การอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน

นางสาวสุพัตรา เพ็ชรน้ำขาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RANK CONSTRAINED STATISTICAL INFERENCE FOR PORTFOLIO SELECTION

Miss Suphattra Petchnamkhaw

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Statistics
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน
โดย	นางสาวสุพัตรา เพ็ชรน้ำขาว
สาขาวิชา	สถิติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

(รองศาสตราจารย์ ดร. พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร. อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช)

....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์)

....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. วิฐรา พึ่งพาพงศ์)

....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร. ดลชัย ละออนวล)

สุพัตรา เพ็ชรน้ำขาว : การอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน (RANK CONSTRAINED STATISTICAL INFERENCE FOR PORTFOLIO SELECTION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์, 44 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการการอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน และทำการทดลองจัดพอร์ตโดยใช้ข้อมูลของผลตอบแทนรายเดือน 10 อุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา บนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน ในการศึกษานี้จะประมาณความแปรปรวนจากตัวแบบปัจจัยเดียว และประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนจากเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด โดยข้อจำกัดเชิงอันดับใช้อันดับของผลตอบแทนในอดีต จากนั้นกำหนดนโยบายการจัดพอร์ตลงทุนจากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุด ซึ่งนโยบายและประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนจะแตกต่างกันที่การประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดพอร์ตลงทุน 2 กรณี นั่นคือการจัดพอร์ตลงทุนโดยประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนแบบไม่มีข้อจำกัดเชิงอันดับ กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับ และวัดประสิทธิภาพของแต่ละกรณีด้วยค่าประมาณอรรถประโยชน์ จากการศึกษาพบว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อจำกัดเชิงอันดับจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการจัดพอร์ตลงทุนแบบไม่มีข้อจำกัดเชิงอันดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา	สถิติ	ลายมือชื่อนิสิต	....
สาขาวิชา	สถิติ	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก	....
ปีการศึกษา	2558		

5681603726 : MAJOR STATISTICS
KEYWORDS: CONDITIONAL EXPECTATION, RECURSIVE INTEGRATION, PORTFOLIO SELECTION, MEAN-VARIANCE METHODOLOGY

SUPHATTRA PETCHNAMKHAW: RANK CONSTRAINED STATISTICAL INFERENCE FOR PORTFOLIO SELECTION. ADVISOR: ASSOC. PROF. SEKSAN KIATSUPAIBUL, Ph.D., 44 pp.

The objective of this paper is to study an approach for portfolio selection with rank constrained statistical inference. We perform experiments with a real data set of monthly asset returns from ten industries in the US. We employ mean-variance methodology for portfolio optimization. In this study, we estimate the variance-covariance matrix by a one-factor model and estimate the expected returns by a recursive integration technique. A portfolio selection strategy is formed by optimizing certainty equivalence utility function. We compare the performances between two cases, namely the portfolio selection model with a rank constraint and the model without a rank constraint, where the performance is defined as the out-of-sample certainty equivalence estimate. We find that, in average, the certainty equivalence estimates from the model with a rank constraint achieves a superior performance over the model without a rank constraint.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Statistics	Student's Signature	....
Field of Study:	Statistics	Advisor's Signature	....
Academic Year:	2015		

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือและความเอาใจใส่จาก รองศาสตราจารย์ ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา อบรมสั่งสอน และให้ข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ และเป็นกำลังใจในการทำงาน จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่าน อาจารย์ ดร. อัครินทร์ ไพบูลย์พานิช ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วิฐรา พึ่งพาพงศ์ และ อาจารย์ ดร.ดลชัย ละออนวล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ท่านอาจารย์ทั้งสามท่านได้เสียสละเวลาเพื่อสอบตรวจสอบและให้คำแนะนำเพื่อแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ให้โอกาสทางการศึกษา และอบรมสั่งสอนให้ความรู้ทั้งในการเรียนและการดำรงชีวิตให้แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและความห่วงใยส่งเสริมและสนับสนุนมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูปภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับเป็นการหาค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไขของเวกเตอร์สุ่มที่สนใจ ภายใต้เงื่อนไขที่ถูกกำหนดด้วยอันดับของเวกเตอร์สุ่มนั้น ตัวอย่างของปัญหาที่สอดคล้องกับตัวแบบดังกล่าวได้แก่ การจัดพอร์ตลงทุนเมื่อข้อมูลประกอบเป็นข้อมูลเชิงอันดับ ซึ่งการลงทุนในหลักทรัพย์ ผู้ลงทุนมักจะไม่นำเงินทุนที่มีอยู่ไปลงทุนในหลักทรัพย์ใดหลักทรัพย์หนึ่งเพียงหลักทรัพย์เดียว เนื่องจากจะมีความเสี่ยงสูง ดังนั้นเพื่อเป็นการกระจายความเสี่ยง ผู้ลงทุนจะลงทุนในหลักทรัพย์ที่หลากหลาย เรียกว่า พอร์ตลงทุน (Portfolio) สำหรับการจัดพอร์ตลงทุนเป็นการจัดสรรน้ำหนักการลงทุนในหลักทรัพย์มากกว่าหนึ่งหลักทรัพย์ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่ดีที่สุดภายใต้ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ข้อมูลประกอบเชิงอันดับในการจัดพอร์ตเป็นข้อมูลอันดับผลตอบแทนของหลักทรัพย์ที่จะนำมาจัดพอร์ตลงทุน หากผู้ลงทุนมีข้อมูลดังกล่าวอาจสามารถใช้ประกอบการจัดพอร์ตลงทุนเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

DeMiguel et al. (2009) ได้สรุปวิธีการจัดพอร์ตลงทุนที่มีอยู่ในวรรณกรรมจำนวน 14 วิธี และยังได้ทำการสรุปวิธีการจัดพอร์ตบนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน (Mean-Variance) พบว่านโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนจะแตกต่างกันที่การประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทน (μ) และ ความแปรปรวนของผลตอบแทน (Σ) ต่อมา Chiarawongse et al. (2012) ได้ทำการศึกษาการจัดพอร์ตลงทุนบนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน โดยประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทน (μ) ด้วยตัวแบบทางเศรษฐศาสตร์ของตลาดที่มีประสิทธิภาพ (efficient market) ประกอบกับข้อมูลเชิงคุณภาพ อีกทั้งยังได้นำเสนอวิธีประมาณโดยใช้ MCMC (Markov chain Monte Carlo) และทำการทดลองประเมินประสิทธิภาพจากการจัดพอร์ตลงทุนกับข้อมูลที่ถูกจำลองขึ้น ภายใต้เงื่อนไขที่รู้อันดับของผลตอบแทนล่วงหน้า (Chiarawongse, Kiatsupaibul et al. 2012) จากนั้น Kiatsupaibul et al. (2015: working paper) เสนอวิธีการประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนตามตัวแบบทางเศรษฐศาสตร์ของ Chiarawongse et al. ด้วยเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด (Recursive Integration) ซึ่งให้ค่าประมาณที่แม่นยำกว่า อย่างไรก็ตามทั้ง Chiarawongse et al. และ Kiatsupaibul et al. ยังไม่ได้มีการประยุกต์เทคนิคดังกล่าวกับข้อมูลจริงอย่างเป็นระบบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการจัดพอร์ตลงทุนบนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน โดยประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนล่วงหน้าประกอบกับข้อมูลเชิงอันดับด้วยเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด และประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมด้วยตัวแบบปัจจัยเดียว จากนั้นวัดประสิทธิภาพจากการจัดพอร์ตลงทุนด้วยกระบวนการดังกล่าวกับข้อมูลจริงของผลตอบแทนรายเดือน 10 อุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน

1.2.2 เพื่อประยุกต์กระบวนการอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับ ในการทดลองกับข้อมูลจริง และประเมินประสิทธิภาพ

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

การนำข้อมูลเชิงอันดับซึ่งเป็นข้อมูลคุณภาพมาช่วยในการจัดพอร์ตลงทุน จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.1 ข้อมูลประกอบเชิงอันดับ คือ ข้อมูลอันดับของผลตอบแทนรายเดือนของ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา

1.4.2 ค่าประมาณอรรถประโยชน์ (Certainty Equivalence Return) เป็นเกณฑ์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพการจัดพอร์ตลงทุน

1.4.3 นโยบายการขายชอร์ต (Short Sale) เป็นการยืมหลักทรัพย์จากบริษัทหลักทรัพย์มาขายก่อน จากนั้นค่อยมาซื้อคืนภายหลังในราคาที่ต่ำกว่า โดยจะได้กำไรจากส่วนต่างราคา นักลงทุนจะใช้วิธีนี้เมื่อคาดการณ์ได้ว่าในอนาคตราคาหลักทรัพย์จะต้องตกลงอย่างแน่นอน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาวิธีการจัดพอร์ตลงทุนบนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน

1.5.1 ทดลองด้วยวิธีการเคลื่อนตัวอย่างทดลอง (Rolling-Sample) ไปตามเวลาเป็นจำนวน 360 เดือน ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในส่วนวิธีดำเนินการวิจัย

1.5.2 ทดลองจัดพอร์ตลงทุน 2 กรณี ได้แก่ การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) และการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model)

1.5.3 วัดประสิทธิภาพสำหรับการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่าประมาณอรรถประโยชน์ (Certainty Equivalence Return)

1.5.4 ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นผลตอบแทนรายเดือนของ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แก่

1) กลุ่มสินค้าไม่คงทน (Consumer NonDurables: NoDur)
2) กลุ่มสินค้าคงทน (Consumer Durables: Durbl)
3) กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิต (Manufacturing: Manuf)
4) กลุ่มพลังงาน (Energy: Enrgy)
5) กลุ่มเทคโนโลยี (Business Equipment: HiTec)
6) กลุ่มการสื่อสาร (Telephone and Television Transmission: Telcm)
7) กลุ่มค้าส่ง ค้าปลีก และบริการ (Wholesale, Retail, and Some Services: Shops)
8) กลุ่มสุขภาพ (Healthcare: Hlth)
9) กลุ่มสาธารณูปโภค (Utilities: Utils)
10) กลุ่มอื่นๆ (Others: Other)

โดยจะใช้ข้อมูลในช่วงเวลาตั้งแต่ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 1979 ถึง เดือนกรกฎาคม ปี 2014 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาจาก Kenneth French’s Website

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.6 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ศึกษาตัวแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน

1.6.2 เตรียมข้อมูลสำหรับการทดลอง ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลผลตอบแทนรายเดือนของ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วงเวลาตั้งแต่ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 1979 ถึง เดือนกรกฎาคม ปี 2014

1.6.3 ทดลองด้วยวิธีการเคลื่อนตัวอย่างทดลอง (Rolling-Sample)

1.6.4 ทดลองจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) ด้วยวิธีการเคลื่อนตัวอย่างทดลอง (Rolling-Sample) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าคาดหวังของผลตอบแทนและเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม โดยจะประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมด้วยตัวแบบปัจจัยเดียว (One-Factor Model)

1.6.5 ทำการทดลองซ้ำ สำหรับจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าคาดหวังของผลตอบแทน ซึ่งสามารถคำนวณได้ด้วยเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด (Recursive Integration) ตามที่ Kiatsupaibul et al. (2015: working paper) ได้นำเสนอไว้

1.6.6 กำหนดนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนจากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุด (Utility Function) ตามที่ (DeMiguel et al, 2009) ได้นำเสนอไว้

1.6.7 คำนวณหาผลตอบแทนเฉลี่ยรายปีของการจัดพอร์ตลงทุน

1.6.8 วัดประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่า Certainty Equivalence Return ซึ่งเป็นค่าประมาณของผลตอบแทนของการจัดพอร์ตลงทุน

1.6.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับกับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ

1.6.10 สรุปผลการทดลอง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อทราบว่าการนำข้อมูลเชิงอันดับซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพมาประกอบการจัดพอร์ตลงทุนจะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและตัวสถิติที่เกี่ยวข้อง

การอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและเกณฑ์ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน

2.1.1 ทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz

แนวคิดตามทฤษฎีกลุ่มหลักทรัพย์ของ Markowitz ที่พัฒนาขึ้นในปี 1952 เป็นแนวคิดแรกที่ได้กล่าวถึงความเสี่ยงกับอัตราผลตอบแทน โดยได้กล่าวถึงการกระจายการลงทุน (Diversification) ว่าจะช่วยลดความเสี่ยงที่เป็นระบบได้ โดยทฤษฎีของ Markowitz ได้กำหนดให้ผลตอบแทนและความแปรปรวนของพอร์ตลงทุน เป็นดังนี้

$$r_p = \mu^T w$$

$$\sigma_p = w^T \sum w$$

โดยที่

r_p แทน ผลตอบแทนของพอร์ตลงทุน

w แทน เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจของน้ำหนักการลงทุน

μ แทน เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทน

σ_p แทน ความแปรปรวนของพอร์ตลงทุน

$\sum$ แทน เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทน

ซึ่งแบบจำลองของ Markowitz ได้อาศัยสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมในการลงทุน โดยตั้งอยู่บนแนวคิดที่ว่า ผู้ลงทุนเป็นผู้ที่ใช้เหตุผลในการตัดสินใจลงทุน ซึ่งสะท้อนมายังพฤติกรรมในการลงทุนภายใต้สมมติฐานต่างๆ ต่อไปนี้

1. ผู้ลงทุนพิจารณาทางเลือกในการลงทุนโดยการใช้การกระจายตัวของความน่าจะเป็น ที่จะเกิดขึ้นของอัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง

2. ผู้ลงทุนเป็นผู้แสวงหาความมั่งคั่งสูงสุด โดยผู้ลงทุนจะคาดหวังอรรถประโยชน์สูงสุดในช่วงเวลาการลงทุนที่กำหนด
3. ผู้ลงทุนจะประมาณค่าความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์ โดยดูจากค่าความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราผลตอบแทน
4. ผู้ลงทุนจะใช้อัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง และความเสี่ยงเพียง 2 ปัจจัยเท่านั้น ในการพิจารณาเลือกลงทุน
5. ผู้ลงทุนเป็นผู้พยายามหลีกเลี่ยงความเสี่ยง โดยจะพิจารณาลงทุนในทางเลือกที่มีความเสี่ยงต่ำกว่า สำหรับทางเลือกที่มีอัตราผลตอบแทนเท่ากัน และจะพิจารณาเลือกลงทุนในทางเลือกที่ให้อัตราผลตอบแทนสูงกว่า หากมีความเสี่ยงที่เท่ากัน

สมมติฐานดังกล่าว สามารถนำไปประบุลักษณะของกลุ่มหลักทรัพย์ ที่ผู้ลงทุนสนใจลงทุน โดยการระบุผลลัพธ์จากการลงทุนว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่ และผู้ลงทุนจะเลือกลงทุนในกลุ่มหลักทรัพย์ที่มีการลงทุนอย่างมีประสิทธิภาพ (Das, Markowitz et al. 2010)

2.1.2 แบบจำลองของ Black – Litterman

Black and Litterman (1991, 1992) ได้เสนอแนวคิดในการใช้มุมมองของนักลงทุน และการแจกแจงก่อน (Prior Distribution) ของผลตอบแทน มาใช้ร่วมกันในการหาค่าคาดหวังของผลตอบแทนของหลักทรัพย์

โดยในตัวแบบของ Black - Litterman นั้น กำหนดการแจกแจงก่อนของผลตอบแทนของหลักทรัพย์ เป็นการแจกแจงแบบปกติ โดยอาจหาได้จากแบบจำลองของดุลยภาพตลาด (Market Equilibrium Model) หรือประมาณจากผลตอบแทนในอดีตก็ได้ โดยแบบจำลองนี้กำหนดให้ μ เป็นเวกเตอร์ค่าคาดหวังของผลตอบแทน ของ N หลักทรัพย์และมีการแจกแจงแบบปกติหลายตัวแปรด้วยเวกเตอร์ค่าเฉลี่ย $\tilde{\mu}$ และเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม $\tau\sum$ โดยที่ τ เป็นค่าคงที่เชิงปริมาณ และ $\sum$ เป็นเมทริกซ์บวกอย่างแน่นอน (Positive Definite) นั่นคือ

$$\mu \sim N(\tilde{\mu}, \tau\sum)$$

โดยมุมมองของนักลงทุนตามแบบจำลองของ Black - Litterman ถูกกำหนดด้วยระบบสมการเชิงเส้น (Linear Equation) ของผลตอบแทนของหลักทรัพย์ และเป็นเวกเตอร์สุ่มใน K มิติ โดย

$$v \sim N(P\alpha, \Xi)$$

เมื่อ P เป็น เมทริกซ์ขนาด $\mathrm{K} \times \mathrm{N}$ ซึ่งกำหนดขึ้นจากมุมมองของนักลงทุนต่อผลตอบแทนของสินทรัพย์ K มุมมอง

จะได้ว่า การแจกแจงหลังของ μ เมื่อถูกปรับด้วยมุมมองของนักลงทุน เป็นดังนี้

$$
\begin{aligned}
f(\mu|v) \quad &\propto f(v|\mu)f(\mu) \\
&\propto \exp(-\tfrac{1}{2}[(v-P\mu)^T\Xi^{-1}(v-P\mu)+(\mu-\tilde{\mu})^T(\tau\Sigma)^{-1}])
\end{aligned}
$$

โดยจะสังเกตได้ว่า มุมมองของนักลงทุน มีบทบาทเหมือนกับค่าสังเกตในกรอบแนวคิดแบบ Bayesian จากสมการข้างต้น แสดงได้ว่า μ ที่เพิ่มข้อมูลมุมมองนักลงทุน แล้วจะมีการแจกแจงแบบปกติ โดยค่าคาดหวังแบบมีเงื่อนไขของการแจงแจงหลัง จะแสดงได้ดังนี้

$$
\mathrm{E}[\mu|v] = [P^T\Xi^{-1}P+(\tau\Sigma)^{-1}]^{-1}[P^T\Xi^{-1}v+(\tau\Sigma)^{-1}\tilde{\mu}]
$$

พบว่าการใช้ข้อมูลเพิ่มเติมในการประมาณค่าคาดหวังผลตอบแทนด้วยมุมมองของนักลงทุนตามแบบจำลองของ Black - Litterman นี้สามารถนำไปใช้สำหรับการจัดพอร์ตการลงทุนใดๆ ที่ต้องการใช้ ค่าคาดหวังของผลตอบแทนเป็นข้อมูลตั้งต้น โดยเฉพาะการจัดพอร์ตการลงทุนแบบ Mean-Variance ของ Markowitz ซึ่งมีความอ่อนไหวสูงต่อข้อมูลค่าคาดหวังของผลตอบแทนของหลักทรัพย์ ทั้งนี้ในความเป็นจริงแล้วการสร้างมุมมองของนักลงทุนที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ อาจทำได้ยาก ในงานวิจัยนี้นี้ได้ใช้ข้อมูลการจัดอันดับที่กำหนดโดยระบบอสมการเชิงเส้นซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ในการหาค่าคาดหวังของผลตอบแทน (Black and Litterman 1991) (Black and Litterman 1992)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์

2.2.1 การประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

โดยทั่วไปแล้วราคาของหลักทรัพย์มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของราคาตลาด เนื่องจากแต่ละหลักทรัพย์มีการเคลื่อนไหวของราคาที่เปลี่ยนแปลงไปตามตลาดในอัตราที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์โดยใช้การเปลี่ยนแปลงของราคาตลาดเป็นตัวแปรอิสระเพียงตัวเดียวเท่านั้น นั่นคือจะใช้ One-Factor Model ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้สำหรับการประมาณความเสี่ยงของกลุ่มหลักทรัพย์เทียบกับตลาด (Elton and J. 2003)

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it}$$

โดย R_{it} แทน อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ i ในเวลา t

α_i แทน อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ i เมื่ออัตราผลตอบแทนของตลาดมีค่าเป็น 0

β_i แทน ค่าความชันของเส้นสมการถดถอย แสดงค่าความอ่อนไหวของอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ i ที่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตลาด

R_{mt} แทน อัตราผลตอบแทนของตลาดในเวลา t

ε_{it} แทน ค่าความคาดเคลื่อนของหลักทรัพย์ i ในเวลา t

ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อน (ε_{it}) มีการแจกแจงปกติที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ค่าความแปรปรวนคงที่เท่ากับ σ_ε^2 และเป็นอิสระกัน นั่นคือ $\mathrm{\varepsilon_{it}\ (i.i.d) \sim N(o, \sigma_\varepsilon^2)}$ กล่าวคือ $\mathrm{\varepsilon_{it}}$ และ $\mathrm{\varepsilon_{jt}}$ สำหรับ $i \neq j$ มีการแจกแจงที่เหมือนกันและเป็นอิสระต่อกัน ทำให้ $\mathrm{COV}(\mathrm{\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}}) = 0$ สำหรับ $i \neq j$

จากสมการตัวแบบปัจจัยเดียวสามารถประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทนซึ่ง

$$\begin{aligned} cov[R_i, R_j] &= cov[\beta_i R_M + \varepsilon_i \, , \beta_j R_M + \varepsilon_j] \\ &= cov[\beta_i R_M, \varepsilon_j] + cov[\beta_i R_M, \beta_j R_M] + cov[\beta_j R_M, \varepsilon_i] + cov[\varepsilon_i, \varepsilon_j] \\ &= \beta_i \beta_j cov[R_M, R_M] \\ &= \beta_i \beta_j var[R_M] \end{aligned}$$

ดังนั้น จะได้

$$\Sigma = \begin{bmatrix} var(R_1) & cov(R_1, R_2) & \dots & cov(R_1, R_n) \\ cov(R_2, R_1) & var(R_2) & \dots & . \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ cov(R_n, R_1) & . & \dots & var(R_n) \end{bmatrix}$$

2.2.2 การประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทน

เนื่องจากเงื่อนไขถูกกำหนดด้วยข้อมูลเชิงอันดับ ดังนั้นจะสามารถประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนโดยมีข้อจำกัดเป็นข้อมูลอันดับของผลตอบแทน จะได้

$$\hat{\mu}_{\mathrm{t}} = \mathrm{E}[\mu_t | \mu_{1,t} \leq \mu_{2,t} \leq \cdots \leq \mu_{n,t}]$$

โดยที่ $\mu_t \sim N(\tilde{\mu}_t, \tau\Sigma_t)$

ซึ่งประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทนโดยมีข้อจำกัดเป็นข้อมูลอันดับของผลตอบแทน สามารถประมาณได้จากเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด ตามที่ Kiatsupaibul et al. ได้เสนอไว้ (Kiatsupaibul, Hayter et al. Working paper)

2.3 การกำหนดนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุน

เป้าหมายในการลงทุน ผู้ลงทุนต้องการที่จะได้อัตราผลตอบแทนที่มากที่สุด ภายใต้ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ดังนั้นผู้ลงทุนควรกำหนดนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุน ตามที่ DeMiguel et al. ได้นำเสนอนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนจากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุด (Utility Function) ซึ่งแสดงสมการอรรถประโยชน์ได้ดังนี้

$$U(w_t) = \mu_t^T w_t - \frac{\gamma}{2} w_t^T \Sigma_t w_t$$

โดยที่

μ_t แทน เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทน ณ เวลา t

Σ_t แทน เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทน ณ เวลา t

w_t แทน เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจของน้ำหนักการลงทุนใน N หลักทรัพย์ ณ เวลา t

γ แทน ค่าหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1)

(DeMiguel, Garlappi et al. 2009)

2.3.1 นโยบายที่กำหนดให้มีการขายชอร์ต

สำหรับนโยบายที่มีการขายชอร์ต สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักการลงทุนได้จาก

$$\max_{w_t} \quad U(w_t)$$
$$\tilde{1}^T w_t = 1$$

จะได้ค่าน้ำหนักสำหรับการกำหนดนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนจากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุดเป็นดังนี้

$$w_t^* = \frac{\sum_t^{-1}\mu_t}{1^T\sum_t^{-1}\mu_t}$$

เนื่องจากนโยบายที่มีการขายชอร์ต ผู้ลงทุนสามารถยืมหลักทรัพย์จากบริษัทโบรกเกอร์มาขายก่อน จากนั้นค่อยมาซื้อคืนภายหลังในราคาที่ต่ำกว่า ดังนั้นค่าน้ำหนักที่ได้จากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุดอาจจะเป็นค่าลบได้ เมื่อมีการยืมหลักทรัพย์มาขายก่อน แต่อย่างไรก็ตามผลรวมค่าน้ำหนักในการจัดพอร์ตลงทุนจะต้องเท่ากับ 1

2.3.2 นโยบายที่กำหนดให้ไม่มีการขายชอร์ต

สำหรับนโยบายที่ไม่มีการขายชอร์ต สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักการลงทุนได้จากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุดดังนี้ (Das & Markowitz, 2010)

$$\max_{w_t} \quad U(w_t)$$
$$\tilde{1}^T w_t = 1$$
$$w_t \geq 0$$

เนื่องจากนโยบายที่ไม่มีการขายชอร์ต ผู้ลงทุนสามารถไม่สามารถยืมหลักทรัพย์จากบริษัทโบรกเกอร์มาขายก่อน ดังนั้นค่าน้ำหนักที่ได้จากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุดในแต่ละหลักทรัพย์จะต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เท่านั้น นั่นหมายความว่าถ้าค่าน้ำหนักของหลักทรัพย์เป็น 0 ผู้ลงทุนก็จะไม่ลงทุนในหลักทรัพย์นั้นๆ แต่อย่างไรก็ตามผลรวมค่าน้ำหนักในการจัดพอร์ตลงทุนจะต้องเท่ากับ 1 เช่นกัน

สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้ μ_t และ $\sum_t$ ในการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (prior model) จะถูกแทนด้วย $\tilde{\mu}_t$ และ $\tilde{\sum}_t$ ส่วนในการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (rank constrained model) μ_t และ $\sum_t$ จะถูกแทนด้วย $\hat{\mu}_t$ และ $\hat{\sum}_t$

2.4 การวัดประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุน

การวัดประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่า Certainty Equivalence Return ซึ่งเป็นค่าประมาณของผลตอบแทนของการจัดพอร์ตลงทุน ที่ปรับด้วยความเสี่ยงแล้ว (Risk-Adjusted Return) แสดงสมการได้ดังนี้

$$\widehat{\mathrm{CEQ}} = \bar{r}_k - \frac{\gamma}{2} s_k^2 \quad ; k = 1, 2, \dots, 30$$

โดยที่

$\bar{r}_k$ แทน ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนจากการจัดพอร์ตลงทุนปีที่ k

s_k^2 แทน ความแปรปรวนของผลตอบแทนจากการจัดพอร์ตลงทุนปีที่ k

γ แทน ค่าหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1)

เมื่อวัดประสิทธิภาพการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) แล้ว จึงนำมาเทียบกับประสิทธิภาพการจัดพอร์ตลงทุนผลโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) ค่า $\widehat{\mathbf{CEQ}}$ แปรผันตรงกับประสิทธิภาพ นั่นคือ ค่ายิ่งมากประสิทธิภาพยิ่งดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์กระบวนการอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับในการทดลองกับข้อมูลจริง และประเมินประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองจัดพอร์ตลงทุนบนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน ด้วยข้อมูลจริงของผลตอบแทนรายเดือนใน 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้จาก Kenneth French’s Website โดยทดลองจัดพอร์ตลงทุน 2 กรณี ได้แก่ การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) และการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) หลังจากนั้นประเมินประสิทธิภาพการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่าประมาณอรรถประโยชน์ (Certainty Equivalence Return) ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 3.1.3 ภายใต้ขอบเขตและวิธีการดำเนินการศึกษา ดังนี้

3.1 ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้จะศึกษาภายใต้ขอบเขตดังต่อไปนี้

3.1.1 ในการศึกษาครั้งนี้จะศึกษาวิธีการจัดพอร์ตลงทุนบนพื้นฐานของค่าเฉลี่ย-ความแปรปรวน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.2 ทดลองด้วยวิธีการเคลื่อนตัวอย่างทดลอง (Rolling-Sample) ไปตามเวลาเป็นจำนวน 360 เดือน ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในส่วนขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา

3.1.3 ทดลองจัดพอร์ตลงทุน 2 กรณี ได้แก่ การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model)

3.1.4 กำหนดให้นโยบายการจัดพอร์ตลงทุนมี 2 นโยบาย ได้แก่ นโยบายที่มีการขายชอร์ตและนโยบายที่ไม่มีการขายชอร์ต

3.1.5 วัดประสิทธิภาพสำหรับการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่าประมาณอรรถประโยชน์ (Certainty Equivalence Return)

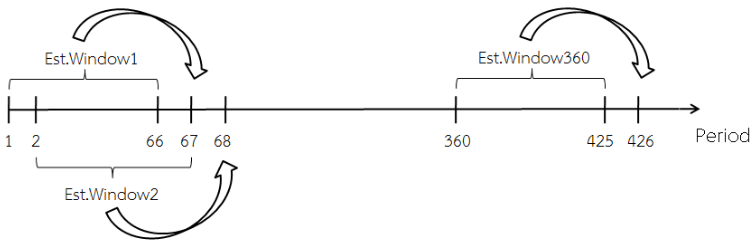
3.1.6 ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นผลตอบแทนรายเดือนของ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยจะใช้ข้อมูลในช่วงเวลาตั้งแต่ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 1979 ถึง เดือนกรกฎาคม ปี 2014 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนำมาจาก Kenneth French's Website

3.2 ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา

3.2.1 ศึกษาตัวแบบและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับการจัดพอร์ตลงทุน

3.2.2 เตรียมข้อมูลสำหรับการทดลอง ในงานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลผลตอบแทนรายเดือนของ 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วงเวลาตั้งแต่ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 1979 ถึง เดือนกรกฎาคม ปี 2014

3.2.3 ทดลองด้วยวิธีการเคลื่อนตัวอย่างทดลอง (Rolling-Sample) กำหนดให้ช่วงของตัวอย่างทดลองเท่ากับ 66 เดือน นั่นคือ ณ จุดเริ่มต้นที่ t = 66 ผู้วิจัยจะใช้ข้อมูลจากเดือนที่ 1 - 66 เพื่อประมาณพารามิเตอร์สำหรับการจัดพอร์ตในเดือนที่ 67 จากนั้นเคลื่อนตัวอย่างทดลองไปใช้ข้อมูลจากเดือนที่ 2 - 67 เพื่อประมาณพารามิเตอร์สำหรับการจัดพอร์ตในเดือนที่ 68 และทำการเคลื่อนตัวอย่างทดลองในลักษณะดังกล่าวไปสิ้นสุด ณ เวลาที่ t = 425 รวมทั้งสิ้น 360 เดือน



3.2.4 ทดลองจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) ด้วยวิธีการเคลื่อนตัวอย่างทดลอง (Rolling-Sample) ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าคาดหวังของผลตอบแทนและเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม $(\tilde{\mu}_t, \tilde{\Sigma}_t)$ โดยจะประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมด้วยตัวแบบปัจจัยเดียว (One-Factor Model) แสดงสมการได้ดังนี้

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{mt} + \varepsilon_{it}$$

โดยที่

R_{it} แทน อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ i ในเวลา t

R_{mt} แทน อัตราผลตอบแทนของตลาดในเวลา t

α_i แทน อัตราผลตอบแทนของหลักทรัพย์ i เมื่ออัตราผลตอบแทนของตลาดมีค่าเป็น 0

β_i แทน ค่าความชันของเส้นสมการถดถอย แสดงค่าความอ่อนไหวของอัตราผลตอบแทนหลักทรัพย์ i ที่ปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของอัตราผลตอบแทนตลาด

ε_{it} แทน ค่าความคาดเคลื่อนของหลักทรัพย์ i ในเวลา t

จากสมการตัวแบบปัจจัยเดียวสามารถประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทนซึ่ง $cov[R_i, R_j] = \beta_i \beta_j var[R_M]$ ได้เป็นดังนี้

$$\Sigma = \begin{bmatrix} var(R_1) & cov(R_1, R_2) & \dots & cov(R_1, R_n) \\ cov(R_2, R_1) & var(R_2) & \dots & . \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ cov(R_n, R_1) & . & \dots & var(R_n) \end{bmatrix}$$

3.2.5 ทำการทดลองซ้ำ สำหรับจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ $(\hat{\mu}_t, \hat{\Sigma}_t)$ โดยที่

$$\hat{\mu}_t = E\left[\vec{X} \mid X_1 < X_2 < \cdots < X_n\right]$$

$$X_1, \dots, X_n \sim N(\tilde{\mu}, \tilde{\Sigma})$$

ซึ่งกำหนดให้การแจกแจงของ $X_1, X_2, \dots, X_n$ เป็น*การแจกแจงก่อน* (Prior Distribution) แบบปกติที่มี พารามิเตอร์เป็น $\tilde{\mu}, \tilde{\Sigma}$ จากขั้นตอนที่ 4 และ $\hat{\mu}_t$ เป็น*ค่าคาดหวังภายหลัง* (Posterior Mean) สามารถคำนวณได้ด้วยเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด (Recursive Integration) ตามที่ Kiatsupaibul et al. (2015: working paper) ได้นำเสนอไว้

3.2.6 กำหนดนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนจากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุด (Utility Function) ตามที่ (DeMiguel et al, 2009) ได้นำเสนอไว้ แสดงสมการได้ดังนี้

$$U(w_t) = \mu_t^T w_t - \frac{\gamma}{2} w_t^T \textstyle\sum_t w_t$$

$$\max_{w_t} \quad U(w_t)$$

$$\tilde{1}^T w_t = 1$$

โดยที่

μ_t แทน เวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทน ณ เวลา t

$\sum_t$ แทน เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของผลตอบแทน ณ เวลา t

w_t แทน เวกเตอร์ของตัวแปรตัดสินใจของน้ำหนักการลงทุนใน N หลักทรัพย์ ณ เวลา t

γ แทน ค่าหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1)

จะได้ค่าน้ำหนักสำหรับการกำหนดนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนจากการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุดเป็นดังนี้

$$w_t^* = \frac{\sum_t^{-1} \mu_t}{1^T \sum_t^{-1} \mu_t}$$

สำหรับนโยบายที่มีการขายชอร์ต ค่าน้ำหนักที่ได้จะสามารถติดลบได้ นั่นคือการยืมหลักทรัพย์มาขายก่อน แล้วค่อยซื้อคืนภายหลัง ส่วนนโยบายที่ไม่ให้มีการขายชอร์ตจะต้องเพิ่มเติมเงื่อนไขดังนี้

$$w_t \geq 0$$

เนื่องจากการกำหนดให้ไม่มีนโยบายการขายชอร์ต นั่นคือค่าน้ำหนักของแต่ละหลักทรัพย์จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์เท่านั้น

ในการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) μ_t และ $\sum_t$ จะถูกแทนด้วย $\tilde{\mu}_t$ และ $\tilde{\sum}_t$ ส่วนในการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) μ_t และ $\sum_t$ จะถูกแทนด้วย $\hat{\mu}_t$ และ $\hat{\sum}_t$

3.2.7 จากการทดลองในขั้นตอนที่ 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5 และ 3.2.6 จะได้ผลตอบแทนรายเดือนของการจัดพอร์ตลงทุน $(\mathrm{r_p})$ โดยที่ p = 67, 68, ..., 426 จากนั้น คำนวณหาผลตอบแทนเฉลี่ยรายปีของการจัดพอร์ตลงทุน

$$\bar{r}_k = \sum_{p=q}^{q+11} \frac{r_p}{12} \quad ; q = 12(k-1) + 67$$

จะได้ผลตอบแทนเฉลี่ยจากการจัดพอร์ตลงทุนปีที่ k เป็นระยะเวลารวมทั้งสิ้น 30 ปี โดย k = 1, 2,..., 30

3.2.8 วัดประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่า Certainty Equivalence Return ซึ่งเป็นค่าประมาณของผลตอบแทนของการจัดพอร์ตลงทุน แสดงสมการได้ดังนี้

$$\widehat{\mathrm{CEQ}} = \bar{r}_k - \frac{\gamma}{2} s_k^2 \quad ; k = 1, 2, \dots, 30$$

โดยที่

$\bar{r}_k$ แทน ค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนจากการจัดพอร์ตลงทุนปีที่ k

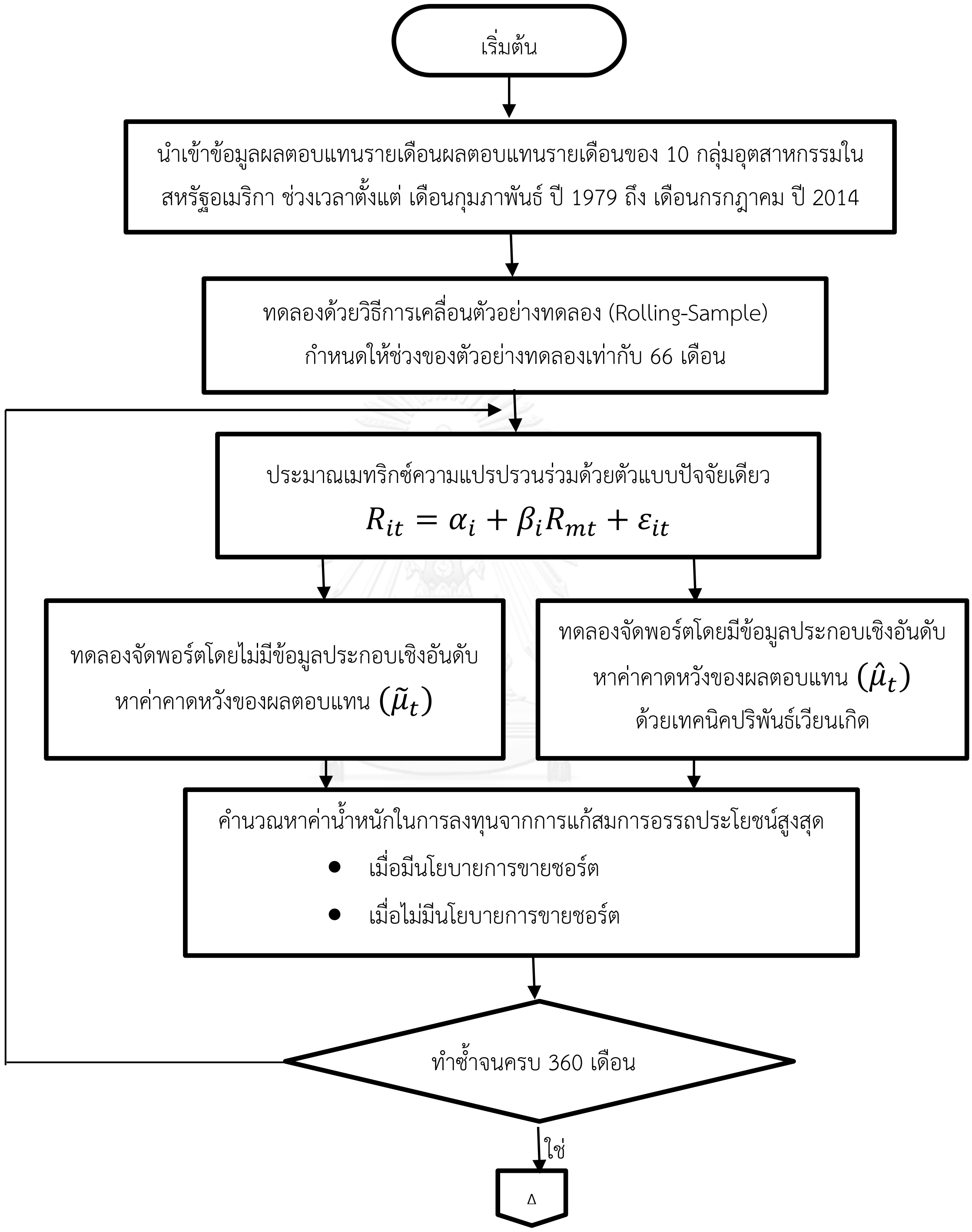
s_k^2 แทน ความแปรปรวนของผลตอบแทนจากการจัดพอร์ตลงทุนปีที่ k

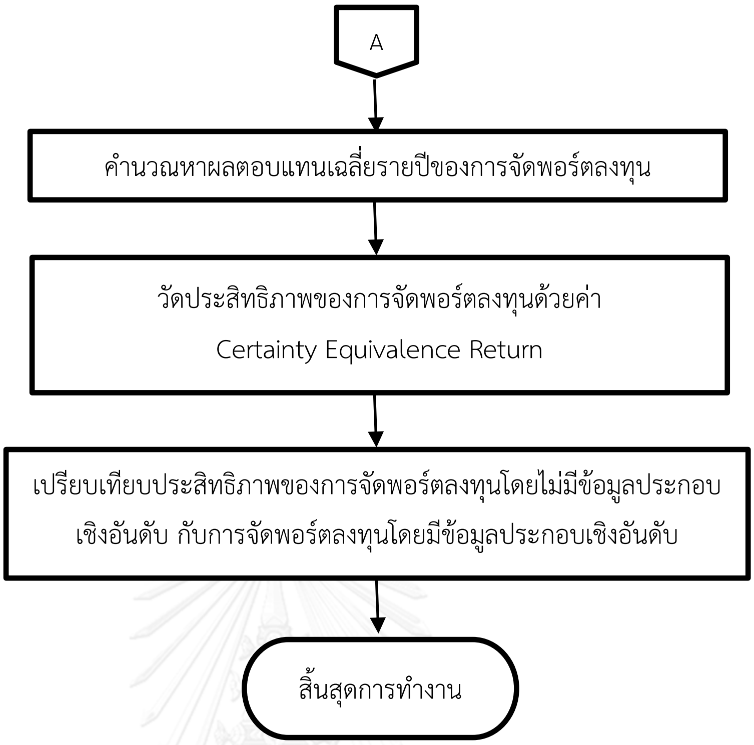
γ แทน ค่าหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1)

3.2.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับกับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ จากค่าประมาณ $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ ซึ่งค่า $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ ที่สูง แสดงถึงประสิทธิภาพของพอร์ตลงทุนที่สูงเช่นกัน

3.2.10 สรุปผลการทดลอง

3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์กระบวนการอนุมานเชิงสถิติแบบมีข้อจำกัดเชิงอันดับในการทดลองกับข้อมูลจริง และประเมินประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองจัดพอร์ตลงทุนด้วยข้อมูลจริงของผลตอบแทนรายเดือนใน 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อมีข้อจำกัดเชิงอันดับ ซึ่งข้อจำกัดเชิงอันดับในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลประกอบเชิงอันดับของผลตอบแทน ทดลองจัดพอร์ตลงทุน 2 กรณี ได้แก่ การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) และการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ซึ่งในแต่ละกรณีจะทดลองด้วยนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนที่แตกต่างกัน 2 นโยบาย ได้แก่ นโยบายที่กำหนดให้มีการขายชอร์ต และนโยบายที่กำหนดให้ไม่มีการขายชอร์ต จากนั้นวัดประสิทธิภาพการจัดพอร์ตลงทุนด้วยค่าประมาณอรรถประโยชน์ (Certainty Equivalence Return)

อักษรย่อและสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ปรากฏในการนำเสนอผลการวิจัยแทนความหมายดังนี้

$\tilde{\Sigma}_t$	แทน ค่าประมาณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม
$\tilde{\mu}_t$	แทน ค่าคาดหวังของผลตอบแทน จากการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ
τ	แทน ค่าที่ปรับขนาดของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการแจกแจงก่อน
$\hat{\mu}_t$	แทน ค่าคาดหวังของผลตอบแทน จากการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ
λ	แทน ค่าที่ใช้ปรับความเชื่อมั่นของข้อมูล
$\check{\mu}_t$	แทน ค่าคาดหวังของผลตอบแทน เมื่อมีการปรับความเชื่อมั่นข้อมูลด้วย λ
$\widehat{\mathrm{CEQ}}$	แทน ค่าประมาณอรรถประโยชน์

สำหรับงานวิจัยนี้จะนำเสนอผลการเปรียบเทียบโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

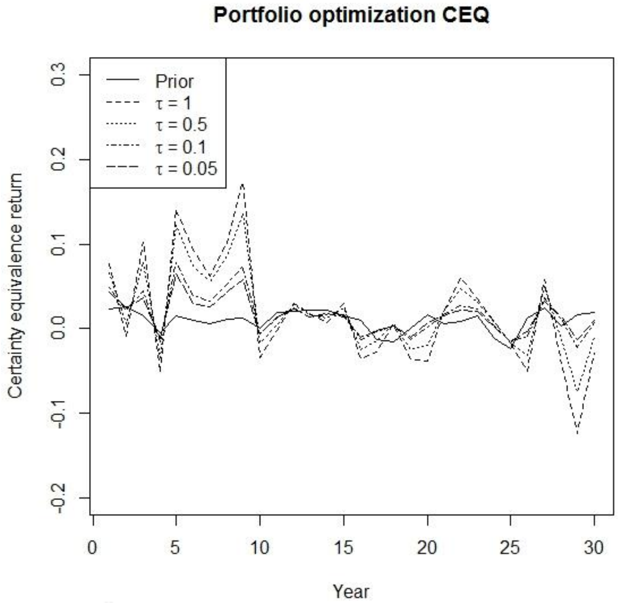
<u>ส่วนที่ 1</u> ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (prior model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อกำหนดให้ *มี* นโยบายการขายชอร์ต (Short sale)

<u>ส่วนที่ 2</u> ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (prior model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อกำหนดให้ *ไม่มี* นโยบายการขายชอร์ต (No short sale)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อกำหนดให้มีนโยบายการขายชอร์ต

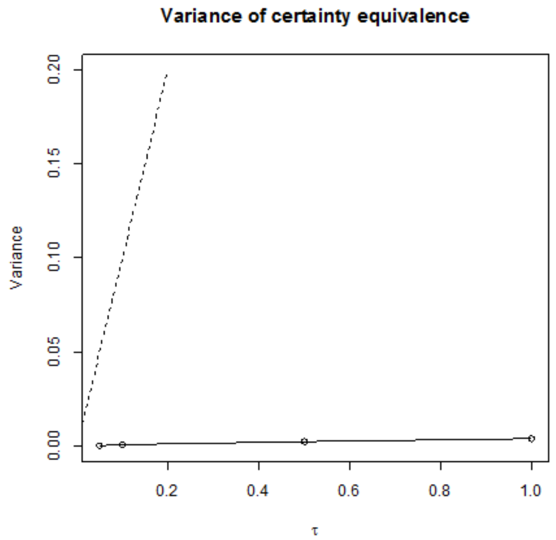
ในกรณีนี้ผู้วิจัยทำการประเมินประสิทธิภาพในการทดลองจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต โดยเปรียบเทียบกรณีที่ไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior) กับกรณีที่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained) และการแจกแจงก่อนเป็นแบบ $N(\tilde{\mu}_t, \tau\sum_t)$ เมื่อค่า τ มีค่าเท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05 ได้ผลแสดงดังรูปที่ 1



<u>รูปที่ 1</u> : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ที่ค่า τ เท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05

ค่า τ เป็นค่าที่ปรับขนาดของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของการแจกแจงก่อน เพื่อที่จะศึกษาความไวของผลลัพธ์ต่อพารามิเตอร์ของการแจกแจงก่อ $\tau\sum_t$น ซึ่งจากรูปที่ 1 จะเห็นว่า ถ้าค่า τ มีค่ามาก จะทำให้ค่า $\widehat{\text{CEQ}}$ มีความแปรปรวนสูง และถ้าค่า τ มีค่าน้อย จะทำให้ค่า $\widehat{\text{CEQ}}$ มีความแปรปรวนต่ำลง

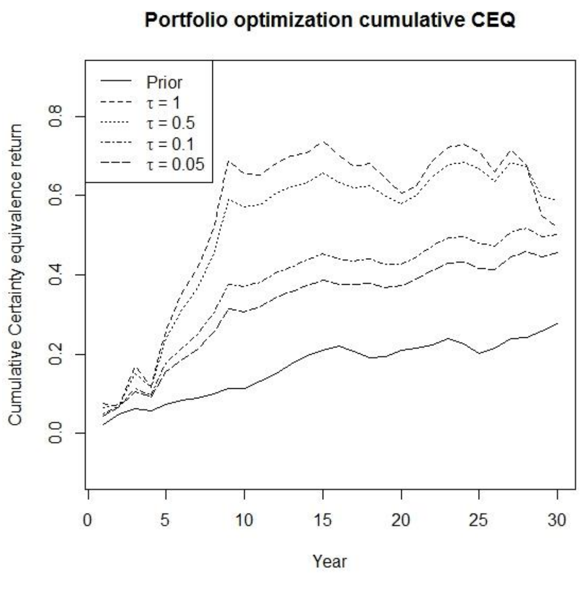
รูปที่ 2 จะแสดงความแปรปรวนของค่า $\widehat{\text{CEQ}}$ จากการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ เพื่อศึกษาความไวของผลลัพธ์ต่อพารามิเตอร์ของการแจกแจงก่อน $\tau\sum_t$



<u>รูปที่ 2</u> : กราฟแสดงความแปรปรวนของค่า $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ สำหรับการจัดพอร์ตโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ ที่ค่า τ เท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05

ในรูปที่ 2 เส้นประเป็นเส้นอ้างอิงที่ทำมุม 45 องศากับแกนนอน เพื่อใช้เปรียบเทียบความไว จะเห็นว่าเส้นแนวโน้มความแปรปรวนของ $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่า τ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าแนวเส้นประมาก แสดงว่าค่า $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ ไม่ไวต่อพารามิเตอร์ของการแจกแจงก่อน $\tau\widetilde{\Sigma}_t$

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม แสดงดังรูปที่ 3



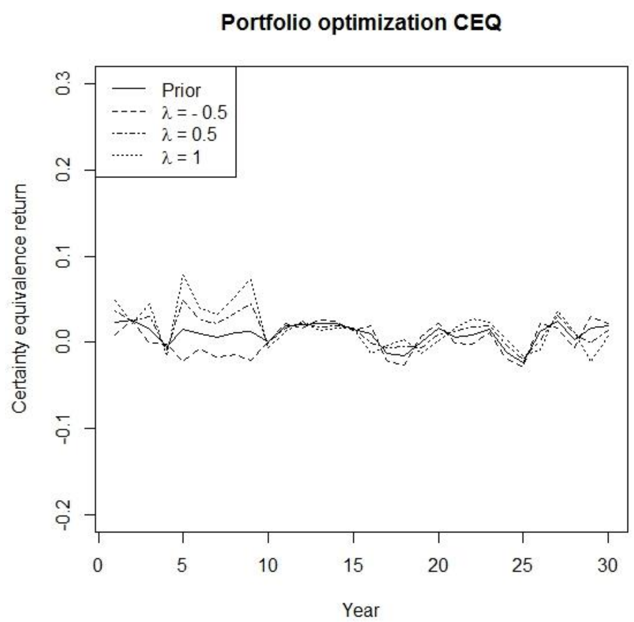
รูปที่ 3 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม $(\text{Cumulative } \widehat{\text{CEQ}})$ ของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ที่ค่า τ เท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05

จากรูปที่ 3 จะเห็นว่าประสิทธิภาพสะสมของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ตโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับให้ประสิทธิภาพดีกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ และสำหรับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับที่มีค่า τ ต่างกัน พบว่าในระยะยาวให้ประสิทธิภาพสะสมใกล้เคียงกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดค่า τ เท่ากับ 0.1 เพื่อศึกษาความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับต่อไป

ในส่วนนี้จะแสดงผลเกี่ยวกับความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับ นั่นคือข้อมูลในอดีตสามารถทำนายข้อมูลในอนาคตได้แม่นยำเพียงใด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\breve{\mu}_t = \lambda\hat{\mu}_t + (1-\lambda)\tilde{\mu}_t$$

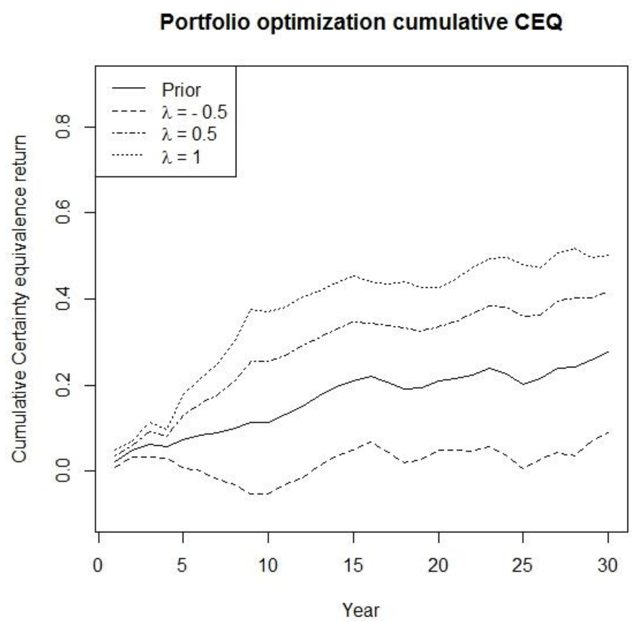
เมื่อกำหนดให้ค่า τ เท่ากับ 0.1 และค่า λ ที่นำมาปรับค่าความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับมี 3 ระดับ ได้แก่ $\lambda = 1$ (เชื่อมั่นว่าข้อมูลในอดีตสามารถทำนายอนาคตได้แม่นยำ), $\lambda = 0.5$ (เชื่อมั่นว่าข้อมูลในอดีตสามารถทำนายอนาคตได้ดีปานกลาง) และ $\lambda = -0.5$ (ไม่เชื่อมั่นว่าข้อมูลในอดีตสามารถทำนายอนาคตได้) ทำการเปรียบเทียบกรณีทั้ง 3 กับกรณีที่ไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) ได้ผลดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับถูกปรับด้วยค่า λ เท่ากับ -0.5, 0.5 และ 1

จากรูปที่ 4 จะเห็นว่าค่า λ ที่เป็นบวกและเป็นลบจะให้ผลที่ค่อนข้างตรงข้ามกัน นั่นคือถ้า λ เป็น 0.5, 1 จะให้ผลดีนั่นคือดูมีแนวโน้มที่การจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต โดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ และเมื่อ λ เป็น -0.5 จะมีแนวโน้มที่การจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับจะประสิทธิภาพต่ำกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ที่ค่า λ เท่ากับ -0.5, 0.5 และ 1 ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม แสดงดังรูปที่ 5

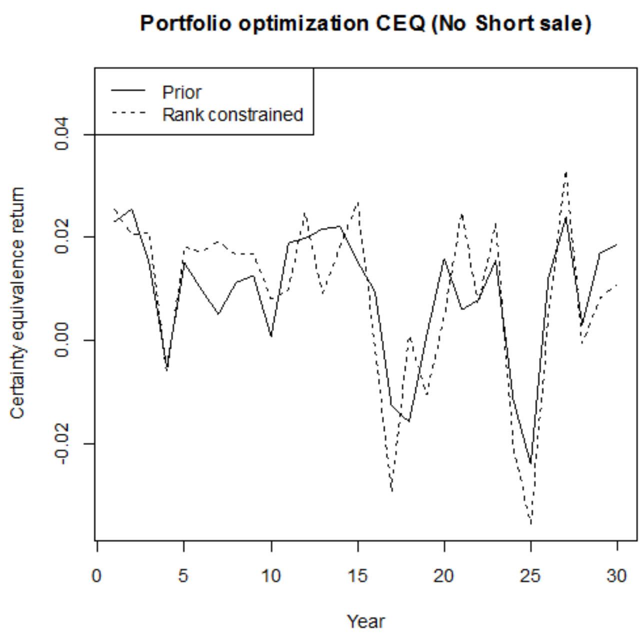


รูปที่ 5 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม (Cumulative $\widehat{\text{CEQ}}$) ของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อความเชื่อมั่นของข้อมูลถูกปรับด้วยค่า λ เท่ากับ -0.5, 0.5 และ 1

จากรูปที่ 5 จะเห็นว่าถ้าข้อมูลถูกปรับด้วยค่า λ ที่เป็นค่าบวก จะทำให้การจัดพอร์ตลงทุนเมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต โดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ และเมื่อ λ เป็นค่าลบ จะทำให้การจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับมีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ ซึ่งที่ค่า $\lambda = 1$ จะให้ประสิทธิภาพดีที่สุด ดังนั้นสรุปได้ว่าผลตอบแทนในอดีตของข้อมูลชุดนี้สามารถทำนายผลตอบแทนในอนาคตได้ดี

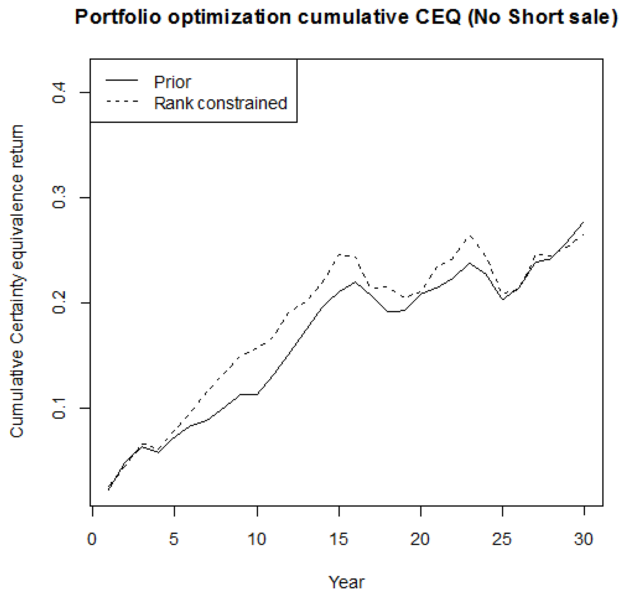
4.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อกำหนดให้ไม่มีนโยบายการขายชอร์ต

ในกรณีนี้ผู้วิจัยทำการประเมินประสิทธิภาพในการทดลองจัดพอร์ตลงทุนเมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต โดยเปรียบเทียบกรณีที่ไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior) กับกรณีที่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained) และการแจกแจงก่อนเป็นแบบ $N(\tilde{\mu}_t, \tau\tilde{\Sigma}_t)$ เมื่อค่า τ มีค่าเท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05 และเนื่องจากการจัดพอร์ตลงทุนที่ค่า τ ระดับต่างๆ ข้างต้นให้ประสิทธิภาพที่เท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงแสดงผลของการจัดพอร์ตลงทุนกรณีที่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ ตามเส้นกราฟ Rank Constrained แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ที่ค่า τ เท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดพอร์ตลงทุนระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อกำหนดให้ไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม แสดงดังรูปที่ 7



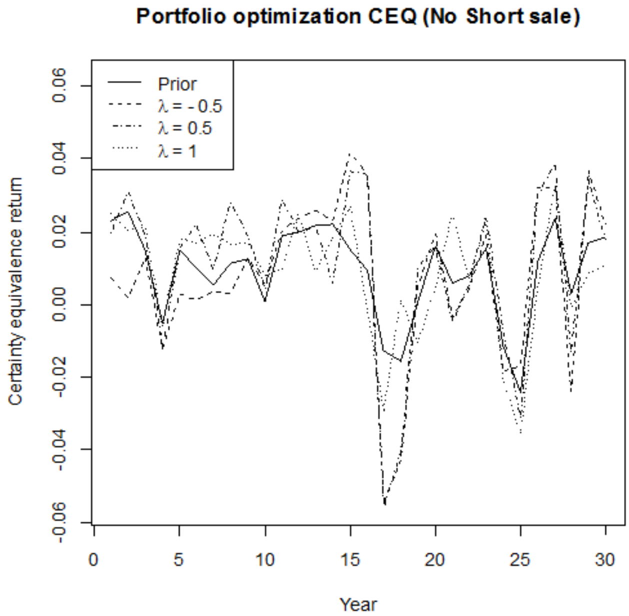
รูปที่ 7 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม (Cumulative $\widehat{\text{CEQ}}$) ของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ที่ค่า τ เท่ากับ 1, 0.5, 0.1 และ 0.05

จากรูปที่ 7 จะเห็นว่าในระยะยาว การจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained) เมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ไม่ได้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior)

เพื่อศึกษาความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับที่นำมาประกอบการจัดพอร์ตลงทุน เมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\breve{\mu}_t = \lambda\hat{\mu}_t + (1-\lambda)\tilde{\mu}_t$$

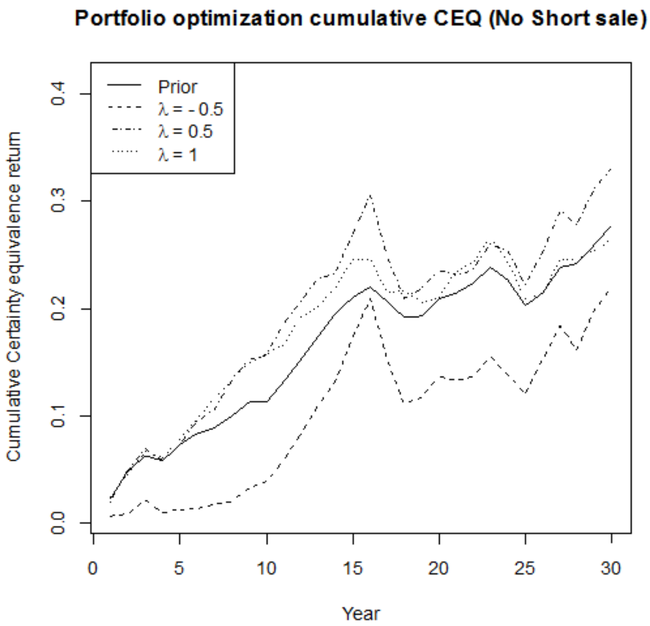
เมื่อกำหนดให้ค่า τ เท่ากับ 0.1 และค่า λ ที่นำมาปรับค่าความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับมี 3 ระดับ ได้แก่ $\lambda = 1$, $\lambda = 0.5$ และ $\lambda = -0.5$ ทำการเปรียบเทียบกรณีทั้ง 3 กับกรณีที่ไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) แสดงผลดังรูปที่ 8



<u>รูปที่ 8</u> : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับถูกปรับด้วยค่า λ เท่ากับ -0.5, 0.5 และ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อมีนโยบายการขายชอร์ต ที่ค่า λ เท่ากับ -0.5, 0.5 และ 1 ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 : กราฟแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพสะสม (Cumulative $\widehat{\text{CEQ}}$) ของการจัดพอร์ตลงทุนเมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต ระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) เมื่อความเชื่อมั่นของข้อมูลถูกปรับด้วยค่า λ เท่ากับ -0.5, 0.5 และ 1

จากรูปที่ 9 จะเห็นว่าเมื่อมีการปรับความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับด้วยค่า $\lambda = 0.5$ จะทำให้การจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ เมื่อไม่มีนโยบายการขายชอร์ต มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นกว่าการไม่ปรับความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับ นั่นคือค่า $\lambda = 1$ ดังนั้นสรุปได้ว่าผลตอบแทนในอดีตของข้อมูลชุดนี้สามารถทำนายผลตอบแทนในอนาคตได้ดีปานกลาง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองจัดพอร์ตลงทุนด้วยข้อมูลจริงของผลตอบแทนรายเดือนใน 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Prior Model) และการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (Rank Constrained Model) ซึ่งในแต่ละกรณีจะกำหนดให้มีนโยบายในการจัดพอร์ตลงทุนที่แตกต่างกัน 2 นโยบาย ได้แก่ นโยบายที่มีการขายชอร์ต และนโยบายที่ไม่มีการขายชอร์ต สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

เนื่องจากผลการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ เมื่อกำหนดให้ *มี*นโยบายการขายชอร์ต และ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ เมื่อกำหนดให้ *ไม่มี* นโยบายการขายชอร์ต

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ เมื่อกำหนดให้ *มี*นโยบายการขายชอร์ต จะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงค่า $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ ไม่มีความไวของผลลัพธ์ต่อพารามิเตอร์ของการแจกแจงก่อน $\tau\widehat{\sum}_t$ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดให้ค่า $\tau = 0.1$ เมื่อพิจารณาความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับ พบว่าการปรับความเชื่อในของข้อมูลประกอบเชิงอันดับด้วยค่า λ ที่เป็นบวกทำให้การจัดพอร์ตการลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับมีประสิทธิภาพดีกว่า ค่า λ ที่เป็นลบ แต่อย่างไรก็ตามการไม่ปรับลดความเชื่อมั่นของข้อมูลประกอบเชิงอันดับให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดใน λ ทั้ง 3 ระดับ นั่นคืออันดับของผลตอบแทนในอดีตของข้อมูลชุดนี้สามารถทำนายผลตอบแทนในอนาคตได้ดี

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ กับการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ เมื่อกำหนดให้ ไม่มี นโยบายการขายชอร์ต พบว่าการปรับเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมด้วยค่า τ ทั้ง 4 ระดับ ให้ประสิทธิภาพของการจัดพอร์ตที่เท่ากัน เนื่องจากกำหนดให้ไม่มีนโยบายในการขายชอร์ต ทำให้น้ำหนักการลงทุนกระจุกตัว

ไปที่หลักทรัพย์เพียงบางหลักทรัพย์ที่เหมือนกัน เมื่อวัดประสิทธิภาพจากการจัดพอร์ตจึงให้ประสิทธิภาพที่เท่ากัน และในระยะยาวการใช้ข้อมูลประกอบเชิงอันดับมาประกอบการจัดพอร์ตลงทุนอาจจะไม่ได้ให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ แต่เมื่อปรับความเชื่อมั่นของข้อมูลประกอบเชิงอันดับด้วยค่า λ ที่ต่ำลง ทำให้ $\breve{\mu}_t$ มีค่าใกล้เคียงกับ $\tilde{\mu}_t$มากขึ้น เป็นผลให้มีการกระจายน้ำหนักการลงทุนดีขึ้น แต่เนื่องจาก λ ไม่เท่ากับ 0 ดังนั้น $\breve{\mu}_t$ ก็ยังจะได้รับอิทธิพลจากข้อมูลประกอบเชิงอันดับ ซึ่งทำให้สุทธิแล้วพอร์ตลงทุนมีประสิทธิภาพดีขึ้น

จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับในกรณีที่มีนโยบายการขายชอร์ต และเมื่อกำหนดให้ไม่มีนโยบายการขายชอร์ต การปรับความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับด้วยค่า λ ที่ต่ำลงสามารถทำให้การจัดพอร์ตลงทุนมีประสิทธิภาพดีขึ้น นั่นแสดงว่าถ้าหากผู้ลงทุนมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับที่สามารถทำนายอนาคตได้ไม่ค่อยดี การปรับความเชื่อมั่นของข้อมูลเชิงอันดับด้วยค่า λ จะช่วยให้การจัดพอร์ตมีประสิทธิภาพที่ดี

ทั้งนี้การจัดพอร์ตลงทุนโดยกำหนดนโยบายการลงทุนที่มีการขายชอร์ต และ ไม่มีการขายชอร์ต พบว่า การจัดพอร์ตลงทุนลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ จะให้ประสิทธิภาพดีกว่าการจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับโดยเฉลี่ย

5.2 ข้อเสนอแนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะข้อมูลผลตอบแทนรายเดือนของ 10 อุตสาหกรรมในประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับผู้ที่สนใจ อาจเลือกศึกษาเพิ่มในกรณีต่อไปนี้

5.2.1. ข้อมูลผลตอบแทนชุดอื่นๆ

5.2.2. ข้อมูลผลตอบแทนรายวัน ซึ่งผู้วิจัยคาดว่า เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาทดลองจัดพอร์ตด้วยวิธีการเช่นเดียวกันนี้ จะให้ค่า $\widehat{\mathrm{CEQ}}$ เป็นค่าลบ และถ้าหากปรับความเชื่อมั่นของข้อมูลด้วยค่า λ ที่เป็นลบ จะช่วยให้การจัดพอร์ตมีประภาพดีขึ้น

รายการอ้างอิง

Black, F. and R. Litterman (1991). "Asset allocation: combining investor views with market equilibrium." Journal of Fixed Income **1 (1)**: 7-18.

Black, F. and R. Litterman (1992). "Global portfolio optimization." Financial Analalysts **48 (5)**: 28-43.

Chiarawongse, A., et al. (2012). "Portfolio selection with qualitative input." Journal of Banking and Finance **36**: 489-496.

Das, S., et al. (2010). "Portfolio optimization with mental accounts." Journal of Financial and Quantitative Analysis **45 (2)**: 311-334.

DeMiguel, V., et al. (2009). "Optimal versus naïve diversification: how inefficient is the 1/N portfolio strategy?" The Review of Financial Studies **22**: 1915-1953.

Elton and E. J. (2003). Modern portfolio theory and investment analysis. New York, NY : J. Wiley & Sons.

Kiatsupaibul, S., et al. (Working paper). "Probability Distribution Calculations Conditioned on Rankings."

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำสั่งโปรแกรม R

โปรแกรมตัวอย่างการทดลองจัดพอร์ตลงทุน ด้วยข้อมูลจริงของผลตอบแทนรายเดือนใน 10 กลุ่มอุตสาหกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกาที่ได้จาก Kenneth French’s Website โดยทดลองจัดพอร์ตลงทุน 2 กรณี ได้แก่การจัดพอร์ตลงทุนโดยไม่มีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (prior model) และการจัดพอร์ตลงทุนโดยมีข้อมูลประกอบเชิงอันดับ (rank constrained model)

ในโปรแกรมนี้ได้มีการใช้คำสั่งเพิ่มเติมจากโปรแกรมพื้นฐานดังนี้

library(quadprog) ใช้สำหรับการแก้สมการอรรถประโยชน์สูงสุด เพื่อหาค่าน้ำหนักในการจัดพอร์ตลงทุนสำหรับกรณีที่ไม่มีนโยบายการขายชอร์ต

ฟังก์ชัน rankstatnormal โดยรศ.ดร. เสกสรร เกียรติสุไพบูลย์ เพื่อประมาณค่าคาดหวังของผลตอบแทน เมื่อมีข้อจำกัดเชิงอันดับ ด้วยเทคนิคปริพันธ์เวียนเกิด

```
#  ADD DATA  #
returnframe<-read.csv(file="Average Value Weighted Returns.csv");
avefirmsizeframe<-read.csv(file="Average firm size.csv");
numfirmframe<-read.csv(file="Number of Firms.csv");
returnmat<-as.matrix(returnframe[,-1])/100;
avefirmsizemat<-as.matrix(avefirmsizeframe[,-1]);
numfirmmat<-as.matrix(numfirmframe[,-1]);
#  return market  #
capmat<-avefirmsizemat*numfirmmat;
valuevec<-rowSums(capmat);
wcapmat<-capmat/valuevec;
rmvec<-rowSums(wcapmat*returnmat);

#  BUILT FUNCTION  #
sfn<-function(xvec){
        betavec<-rep(NA, length=ncol(returnmat));
        for( i in 1:ncol(returnmat) ){
                lmframe<-data.frame(rm=rmvec[xvec], ri=returnmat[xvec,i]);
```

```
            imodel<-lm(ri~rm,data=lmframe);
            betavec[i]<-coef(imodel)[2];
        }
        sigmamat<-(betavec%*%t(betavec))*var(lmframe$rm);
        diag(sigmamat)<-apply(returnmat[xvec,],2,var);
        zcoefvec<-sd(lmframe$rm)*betavec/sqrt(diag(sigmamat));
        return(list(sigmamat,betavec,zcoefvec));
}

#  Parameter to be set  #
#...period data...#
#...198407-201407...#
histlength<-66;
runstart<-697;
runlength<-360;

#...for weight...#
wmatp<-matrix(rep(NA,length=ncol(returnmat)*runlength),
                                        ncol=ncol(returnmat));
wmatq<-matrix(rep(NA,length=ncol(returnmat)*runlength),
                                        ncol=ncol(returnmat));
wmatqns<-matrix(rep(NA,length=ncol(returnmat)*runlength),
                                        ncol=ncol(returnmat));
wmatv<-matrix(rep(NA,length=ncol(returnmat)*runlength),
                                        ncol=ncol(returnmat));
wmatvns<-matrix(rep(NA,length=ncol(returnmat)*runlength),
                                        ncol=ncol(returnmat));

#  Loops to compute weight  #
for(istar in runstart:(runstart+runlength-1)){
        winvec<-(istar-histlength):(istar-1);
        outsfn<-sfn(winvec);
        outsigmamat<-outsfn[[1]];
        outbetavec<-outsfn[[2]];
```

```
outzcoefvec<-outsfn[[3]];

#...Qualitative Input...#
#***...prior...***#
newwcap<-wcapmat[istar-1,];
newmuvec<-outsigmamat%*%newwcap;
newmuvec<-sqrt(sum(returnmat[istar-1,]^2))*newmuvec/sqrt(sum(newmuvec^2));
wmatp[istar-runstart+1,]<-newwcap;

#...Scale SD of the prior mean by ..xx.. #
##newsdvec<-sqrt(..xx..*diag(outsigmamat));##
newsdvec<-sqrt(0.1*diag(outsigmamat));
newzcoefvec<-outzcoefvec;
newrankvec<-order(returnmat[istar-1,]);

#***...rank constrain...***#
##Low to high rank
rankvec<-newrankvec;
source("rankstatnormal.R");
muqvec<-exvec;

#..Short sales
wqvec<-solve(outsigmamat,muqvec);
wqvec<-wqvec/sum(wqvec);
wmatq[istar-runstart+1,]<-wqvec;

#......Quadratic program
param<-outsfn
portoptq<-function(inputq){
        library(quadprog);
        Amat<-cbind(rep(1,length=10),diag(10));
        bvec<-c(1,rep(0,length=10));
        qmodel<-solve.QP(outsigmamat, muqvec, Amat, bvec, meq=1);
        return(qmodel$solution);
```

```
        }
        wqnsvec<-portoptq(param);
        wmatqns[istar-runstart+1,]<-wqnsvec;

        #***...Shinkage by lambda ..xx.. ***#
        ## muvvec<-(..xx..*muqvec)+(1-(..xx..))*newmuvec; ##
        muvvec<-(0.5*muqvec)+(1-(0.5))*newmuvec;

        wvvec<-solve(outsigmamat,muvvec);
        wvvec<-wvvec/sum(wvvec);
        wmatv[istar-runstart+1,]<-wvvec

        #......Quadratic program
        param<-outsfn
        portoptq<-function(inputq){
                library(quadprog);
                Amat<-cbind(rep(1,length=10),diag(10));
                bvec<-c(1,rep(0,length=10));
                vmodel<-solve.QP(outsigmamat, muvvec, Amat, bvec, meq=1);
                return(vmodel$solution);
        }
        wvnsvec<-portoptq(param);
        wmatvns[istar-runstart+1,]<-wvnsvec;

        print(c("istar : ",istar));
}

#  Measure average returns from the weight  #
routwinmat<-returnmat[runstart:(runstart+runlength-1),];
rpvec<-rowSums(routwinmat*wmatp);
ravevec<-rowMeans(routwinmat);
rqvec<-rowSums(routwinmat*wmatq);
rqnsvec<-rowSums(routwinmat*wmatqns);
rvvec<-rowSums(routwinmat*wmatv);
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
rvnsvec<-rowSums(routwinmat*wmatvns);
indexvec<-runstart:(runstart+runlength-1);

#  Save output  #
save(indexvec,rpvec,ravevec,rqvec,rqnsvec,rvvec,rvnsvec,wmatp,wmatq,wmatqns,wmatv,wmatvns
,routwinmat,file="outputcase4all.RData");

#export to EXCEL
outputcase4new<-data.frame(indexvec,ravevec,rpvec,rqvec,rvvec,rqnsvec,rvnsvec)
write.table(outputcase4new, paste("C:/Users/Macbook
PRO/Desktop/THESIS/10industry/Case/case4new",".csv"), sep = "," ,col.names = TRUE ,row.names
= FALSE )
##Add Data OUTPUT
compareall<-read.csv(file="caseALLnew.csv");
head(compareall);
indexvec<-as.vector(compareall$indexvec);
ravevec<-as.vector(compareall$ravevec1);
#Prior
rpvec<-as.vector(compareall$rpvec1);
#Shortsale--Rank constrained
rqvec.tau0.05<-as.vector(compareall$rqvec3);
rqvec.tau0.1<-as.vector(compareall$rqvec4);
rqvec.tau0.5<-as.vector(compareall$rqvec2);
rqvec.tau1<-as.vector(compareall$rqvec1);
#Shortsale--Shrinkage Fixtau=0.1
rvvec.neglamb0.5<-as.vector(compareall$rvvec5);
rvvec.lamb0.5<-as.vector(compareall$rvvec4);
rvvec.lamb1<-as.vector(compareall$rvvec6);

#NoShortsale--Rank constrained
rqnsvec.tau0.05<-as.vector(compareall$rqnsvec3);
rqnsvec.tau0.1<-as.vector(compareall$rqnsvec4);
rqnsvec.tau0.5<-as.vector(compareall$rqnsvec2);
rqnsvec.tau1<-as.vector(compareall$rqnsvec1);
```

```
#NoShortsale--Shrinkage Fixtau=0.1
rvnsvec.neglamb0.5<-as.vector(compareall$rvnsvec5);
rvnsvec.lamb0.5<-as.vector(compareall$rvnsvec4);
rvnsvec.lamb1<-as.vector(compareall$rvnsvec6);
##CEQ
periodvec<-sort(rep(1:30,12));
rpbarvec<-tapply(rpvec,periodvec,mean);

rq.tau1barvec<-tapply(rqvec.tau1,periodvec,mean);
rq.tau0.5barvec<-tapply(rqvec.tau0.5,periodvec,mean);
rq.tau0.1barvec<-tapply(rqvec.tau0.1,periodvec,mean);
rq.tau0.05barvec<-tapply(rqvec.tau0.05,periodvec,mean);
rqns.tau1barvec<-tapply(rqnsvec.tau1,periodvec,mean);
rqns.tau0.5barvec<-tapply(rqnsvec.tau0.5,periodvec,mean);
rqns.tau0.1barvec<-tapply(rqnsvec.tau0.1,periodvec,mean);
rqns.tau0.05barvec<-tapply(rqnsvec.tau0.05,periodvec,mean);

rv.neglamb0.5barvec<-tapply(rvvec.neglamb0.5,periodvec,mean);
rv.lamb0.5barvec<-tapply(rvvec.lamb0.5,periodvec,mean);
rv.lamb1barvec<-tapply(rvvec.lamb1,periodvec,mean);
rvns.neglamb0.5barvec<-tapply(rvnsvec.neglamb0.5,periodvec,mean);
rvns.lamb0.5barvec<-tapply(rvnsvec.lamb0.5,periodvec,mean);
rvns.lamb1barvec<-tapply(rvnsvec.lamb1,periodvec,mean);


s2pvec<-tapply(rpvec,periodvec,var);
s2q.tau1vec<-tapply(rqvec.tau1,periodvec,var);
s2q.tau0.5vec<-tapply(rqvec.tau0.5,periodvec,var);
s2q.tau0.1vec<-tapply(rqvec.tau0.1,periodvec,var);
s2q.tau0.05vec<-tapply(rqvec.tau0.05,periodvec,var);
s2qns.tau1vec<-tapply(rqnsvec.tau1,periodvec,var);
s2qns.tau0.5vec<-tapply(rqnsvec.tau0.5,periodvec,var);
s2qns.tau0.1vec<-tapply(rqnsvec.tau0.1,periodvec,var);
s2qns.tau0.05vec<-tapply(rqnsvec.tau0.05,periodvec,var);
```

```
s2v.neglamb0.5vec<-tapply(rvvec.neglamb0.5,periodvec,var);
s2v.lamb0.5vec<-tapply(rvvec.lamb0.5,periodvec,var);
s2v.lamb1vec<-tapply(rvvec.lamb1,periodvec,var);
s2vns.neglamb0.5vec<-tapply(rvnsvec.neglamb0.5,periodvec,var);
s2vns.lamb0.5vec<-tapply(rvnsvec.lamb0.5,periodvec,var);
s2vns.lamb1vec<-tapply(rvnsvec.lamb1,periodvec,var);

ceqrpvec<-rpbarvec-0.5*s2pvec;
ceqrq.tau1vec<-rq.tau1barvec-0.5*s2q.tau1vec;
ceqrq.tau0.5vec<-rq.tau0.5barvec-0.5*s2q.tau0.5vec;
ceqrq.tau0.1vec<-rq.tau0.1barvec-0.5*s2q.tau0.1vec;
ceqrq.tau0.05vec<-rq.tau0.05barvec-0.5*s2q.tau0.05vec;
ceqrqns.tau1vec<-rqns.tau1barvec-0.5*s2qns.tau1vec;
ceqrqns.tau0.5vec<-rqns.tau0.5barvec-0.5*s2qns.tau0.5vec;
ceqrqns.tau0.1vec<-rqns.tau0.1barvec-0.5*s2qns.tau0.1vec;
ceqrqns.tau0.05vec<-rqns.tau0.05barvec-0.5*s2qns.tau0.05vec;

ceqrv.neglamb0.5vec<-rv.neglamb0.5barvec-0.5*s2v.neglamb0.5vec;
ceqrv.lamb0.5vec<-rv.lamb0.5barvec-0.5*s2v.lamb0.5vec;
ceqrv.lamb1vec<-rv.lamb1barvec-0.5*s2v.lamb1vec;
ceqrvns.neglamb0.5vec<-rvns.neglamb0.5barvec-0.5*s2vns.neglamb0.5vec;
ceqrvns.lamb0.5vec<-rvns.lamb0.5barvec-0.5*s2vns.lamb0.5vec;
ceqrvns.lamb1vec<-rvns.lamb1barvec-0.5*s2vns.lamb1vec;

##Cumulative CEQ
pcumceq<-cumsum(ceqrpvec);
q.tau1cumceq<-cumsum(ceqrq.tau1vec);
q.tau0.5cumceq<-cumsum(ceqrq.tau0.5vec);
q.tau0.1cumceq<-cumsum(ceqrq.tau0.1vec);
q.tau0.05cumceq<-cumsum(ceqrq.tau0.05vec);
qns.tau1cumceq<-cumsum(ceqrqns.tau1vec);
qns.tau0.5cumceq<-cumsum(ceqrqns.tau0.5vec);
qns.tau0.1cumceq<-cumsum(ceqrqns.tau0.1vec);
qns.tau0.05cumceq<-cumsum(ceqrqns.tau0.05vec);
```

```
v.lambneg0.5cumceq<-cumsum(ceqrv.neglamb0.5vec);
v.lamb0.5cumceq<-cumsum(ceqrv.lamb0.5vec);
v.lamb1cumceq<-cumsum(ceqrv.lamb1vec);
vns.lambneg0.5cumceq<-cumsum(ceqrvns.neglamb0.5vec);
vns.lamb0.5cumceq<-cumsum(ceqrvns.lamb0.5vec);
vns.lamb1cumceq<-cumsum(ceqrvns.lamb1vec);

##PLOT
#Compare shortsale by tau (black)
minceq<-min(c(ceqrpvec,ceqrq.tau1vec,ceqrq.tau0.5vec,ceqrq.tau0.1vec,ceqrq.tau0.05vec));
maxceq<-max(c(ceqrpvec,ceqrq.tau1vec,ceqrq.tau0.5vec,ceqrq.tau0.1vec,ceqrq.tau0.05vec));
plot(ceqrpvec,type="l",ylim=c(-0.2,0.3),
xlab="Year", ylab="Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization CEQ");
points(ceqrq.tau1vec,type="l",lty=2);
points(ceqrq.tau0.5vec,type="l",lty=3);
points(ceqrq.tau0.1vec,type="l",lty=4);
points(ceqrq.tau0.05vec,type="l",lty=5);
mytau1<-expression(paste(tau," = 1"));
mytau2<-expression(paste(tau," = 0.5"));
mytau3<-expression(paste(tau," = 0.1"));
mytau4<-expression(paste(tau," = 0.05"));
legend("topleft",c("Prior",mytau1,mytau2,mytau3,mytau4),lty=c(1:5),bty="o");

#Compare NOshortsale by tau (black)
minceq<-min(c(ceqrpvec,ceqrqns.tau1vec));
maxceq<-max(c(ceqrpvec,ceqrqns.tau1vec));
plot(ceqrpvec,type="l",ylim=c(-0.2,0.3),
xlab="Year", ylab="Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization CEQ (No Short sale)");
points(ceqrqns.tau1vec,type="l",lty=2);
#points(ceqrqns.tau0.1vec,type="l",lty=3);
legend("topleft",c("Prior","Rank constrained"),lty=c(1:3),bty="o");

#Compare Cumulative shortsale by tau (black)
```

```
mincumceq<-min(c(pcumceq,q.tau1cumceq,q.tau0.5cumceq,q.tau0.1cumceq,q.tau0.05cumceq));
maxcumceq<-max(c(pcumceq,q.tau1cumceq,q.tau0.5cumceq,q.tau0.1cumceq,q.tau0.05cumceq));
plot(pcumceq,type="l",ylim=c(-0.1,0.9),
xlab="Year", ylab="Cumulative Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization cumulative CEQ");
points(q.tau1cumceq,type="l",lty=2);
points(q.tau0.5cumceq,type="l",lty=3);
points(q.tau0.1cumceq,type="l",lty=4);
points(q.tau0.05cumceq,type="l",lty=5);
mytau1<-expression(paste(tau," = 1"));
mytau2<-expression(paste(tau," = 0.5"));
mytau3<-expression(paste(tau," = 0.1"));
mytau4<-expression(paste(tau," = 0.05"));
legend("topleft",c("Prior",mytau1,mytau2,mytau3,mytau4),lty=c(1:5),bty="o");

#Compare Cumulative NOshortsale by tau (black)
mincumceq<-min(c(pcumceq,qns.tau0.1cumceq));
maxcumceq<-max(c(pcumceq,qns.tau0.1cumceq));
plot(pcumceq,type="l",ylim=c(-0.1,0.9),
xlab="Year", ylab="Cumulative Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization cumulative CEQ (No Short sale)");
points(qns.tau0.1cumceq,type="l",lty=2);
legend("topleft",c("Prior","Rank constrained"),lty=c(1:2),bty="o");

#Compare shortsale by lambda (black)
minceq<-min(c(ceqrpvec,ceqrv.neglamb0.5vec,ceqrv.lamb0.5vec,ceqrv.lamb1vec));
maxceq<-max(c(ceqrpvec,ceqrv.neglamb0.5vec,ceqrv.lamb0.5vec,ceqrv.lamb1vec));
plot(ceqrpvec,type="l",ylim=c(-0.2,0.3),
xlab="Year", ylab="Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization CEQ");
points(ceqrv.neglamb0.5vec,type="l",lty=2);
points(ceqrv.lamb0.5vec,type="l",lty=4);
points(ceqrv.lamb1vec,type="l",lty=9);
mylamb1<-expression(paste(lambda," = - 0.5"));
mylamb2<-expression(paste(lambda," = 0.5"));
```

```
mylamb3<-expression(paste(lambda," = 1"));
legend("topleft",c("Prior",mylamb1,mylamb2,mylamb3),lty=c(1,2,4,9),bty="o");

#Compare NOshortsale by lambda (black)
minceq<-min(c(ceqrpvec,ceqrvns.neglamb0.5vec,ceqrvns.lamb0.5vec,ceqrvns.lamb1vec));
maxceq<-max(c(ceqrpvec,ceqrvns.neglamb0.5vec,ceqrvns.lamb0.5vec,ceqrvns.lamb1vec));
plot(ceqrpvec,type="l",ylim=c(-0.2,0.3),
xlab="Year", ylab="Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization CEQ (No Short sale)");
points(ceqrvns.neglamb0.5vec,type="l",lty=2);
points(ceqrvns.lamb0.5vec,type="l",lty=4);
points(ceqrvns.lamb1vec,type="l",lty=9);
mylamb1<-expression(paste(lambda," = - 0.5"));
mylamb2<-expression(paste(lambda," = 0.5"));
mylamb3<-expression(paste(lambda," = 1"));
legend("topleft",c("Prior",mylamb1,mylamb2,mylamb3),lty=c(1,2,4,9),bty="o");

#Compare Cumulative shortsale by lambda (black)
mincumceq<-min(c(pcumceq,v.lambneg0.5cumceq,v.lamb0.5cumceq,v.lamb1cumceq));
maxcumceq<-max(c(pcumceq,v.lambneg0.5cumceq,v.lamb0.5cumceq,v.lamb1cumceq));
plot(pcumceq,type="l",ylim=c(-0.1,0.9),
xlab="Year", ylab="Cumulative Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization cumulative CEQ");
points(v.lambneg0.5cumceq,type="l",lty=2);
points(v.lamb0.5cumceq,type="l",lty=4);
points(v.lamb1cumceq,type="l",lty=9);
mylamb1<-expression(paste(lambda," = - 0.5"));
mylamb2<-expression(paste(lambda," = 0.5"));
mylamb3<-expression(paste(lambda," = 1"));
legend("topleft",c("Prior",mylamb1,mylamb2,mylamb3),lty=c(1,2,4,9),bty="o");

#Compare Cumulative NOshortsale by lambda (black)
mincumceq<-min(c(pcumceq,vns.lambneg0.5cumceq,vns.lamb0.5cumceq,vns.lamb1cumceq));
maxcumceq<-max(c(pcumceq,vns.lambneg0.5cumceq,vns.lamb0.5cumceq,vns.lamb1cumceq));
plot(pcumceq,type="l",ylim=c(-0.1,0.9),
```

```
xlab="Year", ylab="Cumulative Certainty equivalence return",
main="Portfolio optimization cumulative CEQ (No Short sale)");
points(vns.lambneg0.5cumceq,type="l",lty=2);
points(vns.lamb0.5cumceq,type="l",lty=4);
points(vns.lamb1cumceq,type="l",lty=9);
mylamb1<-expression(paste(lambda," = - 0.5"));
mylamb2<-expression(paste(lambda," = 0.5"));
mylamb3<-expression(paste(lambda," = 1"));
        legend("topleft",c("Prior",mylamb1,mylamb2,mylamb3),lty=c(1,2,4,9),bty="o");
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุพัตรา เพ็ชรน้ำขาว เกิดวันเสาร์ที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2533 สำเร็จการศึกษาปริญญาเศรษฐศาสตร์บัณฑิต (ศศ.บ.) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ สำนักวิชาเศรษฐศาสตร์และนโยบายสาธารณะ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University