# ระบบสำหรับการทดสอบเงื่อนไขในแคมเปญการตลาด
# A System for Conditions Testing in Marketing Campaign

*ฤกษ์ระวี พันธ์ลุกา (Roekrawee Panluka)[1] และประภาส จงสถิตย์วัฒนา (Prabhas Chongstitvatana )[2]*

*[1]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

*[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*

*Roekrawee.P@student.chula.ac.th, Prabhas.C@chula.ac.th*

**บทคัดย่อ**

*บทความนี้เสนอเครื่องมือสำหรับการสร้างแบบทดสอบสำหรับภาษา SQL ที่ได้จากการสร้างแคมเปญทางการตลาดโดยซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญ ซึ่งปัจจุบันวิธีการที่ใช้สำหรับทดสอบคือวิธีแบบ Black-Box โดยการนำข้อมูลที่มีอยู่มาทดสอบผ่านเงื่อนไขของแคมเปญและวิเคราะห์จากจำนวนผลลัพธ์ที่ได้ออกมาโดยไม่สนใจว่าแต่ละผลลัพธ์ที่ได้มานั้นมีลักษณะข้อมูลเป็นอย่างไรและผ่านเงื่อนไขทุกกรณีที่เกิดขึ้นหรือไม่ โดยข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในปัจจุบันจะเกิดจากส่วนของเงื่อนไขของแคมเปญที่มีการกำหนดได้ไม่ครอบคลุมตามความต้องการ จากปัญหานี้จึงแก้ปัญหาด้วยการสร้างเครื่องมือซึ่งมีวิธีการทดสอบแบบ White-Box มาทดสอบเพิ่มเติมเพื่อให้เห็นว่ามีลักษณะข้อมูลแบบต่าง ๆ ที่ผ่านเงื่อนไขของการสร้างแคมเปญ ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างกรณีการทดสอบนี้เป็นเพียงการนำเสนอลักษณะของโครงสร้างข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์เงื่อนไขที่ได้จากการสร้างแคมเปญ ซึ่งจะช่วยทำให้ผู้ใช้เห็นโครงสร้างของข้อมูลที่ใช้ทดสอบผ่านเงื่อนไขของแคมเปญที่กำหนดไว้เพียงเท่านั้น*

***คำสำคัญ:*** *การทดสอบ กรณีการทดสอบ เอสคิวแอล*

**Abstract**

*This work proposed a tool for testing SQL statements that are generated from Marketing Campaign requirement. Currently, the test is done via Black Box testing which use the existing data to compare with the conditions of the campaign without analyzing the form of the results. The error from the existing method arises from the conditions of the campaign that do not cover the requirement. To improve the testing, White Box testing is introduced. It includes the checking for the form of the results. The result of this work is the form of the testing clauses of SQL statements which allows testers to see the conditions clearly.*

**Keyword**: Testing, Test Case, SQL

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการซอฟต์แวร์ประยุกต์เริ่มมีบทบาทในการนำมาใช้งานในภาคธุรกิจมากขึ้น เพราะช่วยในการอำนวยความสะดวกในการทำงานมากยิ่งขึ้น ซึ่งซอฟต์แวร์ที่งานวิจัยนี้ให้ความสนใจคือซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญ โดยเป็นตัวช่วยในการสร้างแคมเปญทางการตลาด และจัดเก็บข้อมูลของผู้เข้าร่วมแคมเปญตามเงื่อนไขที่สร้างไว้ โดยในการสร้างเงื่อนไขนั้นสามารถดูรายละเอียดของเงื่อนไขในรูปแบบภาษาเอสคิวแอลได้ และปัญหาที่พบจากการสร้างแคมเปญคือเงื่อนไขที่มีการกำหนดที่ผิดไป โดยการทดสอบด้วยวิธี Black-Box จะไม่พบข้อผิดพลาดนี้หรือพบได้น้อยมาก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแนวทางการสร้างกรณีการทดสอบ และการสร้างเครื่องมือสำหรับทดสอบภาษาเอสคิวแอล พบว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการสร้างเครื่องมือการทดสอบภาษาเอสคิวแอลที่ได้จากการสร้างแคมเปญ โดยเน้นการวิเคราะห์เงื่อนไขตรรกะที่ใช้ออกแคมเปญเป็นส่วนสำคัญ เพื่อสร้างกรณีการทดสอบของแคมเปญที่เป็นไปตามเงื่อนไข ทำให้พบข้อบกพร่องที่อาจจะทำให้แคมเปญเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาบนฐานข้อมูลออราเคิล และไม่คำนึงถึงฟังก์ชั่นการทำงานพิเศษสำหรับภาษาเอสคิวแอล

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การทดสอบซอฟต์แวร์

การทดสอบซอฟต์แวร์ [1] หมายถึง กระบวนการที่ใช้ตรวจสอบว่าซอฟต์แวร์ที่จัดทำขึ้นมาเป็นไปตามความต้องการหรือเพื่อที่จะระบุความแตกต่างระหว่างผลลัพธ์ที่คาดหวังกับผลลัพธ์ที่ได้จริงจากซอฟต์แวร์ โดยสามารถทำการได้ทั้งการทำด้วยมือ หรือการทำโดยอัตโนมัติ

เป้าหมายของการทดสอบซอฟต์แวร์คือ สามารถป้องกันความผิดพลาด ที่เกิดขึ้นกับซอฟต์แวร์ได้ สามารถบอกได้ว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นจะส่งผลกระทบต่อซอฟต์แวร์อย่างไร ถ้าไม่สามารถป้องกันความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ การทดสอบควรจะบอกแนวทางแก้ไขที่ชัดเจน

กรณีทดสอบแบบชั้นสมมูล (Equivalence Class) ซึ่ง [2,7] การทำชั้นสมมูลนั้นสามารถแบ่งสมาชิกของเซตได้มากกว่าหนึ่งชั้น และแต่ละชั้นจะมีความสัมพันธ์กัน โดยการทำกรณีทดสอบจะทำการแบ่งข้อมูลของตัวแปรออกเป็นช่วงที่เรียกว่าชั้นสมมูล (Equivalence Class) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการกาหนดชั้นสมมูล คือ ข้อมูลของตัวแปรเป็นค่าคงที่ ค่าเซต หรือค่าตรรกะ จะได้หนึ่งชั้นสมมูลที่ถูกต้อง (valid) และหนึ่งชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง (invalid) ส่วนข้อมูลของตัวแปรที่เป็นค่าช่วง จะได้หนึ่งชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และสองชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง ตามตัวอย่างในตารางที่ 1 ได้มีการแบ่งชั้นสมมูลของตัวแปร Age ภายใต้เงื่อนไข 18 <= Age <= 30 โดยสามารถแบ่งชั้นสมมูลออกมาได้เป็น 3 ชั้น ซึ่งแต่และชั้นมีความสัมพันธ์คืออยู่ภายใต้ค่าของตัวแปร Age

**ตารางที่ 1 :**ตัวอย่างชั้นสมมูลที่สามารถแบ่งได้

| No | Equivalence Class | Value | Type |
|---|---|---|---|
| 1 | *18<=Age* <= 30 | 20 | Valid |
| 2 | *Age* < 18 | 17 | Invalid |
| 3 | *Age >30* | 31 | Invalid |

โดยการสร้างกรณีทดสอบสำหรับชั้นสมมูล [3] ทำได้ 4 วิธี คือ

1. การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบวีคนอร์มอล (Weak Normal Equivalence Class Testing)

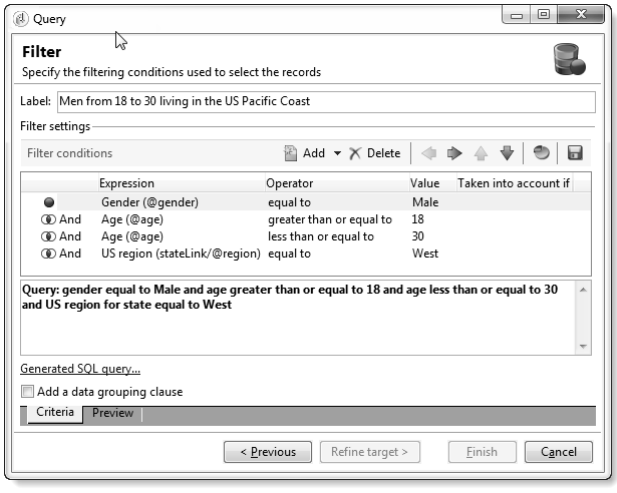
2. การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล (Strong Normal Equivalence Class Testing)

3. การทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบ วีคโรบัส (Weak Robust Equivalence Class Testing)

4. การทดสอบ โดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองโรบัส (Strong Robust Equivalence Class Testing)

### 2.2 ซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญ (Campaign Management Software)

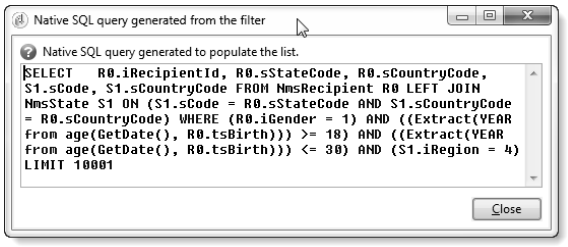
ซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการจัดการแคมเปญให้เป็นไปตามความต้องการฝ่ายการตลาดกับกลุ่มลูกค้าเพื่อให้ได้เป้าหมายที่ต้องการ โดยจะมีการออกสื่อเพื่อชักชวนลูกค้าให้ร่วมแคมเปญนั้น ๆ โดยในการสร้างแคมเปญแต่ละครั้งต้องมีการวางแผนสำหรับแคมเปญมาก่อน เพราะแต่ละแคมเปญที่จะออกไปมักมีเป้าหมายที่แตกต่างกันไป จากนั้นจึงมีการสร้างแคมเปญให้เป็นไปตามความต้องการตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งการสร้างเงื่อนไขแคมเปญในซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับภาษาเอสคิวแอล (SQL) และสามารถสร้างเงื่อนไขของแคมเปญให้อยู่ในรูปแบบของภาษาเอสคิวแอลได้ โดยความสัมพันธ์ของข้อมูลในตารางที่นำมาใช้จะถูกกำหนดตั้งแต่แรกเริ่มแล้ว ผู้ใช้มีหน้าที่เพียงใส่เงื่อนไขตามที่ต้องการลงไปเท่านั้น จากภาพที่ 1 แสดงให้




**ภาพที่ 1:** ตัวอย่างซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญอะโดบี (Adobe Campaign) [4]

เห็นส่วนของการกำหนดเงื่อนไขแคมเปญของโปรแกรมอะโดบี แคมเปญ ที่สนใจกลุ่มเพศชายที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปี ถึง 30 ปี

และมีภูมิภาคทางทิศตะวันตกของสหรัฐอเมริกา ซอฟต์แวร์นี้สามารถสร้างเงื่อนไขที่กำหนดให้อยู่ในรูปแบบของภาษาเอสคิวแอลได้ เพื่อนำคำสั่งนี้ไปตรวจสอบกับฐานข้อมูล ดังภาพที่ 2 ที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของภาษาเอสคิวแอลที่จากการสร้างเงื่อนไขทางแคมเปญ




**ภาพที่ 2**: ตัวอย่างคำสั่งเอสคิวแอลที่จากการสร้างแคมเปญโดยซอฟต์แวร์การจัดการแคมเปญอะโดบี (Adobe Campaign) [4]

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. Automated SQL Query Generation for Systematic Testing of Database Engines [5] งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการสร้างเครื่องมือ Alloy ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการทดสอบภาษาเอสคิวแอล โดยมีการสร้างไวยากรณ์สำหรับวิเคราะห์ภาษาเอสคิวแอลในรูปแบบคำสั่ง SELECT โดยโครงสร้างของภาษาเป็นไปตามภาพที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นการวิเคราะห์ภาษาออกไปส่วนคำสั่งต่างตามนี้

```
QUERY ::= SELECT FROM WHERE GROUP_BY HAVING
SELECT ::= 'SELECT' selectTerm+
selectTerm :: term | aggregate(term)
FROM ::= 'FROM' (table | table JOIN table)
WHERE ::= 'WHERE' term operator (term | value)
GROUP_BY ::= 'GROUP BY' term
HAVING ::= 'HAVING' term operator value
aggregate ::= 'MAX' | 'MIN' | 'AVG' | 'COUNT'
operator ::= '<' | '<=' | '>' | '>=' | '='
```

**ภาพที่ 3**: ไวยากรณ์ที่ใช้วิเคราะห์คำสั่ง SQL

โดยผู้วิจัยได้เพิ่มวิธีการวิเคราะห์ไวยากรณ์ทางภาษาจากงานวิจัยนี้ โดยเพิ่มส่วนการวิเคราะห์ไวยากรณ์ส่วนของตรรกะของเงื่อนไขคำสั่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างเงื่อนไขในการจัดทำแคมเปญ

2. งานวิจัย Database State Generation via Dynamic Symbolic Execution for Coverage Criteria [6] งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการสร้างฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติเพื่อลดการทำงานของมนุษย์ โดยใช้วิธีการขอบเขตข้อมูลที่ครอบคลุม (Boundary Value Coverage) ความครอบคลุมของตรรกะ (Logical Coverage) และใช้ Correlated Active Clause Coverage ซึ่งประยุกต์มาจาก Modified Condition/Decision Coverage (MC/DC) เพื่อจะให้ทุกเงื่อนไขถูกทดสอบด้วยเครื่องมือ DES สำหรับ .NET โดยมีการทดสอบทุกตัวดำเนินการ (=, <>, >, >=, <, <=,IN, NOT IN) ซึ่งจากการทดสอบพบว่าสามารถทดสอบได้ครอบคลุมในกรณีที่มีเงื่อนไขที่ไม่ซับซ้อนมาก จากงานวิจัยนี้สามารถนำวิธีการที่ใช้ทดสอบตัวดำเนินการมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ได้

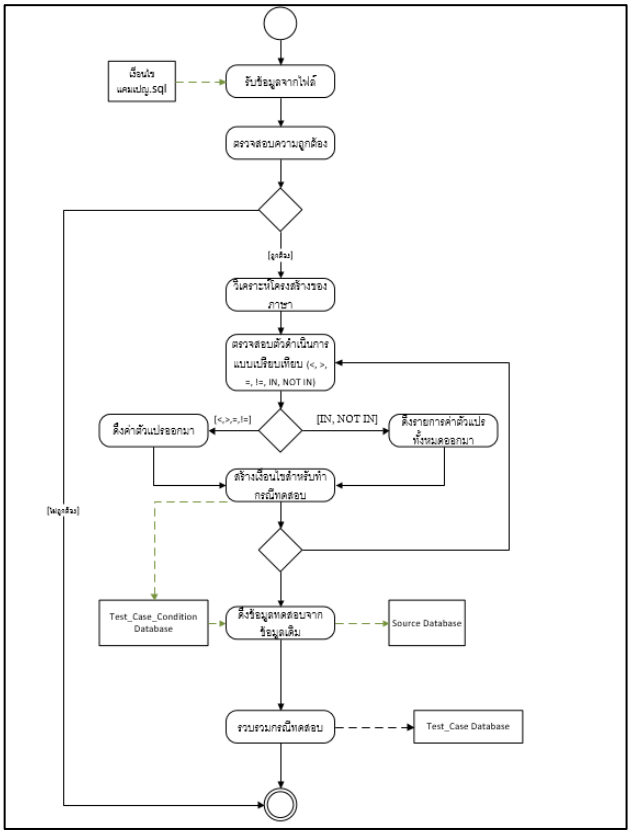
3. การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ [7] งานวิจัยนี้เสนอแนวทางในการหาค่าตัวแปรที่จะนำมาทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วยวิธีการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล (Equivalence Class Testing) โดยการทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลเป็นวิธีการทดสอบเพื่อตรวจหาข้อผิดพลาด โดยนำข้อมูลมาจัดกลุ่ม และแบ่งข้อมูลออกเป็นช่วงที่เรียกว่าชั้นสมมูล (Equivalence Class) ซึ่งมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดชั้นสมมูล คือ ข้อมูลเป็นค่าคงที่ ค่าเซต หรือค่าตรรกะ จะได้หนึ่งชั้นสมมูลที่ถูกต้อง (valid) และหนึ่งชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง (invalid) ส่วนข้อมูลเป็นค่าช่วง จะได้หนึ่งชั้นสมมูลที่ถูกต้อง และสองชั้นสมมูลที่ไม่ถูกต้อง และวิธีการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Testing) โดยการทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต เป็นวิธีการทดสอบโดยยึดหลักว่าข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นมักจะเกิดใกล้ ๆ กับค่าขอบเขตของตัวแปรนำเข้า ซึ่งวิธีการนี้ทำงานได้ดีกับตัวแปรที่มีความเป็นอิสระต่อกัน และมีค่าเป็นช่วงที่ชัดเจน วิธีการนี้จะมีการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของตัวแปรนำเข้า ซึ่งสามารถหาช่วงของตัวแปรที่ครอบคลุมเงื่อนไขที่มีการเปลี่ยนแปลง

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.1 กรอบแนวความคิด

การสร้างแบบกรณีการทดสอบจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยกรอบการทำงานของเครื่องมือการทดสอบนี้จะเป็นไปตามภาพที่ 4 ซึ่งเป็นแผนภาพกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการทำงานของเครื่องมือโดยเริ่มจากการวิเคราะห์เอกสารตั้งต้นที่มีนามสกุลเป็นเอสคิวแอล

ที่มีความถูกต้องสามารถประมวลผลได้ จึงนำไปวิเคราะห์ส่วนของโครงสร้างของภาษาเอสคิวแอลเพิ่มเติม เพื่อหาคอลัมน์ที่มีการเรียกใช้งานของแต่ละตารางและหาตัวดำเนินการทางตรรกะเพื่อนำมาวิเคราะห์การหาค่าของตัวแปรเพื่อนำไปสร้างกรณีการทดสอบ จากนั้นจึงสร้างกรณีการทดสอบตามขั้นตอนวิธีที่ได้กำหนดไว้




**ภาพที่ 4**: แผนภาพกิจกรรมแสดงการทำงานของเครื่องมือการสร้างแบบทดสอบจากเงื่อนไขของแคมเปญ

### 3.2 วิเคราะห์โครงสร้างไวยากรณ์ของภาษาเอสคิวแอล [8]

โครงสร้างหลักที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือภาษาเอสคิวแอล (SQL) จึงต้องมีการวิเคราะห์รูปแบบของภาษาเพื่อหาตาราง, คอลัมน์ และค่าของข้อมูลที่นำมาใช้งานสำหรับการออกแคมเปญ โดยโครงสร้างที่นำมาวิเคราะห์จะเป็นไปตามรูปแบบภาพที่ 3 ซึ่งแสดงส่วนของไวยากรณ์ตรรกะศาสตร์ทางภาษาเอสคิวแอลจากรูปแบบคำสั่ง SELECT

```
<clause> := <expr> | EOF
<expr> := <term> <exprs>
<exprs> := <logic> <term> <exprs> | NIL
<logic> := AND | OR
<term> := <bop> | FUN ( IDEN ) <bop> |
( <expr> )
<bop> :=
        = <value> | <> <value> |
        < <value> | <= <value> |
        > <value> | >= <value> |
        LIKE 'STRING' |
        BETWEEN <value> AND <value> |
        IN <vlist> |
        IS <isnull> |
        NOT <xop>

<xop> :=
        LIKE 'STRING' |
        BETWEEN <value> AND <value> |
        IN <list>

<value> := NUMBER | 'STRING' | FUN <list>
<isnull> := NULL | NOT NULL
<list> := ( <value> <values>
<values> := , <value> <values> | )
```

**ภาพที่ 5**: ไวยากรณ์ที่ใช้พิจารณาตรรกะของคำสั่ง SQL

โดยชุดคำสั่งที่ได้จากการสร้างแคมเปญจะมีเงื่อนไขแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละตารางที่คงที่อยู่แล้ว จึงสามารถตัดการวิเคราะห์ในส่วนนี้ได้เลย โดยจะเริ่มทำการวิเคราะห์จากส่วนที่มีการกำหนดเงื่อนไขของแคมเปญซึ่งเป็นส่วนตรรกะในโครงสร้างของภาษาเอสคิวแอล ยกตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลจากชุดคำสั่งตั้งต้นในภาพที่ 6

```
((table1.amount >= 500
and table1.currency_cd = '764')
or (table1.amount >= 10000
and table1.currency_cd <> '764'))
```

**ภาพที่** 6: ชุดคำสั่งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์

จะได้รูปแบบของโครงสร้างของภาษาเอสคิวแอลตามตารางที่ 2 ดังนี้

**ตารางที่ 2:** ผลลัพธ์ที่จากการวิเคราะห์ไวยากรณ์ของภาษาเอสคิวแอล

| Label | Value |
|---|---|
| *LB* | *(* |
| *logic* | *or* |
| *LB* | *(* |
| *logic* | *and* |
| *name* | *table1.amount* |
| *op* | *>=* |
| *value* | *500* |
| *name* | *table1.currency_cd* |
| *op* | *=* |
| *value* | *'764'* |
| *RB* | *)* |
| *LB* | *(* |
| *logic* | *and* |
| *name* | *table1.amount* |
| *op* | *>=* |
| *value* | *10000* |
| *name* | *table1.currency_cd* |
| *op* | *<>* |
| *value* | *'764'* |
| *RB* | *)* |
| *RB* | *)* |

### 3.3 วิเคราะห์หาค่าของตัวแปร

วิเคราะห์หาค่าตัวแปรจากการทำชั้นสมมูล (Equivalence Class) เพื่อหาช่วงของข้อมูลที่จะครอบคลุมตัวแปรซึ่งช่วยลดกรณีการทดสอบ โดยจากการวิเคราะห์ข้อมูลของตัวแปรจากค่าจริงที่มี จากนั้นจึงสุ่มหาค่าเท็จจากข้อมูลของตัวแปรที่มี ซึ่งจากชุดคำสั่งตามภาพที่ 6 ภายใต้เงื่อนไขคำสั่งเอสคิวแอลค่าของ table1.amount ได้แบ่งชั้นสมมูลออกเป็น 2 ชั้นคือ table1.amount >= 500 และ table1.amount >= 1000 ซึ่งทั้ง 2 ชั้นถูกกำหนมาอยู่แล้ว จึงถือทั้งสองชั้นเป็นชั้นที่ถูกต้อง (Valid) เมื่อได้ชั้นที่ถูกต้องแล้วจะทำการหาชั้นที่ไม่ถูกต้องจากทั้งสองชั้น ซึ่งจะได้ชั้น table1.amount < 500 เป็นชั้นที่ไม่ถูกต้อง (Invalid) ของทั้งสองชั้นพอดี และใช้วิธีการนี้หาชั้นที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องของ table1.currency_cd ได้เหมือนกัน โดยสามารถแบ่งค่าตามชั้นสมมูลแต่ละตัวแปร และค่าตามชั้นสมมูลตามตารางที่ 3 ดังนี้

**ตารางที่ 3:** ผลลัพธ์ที่จากการวิเคราะห์ไวยากรณ์ของภาษาเอสคิวแอล

| Column | No | Equivalence Class | Value | Type |
|---|---|---|---|---|
| *table1.amount* | 1 | *Amount* >= 500 | 500 | V |
| | 2 | *Amount* >= 10000 | 10000 | V |
| | 3 | *Amount* < 500 | 499 | I |
| *table1.currency_cd* | 1 | *currency_cd* = '764' | '764' | V |
| | 2 | *currency_cd* <> '764' | '765' | V |
| | 3 | *currency_cd* = '763' | '763' | I |

จากตารางจะพบว่าค่าของ Type มีด้วยกัน 2 ค่า โดยมีความหมายดังนี้

V = ค่าของตัวแปรนี้ถูกต้อง (Valid)

I = ค่าของตัวแปรนี้ไม่ถูกต้อง (Invalid)

### 3.4 การสร้างกรณีทดสอบ

วิธีการสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูล เริ่มด้วยการนำค่าจากชั้นสมมูลที่ผ่านการวิเคราะห์แล้ว มาสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ชั้นสมมูลแบบสตรองนอร์มอล (Strong Normal Equivalence Class Testing) สามารถสร้างกรณีการทดสอบได้ผลตามภาพที่ 7 ดังนี้

**Test Case**
**Campaign ID** : CM-Test-001

| Test ID | No | Column Name | Value | Expected Result |
|---|---|---|---|---|
| 001 | 1 | *table1.amount* | 500 | Valid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '764' | |
| 002 | 1 | *table1.amount* | 500 | Invalid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '765' | |
| 003 | 1 | *table1.amount* | 500 | Invalid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '763' | |
| 004 | 1 | *table1.amount* | 10000 | Invalid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '764' | |
| 005 | 1 | *table1.amount* | 10000 | Valid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '765' | |
| 006 | 1 | *table1.amount* | 10000 | Valid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '763' | |
| 007 | 1 | *table1.amount* | 499 | Invalid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '764' | |
| 008 | 1 | *table1.amount* | 499 | Invalid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '765' | |
| 009 | 1 | *table1.amount* | 499 | Invalid |
| | 2 | *table1.currency_cd* | '763' | |

**ภาพที่** 7: ตัวอย่างกรณีทดสอบ

## 4. อภิปรายผล

จากการสร้างกรณีการทดสอบจะช่วยให้เห็นโครงสร้างของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เงื่อนไขที่อาจจะเกิดขึ้นของแคมเปญทำให้เห็นลักษณะข้อมูลที่ควรจะนำมาทดสอบกับเงื่อนไขของแคมเปญที่ละเอียดขึ้น จากเดิมที่มีการทดสอบโดยดูจากจำนวนของข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไขแคมเปญเพียงเท่านั้น แต่บางกรณีเมื่อนำค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบจากกรณีการทดสอบไปหาข้อมูลบนฐานข้อมูลที่มีอยู่ พบว่าไม่มีข้อมูลบนฐานข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลที่ไม่ปรากฏบนฐานข้อมูล หรือฐานข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้อาจมีข้อมูลที่ไม่เพียงพอ

## 5. สรุป

จากงานวิจัยในครั้งนี้เป็นการหาโครงสร้างของข้อมูลที่อาจจะเกิดขึ้นจากเงื่อนไขของแคมเปญด้วยวิธีการทดสอบแบบ White-Box แต่ในการวิเคราะห์เงื่อนไขของแคมเปญนั้นยังพบข้อบกพร่องและยังไม่รองรับการทำงานของฟังก์ชั่นพิเศษต่าง ๆ ในภาษาเอสคิวแอลได้ ซึ่งทางผู้วิจัยจะนำข้อจำกัดนี้ไปเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป เพื่อใช้สร้างกรณีการทดสอบสำหรับภาษาเอสคิวแอลที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการทำงานมากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง


[1] IEEE Computer Society. IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, 1983.ANSI/IEEE Std 729-1983.

[2] D. Ensley and J. Crawley, Discrete mathematics. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.

[3] P. C. Jorgensen, Software Testing: A Craftsman's Approach, 3rd edition. USA: CRC Press LLC, 2007.

[4] Targeting activities, *Docs.campaign.adobe.com*, 2016. [Online]. Available: https://docs.campaign.adobe.com/doc/AC6.1/en/WKF_Repository_of_activities_Targeting_activities.html.

[5] A. Khalek and S. Khurshid, "Automated SQL query generation for systematic testing of database engines," *IEEE/ACM International Conference on Automated software engineering - ASE '10*, pp.329-332,2010.

[6] K. Pan, X. Wu and T. Xie, "Database state generation via dynamic symbolic execution for coverage criteria," *Proc. of the Fourth International Workshop on Testing Database Systems - DBTest '11*,p.4, 2011.

[7] S. Phetmanee and T. Suwannasart, "Impact analysis of test cases based on changes of a web application," *International Computer Science and Engineering Conference: ICSEC*, vol. 2, pp. 577-582, 2013.

[8] Mini SQL where clause parser, [Online]. Available: http://www.cp.eng.chula.ac.th/~piak/project/sql_parser/sql-parser.htm.