บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา อภิปรายผล ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะ

การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการประเมินมูลค่าออปชันโดยใช้แบบจำลอง Path Integralกับแบบจำลอง Black-Scholes สามารถสรุปผลการศึกษา อภิปรายผล ข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการประเมินมูลค่าออปชันโดย Path Integral โดยอ้างอิงราคาประเมินกับราคาตลาด ภายใต้สมมติฐานตลาดมีประสิทธิภาพ ราคาตลาดจึงสะท้อนมูลค่าที่แท้จริง สมมติฐานจึงคล้ายกับแบบจำลอง Black-Scholes แตกต่างกันเพียงแบบจำลองความแปรปรวนที่นำมาใช้ คือ แบบจำลอง Black-Scholes เป็น Wiener Process ในขณะที่แบบจำลอง Path Integral ใน การวิจัยนี้เป็นแบบ Ornstein- Uhlenbeck Process ซึ่งแบบจำลอง Path Integral สามารถใช้ได้กับแบบจำลองความแปรปรวนแบบอื่นๆได้ Payoff แบบต่างๆ และสามารถใช้กับหุ้นที่จ่ายเงินปันผลได้ โดยการเขียนโปรแกรมให้จำลองเหตุการณ์ที่ต้องการ ทั้งนี้ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการจำลองเหตุการณ์ แบบ Monte Carlo สำหรับแบบจำลองPath Integral

ตัวแปรในการวิจัยนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 ชุดได้แก่ 1.) ตัวแปรที่สามารถปรับค่าได้ คือ ค่า ρ, q_1 และ q_2 2.) ตัวแปรที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง คือ ความแปรปรวน ผลตอบแทนรวม ราคาเริ่มต้น เวลาก่อนสิ้นสุดอายุสัญญา และผลตอบแทนปราศจากความเสี่ยง และ 3.) ตัวแปรที่กำหนดค่าขึ้นมา คือ ความเร็วในการย้อนกลับ และจำนวนรอบในการสุ่ม ซึ่งจากการทดสอบพบว่า หากใช้ค่า $q_1 = 1$ และ $q_2 = 1$ เมื่อปรับให้ค่า ρ สูงขึ้น จะทำให้ค่าที่ได้มีแนวโน้มไม่ชัดเจนว่าราคาประเมินจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่ความเที่ยงตรงจะลดลง และเมื่อปรับค่า $\rho = 0$, $q_1 = 1$ และ $q_2 = 1$ จะทำให้ราคาที่ประเมินได้มีความเที่ยงตรงมากขึ้น

เมื่อปรับค่า $\rho = 0$ ผลของราคาคอลและพุทที่ประเมินได้ใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะกำหนดค่า q_1 และ q_2 เป็นแบบใดก็ตาม แต่เมื่อปรับค่า $\rho = 1$, $q_1 < q_2$ พบว่า ราคาคอลสูงขึ้นกว่าเมื่อ $q_1 \geq q_2$ และราคาพุท ต่ำลงกว่าเมื่อ $q_1 \geq q_2$ พบว่าหากค่า x ที่สุ่มได้ต่างไปจากระดับราคาสมดุลมากๆ จะทำให้เส้นทางที่สุ่มได้นั้นมีน้ำหนักมากกว่าเมื่อสุ่มได้ใกล้เคียงกับระดับราคาสมดุล เมื่อพิจารณาตัวแปรในการคำนวณ Weight Function พบว่า Whittaker Parabolic Cylinder Function มีความสมมาตรลดลง ซึ่ง Generating Function มีค่าดังสมการที่ (30) จึงทำให้ q_1 และ q_2 เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การให้น้ำหนักเส้นทางที่ขึ้นหรือลงมากกว่ากัน นอกจากนี้จากการประเมินมูลค่าออปชัน พบว่าราคาประเมินส่วนมากต่ำกว่าราคาจริงในตลาด การปรับเพิ่มราคาออปชันจึงส่งผลให้ราคาประเมินใกล้เคียงกับราคาจริงมากขึ้น จากการทดสอบพบว่าค่า ρ แต่ละระดับ มีขีดจำกัดในการปรับราคาประเมิน หากปรับค่า q_1 และ q_2 แล้วยังประเมินไม่ได้แม่นยำพอ ก็จำเป็นต้องเพิ่มค่า ρ เพื่อให้ราคาแกว่งตัวมากขึ้น ซึ่งต้องแลกกับความแม่นยำในการประเมินที่ลดลงด้วย

นอกจากนี้ ยังมีตัวแปรที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง ที่ส่งผลต่อการประเมินมูลค่าโดยแบบจำลอง Black-Scholesเช่นกัน ซึ่งผลตอบแทนของตัวแปรปราศจากความเสี่ยง ความแปรปรวน ราคาเริ่มต้น และระยะเวลาก่อนสิ้นสุดอายุสัญญา จึงมีเพียงผลตอบแทนรวมที่ส่งผลต่อแบบจำลอง Path Integral เท่านั้น ซึ่งต้องเลือกค่าอย่างระมัดระวัง ทั้งนี้ได้ใช้ Holding Period Return เฉลี่ย 200 วันย้อนหลัง เพื่อแทนค่าผลตอบแทนรวม

จากนั้นยังมีตัวแปรที่กำหนดค่าขึ้นมา ตามผลงานของ Marco โดยกำหนดให้ความเร็วในการย้อนกลับมีค่า 0.34 เนื่องจากกำหนดให้ครึ่งชีวิตของหลักทรัพย์เป็น 2 ปี โดยหลักทรัพย์แต่ละตัวมีความเร็วในการย้อนกลับต่างกัน หากสามารถทราบค่าได้ก็จะประเมินมูลค่าได้แม่นยำยิ่งขึ้น และเลือกจำนวนการสุ่มที่ 1,000 ครั้ง เพราะหากใช้จำนวนการสุ่มที่น้อยเกินไปก็มีผลต่อความเที่ยงตรง แต่ถ้ามากเกินไปก็จะใช้เวลาทำการจำลองเหตุการณ์มากขึ้น

5.1.2 การ เปรียบเทียบค่า MSE, MPE และ MAPE ในการประเมินมูลค่าออปชันโดยแบบจำลองBlack-ScholesกับแบบจำลองPath Integral กำหนดให้ค่า q_1, q_2 ต่างกัน เมื่อเทียบกับราคาจริงในตลาด

หลังจากเปรียบเทียบความแม่นยำระหว่างการประเมินมูลค่าออปชันโดย Path Integral และ Black-Scholes โดยอ้างอิงข้อมูลออปชันในตลาด CBOE โดยเลือกเฉพาะสินทรัพย์อ้างอิงที่ไม่จ่ายเงินปันผล และจดทะเบียนในตลาด NYSE จำนวน 51 ออปชัน สำหรับ อนุกรมราคา เดือนมีนาคม มิถุนายน กันยายน และธันวาคม พ.ศ. 2552 ผลการทดลองพบว่า ค่า MPE มีเครื่องหมายเป็นลบ ซึ่งหมายถึง ราคาประเมินส่วนมากต่ำกว่าราคาจริง และสังเกตจากค่า MPE และค่า MAPE ต่างกันไม่มาก แสดงว่ามีราคาประเมินจำนวนไม่มากที่สูงกว่าราคาจริงในตลาด

สังเกตจากค่า MPE พบว่าราคาประเมินส่วนมากต่ำกว่าราคาจริง สำหรับการประเมินมูลค่าคอลออปชัน โดย Path Integral เมื่อใช้ค่า $q_1 > q_2$ ผลที่ได้จะใกล้เคียงราคาจริงน้อยกว่าแบบจำลอง Black-Scholes เมื่อปรับให้ค่า q_2 เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ราคาคอล ออปชันสูงขึ้น จนทำให้ราคาประเมินใกล้เคียงกับราคาจริงมากขึ้น เมื่อปรับค่า q_1 ให้เท่ากับ q_2 พบว่าค่า MSE, MPE และ MAPE ส่วนมากได้ผลที่ใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes แต่เมื่อปรับค่า

$q_1 < q_2$ ราคาคอลออปชันจะสูงขึ้นจนใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes แต่ค่าพุทออปชันที่ได้กลับห่างจากค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes และมีแนวโน้มตรงข้ามกับคอลออปชัน โดยเมื่อปรับค่า $q_1 > q_2$ ราคาพุทออปชันก็จะสูงขึ้นจนใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes สามารถตีความได้ว่า เมื่อ $q_1 < q_2$ นักลงทุนจะคาดการณ์ว่าหลักทรัพย์มีโอกาสขึ้นมากกว่าลง จนทำให้คอลออปชันสูงกว่าปกติ และพุทออปชันต่ำกว่าปกติ แต่เมื่อ $q_1 > q_2$ นักลงทุนจะคาดการณ์ว่าหลักทรัพย์มีโอกาสลงมากกว่าขึ้น จนทำให้พุทออปชันสูงกว่าปกติ และคอลออปชันต่ำลง

5.1.3 การเปรียบเทียบโดยแบ่งตามกลุ่มอุตสาหกรรม

การประเมินราคาของออปชันในทุกกลุ่มอุตสาหกรรมได้ผลตรงกัน คือ ราคาประเมินคอลออปชันจากแบบจำลอง Path Integral ที่ปรับค่า $q_1 < q_2$ จะมีค่าใกล้เคียงค่าจริงมากกว่าการประเมินโดยแบบจำลอง Black-Scholes และเมื่อปรับค่า $q_1 > q_2$ จะส่งผลให้ราคาประเมินพุท ออปชันจากแบบจำลอง Path Integral มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริงมากกว่าการประเมินโดยแบบจำลอง Black-Scholes

5.1.4 การเปรียบเทียบ โดยแบ่งตาม In-the-Money และ Out-of-the-Money

ราคาประเมินสำหรับคอลออปชัน และพุทออปชัน ที่เป็น Out-of-the-Money มีค่า MPE และ MAPE สูงกว่า คอลออปชันที่เป็น In-the-Money ค่อนข้างชัดเจน แต่เมื่อเปรียบเทียบค่า MSE ของทั้งสองกลุ่ม ค่าที่ได้กลับไม่แตกต่างกันมากนัก จึงสามารถสรุปได้ว่าราคาออปชันที่เป็น Out-of-the-Money มีค่าต่ำกว่า ออปชันที่เป็น In-the-Money จึงทำให้ค่า MPE และ MAPE ของกลุ่ม Out-of-the-Money สูงกว่ากลุ่ม In-the-Money

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

แบบจำลอง Path Integral ที่นำมาใช้ประเมินราคาออปชันในการวิจัยนี้ อาศัยหลักการจากทฤษฎีของ ริชาร์ด เฟย์แมน ผู้ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ จึงทำให้แบบจำลองนี้เป็นที่นิยมแพร่หลายในสาขาควอนตัม เมคานิกส์ ในการใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาค แบบจำลองนี้ยังได้รับความสนใจจากผู้เชี่ยวชาญทางการเงิน เนื่องจากมีความเชื่อมโยงระหว่างสมการและตัวแปรหลายตัวในสาขาฟิสิกส์ที่คล้ายกับสมการและตัวแปรในทางการเงิน จึงได้ถูกดัดแปลงมาใช้ในตลาดการเงิน เพื่ออธิบายการเคลื่อนไหวของราคาหลักทรัพย์ ตามแบบจำลองความแปรปรวนแบบต่างๆ โดยอยู่ภายใต้ Risk-neutral Measure และ Martingales ตามแนวคิดของ Bandyopadhyay

เสนอว่า สามารถใช้แบบจำลองแบบ Path Integralได้กับแบบจำลองความแปรปรวนทุกชนิด ที่สามารถเขียนออกมาเป็น Stochastic Differential Equation ได้ หลังจากจำลองการเคลื่อนไหวของราคาแล้วอาศัยหลักการของ Riemann Integral รวมทุกเส้นทางที่เป็นไปได้เข้าด้วยกัน จึงกลายเป็นที่มาของชื่อแบบจำลอง Path Integral โดย Path Integral มีข้อดีดังนี้

1. แบบจำลอง Path Integral สามารถใช้วิธีจำลองเหตุการณ์ แบบ Monte Carlo ดังที่แสดงในงานวิจัยนี้แล้ว ยังสามารถใช้ได้กับ Multinomial Lattice Method หรือ Deterministic Discretization Scheme ก็ได้ ดังนั้น แบบจำลอง Path Integralจึงมีความยืดหยุ่นมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes แต่ทั้งนี้เนื่องจากแบบจำลอง Path Integral ยังไม่มี Closed-Form อีกทั้งยังใช้คณิตศาสตร์ชั้นสูงในการคำนวณ จึงค่อนข้างยากต่อการนำไปใช้

2. แบบจำลอง Black-Scholes ใช้สมมติฐานที่ว่า ราคาหลักทรัพย์มีการเคลื่อนไหวของราคาเป็นแบบ Wiener Process หรือ Geometric Brownian Motion แต่ถ้าหลักทรัพย์มีการเคลื่อนไหวของราคาเป็นแบบอื่นๆ การนำแบบจำลอง Black-Scholes มาใช้อาจจะได้ผลที่ไม่แม่นยำนัก แต่สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ใช้แบบจำลอง Path Integral ที่มีความแปรปรวนต่างไปจากแบบจำลอง Black-Scholes โดยถือว่าหลักทรัพย์มีการเคลื่อนไหวราคาเป็นแบบ Ornstein-Uhlenbeck Model นอกจากนี้ ยังสามารถนำแบบจำลองความแปรปรวนอื่นๆ มาใช้กับแบบจำลอง Path Integralได้ แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยคณิตศาสตร์ที่ยากและซับซ้อน อย่างไรก็ตาม การสร้างแบบจำลองความแปรปรวนให้ตรงกับลักษณะการเคลื่อนไหวของราคาก็ทำได้ยาก หากสามารถสร้างแบบจำลองได้ใกล้เคียงกับการเคลื่อนไหวของราคาจริงได้ ก็จะสามารถนำแบบจำลองPath Integralไปใช้ในการประเมินมูลค่าออปชันของหลักทรัพย์นั้นได้อย่างแม่นยำ

3. Campolieti และ Makarov ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการ Multinomial Lattice Method และMonte Carlo มาใช้ในการประเมินหลักทรัพย์โดยแบบจำลอง Path Integral และใช้แบบจำลองความแปรปรวน 3 ชนิดเปรียบเทียบกัน ได้แก่ Ornstein Uhlenbeck Model, Cox-Ingersoll-Ross Model และ Squared Bessel Model แต่ไม่ได้เปรียบเทียบกับราคาจริงในตลาดเหมือนกับงานวิจัยนี้ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบผลการวิจัยได้โดยตรง แต่ผลงานของ Campolieti และ Makarov ก็ได้ให้แนวคิดในการนำไปใช้ได้เป็นอย่างดี

4. เนื่องจากแบบจำลอง Path Integral เป็นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ได้นำตัวแปรส่วนหนึ่งมาใช้ในการคำนวณ แต่ยังคงมีตัวแปรต่างๆ อีกมากที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ ซึ่งอาจส่งผลทำให้ตลาดไม่มีประสิทธิภาพ เช่น มีค่าใช้จ่ายในการซื้อขายออปชันหรือหลักทรัพย์ใดๆ อีกทั้งยังมีเรื่องของภาษี อัตราดอกเบี้ยในการให้กู้และดอกเบี้ยกู้ยืม ไม่เท่ากัน ขนาดในการซื้อขายก็มีการกำหนดขั้นต่ำ การซื้อขายไม่ต่อเนื่อง เรื่องของสภาพคล่องแต่ละหลักทรัพย์ไม่เท่ากัน

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานให้ตลาดมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับแบบจำลอง Black-Scholes ซึ่งการตั้งสมมติฐานให้ตลาดมีประสิทธิภาพค่อนข้างขัดแย้งกับความเป็นจริง ราคาตลาดที่จะสะท้อนมูลค่าที่แท้จริงจึงค่อนข้างเป็นไปได้ยาก จึงที่ทำให้ราคาจริงคลาดเคลื่อนไปจากมูลค่าที่แท้จริง และเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้คลาดเคลื่อนจากราคาประเมินอีกด้วย

5. งานวิจัยนี้ได้ผสมผสานแนวคิดจากสองงานวิจัย คือ การคำนวณ Weight Function ได้อ้างอิงตามแนวคิดของ Campolieti และ Makarov แต่งานวิจัยนี้ใช้การสุ่มราคาโดยตรงตามวิธีของ Marco ในขณะที่แนวคิดของ Campolieti และ Makarov ใช้การ Mapping ราคากับเส้นทาง x ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยคาดว่าการสุ่มราคาโดยตรงตามวิธีของ Marco น่าจะมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการ Mapping ราคาตามวิธีของ Campolieti และ Makarov

6. ในการตั้งค่าความเร็วในการย้อนกลับ โดยใช้ครึ่งชีวิตของราคาตามผลงานของ Marco ซึ่งแท้จริงแล้ว ครึ่งชีวิตของราคาสำหรับหลักทรัพย์แต่ละตัวจะหาค่าได้ยาก และมีค่าไม่เท่ากัน ในงานวิจัยนี้กำหนดให้มีค่าความเร็วในการย้อนกลับเท่ากับ 2 ปี ตามผลงานของ Marco ซึ่งอาจไม่ตรงกับความเป็นจริง จึงมีส่วนที่ทำให้ราคาประเมินที่ได้ต่างไปจากค่าจริง

7. จากข้อมูล Whittaker Parabolic Cylinder Function ที่มีข้อจำกัดให้สามารถคำนวณได้เฉพาะขอบเขต a และ x ที่อยู่ในตาราง ให้มีค่าระหว่าง -5 ถึง 5 (Abramowitz & Stegun: 1972) หากสุ่มเส้นทางออกมาได้นอกเหนือจากขอบเขตดังกล่าว โปรแกรม Microsoft® Excel จะไม่สามารถคำนวณให้ได้ จึงต้องตัดข้อมูลนั้นออกไป ทั้งนี้ ข้อมูลดังกล่าวมีจำนวนไม่มากนัก แต่หากสุ่มออกมาได้ เส้นทางดังกล่าวจะมีน้ำหนักมาก ซึ่งทำให้ผลที่ได้ผิดเพี้ยนไปบ้าง การ Extrapolate ค่า a นอกช่วง สามารถทำได้โดยวิธีการ Recurrence แต่ก็เป็นวิธีที่มีความแม่นยำค่อนข้างน้อย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกที่จะสุ่มเส้นทางใหม่ ซึ่งน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

8. ช่วงเวลาที่นำข้อมูลมาคำนวณความแปรปรวนก็ทำให้ผลที่ได้ต่างออกไป และยังเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา การนำข้อมูลย้อนหลังมาใช้ เป็นเพียงการประมาณค่าให้ความแปรปรวนในช่วงเวลาที่สนใจเท่านั้น โดยตั้งสมมติฐานให้มีค่าใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่ผ่านมา แต่ก็ไม่อาจทราบได้ว่าค่าที่คำนวณออกมานั้นจะเป็นค่าที่ถูกต้องเสมอไป จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินราคาออปชันคลาดเคลื่อนไปจากราคาจริง ทั้งนี้ยังมีการประเมินความแปรปรวนอีกหลายแบบ เช่น Actual Historical Volatility, Actual Future Volatility, Historical Implied Volatility, Current Implied Volatility, Future Implied Volatility ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ความแปรปรวนแบบ Actual Historical Volatility แทนความแปรปรวนในการจำลองเหตุการณ์แบบ Monte Carlo

9. ผลตอบแทนปราศจากความเสี่ยงในงานวิจัยชิ้นนี้ คือ อัตราดอกเบี้ย LIBOR rate เพื่อใช้ในการจำลองเหตุการณ์ ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ว ผลตอบแทนปราศจากความเสี่ยง อาจมี

ค่าไม่แน่นอนและยากที่จะชี้วัด จึงอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลที่ได้คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

10. ผลตอบแทนรวม โดยปกติได้รวมเอาส่วนเกินราคาหุ้นและเงินปันผลไว้ด้วย แต่ในงานวิจัยนี้ ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นออปชัน/หลักทรัพย์ที่ไม่จ่ายเงินปันผล ทำให้ผลตอบแทนรวมมีค่าเท่ากับส่วนเกินราคาหุ้น และช่วงเวลาที่เลือกข้อมูลมาใช้ก็มีผลต่อความแม่นยำเช่นกัน โดยหากเลือกใช้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ราคาหุ้นสูงขึ้น ผลตอบแทนรวมของหุ้นก็จะเป็นบวก ทำให้เส้นทาง Risk-neutral อยู่ต่ำกว่าราคาจริง และหากเลือกใช้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ราคาหุ้นต่ำลง ผลตอบแทนรวมก็จะเป็นลบ ทำให้เส้นทาง Risk-neutral อยู่สูงกว่าราคาจริง และมีผลต่อการประเมินมูลค่าออปชันโดยตรง

11. จากการที่ค่า ρ, q_1, q_2 ส่งผลต่อราคาคอลออปชัน และพุทออปชัน ทำให้สามารถตีความได้ว่า q_1, q_2 เป็นการคาดการณ์แนวโน้มราคาหุ้น โดยสังเกตว่า เมื่อปรับให้ค่า คอลออปชันลดลง ราคาพุทออปชันจะสูงขึ้น ในทางกลับกัน หากปรับให้ค่าคอลออปชันสูงขึ้น ราคาพุทออปชันจะต่ำลง โดยมีค่า ρ เป็นตัวกำหนดระดับการเอนเอียงแนวโน้มของราคาว่ามีมากน้อยเพียงใด เช่น หากเอนเอียงแนวโน้มไปทางที่ราคาหุ้นจะขึ้น จึงกำหนดให้ q_1 ต่ำกว่า q_2 ก็จะทำให้คอลออปชันราคาสูงขึ้น ในขณะที่ พุทออปชันราคาต่ำลง ในทางกลับกัน หากเอนเอียงแนวโน้มไปทางที่ราคาหุ้นจะลง จึงกำหนดให้ q_1 สูงกว่า q_2 ก็จะทำให้พุทออปชันราคาสูงขึ้น ในขณะที่คอลออปชัน ราคาต่ำลง ดังนั้น จึงเป็นเหมือนการให้น้ำหนักแก่เส้นทางที่สูงกว่าระดับเริ่มต้น หรือเส้นทางที่ต่ำกว่าระดับเริ่มต้นมากกว่ากันเท่านั้น การปรับค่าตัวแปรเพื่อทำให้ราคาออปชันสูงขึ้นจะทำให้ราคาประเมินใกล้เคียงกับราคาจริงมากขึ้น ทั้งนี้ สามารถสังเกตได้ว่า ราคาประเมินโดยใช้แบบจำลอง Path Integral ที่กำหนดให้ค่า $q_1 = 1$, $q_2 = 1$ ส่วนใหญ่แล้วจะได้ค่า MSE และ MAPE ที่ต่ำกว่าแบบจำลอง Black-Scholes อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองยังพบว่ามีออปชันบางตัวที่ประเมินโดยแบบจำลอง Path Integral แล้วได้ผลแย่กว่าแบบจำลอง Black-Scholes แต่เมื่อแบ่งออปชันออกตามกลุ่มอุตสาหกรรม ก็พบว่าออปชันทุกกลุ่มอุตสาหกรรมได้ผลของค่า MPE และ MAPE สำหรับแบบจำลอง Path Integral ใกล้เคียงกับราคาจริงมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes ซึ่งชี้ให้เห็นว่า แบบจำลอง Path Integral โดยใช้แบบจำลองความแปรปรวน Ornstein-Uhlenbeck Model สามารถประเมินมูลค่าออปชันได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes

5.3 ข้อค้นพบ

สำหรับ Path Integral ที่ใช้ Ornstein-Uhlenbeck Model เนื่องจากหลังการทดลองใช้ค่าเฉลี่ยราคาระยาว ซึ่งในทฤษฎีได้กำหนดไว้ในสมการ พบว่าในขณะที่หุ้นลง ระดับราคาเฉลี่ยระยะยาวจะสูงกว่าระดับราคาเริ่มต้นในการประเมิน ทำให้โอกาสที่ราคา ณ วันสิ้นสุดอายุสัญญาจะสูงกว่าราคาเริ่มต้นมีมาก เนื่องจาก ส่วนของสมการเชิงเส้นผลักดันราคาให้กลับเข้าสู่ระดับราคาเฉลี่ยระยะยาว ทำให้ราคาคอลออปชันสูงกว่าความเป็นจริง และพุทออปชันต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งมักจะขัดแย้งกับความรู้สึกของนักลงทุน เพราะเมื่อหุ้นต่ำลง นักลงทุนมักกังวลว่าราคาจะตกมากกว่าราคาขึ้น ราคาพุทออปชันจึงมักสูงกว่าปกติ และคอลมักต่ำกว่าปกติ ในทางกลับกันในขณะที่หุ้นขึ้น ระดับราคาเฉลี่ยระยะยาวกลับต่ำกว่าราคาเริ่มต้นในการประเมิน ทำให้โอกาสที่ราคาในวันสิ้นสุดอายุสัญญาจะต่ำกว่าราคาในวันประเมินมีโอกาสเกิดขึ้นสูง ราคาพุทออปชัน จึงสูงกว่าความเป็นจริง และราคาคอลออปชัน จึงต่ำกว่าความเป็นจริง โดยมักขัดแย้งกับความรู้สึกของนักลงทุนเช่นเดียวกับกรณีแรก ทั้งนี้การกำหนดความเร็วในการย้อนกลับก็มีผลมากเช่นกัน หลังจากได้ทดลองใช้ค่า Extrapolation แบบต่างๆ และใช้ Moving Average แทนค่าระดับราคาสมดุลแล้ว ปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ค่อนข้างมาก จึงได้เปลี่ยนเป็นระดับราคาเริ่มต้นของวันแทนระดับราคาสมดุล ซึ่งปรับเปลี่ยนไปในแต่ละวัน พบว่าเมื่อปรับค่าตัวแปร ρ, q_1 และ q_2 ให้เหมาะสม ราคาประเมินที่ได้จากแบบจำลอง Path Integral ใกล้เคียงกับราคาจริงในตลาดมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes โดยค่า ρ จะส่งผลต่อความเที่ยงตรงของข้อมูลและผลของ q_1 และ q_2 ซึ่งในส่วนตัวแปร q_1 และ q_2 สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

ขนาดของ q_1 และ q_2 ไม่สำคัญ แต่สัดส่วนระหว่าง q_1 และ q_2 สำคัญยิ่งกว่า เช่น เมื่อปรับค่า q_1 ให้น้อยกว่า q_2 จะทำให้ราคาประเมินคอลออปชันสูงขึ้น และพุทออปชันต่ำลง ในทางตรงข้าม หากปรับค่าให้ q_1 สูงกว่า q_2 จะทำให้ราคาประเมินคอลออปชันต่ำลง และพุทออปชันสูงขึ้น แต่ถ้าใช้ค่า ρ ต่ำเกินไปจะทำให้ผลของ q_1 และ q_2 น้อยมาก ซึ่งหมายความว่า ไม่ว่าจะปรับให้ค่า q_1 และ q_2 มีค่าเท่าใด ราคาออปชันที่ประเมินได้ก็ไม่แตกต่างกันมากนัก ถ้าหากเพิ่มค่า ρ สูงเกินไป ผลของ q_1 และ q_2 ก็จะมากขึ้นด้วย แต่จะทำให้ความเที่ยงตรงลดลง เนื่องจากความไม่สมมาตรของ Weight Function โดยอาจแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มจำนวนสุ่ม ซึ่งจะใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้น เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงมากขึ้น

ราคาประเมินของทั้งแบบจำลอง Black-Scholes และแบบจำลอง Path Integral ส่วนมากจะต่ำกว่าราคาจริง ไม่ว่าจะเป็นคอลออปชัน หรือพุทออปชัน โดยสังเกตจากค่า MPE ที่เป็นลบ และค่า MAPE ต่างจากค่า MPE ไม่มากนัก แสดงให้เห็นว่า มีออปชันจำนวนไม่มากที่ประเมินได้ค่าสูงกว่าราคาจริง

ดังนั้น การปรับตัวแปรเพื่อให้ระดับราคาประเมินสูงขึ้น จะทำให้ราคาประเมินใกล้เคียงกับราคาจริงมากขึ้น ทั้งนี้การปรับค่าอัตราผลตอบแทนปราศจากความเสี่ยงและผลตอบแทนรวมให้ต่ำลง ก็สามารถทำให้ราคาประเมินใกล้เคียงราคาจริงได้ แต่เนื่องจากตัวแปรทั้งสอง เป็นตัวแปรที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง การปรับค่าดังกล่าวจึงไม่เหมาะสม และแบบจำลอง Path Integral มีตัวแปรที่เปิดกว้างให้สามารถปรับค่าได้ ดังนั้นแบบจำลอง Path Integral จึงมีความยืดหยุ่นมากกว่าแบบจำลอง Black-Scholes

ผลการวิจัยพบว่า สมการ Stochastic Differential Equation ที่ใช้ ได้ดัดแปลงสมการของ Ornstein-Uhlenbeck Process โดยเปลี่ยนจากระดับราคาสมดุล หรือค่าเฉลี่ยระยะยาว มาเป็นราคา ณ วันที่ประเมินหลักทรัพย์ (x_0) ซึ่งสามารถเขียนใหม่ได้ ดังนี้

$$dx_t = \eta(x_0 - x_t)dt + \sigma dz \qquad (54)$$

ทั้งนี้ สามารถอธิบายได้ว่า หากการกระจายข่าวสารเป็นไปอย่างรวดเร็ว วัฏจักรการเคลื่อนไหวราคาออกห่างจากระดับราคาสมดุลจะมีน้อยมาก และถ้าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ระดับราคาที่คลาดเคลื่อนไปจากระดับราคาสมดุลก็จะย้อนกลับเข้าสู่ระดับราคาสมดุลอย่างรวดเร็ว แต่เนื่องจากแบบจำลอง Ornstein-Uhlenbeck ใช้ค่าเฉลี่ยระยะยาวเป็นระดับราคาสมดุล จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง ในกรณีที่แบบจำลอง Ornstein-Uhlenbeck ใช้ค่าเฉลี่ยระยะยาวเป็นระดับราคาสมดุล จึงเหมาะสมกับอัตราดอกเบี้ยมากกว่า

จากผลการทดลองใช้ค่าเฉลี่ยระยะสั้น ในช่วงระยะเวลา 5 วันทำการ แทนระดับราคาสมดุล พบว่า ผลที่ออกมาใกล้เคียงกับการใช้ราคาเริ่มต้นของแต่ละวัน ซึ่งเป็นวิธีเดิมที่ใช้ในงานวิจัยนี้

เนื่องจาก การสังเกตค่า MPE ส่วนมากแล้ว สามารถสันนิษฐานได้ว่าราคาประเมินจะต่ำกว่าราคาจริง และความคลาดเคลื่อนจะค่อนข้างสูง ในช่วงระยะเวลาที่ห่างจากวันสิ้นสุดอายุสัญญามากๆ ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองปรับค่าตัวปรับลดโดยเทียบกับเวลา พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนกลับมากขึ้น เนื่องจากออปชันที่ In-the-Money มากๆ ความคลาดเคลื่อนจะต่ำ แต่ที่ใกล้เคียง At-the-Money ความคลาดเคลื่อนกลับสูง จึงคิดว่าเป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม และมีการทดลองอีกวิธี คือ ทดลองเพิ่มค่าใช้จ่ายในการซื้อขายเข้าไปใน Payoff เนื่องจากผู้ซื้อออปชันต้องการผลตอบแทนที่มากกว่า Payoff และผู้ขายต้องการผลตอบแทนที่มากกว่าค่า Premium จากการค้นคว้าพบว่าค่าใช้จ่ายเฉลี่ยในการซื้อขายของออปชัน ในตลาด CBOE อยู่ที่ประมาณ $0.18 ผู้วิจัยจึงทดลองโดยการบวกค่าดังกล่าวใน Payoff เพื่อคำนวณราคาออปชันใหม่ พบว่าผลที่ได้ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับราคาจริงมากขึ้น โดยมีบางส่วนที่ผลออกมาคลาดเคลื่อนมากกว่าเดิม

และราคาประเมินของกลุ่มดังกล่าวมีค่าสูงกว่าราคาจริงในตลาด จากที่ได้ทำการทดสอบค่า MPE ส่วนมากแล้วราคาประเมินจะต่ำกว่าราคาจริงในตลาด แต่จากผลข้างต้น สามารถสันนิษฐานได้ว่า ค่าใช้จ่ายในการซื้อขายออปชันแต่ละตัวไม่เท่ากัน ทำให้ผลออกมาคลาดเคลื่อนไป และไม่อาจเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Black-Scholesได้ เนื่องจากแบบจำลอง Black-Scholesไม่ได้รวมเอาค่าใช้จ่ายในการซื้อขายไว้ในสมการ จึงเป็นเพียงการทดลองเพื่อตั้งข้อสังเกตเท่านั้น

เพื่อให้การนำแบบจำลองPath Integralไปใช้ง่ายขึ้น จึงได้ทำการลดรูปสมการจาก q_1, q_2 ให้เป็นตัวแปรเพียงตัวเดียว โดยกำหนดให้

$$A = \ln(\frac{q_2}{q_1}) \tag{54}$$

พบว่า หาก $q_1 < q_2$ ค่า A จะออกมาเป็นบวก แต่หาก $q_1 > q_2$ ค่า A จะออกมาเป็นลบ จากนั้นกำหนดให้ $q_1 = 1$ เสมอ จะได้สมการ ดังนี้

$$q_2 = e^A \tag{55}$$

และจะได้สมการคำนวณ Generating Function ใหม่ ดังนี้

$$\hat{u}(x, \rho) = \varphi_\rho^+(x) + e^A\varphi_\rho^-(x) \tag{56}$$

วิธีการนำแบบจำลองPath Integralไปใช้ คือ หากคาดว่าราคาหุ้นจะขึ้น ให้กำหนดค่า $A > 0$ และหากคาดว่าราคาหุ้นจะลง ให้กำหนดค่า $A < 0$

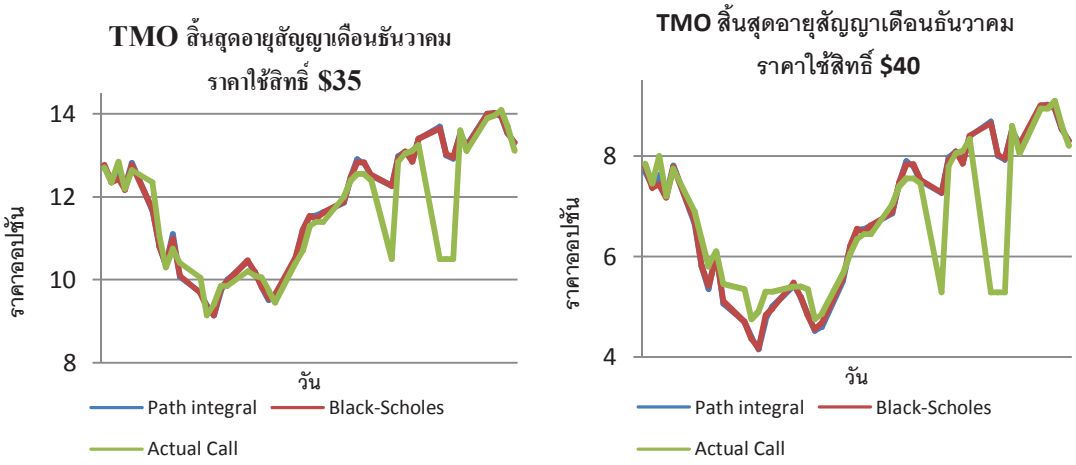
5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดเก็บข้อมูลจากโปรแกรม Datastream

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลของโปรแกรม Datastream จึงทำให้ผู้วิจัยพบว่าโปรแกรม Datastream ยังมีข้อผิดพลาดหลายจุด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ราคาประเมินที่ได้จากแบบจำลอง Black-Scholes และแบบจำลอง Path Integral เป็นศูนย์ เนื่องจาก Out-of-the-Money มากๆ แต่ข้อมูลในฐานข้อมูลเป็น 0.05 – 0.1 ซึ่งในทางปฏิบัติอาจเกิดจากการขาดสภาพคล่องของราคาใช้สิทธินั้นๆ หรือไม่มีการซื้อขายจริง เมื่อนำมาเปรียบเทียบจึงทำให้ผลคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

ส่วนที่ 2 มีข้อมูลบางชุดผิดจากความเป็นจริง เช่น ออปชันของ Thermo Fisher Scientific (TMO) กำหนดหมดอายุสัญญาเดือนธันวาคม 2009 ดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 แสดงความผิดปกติของราคาจริงที่ได้จากโปรแกรม Datastream

จากรูปที่ 27 พบว่า ราคาประเมินค่อนข้างต่อเนื่อง แต่ราคาที่ได้จากฐานข้อมูลกลับต่างจากราคาในช่วงเวลาก่อนหน้าค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในวันที่ 30 พฤศจิกายน และวันที่ 7 – 9 ธันวาคม 2009 ที่มีราคาผิดปกติ โดยราคาที่ผิดปกติมีค่าเท่ากัน จึงสันนิษฐานได้ว่า ข้อมูลดังกล่าวผิดจากความเป็นจริง เพราะราคาประเมินที่ได้จากราคาสินทรัพย์อ้างอิงไม่ได้สะท้อนผลดังกล่าวแม้แต่น้อย ดังนั้น ในการทำวิจัยจึงควรใช้ความระมัดระวังในการตรวจสอบข้อมูล เนื่องจากข้อผิดพลาดดังกล่าว จะส่งผลให้ค่า MSE, MPE และ MAPE สูงขึ้นไปด้วย

ส่วนที่ 3 ในโปรแกรม Datastream สามารถเปลี่ยนแปลงอัตราแลกเปลี่ยนให้เป็นเงินสกุลต่างๆ ได้ หากตั้งค่าผิดพลาดจะทำให้การเก็บข้อมูลผิดพลาดไปอย่างมาก

5.4.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไปในอนาคต

การนำวิธี Path Integral โดย Monte Carlo มาใช้ เพื่อประเมินมูลค่าออปชัน ต้องอาศัยทักษะทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างสูง อีกทั้งในการจำลองเหตุการณ์ต้องอาศัยทักษะในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่การวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม Microsoft® Excel เป็นตัวจัดการข้อมูล และใช้โปรแกรม Visual Basic ในการเขียน Macro เพื่อใช้ในการจำลองเหตุการณ์ ซึ่งวิธีนี้ค่อนข้างซับซ้อนและยุ่งยากในการนำไปใช้ อีกทั้งแบบจำลอง Path Integral ไม่มี Closed Form ซึ่งหากสามารถทำให้ Path Integral เป็น Closed Form ได้ ก็จะง่ายต่อการนำไปใช้และเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

นอกจากแบบจำลองความแปรปรวน Ornstein Uhlenbeck Model แล้ว ยังมีแบบจำลองอื่นๆ อีกหลายแบบที่สามารถนำมาใช้กับแบบจำลอง Path Integral ได้ ไม่ว่าจะเป็น Cox-Ingersoll-Ross Model และ Squared Bessel Model (Campolieti and Makarov, 2006: Online)

นอกจากนี้ แบบจำลอง Path Integral ยังเหมาะกับการนำไปประเมินมูลค่าออปชัน ที่มีการจ่าย Payoff แบบอื่นๆ อีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นออปชันแบบเอเชียน (Asian options) ในงานวิจัยของ Campolieti และ Makarov หรือออปชันแบบไบนารี (Binary options) ซึ่งการเปลี่ยนการประเมินรูปแบบออปชันที่ต่างออกไป ทำได้โดยปรับการคำนวณ Payoff ในการจำลองเหตุการณ์ให้ตรงตามลักษณะออปชันที่ต้องการ

นอกจากการประเมินมูลค่าโดยใช้วิธี Monte Carlo แล้ว ยังมีการประเมินแบบ Multinomial lattice method หรือ Deterministic discretization scheme ที่ใช้กับแบบจำลอง Path Integralได้อีกด้วย

5.4.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการจำลองเหตุการณ์แบบMonte Carlo โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ในการคำนวณ Weight Function ทำได้โดยการเรียกค่าจากตาราง เพื่อนำมา Interpolate ให้ได้ค่า U(a,x) และ U(a,-x) ที่ถูกต้องที่สุด การเรียกค่าจากตารางเดิมใช้คำสั่ง Lookup() แต่ทั้งนี้มีข้อจำกัดหลายประการ ที่เกิดจากชุดคำสั่งไม่เหมาะสมกับรูปแบบการใช้งาน ทำให้ได้ค่าที่ผิดไปจากที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนมาใช้คำสั่ง Index() ร่วมกับ Match() แทน ก็จะทำให้ได้ค่าที่เที่ยงตรงกว่าการใช้คำสั่ง Lookup()

5.4.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการหาสัดส่วนที่ดีที่สุดของ ρ, q_1, q_2

หากสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่าง ρ, q_1, q_2 กับตัวแปรอื่นๆที่สามารถประเมินออกมาได้ ที่จะนำไปสู่การหาค่าที่ดีที่สุดของ ρ, q_1, q_2 สำหรับออปชันแต่ละตัว จะทำให้การประเมินมูลค่าออปชันโดย Path Integral มีความแม่นยำและสะดวกต่อการนำไปใช้มากขึ้น