบอ้างอิงของความถี่ โดยใช้ Fourier Transform ก็จะทำให้ได้ฟังก์ชันความหนาแน่นความน่าจะเป็นในรูปของค่าความถี่ หรือ Spectral Density Function ซึ่งสามารถหาได้จาก Power Spectrum ของข้อมูล (บทที่ 4) ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าในข้อมูลชุดที่เราวิเคราะห์ มีค่าความถี่แต่ละค่ามากน้อยแค่ไหน

ถ้าเราลองวิเคราะห์ข้อมูลผลตอบแทนของดัชนี SET แบบรายวัน ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017 จะได้กราฟผลตอบแทนแบบรายวัน ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 : แสดงกราฟผลตอบแทนของดัชนี SET แบบรายวัน ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

ถ้านำข้อมูลผลตอบแทนแบบรายเดือนในรูปที่ 2 มาแปลงให้อยู่ในกรอบอ้างอิงของความถี่ และหา Spectral Density Function จะได้กราฟ ดังรูปที่ 3



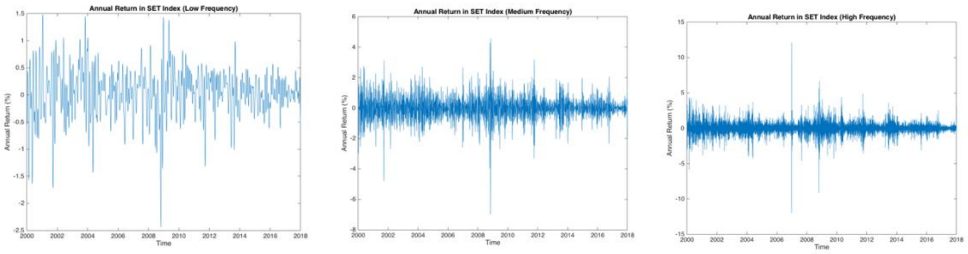
รูปที่ 3 : แสดงกราฟ Spectral Density Function ของผลตอบแทนของดัชนี SET แบบรายวัน ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูปที่ 3 จะเห็นการกระจายตัวของผลตอบแทนในกรอบของความถี่ ซึ่งผลตอบแทนที่เปลี่ยน แปลงในแต่ละช่วงเวลา จะทำให้เราสามารถที่จะเลือกกรองความถี่ที่เราต้องการได้ และนำข้อมูลเฉพาะช่วงความถี่นั้นไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การบริหารพอร์ตการลงทุนโดยใช้ Spectral Density Function

จาก Spectral Density Function ที่ได้ ถ้าเกิดเรากรองความถี่แบ่งออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงความถี่ต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) ช่วงความถี่กลาง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์และมากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) และช่วงความถี่สูง (มากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์) หลังจากกรองความถี่เสร็จ ก็เอาช่วงที่กรองไปแปลงกลับให้อยู่ในกรอบอ้างอิงของเวลา จะได้กราฟ ดังรูปที่ 4

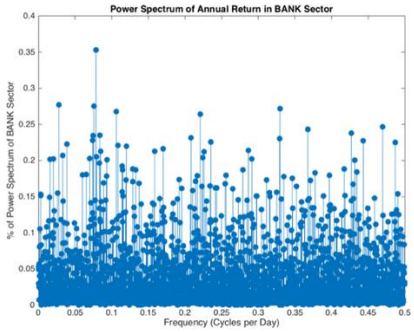


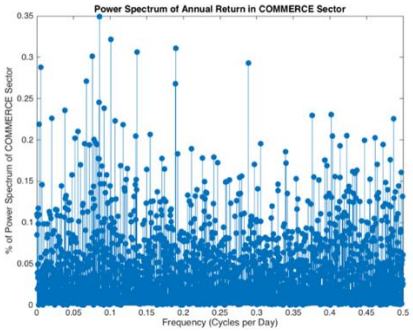
รูปที่ 4 : แสดงกราฟของผลตอบแทนของดัชนี SET
ในช่วงความถี่ต่ำ (ซ้าย) ช่วงความถี่กลาง (กลาง)และช่วงความถี่สูง (ขวา)
ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

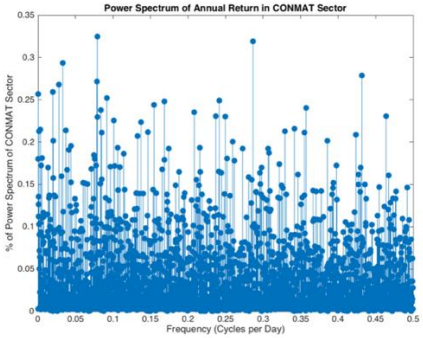
จากรูปที่ 4 ทำให้เราสามารถเลือกการบริหารพอร์ตการลงทุนในข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (ความถี่สูง) และการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า (ความถี่ต่ำ) ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของนักลงทุนแต่ละคน เนื่องจากค่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงความถี่จะมีค่ามากน้อยไม่เท่ากัน สังเกตได้จากกราฟในรูปที่ 4 ข้อมูลในช่วงความถี่ต่ำจะมีการแกว่งของผลตอบแทนที่น้อยกว่าข้อมูลในช่วงความถี่สูง หรือถ้าเทียบกับข้อมูลจริงในรูปที่ 4 ก็จะเห็นว่าข้อมูลในช่วงความถี่ต่ำและช่วงความถี่สูงจะมีการแกว่งที่น้อยกว่าข้อมูลผลตอบแทนจริงที่เกิดขึ้น ทำให้นักลงทุนสามารถบริหารความเสี่ยงของพอร์ตการลงทุนตามช่วงความถี่ต่าง ๆ ได้

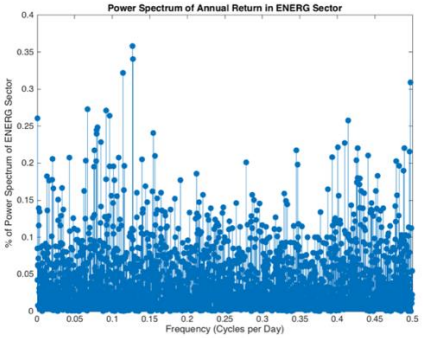
นอกจากการบริหารความเสี่ยงในสินทรัพย์อย่างเดียว เรายังสามารถที่จะดูความสัมพันธ์ของความถี่ในแต่ละสินทรัพย์ได้ เนื่องจากในแต่ละสินทรัพย์จะมี Spectral Density Function ที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่าง เช่น ถ้านักลงทุนจะบริหารพอร์ตการลงทุนในภาคธุรกิจทั้ง 12 ภาคธุรกิจ ได้ แ ก่ Bank, Commerce, Food, Energy, Construction Materials, Health, Insurance, Information and Communication Technology, Petrochemicals, Property, Tourism และ Transportation นักลงทุนสามารถที่จะเอาข้อมูลผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจมาวิเคราะห์ Spectral Density Function ได้ ซึ่งจะได้ดังรูปที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

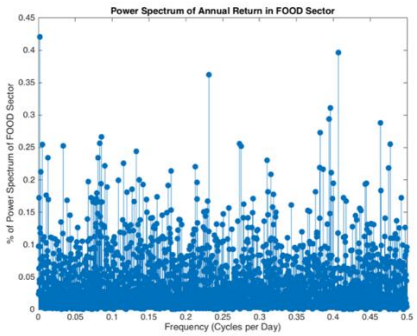


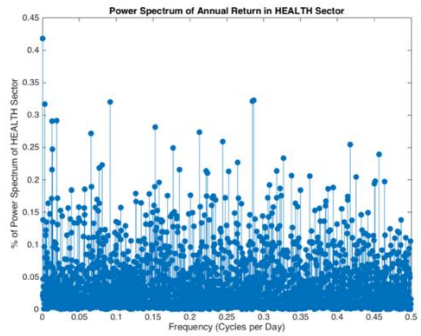


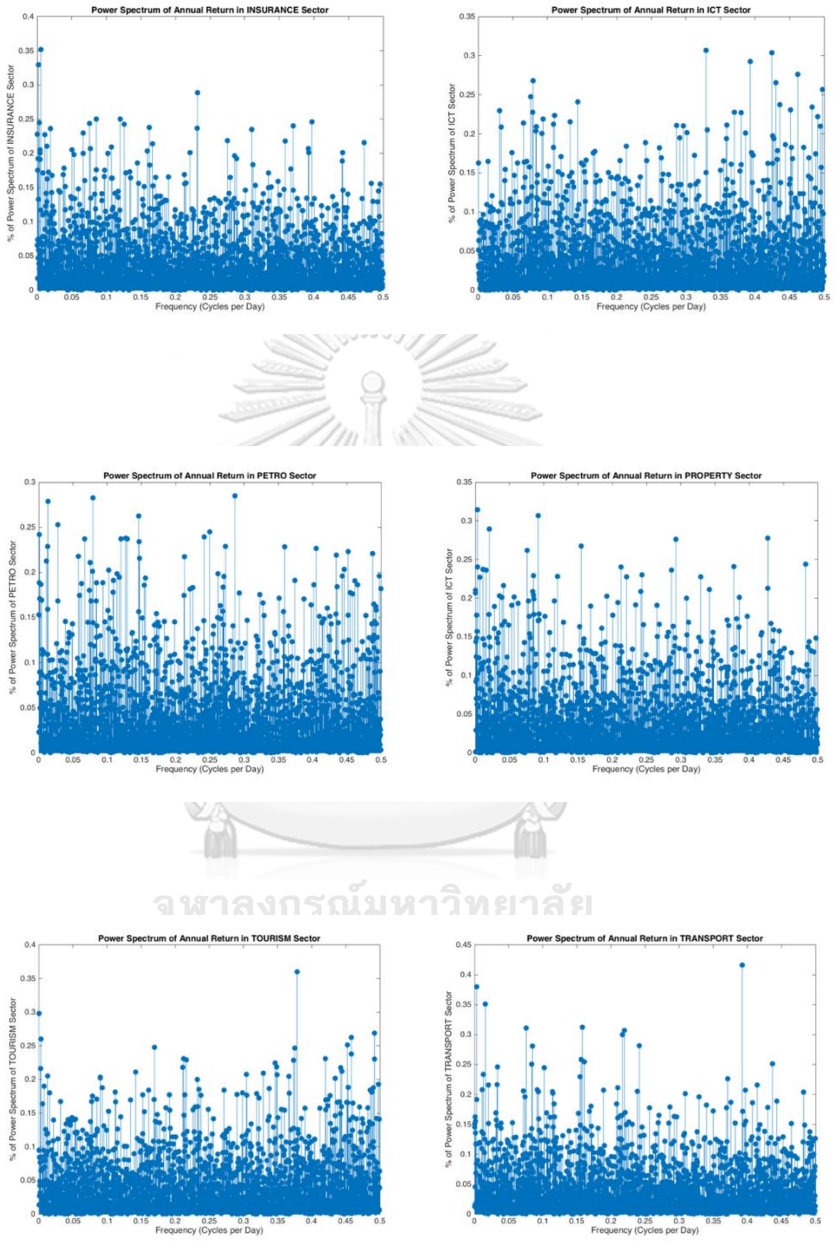




จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



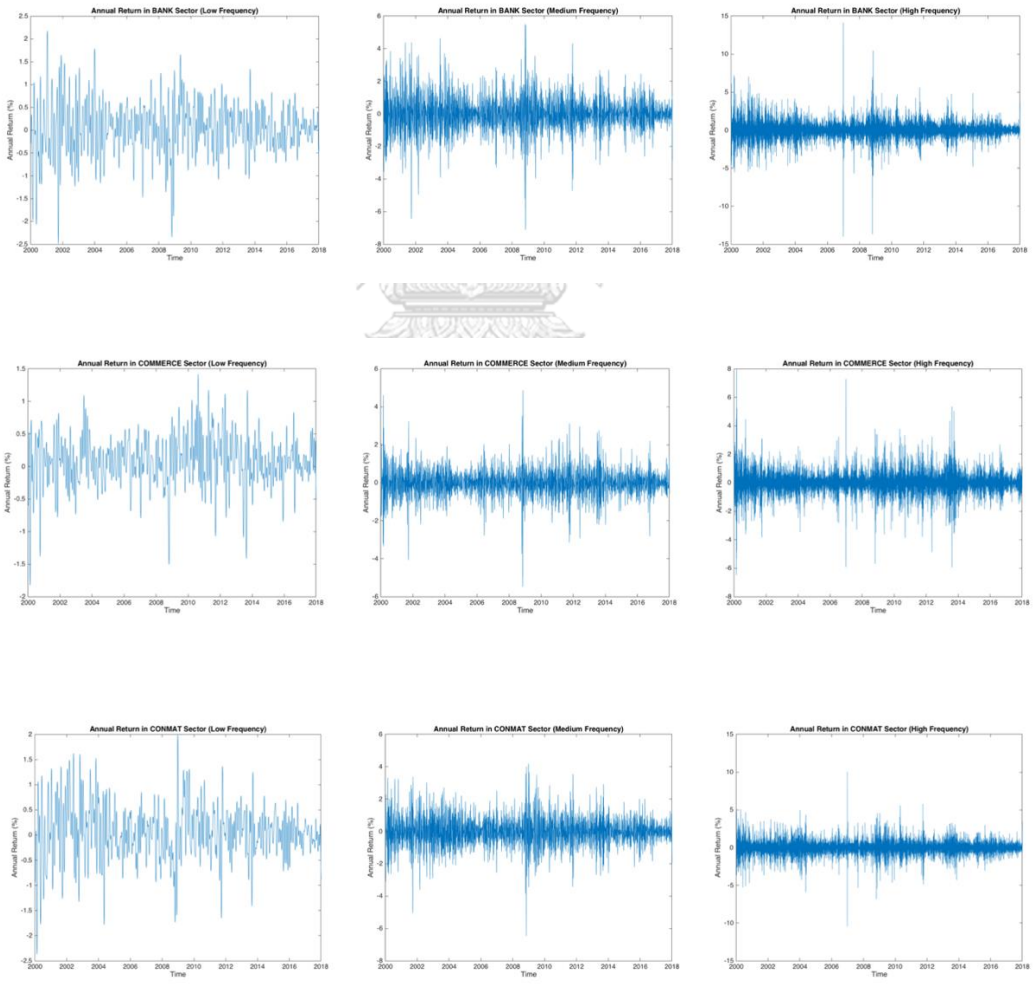


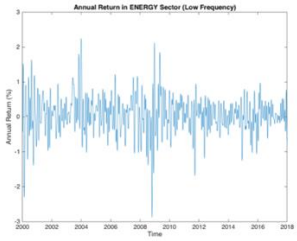


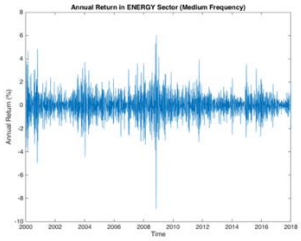
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

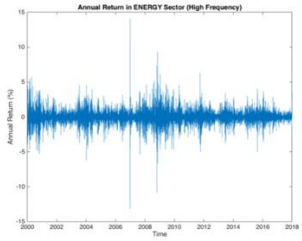
รูปที่ 5 : แสดงกราฟ Spectral Density Function ของผลตอบแทน แบบรายวัน ของทั้ง 12 ภาคธุรกิจ ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

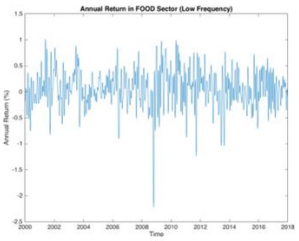
จาก Spectral Density Function ที่ได้ของแต่ภาคธุรกิจ จะเห็นว่าในแต่ละภาคธุรกิจจะมี Spectral Density Function ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ทำให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจมีค่าความถี่ที่แตกต่างกัน จาก Spectral Density Function ในรูปที่ 5 เราสามารถที่จะเลือกช่วงความถี่ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจได้ และนำเอามาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการบริหารความเสี่ยงของพอร์ตการลงทุนโดยดูความสัมพันธ์ในเชิงความถี่ของแต่ละภาคธุรกิจได้ โดยจะแบ่งออกเป็นสามช่วง คือ ช่วงความถี่ต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน), ช่วงความถี่กลาง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์และมากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) และช่วงความถี่สูง (มากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์) ซึ่งจะได้ผลดังรูปที่ 6

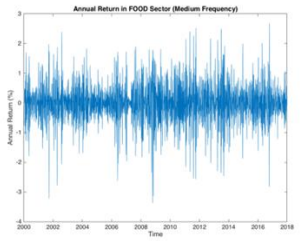


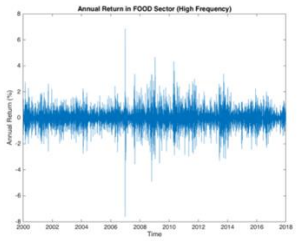

Annual Return in ENERGY Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

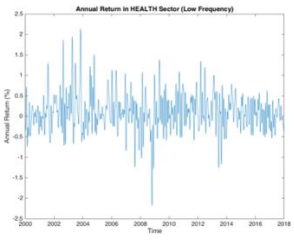

Annual Return in ENERGY Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time

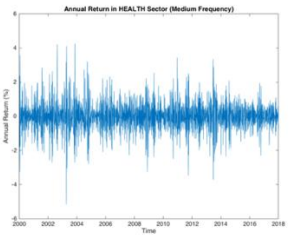

Annual Return in ENERGY Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time

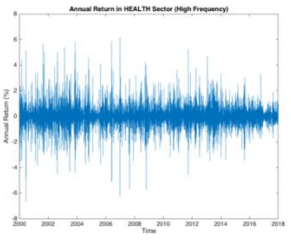

Annual Return in FOOD Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

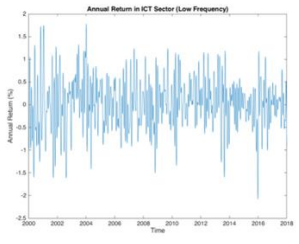

Annual Return in FOOD Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time

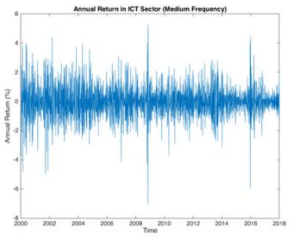

Annual Return in FOOD Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time

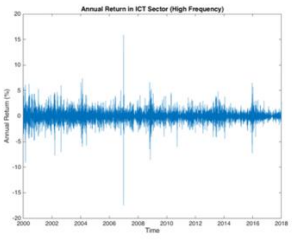

Annual Return in HEALTH Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

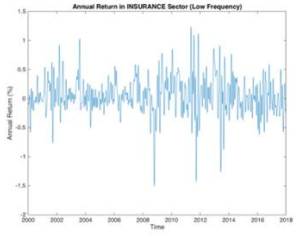

Annual Return in HEALTH Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time

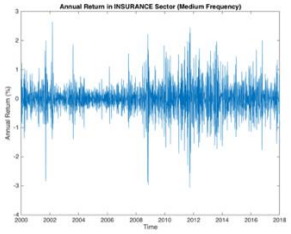

Annual Return in HEALTH Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time

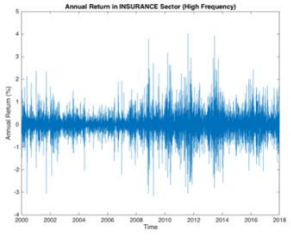

Annual Return in ICT Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

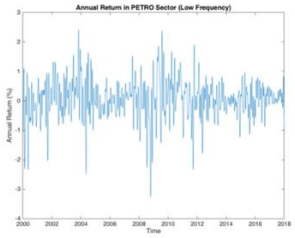

Annual Return in ICT Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time

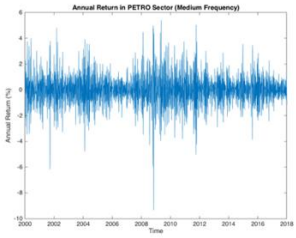

Annual Return in ICT Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time

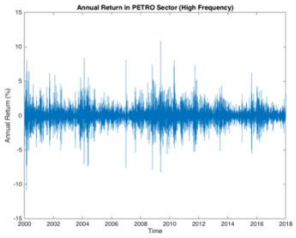

Annual Return in INSURANCE Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

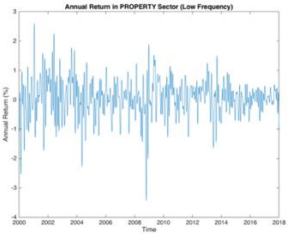

Annual Return in INSURANCE Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time

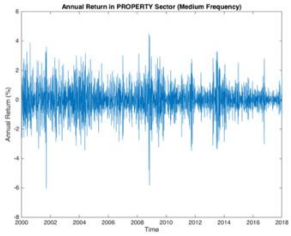

Annual Return in INSURANCE Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time

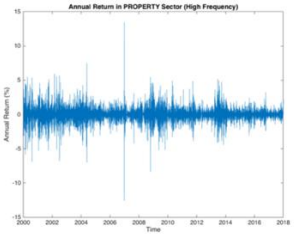

Annual Return in PETRO Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

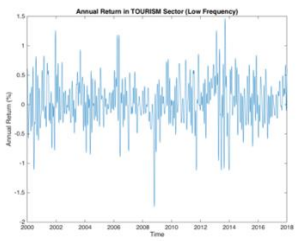

Annual Return in PETRO Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time

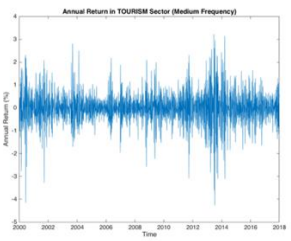

Annual Return in PETRO Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time

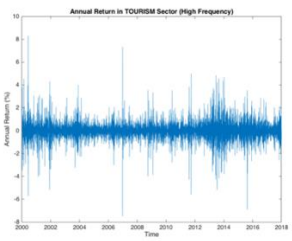

Annual Return in PROPERTY Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time

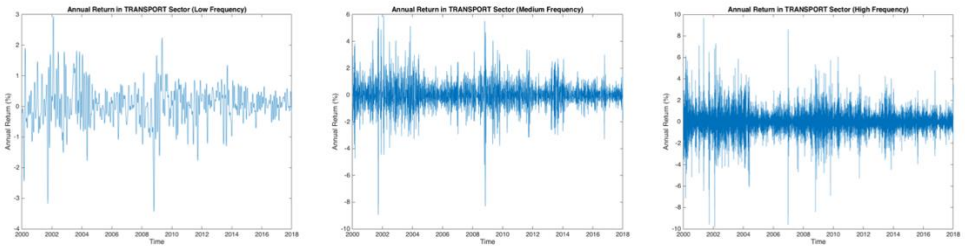

Annual Return in PROPERTY Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time


Annual Return in PROPERTY Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time


Annual Return in TOURISM Sector (Low Frequency)
Annual Return (%)
Time


Annual Return in TOURISM Sector (Medium Frequency)
Annual Return (%)
Time


Annual Return in TOURISM Sector (High Frequency)
Annual Return (%)
Time



รูปที่ 6 : แสดงกราฟของผลตอบแทนของแต่ละภาคธุรกิจ
ในช่วงความถี่ต่ำ (คอลัมน์ซ้าย), *ช่วงความถี่กลาง (คอลัมน์กลาง) และช่วงความถี่สูง (คอลัมน์ขวา)*
ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จากกราฟผลตอบแทนในรูปที่ 6 จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจจะมีความแตกต่างกัน แต่เราสามารถที่จะดูความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละภาคธุรกิจเทียบกับ SET และเทียบกันเองในแต่ละช่วงความถี่ได้ ด้วยการพิจารณาความสัมพันธ์ร่วมของแต่ละภาคธุรกิจ โดยดูจาก Covariance Matrix จะได้ดังตาราง 1 ถึง 3

ตาราง 1 : แสดง Covariance Matrix ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ

	SET	BANK	COMM	CONMAT	ENERGY	FOOD	HEALTH	ICT	INSUR	PETRO	PROP	TOURISM	TRANS
SET	**0.18**												
BANK	0.21	**0.30**											
COMM	0.11	0.11	**0.13**										
CONMAT	0.19	0.21	0.11	**0.27**									
ENERGY	0.18	0.18	0.09	0.17	**0.26**								
FOOD	0.10	0.10	0.08	0.10	0.09	**0.12**							
HEALTH	0.09	0.09	0.07	0.10	0.08	0.07	**0.19**						
ICT	0.16	0.18	0.09	0.16	0.13	0.07	0.07	**0.28**					
INSUR	0.06	0.06	0.05	0.07	0.05	0.06	0.05	0.05	**0.09**				
PETRO	0.21	0.22	0.11	0.24	0.23	0.12	0.12	0.16	0.07	**0.41**			
PROP	0.23	0.27	0.14	0.25	0.19	0.13	0.12	0.19	0.09	0.26	**0.38**		
TOURISM	0.08	0.08	0.06	0.08	0.06	0.07	0.06	0.07	0.05	0.09	0.12	**0.13**	
TRANS	0.21	0.25	0.13	0.22	0.18	0.12	0.12	0.16	0.08	0.24	0.28	0.11	**0.38**

จากตาราง 1 จะเห็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนระหว่างภาคธุรกิจต่าง ๆ ในช่วงความถี่ต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) ซึ่งจะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดในช่วงความถี่ต่ำนี้ คือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์และภาคธุรกิจการขนส่ง ที่มีค่าความสัมพันธ์ร่วมถึง 0.28 ลองลงมาคือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์กับภาคธุรกิจธนาคารที่มีความสัมพันธ์ร่วม 0.27 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กับภาคธุรกิจอื่น ๆ น้อยที่สุด คือ ภาคธุรกิจประกันภัย ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์ร่วมเทียบกับภาคธุรกิจอื่น ๆ อยู่เพียงแค่ 0.05

นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจได้ ซึ่งภาคธุรกิจที่มีค่าความผันผวนมากที่สุดคือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมี (0.41) และภาคธุรกิจที่มีค่าความผันผวนน้อยที่สุด คือ ภาคธุรกิจประกันภัย (0.09)

สำหรับความสัมพันธ์ในแต่ละภาคธุรกิจเทียบกับตลาด SET ในช่วงความถี่ต่ำ จะมีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ ด้วยค่าความสัมพันธ์ 0.23 ลองลงมาก็คือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมี, ภาคธุรกิจธนาคาร, ภาคธุรกิจการขนส่ง ที่มีค่าความสัมพันธ์ร่วมในระดับเดียวกัน คือ 0.21 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กับ SET น้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัย ด้วยค่าความสัมพันธ์เพียง 0.06

ตาราง 2 : แสดง Covariance Matrix ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่กลาง

	SET	BANK	COMM	CONMAT	ENERGY	FOOD	HEALTH	ICT	INSUR	PETRO	PROP	TOURISM	TRANS
SET	**0.57**												
BANK	0.68	**1.09**											
COMM	0.35	0.38	**0.51**										
CONMAT	0.53	0.62	0.32	**0.80**									
ENERGY	0.58	0.59	0.32	0.49	**0.94**								
FOOD	0.30	0.33	0.24	0.27	0.29	**0.39**							
HEALTH	0.24	0.28	0.18	0.21	0.21	0.17	**0.62**						
ICT	0.58	0.62	0.36	0.50	0.49	0.28	0.25	**1.10**					
INSUR	0.19	0.21	0.15	0.17	0.17	0.14	0.12	0.18	**0.25**				
PETRO	0.63	0.69	0.39	0.62	0.69	0.34	0.24	0.55	0.22	**1.30**			
PROP	0.60	0.72	0.40	0.57	0.53	0.35	0.30	0.61	0.22	0.62	**0.92**		
TOURISM	0.21	0.22	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.23	0.11	0.19	0.28	**0.42**	
TRANS	0.56	0.67	0.37	0.53	0.51	0.32	0.28	0.55	0.21	0.59	0.64	0.23	**1.07**

จากตาราง 2 จะเห็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนระหว่างภาคธุรกิจต่าง ๆ ในช่วงความถี่กลาง (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์และมากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) ซึ่งจะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดในช่วงความถี่กลางนี้ คือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์และภาคธุรกิจธนาคาร ที่มีค่าความสัมพันธ์ร่วมถึง 0.72 ลองลงมาคือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมีกับภาคธุรกิจธนาคารและภาคธุรกิจปิโตรเคมีกับภาคธุรกิจพลังงาน ที่มีความสัมพันธ์ร่วม 0.69 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัยกับภาคธุรกิจการท่องเที่ยว ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์ร่วมอยู่เพียงแค่ 0.11

นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจได้ ซึ่งภาคธุรกิจที่มีค่าความผันผวนมากที่สุดคือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมี (1.30) และภาคธุรกิจที่มีค่าความผันผวนน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัย (0.25)

สำหรับความสัมพันธ์ในแต่ละภาคธุรกิจเทียบกับตลาด SET ในช่วงความถี่กลาง จะมีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ภาคธุรกิจธนาคาร ด้วยค่าความสัมพันธ์ 0.68 ลองลงมาก็คือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมีที่มีค่าความสัมพันธ์ร่วมในระดับเดียวกัน คือ 0.63 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กับ SET น้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัย ด้วยค่าความสัมพันธ์เพียง 0.19

ตาราง 3 : แสดง Covariance Matrix ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่สูง

	SET	BANK	COMM	CONMAT	ENERGY	FOOD	HEALTH	ICT	INSUR	PETRO	PROP	TOURISM	TRANS
SET	**1.02**												
BANK	1.24	**1.94**											
COMM	0.59	0.65	**0.87**										
CONMAT	0.88	1.01	0.51	**1.34**									
ENERGY	1.08	1.15	0.60	0.89	**1.65**								
FOOD	0.51	0.59	0.34	0.45	0.51	**0.68**							
HEALTH	0.45	0.52	0.31	0.39	0.43	0.29	**1.13**						
ICT	1.08	1.19	0.57	0.85	0.93	0.49	0.46	**2.01**					
INSUR	0.23	0.27	0.18	0.22	0.24	0.18	0.15	0.20	**0.40**				
PETRO	1.10	1.20	0.68	0.99	1.22	0.56	0.44	1.02	0.25	**2.33**			
PROP	1.09	1.29	0.66	0.94	1.05	0.57	0.51	1.10	0.30	1.17	**1.68**		
TOURISM	0.34	0.38	0.23	0.29	0.35	0.24	0.21	0.36	0.13	0.40	0.40	**0.87**	
TRANS	0.95	1.08	0.57	0.83	0.91	0.51	0.46	0.94	0.25	1.06	1.07	0.37	**1.85**

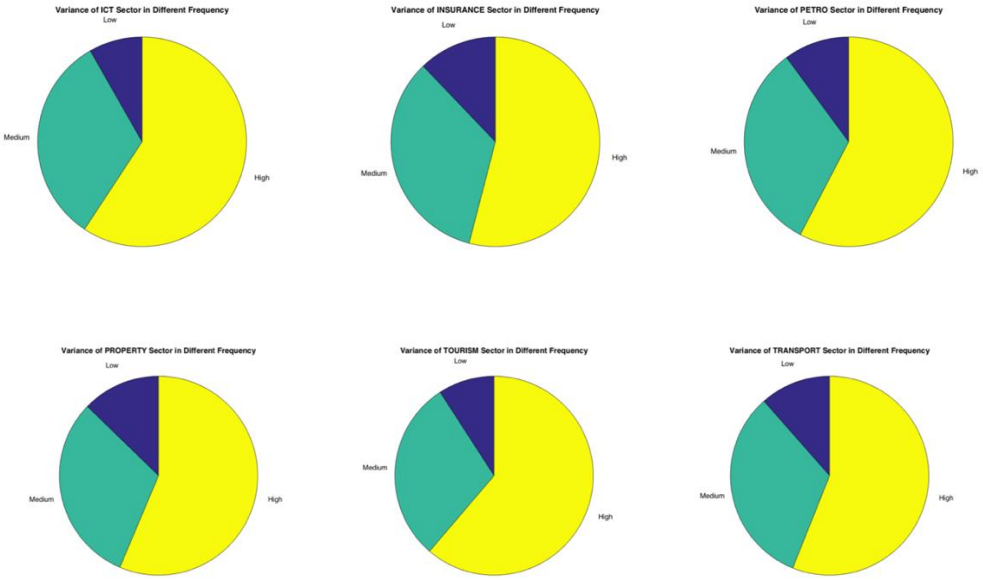
จากตาราง 3 จะเห็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนระหว่างภาคธุรกิจต่าง ๆ ในช่วงความถี่สูง (มากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์) ซึ่งจะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์

กันมากที่สุดในช่วงความถี่สูงนี้ คือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์กับภาคธุรกิจธนาคาร ที่มีค่าความสัมพันธ์ร่วมถึง 1.29 ลองลงมาคือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมีกับภาคธุรกิจพลังงานที่มีความสัมพันธ์ร่วม 1.22 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันน้อยที่สุด คือ ภาคธุรกิจการท่องเที่ยวและภาคธุรกิจประกันภัย ซึ่งมีค่าความสัมพันธ์ร่วมเพียงแค่ 0.13

นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาค่าความผันผวนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจได้ ซึ่งภาคธุรกิจที่มีค่าความผันผวนมากที่สุดคือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมี (2.33) และภาคธุรกิจที่มีค่าความผันผวนน้อยที่สุด คือ ภาคธุรกิจประกันภัย (0.40)

สำหรับความสัมพันธ์ในแต่ละภาคธุรกิจเทียบกับตลาด SET ในช่วงความถี่สูง จะมีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ภาคธุรกิจธนาคาร ด้วยค่าความสัมพันธ์ 1.24 ลองลงมาก็คือ ภาคธุรกิจปิโตรเคมี 1.10 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กับ SET น้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัย ด้วยค่าความสัมพันธ์เพียง 0.23

จากตารางค่าความสัมพันธ์ร่วมที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงความถี่ เราสามารถที่จะวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของแต่ละภาคธุรกิจในแต่ละช่วงความถี่ได้ โดยแบ่งออกเป็นอัตราส่วนดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 : แสดงอัตราส่วนของความแปรปรวนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ, กลางและสูง ตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จากรูปที่ 7 จะเห็นว่าผลตอบแทนของแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำจะมีค่าความแปรปรวนที่น้อยกว่าในช่วงความถี่อื่น ๆ และผลตอบแทนในช่วงความถี่ที่มีค่าความแปรปรวนมากที่สุดคือ ผลตอบแทนในช่วงความถี่สูง

นอกจากนี้ เรายังสามารถวัดความสัมพันธ์ของผลตอบแทนของแต่ละภาคธุรกิจในแต่ละช่วงความถี่ในรูปแบบของ Correlation Matrix ได้ดังตาราง 4 ถึง 6

จากตารางที่ 4 จะเห็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ โดยภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันมากที่สุดคือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์กับภาคธุรกิจธนาคาร ที่มีค่าความสัมพันธ์ 0.80 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจโทรคมนาคมกับภาคธุรกิจด้านสุขภาพและภาคธุรกิจประกันภัย ที่มีค่าความสัมพันธ์ 0.32

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในช่วงความถี่ต่ำเมื่อเทียบกับ SET จะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ภาคธุรกิจธนาคาร (0.90) และน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัย (0.48)

ตาราง 4 : แสดงค่า Correlation ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่ต่ำ

	SET	BANK	COMM	CONMAT	ENERGY	FOOD	HEALTH	ICT	INSUR	PETRO	PROP	TOURISM	TRANS
SET	1.00												
BANK	0.90	1.00											
COMM	0.67	0.56	1.00										
CONMAT	0.85	0.74	0.56	1.00									
ENERGY	0.82	0.65	0.50	0.65	1.00								
FOOD	0.66	0.51	0.62	0.55	0.53	1.00							
HEALTH	0.50	0.39	0.42	0.42	0.38	0.48	1.00						
ICT	0.72	0.61	0.48	0.58	0.49	0.40	0.32	1.00					
INSUR	0.48	0.37	0.46	0.42	0.35	0.56	0.38	0.32	1.00				
PETRO	0.78	0.63	0.48	0.71	0.70	0.56	0.43	0.46	0.38	1.00			
PROP	0.88	0.80	0.64	0.78	0.60	0.62	0.45	0.58	0.48	0.66	1.00		
TOURISM	0.52	0.41	0.46	0.42	0.35	0.54	0.38	0.36	0.50	0.40	0.53	1.00	
TRANS	0.80	0.74	0.57	0.69	0.56	0.56	0.45	0.49	0.46	0.61	0.75	0.49	1.00

ตาราง 5 : แสดงค่า Correlation ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่กลาง

	SET	BANK	COMM	CONMAT	ENERGY	FOOD	HEALTH	ICT	INSUR	PETRO	PROP	TOURISM	TRANS
SET	1.00												
BANK	0.87	1.00											
COMM	0.65	0.51	1.00										
CONMAT	0.79	0.66	0.50	1.00									
ENERGY	0.79	0.58	0.46	0.57	1.00								
FOOD	0.64	0.51	0.54	0.49	0.49	1.00							
HEALTH	0.41	0.34	0.32	0.29	0.27	0.34	1.00						
ICT	0.74	0.57	0.48	0.54	0.48	0.43	0.30	1.00					
INSUR	0.50	0.41	0.41	0.39	0.35	0.44	0.30	0.34	1.00				
PETRO	0.74	0.58	0.48	0.61	0.63	0.48	0.27	0.46	0.38	1.00			
PROP	0.84	0.72	0.59	0.67	0.57	0.58	0.40	0.61	0.45	0.57	1.00		
TOURISM	0.43	0.32	0.36	0.30	0.27	0.39	0.32	0.33	0.35	0.26	0.45	1.00	
TRANS	0.72	0.62	0.51	0.57	0.51	0.50	0.34	0.51	0.40	0.50	0.65	0.35	1.00

จากตาราง 5 จะเห็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่กลาง โดยภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันมากที่สุดคือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์กับภาคธุรกิจธนาคาร ที่มีค่าความสัมพันธ์ 0.72 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจการท่องเที่ยวกับภาคธุรกิจปิโตรเคมี ที่มีค่าความสัมพันธ์ 0.26

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในช่วงความถี่กลางเมื่อเทียบกับ SET จะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ภาคธุรกิจธนาคาร (0.87) และน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจด้านสุขภาพ (0.41)

ตาราง 6 : แสดงค่า Correlation ของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่สูง

	SET	BANK	COMM	CONMAT	ENERGY	FOOD	HEALTH	ICT	INSUR	PETRO	PROP	TOURISM	TRANS
SET	1.00												
BANK	0.88	1.00											
COMM	0.63	0.50	1.00										
CONMAT	0.76	0.63	0.47	1.00									
ENERGY	0.83	0.64	0.50	0.60	1.00								
FOOD	0.61	0.51	0.44	0.47	0.48	1.00							
HEALTH	0.42	0.35	0.32	0.32	0.31	0.33	1.00						
ICT	0.75	0.60	0.43	0.52	0.51	0.42	0.30	1.00					
INSUR	0.37	0.30	0.30	0.30	0.29	0.35	0.22	0.23	1.00				
PETRO	0.71	0.56	0.48	0.56	0.62	0.44	0.27	0.47	0.26	1.00			
PROP	0.83	0.72	0.55	0.62	0.63	0.53	0.37	0.60	0.36	0.59	1.00		
TOURISM	0.37	0.30	0.26	0.27	0.29	0.32	0.21	0.27	0.22	0.28	0.33	1.00	
TRANS	0.69	0.57	0.45	0.53	0.52	0.45	0.32	0.49	0.29	0.51	0.61	0.29	1.00

จากตาราง 6 จะเห็นความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจในช่วงความถี่สูง โดยภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันมากที่สุดคือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์กับภาคธุรกิจธนาคาร ที่มีค่าความสัมพันธ์ 0.72 ส่วนภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจการท่องเที่ยวกับภาคธุรกิจด้านสุขภาพ ที่มีค่าความสัมพันธ์ 0.21

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในช่วงความถี่สูงเมื่อเทียบกับ SET จะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดคือ ภาคธุรกิจธนาคาร (0.88) และน้อยที่สุดคือ ภาคธุรกิจประกันภัยและภาคธุรกิจการท่องเที่ยว (0.37)

จากตารางค่าความสัมพันธ์ในแต่ละช่วงความถี่ที่ได้ จะเห็นว่าภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดกับ SET ในทุกช่วงความถี่ คือ ภาคธุรกิจธนาคาร และภาคธุรกิจที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดในทุกช่วงความถี่คือ ภาคธุรกิจอสังหาริมทรัพย์กับภาคธุรกิจธนาคาร

จากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นในข้างต้น จะเห็นว่าในแต่ละช่วงความถี่ของการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจ จะมีความสัมพันธ์กันระหว่างภาคธุรกิจที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงความถี่ โดยบางภาคธุรกิจจะมีความสัมพันธ์กันทั้งในช่วงความถี่ต่ำ ช่วงความถี่กลาง และช่วงความถี่สูง แต่บางภาคธุรกิจก็มีความสัมพันธ์ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงความถี่ ทำให้เห็นว่า การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสองภาคธุรกิจ สามารถทำได้ละเอียดขึ้น ด้วยการแบ่งช่วงความถี่ของการเปลี่ยนแปลงที่เราต้องการจะพิจารณาได้ เนื่องจากสองภาคธุรกิจอาจมีความสัมพันธ์กันในบางช่วงความถี่เท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในรอบวัฏจักรของตลาดทุน SET (Stock Exchange of Thailand)

ภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ในตลาดการเงินที่เกิดขึ้นตลอดเวลา นักลงทุนจำเป็นที่จะต้องหากระบวนการอะไรบางอย่างเพื่อที่จะนำมาใช้ในการบริหารพอร์ตการลงทุนของตัวเอง เพื่อให้เกิดความเสี่ยงน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

รอบวัฏจักรสามารถวัดได้จากค่าความถี่ โดยมีหน่วยเป็น รอบต่อหน่วยเวลา ซึ่งถ้าหน่วยเวลามีหน่วยที่ต่างกัน ความถี่ก็จะต่างกัน เช่น หน่วยวันกับหน่วยเดือน เช่น ในกรณีของข้อมูลที่มีหน่วยเวลาเป็นวัน จะมีความถี่ของข้อมูลที่สูงกว่ากรณีของข้อมูลที่มีหน่วยเวลาเป็นเดือน ความต่างกันของความถี่ที่เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยเวลานี่เองที่มีความสำคัญสำหรับการพิจารณาเลือกวิธีการที่จะนำมาวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ถ้าข้อมูลอยู่ในหน่วยวันและมีความถี่สูง เราก็ควรจะเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในสถานการณ์ที่มีความถี่สูง อย่างเช่น High Frequency Trading หรือ Mean-Reversion เป็นต้น

สำหรับการลงทุนในสถานการณ์จริง การเลือกวิเคราะห์ข้อมูลในหน่วยเวลาไหน จะขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของตัวนักลงทุนเอง เนื่องจากในแต่ละหน่วยเวลา ก็จะให้ค่าความเสี่ยงที่เกิดจากปัจจัยทางด้านสถิติและปัจจัยที่ส่งผลต่อการลงทุนที่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวัดค่าความคาดหวังของผลตอบแทนจากการลงทุน

การลงทุนในสินทรัพย์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลาดการเงิน นักลงทุนจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นและผลตอบแทนที่คาดหวังว่าจะได้จากการลงทุน ซึ่งในส่วนของความเสี่ยง จะกล่าวถึงอีกครั้งในบทที่ 3 สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงค่าความคาดหวังของผลตอบแทนจากการลงทุนก่อน

ค่าความคาดหวังของผลตอบแทน คือ ค่าที่บอกถึงผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้จากการลงทุนภายใต้ความน่าจะเป็นทั้งหมดที่อาจจะเกิดขึ้นในสินทรัพย์ที่เราลงทุน ในปี ค.ศ. 2008 Lo นักเศรษฐศาสตร์การเงินที่ MIT ก็ได้เสนอมุมมองในการวัดค่าความคาดหวังของผลตอบแทน โดยเกิดมาจากสองส่วน ส่วนแรกคือส่วนที่เป็น active และอีกส่วนเกิดมาจาก passive ดังสมการ

$$\sum_{i=1}^{N} E[w_{it} r_{it}] = \sum_{i=1}^{N} Cov[w_{it}, r_{it}] + \sum_{i=1}^{N} E[w_{it}]E[r_{it}] \qquad (1)$$

โดย $\sum_{i=1}^{N} Cov[w_{it}, r_{it}]$ คือส่วนของ active และ $\sum_{i=1}^{N} E[w_{it}]E[r_{it}]$ คือส่วนของ passive และ w_{it}และ r_{it} คือ น้ำหนักในการลงทุนและผลตอบแทนของสินทรัพย์ i ที่เวลา t ในส่วนของ passive คือส่วนที่บอกถึงค่าเฉลี่ยของ position ที่กองทุนลงทุนในสินทรัพย์ที่อยู่ในพอร์ตวัดจากค่าคาดหวังของน้ำหนักการลงทุนคูณกับค่าคาดหวังของผลตอบแทนในแต่ละช่วงเวลา t และสามารถมองเป็นส่วนหนึ่งของผลตอบแทนที่เกิดจากการเก็บค่า risk premium จากนักลงทุน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วน active เป็นส่วนที่แสดงถึงผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากความสามารถในการตัดสินใจของกองทุนที่จะซื้อ ขาย หรือไม่ซื้อขาย ในสินทรัพย์ที่สนใจ โดยวัดจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในสินทรัพย์นั้นว่าไปทางเดียวกันหรือไม่ ยิ่งไปทางเดียวกัน ค่าความคาดหวังของผลตอบแทนยิ่งมากขึ้น ซึ่งเราสามารถนำส่วน active นี้ มาวิเคราะห์ดูความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในโดเมนของความถี่ เพื่อดูว่ามีการให้น้ำหนักที่มีความถี่ตรงกับผลตอบแทนในตลาดหรือไม่

การประยุกต์ใช้แผนการลงทุนในสินทรัพย์ที่มีรอบวัฏจักรที่แตกต่างกัน

ค่าคาดหวังของผลตอบแทนที่จะได้จากการลงทุน ส่วนใหญ่จะมาจากการลงทุนที่มีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันกับวัฏจักรหรือความถี่ของสินทรัพย์ที่เราลงทุน ดังนั้นส่วนนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการบริหารผลตอบแทนที่จะเกิดขึ้นสำหรับกองทุนหรือนักลงทุน โดยการเลือกแผนการลงทุนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ความถี่ของผลตอบแทน ณ ตอนนั้น

ปี ค.ศ. 1990 Lo and MacKinlay ได้เสนอแผนการลงทุนกับสินทรัพย์ N สินทรัพย์ ที่พิจารณาถึงการกลับตัวของค่าผลตอบแทนฐีเคลื่อนกลับเข้าหาค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนในช่วงเวลา $t-q$ หรือที่เรียกว่า Mean-Reversion โดยมีสมการน้ำหนักการลงทุนดังสมการ

$$w_{i,t}(q) = -\frac{1}{N}\left(r_{i,t-q} - \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} r_{i,t-q}\right) \tag{2}$$

โดย q คือ จำนวนช่วงเวลาย้อนหลัง ที่นำมาพิจารณา ($q > 0$) ซึ่งแผนการลงทุนแบบนี้จะขึ้นอยู่กับการที่นักลงทุนเชื่อว่าที่ผ่านมา $t-q$ สินทรัพย์ที่ลดลงมาตลอดจะต้องกลับขึ้นเข้าหาค่าเฉลี่ย และสินทรัพย์ที่ขึ้นมาตลอดจะต้องกลับลงเข้าหาค่าเฉลี่ย หรือเรียกว่า “ contrarian ” ซึ่งแผนการลงทุนแบบนี้ จะขึ้นอยู่กับจำนวน q ช่วงเวลาที่นักลงทุนเชื่อว่าสินทรัพย์ที่ลงทุนจะเกิดการกลับตัวจากทิศทางเดิม

พิจารณาผลตอบแทนที่เกิดขึ้นมีรูปแบบตาม MA(1) ดังสมการ

Chulalongkorn University

$$r_{i,t} = \mu + \epsilon_{i,t} + \lambda\epsilon_{i,t-1} \tag{3}$$

โดยที่ $\epsilon_{i,t}$ คือค่าการแกว่งของผลตอบแทนสินทรัพย์ i ที่เวลา t ซึ่งมีความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 , λ คือค่าสัมประสิทธิ์ที่เกิดจากการประมาณและ μ คือค่า intercept ถ้านำสมการที่ (2) และ (3) มาหาค่าความคาดหวังของผลตอบแทนสำหรับแผนการลงทุนแบบ Mean-Reversion ในแบบ Lo and MacKinlay (1990) จะได้

$$E[w_{i,t}r_{i,t}] = \begin{cases} -\lambda\sigma^2(1-\frac{1}{N}) & if\ q=1 \\ 0 & if\ q>1 \end{cases} \quad (4)$$

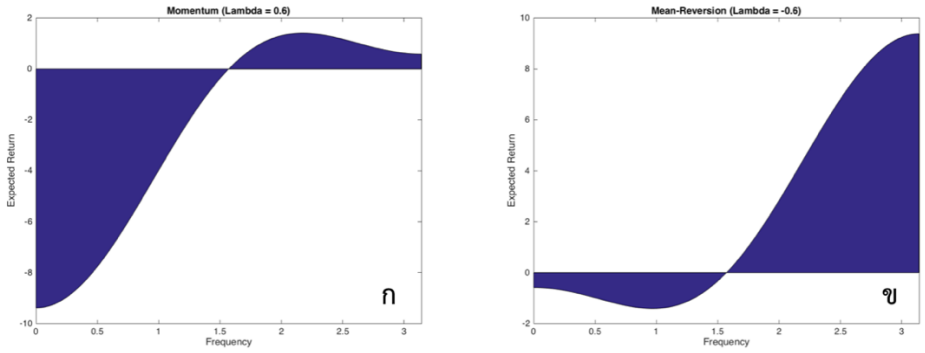
โดยที่ค่าผลตอบแทนคาดหวังในช่วง $q > 1$ จะเท่ากับ 0 เนื่องจากเราพิจารณาย้อนหลังเฉพาะ $q = 1$ จาก Chaudhuri and Lo (2015) ถ้าเกิดเราแปลงค่าคาดหวังของผลตอบแทนให้อยู่ในโดเมนของความถี่ ω โดยใช้ Fourier Transform สมการ (4) จะแปลงเป็น

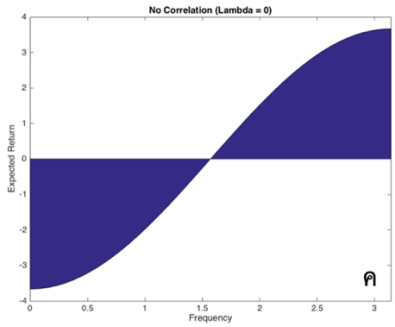
$$E[r_{i,t}w_{i,t}](\omega) = -\sigma^2(1-\frac{1}{N})[\lambda\cos(\omega(q+1)) + (1+\lambda^2)\cos(\omega q) + \lambda\cos(\omega(q-1))]\ ;\omega \in [0,2\pi) \quad (5)$$

จากสมการที่ (5) เราสามารถที่จะดูค่าความคาดหวังของผลตอบแทนในโดเมนของความถี่ได้ ทำให้สามารถบอกได้ว่าช่วงความถี่ใดบ้างที่แผนการลงทุนจะสามารถให้ผลตอบแทนที่เป็นบวกและมีประสิทธิภาพมากกว่าช่วงความถี่อื่น และนี่คือการนำแผนการลงทุนไปประยุกต์ใช้กับการลงทุนโดยการพิจารณาจากกรอบอ้างอิงของความถี่

จากสมการที่ (5) ถ้าสมมตินักลงทุนลงทุนในหุ้น 12 ตัว ด้วยแผนการลงทุนนี้ และในตอนนั้นหุ้นทุกตัวมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้นักลงทุนยังได้ลองทดสอบสมการที่ (3) กับหุ้นทุกตัว ปรากฏว่าได้ค่า λ สามกรณี ได้แก่ + 0.6 (Momentum) , - 0.6 (Mean Reversion) และ 0 (No Correlation) ตามลำดับ ทำให้ได้ผลตอบแทนที่คาดหวังในกรอบของความถี่ดังรูปที่ 8

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูปที่ 8 : แสดงค่าคาดหวังผลตอบแทนในกรอบอ้างอิงของความถี่
ก.) การลงทุนแบบ Momentum Strategy ($\lambda = 0.6$, q=1)
ข.) การลงทุนแบบ Mean-Reversion Strategy ($\lambda = -0.6$, q=1)
ค.) การลงทุนแบบ No Correlation ($\lambda = 0$, q=1)

จากรูปที่ 8 จะเห็นว่าที่ค่าความถี่ค่าหนึ่ง แผนการลงทุนแต่ละแบบจะให้ผลตอบแทนคาดหวังที่ต่างกัน ซึ่งแผนการลงทุนแบบ Mean-Reversion จะทำได้ดีกว่าแผนการลงทุนอีกสองแบบในกรณีที่พิจารณา $q = 1$ ทั้งในช่วงความถี่ต่ำและความถี่สูง (ไล่จากซ้ายไปขวา) ทำให้เห็นว่า เราสามารถที่จะเลือกใช้แผนการลงทุนให้เหมาะสมกับความถี่ของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นได้ด้วยการวิเคราะห์ผลตอบแทนคาดหวังในกรอบอ้างอิงของความถี่

ตัวอย่างวิธีเชิงตัวเลขในการพิจารณาความถี่ของน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถ้าลองจำลองวิธีเชิงตัวเลขเพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการเลือกน้ำหนักการลงทุนเพื่อให้มีความถี่ที่ตรงกับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงในข้อมูลรายวันตั้งแต่เดือน มกราคม ค.ศ. 2000 ถึงเดือนธันวาคม ค.ศ. 2017 ของภาคธุรกิจพลังงานและโทรคมนาคมจากหลักทรัพย์บัวหลวง โดยเราจะแบ่งพอร์ตออกเป็น 3 พอร์ต ดังนี้

1.) พอร์ตที่ลงทุน โดยแบ่งเงินออกเป็นสัดส่วน 0.3 และ 0.7 เพื่อลงทุนสลับไปมาระหว่าง 2 ภาคธุรกิจ เพื่อให้มีความถี่สัมพันธ์กับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งสามารถวัดได้จากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทน

2.) พอร์ตที่ลงทุนในแบบให้น้ำหนักเท่ากันกับทุกภาคธุรกิจ (Equal weighted) ตลอดระยะเวลาที่มีการลงทุน

3.) พอร์ตที่ลงทุนแบบตรงข้ามกับพอร์ตการลงทุนที่ 1 โดยพอร์ตนี้จะแบ่งเงินออกเป็นสัดส่วน 0.3 และ 0.7 เพื่อลงทุนสลับไปมาระหว่าง 2 ภาคธุรกิจ เพื่อให้มีความถี่สัมพันธ์กับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งสามารถวัดได้จากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทน

จากพอร์ตการลงทุนทั้ง 3 แบบที่ได้จำลองขึ้นมา ทำให้ได้ผลดังตาราง 7

ตาราง 7 : แสดงผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจากแผนการลงทุนทั้ง 3 แบบ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

	Port 1	Port 2	Port 3
Expected Return	11.19	10.85	11.02
Active Return	5.68	5.34	5.51
Passive Return	5.51	5.51	5.51

จากพอร์ตการลงทุนทั้ง 3 แบบที่ได้แสดงไปในข้างต้น จะเห็นว่าทุกกรณีจะมีค่า Passive Return ที่เท่ากันหมด ดังนั้นการที่จะได้ผลตอบแทนมากน้อย จะขึ้นอยู่กับส่วน Active Return ซึ่งก็คือส่วนที่บริหารเพื่อให้น้ำหนักการลงทุนมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับผลตอบแทนที่เกิดขึ้น สำหรับกรณีพอร์ตแบบแรกที่มีค่า Active Return มาก แสดงว่ามีความสัมพันธ์ของความถี่ที่ไปในทางเดียวกันกับผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจ ซึ่งสังเกตได้จากค่าความแปรปรวนร่วมมีค่าเป็นบวก (5.68 %) ทำให้มีค่าคาดหวังของผลตอบแทน 11.19 % ส่วนในพอร์ตที่มีการลงทุนแบบที่มีค่า Active Return น้อยลงมา ซึ่งเกิดจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจมีค่าน้อยกว่ากรณีพอร์ตแรก สังเกตได้จากค่าความแปรปรวนร่วมที่เท่ากับ 5.51 % ทำให้มีค่าคาดหวังของผลตอบแทน 11.02 % ส่วนพอร์ตที่ให้ผลตอบแทนน้อยที่สุดใน 3 กรณีนี้ คือกรณีที่บริหารพอร์ตแบบ Equal-Weighted ที่มีค่าคาดหวังของผลตอบแทนเพียงแค่ 10.85 %

จากผลข้างต้น ทำให้เห็นว่าการบริหารพอร์ตการลงทุนที่มีการให้น้ำหนักการลงทุนเพื่อให้มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับความถี่ของผลตอบแทน จะทำให้มีค่าคาดหวังของผลตอบแทนมากกว่าในกรณีที่ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นมีค่าน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

Spectral Portfolio Theory

Spectral Portfolio Theory เป็นทฤษฎีที่ใช้การวิเคราะห์การบริหารพอร์ตการลงทุนจากการแปลงข้อมูลในกรอบของเวลาให้อยู่ในกรอบของความถี่ เนื่องจากแนวคิดหลักของทฤษฎีนี้คือ การกระจายน้ำหนักการลงทุนเพื่อให้เหมาะสมกับความถี่รอบวัฏจักรของผลตอบแทนในสินทรัพย์นั้น ๆ

Andrew Lo (ศาสตราจารย์ด้านเศรษฐศาสตร์การเงินที่ Massachusetts Institute of Techno-logy และหนึ่งในผู้ก่อตั้งกองทุน AlphaSimplex Group) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับ Spectral Portfolio ว่า “ การที่จะได้กำไรจากการลงทุนในแต่ละค่าความถี่ จะต้องเกิดความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่ความถี่นั้น ๆ ”

Curve Smoothing

ทฤษฎี curve smoothing สามารถนำไปใช้ในการประมาณค่าหรือแนวโน้มของข้อมูล ซึ่งมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า การวิเคราะห์เชิงถดถอย

การวิเคราะห์เชิงถดถอย สามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท เช่น การวิเคราะห์เชิงถดถอยแบบเชิงเส้น การวิเคราะห์เชิงถดถอยแบบเอกซ์โพเนนเชียล การวิเคราะห์เชิงถดถอยแบบพหุนามอันดับสูงหรือการวิเคราะห์เชิงถดถอยแบบตรีโกณมิติในรูปของฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ เป็นต้น ซึ่งวิธีการเลือกใช้ จะขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลที่เราพิจารณามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางใด

สำหรับการวิเคราะห์ผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในตลาดการเงิน เราจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในตลาดการเงินจะมีลักษณะเป็นแบบวัฏจักรที่แกว่งขึ้นลงรอบค่าเฉลี่ยค่าหนึ่ง ทำให้สามารถที่จะนำเอาการวิเคราะห์เชิงถดถอยแบบตรีโกณมิติมาช่วยในการวิเคราะห์ได้ โดยมีฟังก์ชันการวิเคราะห์ในรูปของไซน์ (ฟังก์ชันคี่) และโคไซน์ (ฟังก์ชันคู่) ซึ่งเรียกว่า อนุกรมฟูเรียร์

$$y(x,n) = \epsilon \ + \mu + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(\frac{2n\pi x}{T}) + b_n \sin(\frac{2n\pi x}{T})] \qquad (6)$$

โดย ϵ คือค่าความคลาดเคลื่อนของการวิเคราะห์, x คือตำแหน่งของข้อมูล, μ คือค่า intercept ที่เกิดจากฟังก์ชันคู่ของโคไซน์ที่ $n = 0$ และที่ค่า x คงที่ สามารถวิเคราะห์ได้ว่ามีค่า n

ค่าใดบ้างที่ทำให้สัมประสิทธิ์ a_n และ b_n สามารถอธิบายข้อมูลได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่า $2\pi/T$ จะถูกเรียกว่าค่าความถี่ที่เกิดขึ้นสำหรับช่วงเวลา T และ n คือจำนวนเท่าของความถี่ใด ๆ

จากหลักการนี้ จึงทำให้มีการพัฒนาเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลหรือสิ่งที่เกิดขึ้นแบบเป็นวัฏจักร ซึ่งถูกคิดค้นขึ้นโดยนักคณิตศาสตร์และนักฟิสิกส์ชื่อ Joseph Fourier (1822) โดยมีใจความหลักว่า ทุกฟังก์ชันเกิดจากการรวมกันของฮาร์โมนิคฟังก์ชันหลาย ๆ ความถี่ โดยวิธีการที่ใช้มีชื่อว่า Fourier Transform วิธีการนี้ถูกนำไปใช้ในหลากหลายด้าน เช่น Signal Processing, Communications, Astronomy และ Neuroscience เป็นต้น

Fourier Transform

Fourier Transform เป็นวิธีการหนึ่งทางอนุกรมเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์การรวมแบบเชิงเส้นของฟังก์ชันตรีโกณมิติ โดยการแปลงข้อมูลในกรอบของเวลาให้อยู่ในกรอบของความถี่ สำหรับในการวิจัยนี้ จะใช้การวิเคราะห์ Discrete-Time Fourier Transform (DTFT) เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Discrete ดังสมการ

$$X(\omega) = \sum_{t=-\infty}^{\infty} x_t e^{-j\omega t} = |X(\omega)| \angle X(\omega) \ , \qquad \omega \in [0,\ 2\pi) \tag{7}$$

จากสมการที่ (7) ω คือความถี่ในหน่วยของเรเดียนต่อข้อมูล, j คือจำนวนเชิงซ้อน $\sqrt{-1}$, x_t คือข้อมูลที่เป็นจำนวนจริง, $X(\omega)$ คือข้อมูลที่ได้จากการแปลง, $|X(\omega)|$ คือขนาดของ $X(\omega)$ และ $\angle X(\omega)$ คือมุมเฟสของ $X(\omega)$ สำหรับในการแปลงข้อมูลจากกรอบของความถี่กลับมาอยู่ในกรอบของเวลา จะใช้ Discrete Time Fourier Transform และ Inverse Discrete TIme Fourier Transform แบบ T-point ได้ดังสมการที่ (8) และ (9)

$$X_k = \sum_{t=0}^{T-1} x_t e^{-j\omega_k t} \ , \qquad k \in [0,\ T-1] \tag{8}$$

$$x_t = \frac{1}{T} \sum_{k=0}^{T-1} |X_k| \cos(\omega_k t + \angle X_k) \ , \qquad t \in [0,\ T-1] \tag{9}$$

โดยที่ k คือค่าความถี่ และ T คือจำนวน period ของข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ สำหรับการหาค่าความแปรปรวนร่วมในกรอบของความถี่จะหาจาก Cross Spectrum ผ่านกำลังของคลื่นดังสมการ

$$P_{xy}(\omega) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} E\ [(x_t - \bar{x})(y_{t+m} - \bar{y})]e^{-j\omega m} \tag{10}$$

จากสมการที่ (10) กำหนดให้ $L_{xy}(\omega) = \mathscr{R}\,[P_{xy}(\omega)]$ โดยที่ $\mathscr{R}$ คือค่าในส่วนที่เป็นจำนวนจริง ดังนั้น การหาความแปรปรวนร่วมในกรอบของเวลา สามารถหาได้จาก Inverse Transform ดังสมการ

$$Cov(x_t, y_t) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \mathscr{R}\ [P_{xy}(\omega)]\ d\omega \tag{11}$$

หรือเขียนให้อยู่ในรูป Discrete ได้ดังสมการ

$$Cov(x_t, y_t) = \frac{1}{T}\sum_{k=1}^{T-1} L_{xy}[k] \tag{12}$$

โดยที่ $L_{xy}[k] = \frac{1}{T}\mathscr{R}[X_k^* Y_k]$ และ X_k, Y_k คือ T-point DFT ของข้อมูล x_t และ y_t ที่ค่าความถี่ k ทำให้เห็นว่า Cross Spectrum ในกรอบของความถี่มีความเชื่อมโยงกับความแปรปรวนร่วมในกรอบของเวลา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากทฤษฎีของ Fourier สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักในการลงทุนและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในแต่ละภาคธุรกิจได้ โดยพิจารณาว่ามีความถี่ตรงกันหรือไม่ เพื่อที่จะนำไปใช้ในการเลือกใช้แผนการลงทุนที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ เช่น Trend Following Strategy เหมาะสำหรับความถี่ที่ช้า และ Mean-Reversion Strategy เหมาะสำหรับความถี่ที่เร็ว ซึ่งถ้าสามารถเลือกแผนการลงทุนได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ของตลาดการเงินในช่วงนั้น ๆ ก็สามารถที่จะเพิ่มผลตอบ แทนและบริหารความเสี่ยงในพอร์ตการลงทุนได้ดีมากขึ้น

การกระจายความเสี่ยงผ่านการเปลี่ยนแปลงของรอบวัฏจักรในตลาดทุน SET

กระบวนการที่สำคัญ คือการบริหารพอร์ตการลงทุนให้มีความผันผวนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการทำให้ความแปรปรวนของเมทริกซ์สเปกตรัมร่วมมีค่าน้อยที่สุดผ่านน้ำหนักการลงทุนในแต่ละภาคธุรกิจ ดังสมการ

$$\text{min} \qquad \tilde{w} = w^T \Sigma w \tag{13}$$

$$\text{s.t.} \qquad w^T \mu = \tilde{\mu} \text{ and } w^T 1 = 1 \tag{14}$$

โดยที่ w คือน้ำหนักการลงทุนในแต่ละภาคธุรกิจ, $\tilde{w}$ คือน้ำหนักการลงทุนที่ดีที่สุด, μ คือ ค่าเฉลี่ยผลตอบแทนที่เกิดขึ้น, $\tilde{\mu}$ คือค่าเฉลี่ยผลตอบแทนที่ดีที่สุด และ Σ คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลดัชนีในแต่ละภาคธุรกิจในกรอบของเวลาที่เกิดจากการแปลงมาจากเมทริกซ์สเปกตรัมร่วมของข้อมูลดัชนีในแต่ละภาคธุรกิจในกรอบของความถี่ วิธีการนี้จะทำให้เราสามารถบริหารพอร์ตการลงทุนให้มีความผันผวนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในช่วงระยะเวลาในการลงทุน นอกจากการให้ความสำคัญกับความเสี่ยงจากความผันผวนที่เกิดขึ้น เราสามารถที่จะวัดความสามารถของพอร์ต ได้ด้วยการใช้ค่า Sharpe Ratio ดังสมการ

$$Sharpe\ Ratio = \frac{return - risk\ free}{standard\ deviation} \qquad ; risk\ free = 0 \tag{15}$$

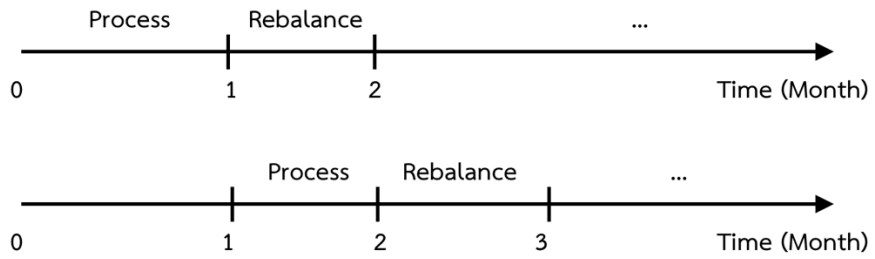
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สมการ (15) จะช่วยวัดความสามารถของพอร์ตว่าพอร์ตมีความเสถียรมากน้อยแค่ไหนจากค่าความเสี่ยงและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นของพอร์ต นอกจากนี้ยังมีอีกหลายวิธีการที่ใช้วัดความเสี่ยงได้ เช่น Maximum Drawdown , Correlation หรือ Beta เป็นต้น ซึ่งสามารถวิเคราะห์ในกรอบของความถี่ได้

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การบริหารพอร์ตการลงทุนสำหรับนักลงทุนโดยทั่วไป มักจะให้ความสำคัญกับการรับมือในเวลาที่ตลาดการเงินอยู่ในช่วงขาลง ซึ่งขึ้นอยู่กับอรรถประโยชน์ของแต่ละคน เช่น คนที่กลัวความเสี่ยงก็ต้องการบริหารพอร์ตเพื่อให้มีความผันผวนของผลตอบแทนในพอร์ตที่น้อย โดยที่ระดับของการกลัวความเสี่ยงส่วนมากจะอยู่ในช่วง 1 ถึง 10 หรือนักลงทุนที่หวังผลตอบแทนเป็นหลัก ก็จะบริหารพอร์ตโดยพิจารณาของผลตอบแทนเป็นหลัก ซึ่งความผันผวนของผลตอบแทนในพอร์ตอาจมากกว่าในกรณีแรกก็ได้

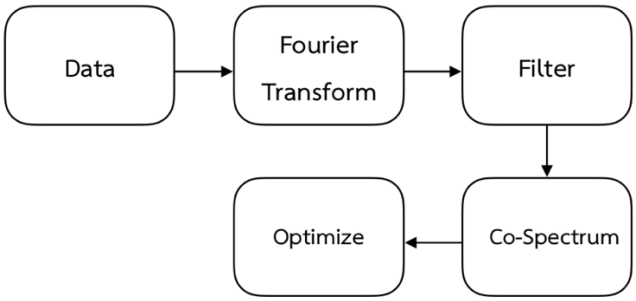
สำหรับในการวิจัยนี้ เราจะกำหนดให้นักลงทุนทุกคนเหมือนกันและไม่มีค่าคอมมิชชั่น โดยมีหลักการเลือกน้ำหนักการลงทุนในแต่ละภาคธุรกิจเพื่อทำให้ค่าผลตอบแทนที่ถูกปรับด้วยความเสี่ยงหรือ Sharpe Ratio มีค่ามากที่สุดในกลุ่มของน้ำหนักการลงทุนที่สามารถเป็นไปได้ในแต่ละช่วงเวลา และเลือกน้ำหนักการลงทุนเพื่อให้พอร์ตมีความผันผวนต่ำที่สุดในกลุ่มของน้ำหนักการลงทุนที่สามารถเป็นไปได้ในแต่ละช่วงเวลา หลังจากนั้นจะทำการปรับเปลี่ยนน้ำหนักการลงทุนของพอร์ตในแต่ละเดือนโดยใช้ข้อมูล 12 เดือนย้อนหลัง (250 วันย้อนหลัง) ในการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาน้ำหนักการลงทุนที่เหมาะสมในเดือนถัดไป ซึ่งจะทำการปรับพอร์ตทุก 3 เดือนแบบ Rolling Windowed Optimization ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 : แสดงแผนผังกระบวนการที่ใช้ในการปรับน้ำหนักการลงทุนในพอร์ตการลงทุน

ในส่วนของกระบวนการที่จะใช้หาน้ำหนักการลงทุนในแต่ละช่วงเวลา จะเกิดจากการนำเอาข้อมูลในแต่ละภาคธุรกิจที่อยู่ในกรอบของเวลามาแปลงโดยใช้ Discrete Time Fourier Transform แบบ T-point (T=250) เพื่อให้ข้อมูลอยู่ในรูปของการกระจายตัวในกรอบของความถี่ ซึ่งเราสามารถนำเอาข้อมูลส่วนนี้ไปวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลได้ด้วยการกรองช่วงความถี่ที่ไม่ต้องการออกไป

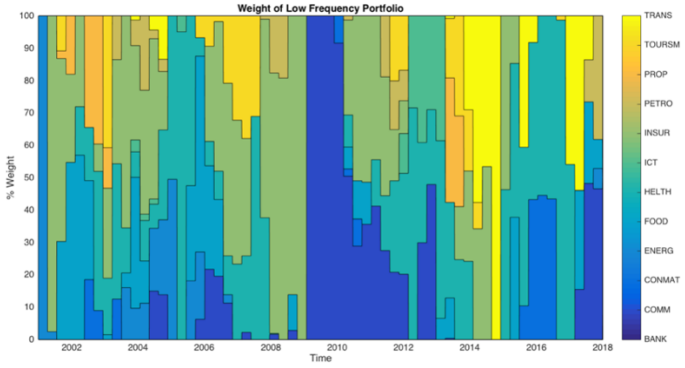
เนื่องจากในข้อมูลหนึ่งชุด จะประกอบไปด้วยความถี่หลายค่าความถี่ นักวิจัยจึงแบ่งการกรองช่วงความถี่ ออกเป็นช่วงการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนที่มีค่าความถี่สูง (มากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์) ค่าความถี่ต่ำ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) และค่าความถี่กลาง (มากกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อสัปดาห์แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 รอบต่อเดือน) ดังรูปที่ 10



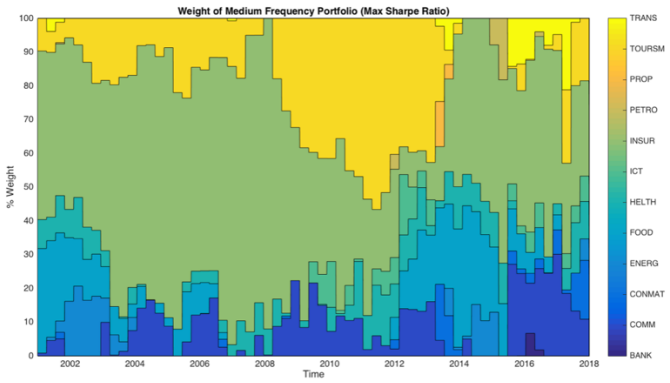
รูปที่ 10 : แสดงแผนผังกระบวนการที่ใช้ในการ Optimization ด้วยความสัมพันธ์ทางความถี่

จากรูปที่ 10 หลังจากที่กรองช่วงความถี่ที่ต้องการเสร็จเรียบร้อย ก็จะนำมาหาค่าความแปรปรวนร่วมของแต่ละภาคธุรกิจในกรอบของความถี่ หรือที่เรียกว่า Co-Spectrum เพื่อนำเอาความสัมพันธ์ของรอบการเปลี่ยนแปลงในแต่ละภาคธุรกิจที่สัมพันธ์กันในช่วงความถี่ต่ำและความถี่สูงมาแปลงเป็นค่าความแปรปรวนร่วมในกรอบของเวลา โดยใช้ Inverse Discrete Time Fourier Transform แบบ T-point (T=250) หลังจากนั้นก็จะนำเอาค่าความแปรปรวนร่วมมาใช้ในการเลือกน้ำหนักการลงทุนในแต่ละภาคธุรกิจ ในแบบที่ได้กล่าวไปช่วงต้นของบทนี้ ซึ่งจะได้น้ำหนักการลงทุนที่ขึ้นกับเวลาทุก 3 เดือน ดังรูป ที่ 11 ถึง 18

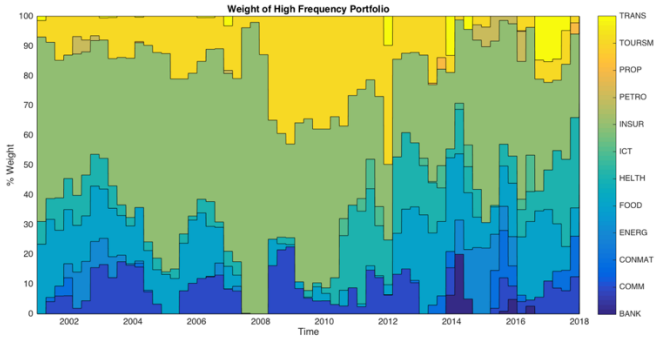
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 11 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ Low-Frequency Portfolio (Max Sharpe Ratio)

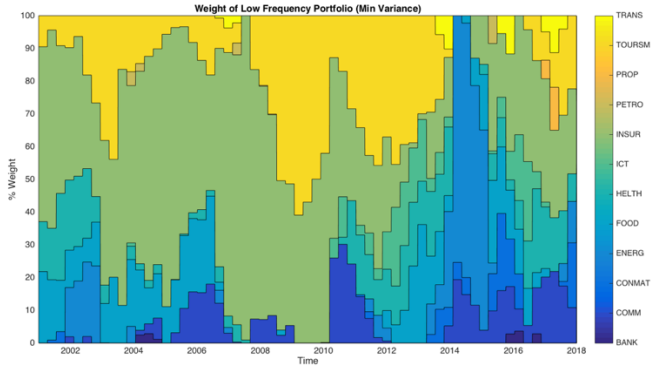


รูปที่ 12 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ Medium-Frequency Portfolio (Max Sharpe Ratio)

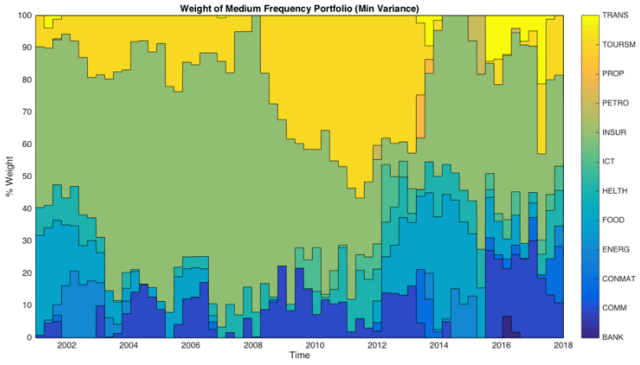


รูปที่ 13 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ High-Frequency Portfolio (Max Sharpe Ratio)

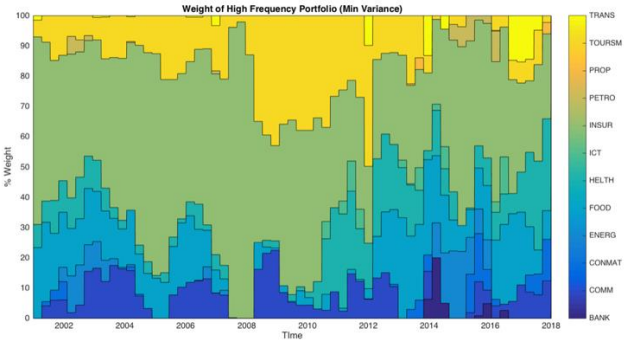
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 14 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ Low-Frequency Portfolio (Min Variance)

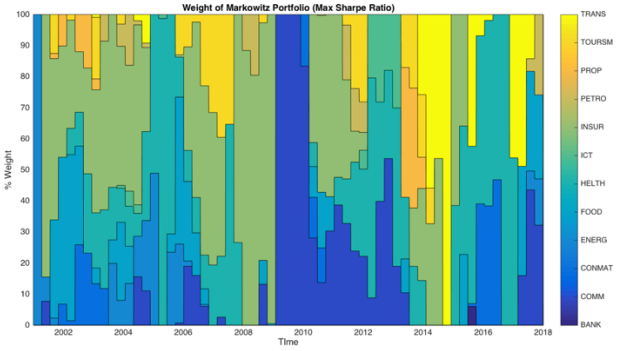


รูปที่ 15 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ Medium-Frequency Portfolio (Min Variance)

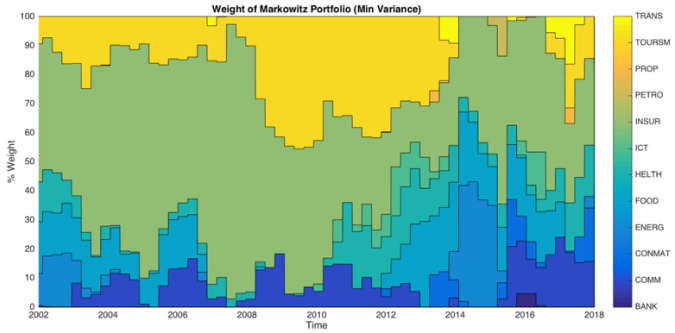


รูปที่ 16 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ High-Frequency Portfolio (Min Variance)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 17 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ Markowitz Portfolio (Max Sharpe Ratio)



รูปที่ 18 : แสดงน้ำหนักการลงทุนจากการปรับพอร์ตการลงทุนทุก 3 เดือนในแต่ละภาคธุรกิจ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017 ของ Markowitz Portfolio (Min Variance)

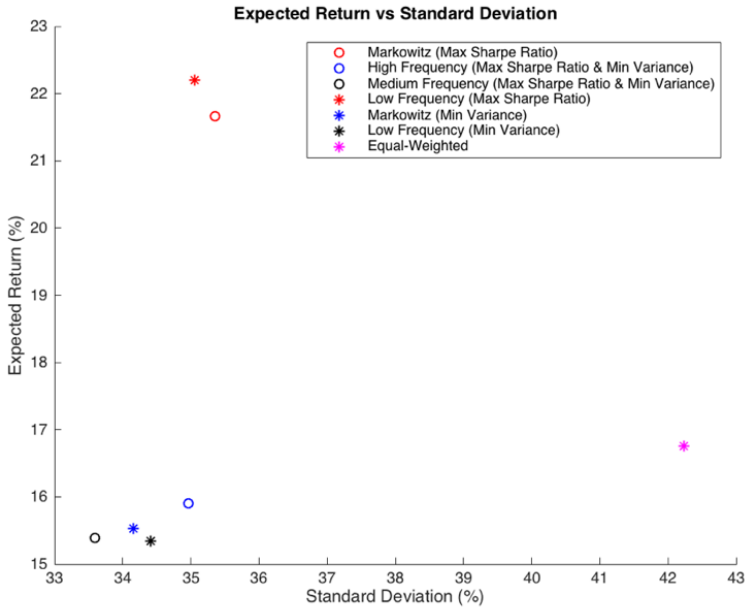
จากน้ำหนักการลงทุนที่เกิดขึ้น พอร์ตการลงทุนในแต่ละช่วงความถี่จะมีการปรับน้ำหนักระหว่างแต่ละภาคธุรกิจอยู่ทุก ๆ 3 เดือน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความผันผวนที่เกิดขึ้นของแต่ละภาคธุรกิจ ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งถ้านำเอาน้ำหนักการลงทุนที่ได้นี้ไปลงทุน ในแต่ละภาคธุรกิจ จะสามารถวัดออกมาเป็นค่าทางสถิติของผลตอบแทนโดยเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการเลือกน้ำหนักในการลงทุนในแบบของ Markowitz และแบบ Equal-Weighted ได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	21.66	35.36	0.61
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	15.91	34.96	0.46
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	15.39	33.59	0.46
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	22.20	35.06	**0.63**
Markowitz (Min Variance)	15.53	34.16	0.45
High Frequency (Min Variance)	15.91	34.96	0.46
Medium Frequency (Min Variance)	15.39	33.59	0.46
Low Frequency (Min Variance)	15.35	34.41	0.45
Equal-Weighted	16.76	42.23	0.40

จากตาราง 8 จะเห็นว่าพอร์ตการลงทุนที่พิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทน จะสามารถเพิ่มค่าผลตอบแทนคาดหวังได้เมื่อเทียบกับ Markowitz และยังมีค่าความเสี่ยงที่วัดจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า ซึ่งเกิดจากในช่วงความถี่ต่ำของผลตอบแทนจะมีการกรองสัญญาณรบกวนออกไปส่วนหนึ่ง ทำให้มีค่าความผันผวนที่น้อยลง ส่วนพอร์ตการลงทุนที่พิจารณาความถี่สูงของผลตอบแทนจะมีประสิทธิภาพเทียบกับ Markowitz ไม่ค่อยดีนักในกรณีที่มีการปรับพอร์ตแบบ Max Sharpe Ratio แต่ทำได้ดีกว่าในกรณีที่มีการปรับพอร์ตแบบ Min Variance ซึ่งเกิดจากในช่วงความถี่สูงของค่าผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจจะมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว ทำให้สามารถปรับพอร์ตให้เกิดผลตอบแทนที่ดีกว่าในกรณี Min Variance แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่ามากกว่าในกรณี Markowitz ทำให้เห็นว่า การเลือกช่วงความถี่ที่แตกต่างกันในการพิจารณาสำหรับการปรับน้ำหนักการลงทุน จะทำให้ได้ประสิทธิภาพของพอร์ตที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลของผลตอบแทนที่เรานำมาพิจารณามีความถี่ช่วงไหนในข้อมูลเป็นส่วนมาก

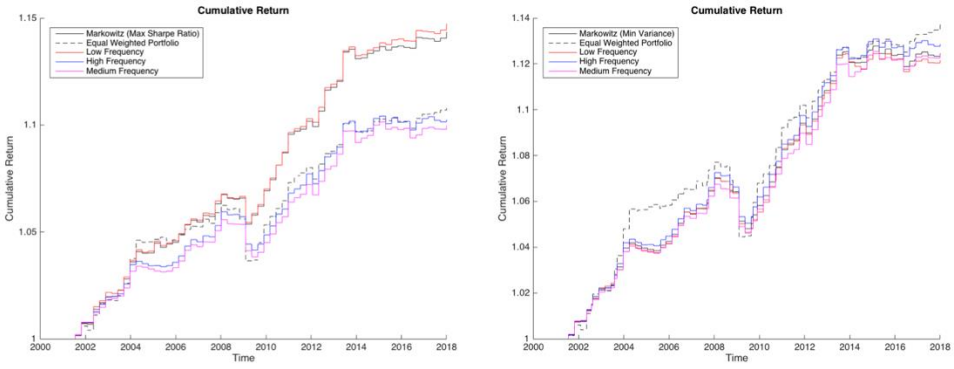
ถ้านำเอาผลตอบแทนที่ได้ของแต่ละพอร์ตการลงทุนและค่าเบี่ยงเบนของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในช่วงของการลงทุน มาเขียนให้อยู่ในระนาบผลตอบแทนกับความเสี่ยง เพื่อจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพอร์ตแต่ละพอร์ต โดยใช้ค่า Sharpe Ratio ในการเปรียบเทียบ จะได้ผลดังรูปที่ 19



รูปที่ 19 : แสดงผลตอบแทนคาดหวังเทียบกับค่าความเสี่ยง (Standard Deviation) แบบรายวันตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึง เดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จากรูปที่ 19 จะเห็นว่าพอร์ตการลงทุนที่พิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทน จะมีค่าผลตอบแทนเมื่อเทียบกับความเสี่ยงหรือ Sharpe Ratio ที่สูงกว่ากรณีของพอร์ตการลงทุนในแบบอื่น ๆ โดยที่พอร์ตการลงทุนที่พิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทนจะมีค่า Sharpe Ratio ที่มากกว่าพอร์ตการลงทุนที่พิจารณาแบบ Markowitz แสดงว่าค่าการที่พิจารณาช่วงความถี่ต่ำของผลตอบแทนในแต่ละภาคธุรกิจ จะทำให้ประสิทธิ-ภาพของพอร์ตการลงทุนดีขึ้น ซึ่งผมได้ทำการปรับพอร์ตการลงทุนตามกระบวนการข้างต้น แต่เปลี่ยนช่วงของการปรับน้ำหนักการลงทุนเป็นทุก 6 เดือน และทุก 12 เดือน พร้อมทั้งเปลี่ยนช่วงของ T-point เป็น 500 และ 750 เพื่อดูความเสถียรของโมเดลการปรับพอร์ตการลงทุนนี้ ซึ่งสามารถดูผลได้ในภาคผนวก

ถ้านำเอาพอร์ตการลงทุนในทุก 3 เดือน มาหากำไรสะสมในช่วงระยะเวลาที่ลงทุน จะได้กำไรสะสมที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปแบบของพอร์ตการลงทุนดังรูปที่ 20



รูปที่ 20 : แสดงกราฟกำไรสะสมทุก 3 เดือนของพอร์ตการลงทุนในแต่ละแบบในกรอบเวลาแบบรายวันตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึง เดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จากกำไรสะสมที่ได้แสดงในรูปที่ 20 จะเห็นว่าพอร์ตการลงทุนที่พิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทนแบบ Max Sharpe Ratio จะทำได้ดีกว่าพอร์ตการลงทุนแบบอื่น ๆ สำหรับพอร์ตการลงทุนแบบ Min Variance การลงทุนโดยใช้ Equal-Weighted จะดีกว่าแบบอื่น ๆ แต่ถ้าเอาไปเทียบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพอร์ต การลงทุนโดยใช้ Equal-Weighted จะแย่กว่าแบบอื่น ๆ

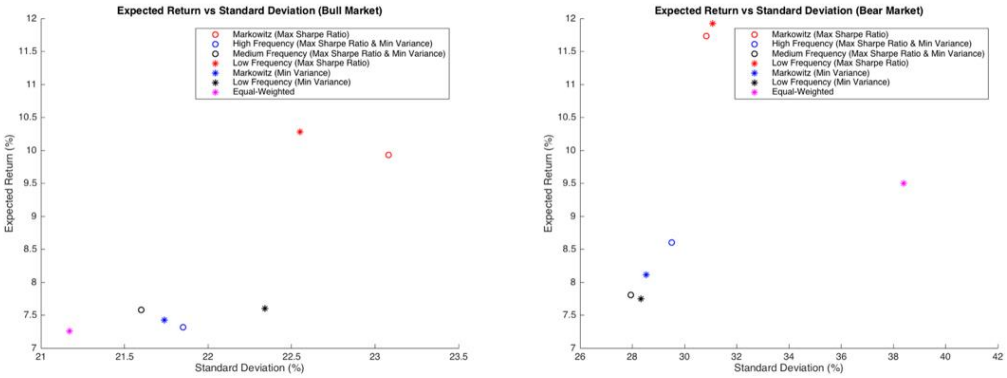
นอกจากนี้ ผมได้แบ่งสถานการณ์ของตลาดออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วง Bear Market และช่วง Bull Market โดยใช้ Probability Switching Model ในการอธิบาย หลังจากที่แบ่งสถานการณ์ของตลาดเสร็จเรียบร้อย ก็จะนำมาพิจารณาว่าในแต่ละสถานการณ์ของตลาดที่เกิดขึ้น พอร์ตการลงทุนแต่ละแบบจะมีประสิทธิภาพเป็นอย่างไร ซึ่งจะได้ผลตามตาราง 9

ตาราง 9 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	9.93	23.08	0.43	11.73	30.84	**0.38**
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	7.32	21.85	0.34	8.60	29.52	0.29
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	7.58	21.60	0.35	7.81	27.94	0.28
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	10.28	22.55	**0.46**	11.92	31.08	**0.38**
Markowitz (Min Variance)	7.43	21.74	0.34	8.11	28.54	0.28
High Frequency (Min Variance)	7.32	21.85	0.34	8.60	29.52	0.29
Medium Frequency (Min Variance)	7.58	21.60	0.35	7.81	27.94	0.28
Low Frequency (Min Variance)	7.60	22.34	0.34	7.75	28.33	0.27
Equal-Weighted	7.26	21.17	0.34	9.50	38.39	0.25

จากตาราง 9 จะเห็นว่าในสถานการณ์ของตลาดทั้ง 2 ช่วง พอร์ตการลงทุนที่ทำได้ดีในทั้ง 2 ช่วง คือ พอร์ตการลงทุนโดยพิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทนแบบ Max Sharpe Ratio แต่ในช่วง Bear Market ก็จะมีพอร์ตการลงทุนที่พิจารณา Markowitz แบบ Max Sharpe Ratio ที่ทำได้ดีพอ ๆ กับพอร์ตการลงทุนโดยพิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทนแบบ Max Sharpe Ratio

ถ้านำเอาผลตอบแทนที่ได้ของแต่ละพอร์ตการลงทุนและค่าเบี่ยงเบนของผลตอบแทนที่เกิดขึ้นของทั้ง 2 สถานการณ์ของตลาดในช่วงของการลงทุน มาเขียนให้อยู่ในระนาบผลตอบแทนกับความเสี่ยง เพื่อจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพอร์ตแต่ละพอร์ต โดยใช้ค่า Sharpe Ratio ในการเปรียบเทียบ จะได้ผลดังรูปที่ 21



รูปที่ 21 : แสดงผลตอบแทนคาดหวังเทียบกับค่าความเสี่ยง (Standard Deviation)
ช่วง Bull Market (ซ้าย) และ ช่วง Bear Market (ขวา)
แบบรายวันตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึง เดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จากรูปที่ 21 จะเห็นว่าพอร์ตการลงทุนโดยพิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทนแบบ Max Sharpe Ratio จะทำได้ดีกว่าพอร์ตแบบอื่น ๆ ทั้งใน 2 ช่วงของสถานการณ์ตลาด

สำหรับผลการวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าพอร์ตการลงทุนโดยพิจารณาความถี่ต่ำของผลตอบแทนแบบ Max Sharpe Ratio ส่วนใหญ่จะทำได้ดีกว่าพอร์ตการลงทุนแบบอื่น ๆ สำหรับในกรณีที่ช่วงของการปรับน้ำหนักการลงทุนเป็นทุก 6 เดือน และทุก 12 เดือน พร้อมทั้งเปลี่ยนช่วงของ T-point เป็น 500 และ 750 เพื่อดูความเสถียรของโมเดลการปรับพอร์ตการลงทุนนี้ ซึ่งสามารถดูผลได้ในภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ต่อไปจะลองพิจารณาการปรับเปลี่ยนค่าของช่วงความถี่ที่ใช้ จากช่วงความถี่ต่ำของผลตอบแทนที่น้อยกว่า 1 รอบต่อเดือน เป็นช่วงความถี่ที่น้อยกว่า 1 รอบต่อ 2 อาทิตย์ และ ช่วงความถี่ที่น้อยกว่า 1 รอบต่อ 3 อาทิตย์ โดยที่ยังมีการปรับน้ำหนักการลงทุนของพอร์ตการลงทุนทุก ๆ 3 เดือนเหมือนเดิม จะได้ผลดังตาราง 10

จากตาราง 10 จะเห็นว่าพอมีการปรับช่วงความถี่ที่ใช้ จะทำให้ผลตอบแทนที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างจากการบริหารพอร์ตแบบ Markowitz อย่างมีนัยสำคัญมากขึ้น สำหรับในกรณีที่มีช่วงของ T-point เป็น 250 พอร์ตการลงทุนจะมีประสิทธิภาพของพอร์ตที่ดีในช่วงความถี่ที่น้อยกว่า 1 รอบต่อ 2 อาทิตย์ ซึ่งในกรณีของ T-point 750 พอร์ตการลงทุนจะมีประสิทธิภาพของพอร์ตที่ดีในช่วงความถี่ที่น้อยกว่า 1 รอบต่อ 3 อาทิตย์ แต่พอมาพิจารณาในกรณีของ T-point 500 พอร์ตการลงทุนจะมีประสิทธิภาพของพอร์ตที่ดีในทั้งสองช่วงความถี่ ได้แก่ ช่วงความถี่ที่น้อยกว่า 1 รอบต่อ 3 อาทิตย์ และช่วงความถี่ที่น้อยกว่า 1 รอบต่อ 2 อาทิตย์

ตาราง 10 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในแต่ละช่วงความถี่ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250			Estimation Windows = 500			Estimation Windows = 750		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	21.66	35.36	0.61	20.48	38.24	0.54	19.61	40.23	0.49
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / Month)	22.20	35.06	0.63	21.25	37.71	0.56	20.30	40.88	0.50
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 2 Weeks)	23.41	35.59	**0.66**	22.32	39.28	**0.57**	20.18	41.35	0.49
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 3 Weeks)	22.36	35.24	0.63	22.40	39.31	**0.57**	21.67	40.85	**0.53**

ถ้าแยกพิจารณาพอร์ตการลงทุนในสองสถานการณ์ของตลาดการเงิน ซึ่งก็คือช่วง Bull Market และช่วง Bear Market ของพอร์ตที่มีประสิทธิภาพที่สุดในแต่ละช่วง T-point จะได้ผลดังตาราง 11

ตาราง 11 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ของแต่ละช่วงความถี่และ T-point ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Bull				Bear			
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	P-value	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	P-value
Markowitz (Max Sharpe Ratio) Estimation Window = 250	9.93	23.08	0.43	p = 0.067	11.73	30.84	0.38	p = 0.2387
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 2 Weeks) Estimation Window = 250	10.85	22.35	**0.49**		12.56	32.24	**0.39**	
Markowitz (Max Sharpe Ratio) Estimation Window = 500	13.14	25.51	**0.52**	p = 0.6076	7.34	31.70	0.23	p = 0.0282
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 3 Weeks) Estimation Window = 500	13.46	28.04	0.48		8.92	31.50	**0.28**	
Markowitz (Max Sharpe Ratio) Estimation Window = 750	11.08	25.83	0.43	p = 0.0379	8.53	33.77	0.25	p = 0.3427
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 3 Weeks) Estimation Window = 750	12.37	26.91	**0.46**		9.30	34.27	**0.27**	

จากตาราง 11 จะเห็นว่าในช่วง Bull Market และ Bear Market ส่วนใหญ่พอร์ตการลงทุนแบบวิเคราะห์สเปกตรัมจะทำได้ดีกว่าในกรณีแบบ Markowitz ขึ้นอยู่กับช่วงของ T-point ที่พิจารณา แต่จะมีบางกรณีที่ไม่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญมากนัก

จากผลที่ได้ จะเห็นว่าพอมีการปรับเปลี่ยนช่วงความถี่ที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักการลงทุนของพอร์ตการลงทุน จะทำให้ผลตอบแทนที่ได้มีค่าดีขึ้นและมีประสิทธิภาพของพอร์ตที่ดีขึ้นด้วย จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของพอร์ตการลงทุนจะดีหรือไม่ดี จะขึ้นอยู่กับช่วงของ T-point ที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักการลงทุน และช่วงของความถี่ที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักการลงทุน

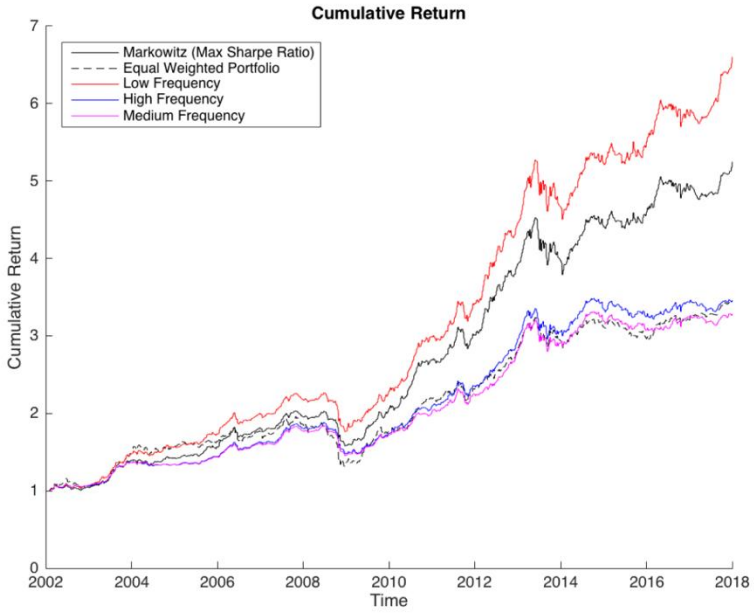
นอกจากนี้ ถ้าเกิดเราปรับเปลี่ยนช่วงการปรับน้ำหนักการลงทุนในพอร์ตการลงทุนจากทุก ๆ 3 เดือน เป็นทุก ๆ 1 สัปดาห์ โดยใช้ช่วงของ T-point ที่ 500 และมีการปรับช่วงความถี่ที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักการลงทุนด้วย จะได้ผลดังตาราง 12

ตาราง 12 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 1 สัปดาห์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 500		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	21.73	48.58	0.45
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / Month)	24.70	48.81	**0.51**
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 3 Weeks)	25.78	51.47	0.50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตาราง 12 จะเห็นว่าพอมีการปรับช่วงการปรับน้ำหนักการลงทุนในพอร์ตการลงทุนจากทุก ๆ 3 เดือน เป็นทุก ๆ 1 สัปดาห์ จะทำให้ค่าของผลตอบแทนมีค่าที่ดีขึ้นกว่าเดิมและค่าความเสี่ยงก็มีค่ามากขึ้นด้วย แต่ถ้าเปรียบเทียบระหว่างพอร์ตการลงทุนที่มีการใช้ความถี่ในการประมาณค่ากับพอร์ตการลงทุนแบบ Markowitz จะเห็นว่าพอร์ตการลงทุนที่มีการใช้ความถี่ในการประมาณค่าจะทำได้ดีกว่าพอร์ตการลงทุนแบบ Markowitz แบบมีนัยสำคัญ หรือประมาณ 3 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้าพิจารณาผลตอบแทนแบบสะสมของพอร์ตแต่ละแบบในกรณีที่มีค่า Sharpe Ratio มากที่สุด จะได้ดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 : แสดงกราฟกำไรสะสมทุก 1 สัปดาห์ของพอร์ตการลงทุนในแต่ละแบบในกรอบเวลาแบบรายวันตั้งแต่เดือนมกราคม ค.ศ. 2000 ถึง เดือนธันวาคม ค.ศ. 2017

จากรูปที่ 22 จะเห็นความแตกต่างระหว่างพอร์ตการลงทุนที่มีการใช้ความถี่ในการประมาณค่าเอาชนะพอร์ตการลงทุนแบบ Markowitz อย่างชัดเจน ทำให้เห็นว่าการใช้ความถี่ในการบริหารพอร์ตการลงทุน จะทำได้ดีกว่าการบริหารพอร์ตการลงทุนแบบดั้งเดิมแบบมีนัยสำคัญ ในกรณีที่มีการปรับค่าน้ำหนักการลงทุนบ่อยครั้ง ซึ่งถ้าพิจารณาแยกช่วงของสถานการณ์ตลาด จะได้ดังตาราง 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง 13 : แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 1 สัปดาห์ในช่วง Bear Market และ Bull Market ของแต่ละช่วงความถี่ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio) Estimation Window = 500	17.72	29.32	0.60	4.00	39.11	0.10
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / Month) Estimation Window = 500	19.50	30.01	**0.65**	5.20	39.04	**0.13**
Low Frequency (Max Sharpe Ratio) (Frequency < 1 Cycle / 3 Weeks) Estimation Window = 500	20.47	32.47	0.63	5.31	40.49	**0.13**

จากตาราง 13 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของพอร์ตการลงทุนที่มีการวิเคราะห์สเปกตรัม จะทำได้ดีกว่าพอร์ตการลงทุนแบบ Markowitz ในทั้ง Bull Market และ Bear Market อย่างเห็นได้ชัดเจน

จากผลที่เกิดขึ้น ทำให้ได้ว่า นักลงทุนสามารถที่จะกรองช่วงความถี่ของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนในแต่ละช่วงเวลา เพื่อที่จะทำให้พอร์ตการลงทุนมีประสิทธิภาพมากขึ้นในด้านของความเสี่ยงและผลตอบแทน (โดยวัดจากค่า Sharpe Ratio) ซึ่งช่วงความถี่ที่จะใช้ในการพิจารณาจะสามารถปรับเปลี่ยนได้ ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของนักลงทุนที่จะลงทุนในภาพของความถี่แบบไหน โดยวิธีที่ง่ายที่สุดคือการแปลงข้อมูลของผลตอบแทนที่มีจากกรอบอ้างอิงของเวลาให้อยู่ในกรอบอ้างอิงของความถี่ ดังที่ได้แสดงในบทที่ 2 โดยข้อมูลจะมีช่วงความถี่แบบไหน จะขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของตลาดการเงิน ณ ช่วงเวลานั้น ซึ่งสุดท้ายนี้ จะเห็นว่าช่วงเวลาในการปรับน้ำหนักการลงทุนจะมีความสำคัญอย่างมาก ยิ่งมีการปรับน้ำหนักการลงทุนบ่อย จะยิ่งทำให้การบริหารพอร์ตแบบวิเคราะห์สเปกตรัมมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการบริหารพอร์ตแบบ Markowitz

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย

การลงทุนโดยใช้แผนการลงทุนหรือพิจารณาช่วงความถี่ที่ต่างกัน จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของตลาดและความถี่ที่เกิดขึ้นของสินทรัพย์ ณ ตอนนั้น ๆ ซึ่งการวิเคราะห์ความถี่ของผลตอบ แทนที่เกิดขึ้น ถือว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญที่ควรจะพิจารณาสำหรับการลงทุนในตลาดการเงิน เนื่องจากในแต่ละช่วงเวลา จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าผลตอบแทนที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละภาคธุรกิจ ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ของตลาด ณ ช่วงเวลานั้น โดยการพิจารณาว่าในช่วงนั้นมีค่าความถี่ของการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงไหน สามารถทำได้ด้วยการแปลงข้อมูลค่าผลตอบแทนในกรอบอ้างอิงของเวลา ให้อยู่ในกรอบอ้างอิงของความถี่โดยใช้ Discrete Time Fourier Transform เพราะว่าในกรอบอ้างอิงของความถี่ เราสามารถที่จะพิจารณาได้ว่าข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของผลตอบแทนที่เกิดขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงความถี่ไหนเป็นส่วนใหญ่

สำหรับการลงทุนในตลาดการเงินที่เต็มไปด้วยความไม่แน่นอน การหาค่าผลตอบแทนคาดหวังจึงมีความสำคัญในการพิจารณาเพื่อจะให้น้ำหนักการลงทุนในสินทรัพย์ไหนบ้าง ซึ่งค่าผลตอบแทนคาดหวังนี้ถูกแบ่งออกเป็นส่วน Active กับส่วน Passive โดยส่วนที่ให้ความสำคัญในการวิจัยนี้คือ ส่วนของ Active เนื่องจากในส่วนของ Active จะเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักการลงทุนที่เราปรับเปลี่ยนและค่าผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงในตลาดที่สัดจากค่า Covariance ซึ่งค่า Covariance นี้สามารถที่จะนำเอาไปพิจารณาในกรอบของความถี่ได้ในรูปแบบของ Co-Spectrum โดยจะมีค่ามากก็ต่อเมื่อความถี่ของการปรับเปลี่ยนน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละภาคธุรกิจหรือสินทรัพย์ จะมีความสัมพันธ์ที่ไปในทางเดียวกันมาก และในส่วนของ Active ยังสามารถใช้ค่า Tracking error ช่วยในการพิจารณาความเสี่ยงจากการวัดค่า Covariance ระหว่างการปรับเปลี่ยนน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละภาคธุรกิจ เทียบกับค่าส่วนเบี่ยงเบนของ Covariance ระหว่างการปรับเปลี่ยนน้ำหนักการลงทุนและผลตอบแทนที่เปลี่ยนแปลงของแต่ละภาคธุรกิจ

การบริหารพอร์ตการลงทุนที่ใช้การวิเคราะห์สเปกตรัมเข้ามาช่วย สามารถที่จะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้พอร์ตการลงทุนมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการบริหารพอร์ตการลงทุนในแบบ Markowitz ที่พิจารณาความถี่ทุกช่วง เนื่องจากในการวิเคราะห์สเปกตรัม เราสามารถที่จะกรองแยกช่วงความถี่ที่สำคัญในชุดข้อมูลที่เรามีได้ ถ้าพิจารณาผลที่ได้ จะเห็นว่าการใช้การวิเคราะห์สเปกตรัมในการบริหารพอร์ตสามารถที่จะทำให้พอร์ตการลงทุนมีผลลัพธ์ที่ดีขึ้น โดยประสิทธิภาพของพอร์ตการลงทุนจะขึ้นอยู่กับช่วงความถี่ที่เลือกใช้ จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักการลงทุนและช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการปรับน้ำหนักของพอร์ตการลงทุน โดยเฉพาะถ้ามี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การปรับพอร์ตบ่อยครั้งมากขึ้น จะยิ่งทำให้พอร์ตมีผลตอบแทนที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกรณีบริหารพอร์ตการลงทุนแบบดั้งเดิม

การวิเคราะห์สเปกตรัมถือเป็นสิ่งที่ใหม่สำหรับในด้านการลงทุน และสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในเชิงความถี่ของสินทรัพย์แต่ละสินทรัพย์ หรือใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสองข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ในเชิงความถี่ซึ่งกันและกัน ดังนั้น วิธีการวิเคราะห์สเปกตรัมจึงสามารถเป็นหนึ่งสิ่งสำคัญที่สามารถจะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในทางเศรษฐศาสตร์มากขึ้นในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6 ภาคผนวก

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250			Estimation Windows = 500			Estimation Windows = 750		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	21.66	35.36	0.61	20.48	38.24	0.54	19.61	40.23	0.49
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	15.91	34.96	0.46	15.85	34.66	0.46	15.34	37.14	0.41
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	15.39	33.59	0.46	15.31	34.49	0.44	15.73	37.41	0.42
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	22.20	35.06	**0.63**	21.25	37.71	**0.56**	20.30	40.88	**0.50**
Markowitz (Min Variance)	15.53	34.16	0.45	15.40	34.64	0.44	15.48	37.42	0.41
High Frequency (Min Variance)	15.91	34.96	0.46	15.85	34.66	0.46	15.34	37.14	0.41
Medium Frequency (Min Variance)	15.39	33.59	0.46	15.31	34.49	0.44	15.73	37.41	0.42
Low Frequency (Min Variance)	15.35	34.41	0.45	15.01	35.01	0.43	15.21	37.71	0.40
Equal-Weighted	16.76	42.23	0.40	16.34	41.43	0.39	14.34	41.32	0.35

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 6 เดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250			Estimation Windows = 500			Estimation Windows = 750		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	19.84	28.83	**0.69**	20.61	32.70	0.63	20.96	32.62	0.64
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	16.54	25.97	0.64	16.21	28.57	0.57	17.01	30.52	0.56
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	15.65	24.59	0.64	15.82	28.42	0.56	17.20	30.70	0.56
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	20.13	29.32	**0.69**	20.65	31.76	**0.65**	21.52	32.72	**0.66**
Markowitz (Min Variance)	15.88	25.65	0.62	16.15	29.04	0.56	16.90	30.80	0.55
High Frequency (Min Variance)	16.54	25.97	0.64	16.21	28.57	0.57	17.01	30.52	0.56
Medium Frequency (Min Variance)	15.65	24.59	0.64	15.82	28.42	0.56	17.20	30.70	0.56
Low Frequency (Min Variance)	15.28	27.15	0.56	15.80	29.66	0.53	16.25	31.11	0.52
Equal-Weighted	16.79	31.00	0.54	16.60	33.86	0.49	15.57	34.03	0.46

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 12 เดือนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250			Estimation Windows = 500			Estimation Windows = 750		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	20.63	22.45	**0.92**	22.62	24.38	0.93	19.94	22.81	0.87
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	17.56	21.36	0.82	16.81	21.51	0.78	16.66	21.78	0.77
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	16.49	19.68	0.84	16.57	21.95	0.75	16.54	22.19	0.75
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	20.92	23.87	0.88	21.79	22.73	**0.96**	20.53	22.87	**0.90**
Markowitz (Min Variance)	16.47	20.76	0.79	16.45	21.85	0.75	16.44	21.92	0.75
High Frequency (Min Variance)	17.56	21.36	0.82	16.81	21.51	0.78	16.66	21.78	0.77
Medium Frequency (Min Variance)	16.49	19.68	0.84	16.57	21.95	0.75	16.54	22.19	0.75
Low Frequency (Min Variance)	15.58	21.19	0.74	16.71	21.86	0.76	16.06	21.81	0.74
Equal-Weighted	17.47	29.02	0.60	17.17	30.01	0.57	16.19	30.92	0.52

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	9.93	23.08	0.43	11.73	30.84	**0.38**
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	7.32	21.85	0.34	8.60	29.52	0.29
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	7.58	21.60	0.35	7.81	27.94	0.28
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	10.28	22.55	**0.46**	11.92	31.08	**0.38**
Markowitz (Min Variance)	7.43	21.74	0.34	8.11	28.54	0.28
High Frequency (Min Variance)	7.32	21.85	0.34	8.60	29.52	0.29
Medium Frequency (Min Variance)	7.58	21.60	0.35	7.81	27.94	0.28
Low Frequency (Min Variance)	7.60	22.34	0.34	7.75	28.33	0.27
Equal-Weighted	7.26	21.17	0.34	9.50	38.39	0.25

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 500					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	13.14	25.51	**0.52**	7.34	31.70	0.23
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.32	22.16	0.42	6.53	28.85	0.23
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.00	22.07	0.41	6.30	28.57	0.22
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	13.17	25.79	0.51	8.08	31.15	**0.26**
Markowitz (Min Variance)	8.94	22.17	0.40	6.46	28.71	0.23
High Frequency (Min Variance)	9.32	22.16	0.42	6.53	28.85	0.23
Medium Frequency (Min Variance)	9.00	22.07	0.41	6.30	28.57	0.22
Low Frequency (Min Variance)	8.69	22.42	0.39	6.32	28.87	0.22
Equal-Weighted	8.95	23.54	0.38	7.39	35.99	0.21

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 3 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 750					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	11.08	25.83	0.43	8.53	33.77	0.25
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	8.12	21.60	0.38	7.22	32.09	0.22
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	8.31	21.95	0.38	7.42	32.27	0.23
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	11.52	26.33	**0.44**	8.78	34.36	**0.26**
Markowitz (Min Variance)	8.14	21.80	0.37	7.34	32.31	0.23
High Frequency (Min Variance)	8.12	21.60	0.38	7.22	32.09	0.22
Medium Frequency (Min Variance)	8.31	21.95	0.38	7.42	32.27	0.23
Low Frequency (Min Variance)	7.99	22.00	0.36	7.22	32.46	0.22
Equal-Weighted	7.95	22.08	0.36	6.39	36.35	0.18

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 6 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	11.66	21.21	0.55	8.18	23.92	**0.34**
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.69	18.92	0.51	6.85	21.19	0.32
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	8.77	17.88	0.49	6.88	20.14	**0.34**
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	11.84	21.02	**0.56**	8.29	24.78	0.33
Markowitz (Min Variance)	8.92	18.42	0.48	6.96	21.04	0.33
High Frequency (Min Variance)	9.69	18.92	0.51	6.85	21.19	0.32
Medium Frequency (Min Variance)	8.77	17.88	0.49	6.88	20.14	**0.34**
Low Frequency (Min Variance)	8.52	18.93	0.45	6.75	22.23	0.30
Equal-Weighted	10.37	20.45	0.51	6.41	26.00	0.25

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 6 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 500					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	12.99	21.75	**0.60**	7.62	28.18	0.27
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	10.23	19.33	0.53	5.98	23.78	0.25
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.70	18.71	0.52	6.12	24.00	0.26
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	12.96	21.74	**0.60**	7.69	27.12	**0.28**
Markowitz (Min Variance)	10.02	19.25	0.52	6.12	24.41	0.25
High Frequency (Min Variance)	10.23	19.33	0.53	5.98	23.78	0.25
Medium Frequency (Min Variance)	9.70	18.71	0.52	6.12	24.00	0.26
Low Frequency (Min Variance)	9.96	19.55	0.51	5.84	24.78	0.24
Equal-Weighted	11.74	22.42	0.52	4.87	27.53	0.18

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 6 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 750					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	14.07	21.46	0.66	6.89	28.25	0.24
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	10.87	18.88	0.58	6.14	26.62	0.23
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	11.08	18.57	0.60	6.11	27.08	0.23
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	14.53	21.46	**0.68**	7.00	28.53	**0.25**
Markowitz (Min Variance)	10.86	18.78	0.58	6.05	26.97	0.22
High Frequency (Min Variance)	10.87	18.88	0.58	6.14	26.62	0.23
Medium Frequency (Min Variance)	11.08	18.57	0.60	6.11	27.08	0.23
Low Frequency (Min Variance)	10.51	18.85	0.56	5.74	27.08	0.21
Equal-Weighted	11.82	21.28	0.56	3.75	28.17	0.13

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 12 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 250					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	12.61	20.75	**0.61**	8.02	16.60	0.48
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.26	19.34	0.48	8.30	15.36	**0.54**
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	8.95	17.95	0.50	7.54	14.15	0.53
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	12.96	21.88	0.59	7.96	17.25	0.46
Markowitz (Min Variance)	8.64	18.78	0.46	7.83	14.62	**0.54**
High Frequency (Min Variance)	9.26	19.34	0.48	8.30	15.36	**0.54**
Medium Frequency (Min Variance)	8.95	17.95	0.50	7.54	14.15	0.53
Low Frequency (Min Variance)	8.16	18.95	0.43	7.42	14.53	0.51
Equal-Weighted	9.52	24.64	0.39	7.96	19.65	0.41

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 12 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 500					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	13.77	22.98	0.60	8.85	17.62	0.50
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.09	19.59	0.46	7.72	14.81	**0.52**
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.15	20.07	0.46	7.41	14.65	0.51
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	13.31	21.35	**0.62**	8.48	16.92	0.50
Markowitz (Min Variance)	9.00	19.95	0.45	7.45	14.60	0.51
High Frequency (Min Variance)	9.09	19.59	0.46	7.72	14.81	**0.52**
Medium Frequency (Min Variance)	9.15	20.07	0.46	7.41	14.65	0.51
Low Frequency (Min Variance)	9.06	19.97	0.45	7.64	14.76	**0.52**
Equal-Weighted	9.39	25.34	0.37	7.78	20.13	0.39

แสดงค่าทางสถิติของผลตอบแทนทุก 12 เดือนในช่วง Bear Market และ Bull Market ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2017

Portfolio	Estimation Windows = 750					
	Bull			Bear		
	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio	Expected Return	Standard Deviation	Sharpe Ratio
Markowitz (Max Sharpe Ratio)	12.32	20.47	0.60	7.62	17.00	0.45
High Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.65	19.68	0.49	7.01	14.91	**0.47**
Medium Frequency (Max Sharpe Ratio)	9.66	20.04	0.48	6.88	14.95	0.46
Low Frequency (Max Sharpe Ratio)	12.82	20.65	**0.62**	7.70	17.15	0.45
Markowitz (Min Variance)	9.55	19.79	0.48	6.89	14.85	0.46
High Frequency (Min Variance)	9.65	19.68	0.49	7.01	14.91	**0.47**
Medium Frequency (Min Variance)	9.66	20.04	0.48	6.88	14.95	0.46
Low Frequency (Min Variance)	9.27	19.58	0.47	6.79	14.78	0.46
Equal-Weighted	9.51	26.03	0.37	6.67	20.14	0.33

บรรณานุกรม

Andrew, L. W., & MacKinlay, C. A. (1990). When are contrarian profits due to stock market overreaction? *The Review of Financial Studies, 3*, 175-205.

Baron, Matthew, Brogaard, J., Hagströmer, B., & Kirilenko, A. (2017). Risk and return in high-frequency trading.

Baxter, Marianne, & King., R. G. (1999). Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series. *Review of economics and statistics, 81*, 575-593.

Brogaard, Jonathan, Hendershott, T., & Riordan, R. (2014). High-frequency trading and price discovery. *The Review of Financial Studies, 27*, 2267-2306.

Chaudhuri, E., S., & Lo., A. W. (2015). Spectral analysis of stock-return volatility, correlation, and beta. *In Signal Processing and Signal Processing Education Workshop (SP/SPE)*, 232-236.

Crowley, & M., P. (2007). A guide to wavelets for economists. *Journal of Economic Surveys, 21*, 207-267.

Granger, WJ, C., & Engle, R. (1983). *Applications of spectral analysis in econometrics.* (Vol. 3).

Huang, E., N., Wu, M. L., Qu, W., Long, S. R., & Shen, S. S. (2003). Applications of Hilbert–Huang transform to non-stationary financial time series analysis. *Applied stochastic models in business and industry, 19*, 245-268.

Jegadeesh, Narasimhan, & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of finance, 48*, 65-91.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of finance, 7*, 77-91.

Oppenheim, V., A., & Schafer., R. W. (2009). *Discrete-time signal processing.* (3rd ed.): Pearson Education.

Ramsey, & B., J. (2002). Wavelets in economics and finance: Past and future. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics, 6*.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	Danupol Kunanupatham
วัน เดือน ปี เกิด	7 May 1994
สถานที่เกิด	Mukdahan
วุฒิการศึกษา	Bachelor Degree of Science (Physics), Chulalongkorn University
ที่อยู่ปัจจุบัน	89 Songnangsatidh Rd. Muang Mukdahan 49000
รางวัลที่ได้รับ	2nd honor degree of Science in Physics, Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY