บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ผู้เขียนได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มจากทฤษฎีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และหลักการทำงานของความเป็นจริงเสริม ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักวิชาการ ด้านการศึกษา หลายท่านได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ อาทิ บูรณะ สมชัย (2542:14) อรนุช ลิมตศิริ (2544: 200) ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541: 7) อำนวย เดชชัยศรี (2542: 112-117) และวุฒิชัย ประสารสอย (2543: 30) กล่าวโดยสรุปคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง เนื้อหาวิชาที่ได้นำไปพัฒนาอย่างเป็นระบบในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะสื่อประสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ด้วยตนเองเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดความรู้เนื้อหาวิชานั้นแทนครูผู้สอน พร้อมทั้งประเมิน ให้ผลย้อนกลับ และสามารถโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้

รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบ โดยจำแนกตามลักษณะการใช้งาน อำนวย เดชชัยศรี (2542: 112 - 117) วุฒิชัย ประสารสอย (2543: 19-23) อรนุช ลิมตศิริ (2544: 202-206) ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541: 11-12) และกิดานันท์ มลิทอง (2543: 245 - 248) ได้นำเสนอรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปดังนี้

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการเสนอเนื้อหา (Tutorial Instruction)

มีลักษณะเป็นการนำเสนอเนื้อหา โดยการใช้สื่อประสม เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยเริ่มจากบทนำซึ่งมีการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเป็นการเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ โปรแกรมในบทเรียนประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที หากผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์การเรียนที่กำหนดในเนื้อหาส่วนใดส่วนหนึ่ง ก็มีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนตอบได้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด บทเรียนแบบนี้ เป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถใช้สอนได้แทบทุกสาขาวิชา และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นอกจาก นี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นบทเรียนที่มุ่งการสอนเป็นรายบุคคล สนองความแตกต่าง ความสนใจและความสามารถของผู้เรียนเป็นรายบุคคล

2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกหัด(Drill and Practice)

เป็นบทเรียนที่เน้นให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ที่ได้เรียนแล้ว การเรียนแบบนี้จะไม่มีการนำเสนอเนื้อหาความรู้เดิมแก่ผู้เรียน แต่มีการให้คำถามหรือปัญหาที่ออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนตอบ แล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีก

3) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)

เป็นบทเรียนที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อเป็นการฝึกทักษะและเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายสูง รูปแบบของบทเรียนแบบนี้ประกอบด้วยการเสนอเนื้อหาความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่ว ส่วนมากบทเรียนประเภทนี้พัฒนาขึ้นมาใช้ในกิจการด้านการฝึกนักบิน ตำรวจ และทหาร หรือใช้ในการสอนวิชาเคมีเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง

4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games)

เป็นบทเรียนที่ใช้เกมเพื่อการเรียนการสอน เนื่องจากเกมจะเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ เกิดความตื่นเต้น ความสนุกสนานในการเรียนรู้ รูปแบบของบทเรียนแบบนี้คล้ายคลึงกับรูปแบบบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

5) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการทดสอบ (Tests)

การใช้บทเรียนแบบนี้ นอกจากเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนแล้ว ก็ยังช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆของคำถาม จากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนซึ่งน่าสนใจกว่าและเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการตอบคำถามได้อีกด้วย

สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการพัฒนาเนื้อหาหรือสาระการเรียนรู้อย่างเป็นระบบบันทึกลงในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในลักษณะสื่อประสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทบทวนได้ด้วยตนเองเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดความรู้ พร้อมทั้งประเมิน ให้ผลย้อนกลับ และสามารถโต้ตอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ในการศึกษานี้เป็นการพัฒนาสื่อการสอนลักษณะคล้ายการ สร้างสถานการณ์จำลอง

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้

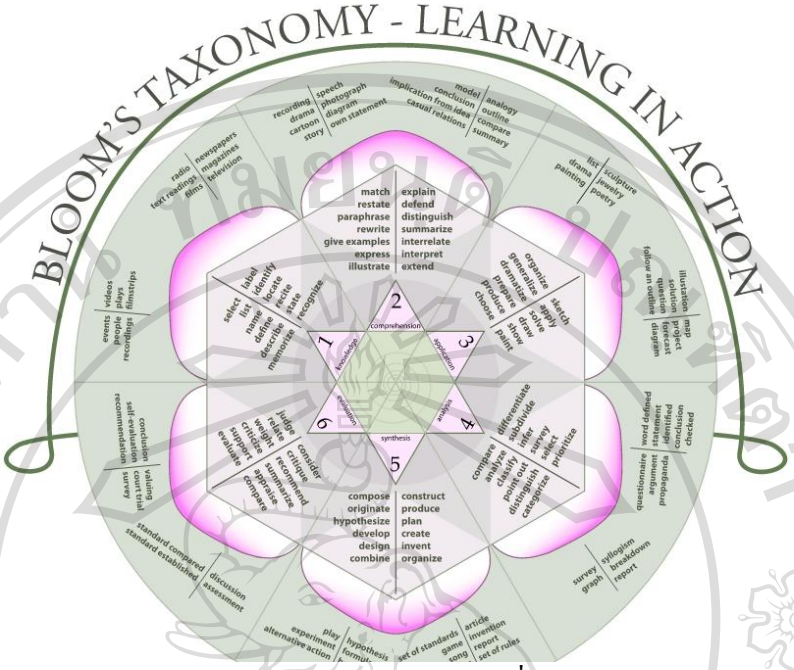
การเรียนรู้คือกระบวนการที่ทำให้คนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความคิด คนสามารถเรียนได้จากการได้ยินการสัมผัส การอ่าน การใช้เทคโนโลยี การเรียนรู้ของเด็กและผู้ใหญ่จะต่างกัน เด็กจะเรียนรู้ด้วยการเรียนในห้อง การซักถาม ผู้ใหญ่มักเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ที่มีอยู่ แต่การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากประสบการณ์ที่ผู้สอนนำเสนอ โดยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนจะเป็นผู้ที่สร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ที่จะให้เกิดขึ้นเป็นรูปแบบใดก็ได้เช่น ความเป็นกันเอง ความเข้มงวดกวดขัน หรือความไม่มีระเบียบวินัย สิ่งเหล่านี้ผู้สอนจะเป็นผู้สร้างเงื่อนไข และสถานการณ์เรียนรู้ให้กับผู้เรียน ดังนั้น ผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบการสอน รวมทั้งการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน(ref:http://th.wikipedia.org/wikiทฤษฎีการเรียนรู้)

นักจิตวิทยาและนักวิชาการด้านศึกษาจำนวนมากได้ให้นิยามและแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ไว้หลากหลายแนวทาง โดยจะขอยกตัวอย่างที่โดดเด่นและนิยมใช้อ้างอิง ดังนี้

Benjamin Bloomนักจิตวิทยาด้านการศึกษาชาวอเมริกา ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ตามทฤษฎีของ (Bloom's Taxonomy)ดังรูป 2.1ระดับการเรียนรู้ตาม ทฤษฎี Bloom's Taxonomy ได้แบ่งระดับการเรียนรู้ออกเป็น 6 ระดับ ดังนี้ (ref:http://th.wikipedia.org/wikiทฤษฎีการเรียนรู้)

1) ความรู้ที่เกิดจากความจำ (knowledge) ซึ่งเป็นระดับล่างสุด
2) ความเข้าใจ (Comprehend)
3) การประยุกต์ (Application)
4) การวิเคราะห์ (Analysis) สามารถแก้ปัญหา ตรวจสอบได้
5) การสังเคราะห์ (Synthesis) สามารถนำส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ให้แตกต่างจากรูปเดิม เน้นโครงสร้างใหม่
6) การประเมินค่า (Evaluation) วัดได้ และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิด ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.1ระดับการเรียนรู้ตามทฤษฎี Bloom's Taxonomyที่มา : (www.wikipedia.org, 2012)

Robert Mills Gagné นักจิตวิทยาด้านการศึกษาชาวอเมริกา ผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดเกี่ยวกับเงื่อนไขของการเรียนรู้ ได้กล่าวถึงขั้นตอนและลำดับของการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพสูง 8 ขั้นตอนดังนี้

1) การจูงใจ (Motivation Phase) การคาดหวังของผู้เรียนเป็นแรงจูงใจในการเรียนรู้
2) การรับรู้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Apprehending Phase) ผู้เรียนจะรับรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจ
3) การปรุงแต่งสิ่งที่รับรู้ไว้เป็นความจำ (Acquisition Phase) เพื่อให้เกิดความจำระยะสั้นและระยะยาว
4) ความสามารถในการจำ (Retention Phase)
5) ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)
6) การนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว (Generalization Phase)
7) การแสดงออกพฤติกรรมที่เรียนรู้ (Performance Phase)
8) การแสดงผลการเรียนรู้กลับไปยังผู้เรียน (Feedback Phase) ผู้เรียนได้รับทราบผลเร็วจะทำให้มีผลดีและประสิทธิภาพสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Gagné ยังได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ อันจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถจดจำ และเข้าใจเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างเกิดประสิทธิภาพ ดังนี้

1) ผู้เรียน (Learner) ต้องมีระบบสัมผัสและ ระบบประสาทในการรับรู้
2) สิ่งเร้า (Stimulus) คือ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
3) การตอบสนอง (Response) คือ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้
4) การสอนด้วยสื่อตามแนวคิดของกาเย่ (Gagne)
5) เร้าความสนใจ มีโปรแกรมที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เช่น ใช้ การ์ตูน หรือกราฟิกที่ดึงดูดสายตา
6) ความอยากรู้อยากเห็นจะเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน การตั้งคำถามก็เป็นอีกสิ่งหนึ่ง
7) บอกวัตถุประสงค์ ผู้เรียนควรทราบถึงวัตถุประสงค์ ให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนเพื่อให้ทราบว่าบทเรียนเกี่ยวกับอะไร
8) กระตุ้นความจำผู้เรียน สร้างความสัมพันธ์ในการโยงข้อมูลกับความรู้ที่มีอยู่ก่อน เพราะสิ่งนี้สามารถทำให้เกิดความทรงจำในระยะยาวได้เมื่อได้โยงถึงประสบการณ์ผู้เรียน โดยการตั้งคำถาม เกี่ยวกับแนวคิด หรือเนื้อหานั้น ๆ
9) เสนอเนื้อหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการอธิบายเนื้อหาให้กับผู้เรียน โดยใช้สื่อชนิดต่าง ๆ ในรูป กราฟิก หรือ เสียง วีดีโอ
10) การยกตัวอย่าง การยกตัวอย่างสามารถทำได้โดยยกกรณีศึกษา การเปรียบเทียบ เพื่อให้เข้าใจได้ซาบซึ้ง
11) การฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะหรือพฤติกรรม เป็นการวัดความเข้าใจว่าผู้เรียนได้เรียนถูกต้อง เพื่อให้เกิดการอธิบายซ้ำเมื่อรับสิ่งที่ผิด
12) การให้คำแนะนำเพิ่มเติม เช่น การทำแบบฝึกหัด โดยมีคำแนะนำ
13) การสอบ เพื่อวัดระดับความเข้าใจ
14) การนำไปใช้กับงานที่ทำในการทำสื่อควรมี เนื้อหาเพิ่มเติม หรือหัวข้อต่าง ๆ ที่ควรจะรู้เพิ่มเติม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

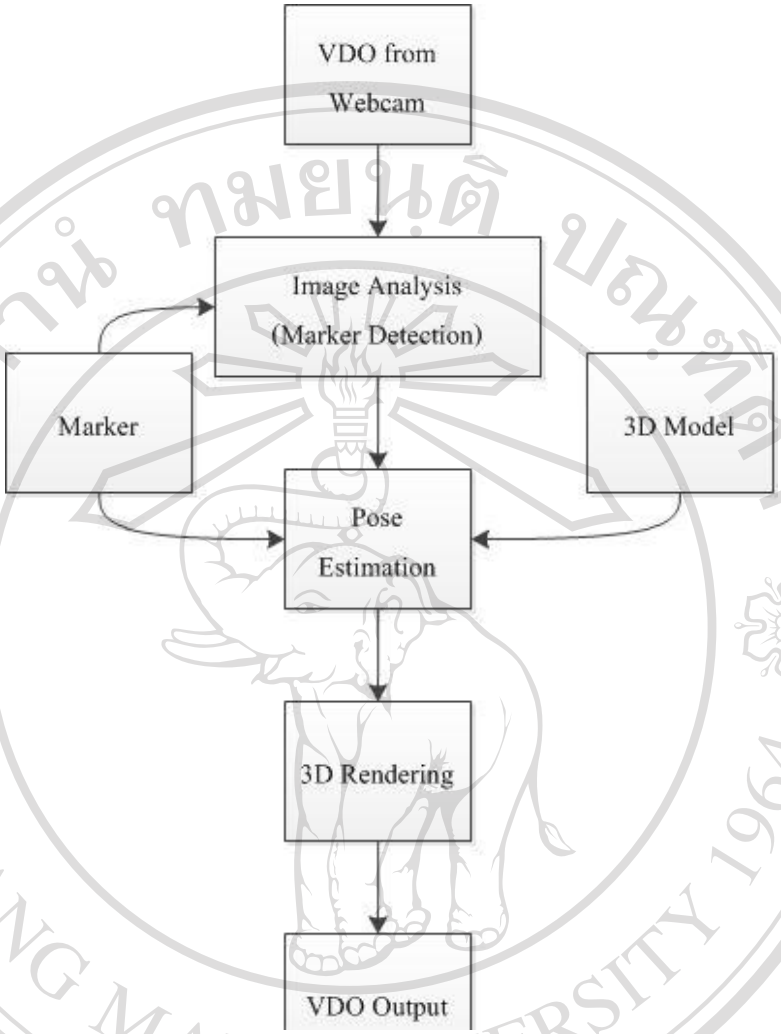
2.3 หลักการทำงานของความเป็นจริงเสริม

สำหรับหลักการทำงานของระบบความเป็นจริงเสริม เมื่อกล่าวโดยละเอียดสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ได้ดังนี้การวิเคราะห์ภาพ , การวิเคราะห์คำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ และการประมวลผลภาพ 3 มิติ โดยทั่วไปเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถแบ่งประเภทตามลักษณะของหลักการวิเคราะห์ภาพได้เป็น 2 ประเภทคือ

1) Marker-less base AR เป็นการวิเคราะห์ภาพจากคุณลักษณะต่าง ๆ ของภาพจริง (Natural Features) โดยการใช้กล้องวีดีโอถ่ายภาพสถานการณ์จริงแล้วทำการวิเคราะห์คำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ เพื่อนำไปเป็นทรัพยากร (Resource) สำหรับขั้นตอนต่อไป
2) Marker base AR เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัยตัวรหัสหรือมาร์คเกอร์ โดยตัวรหัสจะมีการออกแบบเน้นให้สามารถจับภาพด้วยกล้องถ่ายวีดีโอได้ง่าย และรวดเร็ว ลดความซับซ้อนของตัวสัญลักษณ์ และใช้โทนสีที่มีความแตกต่างกันมาก เช่น สีดำ กับสีขาว เป็นต้น

สำหรับการศึกษาครั้งนี้เราจะเน้นศึกษาในส่วนของ Marker basedAR เนื่องจากมีโครงสร้างการทำงานที่ไม่ซับซ้อน และตรงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาซึ่งแสดงได้ดัง รูป 2.2 โดยรวมแล้วขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพและคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ จะใช้เครื่องมือพื้นฐานที่ผู้พัฒนาระบบส่วนใหญ่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการสร้างความเป็นจริงเสริม โดยเครื่องมือนี้คือ เอฟแอลเออาร์ทูลคิท ดังนั้นจึงเรียกขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพและการคำนวณตำแหน่งเชิง 3 มิติ ว่าการ Visual Tracking และยึดหลักการของเครื่องมือดังกล่าวเป็นพื้นฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.2การทำงานของเออาร์ มาร์คเกอร์ เบส

2.3.1 การวิเคราะห์ภาพ

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอโดยก่อนอื่นเราจะต้องทำการดึงข้อมูลที่จำเป็นของ มาร์คเกอร์หนึ่ง ๆที่จะใช้ มาสร้างเป็นฐานข้อมูลเก็บไว้ก่อน ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นเหล่านี้ ได้แก่ ขนาดของมาร์คเกอร์ (ในหน่วยเซนติเมตร) และรูปแบบของ มาร์คเกอร์ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว (เอฟแอลเออาร์ทูลคิท) รูปแบบของ มาร์คเกอร์ จะต้องเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพื้นหลังด้านในสีขาว และสัญลักษณ์ภายในของมาร์คเกอร์เป็นสีดำ ซึ่งสามารถแสดง ได้ดังรูป 2.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

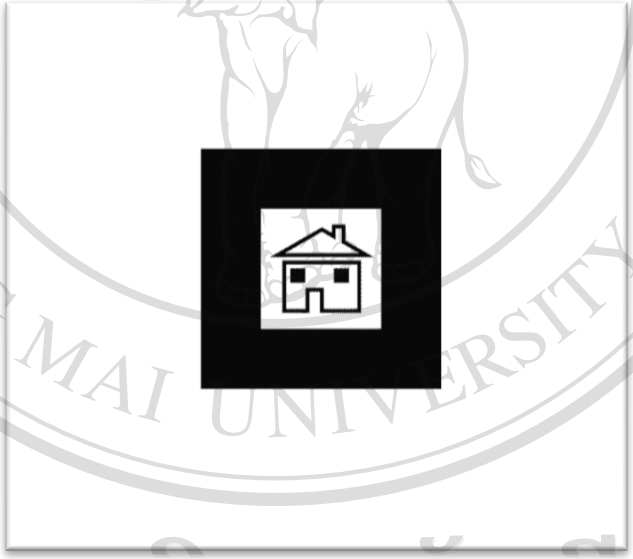
รูป 2.3รูปแบบที่เหมาะสมของมาร์คเกอร์

สำหรับขั้นตอนภายในของกระบวนการวิเคราะห์ภาพเพื่อที่จะให้ได้ซึ่งข้อมูลของมาร์คเกอร์ที่เราต้องการ โดยเมื่อระบบทำการค้นหา มาร์คเกอร์ หนึ่ง ๆ ในเฟรมภาพใด ๆ จากกล้องวีดีโอ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ทำการแปลงภาพที่ได้มาจากกล้องวีดีโอ (ดังรูป 2.4)ที่เป็นภาพสีให้กลายเป็นภาพ 2 ระดับ ดังรูป 2.5 โดยการกำหนดให้แต่ละพิกเซลในภาพ มีค่าเป็น 0 และ 1 โดยที่ 0 มีค่าระดับความสว่างของพิกเซลต่ำกว่าค่าที่แบ่งไว้ มิฉะนั้นแล้วจะมีค่าเป็น 1
2) ทำการหาค่าพื้นที่และส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกันโดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์ภาพที่เรียกว่า Connected Component Labeling ซึ่งแสดงดังตัวอย่างดังรูป 2.6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.4 แสดงภาพต้นฉบับจากกล้องวีดีโอ



รูป 2.5แสดงภาพ 2 ระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป 2.6แสดงส่วนประกอบที่เชื่อมต่อกัน

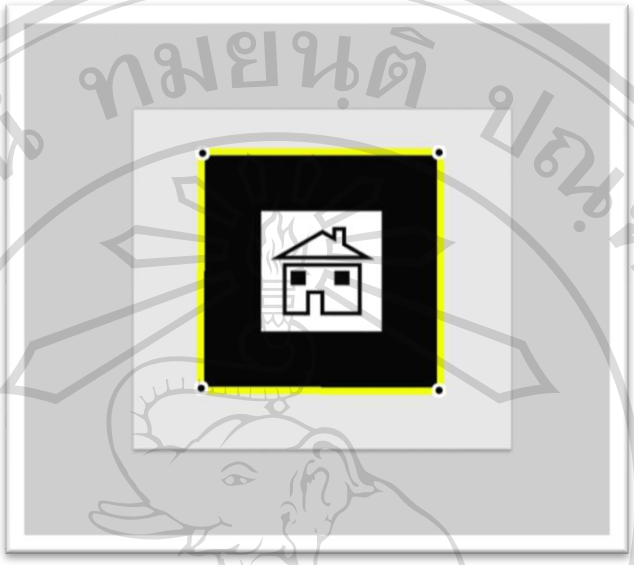
3) หลังจากนั้นระบบจะทำการหาเส้นรอบรูปของภาพที่ได้มาจากผลลัพธ์ในขั้นตอนที่ 2) ดังตัวอย่างรูป 2.7

รูป 2.7แสดงการหาเส้นรอบรูป

4) จากผลลัพธ์ของขั้นตอนที่ 3)ระบบจะทำการประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของสมการเส้นตรงแทนที่เส้นรอบรูปซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมทั้ง 4 เส้นหลังจากนั้นระบบจะหาจุดมุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทั้งสี่จุดของมาร์คเกอร์จากจุดตัดของเส้นตรงทั้ง 4 ที่หาได้ซึ่งแสดงดังรูป 2.8ซึ่งจุดมุม 4 จุดนี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติซึ่งจะอธิบายต่อไป



รูป 2.8แสดงการกำหนดเส้นรอบรูปและมุม

2.3.2 คำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ

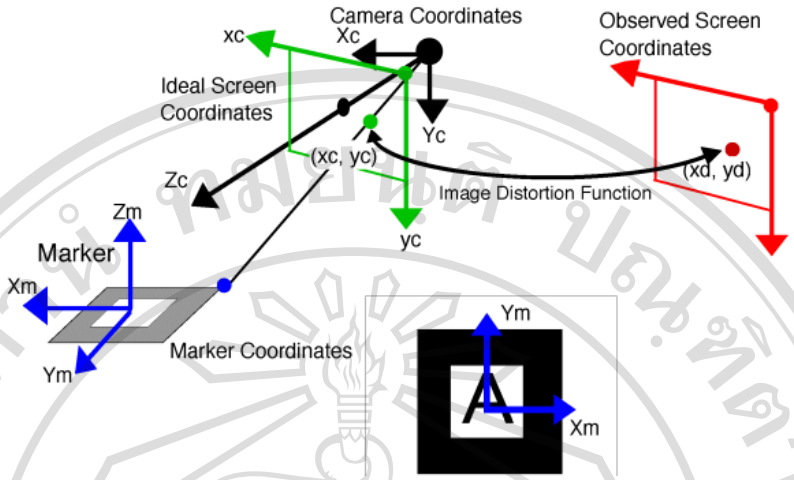
เป็นขั้นตอนของการคำนวณหาค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติของมาร์คเกอร์ ที่ได้สัญญาณและเทียบภาพจากกล้องวีดีโอ โดยค่านี้จะถูกแสดงในรูปแบบเมทริกซ์(Matrix) ขนาด 4x4(T_{CM}) ในการระบุความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame ดังรูป 2.9

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_X \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

รูป 2.9เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกล้องวีดีโอและมาร์คเกอร์

ซึ่งสรุปคือ Camera Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใด ๆ ของกล้องวีดีโอ และ Marker Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใด ๆ ของมาร์คเกอร์ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป 2.10

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.10ระบบพิกัด

จากรูป 2.10 สามารถอธิบายได้ดังนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างจุดใด ๆ (X_C, Y_C, Z_C) บน Camera Coordinated Frame กับจุดที่ตรงกัน (X_I, Y_I) ใน Ideal Screen Coordinated Frame เป็นไปตาม Perspective Projection ดังรูป 2.11

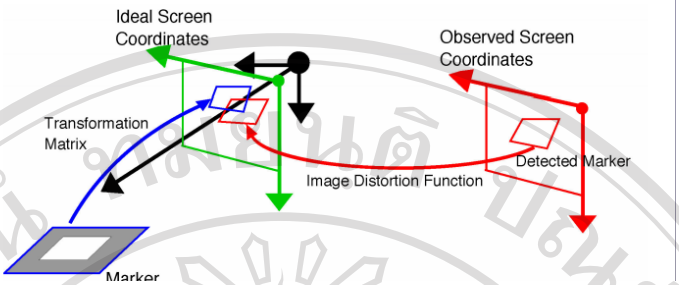
$$\begin{bmatrix} hX_I \\ hY_I \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s\int f_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix}$$

C : Camera Parameter

รูป 2.11แสดงสมการเปอร์สเปคทีฟโปรเจคชั่น

จากรูป 2.11 โดยที่ C ซึ่งเป็นเมทริกซ์ขนาด 3x4 ซึ่งประกอบไปด้วยค่า s, f_x, f_y, x_c, y_c โดยทั่วไปแล้วค่าเหล่านี้เรียกรวมกันว่า Camera Parameters ซึ่งจะคำนวณได้จากขั้นตอนของการทำ Camera Calibration ส่วนค่าความสัมพันธ์ระหว่างจุดใด ๆ บน Ideal Screen Coordinates Frame (x_I, y_I) กับ Observe Screen Coordinates Frame (x_O, y_O) ซึ่งเป็นจุดที่เราเห็นจริง ๆ ในภาพ สามารถแสดงดังรูป 2.12และสามารถอธิบายในรูปแบบของสมการได้ดังรูป 2.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.12ความสัมพันธ์ระหว่างไอเดียล สกรีน โคออดิเนต และออบเซอร์ฟ สกรีน โคออดิเนต

$$d^2 = (x_I - x_0)^2 + (y_I - y_0)^2$$

$$p = \{1 - fd^2\}$$

$$x_O = p(x_I - x_0) + x_0, \quad y_O = p(y_I - y_0) + y_0$$

(x_0, y_0) : Center Coordinates of Distortion

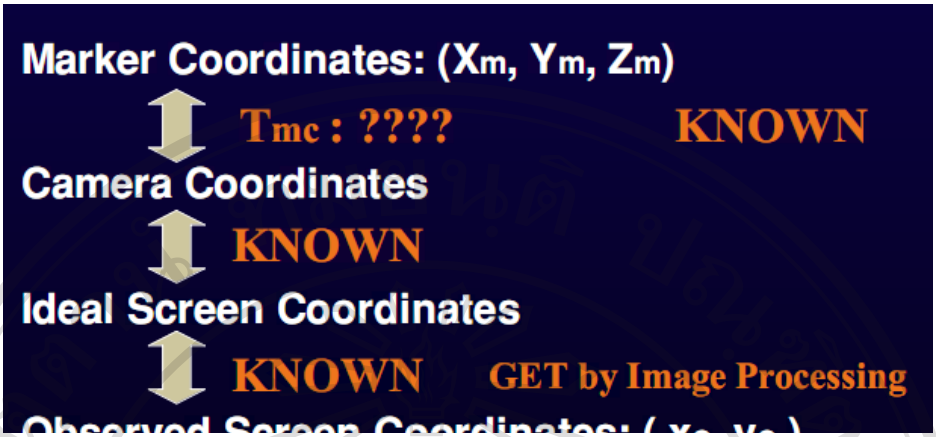
f: Distortion Factor

รูป 2.13แสดงพารามิเตอร์เกี่ยวกับความผิดเพี้ยนของภาพ

โดยที่ x_O, y_Oคือจุดศูนย์กลางของการ Distortion (Center Coordinates of Distortion) และ f คือ Distortion Factor ซึ่งค่าทั้ง 2 จะได้มาจากกระบวนการ Camera Calibration

จากรูป 2.14จะแสดงกระบวนการที่จะได้มาของค่า T_{CM} เมื่อเรารู้ค่าตำแหน่งของมาร์คเกอร์ ทั้ง 4 จุดบน Observed Screen Coordinates ในภาพที่ถ่ายได้จากกล้องวีดีโอ ซึ่งกล่าวโดยเฉพาะค่านี้สามารถหาได้จากการคำนวณหาคำตอบของฟังก์ชั่นค่าผิดพลด (Error Function) แสดงสมการดัง รูป 2.15 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเราจะใช้เทคนิคทางด้านการหาค่าที่เหมาะสมซึ่งเป็นกระบวนการแบบอินเตอร์แอคทีฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.14กระบวนการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ

$$err = \frac{1}{4} \sum_{i=1,2,3,4} \{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2\}$$

รูป 2.15แสดงสมการคำนวณเออเรอร์ฟังก์ชัน

จากรูป 2.15$\hat{x}_i, \hat{y}_i$ สามารถคำนวนได้ตามสมการดังรูป 2.16

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = C \cdot T_{CM} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{Mi} \\ Z_{Mi} \\ 1 \end{bmatrix}, i = 1,2,3,4$$

รูป 2.16การหาค่า T_{CM}

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.3 การประมวลผลภาพ 3 มิติ

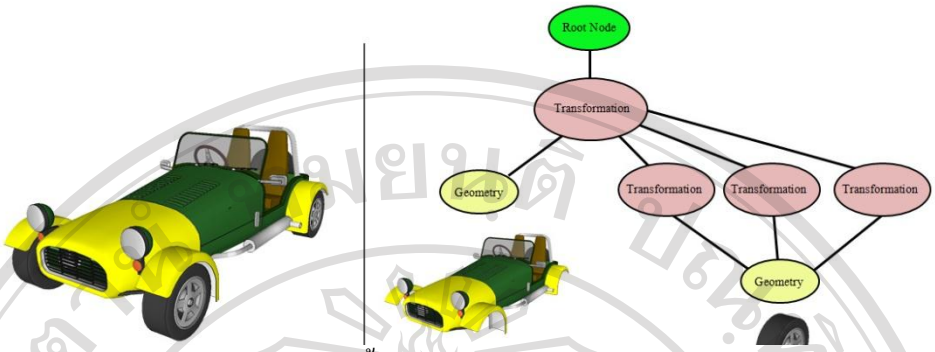
ส่วนนี้เป็นส่วนสุดท้ายที่จะทำให้กระบวนการ ของความเป็นจริงเสริม ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งก็คือ การเพิ่มAugment ข้อมูลที่เราต้องการซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็น วัตถุ 3 มิติลงไปในภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ ณ ตำแหน่งของมาร์คเกอร์ที่ตรวจพบจากขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3มิติที่คำนวณได้จากขั้นตอนคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ

กล่าวโดยทั่วไปแล้วการให้แสงและเงา แบบ 3 มิติหมายถึง กระบวนการที่ทำการสร้างภาพ 2 มิติ จากวัตถุ 3 มิติ 3 มิติซึ่งวัตถุ 3 มิตินี้จะอธิบายวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ๆ ที่เราต้องการจะสร้างภาพนั้น เนื่องจากเทคนิคทางด้านการให้แสงและเงา แบบ 3 มิตินั้นมีหลากหลาย แต่ใน งานศึกษานี้เลือกศึกษาเทคนิคการให้แสงและเงาแบบ 3 มิติโดยใช้หลักการ Scene Graph

จากรูป 2.17จะเห็นได้ว่ามี การแบ่งลักษณะการแสดงผล อยู่สองส่วนด้วยกัน ส่วนทางซ้ายคือส่วนของ วัตถุ 3 มิติ ที่ได้รับการให้แสงและเงาหรือการแสดงออกมาเป็นภาพเรียบร้อยแล้ว ส่วนทางขวาเป็นโครงสร้างของ Scene Graph ซึ่งเป็น Tree-like structure ซึ่งเมื่อให้แสงและเงาตาม Tree นี้แล้วก็จะได้วัตถุ 3 มิติตามที่ปรากฏในส่วนทางซ้ายออกมา เมื่อเรามาลองพิจารณากันที่ตัว Tree ที่อยู่ทางขวาแล้วหากเราใช้วิธีการแวะผ่านต้นไม้แบบ “การแวะผ่านแบบก่อนลำดับ ” (Preorder Traversal) ก็จะสามารถอธิบายเป็นโหนดแต่ละโหนดว่าโหนดนั้น ๆ คืออะไร และมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง

1) โหนดฐานราก (Root Node)คือส่วนบนสุดของต้นไม้ โดยที่การแวะผ่านต้นไม้ จะเริ่มแวะที่โหนดฐานรากก่อนเสมอ ซึ่งโหนดนี้จะมีโหนดลูกหรือไม่มีก็ได้ แต่ถ้าหากไม่มีโหนดลูกนั้นหมายถึงต้นไม้นี้จะไม่มีการแสดงภาพ หรือวัตถุ 3 มิติใด ๆออกสู่หน้าจอ
2) การแปลงค่า (Transformation)โหนดนี้จะเป็นโหนดที่เก็บเมทริกซ์ขนาด 4x4 ที่ได้จากขั้นตอนคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ เอาไว้ กล่าวได้คร่าวๆว่าโหนดนี้จะเป็นโหนดที่เก็บค่าสำหรับการระบุตำแหน่งที่ต้องการแสดงภาพในส่วนต่าง ๆลงในหน้าจอ โดยใช้เมทริกซ์ดังกล่าวนี้ เพื่อเป็นตัวแปลงพิกัดในเชิง 3มิติ ของกล้องวีดีโอเพื่อให้อยู่ในรูปของพิกัดในเชิง 3มิติ ของวัตถุ 3 มิติ ที่ต้องการแสดงลงในหน้าจอ
3) รูปทรงเรขาคณิต (Geometry) คือส่วนที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต หรือวัตถุ 3 มิติที่ต้องการแสดงลงไปบนหน้าจอ โดยที่ตำแหน่งที่จะแสดงนั้นก็ขึ้นอยู่กับตัวโหนดแม่ที่เป็นโหนดการแปลงรูป ว่าโหนดนั้นได้ค่าพิกัดใดส่งมายังโหนดลูกซึ่งโหนดลูกที่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ก็จะแสดงวัตถุ 3 มิติลงไป ณ พิกัดนั้นที่ได้รับจากโหนดแม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป 2.17ขั้นตอนการแสดงภาพ 3 มิติ

เมื่อรู้จักโหนดแต่ละโหนดแล้วว่าแต่ละ โหนดมีความหมายอย่างไร ซึ่งการแวะผ่านต้นไม้แบบแวะก่อนลำดับ จะมีการทำงานไล่ลำดับกัน โดยอ้างอิงจาก รูป 2.17ขั้นตอนการแสดงภาพ 3 มิติ ได้ดังนี้

1) Root Node ซึ่งเป็นโหนดแรกที่ต้องมีการเริ่มต้นแวะก่อนเสมอในการแวะก่อนลำดับ
2) Transformation Node โดยที่โหนดนี้จะเป็นโหนดที่เก็บเมทริกซ์ที่ใช้สำหรับการแปลงพิกัดในเชิง 3 มิติกล้องวีดีโอไปเป็นพิกัดในเชิง 3มิติของ Object ที่ต้องการแสดงภาพ
3) Geometry Node ใช้เก็บรูปทรงเรขาคณิตเป็นรูปแรก เมื่อมีการแวะมาถึงโหนดนี้ ค่าพิกัดเชิง3 มิติของวัตถุที่มาจากโหนดการแปลงรูป ที่เป็นโหนดแม่ของโหนดนี้ ก็จะถูกส่งต่อมาด้วย เมื่อโหนดนี้ได้รับค่าพิกัดในเชิง 3มิติมาแล้ว ก็จะทำการแสดงภาพวัตถุ 3 มิติตัวถังรถลงไปยังพิกัดในเชิง 3มิติ ที่ได้รับมา
4) Transformation Node ทั้ง 4 โหนดที่เป็นโหนดลูกของ Geometry Node ซึ่งโหนดทั้ง4นี้ จะเป็นโหนดที่แสดงถึงตำแหน่งของล้อรถทั้ง 4 ล้อที่ติดอยู่กับตัวถังรถ โดยแต่ละโหนดก็จะแทนค่าพิกัดในเชิง 3 มิติที่แตกต่างกันออกไป
5) Geometry Node จาก Transformation Node ที่แทนที่ตำแหน่งการแสดงภาพล้อรถลงไปแล้วเมื่อมีการแวะลงมาถึงโหนดลูกก็จะสังเกตเห็นได้ว่ามีเพียงแค่โหนดเดียวทั้งนี้ก็เป็นเพราะว่าโหนดแม่ทั้ง4โหนดนั้น แม้จะแทนตำแหน่ง หรือ พิกัดในเชิง 3 มิติ ที่แตกต่างกันไป แต่โหนดทั้ง 4 ต่างก็แสดงถึงพิกัดในเชิง 3 มิติ ของวัตถุตัวเดียวกัน (ล้อรถ) ทำให้โหนดแม่ ทั้ง 4 โหนดสามารถมีโหนดลูกเป็นโหนดเดียวกันได้ นั่นก็คือ Geometry Node ซึ่งหมายถึงวัตถุ 3 มิติของล้อรถโหนดนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอล(XML)

เกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอลย่อมาจากคำว่า Extensible Markup Languageเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนามาจากภาษา เอสจีเอ็มแอล (Standard Generalized Markup Language) ที่มีรูปแบบโครงสร้างคล้ายคลึงกับภาษา เอชทีเอ็มแอล พัฒนาโดยเวิลด์ไวด์เว็บคอนซอร์เทียม หรือ W3C (World Wide Web Consortium) เริ่มใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1996 ด้วยการใช้งานภาษาเกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอลนี้ จะทำให้การจัดการข้อมูล การติดต่อกันในระบบที่มีความแตกต่างกัน และการ เรียกใช้ข้อมูลจากแอพพลิเคชันที่ต่างกัน สามารถใช้งานร่วมกันและเข้าสู่มาตรฐานเดียวกันได้

เกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอลจะเป็นส่วนหนึ่งของภาษาเอชทีเอ็มแอลซึ่งเกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอลจะให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล เช่น ชื่อเมือง อุณหภูมิ ความกดอากาศ ส่วน ภาษาเอชทีเอ็มแอลเป็นการกำหนด tag ต่าง ๆ ที่จะทำให้ข้อมูลแสดงออกมาในรูปแบบไหน ซึ่งข้อมูลจะสามารถแสดงออกมาได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นตารางหรือ text ธรรมดา ขึ้นอยู่กับการกำหนดของ ภาษาเอชทีเอ็มแอลและในปัจจุบันนี้ ด้วยเกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอลจะมีการให้รายละเอียดของเนื้อหาเอกสารที่เรียกว่า Document Type Definition (DTD) ที่ให้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวเอกสารว่าจะแสดงหรือซ่อนส่วนไหนของเอกสารบ้าง ซึ่ง DTD จะเป็นส่วนที่เพิ่มเติมสำหรับ เกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอล ถ้าหากมีการส่งข้อมูลในรูปแบบ DTD ก็จะรู้กันว่าเป็น เกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอล มีความหมายหลาย ๆ คำที่อธิบายลักษณะของเกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอล

Richard Baldwin นิยามความหมายของ เกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอล ไว้ว่าเกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอลทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างและดูแล เอกสารที่มีโครงสร้าง (structured documents) ที่บรรจุตัวอักษร (plain text) โดยทำให้สามารถการให้แสงและเงาหรือปรับเปลี่ยนการแสดงผลในรูปแบบที่หลากหลาย จุดประสงค์หลักของ เกี่ยวกับเอ็กซ์เอ็มแอล คือการแยกส่วนข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการแสดงผล

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับแอ็คชั่นสคริปต์(Action Script)

แอ็คชั่นสคริปต์เป็นภาษาด้าน การเขียนโปรแกรม ที่ใช้ในโปรแกรม อะโดบี แฟลช โดยเป็นการเขียน ชุดคำสั่งหรือสคริปต์ เพื่อควบคุมการทำงานด้านต่าง ๆ ของชิ้นงานที่สร้างขึ้น ดังนั้นแอ็คชั่นสคริปต์จึงเป็นเหมือนตัวเชื่อมระหว่างสิ่งที่ผู้ใช้เข้าใจกับสิ่งที่อะโดบี แฟลชเข้าใจการทำงานจะขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หากเหตุการณ์นั้นไม่เกิดขึ้นก็ไม่มีการทำงาน จึงทำให้งานที่สร้างจากโปรแกรม อะโดบี แฟลช และมีการเขียน แอ็คชั่นสคริปต์ ควบคุมจะไม่ใช่ เพียงภาพเคลื่อนไหวธรรมดาอีกต่อไป แต่จะเป็นงานที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างเต็มรูปแบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แอ็คชั่นสคริปต์ได้พัฒนาให้มีความง่ายในการใช้งานขึ้นเรื่อยๆ สำหรับโปรแกรมอะโดบี แฟลช ในเวอร์ชั่น ซีเอส 3 ขึ้นไปนั้น โครงสร้างภาษาของ แอ็คชั่นสคริปต์ มีการพัฒนาไปถึงเวอร์ชัน 3.0 แล้ว หรือที่เรียกกันว่า แอ็คชั่นสคริปต์ 3.0 ซึ่งมีโครงสร้าง เชิงวัตถุคล้ายกับภาษา จาวา และมีการเพิ่มรูปแบบเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกขึ้น แม้จะไม่มีความรู้ด้านภาษา ในการเขียนโปรแกรมมาก่อน ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเขียนสคริปต์ขึ้นมาเองทั้งหมด สามารถเรียกคำสั่งต่าง ๆ ขึ้นมาใช้งานได้อย่างง่าย โดยคำสั่งถูกจัดเป็นกลุ่มๆ เมื่อเรียกคำสั่งขึ้นมา ผู้ใช้สามารถกรอกข้อมูลหรือเงื่อนไขเพื่อสร้างเป็นคำสั่งควบคุมการทำงานได้อย่างง่ายดาย นี่เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้โปรแกรมอะโดบี แฟลชได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved