บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษา และวิเคราะห์เกี่ยวกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของการถ่ายทำภาพยนตร์จากระบบเดิมที่เป็นระบบฟิล์ม เป็นระบบดิจิทัล โดยได้วิจัยจากแนวคิด ทฤษฎีต่างๆ ที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์มาเป็นข้อมูลในงานวิจัยฉบับนี้ และมีงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ดังนี้

1. แนวคิด และทฤษฎีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบฟิล์ม (Film Cinematography)

2. แนวคิด และทฤษฎีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล (Digital Cinematography)

3. แนวคิดการจัดการเทคโนโลยีในองค์กร (Technology Management in Organization)

4. แนวคิด SWOT Analysis

1. แนวคิด และทฤษฎีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบฟิล์ม (Film Cinematography)

กระบวนการสร้างภาพยนตร์ในระบบฟิล์มมีขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานโดยเริ่มแรกจากการเตรียมงาน การเลือกใช้อุปกรณ์ การรจัดสรรค์งบประมาณ การเลือกสถานที่ถ่ายทำ การวางเฟรมก่อนการถ่ายทำ การถ่ายทำ การเลือกฟิล์มสต๊อก การล้างฟิล์ม การทำเดลี่ การตัดต่อ การแก้ไขภาพและสี การจัดฉาย กระบวนการเหล่านี้สามารถแยกออกเป็น 3 กระบวนการใหญ่ๆ ได้ดังนี้

1.1. กระบวนการก่อนการถ่ายทำ (Preproduction Workflow)

กระบวนการก่อนการถ่ายทำ คือการเริ่มโครงการในขั้นตอแรกด่อนการถ่ายทำจริงนั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนก่อนการถ่ายทำ (Preproduction) ซึ่งรวมถึง การเขียนบท การนำเสนอ เขียนบทคัดย่อ (Treatment) และสคริป (Script) รายละเอียดของสคริปต์ในแง่การจัดตารางการผลิตและการจัดทำงบประมาณ ระยะที่สองของการผลิตที่สำคัญคือขั้นตอนการผลิต ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งและการบันทึกภาพภาพและเสียงจากนักแสดง กล้อง และการจัดวางไมโครโฟนและการเคลื่อนไหวการจัดแสงและการออกแบบชุด ตลอดจนส่งผลให้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการผลิต (Postproduction) ประกอบด้วยของการแก้ไขภาพที่บันทึกภาพและเสียงในทุกขั้น

ตอนที่จำเป็นในการเสร็จสิ้นการถ่ายทำในการเตรียมการสำหรับการนำเสนอบนสื่อต่างๆ ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการผลิตภาพยนตร์

1.1.1 การจัดทำงบประมาณการถ่ายทำภาพยนตร์

ผู้บริหารงานสร้างภาพยนตร์มีหน้าที่โดยตรงในการประมาณการค่าใช้จ่ายหรือจัดทำงบประมาณ ซึ่งงบประมาณที่จะประมาณการเป็นค่าใช้จ่ายในการผลิต สามารถพิจารณาได้จากบทภาพยนตร์ที่จัดทำขึ้นนั้น ในเบื้องต้นอาจดูได้จากแนวทางของภาพยนตร์เรื่อง เช่น หากทำเป็นภาพยนตร์แนวรักโรแมนติคที่เป็นการเล่าเรื่องอย่างเรียบง่ายต้นทุนก็จะไม่สูงมากนัก ถ้าเป็นภาพยนตร์แนวพีเรียดหรือภาพยนตร์ที่เน้นภาพเทคนิคพิเศษหรือมีฉากรบก็จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากขึ้น ในระบบฟิล์มนั้นมีการจัดงบประมาณส่วนหนึ่งไว้สำหรับค่าฟิล์มสต๊อก ค่าล้างฟิล์ม ค่าเดลี่ ค่าเทเลซีน รวมไปถึงค่าพรินต์ฟิล์มในการนำออกฉายในโรงภาพยนตร์ซึ่งเป็นงบประมาณที่ค่อนข้างสูงมากต่องบประมาณในการสร้างภาพยนตร์ในหนึ่งเรื่อง

ภาพยนตร์ของบริษัทสร้างขนาดเล็กมักกำหนดเงินงบประมาณไว้ไม่สูงมากนักเพื่อความคล่องตัวในการบริหารและลดความเสี่ยงในเรื่องของการนำออกฉายแล้วอาจจะมีรายได้ไม่สูงนัก ดังจะสังเกตเห็นได้จากการที่บริษัทขนาดเล็กมักนิยมผลิตภาพยนตร์แนวผีหรือแนวตลกเนื่องจากมีต้นทุนการสร้างต่ำในขณะที่ผู้ชมคนไทยมักนิยมดูภาพยนตร์แนวนี้เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจหรือคลายเครียดค่อนข้างมาก ดังนั้นจึงอาจเห็นความสำเร็จทางธุรกิจของบริษัทผู้สร้างภาพยนตร์แนวนี้ ที่บางเรื่องอาจมีรายรับสูงจนเป็นที่กล่าวขวัญกัน เช่น ภาพยนตร์เรื่อง หลวงพี่เท่งของบริษัทพระนครฟิล์ม ซึ่งส่งผลให้มีภาพยนตร์ตลกมากขึ้นจนดาราตลกมีค่าตัวในการแสดงสูง ผู้สร้างภาพยนตร์จำเป็นต้องมีความเข้าใจ และไหวทันกับการวิเคราะห์สถานการณ์ทางการตลาด (มสธ., 2551)

1.1.2 การเลือกใช้ระบบการถ่ายทำโดยพิจารณาจากคุณภาพ และรายละเอียดของระบบ

ในการสร้างภาพยนตร์นั้นจำเป็นที่จะทำการวางแผนการถ่ายทำก่อนเพื่อที่จะสามารถกำหนดงบประมาณในการถ่ายทำในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสมกับการถ่ายทำของตัวเรื่องที่จะมารองรับกับตัวเนื้อหาของเรื่องรวมทั้งคุณภาพ และรายละเอียดต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจรวมทั้งราคาทั้งนายทุน และผู้สร้างโดยสามารถวิเคราะห์การเลือกใช้ได้จากระบบการทำงานทั้ง 2 ระบบแล้วนำมาเปรียบเทียบได้ดังนี้

1.1.2.1 ระบบการทำงานของระบบฟิล์ม

การเลือกใช้ฟิล์มภาพยนตร์โดยพิจารณาขนาดของฟิล์ม

การใช้ฟิล์มภาพยนตร์โดยพิจารณาถึงขนาดของฟิล์มในที่นี้ต้องการให้พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างฟิล์ม 16 มม. และฟิล์ม 35 มม. เท่านั้น เนื่องจากเป็นฟิล์มที่ยังนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก

ฟิล์ม 16 มม. เป็นฟิล์มที่นำมาใช้ในการผลิตภาพยนตร์ทั่วๆ ไป เช่น ภาพยนตร์เพื่อการศึกษา ภาพยนตร์บันเทิงทางวิทยุ ภาพยนตร์สารคดี ภาพยนตร์ข่าว ภาพยนตร์โฆษณา และภาพยนตร์เพื่อการวิจัย เป็นต้น ฟิล์มที่ผลิตออกจำหน่ายมีทั้งฟิล์มสี และขาวดำแต่ที่นิยมกันมากในขณะนี้เป็นฟิล์มสี ทั้งชนิดรีเวอร์ซัล และเนกาทีฟซึ่งอุปกรณ์การผลิตมีครบครัน

ฟิล์ม 35 มม. เป็นฟิล์มขนาดมาตรฐาน มักนิยมใช้ผลิตภาพยนตร์บันเทิงและภาพยนตร์โฆษณา มีทั้งฟิล์มสี ขาวดำ เนกาทีฟ และรีเวอร์ซัล แต่ที่นิยมกันมากในประเทศไทยในปัจจุบันนี้คือฟิล์มสีเนกาทีฟ ถ้าต้องการฟิล์มชนิดอื่นอาจจะต้องสั่งพิเศษจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรง อุปกรณ์ในการสร้างภาพยนตร์ก็มีมากเช่นกัน

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าภาพยนตร์ 35 มม. มักจะแพร่หลายในวงการบันเทิง ส่วนภาพยนตร์ 16 มม. นิยมผลิตกันในวงการศึกษา แต่ใช่ว่าจะเป็นกฎตายตัวเสมอไปเนื่องจากเทคโนโลยี่ใหม่ๆ ทั้งด้านฟิล์ม และอุปกรณ์การผลิตภาพยนตร์เกิดขึ้นตลอดเวลา ภาวะเศรษฐกิจแนวโน้มในการสร้างภาพยนตร์มีปัจจัยให้พิจารณาหลายด้าน ที่สำคัญได้แก่

ด้านประโยชน์ใช้สอย

ภาพยนตร์ 16 มม. เหมาะสำหรับฉายให้ผู้ดูเป็นกลุ่มเล็กๆ เช่นในห้องเรียน ห้องโสตทัศนูปกรณ์ ห้องประชุมเล็ก เป็นต้น ด้วยเหตุที่ฟิล์ม 16 มม. มีขนาดเล็กฉายด้วยเครื่องฉาย 16 มม. จึงมีหลอดฉายซึ่งมีข้อจำกัดด้านความเข้มของแสงจะตั้งจอฉายให้ห่างกันมากๆ เพื่อขยายให้ภาพใหญ่ขึ้น ภาพก็ไม่คมชัดเพราะยิ่งเครื่องฉายกับจอห่างกันมากเท่าไรความเข้มของแสงก็จะลดน้อยลง จะทำให้เห็นภาพไม่ชัดเจน

ภาพยนตร์ 35 มม. เป็นภาพยนตร์ซึ่งสร้างด้วยฟิล์มที่มีขนาดกว้างกว่าฟิล์ม 16 มม. กว่า 1 เท่าตัว เครื่องฉายมีหลอดฉายที่มีความเข้มของแสงสูงกว่าเครื่องฉาย 16 มม. ฉายได้ไกลภาพขยายได้ใหญ่กว่าฟิล์ม 16 มม. เกรนของภาพก็ยังไม่แตกซึ่งภาพมีความคมชัดดี เหมาะสำหรับฉายใน

โรงภาพยนตร์ทั่วไป ห้องประชุมใหญ่หรือฉายกลางแจ้งเป็นต้น ทำให้ผู้ดูสามารถดูได้คราวละมากๆ เป็นพันคน

ประเด็นนี้จึงเป็นข้อคิดสำหรับผู้สร้างภาพยนตร์โดยทั่วไปว่าถ้าต้องการสร้างภาพยนตร์เพื่อต้องการสื่อความหมายให้คนเข้าใจคราวละมากๆ พร้อมๆ กันก็น่าจะสร้างด้วยฟิล์ม 35 มม. เช่น หน่วยงานที่ต้องการไปประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข่าวสารให้กับประชาชน วิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัยที่ต้องการแนะนำนักศึกษาจำนวนมากให้ทราบประวัติความเป็นมาของสถานศึกษานั้นๆ ส่วนวงการบันเทิงก็เหมือนกัน ถ้าต้องการฉายในโรงภาพยนตร์เล็กๆ ดูได้ไม่เกิน 100 คนก็ควรจะสร้างด้วยฟิล์ม 16 มม. ก็พอ

อย่างไรก็ตามภาพยนตร์ 16 มม. ก็สามารถนำไปพิมพ์ขยายด้วยฟิล์ม 35 มม. ได้ แต่ความคมชัดจะน้อยลง และภาพยนตร์ 35 มม. ก็สามารถนำไปพิมพ์ย่อลงฟิล์ม 16 มม. ได้ความคมชัดของภาพยังดีอีกด้วย

การเลือกใช้อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต

การสร้างภาพยนตร์ 16 มม. ซึ่งส่วนใหญ่เป็นภาพยนตร์ทางการศึกษาอุปกรณ์การผลิต เช่น กล้องถ่ายภาพยนตร์ อุปกรณ์แสง การตัดต่อ มักจะมีครบครันในหน่วยงาน เพราะราคาอุปกรณ์เหล่านี้ไม่สูงนักสามารถจัดซื้อจัดหาได้ หน่วยงานภาคธุรกิจเอกชนก็มีมากมายพอสมควรที่จะให้เช่าได้ ส่วนฟิล์มที่นิยมใช้มากคือฟิล์มสีทั้งรีเวอร์ซัลเนกาทีฟ หาซื้อฟิล์มได้ง่ายและไม่มีปัญหาด้านแล็บ

การสร้างภาพยนตร์ 35 มม. วัสดุอุปกรณ์ครบครันในหน่วยงานธุรกิจมีบริษัทสำหรับให้เช่าโดยเฉพาะ ในวงการบันเทิงบริษัทผู้สร้างภาพยนตร์มักจะไม่สร้างอุปกรณ์การถ่ายทำไว้เองเนื่องจากอุปกรณ์ราคาสูงมาก เมื่อจะสร้างภาพยนตร์ก็ต้องไปเช่าอุปกรณ์มาเป็นครั้งคราวมีอุปกรณ์ให้เช่าครบทุกอย่าง เช่น กล้อง อุปกรณ์แสง เสียง เป็นต้น ฟิล์มที่ใช้ส่วนมากเป็นฟิล์มสีเนกาทีฟ ฟิล์มขาวดำ และพิมพ์สีรีเวอร์ซัลหายากต้องสั่งพิเศษจากบริษัทผู้ผลิตและยังมีปัญหาไม่มีแล็บสำหรับล้างฟิล์มภายในประเทศอีกด้วย ส่วนสีเนกาทีฟมีแล็บสำหรับกระบวนการล้างและพิมพ์อย่างเพียงพอ

การสร้างภาพยนตร์ 35 มม. จึงมีปัญหาต่อหน่วยงานที่ไม่มีอุปกรณ์เป็นของตัวเอง เช่น หน่วยงานทางราชการหรือหน่วยงานการศึกษา ถ้าจะสร้างเป็นภาพยนตร์ 35 มม. ก็คงต้องใช้วิธีเช่าอุปกรณ์หรือเหมาจ่ายให้บริษัทผู้สร้างผลิตให้ก็น่าจะเป็นทางออกที่ใช้ได้

การเลือกบุคคลากร และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

การเลือกบุคคลากรที่มีหน้าที่เฉพาะด้านเทคนิคที่มีหน้าที่โหลดฟิล์มนั้นสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันความเสียหายอันเกิดจากข้อผิดพลาดในการโหลดฟิล์ม จากระบบการทำงานของฟิล์มโดยการใช้ถุงดำทึบแสงเพื่อป้องกันแสงลอดผ่านถุงเข้ามาทำให้เกิดความเสียหายกับฟิล์ม

ตำแหน่งโหลดเดอร์ในระบบฟิล์ม (Film Loader)

1. ทำหน้าที่โหลดฟิล์มจากแม็กกาซีน (Magazine)

2. โหลดจากมุ้งดำ หรือถุงดำเพื่อป้องกันแสงเข้าไปทำปฏิกิริยากับฟิล์ม

3. เขียนรายละเอียดทั้งหมดที่เกี่ยวกับการถ่าย

4. ปิดเทปให้มิดชิดเพื่อจะได้นำไปล้างฟิล์มต่อไป

งบประมาณการผลิต

การเลือกใช้ฟิล์มสต๊อกที่เหมาะสมกับภาพยนตร์เพื่อจะได้ประหยัดงบประมาณในการถ่ายทำเช่น การเลือกฟิล์มสต๊อกที่มีค่า ASA หรือ ISO สูงเหมาะสำหรับการถ่ายทำภาพยนตร์ที่ถ่ายกลางคืนหรือถ่ายในที่มืดๆ ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าเช่าไฟลงได้เช่นเดียวกัน

1.2. กระบวนการการถ่ายทำ (Production Workflow)

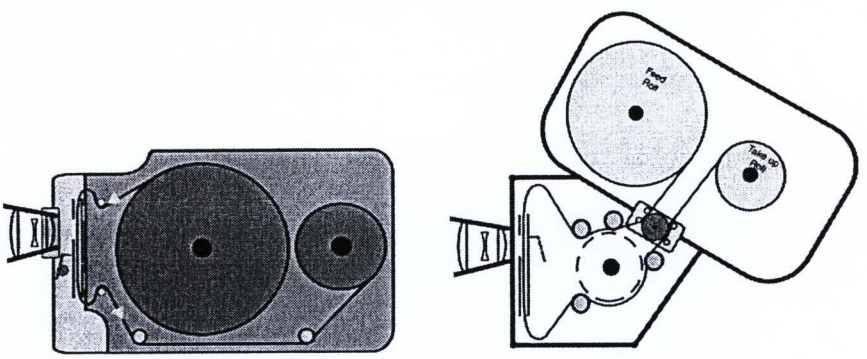
กระบวนการการถ่ายทำ (Production Workflow) เริ่มต้นด้วยการเตรียมตัวและการฝึกซ้อม การถ่ายทำภาพยนตร์ การตีความหมายของเรื่อง และการฝึกซ้อมในการเตรียมการถ่ายทำจริง การจัดทำแผนภูมิการเคลื่อนไหวของกล้อง การวางตำแหน่งที่เหมือนการถ่ายจริงเรียกว่าการกำหนดจุดถ่าย (Blocking) ของกล้อง การกำหนดตำแหน่งและการเคลื่อนไหวของกล้อง จะต้องสามารถทำงานอย่างรอบคอบก่อนที่จะออกถ่ายทำหากตอนดำเนินการ จะไม่สามารถควบคุมการเป็นอยู่ในการส่งผลไม่เป็นไปตามแผน โครงการทั้งหมดส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับผู้กำกับ และโปรดิวเซอร์ ส่วนกล้องทางสตูดิโอ สถานที่ ผู้กำกับมักจะให้ช่างภาพเลือก โดยสั่งการให้ผู้กำกับด้านเทคนิค (TD) ช่วยเลือกอีกที ในกองถ่ายผู้กำกับยังจะใช้การสื่อสารโดยตรงกับตำแหน่งที่รับผิดชอบแต่ละหน้าที่ หัวหน้างานคนจดสคริปต์หรือความต่อเนื่อง ในช่วงเวลาการถ่ายทำ ความเป็นจริงและความต่อเนื่องเพื่อให้แน่ใจว่าทุกส่วนงาน ในสคริปต์ได้รับการถ่ายทำ สมบูรณ์แบบ และต่อเนื่องระหว่างภาพในรายละเอียด เช่น ทิศทางจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้ายสอดคล้องกัน และการลื่น

ไหลของการเคลื่อนไหวของนักแสดงเหมือนกัน (ตรงกับการกระทำ) จากจุดแรกยิงถัดไปจะต้องถูกเก็บรักษาไว้เพื่อให้ภาพเล่านี้สามารถนำมารวมกันอย่างถูกต้องในการตัดต่อ

การถ่ายทำภาพยนตร์ด้วยระบบฟิล์มนั้นมีขั้นตอนที่สลับซับซ้อนมาก และมีเทคนิคต่างๆ เยอะมากจึงทำให้การถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบฟิล์มนั้นต้องมีการบันทึกภาพลงฟิล์มทำให้เกิดภาพหรือที่เรียกว่า Negative แต่ภาพที่ได้ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้จึงต้องมีการนำมาล้างฟิล์มเพื่อให้ฟิล์มเป็นแบบ Positive เพื่อที่จะได้สีตามความเป็นจริง จึงมีกระบวนการผลิตดังต่อไปนี้

1.2.1 กลไกการเคลื่อนที่ของฟิล์ม และระบบการบันทึกภาพ (Film Drive Mechanical and Recording Systems)

กลไกการเคลื่อนที่ของฟิล์ม การเคลื่อนที่ของฟิล์มภาพยนตร์จากที่บรรจุฟิล์ม (Supply chamber) ผ่านช่องรับแสง (Aperture) เพื่อบันทึกภาพไปยังที่รับฟิล์มที่ใช้ถ่ายแล้ว (Take-up chamber) นั้น มีกลไกทำงานที่ทำให้ฟิล์มเคลื่อนที่ได้ 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่หนึ่งการขับเคลื่อนอย่างต่อเนื่องของฟิล์ม (Continuous Drive) จากที่บรรจุฟิล์มไปยังที่รับฟิล์มที่ใช้ถ่ายแล้ว และลักษณะที่สอง การเคลื่อนที่ของฟิล์มแบบเดิน – หยุดเดิน – แล้วเดินต่อไป (Intermittent movement) ในประตูฟิล์ม (Film Gate) การที่ฟิล์มหยุดชั่วขณะด้วยเวลาอันรวดเร็วนั้นก็เพื่อบันทึกภาพนั่นเอง

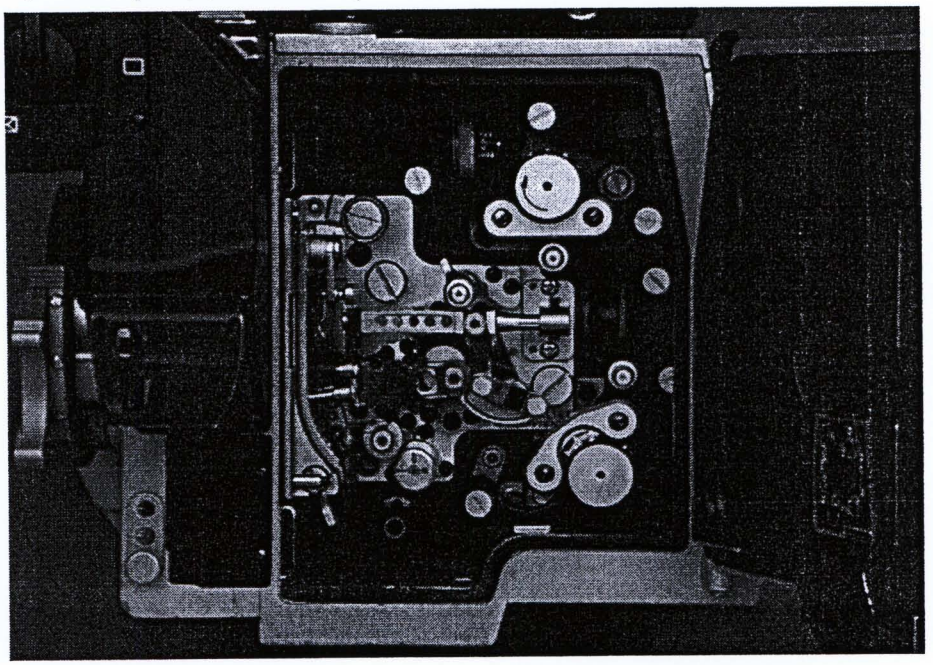


(รูปที่ 2.1 ลักษณะของกล้องระบบฟิล์มที่บันทึกลงที่บรรจุฟิล์ม)

ระบบการบันทึกภาพ "เลนส์" ของกล้องภาพยนตร์ทำหน้าที่เหมือนตามนุษย์ หากปราศจากเลนส์แล้วการถ่ายภาพใดๆ ก็จะไม่สัมฤทธิผล อย่างไรก็ตามระบบการบันทึกภาพของกล้องภาพยนตร์จะต้องทำงานสัมพันธ์กันโดยตรงกับกลไกการเคลื่อนที่ของฟิล์ม (Brown, 2002)

ภาพเกิดขึ้นได้จากการที่แสงผ่านเลนส์เข้าช่องรับแสงเพื่อบันทึกลงบนเฟรมหนึ่งของฟิล์ม หลังจากที่ตัวกวักดึงฟิล์มลงมา และแผ่นกดฟิล์มหรือหมุดยึดฟิล์มได้ตรึงแน่นที่เฟรมของฟิล์มบริเวณส่วนหลังของช่องรับแสง และจะปล่อยเมื่อฟิล์มถูกบันทึกภาพ (รับแสง) แล้ว เพื่อให้

ฟิล์มเคลื่อนที่ต่อไป ในขณะที่ฟิล์มกำลังเคลื่อนที่อยู่นั้น แสงไม่สามารถเข้ามาได้ จนกว่าฟิล์มจะถูกดึงลงมาทาบและถูกตรึงยึดแน่นที่ช่องรับแสงพอดี ดังนั้น ระบบการบันทึกภาพของกล้องถ่ายภาพยนตร์จึงประกอบด้วยสิ่งหนึ่งที่สามารถปิดแสงไม่ให้เข้ามาจากเลนส์สู่ฟิล์มขณะที่ฟิล์มเคลื่อนที่จากเฟรมหนึ่งไปยังเฟรมหนึ่ง และจะเปิดเมื่อเฟรมของฟิล์มอยู่ในตำแหน่งพร้อมบันทึกที่ด้านหลังช่องรับแสงแล้ว การปิดและเปิดให้แสงเข้ามานั้นมีอัตราความเร็วระหว่างการเปิดปิดว่าสามารถควบคุมได้เช่นเดียวกันอัตราการเคลื่อนที่ของฟิล์มผ่านช่องรับแสง สิ่งที่สามารถเปิดปิดแสงดังกล่าวนี้ก็คือ ชัตเตอร์ (Shutter) ความเร็วของฟิล์มเคลื่อนที่ผ่านช่องรับแสงเรียกว่า ความเร็วกล้อง (Camera Speed) และความเร็วระหว่างการเปิดปิดของชัตเตอร์เพื่อให้แสงเข้า เรียกว่า ความเร็วชัตเตอร์ (Shutter Speed) (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช [มสธ.], 2551)

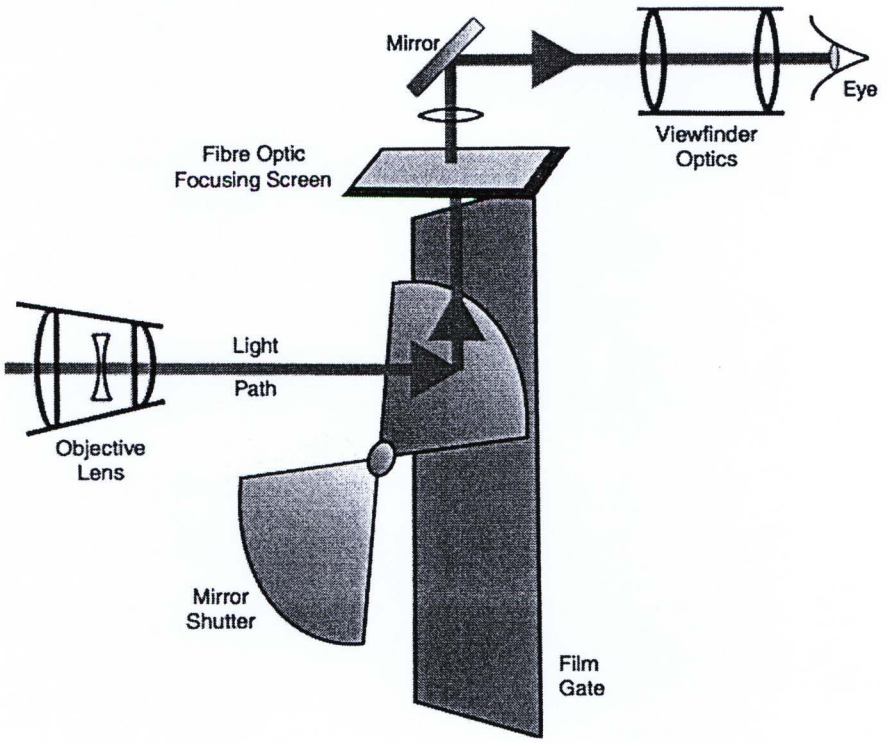


(รูปที่ 2.2 กลไกการบันทึกภาพภาพในตัวกล้องระบบฟิล์ม)

ชัตเตอร์ เป็นแผ่นบังแสงที่กั้นไม่ให้แสงผ่านจากเลนส์เข้ามาบันทึกลงบนฟิล์ม และในขณะเดียวกันก็เป็นตัวที่เปิดให้แสงเข้ามาได้เพื่อบันทึกลงบนฟิล์มผ่านช่องรับแสงเช่นกัน แผ่นชัตเตอร์จะอยู่ระหว่างเลนส์และช่องรับแสงที่ประตูฟิล์ม โดยมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลมบางมีส่วนที่ถูกตัดออกจากจุดศูนย์กลาง ทำมุมตั้งแต่ 90-230 องศา ส่วนที่เว้าจากจุดศูนย์กลางของแผ่นชัตเตอร์นี้ทำมุมกันยิ่งมากกว่าเท่าใด ก็ย่อมหมายถึงการเคลื่อนที่ของฟิล์มในกล้องภาพยนตร์นั้นๆ ยิ่งเร็วขึ้นตามไปด้วย กล้องภาพยนตร์สมัยใหม่ในปัจจุบันสามารถปรับส่วนที่เว้าของแผ่นบังแสงได้ตั้งแต่ 90-230 องศา ตามความต้องการที่จะให้แสงเข้าบันทึกลงบนฟิล์มได้มากหรือน้อย เพราะ

ชัตเตอร์ชนิดนี้มีแผ่นโลหะ 2 แผ่นซ้อนกันอยู่ ทำให้ผู้ถ่ายภาพยนตร์สามารถเลือกใช้ปริมาณของแสงในการถ่ายภาพยนตร์ตามวัตถุประสงค์ของฉากนั้นๆ ได้ (Wheeler, 2005)

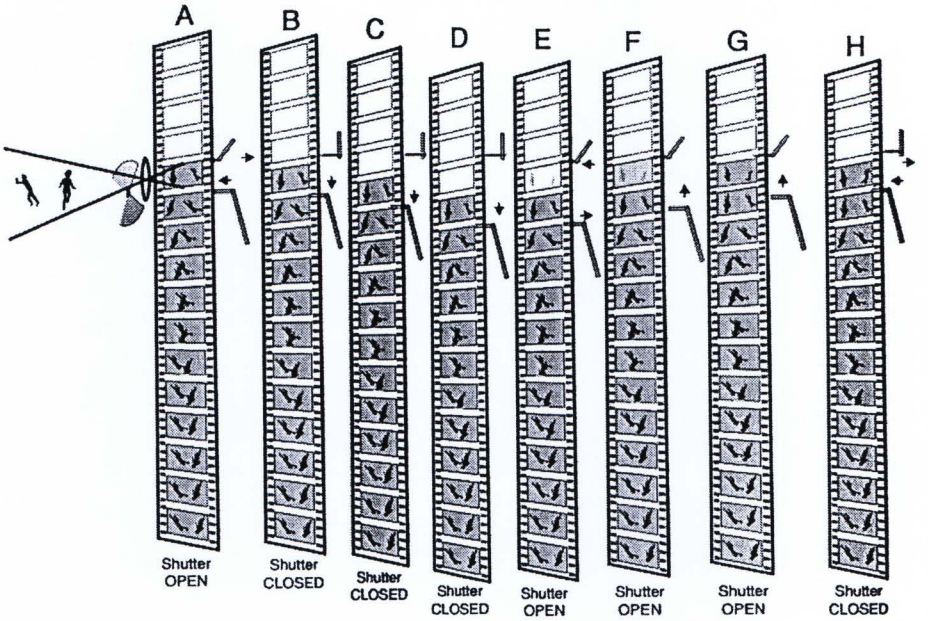
ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการทำงานของแผ่นชัตเตอร์นั้นจะต้องสัมพันธ์กับกลไกการเคลื่อนที่ของฟิล์ม กล่าวคือ เมื่อเริ่มเดินกล้องภาพยนตร์ ชัตเตอร์จะหมุนรอบตัวเอง เมื่อหมุนมาตรงที่เว้า (ส่วนที่ถูกตัดออกไป) ตรงกับช่องรับแสงจะทำให้แสงผ่านเข้ามาบันทึกลงบนฟิล์มพอดีขณะที่ฟิล์มหยุดนิ่งโดยการตรึงยึดของแผ่นกดฟิล์มหรือหมุดยึดฟิล์ม แต่เมื่อชัตเตอร์หมุนเอาบริเวณที่ทึบมาตรงกับช่องรับแสงเป็นการบังแสงไม่ให้ผ่านเข้ามา ก็จะเป็นจังหวะเดียวกันกับฟิล์มถูกบันทึกภาพเสร็จ แล้วเคลื่อนที่จากเฟรมหนึ่งไปยังอีกเฟรมหนึ่งเป็นวงจรที่ต่อเนื่องเช่นนี้เรื่อยไป



(รูปที่ 2.3 การทำงานของชัตเตอร์ในการบังแสงไม่ให้แสงผ่านมาทำปฏิกิริยากับฟิล์ม)

ความเร็วของกล้อง หมายถึงความสามารถของกลไกของกล้องภาพยนตร์ในการขับเคลื่อนฟิล์มเพื่อให้ผ่านช่องรับแสงเพื่อบันทึกภาพได้กี่ภาพในหนึ่งวินาที ความเร็วในการขับเคลื่อนฟิล์มนี้สามารถปรับให้ช้าหรือเร็วได้ ความเร็วกล้องมีหน่วยเป็น ภาพต่อวินาที (frame per second = fps.) สำหรับกล้องภาพยนตร์ระบบ 16 มม. 35 มม. และ 65/70 มม. มีความเร็วมาตรฐานเท่ากับ 24 ภาพต่อวินาทีเมื่อใช้ถ่ายภาพยนตร์เสียง แต่เมื่อใช้ถ่ายทำภาพยนตร์เงียบก็จะมีอัตราความเร็วกล้องเพียง 16 ภาพต่อวินาที นอกจากนั้นกล้องภาพยนตร์ขนาด 8 มม. และซูเปอร์ 8 มม. ก็จะมีความเร็ว

กล้อง 24 ภาพต่อวินาทีในกรณีเป็นภาพยนตร์เสียงและ 18 ภาพต่อวินาที ในกรณีถ่ายภาพยนตร์เงียบ ในการฉายภาพยนตร์นั้นเคลื่องฉายภาพยนตร์จะต้องมีความเร็วเท่ากับความเร็วของกล้องภาพยนตร์ ขณะที่ถ่ายภาพยนตร์เพื่อให้ภาพเคลื่อนไหวเป็นไปตามธรรมชาติเหมือนในฉากที่ได้ถ่ายทำมา (Wheeler, 2005)



(รูปที่ 2.4 ความเร็วของกล้องที่ทำงานสัมพันธ์กันระหว่างชัตเตอร์ กับฟิล์ม จนเกิดภาพต่อวินาทีเมื่อใช้ถ่ายภาพยนตร์)

1.2.2 การล้าง และการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์

การล้างและการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์จัดเป็นงานสำคัญขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการหลังการถ่ายทำภาพยนตร์ โดยผู้ถ่ายทำภาพยนตร์จะนำฟิล์มซึ่งถ่ายทำแล้วนี้ดำเนินการล้างและพิมพ์ฟิล์มทันที ซึ่งในปัจจุบันการล้างและการพิมพ์ฟิล์มจะส่งให้แล็บ (Laboratory) ซึ่งประกอบไปด้วยพนักงานที่มีความสามารถเฉพาะด้านจำนวนมาก มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพไว้ดำเนินการ สถานที่มีการควบคุมรักษาความสะอาด และอุณหภูมิเป็นอย่างดีไว้บริการในหลายด้านให้แก่ลูกค้าหรือผู้สร้างภาพยนตร์แทนที่จะดำเนินการโดยผู้ถ่ายทำเสียเอง ซึ่งจะมีข้อจำกัด ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของฟิล์มมากมาย เช่น ฟิล์มมีความยาวมากยากต่อการล้าง และการทำแห้งให้มีคุณภาพจะเสียค่าใช้จ่ายที่จะดำเนินการเองในแต่ละม้วนมากกว่าการจ้างแล็บ เพราะต้องเสียค่าวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องลงทุนในระยะแรกจำนวนมาก เป็นต้น

การล้างและการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์ แสดงให้เห็นภาพรวมเกี่ยวกับการล้างและการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์ในลักษณะที่เป็นพื้นฐานของกระบวนการสร้างภาพยนตร์ในระบบฟิล์ม โดยกล่าวถึงความหมาย ความสำคัญ ประเภท และขั้นตอนของการล้างและการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์ ซึ่งผู้สร้างภาพยนตร์ในยุคของระบบฟิล์มจะมอบหน้าที่นี้ให้แล็บเป็นผู้ดำเนินการ (มสธ., 2551)

1.2.3 กระบวนการการล้างฟิล์มภาพยนตร์ (Film Developing Process)

การล้างฟิล์มภาพยนตร์จัดเป็นงานขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการหลังการถ่ายทำภาพยนตร์ ซึ่งผู้ถ่ายทำภาพยนตร์จะต้องนำฟิล์มภาพยนตร์ที่ผ่านการถ่ายบันทึกภาพจากกล้องภาพยนตร์แล้วนี้ ส่งให้แล็บดำเนินการโดยนำฟิล์มที่ผ่านการถ่ายทำซึ่งมีภาพแฝง (Latent or Hidden Image) บนฟิล์มแล้วนี้เข้าสู่กระบวนการล้างฟิล์ม (Developing Process) เพราะฟิล์มซึ่งมีซิลเวอร์ฮาลายด์ (Silver Halide) จะทำปฏิกิริยากับแสงที่บันทึกผ่านเลนส์จากกล้องภาพยนตร์เกิดเป็นภาพที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา จากนั้นจึงนำฟิล์มดังกล่าวไปผ่านน้ำยาตามลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพของฟิล์มภาพยนตร์และจุดมุ่งหมายของผู้ถ่ายภาพยนตร์ จึงเกิดเป็นเมทัลลิกซิลเวอร์ (Metalic silver or black silver) ซึ่งให้ภาพที่สามารถมองเห็นได้ (Image) กระบวนการที่ทำให้ฟิล์มภาพยนตร์ที่ถ่ายบันทึกภาพ และผ่านน้ำยาจนทำให้เกิดภาพที่สามารถมองเห็นได้นี้เรียกว่าการล้างฟิล์มภาพยนตร์

การล้างฟิล์มภาพยนตร์นั้นสิ่งสำคัญนอกจากความสะอาด และความพิถีพิถันในการล้างแต่ละขั้นตอนแล้ว ยังต้องควบคุมอุณหภูมิ ระยะเวลา และความเข้มข้นของน้ำยาอย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ ซึ่งในการล้างฟิล์มภาพยนตร์ จะต้องผ่านฟิล์มลงในน้ำยาที่สำคัญ ได้แก่น้ำยาล้างสารกันแสงสะท้อน (Anti-halide) น้ำยาสร้างภาพ (Developer) น้ำยาหยุดภาพ (Stop-bath) น้ำยาคงสภาพ (Fixer) โดยมีการใช้น้ำชะล้าง (Watch) ในบางขั้นตอนเพื่อล้างน้ำยาออก นอกจากนี้ฟิล์มบางประการยังต้องล้างน้ำยาฟอกสี (Bleach) น้ำยาสตาบิไลเซอร์ (Stabilizer) ตามลำดับขั้นตอนของการล้างให้ถูกต้องด้วย จึงจะเกิดภาพที่สามารถมองเห็นได้บนฟิล์ม ภาพที่มองเห็นได้จะมีลักษณะอย่างไรนั้นขึ้นกับลักษณะการสร้างภาพยนตร์บนฟิล์มแต่ละประเภท เช่น ฟิล์มเนกาทีฟ เมื่อผ่านการถ่ายบันทึกภาพและล้างน้ำยาอย่างถูกต้องตามกระบวนการแล้ว จะได้ภาพบนฟิล์มเป็น เนกาทีฟ (Negative) ซึ่งเป็นภาพที่ได้จะเป็นภาพตรงข้ามกับความจริง โดยบริเวณที่เป็นสีขาวจะเป็นสีดำ เมื่อนำไปฉายดูจึงต้องพิมพ์ฟิล์มอีกฉบับหนึ่งเพื่อนำไปล้างจึงจะกลับเป็นภาพที่ตรงกับความจริงที่เป็นโพสิทีฟ (Positive) ขั้นตอนดังกล่าวจึงเรียกว่า ระบบเนกาทีฟ-โพสิทีฟ (Negative - Positive System) ถ้าเป็นฟิล์มรีเวอร์ซัล เมื่อผ่านการถ่ายบันทึกภาพและล้างน้ำยาอย่างถูกต้องตามกระบวนการแล้วจะได้ภาพที่สามารถฉายดูได้เลย ขั้นตอนดังกล่าวจึงเรียกว่า ระบบรีเวอร์ซัล (Reversal System) ส่วนจะ

เป็นภาพขาวดำหรือสี ก็ขึ้นกับประเภทของฟิล์มที่ใช้ถ่ายบันทึกภาพ การล้างฟิล์มก็คงมีความแตกต่างในขั้นตอนและการใช้น้ำยาเช่นกัน

1.2.4 ความสำคัญของการล้างฟิล์มภาพยนตร์

ในต่างประเทศเมื่อจะสร้างภาพยนตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งผู้สร้างภาพยนตร์มักจะพยายามสั่งซื้อฟิล์มที่ผลิตในรุ่นเดียวกัน เพราะฟิล์มรุ่นเดียวกันนั้นมาจากเยื่อไวแสงที่ผลิตขึ้นในครั้งเดียวกันที่นำมาฉาบบนผิวฟิล์ม (Coat) เหมือนกันจึงมีรุ่น (Emulsion Batch) ของฟิล์มแต่ละรุ่นเกิดขึ้นที่เรียกกันอย่างสั้นๆ ว่าแบ็ตช์ (Batch) การใช้ฟิล์มแบ็ตช์เดียวกันเพื่อให้คุณภาพที่เกิดจากการถ่ายทำและล้างฟิล์มใกล้เคียงกัน ซึ่งก่อนจะนำฟิล์มไปใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์ ควรมีการทดสอบการใช้โดยการถ่ายบันทึกภาพ แล้วให้แล็บทำการล้างฟิล์มเพื่อดูผลว่าควรจะควบคุมความมืด ความสว่างหรือแก้ไขให้ได้คุณภาพที่ดีอย่างไร เพื่อจะได้ทำการบันทึกภาพ และล้างฟิล์มทั้งเรื่องได้ตรงตามความต้องการอย่างต่อเนื่อง สำหรับการสร้างภาพยนตร์ในประเทศไทยนั้นมีข้อจำกัดหลายประการที่ไม่อาจใช้ฟิล์มแบ็ตช์เดียวกัน เช่น ขีดความสามารถในการสั่งซื้อฟิล์มครั้งละจำนวนมากมีอยู่อย่างจำกัด จึงไม่สามารถลงทุนสั่งซื้อมาเก็บไว้เพื่อใช้ได้ หรือฟิล์มภาพยนตร์ที่ผู้จำหน่ายมีอยู่ก็ไม่ได้อยู่ในแบ็ตช์เดียวกัน เพราะตลาดการจำหน่ายมีไม่กว้างขวางมากพอที่จะทำธุรกิจในลักษณะดังกล่าวเป็นต้น จึงอาศัยแล็บการควบคุมคุณภาพความสม่ำเสมอของสี อย่างไรก็ดีถ้าหากสามารถใช้ฟิล์มแบ็ตช์เดียวกันได้และให้แล็บได้ตรวจสอบผลการล้างฟิล์มก่อนจะมีผลดีต่อการถ่ายทำภาพยนตร์เป็นอย่างมาก เพราะจะทำให้ได้ทราบปัญหาและการแก้ไขข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นจากฟิล์มภาพยนตร์ดังต่อไปนี้

1. ความคลาดเคลื่อนจากความไวแสงของฟิล์ม ความไวแสงของฟิล์มถึงแม้ผ่านการตรวจสอบจากบริษัทผู้ผลิตฟิล์มมาแล้วก็ตาม แต่โอกาสความคลาดเคลื่อนสามารถเกิดขึ้นได้ทุกโอกาส ทั้งนี้เนื่องจากความผันแปรของสภาพอุณหภูมิ วิธีการเก็บรักษาฟิล์ม ระยะเวลา และสภาพแวดล้อม (มีรังสีหรือไม่) ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้ความไวแสงของฟิล์มเปลี่ยนไป การล้างทดสอบฟิล์มแบ็ตช์เดียวกันจึงเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ฟิล์มและแล็บเพื่อให้ฟิล์มที่ถ่ายทำนั้นคงคุณภาพที่ดี

2. การใช้เลนส์ ในปัจจุบันผิวเลนส์มักได้รับการฉาบสารเคมีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับแสงและให้ผลของภาพโดยเฉพาะสีที่ได้จากฟิล์มแต่ละแบ็ตช์ที่เกิดจากเลนส์จึงแตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้แล็บได้รับทราบและนำไปแก้ไขต่อไป

3. การใช้เครื่องวัดแสง โดยปกติเครื่องวัดแสงแต่ละตัว จะมีความไวต่อการรับแสงที่ผิดกันบ้างเล็กน้อย บางตัวมีความไวต่อแสงที่สว่างมาก บางตัวไวต่อแสงที่ไม่สว่างนัก และเครื่อง

วัดแสงมีความเปราะบางต่อการสั่นสะเทือนทำให้การวัดผิดพลาดเกิดขึ้นโดยไม่รู้ตัวได้โดยง่าย ซึ่งในการถ่ายทำภาพยนตร์โดยปกติมักจะระมัดระวังในการถ่ายบันทึกภาพให้เหมาะกับสภาพแสง จึงมีการใช้เครื่องวัดแสงอยู่ตลอดเวลา การถ่ายบันทึกภาพโดยใช้ฟิล์มภาพยนตร์ในแบ็ตช์ที่มีอยู่โดยการส่งให้แล็บล้างตรวจสอบก่อนจะช่วยให้ทราบถึงแนวทางแก้ไขในการใช้เครื่องวัดแสงให้เหมาะสมกับสภาพแสงที่ใช้ในการถ่ายทำภาพยนตร์

ในการถ่ายทำภาพยนตร์โดยปกตินั้น จะมีการบันทึกรายละเอียดการถ่ายทำภาพยนตร์ในแบบการบันทึกการถ่ายทำภาพยนตร์ที่เรียกว่า คาเมรารีพอร์ต (Camera Report) ในแต่ละช็อตและแต่ละเทค ซึ่งมีสาระที่เป็นประโยชน์ต่อการให้แล็บ ผู้ตัดต่อและผู้บันทึกเสียงไว้ใช้ปฏิบัติงาน และทันทีที่ฟิล์มภาพยนตร์ม้วนในกล้องถูกถ่ายทำหมด ผู้ช่วยผู้ถ่ายภาพยนตร์จะนำฟิล์มออกจากแม็กกาซีนกล้องด้วยความระมัดระวังตามคู่มือการใช้กล้องเพื่อบรรจุในถุงสีดำที่ปราศจากความชื้นและสารเคมีแล้วจึงบรรจุเข้ากระป๋องฟิล์ม (Can) ตาดเทปกาวปิดโดยรอบกระป๋องฟิล์ม (คล้ายกับก่อนใช้ฟิล์ม) ขณะเดียวกันจะติดผนึกสลากแจ้งรายละเอียดไว้ที่หน้ากระป๋องฟิล์มเกี่ยวกับฟิล์มที่ได้ถ่ายบันทึกภาพแล้วนี้ (ป้องกันความสับสนว่ามิใช่ฟิล์มที่ยังไม่ถ่ายทำ) เพื่อให้แล็บสามารถดำเนินการต่อไปได้อย่างถูกต้องโดยแนบคาเมรารีพอร์ตไปด้วยซึ่งตามปกติแล้วจะส่งฟิล์มภาพยนตร์ที่ถ่ายทำเสร็จให้แล็บดำเนินการล้างฟิล์มทันที และอาจมีการพิมพ์ฟิล์มให้ผู้สร้างภาพยนตร์ไว้ตรวจสอบ (มสธ., 2551)

1.2.5 ประเภทของการล้างฟิล์มภาพยนตร์

การจำแนกประเภทของการล้างฟิล์มภาพยนตร์นั้นอาจแบ่งได้หลายลักษณะ แต่ในที่นี้สามารถแบ่งการล้างฟิล์มออกเป็น 3 ลักษณะคือ การล้างฟิล์มภาพยนตร์ตามกระบวนการสร้างภาพและคุณสมบัติการให้สี การล้างฟิล์มภาพยนตร์ตามสภาพของฟิล์มที่ถ่ายบันทึกมา และการล้างฟิล์มภาพยนตร์ตามลักษณะการใช้เครื่องมือในการล้างฟิล์ม

1.2.6 การล้างฟิล์มภาพยนตร์ตามกระบวนการสร้างภาพและคุณสมบัติในการให้สีของฟิล์ม

ฟิล์มภาพยนตร์สามารถจำแนกประเภทของฟิล์มโดยอาศัยลักษณะการสร้างภาพได้เป็น 2 ลักษณะคือ ฟิล์มเนกาทีฟ-โพสิทีฟ และฟิล์มรีเวอร์วัล ในแต่ละลักษณะยังแบ่งคุณสมบัติการให้สีได้ออกเป็นฟิล์มขาวดำและฟิล์มสี การล้างฟิล์มจึงแบ่งตามกระบวนการสร้างภาพและคุณสมบัติการให้สีของฟิล์มได้เป็น 4 ประเภทดังนี้

1. การล้างฟิล์มเนกาทีฟ-โพสิทีฟขาวดำ เมื่อนำฟิล์มภาพยนตร์ที่ผ่านการถ่ายบันทึกภาพจากกล้องภาพยนตร์ ฟิล์มดังกล่าวจะได้รับแสงสะท้อนตามปริมาณมากน้อยของสิ่งที่ถ่าย เกิดภาพแฝงบนเยื่อไวแสงที่ฉาบไว้บนผิวฟิล์ม โดยจะทำปฏิกิริยากับซิลเวอร์ฮาลายด์ ภาพแฝงนี้ยังไม่อาจมองเห็นได้ จนกว่าจะนำมาผ่านน้ำยาในแต่ละขั้นตอนซึ่งจะเกิดภาพที่มองเห็นบนฟิล์ม จากนั้นจึงทำฟิล์มให้แห้ง ฟิล์มที่ได้จะเป็นฟิล์มต้นฉบับ (Negative Original, Camera Original or Footage Original) ที่ให้ภาพตรงข้ามกับความจริง จะต้องนำฟิล์มดังกล่าวมาพิมพ์และล้างตามขั้นตอนดังกล่าวอีก ฟิล์มที่ได้รับใหม่จึงจะให้ภาพตรงกับความจริงเราเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า กระบวนการล้างฟิล์มระบบเนกาทีฟ - โพสิทีฟขาวดำ

2. การล้างฟิล์มรีเวอร์ซัลขาวดำ ตั้งแต่ขั้นตอนการให้ภาพแฝงเกิดบนฟิล์มภายหลังการถ่ายบันทึกภาพจนกระทั่งการล้างครั้งแรก เพื่อให้เกิดภาพเนกาทีฟ ไม่แตกต่างกับการล้างฟิล์มเนกาทีฟขาวดำ แต่ฟิล์มดังกล่าวไม่ต้องทำแห้งเพื่อนำไปเป็นฟิล์มต้นฉบับในการพิมพ์ฟิล์มใหม่ หากแต่นำฟิล์มรีเวอร์ซัลนี้ไปเข้าเครื่องเพื่อฉายแสง แล้วดำเนินการล้างในขั้นต่อไป ก็จะได้ฟิล์มที่ตรงตามความจริง และถ้าหากต้องการฟิล์มชุดดังกล่าวเป็นต้นฉบับก็จะต้องนำฟิล์มรีเวอร์ซัลขาวดำมาพิมพ์และล้างตามกระบวนการดังกล่าวก็จะได้ฟิล์มที่นำไปฉายได้อีกฉบับ

3. การล้างฟิล์มเนกาทีฟ-โพสิทีฟสี ฟิล์มสีมีเยื่อไวแสงที่ไวต่อแสงสี 3 ชั้น เมื่อนำไปถ่ายบันทึกภาพเยื่อไวแสงจะบันทึกภาพแฝงที่มีแสงสีลงบนฟิล์ม และเมื่อนำไปล้างน้ำยาสร้างภาพก็จะได้เมทัลลิกซิลเวอร์ที่ให้สีตรงข้าม แล้วจึงนำไปล้างน้ำยาคงสภาพเพื่อหยุดการสร้างภาพ จากนั้นล้างในน้ำยาฟอกสีและน้ำยาคงสภาพภาพ ผลที่ได้จะเป็นฟิล์มที่ตรงข้ามกับความจริง นำฟิล์มต้นฉบับเนกาทีฟนี้ไปพิมพ์ฟิล์มแล้วผ่านกระบวนการล้างเช่นเดิมจนถึงขั้นสุดท้ายก็จะได้ฟิล์มที่เหมือนจริงสามารถนำออกฉายได้

4. การล้างฟิล์มรีเวอร์ซัล ฟิล์มรีเวอร์ซัลสีที่ผ่านการถ่ายบันทึกภาพแล้วจะให้ภาพแฝงเกิดขึ้นบนเยื่อไวแสงที่ฉาบบนผิวฟิล์มในแต่ละชั้น การล้างฟิล์มนั้นครั้งแรกผ่านการล้างในน้ำยาสร้างภาพ จากนั้นเป็นการล้างครั้งที่สอง หรือล้างน้ำยาสร้างภาพสี แล้วจึงล้างด้วยน้ำยาฟอกสีและล้างน้ำยาคงสภาพภาพ จะได้ภาพบนฟิล์มตรงกับความจริงที่สามารถนำไปฉายได้เลย ฟิล์มรีเวอร์ซัลสีมี 2 ประเภทที่มีความตัดกันสูง เหมาะแก่การนำไปฉายได้เลย ส่วนประเภทที่มีความตัดกันต่ำเหมาะแก่การพิมพ์ฟิล์ม หรือถ้าจะนำไปพิมพ์เป็นฟิล์มรีเวอร์ซัลสีก็สามารถใช้ได้ทั้งสองประเภทแต่ต้องแก้ไขสีบ้าง (มสธ., 2551)

1.2.7 ขั้นตอนของการล้างฟิล์มภาพยนตร์

1.2.7.1 กระบวนการสร้างภาพขาวดำ

การล้างฟิล์มภาพยนตร์ที่เรียกว่า กระบวนการสร้างภาพขาวดำ มีขั้นตอนโดยหลักการที่สำคัญอยู่ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การถ่ายบันทึกภาพลงบนฟิล์ม (Exposure) การสร้างภาพ (Development) การหยุดภาพ (Stop bath or wash) การคงสภาพภาพ (Fixing) การล้างน้ำ (Washing) และการทำแห้ง (Drying)

1. การถ่ายบันทึกภาพ เป็นการถ่ายบันทึกแสงสะท้อนของสิ่งที่ถ่ายผ่านเลนส์ของกล้องภาพยนตร์มากระทบเยื่อไวแสงของฟิล์ม ซึ่งมีผลึกหรือเกล็ดเกลือเงิน (Silver halide crystals) ที่ผสมอยู่กับเจลาติน ผลึกหรือเกล็ดเงินดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับแสงระหว่างการถ่ายทำภาพยนตร์ตามคุณลักษณะของแสงทั้งด้านปริมาณและระยะเวลา เพื่อสร้างเป็นภาพแฝงขึ้นมาในช่วงเวลาอันสั้น โดยภาพดังกล่าวไม่อาจนำมามองดูให้เห็นด้วยตาได้

2. การสร้างภาพ น้ำยาสร้างภาพจะทำปฏิกิริยาเพื่อให้ภาพแฝงบนฟิล์มภาพยนตร์ที่ผ่านการถ่ายบันทึกภาพแล้วนั้นเป็นภาพที่สามารถมองเห็นได้ ซิลเวอร์ฮาลายด์ที่ถูกแสงแปรเปลี่ยนเป็นเมทัลลิกซิลเวอร์ มากหรือน้อยตามจำนวนแสงที่ได้รับ

3. การหยุดภาพ เมื่อเกิดภาพได้ที่ตามความเหมาะสมแล้ว จะต้องนำฟิล์มไปล้างในน้ำยาหยุดภาพ เพื่อหยุดปฏิกิริยาการสร้างภาพของน้ำยาสร้างภาพด้วยสารละลายที่มีสภาพเป็นกรด บางครั้งอาจใช้น้ำสะอาดแทน แต่ให้ผลได้ไม่ดีนักในการหยุดภาพที่เกิดขึ้น

4. การคงสภาพภาพ นำฟิล์มไปล้างในน้ำยาคงสภาพภาพ เพื่อนำปฏิริยาเปลี่ยนซิลเวอร์ฮาลายด์ที่ไม่ถูกบันทึกแสงให้กลายเป็นสารละลายที่ล้างหลุดออกจากฟิล์ม

5. การล้างน้ำ ทำขึ้นเพื่อให้สารละลายและน้ำยาคงสภาพหลุดออกจากฟิล์มให้มากที่สุด หากล้างน้ำไม่เพียงพอจะเกิดการตกค้างของน้ำยาคงสภาพภาพ ซึ่งจะมีผลทำให้ภาพจางหาย (Fading) ภายหลัง

6. การทำแห้ง นำฟิล์มดังกล่าวที่ผ่านขั้นตอนการล้างแล้วนี้ทำให้แห้งและม้วนเก็บ ซึ่งจะได้ภาพตรงกันข้ามกับความจริง โดยส่วนที่เป็นสีขาวจะกลับเป็นสีดำ และส่วนที่เป็นสีดำจะเป็นสีขาว เรียกว่า เนกาทีฟ

เมื่อจะนำไปใช้ง่ายจะต้องนำไปพิมพ์แล้วล้างอีกครั้ง เพื่อให้ภาพตรงกับความเป็นจริงที่เรียกว่า โพสิทีฟ

1.2.7.2 กระบวนการสร้างภาพเนกาทีฟ โพสิทีฟสี (Color Negative - Positive Process)

ฟิล์มสีนั้นประกอบด้วยเยื่อไวแสงที่วางซ้อนกัน 3 ชั้น โดยไวต่อสีต่างกัน และเมื่อนำฟิล์มภาพยนตร์ที่ผ่านการถ่ายบันทึกภาพแล้วนำไปล้าง ชั้นของเยื่อไวแสงที่ต่างกันจะทำปฏิกิริยากับน้ำยาสร้างภาพที่ให้ผลแตกต่างกันไปเพื่อให้เกิดภาพ โดย

เยื่อไวแสงชนิดที่ ไวต่อสีน้ำเงิน จะให้ผลเป็นสีเหลือง (Yellow)

เยื่อไวแสงชนิดที่ ไวต่อสีเขียว จะให้ผลเป็น สีบานเย็น (Magenta)

เยื่อไวแสงชนิดที่ ไวต่อสีแดง จะให้ผลเป็น สีน้ำเงินคราม (Cyan)

จากนั้นก็จะนำฟิล์มเนกาทีฟไปทำการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์ เพื่อแก้ไขสีให้ถูกต้องตรงตามความต้องการ แล้วจึงนำไปล้างตามขั้นตอนเดียวกันกับการล้างฟิล์มเนการทีฟข้างต้น ก็จะได้ฟิล์มโพสิทีฟที่สามารถฉายดูได้

1.2.8 การล้างฟิล์มภาพยนตร์ด้วยเครื่องจักร

การล้างฟิล์มเนกาทีฟด้วยเครื่องจักร การล้างฟิล์มขาวดำนั้นเป็นเรื่องไม่ยาก โดยผ่านถังน้ำยาไม่ยาวนัก เริ่มจากผ่านถังน้ำยาล้างสารป้องกันแสงสะท้อนที่เรียกว่า พรีบาท (Pre-Bath) แล้วจึงลงถังน้ำยาสร้างภาพ 3-8 นาที อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ไปยังน้ำยาหยุดภาพ และน้ำยาคงสภาพภาพอีก 4 นาที ตามด้วยการล้างน้ำ ทำแห้งและม้วนฟิล์ม

สำหรับการล้างฟิล์มเนกาทีฟ จะต้องผ่านน้ำยาที่สลับซับซ้อนหลายถัง สมัยก่อนเวลายาวนานมาก ต่อมาบริษัทโกดักได้นำสูตรน้ำยาที่มีประสิทธิภาพออกเผยแพร่ครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2516 โดยสามารถล้างด้วยระยะเวลาอันสั้น เพราะแทนที่จะล้างในอุณหภูมิต่ำก็เปลี่ยนเป็นล้างในอุณหภูมิสูงแทน กล่าวคือเปลี่ยนสูตรน้ำยาจาก ECN* เป็น ECN-2 และจาก ECP** เป็น ECP-2 ทำให้การล้างฟิล์มเป็นไปด้วยความรวดเร็ว

การล้างฟิล์มเนกาทีฟสีจะต้องล้างสารป้องกันการสะท้อนแสงที่ด้านหลังของฟิล์มออกก่อน และทำให้ฟิล์มอ่อนตัวพร้อมรับน้ำยาอื่นต่อไป โดยจะอยู่ในน้ำยาสร้างภาพสี 3 นาที ที่ 41 องศาเซลเซียส เมื่อภาพก่อตัวขึ้นก็ให้ผ่านน้ำยาหยุดภาพและตามด้วยน้ำยาคงสภาพภาพต่อ จากนั้น

จึงผ่านน้ำยาฟอกภาพ ล้างน้ำและน้ำยาคงสภาพภาพสลับกันไป เมื่อล้างน้ำยาคงสภาพภาพในขั้นสุดท้ายแล้ว ให้ล้างน้ำจนหมดน้ำยาคงสภาพภาพ เพื่อป้องกันภาพเลือนหาย จึงล้างด้วยน้ำยาสตาบิไลเซอร์ แล้วทำแห้งฟิล์ม การล้างด้วยน้ำยาสร้างภาพจะอยู่ในอุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส แต่อยู่ในน้ำยาอื่น ณ อุณหภูมิ 27-38 องศาเซลเซียส โดยอยู่ในช่วงแช่น้ำยา 12 ½ นาที และช่วงทำแห้งอีก 5-6 นาที ในการล้างปกติ

การล้างฟิล์มรีเวอร์ซัลด้วยเครื่องจักร การล้างฟิล์มรีเวอร์ซัลขาวดำเป็นการทำโดยการเข้าเครื่องฉายแสงภายหลังการล้างครั้งแรก เพื่อให้ภาพที่ผ่านการล้างแล้วก่อตัว และทำการล้างใหม่อีกรอบเพื่อให้ฟิล์มรีเวอร์ซัลได้ภาพตรงตามจริง ซึ่งมีขั้นตอนโดยย่อคือ ล้างน้ำยาสร้างภาพครั้งที่หนึ่ง ล้างน้ำยาหยุดภาพ (Clear) ล้างน้ำยาสร้างภาพครั้งที่สอง ล้างน้ำยาฟอกภาพ ล้างน้ำยาคงสภาพภาพและทำแห้ง ล้างน้ำยาหยุดภาพ (Clear) ล้างน้ำยาสร้างภาพครั้งที่สอง ล้างน้ำยาฟอกภาพ ล้างน้ำยาคงสภาพภาพและทำแห้ง สำหรับการล้างฟิล์มรีเวอร์ซัลนั้นมีขั้นตอนคล้ายคลึงกัน ผิดกันที่ภาพสีจะเกิดขึ้นในการล้างครั้งที่สองแทนที่จะเป็นการล้างในน้ำยาสร้างภาพครั้งแรก

การล้างฟิล์มรีเวอร์ซัลสีต้องใช้เวลาที่ความเร็วและอุณหภูมิสูงกว่า (38-43 องศาเซลเซียส) เพราะผิวน้ำยาที่ฉาบไว้บนฟิล์มอ่อนตัวกว่า การล้างฟิล์มจึงใช้สูตรน้ำยา VNF โดยฟิล์มจะผ่านไปที่พรีฮาร์เดนเนอร์ (Pre - Hardener) 2 ½ นาที เพื่อให้เกิดความเป็นกลางก่อนที่จะล้างน้ำยาสร้างภาพครั้งที่หนึ่งอีก 3 นาที แล้วจึงลงในถังน้ำยาหยุดภาพและล้างน้ำ ล้างน้ำยาสร้างภาพสีให้เกิดสีอีก 3 ½ นาที ล้างน้ำยาหยุดภาพและน้ำอีกครั้ง จากนั้นจึงล้างในน้ำยาฟอกสี น้ำยาคงสภาพภาพ ล้างน้ำ และน้ำยาสตาบิไลเซอร์ ทำแห้ง รวมแล้วเวลา 24 นาที ในการล้างปกติ

การล้างฟิล์มโพสิทีฟด้วยเครื่องจักร การล้างฟิล์มโพสิทีฟจะใช้ในการล้างฟิล์มที่เป็นทั้งรัชพรินต์ และรีลิสพรินต์ ซึ่งเครื่องจักรที่มีความเร็วในการล้างฟิล์มสูงมาก

เมื่อพิมพ์ฟิล์มเนกาทีฟขาวดำเป็นฟิล์มโพสิทีฟ ขั้นตอนการล้างก็เป็นไปตามปกติ คือ ล้างสารกันแสงสะท้อนหลังฟิล์ม ล้างน้ำยาสร้างภาพ น้ำยาหยุดภาพ ล้างน้ำยา ล้างน้ำยาคงสภาพภาพ ล้างน้ำและทำแห้ง แต่ถ้าเป็นการพิมพ์ฟิล์มสีจะมีขั้นตอนการล้างที่สลับซับซ้อนเพิ่มขึ้น โดยต้องใช้เวลาที่รวดเร็วและอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย รวมทั้งต้องล้างสารป้องกันการสะท้อนแสงของฟิล์มออกก่อน โดยล้างในน้ำยาสร้างภาพ 3 นาที ที่ 36.7 องศาเซลเซียส ล้างในน้ำยาหยุดภาพและล้างน้ำ รวมทั้งล้างในน้ำยาคงสภาพภาพครั้งแรก หลังจากล้างน้ำ และน้ำยาฟอกสี ล้างน้ำและน้ำยาคงสภาพภาพ แล้วจึงล้างน้ำยาสตาบิไลเซอร์ ทำแห้ง ขณะเดียวกันก็มีการทำแถบเสียงจากแสงด้วย รวมอยู่ในถังน้ำยา 10 นาที รวมอยู่ในน้ำยาอื่นที่ไม่ใช่น้ำยาสร้างภาพที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

1.3. กระบวนการหลังการถ่ายทำ (Postproduction Workflow)

กระบวนการหลังการถ่ายทำ (Postproduction) เริ่มต้นหลังจากที่ถ่ายทำภาพยนตร์และเสียงที่ได้รับการบันทึกไว้ (ถึงแม้ว่ายังถ่ายทอดสดในโทรทัศน์อยู่, การถ่ายทำ และขั้นตอนหลังการถ่ายทำเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน) เป็นไปได้ที่จะตัดต่อสามารถระบุได้ในระหว่างขั้นตอนตัวอย่างเมื่อภาพที่ถ่ายทำ และเสียงจะดูตอนแรก รูปภาพและเสียงประกอบการตรวจสอบเพื่อเลือกหาจุดที่ถูกต้องแก้ไขก่อนที่ภาพต่างๆ จะรวมกัน เพลงประกอบพิเศษสามารถเพิ่มได้ในภายหลังเพื่อตัดต่อภาพหรือเสียงที่สามารถตัดต่อในเวลาเดียวกันกับภาพ ความเหมือนกันกับ ขั้นตอนหลังการถ่ายทำภาพและเสียงองค์ประกอบของการถ่ายทำ เพื่อให้ดูออกมาธรรมชาติมากที่สุด ทั้งภาพและเสียงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะต้องมีความสมดุลและควบคุมอย่างถูกต้อง อาศัยอุปกรณ์ดิจิทัลอย่างพิถีพิถันช่วยในการตัดต่อ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคเสียง และภาพ ก่อนที่จะนำสื่อนี้ไปเผยแพร่ในสื่อต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้าย

ในขั้นตอนของเสียงหลังการถ่ายทำ เน้นการศึกษาเกี่ยวกับการเลือกที่ดีที่สุด อาจจะต้องใช้เวลาและการรวมเสียงเพลงต่างๆ เข้าสู่เสียงอื่นๆ หรือในกรณีของระบบเสียงสเตอริโอสองแทร็กเสร็จแล้วหรือในกรณีของเสียงสำหรับโทรทัศน์ความละเอียดสูง (HDTV) สำหรับโรงภาพยนตร์ และโรงภาพยนตร์ในบ้านให้มากที่สุดเท่าหรือมากกว่าหกแทร็ค ในการผลิตภาพภาพยนตร์ โปรแกรมแก้ไขเสียงอาจจะใช้ได้มากถึง 64 หรือมากกว่า 64 แทร็คเพื่อใช้ในการผลิตเกมและภาพเคลื่อนไหวอื่นๆ นอกจากนี้ยังต้องใช้หลายช่องแทร็กเสียง การประมวลผลสัญญาณรวมถึงการทำให้เท่าเทียมกันการเพิ่มลักษณะพิเศษของเสียงแทร็คต่อกันมักจะทำในระหว่างการผสมเสียงซึ่งก็คือในระหว่างขั้นตอนสุดท้ายของการรวมเพลงประกอบต่างๆ การประมวลผลการดำเนินงานดังกล่าวอาจจะดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งในอนาล็อกหรือในรูปแบบดิจิทัล แนวโน้มคือการจัดการเสียงในรูปแบบดิจิทัลเพื่อหลีกเลี่ยงความเสื่อมหรือการเสื่อมสภาพของสัญญาณที่มักจะเกิดขึ้นกับระบบอนาล็อค

1.3.1 กระบวนการ และขั้นตอนการทำงานหลังการถ่ายทำในระบบฟิล์ม

ก่อนหน้านี้การถ่ายทำด้วยระบบฟิล์มซึ่งการเมื่อถ่ายเสร็จในแต่ละครั้งต้องทำการโหลดฟิล์มออกจากแม็กซีนในถุงผ้าสีดำที่มิดชิด เพื่อป้องกันแสงเข้าไปทำการเอ็กโพส (Expose) อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อฟิล์ม เช่น การฟ็อค (Fog) การเกิดภาพซ้อน (Double Expose) ขอบภาพเกิดเป็นรอยแสงสว่าง ต้องเก็บเป็นม้วนในตลับอย่างมิดชิดเขียนรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวข้องกับฟิล์ม เช่น ใช้ฟิล์มทังสเตน (Tungsten) หรือใช้ฟิล์มเดไลท์ (Daylight) ใช้ค่าเอเอสเอ (ASA)หรือ ไอเอสโอ

(ISO) เฟรมเรต (Frame rate) องศาชัตเตอร์ (Shutter Degree) เป็นต้น แล้วนำฟิล์ม ไปล้าง (Develop) ออกเป็นเนกาทีฟ (Negative) เพื่อใช้ในขั้นตอนหลังการถ่ายทำ จนสุดท้ายเป็นฟิล์มโพสิทีฟ (Positive) ก่อนนำไปฉายในขั้นตอนต่อไป

การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบฟิล์ม เป็นการตัดต่อภาพยนตร์ด้วยวิธีการดั้งเดิม เริ่มต้นจากการนำฟิล์มภาพยนตร์ที่ถ่ายทำแล้วไปล้างเป็นฟิล์มเนกาทีฟ (Negative Film) และนำฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับไปผ่านการพิมพ์ฟิล์มเป็น ฟิล์มเวอร์กพรินต์ (Work Print) เพื่อใช้สำหรับการตัดต่อภาพยนตร์ ส่วนเส้นเสียงของภาพยนตร์ซึ่งบันทึกระหว่างการถ่ายทำด้วยระบบเสียงในฟิล์ม (Sound on Film) จะถูกนำมาถ่ายลงบนเทปเสียงแมกเนติก (Magnetic Tape) แล้วจึงนำเส้นภาพและเสียงไปผ่านการตัดต่อภาพยนตร์ โดยการทำให้ภาพและเสียงตรงกันเรียกว่า (Synchronization) หรือ (Sync) ที่โต๊ะตัดต่อ โดยใช้ภาพและเสียงจากการตีสเลตเริ่มต้นของแต่ละช็อตภาพยนตร์ที่ถ่ายทำมาทั้งหมด เมื่อการตัดต่อภาพยนตร์เสร็จสมบูรณ์ทั้งเรื่อง เสียงในภาพยนตร์จะได้รับการผสมเสียง (Mixing) ตลอดทั้งเรื่อง หลังจากนั้นภาพยนตร์จะถูกนำไปสู่การพิมพ์ฟิล์มพร้อมออกฉายเรียกว่า ฟิล์มรีลิสพรินต์ (Release Print) (มสธ., 2551)

ขั้นตอนหลังการถ่ายทำคือกระบวนการที่นำข้อมูลภาพไปตัดต่อ แก้ไขภาพและสี การใส่เอฟเฟคต่างๆ รวมทั้งการใส่ตัวอักษร ตลอดจนการทำเสียงการใส่คำบรรยายภาษาท้องถิ่น ในขั้นตอนเหล่านั้นมีกระบวนการที่ซับซ้อนเป็นอย่างมาก โดยจะแจกแจงกระบวนการต่างๆ เป็นลักษณะใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1.3.1.1 กระบวนการแก้ไขฟิล์มในระบบอนาล็อค (Film Process)

1. การล้างฟิล์ม และเทเลซีน (Develop & Telecine)

ขั้นตอนนี้ทำตอนหลังจากที่ล้างฟิล์มออกมาเป็นเนกาทีฟ (Negative) แล้วนำฟิล์มต้นฉบับ (Original Negative) นี้มาเข้าเครื่องเทเลซีนทำการจับภาพจากฟิล์มและบันทึกลงเบต้า (BETA) หรือเทปดีวี (DV) โดยให้รายระเอียดต่ำขนาดสแตนดาร์ทเดฟ (SD : Standard Definition) เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการตัดต่อ

การล้างฟิล์มภาพยนตร์ (Develop)

การล้างฟิล์มภาพยนตร์เป็นขั้นตอนเริ่มต้นก่อนการนำฟิล์มภาพยนตร์ไปตัดต่อในระบบดิจิทัล ฟิล์มภาพยนตร์ที่ถ่ายมาแล้ว เมื่อนำไปผ่านการล้างจะเป็นฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับ ซึ่งต้องใช้ในขั้นตอนเทเลซีน และใช้สำหรับการตัดต่อภาพยนตร์ขั้นตอนสุดท้ายตามแนวทางการตัดต่อในระบบดิจิทัล

การเทเลซีน (Telecine)

การเทเลซีนคือ การนำฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับไปผ่านการฉายแสงเพื่อแปลงระบบสัญญาณจากฟิล์มสู่ระบบวีดิทัศน์ เพื่อให้เหมาะกับการนำไปใช้ตัดต่อด้วยระบบดิจิทัลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ในขั้นตอนของการเทเลซีน เป็นโอกาสสำคัญของการแก้ไขสีและแสงบางฉากหรือบางช็อตของภาพยนตร์ที่มีปัญหา เรียกว่าการปรับแก้ไขแสงสี (Color Correction) สำหรับการเทเลซีนที่ไม่ต้องการแก้ไขแสงหรือสีของภาพยนตร์เป็นการเทเลซีนเพียงเพื่อเปลี่ยนระบบจากฟิล์มลงบนเทปวีดิทัศน์ เพื่อนำไปใช้เพียงแค่การตัดต่อภาพยนตร์ การเทเลซีนในลักษณะนี้ เรียกว่า วันไลท์ (One Light) ในระหว่างการเทเลซีนจะตั้งแสงเพื่อฉายผ่านฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับตั้งแต่หัวม้วนจนจบท้ายม้วนเท่ากัน เป็นวิธีการเทเลซีนเบื้องต้นที่ประหยัดค่าใช้จ่ายและรวดเร็ว ผิดกับเทเลซีนในลักษณะที่เรียกว่า เบสไลท์ (Best Light) และซีนบายซีน (Scene by Scene) ซึ่งต้องใช้เวลาในการเทียบช็อตเพื่อแก้ไขสีหรือแสงให้ต่อเนื่องกันระหว่างช็อตต่อช็อต บางกรณีที่ภาพยนตร์มีปัญหาจากการถ่ายทำที่มีบางช็อตแสงโดดไม่ต่อเนื่อง สามารถนำมาปรับแก้ไขในระหว่างเทเลซีน เพื่อทำให้เกิดความต่อเนื่องของแสงได้ นอกจากนี้เทเลซีนยังเป็นวิธีที่ใช้ในการเปลี่ยนสีในบางฉากของภาพยนตร์ โดยการย้อมหรือเพิ่มสีสัน หรือปรับแต่งสีให้ได้ตามจินตนาการความต้องการของผู้กำกับภาพยนตร์

2. การทำเอฟเฟค แบบออฟติคอล (Optical Effects)

ในระบบฟิล์มนั้นขั้นตอนการทำเอฟเฟคจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนเป็นอย่างมากต้องอาศัยความชำนาญการของบุคลากรเป็นอย่างมาก เนื่องจากกระบวนการนี้ต้องใช้เครื่องมือที่ทำกับฟิล์มโดยตรง โดยการซ้อนภาพเอฟเฟคแล้วยิงลงไปที่ฟิล์มโดยตรง ถ้าหากมีเอฟเฟคเยอะก็ทำการซ้อนเอฟเฟคเป็นชั้นๆ (Layer) และจะได้ฟิล์มตัวที่ทำการทำเอฟเฟคออกมาเป็นเนกาทีฟอีกครั้ง

3. การแก้ไขสี แบบอนาล็อก (Film Color Timing or Color Correct)

การแก้ไขสีในขั้นตอนนี้เป็นการแก้ไขจากฟิล์มโดยตรง โดยใช้โปรแกรมที่มีความสามารถสูงอย่างเช่น ดาวินชี่ (Davinci) ซึ่งจะสามารถทำได้แบบรีลไทม์ (Realtime) และเห็นผลของสีได้อย่างละเอียดชัดเจน. โดยมีเครื่องมือการแยกค่าสี (RGB Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) ความสว่าง (Luminance) ปุ่มบังคับค่าสี (Color Control) เวคเตอสโคป (Vector Scope) เวฟฟอร์ม (Wave Form) ฮีสโตแกรม (Histogram) แกมม่า (Gamma) หลังจากที่ทำการแก้ไขสีเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะทำการบันทึก ซีดีแอล (CDL : Color Decision List) เป็นค่ารายละเอียดของสีที่ทำการแก้ไขแล้ว เพื่อส่งไปที่ขั้นตอนการรวมภาพ เสียง และคำบรรยายท้องถิ่น (Contact Print) ต่อไป

1.3.1.2 กระบวนการแก้ไขฟิล์มในระบบดิจิทัล (Digital Intermediate)

1. การสแกนฟิล์ม (Film Scanning)

ในขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่ทำการเปลี่ยนจากระบบฟิล์มเป็นดิจิทัล (Analog to Digital) โดยการใช้เครื่องสแกนฟิล์ม โดยการสแกนจะเลือกทำการสแกนในรายละเอียดที่ 2k หรือ 4k แล้วแต่ความสามารถของเครื่องสแกนฟิล์มโดยจะทำการสแกนภาพทีละเฟรม แล้วบันทึกเป็นไฟล์ข้อมูลแบบอิมเมจซีเควน (Image Sequence) ในระบบภาพยนตร์จะใช้ความเร็วของเฟรมเรตที่ 24 ต่อวินาที ดังนั้นในอิมเมจซีเควนในหนึ่งวินาที ต้องมีจำนวนภาพ 24 ภาพเช่นเดียวกัน จะมีให้เลือกระบบแบบ ดีพีเอ็กซ์ (DPX : Digital Moving-Picture Exchange) อีกระบบคือระบบ ซีเนออน (Cineon) โดยเป็นระบบมาตรฐานของโกดัก (Kodak Standard Format) โดยมีลักษณะคล้ายๆ กับไฟล์ภาพอย่าง TIFF, JPEG,Taga แต่ข้อมูลรายละเอียดของ DPX, Cineon มากกว่า

2. การทำเอฟเฟค แบบดิจิทัล (Visual Effects)

การส่งข้อมูลภาพไปทำเอฟเฟคต่างๆ เช่น การสร้างไฟ ควัน หมอก ฟ้าผ่า น้ำ ฝน หรือแม้กระทั่งการทำ ซีจีไอ (CGI : Computer Generated Imagery) ที่ทำระบบคอมพิวเตอร์สามมิติการจำลองสถานที่ โดยใช้ระบบดิจิทัลในการสร้างเอฟเฟค เช่น โปรแกรมมายา (Maya) ทรีดีแม็กซ์ (3D Max) แล้วทำการรวมภาพกับเอฟเฟค ในโปรแกรมคอมโพสิต (Composite) อย่าง อาฟเตอร์เอฟเฟค (After Effect) คอมบัสชั่น (Combustion) เฟรม (Frame) รวมทั้งการแทรกกิ้ง (Tracking) ในการคำนวณค่าการเคลื่อนไหวของกล้องเพื่อให้ภาพต้นฉบับสอดคล้องกับเอฟเฟคที่สร้างและจำลองขึ้นมา แล้วนำภาพออกไปเป็นอิมเมจซีเควน (Image Sequence) อย่าง DPX, TIFF, Taga ส่งไปยังขั้นตอนการแก้ไขสีต่อไป

3. การแก้ไขสี แบบดิจิทัล (Digital Color Timing or Color Correct)

การแก้ไขสีในขั้นตอนนี้เป็นการแก้ไขจากไฟล์ข้อมูลดิจิทัล โดยสามารถใช้โปรแกรมที่มีความสามารถสูงอย่างเช่น ดาวินชี่ (Davinci) และโปรแกรมระบบกลางที่ไม่ต้องการระบบที่ซับซ้อนมากอย่างระบบฟิล์ม เพียงแค่ใช้คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันก็สามารถลงโปรแกรมได้แล้ว ซึ่งก็สามารถทำได้แบบเรียลไทม์ (Realtime) และเห็นผลของสีได้อย่างละเอียดชัดเจนใกล้เคียงกันกับเครื่องที่มีความสามารถสูงได้เช่นกัน โดยมีเครื่องมือการแยกค่าสี (RGB Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) ความสว่าง (Luminance) ปุ่มบังคับค่าสี (Color Control) เวคเตอสโคป (Vector Scope) เวฟฟอร์ม (Wave Form) ฮีสโตแกรม (Histogram) แกมม่า (Gamma) หลังจาก

ที่ทำการแก้ไขสีเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะทำการบันทึก ซีดีแอล (CDL : Color Decision List) เป็นค่ารายละเอียดของสีที่ทำการแก้ไขแล้ว เพื่อส่งไปที่ขั้นตอนการรวมภาพ เสียง และคำบรรยายท้องถิ่น (Contact Print) ในระบบฉายฟิล์ม หรือใช้ในระบบฉายดิจิทัล ภาพยนตร์บางเรื่องยังต้องการที่ใช้ระบบฟิล์มในการถ่ายทำอยู่แต่ในระบบการฉายในโรงภาพยนตร์มีทั้งสองระบบคือ ระบบฟิล์มกับระบบดิจิทัล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำเผื่อไว้ทั้งสองระบบ

4. การแปลงดิจิทัลเป็นฟิล์ม (Film Output)

การแปลงดิจิทัลเป็นฟิล์ม (Film Output) เป็นขั้นตอนหลังจากที่ทำการตัดต่อแก้ไขสีเสร็จเรียบร้อยแล้วทำกระบวนการแปลงจากระบบดิจิทัลเป็นระบบฟิล์มเพื่อที่จะทำการตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟ และการคอนฟอร์มในขั้นตอนต่อไป

5. การตัดต่อแบบนอนลิเนีย (Non-Linear Editing)

การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการตัดต่อในระบบนอนลิเนีย เอดดิติ้ง (Non-linear Editing – NLE) คือการนำข้อมูลภาพยนตร์มาแปลงสัญญาณสู่ระบบดิจิทัล และป้อนข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่า การดิจิไทซ์ (Digitize) เพื่อนำไปสู่การตัดต่อผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีให้เลือกใช้หลายโปรแกรม เช่น Avid, Final Cut Pro, Premier เป็นต้น การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลทำให้การเลือกภาพและเสียงมีความง่าย สะดวกและรวดเร็ว เมื่อไม่พอใจจะตัดภาพออกหรือเพิ่มภาพและเสียงลงในช่วงใดก็สามารถทำได้ทันทีเหมือนการพิมพ์งานผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะตัดออกหรือเพิ่มใส่เข้าไปใหม่ทำได้ในทันทีไม่มีผลกระทบต่องานที่พิมพ์ไว้ก่อนล่วงหน้า การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลจึงได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

1.3.1.3. การตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟ และการคอนฟอร์ม (Negative Cutting and Conform)

การตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟ (Negative Cutting) คือการนำผลงานการตัดต่อภาพยนตร์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งมีการสับเปลี่ยนข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Data Interchange) หรือที่นิยมเรียกว่า อีดีไอ (EDI) คือการบันทึกเลขรหัสขอบฟิล์ม (Key Code) ให้สัมพันธ์กับรหัสเวลา (Time Code) ของเทปวีดิทัศน์และนำมาใช้เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟ โดยใช้ระบบข้อมูล อีดีไอ เทียบเพื่อการตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟให้เลขรหัสขอบฟิล์มของช็อตภาพยนตร์ที่ต้องการตัดต่อตรงกับรหัสเวลาของเทปวีดิทัศน์ที่ผ่านการตัดต่อในระบบดิจิทัล

มาแล้ว ทำให้การตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟตรงกับการตัดต่อในระบบดิจิทัล ไม่มีความคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดเกิดขึ้น

การตัดต่อขั้นสุดท้ายสำหรับบางฉากต้องใช้การเชื่อมภาพในลักษณะต่าง ๆ เช่น ดิสซอล์ฟ เฟดอิน หรือซุปเปอร์อิมโพส ก็ต้องมีการทำสัญลักษณ์บนฟิล์ม เพื่อให้ห้องแล็บภาพยนตร์ที่รับผิดชอบในการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์เทคนิคพิเศษสำหรับการเชื่อมภาพลักษณะต่าง ๆ ตรงตามต้องการ การทำเทคนิคการเชื่อมภาพนี้ต้องมีการแยกภาพลงในม้วน เอ (A Roll) และม้วน บี (B Roll) ขั้นกลางด้วยฟิล์มดำ (Black leader) เพื่อให้รอยต่อระหว่างม้วนไม่ปรากฏให้เห็นหรือเป็นรอยสะดุดบนแผ่นฟิล์ม เมื่อนำไปพิมพ์ เป็นฟิล์มรีลีสพรินต์

1.3.1.4. การทำฟิล์มเนกาทีฟ เป็นต้นฉบับ (Master Negative)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบ (Answer Print)

การนำฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับที่ผ่านการตัดต่อตรงตามการตัดต่อในระบบดิจิทัลไปผ่านการพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบภาพยนตร์ ผลจากการตรวจสอบฟิล์มทำให้รับรู้ถึงความสมบูรณ์หรือความบกพร่องของการถ่ายทำภาพยนตร์ทั้งเรื่อง เช่น บางฉากแสงโดดไม่เท่ากันจะแก้ไขแสงระหว่างการพิมพ์ฟิล์มรีลีสพรินต์ หรือต้องถ่ายทำใหม่ในลักษณะถ่ายซ่อม การพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบจึงเป็นสิ่งสำคัญก่อนนำไปสู่การพิมพ์ฟิล์มต้นฉบับเพื่อฉายโรง

1.3.1.5. การรวมภาพ เสียง และคำบรรยายภาษา (Contact Print)

การผสมเสียง (Mixing) คือ การนำเส้นเสียงในภาพยนตร์ประกอบด้วย เสียงพูดหรือเสียงสนทนาของนักแสดง (dialogue) เสียงบรรยากาศภายในฉากภาพยนตร์ (ambience หรือ room tone) เสียงดนตรีประกอบภาพยนตร์ (music) เสียงประกอบของภาพยนตร์ (sound effect) หรือเสียงการบรรยาย (narration) ซึ่งแยกเส้นและได้รับการตัดต่อเสียงให้ตรงกับภาพมาแล้ว ขั้นตอนการผสมเสียงจะเริ่มจากการนำเส้นเสียงทั้งหมดมาผ่านกระบวนการภายในห้องแล็บบันทึกเสียงเพื่อผสมเสียง โดยเน้นระดับเสียงดังหรือค่อยของแต่ละเสียงให้สอดคล้องกับอารมณ์ของภาพยนตร์ในฉากนั้นๆ เช่น ฉากชายทะเล พระเอกเดินคุยกับนางเอกไปตามชายหาด นอกจากเสียงพูดแล้ว จะมีเสียงบรรยากาศคลื่นซัดชายหาดและมีเสียงดนตรีบรรเลงคลอประกอบไปตลอดฉาก การผสมเสียงในฉากนี้จะมีการกำหนดให้เสียงพูดดังนำในช่วงแรก แล้วเพิ่มเสียงดนตรีบรรเลงประกอบดังขึ้นในช่วงท้ายของบทสนทนา ผู้กำกับภาพยนตร์จะเข้ามามีบทบาทควบคุมหรือกำหนด

เสียงต่าง ๆ ระหว่างการผสมเสียง หรือผู้กำกับภาพยนตร์อาจจะมอบหมายให้เป็นหน้าที่ของผู้ควบคุมการผสมเสียงภาพยนตร์ประจำห้องแล็บ เรียกว่า ผู้ผสมเสียง (Sound Mixer)

การผสมเสียงภาพยนตร์จะเป็นขั้นตอนของการรวมเส้นเสียงทั้งหมดเข้าด้วยกัน และนำไปบันทึกลงบนเส้นเสียงแมกเนติก (magnatic striped film) หลังจากนั้นนำไปถ่ายเสียงที่ผสมแล้วจากเทปแมกเนติกลงบนเส้นเสียงออปติคัล (optical sound track) หรือเส้นเสียงเชิงแสงเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการพิมพ์ฟิล์ม โดยภาพและเสียงอยู่รวมกันบนฟิล์มภาพยนตร์

1.3.1.6. การเปลี่ยนฟิล์มเนกาทีฟเป็นฟิล์มโพสิทีฟสำหรับการฉาย (Positive Film for Screening)

การพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์เพื่อการฉายเผยแพร่ (Release Print)

การพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์เพื่อการฉายเผยแพร่ (Release Print) คือ การนำเส้นภาพและเสียงที่ผ่านการตัดต่อจากฟิล์มเวอร์กพรินต์ นำมาเป็นแม่แบบสำหรับการตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับ เรียกการตัดต่อฟิล์มต้นฉบับนี้ว่า ฟิล์มเนกาทีฟคัตติ้ง (negative cutting) หรือคอนเฟิร์มมิ่ง (conforming) โดยใช้หมายเลขขอบฟิล์ม (edge number) ของฟิล์มเวอร์กพรินต์ เป็นตัวนำการตัดต่อให้ตรงกับฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับ แล้วนำภาพจากฟิล์มภาพยนตร์ที่ผ่านการตัดต่อแล้วพร้อมเส้นเสียงที่ผ่านการผสมเสียงเป็นเส้นเดียวลงบนเส้นเสียงออปติคัล เข้าสู่กระบวนการพิมพ์ฟิล์มทำให้ภาพและเสียงรวมอยู่บนแผ่นฟิล์มเดียวกัน พร้อมนำฟิล์มภาพยนตร์ไปฉายเผยแพร่ในโรงภาพยนตร์และจัดจำหน่ายต่อไป เราเรียกการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์ในขั้นตอนสุดท้ายนี้ว่า รีลิสพรินต์ (release print)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อฉายในโรงภาพยนตร์ (Release Print)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อฉายในโรงภาพยนตร์ (Release Print) คือ การพิมพ์ฟิล์มจากฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับที่ภาพและเสียงผ่านการตรวจสอบแล้วว่าเหมาะสมสำหรับฉายให้ผู้ชม การพิมพ์ฟิล์มเพื่อฉายในโรงภาพยนตร์หรือเรียกว่า ฟิล์มรีลีสพรินต์จะถูกพิมพ์หลายสำเนาเพื่อนำไปฉายตามโรงภาพยนตร์ซึ่งมีจำนวนหลายแห่ง

การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบฟิล์มมีกระบวนการเกี่ยวข้องกับหน่วยงานและบุคคลหลากหลายระดับ ผู้ตัดต่อภาพยนตร์ คือผู้คุมการทำงานโดยทำหน้าที่ตัดต่อภาพยนตร์ตามความต้องการหรือจินตนาการของผู้กำกับภาพยนตร์ การตัดต่อภาพยนตร์ในระดับฟิล์มเป็นการตัดต่อที่ผู้ตัดต่อภาพยนตร์ต้องสัมผัสแผ่นฟิล์มภาพยนตร์ที่ล้างและพิมพ์ฟิล์มมาเพื่อการตัดต่อภาพยนตร์โดยตรง ด้วยเหตุนี้ความหมายของการตัดต่อภาพยนตร์ จึงเกี่ยวพันกับการใช้ใบมีดตัดลงไปที่เนื้อฟิล์ม ในส่วนที่ต้องการตัดออกและต่อฟิล์มในส่วนที่ต้องการนำเสนอภาพยนตร์เข้าด้วยกัน เศษฟิล์ม

ทั้งภาพและเสียงที่ตัดออกมีการเก็บรักษาเพื่อนำมาใช้สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการตัดต่อภาพยนตร์ เพื่อป้องกันการสูญหายและความสับสนในการค้นหาเศษฟิล์มที่ตัดออกไปและต้องการนำกลับมาใช้ใหม่ การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบฟิล์มจึงใช้เวลาในการตัดต่อค่อนข้างนานเป็นเดือนหรือเป็นปี นอกจากนี้ผู้ตัดต่อภาพยนตร์ต้องเรียนรู้การใช้เครื่องตัดต่อภาพยนตร์หรือหรือที่เรียกว่าเครื่องตัดต่อแบบสทีนเบค (Steenbeck) ระหว่างการตัดต่อภาพยนตร์ผู้ตัดต่อต้องมีสมาธิที่ดี และมีแนวความคิดสร้างสรรค์ในการตัดต่อภาพยนตร์ปัจจุบันวิวัฒนาการของดิจิทัล โดยเน้นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาตัดต่อภาพยนตร์แทนการตัดต่อบนโต๊ะตัดต่อภาพยนตร์

2. แนวคิดการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล (Digital Cinematography)

การถ่ายภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลก็มีกระบวนการผลิตเช่นเดียวกันกับการถ่ายทำระบบฟิล์มหากแต่ต่างกันตรงที่การบันทึกภาพที่ดิจิทัลทำการบันทึกลงสื่อบันทึกดิจิทัล เช่น แฟลชไดฟ์ (Flash Drive) ฮาร์ดดิส (Hard Disk) เป็นต้น รวมทั้งกระบวนการทำโพสที่มีความแตกต่างกันจึงจำเป็นอย่างมากที่ต้องเข้าใจกระบวนการการบันทึกในระบบดิจิทัล ในการบันทึกดิจิทัลนั้นได้มีการเข้ารหัส และถอดรหัส รวมทั้งการบีบอัดข้อมูลเพื่อลดทอนข้อมูลจากการถ่ายที่มีมหาศาลนั่นเอง

2.1. กระบวนการก่อนการถ่ายทำ (Preproduction Workflow)

กระบวนการก่อนการถ่ายทำในระบบดิจิทัล คือการเริ่มโครงการในขั้นตอแรกก่อนการถ่ายทำจริงนั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนก่อนการถ่ายทำ (Preproduction) ซึ่งรวมถึง การเขียนบท การนำเสนอ เขียนบทคัดย่อ (Treatment) และสคริป (Script) รายละเอียดของสคริปต์ในแง่การจัดตารางการผลิตและการจัดทำงบประมาณ ระยะที่สองของการผลิตที่สำคัญคือขั้นตอนการผลิต ทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งและการบันทึกภาพภาพและเสียงจากนักแสดง, กล้อง, และการจัดวางไมโครโฟนและการเคลื่อนไหวการจัดแสงและการออกแบบชุด, ตลอดจนส่งผลให้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการผลิต (Postproduction) ประกอบด้วยของการแก้ไขภาพที่บันทึกภาพและเสียงในทุกขั้นตอนที่จำเป็นในการเสร็จสิ้นการถ่ายทำในการเตรียมการสำหรับการนำเสนอบนสื่อต่างๆ ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนในการผลิตภาพยนตร์ซึ่งมีการวางแผนเช่นเดียวกับระบบฟิล์ม

การเลือกใช้ระบบการถ่ายทำโดยพิจารณาจากคุณภาพ และรายละเอียดของระบบ

ในการสร้างภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลนั้นจำเป็นที่จะทำการวางแผนการถ่ายทำก่อนเพื่อที่จะสามารถกำหนดงบประมาณในการถ่ายทำในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่เหมาะสมกับ

การถ่ายทำของตัวเรื่องที่จะมารองรับกับตัวเนื้อหาของเรื่องรวมทั้งคุณภาพ และรายละเอียดต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจรวมทั้งราคาทั้งนายทุนและผู้สร้าง โดยสามารถวิเคราะห์การเลือกใช้ได้จากระบบการทำงานทั้ง 2 ระบบแล้วนำมาเปรียบเทียบได้ดังนี้

2.1.1 ระบบการทำงานของระบบดิจิทัล

การเลือกใช้ระบบภาพยนตร์โดยพิจารณาจากการบีบอัดไฟล์ในตัวกล้อง

การทำงานในการรับภาพระหว่างกล้องระบบดิจิทัล และกล้องระบบฟิล์มมีลักษณะในการรับภาพที่เหมือนกันคือต้องอาศัยแสงตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนภาพกลับมากระทบที่เลนส์เพื่อเปลี่ยนขนาดภาพที่ได้รับแล้วแสงผ่านเข้ามายังตัวรับภาพ เช่น ถ้าเป็นกล้องฟิล์มตัวรับภาพจะเป็นแผ่นฟิล์มแล้วพอแสงตกกระทบจะทำการเอ็กโพส (Expose) แล้วภาพก็จะไปปรากฏลงในแผ่นฟิล์ม แต่ถ้าเป็นกล้องดิจิทัลจะใช้ชิป (Chip) ในการรับสัญญาณแสงแล้วทำการประมวลภาพตามขนาดของชิป และความสามารถของชิปนั้นๆ ส่งไปในกระบวนการแปลงสัญญาณแสงเป็นข้อมูลดิจิทัลโดยการเข้ารหัสโค้ด (Codec) แล้วบันทึกลงในฮาร์ดดิส (Hard Disk) ต่อไป

การเลือกบุคคลากร และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

การเลือกบุคคลากรที่มีหน้าที่เฉพาะด้านเทคนิคที่มีหน้าที่เก็บรักษาข้อมูลนั้นสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันและสำรองข้อมูลในระบบการถ่ายทำเป็นที่เป็นดิจิทัล ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดขึ้นใหม่แทนบุคคลากรที่ทำหน้าที่โหลดฟิล์ม แม้จะมีหน้าที่เหมือนกันแต่กระบวนการเข้าใจในเรื่องการทำงานในระบบต่างกันโดยสิ้นเชิง โดยวิเคราะห์จากระบบการทำงานของฟิล์ม และระบบการทำงานของดิจิทัลเพื่อทำการเปรียบเทียบกันทั้งสองระบบ

ตำแหน่งโหลดเดอร์ในระบบดิจิทัล (Digital Loader)

1. ทำหน้าที่โหลดข้อมูลจากการ์ด (Card)

2. โหลดผ่านระบบคอมพิวเตอร์

3. ทำการเช็คภาพว่าถ่ายมามีปัญหาอะไรบ้าง

4. ทำการคัดลอกและทำสำรองข้อมูลภาพป้องกันการสูญหาย

2.2 กระบวนการการถ่ายทำ (Production Workflow)

การบีบอัดข้อมูลในระบบดิจิทัล "Compressor-DECompressor (CODEC)"

โค้ด (Codec) นั้นอาจจะเป็นขบวนการที่ทำขึ้นโดยซอฟต์แวร์หรืออาจจะใช้ไอซีที่ออกแบบพิเศษมาช่วยจัดการก็ได้ โดยได้สรุปออกมาเป็น 2 แบบ คือ

1. Lossless Method ซึ่งจะทำการบีบอัดข้อมูลโดยอาศัยความบกพร่องของสายตามนุษย์ในการมองเห็นรายเอียดของภาพที่ไม่สามารถแยกออกระหว่างภาพต้นฉบับและภาพที่โดนบีบอัด จึงทำให้เข้าใจว่าภาพไม่สูญเสียรายละเอียดไปเมื่อถอดรหัสข้อมูลกลับมาจะได้ข้อมูลเหมือนต้นฉบับทุกครั้ง

2. Lossy Schemes จะเป็นการบีบอัดข้อมูล โดยกรองเอารายละเอียดบางส่วนทิ้งไปก่อน แล้วจึงบีบอัดข้อมูลลงไปทำให้สายตาของมนุษย์สามารถรับรู้ถึงรายละเอียดของภาพที่แตกต่างกันกับข้อมูลต้นฉบับ ดังนั้นข้อมูลที่นำเอากลับมาถอดรหัสจะไม่ดีเท่ากับข้อมูลเดิมเพราะมีการทิ้งรายละเอียดบางส่วนไปตั้งแต่ตอนแรกแล้ว (Ben Waggoner, 2010 : 164)

เหตุผลหนึ่งที่อุตสาหกรรมต่างๆ ต้องทำการวิจัยค้นหาวิธีการบีบอัดข้อมูลก็เพราะว่า อุตสาหกรรมบันเทิงในอเมริกามีความพยายามที่จะขยายธุรกิจบันเทิงเข้าไปสู่บ้านของผู้รับชมรายการโดยตรง โดยที่ผู้ชมสามารถเข้าเลือกชมรายการที่วันเวลาต่างๆ โดยไม่ต้องรอเวลาออกอากาศของทางสถานี เช่น การดูภาพยนตร์ผ่านสายโทรศัพท์ (VIDEO over Phone line) และแม้แต่ระบบการแพร่ภาพในระบบความชัดสูง (HDTV) ซึ่งก็มีมาตราฐานแตกต่างกันออกไปตามแต่ความต้องการของอุตสาหกรรมนั้นๆ แต่สำหรับอุตสาหกรรมการลำดับภาพยนตร์และวีดิทัศน์แล้ว จะสนใจอยู่แค่สองมาตรฐานคือ JPEG และ MPEG เท่านั้น

ระบบ JPEG เป็นมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลที่คิดค้นขึ้นราวยุคปลายทศวรรษ 1980 เนื่องจากมีความต้องการที่จะย่อภาพสีโดยให้คงรายละเอียดใกล้เคียงของเดิม โดยคอมพิวเตอร์จะทำการชักตัวอย่างของจุดภาพในส่วนต่างๆ ก่อนที่จะบีบอัด โดยจะตรวจดูว่า ในพื้นที่ของภาพขนาด 8x8 พิกเซล (Pixel) นั้น เมื่อทำการคำนวณแล้วน่าจะมีสีใดมากที่สุด จากนั้นก็ยุบพื้นที่ขนาด 8x8 พิกเซล (Pixel) ให้เหลือเป็นสีที่ต้องการเพียง 1 พิกเซล (Pixel) เท่านั้น เจเพ็ค (JPEG) มักจะนำมาใช้กับภาพเดี่ยวที่อัตราส่วนประมาณ 25:1, 40:1 จนถึง 100:1 โมชั่นเจพ็ค (Motion-JPEG) หรือ เอ็มเจเพ็ค (M-JPEG) บางทีก็ใช้แก้ไขตัดต่อภาพวิดีโอที่ละเฟรมในส่วนของเจเพ็ค (JPEG) (Waggoner, 2010 : 555)

ระบบ MPEG เป็นมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับอุตสาหกรรมภาพยนตร์โดยเฉพาะจุดแตกต่างอยู่ที่ว่า การเข้ารหัส และบีบอัดแบบนี้ ก่อนที่คอมพิวเตอร์จะคำนวณผลเพื่อแทนค่าจุดสีต่างๆ ในการบีบอัดข้อมูลคอมพิวเตอร์จะแบ่งภาพบนหน้าจอออกเป็นส่วนๆ และจะไม่ทำการคำนวณเพื่อบีบอัดข้อมูลจากภาพเพียงภาพเดียว แต่จะดูล่วงหน้าไปอีกหลายๆ ภาพเป็นกลุ่มๆ ไปเพื่อทำการคำนวณล่วงหน้าว่า ภาพในแต่ละส่วนของเฟรมและภาพในเฟรมต่อๆ ไปว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่ไหน และจะต้องทำการบีบอัดข้อมูลของภาพที่จุดไหนของเฟรม จึงจะทำให้ระบบการบีบอัดมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งก็เหมือนกับเป็นระบบตรวจจับการเปลี่ยนแปลงล่วงหน้าของภาพบนจอ เพื่อเลือกนำข้อมูลภาพมาจัดการบีบอัดให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด (B.Musberger, 2009 : 312)

ระบบ MPEG นี้เป็นระบบการบีบอัดข้อมูลแบบไม่สมมาตร คือขั้นตอนในการเข้ารหัสและถอดรหัสจะแตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นการใช้ซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ในการปฏิบัติงาน เช่น การถอดรหัสจากแผ่น CD จะกระทำได้ง่ายกว่าการเข้ารหัสซึ่งยุ่งยากกว่ามาก นอกจากนี้ระบบ MPEG ยังแบ่งย่อยลงไปเป็นอีกหลาย ๆ แบบ ตามขั้นตอนการพัฒนาให้ใช้กับงานต่าง ๆ กัน ทั้งนี้อาจจะมีเรียกต่างๆ กันไป เช่น เอ็มเพ็ควัน (MPEG 1), เอ็มเพ็คทู (MPEG 2), เอ็มเพ็คโฟว์ (MPEG 4) (และ ไฟล์ข้อมูลเพลงแบบเอ็มพีทรี (MP 3) หรือเอ็มพีสาม ก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบการบีบอัดข้อมูลเสียงของเอ็มเพ็ควัน (MPEG 1) ถ้าเรียกเต็มๆ ก็คือ เอ็มเพ็ควันเลเยอร์ทรี (MPEG 1 Layer 3)) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วก็พัฒนามาจากพื้นฐานของระบบแล้วแตกย่อยลงไป เพื่อให้สนองตอบการใช้งานในจุดประสงค์ต่างๆ กันออกไป เช่น เอ็มเพ็ค (MPEG 1) ถูกออกแบบมาให้ใช้กับการเก็บและเล่นภาพเคลื่อนไหวในเครื่องเล่นซีดี (CD-ROM) โดยใช้อัตราส่งผ่านข้อมูลเพียง 1.2 Mbps และได้รับการรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (ISO) ในปี 1992 ซึ่งก็ยังมีข้อบกพร่องอยู่เนื่องจากไม่สามารถส่งผ่านข้อมูลที่มีรายละเอียดสูงและต้องการการส่งผ่านข้อมูลที่ความเร็วสูงด้วย จึงมีการพัฒนาระบบเอ็มเพ็คทู (MPEG 2) ขึ้น และตามด้วยการพัฒนาระบบ เอ็มเพ็คทรี (MPEG 3) เพื่อรองรับการแพร่ภาพกระจายเสียงของระบบโทรทัศน์ความชัดสูงเฮชดีทีวี (HDTV 1980x1080) ซึ่งก็ยังไม่ประสบผลสำเร็จ และระบบเอ็มเพ็ค (MPEG 2) แต่ก็มีพัฒนาการจนมีรายละเอียดและมาตรฐานเดียวกัน จึงยุติการใช้มาตรฐาน เอ็เพ็คทรี (MPEG 3) ส่วนใน เอ็มเพ็คโฟว์ (MPEG 4) เป็นมาตรฐานแบบเดียวกับ ควิคไทม์ (Quick Time) ของเครื่องแอปเปิ้ล (Apple) หรือระบบปฏิบัติการแม็คอินทอช (Operation Macintosh) ที่คาดหวังว่าจะใช้เป็นมาตรฐานสำหรับงานมัลติมีเดียที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลความเร็วต่ำซึ่งไม่สามารถใช้เป็นมาตรฐานของการแพร่ภาพออกอากาศได้ นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาดัดแปลงออกไปอีกหลายมาตรฐาน จึงไม่แปลงที่จะเห็นมาตรฐานใหม่ๆ ออกมา เช่น เอ็มเพ็คเซเว่น (MPEG 7) หรือ เอ็มเพ็ค ทเวนตี้วัน (MPEG 21) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เราสรุปได้ว่าทั้งระบบดีวีดี (DVD)

และเฮชดีทีวี (HDTV) จะใช้มาตรฐานระบบเอ็มเพ็ค (MPEG 2) เป็นหลัก ซึ่งเราจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของระบบเอ็มเพ็ค (MPEG 2) ต่อไปในกระบวนการการวิเคราะห์ระบบดิจิทัล (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, VIDEO Compression)

2.2.1 ระบบดิจิทัลวีดีโอ (DV Format)

ประมาณช่วงปลายยุค 90 ก็มีการพัฒนากล้องถ่ายภาพและกล้องวิดีโอดิจิทัลรุ่นใหม่ ๆ ขึ้นมา พร้อมกับมีการคิดค้นระบบการบันทึกสัญญาณดิจิทัลแบบใหม่ขึ้นมา โดยแทนที่จะมีการบันทึกสัญญาณในรูปอนาล็อก (Analog) ก่อน แล้วค่อยแปลงสัญญาณกลับไปเป็นดิจิทัลในภายหลังก็มีการสร้างระบบเข้ารหัสเพื่อบันทึกเป็นสัญญาณดิจิทัลโดยตรง ซึ่งเรียกระบบนี้ว่าเป็นการเข้ารหัสแบบ DV Format โดยสัญญาณที่บันทึกได้จะเป็นสัญญาณที่ผ่านการบีบอัดมาเรียบร้อยแล้ว สามารถส่งผ่านเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงไม่มีปัญหาการสูญเสียความคมชัดของภาพเลย เนื่องจากเป็นสัญญาณที่เข้าและออกจากเครื่องเป็นสัญญาณดิจิทัลหมดแล้ว จึงไม่มีโอกาสผิดเพี้ยนไป ทำให้สัญญาณที่ผ่านขั้นตอนต่างๆ ยังให้ความคมชัดเหมือนเดิมในปี 1995 Panasonic ก็ทำการแนะนำกล้องวิดีโอระบบดิจิทัลที่ใช้ระบบเข้ารหัสแบบ DVCPRO มาใช้ และตามด้วย SONY ก็แนะนำกล้องวิดีโอดิจิทัลที่ใช้ระบบ DVCAM ในปี 1996ระบบ DV มีความแตกต่างจากระบบอื่น ๆ ตรงที่ความสามารถบีบอัดสัญญาณในอัตราส่วนที่แตกต่างกันในภาพเดียวกัน เช่น ภาพในเฟรมหนึ่งเป็นภาพของแนวพุ่มไม้ที่มีท้องฟ้าเป็นฉากหลัง ระบบก็จะทำการคำนวณหาความแตกต่างของส่วนต่าง ๆ ในภาพ แล้วจึงออกคำสั่งให้บีบอัดสัญญาณในส่วนที่เป็นท้องฟ้าในอัตราส่วน 25:1 ในขณะที่ส่วนของแนวพุ่มไม้ซึ่งต้องการเก็บรายละเอียดของภาพที่เป็นก้านและใบ ระบบ DV ก็จะออกคำสั่งให้อัตราส่วนเพื่อการบีบอัดภาพในอัตราส่วน 7:1 ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ระบบ DV สามารถทำการบีบอัดสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Brian Mckernan, 2005 : 77) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการบีบอัดสัญญาณในระบบ M-JPEG ซึ่งทำการบีบอัดสัญญาณในอัตราส่วนเดียวกันแล้ว ระบบ DV จะให้ประสิทธิภาพในการบีบอัดดีกว่านอกจากนี้ ระบบ DV ยังออกแบบมาให้รองรับระบบเสียงแบบ PCM (Pulse Code Modulation) สเตริโอ ซึ่งสามารถให้เสียงระดับ 16 บิต เหมือนกับ CD หรือจะเลือกใช้ระบบเสียงระดับ 12 บิต ขนาด 4 ช่อง ซึ่งสามารถใช้สำหรับบันทึกเสียงระบบสเตอริโอคู่หนึ่ง และสำรองไว้อีกคู่หนึ่งสำหรับแทรกเสียงเพลง หรือเสียงประกอบอื่น ๆ ในภายหลัง ทำให้สัญญาณวิดีโอทั้งหมด ซึ่งเมื่อนับรวมกับสัญญาณควบคุมและข้อมูลสำหรับกำกับข้อผิดพลาดต่าง ๆ พุ่งขึ้นสูงถึง 35 Mbit/Second เมื่อไฟล์ข้อมูลวิดีโอที่ได้จากกล้อง DV ยังมีขนาดค่อนข้างใหญ่ทำให้การติดต่อส่งผ่านกับเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้เวลานาน แต่ก็โชคดีที่มีการคิดค้นมาตรฐานการส่งผ่าน

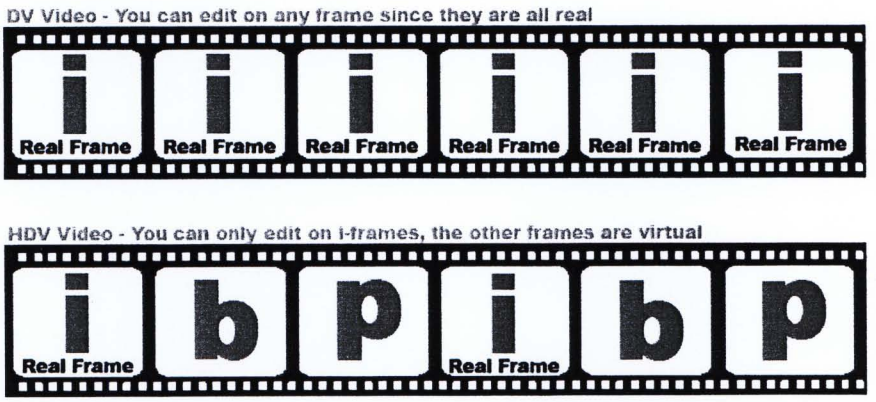
ข้อมูลไว้ก่อนแล้ว ซึ่งก็คือมาตรฐาน Fire Wire (IEEE1394) ของบริษัท Apple Computer ซึ่งสามารถรองรับการรับส่งข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างรวดเร็ว จนกลายมาเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อสำหรับกล้อง DV ในทุกวันนี้

ปัญหาของระบบ DV ก็ยังไม่หมด เพราะระบบการเข้ารหัสและถอดรหัส ถูกออกแบบให้บันทึกสัญญาณที่ 25 Mbit/s ทำให้ไม่สามารถขยายขีดความสามารถของระบบได้ ซึ่งก็ทำให้ระบบสามารถเก็บข้อมูลของการเข้ารหัสสี ที่อัตราส่วน 4:2:0 หรือ 4:1:1 เท่านั้นซึ่งก็ทำให้ถูกมองว่า ขีดความสามารถของระบบยังไม่เหมาะสมที่จะใช้สำหรับงานตัดต่อขนาดใหญ่ จนกระทั่งราวปี 1998 บริษัท Panasonic ก็แนะนำกล้อง DV ระบบ DVCPRO50 ซึ่งเพิ่มขีดความสามารถในการบันทึกสัญญาณขึ้นไปถึง 50 Mbit/s และมีความสามารถในการเข้ารหัสสีเป็น 4:2:2 ทำให้เก็บรายละเอียดของรหัสสีได้ลึกชัดมากยิ่งขึ้น จากนั้นบริษัท JVC ก็แนะนำกล้อง DV ระบบ Digital-S หรือ D9 ซึ่งสามารถบันทึกสัญญาณระดับ 50 Mbit/s โดยใช้ม้วนเทปขนาดเทป VHS เท่านั้น ซึ่งก็เป็นการยกระดับความสามารถของกล้อง DV ขึ้นไปสู่ระดับเดียวกันกับกล้อง Digital Betacam ในขณะที่ราคาต่างกันถึงครึ่งต่อครึ่ง

เมื่อพัฒนาระบบสัญญาณ DV เริ่มจะเป็นรูปร่างและมีมาตรฐานขึ้น ก็มีพัฒนา IC ขนาดใหญ่ ขึ้นมารองรับหน้าที่การเข้ารหัสถอดสัญญาณ DV เช่นบริษัท C-Cube และบริษัท Matrox ก็ผลิตชิปและสร้างการ์ดตัดต่อวิดีโอที่สนับสนุนการทำงานกับสัญญาณวิดีโอระบบ DV25, DV50 และ MPEG2 ออกสู่ตลาด (Ben Waggoner, 2010 : 96)

เมื่อเรามองเข้าไปในภาพของแต่ละเฟรมที่บีบอัดด้วยมาตรฐานเอ็มเพ็ค (MPEG) ซึ่งภาพทั้งหมดจะรวมเรียกกันว่าเป็นกลุ่มของภาพชุดหนึ่ง (Group Of Picture) หรือ เรียกสั้นๆ ว่า ก๊อป (GOP) ภาพแรกสุดของกลุ่มจะเรียกว่า ไอเฟรม (I Frame) หรือเรียกว่า อินทราเฟรม (Intra Frame) ซึ่งจะเป็นภาพที่มีรายละเอียดทุกอย่างครบ ส่วนภาพหลังๆ ที่ตามมาคือภาพ บีเฟรม (B Frame) หรือ (Bi Direction) และ พีเฟรม (P Frames) หรือ (Predictive frames) โดยบีเฟรม (B-Frame) จะเก็บเฉพาะรายละเอียดปลีกย่อย ส่วน พีเฟรม (P Frame) จะเก็บรายละเอียดที่มีการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นอีกนิดหนึ่งวิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพมาก เพราะในภาพกลุ่มหนึ่งจะมีเฉพาะไอเฟรม (I Frame) เท่านั้นที่เก็บรายละเอียดครบทุกอย่าง โดยมี บีเฟรม (B Frame) และพีเฟรม (P Frame) คอยเสริมรายละเอียดเพิ่มเติมให้กับไอเฟรม (I Frame) ซึ่งก็เปรียบเสมือนการอาศัยรถเพื่อนไปทำงาน โดย ไอ (I) เป็นเจ้าของรถ และคนขับระหว่างทางก็แวะรับ บี (B) และ พี (P) ให้อาศัยไปด้วย และทั้งหมดก็ถึงจุดหมายพร้อมกันโดยไม่มีใครขาดหายไปเลย ซึ่งวิธีการนี้ก็คือการส่งข้อมูลหลักไปครบชุดก่อนแล้วส่งข้อมูลรองหรือรายละเอียดแนบข้อมูลหลักไปด้วย เมื่อไปถึงก็จัดการผสม

ข้อมูลรองเข้ากับข้อมูลหลักทำให้ได้ภาพที่มีรายละเอียดครบทุกเฟรม (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, VIDEO Compression)



(รูปที่ 2.5 ภาพแสดงกลุ่มเฟรมภาพ GOP ที่ประกอบไปด้วย I Frame, B Frame, P Frame)

แสดงให้เห็นว่าวิธีดังกล่าวนั้นถูกคิดขึ้นมาเพื่อลดทอนข้อมูลดังกล่าวที่มีอย่างมหาศาลนั้นให้ลดลงไปเพื่อสะดวกในการส่งผ่านข้อมูลหรือรวมทั้งการประมวลผลด้วย ทั้งนี้จะมีหลักการคิด หรือสูตรในการคำนวณในแต่ละเฟรมในหนึ่งวินาที โดยจะแบ่งวิธีการดังนี้

แบบไม่มีการบีบอัด (No Compression)

Frame ที่ 1: 1: ดำ, 2: ขาว, 3: ขาว, 4: ดำ, 5: ดำ, 6: ดำ, 7: ดำ, 8: ขาว, 9: ดำ, 10: ขาว, 11: ดำ, 12: ดำ, 13: ขาว 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17: ขาว 18: ขาว 19: ขาว 20: ดำ

Frame ที่ 2: 1: ดำ, 2: ขาว, 3: ขาว, 4: ดำ, 5: ดำ, 6: ดำ, 7: ดำ, 8: ขาว, 9: ขาว, 10: ขาว, 11: ดำ, 12: ดำ, 13: ขาว 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17: ขาว 18: ขาว 19: ขาว 20: ขาว

Frame ที่ 3: 1: ดำ, 2: ขาว, 3: ขาว, 4: ขาว, 5: ขาว, 6: ขาว, 7: ดำ, 8: ดำ, 9: ขาว, 10: ดำ, 11: ขาว, 12: ดำ, 13: ดำ 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17: ขาว 18: ขาว 19: ขาว 20: ขาว

ใช้เวลาในการส่งข้อมูล 29 วินาที บีบอัดในอัตราส่วน 1:1 หรือ ไม่มีการบีบอัด

การบีบอัดแบบเฟรมต่อเฟรมและไม่เสียรายละเอียด (INTRA frame Lossless-Compression)

Frame ที่ 1: 1: ดำ, 2: ขาว, 3: ขาว, 4: ดำ, 5: ดำ, 6: ดำ, 7: ดำ, 8: ขาว, 9: ดำ, 10: ขาว, 11: ดำ, 12: ดำ, 13: ขาว 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17: ขาว 18: ขาว 19: ขาว 20: ดำ

Frame ที่ 2: 1: ดำ, 2: ขาว, 3: ขาว, 4: ดำ, 5: ดำ, 6: ดำ, 7: ดำ, 8: ขาว, 9: ขาว, 10: ขาว, 11: ดำ, 12: ดำ, 13: ขาว 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17: ขาว 18: ขาว 19: ขาว 20: ขาว

Frame ที่ 3: 1: ดำ, 2-6: ขาว 7-8: ดำ, 9: ขาว, 10: ดำ, 11: ขาว, 12-13: ดำ 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17-20: ขาว

ใช้เวลาในการส่งข้อมูล 18.5 วินาที บีบอัดในอัตราส่วน 3:2

หมายเหตุ : วิธีนี้คือวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูล โดยไม่ทำให้เสียรายละเอียดของภาพไปเลย เช่นถ้า Pixel ที่ 1-500 มีสีขาว, คุณก็พูดแค่ว่า 1-500: ขาว แต่ถ้าหากว่าทุก ๆ Pixels มีความแตกต่างกันมาก วิธีนี้ก็ยังคงใช้เวลามากเกินไป

การบีบอัดแบบเฟรมต่อเฟรมและเสียรายละเอียดบ้าง = JPEG (INTRA frame Loss-Compression)

คำสั่ง : ให้จับคู่แนวตั้ง เฉลี่ยค่าสีระหว่างสองจุด ยุบจุดและแทนค่าสี

Frame ที่ 1: 1: เทา 2: ขาว 3: เทา 4: ดำ 5: เทา 11: เทา12: เทา 13: ขาว 14: ขาว 15: เทา

Frame ที่ 2: 1: เทา 2: ขาว 3: เทา 4: ดำ 5: เทา 11: เทา12: เทา 13: ขาว 14: ขาว 15: เทา

Frame ที่ 3: 1: เทา 2: ขาว 3: เทา 4: ดำ 5: เทา 11: เทา12: เทา 13: ขาว 14: ขาว 15: เทา

ใช้เวลาในการส่งข้อมูล 14.8 วินาที บีบอัดในอัตราส่วน 2:1

จะเห็นได้ว่าการบีบอัดแบบ JPEG จะทำงานเหมือนกับการเฉลี่ยค่าสีของจุดต่าง ๆ ถ้าต้องการขยายภาพกลับ เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มีทางทราบได้เลยว่า มันควรจะแทนค่าสีดำหรือขาวลงไปที่จุดไหนของกลุ่มภาพ

การบีบอัดแบบอ้างเฟรมและไม่เสียรายละเอียด = MPEG (INTRA Frame Lossless-Compression)

Frame ที่ 1: 1: ดำ, 2: ขาว, 3: ขาว, 4: ดำ, 5: ดำ, 6: ดำ, 7: ดำ, 8: ขาว, 9: ดำ, 10: ขาว, 11: ดำ, 12: ดำ, 13: ขาว 14: ขาว 15: ขาว 16: ดำ 17: ขาว 18: ขาว 19: ขาว 20: ดำ

Frame ที่ 2: เหมือนกับเฟรมที่ 1 ยกเว้น 4, 9 และ 20

Frame ที่ 3: เหมือนกับเฟรมที่ 2 ยกเว้น 7 และ 12

ใช้เวลาในการส่งข้อมูล 10.9 วินาที บีบอัดในอัตราส่วน 3:1

จะเห็นได้ว่าการอัด ขยายสัญญาณแบบเอ็มเพ็ค (MPEG) นั้นจะทำงานได้เร็วและดีที่สุดสำหรับการขยายสัญญาณมาเล่นกับในฟอร์แมต (Format) ต่างๆ ยกเว้นสำหรับงานตัดต่อแก้ไข เอ็มเพ็ค (MPEG) จะเก็บรายละเอียดของภาพในกลุ่มหนึ่งเฉพาะที่ (I Frame) ซึ่งถือเป็น (Key

Frame) ของ ก็อป (GOP) และเฟรมภาพอื่นๆ ที่ตามหลังมา จะมีข้อมูลที่แตกต่างกันน้อยมาก ซึ่งก็จะต้องอาศัยระบบที่ยุ่งยากในการค้นหา ไอเฟรม (I Frame) เพื่อนำมาตัดต่อ แล้วการเข้ารหัสสีและข้อมูลอื่นๆ จะต้องกระทำอย่างครบถ้วนเพื่อไม่ให้เสียรายละเอียดไปแต่การเข้ารหัสแบบครบถ้วนก็ต้องใช้เนื้อเทปหรือพื้นที่บนแผ่นซีดี (CD) ในการจัดเก็บมาก เมื่อมีการออกแบบระบบวิดีโอดิจิทัล จึงอาศัยหลักความจริงที่ว่า ประสาทตาของมนุษย์ยังไม่ไวพอที่จะสามารถจำแนกการติดดับของแสงสีของสีต่างๆ ที่มีการกระพริบนับเป็นพันๆ ครั้งต่อวินาทีของพิกเซล (Pixel) ในแต่ละจุดบนจอภาพได้ ดังนั้นผลของภาพติดตา (Perception) จึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบวงจรเข้ารหัสสีให้กับดิจิทัลวิดีโอต่างๆ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, VIDEO Compression)

การเข้ารหัสสีในกล้องดิจิทัลจะใช้องค์ประกอบ 3 ส่วน เหมือนกับที่ใช้ในจอภาพของโทรทัศน์ แต่ต่างกันที่องค์ประกอบอันแรกจะเป็นระดับความสว่างหรือความเข้มของแสง และองค์ประกอบที่เหลือจะใช้ผลต่างของสีสองสี ที่นำไปหักล้างกับระดับความสว่างของแสงเราจะอธิบายได้ว่าทุกๆ พิคเซล (Pixel) ต้องการส่วนประกอบของสัญญาณที่บอกระดับความสว่าง (Luminance) ซึ่งจะแทนค่าด้วย Y และผลต่างของเฉดสีที่เทียบกับระดับความสว่างของแสงสีแดงและสีน้ำเงินซึ่งจะแทนด้วย Cr และ Cb ดังแสดงไว้ในภาพ เมื่อพิจารณาจากรายละเอียดของกล้องถ่ายวิดีโอคุณภาพสูงที่สามารถเก็บรายละเอียดสีได้ครบถ้วน เช่น กล้องระดับ D1, D5, ระบบ Digital Betacam, Digital-S เป็นต้น จะเห็นได้ว่ากล้องเหล่านี้กำหนดการเข้ารหัสสีไว้ที่เพียง 4:2:2 คือใน 1 พิกเซล (Pixel) ต้องการค่าระดับสัญญาณความสว่าง (Y) = 4 ในขณะที่ต้องการข้อมูลของสีแดง (Cr) และน้ำเงิน (Cb) เพียงแค่ 2 ซึ่งการอาศัยข้อมูลเพียงแค่นี้ ยังสามารถทำให้กล้องดิจิทัลเหล่านี้สามารถถ่ายทอดความละเอียดของสัญญาณภาพได้อย่างคมชัด แต่สายตาและสมองของมนุษย์ก็ยังไม่สมบูรณ์พอที่จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด จึงมีช่องว่างให้สามารถลดพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลได้อีก คือในระบบ 4:2:2 เมื่อเราลด Cr และ Cb ออกอีกอย่างละหนึ่งตัวอย่าง ระบบการเข้ารหัสสีก็จะกลายเป็น 4:1:1 การเอาข้อมูลสีออกไปครึ่งหนึ่ง ทำให้ภาพที่ได้มีคุณภาพตกไปบ้างแต่สายตาและสมองของมนุษย์ก็ยังไม่สามารถรับรู้ถึงความแตกต่างนี้ได้ และคุณภาพของภาพที่ได้ก็ยังพอดีพอสำหรับกล้องดิจิทัลวิดีโอระดับทั่วๆ ไป เช่นระบบ DVCAM ของ SONY และ DVCPRO ของ PANASONIC เป็นต้น

การเข้ารหัสยังมีความหลากหลายในการเข้ารหัสสีแบบอื่นๆ อีกมากเช่นระบบ 4:2:0 ไม่ได้หมายความว่าทุกๆ 4 Y จะมี 2 Cr และ 0 Cb แต่การเข้ารหัสสีแบบนี้ ดูจะให้ผลเหมือนกับระบบ 4:1:1 เพียงแต่มีที่คุณภาพไม่ดีนัก แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังพอรับได้ ตราบใดที่ต้องการเน้น

เรื่องการประหยัดเนื้อที่เก็บข้อมูล และสัญญาณที่นำเอาไปบันทึกไว้ไม่มีการนำกลับมาแก้ไขซ้ำอีก เช่นการบันทึกสัญญาณลงแผ่นดีวีดี (DVD) ก็จะใช้รหัสสีแบบ 4:2:0 ด้วย

เมื่อตัวเลขของการเข้ารหัสสีทั้ง 3 ตัวมีค่าเป็น 4 ชุด เช่นระบบ 4:4:4 จะหมายความว่า ในทุกๆ พิกเซล (Pixels) จะมี Y, Cr และ Cb เป็นส่วนประกอบอยู่ ซึ่งจริงๆ แล้วการตั้งค่าแบบนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการบันทึกวิดีโอเพื่อเก็บรายละเอียดให้ได้ครบถ้วนมากที่สุดเท่านั้น เพราะจะเปลืองเนื้อที่สำหรับการจัดเก็บมาก แต่ก็มีประโยชน์ในการนำเอาสัญญาณมาตัดต่อหลายๆ ขั้นตอน โดยยังมีรายละเอียดครบถ้วน และยังทำให้สามารถใส่เอฟเฟค (Effect) ได้อย่างสลับซับซ้อนมากขึ้น เมื่อไปเจอเอาระบบเข้ารหัสสีที่มีตัวเลข 4 ชุด เช่น ระบบ 4:2:2:2 หรือ 4:2:2:4 ตัวเลขหลักสุดท้ายจะเป็นตัวเลขที่แทนค่าของช่องสัญญาณอัลฟ่า (Alpha Channel) ซึ่งจะใช้แทนค่าของทรานส์พาเรนซี่บิต (Transparency Bit) และจะติดไปกับสัญญาณวิดีโอสำหรับใช้ทำสเปเชี่ยลเอฟเฟ็ค (Special Effect) หรือจัดการกับการแสดงภาพกราฟิก (Graphic) บางอย่าง ซึ่งจริงๆ แล้วจะมีใช้กับระบบถ่ายทำภาพยนตร์ หรือวิดีโอที่ต้องการคุณภาพสูงเท่านั้น

2.2.2 รูปแบบของการบีบอัดสัญญาณภาพวิดีโอ (Video Format)

การบีบอัดวิดีโอคือศิลปะในการนำข้อมูลวิดีโอทิ้งไปให้มากที่สุดโดยยังรักษาคุณภาพไว้ได้ในระดับหนึ่ง การบีบอัดที่มีการสูญเสียได้ (Lossy) จะได้ภาพออกมาในตอนถอดรหัส (Decode) ไม่เหมือนกับต้นฉบับในตอนเข้ารหัส (Encode) โดยวิธีลดความคมชัด จำนวนสี และอัตราการแสดงผล ครั้งแรกของคอมพิวเตอร์จะลดข้อมูลโดยการลดขนาดของภาพเป็นหลัก ต่อมาจึงใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การลดข้อมูลจึงไม่กระทบกับขนาดของภาพดั้งเดิม เทคโนโลยีที่ทำให้การบีบข้อมูลสำเร็จได้เรียกว่า ดีซีเด็ค (DCDEC) ซึ่งเป็นตัวย่อของ (Compression Decompression) ปัจจุบันมีการพัฒนาโค้ด (Codec) ใหม่ๆ หลายชนิดทั้งในรูปของซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์หรือพัฒนาทั้งสองรูปแบบ (Brian Mckernan, 2005)

2.2.3 พื้นฐานการบีบข้อมูล (Basic Compression)

การบีบข้อมูลแบบสูญเสียได้ (Lossy) จะใช้วิธีการทั้งทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนและการโยนทิ้งส่วนซ่อนเร้นที่สมอง และสายตาไม่สนใจออกไปซึ่งเป็นสาเหตุของการสูญเสียคุณภาพได้ ในทางกลับกันการบีบอัดแบบไม่สูญเสีย (Lossless) จะละทิ้งเฉพาะส่วนที่ซ้ำซ้อนเท่านั้น อัตราส่วนการบีบอัดข้อมูลจะเริ่มตั้งแต่ 2:1 จนถึง 100:1 ทำให้ง่ายต่อการทำงานกับข้อมูลวิดีโอที่มีจำนวนมหาศาล อัตราส่วนการบีบอัดข้อมูลยิ่งมากก็จะทำให้ภาพคุณภาพต่ำลง ความเข้มของสีจางลง ความผิดเพี้ยน และสิ่งรบกวนมากขึ้น จนถึงกับดูไม่ได้เลยทีเดียว

ในช่วงปลายทศวรรษ 1990 เทคนิคในการบีบอัดจะใช้พื้นฐานจาก 3 ขั้นตอนวิธีที่รู้จักกันดีคือ 1) DCT (Discrete Cosine Transform) ซึ่งใช้หลักความจริงที่ว่าจุดภาพที่อยู่ติดกันในภาพเดียวกันหรือภาพข้างเคียงอาจจะมีค่า (สีและความสว่าง) เดียวกันก็ได้ (Ben Waggoner, 2010)

การแปลงค่า (Transform) ทางคณิตศาสตร์ ที่ใกล้ชิดกับการแปลงฟูเรียร์ ถูกนำมาใช้กับตารางจุดภาพขนาด 8x8 ด้วยวิธีนี้มันจะไม่ลดข้อมูลลงแต่จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ทางความถี่ที่มีบทบาทในการนำข่าวสารต่างออกไป จุดสำคัญก็คือมันจะทำให้มองเห็นว่า ส่วนประกอบความถี่ต่ำ (ภาพรวม) มีความสำคัญมากกว่าส่วนประกอบความถี่สูง (ส่วนปลีกย่อย) 2) กระบวนการ Quantitisation จะชั่งน้ำหนักส่วนประกอบเหล่านี้ตามลำดับและจะนำส่วนที่ให้ข่าวสารในการมองเห็นน้อยทิ้งไปจำนวนหนึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนการบีบอัดข้อมูลที่ต้องการ เช่นการทิ้งข้อมูลไป 50% อาจจะทำให้มองเห็นการสูญหายเพียง 5% เท่านั้น และ 3) การเข้ารหัสเอนโทรปี (Entropy Encoding) เป็นเทคนิคการลดทอนที่ไม่สูญเสียเพื่อนำบิตที่ไม่จำเป็นจริง ๆ ออกไปเท่านั้นครั้งแรก การบีบอัดข้อมูลจะทำโดยการใช้ซอฟต์แวร์ล้วน ข้อจำกัดทางด้านกำลังของ CPU เป็นตัววัดความฉลาดของขั้นตอนวิธีที่จะทำงานให้เสร็จ 25 ครั้งในหนึ่งวินาที อย่างไรก็ตาม Avid Technology และผู้นำทางด้านนอนลิเนียร์ทั้งหลายได้แนะนำเครื่องตัดต่อวิดีโอด้วยพีซี (PC) มาตั้งแต่ปลายปี 1980 โดยใช้การบีบข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์เช่นกัน ถึงแม้ความคมชัดของภาพจะมีเพียงแค่รายละเอียดของวิดีโอที่ใช้ออกอากาศ มีการลดลงของสี และความผิดเพี้ยนก้อนสี่เหลี่ยม แต่ระบบนอนลิเนียร์ก็ได้ให้สัญญาณการปฏิวัติเทคนิคในการผลิตรายการใหม่ ซึ่งครั้งแรกถูกนำมาใช้กับงานตัดต่อแบบออฟไลน์ (Offline) ที่ซึ่งข้อมูลดิบทั้งหมดจะถูกนำมาย่อให้พอดีกับรายการหนึ่งๆ วิดีโอที่ถ่ายมาถึง 30 ชั่วโมงจึงอาจจะทำให้สั้นลงเหลือเพียง 1 ชั่วโมงได้ ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเตรียมงานที่ประหยัดโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ระดับออกอากาศที่มีราคาแพงและยังประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเช่าห้องตัดต่อแบบออนไลน์ (Online) อีกด้วย (Ben Waggoner, 2010)

คุณภาพของวิดีโอที่ได้มาจากเครื่องตัดต่อแบบนอนลิเนียร์ในยุคแรกจะสู้ระบบเทปวีเฮชเอส (VHS) ยังไม่ได้แต่มันก็มีข้อดีหลายประการ มันเหมือนกับเป็นเวิร์ดโพรเซสเซอร์ (Word Processor) ของวิดีโอที่ทำให้การทำงานเร็วและสร้างสรรค์งานได้มากกว่า ผู้ใช้สามารถตัด แปะ เล็ม และปรับละเอียดวิดีโอได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้การนำเข้า อีดีแอล (EDL) หรือ (Edit Decision List) ที่แม่นยำที่สร้างจากระบบนอนลิเนียร์ไปใช้ในระบบออนไลน์ด้วยแผ่นบันทึกข้อมูลจะดีกว่าวิธีการพิมพ์รหัสเวลาแบบเดิมอย่างมากมาย ระบบนอนลิเนียร์ (Non Linear System) ไม่เพียงแต่จะดีกว่าในด้านการตัดต่อเท่านั้น ปัจจุบันมันจะให้คุณภาพได้ทัดเทียมหรือเท่ากับงานที่ใช้จริง โดยใช้เวลาน้อยกว่าการส่งไปทำในระบบออนไลน์ (Online) อีกด้วย

อย่างไรก็ตามระบบนอนลิเนียร์ (Nonlinear) เพิ่งจะเริ่มเดินได้ในปี 1991 นี้เอง เมื่อการบีบอัดแบบใช้ฮาร์ดแวร์ช่วยสามารถทำได้ใกล้เคียงกับคุณภาพของเทป วีเฮชเอส (VHS) ตัวบีบอัดที่ใช้ฮาร์ดแวร์ช่วยในครั้งแรกรู้จักกันในนามของ เอ็มเจเพ็ค (M JPEG) หรือ โมชั่นแพ็ค (Motion JPEG) ซึ่งเป็นผลจากมาตรฐานดีซีที (DCT) ที่พัฒนาให้กับภาพนิ่งแบบ เจเพ็ค (JPEG) ซึ่งไม่เคยตั้งใจจะนำมาใช้กับวิดีโอมาก่อน แต่เมื่อ ซีคิวบ์ (C Cube) ได้ผลิตชิปโค้ด (Codec) ที่มีความสามารถบีบอัดภาพนิ่งได้เร็วถึง 30 ภาพต่อวินาที ผู้บุกเบิกระบบนอนลิเนียร์ทั้งหลายจึงไม่สามารถทานกระแสนี้ได้ ด้วยการบีบข้อมูลมากกว่า 50 เท่า ระบบดิจิทัลวิดีโอในระดับคุณภาพเทียบเท่าวีเฮชเอส (VHS) จึงทำงานบน พีซี (PC) ธรรมดาได้ (Robert B.Musberger, 2009)

ประมาณช่วงปี 1995 คอมพิวเตอร์และสื่อในการจัดเก็บข้อมูลมีราคาถูกลง ในขณะที่ ซีพียู (CPU) มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมาก อัตราส่วนการบีบอัดสัญญาณวิดีโอก็ถูกลดลงมาเหลือแค่ 10:1 ทางออกของนอนลิเนียร์จึงเกิดขึ้นอย่างมากมาย ระบบเหล่านี้ประกาศว่าเป็นเครื่องเตรียมพร้อมสำหรับการตัดต่อแบบนอนลิเนียร์ นั่นหมายถึงรายการที่ทำสำเร็จแล้วสามารถนำไปเปิดใช้ได้ทันที วิดีโอเหล่านี้อย่างน้อยที่สุดที่ถือว่ามีคุณภาพระดับออกอากาศได้ในบางช่วง รายการที่ประหยัดต้นทุนการผลิตที่ได้ประโยชน์จากระบบนอนลิเนียร์เช่น รายการข่าว สารคดี และกิจกรรมต่างๆ ที่มีงบประมาณในการถ่ายทำไม่มากนัก

เทคโนโลยีการบีบข้อมูลที่ยอมรับในงานออกอากาศจะเป็นแบบไม่บีบอัด (Uncompressed) ถึงแม้ว่าการประหยัดต้นทุนในอดีตมีความสำคัญ แต่การถดถอยทางด้านคุณภาพทำให้การยอมรับในกลุ่มวิศวกรเป็นไปได้ช้ามากในระยะแรก อย่างไรก็ตามลำดับอัตราส่วนการบีบอัดที่ต่ำกว่า 5:1 การต่อต้านจะเริ่มน้อยลงจนแม้วิศวะกรที่พิถีพิถันก็ยังยอมรับว่าคุณภาพของวิดีโอนี้เทียบเท่ากับ เบต้าแคมเอสพี (Betacam SP) ที่เป็นอนาล็อก การยอมรับการบีบอัดที่ไม่สูงมากนี้ทำให้บริษัทโซนี่ (SONY) ตัดสินใจผลิตดิจิทัลเบต้าแคม (Digital Betacam) ซึ่งเป็นฟอร์แมตการบันทึกวิดีโอที่ได้รับความสำเร็จอย่างสูงขึ้นมาจนถือเป็นมาตรฐานทองคำที่สำคัญ ด้วยการใช้อัตราส่วนในการบีบอัดเพียง 2:1 ทำให้เกิดความสูญเสียน้อยมากแม้จะมีการสำเนาต่อกันนับเป็นสิบๆ ทอดก็ตาม

ต้นทุนของฮาร์ดแวร์บีบอัด เอ็มเจเพ็ค (M JPEG) ได้ถูกลงอย่างมากในช่วงสองสามปีที่ผ่านมาทำให้ราคาการ์ดบีบข้อมูลแบบ พีซีไอ (PCI) ที่มีอัตราส่วนการบีบอัดระดับ 3:1 พร้อมกับโปรแกรมตัดต่อวิดีโอแบบนอนลิเนียร์มีจำหน่ายในท้องตลาดในราคาที่สมเหตุสมผล แต่เนื่องจาก เอ็มเจเพ็ค (M JPEG) ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับงานภาพเคลื่อนไหว เมื่อต้องนำข้อมูลมาเผยแพร่มันจึงเปลืองแบนด์วิดท์ (Bandwidth) จำนวนมหาศาลมาตรฐานการบีบอัดแบบ เอ็มเพ็ค

(MPEG) ซึ่งออกแบบมาสำหรับงานวิดีโอโดยเฉพาะจึงมีประโยชน์สำหรับงานทางด้านนี้มากกว่าอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดทั้งหมดอีกครั้งในบทที่ 4

2.2.4 การบันทึกระบบดิจิทัลสามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ

1. การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก (Tape Base)

1.1 การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก สำหรับใช้ในการถ่ายทำ (Acquisition Tape)

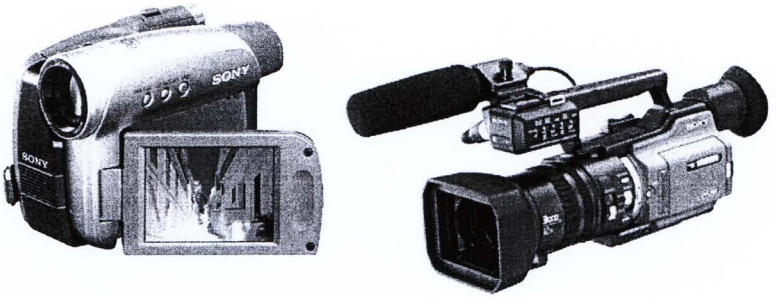
การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก สำหรับใช้ในการถ่ายทำ (Acquisition Tape) คือการที่กล้องถ่ายแล้วทำการบันทึกลงเทปชนิดต่างๆ ตามชนิดของกล้องเพื่อเก็บข้อมูลภาพที่ถูกการบันทึก แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการตัดต่อได้ ต้องมีการแปลงข้อมูลภาพในรูปแบบอื่นๆ ก่อน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเทปด้วยว่าสามารถนำไปใช้กับเครื่องอ่านเทป (Tape Deck) บางชนิดสามารถใช้ในรูปแบบตัดต่อได้)

การใช้เทปในการบันทึกข้อมูลภาพมีมาตั้งแต่ยุคที่กล้องดีวี (DV Camera) เข้ามาแทนกล้อง 8 มม. ที่นิยมใช้ในกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปเหมือนเป็นการถ่ายในรูปแบบโฮมวีดีโอ (Home Video) ที่ใช้ถ่ายครอบครัว การท่องเที่ยวหรือเหตุการสำคัญต่างที่เกิดขึ้นกับการใช้ชีวิตประจำวัน เพื่อบันทึกเหตุการณ์ในอดีตแล้วนำมาเปิดฉายแค่โทรทัศน์เท่านั้น กล้องดีวี (DV Camera) ถือได้ว่าเป็นต้นกำเนิดของการปฏิวัติการเปลี่ยนแปลงจากระบบอนาล็อก (Analog) เป็นระบบดิจิทัล (Digital) ดังตัวอย่างในการบันทึกระบบ SD

1.1.1 กล้องที่ใช้เทปในการบันทึกในระบบมาตรฐานวีดีโอ (Standard Definition)

กล้อง DV (Digital Video)

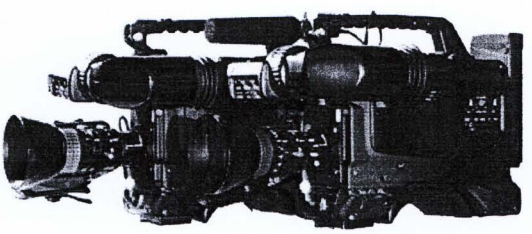
กล้อง DV เป็นจำพวกแรกในรูปแบบวิดีโอแบบดิจิทัลที่ราคาไม่แพง และยังคงใช้กันอยู่แพร่หลาย มันเป็นตัวแปลงสัญญาณแบบ 8 Bit DCT Intraframe ทำงานที่ 25 Mbps (หรือ DV25) ในระบบ SD (Standard Definition) รายละเอียดที่ 720 x 480 ในระบบ NTSC และ 720 x 576 ในระบบ PAL ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกล้องก็สามารถสนับสนุน interlaced หรือมากกว่า 4:3 หรือ 16:9 และแม้แต่ 24p 24p ใน DV เป็นจริง 24PsF (Progressive แบ่งเฟรม) เข้ารหัสที่ไม่ซ้ำกัน 24 เฟรมต่อวินาทีและ 6 ซ้ำกันเฟรมเพื่อรักษาอัตราเฟรม 30i บางบิตจะสูญเสียไป แต่มีผลกระทบต่อคุณภาพและไม่ถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติสำหรับภายใน NLEs ดังนั้นตามปกติจะเห็นเป็น 24p



(รูปที่ 2.6 กล้องดีวี (DV : Digital Video)

กล้อง DVCAM และ DVCPro

กล้อง DVCAM และ DVCPro เป็นรูปแบบ (Format) ของบริษัท JVC และโซนี่ในรุ่น Pro DV ตามลำดับ ทั้งหมดนี้เหมือน DV25 มาตรฐาน Bitstream แต่มีขนาดใหญ่กว่าความจุสูงกว่าเทปที่ไม่เหมือนกับกล้อง DV ที่เป็นรุ่นเล็กกว่า



(รูปที่ 2.7 กล้อง DVCAM, DVCPro)

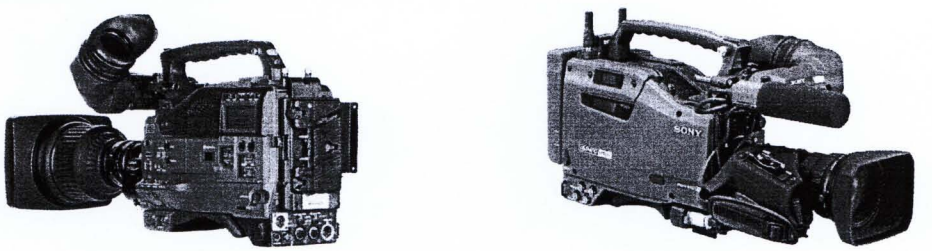
กล้อง DVPRO 50

กล้อง DVCPRO 50 เป็นตัวรุ่นถัดมาของบริษัท JVC Pro DV โดยเฉพาะอย่างยิ่ง DV ทั้งสองมีลักษณะคล้ายกันคือ 4:2:2, 4:1:1 และเพิ่มค่าบิตเป็นสองเท่าถึง 50 Mbps ให้รายละเอียดเพิ่มขึ้น และใช้งานง่ายเหมือนกับ DV คือ DVCPRO50 ใช้เทป DV ปกติทำงาน แต่กินเนื้อที่เป็นสองเท่าของ DV25

(รูปที่ 2.8 กล้อง DVPro 50)

กล้อง IMX

กล้อง IMX ได้พยายามให้ Sony คู่แข่งที่ใช้ DVCPRO50 มาใช้ MPEG - 2 Intraframe 30-50 Mbps ก็ยังคงได้รับการสนับสนุนจากกล้องจำนวนมาก และเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับการผลิต SD อย่างเดียว



(รูปที่ 2.9 กล้อง IMX)

1.2 การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก สำหรับใช้ในการตัดต่อ (Intermediate Tape)

การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก สำหรับใช้ในการตัดต่อ (Intermediate Tape) คือการที่นำเทปที่ถูกการบันทึกจากสัญญาณต่างๆแล้วนำข้อมูลภาพมาบันทึกลงเทปเพื่อใช้สำหรับการตัดต่อโดยเฉพาะ โดยต้องมีเครื่องอ่านเทป (Tape Deck) ที่รองรับระบบของเทปนั้นๆ โดยเฉพาะทั้งนี้เพื่อง่ายต่อห้องตัดต่อที่ส่วนใหญ่จะมีเครื่องอ่านที่รองรับไม่กี่ชนิด จึงทำให้ทราบว่าห้องตัดห้องไหนใช้เครื่องอ่านเทประบบอะไร แล้วเราก็ทำการบันทึกสัญญาณอื่น ลงในเทปที่รองรับกับระบบของเครื่องอ่านเทปในห้องตัดต่อ

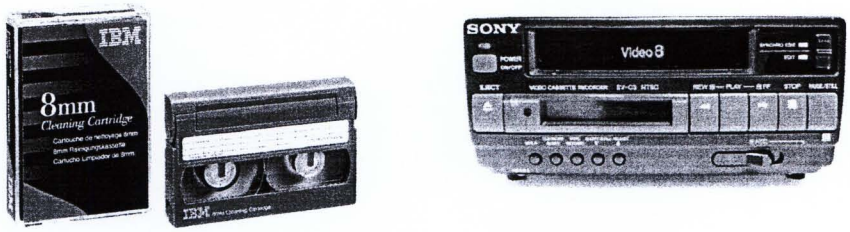
การใช้เทปในการทำโพสเดิมทีเริ่มมาจากของระบบโทรทัศน์ซึ่งมีมาก่อนการผลิตภาพยนตร์ จากการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ที่ต้องใช้เทปยูเมติก (Umatic Tape) ในการนำข้อมูลภาพที่ถูกบันทึกแล้วใส่ไปในเครื่องถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ ต่อมาเมื่อมีการเทเลซีนเกิดขึ้น จึงมี

การนำเทปเบต้า (Beta Tape) มาใช้ในการบันทึกภาพจากฟิล์ม มาใช้ในการตัดต่อ (Offline) เพื่อความสะดวกสำหรับห้องตัดต่อแต่ละทสามารถรองรับระบบนี้ด้วย

1.2.1 เทปที่ใช้ในการตัดต่อ และบันทึกในระบบมาตรฐานวีดีโอ (Standard Definition)

เทประบบ 8 มม.

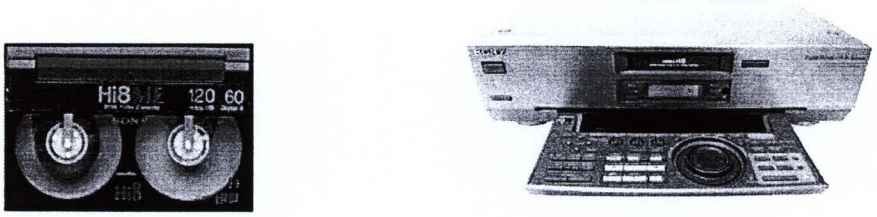
เทประบบ 8 มม. เป็นรูปแบบกล้องถ่ายวิดีโอที่เป็นที่นิยมก่อน DV โดยให้ภาพที่ดีกว่า VHS แต่ก็เป็นที่นิยมในช่วงเวลาหนึ่ง และมีการพัฒนาเป็น Hi8



(รูปที่ 2.10 เทประบบ 8 mm)

เทประบบ Hi8

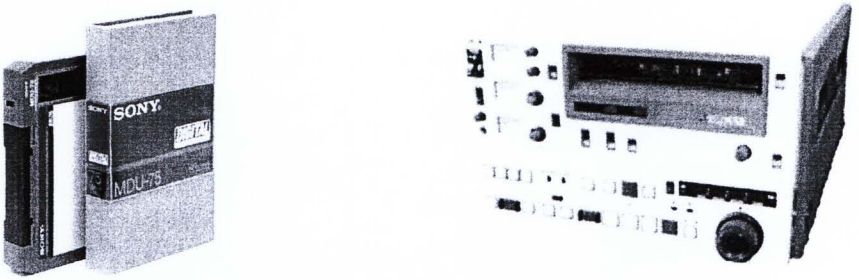
เทประบบ Hi8 พัฒนาจาก 8 มม. โดยใช้การประมวลผลสัญญาณเช่นเดียวกับ S-VHS เพื่อปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามรูปแบบของเทป Hi8 ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อการทำข้อมูลซ้ำๆ ดังนั้นตัวเทปจึงเสียหายง่ายซึ่งมักจะส่งผลให้เวลาเทปเล่นทุกครั้งก่อให้เกิดความเสียหายและคุณภาพลดลง จึงเริ่มไม่เหมาะต่อการเก็บรักษาข้อมูลเสี่ยงต่อการเสียหายต่อข้อมูลอย่างมาก



(รูปที่ 2.11 เทประบบ HI 8)

เทประบบ 3/4 Umatic

เทประบบ 3/4 Umatic (ตั้งชื่อตามความกว้างของเทป) เป็นมาตรฐานการผลิตเริ่มต้นก่อนจะมีระบบ Betacam มีคุณภาพดีแต่ก็ไม่ประสบความสำเร็จมาก และตัวเทปเองมีความแข็งมาก 3/4 UMatic ต่อมามีการพัฒนาโดยเติมตัวท้ายว่า Umatic SP ที่มีคุณภาพดีขึ้น

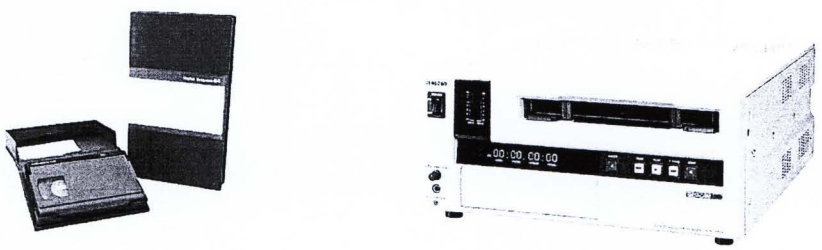


(รูปที่ 2.12 เทประบบ 3/4 Umatic)

เทประบบ Betacam

เทประบบ Betacam ขึ้นอยู่กับระบบเทปแบบ Betamax ที่ให้มีคุณภาพมากขึ้นด้วยการวิ่งได้เร็วขึ้นหลายครั้ง การเพิ่มปริมาณของเทปทำให้มีพื้นที่มากขึ้นในแต่ละเฟรมของวิดีโอ และเทปมีขนาดเล็ก จึงทำให้ Betacam เป็นที่นิยมกับทีมงานนักข่าว (ENG :Electronic News Gathering)

เทประบบ Betacam มีสองขนาดคือขนาดเล็กกับขนาดใหญ่ ซึ่งเทปขนาดเล็กแต่หนากว่าเทปมาตรฐาน VHS สำหรับกล้อง ส่วนเทปที่มีขนาดใหญ่สำหรับการตัดต่อ



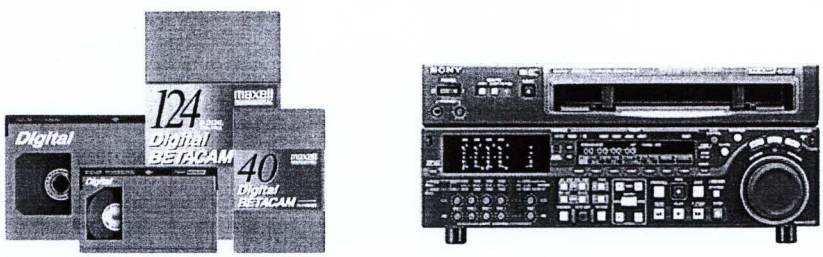
(รูปที่ 2.13 เทประบบ Betacam)

เทประบบ Betacam SP ได้พัฒนาขึ้นมาในภายหลัง มีคุณภาพมากขึ้น ลดสัญญาณรบกวน เพิ่มความทนทานเทป และองค์ประกอบของสีที่เหมือนจริงขึ้นในค่า YCbCr โดยต่อสาย Component ไปในเครื่องอ่าน Betacam SP

(รูปที่ 2.14 เทประบบ Betacam SP)

เทประบบ Digital Betacam

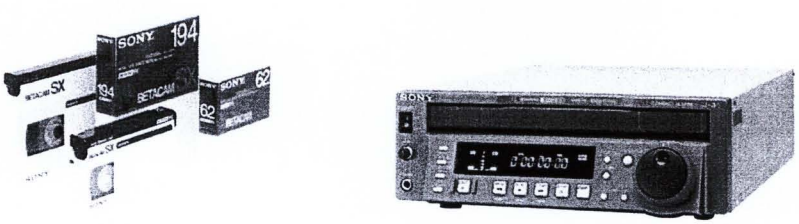
เทประบบ Digital Betacam (D-Beta หรือ Digi-Beta) มีโค้ดสัญญาณแบบ Digital ในระบบ SD และมีค่าของ Luma 10 - bit ในการส่งสัญญาณแบบ SDI ซึ่งให้รายละเอียดมากกว่าแบบธรรมดา



(รูปที่ 2.15 เทประบบ Digital Betacam)

เทประบบ Betacam SX

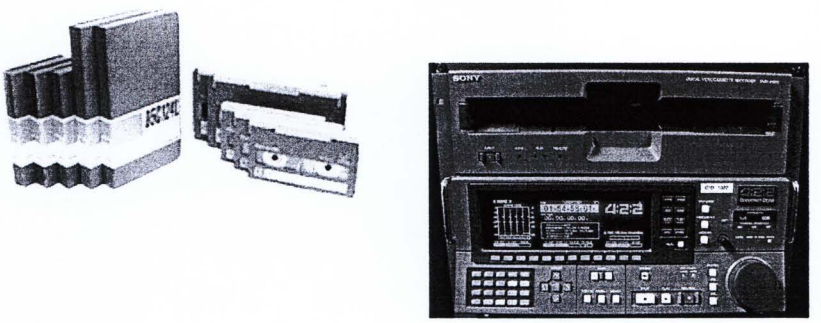
เทประบบ Betacam SX นี้ใช้รูปแบบไฮบริดคือการบีบอัดให้มีพื้นที่เล็กลงโดยใช้โค้ด MPEG - 2 interframe ถูกใช้และพัฒนาโดย Sony เพื่อใช้ในตลาดล่าง แต่คุณภาพยังไม่ทัดเทียมเท่ากับ DV ซึ่งเป็นที่นิยมในตลาดมากกว่า



(รูปที่ 2.16 เทประบบ Betacam SX)

เทประบบ D1

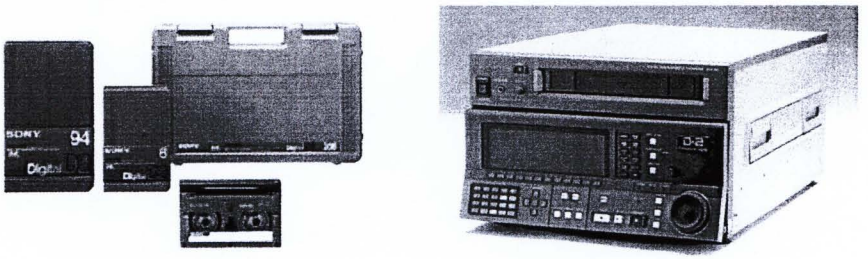
เทประบบ D1 จะไม่มีการบีบอัดมีค่าสีที่ 4:2:2 8 บิตต่อช่องสัญญาณระบบ SD และระบบ D1 มีราคาแพงมากในยุคนั้นและมีคุณภาพที่ดีในระบบ SD ถือได้ว่าเป็นระบบดิจิทัลช่วงแรกๆ ที่ทำได้มีประสิทธิภาพมากในยุคนั้น



(รูปที่ 2.17 เทประบบ D1)

เทประบบ D2

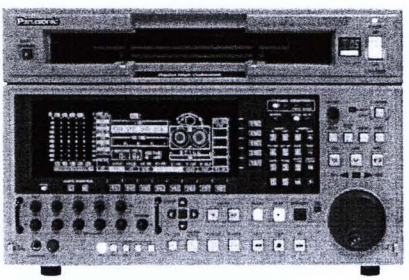
เทประบบ D2 เป็นเรื่องความผิดปกติ ในรูปแบบดิจิทัลที่ส่งสัญญาณคอมโพสิต D2 เป็นเพียงตัวอย่างของรูปแบบคลื่น(Wave Form) ในระบบดิจิทัลเป็นสัญญาณคอมโพสิต นั่นหมายความว่าสัญญาณต้องถูกแปลงเป็นคอมโพสิตเป็นอันดับแรกก่อนที่จะโยนคุณภาพทั้งหมดออกมา แต่ยังคงมีบางส่วนของเทปเหล่านี้ไม่ได้ถูกใช้งาน



(รูปที่ 2.18 เทประบบ D2)

เทประบบ D5

เทประบบ D5 เป็นความพยายามของริษัทพานาโซนิคที่เข้าถึงตลาด D-Beta กับ 10-bit ค่าสีแบบ 4:2:2 เป็นเทประบบเดียวกันแต่ถูกใช้และนิยมมากในระบบ D5 HD มากกว่า



(รูปที่ 2.19 เทประบบ D5)

1.3 การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก สำหรับใช้ในการเผยแพร่ (Delivery Tape)

การบันทึกแบบใช้เทปในการบันทึก สำหรับใช้ในการเผยแพร่ (Delivery Tape) คือ การที่ทำการตัดต่อ แก้ไขข้อมูลภาพเสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำการบันทึกลงเทปเพื่อทำการเผยแพร่ ในสื่อบันเทิงต่างๆ ที่ต้องอาศัยเครื่องเล่นเทป (Tape Playback) ในการอ่านสัญญาณเทปนั้นๆ เพื่อรับชมในคุณภาพที่พอใช้ได้ ไม่ได้ระเอียดเหมือนเทปที่ไว้ใช้สำกรับทำโพสที่ต้องการคุณภาพที่ดีที่สุดของเทป เทปชนิดนี้เป็นเทปที่หาได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป และเป็นที่นิยมของบุคคลทั่วไป เนื่องจากราคาไม่แพงมาก

1.3.1 เทปที่ใช้ในการเผยแพร่ และบันทึกในระบบมาตรฐานวีดีโอ (Standard Definition)

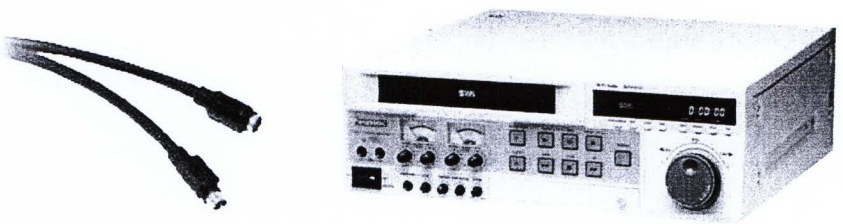
เทประบบ VHS

เทประบบ VHS (Video Home System) เป็นมาตรฐานวิดีโอสำหรับบุคคลทั่วไป ย้อนกลับไปในยุคที่ VHS มีคุณภาพที่ดีจนกระทั่งทำเป็นม้วนวิดีโอดิจิทัลที่สามารถเก็บความยาวได้เกือบ 2 ชั่วโมง ที่มีรายละเอียดอยู่ที่ 320 x 240 VHS มีรายละเอียดของ Luma ไม่ดี จึงส่งผลให้รายละเอียดของ Chroma แย่มากคือมีเม็ดสีเล็กๆรบกวนทั้งภาพ(Noise) แต่ในยุคนั้นเพียงแค่ดูดิจิทัล VHS เพื่อความสนุกสนานอาจไม่ได้สังเกตเห็นว่ารายละเอียดของ VHS แย่มาก มองแค่เนื้อหาของเรื่องที่แสดงบนหน้าจอโทรทัศน์ ผิดจากปัจจุบันที่มองข้ามของเนื้อหาหากมาใส่ใจที่รายละเอียดของภาพมากกว่า จนกระทั่งการเลือกชมต้องชมดิจิทัลที่เป็นระบบ 3D ถึงอยากจะดูดิจิทัล

(รูปที่ 2.20 เทประบบ VHS)

เทประบบ S-VHS

เทประบบ S-VHS (Super - Video Home System) ให้ค่าสีที่อิ่มตัวดีกว่า VHS ผ่านการประมวลผลสัญญาณที่ดีขึ้น S - VHS ไม่ค่อยเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่ถูกนำมาใช้ในการผลิตของ บริษัท และงานแต่งงานที่มีระดับ หรืองานที่ต้องการรายละเอียดสูง S - VHS ให้ที่มีคุณภาพเต็ม



(รูปที่ 2.21 เทป S-VHS)

เทประบบ D-VHS

เทประบบ D-VHS เป็นความพยายามครั้งแรกที่พยายามทำระบบดิจิทัล HD สำหรับบ้านซึ่งนำโดยผู้สร้าง JVC VHS เทคโนโลยีนี้เป็นการพัฒนาของ ATSC และ VHS การส่งสัญญาณ MPEG - 2 ลงในเทป VHS ทำให้คุณภาพถูกปรับเมื่อเข้ารหัส (สามารถจัดการได้ถึง 25 Mbps) และมี RDM ให้ฟรีด้วยการสนับสนุนจาก IEEE 1394/FireWire ดังนั้น MPEG - 2 bitstream อาจจะจับภาพได้โดยตรงหรือ D-VHS นอกจากนี้ยังรองรับการบันทึกข้อมูลที่เข้ารหัสเนื่องจากเป็นเพียงแค่ปั๊มบิต และเครื่องถอดรหัสผ่าน Cable CARD หรือใกล้เคียง

(รูปที่ 2.22 เทป D-VHS)

2. การบันทึกแบบไฟล์ข้อมูลในการบันทึก (File Base)

การบันทึกแบบไฟล์ข้อมูลในการบันทึก (File Base) ต่างจากการบันทึกแบบเทป คือการเข้ารหัสแบบดิจิทัลในรูปแบบของเลขฐานสองคือเลขศูนย์ และเลขหนึ่ง มีการแทนค่าในคณิตศาสตร์เกี่ยวกับอัลกอริทึ่ม (Algorithm) ในการเข้าสูตรเพื่อใช้ในการเข้ารหัส (Encode)สำหรับการบันทึกลงไดรฟ์ แล้วถอดรหัส (Decode) อีกทีในการการตัดต่อ หรือในการรับชมจากสื่อบันเทิงต่างๆ

2.1 การบันทึกแบบใช้ไฟล์ข้อมูลในการบันทึก สำหรับใช้ในการถ่ายทำ (Acquisition Codec)

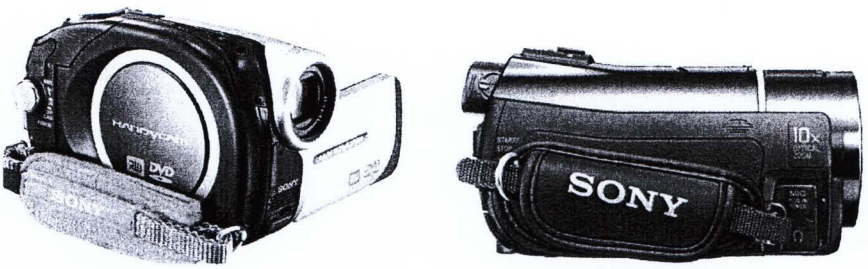
การบันทึกแบบใช้ไฟล์ข้อมูลในการบันทึก สำหรับใช้ในการถ่ายทำ (Acquisition Tape) คือการที่กล้องถ่ายแล้วทำการบันทึกลงไดฟ์ หรือสิ่งบันทึกดิจิทัลชนิดต่างๆ ตามชนิดของกล้องเพื่อเก็บข้อมูลภาพที่ถูกการบันทึก มีทั้งแบบสามารถนำไฟล์ไปใช้ตัดโดยตรงได้เลย และแบบยังไม่สามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการตัดต่อได้ เพราะไฟล์ของกล้องบางชนิดมีโค้ดเฉพาะซึ่งจะต้องมีการแปลงข้อมูลภาพในรูปแบบอื่นๆ ก่อน (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมตัดต่อแต่ละโปรแกรมด้วยว่าสามารถนำไปตัดต่อได้เลยหรือไม่ รองรับโค้ดของกล้องหรือไม่ ซึ่งไฟล์บางชนิดสามารถใช้ในโปรแกรมตัดต่อได้

การใช้ไดรฟ์ในการบันทึกข้อมูลภาพได้ถูกนำมาใช้แทนระบบเทปหรือฟิล์ม ซึ่งมีความสะดวกมากกว่าและไม่มีเรื่องการจำกัดเนื้อที่สำหรับการถ่าย (ขึ้นอยู่กับเนื้อที่ของไดฟ์) และยังสามารถส่งถ่ายข้อมูลได้โดยตรงลงคอมพิวเตอร์หรือฮาร์ดดิสสำหรับการสำรองข้อมูลได้สะดวกและรวดเร็วมากโดยที่ขึ้อยู่กับความเร็วของช่องต่อและความเร็วของคอมพิวเตอร์ (ต่างจากเทปตรงที่เวลาส่งข้อมูลต้องส่งแบบเวลาจริง (Realtime)

2.1.1 กล้องที่ใช้ไดรฟ์ในการบันทึกในระบบมาตรฐานวีดีโอ (Standard Definition)

กล้อง HandyCam

ลักษณะของกล้อง **HandyCam** นั้นเป็นกล้องแบบ Home Video ซึ่งกล้องนั้นมีขนาดเล็กที่เหมาะกับบุคคลทั่วไป มีขนาดคล้ายกล้องดีวี (DV) แต่ลักษณะการบันทึกเป็นแบบ ดีวีดี (DVD) และฮาร์ดดิสจึงสามารถทำให้การบันทึกมีความยาวมากขึ้น ขึ้นอยู่กับความจุของฮาร์ดดิสบางรุ่นสามารถบันทึกได้นานถึง 12 ชั่วโมงเลยทีเดียว รายละเอียดของภาพ 768x576 SD PAL ใช้โค้ด MPEG 2 ในส่วนของ ดีวีดี และในส่วนของ ฮาร์ดิส MP4 ในส่วนใหญ่



(รูปที่ 2.23 กล้อง HandyCAM)

2.3. กระบวนการหลังการถ่ายทำ (Postproduction Workflow)

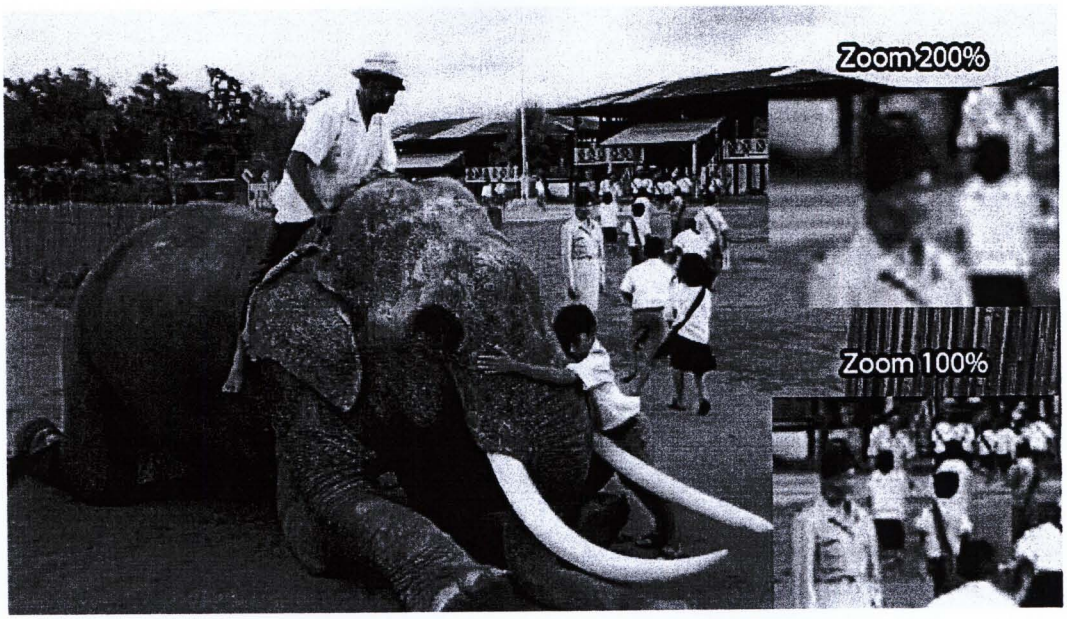
2.3.1 การบันทึกแบบใช้ไฟล์ในการบันทึก สำหรับใช้ในการตัดต่อ (Intermediate Codec)

การบันทึกแบบใช้ไดรฟ์ในการบันทึก สำหรับใช้ในการตัดต่อ (Intermediate Codec) คือการที่นำไฟล์ที่ถูกการบันทึกลงในไดรฟ์ หรือสิ่งบันทึกดิจิทัลชนิดต่างๆ แล้วนำข้อมูลภาพมาใช้สำหรับการตัดต่อได้ทันที

2.3.1.1 ไฟล์ที่ใช้ในการทำโพส และบันทึกในระบบมาตรฐานวีดีโอ (Standard Definition)

บันทึกระบบ DV (Digital Video)

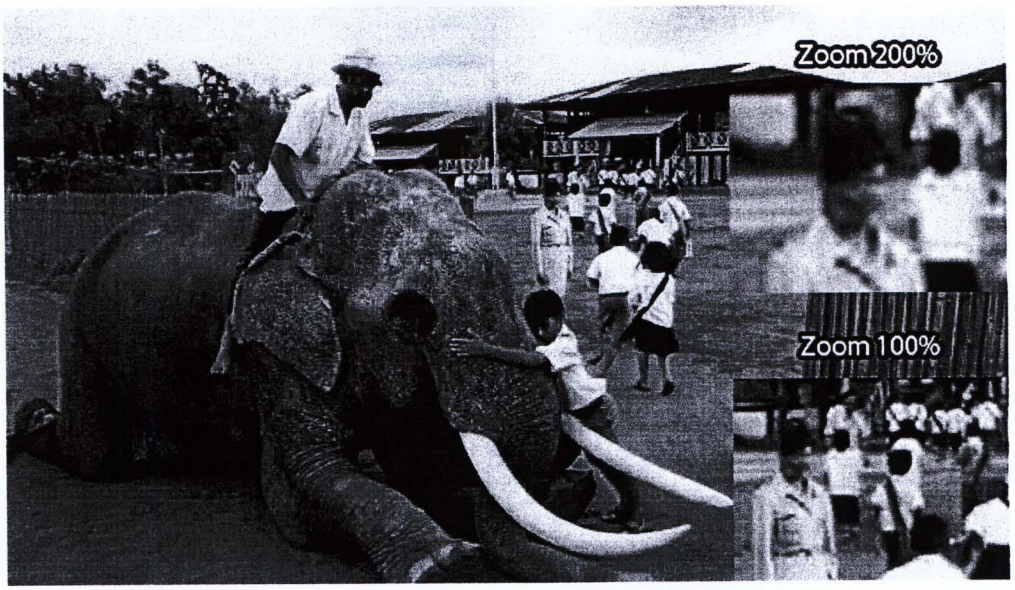
ระบบ DV คือการแปลงสัญญาณ (digitizing) เป็นโค้ดแบบ DV (Digital Video) ซึ่งให้ค่าสี subsampling 4:1:1 และถือว่ามีคุณภาพน้อยมากหากนำไปใช้จริง ส่วนใหญ่มีขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการตัดต่อ และมีความสะดวกในการหาอุปกรณ์ซึ่งมีราคาถูกประกอบกับต้องการให้มีคุณภาพสูงขึ้นอีกสามารถต่อสายสัญญาณแบบ S - Video ไป DV ได้ในกล่องแปลงสัญญาณ



(รูปที่ 2.24 เปรียบเทียบคุณภาพจากไฟล์ที่แปลงเป็นขนาด DV ที่มีค่าบิบอัดสูงมากจึงทำให้ภาพไม่ชัดเท่าที่ควร)

บันทึกระบบ MPEG 1

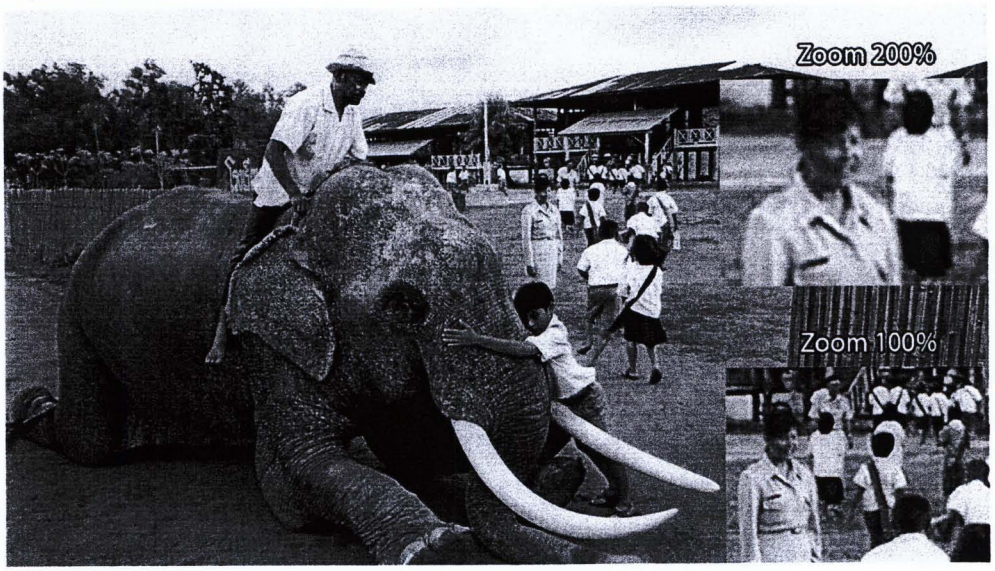
ระบบ MPEG 1 ถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้กับสัญญาณวิดีโอระดับ VHS ที่ใช้อัตราส่งผ่านข้อมูลเพียง 1.5 Mbps ซึ่งสามารถใช้เครื่องเล่น CD ทั่ว ๆ ไป อ่านหรือเขียนข้อมูลสัญญาณลงบนแผ่น CD ได้ แต่บางครั้งเมื่อเล่นแผ่นจะเห็นสัญญาณสีเป็นปื้น ๆ (Blocky) เลอะเป็นแห่ง ๆ เพราะว่าการถอดรหัสสีของระบบ MPEG-1 ยังค่อนข้างหยาบ ทำให้การให้สัญญาณสีที่จุดนั้น ๆ ไม่สามารถกำหนดเป็นสีที่ถูกต้องได้ ถ้าเป็นระบบที่ใช้ฮาร์ดแวร์ (IC-Chip) ช่วยในการถอดรหัส ก็จะแสดงผลได้เต็มจอ แต่ถ้าใช้ซอฟแวร์หรือโปรแกรมในการถอดรหัส ก็จะเล่นได้ชัดแค่ประมาณครึ่งจอ ซึ่งหลาย ๆ ท่านที่เคยใช้ CPU ระดับ 486 คงพอจะจำการแสดงผลของมันได้ อย่างไรก็ตามปัจจุบัน CPU รุ่นใหม่สามารถถอดรหัส MPEG ได้แบบเต็มจออย่างไม่มีปัญหา



(รูปที่ 2.25 เปรียบเทียบคุณภาพจากไฟล์ที่แปลงเป็นขนาด MPEG 1 ที่มีค่าบีบอัดสูงมากจึงทำให้ภาพเบลอ)

บันทึกระบบ Motion JPEG

ระบบ Motion JPEG และตัวแปรต่างๆ (เช่น Media 100 และโค้ด Avid AVR) เป็นที่นิยมสำหรับการเข้ารหัสแบบ intraframe ใน NLEs เป็นเวลาหลายปี และรองรับในการ์ดตัดต่อทุกชนิด และมีคุณภาพดีมีการบีบอัดข้อมูลที่มีเนื้อที่น้อยมากอีกด้วย แต่ข้อเสียคือไม่สามารถให้รายละเอียดสูงเกิน 8 บิต



(รูปที่ 2.26 เปรียบเทียบคุณภาพจากไฟล์ที่แปลงเป็นขนาด Motion JPEG ที่มีค่าบีบอัดสูงจึงทำให้ภาพเบลอนิดๆ)

2.3.1.2 การบันทึกแบบใช้ไดฟ์ในการบันทึก สำหรับใช้ในการฉาย หรือการเผยแพร่ในสื่อดิจิทัลอื่นๆ (Delivery Codec)

สำหรับลักษณะของไฟล์ที่ถูกการบีบอัดเพื่อให้ลงสื่อดิจิทัลสำหรับการฉายนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องยังคงรักษาคุณภาพและรายละเอียดของภาพยนตร์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ในขณะเดียวกันนี้ก็จำเป็นที่จะต้องกำหนดความจุข้อมูลให้น้อยลงไปด้วย จากสาเหตุนี้เองจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับโค้ดแต่ละชนิดที่ต้องใช้เพื่อรองรับกับระบบการฉายประเภทต่างๆ หรือสื่อดิจิทัลรูปแบบอื่นๆ เช่น โรงภาพยนตร์ดิจิทัล สื่ออินเทอร์เน็ต เป็นต้น

การบันทึกแบบใช้ไฟล์ในการบันทึก สำหรับใช้ในการฉายระบบมาตรฐานวีดีโอ (Standard Definition)

ไฟล์ระบบ MPEG 1 (VCD)

ส่วนใหญ่แล้วในโค้ดที่ใช้ในระบบ SD นี้จะนิยมใช้กับรูปแบบของ VCD โดยการเข้ารหัส MPEG1 ซึ่งการแปลงไฟล์จะต้องมีการบีบอัดไฟล์เข้ารหัสเพื่อลดขนาดของวิดีโอที่มีขนาดใหญ่มากให้เล็กลงมา และยังคงให้คุณภาพอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในการทำ VCD ต้องใช้ไฟล์ประเภท MPEG1 ก็จริง แต่ไม่ใช่ว่าจะกำหนดรูปแบบการบีบไฟล์แบบ MPEG1 ยังไงก็ได้ จะต้องมีมาตรฐานในการบีบอัดที่เป็นบรรทัดฐาน เพื่อให้เครื่องเล่น VCD ทุกเครื่องสารมารถเล่นไฟล์วิดีโออย่างไม่มีปัญหา แต่ถ้าวางแผนที่จะเล่นไฟล์วิดีโอนี้บนคอมพิวเตอร์เท่านั้น ก็สามารถกำหนดรูปแบบการบีบอัดที่คุณต้องการได้ คือให้แตกต่างไปจากมาตรฐานได้ดังนั้น จะต้องกำหนดค่ามาตรฐานนี้ให้กับโปรแกรมในการแปลงไฟล์ MPEG หรือบางโปรแกรมก็ได้เตรียมค่ามาตรฐานนี้ หรือเรียกว่า Profile หรือ Template สำหรับการสร้าง VCD ให้เราเลือกใช้อยู่แล้ว ไฟล์วีดีโอระบบนี้สามารถใช้สำหรับการทำ VDO Streaming ได้เนื่องจากคุณภาพของไฟล์มีขนาดเล็ก และรายละเอียดมีน้อยตามไปด้วย จึงเหมาะกับระบบวีดีโอบนอินเทอร์เน็ตที่ต้องใช้ค่า Bandwidth ที่มีในระดับต่ำๆ เพื่อที่จะทำให้การชมภาพยนตร์ทางอินเทอร์เน็ตดูไม่กระตุกอีกด้วย

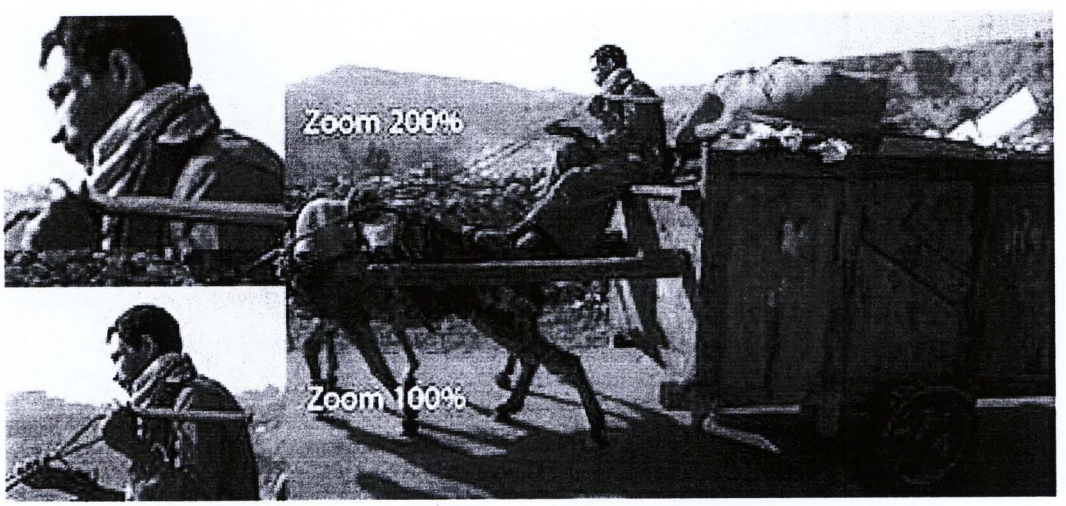
ค่ามาตรฐานของวีซีดี VCD และขนาดภาพ (Resolution)

- PAL 352 x 288

- NTSC 352 x 240

อัตราค่า Bit Rate Video 1150Kbps / Audio 224Kbps

สำหรับคุณภาพของวิดีโอหลังการแปลงเป็น MPEG นั้น ไม่สามารถให้คุณภาพที่ดีได้เท่ากับ VCD ที่มีขายกันอยู่ทั่วไป เนื่องจากอุปกรณ์ที่เขาใช้ มีราคาสูงคุณภาพจึงออกมาดี และคุณภาพของต้นฉบับก็เป็นตัวสำคัญ ถ้าต้นฉบับมีคุณภาพสูง คุณภาพวิดีโอหลังจากแปลงไฟล์ก็มีคุณภาพเช่นกัน แต่ถ้าใช้วิดีโอที่ถ่ายแบบชัดบ้างไม่ชัดบ้าง สั่นไปมา มีสัญญาณรบกวนมาก เช่น มีจุดไข่ปลาเต็มไปหมดนั้นทำให้ VCD มีคุณภาพดีก็เป็นไปได้ยาก อีกเรื่องที่มีปัญหาคือ เมื่อมีการแปลงไฟล์ MPEG นั่นคือเวลาในการทำงานของมัน นานมาก โดยเฉพาะการใช้ซอฟต์แวร์แปลงไฟล์นั้นจะนานมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับ CPU ที่เราใช้ว่ามีความเร็วขนาดไหน นอกจากนี้เรายังสามารถกำหนดระยะเวลาและคุณภาพในโปรแกรมได้ว่า ต้องการให้โปรแกรมทำงานเร็วขึ้น แต่คุณภาพลดลง หรือต้องการแบบมีคุณภาพสูงแต่ต้องใช้เวลานานขึ้น ค่าต่าง ๆ เหล่านี้สามารถปรับแต่งตามความต้องการของคุณได้แต่ถ้าลงทุนใช้ฮาร์ดแวร์ในการแปลงไฟล์ ก็จะทำงานได้เร็วขึ้น อาจจะเป็นแบบ Real Time หรือเร็วกว่า Real Time เสียอีกในการเลือกใช้โปรแกรมแปลงไฟล์ MPEG นั้นปัจจัย 2 อย่างที่ควรคำนึงถึงคือ คุณภาพกับระยะเวลาในการแปลงไฟล์อย่างสมเหตุสมผล โปรแกรมที่ได้รับการยอมรับว่าให้คุณภาพของวิดีโอ MPEG1 ที่ดีสุดอาจจะใช้เวลานานมากก็ได้ ในขณะที่บางโปรแกรมทำงานเร็วมาก เกือบ ๆ เหมือนแบบ Real Time (ต้นฉบับยาวกี่นาที ก็ใช้เวลาเข้ารหัสเวลาเท่านั้น) แต่อาจจะให้คุณภาพไม่ดีได้ต้องทดลองด้วยตัวเอง โดยใช้วิดีโอต้นฉบับยาวหนึ่งนาทีก็พอทดลองหลาย ๆ โปรแกรมดูว่าคุณภาพและเวลาที่ใช้เป็นอย่างไร



(รูปที่ 2.27 เปรียบเทียบคุณภาพจากไฟล์ที่เป็นVCD)

ไฟล์ระบบ MPEG 2 (DVD)

นอกจากระบบ VCD แล้วในมาตรฐาน SD ยังรวมไปถึงระบบของ DVD อีกด้วย ซึ่งมีขั้นตอนการเข้ารหัสที่เหมือนกันแล้วแต่มีการเพิ่มเรื่องคุณภาพ และรายละเอียด รวมทั้งมีฟังชั่นของบรรยายไทย และเสียงภาคต่างประเทศอีกด้วย โดยการเข้ารหัสของ MPEG 2 เป็นระบบบีบอัดข้อมูลที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับอุตสาหกรรมภาพยนตร์โดยเฉพาะ จุดแตกต่างอยู่ที่ว่า การเข้ารหัส/บีบอัดแบบนี้ ก่อนที่คอมพิวเตอร์จะคำนวณผลเพื่อแทนค่าจุดสีต่าง ๆ ในการบีบอัดข้อมูล คอมพิวเตอร์จะแบ่งภาพบนหน้าจอออกเป็นส่วน ๆ และจะไม่ทำการคำนวณเพื่อบีบอัดข้อมูลจากภาพเพียงภาพเดียว แต่จะดูล่วงหน้าไปอีกหลาย ๆ ภาพเป็นกรุ๊ป ๆ ไป กรุ๊ปของภาพชุดหนึ่ง (Group Of Picture) หรือเรียกสั้น ๆ ว่า GOP เป็นการมองภาพครั้งละ 8-24 ภาพ โดยจะดูภาพที่หนึ่งของกรุ๊ปเป็นหลัก จากนั้นก็ทำการเข้ารหัสภาพ แล้วมองไปที่ภาพต่อไปว่ามีความแตกต่างจากภาพแรกที่ไหน จากนั้นก็ทำการเปรียบเทียบแล้วเก็บเฉพาะข้อมูลที่แตกต่างของภาพไว้เฉพาะในเฟรมนั้น และในภาพต่อ ๆ ไปก็จะทำการเปรียบเทียบกับภาพที่ชิดกันแล้วเก็บส่วนต่างเอาไว้ ทำให้ลดจำนวนข้อมูลที่ต้องการเก็บ การส่งถ่าย และ ถอดรหัสลงไปได้มาก

ค่ามาตรฐานของวีซีดี DVD และขนาดภาพ (Resolution)

- PAL 768 x 576

- NTSC 720 x 480

อัตราค่า Bit Rate Video 2500Kbps / Audio 480Kbps

(รูปที่ 2.28 เปรียบเทียบคุณภาพจากไฟล์ที่เป็น DVD)

2.3.4 กระบวนการขั้นตอนหลังการถ่ายทำในระบบดิจิทัล

ส่วนในกระบวนการถ่ายทำในระบบดิจิทัลนั้นจะไม่มีความยุ่งยากเหมือนในระบบฟิล์ม เนื่องจากการถ่ายทำในระบบดิจิทัลจะทำการบันทึกเป็นทั้งไฟล์และเทป โดยจะมีข้อมูลรายละเอียดการทำงานของกล้องดิจิทัลติดมาด้วย หรือที่เรียกว่า "เมตะดาต้า" (Metadata) โดยเมตะดาต้าจะทำการบันทึกข้อมูลรายละเอียดของกล้องอย่างเช่น กล้องปรับค่าแสงเป็นทังสเตน (Tungsten) หรือ เดไลท์ (Daylight) หรือแม้กระทั่งไวท์บาลานซ์ (White Balance) ตามอุณหภูมิของแสง บอกค่าของไอเอสโอ (ISO) เฟรมเรต (Frame rate) องศาชัตเตอร์ (Shutter Degree) ในกล้องบางชนิดที่รองรับเลนส์ที่เป็นระบบดิจิทัลก็จะบอกค่ารูรับแสง (T-Stop, F-Stop) และระยะของเลนส์ (Focal Length) จึงไม่จำเป็นต้องเขียนรายละเอียดมากเหมือนระบบฟิล์ม

การตัดต่อภาพยนตร์เมื่อนำไปเทียบกับการตัดต่อวีดิทัศน์ เช่น รายการโทรทัศน์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันเพราะระบบการถ่ายทำไม่เหมือนกัน ขั้นตอนการตัดต่อจึงแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ฟิล์มภาพยนตร์ต้องผ่านกระบวนการล้างฟิล์ม และพิมพ์ฟิล์ม จากนั้นจึงนำฟิล์มไปตัดต่อ ส่วนวีดิทัศน์ถ่ายทำและนำมาตัดต่อได้ทันทีปัจจุบันวิวัฒนาการของระบบดิจิทัลทำให้การตัดต่อภาพยนตร์มีพัฒนาการที่แตกต่างไปจากเดิมมาก การตัดต่อภาพยนตร์กลับมามีระบบที่เหมือนหรือใกล้เคียงกับการตัดต่อวีดิทัศน์

การตัดต่อภาพยนตร์และวีดิทัศน์ในยุคแรกจะเป็นระบบลิเนีย (Linear Editing) ซึ่งมีลักษณะเปรียบได้กับการก่ออิฐเพื่อสร้างบ้านสักหลัง ถ้าก่าอิฐสูงเป็นผนังห้องเกือบเสร็จตามขั้นตอน ถ้าเจ้าของบ้านต้องการปรับเปลี่ยนขยายหรือลดขนาดผนัง จำเป็นต้องทุบเพื่อรื้อผนังที่ก่อไปแล้วและก่ออิฐขึ้นมาใหม่ เช่นเดียวกับการตัดต่อในระบบลิเนียเอดดิติ้ง เมื่อต้องการลดหรือเพิ่มภาพระหว่างตัดต่อ จำเป็นต้องมีการรื้อภาพเพื่อตัดต่อใหม่ การตัดสินใจและความแม่นยำของผู้ตัดต่อจึงนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญ คือต้องคิดอย่างรอบคอบก่อนการตัดต่อทุกครั้ง ซึ่งในความเป็นจริงไม่อาจเป็นไปได้เสมอ เพราะระหว่างการตัดต่อมักเกิดแนวคิดใหม่ ซึ่งต้องเพิ่ม ลด หรือสลับภาพอยู่เสมอ ด้วยเหตุนี้จึงมีการคิดค้นการตัดต่อในระบบใหม่ที่เรียกว่า การตัดต่อนอนลิเนีย (Non-linear Editing) ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับระบบดิจิทัลที่นำมาใช้ควบคู่กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

2.3.4.1. การแปลงไฟล์ข้อมูลสำหรับออฟไลน์ (Offline Transfer)

การแปลงข้อมูลภาพและเสียงเข้าสู่ระบบดิจิทัล (Digitize)

ระบบนี้เริ่มมาจากระบบฟิล์มคือการ Digitize หมายถึง การถ่ายทำมาด้วยระบบฟิล์มแล้วนำไปล้างฟิล์มเสร็จแล้วนำไปตัดต่อในโปรแกรมจำพวก NLE (None Linear : โปรแกรมตัดต่อในระบบดิจิทัล เช่น Premiere, Avid, FinalCut Pro, Vegas) ในระบบฟิล์มเราต้องทำการ Telecine ก่อนเพื่อเปลี่ยนข้อมูลภาพทั้งหมดที่ล้างฟิล์มมาเป็นระบบดิจิทัลลงใน เทป BETA, MiniDV, HD แล้วมีการทำ Edge Code หรือ Time Code Number ตามขอบฟิล์มเพื่อจะให้เวลาในระบบฟิล์มกับระบบดิจิทัล ตรงกันเพื่อการย้อนกลับไปใช้ฟิล์มอีกครั้งในขั้นตอน Conform เพื่อไปตัด Negative ในขั้นตอนการแก้สีต่อไปในส่วนของระบบฟิล์ม

ระบบ Off Line ในระบบดิจิทัลนั้นคือ การแปลงไฟล์ (Convert) คือการที่ไม่ตัดต่อไฟล์ต้นฉบับโดยตรงเนื่องจาก Codec พวกนี้มันเป็น Acquisition Codec หมายความว่าเป็น Codec ที่โดนบีบอัดสำหรับการถ่าย เพื่อให้กล้องมีความสามารถในการบันทึกได้ในขณะถ่ายอยู่และสามารถเก็บรายละเอียดให้ได้มากที่สุด เช่น MXF, HDCAM, AVCHD, MP4(H264),R3DXDCAM, HDV, DVCProHD ถ้าหากจะตัดต่อโดยใช้ไฟล์ Codec นี้โปรแกรมตัดต่อต้องทำการ เข้ารหัส (Encode) ถอดรหัส (Decode) ตลอดเวลาหากมีการขยับ Timeline หรือการ Trimming ต้องคอยเรนเดอร์ (Render) ตลอดเวลาหรือเล่นแบบกระตุกไม่ต่อเนื่อง ซึ่งต้องอาศัยเครื่องที่มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูงเพื่อมาใช้ในการประมวลผลข้างต้นนี้เขาจึงต้องทำการแปลงไฟล์เป็นไฟล์ Codec ที่เหมาะกับโปรแกรมนั้นๆ เพื่อให้โปรแกรมตัดต่อให้สามารถเล่นได้ต่อเนื่องได้แม้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีประสิทธิภาพต่ำก็ตาม เนื่องจากไม่ต้องมีการ เข้ารหัส (Encode) ถอดรหัส (Decode) อีก เช่น Avid จะทำการแปลงไฟล์เป็น OMF, MXF, Final Cut Pro จะทำการแปลงเป็น Prores, Vegas จะทำการแปลงเป็น AVI, MPEG แล้วสุดท้ายต้องการกลับไปใช้ไฟล์ต้นฉบับต้องทำการ Conform หรือการ Reconnect กับไป Online อีกครั้ง ถ้าหากไม่ใช้โปรแกรมตัดต่อ Conform เพราะต้องไปแก้สีในโปรแกรมอื่นๆ ต้องทำ EDL, XML ออกไปเพื่อให้ Cutting ตรงกันกับที่ตัดต่อเอาไว้ พอเรียกใช้ไฟล์ต้นฉบับลำดับการตัดต่อจะได้ตรงกัน

2.3.4.2. การตัดต่อแบบดิจิทัล (Digital Editing)

การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการตัดต่อในระบบนอนลิเนีย (Non-linear Editing – NLE) คือการนำผลงานภาพยนตร์มาแปลงสัญญาณสู่ระบบดิจิทัล และป้อนข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกว่า การดิจิไทซ์ (Digitize) เพื่อนำไปสู่การตัดต่อ

ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีให้เลือกใช้หลายโปรแกรม เช่น Avid, Media 100, Premier เป็นต้น การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลทำให้การเลือกภาพและเสียงมีความง่าย สะดวก และรวดเร็ว เมื่อไม่พอใจจะตัดภาพออกหรือเพิ่มภาพและเสียงลงในช่วงใดก็สามารถทำได้ทันที เหมือนการพิมพ์งานผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะตัดออกหรือเพิ่มใส่เข้าไปใหม่ทำได้ในทันทีไม่มีผลกระทบต่องานที่พิมพ์ไว้ก่อนล่วงหน้า การตัดต่อภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลจึงได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

2.3.4.3. การทำออนไลน์ (Online Conform)

การตัดต่อระบบออฟไลน์ (off line) และการตัดต่อระบบออนไลน์ (on line)

การตัดต่อระบบออฟไลน์ (off line) และการตัดต่อระบบออนไลน์ (on line) คือ รูปแบบการตัดต่อเบื้องต้นของระบบวีดิทัศน์ซึ่งเริ่มต้นจากการตัดต่อภาพและเสียงในระบบออฟไลน์ โดยการนำภาพและเสียงที่ผ่านการถ่ายทำมาแล้ว นำมาตัดต่อลงเทปอีกม้วน เรียกว่า เทปเร็คคอร์ด (record) หลังจากนั้นจึงไปผ่านการตัดต่อในระบบออนไลน์ คือ การนำภาพและเสียงที่ตัดต่อแล้วจากระบบออฟไลน์ มาถ่ายลงในเทปต้นฉบับที่เป็นต้นฉบับ (master tape) ซึ่งควรเป็นเทปที่มีคุณภาพดี เพราะต้องเก็บไว้เป็นเทปต้นฉบับสำหรับนำไปเทียบเพื่อตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟต่อไป ในขั้นตอนของการตัดต่อในระบบออนไลน์ อาจมีการทำเทคนิคพิเศษต่าง ๆ จากโปรแกรมการตัดต่อระบบดิจิทัล ความก้าวล้ำทันสมัยของระบบดิจิทัลในปัจจุบันทำให้การตัดต่อเน้นไปที่ระบบออนไลน์ซึ่งตัดต่อภาพและเสียงพร้อมกำหนดการเชื่อมภาพหรือเทคนิคพิเศษที่ต้องการตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการตัดต่อภาพยนตร์กำหนดไว้

2.3.4.4. การทำเอฟเฟค (Visual Effects)

การทำเอฟเฟค (Visual Effects) เป็นขั้นตอนการทำงานเหมือนกันทั้งสองระบบ คือ เป็นการส่งข้อมูลภาพไปทำเอฟเฟคต่างๆ เช่น การสร้างไฟ ควัน หมอก ฟ้าผ่า น้ำ ฝน หรือแม้กระทั่งการทำ ซีจีไอ (CGI : Computer Generated Imagery) ที่ทำระบบคอมพิวเตอร์สามมิติ การจำลองสถานที่ โดยใช้ระบบดิจิทัลในการสร้างเอฟเฟค เช่น โปรแกรมมายา (Maya) ทรีดีแม็กซ์ (3D Max) แล้วทำการรวมภาพกับเอฟเฟค ในโปรแกรมคอมโพสิต (Composite) อย่าง อาฟเตอร์เอฟเฟค (After Effect) คอมบัสชั่น (Combustion) เฟรม (Frame) รวมทั้งการแทรกกิ้ง (Tracking) ในการคำนวณค่าการเคลื่อนไหวของกล้องเพื่อให้ภาพต้นฉบับสอดคล้องกับเอฟเฟคที่สร้างและจำลองขึ้นมา แล้วนำภาพออกไปเป็นอิมเมจซีเควน (Image Sequence) อย่าง DPX, TIFF, Taga ส่งไปยังขั้นตอนการแก้ไขสีต่อไป

2.3.4.5. การแก้ไขสี (Color Timing or Color Correct)

การแก้ไขสี (Color Timing or Color Correct) เป็นขั้นตอนการทำงานเหมือนกันทั้งสองระบบ คือ การแก้ไขสีในขั้นตอนนี้เป็นการแก้ไขจากไฟล์ข้อมูลดิจิทัล โดยสามารถใช้โปรแกรมที่มีความสามารถสูงอย่างเช่น ดาวินชี่ (Davinci) และโปรแกรมระบบกลางที่ไม่ต้องการระบบที่ซับซ้อนมากอย่างระบบฟิล์ม เพียงแค่ใช้คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันก็สามารถลงโปรแกรมได้แล้ว ซึ่งก็สามารถทำได้แบบรีลไทม์ (Realtime) และเห็นผลของสีได้อย่างละเอียดชัดเจนใกล้เคียงกันกับเครื่องที่มีความสามารถสูงได้เช่นกัน โดยมีเครื่องมือการแยกค่าสี (RGB Hue) ความอิ่มตัวของสี (Saturation) ความสว่าง (Luminance) ปุ่มบังคับค่าสี (Color Control) เวคเตอสโคป (Vector Scope) เวฟฟอร์ม (Wave Form) ฮีสโตแกรม (Histogram) แกมม่า (Gamma) หลังจากที่ทำการแก้ไขสีเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะทำการบันทึก ซีดีแอล (CDL : Color Decision List) เป็นค่ารายละเอียดของสีที่ทำการแก้ไขแล้ว เพื่อส่งไปที่ขั้นตอนการรวมภาพ ภาพยนตร์บางเรื่องยังต้องการที่ใช้ระบบฟิล์มในการถ่ายทำอยู่แต่ในระบบการฉายในโรงภาพยนตร์มีทั้งสองระบบคือ ระบบฟิล์มกับระบบดิจิทัล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำเผื่อไว้ทั้งสองระบบ

2.3.4.6. การนำออกสู่ระบบการฉาย

1. การนำออกสู่ระบบฉายในระบบฟิล์ม

- การเปลี่ยนดิจิทัลเป็นฟิล์ม (Film Output) เป็นขั้นตอนหลังจากที่ทำการตัดต่อแก้ไขสีเสร็จเรียบร้อยแล้วทำกระบวนการเปลี่ยนจากระบบดิจิทัลเป็นระบบฟิล์มเพื่อที่จะทำการตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟ และการคอนฟอร์มในขั้นตอนต่อไป

- การทำฟิล์มเนกาทีฟ เป็นต้นฉบับ (Master Negative)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบ (Anser Print)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบ (Anser Print) เป็นขั้นตอนเหมือนกันกับระบบฟิล์ม คือการนำฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับที่ผ่านการตัดต่อตรงตามการตัดต่อในระบบดิจิทัลไปผ่านการพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบภาพยนตร์ ผลจากการตรวจสอบฟิล์มทำให้รับรู้ถึงความสมบูรณ์หรือความบกพร่องของการถ่ายทำภาพยนตร์ทั้งเรื่อง เช่น บางฉากแสงโดดไม่เท่ากันจะแก้ไขแสงระหว่างการพิมพ์ฟิล์มรีลีสพรินต์ หรือต้องถ่ายทำใหม่ในลักษณะถ่ายซ่อม การพิมพ์ฟิล์มเพื่อการตรวจสอบจึงเป็นสิ่งสำคัญก่อนนำไปสู่การพิมพ์ฟิล์มต้นฉบับเพื่อฉายโรง

- การรวมภาพเสียง และคำบรรยายภาษา (Contact Print)

การตัดต่อผสมเสียง (Mixing) คือการนำภาพและเสียงของภาพยนตร์ที่ห้อนข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์มาตัดต่อผ่านโปรแกรมที่ใช้ในการตัดต่อภาพยนตร์ การตัดต่อเสียงนั้นนอกจากจะตัดซิงก์ระหว่างภาพและเสียงได้แล้ว ยังสามารถผสมเสียงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น เสียงสนทนา เสียงดนตรี หรือเสียงบรรยากาศ เป็นต้น การตัดต่อผสมเสียงภาพยนตร์จึงเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของเสียงที่นำมาประกอบในแต่ละฉากของภาพยนตร์ ซึ่งทำไปพร้อมกันได้ในระหว่างการตัดต่อภาพยนตร์ด้วยระบบดิจิทัล

การทำคำบรรยาย (Subtitle) คือการทำคำบรรยายภาษาในแต่ละประเทศนั้นๆ เพื่อทำการยิงผ่านลงไปที่ฟิล์มเพื่อให้เกิดคำบรรยายลงไปเป็นเนื้อเดียวกันกับฟิล์มที่จะนำออกไปฉาย

- การเปลี่ยนฟิล์มเนกาทีฟเป็นฟิล์มโพสิทีฟสำหรับการฉาย (Positive Film for Screening)

การพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์เพื่อการฉายเผยแพร่ (Release Print)

การพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์เพื่อการฉายเผยแพร่ (Release Print) คือ การนำเส้นภาพและเสียงที่ผ่านการตัดต่อจากฟิล์มเวอร์กพรินต์ นำมาเป็นแม่แบบสำหรับการตัดต่อฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับ เรียกการตัดต่อฟิล์มต้นฉบับนี้ว่า ฟิล์มเนกาทีฟคัตติ้ง (negative cutting) หรือคอนเฟิร์มมิ่ง (conforming) โดยใช้หมายเลขขอบฟิล์ม (edge number) ของฟิล์มเวอร์กพรินต์ เป็นตัวนำการตัดต่อให้ตรงกับฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับ แล้วนำภาพจากฟิล์มภาพยนตร์ที่ผ่านการตัดต่อแล้วพร้อมเส้นเสียงที่ผ่านการผสมเสียงเป็นเส้นเดียวลงบนเส้นเสียงออปติคัล เข้าสู่กระบวนการพิมพ์ฟิล์มทำให้ภาพและเสียงรวมอยู่บนแผ่นฟิล์มเดียวกัน พร้อมนำฟิล์มภาพยนตร์ไปฉายเผยแพร่ในโรงภาพยนตร์และจัดจำหน่ายต่อไป เราเรียกการพิมพ์ฟิล์มภาพยนตร์ในขั้นตอนสุดท้ายนี้ว่า รีลิสพรินต์ (release print)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อฉายในโรงภาพยนตร์ (Release Print)

การพิมพ์ฟิล์มเพื่อฉายในโรงภาพยนตร์ (Release Print) เป็นขั้นตอนเหมือนกันกับระบบฟิล์ม คือการพิมพ์ฟิล์มจากฟิล์มเนกาทีฟต้นฉบับที่ภาพและเสียงผ่านการตรวจสอบแล้วว่าเหมาะสมสำหรับฉายให้ผู้ชม การพิมพ์ฟิล์มเพื่อฉายในโรงภาพยนตร์หรือเรียกว่า ฟิล์มรีลีสพรินต์จะถูกพิมพ์หลายสำเนาเพื่อนำไปฉายตามโรงภาพยนตร์ซึ่งมีจำนวนหลายแห่ง

2. การนำออกสู่ระบบการฉายในระบบดิจิทัล (Digital Output)

- การรวมภาพเสียง และคำบรรยายภาษา (Finishing)

ในกระบวนการหลังการถ่ายทำนั้นได้มีการถ่ายทำทั้งสองระบบ คือระบบฟิล์มและระบบดิจิทัลดังนั้นจึงมีขั้นตอนบางอย่างที่ใช้ร่วมกันอยู่โดยมีภาพประกอบกระบวนการการทำงานของขั้นตอนดังน

2.3.5 กระบวนการทำดิจิทัลอินเทอร์มีเดียต (Digital Intermediate)

เครื่อง IMAGICA IMAGER XE film scanners มีการแปลงจากฟิล์ม 35 มม. เป็น 10 บิต RGB ค่า Data rate จะมีการคำนวนข้อมูลภาพ ใน 1 เฟรม ต่อ 4 วินาที จะมีจำนวน 2000 เส้น (ความละเอียดที่ 2k) และสามารถดับเบิ้ลเฟรมไปเป็น ความละเอียดที่ 4k ได้ ซึ่งเจ้าอุปกรณ์ EFILM กับ เครื่องบันทึกเลเซอร์ 13 Arri สามารถจบกระบวนดิจิตอล กลับมาเป็นฟิล์มได้อย่างดี

เครื่อง Arri เลเซอร์ ทำให้เราสามารถสแกนฟิล์มเปลี่ยนเป็นดิจิทัลได้ ทำให้สามารถจบกระบวนการของฟิล์มได้รวดเร็ว และพร้อมสู่การนำฟิล์มเนกาทีฟไปปริ๊นในทันที โดยปกติแล้วนั้นวัสดุพวกนี้จะมาในรูปแบบวีดิโอ Format เจ้าเครื่องสแกนนี้เอง สามารถทำให้เราทำงานร่วมกับฟิล์มได้ อีกทั้งเรายังสามารถปรับปรุงสี ลดสัญญาณรบกวนต่างๆได้ เครื่อง บันทึกเลเซอร์ 13 Arri ของเรานี้สามารถทำกระบวนการเนกาทีฟแล้วพร้อมนำไปปริ๊นกับจัดจำหน่ายได้ทันที นอกจากนี้ยังมีภาพยนตร์ฟอร์มยักษ์ เช่นเรื่อง Spykids 2 ที่ได้นำ ที่ได้มาในเทป HDCAM 24p มาทำการสแกนและก็จบลงด้วยกระบวนการ Release ปริ๊น

บริษัท EFILM มีข้อได้เปรียบจากการตัดสินใจเกี่ยวกับเครื่องสแกน ซึ่งหลังจากห้าปีบริษัทเอกชนที่ เป็นเจ้าของยักษ์ใหญ่ปล่อยเช่ากล้อง Panavision หนึ่งปีภายหลัง บริษัท Deluxe ร่วมหุ้นห้องปฏิบัติการร้อยละ 20 ของ EFILM ในปี 2004 และ Deluxe เอาไปกรรมสิทธิ์ของบริษัทไปใช้ในเวลาต่อมา และได้ผลกำไรความสำคัญจริงๆแล้วที่เราต้องมุ่งคือ การที่พัฒนาปรับปรุงห้องแล็บ กระบวนการทางเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา กระบวนการหลังจากการบันทึกภาพนั้นเราจะทำอย่างไรให้ตรงกับคุณภาพของภาพมากที่สุด ซึ่ง ณ จุดนี้เอง เราได้มีการพัฒนาพยายามปรับปรุงให้เป็นแบบระบบ ดิจิทัล หรือเรียกว่า การทำ DI (Digital Intermediate) (Brian Mckernan , 2005)

2.3.6 การสแกนภาพจากฟิล์มเป็นข้อมูลดิจิทัล (DI : Digital Intermediate)

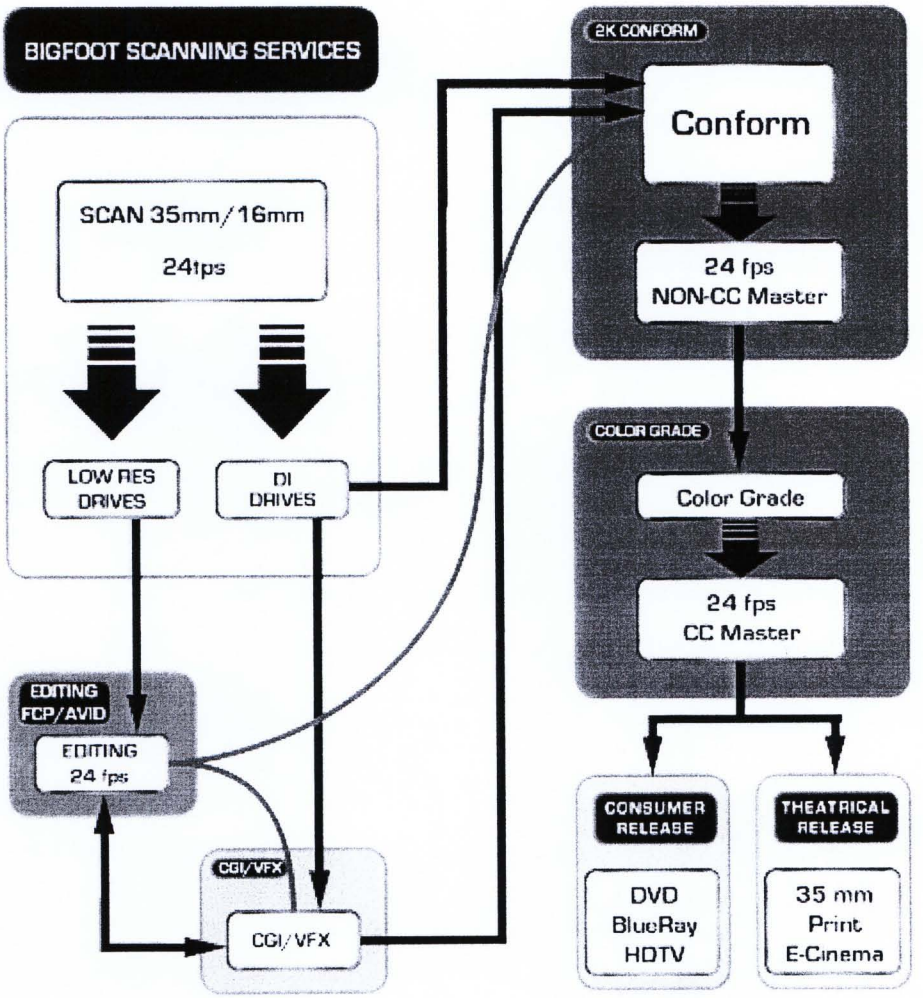
ในขั้นตอนระหว่างการสแกนฟิล์มและบันทึกค่าของสีนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดคงอยู่ที่กระบวน DI กระบวนทำ Color Grading ซึ่งในสมัยก่อนนั้น ถือว่าเป็นเรื่องยาก กระบวนของดิจิทัลให้ระบบสีที่แม่นยำกว่า จากเครื่องมือที่มันสมัยมีความสามารถในการแยกแยะสีหรือเรียกว่า "หน้าต่าง" (Window) สามารถทำสีเฉพาะพื้นที่ของภาพและปรับเปลี่ยนสีได้ ซึ่งหน้าที่เหล่านี้จะเป็นของ ตำแหน่งคัลเลอร์ริสต์ (colorlist) ในปัจจุบันก็มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมรูปแบบเหล่านี้ ออกเป็นการทำสีหลายๆสไตล์ เช่น ปี 2004 ภาพยนตร์เรื่อง Van Helsing เป็นต้น

ห้องแล็บ EFILM สำหรับการแก้สี จะต้องมีอุปกรณ์ เช่น Silicon Graphics ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ ที่สามารถทำงานควบคู่กับการเข้าระบบสีด้วยซอฟแวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเช่น ColorFront ได้

สิ่งที่เป็นจุดแข็งสำหรับ EFILM ของเรานั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการทดลองอุปกรณ์เกี่ยวกับการทำสี เพื่อทำความเข้าใจในระบบของมัน ซึ่งนั่นเขาได้ทำการพัฒนาแล้วทำมันออกมาเรียกว่า Look up table แปลว่าผลของการผลิตไม่ว่าจะเป็นการทำสีหรือ กระบวนการ DI ทั้งหมดก็ตาม ซอฟแวร์และฮาร์ทแวร์ในการทำการแสดงผลนั้น เช่น เครื่องดิจิทัล DLP หรือเครื่องฉาย ฟิล์ม 35 มม. นั้น เราสามารถปรับเปลี่ยนโปรเจคเตอร์การปรับปรุงซอฟแวร์อื่น ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าสิ่งที่คุณเห็นในแบบดิจิทัล หน้าจอคือสิ่งที่คุณจะเห็นในภาพยนตร์เหมือนกันกับสิ่งที่เราทำในห้องแล็บก่อนส่งไปฉาย นั่นคือเป้าหมายของเรา สรุปคือ ทั้งกระบวนการทางห้องแล็บกับกระบวนการฉายสีที่ได้แสดงผลบนจอภาพยนตร์ จะต้องตรงตามความเป็นจริงที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่กระบวนในห้องแล็บจนถึงกระบวนการฉาย

เมื่อความละเอียดที่ 2k นั่นคือข้อตกลงในเรื่องของความคมชัด ภาพดี สีดี มีผลต่อผู้ชมภาพยนตร์เวลาฉาย ซึ่งการดูภาพจากเครื่องโปรเจคเตอร์ดิจิทัลระดับ 2k เมื่อเทียบกับฟิล์ม ดิจิทัลย่อมมีความคงที่มากกว่า ทุกสิ่งเหล่านี้เมื่อวเลาผ่านไปผู้กำกับคงจะหันมาใช้ระบบดิจิทัลกันมากขึ้น

ระบบ DI (Digital intermediate) ไม่เพียงแต่ความสามารถในเรื่องของการจัดการระบบสีเท่านั้น ในวงการภาพยนตร์ส่งผลถึงการเริ่มเปลี่ยนระบบ Workflow กันมากขึ้น บุคลากรในวงการภาพยนตร์ต่างก็เริ่มที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการของดิจิทัล ไฟล์ดิจิทัลที่มีความละเอียดสูงก็มีเช่น ระดับ 2k, 3k จนถึง 4k แต่ไฟล์เหล่านี้ไม่สามารถนำเอาไปทำระบบออนไลด์ได้



(รูปที่ 2.29 ภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการสแกนภาพจากฟิล์มเป็นข้อมูลดิจิทัล (DI : Digital Intermediate))

ภาพยนตร์จะต้องเสร็จสมบูรณ์ในกระบวนการการทำระบบ DI ของภาพยนตร์เรื่องแรกคือเรื่อง We were soldiers (2002) ใช้เครื่องดิจิทัลในระบบ 2k เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ของการทำระบบสีในเรื่องนี้มาจาก แพตฟอร์มที่มาจากซอฟแวร์ ตั้งแต่การสแกนฟิล์มไปจนถึงกระบวนการแก้สี กระบวนการของมันเป็น 2k อย่างแท้จริงไม่มีลดทอนคุณภาพ ในความจริงแล้วฟิล์มคุณภาพของมันเมื่อได้รับ โอเวอร์แซมปริ้ง คุณภาพอยู่ที่ 4k แต่เราต้องการคุณภาพที่ 2k ซึ่งเจ้าเครื่องสแกนในระบบดิจิทัลนี้ทำให้เรามั่นใจในเรื่องของคุณภาพและมันก็ไม่มีปัญหาในเรื่องของการจัดเก็บข้อมูลที่เมื่อก่อนเป็นอุปสรรคในการเก็บข้อมูลที่มากขึ้นอย่าง 4k ปัจจุบันมันได้รับการแก้ไขและพร้อมใช้งานแล้ว

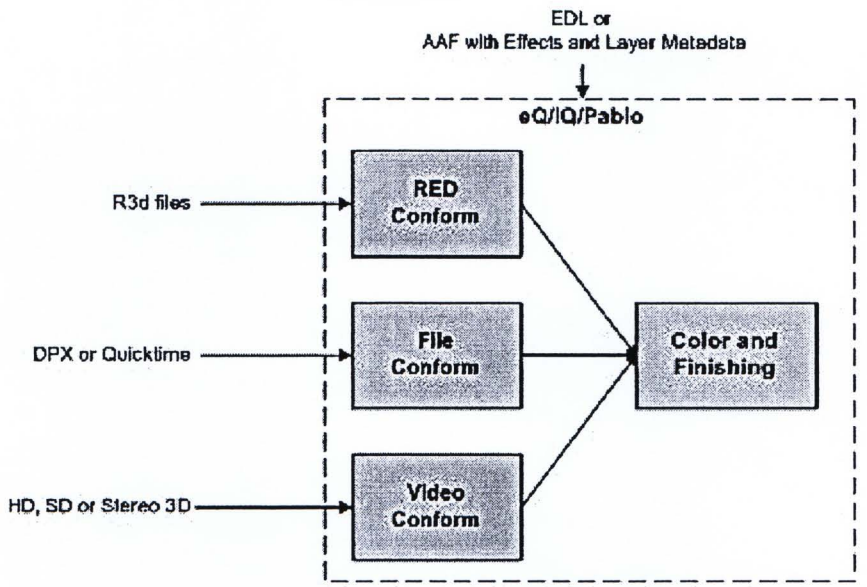
ในการที่จะสร้างคุณภาพของภาพที่ระดับ 2k นั้น โดยปกติฟิล์มคุณภาพจาก 4k จะทำการลดขนาดให้เหลือ 2k ในกระบวนการสแกนซึ่งเรียกว่าการดาวน์แซมเปิ้ล (Down Sample) หากจะกล่าวคือ ทำอย่างไรก็ตามที่เมื่อลดคุณภาพมาที่ 2k แล้วสามารถกลับไปที่ 4k ได้ในลักษณะคุณภาพยังเท่าเดิม และสิ่งเหล่านี้ระบบดิจิทัลสามารถตอบสนองได้อย่างดีในปัจจุบัน และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเยอะ

2.3.7 การนำข้อมูลภาพที่ทำการเปลี่ยนแปลงไว้ใช้สำหรับตัดต่อกลับมาใช้ข้อมูลภาพต้นฉบับเพื่อใช้ในการทำการแก้ไขสี (Conforming)

ในปัจจุบันนี้มีซอฟแวร์ช่วยในเรื่องของการ Conform เราใช้ อีดีแอล (EDL : Edit Decision List) เข้ามาในการตัดต่อภาพยนตร์ อย่าลืมว่าภาพยนตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจนถึงนาทีสุดท้ายก่อนฉาย แต่เราก็สามารถนำกระบวนการดิจิทัลเข้ามาช่วยได้

สิ่งที่เกี่ยวข้องในการผลิตภาพยนตร์ก่อนนำออกฉายในโรงภาพยนตร์ดิจิทัลนั้นผลตอบรับของผู้ชมก็มีส่วนสำคัญ EDL ก็เช่นเดียวกัน เราต้องสามารถผ่านกระบวนการที่ถูกต้องได้เพื่อผลงานที่ดี และนี่ก็คือการพัฒนาอุตสาหกรรมภาพยนตร์ที่ใหญ่หลังจากที่พวกเราทำ Workflow กระบวนการสแกนดิจิทัลที่มีความละเอียดสูง เมื่อเราดำเนินการเสร็จเกี่ยวกับระบบ DI โดยทั่วไปเราจะกลับไปสู่ระบบ HD ส่งต่อให้กับลูกค้าแบบ NTSC ไม่เพียงแต่สตูดิโอเท่านั้น แต่กับโรงภาพยนตร์หรือโรงฉายดิจิทัลเราทำแบบเดียวกัน

แนวโน้มอีกอย่างหนึ่งคือ การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของระบบดิจิทัล ถ้าเป็นเมื่อก่อนการ Conform ในกระบวนการสร้างภาพยนตร์ปกติแล้ว กระบวนจาก Negative ไป Interpositive ได้สูญเสียคุณภาพไปแล้วระดับหนึ่งสังเกตได้ในตอนฉายในโรงภาพยนตร์ แต่ปัจจุบันระบบดิจิทัลยังคงเดิม และนี่คือสิ่งทางสตูดิโอมองเห็นความแตกต่างและนี่มีส่วนสำคัญในการตัดสินใจเกี่ยวกับราคาต่อการ Conform นอกจากนั้นในแผนการดำเนินงานของเราคือการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัลที่มีความละเอียดสูงในระบบคอมพิวเตอร์สำหรับลูกค้าที่ต้องการได้เสมอ ซึ่งองค์ประกอบภาพยนตร์ รวมไปถึงโรงภาพยนตร์ดิจิทัลเป็นธุรกิจอันยิ่งใหญ่ในความเป็นจริงที่เราคิดว่ามันอาจจะใหญ่กว่าทุกอย่างอื่นที่เราได้ที่อธิบาย



(รูปที่ 2.30 ภาพแสดงขั้นตอนการนำข้อมูลภาพทีทำการเปลี่ยนแปลงไว้ใช้สำหรับตัดต่อกลับมาใช้ข้อมูลภาพต้นฉบับเพื่อใช้ในการทำการแก้ไขสี (Conforming))

3. แนวคิดการจัดการเทคโนโลยีในองค์กร (Technology Management in Organization)

ในช่วงทศวรรษ 1980-1990 นี้ เทคโนโลยีมีบทบาทมากขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้เพราะความสำเร็จหรือ ล้มเหลวของธุรกิจและองค์กรขึ้นอยู่กับการตัดสินใจทางด้านการจัดการเทคโนโลยี อีกทั้งต้นทุนในการดำเนินธุรกิจก็มีความสัมพันธ์กับความต้องการเทคโนโลยีขององค์กรด้วย

Ure E. Gattiker (1990) ได้อธิบายถึงลักษณะธรรมชาติของนวกรรมในการจัดการเทคโนโลยีในองค์กร (Technology Management in Organization) ว่าในการทำความเข้าใจการจัดการเทคโนโลยี ความสำเร็จหรือความล้มเหลวขององค์กรในด้านนี้นั้น เราต้องเข้าใจบริบทหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบ ๆ ซึ่งก็คือ องค์กร (Organization) และกระบวนการ (Process) จำเป็นต้องใช้นวกรรมซึ่งอำนวยความสะดวก การยอมรับเทคโนลียีใหม่ และเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการปลี่ยนแปลงองค์กร (Technology- induced organization change) การที่องค์กรรับเอานวกรรมเข้ามาโดยปราศจากการยอมรับจากภายในจะนำไปสู่ความล้มเหลว บริษัทหรือหน่วยงานใดที่ขาดโครงสร้างกระบวนการผลิตและบุคลากรที่เหมาะสม จะไม่สามารถผสานนวกรรม องค์กร หน่วยงาน และการวางแผนผลผลิต เข้าด้วยกันได้ (พรรณี สวนเพลง, 2552)

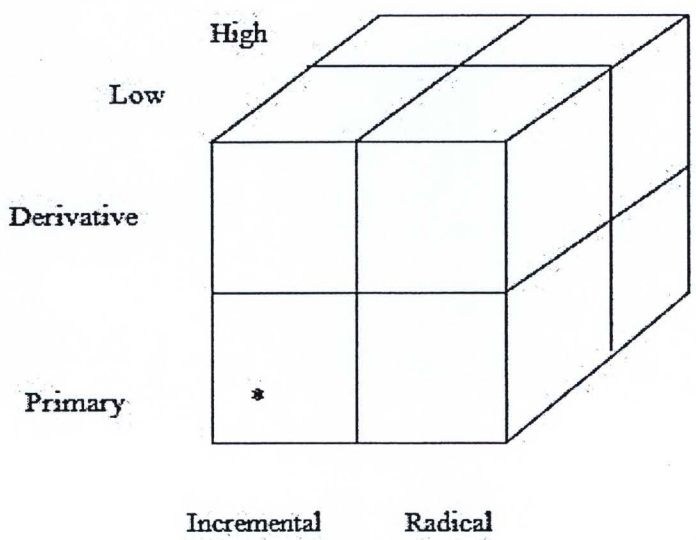
Gattiker กล่าวคือ คำว่านวกรรม นั้นอาจจะหมายถึง วิธีคิดแบบใหม่ หรือประดิษฐกรรมที่ได้จากความคิดใหม่นี้ โดยทางทฤษฎีแล้ว นวกรรมมี 2 ประเภทคือ ที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่(Product innovation) และกระบวนการใหม่ (Process innovation) Rosegger (1986) ให้ความหมายคำว่ากระบวนการใหม่ ว่าการเปลี่ยนแปลงทุกอย่างที่มีผลกระทบต่อวิธีการผลิต และผลิตภัณฑ์ใหม่หมายถึง ตัวผลิตภัณฑ์ที่ได้ แต่ความแตกต่างอย่างโดดเด่นระหว่าง กระบวนการใหม่ กับ ผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่ใช่เรื่องที่สำคัญที่สุด เพราะเมื่อเราพบอย่างหนึ่ง เราก็จะพบอีกอย่างหนึ่งด้วย และไม่จำเป็นเสมอไปที่ว่า กระบวนการใหม่ จะทำให้ได้ ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือในทางกลับกัน

มีอีกคำหนึ่งที่มีความหมายใกล้เคียงกันและถูกใช้แทนที่กันในงานของ Gattiker คือ เทคโนโลยีใหม่ (Technology innovation) ซึ่ง Gattitker ได้นิยามว่า หมายถึง กระบวนการที่อยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยี (technology-based process) หรือผลภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนั้นซึ่งเป็นผลมาจากความพยายาม หรือกิจกรรมของบุคคล กลุ่ม และหรือระบบองค์กร

ในการทำความเข้าใจนวกรรมทางเทคโนโลยีที่องค์กรรับเอาเข้ามาใช้นั้น Gattiker ได้แสดงแบบจำลองแสดงการจำแนกทางเทคโนโลยีไว้ดังนี้

แบบจำลองที่ 1 แสดงการจำแนก นวกรรมทางเทคโนโลยี (Technology innovation)

ระดับของการแพร่กระจายนวกรรม
ทางเทคโนโลยี (Level of Diffusion
Of Technological Innovation)



(รูปที่ 2.31 แบบจำลอง ระดับของการแพร่กระจายนวกรรมทางเทคโนโลยี)

3.1 ประเภทของนวกรรมทางเทคโนโลยี (Type of Technological innovation)

แบบจำลอง 1 แสดงการจำแนกเทคโนโลยีใหม่ ตามประเภท (Type) การแพร่กระจาย (Diffusion) และความสัมพันธ์กับผู้ใช้ (relationship to its users) จากแบบจำลอง องค์กรที่อยู่ในช่องที่มีเครื่องหมาย * จะยอมรับนวกรรมพื้นฐาน (Primary Innovation) ที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และจะเลือกนวกรรมด้วยระดับการแพร่กระจายต่ำ (พรรณี สวนเพลง, 2552)

นวกรรมทางเทคโนโลยีที่องค์กรรับเอาเข้ามาใช้ในองค์กรนั้นมีลักษณะแตกต่างกัน สามารถพิจารณาลักษณะของนวกรรมทางเทคโนโลยีนั้นได้ 3 ด้าน คือ

1. พิจารณาจากประเภทของนวกรรมทางเทคโนโลยี (Type of Technological Innovation) ซึ่งจำแนกได้ 2 ประเภท คือ นวกรรมทางเทคโนโลยีที่อยู่ในระยะเริ่มต้น หรือนวกรรมพื้นฐาน (Primary) และนวกรรมทางเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาไปบ้างแล้ว และยังมีการพัฒนาต่อไปอีกเรื่อย ๆ (Derivative) อย่างไรก็ตามนวกรรมทางเทคโนโลยีทั้งสองประเภทนี้อาจไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่น พลาสติกเป็นนวกรรมทางเทคโนโลยีที่อยู่ในระยะเริ่มต้น หรือเป็นนวกรรมพื้นฐาน (Primary) แต่การนำพลาสติกไปใช้ประกอบในอุตสาหกรรมอื่น เช่น ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องมือแพทย์ นวกรรมนั้นก็จะกลายเป็นนวกรรมทางเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาไปแล้ว (Derivative) หรือตัวอย่างของการใช้ซอฟต์แวร์โปรแกรมวินโดว์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) ในระยะแรก ๆ ที่เริ่มใช้ โปรแกรมวินโดว์ยังไม่ได้รับการพัฒนามากนัก แม้จะเพิ่มความสะดวก ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้งานได้ง่ายขึ้น แต่ก็ยังมีขีดความสามารถไม่สูงนัก ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างกว้างขวางในระยะนั้นซอฟต์แวร์โปรแกรมวินโดว์ก็เป็นนวกรรมทางเทคโนโลยีในระยะเริ่มต้น ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาซอฟต์แวร์โปรแกรมวินโดว์ให้มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง และยังมีการพัฒนาต่อไปเรื่อยๆ ซอฟต์แวร์นั้นก็ถือได้ว่าเป็นนวกรรมทางเทคโนโลยีที่ได้มีการพัฒนาไปแล้ว และมีการพัฒนาต่อไปอีก

ในการศึกษาครั้งนี้เทคโนโลยีการการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล ถือได้ว่าเป็นนวกรรมทางเทคโนโลยีประเภทที่ได้มีการพัฒนาไปบ้างแล้วและยังมีการพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ (Derivative) เนื่องจากเทคโนโลยีการการถ่ายทำภาพยนตร์ดิจิทัลนั้นได้พัฒนามาจากเทคโนโลยีของกล้องในระบบโทรทัศน์ เทคโนโลยีการบันทึกภาพภาพ และเทคโนโลยีระบบการออกอากาศ เพื่อที่จะทำการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบฟิล์ม ที่สามารถนำไปใช้งานได้แล้ว แต่ก็ยังมีการพัฒนาต่อไปอีกเรื่อยๆ

2. พิจารณาจากระดับการแพร่กระจายของนวกรรมเทคโนโลยี (Level of Diffusion of Technology Innovation)

จากแบบจำลองที่ 1 ได้แบ่งระดับการแพร่กระจายของนวกรรมเทคโนโลยีออกเป็น 2 ระดับ คือ นวกรรมทางเทคโนโลยีนั้นมีระดับการแพร่กระจายต่ำ (Low) โดยอัตราการแพร่กระจายนวกรรมเป็นผลมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ

1. จุดแรกเริ่มของนวกรรม (Origin of Innovation) ถ้านวกรรมนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ถูกผลิตขึ้น ย่อมถูกมองว่าผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นจะถูกใช้อย่างกว้างขวาง

2. ผลกระทบจากสิ่งอื่น (Effect On The Other Inputs) ปัจจัยที่ 2 นี้เป็นผลกระทบจากสิ่งอื่น เช่น เงินทุนและวัตถุดิบ ค่าจ้างแรงงาน มิติทางด้านการประหยัดพลังงาน กฎหมายสิ่งแวดล้อม ซึ่งล้วนแต่มีผลกระทบต่ออัตราการแพร่กระจายนวกรรมทั้งสิ้น

3. ความสัมพันธ์ระหว่างนวกรรมกับโครงสร้างการผลิตเดิม (The Relationship of the Innovation to Existing Production Structure) กล่าวคือ นวกรรมที่มีผลกระทบกับทั้งกระบวนการ จะได้รับการพินิจพิเคราะห์อย่างระมัดระวังมากกว่านวกรรมที่มีผลกระทบเพียงบางส่วนของกระบวนการ วิธีการที่นวกรรมได้รับการแนะนำเข้ามาในโครงสร้างการผลิต มีผลกระทบต่อความสัมพันธ์ของโครงสร้างนั้น นวกรรมที่ได้รับการแนะนำในรูปแบบของปฏิวัติ และถูกใช้โดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกอบรมมาแล้ว ดูเหมือนจะเป็นนวกรรมที่ประสบความสำเร็จ และมีอัตราการแพร่กระจายที่สูง

4. การเปลี่ยนแปลงในตัวนวกรรม (Change in Innovation) นวกรรมที่ถูกเปลี่ยนรูปไปในระหว่างการแพร่กระจาย และนวกรรมที่ได้รับการแก้ไขให้ดีขึ้นอาจทำให้มันเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมอื่นทันที ตัวอย่างเช่น นวัตกรรมขององค์การอวกาศนาซา ในที่สุดก็จะถูกแพร่กระจายออกไปสู่กิจการพลเรือน อย่างไรก็ตาม การคาดการณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อาจจะไปจำกัดการแพร่กระจายนวกรรมได้ ตัวอย่างเช่น การแพร่กระจายเทคโนโลยี ชิป 16 บิท และ 32 บิท ที่ใช้ในไมโครคอมพิวเตอร์บางชนิดเป็นไปอย่างช้า ๆ (ปี 1987-1988) เนื่องจากการคาดการณ์ของผู้ใช้ที่ได้พนันขันต่อกัน และรอคอยที่จะได้เห็น IBM PC OS/2 กลายเป็นมาตรฐานทางอุตสาหกรรมดังเช่นที่เคยเป็นมาก่อน ทั้งนี้เพราะผู้ใช้ (End - Users) ยังไม่มั่นใจว่าเทคโนโลยี 16 บิท และ 32 บิท จะเข้ากันได้กับเครื่องมือ และซอฟต์แวร์อื่น ๆ และมั่นใจในทางเลือกทางเทคโนโลยี ความต้องการในระบบจึงถูกหน่วงเหนี่ยวไว้ด้วยการตัดสินใจหลายครั้งหลายหน ดังนั้นอัตราการแพร่กระจายของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจึงลดลง

5. ความบริบูรณ์ของนวกรรม (Complementaries Among Innovations) ส่วนมากอุตสาหกรรมมักจะเก็บเกี่ยวเอาประโยชน์ที่สมบูรณ์แล้วของนวกรรมหนึ่ง ๆ ถ้าสิ่งประกอบของนวกรรมได้รับการยอมรับไปพร้อม ๆ กัน ดังที่เราได้เห็นแล้วว่าผู้ใช้ (End - Users) มักไม่ค่อยจะเต็มใจรับเอา นวกรรมใหม่ ๆ มาใช้ เพราะว่านวกรรมทางด้านซอฟต์แวร์ (Innovative Software) ซึ่งเป็นตัวตัดสินใจถึงประโยชน์อย่างแท้จริงนั้นยังไม่เหมาะสม ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากที่จะหาชุดของนวกรรม (Series of Innovation) อย่างไรก็ตาม ความซับซ้อนสมบูรณ์ของแพ็คเกต (Package) ใหญ่ ทำให้การตัดสินใจนานกว่าจะรับเอานวกรรมมาใช้ การแพร่กระจายนวกรรมก็ช้าตามไปด้วย

จากปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแพร่การกระจายนวกรรมดังกล่าว เมื่อนำมาเพื่อพิจารณาเทคโนโลยีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล ในการศึกษาครั้งนี้ เทคโนโลยีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล จัดเป็นนวกรรมที่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างการผลิตเดิมแบบมีผลกระทบเพียงบางส่วนของกระบวนการ การถ่ายทำ และตัดต่อ เนื่องจากเป็นเพียงการเปลี่ยนเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน แต่หลักการทำงาน และการตัดต่อยังคงเดิม บุคลากรที่มีทักษะ หรือได้รับการอบรมทางด้านการถ่ายทำมาแล้วสามารถใช้เทคโนโลยีได้เพียงแต่ต้องการการปรับทักษะ ความรู้บางประการเพิ่มขึ้นบ้าง

3. พิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างนวกรรมทางเทคโนโลยีกับผู้ใช้ (Relationship to Its Users) ซึ่งพิจารณาได้จากลักษณะของนวกรรมทางเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในองค์กร เช่น กระบวนการผลิต หรือวัฒนธรรมการทำงาน นวกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

3.1 นวกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบเพิ่มพูน (Incremental Innovation) นวกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบเพิ่มพูนที่องค์กรรับเอาเข้ามาใช้นั้นเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกับเทคโนโลยีที่องค์กรใช้อยู่ในปัจจุบัน และต้องการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในกระบวนการผลิต หรือวัฒนธรรมการทำงานขององค์กรเพื่อใช้เทคโนโลยีใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 นวกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิง (Radical Innovation) นวกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยสิ้นเชิงนั้น หมายถึง การที่องค์กรนำเทคโนโลยีใหม่ที่มีความแตกต่างอย่างมากกับเทคโนโลยีที่องค์กรใช้อยู่ในปัจจุบันเข้ามาใช้ การใช้เทคโนโลยีประเภทนี้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องการการเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญในกระบวนการผลิต หรือวัฒนธรรม

การทำงานขององค์กร นอกจากนนี้ยังต้องการการปรับทักษะใหม่ๆ และพฤติกรรมของบุคลากรมากกว่าการนำนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบเพิ่มพูนเข้ามาใช้ด้วย

เมื่อนำความสัมพันธ์ระหว่างนวกรรมทางเทคโนโลยีกับผู้ใช้มาพิจารณาเทคโนโลยีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล ในงานวิจัยครั้งนี้ สามารถพิจารณาความสัมพันธ์ได้ว่าเทคโนโลยีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัลเป็นนวกรรมทางเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบเพิ่มพูน (Incremental Innovation) ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีการถ่ายทำภาพยนตร์ในระบบดิจิทัล ใช้หลักการถ่ายทำที่ไม่แตกต่างไปจากเดิม เพียงแต่ต้องการการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน วิธีการใช้เครื่องมือ และต้องการการปรับทักษะบางประการเพิ่มเติมอีกเล็กน้อยเท่านั้น

3.2 แนวทางการศึกษา (Contingency Approach)

ข้อสมมุติฐาน Contingency Approach นั้นประกอบไปด้วยตัวแปรคือ ระดับของการตัดสินใจเกี่ยวกับตลาดแรงงานภายในองค์กร (Organization's Level of Internal Labour: ILMD) และทางเลือกในกลยุทธ์การจัดการทรัพยากรมนุษย์ (Strategic Human Resource Management: SHRM) นำมาวิเคราะห์แบบเป็นเหตุผลกันกับระดับของการแพร่กระจายเทคโนโลยีใหม่ และการรับเอาเทคโนโลยีมาใช้ในองค์กร

3.3 แนวทางการศึกษาเชิงวัฒนธรรม (Culture Approach)

แนวทางในการศึกษาทางวัฒนธรรม (Culture Approach) มองว่า ความสำเร็จในงาน คุณภาพชีวิตในการทำงาน และเทคโนโลยีใหม่ใดๆ มีความสำคัญมากต่อความมุ่งหวังขององค์กรที่จะรับเอาเทคโนโลยีมาใช้ (Dieries & von Tienn, 1984) เพราะมุมมองเหล่านี้อาจจะกระทบถึงความพึงพอใจ บทบาทในการทำงาน การขาดงาน และความผูกพันกับองค์กร แนวทางการศึกษาเชิงวัฒนธรรม (Culture Approach) เสนอแนะว่า การรับรู้หรือความเข้าใจอาจจะถูกกระทบกระเทือนจากสิ่งแวดล้อมทางการงาน โครงสร้างของกลุ่ม และลักษณะอื่นๆ ขององค์กร เช่นเดียวกับที่ปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก ก็อาจมีอิทธิพลต่อความเข้าใจของพนักงานในเรื่องเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับองค์กร

การใช่ทั้งตัวบุคคล (micro) และองค์กร (macro) เป็นหน่วยวิเคราะห์จะสมบูรณ์ได้โดยการใช้ภววิสัย (objective) พิจารณาเชิงภาวะรอบๆ เช่น ผลกำไร ผลผลิต ค่าใช้จ่าย และอัตวิสัย (subjective) เช่น ความรู้สึกเฉพาะบุคคล ทัศนคติ การรับรู้ ความเข้าใจ และความเชื่อ เป็นเครื่องมือวัด

และถ้าการจับคู่องค์ประกอบต่างๆ เหล่านี้ความเหมาะสมก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการยอมรับนวกรรมทางเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในระบบภาพยนตร์ (พรรณี สวนเพลง, 2552)

4. แนวคิด SWOT Analysis

SWOT มาจากตัวย่อภาษาอังกฤษ 4 ตัว ได้แก่

S มาจาก Strengths หมายถึง จุดเด่นหรือจุดแข็ง ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายใน เป็นข้อดีที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในบริษัท เช่น จุดแข็งด้านส่วนประสม จุดแข็งด้านการเงิน จุดแข็งด้านการผลิต จุดแข็งด้านทรัพยากรบุคคล บริษัทจะต้องใช้ประโยชน์จากจุดแข็งในการกำหนดกลยุทธ์การตลาด

W มาจาก Weaknesses หมายถึง จุดด้อยหรือจุดอ่อน ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายในเป็นปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในต่างๆ ของบริษัท ซึ่งบริษัทจะต้องหาวิธีในการแก้ปัญหานั้น

O มาจาก Opportunities หมายถึง โอกาส ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เป็นผลจากการที่สภาพแวดล้อมภายนอกของบริษัทเอื้อประโยชน์หรือส่งเสริมการดำเนินงานขององค์กร โอกาสแตกต่างจากจุดแข็งตรงที่โอกาสนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายนอก แต่จุดแข็งนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายใน นักการตลาดที่ดีจะต้องเสาะแสวงหาโอกาสอยู่เสมอ และใช้ประโยชน์จากโอกาสนั้น

T มาจาก Threats หมายถึง อุปสรรค ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งธุรกิจจำเป็นต้องปรับกลยุทธ์การตลาดให้สอดคล้องและพยายามขจัดอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้น

4.1 วิเคราะห์สถานการณ์ของบริษัทด้วย SWOT Analysis

SWOT Analysis เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์จุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weaknesses) โอกาส (Opportunities) และภัยคุกคามต่างๆ (Threats) (สุปัญญา ไชยชาญ, 2534)

ด้วยเครื่องมือนี้ จะช่วยให้คุณรับรู้จุดแข็งที่คุณมีอยู่, จุดอ่อนที่คุณควรต้องแก้ไขปรับปรุง, โอกาสที่ส่งผลดีต่องาน หรือธุรกิจของคุณ และอุปสรรคที่ขัดขวางธุรกิจของคุณ

1. จุดแข็ง (Strengths) ให้พิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- อะไรคือความได้เปรียบที่คุณมีอยู่

- คุณทำสิ่งต่างๆ ได้ดีขนาดไหน (เมื่อเทียบกับคู่แข่ง)

- ทรัพยากรอะไร ที่คุณสามารถเข้าถึงได้ (หรือหามาได้) ในขณะที่คู่แข่งของคุณไม่สามารถหาได้ หรือหามาได้ด้วยความยากลำบาก

- ประเด็นอื่นๆ ที่คุณเห็นว่ามันคือจุดแข็งสำหรับธุรกิจของคุณ

2. จุดอ่อน (Weaknesses) ให้พิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- อะไร คือสิ่งที่คุณ หรือคนรอบข้างของคุณเห็นว่าต้องปรับปรุง

- อะไร ที่คุณยังทำได้ไม่ดีนัก

- คู่แข่งของคุณ มีจุดแข็งในด้านไหนบ้าง (นั่นจะกลายเป็นจุดอ่อนของเรา)

3. โอกาส (Opportunities) ให้พิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- การเปลี่ยนแปลงภายนอก ที่มีผลดีต่อธุรกิจของคุณมีอะไรบ้าง

- แนวโน้มที่น่าสนใจที่คุณจะต้องคอยจับตาดู มีอะไรบ้าง

4. ภัยคุกคาม (Threats) ให้พิจารณาในประเด็นต่อไปนี้

- การเปลี่ยนแปลงภายนอกอะไรบ้าง ที่จะเป็นอุปสรรคกับธุรกิจของคุณ

- คู่แข่งของคุณ กำลังพยายามทำอะไรบ้าง ที่อาจส่งผลกระทบกับเราในอนาคต

ประเด็นในการวิเคราะห์ SWOT ดังกล่าวนี้ เป็นเพียงตัวอย่างเท่านั้น ผู้วิเคราะห์อาจเพิ่มเติมประเด็นอื่นๆได้อีก ตามสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น และเราสามารถใช้ SWOT Analysis ในการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค ได้ทั้งองค์กรของเราเอง และคู่แข่งของเรา (เอกชัย บุญยาทิษฐาน, 2553)

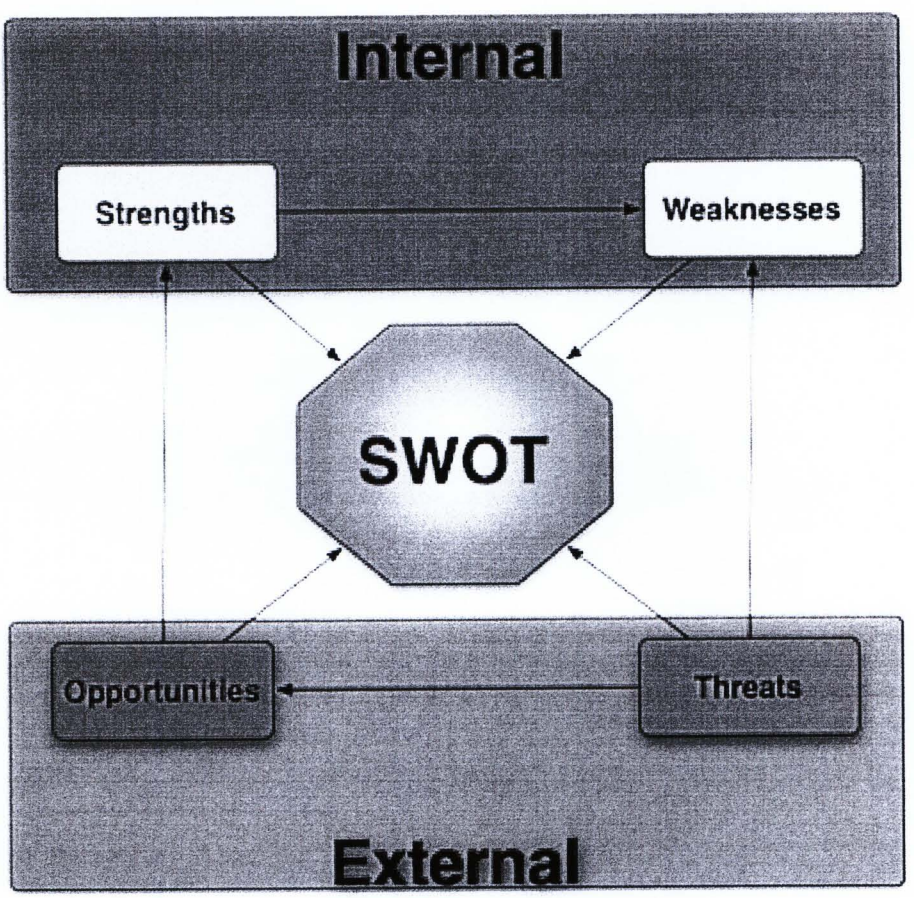
นอกจากนี้ในการทำ SWOT Analysis ยังมีเครื่องมือชิ้นหนึ่ง ที่จะช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์หาโอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) ได้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น เครื่องมือดังกล่าวเรียก PEST Analysis (บางแห่งเรียก STEP Analysis) โดย PEST นั้นประกอบไปด้วย

1. P – Political วิเคราะห์ผลกระทบจากการเมือง การปกครอง รวมถึงกฎหมาย

2. E – Economics วิเคราะห์ผลกระทบจากสภาพเศรษฐกิจ และปัจจัยทางเศรษฐศาสตร์

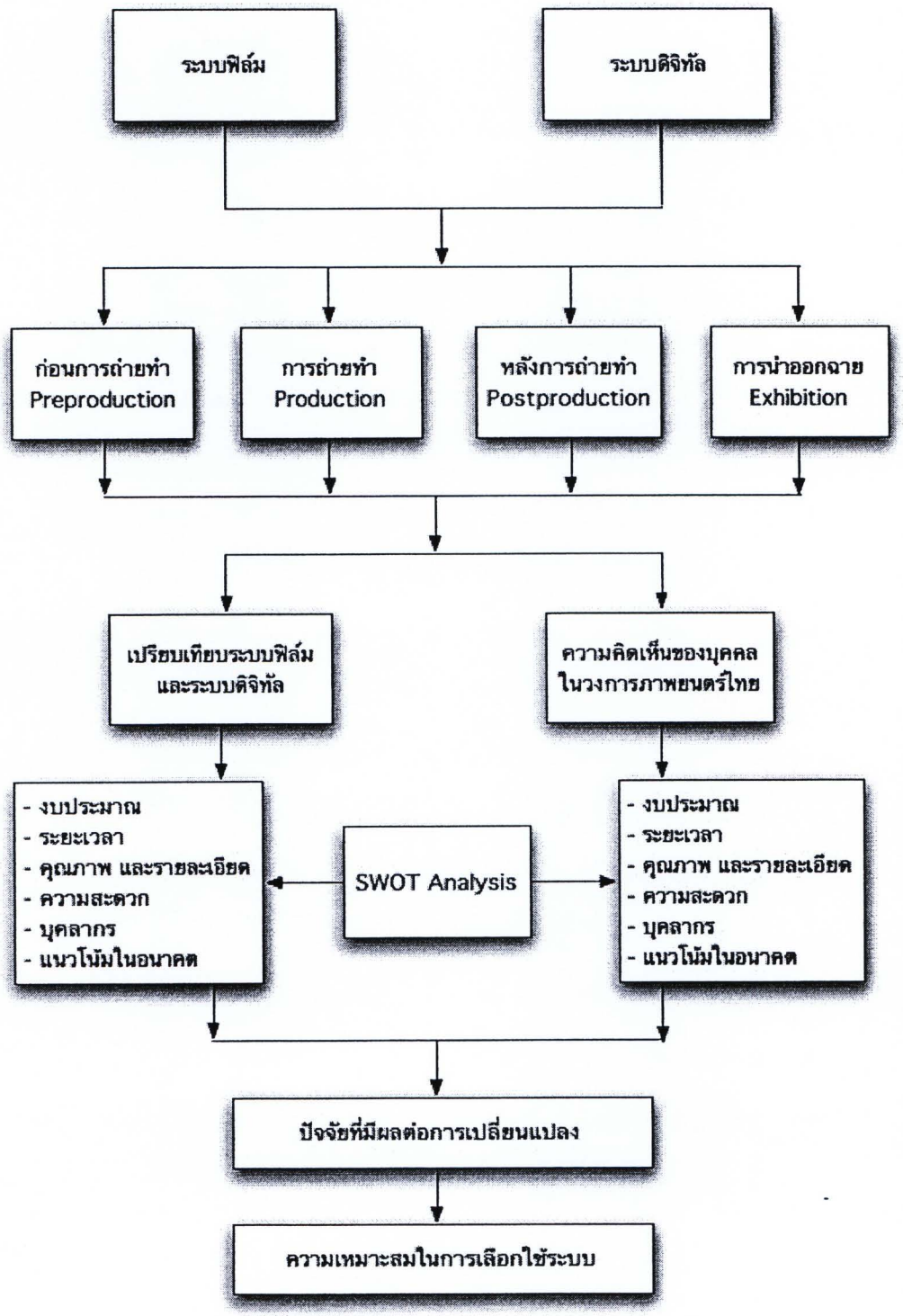
3. S – Social เป็นการวิเคราะห์ผลกระทบจากสังคม วัฒนธรรม สภาพความเป็นอยู่

4. T – Technology วิเคราะห์ผลกระทบจาก Technology หรือ Innovation อื่นๆ



(รูปที่ 2.32 ภาพกรอบแนวคิด SWOT Analysis)

กรอบความคิดการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการถ่ายทำภาพยนตร์ระบบฟิล์มเป็นระบบดิจิทัลในประเทศไทย (Conceptual Framework)



(รูปที่ 2.33 กรอบความคิดในงานวิจัย (Conceptual Framework))