บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

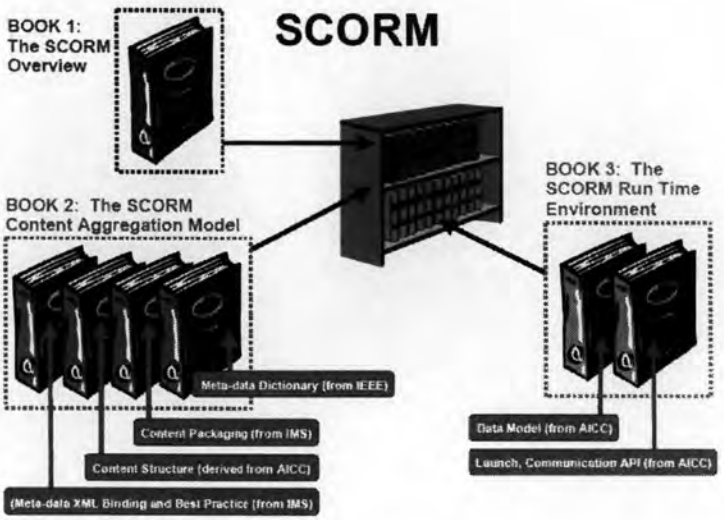
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สกอร์ม (SCORM : Sharable Content Object Reference Model) [1,2]

ข้อกำหนดสกอร์ม คือ ข้อกำหนดในการจัดเก็บเนื้อหา และข้อกำหนดของเนื้อหาการเรียนในการติดต่อระหว่างระบบบริหารการเรียนเพื่อสนับสนุนความสามารถการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable) และยังช่วยให้เกิดการใช้เนื้อหาบทเรียนร่วมกัน (Sharable) ถูกพัฒนาโดยหน่วยงาน Advanced Distributed Learning (ADL) ด้วยการนำเอามาตรฐานและข้อกำหนดของหน่วยงานอื่นๆ มาปรับปรุง และรวบรวมกันเป็นข้อกำหนด ประกอบด้วย

- มาตรฐาน LOM (Learning Object Metadata) จากหน่วยงาน Learning Technology Standards Committee ขององค์กร IEEE เป็นมาตรฐานการกำหนดคำอธิบายข้อมูลที่ใช้ในการสร้างเนื้อหาบทเรียน
- ข้อกำหนดของ IMS จากหน่วยงาน IMS Global Learning Consortium เป็นการทำคอนเทนต์แพกเกจจิ้ง (Content Packaging) เพื่อความสะดวกในการย้ายเนื้อหาบทเรียนจากระบบบริหารการเรียนหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่ง และการกำหนดลำดับเนื้อหาของบทเรียน
- ข้อกำหนดของ AICC จากหน่วยงาน Aviation Industry CBT Committee เป็นข้อกำหนดของวิธีการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเนื้อหาบทเรียนกับระบบบริหารการเรียนเพื่อให้ระบบบริหารการเรียนสามารถติดตามบทเรียนได้

ข้อกำหนดสกอร์มพัฒนามาเพื่อให้เกิดการใช้เนื้อหาการเรียนร่วมกัน โดยข้อกำหนดสกอร์มมองทรัพยากรการเรียน เช่น ไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอล ไฟล์รูปภาพ ไฟล์เสียงออกเป็นชิ้นๆ แล้วนำทรัพยากรการเรียนนี้มาประกอบกันเป็นบทเรียนหรือโปรแกรมบทเรียน ซึ่งจากการทำงานดังกล่าวทำให้สามารถสร้างบทเรียนขึ้นมาใหม่จากทรัพยากรที่มีอยู่เดิมระหว่างระบบบริหารการเรียนที่ใช้ข้อกำหนดเดียวกันแสดงดังรูปที่ 2.1 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



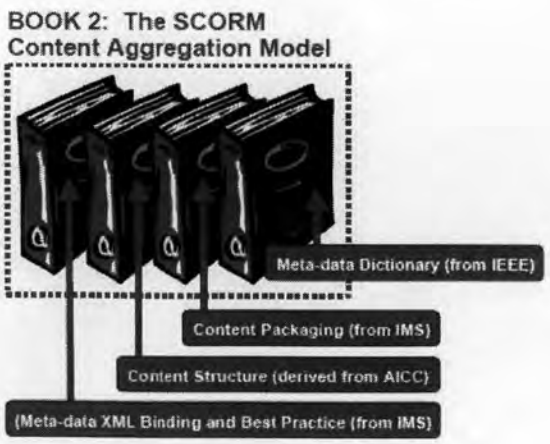
รูปที่ 2.1 โครงแบบ Sharable Content Object Reference Model รุ่น 1.2 [1]

2.1.1.1 ส่วนเรื่องโดยสังเขป (Overview)

กล่าวถึงความเป็นมาของข้อกำหนดสกอร์ม และวัตถุประสงค์ของหน่วยงาน Advanced Distributed Learning เกี่ยวกับการนำข้อกำหนดสกอร์มเข้ามาใช้งาน รวมถึงมาตรฐาน และข้อกำหนดต่างๆ ที่นำมาร่วมใช้งาน

2.1.1.2 ส่วนโครงแบบการรวมกลุ่มเนื้อหา (Content Aggregation Model)

กล่าวถึงโครงสร้างเนื้อหาที่ประกอบเป็นโปรแกรมบทเรียน เช่น ทรัพยากรการเรียน บทเรียนหรือส่วนหนึ่งของบทเรียน และยังใช้เป็นการกำหนดโครงสร้างข้อมูล ซึ่งนำไปสู่การกำหนดลำดับในการแสดงเนื้อหาให้กับผู้เรียน ซึ่งส่วนโครงแบบการรวมกลุ่มเนื้อหาแสดงดังรูปที่ 2.2

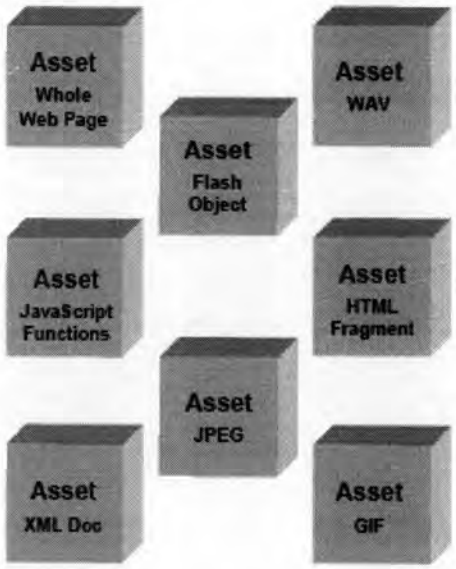


รูปที่ 2.2 โครงแบบการรวมกลุ่มเนื้อหา [1]

ภายในโครงแบบการรวมกลุ่มเนื้อหายังมีการกำหนดโครงแบบเนื้อหา (Content Model) ที่สามารถนำมาประกอบเป็นบทเรียนหรือโปรแกรมบทเรียนซึ่งส่วนประกอบต่างๆ ที่รวมเป็นโครงแบบเนื้อหามีข้อกำหนดและรายละเอียด ดังนี้

1) แอสเส็ท (Assets)

คือส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของทรัพยากรการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจเป็นไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอล ไฟล์รูปภาพ ไฟล์เสียง และไฟล์วิดีโอ ซึ่งสามารถนำมารวมกันเป็นเนื้อหาบทเรียนที่นำส่งโดยระบบบริหารการเรียนไปสู่ผู้เรียน ซึ่งแอสเส็ทจะไม่สามารถเชื่อมต่อเพื่อให้เกิดการติดตามบทเรียนกับระบบบริหารการเรียนได้ โดยข้อมูลของแอสเส็ทแสดงด้วยรูปที่ 2.3 อธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.3 รายละเอียดแอสเส็ทของข้อกำหนดสกอร์ม [2]

- เว็บเพจสมบูรณ์ (Whole Web Page)

หมายถึงหน้าเอกสารเอชทีเอ็มแอลหนึ่งหน้าซึ่งอาจประกอบด้วยข้อความ ไฟล์รูปภาพ ไฟล์ภาพเคลื่อนไหว ไฟล์เสียง ไฟล์วีดีโอ และการเชื่อมโยงระหว่างหน้าเว็บเพจ ซึ่งเว็บเพจนี้มักจะถูกเขียนด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล

- ฟังก์ชันจาวาสคริปต์(JavaScript Functions)

หมายถึงคำสั่งหรือชุดคำสั่งที่เขียนด้วยจาวาสคริปต์ส่วนมากใช้ในเว็บเพจเพื่อประมวลผลข้อมูลที่ผั่งของผู้ใช้งานด้วยเว็บเบราว์เซอร์ โดยแทรกไปพร้อมกับเอกสาร

เอชทีเอ็มแอล มีการใช้จาวาสคริปต์ในหลายรูปแบบ เช่น ใช้เพื่อสร้างเนื้อหาที่เปลี่ยนแปลงเสมอภายในเว็บเพจ ใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ผู้ใช้นำเข้าก่อนเข้าระบบ เป็นต้น

- เอกสารเอกซ์เอ็มแอล (XML Document)

หมายถึงเอกสารที่สร้างขึ้นด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอลใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน และเน้นการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

- อ็อบเจกต์แฟลช (Flash Object)

หมายถึง อ็อบเจกต์ต่างๆ ที่สร้างขึ้นด้วยแมโครมีเดียแฟลช (Macromedia Flash) หรือชื่อใหม่คือโปรแกรมอะโดบีแฟลช (Adobe Flash) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนสื่อมัลติมีเดียที่เอาไว้ใช้สร้างเนื้อหา โดยจะต้องมีการติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติมให้เว็บเบราว์เซอร์เพื่อให้สามารถแสดงอ็อบเจกต์แฟลชได้ อ็อบเจกต์แฟลชมีความสามารถในการรองรับภาพแบบเวกเตอร์ และภาพแบบแรสเตอร์ และมีภาษาสคริปต์ที่เอาไว้ใช้เขียนโดยเฉพาะเรียกว่าแอ็กชันสคริปต์ (Action Script) และยังสามารถเล่นเสียงและวีดิโอได้

- เจเพ็ก (JPEG)

หมายถึงไฟล์รูปภาพที่สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเก็บข้อมูลรูปภาพที่ถูกกำหนดโดยกลุ่มรวมผู้เชี่ยวชาญภาพถ่าย (Joint Photographic Experts Group) เพื่อใช้ในการประมวลผล และจัดเก็บข้อมูลภาพถ่าย

- เวฟ (WAV)

หมายถึงไฟล์ที่มีนามสกุล .wav เป็นไฟล์ข้อมูลที่เป็นคลื่นเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงซึ่งบันทึกเก็บไว้บนสื่อดิจิตอล เช่น ฮาร์ดดิสก์ แผ่นซีดี เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญคือครอบคลุมความถี่เสียงได้ทั้งหมด ทำให้คุณภาพเสียงดีมากและยังให้เสียงในรูปแบบสเตอริโอได้ ข้อเสียของไฟล์เวฟคือมีขนาดใหญ่ทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ในการเก็บข้อมูลมาก

- ชิ้นส่วนเอชทีเอ็มแอล(HTML Fragment)

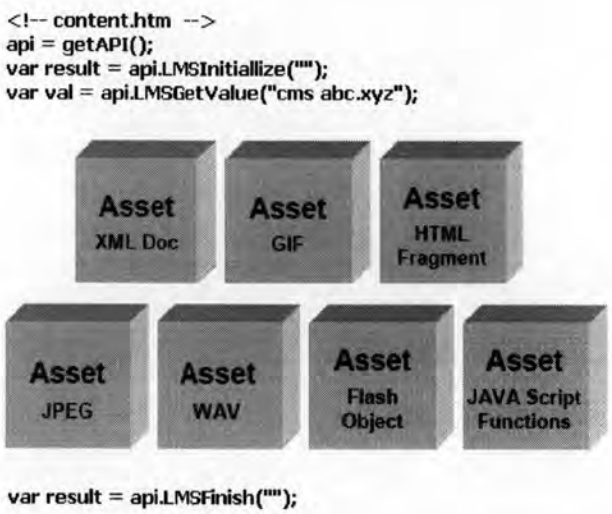
หมายถึงชิ้นส่วนที่ประกอบขึ้นเป็นเว็บเพจของเอกสารเอชทีเอ็มแอลอาจเป็นข้อความ ไฟล์รูปภาพ ไฟล์ภาพเคลื่อนไหว ไฟล์เสียง ไฟล์วีดีโอ เป็นต้น

- จิฟ (GIF)

หมายถึงไฟล์ภาพและไฟล์ภาพเคลื่อนไหว รูปแบบจิฟถูกออกแบบโดยคอมพิวเซิร์ฟ (CompuServe) ซึ่งเป็นบริการเครือข่ายข่าวสารแบบออนไลน์ เพื่อให้บริการแลกเปลี่ยนกราฟิกในรูปแบบบิตแมป นอกจากนี้จิฟยังสามารถเก็บรูปภาพไว้ได้หลายๆ ภาพในไฟล์เดียว จึงถูกนำไปใช้สร้างภาพเคลื่อนไหวง่ายๆ เช่น ภาพการ์ตูนเคลื่อนไหว เป็นต้น

2) แชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์ (Sharable Content Object)

คือการรวมกลุ่มของแอสเส็ทซึ่งรวมถึงแอสเส็ทเฉพาะที่ใช้สำหรับสภาพแวดล้อมขณะใช้งานที่ใช้ในการติดต่อกันระหว่างระบบบริหารการเรียน ซึ่งแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์เป็นระดับที่ล่างสุดในการแสดงทรัพยากรการเรียน เพื่อให้สามารถติดตามได้โดยระบบบริการการเรียน ในการออกแบบโครงสร้างเนื้อหาและกิจกรรมต่างๆ ในโปรแกรมบทเรียนควรจะให้แชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อให้เนื้อหาของโปรแกรมบทเรียนสามารถใช้ร่วมกันได้ และเพื่อให้สามารถบริหารจัดการโดยระบบบริการการเรียน อย่างไรก็ตามไม่ได้มีข้อบังคับเกี่ยวกับขนาดของแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์ แต่การกำหนดขนาดแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์จึงขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาโปรแกรมบทเรียน และระดับการนำกลับมาใช้ใหม่ รายละเอียดของแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์ แสดงได้ดังรูป 2.4

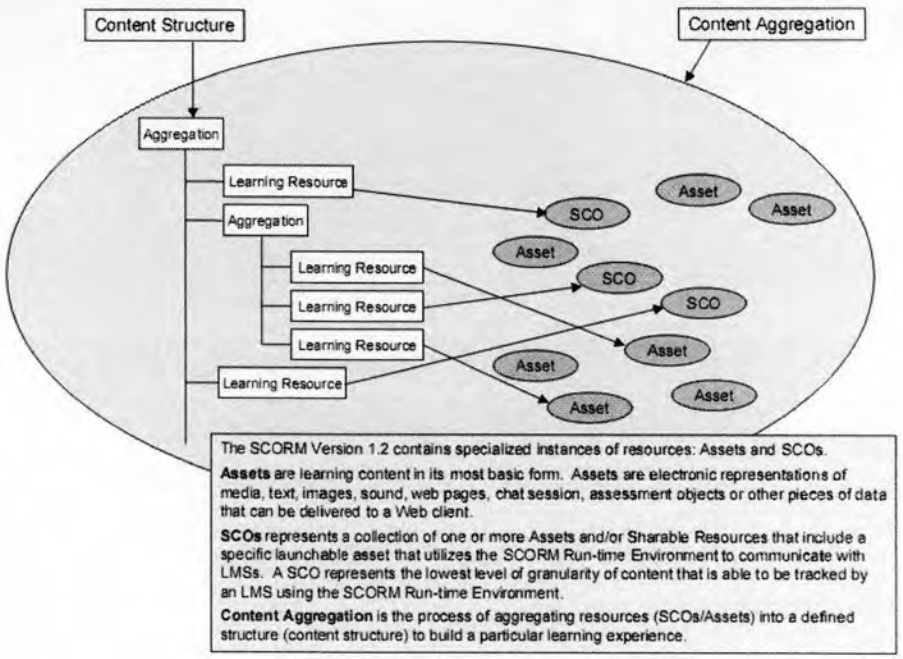


รูปที่ 2.4 รายละเอียดแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์ [2]

3) การรวมกลุ่มเนื้อหา (Content Aggregation)

เป็นกระบวนการการรวมกลุ่มเนื้อหาของแอสเส็ทและแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์เพื่อจัดโครงสร้างเนื้อหาของโปรแกรมบทเรียนเพื่อให้ระบบบริหารการเรียนสามารถบริหารจัดการบทเรียนที่นำส่งให้กับผู้เรียนเมื่อมีการเรียกใช้งานโปรแกรมบทเรียนนั้นๆ โดยการรวมกลุ่มเนื้อหาจะอธิบายความสัมพันธ์ของบทเรียนแบบเรียงลำดับตั้งแต่บทเรียนแรกจนไปถึงบทเรียนสุดท้ายจนกระทั่งรวมกันเป็นโปรแกรมบทเรียน พร้อมทั้งอ้างอิงแอสเส็ทและแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องที่ต้องนำใช้งานในบทเรียนต่างๆ ซึ่งการเรียงลำดับเนื้อหานี้เป็น

เสมือนเป็นการนำทางในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนขณะเข้าไปใช้งานในโปรแกรมบทเรียน และจะเป็นการตรวจสอบให้กับผู้เรียนโดยระบบบริหารการเรียนว่าผู้เรียนได้เข้าไปเรียนในบทเรียนหรือโปรแกรมบทเรียนนั้นเรียบร้อยแล้ว สามารถแสดงโดยรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การรวมกลุ่มเนื้อหา [2]

2.1.1.2.1 เมตาดาต้า (Meta-data)

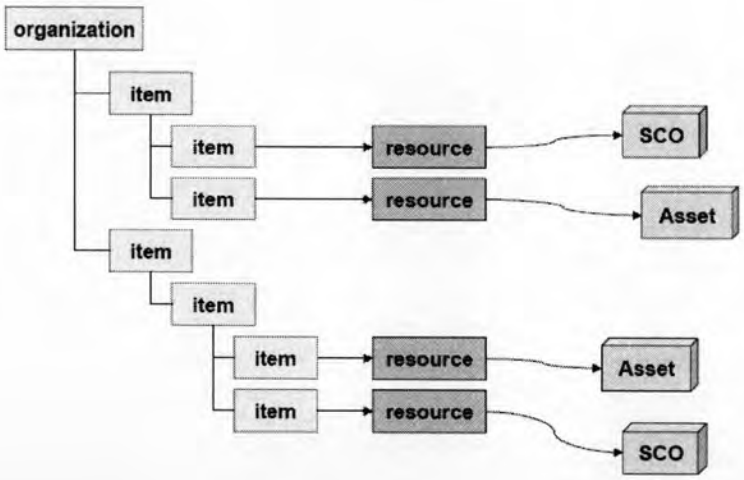
คือ การอธิบายทรัพยากรการเรียนด้วยการใช้อีลิเมนต์ซึ่งได้อ้างอิงตามมาตรฐาน LOM ขององค์กร IEEE จุดประสงค์ของเมตาดาต้าเพื่อสร้างความหมายของชื่อที่เป็นมาตรฐานในการอธิบายทรัพยากรการเรียน การอธิบายทรัพยากรการเรียนที่มีการใช้เมตาดาต้านั้นทำให้มีความสามารถในการค้นหา และสามารถนำกลับมาใช้ได้อย่างมีระบบ โดยการกำหนดเมตาดาต้าให้กับทรัพยากรการเรียนนั้น สามารถกำหนดได้ในระดับแอสเส็ท เช่น กำหนดเมตาดาต้าให้รูปภาพรูปหนึ่ง และในระดับแชร์เอเบิ้ลคอนเทนต์อ็อบเจกต์ เช่น การกำหนดเมตาดาต้าให้กับเว็บเพจหนึ่งที่ประกอบด้วยข้อความ ไฟล์รูปภาพ และฟังก์ชันที่ใช้ติดต่อกับสภาพแวดล้อมขณะใช้งานของระบบบริหารการเรียน สำหรับระดับการรวมกลุ่มเนื้อหาอาจเป็นการกำหนดเมตาดาต้าให้กับบทเรียน หรือกำหนดเมตาดาต้าให้กับโปรแกรมบทเรียน

2.1.1.2.2 คอนเทนต์แพกเกจจิ้ง

คือ การนำทรัพยากรบทเรียนมาจัดรวมและจัดโครงสร้างเนื้อหา เพื่อให้เกิดข้อกำหนดในการแลกเปลี่ยนทรัพยากรการเรียนระหว่างระบบบริการการเรียน ซึ่งระบบบริการการเรียนมีหน้าที่ในการแปลลำดับที่ได้ถูกอธิบายอยู่ในโครงสร้างเนื้อหา และควบคุมให้ลำดับของทรัพยากรการเรียนนี้เกิดขึ้นจริงในขณะใช้งาน โดยโครงสร้างของคอนเทนต์แพกเกจประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1) ลำดับชั้นของเนื้อหา (Content Hierarchy)

ข้อกำหนดสกอร์มได้มีการใช้โครงสร้างต้นไม้มาอธิบายถึงโครงสร้างเนื้อหาของโปรแกรมบทเรียน และใช้ในการอ้างถึงทรัพยากรบทเรียนที่มีอยู่ในโปรแกรมบทเรียน โดยการกำหนดลำดับชั้นของเนื้อหาจะทำให้ระบบบริหารการเรียนสามารถลำดับเนื้อหาที่นำส่งให้กับผู้เรียนได้ตั้งแต่เริ่มต้นเข้าเรียนจนจบโปรแกรมบทเรียนได้อย่างถูกต้อง แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างเนื้อของโปรแกรมบทเรียนแบบโครงสร้างต้นไม้ [2]

2) การลำดับและการนำทาง (Sequencing and Navigation)

ข้อกำหนดสกอร์มได้มีการกำหนดการลำดับและการนำทางเพื่อใช้สำหรับระบุประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้พัฒนาโปรแกรมบทเรียนสามารถสร้างและกำหนดกฎการเรียนรู้เพื่อให้เกิดกิจกรรมในระหว่างการเรียนในโปรแกรมบทเรียนด้วยการกำหนด

สถานะให้กับบทเรียน โดยความหมายของสถานะบทเรียนจะถูกเก็บและแปลความหมายโดยระบบบริหารการเรียน ซึ่งสถานะของบทเรียนที่ได้กำหนดไว้ในข้อกำหนดสกอร์มมีได้ดังนี้

- สถานะเป็น passed
- สถานะเป็น completed
- สถานะเป็น browsed
- สถานะเป็น failed
- สถานะเป็น not attempted
- สถานะเป็น incomplete

ในการสร้างโปรแกรมบทเรียนของผู้พัฒนาโปรแกรมบทเรียนสามารถกำหนดลำดับการเรียนรู้ได้จากอีลิเมนต์ <item> ซึ่งอยู่ในไฟล์มานิเฟสของข้อกำหนดสกอร์ม ดังรูปที่ 2.7

```
<item identifier="I0">
  <item identifier="I1" identifierref="R_I1">
  <item identifier="I2"  identifierref="R_I2">
  <item identifier="I3" identifierref="R_I3">
    <adlcp:prerequisites type=  "aicc_script">
      I1&I2</adlcp:prerequisites>
  </item>
</item>
```

รูปที่ 2.7 การกำหนดลำดับการเรียนรู้จากอีลิเมนต์ <item> [2]

จากรูปที่ 2.7 ได้มีการกำหนดลำดับการเรียนรู้โดยผู้เรียนจะต้องเรียนบทเรียน I1 และบทเรียน I2 ให้ผ่านก่อนถึงสามารถที่จะเข้าเรียนบทเรียน I3 ได้ ซึ่งการกำหนดกฎของการเรียนรู้ของโปรแกรมบทเรียนจะถูกแปลความหมายโดยระบบบริหารการเรียน

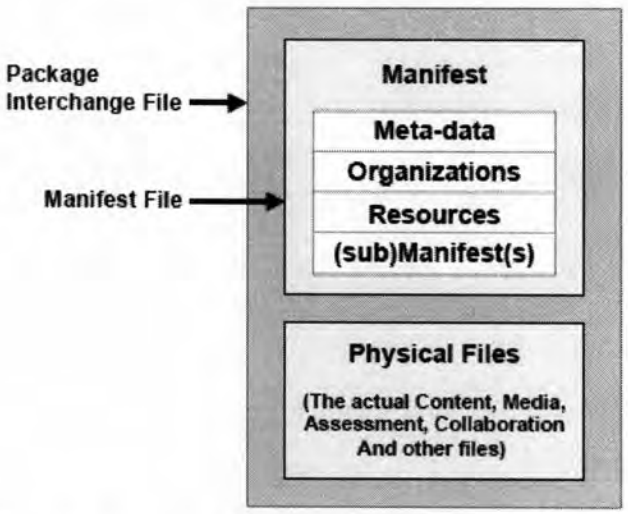
3) คอนเทนต์แพกเกจ (Content Package)

ข้อกำหนดสกอร์มได้มีการกำหนดคอนเทนต์แพกเกจเพื่อใช้ในการจัดโครงสร้างเนื้อหา และนำทรัพยากรการเรียนมาจัดรวมเพื่อให้เกิดข้อกำหนดในการแลกเปลี่ยนทรัพยากรการเรียนระหว่างระบบบริการการเรียน โดยระบบบริหารการเรียนมีหน้าที่ในการแปลลำดับที่ได้ถูกอธิบายอยู่ในโครงสร้างเนื้อหาของคอนเทนต์แพกเกจ และทำหน้าที่ควบคุม

ให้ลำดับของทรัพยากรการเรียนนี้ให้ถูกต้องในขณะใช้งานโปรแกรมบทเรียน โดยโครงสร้างของคอนเทนต์แพกเกจแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

(1) ส่วนเอกสารเอกซ์เอ็มแอลซึ่งอธิบายโครงสร้างเนื้อหาและทรัพยากรการเรียนที่ใช้ในคอนเทนต์แพกเกจเรียกไฟล์นี้ว่าไฟล์มานิเฟส (imsmanifest.xml)

(2) ส่วนของไฟล์ซึ่งเป็นทรัพยากรการเรียน เช่น ไฟล์เอกสารเอชทีเอ็มแอล ไฟล์รูปภาพ ไฟล์เสียง ไฟล์แบบทดสอบ และไฟล์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 2.8 โครงสร้างคอนเทนต์แพกเกจตามข้อกำหนดสกอร์ม [2]

2.1.1.2.3 วิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice)

เป็นการให้คำแนะนำในการสร้างคอนเทนต์แพกเกจของผู้พัฒนาโปรแกรมบทเรียนเพื่อให้สะดวกในการย้ายคอนเทนต์แพกเกจไปยังระบบบริหารการเรียนอื่นๆ

2.1.1.3 ส่วนสภาพแวดล้อมขณะใช้งาน (Run-Time Environment)

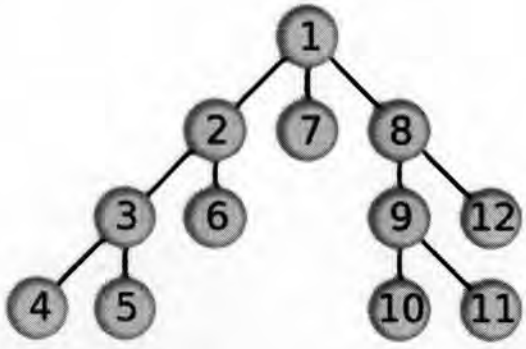
กล่าวถึงความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างระบบบริหารการเรียนและโปรแกรมบทเรียน เช่น ความสามารถในการให้ระบบบริหารการเรียนเริ่มส่ง (Launch) เนื้อหาที่สร้างจากเครื่องมือที่แตกต่างกัน และความสามารถของระบบบริหารการเรียนในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมบทเรียนได้

2.1.2 **การค้นหาข้อมูล** [6]

การค้นหาข้อมูลในทางคอมพิวเตอร์มักจะกระทำบนโครงสร้างต้นไม้และโครงสร้างกราฟ ทั้งนี้เพราะโครงสร้างข้อมูลในลักษณะนี้สามารถทำให้การค้นหาทำได้ง่ายและสะดวก ในความเป็นจริงแล้วการค้นหาข้อมูลบางครั้งสามารถกระทำบนโครงสร้างข้อมูลชนิดอื่นๆ เช่น แถวลำดับ กองซ้อน แถวคอย เป็นต้น ซึ่งการจัดข้อมูลในโครงสร้างเช่นนี้ใช้ได้กับข้อมูลที่มีขนาดเล็กมีข้อจำกัดในการค้นหาข้อมูลมาก ใช้ได้กับการค้นหาแบบเรียงลำดับเท่านั้น ดังนั้นในการค้นหาข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ก่อนการค้นหาข้อมูลจะต้องถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบของโครงสร้างต้นไม้หรือโครงสร้างกราฟ ประกอบด้วย

2.1.2.1 การค้นหาแบบลึกก่อน (Depth First Search)

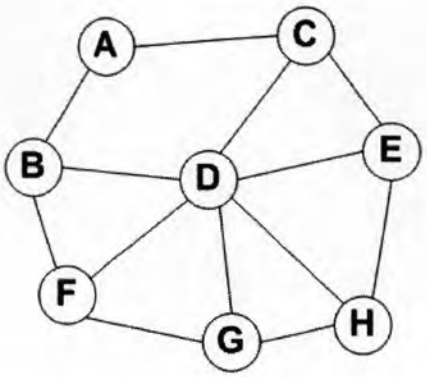
การค้นหาแบบลึกก่อนเป็นการค้นหาที่กำหนดทิศทางจากรูปของโครงสร้างต้นไม้ที่เริ่มต้นจากโหนดราก (Root node) ที่อยู่บนสุด แล้วเดินลงมาให้ลึกที่สุด เมื่อถึงโหนดล่างสุด (Terminal node) ให้ย้อนขึ้นมาที่จุดสูงสุดของกิ่งเดียวกันที่มีกิ่งแยกและยังไม่ได้เดินผ่าน แล้วเริ่มเดินลงจนถึงโหนดลึกสุดอีก ทำเช่นนี้สลับไปเรื่อยจนพบโหนดที่ต้องการหาหรือสำรวจครบทุกโหนดแล้วตามรูปที่ 2.9 การค้นหาแบบลึกก่อนจะมีลำดับการเดินตามโหนดดังตัวเลขที่กำกับไว้ในแต่ละโหนด



รูปที่ 2.9 ลำดับการค้นหาแบบลึกก่อน

โครงสร้างข้อมูลที่ใช้สำหรับการค้นหานี้สามารถใช้กับโครงสร้างกราฟได้โดยอาศัยหลักการเดียวกัน แต่สำหรับการเดินทางบนกราฟนั้นจะไม่มีโหนดลึกสุดดังนั้นการเดินทางบนกราฟจะต้องปรับวิธีการโดยเริ่มจากโหนดเริ่มต้น จากนั้นให้นำโหนดที่อยู่ติดกับโหนดที่กำลังสำรวจอยู่ มาเก็บไว้ในกองซ้อนเมื่อสำรวจโหนดนั้นเสร็จ ให้นำข้อมูลตัวบนสุดของโหนดออกมาทำการสำรวจ แล้วนำโหนดข้างเคียงทั้งหมดที่ยังไม่ได้สำรวจมาต่อท้ายกองซ้อน แล้วนำ

ข้อมูลตัวบนสุดออกมาสำรวจ โดยทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนกระทั้งพบโหนดที่ต้องการหรือสำรวจครบทุกโหนดตามรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างกราฟ [6]

จากรูปที่ 2.10 การสำรวจจะเริ่มต้นที่โหนด A และนำโหนดข้างเคียงคือโหนด B และโหนด C มาเก็บไว้ในกองซ้อน เมื่อสำรวจโหนด A เสร็จนำข้อมูลจากกองซ้อนออกมาได้โหนด C ทำการสำรวจโหนด C และนำโหนดข้างเคียงกับโหนด C ที่ยังไม่ได้ทำการสำรวจและยังไม่ได้อยู่ในกองซ้อนมาใส่ในกองซ้อน คือโหนด D และโหนด F นำข้อมูลเข้าไปใส่ในกองซ้อน ดังนั้นในกองซ้อนตอนนี้มีโหนด B โหนด D โหนด F อยู่ เมื่อสำรวจโหนด C เสร็จ ให้นำโหนด F ออกมาทำการสำรวจแล้วนำโหนดข้างเคียงที่ยังไม่ได้สำรวจและยังไม่ได้อยู่ในกองซ้อนมาใส่กองซ้อนซึ่งก็คือโหนด G ดังนั้นข้อมูลในกองซ้อนจะเป็นโหนด B โหนด D โหนด G ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบการทำงานก็จะได้ลำดับการสำรวจ คือ A C F G H E D B ตามตาราง 2.1 ดังนี้

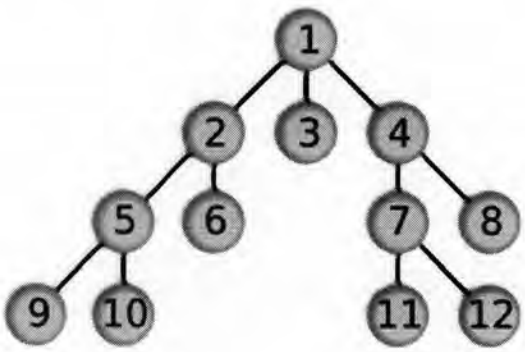
ตารางที่ 2.1 การค้นหาแบบลึกก่อนในโครงสร้างกราฟ

โหนดที่สำรวจ	กองซ้อน
A	B C
C	B D F
F	B D G
G	B D H
H	B D E
E	B D
D	D
B	

ในการค้นหาข้อมูลบนโครงสร้างกราฟมีข้อสังเกตุคือโหนดที่เริ่มต้นการสำรวจจะต้องมีการกำหนดมาให้ว่าโหนดใดเป็นโหนดเริ่มต้น และข้อสังเกตุอีกประการหนึ่งคือวิธีการค้นหาแบบลึกก่อนที่ใช้สำหรับโครงสร้างกราฟ สามารถใช้กับโครงสร้างต้นไม้ได้ด้วย

2.1.2.2 การค้นหาแบบกว้างก่อน (Breadth First Search)

การค้นหาแบบกว้างก่อนเป็นการกำหนดทิศทางการค้นหาแบบที่ละระดับของโครงสร้างต้นไม้โดยเริ่มจากโหนดรากเป็นระดับที่ 0 แล้วลงมาระดับที่ 1 จากซ้ายไปขวา เมื่อเสร็จระดับที่ 1 ไประดับที่ 2 จากซ้ายไปขวาเช่นกันทำเช่นนี้เรื่อยๆ จนพบโหนดที่ต้องการตามรูปที่ 2.11 ลำดับการเดินทางของโหนดเป็นไปตามหมายเลขที่กำกับไว้บนโหนด



รูปที่ 2.11 ลำดับการค้นหาแบบกว้างก่อน

สำหรับการค้นหาแบบกว้างก่อนบนโครงสร้างต้นไม้จะอาศัยโครงสร้างข้อมูลแบบแถวคอยมาช่วยและด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการค้นหาแบบลึกก่อนคือ ให้เริ่มต้นสำรวจที่โหนดเริ่มต้นแล้วนำโหนดข้างเคียงเก็บไว้ในแถวคอย เมื่อสำรวจโหนดเริ่มต้นเสร็จ ให้นำข้อมูลในแถวคอยออกมาสำรวจ แล้วนำโหนดข้างเคียงที่ยังไม่ได้สำรวจและไม่ได้อยู่ในแถวคอยใส่แถวคอยไว้ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนพบโหนดที่ต้องการหรือเมื่อสำรวจครบทุกโหนด

จากโครงสร้างกราฟรูปที่ 2.10 การสำรวจเริ่มต้นที่โหนด A นำโหนดข้างเคียง โหนด B โหนด C ไว้ในแถวคอย เมื่อสำรวจโหนด A เสร็จให้นำข้อมูลในแถวคอย คือโหนด B ออกมาสำรวจ แล้วนำข้อมูลข้างเคียงคือโหนด D โหนด E ใส่แถวคอยตอนนี้แถวคอยจะมีโหนด B โหนด D โหนด E อยู่ แล้วนำโหนด B ออกมาสำรวจทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จะได้ลำดับการสำรวจข้อมูลคือ A B C D E F G H ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การค้นหาแบบกว้างก่อนในโครงสร้างกราฟ

โหนดที่สำรวจ	แถวคอย
A	B C
B	C D E
C	D E F
D	E F G H
E	F G H
F	G H
G	G
H	

เมื่อพิจารณาการค้นหาทั้งสองแบบทั้งการค้นหาแบบลึกก่อนและการค้นหาแบบกว้างก่อนสามารถเปรียบเทียบได้ดังตาราง 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบการค้นหาแบบลึกก่อนและการค้นหาแบบกว้างก่อน

การค้นหาแบบลึกก่อน	**การค้นหาแบบกว้างก่อน**
1.ใช้หน่วยความจำน้อยกว่าเพราะว่าสถานะในเส้นทางค้นหาปัจจุบันเท่านั้นที่ถูกเก็บ	1.ใช้หน่วยความจำมากเพราะต้องเก็บสถานะไว้ทุกโหนดเพื่อหาเส้นทางจากสถานะเริ่มต้นไปหาคำตอบ
2. อาจจะติดเส้นทางที่ลึกมากโดยไม่พบคำตอบ เช่น ในกรณีที่เส้นทางนั้นไม่มีคำตอบและเป็นเส้นทางที่ยาวไม่สิ้นสุด จะทำไม่สามารถไปเส้นทางอื่นได้	2. จะไม่ติดเส้นทางที่ลึกมากๆ โดยไม่พบคำตอบ
3. ถ้าคำตอบอยู่ในระดับ n+1 สถานะอื่นทุกโหนดที่ระดับ 1 ถึงระดับ n ไม่จำเป็นต้องถูกกระจายจนหมด	3. ถ้าคำตอบอยู่ในระดับ n+1 สถานะทุกโหนดที่ระดับ 1 ถึงระดับ n จะต้องถูกกระจายหมด ทำให้มีสถานะที่ไม่จำเป็นในเส้นทางที่จะไปสู่คำตอบถูกกระจายออกด้วย
4. เมื่อพบคำตอบไม่สามารถรับประกันได้ว่าเส้นที่ได้เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือไม่	4. ถ้ามีคำตอบจะรับประกันได้ว่าจะพบคำตอบ และจะได้เส้นทางสั้นที่สุดด้วย

2.1.3 ภาษาเอกซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language) [7]

ภาษาเอกซ์เอ็มแอลพัฒนาโดย W3C (The World Wide Web Consortium) เป็นภาษามาร์คอัพ (Markup) เช่นเดียวกับภาษาเอชทีเอ็มแอล ประกอบด้วยแท็ก (Tag) โดยใช้แท็กเปิด และแท็กปิด เช่นเดียวกับภาษาเอชทีเอ็มแอล แต่ภาษาเอกซ์เอ็มแอลสามารถสร้างแท็กใหม่รวมถึงกำหนดโครงสร้างของข้อมูลได้เอง ซึ่งความสามารถตรงนี้ภาษาเอชทีเอ็มแอลทำไม่ได้เพราะภาษาเอชทีเอ็มแอลถูกกำหนดแท็กด้วยข้อกำหนดตายตัว เช่น โปรแกรมพิมพ์งานประเภทแก้ไขข้อความต่างก็มีความสามารถในการจัดรูปแบบข้อความด้วยภาษามาร์คอัพ

ภาษาเอกซ์เอ็มแอลไม่ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อมาแทนที่ภาษาเอชทีเอ็มแอล แต่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยจุดมุ่งหมายที่แตกต่างจาก ภาษาเอชทีเอ็มแอลซึ่งความแตกต่างระหว่างภาษาเอกซ์เอ็มแอลและภาษาเอชทีเอ็มแอลดังตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.4 ความแตกต่างระหว่างภาษาเอกซ์เอ็มแอลและภาษาเอชทีเอ็มแอล

ภาษาเอกซ์เอ็มแอล	ภาษาเอชทีเอ็มแอล
ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ในการอธิบายข้อมูล	ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการแสดงข้อมูล
ให้ความสนใจว่าข้อมูลคืออะไร	ให้ความสนใจในรูปแบบของการแสดงข้อมูล
มีประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลในระบบที่แตกต่างกัน (Incompatible System)	

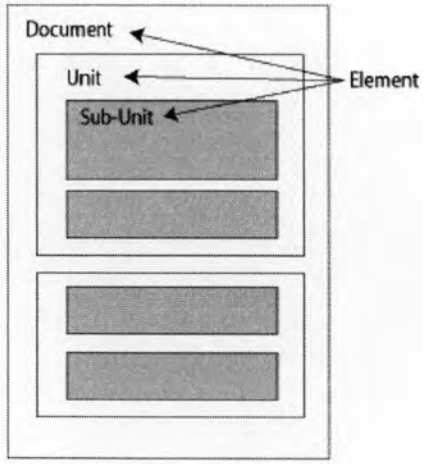
2.1.3.1 โครงสร้างของภาษาเอกซ์เอ็มแอล

2.1.3.1.1 โครงสร้างเชิงตรรกะ (Logical Structure)

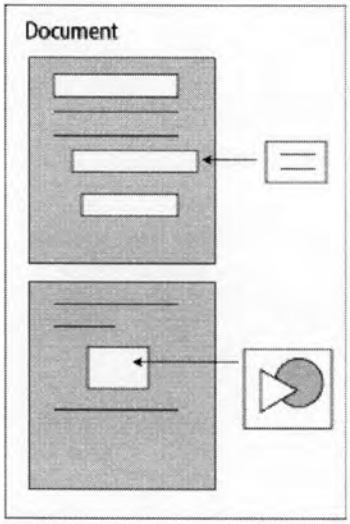
ภายในเอกสารเอกซ์เอ็มแอลหนึ่งจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วย (Units) และในแต่ละหน่วยจะสามารถแบ่งย่อยลงไปอีกได้เรียกว่า หน่วยย่อย (Sub-Units) เราเรียกส่วนประกอบในเอกสารนี้ว่าอีลิเมนต์ ดังรูปที่ 2.12

2.1.3.1.2 โครงสร้างเชิงกายภาพ (Physical Structure)

เอกสารเอกซ์เอ็มแอลอนุญาตให้เก็บส่วนประกอบของเอกสารซึ่งเรียกว่า เอนทิตี (Entities) แยกออกจากตัวเอกสารได้ในกรณีที่ข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลที่ถูกเรียกประจำ รวมถึงเอกสารที่ไม่ใช่ภาษาเอกซ์เอ็มแอล เช่น ข้อมูลรูปภาพ เป็นต้น โดยเอนทิตีเหล่านี้จะถูกเรียกใช้ได้โดยการอ้างถึง ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.12 โครงสร้างเชิงตรรกะของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล [7]

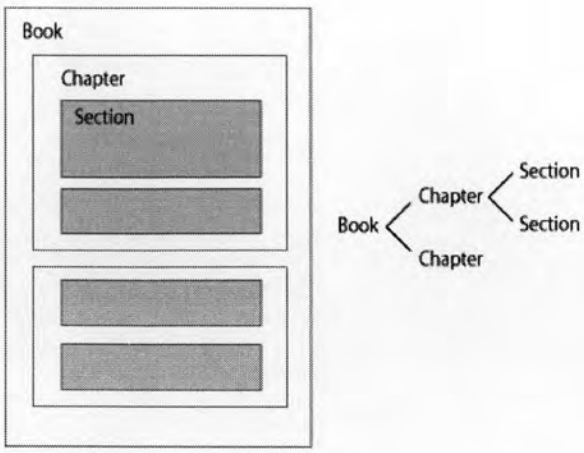


รูปที่ 2.13 โครงสร้างเชิงกายภาพของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล [7]

ตัวอย่างการมองในลักษณะโครงสร้างเชิงกายภาพ เช่น ในหนังสือเล่มหนึ่งประกอบด้วยบทเรียนหลายบท แต่ละบทเป็นตัวแทนของอีลิเมนต์ในแต่ส่วนประกอบด้วยคำอธิบายแต่ละย่อหน้า มีตารางและรูปภาพ แต่ละรูปภาพหรือคำอธิบายบางส่วนอาจจะถูกอ้างอิงถึงหลายครั้งในบทอื่น ฉะนั้นจึงมีการแยกเก็บไว้อีกส่วน ซึ่งแต่ละส่วนสามารถอ้างอิงถึงได้

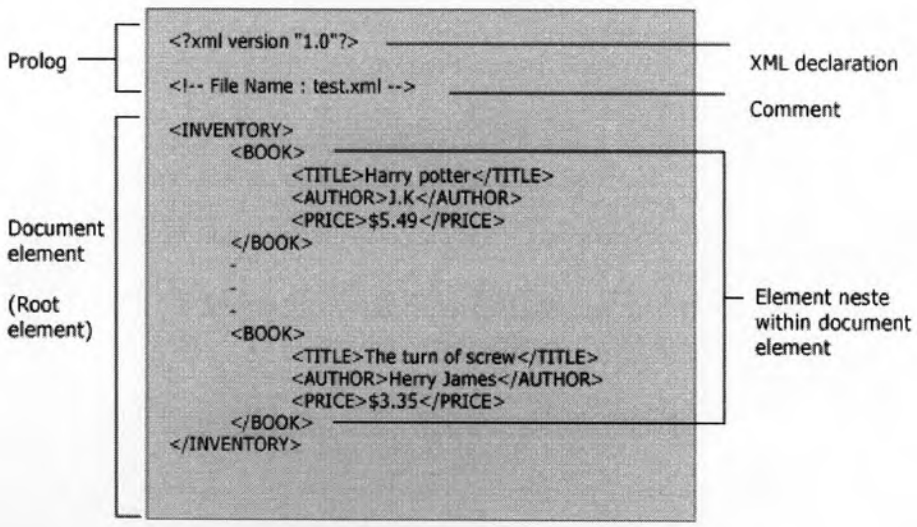
2.1.3.2 โครงสร้างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

โครงสร้างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลมีลักษณะโครงสร้างเป็นลำดับชั้นเหมือนโครงสร้างต้นไม้ โดยมีอีลิเมนต์ที่ซ้อนกันอยู่ภายในอีลิเมนต์อื่นๆ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลและโครงสร้างต้นไม้ [7]

สำหรับเนื้อหาภายในของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลแสดงดังรูปที่ 2.15 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.15 โครงสร้างของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล [7]

2.1.3.2.1 ส่วนโปรล็อก (Prolog)

1) การประกาศเอกซ์เอ็มแอล (XML declaration)

เป็นการประกาศให้รู้ว่าเอกสารนี้ คือ เอกสารเอกซ์เอ็มแอลและเป็นการประกาศเวอร์ชันของภาษาเอกซ์เอ็มแอล จากรูปที่ 2.15 เป็นเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

รุ่น 1.0 การใส่ค่าประกาศภาษาเอกซ์เอ็มแอลจะประกาศหรือไม่ประกาศก็ได้ แต่ควรมีข้อกำหนดนี้ในเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

2) บรรทัดว่าง

เพื่อช่วยให้เอกสารน่าอ่านขึ้น ตัวประมวลผลของภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML Processor) จะข้ามและไม่นำบรรทัดว่างเหล่านั้นมาประมวลผล

3) หมายเหตุ (Comment)

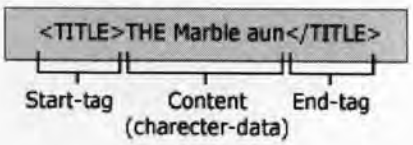
เพื่อให้สามารถพิมพ์ข้อความที่ต้องการอาจเป็นข้อความที่ใช้อธิบายจุดประสงค์ของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล เป็นต้น จะมีหรือไม่มีก็ได้เช่นเดียวกันกับบรรทัดว่าง ตัวประมวลผลของตัวประมวลผลของภาษาเอกซ์เอ็มแอลจะข้ามและไม่นำหมายเหตุมาประมวลผล

2.1.3.2.2 ส่วนอีลิเมนต์เอกสาร (Document element)

ในส่วนที่สองเรียกว่าอีลิเมนต์เอกสารหรืออีลิเมนต์ราก (Root element) ซึ่งสามารถบรรจุอีลิเมนต์เพื่อเติมได้ ในเอกสารเอกซ์เอ็มแอลนั้นอีลิเมนต์จะแสดงลักษณะโครงสร้างของเอกสาร และแสดงส่วนประกอบของเนื้อหาเอกสารอยู่ภายใน จากรูปที่ 2.15 เป็นตัวอย่างของการเก็บข้อมูลในอีลิเมนต์ <BOOK> ประกอบด้วย อีลิเมนต์ <TITLE>, อีลิเมนต์ <AUTHOR> และอีลิเมนต์ <PRICE> ในส่วนอีลิเมนต์เอกสารของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) อีลิเมนต์

สัญลักษณ์ของอีลิเมนต์ประกอบด้วยแท็กเริ่มต้น (Start-tag) เนื้อหาภายในอีลิเมนต์ และแท็กปิดท้าย (End-tag) ซึ่งในเนื้อหาภายในอีลิเมนต์สามารถกำหนดข้อมูลหรืออีลิเมนต์อื่นๆ ที่ซ้อนอยู่ภายใน หรือทั้งสองแบบได้แสดงได้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของอีลิเมนต์ [7]

จากเอกสารเอกซ์เอ็มแอลในรูปที่ 2.15 จะเห็นว่าส่วนอีลิเมนต์เอกสารคืออีลิเมนต์ INVENTORY ซึ่งเริ่มต้นแท็กด้วย <INVENTORY> และปิดท้ายด้วย

แท็ก </INVENTORY> ส่วนข้อมูลภายในคืออีลิเมนต์ <BOOK> ซึ่งในอีลิเมนต์ <BOOK> สามารถมีชุดอีลิเมนต์ซ้อนไว้ภายในได้อีก

2) แอททริบิวต์

เป็นรายละเอียดข้อมูลที่แสดงลักษณะและคุณสมบัติของอีลิเมนต์ ซึ่งในเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลจะมีการใช้ในลักษณะเดียวกับเอกสารเอชทีเอ็มแอลโดยมีการกำหนดแอททริบิวต์ในส่วนแท็กเริ่มต้น ซึ่งแอททริบิวต์ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูล แต่ถูกใช้เพื่อเป็นส่วนอธิบายเพิ่มเติมให้กับอีลิเมนต์

จากรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18 สามารถแสดงตัวอย่างการใช้งานอีลิเมนต์ร่วมกับแอททริบิวต์ ได้ดังนี้ คือ

แบบที่ 1

```
<person sex="female">
<firstname>Anna</firstname>
<lastname>Smith</lastname>
</person>
```

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการใช้งานอีลิเมนต์ร่วมกับแอททริบิวต์แบบที่ 1 [7]

แบบที่ 2

```
<person>
<sex>female</sex>
<firstname>Anna</firstname>
</person>
```

รูปที่ 2.18 ตัวอย่างการใช้งานอีลิเมนต์ร่วมกับแอททริบิวต์แบบที่ 2 [7]

จากรูปที่ 2.17 และรูปที่ 2.18 จะเห็นได้ว่าในการสร้างอีลิเมนต์ของเอกสารเอกซ์เอ็มแอลไม่จำเป็นจะต้องใส่แอททริบิวต์ก็สามารถสร้างเอกสารเอกซ์เอ็มแอลได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเรื่อง"Notes on the Experience of Transforming Distributed Learning Materials into SCORM Standard Specifications"[3]โดย Jan KOLLAR, Ladislav SAMUELIS และ Peter RAJCHMAN

งานวิจัยนี้ได้นำประสบการณ์ในการแปลงโปรแกรมบทเรียนที่กระจัดกระจายอยู่ในส่วนต่างๆ ของหน่วยงานในมหาวิทยาลัย Kosice ในประเทศสโลวาเกีย ซึ่งมีนักศึกษาประมาณ 13,000 คน มีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมเนื้อหาการเรียนเหล่านั้นให้เป็นไปตามข้อกำหนดสกอร์มโดยเน้นการศึกษาผลกระทบ และหาวิธีการแปลงโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาเป็นเว็บเพจแบบพลวัต (Dynamic Webpage) ที่ใช้งานอยู่แล้วให้เป็นไปตามข้อกำหนดสกอร์ม เพื่อให้คณะผู้บริหารมหาวิทยาลัยพิจารณาก่อนที่จะดำเนินการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ทางคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม RELOAD [4] เป็นเครื่องมือพัฒนาโปรแกรมบทเรียน เพื่อที่จะแปลงเนื้อหาการเรียนที่มีให้สนับสนุนข้อกำหนดสกอร์ม เนื่องจากสามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ฟรี และมีรหัสต้นฉบับ (Source code) ของโปรแกรมมาให้พัฒนาต่อ จากที่ได้ศึกษาพบปัญหาที่เกิดขึ้น คือ การเชื่อมโยง (HyperLink) ของบทเรียนไปยังบทเรียนที่อยู่ภายนอกของโปรแกรมบทเรียนจะทำให้ระบบบริหารการเรียนไม่สามารถใช้งานเครื่องมือนำทางในการเรียน และเมนูอื่นๆ ของระบบบริหารการเรียนเมื่อได้เข้ามาเรียนแล้ว รวมถึงไม่สามารถติดตามการเรียนของนักเรียนได้ อีกปัญหาที่ได้พบในการวิจัยนี้ คือ การเก็บไฟล์รูปภาพไว้หลายๆ โฟลเดอร์ที่ต่างกัน โดยทางคณะผู้วิจัยทำการแก้ปัญหานี้โดยการแก้ไขการเชื่อมโยงในเอกสารก่อนที่นำมาแปลง พร้อมทั้งสำเนาไฟล์ที่อยู่โฟลเดอร์ต่างๆ เหล่านี้ไปยังโฟลเดอร์เดียวกัน และเมื่อทดสอบจากโปรแกรม RELOAD ตามข้อกำหนดสกอร์มรุ่น 1.2 ปรากฏว่าสามารถเรียกใช้ทรัพยากรที่มีปัญหาเหล่านั้นได้ ปัจจุบันงานวิจัยชิ้นนี้ได้ร่วมกับหน่วยงาน Academic ADL (AADL)เพื่อพัฒนาโปรแกรมบทเรียนของหลักสูตรต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย ให้สนับสนุนการทำงานตามข้อกำหนดสกอร์มรุ่น 1.3

2.2.2 งานวิจัยเรื่อง "RELOAD : Reusable eLearning Object Authoring & Delivery" [4] โดย มหาวิทยาลัย Bolton ประเทศอังกฤษ

โปรแกรม RELOAD เป็นเครื่องมือสร้างสื่อแบบเปิดเผยรหัสต้นฉบับ (Open Source) ที่เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย พัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Bolton และมหาวิทยาลัย Strathclyde เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างโครงสร้างเนื้อหาโปรแกรมบทเรียนให้สนับสนุนข้อกำหนดสกอร์ม ซึ่งเครื่องมือนี้สามารถออกแบบและวางแผนในการสร้างโปรแกรมบทเรียน รวมทั้งสามารถสร้างคอนเทนต์แพกเกจ (Content Package) ที่เป็นไปตามข้อกำหนดสกอร์มรุ่น 1.2 เพื่อนำส่งโปรแกรม

บทเรียนเข้าระบบบริหารการเรียนที่สนับสนุนข้อกำหนดสกอร์มได้ ปัจจุบันโปรแกรม RELOAD กำลังอยู่ในช่วงพัฒนาให้สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม Eclipse 3.1 Rich Client Platform ซึ่งเป็นไอดีอี (IDE) สำหรับนักพัฒนาโปรแกรม เพื่อให้สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น ระบบปฏิบัติการ Windows, ระบบปฏิบัติการ Linux และระบบปฏิบัติการ Macintosh เป็นต้น

2.2.3 งานวิจัยเรื่อง "SCORM Runtime Wrapper Extension for Dreamweaver MX" [5] โดย บริษัท Adobe Systems Incorporated

บริษัท Adobe Systems Incorporated ได้จัดทำส่วนเพิ่มเติมสำหรับติดตั้งให้กับผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่ใช้ชื่อการค้าว่า Macromedia Dreamweaver MX เพื่อเป็นส่วนขยายให้เครื่องมือนี้สามารถส่งออกโปรแกรมบทเรียนที่พัฒนาขึ้นให้ตรงตามข้อกำหนดสกอร์มได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่ต้องนำเนื้อหาการเรียนไปแก้ไข หรือสร้างเนื้อหาขึ้นมาใหม่ด้วยเครื่องมือสร้างสื่ออื่นๆ ก่อนที่จะนำส่งเข้าระบบบริหารการเรียน ซึ่งเน้นหนักไปทางเอกสารเอชทีเอ็มแอล และรูปภาพ โดยจะต้องเข้าไปดาวน์โหลดส่วนติดตั้งเพิ่มเติมนี้และทำการติดตั้งให้เสร็จสิ้นก่อนเริ่มการใช้งาน