



.....ไมโครซอฟต์และบริษัทอื่นๆ กำลังคิดค้นเกี่ยวกับจุดภาพย่อยของจอ LCD เพื่อใช้ปรับปรุงคุณภาพการแสดงผลภาพรูปร่างหน้าตาของตัวอักษร รวมถึงภาพที่มีรายละเอียดสูงอื่นๆ ด้วย และนี่คือทฤษฎีเบื้องหลังการใช้งานจริงและความเป็นจริงเบื้องหลังการทำงานนี้ พร้อมด้วยเรื่องราวที่มีการโต้เถียงกัน.....

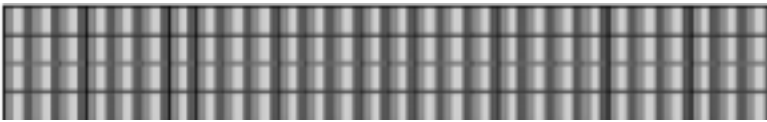
**เทคโนโลยีการแสดงผลภาพให้ผลเป็นที่น่าพอใจยิ่งนัก แต่สิ่งที่ได้รับตกทอดมายังไม่มี “ความชัดเจน”**

ในงานคอมพิวเตอร์ 1998 ไมโครซอฟต์ได้เปิดเผยถึงโครงการ ClearType ซึ่งคาดหวังการตอบรับจากสาธารณชนได้เป็นอย่างดี กลุ่มผู้ที่อ้างว่าเป็นผู้มีการศึกษากล่าวว่าโครงการนี้ประเมินเทคโนโลยีนี้มากเกินไป ส่วนกลุ่มอื่นๆ ได้ชี้ให้เห็นถึงการทำงานในสถานศึกษาที่โลกของธุรกิจดูเหมือนจะล้าสมัยและเป็นแนวคิดที่ซ้ำซ้อนกับ “เทคโนโลยีที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนานใหญ่” ของไมโครซอฟต์ ส่วนบริษัทบางแห่งที่หลีกเลี่ยงก็ปิดปากเงียบแต่ทว่าบริหารจัดการปรับปรุงคุณภาพและความสามารถในการแสดงผลของตนอย่างเร่งด่วนทีเดียว

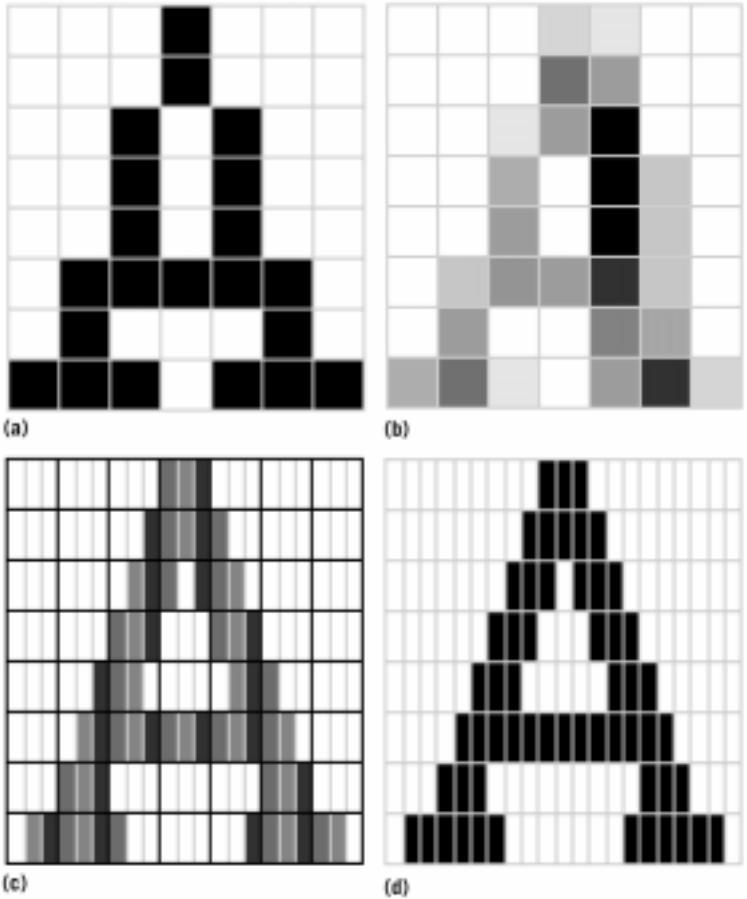
พฤติกรรมของไมโครซอฟต์ตั้งแต่งานคอมพิวเตอร์ 1998 เป็นต้นมาก็เป็นไปตามที่คาดไว้ เขาใช้เวลา 2 ปีในการทำให้เอกสารปกขาวและภาพนิ่งที่ใช้นำเสนอของ Clear Type กลายมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้จริงและพร้อมนำออกจำหน่าย ไมโครซอฟต์ได้ตอบว่าขอบเขตเวลาในการพัฒนาของกลุ่มผู้

ปฏิบัติงาน ClearType ไม่ได้เป็นปัจจัยเพียงตัวเดียวในตารางเวลาของแผนงานผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ตารางเวลาต้องสอดคล้องกับการออกวินโดวส์ ซีอี 3.0 และฮาร์ดแวร์ที่สนับสนุน รวมถึงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) ที่จะตีพิมพ์โดยผู้ที่เป็นหุ้นส่วนอีกด้วย  
ภายในปลายฤดูร้อน ไมโครซอฟต์จะออกซอฟต์แวร์ Reader สำหรับเครื่องพีซีแบบพกพา และสำหรับวินโดวส์ 9x, ME, NT 4.0 และ 2000 ผมต้องยกเครดิตกับบริษัทนี้ เพราะการแสดงผลบนจอ LCD ของโน้ตบุ๊กของผมดูดีมาก และจากการที่ CoolType ของ Adobe อยู่ในระหว่างกำลังพัฒนา ทำให้เทคโนโลยีด้านฟอนต์สามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการอื่นนอกเหนือจากที่มาจากเรดมอนต์ วอชิงตัน

**จอและแถบ**  
ในปัจจุบัน จอภาพ LCD โดยทั่วไปส่วนใหญ่แต่ละจุดภาพจะประกอบด้วยจุดภาพย่อยสีแดง เขียว และน้ำเงินอย่างละ 1 จุดภาพย่อย (รูปที่ 1) ยกตัวอย่างเช่น จอภาพที่มีจุดภาพขนาด 800 x 600 จะประกอบด้วยจุดภาพย่อย 2400 จุดในแต่ละแถว สายตาและสมองของผู้ดูจะผสมผสานข้อมูลที่ได้จาก 3 จุดภาพย่อยไปสร้างเป็นสีดำ (ไม่มีสี) สีขาว (ทุกสีรวมกัน) และสีต่างๆ ในระหว่างสองสีนี้ ในรูปที่ 1 เป็นสีแบบ RGB (แดง เขียว น้ำเงิน) จุดภาพย่อยสีแดงของแถวที่อยู่ต่อเนื่องกันทำให้เกิดเป็นแถบสีแดงในแนวตั้ง จอ LCD แบบอื่น โดยเฉพาะพีซีโน้ตบุ๊กของ Apple จะใช้สีแบบ GBR หรือมีการเรียงจุดภาพย่อยสีแดงด้วยกันให้เป็นแถบในแนวนอน



รูปที่ 1 : แต่ละจุดภาพของจอ LCD ที่จริงแล้วประกอบด้วยจุดภาพย่อยสีแดง น้ำเงิน และเขียว โดยที่จุดภาพย่อยที่มีสีแดงด้วยกันจะรวมกันเป็นแถบในแนวนอน หรือแนวตั้ง

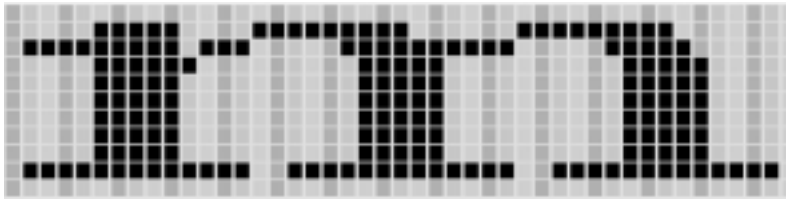


รูปที่ 2 : การทำ edge antialiasing โดยใช้จุดภาพ (b) ช่วยลดขอบของฟอนต์ที่เป็นเหลี่ยมหักไปมา (a) และวัตถุที่มีขอบชัดเจนอื่นๆ แต่บางครั้งก็จะทำให้เกิดความนุ่มนวลของขอบที่ไม่ต้องการ การ rendering จุดภาพย่อย (c) ให้ขอบที่คมชัดกว่าสำหรับความละเอียดที่สูงมากขึ้น แต่ต้นทุนแพงกว่ามาก (d)

ฟอนต์แบบ brute-force-rendered จะปรากฏเป็นเหลี่ยมหักไปมาเมื่อส่วนประมวลผลของจอภาพ (หรือ เครื่องพิมพ์ ในกรณีที่ เป็นเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ และอิงค์เจ็ท) มองจุดภาพของ LCD ในแบบไบนารี (รูปที่ 2a) วิธีการทำ Edge antialiasing เป็นวิธีแบบดั้งเดิมที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันในการปรับปรุงคุณภาพรูปภาพ มีขึ้นครั้งแรกในวินโดวส์ 95 ของไมโครซอฟต์ที่มีฟีเจอร์ “font-smoothing” ทั้งนี้ Edge antialiasing ไม่ได้ทำงานเพียงแค่ภาพสีขาและดำ แต่สามารถให้สีกับแต่ละจุดภาพหรือให้เป็นระดับสีเทาตามสัดส่วนหรือระยะของแต่ละสีในรูปภาพที่ตรงกับขอบเขตของจุดภาพนั้นๆ (รูปที่ 2b) วิธีการ antialiasing มุ่งที่จะปรับปรุงคุณภาพฟอนต์โดยเฉพาะเมื่อคุณภาพ

ความละเอียดสูงที่ระยะหนึ่ง และเมื่อคุณเข้าไปมองให้ใกล้ขึ้น หรือปรับให้มีความละเอียดต่ำลง คุณก็จะสังเกตเห็นว่า antialiasing ได้แทนที่ขอบที่เป็นเหลี่ยมหักไปมาด้วยขอบที่ไม่ชัดเจน หรือเบลอร์ วิธีหนึ่งที่เราสามารถขจัดขอบหักไปมาออกไปโดยไม่ให้ขอบเลือนลาง ก็คือการเพิ่มความละเอียดให้กับจอ LCD (เพิ่มจำนวนจุดภาพต่อแถวและคอลัมน์) รวมถึงต้องลดพิพจน์ของจุดภาพ (ช่องว่างระหว่างจุดภาพย่อย ซึ่งจะกลายเป็นช่องว่างระหว่างจุดภาพด้วย) ให้กับจอภาพขนาดนั้นๆ แต่ทว่าในอุปกรณ์กึ่งตัวนำอื่นๆ เช่น DRAM ราคาจะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ และจะลดลงเป็นทวีคูณเช่นกันเมื่อจำนวนจุดภาพลดลง (เปรียบเทียบกับจำนวนทรานซิสเตอร์มากขึ้น) และเมื่อช่องว่างระหว่างจุดภาพแคบลง (เปรียบเทียบกับมิติของ

ทรานซิสเตอร์เล็กลง)  
 ClearType สามารถทำให้หน้าจอมีความละเอียดของจุดภาพขยับมากขึ้น (รูป 2c) เทคนิคนี้จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อฟอนต์ส่วนใหญ่ที่เลือกใช้เป็นแบบที่มีรายละเอียดค่อนข้างสูง ตัวอย่างเช่น Ron Feigenblatt อดีตนักวิจัยของไอบีเอ็มได้อธิบายไว้ในเว็บไซต์ ClearType ของเขาว่า ฟอนต์ Western sans serif เช่น Arial และ Helvetica มีส่วนของเส้นในแนวตั้งมากกว่าแนวนอนอยู่มาก (ดูหัวข้อ “โปรแกรมสาริตและเอกซอร์”) ฟอนต์เหล่านี้สามารถนำรายละเอียดเพิ่มเติมมาใช้ซึ่งจะเพิ่มความละเอียดในแนวนอน อันเป็นผลจากการแสดงภาพของจุดภาพย่อยที่เป็นแถบในแนวตั้ง ฟอนต์ตระกูล serif หลายฟอนต์ อย่างเช่น Times Roman ยังมีรายละเอียดในเรื่องความสวยงามเพิ่มเติมอีกด้วยเมื่อใช้ตัวหนาหรือตัวเอียง ซึ่งเป็นผลจากความละเอียดในแนวนอนที่มีมากกว่า  
 เมื่อมองให้ใกล้ลงไปกว่าตัวฟอนต์เองแล้ว อีกเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการปรับคุณภาพการแสดงผลเมื่อเพิ่มความละเอียดของจุดภาพย่อย ก็คือ Kern หรือส่วนของตัวพิมพ์ที่ยื่นออกไปจากลำตัวหรือส่วนหางของตัวอักษร ไมโครซอฟต์ชี้ให้เห็นว่าจุดใหญ่ใจความของ ClearType คือไม่เพียงแต่ให้มีความหนาแน่นของตัวอักษรเหมือนที่พิมพ์ออกมาแล้ว ยังต้องการทำให้นุ่มนวล ไม่มีอุปสรรคในการกวาดสายตาอ่าน และให้มีลักษณะเหมือนที่เขียนบนกระดาษ จากการศึกษารายงานว่าสายตาของคนเราเคลื่อนที่ไปถึงห้าครั้งในการกวาดสายตาผ่านบรรทัดหนึ่งๆ ถ้ามีสิ่งที่จะต้องทำให้สายตาเคลื่อนที่มากกว่านั้นจะทำให้เกิดความรำคาญในการอ่าน และในเวลาอันสั้น ผู้อ่านก็จะส่งพิมพ์ข้อความนั้นแล้วอ่านจากบนกระดาษแทนบนจอ เพื่อให้การแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์กลายเป็น “กระดาษ” สำหรับอนาคต ควรมีความภาพ



รูปที่ 3 : การรวมกันของจุดภาพย่อยที่บางครั้งไม่ใช่ 3 สีที่ได้จาก ClearType หรือวิธีอื่นที่คล้ายกันนี้ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลของสีบริเวณขอบ

เทียบเท่ากับการอ่านจากหนังสือ หรือจากกระดาษที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 300 จุดต่อนิ้ว

แม้ว่าความพยายามสร้างเทคนิคในเรื่องจุดภาพย่อยสามารถที่จะทำให้การแสดงผลมีความละเอียดมากขึ้น แต่จุดภาพย่อยดังกล่าวเป็นจุดภาพย่อยที่มีสีเดียว (รูปที่ 2d) ถ้ามีแถบ RGB ที่ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้น จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลของสี หรือเรียกว่า "fringe" บนขอบระหว่างวัตถุที่มีสีต่างกัน (รูปที่ 3) ภาวะเช่นนี้ แม้จะวิกฤตน้อยกว่าค่าความสว่างที่สว่างหรือมืดเกินไป แต่แถบแสงสีซึ่งไวต่อสายตาของคนเรามากที่สุดก็เป็นสิ่งที่เห็นได้ง่าย

การ rendering จุดภาพย่อยช่วยแก้ปัญหาภาวะไม่สมดุลของสี โดยการแผ่พลังงานของจุดภาพย่อย "ส่วนเกิน" ข้ามไปยังจุดภาพข้างเคียงอย่างเป็นสัดส่วน ทำให้เกิดการปรับสมดุลให้กับสีที่เสียไป ในขณะที่ยังคงใช้พลังงานความสว่างให้มากที่สุด (รูปที่ 4) ข้อเสียของการปรับสมดุลดังกล่าว นอกจากเรื่องเวลาที่ต้องใช้ไปในการแก้ไขแล้ว ยังทำให้ขอบวัตถุที่ต่อเนื่องกันเกิดความไม่ชัดขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเป็นเรื่องที่แลกกันกับศักยภาพของความละเอียดที่จะได้มามากขึ้นจากวิธีการนี้ อย่างไรก็ตาม มักจะไม่เห็นด้วยกับความไม่ชัดแบบนี้น้อยกว่าที่พบในเทคนิค full-pixel edge-antialiasing

### คำแนะนำด้านระบบ

คุณลักษณะหลักหลายประการของระบบต้องการให้คุณใช้ผลที่ได้จากการ

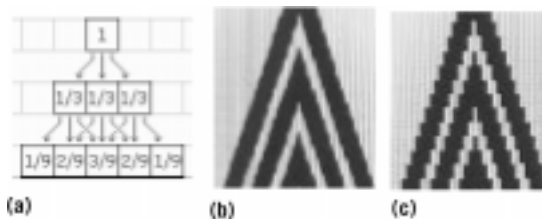
rendering ให้มากที่สุด ประการแรก ClearType และวิธีการแบบจุดภาพย่อยใช้ได้กับจอภาพ LCD เท่านั้น ไม่สามารถทำงานกับ CRT ความสามารถในการเข้าถึงแอดเดรสโดยตรงของ LCD ทำให้ระบบควบคุมค่าความสว่างและค่า chrominance (hue และ saturation) ของแต่ละจุดภาพย่อยได้อย่างแม่นยำ ในขณะที่กับจอภาพ CRT ความละเอียดของรูปภาพและความละเอียดของจอภาพเป็นอิสระจากกัน การเปลี่ยนแปลงการวางตำแหน่งทางกายภาพของรูปภาพบน CRT ขึ้นอยู่กับขนาดแนวอนอนและแนวตั้งและค่าจุดกลางที่ตั้งไว้ของจอคอมพิวเตอร์หรือจอทีวี รวมถึงส่วนอื่นๆ ของระบบที่ผู้ใช้ปรับค่าเพื่อควบคุมการทำงานซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากจนจึงไม่มีเลย

CRT มักจะให้ความสว่างที่ไม่สม่ำเสมอบนจอภาพ ซึ่งสร้างความไม่พอใจมากกว่าต่อสายตามากกว่าเรื่องของสีที่ไม่ถูกต้องรอบๆ "จุดภาพ" ของรูปภาพ แสง อิเล็กตรอนของจอ CRT จะปล่อยแสงที่เป็นหลุม "เงารูปสี่เหลี่ยม" หลากๆ หลุม ("shadow-box holes") และเรืองแสงด้วย โดยพื้นฐานแล้ว

ความสว่างและสีของจุดภาพเป็นฟังก์ชันหนึ่งของการเรืองแสงที่ศูนย์กลาง แต่แสงที่เรืองรอบๆ ก็ทำให้เกิดผลกระทบตามมา Misconvergence หรือการที่จอภาพไม่สามารถจัดแนวองค์ประกอบแดง เขียว และน้ำเงินของรูปภาพบนจอภาพให้ถูกต้อง มักมองเห็นได้เป็นภาวะไม่สมดุลของสีบริเวณขอบจอภาพ หรือเห็นเป็นสีรอบตัวอักษรหรือรูปภาพแทนที่จะเป็นสีขาว การใช้วิธี rendering จุดภาพย่อยกับจอ CRT ให้ผลดีกว่าวิธีที่ไม่มีการแก้ไขให้ถูกต้อง เนื่องจากในระดับที่จุดภาพแล้ว เทคนิคจุดภาพย่อยมีความคล้ายคลึงกับวิธี edge antialiasing ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบเป้าหมายของ ClearType และตัวเลือกอื่นอาจไม่ใช่ระบบที่ใช้ CRT

ถ้าระบบเดาการเรียงลำดับจุดภาพย่อยผิด ระหว่าง RGB กับ BGR ภาพที่ได้ออกมาก็จะเพี้ยนไป (รูปที่ 5) และเช่นเดียวกัน ระบบจะต้องรู้ว่าแถบเป็นแนวอนอนหรือแนวตั้งเพื่อที่จะสามารถทราบค่าความละเอียดของจุดภาพย่อยที่เพิ่มขึ้นน้อยในมิติไหน สำหรับระบบที่มีการแสดงภาพอยู่ในตัว เช่น เครื่องอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบฟังก์ชันเดียว คุณสามารถกำหนดค่าแบบฮาร์ดโค้ดลงในซอฟต์แวร์ของระบบได้เลย แต่สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ทำงานได้หลายอย่าง เช่น Reader ของไมโครซอฟท์ที่เน้นใช้กับเครื่องพีซีซึ่งจะต้องใช้งานได้กับการแสดงภาพทั้งแบบรวมอยู่ในตัวและแบบแยกต่างหากนั้นมักจะมียูทิลิตี้ที่ใหญ่ใช้สามารถกำหนดค่าได้

ถ้ามองอย่างผิวเผิน การ ren-



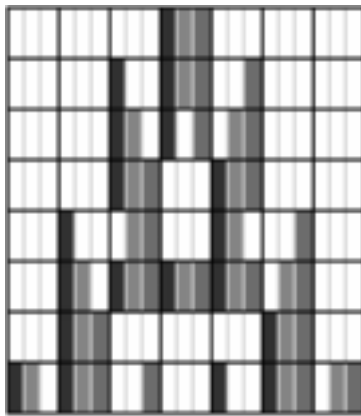
รูปที่ 4 : การชดเชยให้กับความผิดปกติของภาวะไม่สมดุลของสีมีความซับซ้อนในการคำนวณ (a) แต่ผล (b) พ้องให้เห็นเมื่อคุณเปรียบเทียบกับภาพที่ไม่ได้ควบคุมความละเอียดของจุดภาพย่อยที่เพิ่มขึ้น (c)

dering จุดภาพย่อยอาจดูเหมือนเป็นวิธีการในอุดมคติสำหรับการแสดงภาพรูปภาพที่มีรายละเอียดสูงบนจอโทรทัศน์ เช่น ที่ใช้กับ WebTV และกล่อง set-top ขึ้นสูง แต่โชคไม่ดีที่ไม่โครซอฟต์ไม่คาดหวังให้เทคโนโลยีนี้ให้ผลลัพธ์กับอุปกรณ์เหล่านี้เหมือนที่ใช้ได้กับ LCD ข้อจำกัดหลักคือ ไม่สามารถเชื่อมต่อระหว่าง analog-composite, S-video กับ component-video และไม่สามารถใช้เทคนิคการแสดงผลภาพบน CRT ความละเอียดต่ำที่ใช้กับโทรทัศน์ ผู้ขายรายแรกคือสัญญาณโทรทัศน์ที่ให้สีไม่ถูกต้องซึ่งเป็นที่รู้จักกันดี คุณอาจเคยได้ยินว่ามีคนแปล "NTSC" ว่า "never the same color twice" (สีไม่เคยซ้ำกันเลย) ถึงกระนั้น กวาสองทศวรรษมาแล้วที่ Apple ใช้เทคนิคจุดภาพย่อยกับจอโทรทัศน์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ Apple II (ดูหัวข้อ "การได้เปรียบว่าใครสร้าง")

### ได้อะไรบ้าง?

เอกสารของไมโครซอฟต์อ้างว่า "ClearType ให้ความละเอียดมากกว่าการ rendering ฟอนต์แบบเดิมถึง 300% ให้คุณภาพเท่ากับการ antialiasing ที่ฟอนต์ขนาดเล็กกว่า 25% และแสดงตัวหนังสือได้มากกว่า 1.8 เท่าบนจอภาพ" ถ้าคำกล่าวอ้างดังกล่าวทำให้ระฆังการตลาดของคุณดังขึ้น ผมขอยกย่องว่าคุณเป็นผู้มีญาณที่สามารถรู้การฉ้อฉลหน้า ผลที่ได้จากการ rendering จุดภาพย่อยมีความผันแปรได้มาก โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยจำนวนหนึ่ง และเสี่ยงจากผู้ไม่ประสงค์ดีที่ว่า ไมโครซอฟต์นำเสนอ ClearType ในช่วงที่ดีที่สุด ในระหว่างงานคอมพิวเตอร์ 98 นั้นในบางส่วนก็ฟังดูมีเหตุผล

วัตถุสีดำ ซึ่งแทนด้วยจุดภาพในสถานะปิด บนพื้นหลังสีขาว หรือในทางกลับกัน เป็นการผสมสีที่ดีที่สุดของการ rendering จุดภาพย่อย ซึ่งสอดคล้องกับการพิมพ์ลงบนกระดาษซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการ



รูปที่ 5 : ถ้าตัวอักษรวิธีของจุดภาพย่อยเกิดการเข้าใจผิดในรูปแบบแถบของจุดภาพย่อยว่าเป็นแบบ RGB หรือ BGR แล้ว ผลที่ได้จะยอมรับไม่ได้จริงๆ

พิมพ์สีดำลงบนสีขาว การเลือกฟอนต์ ไม่ว่าจะ เป็นขนาด อัตราส่วนของเส้นแนวตั้งต่อแนวนอน มีเส้นขวางที่เท่าตัวอักษรโรมันหรือไม่ ตัวหนา ตัวเอียง หรือแบบอื่นๆ ล้วนมีอิทธิพลอย่างมากต่อการปรับปรุงภาพที่ได้รับจากการ rendering จุดภาพย่อย ทั้งนี้ทั้งนั้น ไมโครซอฟต์ได้พัฒนาฟอนต์พิเศษสำหรับ ClearType และส่งเสริมให้ผู้จัดพิมพ์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นำไปใช้

ฟอนต์ภาษาตะวันออก เช่น คันทึ มีเส้นแนวนอนมากกว่าฟอนต์ภาษาตะวันตก และจะได้รับประโยชน์น้อยกว่าที่ได้จากการแสดงผลภาพที่เป็นแถบแนวตั้ง ข้อที่ต่างกันอย่างเห็นได้ชัดระหว่างฟอนต์ของภาษาตะวันออกกับตะวันตกที่สำคัญอีกข้อหนึ่ง คือ เมื่อมีการมองตัวอักษรที่อยู่ต่อเนื่องกันจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้ายนั้น ความถูกต้องของ kern ในแนวนอนมีความสำคัญที่สุด แล้วภาษาแถบเอเชียที่อ่านจากบนลงล่างล่ะ? ในกรณีนี้การเพิ่มความละเอียดในแนวนอนจะช่วยให้ดีขึ้นเล็กน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างการที่ฟอนต์และ kern สามารถใช้ประโยชน์จากความละเอียดที่เพิ่มขึ้นในกรณีที่มีเพิ่มกกว่าปกติ และสิ่งที่แถบของจุดภาพย่อยมิให้เป็นความสัมพันธ์ที่มีความสำคัญ เมื่อจับคู่ระหว่าง

เครื่องอ่านของไมโครซอฟต์ที่มีแถบในแนวตั้งกับพีซีโน้ตบุ๊กที่วางตัวในแนวนอน (landscape) คุณจะได้รับประโยชน์จากรายละเอียดของจุดภาพย่อยในแนวนอน อย่างไรก็ตามคุณจะต้องดู "หน้ากระดาษ" ที่วางตัวในแนวตั้ง (portrait) เฉพาะที่กึ่งกลางของหน้าจอที่วางตัวในแนวนอน ซึ่งเป็นการเสียรายละเอียดโดยรวมไปเปล่าๆ โดยที่ไม่ได้ใช้จุดภาพทั้งหมดที่มีอยู่เมื่อคุณหมุนคอมพิวเตอร์อยู่ในมุม 90 องศา (รูปที่ 6)

แม้ว่าจะมีการหมุนหน้าจอแสดงผลภาพของพีซีโน้ตบุ๊ก และคุณมีจอ LCD ที่มีแถบในแนวนอนก็ตาม ตัวพิมพ์ภาษาตะวันตกและ kerning ไม่สามารถใช้ความละเอียดจุดภาพย่อยที่เพิ่มขึ้นของจอ LCD ได้อย่างเต็มที่ ฮิวเลทท์-แพ็คการ์ดมีข้อเสนอที่น่าสนใจในเรื่องนี้เมื่อมีการพัฒนาเครื่องพีซี Jornada Pocket รุ่นล่าสุด บริษัทเลือกคอนโทรลเลอร์ของกราฟฟิกที่สนับสนุนการทำงานเพียง 28 (256 สี) ซึ่งเพียงพอสำหรับการแสดงผลกราฟฟิกอย่างง่าย เช่น ไอคอน ซึ่งต่ำกว่าการแสดงผลภาพของคู่แข่งที่มีถึง 2<sup>16</sup> สีในการแสดงผลภาพนิ่งและวิดีโอ อย่างไรก็ตาม ฮิวเลทท์-แพ็คการ์ดไม่เหมือนคู่แข่งตรงที่เลือกที่จะใช้จอ LCD ที่มีแถบในแนวนอนขนาด 320x240 จุดภาพ การวางตัวในแนวตั้ง (portrait) ขนาด 240 x 320 จุดภาพใช้กันทั่วไปกับพีซี pocket แต่การแสดงผลภาพโดยใช้แถบในแนวตั้งแบบในปัจจุบันให้คุณภาพของตัวอักษร ClearType อย่างเห็นได้ชัด ผลที่ได้จากฮิวเลทท์-แพ็คการ์ดยังเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า ClearType ไม่ได้ต้องการการแสดงผลสีที่ 16 หรือ 24 บิตในการทำงานกับความคมชัดจรรยาของจุดภาพเหล่านี้

คุณอาจคุ้นเคยกับการตลาดของ 3dfx Interactive ที่รุนแรงในเรื่องความสามารถของชิพกราฟฟิกรุ่นล่าสุดที่เป็นแบบ hardware-assisted full-scene-antialiasing คู่แข่งของบริษัทอ้างว่าการทำ antialiasing



รูปที่ 6 : ซอฟต์แวร์ Reader ของไมโครซอฟต์ 2 ตัวที่ใช้แถบในแนวตั้ง และจอ LCD อยู่ในแนวนอน คุณสามารถควบคุมความละเอียดของจุดภาพย่อยได้ถ้าเป็นฟอนต์ภาษาตะวันตก และรูปแบบการอ่านเป็นจากซ้ายไปขวาหรือขวามาซ้าย ทั้งนี้ การแสดงผลภาพหน้ากระดาษที่อยู่ในแนวตั้งจะทำให้เสียจุดภาพในแนวนอนที่ไม่ได้ถูกใช้งานไปเป็นจำนวนมาก

แบบ full-scene เป็นการลดประสิทธิภาพของอัตราเฟรมอย่างยอมรับไม่ได้ และสิ่งที่คุณควรจะทำคือพิจารณาการแสดงผลภาพที่ความละเอียดสูงขึ้นไปอีกซึ่งจะทำให้มองไม่เห็นส่วนที่เป็นเหลี่ยมหยักไปมา คุณอาจนึกถึงการซักเย็บข้อดีข้อเสียแบบนี้เมื่อคุณต้องประเมินผลกระทบของระบบที่ขัดแย้งกันในการทำ rendering จุดภาพย่อย

Ductus ผู้จำหน่ายฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในการทำ edge antialiasing ของจุดภาพเป็นหนึ่งในผู้ที่โต้แย้ง clearType ที่มีเสียงดังมากที่สุด Ductus อ้างว่าไมโครซอฟต์ควรทุ่มเทพลังงานทั้งหมดที่ในขณะนี้ไปใช้กับ ClearType ไปในการสร้างไอคอนของระบบปฏิบัติการ ปุ่ม กลองข้อความ และส่วนประกอบทางกราฟฟิคอื่นที่เป็นอิสระจากความละเอียดของจอภาพจะดีกว่า Ductus ยังเสริมว่าอุตสาหกรรมนี้จะไม่ควรได้รับการปฏิบัติที่ดีขึ้นจาก "Band-Aid" ClearType ของไมโครซอฟต์ แต่ควรได้จากการใช้จอ LCD ขนาด 150 หรือ 200 จุดต่อนิ้วแทนที่ 72 จุดต่อนิ้วที่ใช้กันในปัจจุบัน ซึ่งเป็นการดีต่อ Ductus ที่วิธีนี้ต้องการเทคโนโลยีการ rendering ที่มี

สูงไปกว่าวิธี edge antialiasing ของบริษัท ผมเชื่อว่าข้อโต้แย้งของ Ductus มีพื้นฐานมากจากข้อโต้แย้งเสียเปรียบของตนเอง แม้จะมีข้อจำกัดอยู่ก็ตาม การ rendering จุดภาพย่อยก็เป็นหนทางที่มีประสิทธิภาพและปฏิบัติจริงได้ที่จะนำเทคโนโลยี LCD ในปัจจุบันไปสู่อนาคตเมื่อจอ LCD ที่มีคุณภาพละเอียดพอใช้ได้และมีขนาดใหญ่จะออกสู่มวลชน Ductus ยังละทิ้งความเป็นจริงทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้กล่าวไว้ก่อนแล้ว (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการผลิตขั้นต้นในปริมาณต่ำ) ที่จอ LCD แบ่งส่วนรวมกับอุปกรณ์กึ่งตัวนำที่ผลิตขึ้นคราวละหลายๆ อย่างไรก็ตาม ข้อเสียที่สำคัญบางประการของการ rendering จุดภาพย่อยก็ยังมีอยู่ การใช้งานในขณะนี้จะทำงานแยกจากซอฟต์แวร์บนซีพียูของโฮสต์ก่อนที่จะส่งข้อมูลสีของจุดภาพไปให้กับคอนโทรลเลอร์ของจอ LCD ผู้ใช้คาดหวังให้แสดงผลอย่างรวดเร็วเมื่อมีข้อมูลเข้ามา แม้ว่าจะมีโอเวอร์เฮดในการทำ rendering จุดภาพย่อยในส่วนที่เพิ่มความถี่ความต้องการเช่นนี้ทำให้ต้นทุนในการประมวลผลสูงขึ้นและปริมาณการใช้ไฟก็มีผล

กระทบกับระบบด้วย อย่างไรก็ตามผู้เชี่ยวชาญได้ขยายฟังก์ชันด้านกราฟฟิค 2 และ 3 มิติที่เดิมระบบทำงานด้วยซอฟต์แวร์ไปยังฮาร์ดแวร์ในระบบกราฟฟิคย่อย และชิพกราฟฟิคในฮาร์ดแวร์ที่ปัจจุบันช่วยการทำ edge antialiasing ให้เร็วขึ้นอาจเพิ่มความสามารถการทำ rendering จุดภาพย่อยให้กับตัวเองในอนาคต

และอย่าลืมว่า ไมโครซอฟต์ดูเหมือนจะจับคู่ ClearType (เหมือนแอปพลิเคชันของไมโครซอฟต์ตัวอื่นๆ เช่น Internet Explorer และ Windows Media Technologies) เข้ากับระบบปฏิบัติการที่จำกัดจำนวนหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่ก็จะเป็นระบบปฏิบัติการจากไมโครซอฟต์ ความสามารถที่เข้ามาในระบบปฏิบัติการได้เป็นจุดขายของเทคโนโลยีการ rendering จุดภาพย่อยที่ชื่อ CoolType ของ Adobe ซึ่งจะออกมาในเร็วๆ นี้ Adobe มีโครงการที่จะสร้าง CoolType ให้สนับสนุนการทำงานกับทั้ง Acrobat ของตนเองและ Glassbook Reader ที่ได้รับมาเมื่อไม่นานมานี้ กลยุทธ์นี้คาดว่าบริษัทจะรอดพ้นจากความท้าทายทางกฎหมายที่อาจมาจากเมืองเรดมอนต์ โปรแกรมการทำ rendering จุดภาพย่อยที่เรียกว่า Free and Clear จาก Steve Gibson แห่ง Gibson Reserch สาคิตให้เห็นว่าไม่ใช่แต่บริษัทใหญ่แต่รวมถึงงานระดับบุคคลภายใต้รูปแบบซอฟต์แวร์เปิดสามารถนำทฤษฎีการ rendering จุดภาพย่อยนี้ไปใช้ -- โดยมีสมมุติฐานว่าแต่ละบุคคลสามารถเดินทางผ่านกับระเบิดเรื่องลิขสิทธิ์ไปได้

### โปรแกรมสาคิตและเอกสาร

ถ้าคุณสนใจที่จะศึกษาเรื่องการแสดงผลฟอนต์ขั้นสูงกว่านี้ จุดแรกที่คุณควรไปเยี่ยมชมคือเว็บไซต์เทคโนโลยีการ rendering ฟอนต์แบบจุดภาพย่อยของ Steve Gibson ([www.grc.com/](http://www.grc.com/))

cleartype.htm) Gibson รวบรวมเนื้อหาในแนวหลัก และเขาได้บรรจุโปรแกรมสาธิตแบบฉลาดๆ ไว้ด้วย คือ Free and Clear ซึ่งจะช่วยให้คุณดูผลที่ได้จากการ rendering จุดภาพย่อยที่เป็นตัวพิมพ์ลักษณะต่างๆ และจากการตั้งค่าตัวกรองการกระจายพลังงานของแต่ละจุดภาพย่อย

Gibson ยังได้จัดเตรียมลิงก์ที่มีประโยชน์จำนวนหนึ่งไว้ให้ด้วย เพื่อเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลอื่นบนเว็บไซต์ที่ดีที่สุดที่หนึ่ง คือ "Ron Feigenblatt's Remarks Microsoft ClearType" ([www.geocities.com/SiliconValley/Ridge/6664/ClearType.html](http://www.geocities.com/SiliconValley/Ridge/6664/ClearType.html)) ในขณะที่ Feigenblatt ทำงานอยู่ที่ไอบีเอ็ม เขาทำงานวิจัยในยุคแรกๆ ของสิ่งที่ต่อมาเรียกว่าการทำ rendering จุดภาพย่อย เช่นเดียวกับ Gibson เขาสนับสนุนสิ่งที่ไม่โครซอฟต์ทำในเรื่องนี้ นับเป็นแนวทางที่ให้ความสดชื่นไม่น้อย

นอกจากนี้ คุณยังสามารถเรียนรู้ได้อีกมากจากเว็บไซต์ของ Ductus ([www.ductus.com](http://www.ductus.com)) บริษัทแห่งนี้ได้รวบรวมเอารูปภาพก่อนและหลังมากมายที่เป็นการเปรียบเทียบฟอนต์และกราฟฟิกแบบไม่ทำการ antialiasing แบบที่ทำการ antialiasing แบบเดิม และแบบที่ทำการ antialiasing ด้วย ClearView ซึ่งเป็นของ Ductus เอง นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันที่เขียนด้วยวาจาสำหรับสาธิตการทำ antialiasing ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันที่มีข้อมูลอยู่มากมายรวมถึงโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ด้วย

และสำหรับไม่โครซอฟต์ ในปัจจุบันคุณสามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Reader เวอร์ชันที่คุณต้องการสำหรับพีซีในต้นบุคจาก [www.microsoft.com/reader](http://www.microsoft.com/reader) และจากนั้นไปที่เว็บไซต์ของ Barnes and Noble ซึ่งมีหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานได้กับ Reader ซึ่งคุณสามารถดาวน์โหลดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

นิตบางตัวได้ฟรี จากไซต์ของ Reader คุณสามารถไปชมการนำเสนอ ClearType ด้วย Windows Media ที่มีความยาวเกือบชั่วโมงของ Bill Hill ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยด้านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และเว็บไซต์ของ Jim Platt ([www.microsoft.com/~jplatt/ClearType/default.htm](http://www.microsoft.com/~jplatt/ClearType/default.htm)) ซึ่งเป็นนักวิจัยอีกคนหนึ่งของไมโครซอฟต์ที่เว็บไซต์นี้เป็นจุดที่ดีที่จะนำไปสู่การเข้าไปดูรายงานที่จัดพิมพ์เกี่ยวกับ ClearType ในรายละเอียด 2 ฉบับ (จาก IEEE Signal Processing และ the Society for Information Displays Symposium) ดูตัวอย่างรูปภาพ และข้อมูลอื่นๆ

### การโต้เถียงว่าใครสร้าง

ไมโครซอฟต์มีกิตติศัพท์ที่ได้แย่งกันมายาวนาน ในฐานะที่เป็นบริษัทที่พึ่งพิงเทคนิคด้านตลาดมวลชนและการรับเอาของที่พัฒนาจากแหล่งอื่นมาใช้มากกว่าที่จะสร้างสรรค์การเปลี่ยนแปลงใหม่ๆ ของตนเอง และด้วยกิตติศัพท์นั่นเอง ทำให้มีผู้ที่มีความเคลือบแคลงสงสัยจะเร่งรีบศึกษาทันทีที่มีการประกาศตัวเทคโนโลยีล้ำสมัยของไมโครซอฟต์ และเหตุการณ์เช่นนี้ก็เกิดขึ้นกับโครงการ ClearType โดยเฉพาะหลังจากที่มีค้นหาการจดสิทธิบัตรและเอกสารมีการเปิดเผยถึงโปรแกรมที่ทำงานกับสิ่งที่คล้ายกับจุดภาพย่อยซึ่ง Apple II ใช้งานมากกว่า 2 ทศวรรษแล้ว แนนอน Apple เป็นบริษัทที่เชื่อกัน โดยทั่วไปว่าไมโครซอฟต์โหมยความคิดในเรื่องยูสเซอร์อินเตอร์เฟซที่เป็นกราฟฟิกเมาส์ และพีเจอาร์อื่นๆ และยิ่งกระพือไฟในใจของนักวิจารณ์ ClearType

เทคนิคของ Apple ใช้ข้อได้เปรียบของข้อเท็จจริงที่ว่า Apple II ต่อเข้ากับเครื่องโทรทศน์และเข้าควบคุมคุณลักษณะของตัวนำสีระบบ NTSC ซึ่งสร้างการแบ่งส่วนสีที่มีอยู่จากซ้ายไปขวา ในโหมดที่มีความละเอียด

สูงสุดของ Apple II หรือที่ 2,803,192 จุดภาพ ประกอบด้วย 140 จุดภาพในแนวนอนต่อแถว แต่ละจุดภาพแบ่งออกเป็นจุดภาพย่อยสี่เหลี่ยมและวง สิ่งที่น่าตื่นตาตื่นใจคือสิ่งที่มีคุณภาพที่ดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ นอกจากสัญญาณวิดีโอ NTSC หนักอึ้งแบบยังสามารถใช้วิธีนี้ในการรวมจุดภาพย่อยที่ไม่ใช่สีขาวที่อยู่ต่อเนื่องกันเข้าด้วยกันและเพิ่มความละเอียดในการแสดงผลอย่างมีประสิทธิภาพ

อีกตัวอย่างหนึ่งของจุดภาพย่อย "prior art" (คำศัพท์ที่คุณเคยสำหรับคุณๆ ที่นิยมใช้แอปพลิเคชันที่มีสิทธิบัตร) ก็คืองานที่ Ron Feigenblatt ทำเมื่อครั้งทำงานให้กับไอบีเอ็ม เขาซึ่งถึงตัวอย่างหลายอันในการวิจัยค้นคว้าเรื่องการ rendering จุดภาพย่อยและการนำไปใช้งานจริงที่ไม่โครซอฟต์นำไปดำเนินการต่อได้อย่างตรงประเด็น ซึ่งตัวอย่างดังกล่าวได้รวมถึง Honeywell, Xerox และระบบจอใหญ่ของ Mitsubishi Diamond Vision ที่เป็นที่ยอมรับมากในสนามกีฬา

Feigenblatt ได้ให้ความระมัดระวังมากในการแยกแยะระหว่าง "ความคิด หรือไอเดีย" กับ "การนำไปปฏิบัติจริง" กฎหมายไม่สามารถปกป้องสิ่งที่เป็นเพียงความคิด ซึ่งความคิดจะต้องประกอบด้วยการนำไปปฏิบัติจริงที่สามารถปฏิบัติได้จริงๆ ClearType ของไมโครซอฟต์อย่างน้อยก็อาจจะยืนอยู่บนบ่าของผู้ริเริ่มเรื่องจุดภาพย่อยทั้งจากสถานศึกษาและวงการธุรกิจในสมัยก่อน อย่างไรก็ตามข้อเท็จจริงที่ว่าบริษัทมีเป้าหมายที่จะจอ LCD ในขณะที่งานก่อนหน้านั้นเน้นอยู่ที่จอ CRT นั้นอาจเป็นเพียงเหตุผลที่พอฟังขึ้นเหตุผลเดียวในการให้การยอมรับขั้นตอนในการจดสิทธิบัตรแอปพลิเคชัน แต่นั่นก็เป็นเรื่องของนักกฎหมายที่จะต้องตัดสินใจ

