การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมเชิงวัตถุ

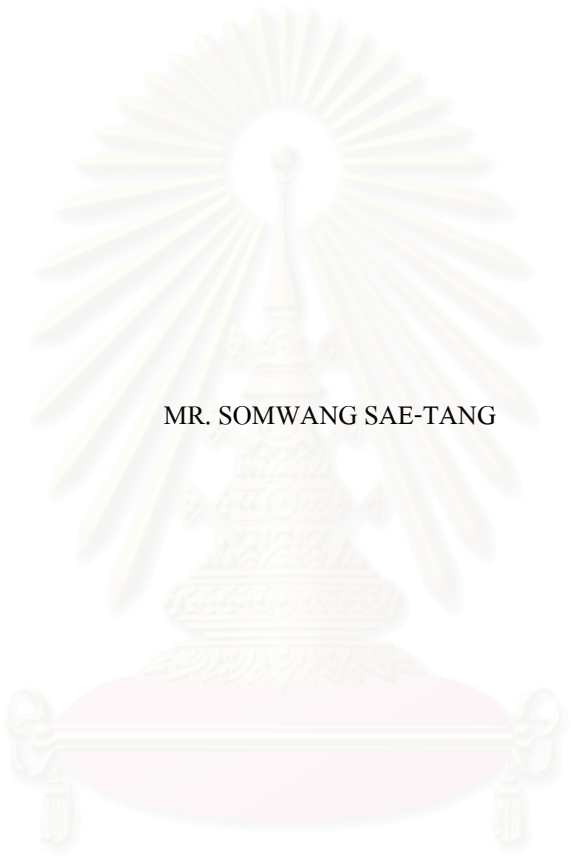
นาย สมหวัง แซ่ตั้ง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-347-100-6

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MEASUREMENT TOOL FOR OBJECT-ORIENTED PROGRAMS

MR. SOMWANG SAE-TANG



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-347-100-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมเชิงวัตถุ
โดย	นาย สมหวัง แซ่ตั้ง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.พรศิริ หมื่นไชยศรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……..……..คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……..……..ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วไพบูลย์)

……..……..อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.พรศิริ หมื่นไชยศรี)

……..……..กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

……..……..กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)

สมหวัง แซ่ตั้ง : การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมเชิงวัตถุ (DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MEASUREMENT TOOL FOR OBJECT-ORIENTED PROGRAMS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. พรศิริ หมื่นไชยศรี, 77 หน้า. ISBN 974-347-100-6.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมเชิงวัตถุ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดขนาดและความซับซ้อนของโปรแกรมต้นฉบับ ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา ค่าวัดต่าง ๆ ที่วัดได้จากเครื่องมือนี้ได้แก่ จำนวนบรรทัดของโปรแกรมต้นฉบับ จำนวนเมทธอดในแต่ละคลาส ระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส และค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ เป็นต้น ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์สามารถใช้เครื่องมือนี้เพื่อติดตามความก้าวหน้าในการพัฒนาโปรแกรม และสามารถวิเคราะห์ความซับซ้อนของแต่ละเมทธอดเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถเลือกปรับปรุงเมทธอดที่มีค่าความซับซ้อนมาก ๆ ได้ นอกจากนี้ ผู้วิเคราะห์ระบบสามารถใช้เครื่องมือนี้ในการประมาณขนาดและความซับซ้อนของโปรเจคต่อไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรเจคที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือนี้โดยการอ่านโปรแกรมต้นฉบับแล้วแปลงเป็นซินแท็กซ์ทรี และทำการท่องไปบนซินแท็กซ์ทรีเพื่อเก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของโปรแกรมต้นฉบับที่ต้องการ จากนั้นจึงนำค่าต่าง ๆ ไปใช้ในการคำนวณหาค่าวัดและแสดงผลค่าวัด

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2543

##4071492921 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD : size / complexity / Measurement / Metrics / Object-Oriented Program / method / Lack of Cohesion / McCabe's Cyclomatic Complexity Metrics

SOMWANG SAE-TANG : DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A MEASUREMENT TOOL FOR OBJECT-ORIENTED PROGRAMS. THESIS ADVISOR : DR. PORNSIRI MUENCHAISRI, 77 pp. ISBN 974-347-100-6.

This thesis is the design and implementation of a measurement tool for object-oriented programs, which is a tool for measuring size and complexity of Java source programs. This tool reports line of code (LOC), number of methods per class, lack of cohesion, McCabe's cyclomatic complexity metrics etc. Software developers can use this tool to monitor the progress of software development and to analyze the complexity of each method. It helps developers to identify complicated methods to be improved and also helps system analysts to estimate size and complexity of next projects especially the projects similar to the previous ones. This tool starts the process by reading and transforming a source program into the syntax tree. Then the tool traverses the tree to collect the program's attributes and computes the metrics to display on the output screen.

Department Computer Engineering ..... Student's signature .....

Field of study Computer Science ..... Advisor's signature .....

Academic year 2543 .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พรศิริ หมื่นไชยศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า ที่ท่านเป็นผู้แนะนำให้ความรู้ คำปรึกษา ความช่วยเหลือต่างๆ ตลอดจนคอยดูแลการทำวิจัยของข้าพเจ้าอย่างดียิ่ง จนสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วไพบูลย์ เป็นประธานกรรมการ อาจารย์ ดร.ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ และอาจารย์ ดร.ทวิตีย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้สละเวลาและให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการสอบวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงาน และเพื่อน ๆ ที่เคยได้ศึกษาด้วยกันมา ที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้า และขอขอบคุณบริษัท รอยเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ได้ให้มีโอกาสศึกษาต่อในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ของภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งนี้

ท้ายที่สุด ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ น้อง ที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนในด้านการเงินและกำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

นายสมหวัง แซ่ตั้ง

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญรูป

หน้า

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แม้ว่าปัจจุบันนี้จะมีเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และวิธีการใหม่ ๆ มากมายมาช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ยังคงประสบปัญหาต่างๆ เหล่านี้ เช่น การพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาไม่เป็นไปตามกำหนด ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาได้มีขนาดใหญ่และความซับซ้อนมาก ทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจ การนำกลับมาใช้ใหม่ การแก้ไขและการบำรุงรักษา เป็นต้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าผู้พัฒนาไม่มีการใช้เครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ในการควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของการพัฒนาซอฟต์แวร์ ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการวัด (Measurement) ของซอฟต์แวร์ ว่ามีความจำเป็นมากสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ การวัดช่วยในการวางแผน การประมาณ การควบคุมโปรเจค ช่วยปรับปรุงคุณภาพของซอฟต์แวร์ให้ดีขึ้น ด้วยการลดขนาดและการลดความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีความซับซ้อนมาก นอกจากนี้ยังจะช่วยในการตัดสินใจว่าจะดำเนินงานโปรเจคต่อไปหรือไม่

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงได้ทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการวัดโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Program) ที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา การวัดจะแสดงผลของการนับและการคำนวณค่าต่าง ๆ ตามสูตรของการวัดที่ต้องการ โดยการอ่านโปรแกรมต้นฉบับแล้วแปลงเป็นซินแท็กซ์ทรี และทำการท่องไปบนซินแท็กซ์ทรีเพื่อเก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของโปรแกรมต้นฉบับที่ต้องการ จากนั้นจึงนำค่าต่าง ๆ ไปใช้ในการคำนวณหาค่าวัดและแสดงผลค่าวัด นอกจากนี้ยังสามารถนำค่าตัววัดที่ได้ทำการบันทึกลงในฐานข้อมูล เพื่อนำมาแสดงผลในภายหลังได้ และนำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์หรือเปรียบเทียบกันเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ที่

1.2.1. ช่วยในการวัดซอฟต์แวร์ที่พัฒนาด้วยโปรแกรมภาษาจาวา

1.2.2. ช่วยให้ทราบค่าวัดต่าง ๆ ตามตัววัดของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

1.2.3. นำค่าวัดต่าง ๆ ที่ได้เก็บเป็นฐานข้อมูล เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาซอฟต์แวร์อื่น ๆ และเพื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ของเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ที่พัฒนากับค่าที่วัดได้ของเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ที่มีใช้อยู่ในขณะนี้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.3.1. ใช้โปรแกรมภาษาจาวาในการพัฒนาเครื่องมือ

1.3.2. โปรแกรมต้นฉบับที่นำมาหาค่าตัววัด ต้องเป็นโปรแกรมภาษาจาวาและผ่านการคอมไพล์แล้ว

1.3.3. พัฒนาและใช้เครื่องมือวัดซอฟต์แวร์นี้บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (WINDOWS) ตั้งแต่รุ่น 95 ขึ้นไป

1.3.4. สามารถประมวลผลได้มากกว่า 1 แฟ้มข้อมูล ขึ้นอยู่กับการนำแฟ้มข้อมูลเข้าไปประมวลผล แต่จะไม่ทำการค้นหาแฟ้มข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องให้

1.3.5. จำนวนซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบมีอย่างน้อย 5 ซอฟต์แวร์

1.3.6. ขนาดของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีขนาดอย่างน้อย 2 KLOC แต่ไม่เกิน 50 KLOC

1.3.7. จำนวนตัววัดที่ใช้ในการวัดค่าจะใช้อย่างน้อย 5 ตัววัด จากที่ได้ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้

1.3.8. สามารถเก็บข้อมูลค่าตัววัดต่าง ๆ ลงฐานข้อมูลของไมโครซอฟต์แอคเซส (Microsoft Access) ได้

1.3.9. เครื่องมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบได้แก่ JMetric หรือ JavaNCSS เป็นต้น

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

วิทยานิพนธ์นี้มีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานดังนี้

1.4.1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการวัดซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ

1.4.2. ศึกษาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ที่มีใช้อยู่ในขณะนี้

1.4.3. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือช่วยในการทำความเข้าใจโปรแกรมภาษาจาวา [12]

1.4.4. ศึกษาเครื่องมือที่ช่วยในการสร้างตัวแปลภาษา ที่มีการสร้างซอร์สโค้ดของตัวแปลภาษาเป็นภาษาจาวา ได้แก่ โปรแกรม Javacc ของบริษัท Sun Microsystems, Inc.

1.4.5. ศึกษาหลักไวยากรณ์ต่าง ๆ ของโปรแกรมภาษาจาวา เพื่อหาวิธีในการวัดซอฟต์แวร์

1.4.6. ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์

1.4.7. ทดสอบเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์

1.4.8. สรุปผลและเสนอแนะผลของการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์นี้และเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์มีดังนี้

1.5.1. ช่วยให้ทราบคุณสมบัติต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์ โดยไม่ต้องนับด้วยตนเอง

1.5.2. มีฐานข้อมูลที่ช่วยในการประมาณเวลาและกำลังคนที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์

1.5.3. เป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดซอฟต์แวร์ที่มีสูตรการวัดนอกเหนือจากงานวิจัยนี้

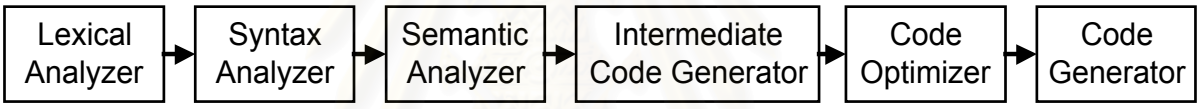
บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ได้สรุปเนื้อหาของเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษาเพื่อนำมาใช้ประกอบโครงงานวิจัยนี้ ได้แก่ ตัวแปลภาษา และตัววัดเชิงวัตถุ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ตัวแปลภาษา (Compiler)

ตัวแปลภาษาเป็นโปรแกรมที่เปลี่ยนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งไปเป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์อีกภาษาหนึ่ง โปรแกรมต้นฉบับที่ถูกแปลงเรียกว่าซอร์สโปรแกรม (Source program) ส่วนโปรแกรมที่ได้เรียกว่าออบเจ็กโปรแกรม (Object program) ในการสร้างตัวแปลภาษานิยมแบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 หน่วยย่อย ๆ ของการสร้างตัวแปลภาษา

สามส่วนแรกได้แก่ เลกซิคัลอนาไลเซอร์ (Lexical analyzer) ซินแท็กซ์อนาไลเซอร์ (Syntax analyzer) และ ซีแมนติกอนาไลเซอร์ (Semantic analyzer) เรียกว่าส่วน ฟรอนต์เอนด์ (Front end) ของตัวแปลภาษา มีหน้าที่วิเคราะห์การรู้จำ (Concept) จากตัวโปรแกรม สามส่วนหลังได้แก่ อินเตอร์มีเดียดโค้ดเจนเนอเรเตอร์ (Intermediate code generator) โค้ดออฟติไมเซอร์ (Code optimizer) และ โค้ดเจนเนอเรเตอร์ (Code generator) เรียกว่าส่วน แบคเอนด์ (Back end) ของตัวแปลภาษา มีหน้าที่นำส่วนวิเคราะห์การรู้จำ ที่ได้ไปเปลี่ยนเป็นออบเจ็กโปรแกรม

ส่วนของตัวแปลภาษาที่ต้องใช้ในโครงงานวิจัยนี้มี 2 ส่วนดังนี้

2.1.1 เลกซิคัลอนาไลเซอร์

เลกซิคัลอนาไลเซอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า สแกนเนอร์ (Scanner) มีหน้าที่อ่านอักขระจากภาษาต้นแบบแล้วจัดการแยกกลุ่มอักขระเหล่านั้นออกเป็นโทเคน (Token)

2.1.2 ซินแท็กซ์อนาไลเซอร์

ซินแท็กซ์อนาไลเซอร์ หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า พาร์เซอร์ (Parser) มีหน้าที่ตรวจสอบว่าโทเคนที่ได้จากขั้นตอนเลกซิคัลอนาไลเซอร์ เรียงกันถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ของภาษาที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยจะได้เป็นโครงสร้างต้นไม้ที่เรียกว่า เอเอสที (AST – Abstract Syntax Tree) เป็นโครงสร้างต้นไม้ที่มีการลดทอนให้เหลือแต่ส่วนที่จำเป็นต้องใช้ในการสร้างโค้ดเท่านั้น

ในแต่ละโหนด (Node) ของเอเอสทีจะเก็บข้อมูลหรือคุณสมบัติต่าง ๆ ที่อยู่ภายในโหนด เช่น เป็นคลาส เป็นเมทธอด เป็นคำสั่งเงื่อนไข เป็นต้น ซึ่งเราสามารถหาข้อมูลหรือคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ ด้วยการท่องไปตามโหนด (Traverse node) ต่าง ๆ และทำการนับเพื่อหาค่าวัดตามตัววัดที่เราต้องการได้

2.2 ตัววัดเชิงวัตถุ (Object –Oriented Metrics)

ในหัวข้อนี้สรุปเนื้อหาของงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ได้แก่ งานวิจัยของ McCabe ซึ่งได้ออกแบบค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบ (Cyclomatic complexity metric V(G)) [5, 6, 7, 8, 9] และงานวิจัยของ Chidamber and Kemerer ได้ออกแบบชุดของการวัดสำหรับการออกแบบเชิงวัตถุ (Object-oriented design) โดยชุดของการวัดนี้มีด้วยกัน 6 ค่าคือ จำนวนเมทธอดต่อคลาส (Weighted methods per class: WMC) ระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ (Depth of the inheritance tree : DIT) จำนวนคลาสลูก (Number of children : NOC) ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ (Coupling between objects : CBO) ระดับการตอบสนองต่อคลาส (Response for a class : RFC) และระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส (Lack of cohesion of methods : LCOM) [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8]

ตัววัดที่เลือกใช้ในงานวิจัยเพื่อทำการหาค่าตัววัด ได้จากการศึกษาเครื่องมือวัดที่มีใช้อยู่ในขณะนี้ เช่น JMetric เป็นต้น และได้จากการรวบรวมจากผลงานวิจัยของ McCabe และ Chidamber and Kemerer ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 จำนวนบรรทัด (Lines of code – LOC)

การวัดวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในจำนวนการวัดทั้งหมดที่สามารถนำมากำหนดและคำนวณ การนับจำนวนบรรทัดของโค้ดเป็นวิธีการวัดที่มีมาตั้งแต่การเขียนโปรแกรมยังเป็นการโปรแกรมแบบโครงสร้าง (Structured programming) และยังนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาถึงปัจจุบัน ขนาดของโปรแกรมต้นฉบับมีผลกระทบกับความยากง่ายในการทำความเข้าใจ ความสามารถนำมาใช้ใหม่ (Reusability) และความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) การคำนวณจำนวนบรรทัดของโปรแกรมต้นฉบับมีด้วยกันหลายวิธี เช่น อาจจะได้มาจากผลรวมของการนับจำนวนสเตทเมนท์ (Statement) จำนวนบรรทัดว่าง (Blank lines) จำนวนบรรทัดของคำอธิบาย (Lines of comments) และจำนวนบรรทัดที่เป็นวงเล็บปีกกา (Block delimiters) เป็นต้น ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดในการนับจำนวนบรรทัดว่าจะรวมค่าอะไรบ้าง

2.2.2 จำนวนเมทธอดต่อคลาส (Weighted methods per class – WMC)

ถ้าจำนวนเมทธอดในคลาสสามารถกำหนดขึ้นมาในช่วงของการออกแบบและการเขียนโมเดลคลาส (Design and modeling phase) ของโปรเจค ค่าตัววัดนี้ก็สามารถจะใช้มาเป็นตัวทำนายว่าจะใช้เวลาและความพยายาม (Effort) มากเพียงใดในการพัฒนา แก้ไข และบำรุงรักษา การวัดนี้ยังได้แก้ไขต่อไปโดยการถ่วงน้ำหนัก

ของความซับซ้อน (Weighting for complexity) ของแต่ละโมดูลโดยการถ่วงน้ำหนัก ปกติจะได้มาจากแบบค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบของเมทธอดนั้น

ซับคลาสของคลาสจะถ่ายทอดเมทธอดที่เป็น public และ protected ทั้งหมด (อาจรวมถึงเมทธอดที่เป็นแพ็กเกจด้วยก็ได้) ของคลาส ดังนั้นจำนวนของเมทธอดในคลาสจะมีผลกระทบโดยตรงกับความซับซ้อนของซับคลาส คลาสที่มีจำนวนของเมทธอดมาก ๆ ก็มักจะมีลักษณะเฉพาะแน่นอนที่จะใช้กับแอพพลิเคชัน (Application) ใด ๆ ทำให้ลดความสามารถที่จะนำมาใช้ได้ใหม่กับแอพพลิเคชันอื่น ๆ

2.2.3 ระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ (Depth of inheritance hierarchy – DIT)

การวัดวิธีนี้เป็นการหาค่าระดับความลึกของการสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance) ของคลาส ว่ามีการถ่ายทอดกันมากน้อยเพียงใด ดังนั้นเมื่อมีการสืบทอดคุณสมบัติ ซับคลาสแรกก็จะมีความลึกเท่ากับ 1 และซับคลาสของซับคลาสแรกจะมีความลึกเท่ากับ 2 และเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ในซับคลาสตัวต่อ ๆ ไป

คลาสใด ๆ ที่มีความลึกในทรี (Tree) มากก็จะสามารถสืบทอดคุณสมบัติของเมทธอดและสถานะของตัวแปร (State variables) ได้มาก แต่อย่างไรก็ตามการสืบทอดคุณสมบัติก็จะยิ่งเพิ่มความซับซ้อนและทำให้ยากต่อการทำนายคุณสมบัติ (Behavior) ของคลาส และยากที่จะเข้าใจระบบที่มีการสืบทอดคุณสมบัติมาก ๆ อีกด้วย

2.2.4 จำนวนคลาสลูก (Number of children – NOC)

ขนาดโดยรวมของระบบสามารถนำมาประมาณค่าได้โดยการคำนวณจำนวนของคลาสที่มีอยู่ ในระบบใหญ่ ๆ ที่มีคลาสมาก ๆ จะมีความซับซ้อนมากกว่าระบบเล็ก ๆ เนื่องจากว่าจำนวนของปฏิสัมพันธ์ที่มีระหว่างออปเจ็คสูงขึ้น ทำให้ความเข้าใจในระบบลดน้อยลงเป็นผลให้ยากที่จะทำการทดสอบ แก้ไขและบำรุงรักษา

ถ้าจำนวนของคลาสในระบบ สามารถถูกควบคุมไว้ได้ในช่วงของการออกแบบในระยะเริ่มต้นของโปรเจคก็จะสามารถช่วยเป็นพื้นฐานในการนำมาประมาณความพยายาม ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา การแก้ไขและการบำรุงรักษาระบบทั้งหมดได้

2.2.5 ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ (Coupling between objects – CBO)

เมื่อมีออปเจ็คหรือคลาสหนึ่งใช้ออปเจ็คหรือคลาสอื่น ๆ เราจะเรียกการทำเช่นนี้ว่าการเข้าคู่กัน (Coupling) แหล่งของการเข้าคู่กันส่วนใหญ่ก็จะเป็นการเข้าคู่กันระหว่างซูเปอร์คลาสและซับคลาส การเข้าคู่กันยังรวมไปถึงเมื่อเมทธอดหรือฟิลด์ในคลาสอื่น ๆ ถูกเรียกใช้ หรือเมื่อออปเจ็คของคลาสอื่น ๆ มีการส่งคำสั่งร้องขอโดยผ่านการอ้างถึงในเมทธอด การวัดการเข้าคู่กันระหว่างออปเจ็คจะเป็นการวัดการเข้าคู่กันแบบไม่ถ่ายทอด (Non-inheritance coupling) ระหว่าง 2 ออปเจ็ค

ถ้าค่าของการเข้าคู่กันมีค่าสูงจะลดความเป็นโมดูลของคลาสและจะทำให้การนำมาใช้ใหม่ทำได้ยากยิ่งขึ้น แสดงว่ายิ่งคลาสต่าง ๆ มีความเป็นอิสระกันมากเท่าใดก็ดูเหมือนจะมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้คลาสนั้นสามารถนำกลับมาใช้ในส่วนอื่น ๆ ของระบบได้ เมื่อคลาสมีการเข้าคู่กันกับคลาสอื่นจะทำให้เกิดผลกระทบได้ง่ายในเวลาที่จะทำการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในคลาสนั้นและยังจะทำให้การบำรุงรักษาทำได้ยากด้วย นอกจากนี้คลาสที่ขึ้นอยู่กับคลาสอื่นมากเกินไปก็จะทำให้เป็นการยากในการทำความเข้าใจและทดสอบคลาสนั้นแยกต่างหากออกมา

การหาค่าขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุสามารถแสดงให้เห็นดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
class A {
    public  int  x() {
       …
    }
}

class B {
    private A a;
    public  void  y() {
       a.x();
       …
    }
}

class C {
    private A a;
    private B b;
    public  void  z() {
       a.x();
       b.y();
       …
    }
}
```

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อแสดงการหาค่าขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ

จากตัวอย่างโปรแกรมในรูปที่ 2.2 ค่าขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุของคลาส B จะมีค่าเท่ากับ 1 เพราะมีการเรียกใช้เมทธอดในคลาส A และค่าขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุของคลาส C จะมีค่าเท่ากับ 2 เพราะมีการเรียกใช้เมทธอดในคลาส A และคลาส B

2.2.6 ระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส (Lack of cohesion of methods – LCOM)

การเกาะกันเป็นก้อน (Cohesion) ของคลาสคือการที่จะบอกว่าเมทธอดของคลาสนั้นมีความสัมพันธ์กับเมทธอดอื่น ๆ อย่างไร จะถูกกำหนดโดยการยกตัวอย่างรูปแบบของตัวแปรอินสแตนท์ที่ถูกใช้งานในกลุ่มของเมทธอด

ถ้าเมทธอดทั้งหมดใช้งานตัวแปรอินสแตนท์ตัวเดียวกันแล้ว แสดงว่ามันมีการเกาะกันเป็นก้อนสูง ถ้าการใช้งานอยู่ในกลุ่มของตัวแปรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีการเกาะกันเป็นก้อนต่ำ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดที่แสดงให้เห็นว่ามีการเกาะกันเป็นก้อนต่ำมากก็คือการที่ไม่มีเมทธอดใดเลยที่ใช้ตัวแปรอินสแตนท์

ถ้าคลาสแสดงให้เห็นว่ามีการเกาะกันเป็นก้อนต่ำจะชี้ให้เห็นว่าการออกแบบของคลาสมีบางสิ่งบางอย่างไม่ถูกต้องและสามารถทำให้ดีขึ้นได้โดยการแบ่งคลาสต่าง ๆ ออกเป็นคลาสย่อย ๆ ที่จะทำให้มีการเกาะกันเป็นก้อนสูงขึ้น หรือในอีกความหมายหนึ่งก็คือการที่มีค่าของการเกาะกันเป็นก้อนสูง (การขาดการเกาะกันเป็นก้อนต่ำ (Low lack of cohesion)) แสดงว่าคลาสของเรามีการออกแบบที่ดี การเกาะกันเป็นก้อนของคลาสจะเป็นการบอกแนวโน้มของการเอ็นเคบซูเลชัน (Encapsulation) ด้วยเช่นกัน ดังนั้นการขาดการเกาะกันเป็นก้อนสูงจะทำให้แนวโน้มของการเอ็นเคบซูเลชัน มีค่าต่ำ ซึ่งจะทำให้มีความซับซ้อนของคลาสสูง

จากผลงานวิจัยของ Brian Henderson-Sellers ได้เสนอสูตรในการหาค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาสดังนี้

$$\text{ค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส} = \frac{\left\{\frac{1}{a}\sum_{k=1}^{a} M(A_k)\right\} - m}{(1 - m)}$$

โดยที่ :

a = จำนวนตัวแปรอินสแตนท์ที่ประกาศในคลาส (Instance variables in class)

m = จำนวนเมทธอดในคลาส (Number of methods in class)

$M(A_k)$ = จำนวนครั้งที่ตัวแปรอินสแตนท์ k ที่ประกาศในคลาสถูกใช้ในเมทธอดใด ๆ ในคลาส (Instance variables accessed by method)

การหาค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาสสามารถแสดงให้เห็นดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
class A{
    private int x;
    public int y;

    public void m1() {
        x = 1;
    }
    private void m2() {
        y = 1;
    }
    void m3() {
        x = 10;
    }

}
```

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อแสดงการหาค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส

จากตัวอย่างโปรแกรมในรูปที่ 2.3 ค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส A สามารถหาค่าตามสูตรได้ดังนี้

$$LCOM(A) = \frac{\left\{\frac{1}{2}(2 + 1)\right\} - 3}{(1 - 3)} = 0.75 \text{ ; โดยที่ } a = 2, m = 3, M(A_1) = 2, M(A_2) = 1$$

2.2.7 ค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบ (Cyclomatic complexity – V(G))

การวัดวิธีนี้ได้ถูกแนะนำขึ้นมาในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 1970 เพื่อวัดความซับซ้อนของการใช้คำสั่งควบคุม ได้แก่ คำสั่ง if คำสั่ง while และคำสั่ง for การวัดนี้จะแสดงจำนวนทางผ่านของโปรแกรมต้นฉบับ ที่อาจจะถูกไหลผ่าน โปรแกรมที่มีความซับซ้อนมาก ๆ (มีการตรวจสอบเงื่อนไขมาก) จะทำให้ยากต่อการทำความเข้าใจและบำรุงรักษาซอฟต์แวร์ โดยทั่ว ๆ ไปแล้วยิ่งโปรแกรมมีความซับซ้อนมากเท่าใดก็ยิ่งเป็นการยากที่จะทำการตรวจสอบโปรแกรมด้วยและนี่ก็อาจส่งผลไปถึงความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของโปรแกรม ค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบกำหนดว่าแต่ละโมดูลไม่ควรมีค่าเกิน 10 [9]

การหาค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบสามารถแสดงให้เห็นดังตัวอย่างต่อไปนี้

	V(G)
class A{	
private int x;	
public void m() {	
if (x > 0 && x < 3) {	1, 2
switch(x) {	
case 1:	3
…	
case 2:	4
…	
} // end switch	
} // end if	
}	4+1
}	

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อแสดงการหาค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบ

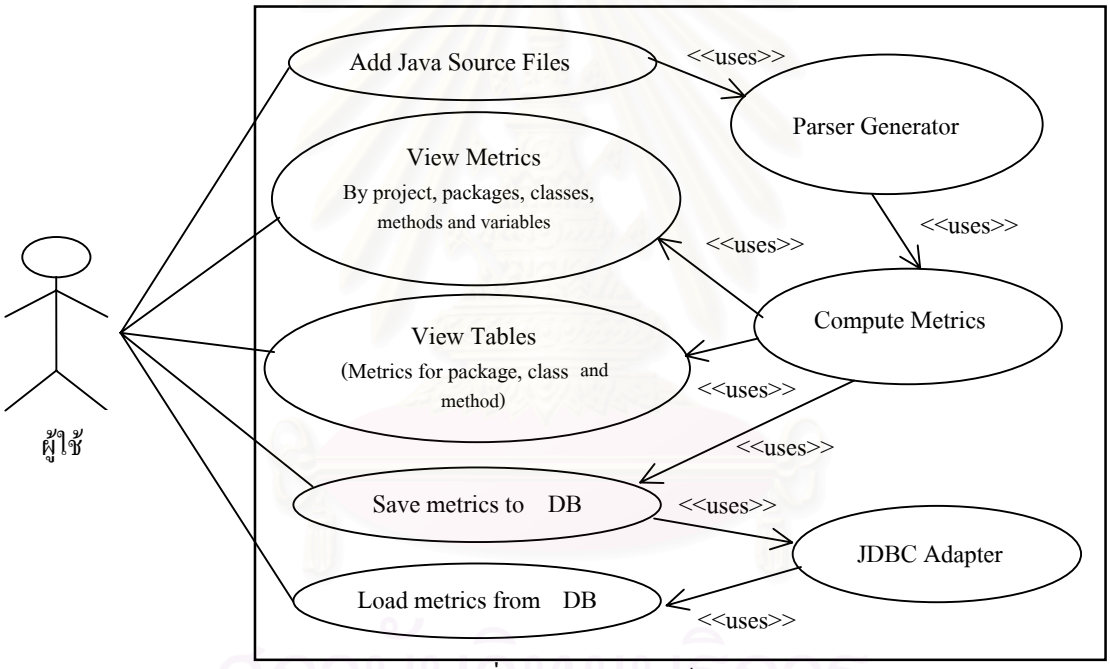
จากตัวอย่างโปรแกรมในรูปที่ 2.4 ค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบของเมทธอด m() ในคลาส A มีค่าเท่ากับ 5

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้วิจัยแสดงการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ MTOOP โดยใช้ภาษายูเอ็มแอล (Unified Modeling Language – UML) [10] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอภาพรวมของระบบ ได้แก่ โมเดลการใช้งาน (Use Case Modeling) แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram) แผนภาพแสดงกิจกรรม (Activity Diagram) แผนภาพของคลาส (Class Modeling) และการคำนวณค่าตัววัดต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 โมเดลการใช้งาน



รูปที่ 3.1 โมเดลการใช้งาน

ผู้ใช้สามารถใช้งานและติดต่อกับเครื่องมือนี้ได้ 5 กรณี ดังรูปที่ 3.1 คือผู้ใช้สามารถกำหนดโปรแกรมต้นฉบับภาษาจาวาที่ต้องการหาค่าตัววัด ผู้ใช้สามารถดูค่าวัดแยกตามโปรเจค แพ็คเก็จ คลาส เมทธอด ตัวแปร ผู้ใช้สามารถดูค่าวัดในรูปของตารางสำหรับแพ็กเกจ คลาสและเมทธอด ผู้ใช้สามารถเก็บบันทึกข้อมูลค่าตัววัดลงฐานข้อมูลได้ และผู้ใช้สามารถดูข้อมูลค่าตัววัดที่มีอยู่ในฐานข้อมูลได้ การที่ผู้ใช้จะสามารถดูค่าวัดต่าง ๆ เหล่านี้ได้จะต้องมีการคำนวณค่าวัดก่อน การคำนวณค่าวัดนี้จะต้องอาศัยการแปลงโปรแกรมต้นฉบับเป็นแผนภูมิต้นไม้ แล้วเก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ เช่น ชื่อคลาส (Class name) ชนิดของคลาส (Type of class) ตัวแปรอินสแตนท์ (Instance variables) ชื่อเมทธอด (Method name) ชนิดของเมทธอด (Type of method) ชนิดของการส่งค่ากลับของเมทธอด (Return type of method) ตัวแปรที่ประกาศในเมทธอด (Local variables) เป็นต้น ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลคุณสมบัติของโปรแกรมต้นฉบับและค่าตัววัดต่างๆ ได้ 2 ทางคือ

3.1.1 การดูค่าตัววัด (View Metrics)

ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลคุณสมบัติของโปรแกรมต้นฉบับและค่าตัววัดต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภทคือ

3.1.1.1 ค่าตัววัดของโปรเจค ได้แก่ จำนวนแพ็กเกจ จำนวนคลาส จำนวนเมทธอด จำนวนเมทธอดต่อคลาส จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ และจำนวนตัวแปรอินสแตนท์

3.1.1.2 ค่าตัววัดของแพ็กเกจ ได้แก่ จำนวนคลาส จำนวนเมทธอด จำนวนเมทธอดต่อคลาส จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ และจำนวนตัวแปรอินสแตนท์

3.1.1.3 ค่าตัววัดของคลาส ได้แก่ ระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ จำนวนเมทธอด จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ จำนวนตัวแปรอินสแตนท์ และค่าของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส

3.1.1.4 ค่าตัววัดของเมทธอด ได้แก่ จำนวนพารามิเตอร์ จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ ค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบ จำนวนตัวแปรเมทธอด และขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ

3.1.1.5 ค่าตัววัดของตัวแปรอินสแตนท์ ได้แก่ จำนวนครั้งที่ตัวแปรอินสแตนท์ถูกเรียกใช้ และจำนวนเมทธอดที่เรียกใช้ตัวแปรอินสแตนท์

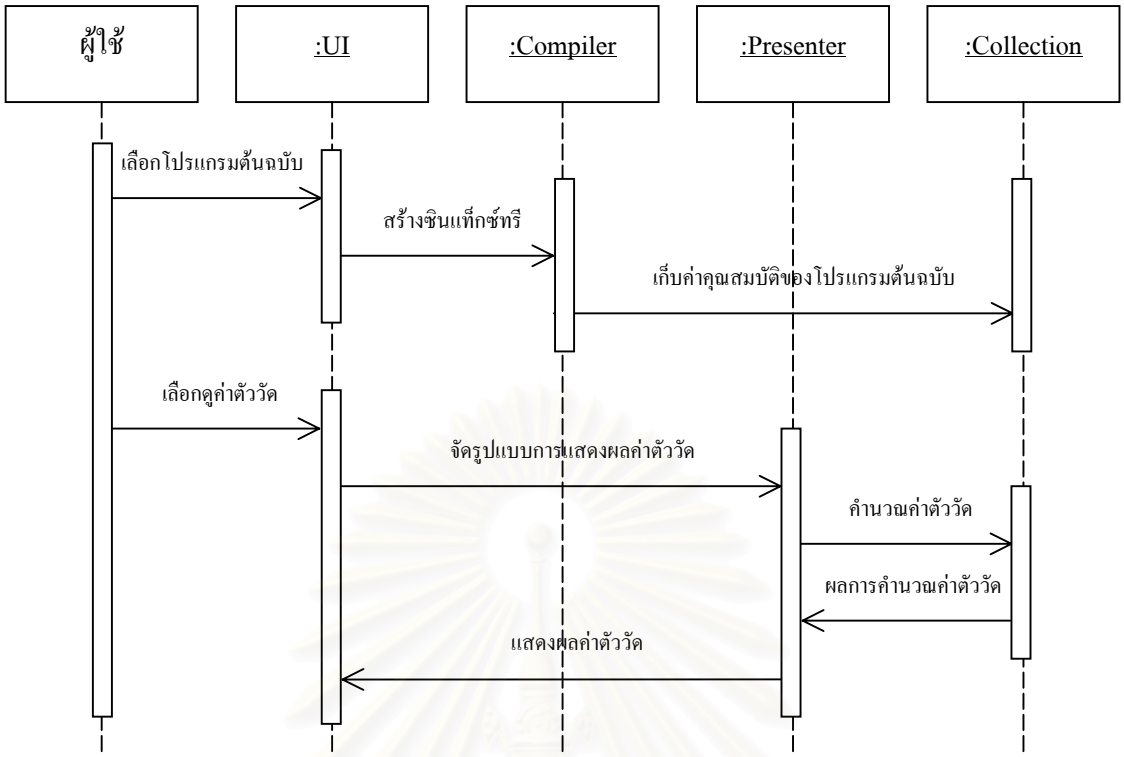
3.1.2 การดูค่าตัววัดในรูปแบบตาราง (View Tables)

ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลคุณสมบัติของโปรแกรมต้นฉบับและค่าตัววัดต่าง ๆ ในรูปแบบของตารางโดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ ค่าตัววัดสำหรับแพ็กเกจของโปรเจค ค่าตัววัดสำหรับคลาสของโปรเจค และค่าตัววัดสำหรับเมทธอดของโปรเจค ซึ่งค่าตัววัดจะเหมือนกับในหัวข้อ 3.1.1

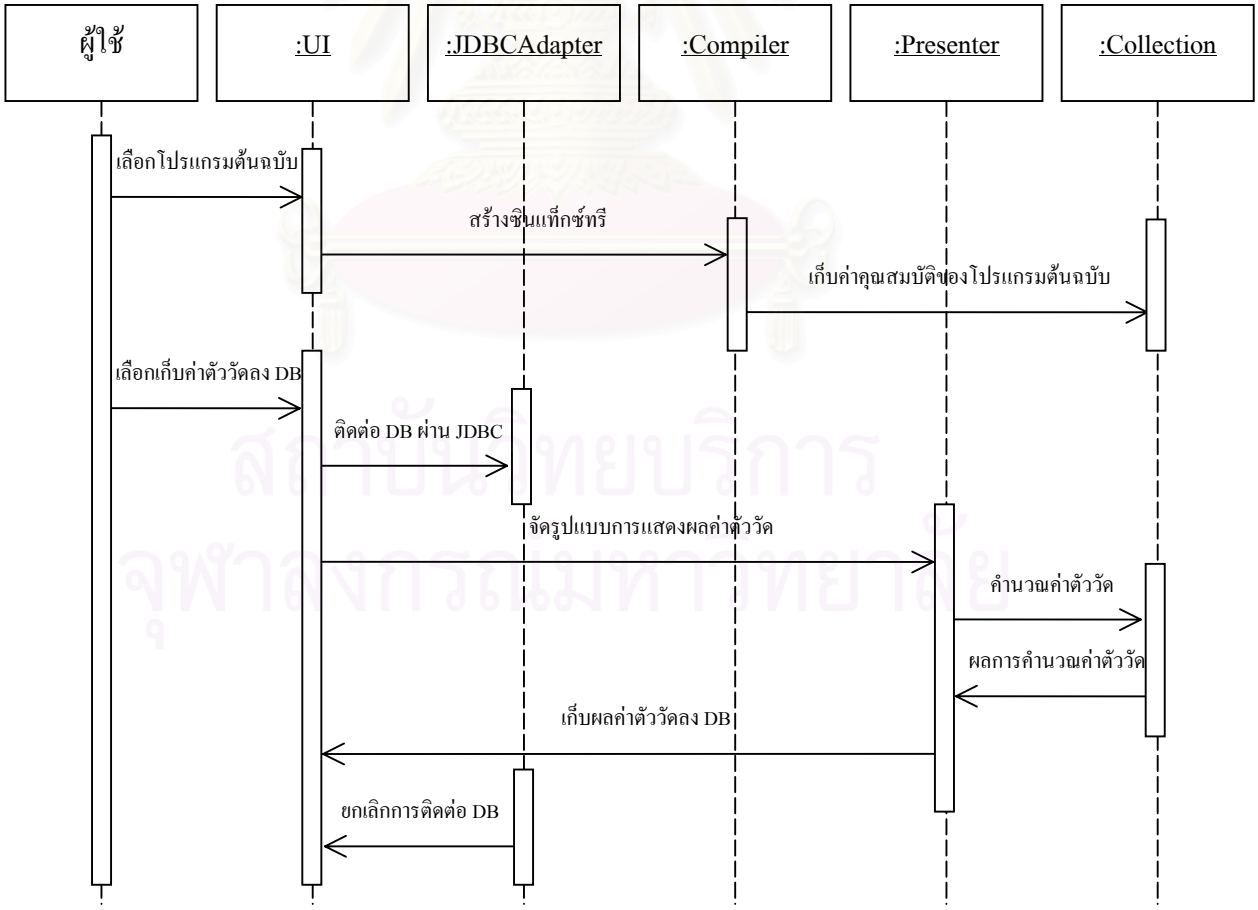
3.2 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน

แผนภาพแสดงลำดับการทำงานเมื่อผู้ใช้ต้องการดูค่าตัววัด ดังรูปที่ 3.2 โดยเริ่มจากผู้ใช้ทำการเลือกโปรแกรมต้นฉบับจากวัตถุ “UI” แล้วนำโปรแกรมต้นฉบับที่ผู้ใช้เลือกมาทำการสร้างซินแท็กซ์ทรีด้วยวัตถุ “Compiler” จากนั้นทำการเก็บค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของโปรแกรมต้นฉบับหลังจากที่ได้ทำการสร้างซินแท็กซ์ทรีด้วยวัตถุ “Collection” จากนั้นผู้ใช้ทำการเลือกดูค่าตัววัด หลังจากที่ได้เลือกโปรแกรมต้นฉบับเข้าสู่ระบบ โดยระบบจะทำการจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัดด้วยวัตถุ “Presenter” แล้วทำการส่งคำสั่งร้องขอเพื่อทำการคำนวณค่าตัววัดจากวัตถุ “Collection” แล้วส่งผลของค่าตัววัดกลับมายังวัตถุ “Presenter” และทำการแสดงผลค่าตัววัดด้วยวัตถุ “UI”

แผนภาพแสดงลำดับการทำงานเมื่อผู้ใช้ต้องการเก็บค่าตัววัดลงฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.3 โดยเริ่มจากผู้ใช้ทำการเลือกโปรแกรม ต้นฉบับจากวัตถุ “UI” แล้วนำโปรแกรมต้นฉบับที่ผู้ใช้เลือกมาทำการสร้างซินแท็กซ์ทรีด้วยวัตถุ “Compiler” จากนั้นทำการเก็บค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของโปรแกรมต้นฉบับหลังจากที่ได้ทำการสร้างซินแท็กซ์ทรีด้วยวัตถุ “Collection” จากนั้นผู้ใช้ทำการเลือกเก็บค่าตัววัดลงฐานข้อมูล (DB – Database) หลังจากที่ได้เลือกโปรแกรมต้นฉบับเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะทำการติดต่อกับฐานข้อมูลโดยการใช้จาวาดาต้าเบสคอนเน็กติวิตี (Java Database Connectivity – JDBC) ด้วยวัตถุ “JDBCAdapter” และจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัดด้วยวัตถุ “Presenter” แล้วทำการส่งคำสั่งร้องขอเพื่อทำการคำนวณค่าตัววัดจากวัตถุ “Collection” แล้วส่งผลของค่าตัววัดกลับมายังวัตถุ “Presenter” และทำการเก็บผลค่าตัววัดลงฐานข้อมูลและยกเลิกการติดต่อฐานข้อมูลด้วยวัตถุ “UI”

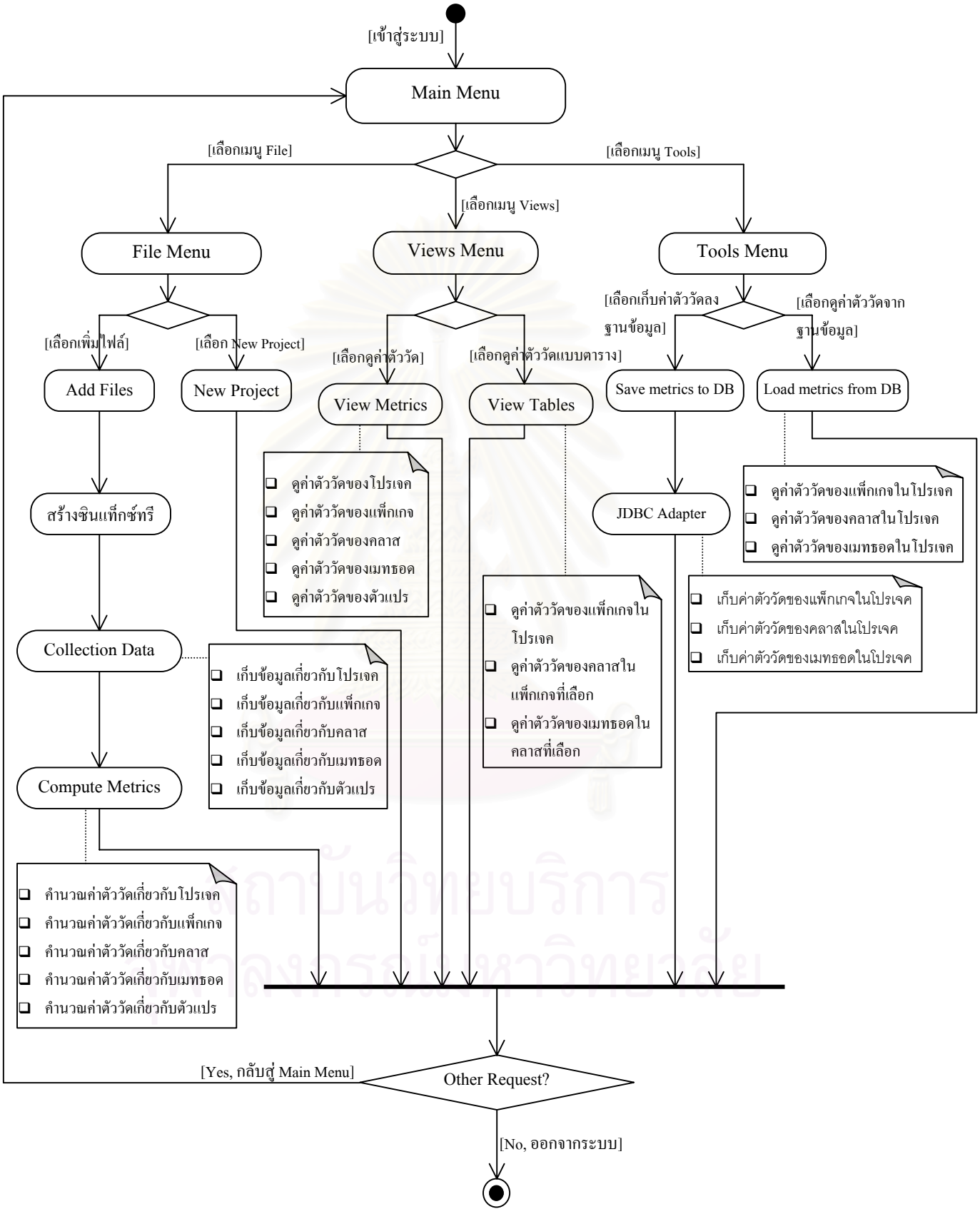


รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงลำดับการทำงานเมื่อผู้ใช้ต้องการดูค่าตัววัด



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงลำดับการทำงานเมื่อผู้ใช้ต้องการเก็บค่าตัววัดลงฐานข้อมูล

3.3 แผนภาพแสดงกิจกรรม

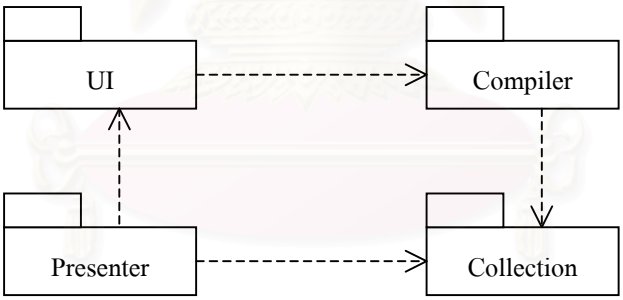


รูปที่ 3.4 แผนภาพแสดงกิจกรรมของเครื่องมือ MTOOP

แผนภาพแสดงกิจกรรมของเครื่องมือ MTOOP ดังแสดงในรูปที่ 3.4 แสดงถึงกิจกรรมการทำงานของระบบคือ เมื่อเข้าสู่ระบบ ผู้ใช้จะต้องเลือกโปรแกรมต้นฉบับเข้าสู่โปรเจค เมื่อเลือกโปรแกรมต้นฉบับแล้วระบบจะทำการสร้างซินแท็กซ์ทรี เพื่อเก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของโปรแกรมต้นฉบับซึ่งแยกตามโปรเจค แพ็กเกจ คลาส เมทธอด และตัวแปรอินสแตนท์ จากนั้นก็จะทำการคำนวณค่าตัววัดต่างๆ ตามที่ได้แยกประเภทไว้ เมื่อระบบทำการประมวลผลข้อมูลดังกล่าวเสร็จแล้ว ผู้ใช้สามารถที่จะเลือกโปรแกรมต้นฉบับเพิ่มเติมเข้าสู่โปรเจค หรือว่าจะสร้างโปรเจคใหม่ได้ โดยระบบจะทำการลบข้อมูลที่มีอยู่ในระบบออกไปเพื่อให้ผู้ใช้ทำการเลือกโปรแกรมต้นฉบับเข้าไปใหม่ หรือผู้ใช้สามารถที่จะดูข้อมูลค่าตัววัดของโปรเจคได้จากฟังก์ชันดูค่าตัววัดหรือดูค่าตัววัดในรูปแบบตาราง ดังรายละเอียดใน 3.1.1 และ 3.1.2 นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถที่จะทำการเก็บข้อมูลค่าตัววัดลงฐานข้อมูล โดยจะเก็บแยกเป็น 3 ประเภทคือ ค่าตัววัดสำหรับแพ็กเกจในโปรเจค ค่าตัววัดสำหรับคลาสในโปรเจค และค่าตัววัดสำหรับเมทธอดในโปรเจค ระบบจะทำการติดต่อกับฐานข้อมูลโดยการใช้จาวาดาต้าเบสคอนเน็กติวิตี หลังจากทำการเก็บลงฐานข้อมูลแล้ว ผู้ใช้สามารถดูค่าตัววัดจากฐานข้อมูลที่ทำการเก็บบันทึกไว้ได้

3.4 แผนภาพคลาส

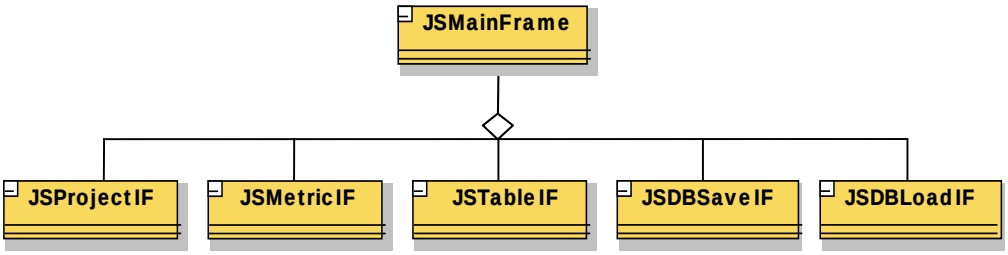
แผนภาพของระบบประกอบด้วยแผนภาพคลาส ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 แพ็กเกจหลักคือแพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ (UI) แพ็กเกจคอมไพเลอร์ (Compiler) แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด (Collection) และ แพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด (Presenter) ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแพ็กเกจต่าง ๆ ของระบบดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแพ็กเกจต่าง ๆ ของระบบ

3.4.1 แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้

แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ เป็นชุดของคลาสที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งานระบบ รูปที่ 3.6 แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ ได้แก่ คลาสเมนเฟรม (JSMainFrame) เป็นคลาสที่ทำการสร้างเมนูให้ผู้ใช้เลือกและเป็นเฟรมหลักที่ให้เฟรมอื่นๆ แสดงผลในเฟรมหลักนี้ ได้แก่ คลาสการเลือกโปรแกรมต้นฉบับภาษาจาวาเข้าสู่โปรเจค (JSProjectIF) คลาสการดูค่าตัววัด (JSMetricIF) คลาสการดูค่าตัววัดในรูปแบบตาราง (JSTableIF) คลาสการเก็บข้อมูลค่าตัววัดลงฐานข้อมูล (JSDBSaveIF) และคลาสการดูค่าตัววัดจากฐานข้อมูล (JSDBLoadIF) ซึ่งคลาสต่างๆ ในแพ็กเกจนี้สืบทอดคุณสมบัติมาจากแพ็กเกจสวิง (swing)



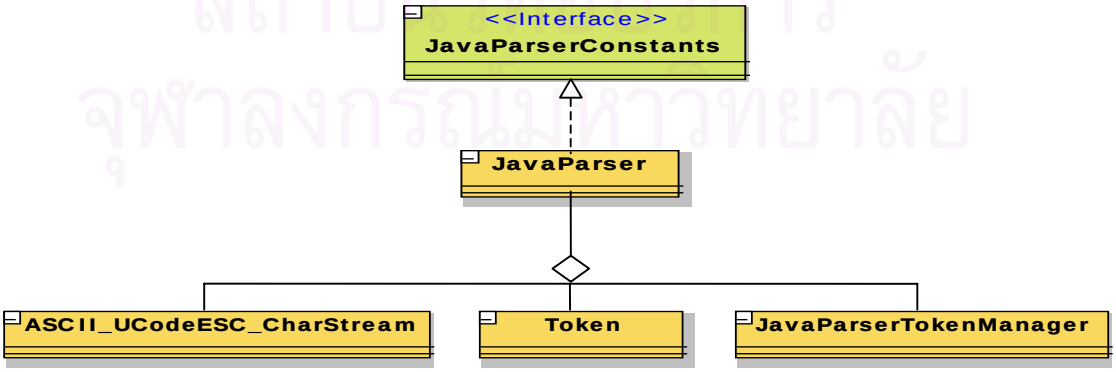
รูปที่ 3.6 แผนภาพคลาสในภาพรวมของแพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้

3.4.2 แพ็กเกจคอมไพเลอร์

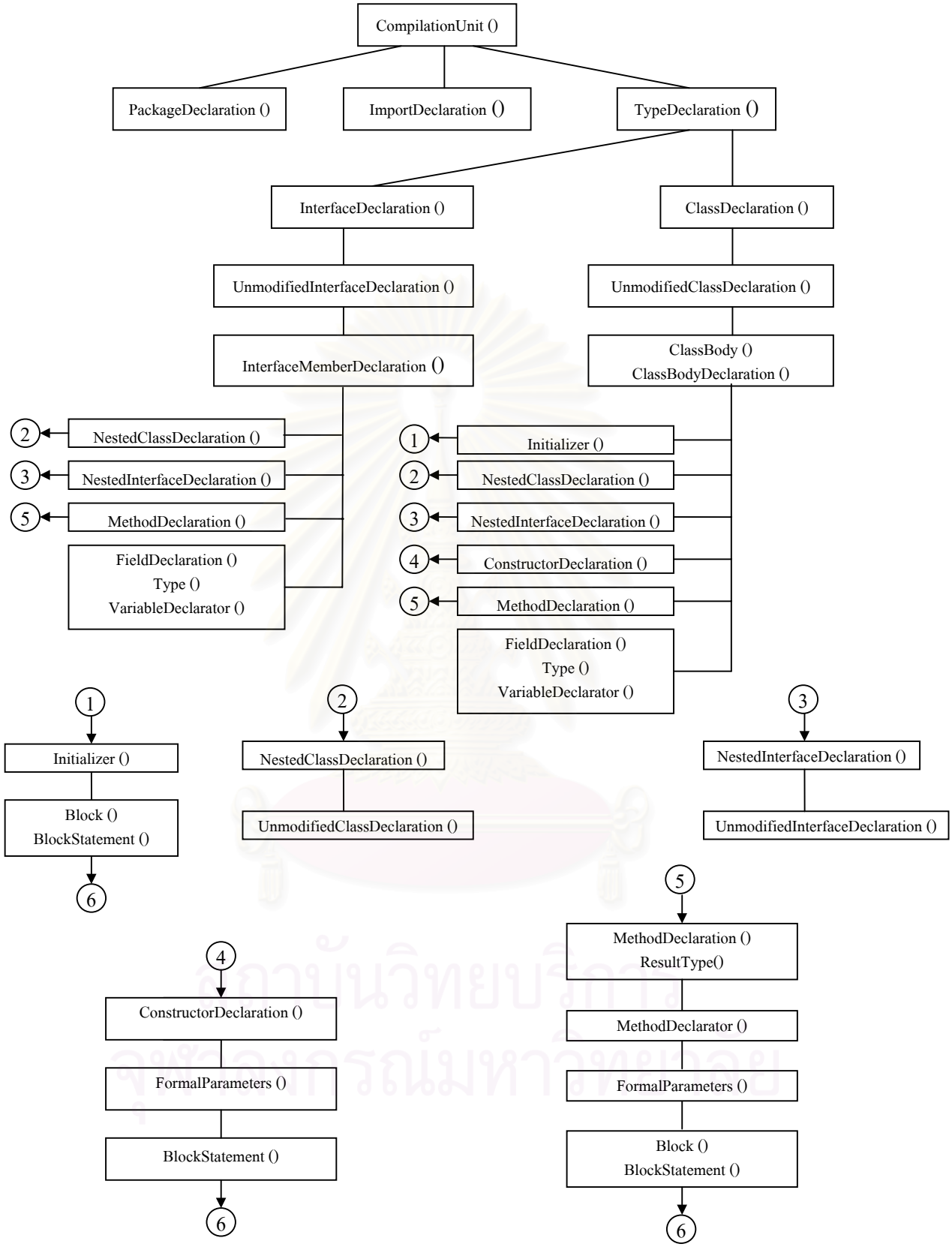
แพ็กเกจคอมไพเลอร์ เป็นชุดของคลาสที่ทำหน้าที่นำโปรแกรมต้นฉบับมาผ่านขบวนการสร้างตัวแปลภาษาเพื่อสร้างซินแท็กซ์ทรี รูปที่ 3.7 แผนภาพคลาสของแพ็กเกจคอมไพเลอร์ ผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือช่วยสร้างตัวแปลภาษาที่ชื่อว่า จาวา คอมไพเลอร์ คอมไพเลอร์ (Java Compiler Compiler – JavaCC) โดยผลที่ได้จากการประมวลผลด้วยเครื่องมือนี้จะได้ชุดของคลาสต่างๆ ดังนี้

คลาสจาวาพาร์เซอร์ (JavaParser) จะเป็นคลาสหลักที่จะนำโปรแกรมต้นฉบับมาสร้างซินแท็กซ์ทรี โดยจะมีอินเตอร์เฟสคลาสจาวาพาร์เซอร์คอนสแตนท์ส (JavaParserConstants) ที่มีการประกาศค่าคงที่ต่าง ๆ และโทเคนต่าง ๆ (โทเคน คือ กลุ่มอักขระตามไวยากรณ์ของภาษาจาวา) และมีคลาสโทเคน (Token) คลาสแอสกียูโค้ด (ASCII_UCodeESC_CharStream) และคลาสจาวาพาร์เซอร์โทเคนเมเนเจอร์ (JavaParserTokenManager) ที่มีหน้าที่อ่านอักขระของโปรแกรมต้นฉบับและแบ่งให้เป็นโทเคน คลาสจาวาพาร์เซอร์ภายในจะประกอบไปด้วยตัวสร้างโหนดต่าง ๆ โดยมี CompilationUnit() เป็นโหนดราก (root node) โหนดกิ่ง (branch node) และโหนดใบ (leaf node) ดังแสดงในรูปที่ 3.8

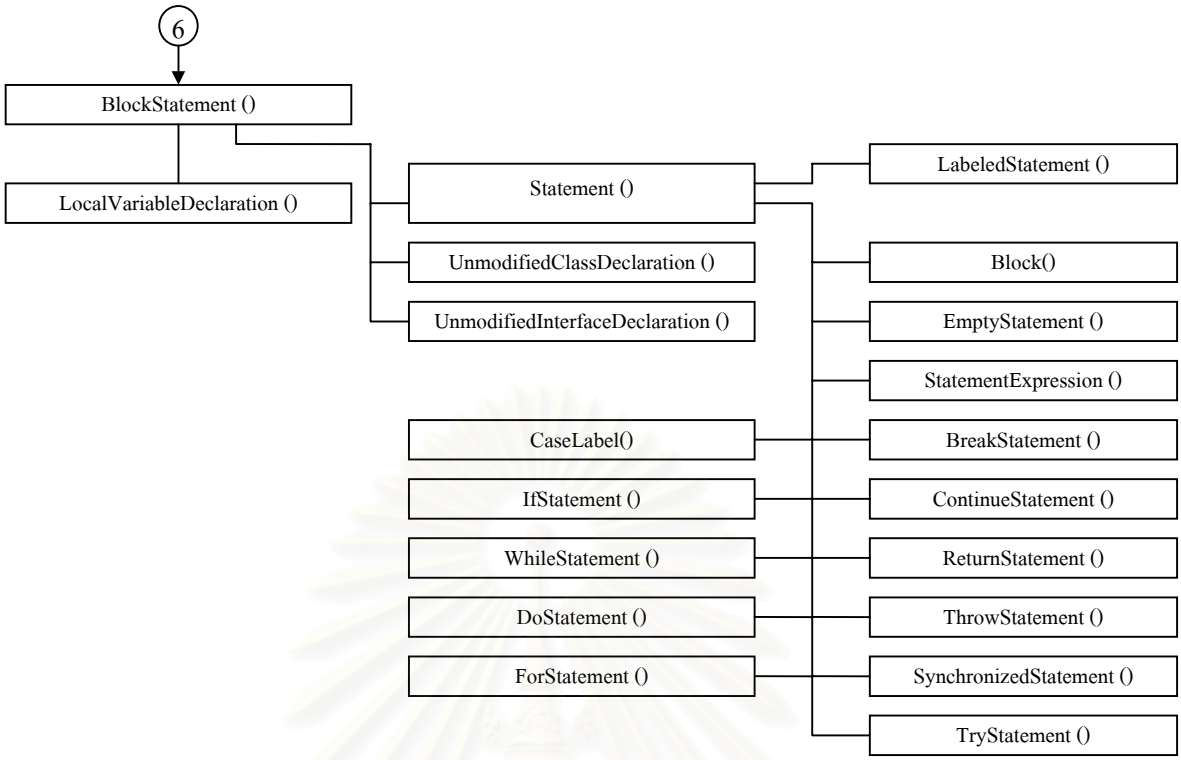
โหนดต่าง ๆ เป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ว่าจะสามารถคำนวณค่าตัววัดแต่ละค่าได้จากโหนดใดบ้าง เช่น ค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ ก็คือการนับจำนวนโหนดของ CaseLabel() + IfStatement() + WhileStatement() + DoStatement() + ForStatement + $\sum$ConditionalOrExpression() + $\sum$ConditionalAndExpression() + 1 ภายในเมทธอด เป็นต้น



รูปที่ 3.7 แผนภาพคลาสของแพ็กเกจคอมไพเลอร์



รูปที่ 3.8 แผนภาพต้นไม้แสดงโหนดต่าง ๆ ที่มาจากการสร้างซินแท็กซ์ทรีของคลาสจาวาพาร์เซอร์



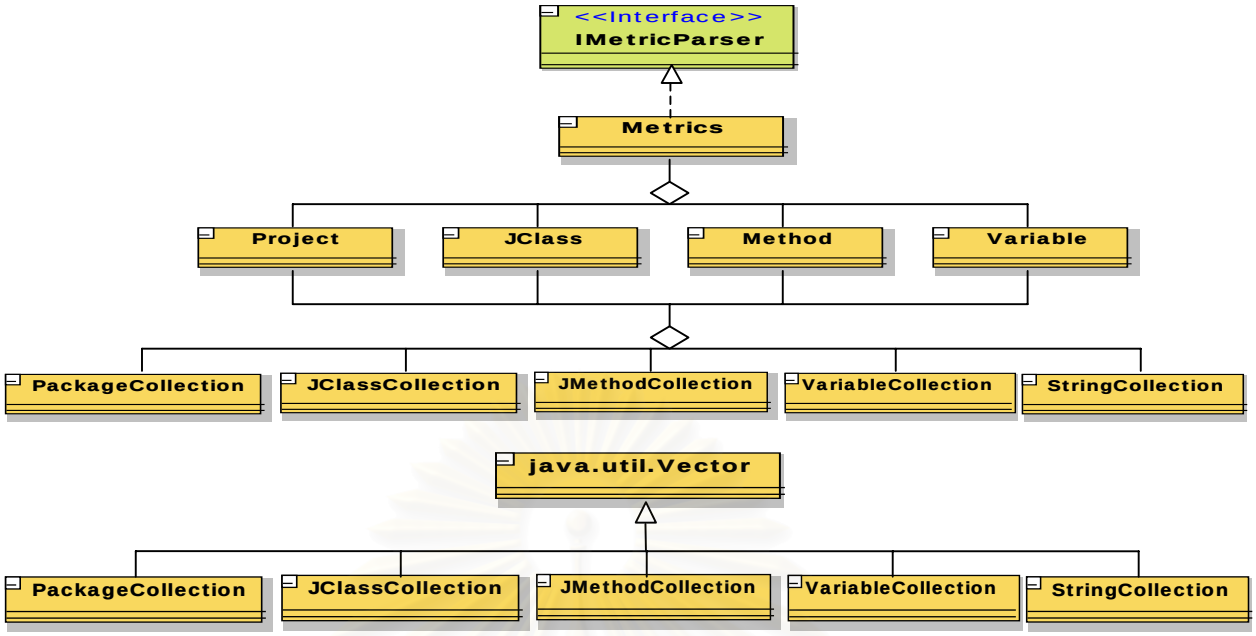
รูปที่ 3.8 แผนภาพต้นไม้แสดงโหนดต่าง ๆ ที่มาจากการสร้างซินแท็กซ์ทรีของคลาสจาวาพาร์เซอร์ (ต่อ)

3.4.3 แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด

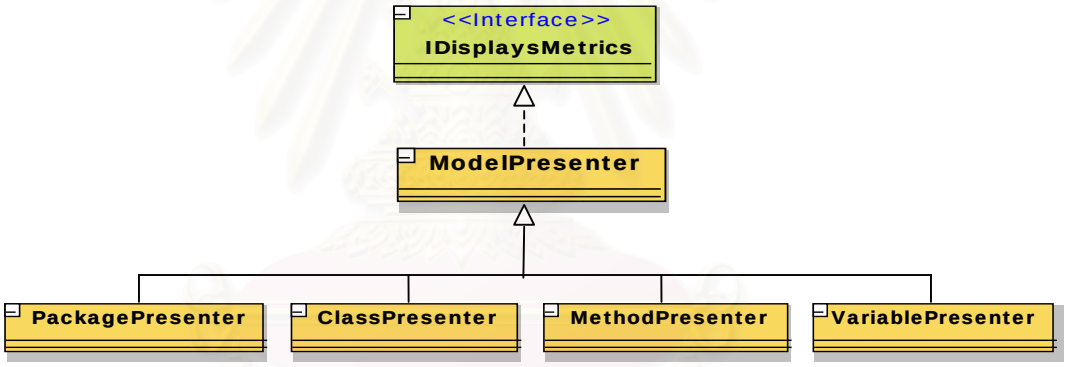
แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด เป็นชุดของคลาสหน่วยรู้จำ โดยมีคลาสตัววัด (Metrics) ทำหน้าที่ท่องไปบนซินแท็กซ์ทรี เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ จากโหนดต่าง ๆ ตามรูปที่ 3.8 และคำนวณค่าตัววัดต่างๆ ดังที่ได้ยกตัวอย่างค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบใน 3.4.2 ซึ่งแพ็กเกจนี้ได้แบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ คือ คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับโปรเจค (Project) คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับคลาส (JClass) คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับเมทธอด (Method) และคลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับตัวแปร (Variable) ซึ่งจะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของตัวแปรแบบเวคเตอร์ โดยมีคลาสที่สืบทอดคุณสมบัติมาจากคลาสเวคเตอร์ (java.util.Vector) เช่น คลาสแพ็กเกจคอลเลคชัน (PackageCollection) คลาสจาวาคลาสคอลเลคชัน (JClassCollection) คลาสเมทธอดคอลเลคชัน (MethodCollection) เป็นต้น รูปที่ 3.9 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคลาสต่าง ๆ ในชุดแพ็กเกจนี้

3.4.4 แพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด

แพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด เป็นชุดของคลาสที่ทำหน้าที่นำค่าตัววัดจากแพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด มาจัดรูปแบบตามค่าตัววัดที่ต้องการ เพื่อส่งต่อให้แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ นำไปแสดงผลค่าวัดตามที่ได้จัดรูปแบบไว้ โดยได้แยกรูปแบบการแสดงผลตัววัดตามประเภทของหน่วยรู้จำ ได้แก่ คลาสแพ็กเกจพรีเซ็นเตอร์ (PackagePresenter) คลาสคลาสพรีเซ็นเตอร์ (ClassPresenter) คลาสเมทธอดพรีเซ็นเตอร์ (MethodPresenter) และคลาสวาริเอเบิลพรีเซ็นเตอร์ (VariablePresenter) รูปที่ 3.10 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของคลาสต่างๆ ในชุดแพ็กเกจนี้



รูปที่ 3.9 แผนภาพคลาสของแพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด



รูปที่ 3.10 แผนภาพคลาสของแพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด

การคำนวณค่าตัววัดต่างๆ แบ่งออกเป็น 5 ประเภทดังนี้

3.4.4.1 ตัววัดค่าสำหรับโปรเจค (Metrics for project) ได้แก่ จำนวนแพ็กเกจ จำนวนคลาส จำนวนเมทธอด จำนวนเมทธอดต่อคลาส จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ และจำนวนตัวแปรอินสแตนท์ ซึ่งได้แสดงสูตรการคำนวณค่าตัววัดที่มาจากการนับจำนวนโหนดต่าง ๆ จากรูปที่ 3.8 ดังต่อไปนี้

1) การนับจำนวนแพ็กเกจของโปรเจค (Number of packages) คือการนับจำนวนโหนดของ PackageDeclaration() โดยที่ชื่อของแพ็กเกจต้องไม่ซ้ำกัน สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

จำนวนแพ็กเกจของโปรเจค = $\sum$ PackageDeclaration() ; ชื่อของแพ็กเกจต้องไม่ซ้ำกัน

2) การนับจำนวนคลาสของโปรเจค (Number of classes – NOC) คือการนับจำนวนโหนดของ ClassDeclaration() รวมกับจำนวนโหนดของ InterfaceDeclaration() ของทุกแพ็กเกจ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนคลาสของโปรเจค} = \sum\left\{\sum \text{ClassDeclaration}() + \sum \text{InterfaceDeclaration}()\right\}_{\text{แต่ละ Package}}$$

3) การนับจำนวนเมทธอดของโปรเจค (Number of methods – NOM) คือการนับจำนวนโหนดของ Initializer() รวมกับจำนวนโหนดของ ConstructorDeclaration() และรวมกับจำนวนโหนดของ MethodDeclaration() ของทุกคลาสและของทุกแพ็กเกจ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนเมทธอดของโปรเจค} = \sum\left\{\sum\left\{\sum \text{Initializer}() + \sum \text{ConstructorDeclaration}() + \sum \text{MethodDeclaration}()\right\}_{\text{แต่ละ Class}}\right\}_{\text{แต่ละ Package}}$$

4) การหาค่าจำนวนเมทธอดต่อคลาสของโปรเจค (Weighted methods per class – WMC) คือ จำนวนเมทธอดของโปรเจค หารด้วย จำนวนคลาสของโปรเจค สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าจำนวนเมทธอดต่อคลาสของโปรเจค} = \frac{\text{จำนวนเมทธอดของโปรเจค}}{\text{จำนวนคลาสของโปรเจค}}$$

5) การนับจำนวนบรรทัดของโปรเจค (Lines of code – LOC) คือการนับจำนวนโหนดของ ImportDeclaration() รวมกับจำนวนบรรทัดของคลาส ของทุกแพ็กเกจ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนบรรทัดของโปรเจค} = \sum\left\{\sum \text{ImportDeclaration}() + \text{Classes LOC}\right\}_{\text{แต่ละ Package}}$$

6) การนับจำนวนสเตทเมนต์ของโปรเจค (Number of statements – NOS) คือการนับจำนวนโหนดของ Statement() ของคลาส ของทุกแพ็กเกจ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนสเตทเมนต์ของโปรเจค} = \sum\left\{\sum\left\{\sum \text{Statement}()_{\text{แต่ละ Method}}\right\}_{\text{แต่ละ Class}}\right\}_{\text{แต่ละ Package}}$$

7) การนับจำนวนตัวแปรอินสแตนท์ของโปรเจค (Number of instance variables) คือการนับจำนวนโหนดของ FieldDeclaration() ของคลาส ของทุกแพ็กเกจ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนตัวแปรอินสแตนท์ของโปรเจค} = \sum \left\{ \sum \text{FieldDeclaration}() \right\}_{\text{แต่ละ Package}}$$

3.4.4.2 ตัววัดค่าสำหรับแพ็กเกจ (Metrics for package) ได้แก่ จำนวนคลาส จำนวนเมทธอด จำนวนเมทธอดต่อคลาส จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ และจำนวนตัวแปรอินสแตนท์ ซึ่งได้แสดงสูตรการคำนวณค่าตัววัดที่มาจากการนับจำนวนโหนดต่าง ๆ จากรูปที่ 3.8 ดังต่อไปนี้

1) การนับจำนวนคลาสของแพ็กเกจ (Number of Classes – NOC) คือการนับจำนวนโหนดของ ClassDeclaration() รวมกับจำนวนโหนดของ InterfaceDeclaration() ของแพ็กเกจที่ใช้ชื่อแพ็กเกจเดียวกัน สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนคลาสของแพ็กเกจ} = \sum \left\{ \sum \text{ClassDeclaration}() + \sum \text{InterfaceDeclaration}() \right\}_{\text{ชื่อ Package เดียวกัน}}$$

2) การนับจำนวนเมทธอดของแพ็กเกจ (Number of methods – NOM) คือการนับจำนวนโหนดของ Initializer() รวมกับจำนวนโหนดของ ConstructorDeclaration() และรวมกับจำนวนโหนดของ MethodDeclaration() ของทุกคลาสและของแพ็กเกจที่ใช้ชื่อแพ็กเกจเดียวกัน สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนเมทธอดของแพ็กเกจ} = \sum \left\{ \sum \left\{ \sum \text{Initializer}() + \sum \text{ConstructorDeclaration}() + \sum \text{MethodDeclaration}() \right\}_{\text{แต่ละ Class}} \right\}_{\text{ชื่อ Package เดียวกัน}}$$

3) การหาค่าจำนวนเมทธอดต่อคลาสของแพ็กเกจ (Weighted methods per class – WMC) คือ จำนวนเมทธอดของแพ็กเกจ หารด้วย จำนวนคลาสของแพ็กเกจ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าจำนวนเมทธอดต่อคลาสของแพ็กเกจ} = \frac{\text{จำนวนเมทธอดของแพ็กเกจ}}{\text{จำนวนคลาสของแพ็กเกจ}}$$

4) การนับจำนวนบรรทัดของแพ็กเกจ (Lines of code – LOC) คือการนับจำนวนบรรทัดของคลาสของแพ็กเกจที่ใช้ชื่อแพ็กเกจเดียวกัน สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนบรรทัดของแพ็กเกจ} = \sum \left\{ \text{Classes LOC} \right\}_{\text{ชื่อ Package เดียวกัน}}$$

5) การนับจำนวนสเตทเมนต์ของแพ็กเกจ (Number of statements – NOS) คือการนับจำนวนโหนดของ Statement() ของคลาส ของแพ็กเกจที่ใช้ชื่อแพ็กเกจเดียวกัน สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนสเตทเมนต์ของแพ็กเกจ} = \sum\left\{\sum\left\{\sum \text{Statement()}_{\text{แต่ละ Method}}\right\}_{\text{แต่ละ Class}}\right\}_{\text{ชื่อ Package เดียวกัน}}$$

6) การนับจำนวนตัวแปรอินสแตนท์ของแพ็กเกจ (Number of instance variables) คือการนับจำนวนโหนดของ FieldDeclaration() ของคลาส ของแพ็กเกจที่ใช้ชื่อแพ็กเกจเดียวกัน สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนตัวแปรอินสแตนท์ของแพ็กเกจ} = \sum\left\{\sum \text{FieldDeclaration ()}\right\}_{\text{ชื่อ Package เดียวกัน}}$$

3.4.4.3 ตัววัดค่าสำหรับคลาส (Metrics for class) ได้แก่ ระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ จำนวนเมทธอด จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ จำนวนตัวแปรอินสแตนท์ และค่าของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส ซึ่งได้แสดงสูตรการคำนวณค่าตัววัดที่มาจากการนับจำนวนโหนดต่าง ๆ จากรูปที่ 3.8 ดังต่อไปนี้

1) การหาค่าระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ (Depth of the inheritance tree – DIT) คือการนับจำนวนของการสืบทอดคุณสมบัติ (Inheritance) ของคลาส โดยการตรวจสอบโทเคน "Extends" ในโหนดของ ClassDeclaration() และ InterfaceDeclaration()

2) การนับจำนวนเมทธอดของคลาส (Number of methods – NOM) คือการนับจำนวนโหนดของ Initializer() รวมกับจำนวนโหนดของ ConstructorDeclaration() และรวมกับจำนวนโหนดของ MethodDeclaration() ของคลาส สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนเมทธอดของคลาส} = \sum \text{Initializer()} + \sum \text{ConstructorDeclaration()} + \sum \text{MethodDeclaration()}$$

3) การนับจำนวนบรรทัดของคลาส (Lines of code – Classes LOC) คือการนับจำนวนโหนดของ ClassDeclaration() รวมกับจำนวนโหนดของ FieldDeclaration() และรวมกับจำนวนบรรทัดของเมทธอด ของคลาสนั้น ๆ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนบรรทัดของคลาส} = \text{ClassDeclaration()} + \sum \text{NestedClassDeclaration()} + \sum \text{FieldDeclaration()} + \text{Methods LOC}$$

4) การนับจำนวนสเตทเมนต์ของคลาส (Number of Statements – NOS) คือการนับจำนวนโหนดของ Statement() ของเมทธอด ของคลาสนั้น ๆ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนสเตทเมนต์ของคลาส} = \sum \left\{ \sum \text{Statement()}_{\text{แต่ละ Method}} \right\}_{\text{ชื่อคลาส เดียวกัน}}$$

5) การนับจำนวนตัวแปรอินสแตนท์ของคลาส (Number of Instance Variables) คือการนับจำนวนโหนดของ FieldDeclaration() ของคลาสนั้นๆ ดังจะแสดงสูตรต่อไปนี้

$$\text{จำนวนตัวแปรอินสแตนท์ของคลาส} = \sum \text{FieldDeclaration ()}$$

6) การหาค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส (Lack of cohesion of methods – LCOM) การหาค่า LCOM จะใช้สูตรการคำนวณของ Brian Henderson-Sellers ดังแสดงสูตรในหัวข้อ 2.2.6

3.4.4.4 ตัววัดค่าสำหรับเมทธอด (Metrics for method) ได้แก่ จำนวนพารามิเตอร์ จำนวนบรรทัด จำนวนสเตทเมนต์ ค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบ จำนวนตัวแปรเมทธอด และขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ซึ่งได้แสดงสูตรการคำนวณค่าตัววัดที่มาจากการนับจำนวนโหนดต่าง ๆ จากรูปที่ 3.8 ดังต่อไปนี้

1) การนับจำนวนพารามิเตอร์ (Number of parameters) คือการนับจำนวนโหนดของ FormalParameters() ของเมทธอดนั้น ๆ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนพารามิเตอร์} = \sum \text{FormalParameters ()}$$

2) การนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด (Lines of code – Methods LOC) คือการนับจำนวนโหนดของ MethodDeclaration() รวมกับจำนวนโหนดของ LocalVariableDeclaration() และรวมกับจำนวนโหนดของ Statement() ของเมทธอดนั้น ๆ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนบรรทัดของเมทธอด} = \text{MethodDeclaration()} + \sum \text{LocalVariableDeclaration()} + \sum \text{Statement()}$$

การนับจำนวนบรรทัดจะไม่นับรวมบรรทัดว่าง (EmptyStatement()) บรรทัดที่เป็นเครื่องหมายบล็อก (Block()) และบรรทัดที่เป็นคอมเมนต์ (Comment Line) การประกาศตัวแปรหลายตัวอยู่บนบรรทัดเดียวกัน จะนับจำนวนบรรทัดเท่ากับจำนวนตัวแปรที่ประกาศ เช่น `int x, y;` จะได้ LOC = 2

3) การนับจำนวนสเตทเมนต์ของเมทธอด (Number of statements – Methods NOS) คือการนับจำนวนโหนดของ Statement() ของเมทธอดนั้น ๆ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

จำนวนสเตทเมนต์ของเมทธอด = $\sum$ Statement()

4) การหาค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ – V(G) คือการนับจำนวนโหนดของเงื่อนไขต่าง ๆ ของเมทธอดนั้น ๆ บวกด้วย 1 สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ
= $\sum$ CaseLabel () + $\sum$ IfStatement() + $\sum$ WhileStatement() + $\sum$DoStatement()
+ $\sum$ForStatement() + $\sum$ConditionalOrExpression() + $\sum$ConditionalAndExpression() + 1

5) การนับจำนวนตัวแปรของเมทธอด (Number of local variables) คือการนับจำนวนโหนดของ LocalVariableDeclaration() ของเมทธอดนั้น ๆ สามารถแสดงสูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

จำนวนตัวแปรของเมทธอด = $\sum$ LocalVariableDeclaration()

6) การหาค่าขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ (Coupling between objects – CBO) คือการนับจำนวนของการส่งค่ากลับ (Return type) ของเมทธอดหรือตัวแปรที่เรียกใช้ที่ไม่ใช่ประเภทเดียวกันกับประเภทของคลาสนั้น ๆ ของแต่ละเมทธอด

3.4.4.5 ตัววัดค่าสำหรับตัวแปรอินสแตนท์ (Metrics for variable) ได้แก่ จำนวนครั้งที่ตัวแปรอินสแตนท์ถูกเรียกใช้ และจำนวนเมทธอดที่เรียกใช้ตัวแปรอินสแตนท์ ซึ่งได้แสดงสูตรการคำนวณค่าตัววัดที่มาจากการนับจำนวนโหนดต่าง ๆ จากรูปที่ 3.8 ดังต่อไปนี้

1) การนับจำนวนตัวแปรอินสแตนท์ถูกเรียกใช้ (Number of instance variables uses) คือการนับจำนวนครั้งที่ตัวแปรอินสแตนท์ถูกเรียกใช้ภายในคลาสนั้น ๆ

2) การนับจำนวนเมทธอดที่เรียกใช้ตัวแปรอินสแตนท์ (Number of instance variables used) คือการนับจำนวนเมทธอดที่มีการเรียกใช้ตัวแปรอินสแตนท์

บทที่ 4

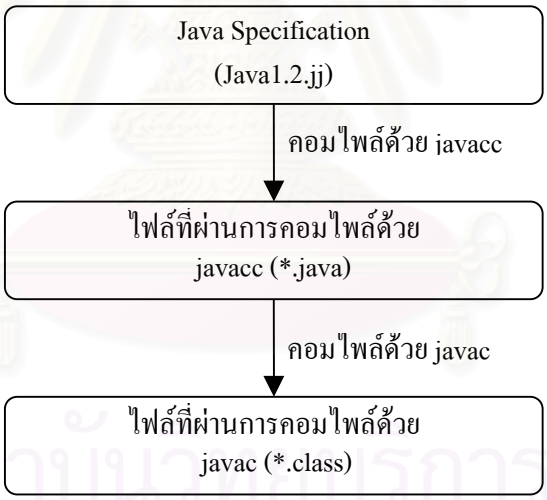
การพัฒนาระบบ

เครื่องมือ MTOOP นี้พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาจาวาบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยใช้คลาสไลบรารีของจาวาดีเวลลอปเมนต์ทูลคิด (Java Development Toolkit: JDK) เวอร์ชัน 1.2 ซึ่งจะมีคลาสสวิง ที่ช่วยในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (GUI)

ในบทนี้เป็นการอธิบายรายละเอียดการทำงานของคลาสต่างๆ ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างแพ็กเกจคอมไพเลอร์ การสร้างแพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด การเก็บค่าคุณสมบัติและคำนวณค่าตัววัด ดังจะแสดงรายละเอียดการพัฒนาต่อไปนี้

4.1 การสร้างแพ็กเกจคอมไพเลอร์

การสร้างแพ็กเกจคอมไพเลอร์ มีขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนเพื่อสร้างตัวสร้างซินแท็กซ์ทรี

จากรูปที่ 4.1 คือแผนภาพแสดงขั้นตอน (Activity Diagram) เพื่อสร้างตัวสร้างซินแท็กซ์ทรี โดยเริ่มจากไฟล์ข้อกำหนดของภาษาจาวา (Java Specification) จะมีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดโทเคน (lexical specifications) และข้อกำหนดไวยากรณ์ (grammar specifications) ซึ่งเขียนอยู่ในรูปแบบของบีเอนเอฟ (BNF : Backus Naur Form) ซึ่งไฟล์ข้อกำหนดของภาษาจาวานี้มีอยู่ในชุดของเครื่องมือ จาวาซีซี (JavaCC) ซึ่งเป็นเวอร์ชัน 1.2 (Java1.2.jj) จากนั้นนำไฟล์ข้อกำหนดของภาษาจาวา มาประมวลผลด้วยจาวาซีซี โดยจาวาซีซีจะประมวลผลโทเคนและไวยากรณ์แล้วสร้างเป็นไฟล์โปรแกรมภาษาจาวาจำนวนหนึ่ง ได้แก่ ไฟล์จาวาพาร์เซอร์ (JavaParser.java) ไฟล์จาวาพาร์เซอร์คอนสแตนท์ (JavaParserConstants.java) ไฟล์โทเคน (Token.java) ไฟล์จาวาพาร์เซอร์โทเคนเมเนเจอร์

(JavaParserTokenManager.java) และไฟล์แอสกียูโค้ด (ASCII_UCodeESC_CharStream.java) จากนั้นนำไฟล์โปรแกรมภาษาจาวาจำนวนนี้มาประมวลผลด้วยจาวาซี (javac) ซึ่งเป็นคอมไพเลอร์ของ เจดีเค (JDK) แต่ก่อนที่จะทำการคอมไพล์ จะต้องมีการแก้ไขปรับปรุง เพิ่มเติมไฟล์จาวาพาร์เซอร์ เพื่อเก็บค่าคุณสมบัติตามโหนดต่างๆ และให้แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด สามารถนำมาคำนวณค่าตัววัดต่างๆ ได้ ซึ่งจะอธิบายรวมไปกับการสร้างแพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด ในหัวข้อ 4.2 ต่อไป

4.2 การสร้างแพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการแก้ไขปรับปรุง เพิ่มเติมไฟล์ JavaParser.java และการคำนวณค่าตัววัดดังรายละเอียดต่อไปนี้

```
// Class JavaParser
private static IMetricParser metrics;

public JavaParser(java.io.InputStream fileStream, IMetricParser m) {
        this(fileStream);
        metrics = m;                    // เพิ่มตัวแปร metrics
        parseFile(fileStream);
 }

public JavaParser(java.io.InputStream stream) {
       …
}

public static void parseFile(java.io.InputStream fileStream) {
try {
          ReInit(fileStream);
          CompilationUnit();
     }
catch(Exception e) {
          System.out.println(e.getMessage());
          System.out.println(e.toString());
          System.out.println("Encountered errors during file parsing.");
     }
}
```

รูปที่ 4.2 การรับโปรแกรมต้นฉบับจากส่วนติดต่อผู้ใช้ และเริ่มสร้างซินแท็กซ์ทรี

รูปที่ 4.2 การเพิ่มตัวแปรของคลาสชื่อ metrics ที่มีคุณสมบัติของอินเตอร์เฟสคลาส IMetricParser และได้เพิ่มคอนสตรัคเตอร์ JavaParser(java.io.InputStream fileStream, IMetricParser m) ที่มีพารามิเตอร์ 2 ตัวคือ พารามิเตอร์สำหรับรับไฟล์สตรีมมาจากโปรแกรมต้นฉบับและพารามิเตอร์สำหรับเก็บค่าคุณสมบัติต่างๆ เพื่อคำนวณค่าตัววัด จากนั้นคอนสตรัคเตอร์จะไปเรียกโอเปอร์เรชัน parseFile(java.io.InputStream fileStream) ขึ้นมาทำงานเพื่อเริ่มสร้างโหนดราก CompilationUnit() โหนด CompilationUnit() จะทำการสร้างโหนดกิ่งและ

โหนดใบต่างๆ โดยเริ่มที่การตรวจสอบว่ามีการประกาศชื่อแพ็กเกจ (Package) ก็จะไปเรียกโอเปอร์เรชัน PackageDeclaration() ขึ้นมาทำงาน การประกาศอิมพอร์ต (Import) ก็จะไปเรียกโอเปอร์เรชัน ImportDeclaration() ขึ้นมาทำงาน หรือเป็นการประกาศประเภทอื่นๆ เช่น การประกาศคลาส การประกาศอินเตอร์เฟสคลาส ก็จะไปเรียกโอเปอร์เรชัน TypeDeclaration() ขึ้นมาทำงาน

รูปที่ 4.3 แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างก่อนแก้ไข PackageDeclaration() ในรูปทางซ้ายและหลังแก้ไข PackageDeclaration() ในรูปทางขวา ซึ่งจะเห็นว่ามีการเก็บชื่อของแพ็กเกจ packageName = getName() โดยได้เพิ่มโอเปอร์เรชัน getName() ขึ้นมาเพื่อเก็บชื่อของโหนดที่เราต้องการ ในที่นี้คือชื่อของแพ็กเกจ จากนั้นได้ส่งชื่อแพ็กเกจที่ได้ไปเก็บค่าในตัวแปรเวคเตอร์ โดยเรียกโอเปอร์เรชัน metrics.addPackage(packageName) ซึ่งมีวิธีการเพิ่มค่าใน packages โดยมีการตรวจสอบชื่อของแพ็กเกจก่อนว่าซ้ำกันหรือไม่ ดังรูปที่ 4.4

```
static final public void PackageDeclaration()
throws ParseException {
   jj_consume_token(PACKAGE);
   Name();
   jj_consume_token(SEMICOLON);
 }
```

```
static final public void PackageDeclaration()
throws ParseException {
       jj_consume_token(PACKAGE);
       String packageName = getName();
       jj_consume_token(SEMICOLON);
       metrics.addPackage(packageName);
 }
```

```
static final public void Name() throws
ParseException {
       jj_consume_token(IDENTIFIER);
     label_19:
       while (true) {
         if (jj_2_14(2)) {
           ;
         }
         else {
           break label_19;
         }
         jj_consume_token(DOT);
         jj_consume_token(IDENTIFIER);
       }
     }
```

```
static final public String getName() throws
ParseException {
       Token t = jj_consume_token(IDENTIFIER);
       String strName = t.image;
     label_19:
       while (true) {
         if (jj_2_14(2)) {
           ;
         }
         else {
           break label_19;
         }
         jj_consume_token(DOT);
         t = jj_consume_token(IDENTIFIER);
         strName = strName + "." + t.image;
       }
       return strName;
     }
```

รูปที่ 4.3 ความแตกต่างระหว่างก่อนแก้ไขและหลังแก้ไข PackageDeclaration( )

```
private StringCollection packages;
private String currentPackage;

public void addPackage(String name) {
       packages.addUnique(name);
       currentPackage = name;
}
```

รูปที่ 4.4 การเก็บค่า packages ในตัวแปรเวคเตอร์

```
static final public void ImportDeclaration() throws
ParseException {
      jj_consume_token(IMPORT);
      Name();
      switch ((jj_ntk==-1)?jj_ntk():jj_ntk) {
      case DOT:
          jj_consume_token(DOT);
          jj_consume_token(STAR);
          break;
      default:
          jj_la1[3] = jj_gen;
          ;
       }
      jj_consume_token(SEMICOLON);
 }
```

```
static final public void ImportDeclaration() throws
ParseException {
       jj_consume_token(IMPORT);
       String importName = getName();
       switch ((jj_ntk==-1)?jj_ntk():jj_ntk) {
        case DOT:
            jj_consume_token(DOT);
            jj_consume_token(STAR);
            importName = importName + ".*";
            break;
        default:
            jj_la1[3] = jj_gen;
            ;
         }
         jj_consume_token(SEMICOLON);
        metrics.addImportStatement(importName);
 }
```

รูปที่ 4.5 ความแตกต่างระหว่างก่อนแก้ไขและหลังแก้ไข ImportDeclaration()

จากรูปที่ 4.5 แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างก่อนแก้ไข ImportDeclaration() รูปทางซ้ายและหลังแก้ไข ImportDeclaration() รูปทางขวา ซึ่งจะเห็นว่ามีการเก็บชื่อของการอิมพอร์ต importName = getName() จากนั้นได้ส่งชื่ออิมพอร์ตที่ได้ไปเก็บค่าในตัวแปรเวคเตอร์ โดยเรียกโอเปอร์เรชัน metrics.addImportStatement (importName) ซึ่งมีวิธีการเพิ่มค่าใน importCollection และแสดงให้เห็นวิธีการนับจำนวนโหนดของอิมพอร์ต getImportCount() ดังรูปที่ 4.6

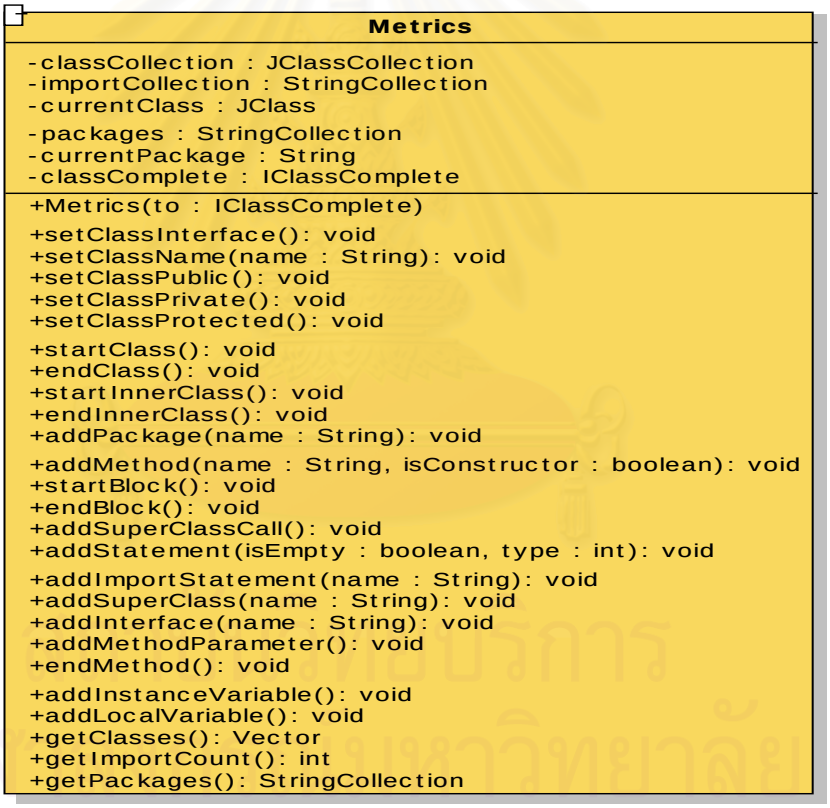
```
private StringCollection importCollection;

public void addImportStatement(String name) {
       importCollection.addElement(name);
}

public int getImportCount() {
       return importCollection.size();
}
```

รูปที่ 4.6 การเก็บค่า importCollection ในตัวแปรเวคเตอร์

รายละเอียดการทำงานของคลาสต่างๆ ในแพ็กเกจคำนวณค่าตัววัดได้แก่ คลาสตัววัด (Metrics) คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับโปรเจค (Project) คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับคลาส (JClass) คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับเมทธอด (Method) คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับตัวแปร (Variable) สามารถอธิบายได้ดังนี้

4.2.1 คลาสตัววัด (Metrics)

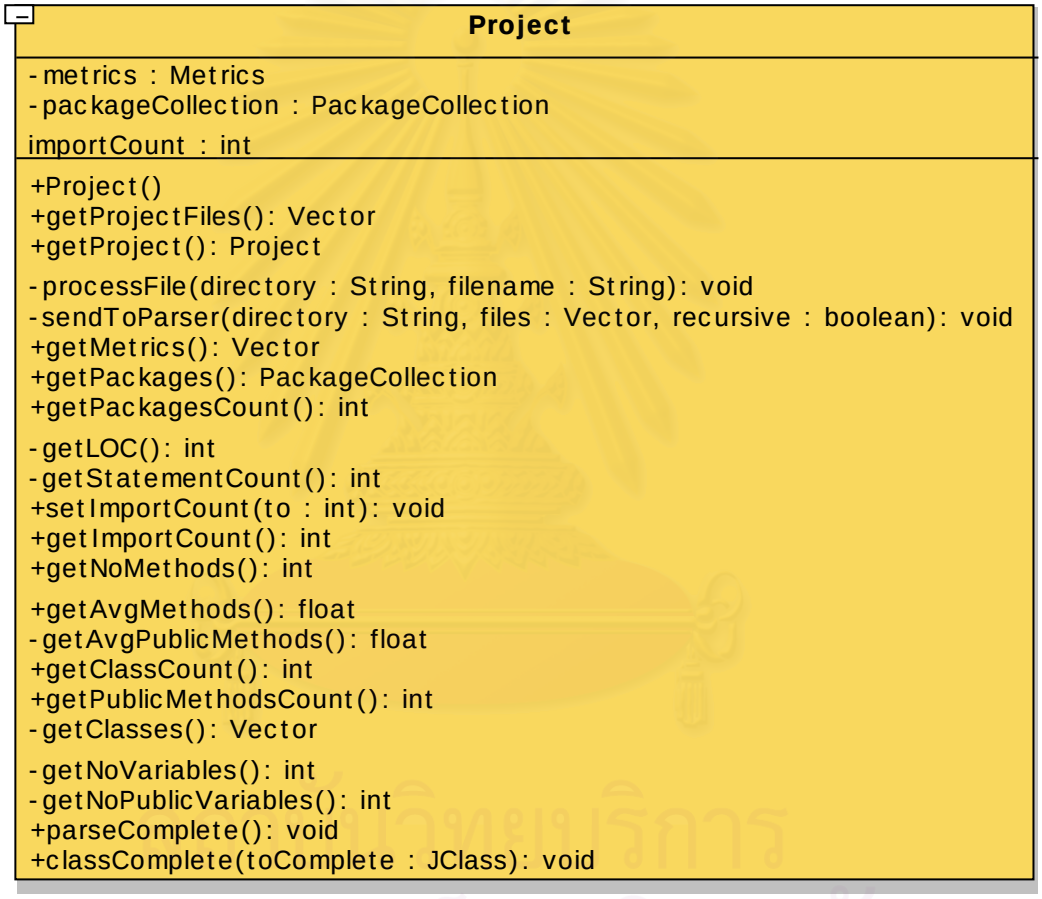
รายละเอียดของคลาส "Metrics" แสดงในรูปที่ 4.7 เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ท่องไปบนซินแท็กซ์ทรี เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ จากโหนดต่าง ๆ ภายในคลาสประกอบด้วยการประกาศตัวแปรอินสแตนท์ (Data Member) ที่ใช้เก็บข้อมูลและมีเมทธอดต่าง ๆ ที่ใช้จัดการกับข้อมูลเหล่านั้นเช่น การจัดเก็บชื่อของแพ็กเกจ (addPackage) การจัดเก็บชื่อของคลาส (setClassName) และคุณสมบัติต่าง ๆ ของคลาส เป็นต้น จากรูปที่ 4.7 จะเห็นว่ามีการประกาศตัวแปรอินสแตนท์ที่เป็นตัวแปรอ้างถึง (Reference Variable) ชื่อ currentClass ที่เป็นวัตถุในคลาส "JClass" เพื่อให้สามารถเข้าใช้ข้อมูลและเมทธอดในคลาส "JClass" ได้ เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลและคำนวณค่าตัววัดซึ่งแยกตามประเภทต่าง ๆ ต่อไป



รูปที่ 4.7 รายละเอียดภายในคลาส "Metrics"

4.2.2 คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับโปรเจค (Project)

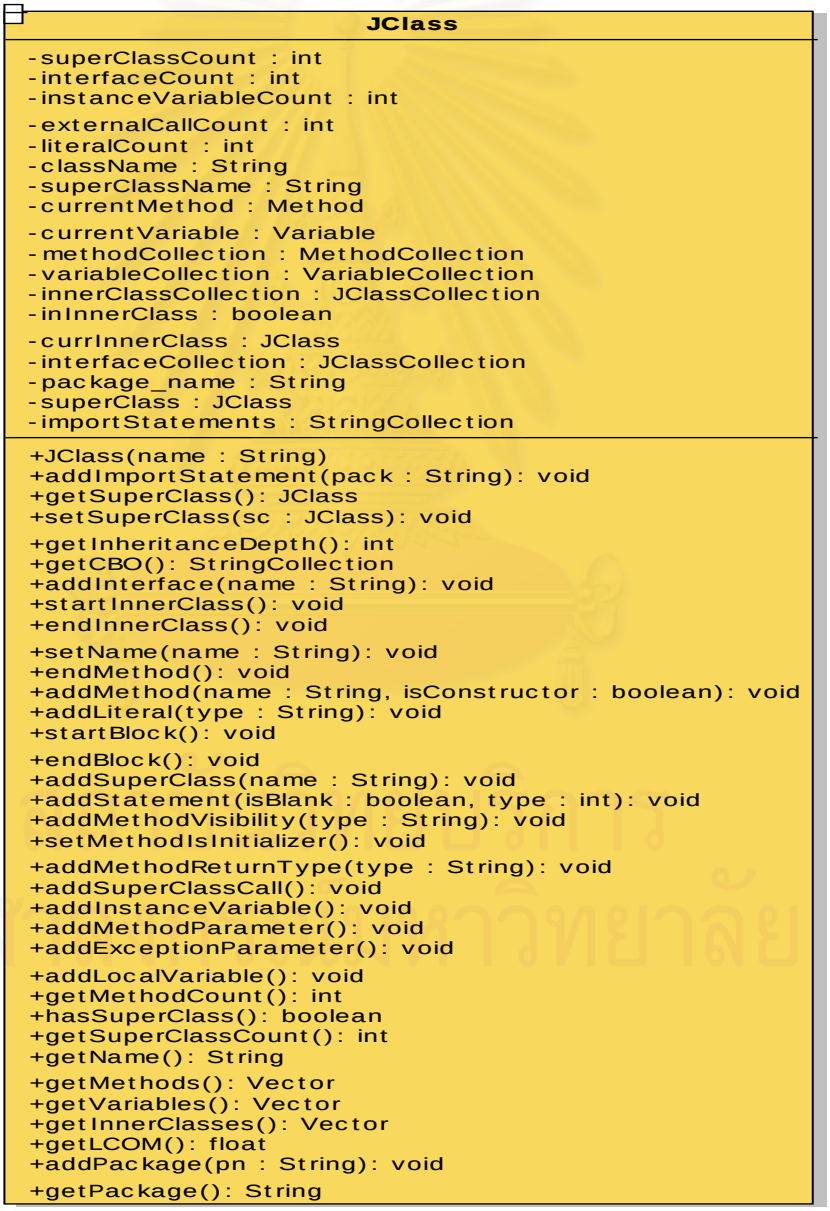
รายละเอียดของคลาส "Project" แสดงในรูปที่ 4.8 เป็นคลาสที่มีหน้าที่ส่งคำร้องขอไปยังตัวสร้างซินแท็กซ์ทรี (JavaParser) โดยมีการส่งชื่อไดเรกทอรีที่เก็บโปรแกรมต้นฉบับ ชื่อของโปรแกรมต้นฉบับและสถานะการวนซ้ำ (recursive) เป็นพารามิเตอร์ เมทธอดที่ทำหน้าที่นี้มีชื่อว่า "sendToParser" ภายในคลาส "Project" นี้จะมีการประกาศตัวแปร metrics ที่เป็นวัตถุของคลาส "Metrics" เพื่อใช้เก็บข้อมูลต่าง ๆ มีเมทธอดที่เกี่ยวกับการกำหนดค่า การอ่านค่าเพื่อเก็บและเรียกใช้ค่าคุณสมบัติและค่าตัววัดต่าง ๆ ของโปรเจค โดยให้คลาสอื่นเข้ามาเรียกใช้คุณสมบัติและเมทธอดต่าง ๆ ในคลาสนี้ได้ เช่น จำนวนแพ็กเกจ (getPackageCount) จำนวนคลาสของโปรเจค (getClassCount) จำนวนเมทธอดของโปรเจค (getNoMethods) และจำนวนบรรทัดของโปรเจค (getLOC) เป็นต้น



รูปที่ 4.8 รายละเอียดภายในคลาส "Project"

4.2.3 คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับคลาส (JClass)

รายละเอียดของคลาส "JClass" แสดงในรูปที่ 4.9 เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เก็บรายละเอียดคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับคลาส ภายในคลาสนี้จะมีเมทธอดที่เกี่ยวกับการกำหนดค่า การอ่านค่าเพื่อเก็บและเรียกใช้ค่าคุณสมบัติและค่าตัววัดต่าง ๆ ของคลาส โดยให้คลาสอื่นเข้ามาเรียกใช้คุณสมบัติและเมทธอดต่าง ๆ ในคลาสนี้ได้ เช่น กำหนดชื่อคลาส (setName) อ่านชื่อคลาส (getName) การเพิ่มค่าให้กับเมทธอด (addMethod) การอ่านและคำนวณค่าระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส (getLCOM) เป็นต้น จากรูปที่ 4.9 จะเห็นว่ามีการประกาศตัวแปรอินสแตนท์ที่เป็นตัวแปรอ้างถึง ชื่อ currentMethod ที่เป็นวัตถุในคลาส "Method" เพื่อให้สามารถเข้าใช้ข้อมูลและเมทธอดในคลาส "Method" ได้ เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลและคำนวณค่าตัววัดซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับเมทธอดในคลาสนั้นต่อไป



รูปที่ 4.9 รายละเอียดภายในคลาส "JClass"

4.2.4 คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับเมทธอด (Method)

รายละเอียดของคลาส "Method" แสดงในรูปที่ 4.10 เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เก็บรายละเอียดคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเมทธอด ภายในคลาสนี้จะมีเมทธอดที่เกี่ยวกับการกำหนดค่า การอ่านค่าเพื่อเก็บและเรียกใช้ค่าคุณสมบัติและค่าตัววัดต่าง ๆ ของเมทธอด โดยให้คลาสอื่นเข้ามาเรียกใช้คุณสมบัติและเมทธอดต่าง ๆ ในคลาสนี้ได้ เช่น การเพิ่มค่าจำนวนสเตทเมนต์ (addStatement) การอ่านค่าจำนวนสเตทเมนต์ (getStatementCount) การเพิ่มค่าจำนวนเงื่อนไขต่าง ๆ (addIfStatement, addCaseLabel, addWhileLoop, addForLoop) การอ่านค่าจำนวนเงื่อนไขต่าง ๆ (getIfStatementCount, getCaseLabelCount, getWhileLoopCount, getForLoopCount) เป็นต้น

รูปที่ 4.10 รายละเอียดภายในคลาส "Method"

4.2.5 คลาสหน่วยรู้จำเกี่ยวกับตัวแปร (Variable)

รายละเอียดของคลาส " Variable " แสดงในรูปที่ 4.11 เป็นคลาสที่ทำหน้าที่เก็บรายละเอียดคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับตัวแปร ภายในคลาสนี้จะมีเมทธอดที่เกี่ยวกับการกำหนดค่า การอ่านค่าเพื่อเก็บและเรียกใช้ค่าคุณสมบัติ และค่าตัววัดต่าง ๆ ของตัวแปร โดยให้คลาสอื่นเข้ามาเรียกใช้คุณสมบัติและเมทธอดต่าง ๆ ในคลาสนี้ได้ เช่น การกำหนดชื่อตัวแปร (setName) เพิ่มค่าเมทธอดที่ใช้ตัวแปรนี้ (addMethod) อ่านค่าจำนวนเมทธอดที่ใช้ตัวแปรนี้ (getMethodUsageCount) เพิ่มค่าจำนวนที่ตัวแปรถูกเรียกใช้ (incrementUsageCount)

รูปที่ 4.11 รายละเอียดภายในคลาส "Variable"

4.3 การเก็บค่าคุณสมบัติและคำนวณค่าตัววัด

ตัวอย่างรายละเอียดชุดคำสั่งของคลาสต่าง ๆ เพื่อใช้เก็บคุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อมูลและคำนวณค่าตัววัด เพื่อให้คลาสจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัดนำไปแสดงผลตามที่ต้องการ สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 ชุดคำสั่งการนับจำนวนสเตทเมนต์

รายละเอียดของชุดคำสั่งเพื่อเก็บคุณสมบัติเกี่ยวกับการนับจำนวนสเตทเมนต์ ดังรูปที่ 4.12 เมื่อมีการสร้างโหนด statement() ก็จะทำการเรียกโอเปอร์เรชัน addStatement(…) ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "Metrics" โดยมีหน้าที่ส่งคำร้องขอ (message) ต่อไปให้โอเปอร์เรชัน addStatement(…) ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "JClass" ถ้าค่าของ currInnerClass เท่ากับ null ก็จะส่งคำร้องขอไปยังโอเปอร์เรชัน addStatement(…) ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "Method" เพื่อทำการเพิ่มค่าให้กับตัวนับ ซึ่งตัวนับแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ เช่น statementCount, addIfStatement(), addCaseLabel(), addForLoop(), addWhileLoop() เป็นต้น

```
// Class Metrics
private JClass currentClass;
public void addStatement(boolean isEmpty, int type) {
        currentClass.addStatement(isEmpty, type);
}

// Class JClass
private Method currentMethod;
private JClass currInnerClass;
public void addStatement(boolean isBlank, int type) {
        if(currInnerClass == null)
          currentMethod.addStatement(isBlank, type);
        else
          currInnerClass.addStatement(isBlank, type);
}

// Class Method
public void addStatement(boolean isBlank, int type) {
        if(isBlank) {
          emptyStatementCount++;
          statementCount--;
        }
        else {
          switch(type) {
            case IF_STATEMENT:
              addIfStatement();
              break;
            case CASE_LABEL:
              addCaseLabel();
              break;
            case FOR_LOOP:
              addForLoop();
              break;
            case WHILE_LOOP:
              addWhileLoop();
              break;
            …
            default:
              statementCount++;
              break;
            } // end switch
        } // end else
} // end addStatement
```

รูปที่ 4.12 รายละเอียดชุดคำสั่งการนับจำนวนสเตทเมนต์

4.3.2 ชุดคำสั่งหาค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ

รายละเอียดของชุดคำสั่งเพื่อหาค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ ดังรูปที่ 4.13 เมื่อต้องการดูค่าตัววัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ จะเริ่มจากการเรียกเมทธอดของวัตถุ "MethodPresenter" เป็นคอนสตรัคเตอร์ (constructor) ที่จะมีการกำหนดค่าเริ่มต้นที่ได้มาจากวัตถุ "Method" ที่มีการอ่านค่าจากการนับค่าในหัวข้อ 4.3.1 การนับจำนวนสเตทเมนต์ โดยการเรียกโอเปอเรชันการอ่านค่าได้แก่ getIfStatementCount(), getCaseLabelCount(), getWhileLoopCount() และ getForLoopCount() โดยค่าเริ่มต้นที่ได้คือ ifStatementCount, caseLabelCount, whileLoopCount และ forLoopCount ตามลำดับ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ จากนั้นทำการเรียกโอเปอเรชัน makeCyclomaticComplexity() เพื่อทำการคำนวณค่าตัววัดไซโคลเมติกของแมคเคบ แล้วกำหนดค่าให้กับตัวแปรอินสแตนท์ที่ชื่อ cyclomaticComplexity เพื่อใช้ในการนำไปแสดงผลต่อไป

```
// Class MethodPresenter

private int cyclomaticComplexity;
public MethodPresenter(ClassPresenter parent, Method from) {
       ifStatementCount = from.getIfStatementCount();
       caseLabelCount = from.getCaseLabelCount();
      whileLoopCount = from.getWhileLoopCount();
      forLoopCount = from.getForLoopCount();
       …
      makeCyclomaticComplexity()
}

private void makeCyclomaticComplexity() {
       int complexity = ifStatementCount + caseLabelCount;
       complexity += whileLoopCount;
       complexity += forLoopCount;
       cyclomaticComplexity = complexity + 1;
}

public int getCyclomaticComplexity() {
       return cyclomaticComplexity;
}



// Class Method
public int getIfStatementCount() {
       return ifStatementCount;
}

public int getCaseLabelCount() {
       return caseLabelCount;
}

public int getWhileLoopCount() {
       return whileLoopCount;
}

public int getForLoopCount() {
       return forLoopCount;
}
```

รูปที่ 4.13 รายละเอียดชุดคำสั่งหาค่าวัดของไซโคลเมติกของแมคเคบ

4.3.3 ชุดคำสั่งหาค่าวัดจำนวนบรรทัดของโปรเจค

```
// Class Project
private int getLOC() {
	int returnValue;
	Enumeration e = packageCollection.elements();
	while (e.hasMoreElements()) {
		returnValue += ((PackagePresenter)e.nextElement()).getLOC();
	}
	returnValue += getImportCount();
	return returnValue;
}


// Class PackagePresenter
public int getLOC() {
	int returnValue;
	Enumeration e = classCollection.elements();
	while (e.hasMoreElements()) {
		returnValue += ((ClassPresenter)e.nextElement()).getLOC();
	}
	return returnValue;
}


// Class ClassPresenter
public ClassPresenter(JClass from) {
	…
	makeLOC();
}

public int getLOC() {
	return LOC;
}

public void makeLOC() {
	int returnValue = 0;
	Enumeration e = methodCollection.elements();
	while (e.hasMoreElements()) {
		returnValue += ((MethodPresenter)e.nextElement()).getLOC();
	}

	returnValue += getInnerClassLOC();
	returnValue = returnValue + variableCollection.size() + 1;
	LOC = returnValue;
}


// Class MethodPresenter
public MethodPresenter(ClassPresenter parent, Method from) {
	…
	makeLOC()
}

public int getLOC() {
	return LOC;
}

private void makeLOC() {
	int LOC = getStatementCount() + localVarCollection.size();
	LOC++;
	this.LOC = LOC;
}
```

รูปที่ 4.14 รายละเอียดชุดคำสั่งหาค่าวัดจำนวนบรรทัดของโปรเจค

รายละเอียดของชุดคำสั่งเพื่อหาค่าวัดจำนวนบรรทัดของโปรเจค ดังรูปที่ 4.14 เมื่อต้องการดูค่าตัววัดของจำนวนบรรทัดของโปรเจค มีขั้นตอนการเรียกดูค่าดังต่อไปนี้

4.3.3.1 จำนวนบรรทัดของโปรเจค ได้มาจากการเรียกโอเปอเรชันการอ่านค่า getLOC() ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "Project" ที่จะทำการนับผลรวมของจำนวนบรรทัดของแต่ละแพ็กเกจ (หัวข้อ 4.3.3.2) รวมกับจำนวนนับของอิมพอร์ต (getImportCount())

4.3.3.2 จำนวนบรรทัดของแต่ละแพ็กเกจ ได้มาจากการส่งคำร้องขอให้กับโอเปอเรชันการอ่านค่า getLOC() ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "PackagePresenter" ที่จะทำการนับผลรวมของจำนวนบรรทัดของแต่ละคลาส (หัวข้อ 4.3.3.3)

4.3.3.3 จำนวนบรรทัดของแต่ละคลาส ได้มาจากการส่งคำร้องขอให้กับโอเปอเรชันการอ่านค่า getLOC() ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "ClassPresenter" ที่ได้มาจากการเก็บค่าจำนวนบรรทัดของคลาสที่มีการส่งคำร้องขอจากคอนสตรัคเตอร์ของวัตถุ "ClassPresenter" ไปยังโอเปอเรชัน makeLOC() ซึ่งจะทำการนับผลรวมของจำนวนบรรทัดของแต่ละเมทธอดในคลาสนั้น ๆ (หัวข้อ 4.3.3.4) รวมกับจำนวนบรรทัดภายในอินเนอร์คลาส (getInnerClassLOC()) และรวมกับจำนวนบรรทัดที่มีการประกาศตัวแปรอินสแตนท์ (variableCollection.size()) บวกด้วย 1 คือบรรทัดที่ใช้ในการประกาศชื่อคลาส

4.3.3.4 จำนวนบรรทัดของแต่ละเมทธอด ได้มาจากการส่งคำร้องขอให้กับโอเปอเรชันการอ่านค่า getLOC() ซึ่งเป็นเมทธอดของวัตถุ "MethodPresenter" ที่ได้มาจากการเก็บค่าจำนวนบรรทัดของเมทธอดที่มีการส่งคำร้องขอจากคอนสตรัคเตอร์ของวัตถุ "MethodPresenter" ไปยังโอเปอเรชัน makeLOC() ซึ่งจะทำการนับผลรวมของจำนวนสเตทเมนต์ของเมทธอดนั้น ๆ (getStatementCount()) รวมกับจำนวนบรรทัดของการประกาศตัวแปรภายในเมทธอดนั้น ๆ (localVarCollection.size())

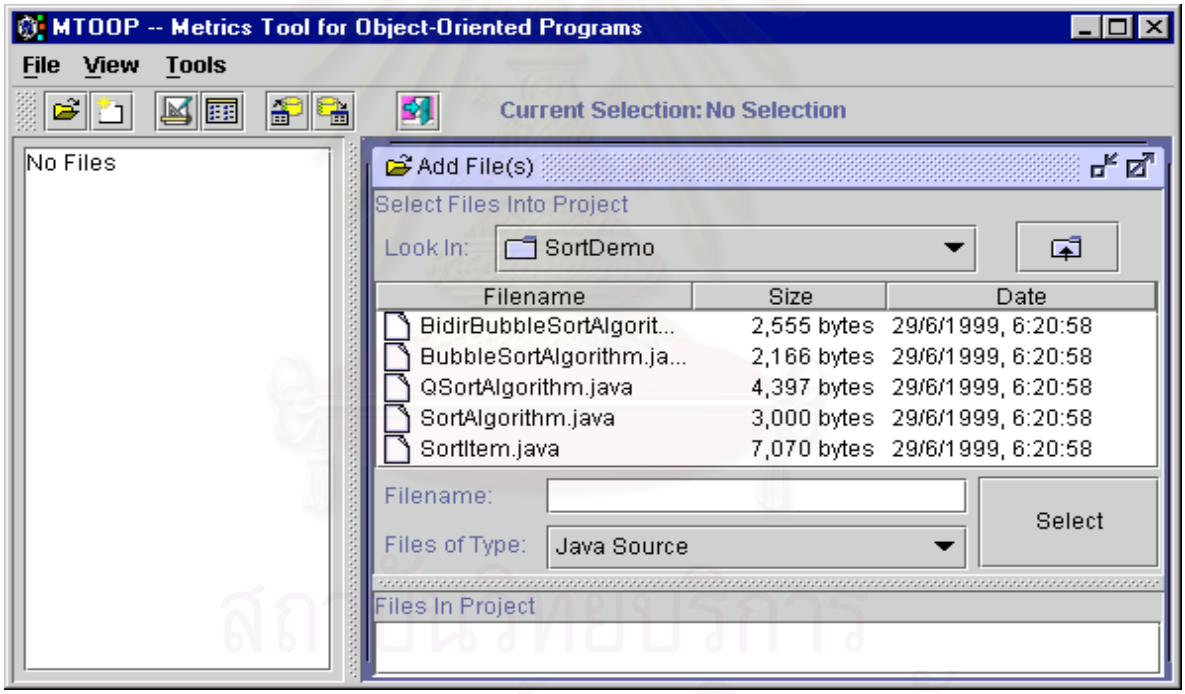
บทที่ 5

การใช้งานระบบ MTOOP

ในบทนี้จะอธิบายถึงการใช้งานระบบ MTOOP ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ การอ่านโปรแกรมต้นฉบับ การดูค่าตัววัด และการเก็บและเรียกดูค่าตัววัดจากฐานข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

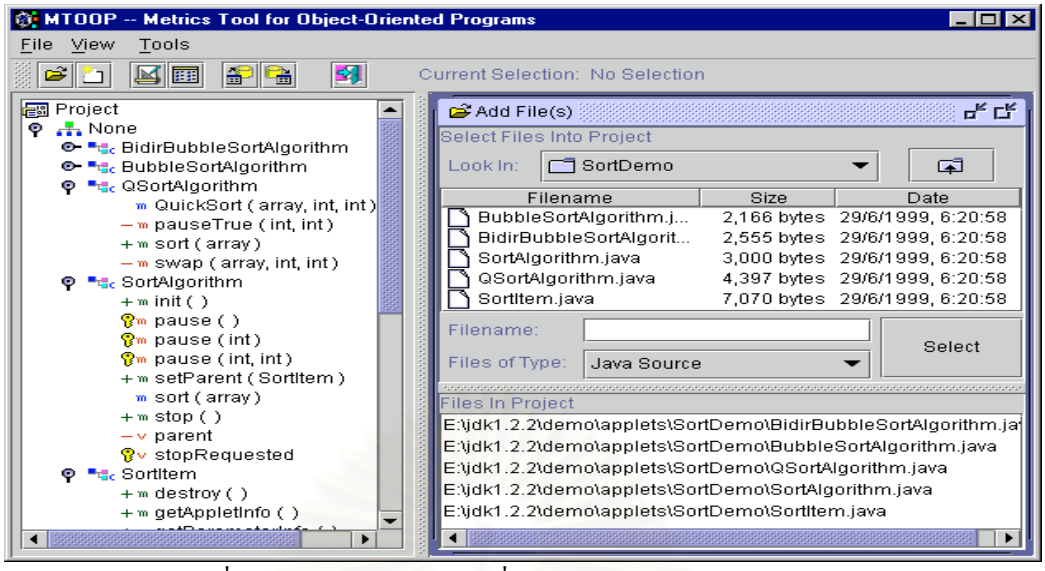
5.1 การอ่านโปรแกรมต้นฉบับ

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบ MTOOP ผู้ใช้สามารถเลือกโปรแกรมต้นฉบับได้จากฟังก์ชันเพิ่มไฟล์ (File/Add Files) เพื่อเลือกโปรแกรมต้นฉบับเข้าสู่โปรเจค ผู้ใช้สามารถเลือกทีละไฟล์หรือเลือกทั้งไดเรกทอรี (directory) ที่มีโปรแกรมต้นฉบับอยู่ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 เฟรมเพื่อเลือกโปรแกรมต้นฉบับภาษาจาวา

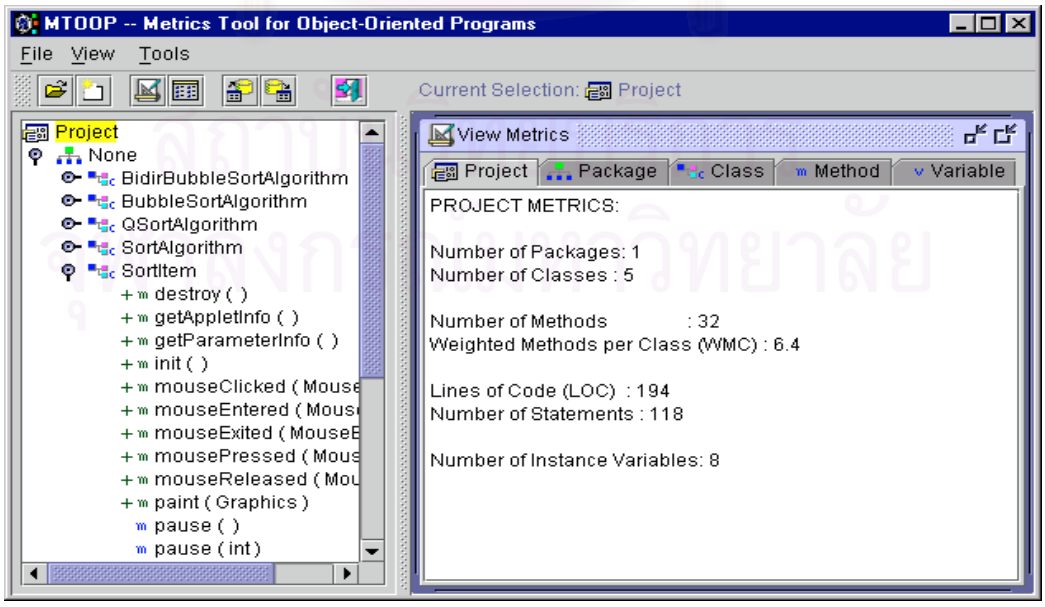
หลังจากผู้ใช้ได้เลือกโปรแกรมต้นฉบับภาษาจาวาเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะแสดงชื่อของโปรเจค แพ็กเกจ คลาส เมทธอด และตัวแปรอินสแตนท์ในรูปแบบต้นไม้ (Tree) ดังรูปที่ 5.2 ทางด้านซ้ายมือ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกดูค่าตัววัดต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ หรือถ้าผู้ใช้ต้องการเลือกโปรแกรมต้นฉบับเพิ่มเติมเข้าสู่โปรเจค ผู้ใช้ก็สามารถใช้ฟังก์ชันเพิ่มไฟล์ (File/Add Files) เพื่อเลือกโปรแกรมต้นฉบับ หรือถ้าผู้ใช้ต้องการที่จะเริ่มเลือกโปรแกรมต้นฉบับเข้าสู่โปรเจคใหม่ตั้งแต่ต้น ผู้ใช้สามารถใช้ฟังก์ชันเริ่มโปรเจคใหม่ (File/New Project) หรือถ้าผู้ใช้ต้องการที่จะออกจากระบบ ผู้ใช้สามารถใช้ฟังก์ชันออกจากระบบ (File/Exit)



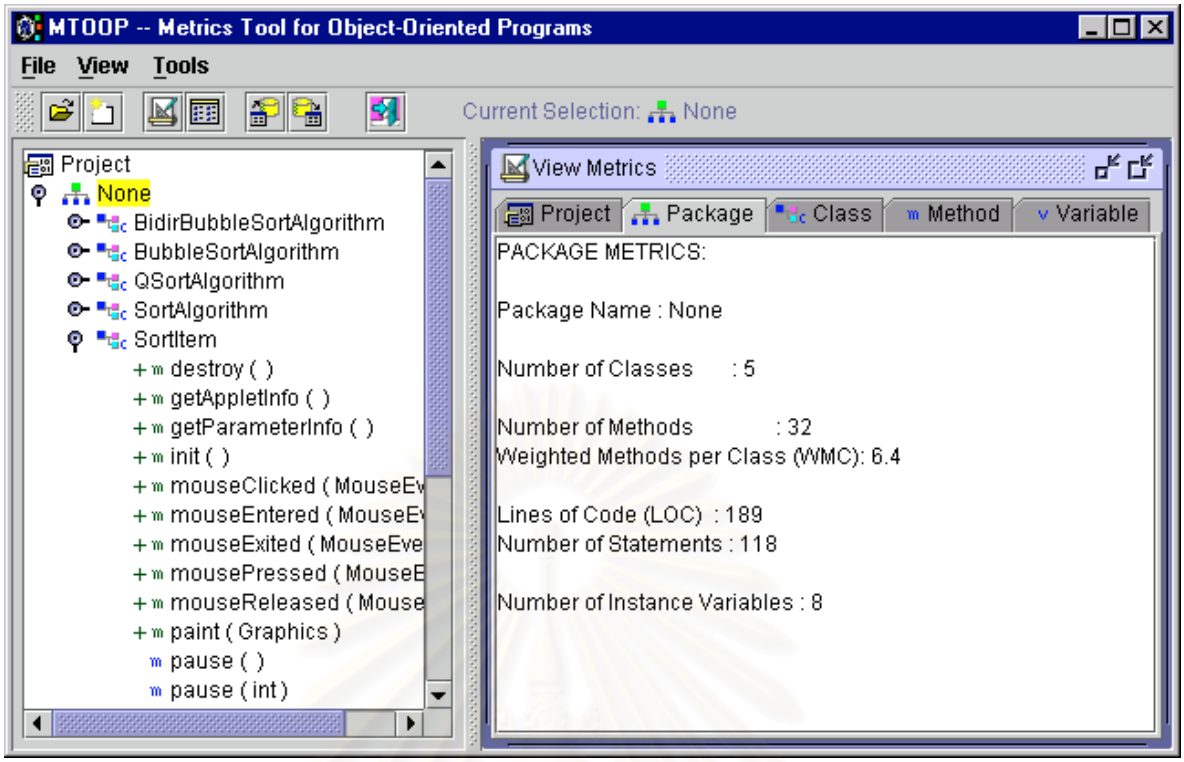
รูปที่ 5.2 ทรีและโหนดต่างๆ ที่ได้จากการเลือกโปรแกรมต้นฉบับ

5.2 การดูค่าตัววัด

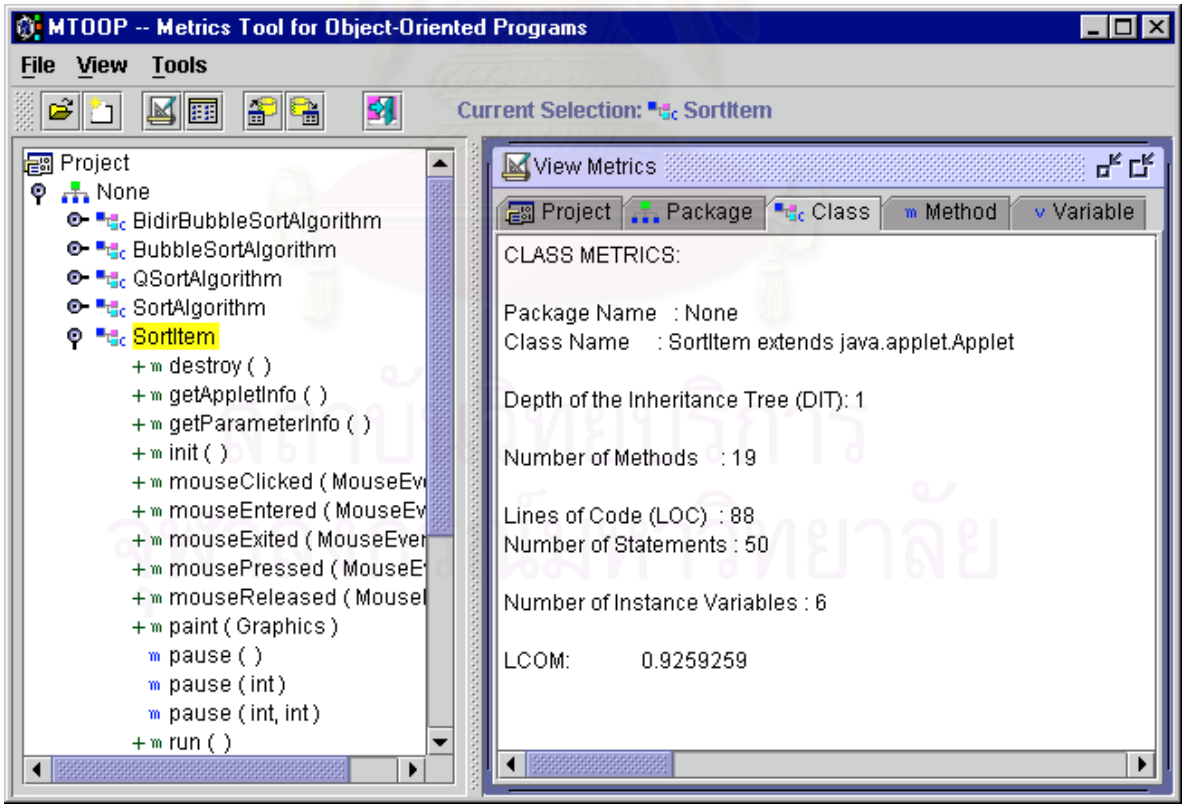
เมื่อผู้ใช้ต้องการดูค่าตัววัด ผู้ใช้สามารถเลือกฟังก์ชันดูค่าตัววัด  (View/View Metrics) ระบบก็จะทำการแสดงเฟรมที่มีแท็ปแบ่งตามประเภทของโปรเจค แพ็กเกจ คลาส เมทธอด และตัวแปรอินสแตนท์ เมื่อผู้ใช้คลิกโหนดของต้นไม้ ค่าตัววัดในเฟรมที่แสดงค่าก็จะเปลี่ยนไปตามโหนดที่เลือก เช่น รูปที่ 5.3 เป็นการดูค่าตัววัดตามประเภทของโปรเจคเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "Project" รูปที่ 5.4 เป็นการดูค่าตัววัดตามประเภทของแพ็กเกจเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "None" รูปที่ 5.5 เป็นการดูค่าตัววัดตามประเภทของคลาสเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "SortItem" รูปที่ 5.6 เป็นการดูค่าตัววัดตามประเภทของเมทธอดเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "paint(Graphics)" รูปที่ 5.7 เป็นการดูค่าตัววัดตามประเภทของตัวแปรอินสแตนท์เมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "parent" เป็นต้น



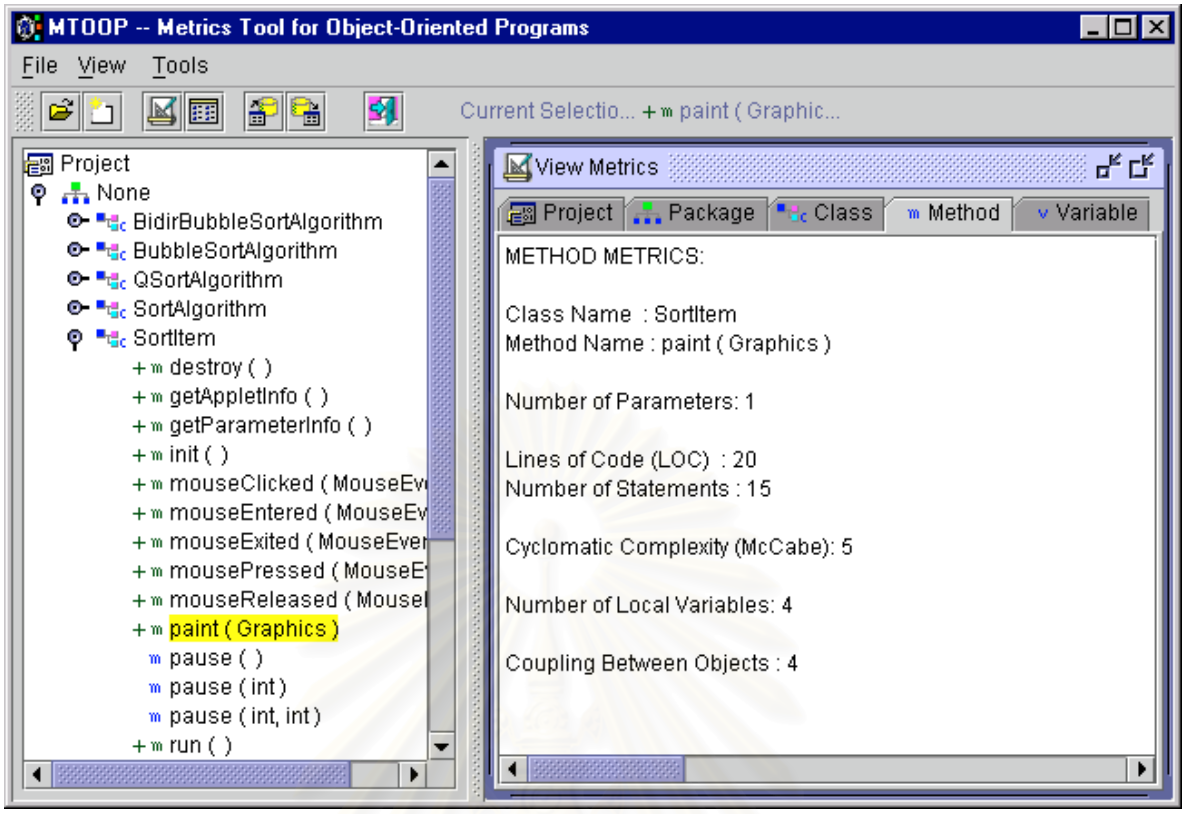
รูปที่ 5.3 การดูค่าตัววัดตามประเภทของโปรเจคเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "Project"



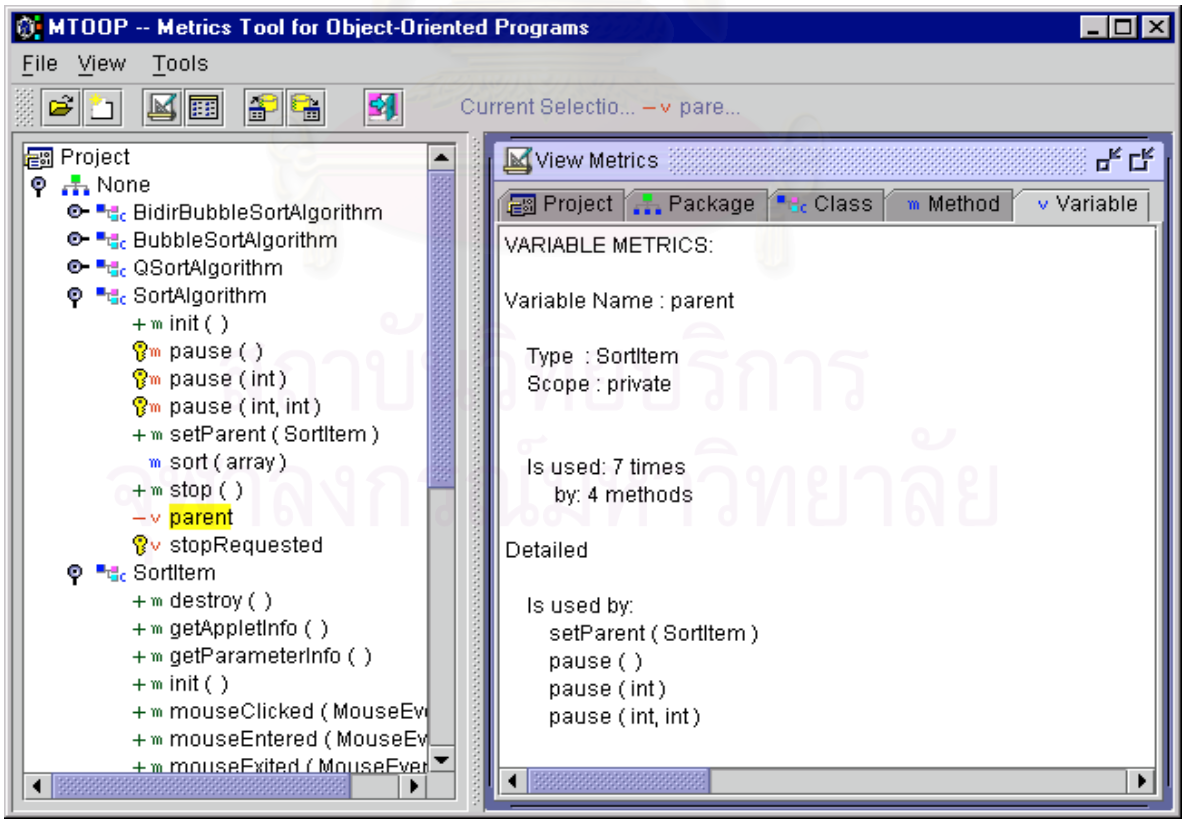
รูปที่ 5.4 การดูค่าตัววัดตามประเภทของแพ็กเกจเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "None"



รูปที่ 5.5 การดูค่าตัววัดตามประเภทของคลาสเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "SortItem"

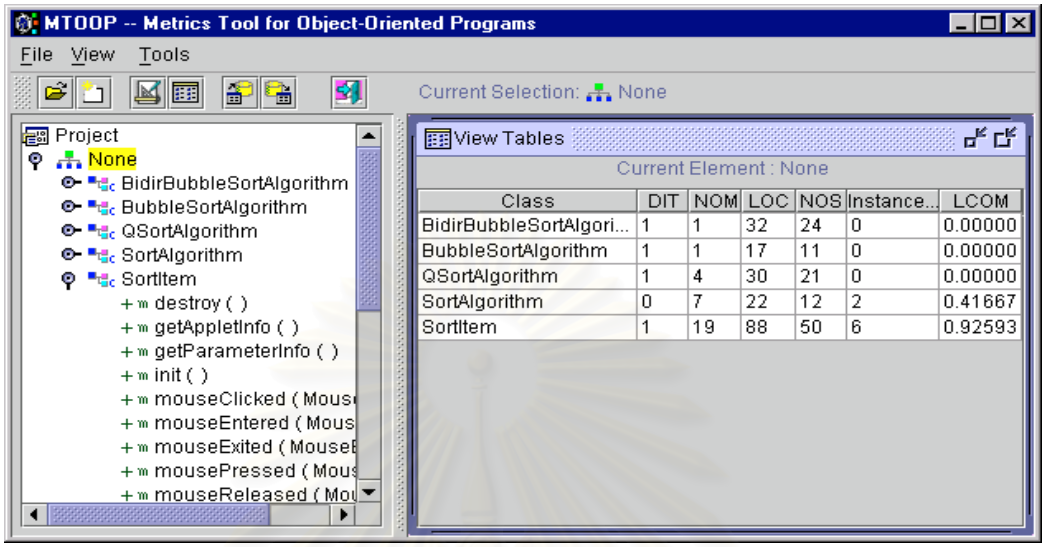


รูปที่ 5.6 การดูค่าตัววัดตามประเภทของเมทธอดเมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "paint(Graphics)"



รูปที่ 5.7 การดูค่าตัววัดตามประเภทของตัวแปรอินสแตนท์เมื่อคลิกโหนดที่ชื่อ "parent"

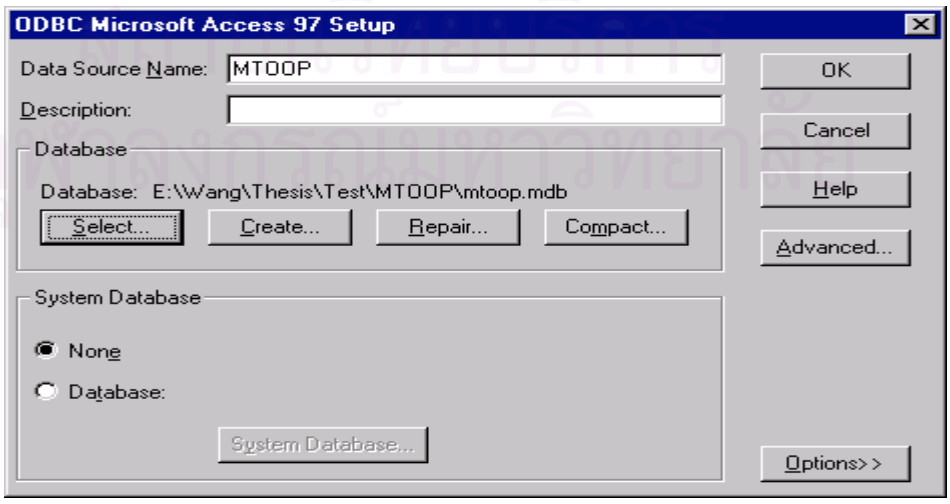
หรือถ้าผู้ใช้ต้องการดูค่าตัววัดในรูปของตาราง ผู้ใช้สามารถเลือกฟังก์ชันดูค่าตัววัดรูปแบบตาราง  (View/View Tables) ระบบก็จะทำการแสดงเฟรมที่มีค่าวัดในรูปของตาราง ผู้ใช้สามารถดูค่าวัดเมื่อคลิกไปที่โหนดของต้นไม้ ซึ่งสามารถดูได้เฉพาะโหนดที่เป็นโปรเจค แพ็กเกจและโหนดที่เป็นคลาสเท่านั้น ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 ตัวอย่างการดูค่าตัววัดรูปแบบตาราง

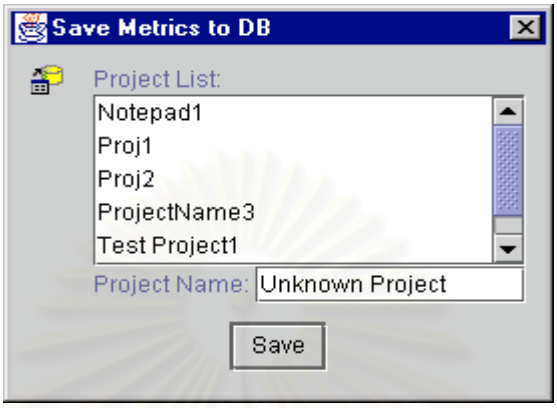
5.3 การเก็บและเรียกดูค่าตัววัดจากฐานข้อมูล

การเก็บค่าตัววัดของโปรเจคลงฐานข้อมูล เนื่องจากเครื่องมือวัดนี้จะทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลด้วยการผ่านเจดีบีซี (JDBC – Java Database Connectivity) ซึ่งต้องมีการกำหนดช่องทางติดต่อเพื่อใช้รับส่งข้อมูลด้วยการใช้โอดีบีซี (ODBC – Open Database Connectivity) โดยใช้ไดรเวอร์ของไมโครซอฟต์แอคเซส (Microsoft Access Driver) และกำหนดดาต้าซอร์สเนม (Data Source Name) ชื่อ "MTOOP" และไฟล์ดาต้าเบสชื่อ "mtoop.mdb" ในเครื่องมือจัดการโอดีบีซี (ODBC Data Source Administrator) ผู้ใช้จึงจะสามารถเก็บบันทึกหรือร้องขอข้อมูลได้ ดังรูปที่ 5.9



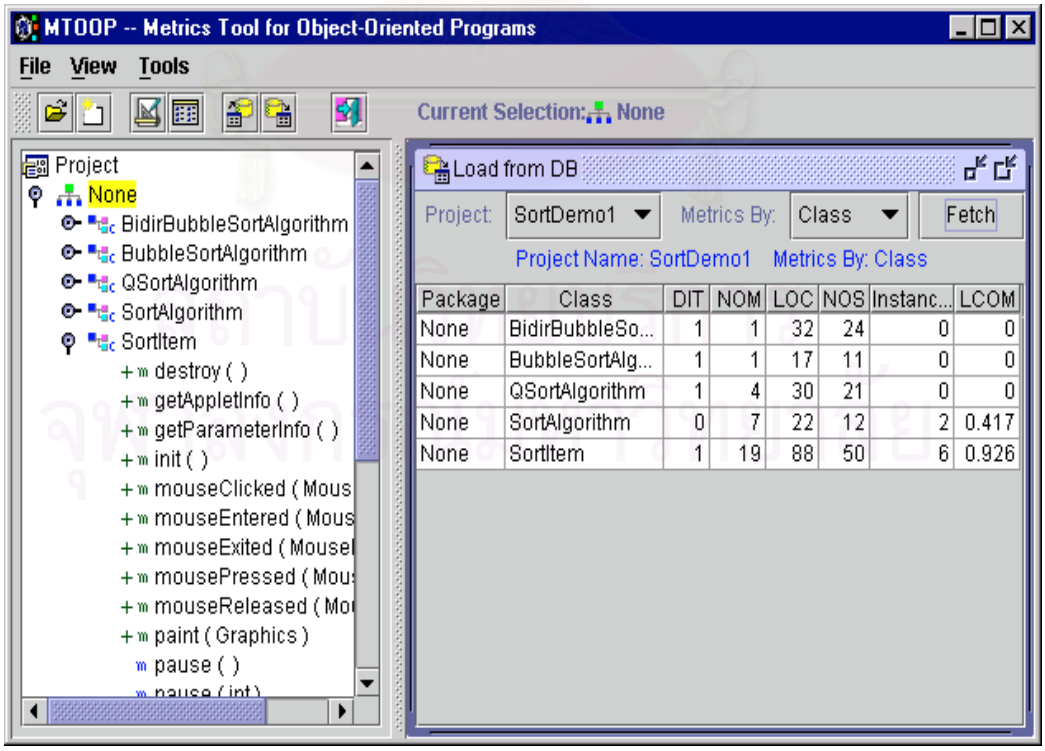
รูปที่ 5.9 การกำหนดค่าดาต้าซอร์สเนมและไฟล์ดาต้าเบสในเครื่องมือจัดการโอดีบีซี

เมื่อผู้ใช้เลือกฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล  (Tools/Save to DB) ระบบก็จะทำการแสดงไดอะล็อกบ็อกซ์ (Dialog Box) เพื่อให้เลือกชื่อโปรเจคที่ได้มีการบันทึกลงฐานข้อมูลไปแล้ว หรือให้กรอกชื่อโปรเจคที่ต้องการบันทึกโดยระบบได้กำหนดชื่อโปรเจคไว้คือ Unknown Project และมีปุ่มบันทึกข้อมูล (Save) เพื่อทำการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

หลังจากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกฟังก์ชันดูค่าตัววัดจากฐานข้อมูล  (Tools/Load from DB) ระบบก็จะทำการแสดงเฟรมที่มีรายชื่อของโปรเจคและประเภทที่ต้องการดูค่าตัววัดที่แยกตาม แพ็กเกจ คลาส และเมทธอด ให้เลือก จากนั้นทำการคลิกปุ่มแสดงข้อมูล (Fetch) ระบบก็จะนำเงื่อนไขที่เลือกไปขอข้อมูลจากฐานข้อมูลแล้วทำการแสดงค่าตัววัดในรูปของตารางดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 ตัวอย่างการใช้ฟังก์ชันดูค่าตัววัดจากฐานข้อมูล

บทที่ 6

การทดสอบ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นมา ด้วยการนำโปรแกรมต้นฉบับที่มีขนาดต่าง ๆ กัน เป็นจำนวน 6 โปรแกรม มาทำการหาค่าตัววัดต่าง ๆ แล้วนำค่าตัววัดที่ได้มาเปรียบเทียบ โดยโปรแกรมทดสอบที่ 1 จะเปรียบเทียบผลการทดสอบการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดและการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดแบบตารางกับการวัดด้วยมือ ส่วนโปรแกรมทดสอบที่ 2 ถึงโปรแกรมทดสอบที่ 6 จะเปรียบเทียบผลการทดสอบการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดแบบตารางกับเครื่องมือวัดที่มีใช้อยู่ในขณะนี้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดและการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดแบบตารางกับการวัดด้วยมือ

โปรแกรมทดสอบที่ 1 แสดงให้เห็นผลของการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดและการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดแบบตาราง ซึ่งค่าตัววัดจะทำการตรวจสอบค่าด้วยการนับและการคำนวณด้วยมือ ดังนั้นจึงใช้ตัวอย่างโปรแกรมที่มีขนาดไม่ถึง 2 KLOC ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

6.1.1 ผลการทดสอบโปรแกรมที่ 1

โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 1 ได้มาจากตัวอย่างโปรแกรมในหนังสือชื่อ “Java AWT Reference” เขียนโดย John Zukowski [11] ซึ่งมีขนาด 1,602 ไบท์ ดังรูปที่ 6.1 เมื่อนำโปรแกรมต้นฉบับนี้เข้าไปประมวลผลค่าตัววัดด้วยเครื่องมือ MTOOP จะได้ผลค่าตัววัดที่แยกตามประเภทต่าง ๆ

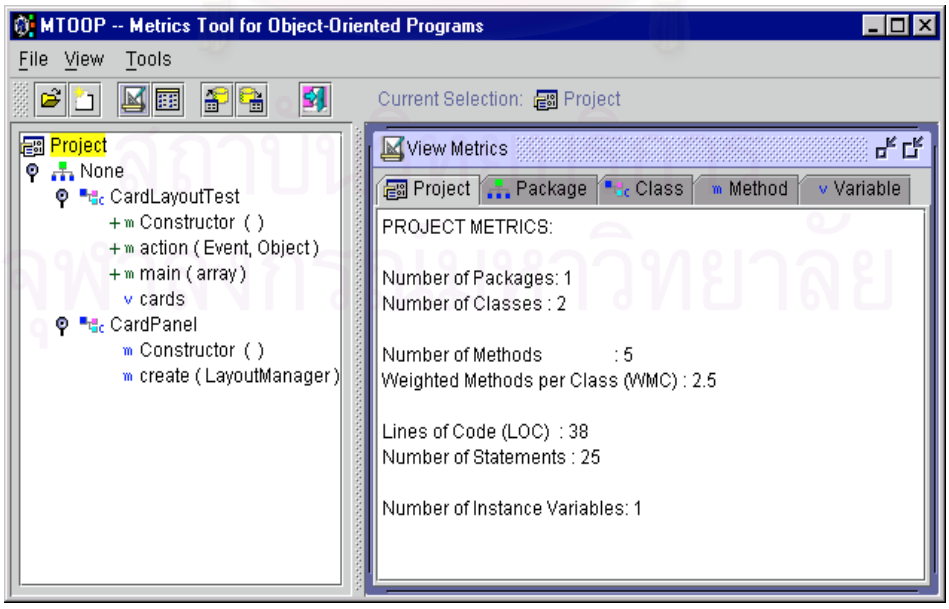
```
1.  // This example is from the book _Java AWT Reference_ by John Zukowski.
2.  // Written by John Zukowski.  Copyright (c) 1997 O'Reilly & Associates.
3.  // You may study, use, modify, and distribute this example for any purpose.
4.  // This example is provided WITHOUT WARRANTY either expressed or
5.  import java.awt.*;
6.
7.  class CardPanel extends Panel {
8.      Panel create(LayoutManager layout) {
9.          Panel p = new Panel();
10.         p.setLayout(layout);
11.         p.add("North",  new Button("this"));
12.         p.add("West",   new Button("is"));
13.         p.add("South",  new Button("a"));
14.         p.add("East",   new Button("test"));
15.         p.add("Center", new Button("applet"));
16.         return p;
17.     }
18.     CardPanel() {
19.         setLayout(new CardLayout());
20.         add("flow", create(new FlowLayout()));
21.         add("border", create(new BorderLayout()));
22.         add("grid", create(new GridLayout(2, 2)));
23.     }
24. }
```

รูปที่ 6.1 โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 1

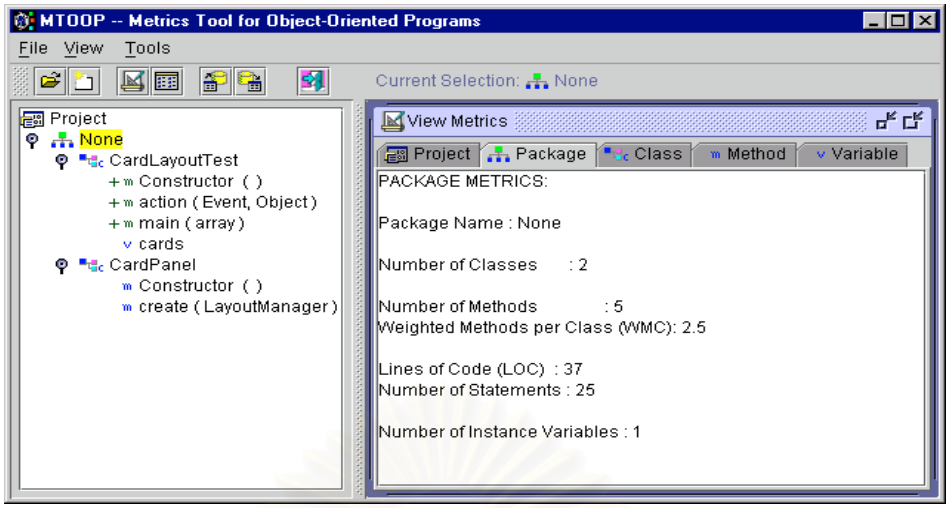
```
25.  public class CardLayoutTest extends java.applet.Applet {
26.      private CardPanel cards;
27.      public CardLayoutTest() {
28.          setLayout(new BorderLayout());
29.          add("Center", cards = new CardPanel());
30.          Choice c = new Choice();
31.          c.addItem("flow");
32.          c.addItem("border");
33.          c.addItem("grid");
34.          add("South", c);
35.      }
36.      public boolean action(Event evt, Object arg) {
37.          if (evt.target instanceof Choice) {
38.              ((CardLayout)cards.getLayout()).show(cards,(String)arg);
39.          }
40.          return true;
41.      }
42.      public static void main(String args[]) {
43.          Frame f = new Frame("CardLayoutTest");
44.          CardLayoutTest card = new CardLayoutTest();
45.          card.init();
46.          card.start();
47.          f.add("Center", card);
48.          f.resize(300, 300);
49.          f.show();
50.      }
51.  }
```

รูปที่ 6.1 โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 1 (ต่อ)

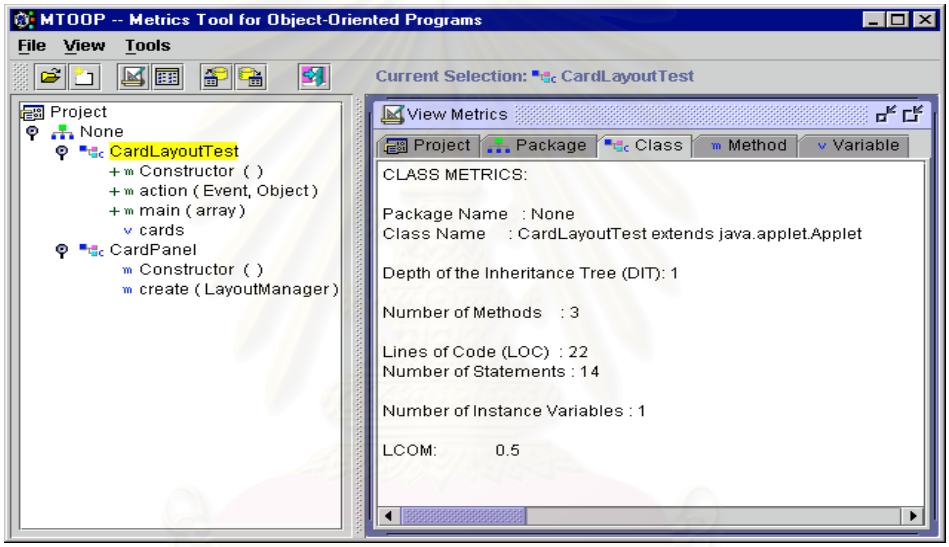
เมื่อใช้เครื่องมือ MTOOP ในการดูค่าตัววัดโดยการใช้ฟังก์ชันดูค่าตัววัด  (View/View Metrics) ซึ่งต้องการให้เห็นภาพของผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภทหลังจากที่ได้นำโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 1 มาทำการประมวลผลแล้วได้ผลลัพธ์ คือ ค่าตัววัดสำหรับโปรเจค แสดงในรูปที่ 6.2 ค่าตัววัดสำหรับแพ็กเกจที่ชื่อ "None" แสดงในรูปที่ 6.3 ค่าตัววัดสำหรับคลาสที่ชื่อ "CardLayoutTest" แสดงในรูปที่ 6.4 ค่าตัววัดสำหรับเมทธอดที่ชื่อ "main(array)" แสดงในรูปที่ 6.5 และค่าตัววัดสำหรับตัวแปรอินสแตนท์ที่ชื่อ "cards" แสดงในรูปที่ 6.6 ผลที่ได้เมื่อทำการตรวจสอบค่าตัววัดที่ได้เทียบกับการคำนวณด้วยมือ พบว่าเครื่องมือวัดสามารถคำนวณได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้



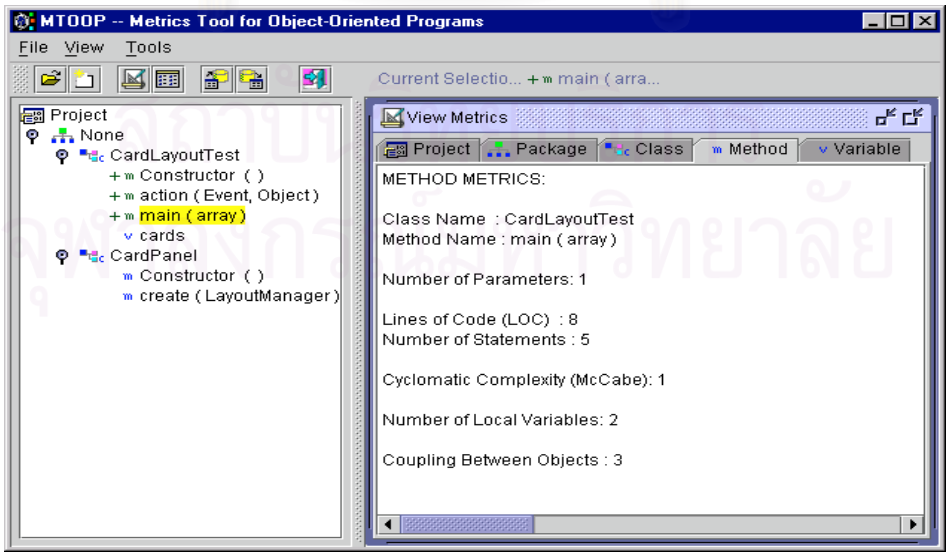
รูปที่ 6.2 ค่าตัววัดสำหรับโปรเจค ของโปรแกรมทดสอบที่ 1



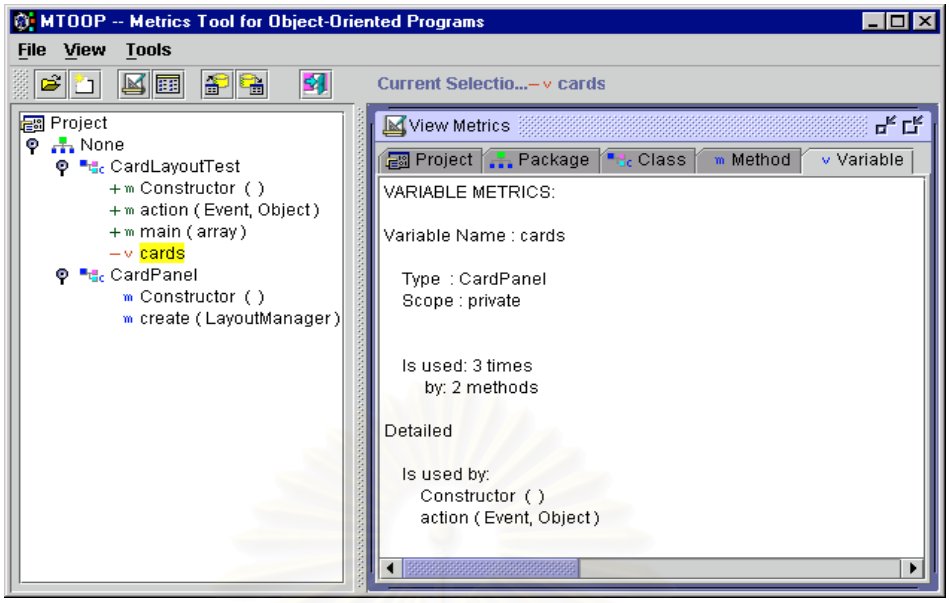
รูปที่ 6.3 ค่าตัววัดสำหรับแพ็กเกจที่ชื่อ "None" ของโปรแกรมทดสอบที่ 1



รูปที่ 6.4 ค่าตัววัดสำหรับคลาสที่ชื่อ "CardLayoutTest" ของโปรแกรมทดสอบที่ 1

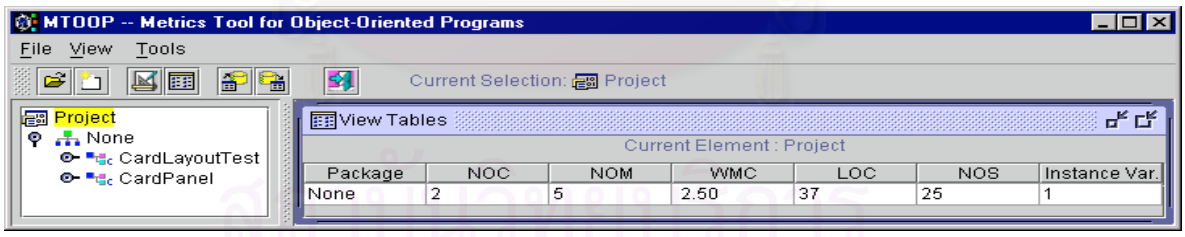


รูปที่ 6.5 ค่าตัววัดสำหรับเมทธอดที่ชื่อ "main(array)" ของโปรแกรมทดสอบที่ 1

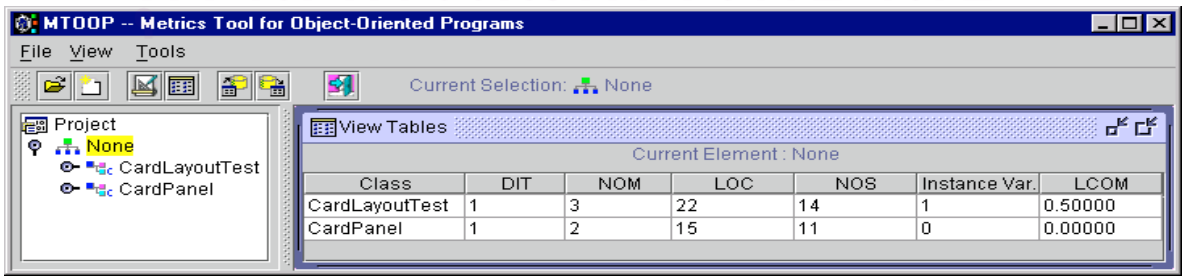


รูปที่ 6.6 ค่าตัววัดสำหรับตัวแปรอินสแตนท์ที่ชื่อ "cards" ของโปรแกรมทดสอบที่ 1

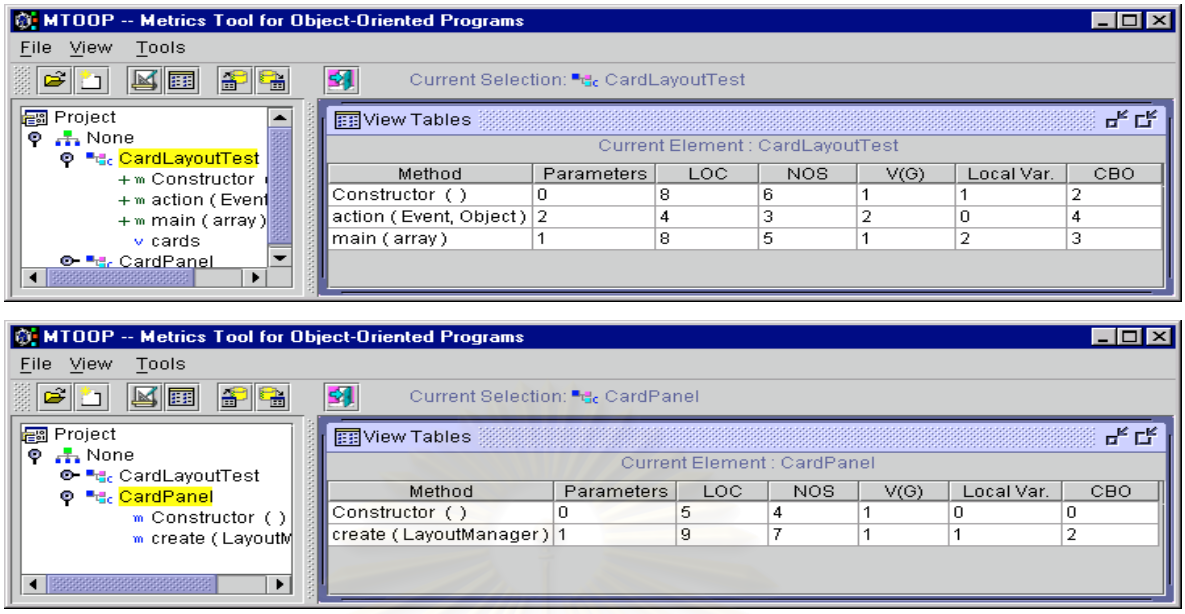
เมื่อใช้เครื่องมือ MTOOP ในการดูค่าตัววัดโดยการใช้ฟังก์ชันดูค่าตัววัดในรูปแบบตาราง  (View/View Tables) ซึ่งต้องการให้เห็นภาพของผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภทหลังจากที่ได้นำโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 1 มาทำการประมวลผลแล้วได้ผลลัพธ์ คือ ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค แสดงในรูปที่ 6.7 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค แสดงในรูปที่ 6.8 และค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค แสดงในรูปที่ 6.9 ผลที่ได้เมื่อทำการตรวจสอบค่าตัววัดที่ได้เทียบกับการคำนวณด้วยมือ พบว่าเครื่องมือวัดสามารถคำนวณได้ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 6.7 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 1



รูปที่ 6.8 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 1



รูปที่ 6.9 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 1

6.2 การเปรียบเทียบผลการทดสอบการใช้ฟังก์ชันการดูค่าตัววัดแบบตารางกับเครื่องมือวัดที่มีใช้อยู่ในขณะนี้

โปรแกรมทดสอบที่ 2 ถึงโปรแกรมทดสอบที่ 6 ใช้สำหรับแสดงผลของค่าตัววัดแบบตาราง โดยนำค่าตัววัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดที่มีใช้อยู่ในขณะนี้ ได้แก่ JMetric (Java Metrics Analyser) และ JavaNCSS (Java Non Commenting Source Statements) ซึ่งตัววัดต่าง ๆ ที่แต่ละเครื่องมือวัดแสดงผลจะมีจำนวนตัววัดที่แตกต่างกัน โดยจะทำการเปรียบเทียบเฉพาะตัววัดที่เหมือนกัน โปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบจะมีขนาดอย่างน้อย 2 KLOC แต่ไม่เกิน 50 KLOC ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ แต่จะมีค่าตัววัดบางตัวที่คำนวณค่าได้แตกต่างกัน เช่น จำนวนบรรทัด เพราะข้อกำหนดในการนับที่แตกต่างกัน เพราะเมื่อทำการคำนวณค่าด้วยมือในเมทธอดที่มีค่าตัววัดที่แตกต่างกัน เครื่องมือวัด MTOOP หาค่าได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยจะแสดงรายละเอียดของค่าตัววัดที่ได้ทำการทดสอบโปรแกรมทดสอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

6.2.1 ผลการทดสอบโปรแกรมที่ 2

โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 2 มีขนาด 2.5 KLOC เมื่อนำโปรแกรมต้นฉบับนี้เข้าไปประมวลค่าตัววัดด้วยเครื่องมือ MTOOP, JMetric และ JavaNCSS แล้วจะได้ผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภท คือ

1. ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.10 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของแพ็กเกจที่ชื่อ "ptolemy.plot" ได้ดังตารางที่ 6.1 ปรากฏว่า

เครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด JavaNCSS มีค่าไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่า

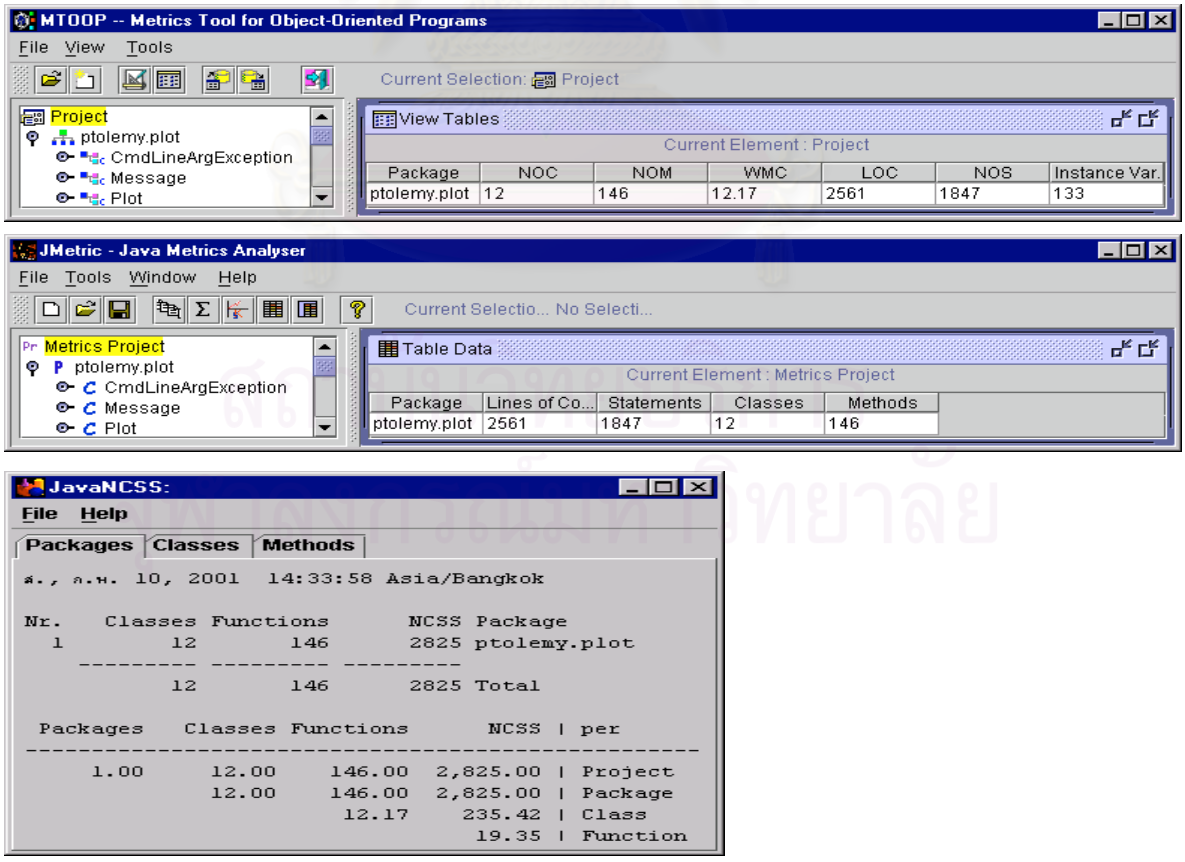
1.1 มีการประกาศตัวแปรหลาย ๆ ตัวแปรในบรรทัดเดียวกัน ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับจำนวนบรรทัดเท่ากับจำนวนตัวแปรที่มีการประกาศ ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 1 บรรทัดไม่ว่าจะมีการประกาศตัวแปรกี่ตัวก็ตาม

1.2 มีการใช้คำสั่ง else if (…) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด

รูปที่ 6.13 เป็นตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด "_parseArg(String[])" ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 2

2. ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.11 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของคลาสที่ชื่อ "PlotApplication" ได้ดังตารางที่ 6.2 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค

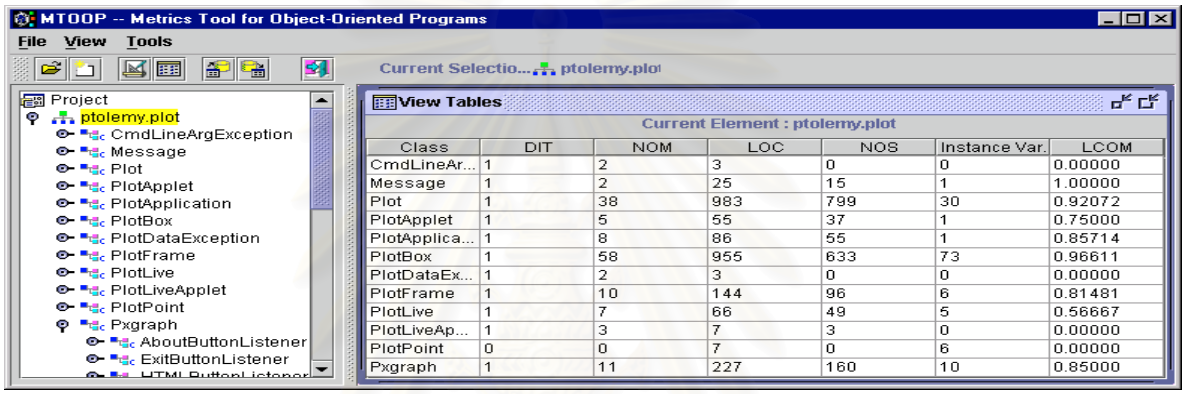
3. ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.12 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของเมทธอดที่ชื่อ "_parseArg(String[])" ได้ดังตารางที่ 6.3 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค

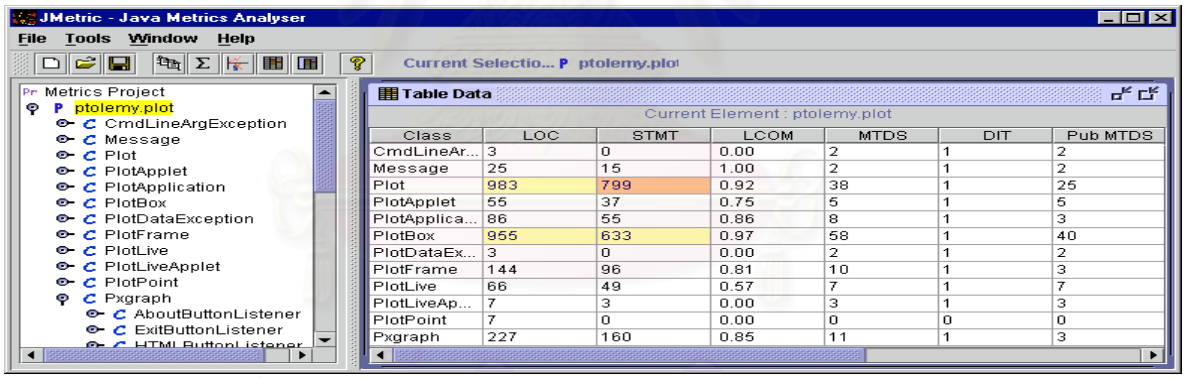


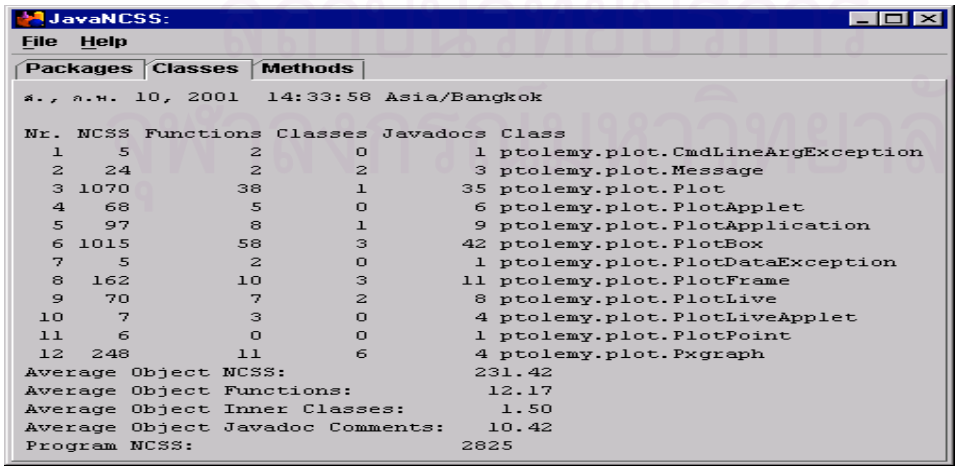
รูปที่ 6.10 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 2

ตารางที่ 6.1 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของแพ็กเกจ สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 2

ชื่อแพ็กเกจ	เครื่องมือวัด	จำนวนคลาส	จำนวนเมทธอด	จำนวนเมทธอดต่อคลาส	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์
ptolemy.plot							
	MTOOP	12	146	12.17	2561	1847	133
	JMetric	12	146	-	2561	1847	-
	JavaNCSS	12	146	12.17	2825	-	-



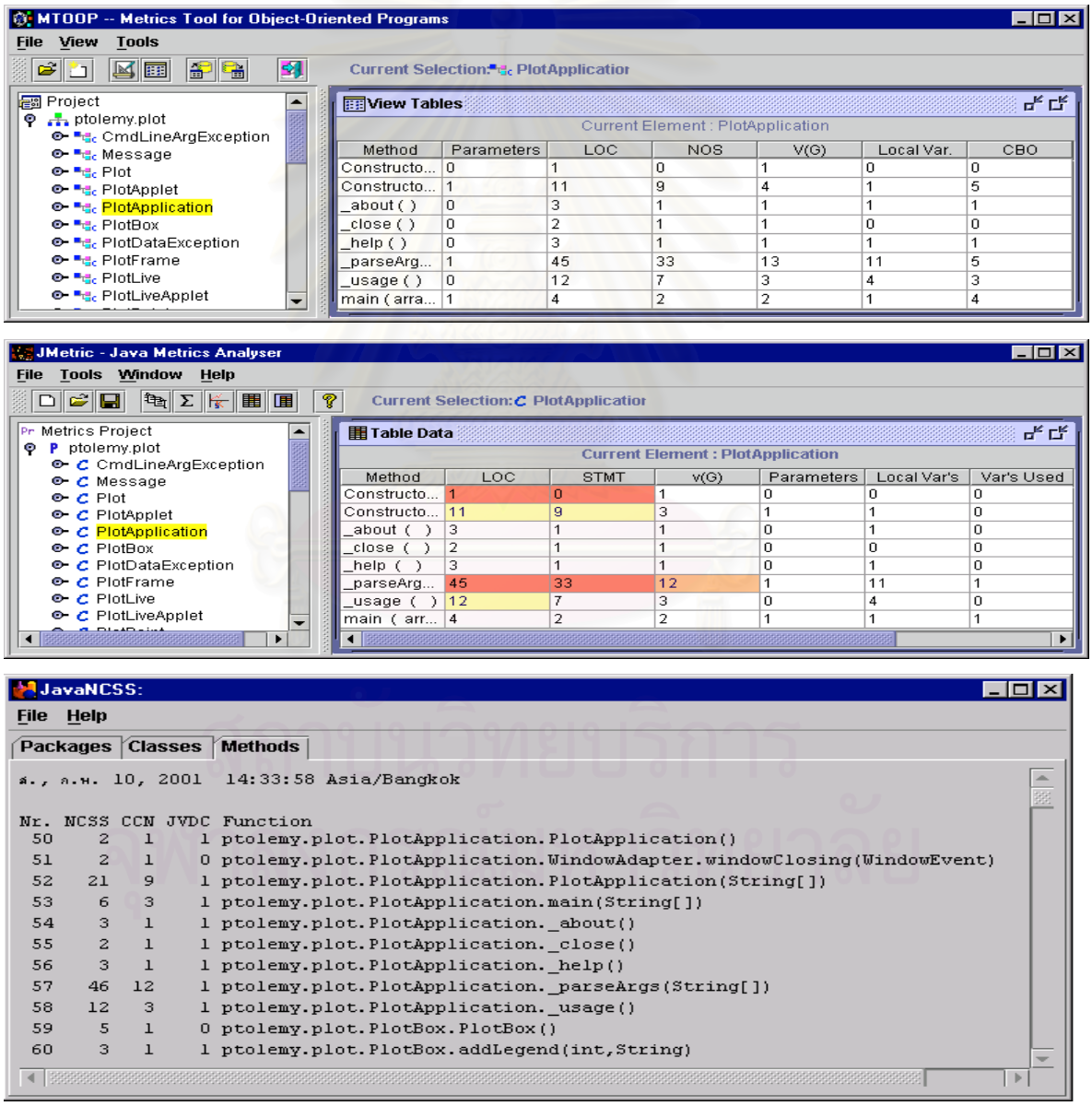




รูปที่ 6.11 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 2

ตารางที่ 6.2 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของคลาส สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 2

ชื่อคลาส	เครื่องมือวัด	ระดับความลึกของการสืบทอดฯ	จำนวนเมทธอด	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์	LCOM
PlotApplication							
	MTOOP	1	8	86	55	1	0.85714
	JMetric	1	8	86	55	-	0.86
	JavaNCSS	-	8	97	-	-	-



รูปที่ 6.12 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 2

ตารางที่ 6.3 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของเมทธอด สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 2

ชื่อเมทธอด	เครื่องมือวัด	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	V(G)	จำนวนตัวแปรเมทธอด	CBO
_parseArg(String[])							
	MTOOP	1	45	33	13	11	5
	JMetric	1	45	33	12	11	-
	JavaNCSS	-	46	-	12	-	-

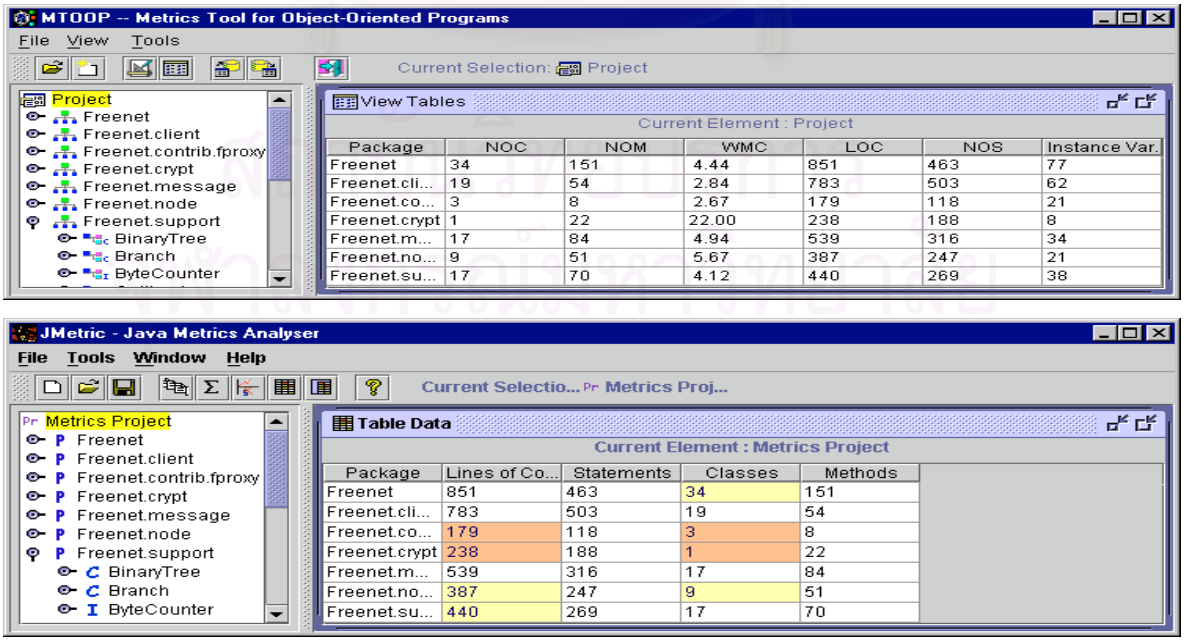
		MTOOP	JavaNCSS
1.	/** Parse the command-line		
2.	*/		
3.	protected int _parseArgs(String args[]) throws CmdLineArgException,	1	1
4.	FileNotFoundException, IOException {		
5.	int i = 0, j, argsread;	2,3,4	2
6.	String arg;	5	3
7.	String title = "Ptolemy plot";	6	4
8.	int width = 400; // Default width of the graph	7	5
9.	int height = 300; // Default height of the graph	8	6
10.			
11.	while (i < args.length) {	9	7
12.	arg = args[i++];	10	8
13.			
14.	if (arg.equals("-help")) {	11	9
15.	System.out.println(_usage());	12	10
16.	continue;	13	11
17.	} else if (arg.equals("-test")) {	14	12,13
18.	_test = true;	15	14
19.	continue;	16	15
20.	} else if (arg.equals("-t")) {	17	16,17
21.	title = args[i++];	18	18
22.	continue;	19	19
23.	} else if (arg.equals("-v") || arg.equals("-version")) {	20	20,21
24.	_about();	21	22
25.	continue;	22	23
26.	} else if (arg.startsWith("=")) {	23	24,25
27.	int xscreen = 1, yscreen = 1;	24,25	26
28.	boolean screenlocationgiven = false;	26	27
29.	StringTokenizer stoken =	27	28
30.	new StringTokenizer(arg.substring(1, arg.length()),		
31.	"=x-+");		
32.	if (stoken.hasMoreTokens()) {	28	29
33.	width = (int)Integer.valueOf(stoken.nextToken()).	29	30
34.	intValue();		
35.	}		
36.	if (stoken.hasMoreTokens()) {	30	31
37.	height = (int)Integer.valueOf(stoken.nextToken()).	31	32
38.	intValue();		
39.	}		
40.	if (stoken.hasMoreTokens()) {	32	33
41.	xscreen = (int)Integer.valueOf(stoken.nextToken()).	33	34
42.	intValue();		
43.	screenlocationgiven = true;	34	35
44.	}		
45.	if (stoken.hasMoreTokens()) {	35	36
46.	yscreen = (int)Integer.valueOf(stoken.nextToken()).	36	37
47.	intValue();		
48.	screenlocationgiven = true;	37	38
49.	}		
50.	if (screenlocationgiven) {	38	39
51.	setLocation(new Point(xscreen+1, yscreen+1));	39	40
52.	}		
53.	continue;	40	41
54.	}		
55.	}		
56.			
57.	setSize(width, height);	41	42
58.	setTitle(title);	42	43
59.	argsread = i++;	43	44
60.	plot.parseArgs(args);	44	45
61.	return argsread;	45	46
62.	}		

รูปที่ 6.13 ตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด "_parseArg(String[])" ของเครื่องมือวัด MTOOP กับ JavaNCSS ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 2

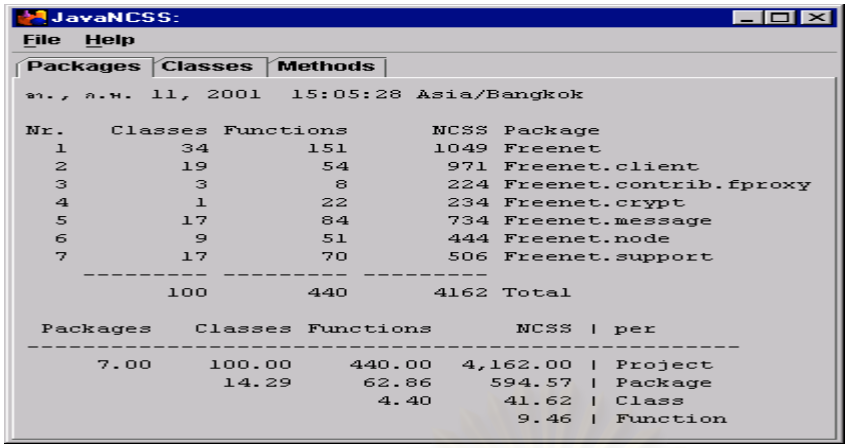
6.2.2 ผลการทดสอบโปรแกรมที่ 3

โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 3 มีขนาด 3.5 KLOC เมื่อนำโปรแกรมต้นฉบับนี้เข้าไปประมวลค่าตัววัดด้วยเครื่องมือ MTOOP, JMetric และ JavaNCSS แล้วจะได้ผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภท คือ

1. ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.14 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของแพ็กเกจที่ชื่อ "Freenet.node" ได้ดังตารางที่ 6.4 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด JavaNCSS มีค่าไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่า โปรแกรมทดสอบที่ 3 นี้ มีการใช้คำสั่ง else if (…) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด ดังรูปที่ 6.17 เป็นตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด "informRead(HttpURLConnection c, Hashtable at)" ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 3
2. ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.15 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของคลาสที่ชื่อ "Data" ได้ดังตารางที่ 6.5 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค
3. ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.16 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของเมทธอดที่ชื่อ "informRead(HttpURLConnection, Hashtable)" ได้ดังตารางที่ 6.6 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค



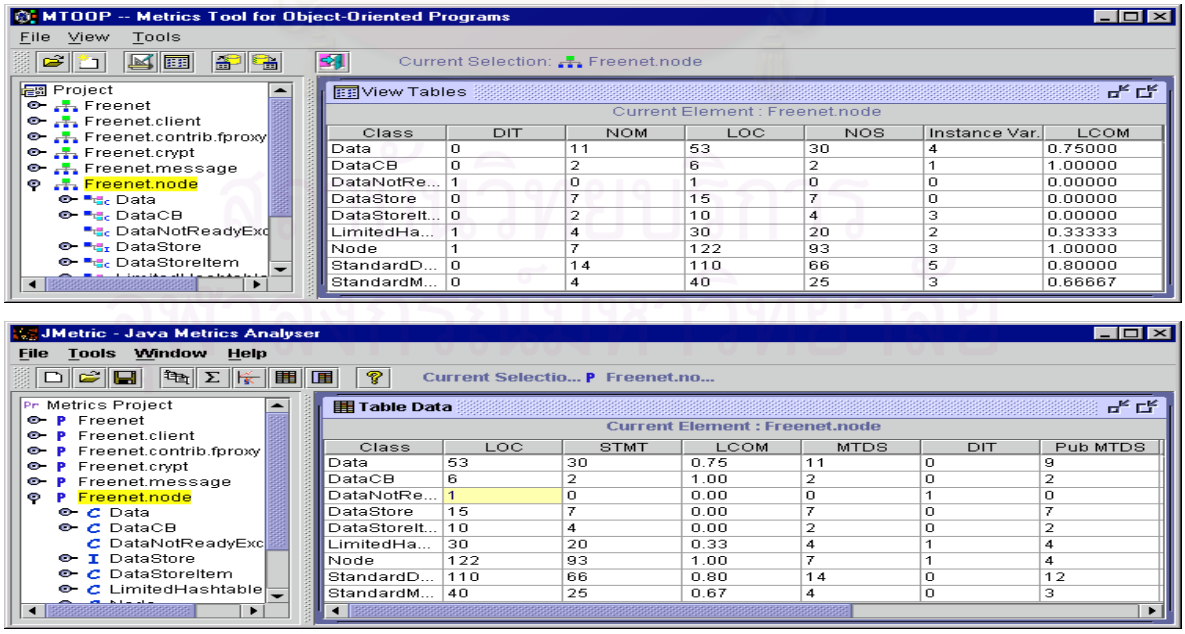
รูปที่ 6.14 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3



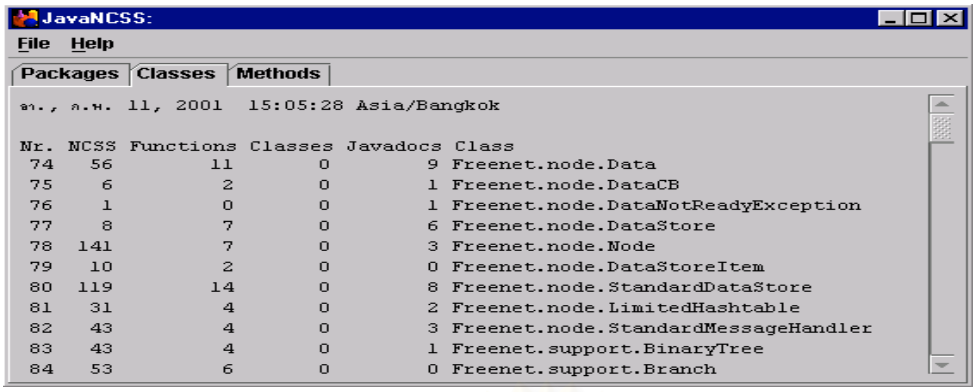
รูปที่ 6.14 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3 (ต่อ)

ตารางที่ 6.4 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของแพ็กเกจ สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3

ชื่อแพ็กเกจ	เครื่องมือวัด	จำนวนคลาส	จำนวนเมทธอด	จำนวนเมทธอดต่อคลาส	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์
Freenet.node							
	MTOOP	9	51	5.67	387	247	21
	JMetric	9	51	-	387	247	-
	JavaNCSS	9	51	-	444	-	-



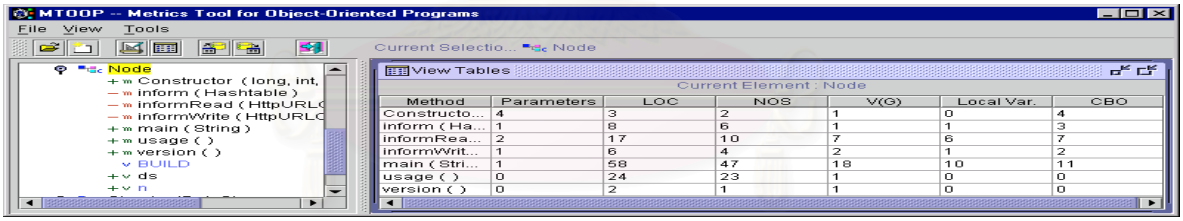
รูปที่ 6.15 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3

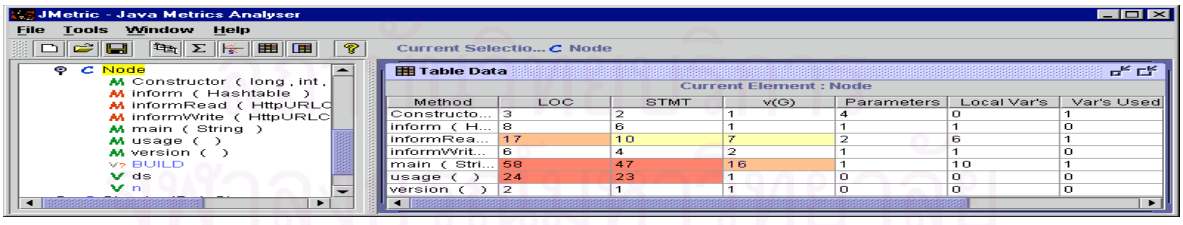


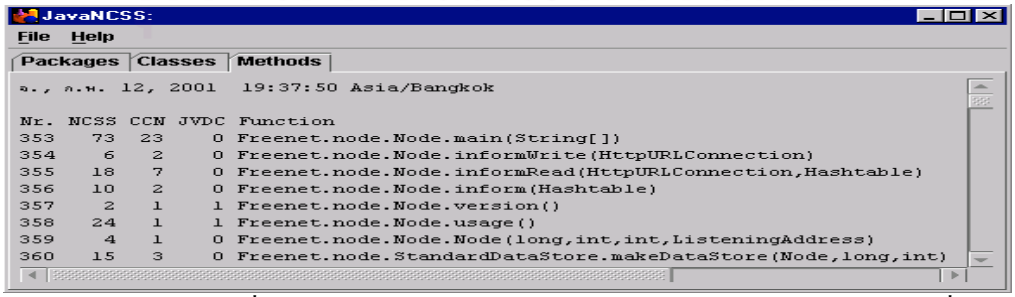
รูปที่ 6.15 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3 (ต่อ)

ตารางที่ 6.5 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของคลาส สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3

ชื่อคลาส	เครื่องมือวัด	ระดับความลึกของการสืบทอดฯ	จำนวนเมทธอด	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์	LCOM
Data							
	MTOOP	0	11	53	30	4	0.75000
	JMetric	0	11	53	30	-	0.75
	JavaNCSS	-	11	56	-	-	-







รูปที่ 6.16 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3

ตารางที่ 6.6 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของเมทธอด สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 3

ชื่อเมทธอด	เครื่องมือวัด	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	V(G)	จำนวนตัวแปรเมทธอด	CBO
informRead(HttpURLConnection, Hashtable)							
	MTOOP	2	17	10	7	6	7
	JMetric	2	17	10	7	6	-
	JavaNCSS	-	18	-	7	-	-

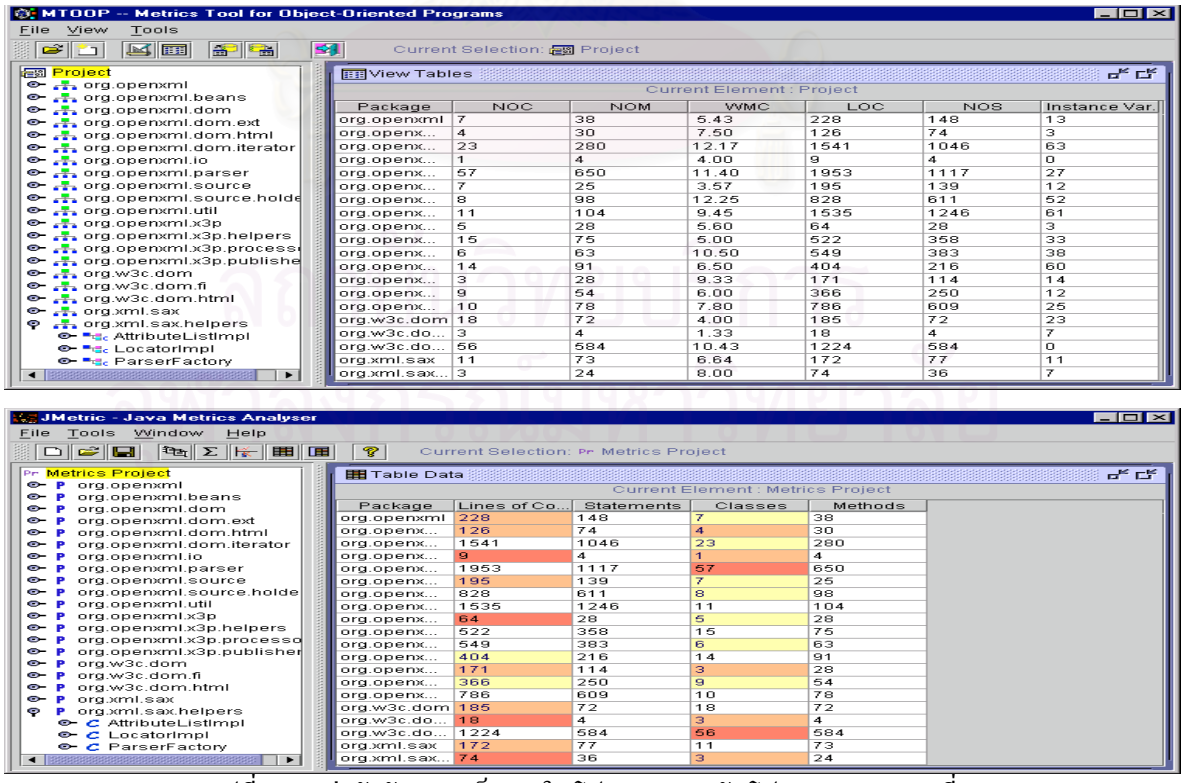
		MTOOP	JavaNCSS
1.	private static final void informRead(HttpURLConnection c, Hashtable at) throws IOException	1	1
2.	{		
3.	if (params.getParam("informRead").equalsIgnoreCase("yes"))	2	2
4.	{		
5.	InputStreamReader ir = new InputStreamReader(c.getInputStream());	3	3
6.	BufferedReader br = new BufferedReader(ir);	4	4
7.	SHA1 sha=new SHA1(true);	5	5
8.	while(br.ready())	6	6
9.	{		
10.	String addrstr=br.readLine();	7	7
11.	addrstr=addrstr.trim();	8	8
12.	if(addrstr.startsWith(BUILD))	9	
13.	{		9
14.	String latestbuild = addrstr.substring(BUILD.length());	10	10
15.	if (buildNumber.compareTo(latestbuild) < 0)	11	11
16.	System.err.println ("Newer build "+latestbuild+" is available than this build "+buildNumber+", please upgrade!");	12	12
17.	}		
18.	else if(!addrstr.equals(""))	13	13,14
19.	{		
20.	StringKey tname = new StringKey(sha.doHash(addrstr));	14	15
21.	if(n.ds.searchRef(tname)==null)	15	16
22.	at.put(addrstr, tname);	16	17
23.	}		
24.	}		
25.	ir.close();	17	18
26.	}		
27.	}		

รูปที่ 6.17 ตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด "informRead(HttpURLConnection, Hashtable)" ของเครื่องมือวัด MTOOP กับ JavaNCSS ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 3

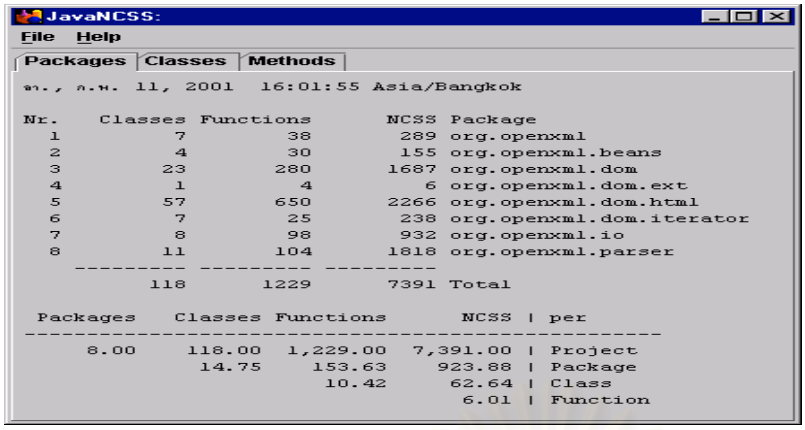
6.2.3 ผลการทดสอบโปรแกรมที่ 4

โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 4 มีขนาด 11 KLOC เมื่อนำโปรแกรมต้นฉบับนี้เข้าไปประมวลค่าตัววัดด้วยเครื่องมือ MTOOP, JMetric และ JavaNCSS แล้วจะได้ผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภท คือ

1. ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.18 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของแพ็กเกจที่ชื่อ "org.openxml" ได้ดังตารางที่ 6.7 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด JavaNCSS มีค่าไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่า โปรแกรมทดสอบที่ 4 นี้ มีการใช้คำสั่ง else if (…) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด ดังรูปที่ 6.21 เป็นตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด "of(Document)" ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 4
2. ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.19 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของคลาสที่ชื่อ "XMLBookmarks" ได้ดังตารางที่ 6.8 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค
3. ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.20 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของเมทธอดที่ชื่อ "of(Document)" ได้ดังตารางที่ 6.9 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค



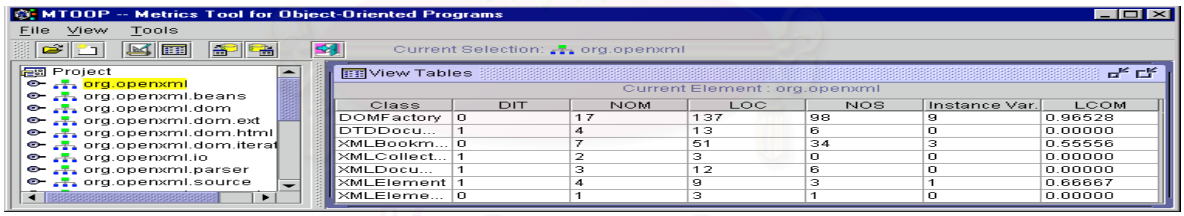
รูปที่ 6.18 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4

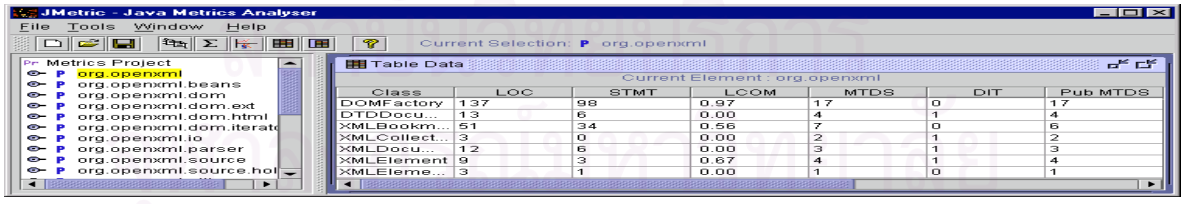


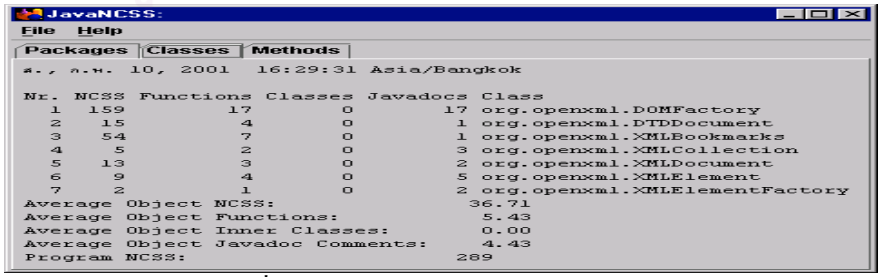
รูปที่ 6.18 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4 (ต่อ)

ตารางที่ 6.7 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของแพ็กเกจ สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4

ชื่อแพ็กเกจ	เครื่องมือวัด	จำนวนคลาส	จำนวนเมทธอด	จำนวนเมทธอดต่อคลาส	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์
org.openxml							
	MTOOP	7	38	5.43	228	148	13
	JMetric	7	38	-	228	148	-
	JavaNCSS	7	38	-	289	-	-



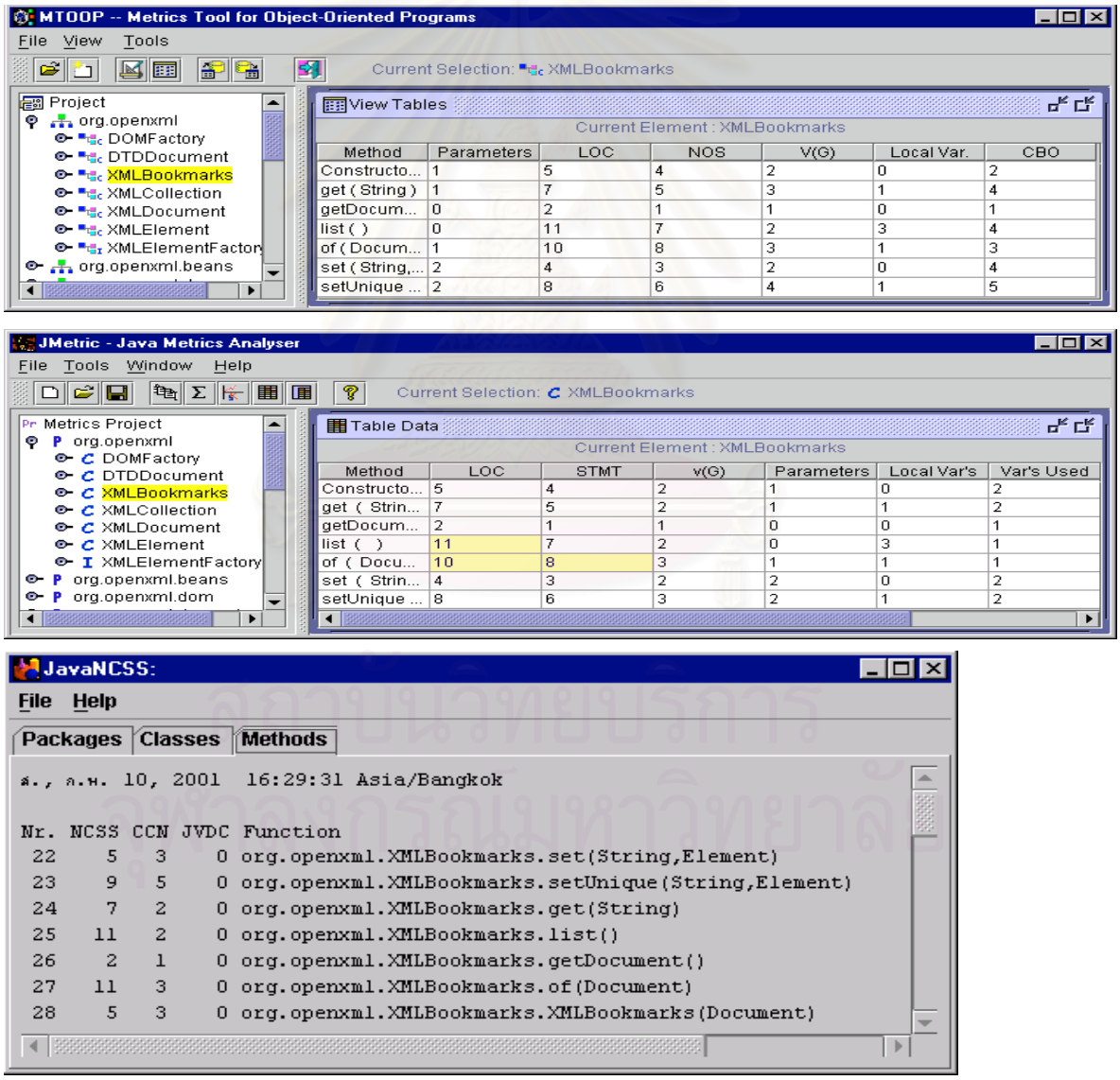




รูปที่ 6.19 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4

ตารางที่ 6.8 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของคลาส สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4

ชื่อคลาส	เครื่องมือวัด	ระดับความลึกของการสืบทอดฯ	จำนวนเมทธอด	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์	LCOM
XMLBookmarks							
	MTOOP	0	7	51	34	3	0.55556
	JMetric	0	7	51	34	-	0.56
	JavaNCSS	-	7	54	-	-	-



รูปที่ 6.20 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4

ตารางที่ 6.9 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของเมทธอด สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 4

ชื่อเมทธอด	เครื่องมือวัด	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	V(G)	จำนวนตัวแปรเมทธอด	CBO
of(Document)							
	MTOOP	1	10	8	3	1	3
	JMetric	1	10	8	3	1	-
	JavaNCSS	-	11	-	3	-	-

```
1.  public static XMLBookmarks of( Document doc )
2.  {
3.      XMLBookmarks    bookmarks;
4.
5.      if ( _allBookmarks == null )
6.      {
7.          _allBookmarks = new Hashtable();
8.          bookmarks = null;
9.      }
10.     else
11.         bookmarks = (XMLBookmarks) _allBookmarks.get( doc );
12.     if ( bookmarks == null )
13.     {
14.         bookmarks = new XMLBookmarks( doc );
15.         _allBookmarks.put( doc, bookmarks );
16.     }
17.     return bookmarks;
18. }
19.
20.
```

MTOOP	JavaNCSS
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
	6
6	7
7	8
8	9
9	10
10	11

รูปที่ 6.21 ตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดของเมทธอด "of(Document)" ของเครื่องมือวัด MTOOP กับ JavaNCSS ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 4

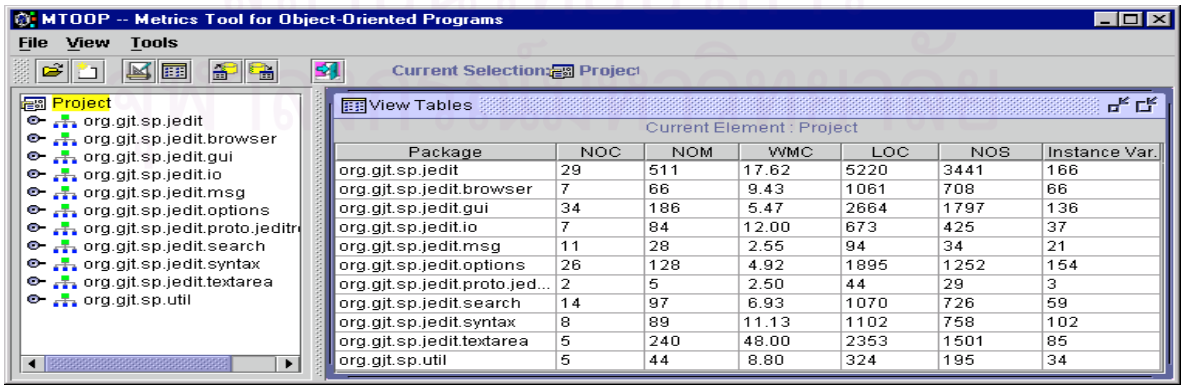
6.2.4 ผลการทดสอบโปรแกรมที่ 5

โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 5 มีขนาด 16.5 KLOC เมื่อนำโปรแกรมต้นฉบับนี้เข้าไปประมวลค่าตัววัดด้วยเครื่องมือ MTOOP, JMetric และ JavaNCSS แล้วจะได้ผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภท คือ

1. ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.22 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของแพ็กเกจที่ชื่อ "org.gjt.sp.jedit.browser" ได้ดังตารางที่ 6.10 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด JavaNCSS มีค่าไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่าโปรแกรมทดสอบที่ 5 นี้ มีการใช้คำสั่ง else if (…) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด
2. ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.23 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของคลาสที่ชื่อ "BrowserIORequest" ได้ดังตารางที่ 6.11 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค
3. ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.24 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของเมทธอดที่ชื่อ "reloadDirectory(String)" ได้ดังตารางที่ 6.12 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด และค่าของไซโคลเมติกของแมคเคบ มีสาเหตุดังนี้

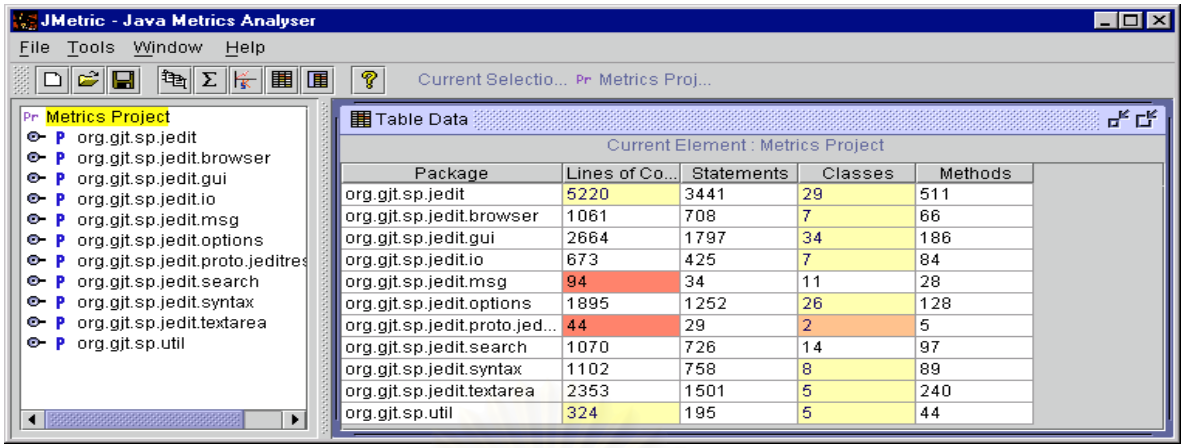
3.1 การนับจำนวนบรรทัด คำสั่ง else if (…) เครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด

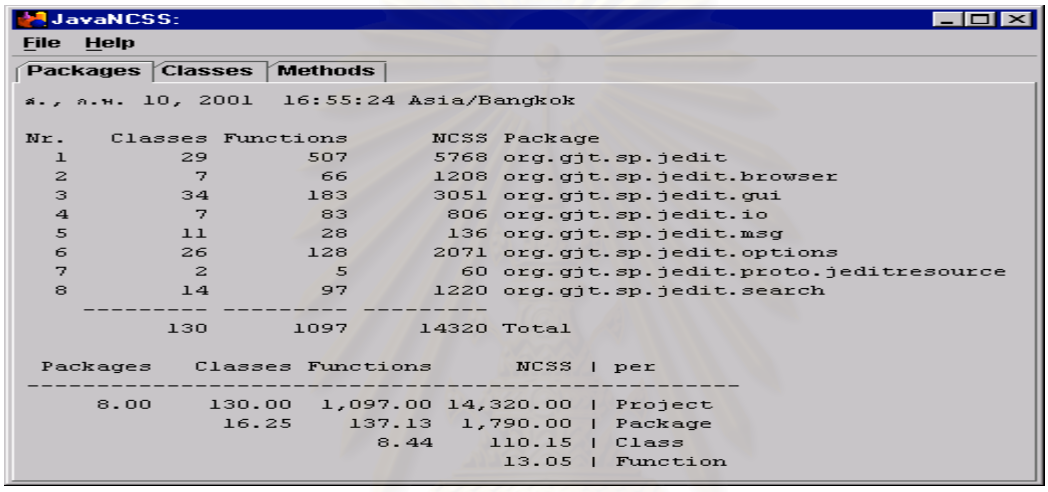
3.2 การหาค่าของไซโคลเมติกของแมคเคบของ MTOOP ตามสูตรการคำนวณในหัวข้อ 3.4.4.4 สูตรที่ 4 จะมีการนับจำนวนโหนดของ ConditionalOrExpression() และ ConditionalAndExpression() แต่ของ JMetric และ JavaNCSS จะไม่ได้นับ ดังรูปที่ 6.25 เป็นตัวอย่างการนับจำนวนไซโคลเมติกของแมคเคบของเมทธอด "reloadDirectory(String)" ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 5



Package	NOC	NOM	WMC	LOC	NOS	Instance Var.
org.gjt.sp.jedit	29	511	17.62	5220	3441	166
org.gjt.sp.jedit.browser	7	66	9.43	1061	708	66
org.gjt.sp.jedit.gui	34	186	5.47	2664	1797	136
org.gjt.sp.jedit.io	7	84	12.00	673	425	37
org.gjt.sp.jedit.msg	11	28	2.55	94	34	21
org.gjt.sp.jedit.options	26	128	4.92	1895	1252	154
org.gjt.sp.jedit.proto.jed...	2	5	2.50	44	29	3
org.gjt.sp.jedit.search	14	97	6.93	1070	726	59
org.gjt.sp.jedit.syntax	8	89	11.13	1102	758	102
org.gjt.sp.jedit.textarea	5	240	48.00	2353	1501	85
org.gjt.sp.util	5	44	8.80	324	195	34

รูปที่ 6.22 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5

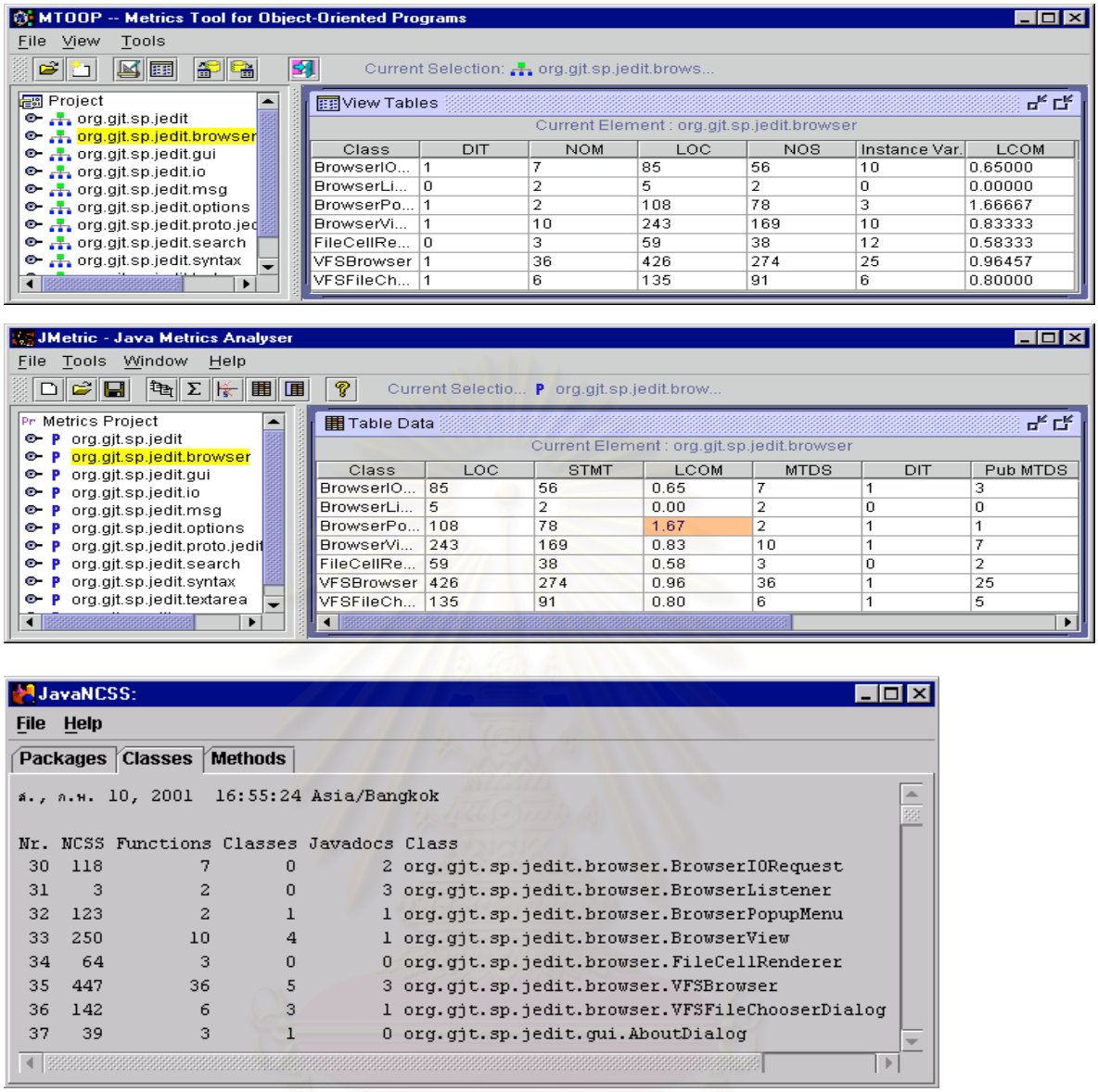




รูปที่ 6.22 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5 (ต่อ)

ตารางที่ 6.10 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของแพ็กเกจ สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5

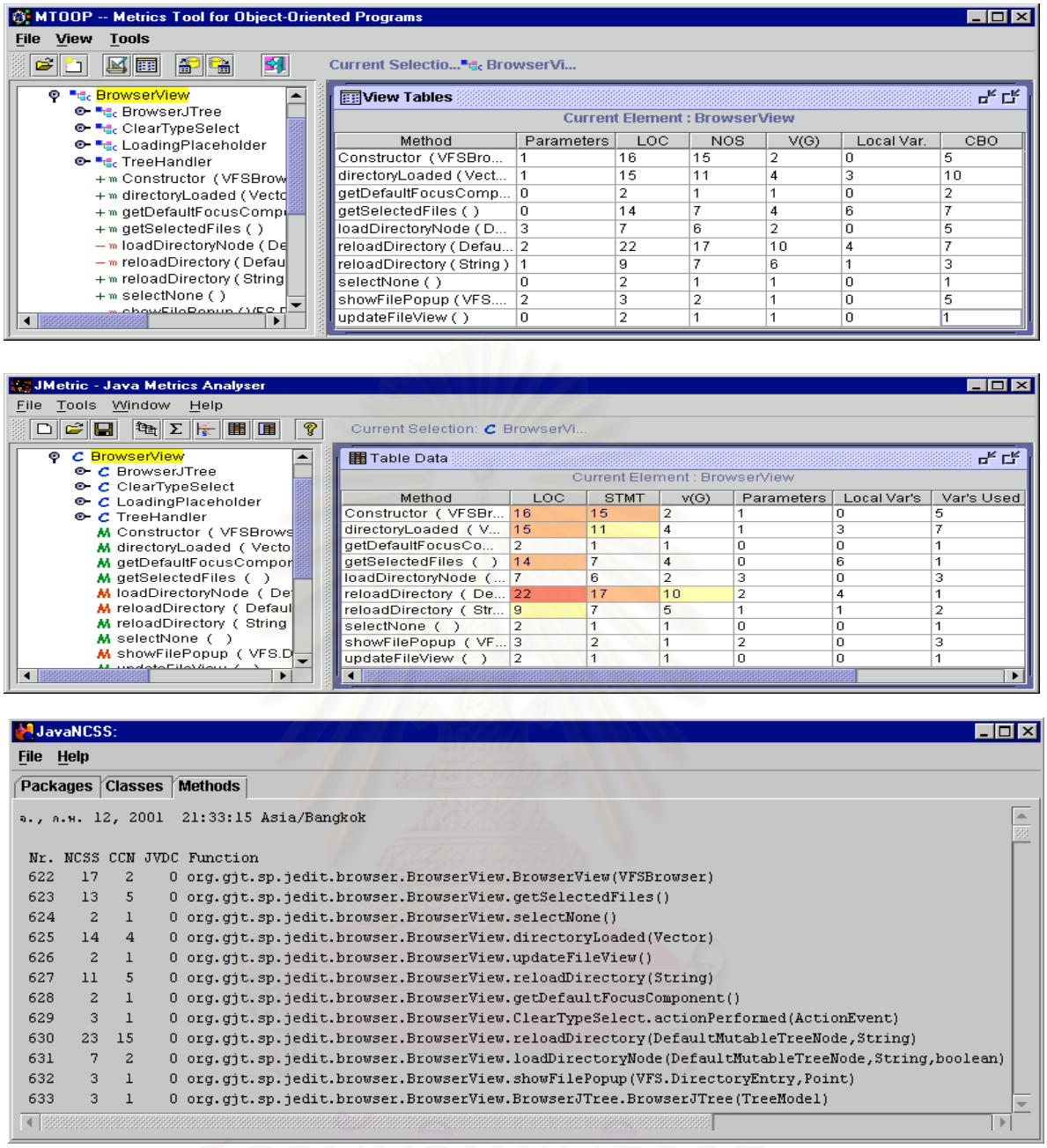
ชื่อแพ็กเกจ	เครื่องมือวัด	จำนวนคลาส	จำนวนเมทธอด	จำนวนเมทธอดต่อคลาส	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์
org.gjt.sp.jedit.browser							
	MTOOP	7	66	9.43	1061	708	66
	JMetric	7	66	-	1061	708	-
	JavaNCSS	7	66	-	1208	-	-



รูปที่ 6.23 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5

ตารางที่ 6.11 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของคลาส สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5

ชื่อคลาส	เครื่องมือวัด	ระดับความลึกของการสืบทอดฯ	จำนวนเมทธอด	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์	LCOM
BrowserIORequest							
	MTOOP	1	7	85	56	10	0.65000
	JMetric	1	7	85	56	-	0.65
	JavaNCSS	-	7	118	-	-	-



รูปที่ 6.24 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5

ตารางที่ 6.12 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของเมทธอด สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 5

ชื่อเมทธอด	เครื่องมือวัด	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	V(G)	จำนวนตัวแปรเมทธอด	CBO
reloadDirectory(String)							
	MTOOP	1	9	7	6	1	3
	JMetric	1	9	7	5	1	-
	JavaNCSS	-	11	-	5	-	-

		MTOOP		JavaNCSS	
		LOC	V(G)	LOC	V(G)
1.	public void reloadDirectory(String path)	1		1	
2.	{				
3.	// because this method is called for *every* VFS update,				
4.	// we don't want to scan the tree all the time. So we				
5.	// use the following algorithm to determine if the path				
6.	// might be part of the tree:				
7.	// - if the path starts with the browser's current directory,				
8.	// we do the tree scan				
9.	// - if the browser's directory is 'favorites:' -- we have to				
10.	// do the tree scan, as every path can appear under the				
11.	// favorites list				
12.	// - if the browser's directory is 'roots:' and path is on				
13.	// the local filesystem, do a tree scan				
14.	String browserDir = browser.getDirectory();	2		2	
15.	if(browserDir.startsWith(FavoritesVFS.PROTOCOL))	3	1	3	1
16.	reloadDirectory(rootNode,path);	4		4	
17.	else if(browserDir.startsWith(FileRootsVFS.PROTOCOL))	5	2	5,6	2
18.	{				
19.	if(!MiscUtilities.isURL(path) || MiscUtilities.getProtocolOfURL(path).equals("file"))	6	3,4	7	3
20.	reloadDirectory(rootNode,path);	7		8	
21.	}				
22.	else if(path.startsWith(browserDir))	8	5+1	9,10	4+1
23.	reloadDirectory(rootNode,path);	9		11	
24.	}				
25.					

รูปที่ 6.25 ตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดและการหาค่าไซโคลเมติกของแมคเคบของเมทธอด "reloadDirectory (String)" ของเครื่องมือวัด MTOOP กับ JavaNCSS ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 5

6.2.5 ผลการทดสอบโปรแกรมที่ 6

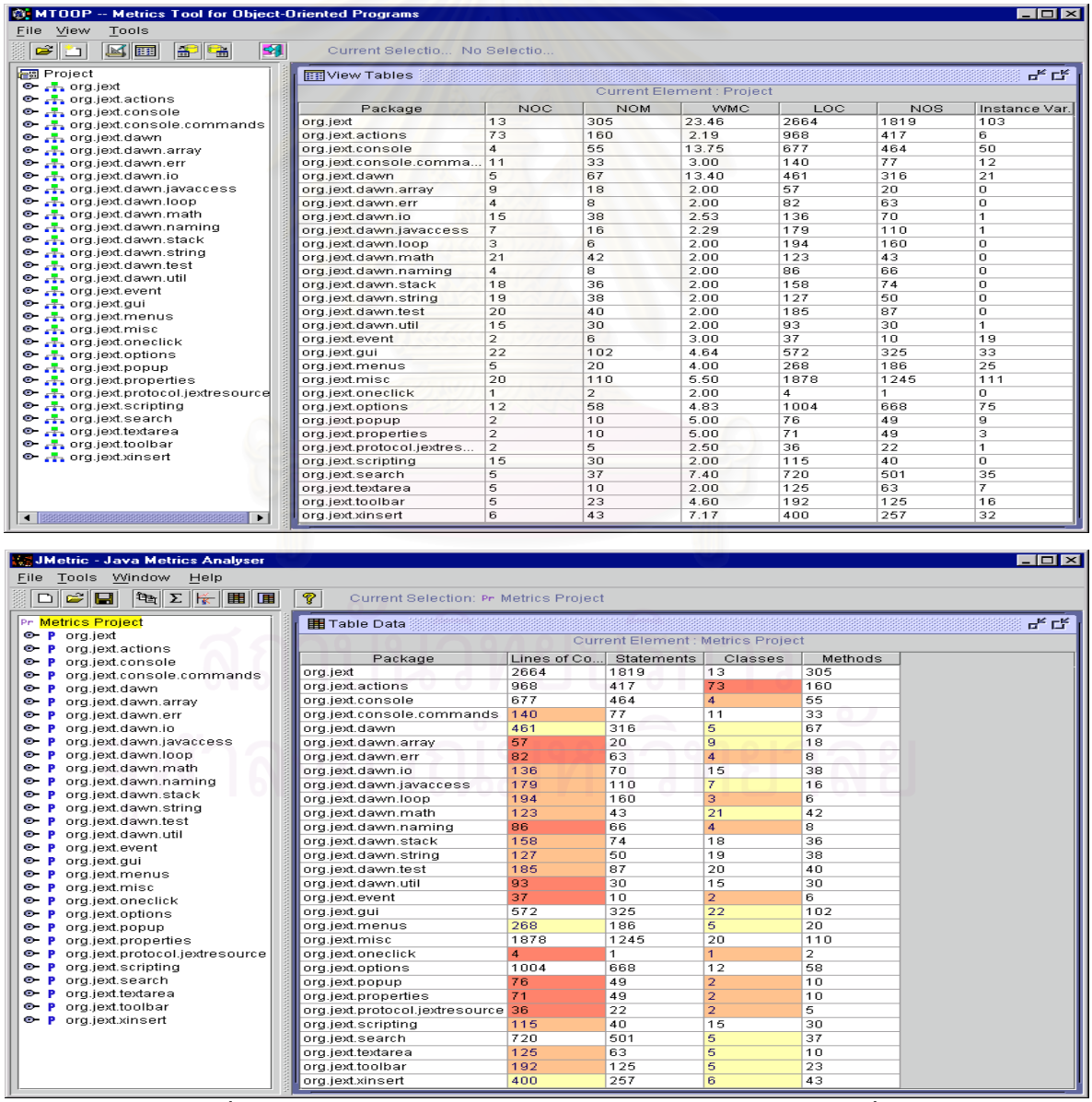
โปรแกรมต้นฉบับที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมที่ 6 มีขนาด 12 KLOC เมื่อนำโปรแกรมต้นฉบับนี้เข้าไปประมวลค่าตัววัดด้วยเครื่องมือ MTOOP, JMetric และ JavaNCSS แล้วจะได้ผลลัพธ์ของค่าตัววัดที่ได้ในแต่ละประเภท คือ

1. ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.26 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของแพ็กเกจที่ชื่อ "org.jext" ได้ดังตารางที่ 6.13 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัด JavaNCSS มีค่าไม่เท่ากัน เป็นเพราะว่า โปรแกรมทดสอบที่ 5 นี้ มีการใช้คำสั่ง else if (…) เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด
2. ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.27 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของคลาสที่ชื่อ "GUIUtilities" ได้ดังตารางที่ 6.14 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด ซึ่งมีเหตุผลเดียวกันกับการหาค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค

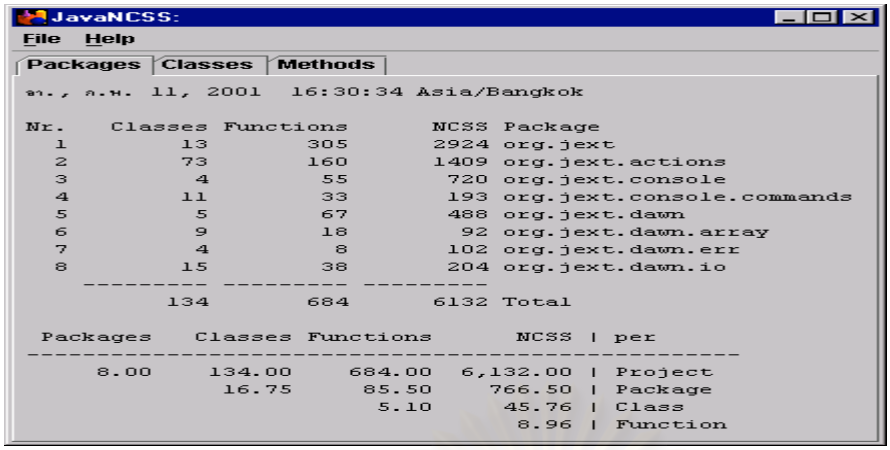
3. ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจคของแต่ละเครื่องมือวัด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 6.28 ซึ่งสามารถนำค่ามาสรุปเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบค่าของเมทธอดที่ชื่อ "loadMenu(String, boolean)" ได้ดังตารางที่ 6.15 ปรากฏว่าเครื่องมือวัด MTOOP สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้ค่าตรงกับเครื่องมือวัดอื่น ๆ ยกเว้นค่าของจำนวนบรรทัด และค่าของไซโคลเมติกของแมคเคบ มีสาเหตุดังนี้

   3.1 การนับจำนวนบรรทัด คำสั่ง else if (…) เครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 2 บรรทัด ซึ่งเครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับเป็น 1 บรรทัด

   3.2 การหาค่าของไซโคลเมติกของแมคเคบของ MTOOP ตามสูตรการคำนวณในหัวข้อ 3.4.4.4 สูตรที่ 4 จะมีการนับจำนวนโหนดของ ConditionalOrExpression() และ ConditionalAndExpression() แต่ของ JMetric และ JavaNCSS จะไม่ได้นับ นอกจากนี้ JavaNCSS จะนับจำนวนโหนดของ return() และจะไม่มีการบวกด้วย 1 ดังรูปที่ 6.29 เป็นตัวอย่างการนับจำนวนไซโคลเมติกของแมคเคบของเมทธอด " loadMenu(String,boolean)" ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 6



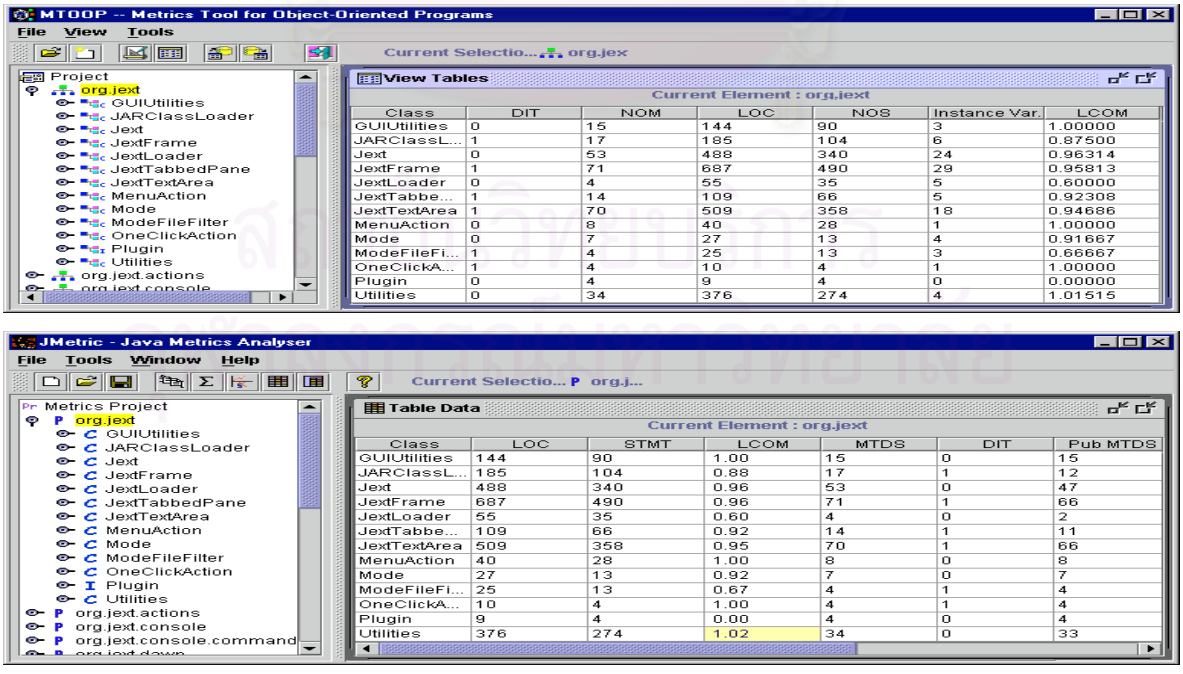
รูปที่ 6. 26 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6



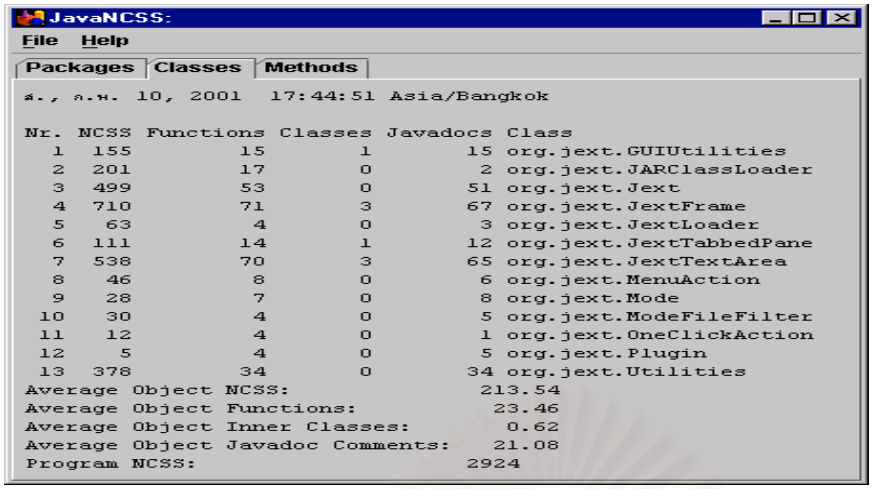
รูปที่ 6.26 ค่าตัววัดของแพ็กเกจในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6 (ต่อ)

ตารางที่ 6.13 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของแพ็กเกจ สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6

ชื่อแพ็กเกจ	เครื่องมือวัด	จำนวนคลาส	จำนวนเมทธอด	จำนวนเมทธอดต่อคลาส	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์
org.jext							
	MTOOP	13	305	23.46	2664	1819	103
	JMetric	13	305	-	2664	1819	-
	JavaNCSS	13	305	-	2924	-	-



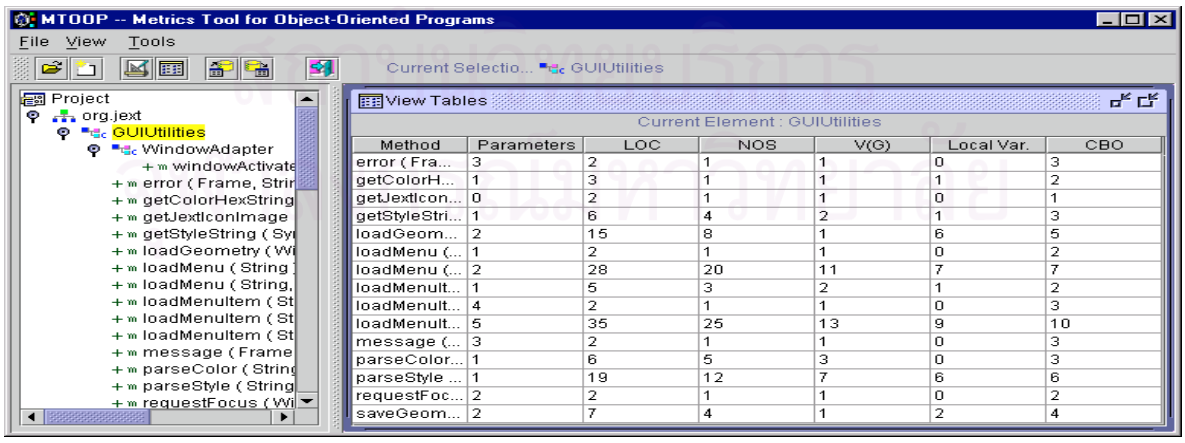
รูปที่ 6. 27 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6



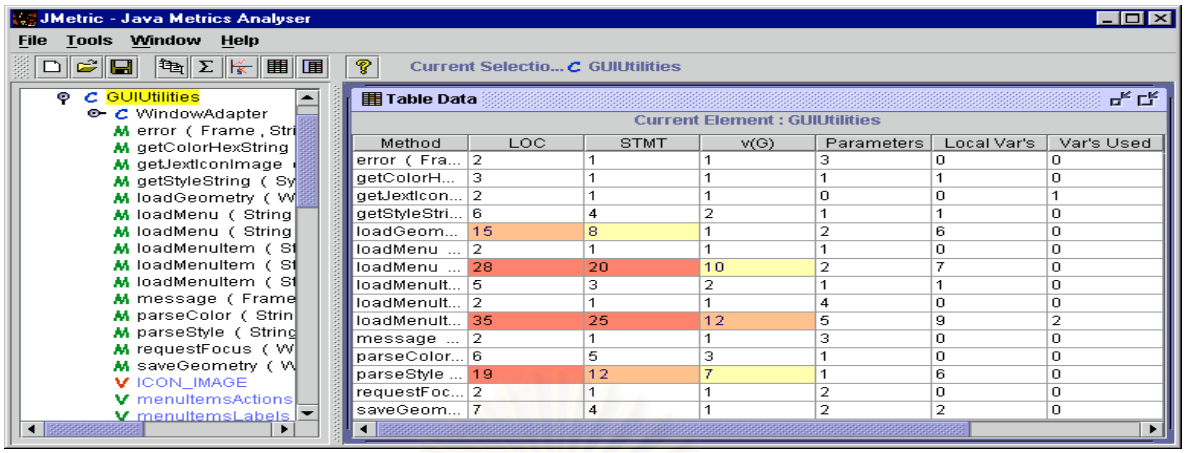
รูปที่ 6. 27 ค่าตัววัดของคลาสในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6

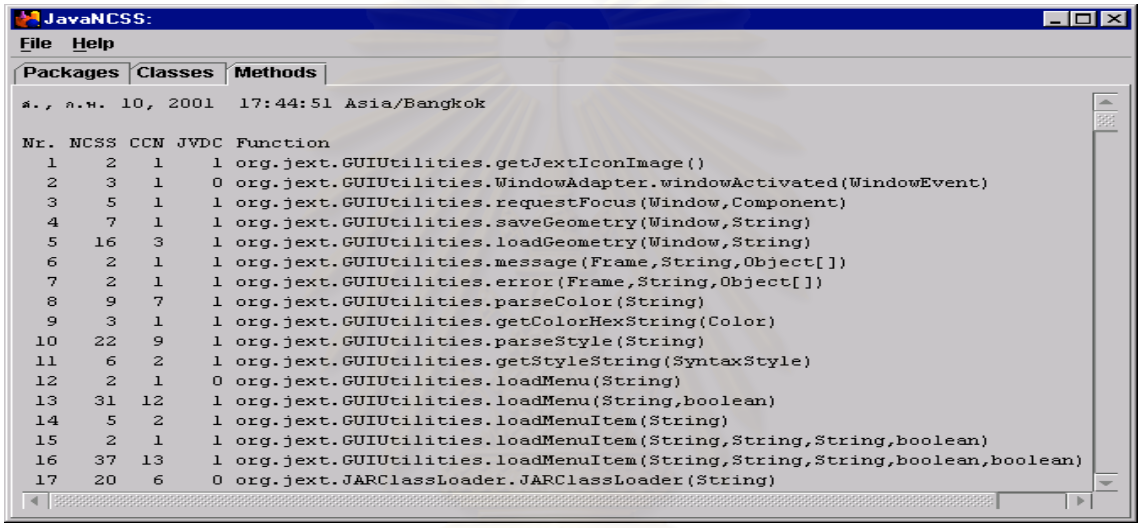
ตารางที่ 6.14 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของคลาส สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6

ชื่อคลาส	เครื่องมือวัด	ระดับความลึกของการสืบทอดฯ	จำนวนเมทธอด	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	จำนวนตัวแปรอินสแตนท์	LCOM
GUIUtilities							
	MTOOP	0	15	144	90	3	1.00000
	JMetric	0	15	144	90	-	1.00
	JavaNCSS	-	15	155	-	-	-



รูปที่ 6.28 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6





รูปที่ 6.28 ค่าตัววัดของเมทธอดในโปรเจค สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6

ตารางที่ 6.15 การเปรียบเทียบเครื่องมือวัดกับค่าตัววัดต่าง ๆ ของเมทธอด สำหรับโปรแกรมทดสอบที่ 6

ชื่อเมทธอด	เครื่องมือวัด	จำนวนพารามิเตอร์	จำนวนบรรทัด	จำนวนสเตทเมนต์	V(G)	จำนวนตัวแปรเมทธอด	CBO
loadMenu(String,boolean)							
	MTOOP	2	28	20	11	7	7
	JMetric	2	28	20	10	7	-
	JavaNCSS	-	31	-	12	-	-

		MTOOP		JavaNCSS	
		LOC	V(G)	LOC	V(G)
26.	public static JMenu loadMenu(String name, boolean isLabel)	1		1	
27.	{				
28.	if (name == null)	2	1	2	1
29.	return null;	3		3	2
30.					
31.	String label;	4		4	
32.	if (!isLabel)	5	2	5	3
33.	{				
34.	label = Jext.getProperty(name + ".label");	6		6	
35.	if (label == null)	7	3	7	4
36.	label = name;	8		8	
37.	}				
38.	else			9	
39.	label = name;	9		10	
40.					
41.	JextMenu menu;	10		11	
42.					
43.	int index = label.indexOf('$');	11		12	
44.	if (index != -1 && label.length() - index > 1)	12	4,5	13	5
45.	{				
46.	menu = new JextMenu(label.substring(0, index).concat(label.substring (++index)));	13		14	
47.	menu.setMnemonic(Character.toLowerCase(label.charAt(index)));	14		15	
48.	}				
49.	else			16	
50.	menu = new JextMenu(label);	15		17	
51.					
52.	if (isLabel)	16	6	18	6
53.	return menu;	17		19	7
54.					
55.	String menuItems = Jext.getProperty(name);	18		20	
56.	if (menuItems != null)	19	7	21	8
57.	{				
58.	StringTokenizer st = new StringTokenizer(menuItems);	20		22	
59.	while (st.hasMoreTokens())	21	8	23	9
60.	{				
61.	String menuItemName = st.nextToken();	22		24	
62.	if (menuItemName.equals("-"))	23	9	25	10
63.	menu.getPopupMenu().add(new JextMenuSeparator()); //addSeparator();	24		26	
64.	else			27	
65.	{				
66.	JMenuItem mi = loadMenuItem(menuItemName);	25		28	
67.	if (mi != null)	26	10+1	29	11
68.	menu.add(mi);	27		30	
69.	}				
70.	}				
71.	}				
72.					
73.	return menu;	28		31	12
74.	}				
75.					

รูปที่ 6.29 ตัวอย่างการนับจำนวนบรรทัดและการหาค่าไซโคลเมติกของแมคเคบของเมทธอด "loadMenu(String, boolean)" ของเครื่องมือวัด MTOOP กับ JavaNCSS ของโปรแกรมต้นฉบับทดสอบที่ 6

6.3 สรุปผลการทดสอบ

ผลการทดสอบของเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ MTOOP สามารถสรุปได้ว่าเครื่องมือวัดนี้สามารถหาค่าตัววัดต่าง ๆ ได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ และเมื่อนำค่าตัววัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าตัววัดที่ได้จากเครื่องมือวัดอื่น ๆ ที่มีใช้อยู่ในขณะนี้คือ JMetric และ JavaNCSS สามารถสรุปได้ว่าค่าตัววัดต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีค่าตรงกัน ส่วนตัววัดที่มีค่าไม่ตรงกันนั้นเป็นเพราะว่าข้อกำหนดในการหาค่าตัววัดบางอย่างไม่เหมือนกัน ได้แก่

6.3.1 การนับจำนวนบรรทัดของการประกาศตัวแปร เครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะนับจำนวนบรรทัดเท่ากับจำนวนตัวแปรที่มีการประกาศ ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะนับเป็น 1 บรรทัดถ้ามีการประกาศตัวแปรหลายตัวในบรรทัดเดียวกัน เช่น การประกาศตัวแปร int x, y, z; เครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะได้ LOC = 3 ส่วนเครื่องมือวัด JavaNCSS จะได้ LOC = 1 เป็นต้น

6.3.2 การหาค่าไซโคลเมติกของแมคเคบ เครื่องมือวัด MTOOP และ JMetric จะได้จากผลรวมของจำนวนโหนด CaseLabel() + IfStatement() + WhileStatement() + DoStatement() + ForStatement + ConditionalOrExpression() + ConditionalAndExpression() บวกด้วย 1 ในเมทธอดนั้น ๆ ส่วนเครื่องมือวัด JMetric และ JavaNCSS จะไม่นับรวมจำนวนโหนดของ ConditionalOrExpression() และ ConditionalAndExpression() เข้าไปด้วย นอกจากนี้ JavaNCSS จะนับจำนวนโหนดของ return() และถ้ามีการนับจำนวนโหนดของ return() ก็จะไม่มีการบวกด้วย 1

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบทสรุปและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย ที่ได้จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.1 บทสรุป

ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ที่มีโปรแกรมต้นฉบับเป็นภาษาจาวา เพื่อวัดขนาดและความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ ซึ่งสูตรการคำนวณค่าตัววัดต่าง ๆ ได้มาจากการรวบรวมจากผลงานวิจัยของ McCabe ซึ่งได้ออกแบบค่าวัดไซโคลเมติของแมคเคบ และ Chidamber and Kemerer ได้ออกแบบชุดของการวัดสำหรับการออกแบบเชิงวัตถุ โดยชุดของการวัดมีด้วยกัน 6 ค่าคือ จำนวนเมทธอดต่อคลาส ระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ จำนวนคลาสลูก ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ ระดับการตอบสนองต่อคลาสและระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส ส่วนการวิเคราะห์และออกแบบระบบได้ใช้ภาษายูเอ็มแอลเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบเพื่อใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวัดนี้ การออกแบบระบบได้แบ่งส่วนประกอบชุดของคลาสออกเป็น 4 แพ็กเกจคือ แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ แพ็กเกจคอมไพเลอร์ เป็นส่วนสร้างซินแท็กซ์ทรี แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด เป็นส่วนเก็บค่าคุณสมบัติและคำนวณค่าตัววัด และแพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด เป็นส่วนรวบรวมค่าตัววัดและจัดรูปแบบเพื่อส่งให้ส่วนติดต่อผู้ใช้นำไปแสดงผล ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือวัดตามที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าตัววัดได้ตามประเภทของ โปรเจค แพ็กเกจ คลาส เมทธอด และตัวแปรอินสแตนท์ และเครื่องมือวัดยังสามารถเก็บข้อมูลค่าตัววัดที่ได้บันทึกลงฐานข้อมูลได้ จากนั้นก็ได้ทำการทดสอบความสามารถของเครื่องมือวัด ซึ่งก็สามารถวัดขนาดและความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ได้ตามที่ได้ออกแบบไว้

ผู้วิจัยสามารถสรุปประโยชน์ของเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ ได้ดังต่อไปนี้

1. สามารถใช้เครื่องมือในการวัดขนาดและความซับซ้อนของซอฟต์แวร์แบบอัตโนมัติ

เมื่อผู้ใช้เลือกโปรแกรมต้นฉบับภาษาจาวาเข้าสู่ระบบ ระบบจะทำการคำนวณค่าตัววัดต่าง ๆ ให้อัตโนมัติ ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบขนาดและความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ทันทีที่ต้องการ

2. สามารถใช้เครื่องมือในการติดตามความก้าวหน้าในการพัฒนาซอฟต์แวร์

ถ้าผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้มีการประมาณขนาดและความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ เครื่องมือวัดนี้จะเป็นประโยชน์ในการช่วยติดตามความก้าวหน้าของการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ ว่าเป็นไปตามที่ได้ประมาณหรือไม่ อีกทั้งยังทำให้รู้ว่าการพัฒนาซอฟต์แวร์จะเสร็จทันตามกำหนดหรือไม่

3. สามารถใช้เครื่องมือในการเลือกปรับปรุงโปรแกรมที่มีขนาดและความซับซ้อนมาก

ถ้าผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้มีการกำหนดขนาดและความซับซ้อนของซอฟต์แวร์ เช่น จำนวนบรรทัดของแต่ละเมทธอดจะต้องมีค่าไม่เกิน 50 บรรทัด หรือค่าความซับซ้อนของไซโคลเมติกของแมคเคบจะต้องมีค่าไม่เกิน 10 เป็นต้น หลังจากใช้เครื่องมือวัดเพื่อดูค่าตัววัดแล้วพบว่ามีขนาดหรือความซับซ้อนเกินจากที่ได้กำหนดไว้ ผู้พัฒนาก็สามารถพิจารณาปรับปรุงให้มีขนาดหรือความซับซ้อนน้อยลงได้ เช่น แยกโมดูลออกเป็นโมดูลย่อย หรือลดโปรแกรมต้นฉบับที่ไม่มีความจำเป็นออกจากโปรแกรม เป็นต้น

4. สามารถใช้เครื่องมือในการประมาณขนาดและความซับซ้อนของโปรเจคถัดไป

เนื่องจากเครื่องมือวัดนี้สามารถเก็บค่าตัววัดต่าง ๆ ลงฐานข้อมูลได้ จึงสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์และใช้ในการประมาณค่าของโปรเจคถัดไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรเจคที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

7.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย ดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากเครื่องมือวัดนี้จะคำนวณและแสดงค่าตัววัดต่าง ๆ เท่านั้น ซึ่งผู้ใช้จะต้องนำค่าต่าง ๆ ไปวิเคราะห์ว่าค่าตัววัดที่ได้เกินค่าที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ดังนั้นเครื่องมือนี้จะเป็นประโยชน์มากขึ้นถ้าผู้ใช้สามารถกำหนดค่าต่าง ๆ ของตัววัดได้ และถ้าค่าวัดเกินค่าที่กำหนดอาจจะแสดงสีหรือข้อความแสดงให้รู้ว่าค่าตัววัดนั้น ๆ มีค่าเกินกว่าที่ได้กำหนดไว้
2. เนื่องจากค่าตัววัดในงานวิจัยต่าง ๆ มีเป็นจำนวนมาก แต่เครื่องมือวัดนี้ได้เลือกมาเป็นบางตัวเท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางในการหาค่าตัววัดอื่น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์หาค่าคุณสมบัติและพัฒนาซอฟต์แวร์ให้ดีขึ้นต่อไป

7.3 ผลงานตีพิมพ์

ผลงานวิจัยนี้ได้รับคัดเลือกให้ถูกตีพิมพ์ในงานสัมมนาวิชาการ NCSEC 2000 เป็นการประชุมวิชาการทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติครั้งที่ 4 "The 4th National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC 2000)" ซึ่งได้จัดขึ้นที่ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ระหว่างวันที่ 16-17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543 โดยรายละเอียดแสดงอยู่ในภาคผนวก ก.

รายการอ้างอิง

[1] Chidamber, S.R., and Kemerer, C.F. A Metrics Suite for Object-Oriented Design. IEEE Trans. Software Engineering. 20, 6, (June 1994): 476-493.

[2] Hitz, M. and Montazeri, B. Chidamber and Kemerer's Metrics Suite: A Measurement Theory Perspective. IEEE Trans. Software Engineering. 22, 4, (April 1996): 267-271.

[3] Jones, C. Applied Software Measurement: assuring productivity and quality. (NY: McGraw-Hill, 1991).

[4] Lorenz, M. and Kidd, J. Object-Oriented Software Metrics. (NJ: Prentice-Hall, 1994).

[5] McCabe, T.J. A Complexity Measure. IEEE Trans. Software Engineering. 2, 4, (December 1976): 308-320.

[6] Pressman, R.S. Software Engineering: A Practitioner's Approach 4 th ed. (NY: McGraw-Hill, 1997).

[7] Schach, S.R. Classical and Object-Oriented Software Engineering With UML and Java. 4 th ed. (NY: McGraw-Hill, 1999).

[8] Henderson-Sellers, B. Object-Oriented Metrics: Measures of Complexity. (NJ: Prentice-Hall, 1996).

[9] Watson, A.H. and McCabe, T.J. Structured Testing: A Testing Methodology Using the Cyclomatic Complexity Metric. National Institue of Standards and Technology Special Publication 500-235, 123 pages (September 1996).

[10] Rumbaug, J., Jacobson, I., Booch, G. The Unified Modeling Language Reference Manual. (MA: Addison-Wesley, 1999).

[11] Zukowski, J. Java AWT Reference. 1 st ed. (CA: O'Reilly & Associates, 1997).

[12] ธนะ นิตยฤกษ์. การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือช่วยในการทำความเข้าใจโปรแกรมภาษาจาวา (ปีการศึกษา 2541) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ผลงานตีพิมพ์

ผลงานนี้ได้ถูกตีพิมพ์ในงานสัมมนาวิชาการ NCSEC 2000 เป็นการประชุมวิชาการทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติครั้งที่ 4 "The 4th National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC 2000)" ซึ่งได้จัดขึ้นที่ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ ระหว่างวันที่ 16-17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2543

A Measurement Tool for Object-Oriented Programs

Somwang Sae-Tang
Department of Computer Engineering
Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand
E-Mail: tang42@usa.net

Pornsiri Muenchaisri
Department of Computer Engineering
Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand
E-Mail: muenchp@cp.eng.chula.ac.th

Abstract: Software measurement for object-oriented programs called MTOOP (Metrics Tool for Object-Oriented Programs) is a tool used for measuring size and complexity of Java source programs. This tool reports Line of code (LOC), Number of Method per Class, Lack of Cohesion, and McCabe's Cyclomatic Metrics etc. Software developers can use this tool to monitor the progress of software developing and analyze the complication of each method. It helps developers to select the very complicated methods to be improved and also helps system analyst to estimate size and complexity of the next projects especially the similar projects as the previous one. This tool starts the process by reading and transforming source programs into the syntax tree. Then it traverses the tree to collect the program's attributes and computes the metrics to display on the output screen.
Key words: size, complexity, Measurement, Metrics, Object-Oriented Program, method, Lack of Cohesion, McCabe's Cyclomatic Metrics

1. บทนำ

แม้ว่าปัจจุบันนี้จะมีเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์และวิธีการใหม่ ๆ มากมายมาช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์ แต่การพัฒนาซอฟต์แวร์ยังคงประสบปัญหาต่างๆ เหล่านี้ เช่น การพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาไม่เป็นไปตามกำหนด ต้องลงทุนมากกว่าที่ได้ตั้งเอาไว้ ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาได้มีคุณภาพต่ำไม่ตรงตามความต้องการและไม่เป็นที่พอใจของผู้ใช้งาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่าผู้พัฒนาไม่มีการใช้เครื่องมือวัดซอฟต์แวร์ในการควบคุมและติดตามความก้าวหน้าของการพัฒนาซอฟต์แวร์ หรือผู้พัฒนาไม่ได้นำค่าวัดจากโครงงานในอดีตมาช่วยในการประมาณค่าสำหรับโครงงานปัจจุบันและโครงงานในอนาคต ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการวัด (measurement) ซอฟต์แวร์ ที่มีความจำเป็นมากสำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์ การวัดช่วยในการวางแผน การประมาณ การควบคุมโครงการ ช่วยปรับปรุงคุณภาพของซอฟต์แวร์ให้ดีขึ้นและช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินงานต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้จากการรวบรวมผลงานวิจัยของ McCabe และ Chidamber and Kemerer โดย McCabe ได้ออกแบบค่าวัดไซโคลแมติกของแมคเคบ (Cyclomatic Complexity metric V(G)) [3] Chidamber and Kemerer ออกแบบชุดของการวัดสำหรับการออกแบบเชิงวัตถุ (Object-Oriented Design) โดยชุดของการวัดนี้มีด้วยกัน 6 ค่าคือ จำนวนเมทธอดต่อคลาส (Weighted Methods per Class: WMC) ระดับความลึกของแผนภูมิแสดงการสืบทอดคุณสมบัติ (Depth of the Inheritance Tree : DIT) จำนวนคลาสลูก (Number Of Children : NOC) ขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ (Coupling Between Objects : CBO) ระดับการตอบสนองต่อคลาส (Response for a Class : RFC) และระดับของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส (Lack of Cohesion of Methods : LCOM) [1, 2, 4]

3. การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ MTOOP

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ MTOOP ด้วยโมเดลการใช้งาน(Use Case Modeling) และโมเดลของคลาส (Class Modeling) ดังต่อไปนี้

3.1 โมเดลการใช้งาน (Use Case Modeling)

ผู้ใช้สามารถใช้งานและติดต่อกับเครื่องมือนี้ได้ 3 กรณี คือผู้ใช้สามารถกำหนดซอร์สโปรแกรมภาษาจาวาที่ต้องการหาค่าตัววัด ผู้ใช้สามารถดูค่าวัดแยกตามโปรเจค แพ็คเก็จ คลาส เมทธอด ตัวแปรและผู้ใช้สามารถดูค่าวัดในรูปของตารางสำหรับคลาสและสำหรับเมทธอด การที่ผู้ใช้จะสามารถดูค่าวัดต่าง ๆ เหล่านี้ได้จะต้องมีการคำนวณค่าวัดก่อน การคำนวณค่าวัดนี้จะต้องอาศัยการแปลงซอร์สโปรแกรมเป็นแผนภูมิต้นไม้แล้วเก็บข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ

3.2 โมเดลของคลาส (Class Modeling)

โมเดลของคลาสสามารถแบ่งออกเป็น 4 แพ็กเกจหลักคือ แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ (UI) แพ็กเกจคอมไพล์เลอร์ (Compiler) เป็นส่วนสร้างซินแท็กซ์ทรี แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด (Collection) เป็นส่วนเก็บค่าคุณสมบัติและคำนวณค่าตัววัด และแพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด (Presenter) เป็นส่วนรวบรวมค่าตัววัดและจัดรูปแบบเพื่อส่งให้ส่วนติดต่อผู้ใช้ นำไปแสดงผล

4. การพัฒนาเครื่องมือ MTOOP

ผู้วิจัยได้พัฒนาตามที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าตัววัดต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 5 ประเภทคือ

4.1 ค่าตัววัดของโปรเจค

ค่าตัววัดของโปรเจค ได้แก่ จำนวนแพ็กเกจ จำนวนคลาส จำนวนเมทธอด จำนวนเมทธอดต่อคลาส จำนวนบรรทัด และจำนวนตัวแปรคลาส

4.2 ค่าตัววัดของแพ็กเกจ

ค่าตัววัดของแพ็กเกจ ได้แก่ จำนวนคลาส จำนวนเมทธอด จำนวนเมทธอดต่อคลาส จำนวนบรรทัด และจำนวนตัวแปรคลาส

4.3 ค่าตัววัดของคลาส

ค่าตัววัดของคลาส ได้แก่ จำนวนเมทธอด จำนวนบรรทัด จำนวนตัวแปรคลาส และค่าของการขาดความสัมพันธ์ภายในคลาส

4.4 ค่าตัววัดของเมทธอด

ค่าตัววัดของเมทธอด ได้แก่ จำนวนพารามิเตอร์ จำนวนบรรทัด จำนวนตัวแปรเมทธอด และค่าวัดไซโคลเมติกของแมคเคบ

4.5 ค่าตัววัดของตัวแปรคลาส

ค่าตัววัดของตัวแปรคลาส ได้แก่ จำนวนครั้งที่ตัวแปรคลาสถูกเรียกใช้ และจำนวนเมทธอดที่เรียกใช้ตัวแปรคลาส

5. สรุป

ผู้วิจัยได้เสนอวิธีการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมเชิงวัตถุที่เป็นภาษาจาวา ซึ่งขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบได้แบ่งส่วนประกอบออกเป็น 4 แพ็กเกจคือ แพ็กเกจส่วนติดต่อผู้ใช้ แพ็กเกจคอมไพล์เลอร์ แพ็กเกจคำนวณค่าตัววัด และแพ็กเกจจัดรูปแบบการแสดงผลค่าตัววัด ในขั้นตอนการพัฒนา ผู้วิจัยได้พัฒนาตามที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าตัววัดได้ตามประเภทของ โปรเจค แพ็กเกจ คลาส เมทธอด และตัวแปรคลาส งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาหาค่าตัววัดที่นอกเหนือจากในบทวิจัยนี้เช่น คำนวณค่าตัววัดขนาดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ (Coupling Between Object : CBO) และให้สามารถเก็บค่าตัววัดที่ได้จัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ ประมาณขนาดและความซับซ้อนของโครงงานอื่น ๆ เป็นต้น

6. หนังสืออ้างอิง

[1] Chidamber S. R. and Kemerer C. F., *"A Metrics Suite for Object-Oriented Design,"* IEEE Trans. Software Engineering, vol. 20, no. 6: pp. 476-493, June 1994.

[2] Hitz M. and Montazeri B., *"Chidamber and Kemerer's Metrics Suite: A Measurement Theory Perspective,"* IEEE Trans. Software Engineering, vol. 22, no. 4: pp. 267-271, April 1996.

[3] McCabe T. J., *"A Complexity Measure,"* IEEE Trans. Software Engineering, vol. 2, no. 4: pp. 308-320, December 1976.

[4] Pressman R. S., Software Engineering: A Practitioner's Approach 4th edition, McGraw-Hill, 1997.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสมหวัง แซ่ตั้ง เกิดเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2514 ที่จังหวัดอุทัยธานี สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อปีการศึกษา 2536 หลังจากนั้นได้ทำงานในบริษัท รอยเตอร์ (ประเทศไทย) จำกัด จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2544) และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540