

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการจัดการสอบและคลังข้อสอบออนไลน์แบบมีวงจรวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติในครั้งนี้มีหลักการ เทคโนโลยีและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและบูรณาการเข้าด้วยกันหลายส่วนได้แก่ หลักการวัดและประเมินผลการศึกษาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ เทคโนโลยีการพัฒนาแอปพลิเคชันแบบเว็บด้วยภาษาสคริปต์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side Script Language) ด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) และภาษาสคริปต์ฝั่งไคลเอ็นท์ (Client-side Script Language) ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript) ภาษาเอชทีเอ็มแอล (HTML: Hypertext Markup Language) เพื่อเขียนเว็บเพจแบบสแตติก (Static Web Page) โพรโทคอลเอชทีทีพี (HTTP: Hypertext Transfer Protocol) เพื่อใช้ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์กับโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ของเครื่องไคลเอ็นท์ หลักการจัดการระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database) บนฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) หลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ (Object-Oriented Analysis and Design Methodology) โดยใช้แผนภาพยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) เทคโนโลยีเว็บเซิร์ฟเวอร์บนโปรแกรมอาปาเช่ (Apache Web Server)

ในการวิเคราะห์ข้อสอบ วิเคราะห์ได้ 2 ลักษณะ คือ วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อและวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ วิธีการวิเคราะห์สามารถทำได้หลายแนวทางขึ้นกับทฤษฎีการวัดผลที่นำมาใช้ ทฤษฎีการวัดผลที่นำมาใช้โดยทั่วไปในการวิเคราะห์ข้อสอบ ได้แก่ ทฤษฎีการทดสอบแบบคลาสสิก หรือเรียกว่าทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Testing Theory; CTT) และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory; IRT) แต่ในการวิจัยนี้จะใช้เฉพาะทฤษฎีการทดสอบแบบคลาสสิกเท่านั้น

1. ทฤษฎีการทดสอบแบบคลาสสิก

เป็นทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อตามข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับตัวแบบการวัดและข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับแบบทดสอบคู่ขนาน (Allen and Yen, 1979; Linn, 1989) ดังนี้คือ

คะแนนที่สังเกตได้ (Observed score) หรือคะแนนที่ได้จากการวัดของผู้สอบแต่ละคน เป็นผลรวมของคะแนนจริง (True score; T) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error score; E) ของผู้สอบนั้น

$$X = T + E$$

เนื่องจากในการทดสอบแต่ละครั้ง จะเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ไม่มากนักน้อย แต่เป้าหมายของการวัดต้องการให้คะแนนที่วัดหรือทดสอบ ได้มีค่าใกล้เคียงคะแนนความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบมากที่สุด ดังนั้น จึงต้องพยายามหาวิธีการต่างๆ เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

คะแนนจริงเป็นค่าคาดหวังหรือค่าเฉลี่ยประชากรของคะแนนสังเกตได้

$$E(X) = T$$

หรือคะแนนจริง T เป็นค่าเฉลี่ยของการแจกแจงตามทฤษฎีของคะแนนสังเกตได้ (X) ที่บุคคลนั้นทำการสอบแบบสอบฉบับหนึ่งหลายๆ ครั้ง (k) โดยการสอบแต่ละครั้งเป็นอิสระต่อกัน

$$T = \lim_{k \rightarrow \infty} \left[\sum_{i=1}^k \frac{X_i}{k} \right]$$

- คะแนนความคลาดเคลื่อน และคะแนนจริงที่ประชากรผู้สอบทำแบบสอบฉบับหนึ่ง ไม่มีความสัมพันธ์กัน

$$\rho_{ET} = 0$$

- คะแนนความคลาดเคลื่อนในการทำแบบสอบฉบับหนึ่ง (E1) และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการทำแบบสอบอีกฉบับหนึ่ง (E2) ไม่มีความสัมพันธ์กัน

$$\rho_{E_1 E_2} = 0$$

- คะแนนความคลาดเคลื่อนในแบบสอบฉบับที่หนึ่ง (E1) ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนจริงในแบบสอบฉบับที่สอง (T2)

$$\rho_{E_1 T_2} = 0$$

- แบบสอบฉบับ A และ B เป็นแบบสอบคู่ขนาน (Parallel tests) ถ้าคะแนนที่สังเกตได้จากแบบสอบ A และ B เป็น X และ X' ที่เป็นไปตามข้อตกลงดังกล่าวข้างต้น เมื่อ $X' = T + E'$ และ $X = T + E$ แล้วสำหรับประชากร ผู้สอบทุกคน จะได้ $T = T'$ และ $\sigma_E^2 = \sigma_{E'}^2$

- แบบสอบฉบับ A และ B เป็น Essentially T - equivalent Test ถ้าคะแนนที่สังเกตได้จากแบบสอบ A และ B เป็น X_1 และ X_2 ที่เป็นไปตามข้อตกลงข้างต้น และเมื่อ $X_1 = T_1 + E_1$ และ $X_2 = T_2 + E_2$ แล้วสำหรับประชากรผู้สอบทุกคน จะได้ $T_1 = T_2 + C_{12}$ เมื่อ C_{12} เป็นค่าคงที่

- ตามทฤษฎีนี้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ จะวิเคราะห์ค่าความยาก (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และประสิทธิภาพของตัวลวง (Effectiveness of distracters) ส่วน

การวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ จะวิเคราะห์ค่าความตรง หรือความเที่ยงตรง (Validity) ค่าความเที่ยง หรือความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

2. การวิเคราะห์ข้อสอบ (Item Analysis)

การวิเคราะห์ข้อสอบใช้สูตรการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบปรนัยตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical test theory) ของชาร์ล สปีร์แมน (Spearman, 1950) ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานของคะแนนสอบที่แท้จริง (True score) โดยมีสมมติฐานว่าคะแนนสังเกตการณ์ (Observed score) ประกอบด้วยคะแนนสอบที่แท้จริง (True) กับคะแนนสอบคลาดเคลื่อน (Error score) และเลือกคำนวณคุณภาพข้อสอบเฉพาะค่าที่สามารถนำข้อมูลผลการสอบแบบออนไลน์มาใช้ได้ ได้แก่ ค่าความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) ค่าความตรง (Validity) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความยาก (Difficulty)

2.1 ความเที่ยง (Reliability)

ความเที่ยงที่เกี่ยวกับเครื่องมือรวบรวมข้อมูลทางจิตวิทยาและการศึกษา มีความเกี่ยวข้องกับความเที่ยงและความคลาดเคลื่อนได้ 3 ลักษณะดังนี้ (Kerlinger, 1973 : 404)

- 1) ความเที่ยงที่เกี่ยวข้องว่าเครื่องมือที่วัดแล้ววัดอีกได้ผลเหมือนเดิม
- 2) ความเที่ยงที่เกี่ยวข้องว่าเครื่องมือที่วัดได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของสิ่งที่ต้องการวัดตามความหมายนั้นตรงกับความจริงถูกต้อง

- 3) ความเที่ยงที่เกี่ยวข้องว่าเป็นความคลาดเคลื่อนในการวัดของเครื่องมือวัด

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ใช้เครื่องมือวัดความเที่ยงของ Kuder-Richardson เนื่องจากเป็นวิธีที่ทำการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson ซึ่งมี 2 สูตรคือ KR-20 และ KR-21 ซึ่งสูตร KR-20 ใช้ได้กับเครื่องมือที่ให้คะแนน 0-1 และต้องทราบผลการตอบรายข้อ ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_x^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าประมาณความเที่ยงของเครื่องมือจากสูตร KR-20

k คือ จำนวนข้อสอบ

p_i คือ ค่าความยากของข้อสอบที่ i

q_i คือ $1-p_i$

S_x^2 คือ ค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบ

2.2 ความตรง (Validity)

หรือความถูกต้องเป็นคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งของ เครื่องมือวิจัยกล่าวคือ เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงกับที่ต้องการจะวัด การตรวจสอบความตรงทำได้หลายวิธี ดังนี้

- 1) ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นการมองโดยส่วนรวมว่าเครื่องมือหรือชุดของคำถามหรือแบบวัดนั้น ครอบคลุมเนื้อหาที่จะวัดได้ถูกต้องครบถ้วนหรือไม่
- 2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) เป็นการประเมินความตรงตามเกณฑ์ที่ได้มาตรฐานการตรวจสอบที่มุ่งหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่วัดได้จากเครื่องมือที่สร้าง กับค่าที่วัดได้จากเกณฑ์
- 3) ตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ลักษณะที่เครื่องมือวัดได้มีความตรงตามสภาพความเป็นจริงโดยทั่วๆ ไปในเวลานั้น
- 4) ความตรงตามทำนาย (Predictive Validity) หมายถึง ลักษณะที่เครื่องมือวัดได้มีความตรงตามความจริงที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลัง หรือในอนาคต ซึ่งสามารถทำนายได้
- 5) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นการมองความตรงของเครื่องมือวิจัยในแง่ที่จะบอกว่าสิ่งที่ได้มาจากการวัดนั้นมีความตรงตามแนวคิดเชิงทฤษฎีอย่างไร ซึ่งเป็นการยากที่จะตรวจสอบเนื่องจากแนวคิดเชิงทฤษฎีนี้มักอยู่ในรูปนามธรรม ความตรงตามโครงสร้างมีความสำคัญในแง่ของการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและสิ่งที่วัดได้จริงจากการปฏิบัติ

ตรวจสอบความตรง (Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินว่าจุดประสงค์ที่เขียนขึ้นสอดคล้องหรือเป็นไปตามเจตนารมณ์ของหลักสูตรหรือไม่ มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรมหรือไม่ รวมทั้ง มีความถูกต้องตามหลักวิชา เนื้อหาวิชา ความเหมาะสมตามโครงสร้าง ตามวุฒิภาวะของผู้สอบหรือไม่ เป็นต้น สำหรับการประเมินความสอดคล้อง อาจจะใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำนวณหาค่า IOC ค่า IOC ของข้อสอบเป็นรายข้อ ควรมีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

นอกจากนี้ยังสามารถหาความตรงเชิงปริมาณ ได้โดยวิธีของคาร์เวอร์ (Carver) ดังนี้

$$r_c = \frac{a+c}{N}$$

เมื่อ r_c แทน ความตรงของแบบทดสอบ

a แทน จำนวนนักเรียนที่เรียนแล้วสอบผ่าน

c แทน จำนวนนักเรียนที่ยังไม่เรียนและสอบไม่ผ่าน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่าความตรงของแบบทดสอบ ตามวิธีของคาร์เวอร์ เป็นไปได้ ตั้งแต่ 0 ถึง 1 แบบทดสอบที่ใช้ได้ ควรมีค่าความเที่ยง ตั้งแต่ .70 ขึ้นไป

2.3 ค่าความยาก (Difficulty)

ความยาก คือสัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากเป็นวิธีตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่เกี่ยวกับสมรรถภาพของสมอง Cognitive Domain และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (norm-reference test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) ไม่ใช่เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมทั้งฉบับ ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 นิยมเขียนแทนด้วย P

$$\text{สูตรคำนวณ หรือ } P = \frac{R}{N} \text{ หรือ } P = \frac{P_H - P_L}{2n}$$

เมื่อ P = ดัชนีความยากง่าย

P_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

R = จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

P_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

n = จำนวนผู้ตอบทั้งหมดของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่คำนวณได้มีความหมายดังนี้

ตารางที่ 1 ระดับค่าความยากกับความหมายและคุณภาพข้อสอบ

ค่าความยาก		ความหมายระดับความยาก	คุณภาพข้อสอบ
ร้อยละ	สัดส่วน		
80-100	0.8-1.0	ง่ายมาก	ไม่ต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่
60-79	0.6-0.79	ง่าย	พอใช้ได้
40-59	0.4-0.59	ปานกลาง	ดีมาก
20-39	0.2-0.39	ยาก	พอใช้ได้
0-19	0-0.19	ยากมาก	ไม่ต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่

ข้อสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อสอบที่มีความยากปานกลางคือ ประมาณ 0.5 แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากของข้อสอบที่จะเลือกไว้ใช้ในช่วง 0.2 – 0.8

2.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ค่าอำนาจจำแนก คือความสามารถของเครื่องมือในการจำแนกบุคคล ออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน คือกลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นสมรรถภาพทางสมอง หรือกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ ในเรื่องที่เป็นความรู้สึกเช่น เจตคติ ความสนใจ การหาค่าอำนาจจำแนกใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ในการวิจัยประเภทแบบทดสอบ แบบสอบถามและแบบวัดเจตคติ มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง (-1) ถึง (+1) นิยมแทนด้วย r ถ้าเป็นการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ จะหาจากสูตรต่อไปนี้ คือ

$$r = \frac{P_H - P_L}{n}$$

เมื่อ r = ดัชนีอำนาจจำแนก

P_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n = จำนวนผู้ตอบทั้งหมดของกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

นอกจากนี้การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบยังสามารถใช้สูตร r_{pbis} และ $r_{I(X-I)}$ (สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อนั้น (I) กับคะแนนรวมเมื่อตัดคะแนนข้อนั้นออกไป (X-I) หรือค่า Item Total Correlation) ได้ แต่ถ้าเป็นแบบสอบถามจะการใช้การเปรียบเทียบกับค่าสถิติ t-test ระหว่างกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำ และ $r_{I(X-I)}$ ได้

เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก

ตารางที่ 2 ค่าอำนาจจำแนกและความหมายของคุณภาพข้อสอบ

ค่าอำนาจจำแนก	ความหมายของคุณภาพข้อสอบ
0.40 ขึ้นไป	ดีมาก
0.30-0.39	ดีพอสมควร
0.20-0.29	พอใช้ได้แต่ควรปรับปรุง
0.19 ลงไป	ไม่ดีต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงใหม่

ในส่วนการจัดการคลังข้อสอบที่ผ่านการกลั่นกรองด้วยการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ ใช้ทฤษฎีแยกแยะทางความคิดในส่วนของพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ของเบนจามิน บลูม (Bloom's Taxonomy Theory) ซึ่งแบ่งระดับออกเป็น 6 ระดับ เริ่มจาดำสุดไปยังระดับสูงสุด ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยแปลงให้อยู่ในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective) เพื่อจัดหมวดหมู่การจัดเก็บคลังข้อสอบ

3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ (Object-Oriented Analysis and Design)

เป็นการพัฒนาซอฟต์แวร์รูปแบบใหม่ที่เหมาะสมแก่การพัฒนาซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ และเป็นไปตามหลักการของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ (Software Engineer) โดยมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้คือ

- การแบ่งออกเป็นโมดูลย่อย (Modularization)
- การขยายความสามารถได้ (Extensibility)
- การนำกลับมาใช้งานใหม่ได้ (Reusability)
- ง่ายต่อการบำรุงรักษา (Maintenance)

ในการออกแบบระบบเชิงวัตถุ นิยมใช้ภาษาสัญลักษณ์ที่เรียกว่า UML (Unified Modeling Language) ซึ่งเป็นเครื่องมือใหม่ที่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไปในวงการพัฒนาซอฟต์แวร์ เพราะเป็นเครื่องมือที่มีความหลากหลายในการแสดงแบบซอฟต์แวร์ เป็นโมเดลมาตรฐานที่ใช้หลักการออกแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) โดยรูปแบบของภาษามีเครื่องหมาย (Notation) เป็นสัญลักษณ์สำหรับสื่อความหมาย มีกฎระเบียบที่มีความหมายต่อการเขียนโปรแกรม ดังนั้นการใช้ UML จะต้องทราบความหมายของเครื่องหมายต่างๆ เช่น การทำให้เป็นรูปแบบทั่วไป (generalize) การจัดกลุ่ม (association) การขึ้นต่อการ (dependency) คลาส (class) และแพ็คเกจ (package) สิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการตีความการออกแบบ ก่อนนำไประบบงานจริง

ปัจจุบัน (พ.ศ.2553) UML เป็นเวอร์ชัน 2.0 โดยใน UML 2.0 มีแผนภาพทั้งหมด 13 ประเภท สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

- แผนภาพประเภทโครงสร้าง
 1. Class diagram
 2. Component diagram
 3. Composite structure diagram
 4. Deployment diagram
 5. Object diagram
 6. Package diagram

- แผนภาพประเภทพฤติกรรม

1. Activity diagram
2. State Machine diagram
3. Use case diagram

- แผนภาพประเภทการโต้ตอบ

1. Communication diagram
2. Interaction overview diagram (UML 2.0)
3. Sequence diagram
4. UML Timing diagram (UML 2.0)

4. ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Database System)

ฐานข้อมูล (Database) คือ โครงสร้างสารสนเทศ (Information) ที่ประกอบด้วยเอนทิตี (Entity) หลายๆ ตัว ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยสารสนเทศทั้งหมดไม่จำเป็นต้องอยู่ในไฟล์เดียวกัน หรือ แยกเก็บ หนึ่งไฟล์ต่อหนึ่งเอนทิตี นั่นคือการเก็บสารสนเทศในฐานข้อมูลนั้นเราอาจจะเก็บทั้งฐานข้อมูลโดยใช้ไฟล์เดียว หรือจะเก็บโดยเก็บแต่ละเอนทิตีแยกเอาไว้ในแต่ละไฟล์ก็ได้แต่สิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือจะต้องสร้างความสัมพันธ์ การเก็บบันทึก และการเรียกใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเรกคอร์ด (Record) ได้

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System) หรือ DBMS คือ ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการสร้าง และการเรียกใช้ฐานข้อมูล โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล ดังนั้น DBMS เปรียบเสมือนซอฟต์แวร์ที่เป็นสื่อกลางระหว่างผู้ใช้ และฐานข้อมูลให้สามารถติดต่อกันได้

การที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดภายในโครงสร้างฐานข้อมูลเนื่องจากฐานข้อมูลมีการซ่อนรายละเอียดต่างๆ โดยใช้การจัดแบ่งระดับข้อมูลออกเป็น 3 ระดับ เรียกว่า สถาปัตยกรรมฐานระบบฐานข้อมูล (Database System Architecture) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้ คือ

1) ระดับภายนอก (External Level หรือ View Level) เป็นระดับสูงสุด ซึ่งเป็นระดับข้อมูลที่จะมองเห็นได้จากการใช้งานของแต่ละคน

2) ระดับแนวความคิด (Conceptual Level) เป็นระดับของการมองเอนทิตี (Entity) และความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีทั้งหมดรวมทั้งกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับข้อมูล

3) ระดับภายใน (Internal Level หรือ ระดับกายภาพ(Physical Level) เป็นระดับต่ำที่สุด อันได้แก่ระดับของการจัดเก็บข้อมูลจริงๆ ในทางกายภาพ เป็นระดับของการจัดเก็บฐานข้อมูลในหน่วยเก็บข้อมูลเช่น ข้อมูลถูกเก็บอยู่ที่ตำแหน่งใดในดิสก์

การแบ่งประเภทของ DBMS เรียกได้อีกอย่างว่าโมเดล (Model) ในปัจจุบันแบ่งโมเดลออกได้ 3 ชนิด ได้แก่

- 1) โมเดลแบบเครือข่าย (Network Model)
- 2) โมเดลแบบลำดับชั้น (Hierarchical Model)
- 3) โมเดลเชิงสัมพันธ์ (Relational Model)

โมเดลแบบเครือข่าย และแบบลำดับชั้น เป็นโมเดลแบบเก่าที่เริ่มใช้กันในยุคแรกๆ แต่หลังจากที่โมเดลเชิงสัมพันธ์ได้ถูกนำเสนอขึ้นมารั้งแรกเมื่อประมาณปี 1970 ก็ได้รับความนิยมอย่างสูงและแพร่หลายจนแทบเรียกได้ว่า DBMS ในยุคปัจจุบันกลายเป็นโมเดลเชิงสัมพันธ์ทั้งหมด เนื่องจากโมเดลเชิงสัมพันธ์มีข้อได้เปรียบโมเดลแบบเก่า ดังสรุปได้ดังนี้คือ

- 1) เป็นโมเดลที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน
- 2) มีเครื่องมือช่วยผู้ใช้ให้สามารถปฏิบัติการยากๆ กับข้อมูลได้ด้วยคำสั่งง่ายๆ
- 3) มีเครื่องมือช่วยให้ผู้ใช้สามารถพบปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบระบบฐานข้อมูลได้ง่าย

4) ส่วนของการเก็บข้อมูลแบบกายภาพ (Physical) แตกต่างจากข้อมูลทางตรรก (Logical) ทำให้ซ่อนรายละเอียดของการจัดเก็บข้อมูลจริงได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของฐานข้อมูล

โมเดลเชิงสัมพันธ์เป็นผลงานวิจัยของ ดร.คอดด์ (Dr. E.F. Codd) เมื่อปี 1970 โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง เซต (Set) และ พรีดิเคตลอจิก (Predicate Logic) โดยมีโครงสร้างข้อมูลที่เรียกว่า Relation มีลักษณะเป็นตาราง 2 มิติ ตารางแนวตั้งเรียกว่าคอลัมน์ (Column) หรือแอททริบิวต์ (Attribute) ใช้เก็บข้อมูลที่เรียกว่าฟิลด์ (Field) ส่วนตารางแนวนอนเรียกว่าโรว (Row) หรือทูเพิล (Tuple) ใช้เก็บข้อมูลที่เรียกว่าเรคคอร์ด (Record) คุณสมบัติของรีเลชัน (Relation) มีดังต่อไปนี้ คือ

- 1) แต่ละช่องของตารางจะเก็บข้อมูลเพียงค่าเดียว

- 2) ข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันจะต้องมีชนิดข้อมูลเป็นแบบเดียวกัน
- 3) คอลัมน์ทั้งหมดต้องมีชื่อไม่ซ้ำกัน และการเรียงลำดับของคอลัมน์ไม่ถือว่า

สำคัญ

- 4) ข้อมูลแต่ละโรวจะต้องแตกต่างกัน และการเรียงลำดับของโรวไม่ถือว่าสำคัญ

5. โพรโทคอล HTTP (HyperText Transfer Protocol)

HTTP เป็นกลไกหรือโปรโตคอลหลักที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์บนเวิลด์ไวด์เว็บ (WWW: World Wide Web) โดยถูกออกแบบมาให้มีความกระชับรัดกุมสามารถทำงานได้รวดเร็ว มีกระบวนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และมีคำสั่งที่ใช้งานไม่มากนัก แต่สามารถรองรับข้อมูลได้ทุกแบบ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลทั่วไปที่เข้ารหัสแบบ MIME หรือข้อมูลที่เป็นกราฟิก เช่น ไฟล์ที่เป็น .GIF หรือ .JPEG เป็นต้น

หลักการทำงานต่างๆ ไปของ HTTP ก็คือ จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านเซิร์ฟเวอร์และด้านไคลเอ็นต์โดยไคลเอ็นต์จะติดต่อเข้ามายังเซิร์ฟเวอร์โดยใช้โปรแกรม Browser และอ้างถึง ที่อยู่ (Address) ของเซิร์ฟเวอร์โดยใช้รูปแบบของ URL (Uniform Resource Locator) ส่วนด้านเซิร์ฟเวอร์จะส่งข้อมูลกลับมาในรูปแบบที่เป็นภาษา HTML (HyperText Markup Language) โดยที่โปรโตคอล HTTP ใช้วิธีการเข้ารหัสในแบบ MIME เป็นมาตรฐานของการทำงาน

โครงสร้างข้อมูลของ HTTP จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนหัว (Header) หรือเรียกว่า เมตาเดตา (Metadata) จะเป็นส่วนเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ภายในโปรโตคอล ส่วนที่สองเป็นส่วนข้อมูลจริงที่ต้องการรับส่ง ทั้งนี้ HTTP ถูกออกแบบมาให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่าน Proxy หรือ Firewall ต่างๆ ได้ โดยการทำงาน HTTP จะอาศัยโปรโตคอลพื้นฐาน TCP/IP ซึ่งทั่วไปจะใช้หมายเลข Port ที่ 80

โปรโตคอล HTTP ในปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาเป็นเวอร์ชัน (Version) 1.1 (จากเดิมคือเวอร์ชัน 1.0) ซึ่งโปรแกรม Browser ที่แพร่หลายทั่วไบนั้นจะสามารถรองรับโปรโตคอลในเวอร์ชันใหม่นี้ได้ และได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานใน RFC 2068 แล้ว โดยใน HTTP เวอร์ชัน 1.1 นี้ได้เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น และปรับปรุงในด้านต่างๆ ที่ทำให้มีความสามารถมากขึ้นดังนี้

- 1) ลดภาระของการเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล TCP และสามารถใช้อัตราประสิทธิภาพของ TCP ได้อย่างเต็มที่
- 2) สามารถบีบอัดข้อมูลที่รับส่งระหว่างเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์ได้

3) รองรับการดำเนินงานแบบโฮสต์เสมือน (Virtual host) หมายถึงเว็บเซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่งๆ มีชื่อ โดเมน(Domain) มากกว่าหนึ่งชื่อได้

4) สามารถรองรับการทำงานได้หลายภาษา

5) โอนไฟล์ข้อมูลเฉพาะบางส่วนได้ ซึ่งคุณสมบัตินี้จะมีประโยชน์มากในกรณีที่มีการโอนไฟล์ข้อมูลใหญ่ และเกิดปัญหาขึ้นระหว่างการทำงาน ซึ่งโปรโตคอล HTTP 1.1 มีจุดเด่นที่สามารถตรวจสอบได้ และโอนไฟล์ข้อมูลต่อจากส่วนที่เคยโอนมาแล้วได้

6. ภาษา HTML (Hypertext Markup Language)

HTML เป็นภาษาที่ออกแบบมาเพื่อให้โปรแกรม Browser สามารถเข้าใจและทำงานได้ในแบบของ Hyper Text ซึ่งผู้สร้าง Web Page จะใช้ภาษา HTML นี้ในการสร้าง Web Page และเก็บไว้ใน Web Server เมื่อมีผู้ใช้งานติดต่อผ่าน โปรแกรมเบราเซอร์ (Browser) ที่เครื่องไคลเอ็นท์โดยระบุ URL ของ เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) นั้นๆ ไฟล์ HTML ที่เก็บไว้ในเว็บเซิร์ฟเวอร์ก็จะถูกส่งไปยังไคลเอ็นท์โดยใช้โปรโตคอล HTTP และแสดงผลให้ผู้ใช้งานเห็นโดยผ่านโปรแกรม Browser

HTML มีพื้นฐานมาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) และ HTML ได้รับการออกแบบมาให้ใช้งานกับเว็บเพจ (Web Page) ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนไหวใน Page นั้นๆ ซึ่งในกรณีที่ต้องการพัฒนาให้เว็บเพจเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนไหว (Dynamic HTML) ได้นั้น จะต้องใช้ภาษาอื่นเข้ามาร่วมด้วย เช่น Visual Basic หรือภาษาสคริปต์ (Script) ต่างๆ เช่น JavaScript, VBScript เป็นต้น

ภาษา HTML ได้รับการพัฒนามาหลายเวอร์ชันซึ่งแต่เดิมไม่มีผู้กำหนดมาตรฐานหรือรูปแบบการใช้งาน จนกระทั่งใน HTML เวอร์ชัน 2.0 ได้เริ่มมีการกำหนดและยอมรับเป็นมาตรฐานขึ้น หน่วยงานที่ทำหน้าที่ดูแลมาตรฐานของ HTML เรียกว่า W3C (World Wide Web Consortium) และปัจจุบันได้พัฒนาขึ้นมาเป็นเวอร์ชัน 4.0 ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม เบราเซอร์ทั่วไปได้

ภาษา HTML ได้รับความนิยมอย่างสูงและถือเป็นภาษากลางในการสร้างเว็บเพจ เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ ได้แก่

1) HTML ถูกออกแบบให้ทำงานได้บนหลายแพลตฟอร์มของระบบคอมพิวเตอร์ และง่ายต่อการส่งผ่านอินเทอร์เน็ต ง่ายต่อการจัดเรียงในคอมพิวเตอร์ที่มีความแตกต่างกันในการอ่านและตีความของข้อมูล

2) HTML เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่เป็นมาตรฐาน และเป็นอิสระไม่มีบริษัทใดบริษัทหนึ่งเป็นเจ้าของโดยเฉพาะ จึงไม่มีปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์

3) HTML รวมเอาคุณสมบัติของความเป็นไฮเปอร์เท็กซ์ (Hyper Text) เข้าไว้ด้วยกัน และเป็นหัวใจหลักประการหนึ่งของ HTML ทำให้สามารถคลิกข้อความเพื่อโยงไปสู่เนื้อหาอื่นๆ บนเว็บเพจได้ ซึ่งง่ายต่อการสื่อความกัน

4) HTML รองรับระบบมัลติมีเดีย (Multimedia) ได้ เมื่อนำไฮเปอร์เท็กซ์มารวมเข้ากับมัลติมีเดียเราจะเรียกว่าไฮเปอร์มีเดีย (HyperMedia)

7. ภาษา PHP (Personnel Home Page)

ภาษา PHP เป็นโปรแกรมประเภทภาษาสคริปต์ฝั่งตัวฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server Side HTML-embedded Scripting Language) ประเภทหนึ่ง คล้ายๆ กับ SSI และ ASP ซึ่งจะทำให้เราสร้างเว็บไซต์ แบบไดนามิก (Dynamic) ได้ ภาษา PHP ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดย นาย Rasmus Lerdorf โดยอาศัยโครงของภาษา Perl เป็นต้นแบบโดยใช้โปรแกรมภาษา C++ เป็นเครื่องมือพัฒนาดังนั้น PHP จึงนำเอาข้อดีของภาษา C และ Perl มารวมกัน และถูกนำไปใช้ครั้งแรกในเว็บไซต์ธุรกิจในปี 1996 โดยเว็บไซต์ www.supercuts.com ซึ่งใช้ PHP ในการสร้างฐานข้อมูลสำหรับลูกค้า หลังจากนั้นได้รับการพัฒนาต่อมามากหลายเวอร์ชันจนกระทั่งปัจจุบัน (พ.ศ.2544) ถึงเวอร์ชัน 4.0.5

PHP เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการจัดการข้อมูล และประมวลผลข้อมูลสำหรับ เว็บไซต์เหมือน CGI แต่การใช้ PHP จะมีความสามารถบางอย่างสูงกว่า เช่น สามารถใช้งานร่วมกับ HTML ได้โดยมีขอบเขตของโปรแกรม เพื่อแบ่งพื้นที่ระหว่าง HTML กับ PHP ซึ่งขอบเขตของโปรแกรมนี้นี้เราจะละเอาไว้ในส่วนใดก็ได้ เพราะฉะนั้น ถ้าเราดูภาพรวมๆ ของ PHP แล้วละก็ PHP มีลักษณะของภาษาคู่กับ Perl และสามารถเขียนเป็น CGI ที่ดีได้ พร้อมความสามารถทางด้านการจัดการ โปรแกรม โดยให้อยู่ภายในขอบเขตที่กำหนด

PHP ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ จากการประมาณในปี 1999 มีเว็บไซต์ที่ใช้ PHP ในธุรกิจของตนกว่าแสนเว็บไซต์แล้วและคาดว่าจะมากขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุที่ PHP ได้รับความนิยมเนื่องจากมีข้อดีหลายประการ ดังต่อไปนี้คือ

1) PHP สามารถทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการ (Operating System) ทั้ง UNIX , LINUX , Macintosh , Windows (NT/2000/95/98/me) เพราะรองรับการทำงานแบบข้ามแพลตฟอร์ม (Cross Platform) บนเว็บเซิร์ฟเวอร์หลากหลายชนิด เช่น IIS , OmniHTTPD , Xitami , Apache เป็นต้น

2) PHP สามารถ Download ฟรีจาก www.php.net ทั้งรหัสโปรแกรมต้นฉบับ (Source code) และ เอกสารอ้างอิงจึงไม่มีปัญหาลิขสิทธิ์

- 3) PHP รองรับการเขียนโปรแกรมในบางโมดูล ที่ช่วยให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น ในขณะที่งานเดียวกันที่เขียนด้วย CGI ของ Perl จะใช้คำสั่งหลายบรรทัดกว่า PHP
- 4) PHP รองรับการทำงานร่วมกับ ISAPI , NSAPI
- 5) ภาษา PHP มีโครงสร้างคล้ายภาษา Perl และ C ดังนั้นผู้ใช้ที่ประสบการณ์ในภาษาทั้งสองจึงเรียนรู้ภาษา PHP ได้ไม่ยาก
- 6) PHP สามารถเข้าถึงระบบฐานข้อมูลได้หลายประเภท เช่น dBase, DBM , IMAP , LDAP , mSQL , MySQL , PostgreSQL , ODBC , Oracle , SNMP , Sybase และอื่นๆ อีกมากมาย
- 7) PHP สามารถใช้งานทางด้านกราฟฟิคได้ เช่น การสร้างรูปทรงเรขาคณิต , กราฟแท่ง , กราฟวงกลม โดยสร้างในลักษณะ สร้างขึ้นมาลอยๆ (on the fly)
- 8) PHP รองรับการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับโปรโตคอล POP3 , INMP, SNMP หรือ FTP และ Network Socket

8. Apache HTTP Server

เป็นซอฟต์แวร์สำหรับเปิดให้บริการเซิร์ฟเวอร์บนโปรโตคอล HTTP โดยสามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ Apache เป็นซอฟต์แวร์ที่อยู่ในลักษณะของซอฟต์แวร์เปิดเผยรหัส (Open Source) ที่เปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้ามาร่วมพัฒนาส่วนต่างๆ ของ Apache ได้นอกจากนี้ Apache เองยังมีความสามารถอื่นๆ เช่น การยืนยันตัวตนบุคคล (mod_auth, mod_access, mod_digest) หรือเพิ่มความปลอดภัยในการสื่อสารผ่าน โปรโตคอล https (mod_ssl) เป็นต้น

8.1 หลักการทำงานของ Apache HTTP Server

Apache HTTP Server จะเป็นโปรแกรมที่ทำงานแบบแบ็กกราวด์โปรเซส (Background process) และคอยรับข้อมูลที่พอร์ต (Port) หมายเลข 80 คำว่าพอร์ตหมายถึงหมายเลขอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลระหว่างโปรแกรม Apache กับโปรแกรมในโปรโตคอลที่ซีพี/ไอพี โดยโปรแกรมฝั่งไคลเอ็นท์หรือที่เรียกว่าเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) จะอ้างชื่อ URL (Uniform Resource Locator) ซึ่งเว็บเบราว์เซอร์จะไปถาม DNS ที่กำหนดในฝั่งเบราว์เซอร์เพื่อแปลงชื่อเป็น IP address และทำการติดต่อไปที่เครื่องที่มี IP address นี้ โดยใช้พอร์ตปลายทางหมายเลข 80 ซึ่งเป็นพอร์ตมาตรฐานของ http เมื่อ Apache HTTP Server รับข้อมูลการร้องขอเข้ามา ก็จะไปส่งข้อมูลที่ไฟล์ที่ชื่อ index.html ซึ่งอยู่ในไดเรกทอรีที่กำหนดไว้ในพารามิเตอร์ชื่อ DocumentRoot ในไฟล์ httpd.conf ส่งกลับไปให้ เว็บเบราว์เซอร์ซึ่งจะตีความไฟล์ index.html และแสดงผลตามคำสั่งต่างๆ ที่อยู่ใน index.html

8.2 ลักษณะทางกายภาพของ Apache Web Server

Apache ถูกสร้างขึ้นจากการนำเอาโปรแกรมขนาดเล็กที่ทำหน้าที่แตกต่างกันหลายโมดูลมาทำงานร่วมกันเป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ จึงทำให้มีส่วนประกอบเป็นโมดูล (พัฒนาด้วยภาษาซี) ส่วนหนึ่งจะเป็นส่วนแกนกลางที่ทำหน้าที่บริหารจัดการทั้งหมด เรียกว่า Core.c โมดูลต่อมาคือ โมดูลที่ทำหน้าที่บริหารหน่วยความจำ (Memory Management) และบริหารโปรเซสงานย่อย (Child Process) ที่รองรับการให้บริการที่เรียกเข้ามาพร้อมๆ กันจำนวนมากจากภายนอก (Multi-Processing Models หรือ MPM) ซึ่ง Apache มีโมเดลการทำงานด้านนี้รองรับไว้ 3 โมเดลด้วยกัน คือ Workers สำหรับรองรับงานจำนวนมากๆ ในขณะที่ต้องการหน่วยความจำไม่มากนัก Prefork สำหรับงานที่ต้องการประสิทธิภาพและความเร็วแต่จะต้องใช้ทรัพยากรระบบมากกว่า และ Per Child ออกแบบมาเพื่อรองรับงานได้แตกต่างกับโดยแยกตามยูสเซอร์ที่ร้องขอบริการเข้ามา (ขณะนี้อยู่ระหว่างการพัฒนา)

โมดูล http_core.c จะทำหน้าที่รองรับการประมวลผลด้วยโปรโตคอล HTTP (Hyper Text Transfer Protocol) ซึ่งจะจัดการกับส่วนเฮดเดอร์ตามมาตรฐาน NCSA และโมดูล mod_so.c จะทำหน้าที่ติดต่อประสานการทำงานโมดูลภายในเข้ากับกับ Shared Modules อื่นๆ ที่อยู่ภายนอก ซึ่งโมดูลภายนอกเหล่านี้เราเรียกว่า Dynamic Shared Object หรือ DSO จะมีจำนวนมากน้อยก็ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของผู้ใช้ โดยจะกำหนดได้ในขณะที่คอมไพล์โปรแกรม Apache สำหรับกรณีของ Red Hat 9.0 จะมีการคอมไพล์มาให้เรียบร้อยแล้ว และมีโมดูล DSO ที่มีคุณสมบัติด้านต่างๆ เพียงพอต่อการใช้งานทั่วไป เช่น การสนับสนุนความสอดคล้องได้ การทำ Authentication แบบต่างๆ การสนับสนุน Server Side Include เป็นต้น โดยในส่วนของแกนกลางหรือ MPM จะเป็นโมเดลแบบ prefork

ถ้าเป็นการจัดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ขึ้นเพื่อให้บริการแก่บุคคลทั่วไปในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ต้องเชื่อมต่อเว็บเซิร์ฟเวอร์กับเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต โดยจะต้องมีหมายเลขไอพีจริงในระบบอินเทอร์เน็ต (Real IP Address) คอนฟิกของระบบเครือข่ายนี้มีทางเลือกหลายทาง โดยอาจจะเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผ่านสายสื่อสารที่จัดเตรียมไว้ เช่น สายลีสไลน์ (Lease line) และเราต์เตอร์ (Router) ต่อจากนั้นจะต้องจดทะเบียนชื่อโดเมน (Domain Name Registration) เพื่อให้ได้ชื่อโดเมนและเว็บไซต์ที่คนทั่วโลกรับรู้ได้ โดยเป็นหน้าที่ของหน่วยงานที่เป็นตัวแทนจดทะเบียนชื่อโดเมนให้เราจะต้องลงทะเบียนในระบบ DNS ให้ชื่อเว็บไซต์นี้ขึ้นมาที่หมายเลขไอพีที่ได้เชื่อมต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ไว้

9. โปรแกรม MySQL

MySQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูล SQL แบบเปิดเผยรหัสต้นฉบับ (Open Source SQL Database Server) แบบหลายผู้ใช้ (Multi-user) และหลายเธรด (Multi-threaded) ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงตัวหนึ่ง ซึ่งมีบริษัท MySQL AB ประเทศสวีเดนเป็นเจ้าของเดิมแต่ปัจจุบันได้ขายกิจการให้แก่บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ โดย MySQL เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS : Relational Database Management System) แบบเปิดเผยรหัสต้นฉบับหมายความว่า ใครก็ตามสามารถนำไปใช้หรือแก้ไขดัดแปลง และสามารถดาวน์โหลด MySQL ได้ฟรีจากอินเทอร์เน็ตโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย เพราะ MySQL ใช้ลิขสิทธิ์แบบ GPL (GNU General Public License)

MySQL มีประสิทธิภาพสูงในระดับที่น่าพอใจแต่ก็ยังไม่ได้ดีกับเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูลในเชิงธุรกิจตัวอื่นๆ ที่มีราคาสูง อย่างไรก็ตาม MySQL นอกจากจะเป็นซอฟต์แวร์ฟรี (Freeware) แล้วก็มีข้อดีอยู่หลายประการที่ทำให้ได้รับความนิยมจากนักพัฒนาระบบทั่วโลก ดังสรุปได้ต่อไปนี้คือ

- 1) MySQL มีขนาดเล็กและจัดการง่าย จึงไม่จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีสมรรถนะสูงและราคาแพงเพื่อมารองรับ MySQL
- 2) MySQL สามารถทำงานได้หลายระบบปฏิบัติการ ไม่ว่าจะเป็น UNIX , LINUX หรือ Windows (NT/95/98/2000/me) จึงมีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานสูง
- 3) มีเว็บไซต์ที่เป็นแหล่งรวมเอกสาร และความรู้ในการพัฒนาระบบด้วย MySQL เป็นจำนวนมากในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ดาวน์โหลดฟรี
- 4) สนับสนุนภาษาคอมพิวเตอร์หลายภาษา เช่น C , C++ , Eiffel , Java , Perl , PHP , Python , TCL APIs เป็นต้น
- 5) รองรับเรคคอร์ดได้สูงมาก ประมาณถึง 50,000,000 ล้าน เรคคอร์ด

10. ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)

ภาษาจาวาสคริปต์เป็นภาษาสคริปต์ทำงานที่ฝั่งไคลเอ็นต์ (Client-side Script language) ซึ่งถูกพัฒนาโดยบริษัทเนตสเคป (Netscape) ในปี 1995 ภาษาจาวาสคริปต์มีการพัฒนาต่อยอดมาจากภาษาไลฟ์สคริปต์ (LiveScript) โดยมีรูปแบบการใช้เมทอดในการตรวจสอบแบบฟอร์มและจัดเตรียมการโต้ตอบกับเนื้อหาบนเว็บไซต์ ในส่วนรูปแบบไวยากรณ์ของจาวาสคริปต์นั้นเรียบง่ายคล้ายภาษาซี (C Language) และผนวกเข้ากับเบราเซอร์อย่างแนบแน่นด้วยโครงสร้างแบบ DOM

(Document Object Model) ซึ่งสามารถใช้ขยายความสามารถของฟอร์ม (Form) และเป็นโปรแกรมส่วนหน้า (Front End) ของเว็บฐานข้อมูลได้เป็นอย่างดี

ภาษาจาวาสคริปต์จัดเป็นภาษาแบบอินเทอร์พรีเตอร์ (Interpreter) จึงทำงานได้ช้ากว่าภาษาแบบคอมไพเลอร์ เช่น ภาษาซี แต่ก็สามารถเรียนรู้และใช้งานได้ง่ายกว่า ข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือภาษาจาวาสคริปต์ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์ใดๆ กับภาษาจาวาของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม (Sun Micro System) และก็ได้เป็นภาษาเชิงวัตถุ (Object-oriented Programming) อย่างสมบูรณ์แบบแต่ก็สามารถเพิ่มเข้าไปในในหน้าเพจเอชทีเอ็มแอล (HTML) ได้อย่างไดนามิก (Dynamic) เช่นการคำนวณเวลาปัจจุบันแบบอัตโนมัติ

รหัสภาษาจาวาสคริปต์ถูกแปล (Interpret) และเอ็กซีคิวต์ (Execute) ด้วยโปรแกรมเบราว์เซอร์และเว็บเพจถูกอ่านด้วยเว็บเซิร์ฟเวอร์ ก่อนที่จะถูกส่งไปยังเว็บเบราว์เซอร์อีกทอดหนึ่ง ปัจจุบันนอกจากเว็บเบราว์เซอร์ที่มีจาวาสคริปต์ฝังตัวอยู่ยังมีการนำจาวาสคริปต์ไปฝังไว้ในโปรแกรมอื่นๆ อีกเช่น วิดเจ็ต (Widget) ของยาฮู (Yahoo) เป็นต้น โดยโปรแกรมใดที่สนับสนุนจาวาสคริปต์จะมีตัวขับเคลื่อนจาวาสคริปต์ (JavaScript Engine) ของตัวเองเพื่อเรียกใช้โครงสร้างเชิงวัตถุของโปรแกรมนั้น

ลักษณะเด่นของจาวาสคริปต์ ได้แก่

- กลุ่มโครงสร้างข้อมูล (Associative arrays)
- ไม่ต้องประกาศค่าตัวแปร (Loosely typed variables)
- นิพจน์ปกติ (Regular expressions)
- อ็อบเจกต์และคลาส (Object and classes)
- ขยายไลบรารีด้านวันที่ คณิตศาสตร์ และสตริง ได้มากมาย (Highly evolved date, math, and string libraries)
- สนับสนุน W3C DOM

ข้อจำกัดของจาวาสคริปต์ ได้แก่

- ขึ้นกับโปรแกรมเบราว์เซอร์ที่สนับสนุนจาวาสคริปต์
- ไม่สามารถซ่อนรหัสภาษาจาวาสคริปต์ได้ในกรณีที่ต้องการพัฒนาเป็นโปรแกรมเชิงพาณิชย์

11. ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (XML)

ภาษา XML (Extensible Markup Language) เป็นภาษาที่นิยามเซตของกฎในการเข้ารหัสเอกสารในรูปแบบที่ทั้งมนุษย์และเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ โดยมี W3C เป็นองค์กรที่ควบคุมมาตรฐานของภาษา XML วัตถุประสงค์ในการออกแบบ XML จะเน้นที่ความเรียบง่าย การใช้งานได้ทั่วไป และการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ รูปแบบข้อมูลตัวอักษรได้รับการสนับสนุนจากระบบรหัสแบบ Unicode จึงใช้ได้กับทุกภาษาทั่วโลก อย่างไรก็ตามแม้ว่าการออกแบบ XML จะเน้นเรื่องเอกสารเป็นสำคัญแต่มันก็ยังสามารถใช้ในการแทนค่าโครงสร้างข้อมูลได้อย่างอิสระ ตัวอย่างเช่น เว็บเซอร์วิส (Web Services) เป็นต้น

โปรแกรมต่อประสานการประยุกต์ (Application Programming Interfaces: API) เป็นจำนวนมากของ XML ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อนักพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถประมวลผลข้อมูล XML และระบบสคีมา (Schema System) ที่มีอยู่มากมายในการช่วยนิยามภาษาเชิงเอ็กซ์เอ็มแอล (XML-based languages) ได้ ปัจจุบันมีภาษาเชิงเอ็กซ์เอ็มแอลที่ถูกพัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมาก เช่น RSS, Atom, SOAP และ XHTML เป็นต้น รูปแบบเชิงเอ็กซ์เอ็มแอลได้กลายมาเป็นค่าโดยปริยาย (Default) สำหรับเครื่องมือออฟฟิศต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Office Open XML ของ Microsoft Office หรือ OpenDocument ของ OpenOffice หรือ iWork ของ Apple เป็นต้น นอกจากนี้ XML ยังถูกใช้เป็นพื้นฐานของภาษาสำหรับโปรโตคอลการสื่อสาร เช่น XMPP เป็นต้น

องค์ประกอบของ XML

1) มาร์คอัพ (Markup) และคอนเทนต์ (Content)

ตัวอักษรที่ใช้สร้างเอกสาร XML แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Markup และ Content โดยที่ Markup และ Content สามารถแยกออกจากกันได้ด้วยกฎไวยากรณ์แบบง่ายๆ ทุกข้อความที่ประกอบกันเป็น Markup จะเริ่มต้นด้วยสัญลักษณ์ "<" และ จบด้วยสัญลักษณ์ ">" หรือ เริ่มต้นด้วยสัญลักษณ์ "&" และจบด้วยสัญลักษณ์ ";" กลุ่มข้อความของตัวอักษรที่มีทำ Markup จะเรียกว่า Content

2) แท็ก (Tag)

Tag เกิดจากการ Markup ด้วยสัญลักษณ์ "<" จบด้วย ">" มี 3 รูปแบบ ได้แก่

Start-tag ตัวอย่างเช่น <selection>

End-tag ตัวอย่างเช่น </selection>

Empty-element tag ตัวอย่างเช่น <line-break />

3) อีลีเมนต์ (Element)

องค์ประกอบของเอกสารจะเริ่มต้นด้วย Start-tag และจบลงด้วย End-tag ที่เข้าคู่กันหรือประกอบด้วยเพียง Empty-element tag อย่างเดียวก็ได้ ตัวอักษรที่อยู่ระหว่าง Start-tag กับ End-tag เป็นเนื้อหาของ Element และอาจบรรจุ Markup ตลอดจน Element อื่นๆ ซึ่งเรียกว่า Child element ก็ได้ ตัวอย่างเช่น <Greeting> Hello, world </Greeting> เป็นต้น

4) แอททริบิวต์ (Attribute)

โครงสร้างของ Markup ประกอบด้วยการจับคู่ของ name และ value ที่อยู่ใน Start-tag หรือ Empty-element tag ตัวอย่างเช่น

- ตัวอย่างนี้จะเห็นว่า img มี 2 attribute คือ src และ alt
- <step number="3">Connect A to B. </step> ตัวอย่างนี้ name ของ attribute คือ "number" และ value คือ "3"

ตัวอย่างเอกสาร XML

```
<? xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<INVENTORY>
  <Customer>
    <Name>Mr.Somchai</Name>
    <Lastname>Klaharn</Lastname>
    <Address> 18 Sukhumvit 101,Bangkok 10250 </Address>
    <Telephone>0813901230</Telephone>
  </Customer>
  <Customer>
    <Name>Miss Somsri</Name>
    <Lastname>Meesuk</Lastname>
    <Address> 5/7 Petchkasem 48,Bangkok 10160 </Address>
```



```

<Telephone>0849908601</Telephone>

</Customer>

<Customer>

  <Name>Mr.Dumrong</Name>

  <Lastname>Kongdham</Lastname>

  <Address> 1/6 Bangkok 10230 </Address>

  <Telephone>023934554</Telephone>

</Customer>

</INVENTORY>

```

5) เน็ตบีน (NetBean)

เน็ตบีนมีความหมายทั้งเฟรมเวิร์กแพลตฟอร์ม (Platform Framework) สำหรับ Java desktop application และ Integrated Development Environment (IDE) สำหรับพัฒนากับภาษาโปรแกรมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Java, JavaScript, PHP, Python ฯลฯ

NetBeans IDE ถูกเขียนโดยภาษา Java และสามารถรันบน Windows, Mac OS, Linux, Solaris หรือแพลตฟอร์มอื่นๆ ที่เข้ากันได้กับ Java Virtual Machine แพลตฟอร์มของเน็ตบีนยอมให้ออปพลิเคชันถูกพัฒนาจากเซตของซอฟต์แวร์คอมโพเนนต์ (Software Component) เรียกว่าโมดูล (Module) ออปพลิเคชันที่มีพื้นฐานบนแพลตฟอร์มของเน็ตบีนสามารถขยายต่อไปได้โดย Third party developer

เน็ตบีนเริ่มต้นเมื่อปี 1996 ซึ่งเป็นเพียงโครงการ Java IDE ของนักศึกษา ภายใต้คำแนะนำของคณะคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยชาร์ลส์ กรุงปราก ในปี 1997 Roman Stanek ได้ก่อตั้งบริษัทโดยใช้โครงการนี้และผลิต NetBean IDE เวอร์ชันเพื่อการค้าจนกระทั่งบริษัทชันไมโครซิสเต็มได้ซื้อมันไปในปี 1999 และเปลี่ยน NetBean IDE ให้เป็น Open source ในปีถัดมา นับตั้งแต่นั้นชุมชนของ NetBean ก็เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในปี 2010 บริษัทชันไมโครซิสเต็มรวมทั้งเน็ตบีนก็รวมเข้ากับบริษัทอราเคิลจนกระทั่งถึงปัจจุบัน

NetBeans Platform เป็นเฟรมเวิร์กที่สามารถนำมาใช้ซ้ำได้เพื่อให้นักพัฒนาออปพลิเคชัน Java Swing ทำได้ง่ายขึ้น ชุดของ NetBeans IDE สำหรับ Java SE บรรจุสิ่งที่จำเป็นในการเริ่มต้นพัฒนาปลั๊กอินของเน็ตบีนและออปพลิเคชันพื้นฐานของเน็ตบีนโดยไม่ต้องเพิ่ม SDK แต่

ประการใดแอปพลิเคชันสามารถติดตั้งโมดูลได้แบบไดนามิกและสามารถดาวน์โหลดจาก ศูนย์กลางอัปเดตโมดูลเพื่ออัปเดตความสามารถใหม่ๆ ได้โดยตรงในขณะที่กำลังรันแอปพลิเคชัน ในการติดตั้งซ้ำการอัปเดตหรือเวอร์ชันใหม่ไม่บังคับให้ผู้ใช้ดาวน์โหลดแอปพลิเคชันทั้งหมดอีกครั้ง

แพลตฟอร์มของเนตเบินให้บริการการใช้ซ้ำแอปพลิเคชันบนเดสก์ท็อปทำให้นักพัฒนาพึงความสนใจไปยังข้อกำหนดทางตรรกะสำหรับแอปพลิเคชันของตนเองได้ง่ายขึ้น ความสามารถของแพลตฟอร์ม ได้แก่

- การจัดการส่วนต่อประสานผู้ใช้ เช่น เมนู และทูลบาร์
- การจัดการค่าติดตั้งของผู้ใช้
- การจัดการสื่อบันทึกข้อมูล
- การจัดการวินโดวส์
- วิศวกรเฟรมเวิร์ก (Wizard Framework)
- เนตเบินวิซวลไลบรารี (NetBean Visual Library)
- เครื่องมือพัฒนาแบบรวม (Integrated Development Tools)

ฟังก์ชันทั้งหมดของ NetBean IDE จัดเตรียมไว้เป็นโมดูล เช่น ส่วนสนับสนุนภาษาจาวา ส่วนแก้ไข หรือสนับสนุนการทำการระบบเวอร์ชัน CVS และ SVN เนตเบินบรรจุโมดูลทั้งหมดที่จำเป็นเพื่อการพัฒนาจาวาในการดาวน์โหลดเพียงครั้งเดียว ซึ่งยอมให้ผู้ใช้เริ่มต้นทำงานได้ทันที และโมดูลยอมให้เนตเบินขยายเพิ่มเติมได้ ความสามารถใหม่ๆ เช่น การสนับสนุนภาษาโปรแกรมอื่นๆ สามารถเพิ่มได้ด้วยการติดตั้งโมดูลเสริม เช่น Sun Studio, Sun Java Studio Enterprise และ Sun Java Studio Creator เป็นต้น

ตัวอย่างโมดูลใน NetBean IDE

NetBeans Profiler เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบแอปพลิเคชันจาวา ซึ่งช่วยนักพัฒนาค้นหาจุดของหน่วยความจำและความเร็วที่เหมาะสม แต่เดิมจะต้องดาวน์โหลดแยกต่างหาก แต่ปัจจุบันได้รวมเป็นส่วนหนึ่งของแกน IDE ตั้งแต่เวอร์ชัน 6.0 เป็นต้นมา Profiler อยู่บนพื้นฐานของโครงการวิจัยในห้องปฏิบัติการของซันที่มีชื่อว่า JFluid ที่เปิดเผยเทคนิคที่สามารถใช้ลดภาระของการทำโพรไฟล์บนแอปพลิเคชันจาวา หนึ่งในเทคนิคเหล่านั้นคือการทำ dynamic byte code instrumentation ซึ่งมีประโยชน์ต่อการทำโพรไฟล์แอปพลิเคชันจาวาขนาดใหญ่เพราะจะได้ข้อมูลขณะกำลังรันโปรแกรมที่ใหญ่เกินไปหรือซับซ้อนเกินไปสำหรับตัวทำโพรไฟล์อื่นๆ

นอกจากนี้ NetBean ยังสนับสนุนการทำไฟล์แบบจุดที่ทำให้ทำไฟล์ที่จุดเฉพาะของการเอ็กซ์คิวต์และวัดค่าเวลาการเอ็กซ์คิวต์

GUI design tool แต่เดิมรู้จักกันในชื่อ Project Matisse เครื่องมือนี้ทำให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาต้นแบบและออกแบบ Swing GUI โดยการลากวางบนตำแหน่งคอมโพเนนต์ GUI ได้ ตัวสร้าง GUI ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อสนับสนุน Swing Application Framework (JSR 296) และ Beans Binding Technology (JSR 295)

NetBeans JavaScript Editor สนับสนุนทั้ง JavaScript, AJAX และ CSS มีความสามารถทั้ง Syntax highlighting, Refactoring, Code Completion สำหรับ Native Object และฟังก์ชัน การสร้างโครงสร้างคลาสของ JavaScript การสร้าง AJAX callback จากเทมเพลต และการตรวจเช็คความเข้ากันได้ของเบราว์เซอร์แบบอัตโนมัติ เป็นต้น ในส่วนความสามารถ CSS editor ประกอบได้ด้วย Code completion สำหรับชื่อสไตล์ ตัวนำทางแบบรวดเร็วที่ Navigator panel การแสดงประกาศค่า CSS rule ที่ List View และโครงสร้างไฟล์ที่ Tree View การเรียงลำดับ Outline view ด้วยชื่อ รูปแบบ หรือลำดับการประกาศค่า การสร้างการประกาศกฎ การแบ่งส่วนของ rule name เป็นต้น

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยต่อยอดจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ของผู้วิจัยในหัวข้อการวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการสอบออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (สุโกศล วโนทยาพิทักษ์, 2551) และการพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อสอบออนไลน์แบบอัตโนมัติ (สุโกศล วโนทยาพิทักษ์, 2554) เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสอบออนไลน์มาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด งานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ในต่างประเทศ พบว่ามีงานวิจัยหลายงานวิจัย อาทิ เรื่อง The Intelligent Assessment System in Web-based Distance Learning Education (RuiMin Shen et.al. , 2001) เป็นการค้นคว้าระบบการประเมินผลในสภาพแวดล้อมของการศึกษาทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต และการสร้างโมเดลการประเมินผลอัจฉริยะซึ่งมีสมรรถนะสูงและความสามารถในการปรับตัวเองได้ นอกจากนี้ยังมีการนำระบบการประเมินผลนี้ไปใช้โดยมีพื้นฐานอยู่บนโมเดลนี้ ในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาแบบบูรณาการ ระบบการประเมินผลแบบนี้เป็นการร่วมมือกับระบบย่อยต่างๆ ในระหว่างกระบวนการเรียน การสอนและการเรียนรู้ และมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงสมรรถนะของระบบการศึกษาทั้งหมด งานวิจัยเรื่อง A Novel Web-based Online Examination System for Computer Science Education (Yuan Zhenming et.al., 2003) เป็นการวิจัยเกี่ยวกับระบบการสอบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการพัฒนาระบบการสอบออนไลน์รูปแบบใหม่บนสภาพแวดล้อมแบบเบราว์เซอร์/เซิร์ฟเวอร์ (Browser/Server) ซึ่งรวมเอาการสอบและการตัดเกรดอัตโนมัติสำหรับคำถามแบบปรนัย

และคำถามภาคปฏิบัติ เช่น การสอบวิธีการเขียนโปรแกรม การใช้งานไมโครซอฟต์วินโดวส์ (Microsoft Windows) การแก้ไขไมโครซอฟต์เวิร์ด (Microsoft Word) เอ็กเซล (Excel) และพาวเวอร์พอยต์ (PowerPoint) เป็นต้น ระบบนี้ประสบความสำเร็จในการประยุกต์เข้ากับการประเมินผลทางไกลของการวัดทักษะด้านการปฏิบัติของสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับวิชาทักษะทางคอมพิวเตอร์อื่นๆ ในระดับมหาวิทยาลัย และการสอบระดับชาติของโรงเรียนมัธยมศึกษา ในมณฑลเจ้อเจียง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน รายงานวิจัยที่เกี่ยวกับในประเทศไทยได้แก่ งานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยคอมพิวเตอร์ (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548) เป็นงานวิจัยการนำโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบสำเร็จรูปที่ชื่อ TAP (Test Analysis Program) มาใช้วิเคราะห์ข้อสอบแบบปรนัย เรื่องการพัฒนาระบบการวิเคราะห์และการสร้างคลังข้อสอบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับมหาวิทยาลัยเอกชน (กิตติมา เจริญหิรัญ, 2550) เป็นการพัฒนาแบบคลังข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบแบบออนไลน์บนเว็บ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากมหาวิทยาลัยเอกชน 3 แห่ง (มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยชินวัตร และมหาวิทยาลัยศรีปทุม) ในตัวระบบมีรูปแบบการจัดการคลังข้อสอบที่หลากหลายบนเว็บและสามารถเชื่อมโยงกับระบบการวิเคราะห์ข้อสอบจากเครื่องตรวจข้อสอบชนิดปรนัยได้ งานวิจัยเรื่องการพัฒนาแบบการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยระบบการจัดการเรียนแบบออนไลน์โอเพนซอร์ส (สุณี รักษาเกียรติศักดิ์, 2552) เป็นการปรับแต่งระบบการวิเคราะห์ข้อสอบของระบบคลังข้อคำถามและการทดสอบออนไลน์ให้มาใช้ในระบบ ATutor ซึ่งเป็นระบบการจัดการเรียนแบบออนไลน์โอเพนซอร์ส ของมหาวิทยาลัยโตรอนโต ประเทศแคนาดา งานวิจัยเรื่องระบบการทดสอบออนไลน์โดยวิธีเลือกจากความยากง่าย (ทรงวุฒิ แซ่อึ้ง, 2552) เป็นการนำเสนอการออกแบบระบบสารสนเทศ ในการหาค่าสถิติที่จำเป็นของข้อสอบจากข้อมูลการทำข้อสอบของผู้สอบ แล้วนำค่าสถิติค่าความยากง่าย มาประยุกต์ใช้ในการทำแบบทดสอบ โดยใช้อัลกอริธึมต้นไม้ตัดสินใจ ในการคัดเลือกข้อสอบขึ้นมา