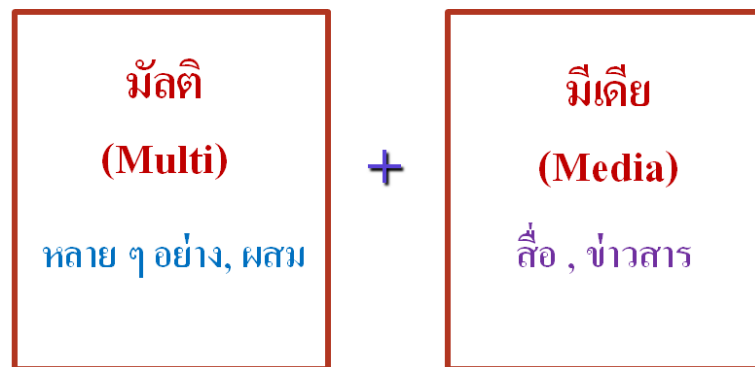


เทคโนโลยีมัลติมีเดีย

ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านมัลติมีเดียมีบทบาทต่อชีวิตประจำวันมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านความบันเทิง ด้านการศึกษา หรือแม้แต่การท่องเที่ยว ต่างก็นำเทคโนโลยีด้านมัลติมีเดียมาใช้ในการนำเสนอ เพื่อให้เนื้อหาที่น่าสนใจมากกว่าการนำเสนอโดยใช้เพียงตัวอักษร หรือภาพนิ่งเท่านั้น ในบทนี้จะอธิบายให้ทราบและเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของมัลติมีเดีย คุณสมบัติของมัลติมีเดีย สื่อมัลติมีเดีย เทคโนโลยีมัลติมีเดีย สตรีมมิงมีเดีย และ ประโยชน์และบทบาทของมัลติมีเดีย

ความหมายของมัลติมีเดีย

คำว่า “มัลติ”(Multi) หมายถึง หลายๆ อย่างผสมรวมกัน (ซึ่งมีศัพท์ที่ใกล้เคียงกัน เช่น Many, Much และ Multiple) ส่วนคำว่า “มีเดีย”(Media) หมายถึง สื่อ ข่าวสาร ช่องทางการติดต่อสื่อสาร เมื่อนำมารวมกันเป็นคำว่า “มัลติมีเดีย” จึงหมายถึง **การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่างๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน** ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร(Text) ภาพนิ่ง(Still Image) ภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน(Animation) เสียง (Sound) และวิดีโอ(Video) โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้ใช้ อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Multimedia) และได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน



ภาพที่ 6.1 มัลติมีเดีย

มัลติมีเดียมีส่วนประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ

1. ฮาร์ดแวร์ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ทำให้มองเห็นและได้ยิน สามารถโต้ตอบแบบปฏิสัมพันธ์ได้
2. ซอฟต์แวร์ หมายถึงชุดคำสั่งหรือโปรแกรมที่ใช้สั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงาน
3. สื่อมัลติมีเดีย สิ่งที่ใช้สร้าง ประมวลผล และสื่อสารข่าวสารต่าง ๆ
4. การเชื่อมโยงสื่อสาร ทำให้สื่อต่างๆ มีการเชื่อมโยงและนำเสนอได้

หากขาดส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งก็ไม่สามารถเรียกว่า "มัลติมีเดีย" เช่น ถ้าขาดคอมพิวเตอร์จะทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถปฏิสัมพันธ์โต้ตอบได้ แต่ถ้าขาดการเชื่อมโยงสื่อสารก็จะเหมือนกับข่าวสารในชั้นหนังสือหรือถ้าขาดเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีส่วนเข้าไปปฏิสัมพันธ์ด้วยก็จะเหมือนกับภาพยนตร์ และถ้าขาดช่องทางที่จะให้ผู้ใช้เข้าไปมีส่วนร่วมก็จะเหมือนกับโทรทัศน์ เป็นต้น

คุณสมบัติของมัลติมีเดีย

1. **Multiple Media** หรือ สื่อผสม หมายถึง การนำสื่อชนิดต่างๆ เช่น ตัวอักษร ภาพ เสียง และวิดีโอ เป็นต้น มาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบมัลติมีเดีย ซึ่งสามารถใช้สื่อหลากหลายรูปแบบเพื่อแทนข้อมูลได้ โดยจะต้องอาศัยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับสร้างและแสดงผลมัลติมีเดีย

2. **Non-Linearity** เป็นการนำเสนอมัลติมีเดียที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการนำเสนอได้ด้วยการ jumping หรือ Navigating จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งที่มีการเชื่อมโยงอย่างอิสระที่ไม่ใช่ลำดับเป็นเส้นตรง โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลในตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและสามารถ เลือกรูปแบบการแสดงผลด้วยการป้อนคำสั่ง จากนั้นระบบจะทำหน้าที่สืบค้นและเข้าถึงข้อมูลให้อย่างรวดเร็ว

3. **Interactivity** หรือ การโต้ตอบ คือ การสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับมัลติมีเดียเพื่อควบคุมการนำเสนอมัลติมีเดียด้วยการป้อนคำสั่งผ่านทาง หน้าจอ เช่นการป้อนชื่อเพลงเพื่อค้นหาเพลงที่ต้องการเปิด เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการเล่นผ่านองค์ประกอบต่างๆ ที่อยู่บนหน้าจอได้ เช่น ปุ่ม เมนู หรือ ไฮเปอร์ลิงก์ เป็นต้น ดังนั้น ผู้พัฒนามัลติมีเดียจึงควรสร้างการควบคุมการเล่น ระบบการรับข้อมูล ค้นหาข้อมูล และการแสดงผลไว้อย่างรวดเร็ว

4. **Digital Representation** หรือ การแทนข้อมูลด้วยรูปแบบดิจิทัล คือ สามารถนำข้อมูลไปใช้งานและจัดเก็บบนเครื่อง คอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังสามารถจัดเก็บข้อมูลไว้บนอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบพกพาชนิดต่างๆ เช่น ดิสก์ ซีดี และดีวีดี เป็นต้น ข้อมูลแบบดิจิทัล สามารถนำมาแก้ไข ปรับปรุง และบีบอัดเพื่อลดขนาดไฟล์ได้อีกด้วย

5. **Integrity** หรือ ความสมบูรณ์ หมายถึง ความสามารถในการนำเสนอสื่อต่างๆ ในรูปแบบมัลติมีเดียได้อย่างครบถ้วน และสามารถ ควบคุมการนำเสนอได้อย่างอิสระ

สื่อมัลติมีเดีย

สิ่งประดิษฐ์และผลงานต่างๆ ด้านมัลติมีเดียสามารถจำแนกองค์ประกอบของสื่อต่างๆ ได้เป็น 5 ชนิด ประกอบด้วย ข้อความหรือตัวอักษร (Text) ภาพนิ่ง (Still Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง(Sound) และภาพวิดีโอ (Video) แล้วนำมาผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อใช้สำหรับการปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบ(Interaction) ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ซึ่งถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่ผู้ใช้สามารถเลือกกระทำต่อมัลติมีเดีย ได้ตามต้องการ เช่น ผู้ใช้ทำการเลือกรายการและตอบคำถามผ่านทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นระบบคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ย้อนกลับผ่านทางจอภาพให้ผู้ใช้อีกครั้ง เป็นต้น

นอกจากนี้ การปฏิสัมพันธ์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับเครื่องมือและรูปแบบที่จะนำมาประยุกต์ใช้งาน เช่น การสร้างปุ่มเมนูหรือข้อความที่มีสีแตกต่างจากข้อความปกติ เมื่อผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับส่วนนี้ ระบบก็จะเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจเป็นไปได้ ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือวิดีโอ ตามที่ได้มีการออกแบบไว้ ดังนั้น จึงถือได้ว่าการปฏิสัมพันธ์ในมัลติมีเดียเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ ไม่น้อยไปกว่าส่วนอื่นๆ

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย แบ่งได้เป็น 5 ชนิด ประกอบด้วย

1. ข้อความหรือตัวอักษร (Text)

ถือว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของมัลติมีเดีย ระบบมัลติมีเดียที่นำเสนอผ่านจอภาพของเครื่อง คอมพิวเตอร์ นอกจากจะมีรูปแบบและสีของตัวอักษรให้เลือกมากมายตามความต้องการแล้ว ยังสามารถกำหนดลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ในระหว่าง การนำเสนอได้อีกด้วย

ข้อความหรือตัวอักษรสามารถแบ่งประเภทได้หลายรูปแบบดังนี้ คือ

1.1 **ข้อความที่ได้จากการพิมพ์** เป็นข้อความที่ได้จากการพิมพ์ด้วยโปรแกรมประมวลผลคำ(Word Processor) เช่น โปรแกรม Notepad, โปรแกรม Text Editor และโปรแกรม Microsoft Word เป็นต้น

1.2 **ข้อความจากการสแกนด้วยสแกนเนอร์** เป็นข้อความในลักษณะภาพ หรือ Image ที่ได้จากการนำเอกสารที่พิมพ์ไว้แล้ว หรือ เอกสารต้นฉบับ มาทำการสแกนด้วยเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นภาพ (Image) 1 ภาพ ซึ่งในปัจจุบัน สามารถแปลงข้อความภาพที่สแกนได้เป็นข้อความปกติ โดยอาศัยโปรแกรมประเภท OCR (Optical Character Reader) เช่น โปรแกรม DocScan OCR, Cuneiform Pro OCR เป็นต้น

1.3 **ข้อความไฮเปอร์เท็กซ์ (Hyper Text)** เป็นรูปแบบของข้อความที่ได้รับความนิยมสูง โดยเฉพาะการเผยแพร่เอกสารในรูปของ เอกสารเว็บไซต์ เนื่องจากสามารถใช้เทคนิคการลิงก์หรือเชื่อมโยงข้อความ ไปยังข้อความหรือจุดอื่นๆ ได้ โดยภาษาที่ใช้ในการสร้างเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์ คือ ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) ในปัจจุบันหน่วยงานต่างๆ นิยมเผยแพร่ข้อมูลเป็นข้อความไฮเปอร์เท็กซ์ผ่านเว็บไซต์ซึ่งข้อความที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์เมื่อผู้ใช้คลิกจะสามารถเชื่อมโยงไปหน้าต่อไปได้ เรียกข้อความนี้ว่า ไฮเปอร์ลิงค์

2. ภาพนิ่ง (Still Image)

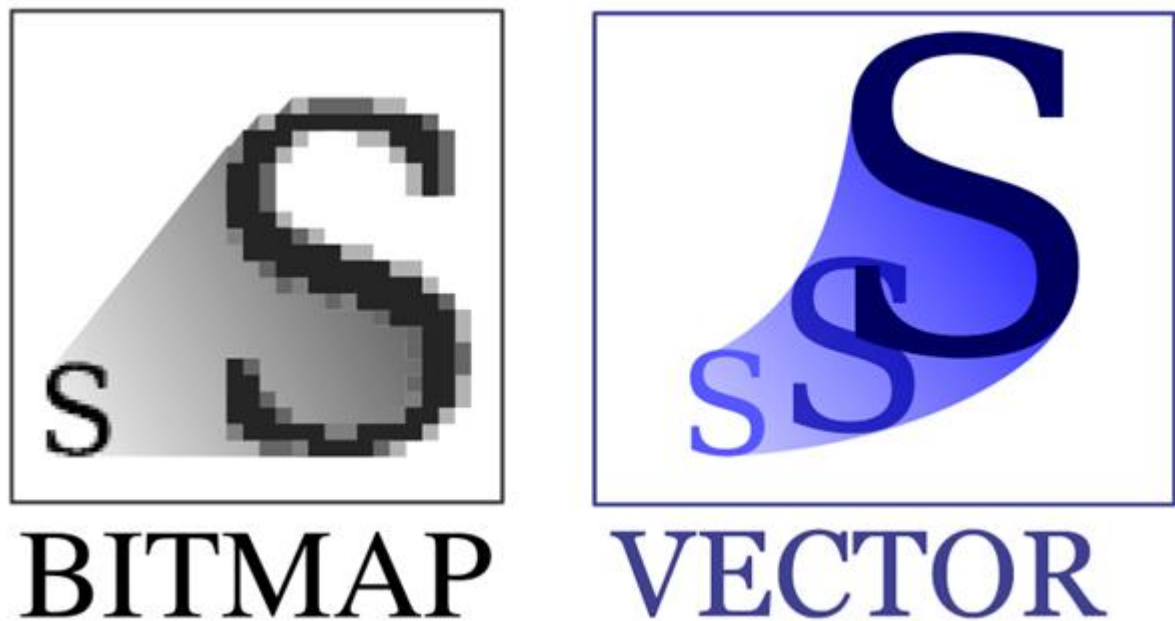
เป็นภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด ภาพลายเส้น แผนภูมิ แผนที่ และโลโก้ เป็นต้น ภาพนิ่งมีบทบาทต่อระบบงานมัลติมีเดียมากกว่าข้อความหรือตัวอักษร เนื่องจากภาพจะให้ผลในเชิงการเรียนรู้หรือรับรู้ด้วยการมองเห็นได้ดีกว่า นอกจากนี้ ภาพนิ่งสามารถถ่ายทอดความหมายได้ลึกซึ้งมากกว่าข้อความหรือตัวอักษร โดยภาพนิ่งมักจะแสดงอยู่บนสื่อชนิดต่างๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ หรือวารสารวิชาการ เป็นต้น

ภาพนิ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 **ภาพบิตแมพ (Bitmap)** เป็นภาพที่มีการเก็บข้อมูลแบบพิกเซลหรือจุดเล็กๆ ที่แสดงค่าสี ดังนั้นภาพหนึ่งๆ จึงเกิดจากจุดเล็กๆ หลายๆจุดประกอบกัน ทำให้รูปภาพแต่ละภาพใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บข้อมูลมาก ขนาดของไฟล์ข้อมูลจะมีขนาดใหญ่ เมื่อผู้ใช้ทำการขยาย ภาพบิตแมพ จะทำให้ภาพนั้นไม่ชัดเจนเห็นจุดสีที่ประกอบกันแตกกระจายอยู่ ดังนั้นจึงมีเทคนิคการบีบอัดข้อมูลฟอร์แมตของภาพบิตแมพ ที่รู้จักกันดี ได้แก่ .BMP, .PCX, .GIF, .JPG, .TIF ส่วนโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพบิตแมพ ได้แก่ Adobe Photoshop และ Gimp เป็นต้น

2.2 **ภาพเวกเตอร์ (Vector)** เป็นภาพที่สร้างจากส่วนประกอบของเส้นลักษณะต่างๆ และคุณสมบัติเกี่ยวกับสีของเส้นนั้นๆซึ่งสร้างจาก การคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่น ภาพของคนจะถูกสร้างด้วยจุดของเส้นหลายๆจุดประกอบกันเป็นลักษณะของโครงร่าง (Outline) และสีของ คนก็เกิดจากสีของเส้นโครงร่างนั้นๆ กับพื้นที่ผิวภายในนั่นเอง เมื่อมีการแก้ไขภาพ หรือขยายภาพจะไม่ทำให้ภาพสูญเสียรายละเอียดของภาพ ตัวอย่างภาพแบบเวกเตอร์ที่รู้จักกันดี คือ ภาพคลิปอาร์ต(Clipart) ของ Microsoft

Office ภาพในโปรแกรม Adobe Illustrator, Inscap และ Macromedia Freehand เป็นต้น โดยภาพเหล่านี้จะมีนามสกุล .WMF

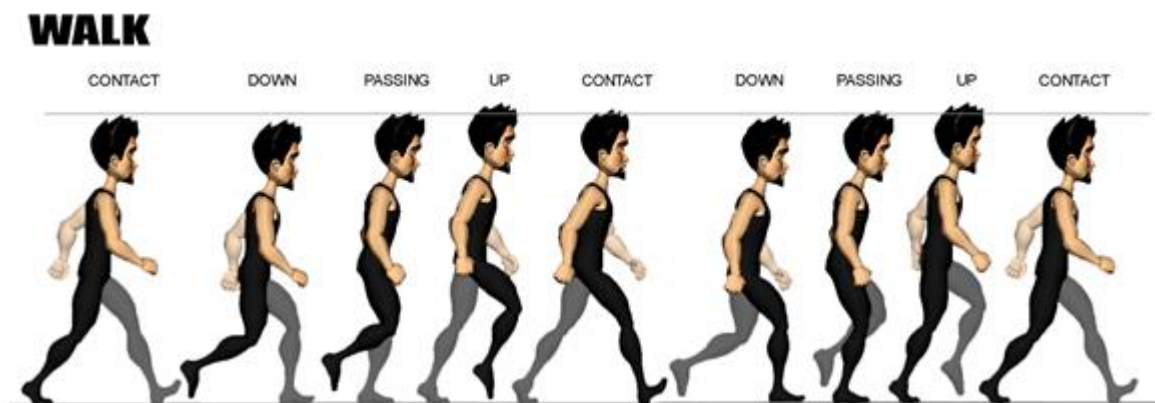


ภาพที่ 6.2 ความแตกต่างระหว่างการขยายภาพบิตแมพและภาพเวกเตอร์

ที่มา: <http://withfriendship.com/user/mithunss/bitmap.php>

3. ภาพเคลื่อนไหว (Animation)

หมายถึง ภาพกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น การเคลื่อนที่ของอะตอมในโมเลกุล หรือการเคลื่อนที่ของลูกสูบของเครื่องยนต์ เป็นต้น เพื่อสร้างสรรค์จินตนาการให้เกิดแรงจูงใจกับผู้ชม ในการผลิต ภาพเคลื่อนไหวจะต้องใช้โปรแกรมที่มีคุณสมบัติเฉพาะทาง ซึ่งอาจมีปัญหาก่อขึ้นเกี่ยวกับขนาดของไฟล์ที่ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากกว่าภาพนิ่งหลายเท่า



ภาพที่ 6.3 ขั้นตอนการเดินเพื่อนำมาสร้างภาพเคลื่อนไหว

ที่มา: <https://selz.com/blog/seller-spotlight-david-animation-methods/>

4. เสียง (Sound)

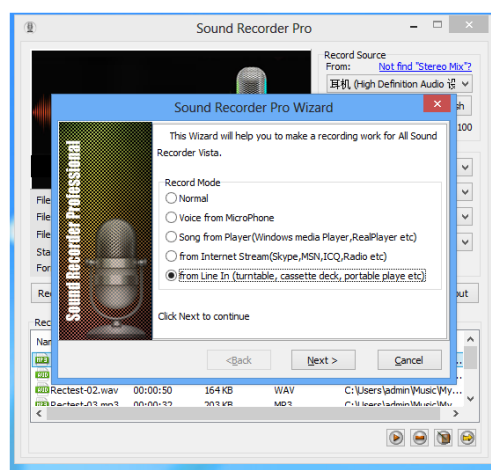
เป็นองค์ประกอบที่ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล ซึ่งสามารถเล่นซ้ำกลับไปกลับมาได้ โดยใช้โปรแกรมที่ ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับทำงานด้านเสียง หากในงานมัลติมีเดียมีการใช้เสียงที่เร้าใจและสอดคล้องกับเนื้อหาในการนำเสนอ จะช่วยให้ระบบมัลติมีเดีย นั้นเกิดความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยสร้างความน่าสนใจและน่าติดตามในเรื่องราวต่างๆ ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเสียงมีอิทธิพลต่อผู้ใช่มากกว่า ข้อความหรือภาพนิ่งนั่นเอง ดังนั้นเสียงจึงเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับมัลติมีเดีย ซึ่งสามารถนำเข้าเสียงผ่านทางไมโครโฟน แผ่นซีดี ดีวีดี เทป และวิทยุ เป็นต้น

ลักษณะของเสียง ประกอบด้วย

4.1 **คลื่นเสียงแบบอডিโอ (Audio)** มีฟอร์แมตเป็น .WAV, .AU การบันทึกจะบันทึกตามลูกคลื่นเสียง โดยมีการแปลงสัญญาณ เสียงที่เป็นอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ไฟล์ประเภทนี้จะใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บมาก ทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ ซึ่งได้จากการเล่นจากเครื่องดนตรี

4.2 **MIDI (Musical Instrument Digital Interface)** เป็นรูปแบบของเสียงที่ใช้แทนเครื่องดนตรีชนิดต่างๆ สามารถเก็บข้อมูลและให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์สร้างเสียงตามตัวโน้ตเสมือนการเล่นของเครื่องเล่นดนตรีนั้นๆ

เสียงที่มีคุณภาพดีมักจะเป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บมาก ดังนั้นจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง โดยมาตรฐาน การบีบอัดข้อมูลที่นิยมใช้กัน คือ MPEG และ MP3 (MPEG 1 Audio Layer 3) ซึ่งก็คือเทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูลเสียง ของมาตรฐาน MPEG 1 นั่นเอง เป็นไฟล์ที่นิยมใช้กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ CD เพลง MP3 ที่นิยมฟังกันในปัจจุบัน อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเสียงได้แก่ ไมโครโฟน ลำโพง และ การ์ดเสียง (Sound Card)



ภาพที่ 6.4 โปรแกรมการบันทึกเสียง (Sound Recorder)
ที่มา: <http://www.sound-recorder.com/>



ภาพที่ 6.5 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเสียง
ที่มา: <http://www.audiocity2u.com/>

5. วิดีโอ (Video)

เป็นองค์ประกอบของมัลติมีเดียที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากวิดีโอในระบบดิจิทัลสามารถนำเสนอภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ประกอบกับเสียงได้สมบูรณ์มากกว่าองค์ประกอบชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ปัญหาหลักของการใช้วิดีโอในระบบมัลติมีเดีย คือ การสิ้นเปลืองทรัพยากรของพื้นที่บนหน่วยความจำเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการนำเสนอวิดีโอด้วยเวลาที่เกิดขึ้นจริง (Real-Time) จะต้องประกอบด้วย จำนวนภาพ ไม่ต่ำกว่า 30 ภาพต่อวินาที (Frame/Second) ถ้าหากการประมวลผลภาพดังกล่าวไม่ได้ผ่านกระบวนการบีบอัดขนาดของสัญญาณมาก่อน การนำเสนอภาพเพียง 1 นาทีอาจต้องใช้หน่วยความจำมากกว่า 100 MB ซึ่งจะทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่เกินขนาดและมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ด้อยลง ซึ่งเมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถบีบอัดขนาดของภาพอย่างต่อเนื่องจนทำให้ภาพวิดีโอสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและกลายเป็นสื่อที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบมัลติมีเดีย (Multimedia System) การใช้งานภาพวิดีโอจะต้องมีโปรแกรมต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น โปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อไฟล์วิดีโอ เช่น โปรแกรม Window Movie Maker, Adobe Premiere , Macromedia Director โปรแกรมในการแปลงไฟล์ เช่น โปรแกรม TMPGEnc โปรแกรมที่ใช้เขียนข้อมูลเพื่อสร้างแผ่น VCD เช่น โปรแกรม Nero Burning Rom

รูปแบบของไฟล์วิดีโอที่ใช้ในการบันทึกภาพและเสียงที่สามารถทำงานกับคอมพิวเตอร์ได้เลย มีหลายรูปแบบ ดังนี้

5.1 AVI (Audio / Video Interleave) เป็นฟอร์แมตที่พัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟต์ เรียกว่า Video for Windows มีนามสกุลของไฟล์เป็น .AVI เป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ และมีความคมชัดสูง ไฟล์ประเภทนี้มักจะเป็นฟอร์แมตของการบันทึกภาพวิดีโอจากกล้องวิดีโอดิจิทัล ปัจจุบันมีโปรแกรมแสดงผลไฟล์ .AVI ที่ติดตั้งมาพร้อมกับชุด Microsoft Windows คือ Windows Media Player

5.2 MPEG (Moving Pictures Experts Group) เป็นรูปแบบของการบีบอัดไฟล์ เพื่อให้มีขนาดเล็กลง โดยใช้ เทคนิคการบีบอัดข้อมูล (Video Compression) โดยการเข้ารหัสข้อมูลภาพเคลื่อนไหวและเสียง โดยบีบข้อมูลแบบ Inter Frame คือ การนำความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละภาพมาบีบอัดและเก็บ โดยคุณภาพของภาพและเสียงยังดีอยู่ โดย MPEG-1 มีนามสกุล คือ .MPG

ในปัจจุบันการเข้ารหัสแบบ MPEG จำแนกได้เป็น

5.2.1 MPEG-1 ใช้ในการเก็บข้อมูลของ Video CD (VCD)

5.2.2 MPEG-2 ใช้ในการเก็บข้อมูลของ DVD

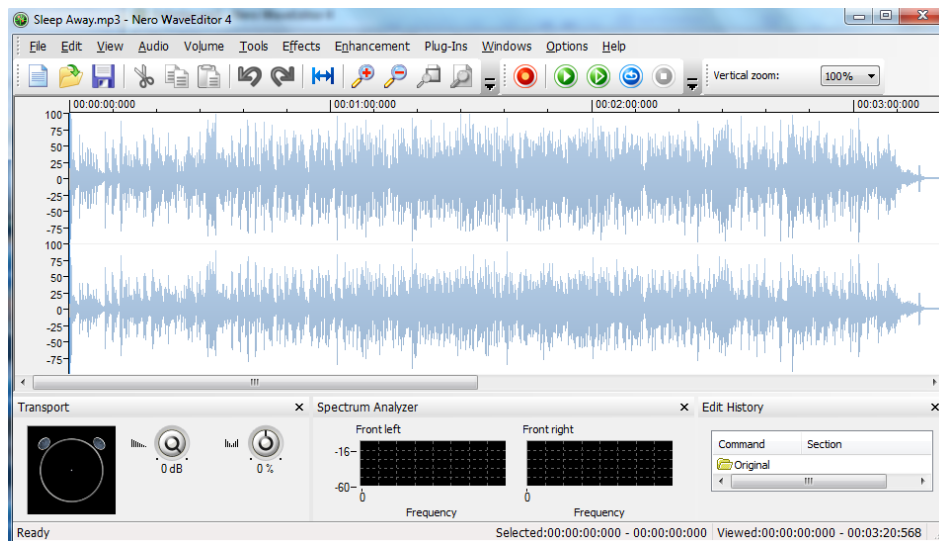
5.2.3 MPEG-4 ใช้ในการเก็บข้อมูลของไฟล์แบบ Divx

5.3 Quick Time เป็นฟอร์แมตที่พัฒนาโดยบริษัท Apple นิยมใช้นำเสนอข้อมูลไฟล์ผ่านอินเทอร์เน็ต มีนามสกุลเป็น .MOV

เทคโนโลยีมัลติมีเดีย

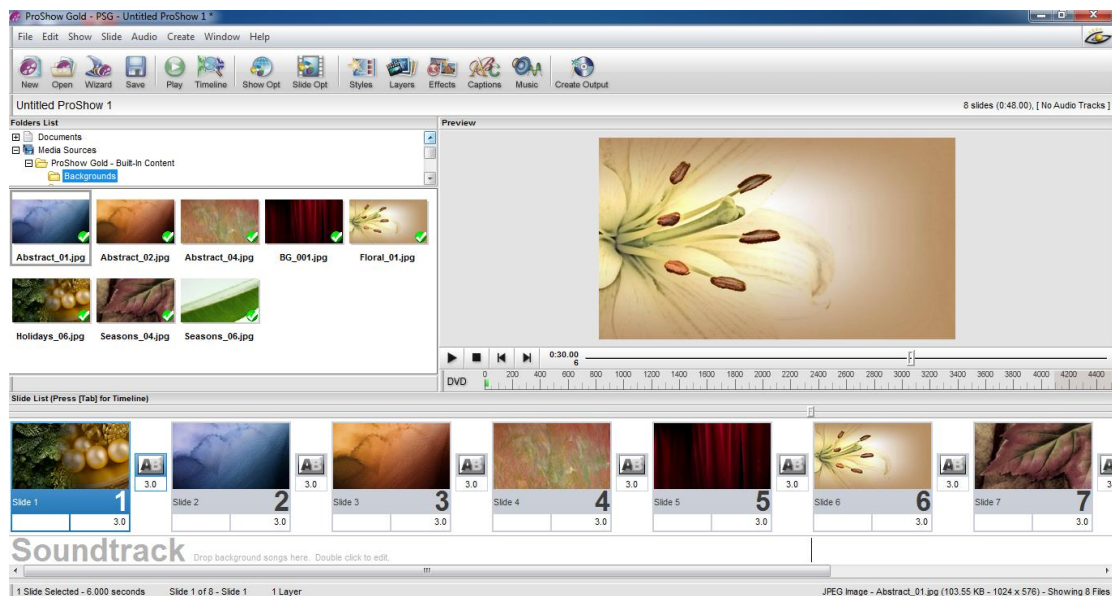
เนื่องจากมัลติมีเดีย เป็นเทคโนโลยีของสื่อหลากหลายสื่อ ซึ่งสามารถแบ่งเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องได้ ดังนี้

1. เทคโนโลยีเกี่ยวกับเสียง (Audio Technology) เป็นเทคโนโลยีที่รวมเสียงพูด และเสียงดนตรี ตั้งแต่การประมวลผล การแสดงผล การจัดการต่างๆ เช่น การบีบอัดสัญญาณ การสื่อสาร การส่งสัญญาณ



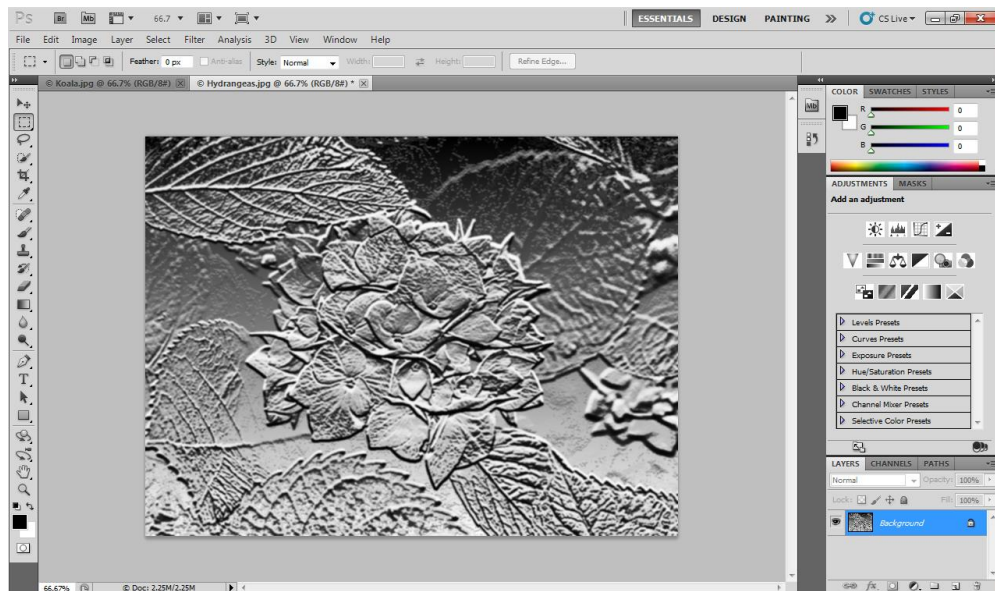
ภาพที่ 6.9 การแปลงสัญญาณเสียงด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

2. เทคโนโลยีเกี่ยวกับวิดีโอ (Video Technology) ได้แก่ การจัดเก็บ การประมวลผล การปรับแต่ง การใช้งาน การเรียกหา สืบค้น การส่งกระจาย มาตรฐานการบีบอัดสัญญาณ การเข้าและถอดรหัส การส่งข้อมูล การทำงานร่วมกับสื่ออื่นๆ



ภาพที่ 6.10 การสร้างวิดีโอจากภาพนิ่งด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. เทคโนโลยีรูปภาพ (Image Technology) เป็นการพัฒนาและประยุกต์ใช้ภาพ การจัดการฟอร์แมต คลังภาพ การค้นหา การสร้าง และการตกแต่งภาพ



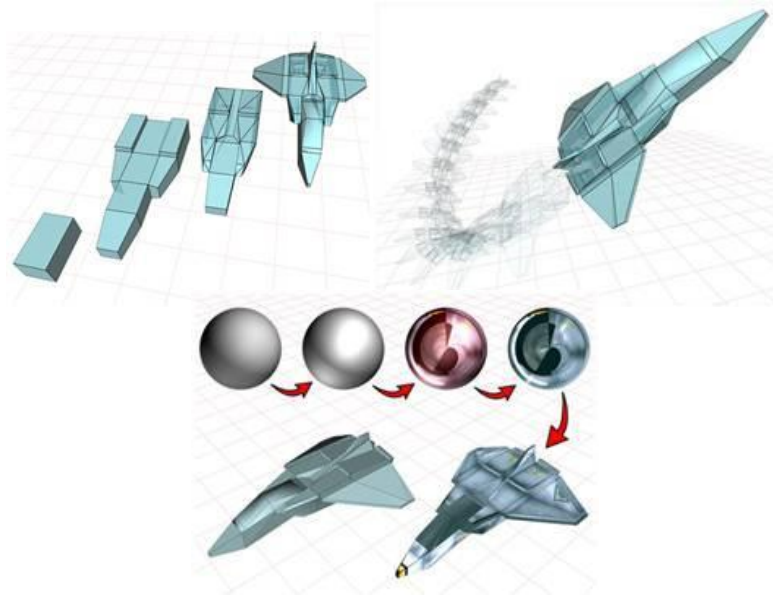
ภาพที่ 6.11 การตกแต่งภาพหนึ่งด้วยรูปแบบ Bas Relief

4. เทคโนโลยีข้อความ (Text Technology) เกี่ยวกับการใช้ข้อความหรือตัวอักษร และ ลักษณะรูปแบบของข้อความแบบต่างๆ



ภาพที่ 6.12 รูปแบบของข้อความแบบต่างๆ

5. เทคโนโลยีภาพเคลื่อนไหว และภาพสามมิติ (Animation & 3D Technology) เป็น เทคโนโลยีเกี่ยวกับการแสดงผล ภาพเคลื่อนไหวแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ รวมถึงการสร้างภาพเสมือนจริง (VR -Virtual Reality) การสร้าง ตกแต่ง ประมวลผล และการใช้งาน



ภาพที่ 6.13 การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ
ที่มา: <http://knowledge.autodesk.com/>

6. เทคโนโลยีการพัฒนา (Authoring System Technology) คือ เทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมา เพื่อสร้างเครื่องมือสำหรับ งานพัฒนามัลติมีเดีย ในรูปของซอฟต์แวร์ช่วยในการนำข้อมูล เนื้อหา (Content) เข้าไปเก็บตามสื่อรูปแบบต่างๆ ที่วางไว้ เพื่อนำเสนอ เช่น การใช้เครื่องมือต่างๆ หรือการสร้างเครื่องมือใหม่ๆ

Ae After Effects CC Cinematic visual effects and motion graphics.	Dw Dreamweaver CC Website and mobile app design.	Fl Flash Professional CC Interactive experiences, game design, and mobile device packaging.
Ai Illustrator CC Vector graphics and illustration.	Id InDesign CC Page design, layout, and publishing	Mu Adobe Muse CC Website design without coding.
Ps Photoshop CC Image editing and compositing.	Lr Photoshop Lightroom Digital photo processing and editing.	Pr Adobe Premiere Pro CC Video production and editing.

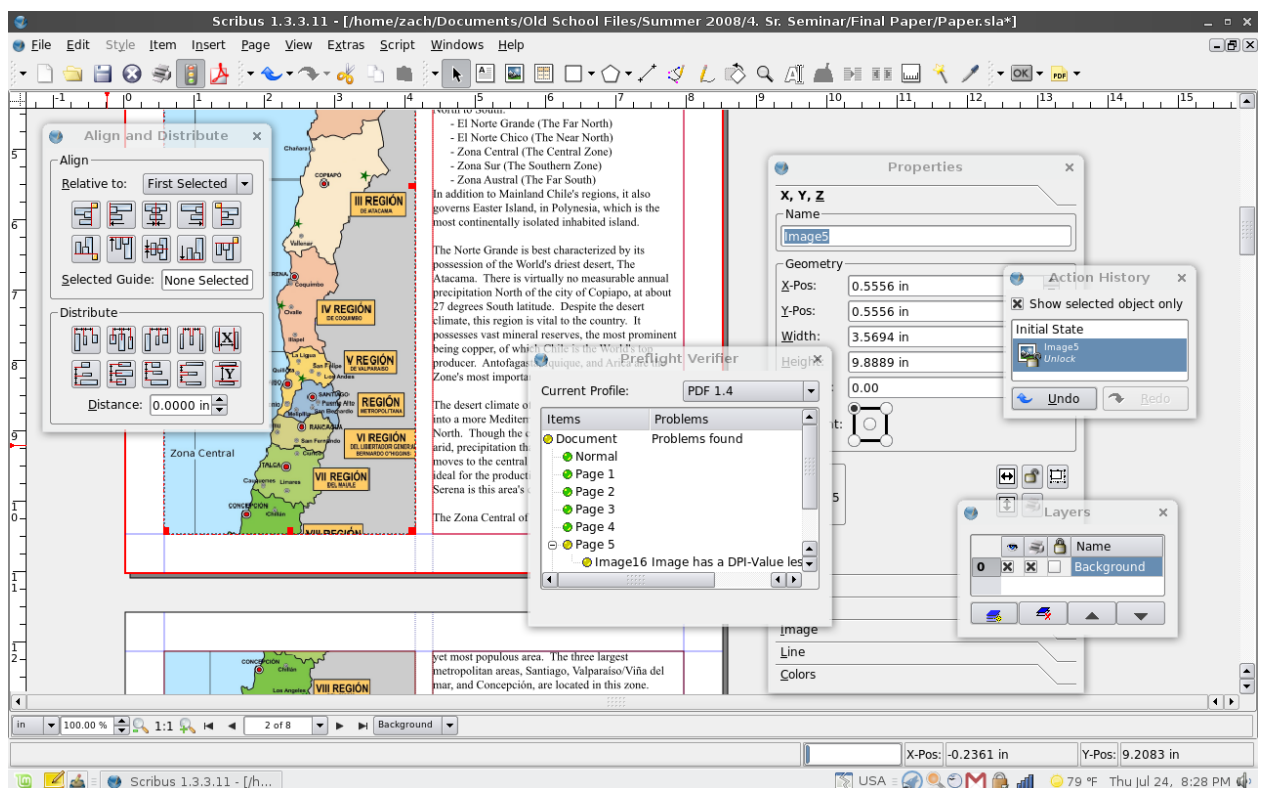
ภาพที่ 6.14 เครื่องมือสำหรับงานพัฒนามัลติมีเดีย
ที่มา: <http://www.adobe.com/>

7. เทคโนโลยีกับระบบการศึกษา เป็นการศึกษาเพื่อนำเอาเทคโนโลยีมัลติมีเดียมาประยุกต์ใช้กับ ระบบการศึกษาในรูปของ CAI - Computer Aided Instruction, CBT - Computer Based Training ตลอดจนงานประชาสัมพันธ์โฆษณา สร้างภาพยนตร์



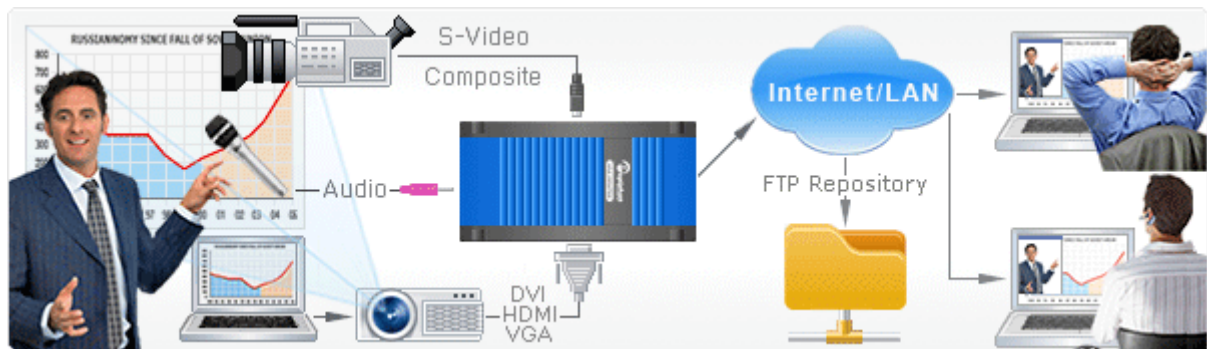
ภาพที่ 6.15 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ประโยคเพื่อการสื่อสาร
ที่มา: <http://www.caistudio.info/>

8. เทคโนโลยีการผลิต (Publishing Technology) เป็นการนำเอาผลิตภัณฑ์เดียว มาใช้ด้านงานพิมพ์ เพื่อเพิ่มชีวิตชีวาให้กับ งานพิมพ์ มีรูปแบบที่โดดเด่น และนำเสนอ หรือพิมพ์ลงสื่อได้หลากหลายรูปแบบ เช่น งาน DTP - Desktop Publishing, CD-ROM Title & Publishing



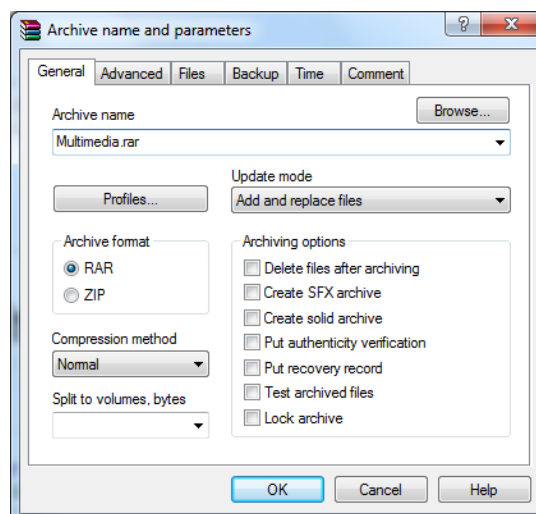
ภาพที่ 6.16 การออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์
ที่มา: <http://en.wikipedia.org/>

9. เทคโนโลยีการกระจาย (Broadcasting & Conferencing) ส่งเกี่ยวข้องกับการเผยแพร่ข้อมูล เผยแพร่สัญญาณ เช่น Conference, Multicasting Backbone เป็นต้น



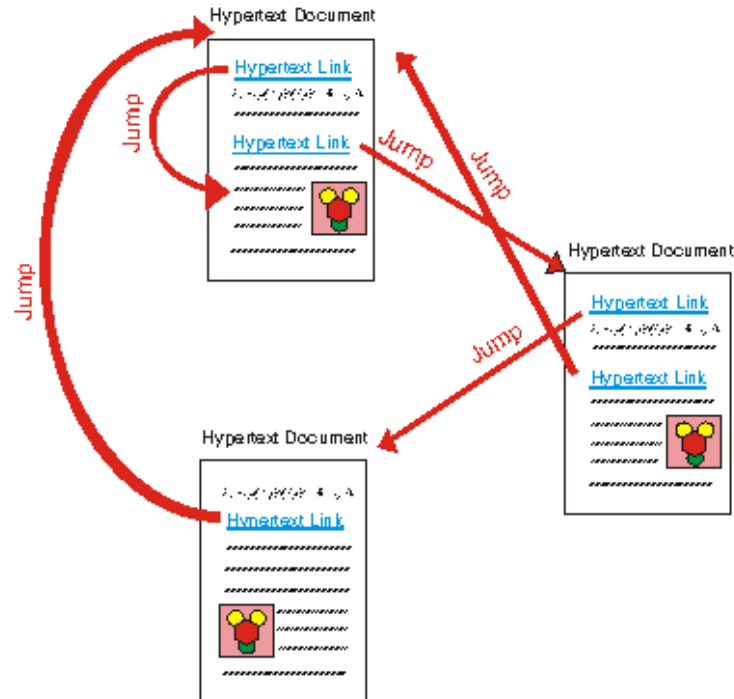
ภาพที่ 6.17 การประชุมผ่านระบบเครือข่าย
ที่มา: <http://www.epiphan.com/>

10. เทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูล (Storage Technology) เนื่องจากข้อมูลด้านมัลติมีเดีย มักจะมีขนาดใหญ่ ทำให้ต้องเกี่ยวข้องกับ สื่อบันทึกข้อมูลอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งเกี่ยวกับรูปแบบของสื่อ รูปแบบการบีบอัดข้อมูล รูปแบบการบันทึกข้อมูล



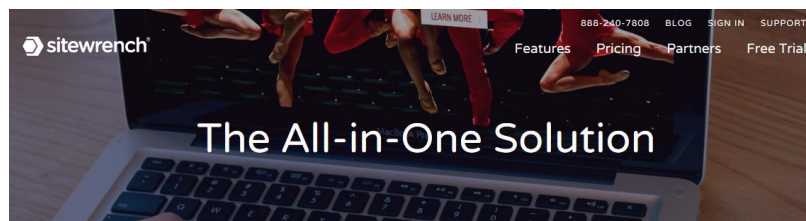
ภาพที่ 6.18 การบีบอัดข้อมูล

11. เทคโนโลยี WWW & Hypertext โดยจะช่วยให้เกิดการเผยแพร่สื่อมัลติมีเดียในรูปแบบ ที่นิยมมากที่สุด และเร็วที่สุด ผ่านระบบ WWW และมีระบบโต้ตอบด้วยเทคโนโลยี Hypertext & Hypermedia



ภาพที่ 6.19 เอกสารข้อความหลายมิติ
ที่มา: <http://nprucomed45.50megs.com/>

12. เทคโนโลยีคลังข้อมูล (Media Archives) ซึ่งเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อมูลปริมาณมาก และการเรียกค้นภายหลัง เช่น Photo & Image Server, AVI archives เทคโนโลยีที่กล่าวมาข้างต้น เป็นส่วนประกอบที่สำคัญกับเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ซึ่งจะช่วยให้ เทคโนโลยีมัลติมีเดีย มีคุณค่า และเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง



SiteWrench gives you the flexibility to create and manage an amazing website, packed with the all features and tools you need. And we're here to help when you need it-everything is completely hosted, managed and supported.

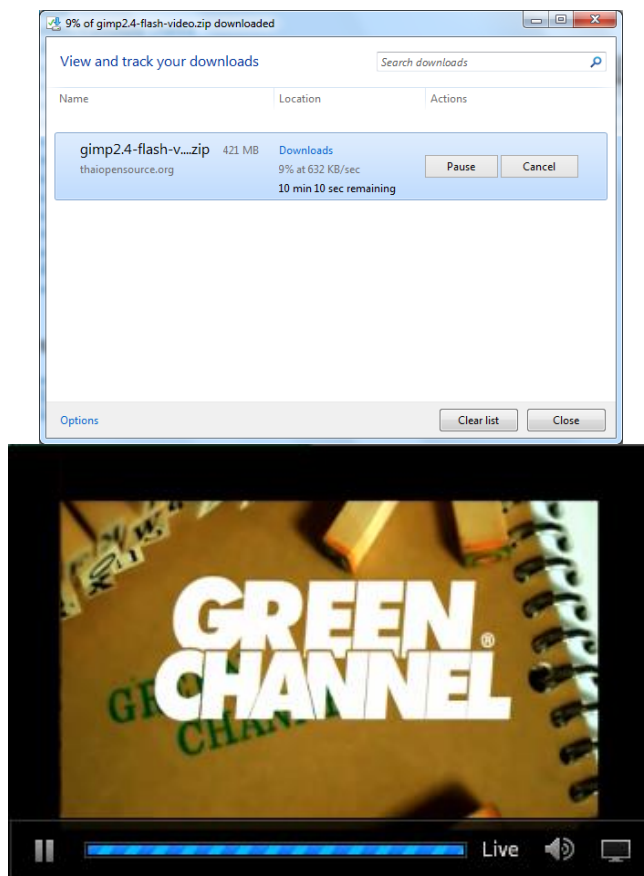
ภาพที่ 6.20 การให้บริการจัดเก็บข้อมูล
ที่มา: <http://www.sitewrench.com/>

สตรีมมิ่งมีเดีย

สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming Media) ถูกพัฒนาขึ้นมา โดยเปลี่ยนรูปแบบการดาวน์โหลดข้อมูลที่ต้องรอให้การโหลดข้อมูลเสร็จสิ้นก่อน จึงจะแสดงผล ให้แสดงผลลัพท์ไปพร้อมๆกับการโหลดข้อมูล รวมถึงควบคุมการแสดงผลผ่านสตรีมในขณะที่กำลังแสดงผลได้ และสามารถถ่ายทอดสัญญาณ ได้ตรงกับความต้องการของผู้ชม (On-Demand) ซึ่งผู้ชมที่พลาดการถ่ายทอดสดสามารถรับชมการถ่ายทอดนั้นๆได้ในภายหลัง (ทวิคีกดี. 2552)

1. ความแตกต่างระหว่างการดาวน์โหลดและการส่งสตรีมมิ่งมีเดีย

การดาวน์โหลดไฟล์มีลักษณะการส่งที่ไม่เป็นแบบ Real Time เมื่อผู้ชมคลิกลิงค์เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ จะต้องรอนกว่าข้อมูลทั้งหมดจะถูก ส่งไปเก็บบนเครื่องของผู้ชมก่อน จึงจะสามารถแสดงผลได้ ซึ่งแตกต่างจากสตรีมมิ่งมีเดียที่มีลักษณะการส่งแบบ Real Time เมื่อผู้ชมคลิกลิงค์เพื่อเข้าชมไฟล์สตรีมมิ่งมีเดีย จะใช้เวลาไม่นานก็สามารถแสดงผลได้ทันที โดยข้อมูลที่ส่งไปจะไม่ถูกบันทึกลงฮาร์ดดิสก์



ภาพที่ 6.21 การดาวน์โหลดข้อมูล(ซ้าย) กับ การใช้สตรีมมิ่งมีเดียบนเว็บไซต์(ขวา)
ที่มา: <http://green-channel.tv/>

2. ลักษณะการส่งสตรีมมิ่งมีเดีย

ลักษณะการส่งสตรีมมิ่งมีเดีย ได้แก่ โปรเกรสซีฟดาวน์โหลด (Progressive Download), ไฟล์ออนดีมานด์ (On-Demand) และการถ่ายทอดสด (Live Broadcasting)

2.1 โปรเกรสซีฟดาวน์โหลด (Progressive Download) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานวิธีการส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่ง และการดาวน์โหลดเข้าด้วยกัน วิธีนี้เป็นการดาวน์โหลดข้อมูลลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งในระหว่างการดาวน์โหลดนั้น ผู้ชมสามารถเล่นหรือแสดงผลไฟล์ได้ ก่อนที่การดาวน์โหลดจะเสร็จสิ้น นิยมใช้กับไฟล์มัลติมีเดียที่ไม่ใหญ่มากนัก

2.2 ไฟล์ออนดีมานด์ (On-Demand) เป็นไฟล์ที่สามารถเรียกใช้งานได้ทันทีที่ต้องการ โดยไฟล์เหล่านี้จะถูกเข้ารหัสแล้วนำไปจัดเก็บไว้ บนเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานได้ พร้อมกัน โดยแต่ละคนสามารถควบคุมการทำงานได้อย่างอิสระ นิยมนำไปใช้กับระบบการศึกษาทางไกล ผ่านเว็บ (Web-Based Training System: WBTS)

2.3 การถ่ายทอดสด (Live Broadcasting) เป็นการถ่ายทอดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ ขณะนั้น หรือเรียกว่า Real-Time Streaming โดยใช้วิธีแปลงสัญญาณที่ได้จากกล้องวิดีโอไป เป็นข้อมูล ดิจิตอล แล้วส่งผ่านในรูปแบบของสตรีมมิ่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ สามารถถ่ายทอดสด ไปยังเครื่องของผู้ชม ปลายทางได้จำนวนมากพร้อมๆกัน

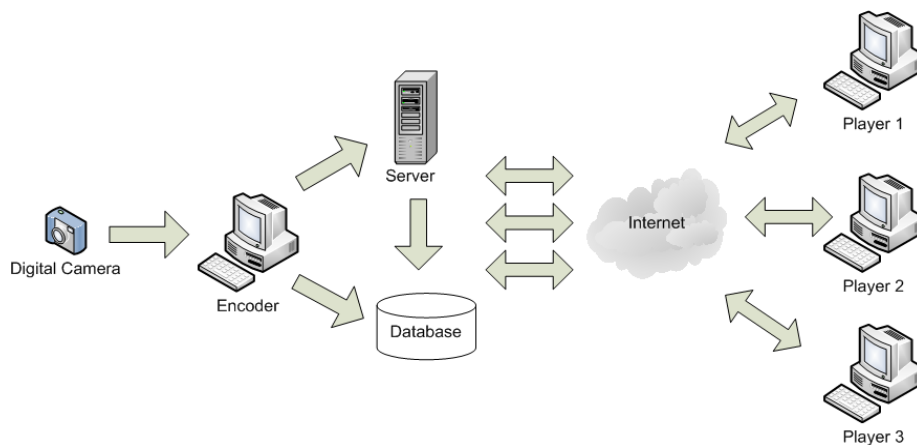
3. องค์ประกอบของระบบสตรีมมิ่งมีเดีย

รูปแบบของไฟล์สตรีมมิ่งมีเดียมี 4 รูปแบบ คือ Windows Media, Real Network, Apple QuickTime และ Macromedia Flash ซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ส่วน ได้แก่

3.1 เครื่องเข้ารหัส (Encoder) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับแปลง ไฟล์เสียงและวิดีโอให้อยู่ในรูปแบบสตรีมมิ่ง จากนั้น นำมาเข้ารหัสข้อมูล (Encode) ด้วยการใส่รหัสพร้อมกับบีบอัดข้อมูลให้มีขนาดเล็กลง แต่คงคุณภาพการแสดงผลให้ได้มากที่สุด

3.2 เครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับบริหารจัดการกับสตรีมมิ่งมีเดีย ซึ่งได้จากการเข้ารหัสด้วย เครื่องเข้ารหัส โดยทำหน้าที่จัดส่งสตรีมมิ่งมีเดียไปยัง เครื่องผู้ชมตามคำร้องขอ

3.3 เครื่องผู้ชม (Player) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับใช้แสดงผล เพื่อเล่นไฟล์สตรีมมิ่งมีเดีย ซึ่งรับมาจากสตรีมมิ่ง เซิร์ฟเวอร์ โดยจะนำมาถอดรหัส (Decode) เพื่อแสดงผล และสามารถควบคุมการเล่นไฟล์ได้



ภาพที่ 6.22 การทำงานของระบบสตรีมมิ่งมีเดีย
ที่มา: ทวีศักดิ์ (2552)

4. Quality of Service (QoS)

ปัญหาในการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือ ความเร็วในการส่งข้อมูลผ่าน ระบบเครือข่ายที่ไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อ การส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่ง ได้แก่ ดีเลย์ (Delay), จิตเตอร์ (Jitter) และแพ็กเกจสูญหาย (Package Loss) เป็นต้น

4.1 ดีเลย์ (Delay) เป็นปัญหาที่เกิดจากอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายไม่ คงที่ ทำให้ช่วงของสัญญาณที่ส่งมามีระยะห่างกันมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อ การส่งข้อมูลมัลติมีเดียแบบ Real Time และสตรีมมิ่งเป็นอย่างมาก ได้แก่ การประชุมทางไกล หรือการถ่ายทอดสดผ่าน อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ทำให้การแสดงผลข้อมูลหยุดชะงักและขาดช่วง

4.2 **จitter (Jitter)** เป็นปัญหาที่เกิดจากการส่งข้อมูลที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็น แพ็กเก็ตที่ถูกส่งแยกกัน แล้วแต่ละแพ็กเก็ตมีค่าเวลาหน่วง ไม่เท่ากัน จะทำให้ลำดับของแพ็กเก็ตไม่เป็นไปตามเดิม ผู้รับจะต้องมีการตรวจสอบลำดับของแพ็กเก็ตอีกครั้ง เช่น การส่งวิดีโอแบบสตรีมมิ่ง ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยภาพและเสียงแยกออกจากกัน หากค่าเวลาหน่วงของภาพและเสียงไม่เท่ากัน จะทำให้การแสดงผลไม่สัมพันธ์กัน เป็นต้น

4.3 **แพ็กเก็ตสูญหาย (Package Loss)** เป็นปัญหาที่เกิดจากข้อมูลสูญหายไประหว่างการส่งไปที่เราเตอร์หรือสวิตช์เนื่องจากข้อมูลที่ส่ง มีปริมาณมากเกินไปจนบัฟเฟอร์เต็ม ทำให้เราเตอร์หรือสวิตช์ไม่สามารถให้บริการต่อไปได้ จึงต้องทิ้งข้อมูลบางส่วนในบัฟเฟอร์ไป ทำให้เกิดการสูญหาย ของข้อมูลในระบบเครือข่าย

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้เกิดข้อกำหนดที่ใช้ในการวัดมาตรฐานการส่งข้อมูล เรียกว่า Quality of Service หรือ QoS ซึ่งเป็น โปรโตคอลที่ทำให้การรับส่งข้อมูลมัลติมีเดียแบบสตรีมมิ่งบนระบบเครือข่ายมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น โดยกลไกการทำงานที่สำคัญของ QoS คือ การจัดลำดับการรับส่งข้อมูลบนเครือข่าย โดยกำหนดให้ลำดับการไหลของข้อมูลเป็นไปตามลำดับความสำคัญ รวมทั้งควบคุมกลไกการทำงานของระบบ เครือข่ายให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ประโยชน์และบทบาทของมัลติมีเดีย

ทวิตต์ (2552) กล่าวว่า มัลติมีเดีย สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้งาน เช่น การนำมัลติมีเดียมาใช้ สร้างสื่อการเรียนการสอน หรือสื่อโฆษณา เป็นต้น โดยมัลติมีเดียจะช่วยให้งานมีความหลากหลายและน่าสนใจมากขึ้น สามารถอธิบายประโยชน์ของ มัลติมีเดีย ได้ดังนี้

1. **ง่ายต่อการใช้งาน** องค์ประกอบของมัลติมีเดียส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจาก ตัวอักษร รูปภาพ เสียง และสื่อชนิดอื่นๆ ซึ่งเป็นสื่อที่ใช้ทั่วไป ในชีวิตประจำวัน ทำให้สามารถนำมัลติมีเดียมาใช้กับสิ่งพิมพ์ โทรศัพท์ และระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่าย

2. **สร้างความรู้สึก** สื่อมัลติมีเดียสามารถสร้างความรู้สึกให้กับผู้ชมได้ เช่น การใช้เสียงเพลง เพื่อสร้างความรู้สึก เป็นต้น

3. **สร้างเสริมประสบการณ์** การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านมัลติมีเดีย แม้ว่าจะมีคุณลักษณะแตกต่างกันตามแต่ละวิธีการ แต่สิ่งที่ผู้ใช้จะได้รับ คือ การส่งสมประสบการณ์จากการใช้สื่อเหล่านี้ในแง่มุมที่แตกต่างกัน ทำให้ทราบหรือคาดเดาการใช้งานโปรแกรมมัลติมีเดียอื่นๆ ได้

4. **เพิ่มความสามารถในการเรียนรู้** ผู้ใช้แต่ละคนอาจมีความสามารถในการเรียนรู้ และประสบการณ์ที่แตกต่างกัน การนำสื่อมัลติมีเดียมา ประยุกต์ใช้ เพื่อนำเสนอเนื้อหาต่างๆ จะช่วยเพิ่มทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ดีขึ้น

5. **คุ้มค่าต่อการลงทุน** การใช้โปรแกรมด้านมัลติมีเดียจะช่วยลดระยะเวลาและประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆในการจ้างผู้เชี่ยวชาญมาเผยแพร่ความรู้ เช่น การจัดหาวิทยากร การเดินทาง การจัดหาสถานที่ และการจัดหาช่องทางการนำเสนอผ่านสื่อ เป็นต้น

นอกจากประโยชน์ดังกล่าว เทคโนโลยีมัลติมีเดีย ยังมีบทบาทในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. **การเรียนการสอน** ส่งผลให้เกิดระบบห้องสมุดแบบดิจิทัล (Digital Library) การเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning) การสร้างห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom) และการเรียนการสอนแบบกระจายอันส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง

2. **ธุรกิจ** โดยเฉพาะธุรกิจรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า E-Commerce จะช่วยให้การนำเสนอสินค้ามีความน่าสนใจมากกว่าเดิม

3. **การสื่อสารโทรคมนาคม** เนื่องด้วยเทคโนโลยีมัลติมีเดียต้องอาศัยสื่อเพื่อเผยแพร่ข้อมูล ดังนั้นเทคโนโลยีนี้จึงมีความสัมพันธ์กับระบบ การสื่อสารโทรคมนาคมอย่างแยกกันไม่ได้

4. **ธุรกิจการพิมพ์** นับเป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่สัมพันธ์กับเทคโนโลยีมัลติมีเดีย อันจะส่งผลให้หนังสือ สิ่งพิมพ์ต่างๆ มีความน่าสนใจมากขึ้น และในปัจจุบันมีการนำเสนอเอกสารในรูปแบบ E-Magazine หรือ E-Book ออกมาอย่างแพร่หลาย

5. **ธุรกิจการให้บริการข้อมูลข่าวสาร** เมื่อมีการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียมาช่วย จะทำให้ข้อมูลข่าวสารที่เผยแพร่ออกไปมีความน่าสนใจ มากกว่าเดิม

6. **ธุรกิจโฆษณาและการตลาด** มีความสัมพันธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จะช่วยดึงดูดคนเข้ามาชมด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่มีความแปลกใหม่

7. **การแพทย์และสาธารณสุข** ปัจจุบันมีการสร้างสื่อเรียนรู้ด้านการแพทย์ ช่วยให้ประชาชนทั่วไป มีความสนใจศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพของตนเอง

8. **นันทนาการ** เป็นบทบาทที่สำคัญมาก ทั้งในรูปแบบของเกม การเรียนรู้ และ VR เป็นต้น

บทสรุป

ในบทนี้อธิบายถึงความหมายของมัลติมีเดีย สื่อมัลติมีเดีย เทคโนโลยีมัลติมีเดีย สตรีมมิ่งมีเดีย และประโยชน์และบทบาทของมัลติมีเดีย ซึ่ง มัลติมีเดีย คือ การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่างๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ประกอบด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียง วิดีโอ และภาพเคลื่อนไหวหรืออนิเมชัน โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้สามารถควบคุมและโต้ตอบกับมัลติมีเดียได้ เพื่อบรรลุผลตามวัตถุประสงค์การใช้งาน การรับส่งไฟล์สตรีมมิ่งมีเดียผ่านระบบเครือข่าย อาจเกิดปัญหาขึ้นได้ เนื่องจากความเร็วในการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้น จึงทำให้เกิดข้อกำหนดที่ใช้ในการวัดมาตรฐานการส่งข้อมูล ที่เรียกว่า Quality of Service หรือ QoS ขึ้น เพื่อแก้ปัญหาที่เลวร้าย จิตเตอร์ และแพ็กเก็ตสูญหาย เป็นต้น โดยมัลติมีเดียสามารถนำมาใช้ ประโยชน์ในด้านต่างๆ เช่น การศึกษา การอบรม การท่องเที่ยว การซื้อขายสินค้าและบริการ การแพทย์ และด้านความบันเทิง เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2552). **เทคโนโลยีมัลติมีเดีย (Multimedia Technology)**,-- กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์, 408 หน้า.

ธัญญชล ทองสา. (2555). **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับมัลติมีเดีย และการประยุกต์ใช้งานมัลติมีเดีย**

(ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://thanyachon.files.wordpress.com> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพการดาวน์โหลดข้อมูลกับการใช้สตรีมมิ่งมีเดียบนเว็บไซต์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://green-channel.tv> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพการประชุมผ่านระบบเครือข่าย (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.epiphan.com> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพการให้บริการจัดเก็บข้อมูล (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.sitewrench.com> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://en.wikipedia.org> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพขั้นตอนการเดินเพื่อนำมาสร้างภาพเคลื่อนไหว (ออนไลน์). สืบค้นจาก:

<https://selz.com/blog/seller-spotlight-david-animation-methods> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพความแตกต่างระหว่างการขยายภาพบิตแมพและภาพเวกเตอร์ (ออนไลน์). สืบค้นจาก:

<http://withfriendship.com/user/mithunss/bitmap.php> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพเครื่องมือสำหรับงานพัฒนามัลติมีเดีย (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.adobe.com> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ประโยคเพื่อการสื่อสาร (ออนไลน์). สืบค้นจาก:

<http://www.caistudio.info> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพโปรแกรมการบันทึกเสียง (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.sound-recorder.com> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.audiocity2u.com> [20 พฤษภาคม 2557]

ภาพเอกสารข้อความหลายมิติ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://nprucomed45.50megs.com> [20 พฤษภาคม 2557]