

การออกแบบโปรแกรมไดเวอร้ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย  
สำหรับโปรแกรมฐานข้อมูล

จากปัญหาในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลรูปภาพและทฤษฎีข้างต้นจะเห็นได้ว่าการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมไดเวอร้ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยจะเป็นทางแก้ปัญหานี้ได้ โดยโปรแกรมไดเวอร้ที่จะมาช่วยจัดการแสดงภาพนี้จะต้องทำงานเป็นโปรแกรมฝังตัว เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่องการเสียเวลาในการเตรียมพร้อม (initialization) ของโปรแกรมแสดงภาพ และแก้ปัญหาของการมีหน่วยความจำไม่พอในการเรียกโปรแกรมแสดงภาพขนาดใหญ่เข้ามาทำงาน ขณะที่ยังมีโปรแกรมฐานข้อมูลอยู่ในหน่วยความจำ โดยที่โปรแกรมไดเวอร้ที่พัฒนาขึ้นนี้จะมีขนาดเล็กพอที่จะทำงานร่วมกับโปรแกรมฐานข้อมูลได้

โปรแกรมไดเวอร้ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย จัดแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ตามหน้าที่การทำงานได้ 2 ส่วนคือ

- 1) ส่วนจัดการภาษาไทย ทำหน้าที่จัดการการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ การแสดงข้อมูลออกจอภาพและเครื่องพิมพ์ เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์ที่มีได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อทำงานกับข้อมูลภาษาไทย สามารถทำงานกับข้อมูลภาษาไทยได้อย่างถูกต้องตรงกับความต้องการของผู้ใช้
- 2) ส่วนจัดการแสดงภาพ ทำหน้าที่แปลความหมายของแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซี เอ็กซ์ และแสดงออกทางจอภาพได้อย่างถูกต้อง โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการแสดงภาพได้ทั้งตำแหน่งและช่วงเวลาที่แสดง

## การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการภาษาไทย

เครื่องคอมพิวเตอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับข้อมูลภาษาอังกฤษเป็นหลัก ดังนั้นการออกแบบจึงเอื้ออำนวยต่อการใช้ข้อมูลภาษาอังกฤษหรือภาษาอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ลักษณะข้อมูลภาษาไทยมีความแตกต่างจากข้อมูลภาษาอังกฤษในหลายด้าน และในหลายด้านก็มีลักษณะที่คล้ายกัน เฉพาะในด้านที่เกี่ยวข้องกับการรับและแสดงข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลภาษาไทยและภาษาอังกฤษมีความแตกต่างกันดังนี้

- ลักษณะตัวอักษรภาษาไทยและตัวอักษรภาษาอังกฤษมีความแตกต่างกัน คือเป็นตัวอักษรคนละชุด ไม่สามารถใช้ชุดตัวอักษรร่วมกันได้
  - ภาษาอังกฤษมีลักษณะการวางตัวอักษรอยู่ภายในบรรทัดเดียวเรียงต่อกันไปในขณะที่ภาษาไทยมีการวางพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์เป็น 3 บรรทัด
- \* ในขณะเดียวกันข้อมูลภาษาไทยและภาษาอังกฤษก็มีความคล้ายคลึงกันดังต่อไปนี้

- ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เป็นภาษาที่ใช้วิธีการผสมตัวอักษรที่มีอยู่จำนวนจำกัด เพื่อได้ผลออกมาเป็นคำที่มีความหมายแตกต่างกัน
- ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษมีจำนวนตัวอักษรไม่เกิน 256 ตัวทำให้สามารถระบุตัวอักษรที่แตกต่างกันทั้งหมดได้ด้วยข้อมูลความยาวเพียง 1 ไบต์
- ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีลักษณะตัวอักษรที่สามารถสร้างด้วยการนำเอาจุดจำนวนหนึ่งมาเรียงต่อกัน และไม่มีตัวอักษรที่มีขนาดแตกต่างกันมาก

จากความคล้ายคลึงและความแตกต่างของภาษาไทยและภาษาอังกฤษนี้ ทำให้การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการภาษาไทยมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังนี้

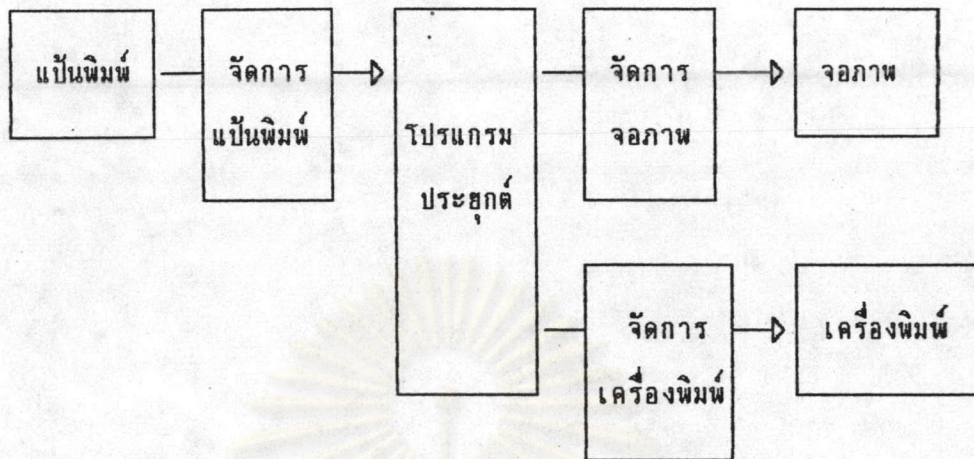
- ลักษณะของการเก็บข้อมูลตัวอักษร สามารถจัดเก็บตัวอักษรแต่ละตัวด้วยข้อมูลความยาว 1 ไบต์โดยอาศัยเนื้อที่ส่วนหลังของตารางแอสกี ซึ่งเป็นที่อยู่ของอักษรภาพต่างๆที่ไม่ค่อยได้ใช้ ทั้งนี้เป็นไปตามมาตรฐานรหัสภาษาไทยที่มีผู้วางมาตรฐานไว้
- การรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ แม้ว่าจะสามารถบรรจุตัวอักษรภาษาไทยทุกตัวลงบนแป้นพิมพ์ได้ แต่ก็ทำให้เกิดการซ้อนทับของแป้นพิมพ์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จึงต้องมีส่วนที่ทำหน้าที่จัดการการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ ให้ผู้ใช้

สามารถเลือกการทำงานของแป้นพิมพ์ระหว่างแป้นพิมพ์ไทย และแป้นพิมพ์  
อังกฤษ และส่งรหัสตัวอักษรให้กับโปรแกรมประยุกต์ได้ถูกต้องตามที่ผู้ใช้  
ต้องการ การวางแป้นพิมพ์ไทยยึดตามการวางแป้นพิมพ์ภาษาไทยแบบ  
เกษมณีซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลาย

- จากลักษณะการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ที่เก็บเรียงต่อกันไปตามลักษณะของ  
ภาษาอังกฤษ ทำให้จะต้องออกแบบให้มีส่วนที่ทำหน้าที่จัดตำแหน่งของ  
ตัวอักษรภาษาไทยแยกเป็นตัวพยัญชนะ สระบน สระล่างและวรรณยุกต์ ให้ถูก  
ต้องตามหลักการเขียนภาษาไทย ทั้งการแสดงผลข้อมูลภาษาไทยออกจอภาพ  
และการพิมพ์ข้อมูลภาษาไทยออกเครื่องพิมพ์

เนื่องจากข้อมูลภาษาไทยและภาษาอังกฤษแทนข้อมูลตัวอักษรแต่ละตัวด้วยรหัสความยาว  
1 ไบต์เช่นเดียวกัน ดังนั้นโปรแกรมประยุกต์ที่ออกแบบมาสำหรับข้อมูลภาษาอังกฤษโดยทั่วไป  
จึงสามารถจัดการกับข้อมูลภาษาไทยได้ โดยตัวโปรแกรมไม่รับรู้ว่ามีข้อมูลที่กำลังจัดการนั้นเป็น  
ข้อมูลภาษาไทย ยกเว้นโปรแกรมประยุกต์บางโปรแกรมที่มีการจัดการกับแอสกีโค้ดตัวท้าย ๆ  
ของตารางในลักษณะพิเศษเช่น ใช้เป็นรหัสควบคุมการทำงานของโปรแกรม เป็นต้น เมื่อนำมา  
ใช้กับข้อมูลภาษาไทยจะเกิดปัญหาคือ โปรแกรมประเภทนี้จะต้องถูกดัดแปลงเป็นพิเศษจึงสามารถ  
ทำงานกับข้อมูลภาษาไทยได้ แต่โดยทั่วไปแล้วการที่จะทำให้โปรแกรมประยุกต์สามารถทำงาน  
กับข้อมูลภาษาไทยได้ก็คือ การแทรกการจัดการภาษาไทยเข้าไปตรงจุดที่ข้อมูลจะเข้าสู่โปรแกรม  
ประยุกต์จากแป้นพิมพ์ และจุดที่ข้อมูลออกจากโปรแกรมประยุกต์ไปยังเครื่องพิมพ์หรือจอภาพ  
ตามแผนภาพที่ 8

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 8 แสดงแนวความคิดการทำงานของโปรแกรมส่วนจัดการภาษาไทย

ดังนั้นในส่วนจัดการภาษาไทย สามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ส่วนจัดการแสดงข้อมูลออกทางจอภาพ
- ส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์
- ส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกทางเครื่องพิมพ์

#### 1. การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพ

แนวทางการออกแบบส่วนจัดการจอภาพมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ ออกแบบโปรแกรมที่มีความสามารถดังต่อไปนี้

- สามารถรับรู้ว่าโปรแกรมประยุกต์ มีความต้องการส่งข้อมูลใดออกจอภาพที่ตำแหน่งใด
- สามารถจัดตำแหน่งของตัวอักษรที่จะแสดงออกจอภาพ ได้ถูกต้องตามหลักการเขียนภาษาไทยตรงตามตำแหน่งที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ
- สามารถแสดงข้อมูลที่จัดแล้วออกจอภาพ ได้ถูกต้องทั้งตำแหน่งและลักษณะตัวอักษร

การรับรู้ว่าโปรแกรมประยุกต์ต้องการส่งข้อมูลใดออกจอภาพนั้น จากทฤษฎีข้างต้น จะเห็นได้ว่า โปรแกรมประยุกต์สามารถส่งข้อมูลตัวอักษรออกจอภาพได้หลายวิธีคือ

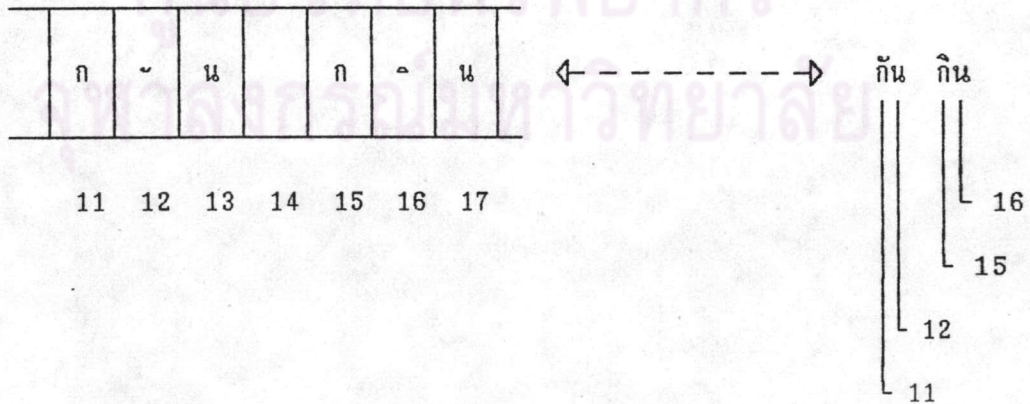
- โดยการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีทของดอส
- โดยการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีทของไบออส
- โดยเขียนตัวอักษร และลักษณะ ลงในวิดีโอบัฟเฟอร์บนวงจรแสดงผล โดยตรงซึ่งตำแหน่งที่ใช้อ้างอิงขึ้นกับโหมดของการแสดงผล (B8000H ถึง BFFFFH สำหรับโหมด 2 และโหมด 3) โดยตำแหน่งคู่จะเป็น ตำแหน่งของแอสกีโค้ด ส่วนตำแหน่งคี่จะเป็นตำแหน่งของลักษณะ ซึ่งอาจจะเป็นการกำหนดสีของตัวอักษร พื้นหลัง หรือลักษณะอื่นๆ เช่น ตัวกระพริบ ชิดเส้นใต้ เป็นต้น การคำนวณตำแหน่งของตัวอักษรใน หน่วยความจำทำได้ดังนี้

$$\text{ตำแหน่ง} = \text{B800:0000H} + \text{แถว} \times 160 + \text{สดมภ์} \times 2$$

สำหรับการแสดงข้อความโดยขอบริการจากชุดคำสั่งอินเทอร์พรีทนั้น ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีทอาศัยข้อมูลในส่วนข้อมูลของไบออสที่ใช้ควบคุมการแสดงผล เป็นตัวกำหนดการทำงาน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกเปลี่ยนแปลงโดยไบออสเพื่อรักษาสถานะปัจจุบันของการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการแสดงข้อความออกจอภาพโดยวิธีใด ข้อมูลตัวอักษรที่จะแสดงออกจอภาพจะต้องปรากฏที่วิดีโอบัฟเฟอร์ส่วนข้อความเสมอ ดังนั้นวิธีการที่จะรับรู้ว่าโปรแกรมประยุกต์ต้องการแสดงข้อความใดออกจอภาพ จึงออกแบบให้ใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลที่ตำแหน่งตัวอักษรในวิดีโอบัฟเฟอร์ การออกแบบให้โปรแกรมฝังตัวทำการตรวจสอบข้อมูลในวิดีโอบัฟเฟอร์เป็นระยะ เพื่อรับรู้ความต้องการส่งข้อมูลออกจอภาพของโปรแกรมประยุกต์ แม้จะมีข้อเสียที่จะต้องทำการตรวจสอบวิดีโอบัฟเฟอร์เป็นระยะตลอดเวลา มิใช่การทำงานเฉพาะเวลาที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการส่งข้อมูลออกจอภาพดังเช่นการดึงอินเทอร์พรีทที่ใช้ในการแสดงข้อความออกจอภาพ แต่เป็นวิธีที่ครอบคลุมการทำงานของโปรแกรมประยุกต์บางประเภท ที่ส่งข้อมูลออกจอภาพโดยการเขียนข้อมูลลงในวิดีโอบัฟเฟอร์โดยตรงไม่ผ่านอินเทอร์พรีท ซึ่งการออกแบบให้โปรแกรมฝังตัวทำงาน เมื่อมีการเรียกใช้อินเทอร์พรีทในการแสดงข้อความ จะไม่สามารถทำงานกับโปรแกรมประยุกต์ประเภทนี้ได้ถูกต้อง

การจัดตำแหน่งของตัวอักษรบนจอภาพให้ถูกต้องทั้งหลักการเขียนภาษาไทย และ

ความต้องการของโปรแกรมประยุกต์นั้น ในแง่ของการจัดตัวอักษรให้ตรงตามหลักการเขียนภาษาไทย จากการศึกษาภาษาไทยมีหลักการเขียนเป็น 3 บรรทัด คือ พยัญชนะ และสระบางตัว เช่น สระอะ สระอา สระเอ สระแอะ สระไอ สระอี สระโอ เป็นต้น และเครื่องหมายบางส่วนคือ ไม้ยมก ไข่ปลา น้อย ตลอดจนตัวเลขมีตำแหน่งอยู่บนบรรทัดกลางหรือบรรทัดเดียวกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ ส่วนสระบางตัวคือ สระอิ สระอี สระอึ สระอือ ไม้หันอากาศ ไม้ไต่คู้ และวรรณยุกต์มีตำแหน่งการเขียนอยู่ที่บรรทัดบน และสระบางตัวคือ สระอุ และ สระอู มีตำแหน่งการเขียนอยู่ที่บรรทัดล่าง โดยตัวอักษรที่บรรทัดบนและล่างมีตำแหน่งสอดคล้องเข้ากับตัวอักษรในบรรทัดกลางที่เป็นตัวพยัญชนะของสระหรือวรรณยุกต์นั้น ๆ ลักษณะการเขียนเช่นนี้แตกต่างจากลักษณะข้อมูลตัวอักษรในวิดีโอเทปเฟรม ซึ่งข้อมูลตัวอักษรไม่ว่าจะเป็นสระหรือพยัญชนะก็ตามถูกเก็บเรียงต่อกันไปไม่แยก 3 บรรทัด ดังนั้นโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพจะต้องทำหน้าที่ตรวจสอบรหัสตัวอักษรแต่ละตัว เมื่อพบว่าเป็นตัวอักษรที่มีตำแหน่งอยู่ที่ตำแหน่งบรรทัดบนหรือบรรทัดล่างก็แสดงตัวอักษรดังกล่าวออกจอภาพในตำแหน่งที่ควรจะเป็น การทำงานดังกล่าวเรียกว่า การจัดบรรทัด เมื่อมีการจัดบรรทัดแล้วสิ่งที่ตามมาก็คือ ตำแหน่งของตัวอักษรที่เปลี่ยนไปจากเดิมในการแสดงข้อความภาษาอังกฤษนั้น ตำแหน่งบนจอภาพจะสัมพันธ์กับตำแหน่งในวิดีโอเทปเฟรมแบบ 1 ต่อ 1 แต่เมื่อเป็นการแสดงข้อความภาษาไทยโดยมีการจัดบรรทัด ตำแหน่งในวิดีโอเทปเฟรมจะไม่สัมพันธ์กับตำแหน่งบนจอภาพ ตัวอย่างข้อมูลในวิดีโอเทปเฟรมเป็นดังแผนภาพที่ 9



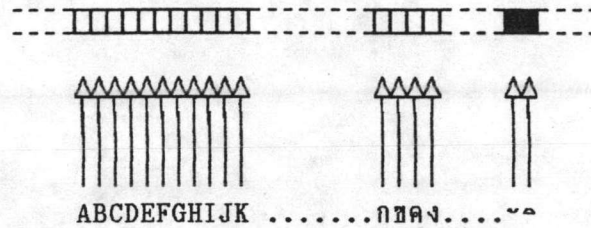
แผนภาพที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลภาษาไทยบนจอภาพกับในวิดีโอเทปเฟรม

เนื่องจากตัวอักษรที่ตำแหน่ง 12 ในวิดีโออัฟเฟอร์ (ในที่นี้คือไม้หันอากาศ) มีตำแหน่งอยู่ในบรรทัดบนทำให้ถูกแสดงที่ตำแหน่งสดมภ์ที่ 11 บนตัว ก และตัวอักษรที่ตำแหน่ง 13 ในวิดีโออัฟเฟอร์ (ในที่นี้คือตัว น) จะต้องถูกแสดงที่ตำแหน่ง 12 บนจอภาพ เมื่อตำแหน่งในวิดีโออัฟเฟอร์ไม่ตรงกับตำแหน่งบนจอภาพ การกำหนดตำแหน่งตัวอักษรบนจอภาพของข้อมูลภาษาไทย จึงต้องทำโดยการแสดงต่อเนื่องกันไปจากตำแหน่งตัวอักษรตัวแรก โดยไม่สนใจตำแหน่งในวิดีโออัฟเฟอร์ แต่การแสดงตัวอักษรออกจอภาพต่อเนื่องกันไปนี้ จะทำให้ตำแหน่งตัวอักษรบนจอภาพไม่ตรงกับที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น โปรแกรมประยุกต์ต้องการแสดงคำว่า กั้น ที่ตำแหน่ง 11 และคำว่า กิน ที่ตำแหน่ง 15 ถ้าทำการแสดงต่อเนื่องไปคำว่า กิน จะเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 14 ถ้าเป็นจอภาพที่มีลักษณะเป็นตารางแล้วความผิดพลาดเช่นนี้ไม่อาจยอมรับได้ ดังนั้นจึงต้องมีการรักษาตำแหน่งที่ถูกต้องบนจอภาพ โดยปรับตำแหน่งเริ่มต้นของตัวอักษรก่อนที่จะทำการแสดงตัวอักษรติดต่อกัน ให้ตรงกับตำแหน่งในวิดีโออัฟเฟอร์เป็นระยะ โดยอาศัยข้อเท็จจริงที่ว่า แต่ละกลุ่มของตัวอักษรจะถูกแยกด้วยช่องว่าง เมื่อพบว่ารหัสตัวอักษรมีความหมายเป็นช่องว่าง จะต้องทำการปรับตำแหน่งที่จะแสดงตัวอักษรบนจอภาพ ให้ตรงกับตำแหน่งในวิดีโออัฟเฟอร์ วิธีการดังกล่าวนี้เรียกว่า การชดเชยสระ ซึ่งอาจเลือกได้ว่าจะทำการชดเชยสระเมื่อพบช่องว่างก็ช่องติดต่อกัน ในที่นี้ออกแบบให้ทำการชดเชยสระเมื่อพบช่องว่าง 1 ช่อง

ในส่วนของการตรวจสอบว่ารหัสข้อมูลที่พบ มีตำแหน่งบนจอภาพอยู่ที่ใดนั้นอาจทำได้หลายวิธีคือ

- ใช้วิธีการตรวจสอบโดยใช้เงื่อนไขว่า รหัสตัวอักษรนั้นมีตำแหน่งอยู่ในบรรทัดบนหรือบรรทัดล่างหรือไม่
- ใช้วิธีการสร้างตารางที่เก็บข้อมูลว่ารหัสตัวอักษรแต่ละตัวมีตำแหน่งอยู่ที่บรรทัดใด

ในที่นี้ออกแบบให้ใช้วิธีการหาข้อมูลจากตาราง ซึ่งมีขนาดช่องละ 1 ไบต์ เก็บแฟล็กที่แสดงว่า ตัวอักษรที่มีรหัสเท่ากับตำแหน่งช่องในตารางมีตำแหน่งอยู่บนหรือล่างหรือไม่ โดยใช้รหัสตัวอักษรเป็นดัชนีในการเข้าถึงแต่ละช่องของตารางตามแผนภาพที่ 10 การที่ต้องมีตารางในการตรวจสอบตำแหน่งตัวอักษรนี้ แม้ว่าจะต้องเสียเนื้อที่ในหน่วยความจำไป แต่จะทำให้โปรแกรมสามารถทำงานได้เร็วกว่าการตรวจสอบเงื่อนไขทีละตัว



( ช่องที่บ แทนความหมายว่าแฟลกมีค่าเป็นจริง )

แผนภาพที่ 10 แสดงลักษณะของตารางตำแหน่งตัวอักษร

สาเหตุที่ต้องมีการตรวจสอบว่า ตัวอักษรที่มีตำแหน่งต่างไปจากบรรทัดกลางหรือไม่ เนื่องจากตัวอักษรที่บรรทัดบนและบรรทัดล่าง มีตำแหน่งสัมพันธ์เดียวกับพิกษณะของตัวอักษรนั้น ทำให้ตำแหน่งอ้างอิง ซึ่งเป็นตำแหน่งมุมบนซ้ายปัจจุบันในการแสดงตัวอักษรในบรรทัดกลาง จะต้องถูกย้อนกลับมา 1 ความกว้างตัวอักษร เพื่อให้ตัวอักษรดังกล่าวถูกแสดงที่ตำแหน่งเหนือหรือใต้พิกษณะพอดี เมื่อได้แสดงตัวอักษรแล้วตำแหน่งอ้างอิงนี้จะถูกเลื่อนไปยังตำแหน่งต่อไป หลังจากได้แสดงตัวอักษรจนครบ 1 บรรทัดคือ 80 ตัวอักษร จึงเลื่อนไปยังตำแหน่งตัวอักษรแรกของบรรทัดต่อไป และจากการที่ตำแหน่งตัวอักษรบนจอภาพไม่ตรงกับในวิดีโออัฟเฟอร์ ทำให้ไม่สามารถแสดงเฉพาะตัวอักษรที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่จะต้องแสดงทุกตัวตั้งแต่ตัวอักษรที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจนหมดเท่านั้น จึงสามารถแสดงข้อความบนจอภาพได้ถูกต้อง ครอบคลุมถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงบนจอภาพจากการกดแป้นถอยหลัง (back space)

การแสดงข้อความออกจจอภาพนั้น จากวัตถุประสงค์ในการออกแบบโปรแกรมไดเวอร้ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย ที่ต้องการให้สามารถแสดงข้อความออกจจอภาพได้ในขณะที่แสดงภาพค้างอยู่บนจอภาพ ทำให้ต้องออกแบบให้โปรแกรมทำงานในโหมดแสดงภาพ เนื่องจากไม่สามารถแสดงภาพในโหมดข้อความได้ แต่สามารถจัดเรียงจุดบนจอภาพออกมาเป็นตัวอักษรได้ในโหมดแสดงภาพ เมื่อโปรแกรมทำงานในโหมดแสดงภาพแต่ต้องการให้โปรแกรมประยุกต์ที่ออกแบบมาให้ทำงานให้โหมดข้อความสามารถทำงานได้เช่นเดิม โปรแกรมไดเวอร้ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วนจัดการจอภาพ จึงต้องออกแบบให้สามารถสร้างสิ่งแวดล้อมให้โปรแกรมประยุกต์เสมือนว่า ทำงานในโหมดข้อความขณะที่โปรแกรมไดเวอร้



### ทำงานในโหมดแสดงภาพ

จากทฤษฎีข้างต้นประกอบกับตารางอินเทอร์รัพท์ และตารางแสดงข้อมูลของ รอมไบออสจะเห็นได้ว่า การกำหนดให้วงจรแสดงผลมีการทำงานเป็นโหมดใดนั้น ทำได้โดยการกำหนดค่าของรีจิสเตอร์บนวงจรแสดงผลให้เหมาะสม โดยปกติแล้วโปรแกรมประยุกต์จะขอ บริการจากชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ในการกำหนดโหมดการแสดงผล เมื่อชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ทำการ กำหนดค่าที่เหมาะสมแก่รีจิสเตอร์แล้ว จะบันทึกข้อมูลโหมดการทำงานปัจจุบันลงในส่วนข้อมูลของ รอมไบออส และอาศัยข้อมูลนี้ในการทำงานเมื่อมีการขอบริการจากโปรแกรมประยุกต์ในการส่ง ข้อมูลออกจอภาพ ในขณะที่วงจรมีการแสดงผลแบบวีจีเอก็อนุญาตให้โปรแกรมสามารถเปลี่ยน แปลงค่าของรีจิสเตอร์เหล่านี้ได้โดยตรงไม่ต้องผ่านอินเทอร์รัพท์ ดังนั้นจึงสามารถสร้างสิ่งแวดล้อมของโปรแกรมประยุกต์ให้เสมือนกับว่าทำงานในโหมดข้อความ แต่โหมดการทำงานของ วงจรแสดงผลเป็นโหมดแสดงภาพโดยมีขั้นตอนดังนี้

- ขอบริการจากชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ เพื่อกำหนดโหมดการทำงานเป็น โหมดแสดงภาพ ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์จะทำการกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ บนวงจรแสดงผลให้วงจรแสดงผลทำงานในโหมดแสดงภาพ
- กำหนดค่าให้แก่วีจีสเตอร์บนวงจรแสดงผลแบบวีจีเอ เพื่อให้วงจร แสดงผลแบบวีจีเอไม่รับข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ แล้วขอบริการจาก ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ เพื่อเปลี่ยนโหมดการทำงานของวงจรแสดงผล เป็นโหมดข้อความ ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์จะทำการกำหนดค่าที่ เหมาะสมแก่การทำงานในโหมดข้อความ ให้แก่วีจีสเตอร์ของวงจร แสดงผลและบันทึกข้อมูลลงในส่วนข้อมูลของรอมไบออสว่า ขณะนี้เป็น การทำงานในโหมดข้อความ แต่เนื่องจากวงจรแสดงผลถูกกำหนดให้ ไม่รับข้อมูลจากโปรเซสเซอร์ ดังนั้นวงจรแสดงผลยังคงทำงานใน โหมดแสดงภาพเช่นเดิม ต่อจากนั้นกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ของวงจร แสดงผล เพื่อให้รับข้อมูลจากโปรเซสเซอร์
- กำหนดค่าให้แก่ รีจิสเตอร์บนวงจรแสดงผลแบบวีจีเอ เพื่อกำหนดให้ วิดีโอบัฟเฟอร์ถูกมีตำแหน่งที่ต่อเนื่องกันไป ครอบคลุมทั้งบริเวณที่โหมด ข้อความใช้และบริเวณที่โหมดแสดงภาพใช้ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อกำหนด

ให้วงจรแสดงผลทำงานในโหมดแสดงภาพ วิดีโอบีฟเฟอร์จะถูกกำหนดให้มีตำแหน่งในช่วงที่โหมดแสดงภาพใช้เท่านั้น เมื่อโปรแกรมประยุกต์หรือไบออสซึ่งกำลังทำงานในโหมดข้อความ อ้างถึงตำแหน่งในวิดีโอบีฟเฟอร์ส่วนข้อความจะเกิดความผิดพลาดขึ้น เนื่องจากโปรเซสเซอร์หาตำแหน่งที่ถูกอ้างถึงนั้นในวิดีโอบีฟเฟอร์ไม่พบ ดังนั้นจึงต้องกำหนดให้วิดีโอบีฟเฟอร์มีตำแหน่งครอบคลุมทุกส่วน

เมื่อจัดการทำงานตามลำดับขั้นนี้แล้ว จะทำให้โปรแกรมประยุกต์ที่ออกแบบให้ทำงานในโหมดข้อความยังคงทำงานได้ และข้อมูลที่ต้องการแสดงออกจจอภาพยังคงปรากฏอยู่ในวิดีโอบีฟเฟอร์ส่วนข้อความ ทำให้โปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยยังสามารถรับรู้ได้ว่า โปรแกรมประยุกต์ต้องการแสดงข้อมูลใดออกจจอภาพได้เช่นเดิม

การออกแบบให้โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพ สามารถจัดการแสดงตัวอักษรออกจจอภาพได้ก็คือ การกำหนดให้จอภาพแสดงจุดที่เรียงต่อกันเป็นรูปตัวอักษรนั่นเอง การกำหนดให้จอภาพแสดงจุดที่ตำแหน่งต่างๆ นั้นสามารถทำได้ทั้งโดยการขอบริการจากชุดคำสั่งอินเทอร์พรีท และการกำหนดข้อมูลลงในวิดีโอบีฟเฟอร์โดยตรง การกำหนดข้อมูลลงในวิดีโอบีฟเฟอร์ทำได้ยุ่งยากกว่าการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีท แต่สามารถทำงานได้เร็วกว่ามาก เนื่องจากการแสดงตัวอักษรเป็นการแสดงในรูปแบบซ้ำ ๆ กัน และมีจำนวนรูปแบบที่จำกัดเท่ากับจำนวนรหัสตัวอักษร การออกแบบโปรแกรมส่วนนี้ จึงออกแบบให้มีการสร้างรูปแบบตัวอักษรทุกตัวไว้ในวิดีโอบีฟเฟอร์ส่วนที่ไม่ได้ใช้ ในตอนเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม ต่อจากนั้นเมื่อต้องการแสดงตัวอักษรลงบนจอภาพที่ตำแหน่งใด ก็ทำการคัดลอกเอาข้อมูลในวิดีโอบีฟเฟอร์บริเวณของรูปแบบตัวอักษรนั้นลงบนวิดีโอบีฟเฟอร์ตำแหน่งที่ต้องการ

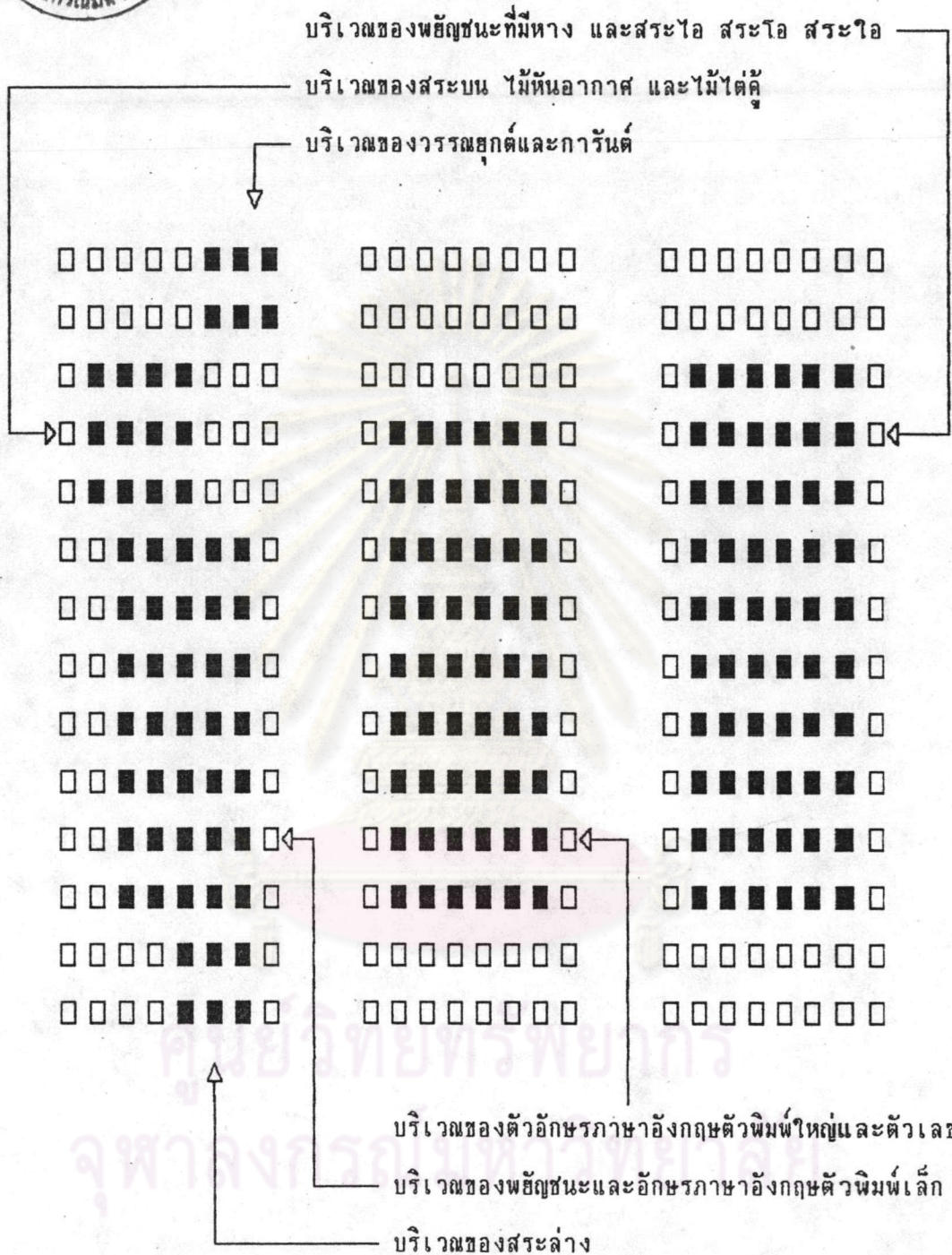
เมื่อพิจารณาจากโหมดการทำงานที่วงจรแสดงผลแบบวีจีเอสามารถทำงานได้และคุณสมบัติการโหมดการแสดงผลที่ต้องการใช้ในการทำงานของโปรแกรมคือ

- จะต้องเป็นโหมดการแสดงผลที่สามารถแสดงสีและมีความละเอียดมากพอที่จะแสดงภาพได้ในระดับหนึ่ง
- จะต้องเป็นโหมดการแสดงผลที่มีเนื้อที่ในวิดีโอบีฟเฟอร์ เหลือมากพอที่จะเก็บรูปแบบตัวอักษรที่ต้องการใช้ในการแสดงตัวอักษรได้

โหมดการแสดงผลที่เหมาะสมคือโหมด 16 ซึ่งสามารถแสดงภาพที่มีความละเอียด

640 X 350 จุด 16 สีได้ จากจำนวนจุดตามขวาง 640 จุด เมื่อต้องการออกแบบจอภาพ ให้สามารถแสดงตัวอักษรได้ 80 ตัวอักษร จึงแบ่งเป็นจำนวนจุดให้ตัวอักษรแต่ละตัวรวมทั้งช่องว่างระหว่างตัวอักษร ได้ความกว้าง 8 จุด และจากจำนวนจุดตามความสูงของจอภาพที่โหมคนั้น สามารถแสดงได้คือ 350 จุด เมื่อต้องการแสดงตัวอักษร 25 บรรทัด จึงสามารถแสดงได้ 14 จุดต่อ 1 บรรทัด การออกแบบตัวอักษรที่มีตำแหน่งอยู่ที่บรรทัดบนและบรรทัดล่างทำได้ 2 วิธี วิธีแรกคือ ออกแบบให้ตัวอักษรทุกตัวอยู่ในระดับเดียวกัน และใช้ตำแหน่งอ้างอิงที่แตกต่างกัน สำหรับตัวอักษรที่อยู่ต่างบรรทัดกัน เพื่อให้แสดงออกมาเป็นการจัดบรรทัด 3 บรรทัด อีกวิธีคือการออกแบบตัวอักษรให้อยู่ระดับที่จะแสดงจริง และใช้ตำแหน่งอ้างอิงเพียงตำแหน่งเดียวกัน สำหรับตัวอักษรทุกตัว ในการออกแบบตัวอักษรสำหรับโปรแกรมไคเวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยนี้เลือกใช้วิธีหลังเพื่อความสะดวกในการออกแบบตัวอักษร ลักษณะของกรอบที่ใช้ในการออกแบบตัวอักษรแสดงดังแผนภาพที่ 11

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



( 1 ช่องแทน 1 จุดบนจอภาพ ช่องที่บแสดงตำแหน่งขอบเขตที่ใช้ออกแบบตัวอักษรแต่ละชนิด )

แผนภาพที่ 11 แสดงกรอบที่ใช้ออกแบบตัวอักษร

ตัวอักษรทุกตัวจะถูกออกแบบ และเก็บไว้เป็นแฟ้มข้อมูลตัวอักษรซึ่งมีโครงสร้างดัง  
แผนภาพที่ 12 จำนวน 256 ชุดสำหรับรูปแบบตัวอักษร 256 ตัว

รหัสตัวอักษร	แฟล็กแสดงตำแหน่ง	รูปแบบตัวอักษร
--------------	------------------	----------------

รหัสตัวอักษร	คือรหัสภาษาไทยเสมอ.
แฟล็กแสดงตำแหน่ง	คือข้อมูลที่แสดงว่าตัวอักษรนี้มีตำแหน่งอยู่ที่บรรทัดบนหรือ บรรทัดล่างหรือไม่
รูปแบบตัวอักษร	คือข้อมูลตำแหน่งของจุดที่ต้องแสดงบนจอภาพ เพื่อสร้าง ตัวอักษรตัวนี้โดยเก็บตำแหน่งของจุดจากมุมบนซ้ายเรียง ต่อกันไปจนถึงมุมล่างขวา แทนจุดในแต่ละแถวตามขวาง ด้วยบิตที่มีค่าเป็น 1 ของแต่ละไบต์จำนวน 14 ไบต์

แผนภาพที่ 12 แสดงโครงสร้างแฟ้มข้อมูลรูปแบบตัวอักษร

แฟ้มข้อมูลรูปแบบตัวอักษรจะถูกอ่านเข้าสู่หน่วยความจำ เพื่อทำการสร้างรูปแบบ  
ตัวอักษรในช่วงที่โปรแกรมเริ่มทำงาน สำหรับคัดลอกไปแสดงในตำแหน่งต่าง ๆ บนจอภาพเมื่อ  
ต้องการแสดงตัวอักษรนั้น ๆ โดยการสร้างรูปแบบตัวอักษรดังกล่าว จะสร้างไว้ที่ตำแหน่งใน  
วิดีโอแอมป์เฟออร์ส่วนท้าย ๆ ที่ไม่ถูกใช้ในการแสดงแสดงบนจอภาพ โดยทำการสร้างเรียงต่อกันไป  
ตั้งแต่ตัวอักษรตัวแรกในตารางรหัสเสมอ. เรียงต่อกันไปจนหมด

เมื่อโปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย ส่วนจัดการจอภาพ  
ต้องการแสดงตัวอักษรออกจอภาพ ก็จะใช้ลักษณะตัวอักษรซึ่งในที่นี้คือ สีของพื้นหลังของตัวอักษร  
จากวิดีโอแอมป์เฟออร์ที่ตำแหน่งนั้น ๆ ในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมสี ที่ตรงกับพื้นหลังที่โปรแกรมประยุกต์  
ต้องการที่ตำแหน่งบนจอภาพที่สัมพันธ์กันดังที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่แล้ว จากนั้นจะอาศัยแอสกีโค้ด  
ของตัวอักษรในการคำนวณหาตำแหน่งของรูปแบบตัวอักษรที่ได้สร้างไว้แล้ว และทำการคัดลอกลง

ไปยังตำแหน่งที่ได้สร้างพื้นหลังไว้แล้วในลักษณะเสริมกัน (OR) โดยวิธีนี้จะสามารถแสดงตัวอักษรที่มีสีของพื้นหลัง ที่แตกต่างกันได้ตามที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ ยกเว้นแต่สีของพื้นหลังที่ออกแบบให้ไม่แสดงสีขาวเนื่องจากจะกลืนไปกับสีของตัวอักษรที่ออกแบบให้มีสีขาวเสมอ ซึ่ง จะทำการเปลี่ยนเป็นพื้นหลังสีอื่นแทน ยกเว้นการแสดงตัวอักษรในบรรทัดบนและบรรทัดล่างจะ ไม่สร้างพื้นหลัง เพื่อมิให้ตัวพยัญชนะโดนทับ

เนื่องจากการออกแบบ โปรแกรมโคเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย ต้องการให้โปรแกรมสามารถแสดงภาพได้ขณะที่กำลังแสดงภาพค้างอยู่บนจอภาพ ดังนั้นจึงไม่ ควรแสดงตัวอักษรที่บดบังไปบนภาพที่กำลังแสดงอยู่ สาเหตุที่ทำให้เกิดกรณีที่มีการเขียนตัวอักษร ลงในตำแหน่งที่กำลังแสดงภาพ เกิดจากลักษณะการทำงานของตัวโปรแกรมโคเวอ์ดังที่ได้กล่าว มาแล้ว และการส่งข้อความออกจอภาพโดยโปรแกรมประยุกต์ซึ่งไม่รับรู้ว่า ขณะนี้กำลังมีการ แสดงภาพอยู่บนจอภาพ การออกแบบส่วนแสดงข้อความจึงต้องออกแบบให้มีการตรวจสอบว่า บริเวณที่กำลังจะแสดงตัวอักษรนั้นเป็นตำแหน่งของภาพหรือไม่ รายละเอียดของการป้องกัน การเขียนทับภาพนี้ บรรยายในหัวข้อที่เกี่ยวกับการแสดงภาพ

นอกจากความสามารถดังกล่าวแล้วการแสดงเคอร์เซอร์ (CURSOR) เป็นอีก งานหนึ่งที่โปรแกรมโคเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วนจัดการจอภาพ ต้องจัดการ เนื่องจากในโหมดแสดงภาพจะไม่มีเคอร์เซอร์แสดงให้ดังเช่นในโหมดข้อความ การรับรู้ว่าขณะนี้ ตำแหน่งของเคอร์เซอร์อยู่ที่ใดทำได้โดยเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ ซึ่งจะได้ตำแหน่งแถวและ สดมภ์ของเคอร์เซอร์ หลังจากนั้นทำการลบเคอร์เซอร์ที่ตำแหน่งเดิม โดยการแสดงตัวอักษรที่ ตำแหน่งเดิมของเคอร์เซอร์ทับเคอร์เซอร์ คัดลอกตัวอักษรเคอร์เซอร์จากรูปแบบที่สร้างไว้แล้วมา ลงที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์ปัจจุบันในลักษณะเสริมกับตัวอักษรเดิม ซึ่งตำแหน่งที่ต้องแสดงเคอร์เซอร์ จะอยู่บนแถวเดียวกับข้อมูลที่ได้จากอินเทอร์รัพท์แต่อาจไม่ใช่สดมภ์เดียวกันเนื่องจากการจัดบรรทัด ดังนั้นจะต้องทำการตรวจสอบรหัสตัวอักษรในแถวนี้ที่ตำแหน่งก่อนถึงตำแหน่งปัจจุบันของเคอร์เซอร์ เพื่อหาตำแหน่งเคอร์เซอร์บนจอภาพที่ถูกต้อง ในที่นี้ออกแบบให้เคอร์เซอร์เป็นตัวแสดงสถานะ ของแป้นพิมพ์ โดยกำหนดให้ตัวขีดเส้นใต้แสดงสถานะของแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ และรูปสี่เหลี่ยมทึบ แสดงสถานะของแป้นพิมพ์ภาษาไทย หลังจากแสดงเคอร์เซอร์แล้ว ตำแหน่งเคอร์เซอร์และ ตัวอักษรที่ตำแหน่งเคอร์เซอร์จะถูกเก็บไว้ เพื่อทำการลบเคอร์เซอร์ในครั้งต่อไป

สรุปการทำงานของ โปรแกรมโคเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วน

### จัดการจอภาพได้ดังนี้

ส่วนที่ทำเมื่อเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมไดเวอร้ ซึ่งทำงานเพียงครั้งเดียว

- สร้างสิ่งแวดลอมของโปรแกรมประยุกต์เป็นโหมคข้อความ ในขณะที่โหมคการทำงานของวงจรแสดงผลเป็นโหมคแสดงภาพ
- สร้างรูปแบบตัวอักษรจากแฟ้มข้อมูลรูปแบบตัวอักษรเพื่อใช้ในการแสดงข้อความบนจอภาพ

ส่วนที่ทำงานเป็นระยะตลอดเวลาที่โปรแกรมไดเวอร้ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยอยู่ในหน่วยความจำ

- ตรวจสอบข้อมูลในวิดีโอบัฟเฟอร์จากแถวแรกจนถึงแถวสุดท้าย เมื่อพบแถวใดมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล จะทำการแสดงตัวอักษรในแถวนั้น ตั้งแต่ตำแหน่งที่พบการเปลี่ยนแปลงจนหมดแถว การแสดงตัวอักษรเริ่มจากการทำการชดเชยสระเมื่อรหัสตัวอักษรเป็นช่องว่าง หรือแก้ไขตำแหน่งอ้างอิงของตัวอักษรในบรรทัดบนและบรรทัดล่าง ทำการสร้างพื้นหลังของตัวอักษรตามข้อมูลลักษณะตัวอักษร ลงบนตำแหน่งอ้างอิงในกรณีที่มีใช้ตัวอักษรในบรรทัดบนหรือบรรทัดล่าง ต่อจากนั้นคัดลอกรูปแบบตัวอักษรลงบนตำแหน่งอ้างอิง ให้เสริมกับพื้นหลังที่เตรียมไว้ เสร็จแล้วเลื่อนตำแหน่งอ้างอิงไปยังตัวอักษรต่อไป
- แสดงเคอร์เซอร์ในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- เก็บข้อมูลทั้งหมดของวิดีโอบัฟเฟอร์ส่วนข้อความไว้ใช้เปรียบเทียบ

ในการเรียกให้ส่วนจัดการจอภาพทำงานเป็นระยะ ๆ นั้น ออกแบบให้อาศัยไทม์เมอร์อินเทอร์รัพท์เป็นตัวเรียกให้โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพทำงาน รายละเอียดและความเหมาะสมในการอาศัยอินเทอร์รัพท์เรียกโปรแกรมฝั่งตัวทำงานเป็นระยะ ได้บรรยายไว้แล้วในหัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวกับโปรแกรมฝั่งตัว

## 2. การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์

การออกแบบส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ ของโปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย คือการออกแบบโปรแกรมที่ทำหน้าที่จัดการให้แป้นพิมพ์ สามารถทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาไทยและแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ จากแป้นพิมพ์เดิมที่ทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษอย่างเดี๋ยวนั้น การที่จะทำให้แป้นพิมพ์ทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาไทยได้นั้น ก็คือการส่งรหัสตัวอักษรภาษาไทยซึ่งตรงกับแป้นพิมพ์ภาษาไทยที่ถูกผู้ใช้กด ให้แก่โปรแกรมประยุกต์ แทนที่จะเป็นแอสกีโค้ดเดิม ดังนั้นโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์นี้ จะต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

- ระบุว่าผู้ใช้กดแป้นพิมพ์ใด และขณะนั้นผู้ใช้งานต้องการให้แป้นพิมพ์ทำงานเป็นแป้นพิมพ์ชนิดใด
- ส่งรหัสตัวอักษรที่ถูกต้องตามที่ผู้ใช้งานต้องการให้แก่โปรแกรมประยุกต์

จากทฤษฎีเกี่ยวกับการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ที่บรรยายไว้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าโปรแกรมประยุกต์รับข้อมูลจากแป้นพิมพ์โดยการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีท์ ซึ่งจะป้อนข้อมูลจากบัฟเฟอร์ของแป้นพิมพ์มาให้ ข้อมูลในบัฟเฟอร์ของแป้นพิมพ์นี้เกิดจากการทำงานของชุดคำสั่งอินเทอร์พรีท์ของไบออส ที่นำแอสแกนโค้ดที่แป้นพิมพ์สร้างขึ้นเมื่อผู้ใช้งานแป้นพิมพ์ มาแปลความหมายเป็นแอสกีโค้ดแล้วใส่ลงในบัฟเฟอร์ของแป้นพิมพ์ จะเห็นได้ว่าบัฟเฟอร์ของแป้นพิมพ์เป็นตำแหน่งเหมาะสม ที่จะใช้ในการเปลี่ยนแปลงแอสกีโค้ดที่เกิดจากการกดแป้นพิมพ์ให้เป็นรหัสภาษาไทย เพื่อให้โปรแกรมประยุกต์รับข้อมูลเป็นรหัสภาษาไทยในขณะที่ทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาไทย บัฟเฟอร์ของแป้นพิมพ์เป็นตำแหน่งในหน่วยความจำ ที่โปรแกรมไดเวอ์สามารถจัดการได้ โดยมีความยุ่งยากและเกิดปัญหาน้อยกว่า การพยายามจะเปลี่ยนแปลงรหัสข้อมูลที่ตำแหน่งอื่น ๆ บนเส้นทางของการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์

เพื่อใช้การทำงานของแป้นพิมพ์ได้ 2 ลักษณะคือ แป้นพิมพ์ภาษาไทยและแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ จึงกำหนดให้มีแฟล็กที่ใช้เก็บสถานะปัจจุบันของแป้นพิมพ์ ค่าของแฟล็กนี้เป็นตัวบอกให้โปรแกรมรู้ว่า ขณะนี้จะต้องจัดการให้แป้นพิมพ์ทำงานในลักษณะใด และออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกลักษณะการทำงานของแป้นพิมพ์ได้ตลอดเวลา โดยอาศัยการกำหนดให้มีแป้นพิมพ์พิเศษ เพื่อแสดงความต้องการเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานของแป้นพิมพ์ การทำงานของแป้นพิมพ์พิเศษนี้มีลักษณะทอกเกิล



(toggle) คือ การกดแต่ละครั้งจะเปลี่ยนการทำงานของแป้นพิมพ์ เป็นอีกลักษณะหนึ่งสลับกันไป เมื่อโปรแกรมพบว่าผู้ใช้กดแป้นพิมพ์นี้ จะทำการเปลี่ยนแปลงค่าของแฟล็กที่ใช้แสดงสถานะปัจจุบันของแป้นพิมพ์ ในที่นี้กำหนดให้แป้นพิมพ์พิเศษคือ แป้น F12 ซึ่งเป็นแป้นพิมพ์ที่ไม่ค่อยถูกใช้งานในโปรแกรมประยุกต์โดยทั่วไป นอกจากนี้จะต้องให้ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานของแป้นพิมพ์ได้แล้ว ผู้ใช้จะต้องทราบว่าขณะนี้ แป้นพิมพ์มีการทำงานเป็นแบบใดจึงจะสามารถทำงานได้สะดวก การแสดงสถานะของแป้นพิมพ์นี้ออกแบบให้แสดงโดยยี่ความแตกต่างของรูปร่าง เคอร์เซอร์ โดยกำหนดให้เคอร์เซอร์รูปขีดเส้นใต้แสดงการทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ และเคอร์เซอร์ รูปสี่เหลี่ยมทึบ แสดงการทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาไทย การออกแบบให้ใช้เคอร์เซอร์แสดงสถานะของแป้นพิมพ์นี้ ทำให้สามารถใช้ทุก ๆ จุดบนจอภาพในการแสดงข้อความได้ โดยไม่เสียพื้นที่บางส่วน ไปในการแสดงสถานะของแป้นพิมพ์ เช่น การแสดงข้อความระบุสถานะของแป้นพิมพ์ที่มุมใดมุมหนึ่งของจอภาพ เป็นต้น

เมื่อได้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกลักษณะการทำงานของแป้นพิมพ์แล้ว ส่วนต่อไปคือ การออกแบบให้โปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ สามารถเปลี่ยนแอสกีโค้ดเดิมให้เป็นรหัสข้อมูลภาษาไทยได้ เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้างบัพเฟอร์ของแป้นพิมพ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแถวเรียงลำดับวงกลม โดยมีตัวชี้ตำแหน่งหัวของแถว ระบุตำแหน่งตัวอักษรที่จะถูกนำไปส่งแก่โปรแกรมประยุกต์ และตัวชี้ตำแหน่งท้ายแถวระบุตำแหน่งในบัพเฟอร์ที่จะถูกใส่รหัสตัวอักษรตัวต่อไป โดยอาศัยตัวชี้เหล่านี้โปรแกรมไดเวอร์สามารถเข้าถึงรหัสตัวอักษร ที่เกิดจากการกดแป้นพิมพ์ได้ และจากการที่ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีทของไบออส ที่ทำหน้าที่แปลความหมายของสแกนโค้ดถูกเรียกให้ทำงานทุกครั้งที่มีการกดแป้นพิมพ์ ทำให้สามารถอาศัยการเกิดอินเทอร์พรีทนี้เพื่อตรวจสอบการกดแป้นพิมพ์ เมื่อโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์พบว่า ผู้ใช้กดแป้นพิมพ์ก็จะเริ่มทำงาน การจัดการแป้นพิมพ์นี้ได้ 2 ลักษณะ ซึ่งแยกกันด้วยประเภทของแป้นพิมพ์ที่ถูกกด มีการทำงานต่างกันดังนี้

- การกดแป้นพิมพ์ปกติคือแป้นพิมพ์ที่มีได้กำหนดว่าเป็นแป้นพิมพ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของโปรแกรมไดเวอร์ในการแสดงภาพ และจัดการภาษาไทย การทำงานจะแยกเป็นการกดแป้นพิมพ์ตัวอักษรทั่วไปในขณะที่แป้นพิมพ์ทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาไทย ซึ่งโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์จะทำการเปลี่ยนแอสกีโค้ดดังกล่าว ให้เป็นรหัส

- ภาษาไทยและใส่คั่นลงในตำแหน่งเดิม อีกประเภทหนึ่งคือการกดแป้นพิมพ์ตัวอักษรในขณะที่แป้นพิมพ์ทำงานเป็นแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษหรือการกดแป้นพิมพ์อื่น ๆ ที่มีใช้การกดแป้นพิมพ์ตัวอักษร เช่น แป้น F1 เป็นต้น โปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ จะปล่อยให้โปรแกรมประยุกต์รับข้อมูลดังกล่าวไป โดยไม่ทำการเปลี่ยนแปลงใด ๆ
- การกดแป้นพิมพ์พิเศษคือแป้นพิมพ์ที่ได้กำหนดไว้ว่าใช้ควบคุมการทำงานของโปรแกรมใดเวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย เช่น แป้น F12 ที่ใช้เปลี่ยนสถานะการทำงานของแป้นพิมพ์เป็นต้น เมื่อโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์พบการกดแป้นพิมพ์พิเศษนี้ จะเรียกชุดคำสั่งที่รองรับการกดแป้นพิมพ์ดังกล่าวให้ทำงาน แล้วปรับค่าของตัวชี้ (pointer of keyboard buffer) มิให้ข้อมูลจากการกดแป้นพิมพ์ดังกล่าวถูกส่งให้แก่โปรแกรมประยุกต์

ในการเปลี่ยนแอสกีโค้ดเป็นรหัสภาษาไทย เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้รวดเร็ว จึงออกแบบให้เป็นการค้นหารหัสภาษาไทย ที่มีตำแหน่งบนแป้นพิมพ์ตรงกับแอสกีโค้ดนั้น ๆ จากตาราง โดยอาศัยแอสกีโค้ดเป็นดัชนีในการค้นหา ตารางแปลงรหัสตัวอักษรมีขนาด 128 ช่อง แต่ละช่องเก็บรหัสภาษาไทยเสมอ. ที่ตรงกับแป้นพิมพ์ที่มีแอสกีโค้ดตรงกับตำแหน่งของตาราง โดยการจัดวางแป้นพิมพ์เป็นแบบเกษมณี ลักษณะตารางแสดงดังแผนภาพที่ 13

รหัสสมอ.	รหัสสมอ.	รหัสสมอ.	รหัสสมอ.
----------	----------	----------	----------

แอสกีโค้ดที่มีตำแหน่งบนแป้นพิมพ์ตรงกัน

แผนภาพที่ 13 แสดงลักษณะของตารางที่ใช้แปลงแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย

สรุปการทำงานของโปรแกรมส่วนจัดการรับข้อมูลจากแป้นพิมพ์ เมื่อผู้ใช้กดแป้นพิมพ์

- ตรวจสอบรหัสตัวอักษรในบัพเฟอร์ของแป้นพิมพ์
- เปลี่ยนแปลงรหัสตัวอักษรเป็นรหัสภาษาไทย เมื่อผู้ใช้กดแป้นพิมพ์

ตัวอักษรภาษาไทย

- เปลี่ยนสถานะการทำงานของแป้นพิมพ์เมื่อผู้ใช้กดแป้น F12

### 3. การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์

การออกแบบส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์ ของโปรแกรมไดเวอรัในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย คือการออกแบบโปรแกรมที่ทำหน้าที่จัดการข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการพิมพ์ ให้มีการพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ได้อย่างถูกต้องตามหลักการเขียนภาษาไทย

จากทฤษฎีและตารางอินเทอร์รัพท์ โปรแกรมประยุกต์สามารถส่งข้อมูลออกเครื่องพิมพ์ได้ทั้งจากการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ของไบออส หรือเรียกผ่านชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ของดอสซึ่งจะไปเรียกชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ของไบออสให้ ดังนั้นการตรวจจัดการส่งข้อมูลออกเครื่องพิมพ์ของโปรแกรมประยุกต์ จึงออกแบบให้จัดการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ของไบออสเพื่อการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์ ซึ่งครอบคลุมการทำงานได้มากกว่าการจัดการเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ของดอส การเรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์รัพท์ของไบออสในการพิมพ์จะทำให้สามารถส่งตัวอักษรไปยังเครื่องพิมพ์ได้ครั้งละ 1 ตัวอักษร ต่อการเรียกชุดคำสั่งแต่ละครั้ง

ในปัจจุบันเครื่องพิมพ์ที่จำหน่ายในประเทศไทย มีการติดตั้งชุดตัวพิมพ์ภาษาไทย (Thai Font) มาแล้ว โดยตัวอักษรทุกตัวไม่ว่าจะมีตำแหน่งอยู่ในบรรทัดบน บรรทัดกลาง บรรทัดล่างถูกออกแบบให้อยู่ในระดับเดียวกัน แล้วใช้การจัดระดับในเวลาพิมพ์ เพื่อจัดการพิมพ์ 3 บรรทัด รหัสภาษาไทยของเครื่องพิมพ์อาจเป็นรหัสเครื่องพิมพ์ภาษาไทยของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมซึ่งแยกย่อยเป็น 4 ชุด คือ สมอ.11 สมอ.13 สมอ.17 และสมอ.18 ในแต่ละชุดย่อยจะแตกต่างกันในตัวอักษรที่เป็นการผสมกันของสระบนและวรรณยุกต์ หรืออาจเป็นรหัสเครื่องพิมพ์ภาษาไทยของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในที่นี้ออกแบบให้ใช้กับรหัสเครื่องพิมพ์ภาษาไทยแบบสมอ. เท่านั้น การพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ในโหมดข้อความ พิมพ์ตัวอักษรแต่ละตัวจากซ้ายไปขวา เมื่อได้รับคำสั่งขึ้นบรรทัดใหม่จากโปรเซสเซอร์จึงเริ่มพิมพ์จากแถวต่อไป เครื่องพิมพ์สามารถรับชุดคำสั่งจากโปรเซสเซอร์เพื่อควบคุมการทำงาน เช่น กำหนดระยะห่างระหว่างบรรทัด ชุดคำสั่งดังกล่าวเรียกว่าชุดคำสั่งเอสเคป (Escape Sequence)



การทำงาน ตารางมีลักษณะเป็นตารางขนาดแถวละ 5 ช่อง จำนวน 7 แถว แต่ละแถว สำหรับสระบนทั้ง 4 ตัวและไม้หันอากาศ แต่ละช่องในแถวเก็บรหัสสระผสมของเครื่องพิมพ์ที่เกิดจากสระประจำแถวผสมกับวรรณยุกต์หรือการันต์ประจำช่อง การเข้าถึงข้อมูลในตารางอาศัย รหัสตัวอักษรสระและวรรณยุกต์ที่จะผสมกัน โดยนำรหัสสระมาลบด้วย 209 ซึ่งก็คือรหัสของ ไม้หันอากาศ ซึ่งเป็นตัวอักษรแถวแรกของตาราง ผลลัพธ์ที่ได้คือตำแหน่งแถวที่รหัสผสมที่ต้องการ การอยู่ ต่อจากนั้นนำรหัสตัววรรณยุกต์ที่กำกับสระนั้นอยู่มาลบด้วย 232 ซึ่งก็คือ รหัสของไม้เอก ซึ่งเป็นวรรณยุกต์ประจำช่องแรก ผลลัพธ์ที่ได้คือตำแหน่งช่องของรหัสสระผสมที่ต้องการ จาก ตำแหน่งแถวและช่องที่ได้ จะสามารถเข้าถึงรหัสเครื่องพิมพ์ภาษาไทยที่เป็นการผสมกันของสระ และวรรณยุกต์ดังกล่าวได้ แต่เนื่องจากรหัสเครื่องพิมพ์ภาษาไทยแบบสมอ.มีถึง 4 ชุด จึงต้องมีตาราง 4 ชุดเช่นเดียวกัน โดยออกแบบให้สามารถเลือกการทำงานได้ว่า จะเลือกตาราง รหัสผสมตารางใดในการทำงาน ซึ่งกำหนดเป็นพารามิเตอร์ในการติดตั้งโปรแกรมใดเวอร์ ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย ลักษณะของตารางแสดงไว้ดังแผนภาพที่ 15



แผนภาพที่ 15 แสดงตารางที่ใช้ในการค้นหารหัสผสมของเครื่องพิมพ์

การจัดตัวอักษรที่รับเข้ามาแยกไปตามบัฟเฟอร์ ออกแบบให้มีตารางเก็บรหัสตำแหน่งของตัวอักษร มีลักษณะเป็นตารางขนาด 1 ตัวอักษรจำนวน 256 ช่อง บรรจุนั้นตำแหน่งที่ระบุไว้ ตัวอักษรที่มีรหัสเท่ากับตำแหน่งของช่องดังกล่าวในตาราง จะถูกบรรจุเข้าบัฟเฟอร์ใด เพื่อประหยัดเวลาในการจำแนกตัวอักษรเข้าบัฟเฟอร์

รหัสตำแหน่งของแต่ละรหัสตัวอักษรในตาราง นอกจากจะแสดงตำแหน่งแล้วยังระบุว่ารหัสตัวอักษรนั้นต้องการโดยวิธีการพิเศษหรือไม่ ดังต่อไปนี้

- 0 หมายความว่า เป็นรหัสตัวอักษรที่อยู่ในบรรทัดบน
- 1 หมายความว่า เป็นรหัสตัวอักษรที่อยู่ในบรรทัดกลาง
- 2 หมายความว่า เป็นรหัสตัวอักษรที่อยู่ในบรรทัดล่าง
- 32 หมายความว่า เป็นรหัสช่องว่าง
- อื่น ๆ หมายความว่า เป็นรหัสวรรษยุกต์ที่สามารถผสมกับสระบนได้

ในการจัดบรรทัดของการพิมพ์ เมื่อมีการแยกตัวอักษรบางตัวเป็นบรรทัดบนและล่าง จะทำให้เกิดปัญหาเรื่องตำแหน่งของตัวอักษรผิดไปจากที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ ดังนั้นจึงต้องมีการชดเชยสระ ซึ่งอาศัยหลักการเกี่ยวกับการออกแบบการชดเชยสระ ในโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพ

เมื่อส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์พบว่าโปรแกรมประยุกต์ต้องการส่งข้อมูลออกเครื่องพิมพ์ก็จะตรวจสอบว่า ข้อมูลที่ส่งมาครบ 1 บรรทัดหรือไม่ ซึ่งอาศัยการตรวจสอบรหัสการขึ้นบรรทัดใหม่ ถ้ามีใช้ก็จะทำการบรรจุรหัสตัวอักษรนั้นเข้าบัฟเฟอร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



ตรวจสอบรหัสตัวอักษร...

เป็นรหัสวรรณยุกต์ที่สามารถผสมกับสระ...

ตรวจสอบตัวอักษรสุดท้ายของบีพีเฟอร์แถวน...

เป็นสระบน -> บรรจุรหัสผสมแทนที่รหัสเดิม

ไม่เป็น -> บรรจุรหัสวรรณยุกต์นั้นต่อจากตัวอักษรเดิม

เป็นรหัสตัวอักษรแถวนหรือแถวล่าง...

บรรจุรหัสตัวอักษรนั้นเข้าไปในบีพีเฟอร์ต่อท้ายตัวอักษรเดิม

เป็นรหัสตัวอักษรแถวกลาง...

บรรจุรหัสตัวอักษรเข้าไปในบีพีเฟอร์แถวกลางต่อจากตัวสุดท้าย

บรรจุรหัสช่องว่างเข้าไปในบีพีเฟอร์แถวนและแถวล่าง

เป็นรหัสช่องว่าง....

ทำการชดเชยสระ

(ในบีพีเฟอร์แถวนและแถวล่างจะบรรจุรหัสตัวอักษรที่ตำแหน่งก่อนตำแหน่งปัจจุบัน 1 ตำแหน่ง)

จนโปรแกรมพบว่าข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ ถูกส่งมาครบ 1 บรรทัดก็จะทำการส่งข้อมูลในบีพีเฟอร์ทั้ง 3 ไปยังเครื่องพิมพ์เรียงตามลำดับ บรรทัดบน บรรทัดกลาง และบรรทัดล่าง ในแต่ละบรรทัดส่งรหัสควบคุมสั่งให้เครื่องพิมพ์ตั้งระยะห่างระหว่างบรรทัดให้เหมาะสม แล้วส่งข้อมูลจากบีพีเฟอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ที่ละตัว จนครบทุกตัวจึงปิดท้ายด้วยรหัสการขึ้นบรรทัดใหม่ เมื่อครบ 3 บรรทัดจึงกำหนดค่าให้บีพีเฟอร์ของทั้ง 3 บรรทัดเป็นค่าเริ่มต้นคือรหัสช่องว่าง

ในกรณีที่โปรแกรมประยุกต์เรียกใช้งานชุดคำสั่งอินเทอร์พรีท์ เพื่อตรวจสอบความพร้อมของเครื่องพิมพ์ โปรแกรมส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์จะต้องจัดการตรวจสอบการทำงานของเครื่องพิมพ์ แล้วส่งผลการตรวจสอบให้โปรแกรมประยุกต์ทราบ

สรุปการทำงานของโปรแกรมส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์ เมื่อโปรแกรมประยุกต์เรียกใช้ชุดคำสั่งอินเทอร์พรีท์ที่ควบคุมการพิมพ์

- กรณีที่เป็นการตรวจสอบสถานะของเครื่องพิมพ์ หรือกำหนดค่าเริ่มต้นให้เครื่องพิมพ์ โปรแกรมส่วนจัดการพิมพ์ข้อมูลออกเครื่องพิมพ์จะจัดการทำงานดังกล่าวให้

- กรณีที่เป็นการส่งข้อมูลเพื่อพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์ โปรแกรมทำการบรรจุตัวอักษรที่ต้องการพิมพ์เข้าไปในบัฟเฟอร์ตามตำแหน่งบรรทัดของตัวอักษรจนพบว่าข้อมูลถูกส่งมาครบ 1 บรรทัด จึงส่งข้อมูลจากบัฟเฟอร์ทั้ง 3 ไปยังเครื่องพิมพ์เรียงลำดับ บน กลางและล่าง โดยจัดระยะระหว่างบรรทัดให้เหมาะสมกับแต่ละบรรทัด

### การออกแบบโปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพ

โปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพ และจัดการภาษาไทย สำหรับโปรแกรมฐานข้อมูลมีหน้าที่หลักคือทำให้โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาโดยใช้โปรแกรมฐานข้อมูลที่ทำงานในโหมดข้อความ สามารถทำงานเป็นระบบฐานข้อมูลรูปภาพได้ เนื่องจากโปรแกรมประยุกต์เหล่านี้ไม่มีความสามารถในการจัดการแสดงภาพได้เอง ดังนั้นการจัดการแสดงภาพ จึงเป็นหน้าที่ของโปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วนจัดการแสดงภาพ ซึ่งนอกจากจะสามารถแสดงภาพออกทางจอภาพแล้ว โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพยังต้องสามารถรับรู้ถึงความต้องการ ที่เกี่ยวกับการจัดการแสดงภาพของโปรแกรมประยุกต์ได้ตลอดเวลา เพื่อให้สามารถพลิกแพลงการแสดงภาพ เกิดความสะดวกในการใช้โปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพ และจัดการภาษาไทยร่วมกับโปรแกรมฐานข้อมูล เพื่อพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลรูปภาพ โปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วนจัดการแสดงภาพจะต้องมีความสามารถต่อไปนี้

- สามารถรับรู้ถึงความต้องการของโปรแกรมประยุกต์ ที่เกี่ยวกับการแสดงภาพได้
- สามารถจัดการแสดงภาพตามที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ

ในส่วนของการรับรู้ความต้องการของโปรแกรมประยุกต์นั้น ในระบบปฏิบัติการดอสซึ่งมีลักษณะเป็นแบบงานเดี่ยวผู้ใช้เดี่ยว (Single-Task Single-User) การติดต่อระหว่างโปรแกรม ไม่อาจทำได้โดยตรงต้องอาศัยการตัดแปลงจากสิ่งที่มีอยู่เช่น การติดต่อกันผ่านแฟ้มข้อมูล การติดต่อกันผ่านการเรียกใช้อินเทอร์รัพท์ หรือ การติดต่อกันผ่านบริเวณของระบบที่ทุกโปรแกรมสามารถมองเห็นได้เช่น วิดีโอบัฟเฟอร์ เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงความปลอดภัยในการทำงาน ความเร็ว และความสะดวกของผู้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์แล้ว วิดีโอบัฟเฟอร์เป็น



ตัวกลางที่เหมาะสมที่สุดในการติดต่อกันของโปรแกรมประยุกต์ และโปรแกรมไคเวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วนจัดการแสดงภาพ เนื่องจากโปรแกรมประยุกต์เพียงแต่แสดงสิ่งที่ต้องการให้โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพรับรู้หรือจอภาพ ข้อมูลดังกล่าวก็จะปรากฏอยู่ในวิดีโอทัฟเฟอร์ ซึ่งวิดีโอทัฟเฟอร์นี้จะต้องถูกโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพตรวจสอบอยู่ตลอดเวลาเพื่อจัดการจอภาพภาษาไทยอยู่แล้ว และความสามารถในการแสดงข้อมูลจอภาพก็เป็นสิ่งที่โปรแกรมฐานข้อมูลทุกโปรแกรมต้องทำได้ สิ่งที่สำคัญต้องคำนึงถึงก็คือ การออกแบบให้โปรแกรมจัดการจอภาพแยกความแตกต่างของคำสั่งจากโปรแกรมประยุกต์ และข้อความปกติออกจากกันได้อย่างถูกต้อง

ในส่วนของการจัดการแสดงภาพนั้น ในฐานะข้อมูลรูปภาพทั่วไปอาจเก็บข้อมูลรูปภาพอยู่ในระเบียบของฐานข้อมูลเลยเพื่อความสะดวกในการจัดการ แต่ในที่นี้โปรแกรมฐานข้อมูลมิได้ถูกออกแบบมาให้ทำงานเป็นฐานข้อมูลรูปภาพ การจัดการแสดงภาพเป็นหน้าที่ของโปรแกรมไคเวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย การที่จะออกแบบให้เก็บข้อมูลรูปภาพไว้ในระเบียบของระบบฐานข้อมูล จะทำให้เกิดความยุ่งยากในการเก็บข้อมูลรูปภาพเข้าสู่ระเบียบของฐานข้อมูล และการส่งข้อมูลรูปภาพดังกล่าวให้แก่โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพในเวลาที่ต้องการแสดงภาพ เนื่องจากโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลฐานข้อมูล แต่ละโปรแกรมมีความแตกต่างกัน เพื่อให้ไม่มีข้อจำกัดในการใช้งานกับโปรแกรมฐานข้อมูลต่าง ๆ จึงควรให้โปรแกรมฐานข้อมูลเป็นผู้จัดการแฟ้มข้อมูลของตนเอง เมื่อเป็นเช่นนี้ถ้าออกแบบให้เก็บข้อมูลรูปภาพไว้ในระเบียบของฐานข้อมูล การแสดงภาพแต่ละครั้ง โปรแกรมประยุกต์จะต้องส่งข้อมูลรูปภาพซึ่งมักมีขนาดใหญ่ ให้แก่โปรแกรมไคเวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่สะดวกและเสียเวลามาก ดังนั้นจึงออกแบบให้ข้อมูลรูปภาพมีการจัดเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลรูปภาพแยกจากแฟ้มข้อมูลของโปรแกรมฐานข้อมูล และเก็บแต่เพียงชื่อของแฟ้มข้อมูลไว้ในระเบียบของฐานข้อมูล ในการจัดการแสดงภาพแต่ละครั้ง โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพเพียงแต่รับชื่อของแฟ้มข้อมูลจากโปรแกรมประยุกต์ และทำงานในขั้นตอนต่อไปกับแฟ้มข้อมูลรูปภาพ โดยโปรแกรมฐานข้อมูลไม่ต้องจัดการข้อมูลรูปภาพเอง การออกแบบเช่นนี้มีข้อเสียตรงที่จะมีแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่ต้องดูแลอยู่นอกกระบบฐานข้อมูล แต่มีข้อดีหลายประการดังนี้

- การสร้างภาพเป็นอิสระจากโปรแกรมฐานข้อมูล
- ลดความยุ่งยากในการจัดเก็บข้อมูลรูปภาพเข้าแฟ้มข้อมูล

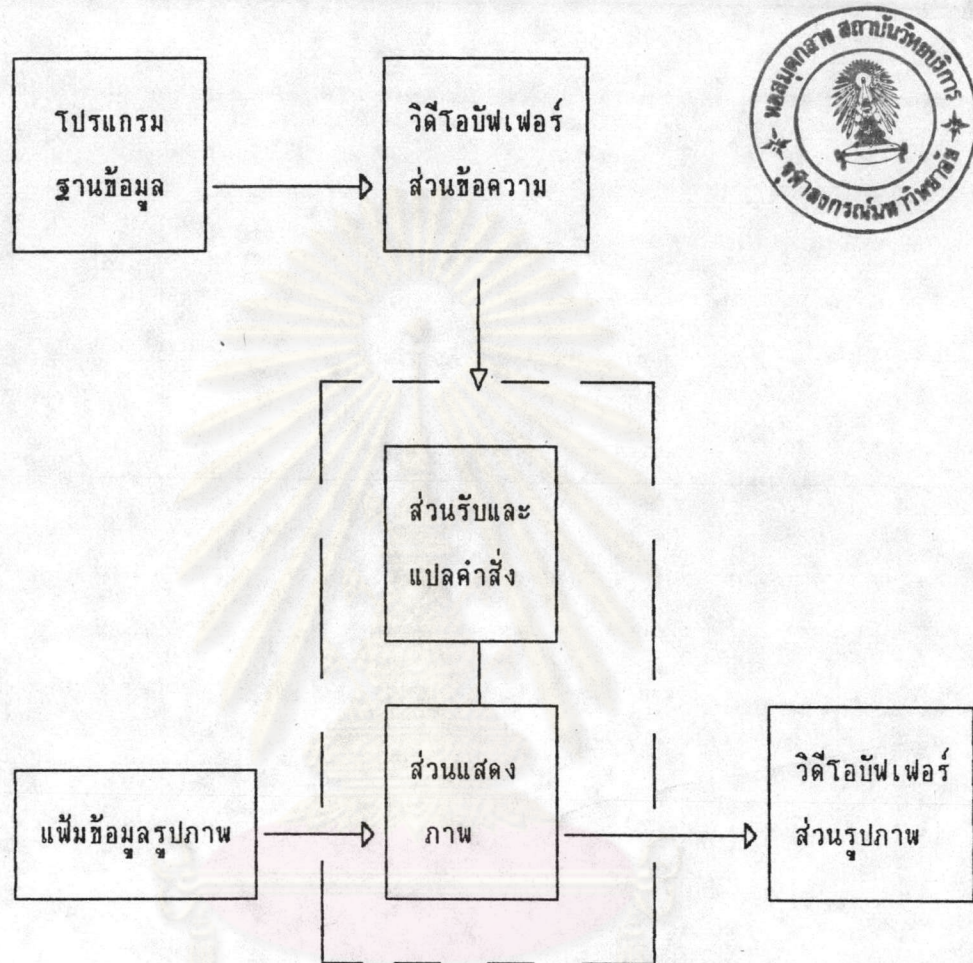
- ลดความยุ่งยากในการส่งข้อมูลรูปภาพให้แก่โปรแกรมไดเวอ์

ในการออกแบบโปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย เลือก การจัดเก็บข้อมูลรูปภาพในลักษณะแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์ เนื่องจากเป็นรูปแบบที่แพร่หลาย สามารถหาโปรแกรมที่ใช้สร้างภาพรูปแบบนี้ได้ง่าย และมีความสามารถในการจัดเก็บภาพได้ความ ละเอียด และจำนวนสีที่พอเพียงสำหรับภาพโดยทั่วไป

การแสดงภาพจากแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์ออกจจอภาพนั้น จะต้องทำการ แปลความหมายของข้อมูลที่ได้เข้ารหัสไว้ภายในแฟ้มข้อมูล ออกเป็นรูปแบบที่สามารถใช้ในการ โปรแกรมวงจรแสดงผลแบบวีจีเอเพื่อให้ปรากฏเป็นภาพบนจอภาพ และทำการโปรแกรมวงจร แสดงผลแบบวีจีเอด้วยข้อมูลเหล่านั้นก็จะได้ภาพตามที่ต้องการ แต่การที่จะออกแบบให้โปรแกรม ไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยนี้ สามารถใช้ในการพัฒนาฐานข้อมูลรูปภาพได้ ยิ่งจะต้องมีความสามารถอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแสดงภาพได้มากกว่า 1 ภาพในขณะ เดียวกัน และความสามารถในการลบภาพที่ได้แสดงไว้ออกจากจอภาพ ในการลบภาพออก จากจอภาพนี้จะทำได้โดยการแสดงลักษณะจอภาพเดิมก่อนที่จะมีการแสดงภาพ ซึ่งจะเสมือนกับว่า ภาพที่แสดงอยู่ถูกลบไป ซึ่งการที่จะทำเช่นนี้ได้นั้นจะต้องทำการเก็บข้อมูลในวิดีโอบัฟเฟอร์ของ จอภาพเดิมไว้เพื่อใช้ในภายหลัง ข้อมูลที่จะเก็บนี้มีขนาดใหญ่ อาจมีขนาดถึง 112,000 ไบต์ เมื่อเป็นภาพ 16 สีเต็มจอภาพ ถ้าออกแบบให้ใช้พื้นที่ 640 กิโลไบต์ที่คอสมองเห็นเป็นที่เก็บ จะทำให้เกิดขบวนการใช้พื้นที่ในหน่วยความจำของโปรแกรมประยุกต์ นอกจากนี้ยังเป็นการ จำกัดจำนวนภาพที่สามารถแสดงได้พร้อม ๆ กัน การใช้พื้นที่หน่วยความจำส่วนขยายเป็นที่ เก็บสามารถแก้ปัญหานี้ได้ แต่โปรแกรมไดเวอ์ในการใช้งานหน่วยความจำส่วนขยายที่แพร่หลาย มักถูกออกแบบให้ทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับเอที 386 ขึ้นไป ไม่สามารถใช้งานกับเครื่อง คอมพิวเตอร์เอที 286 เครื่องคอมพิวเตอร์เอ็กซ์ที หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีหน่วยความจำ ส่วนขยายได้ ดังนั้นจึงออกแบบให้ได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นรูปแฟ้มข้อมูลชั่วคราวซึ่งในภาวะปกติจะ เก็บอยู่ในแรมไดรว์ (RAM Drive) วิธีการนี้ทำให้พลิกแปลงได้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้อยู่ในรูป ของแฟ้มข้อมูลเมื่อมีหน่วยความจำไม่พอจะสร้างเป็นแรมไดรว์ หรือเครื่องที่ใช้สามารถติดต่อกับ จานบันทึกแบบแข็งได้เร็วมากก็สามารถใช้งานบันทึกแบบแข็งเป็นที่เก็บได้

ลักษณะการทำงานของ โปรแกรมไดเวอ์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย ส่วนจัดการแสดงภาพในการทำงานร่วมกับโปรแกรมฐานข้อมูล เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลรูปภาพ

แสดงไว้ในแผนภาพที่ 16



แผนภาพที่ 16 แสดงลักษณะการทำงานของส่วนจัดการแสดงภาพ

จากแผนภาพที่ 16 โปรแกรมไต่เวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทยส่วนจัดการแสดงภาพ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วนรับและแปลความหมายคำสั่งในการแสดงภาพ
- ส่วนแสดงภาพออกจอภาพ

### 1. การออกแบบโปรแกรมส่วนรับและแปลความหมายคำสั่งในการแสดงภาพ

โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพในส่วนที่ทำหน้าที่รับและแปลความหมายคำสั่ง ทำหน้าที่รับคำสั่งจากโปรแกรมประยุกต์ แปลความหมายของคำสั่ง และเรียกโปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพที่ทำหน้าที่แสดงภาพมาทำงาน เพื่อให้สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้ จะต้องออกแบบให้โปรแกรมส่วนรับและแปลความหมายคำสั่งมีความสามารถดังต่อไปนี้

- สามารถตรวจสอบว่าโปรแกรมประยุกต์ ต้องการส่งคำสั่งให้โปรแกรมไคเวอร์ในการแสดงภาพและจัดการภาษาไทย
- สามารถแปลความหมายของคำสั่ง และส่งการควบคุมต่อให้โปรแกรมส่วนที่รับผิดชอบคำสั่งดังกล่าว

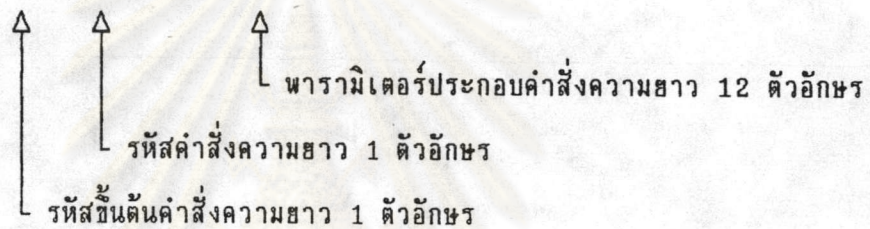
การตรวจสอบการส่งคำสั่งจากโปรแกรมประยุกต์ไปยัง โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพออกแบบให้อาศัยวีดิโอบีฟเฟอร์เป็นตัวกลางในการส่งผ่านคำสั่ง ด้วยเหตุผลที่ได้บรรยายมาแล้ว การตรวจสอบข้อมูลในวีดิโอบีฟเฟอร์เพื่อค้นหาคำสั่งในการแสดงภาพนี้ เนื่องจากมีการออกแบบให้โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพ ทำการตรวจสอบข้อมูลในวีดิโอบีฟเฟอร์เพื่อจัดการจอภาพอยู่แล้ว ดังนั้นจึงอาศัยการทำงานของโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพในการตรวจสอบคำสั่ง โดยออกแบบให้โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพตรวจสอบข้อมูลว่า เป็นคำสั่งในการแสดงภาพหรือไม่ก่อนที่จะทำงานต่อไป ในวีดิโอบีฟเฟอร์ส่วนข้อความตามปกติจะมีข้อความทั่วไปที่โปรแกรมประยุกต์ต้องแสดงออกจอภาพ เมื่อต้องการให้โปรแกรมประยุกต์สามารถส่งคำสั่งให้โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพโดยผ่านการส่งคำสั่งออกจอภาพ จึงต้องกำหนดให้เกิดความแตกต่างระหว่างข้อความปกติกับคำสั่ง การกำหนดความแตกต่างนี้มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ

- เนื่องจากการตรวจสอบจะต้องกระทำกับข้อมูลทุก ๆ ตัวอักษรในวีดิโอบีฟเฟอร์ ดังนั้นควรออกแบบให้เสียเวลาการทำงานน้อยที่สุด
- ตัวกำหนดความแตกต่างจะต้องสามารถป้อนและแสดงได้ด้วยโปรแกรมประยุกต์ทั่วไป
- ตัวกำหนดความแตกต่างจะต้องไม่ปะปนกับ ข้อความที่ส่งออกจอภาพในสภาวะปกติ

เมื่อพิจารณาแล้วจึงกำหนดให้ใช้เพียง 1 ตัวอักษร ในการแยกความแตกต่างของข้อความทั่วไปและคำสั่งในการแสดงภาพ โดยใช้รหัส 254 ซึ่งเป็นรหัสที่โปรแกรมประยุกต์

ทั่วไปสามารถรับและแสดงได้โดยไม่ถูกใช้เป็นตัวอักษรไทย และเป็นรหัสรูปเหลี่ยมกับซึ่งข้อความปกติไม่ใช่สัญลักษณ์ การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ในการควบคุมการแสดงภาพนั้นจำเป็นต้องมีคำสั่งที่หลากหลาย ประกอบกับพารามิเตอร์ที่ใช้ประกอบคำสั่ง ดังนั้นจึงออกแบบให้คำสั่งในการแสดงภาพ มีลักษณะเป็นชุดคำสั่งที่ขึ้นต้นด้วยรหัส 254 ตามด้วยรหัสคำสั่ง และพารามิเตอร์ 12 ตัวอักษร ซึ่งจะมีความหมายใดขึ้นกับชนิดของคำสั่ง รูปแบบของคำสั่งมีลักษณะดังแผนภาพที่ 17

<254><command><parameter>



แผนภาพที่ 17 แสดงโครงสร้างของชุดคำสั่งในการแสดงภาพ

ชนิดของคำสั่งที่ใช้ควบคุมการแสดงภาพออกแบบให้มี 2 ประเภทคือ

- คำสั่งเพื่อให้แสดงภาพออกจจอภาพในตำแหน่งที่กำหนดให้ ซึ่งจะเรียกโปรแกรมส่วนแสดงภาพออกจจอภาพให้ทำงาน ต้องการพารามิเตอร์เป็นชื่อแฟ้มข้อมูลรูปภาพและตำแหน่งในการแสดงเป็นแถวและสดมภ์
- คำสั่งเพื่อให้ลบภาพที่ได้แสดงไว้ออกจากจอภาพ ซึ่งจะเรียกโปรแกรมส่วนลบภาพที่ได้แสดงไว้ออกจากจอภาพให้ทำงานต้องการพารามิเตอร์เป็นชื่อแฟ้มข้อมูลรูปภาพ

สำหรับการกำหนดตำแหน่งในการแสดงภาพ เนื่องจากการแสดงภาพบนจอภาพที่เสมือนกับเป็นจอภาพแสดงข้อความ ดังนั้นจึงออกแบบให้กำหนดตำแหน่งการแสดงภาพโดยอ้างอิงแถวและสดมภ์ของตัวอักษร ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกกว่าการกำหนดตำแหน่งเป็นจุด

เพื่อให้สามารถรับคำสั่งในการแสดงภาพได้มากกว่า 1 ชุดคำสั่งต่อการแสดง 1

จอภาพ จึงออกแบบให้มิตารางเก็บชุดคำสั่งความยาว 13 ตัวอักษร จำนวน 10 ช่อง เพื่อเก็บชุดคำสั่งที่โปรแกรมส่วนจัดการจอภาพตรวจพบจากวิดีโอแพเฟอร์ หลังจากทีโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพทำงานครบทั้งจอภาพ โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพจะทำการตรวจสอบตารางเก็บชุดคำสั่งนี้ ถ้าพบชุดคำสั่งก็จะทำการแปลความหมาย และเรียกโปรแกรมส่วนที่รับผิดชอบมาทำหน้าที่ โดยเริ่มตั้งแต่ชุดคำสั่งแรกจนครบทุกชุดคำสั่งในตาราง ตารางเก็บชุดคำสั่งมีลักษณะดังแผนภาพที่ 18

ชุดคำสั่งที่ 1
ชุดคำสั่งที่ 2
⋮
ชุดคำสั่งที่ 10

แผนภาพที่ 18 แสดงตารางเก็บชุดคำสั่งในการแสดงภาพ

สรุปการทำงานของ โปรแกรมส่วนรับและแปลความหมายคำสั่งในการแสดงภาพมี

ดังนี้

- ตรวจสอบวิดีโอแพเฟอร์ส่วนข้อความ เพื่อค้นหาชุดคำสั่ง
- เมื่อพบชุดคำสั่งจะย้ายชุดคำสั่งไปเก็บไว้ในตารางเก็บชุดคำสั่ง ( ทั้ง 2 ขั้นตอนนี้ กระทำโดยโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพ )
- เริ่มทำการแปลความหมายของชุดคำสั่งจากตารางชุดคำสั่งเรียงลำดับกันไป
- เรียกโปรแกรมที่รับผิดชอบหน้าที่นั้น ๆ ให้ทำงาน
- เมื่อครบทุกชุดคำสั่ง ทำการลบชุดคำสั่งเหล่านั้นออกจากตาราง

## 2. การออกแบบโปรแกรมส่วนแสดงภาพ

โปรแกรมส่วนจัดการแสดงภาพในส่วนแสดงภาพ รับผิดชอบหน้าที่เกี่ยวกับการแสดงภาพซึ่งถูกกำหนดโดยโปรแกรมส่วนรับและแปลความหมายคำสั่ง เพื่อให้ได้ผลการทำงานเป็นไปตามที่โปรแกรมประยุกต์ต้องการ โปรแกรมส่วนแสดงภาพมีส่วนย่อย ๆ เพื่อรองรับงานเหล่านี้ โปรแกรมย่อยเหล่านี้ประกอบด้วย

- โปรแกรมแสดงภาพออกจอภาพ
- โปรแกรมลบภาพที่ได้แสดงไว้ออกจากจอภาพ

### 2.1 โปรแกรมส่วนแสดงภาพออกจอภาพ

โปรแกรมส่วนแสดงภาพจากแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์ ทำหน้าที่ถอดรหัสแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์ และนำข้อมูลภาพที่ได้มาบรรจุลงในวิดีโอแฟ้มเพอร์ เพื่อให้ได้ผลออกมาเป็นภาพบนจอภาพในตำแหน่งที่ถูกต้อง และจากการที่ภาพที่ถูกแสดงจะต้องสามารถลบออกจากจอภาพได้ ซึ่งการลบภาพออกจากจอภาพก็คือ การแสดงข้อมูลบนจอภาพเดิมก่อนที่จะมีการแสดงภาพที่ภาพนั้น ดังนั้นก่อนที่จะแสดงภาพจะต้องเก็บข้อมูลเดิมของจอภาพในบริเวณนั้นไว้เพื่อใช้ในการลบภาพ นอกจากนี้แล้วบริเวณที่แสดงภาพนั้นไม่ควรที่จะถูกเขียนข้อความทับเนื่องจากโปรแกรมประยุกต์ไม่รับทราบการแสดงผล ดังนั้นจึงต้องกำหนดบริเวณที่ต้องเว้นการเขียนตัวอักษรทับโดยรวมแล้วหน้าที่ที่โปรแกรมส่วนแสดงภาพนี้ต้องจัดการมีดังนี้

- เก็บข้อมูลจอภาพเดิมในวิดีโอแฟ้มเพอร์เพื่อการลบภาพภายหลัง
- จัดการกำหนดพื้นที่เว้นการเขียนตัวอักษร
- แปลความหมายของข้อมูลภาพที่เข้ารหัสอยู่ใน แฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์ออกมาเป็นข้อมูลภาพที่ยังมิได้เข้ารหัส แล้วบรรจุข้อมูลภาพลงวิดีโอแฟ้มเพอร์เพื่อการแสดงผล
- เตรียมข้อมูลประกอบการแสดงผล

ในส่วนของการแปลความหมายแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์ จากทฤษฎีข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลภาพในรูปแบบพีซีเอ็กซ์สำหรับภาพ 16 สี ใช้วิธีการอ่านข้อมูลจากวิดีโอแฟ้มเพอร์ส่วนแสดงภาพทีละเฟรม แล้วทำการเข้ารหัสแบบรันเลนอัลกอริทึม การจะนำข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลภาพมาบรรจุลงในวิดีโอแฟ้มเพอร์เพื่อแสดงผล จะต้องทำการขยายข้อมูลออกมาเป็นข้อมูลของแต่ละเฟรม แล้วจึงบรรจุข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่วิดีโอแฟ้มเพอร์ ก่อนที่

จะทำการแปลความหมายเพิ่มข้อมูล ตามลักษณะโครงสร้างของเพิ่มข้อมูลภาพรูปแบบพีซี เอ็กซ์ จะมีส่วนหัวของเพิ่มข้อมูลที่เก็บข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับข้อมูลภาพที่เก็บอยู่ในแฟ้ม เพื่อให้สามารถ นำข้อมูลส่วนหัวของเพิ่มข้อมูลมาใช้งานได้ จึงต้องออกแบบให้บีบพ์เฟออร์ที่มีลักษณะ เช่นเดียวกับ โครงสร้างของส่วนหัวของเพิ่มข้อมูล และทำการอ่านส่วนหัวของเพิ่มข้อมูลเข้าสู่บีบพ์เฟออร์นี้ จากโครงสร้างของบีบพ์เฟออร์ที่มีลักษณะ เช่นเดียวกับโครงสร้างส่วนหัวของเพิ่มข้อมูล เมื่อต้องการ ใช้ข้อมูลเหล่านี้จะสามารถเข้าถึงข้อมูลแต่ละส่วนได้ บีบพ์เฟออร์สำหรับรองรับส่วนหัวของเพิ่มข้อมูล มีลักษณะดังแผนภาพที่ 19

เมื่อทำการอ่านส่วนหัวของเพิ่มข้อมูลเข้ามาแล้ว จะทำการตรวจสอบว่า เป็นเพิ่มข้อมูลภาพรูปแบบพีซี เอ็กซ์หรือไม่ โดยตรวจสอบค่าของส่วนแมนูแฟคเจอเรอร์ ซึ่งจะต้อง มีค่าเป็น 10 แล้วจึงตรวจสอบจำนวนสีของภาพจากจำนวนบิตต่อพิกเซล ซึ่งในที่นี้กำหนดให้ ทำงานกับภาพที่มีจำนวนสีสูงสุด 16 สี จากนั้นอาศัยข้อมูลจำนวนไบต์ในแต่ละแถว กำหนด จำนวนไบต์ที่ต้องอ่านเข้ามาในการถอดรหัสภาพแต่ละแถว และขนาดความสูงของภาพเป็นจำนวน แถวที่ต้องทำการแปลความหมาย

ก่อนที่จะทำการแสดงภาพ โปรแกรมจะต้องทำการตรวจสอบว่า เนื้อที่ ในดิสก์พอเพียงที่จะเก็บเพิ่มข้อมูลจภาพเดิมหรือไม่ ขนาดของเนื้อที่ที่ต้องการใช้สำหรับการเก็บ ข้อมูลจภาพเดิมของแต่ละภาพคำนวณได้จาก

$$\text{ขนาดความสูงของภาพเป็นจุด} \times \text{จำนวนไบต์ใน 1 เส้น} \times 4$$

ขนาดที่ได้เป็นขนาดเพิ่มข้อมูล ที่ได้จากการถอดรหัสเพิ่มข้อมูลภาพรูปแบบ พีซี เอ็กซ์ ซึ่งจะเท่ากับขนาดของเพิ่มข้อมูลที่เก็บข้อมูลในวิดีโอบีบพ์เฟออร์บริเวณที่แสดงภาพไว้ ซึ่ง ชื่อของเพิ่มข้อมูลนี้ ออกแบบให้ใช้ชื่อของเพิ่มข้อมูลภาพรูปแบบพีซี เอ็กซ์ที่ต้องการแสดง มา เปลี่ยนส่วนขยายเป็น sav

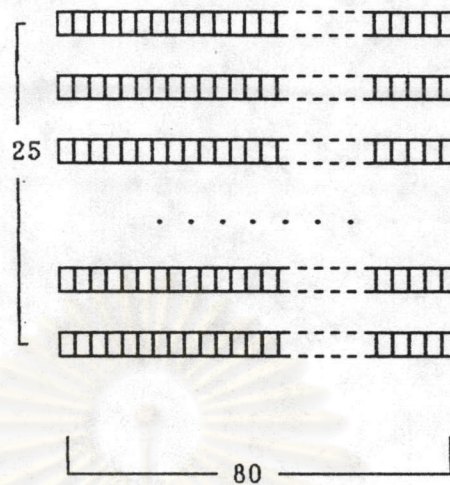


Manufacturer	<--- ขนาด 1 ไบต์
Version	<--- ขนาด 1 ไบต์
Encoding	<--- ขนาด 1 ไบต์
Bits per pixel	<--- ขนาด 1 ไบต์
Window	<--- ขนาด 8 ไบต์
HRes	<--- ขนาด 2 ไบต์
VRes	<--- ขนาด 2 ไบต์
ColorMap	<--- ขนาด 48 ไบต์
Reserved	<--- ขนาด 1 ไบต์
NPlanes	<--- ขนาด 1 ไบต์
Bytes per Line	<--- ขนาด 2 ไบต์
Palette Information	<--- ขนาด 2 ไบต์
Filler	<--- ขนาด 58 ไบต์

แผนภาพที่ 19 แสดงโครงสร้างบิตเฟอ์ร็องรับส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพรูปแบบพีซีเอ็กซ์

จากข้อมูลที่คำนวณได้ จะเริ่มอ่านข้อมูลจากวิดีโอแฟ้มลงในบัฟเฟอร์ข้างต้นทีละไบต์จนครบทั้งเส้น (line) ในแต่ละเส้นจะอ่าน 4 ครั้งโดยกำหนดค่าในรีจิสเตอร์บนวงจรแสดงผลแบบวีจีเอ เพื่อเลือกเฟรมที่จะอ่านทีละเฟรมจนครบทั้ง 4 เฟรม จึงเลื่อนไปยังเส้นต่อไป ตำแหน่งเส้นแรกที่เริ่มอ่านคือ ตำแหน่งแห่งเส้นที่มีค่าเท่ากับ ตำแหน่งแถวที่ได้จากคำสั่งคูณด้วย 14 ตำแหน่งเส้นสุดท้ายที่จะอ่านคือ ตำแหน่งเส้นแรกที่อ่าน บวกด้วยความสูงของภาพ ในแต่ละเส้นนับจากจุดเริ่มต้นของเส้น จะเว้นไปเป็นจำนวนไบต์เท่ากับจำนวนสแตมภ์ที่ได้จากคำสั่ง แล้วจึงเริ่มทำการอ่านข้อมูลลงบัฟเฟอร์ทีละไบต์ จนครบจำนวนไบต์ใน 1 แถว จึงอ่านข้อมูลซ้ำตำแหน่งเดิมแต่เปลี่ยนเป็นเฟรมต่อไป เมื่อได้ทำการอ่านข้อมูลครบ 4 เฟรมในแต่ละเส้นจะเขียนข้อมูลจากบัฟเฟอร์ลงแฟ้มข้อมูล เมื่อทำการอ่านข้อมูลจากวิดีโอแฟ้มและเก็บลงแฟ้มข้อมูลจนครบบริเวณที่จะแสดงภาพแล้ว แฟ้มข้อมูลนี้จะสามารถใช้ในการบรรจุลงวิดีโอแฟ้มเพื่อลบภาพออกจากจอภาพได้ แต่ทั้งนี้จอภาพบริเวณที่ได้แสดงภาพจะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะที่ได้เก็บไว้ ผลการลบภาพจึงจะถูกต้องตามลักษณะที่ควรจะเป็น

ในส่วนของการกำหนดบริเวณที่ไม่อนุญาตให้เขียนตัวอักษรนั้น เกี่ยวข้องกับการทำงานของโปรแกรมส่วนจัดการจอภาพที่ทำหน้าที่เขียนตัวอักษรลงบนจอภาพ ซึ่งจะต้องตรวจสอบทุกครั้งที่จะทำการเขียนตัวอักษรลงบนจอภาพว่า ตำแหน่งดังกล่าวมีภาพแสดงอยู่หรือไม่ ดังนั้นการออกแบบในส่วนนี้จะต้องคำนึงความเร็วในการตรวจสอบ และเนื่องจากออกแบบให้สามารถแสดงภาพได้มากกว่า 1 ภาพบนจอภาพเดี๋ยวกั้น การออกแบบให้ใช้วิธีการคำนวณหาบริเวณที่มีภาพแสดง จากตำแหน่งเริ่มต้นของภาพและขนาดของภาพ ไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติเนื่องจาก เมื่อมีภาพจำนวนมากแสดงอยู่บนจอภาพ โปรแกรมจะใช้เวลาในการคำนวณดังกล่าวมากเกินไป (จำนวนครั้งที่คำนวณเท่ากับจำนวนภาพคูณด้วยจำนวนตัวอักษรบนจอภาพ) ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาในส่วนนี้ จึงออกแบบให้มีตารางกำหนดบริเวณที่ห้ามการเขียนตัวอักษร มีลักษณะเดียวกับจอภาพคือ มี 25 แถว แถวละ 80 ช่อง แต่ละช่องมีขนาด 1 ตัวอักษร ค่าในแต่ละช่องจะกำหนดว่า บริเวณดังกล่าวอนุญาตให้เขียนตัวอักษรได้หรือไม่ ตารางกำหนดบริเวณห้ามเขียนตัวอักษรกับ มีลักษณะดังแผนภาพที่ 20



แผนภาพที่ 20 แสดงตารางเก็บข้อมูลบริเวณห้ามเขียนทับ

ก่อนที่โปรแกรมจะทำการเขียนตัวอักษร จะอาศัยตำแหน่งของตัวอักษรคือ แถวและสดมภ์เข้าถึงข้อมูลในตารางซึ่งจะระบุว่า อนุญาตให้เขียนตัวอักษรที่ตำแหน่งนี้ได้หรือไม่ การจัดการตารางนี้เป็นหน้าที่ของโปรแกรมส่วนแสดงภาพ ซึ่งจะนำเอาข้อมูลบริเวณของภาพที่จะแสดง ซึ่งได้จากการคำนวณข้างต้น และทำการกำหนดค่าของตารางในช่องที่อยู่ในขอบเขตของภาพ ให้มีค่าเป็นบริเวณที่ไม่อนุญาตให้เขียนตัวอักษร ซึ่งจะทำให้ภาพที่แสดงไม่ถูกทับด้วยตัวอักษร

ในส่วนของการเตรียมข้อมูลประกอบการแสดงภาพ เนื่องจากต้องการออกแบบให้สามารถแสดงภาพได้มากกว่า 1 ภาพในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องมีตารางเก็บข้อมูลในการแสดงภาพ มีลักษณะเป็นตารางขนาด 16 ตัวอักษรจำนวน 30 ชุด ดังแผนภาพที่ 21

ชื่อแฟ้มข้อมูล	หมายถึง	ชื่อแฟ้มข้อมูลรูปภาพที่ต้องการแสดง
แถว	หมายถึง	ตำแหน่งแถวของมุมบนซ้ายของภาพที่จะแสดง
สดมภ์	หมายถึง	ตำแหน่งสดมภ์ของมุมบนซ้ายของภาพที่จะแสดง
ความกว้าง	หมายถึง	ขนาดความกว้างของภาพที่จะแสดงเป็นจำนวนจุด
ความสูง	หมายถึง	ขนาดความสูงของภาพที่จะแสดงเป็นจำนวนจุด
จำนวนไบต์	หมายถึง	จำนวนไบต์ใน 1 แถวของภาพ

ชื่อแฟ้มข้อมูล		...		<-- ขนาด 8 ไบต์
แถว		...		<-- ขนาด 1 ไบต์
สดมภ์		...		<-- ขนาด 1 ไบต์
ความกว้าง		...		<-- ขนาด 2 ไบต์
ความสูง		...		<-- ขนาด 2 ไบต์
จำนวนไบต์		...		<-- ขนาด 2 ไบต์

แผนภาพที่ 21 แสดงโครงสร้างตารางเก็บข้อมูลในการแสดงภาพ

ในส่วนของการแสดงภาพนั้น คือการนำเอาข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลภาพ มาทำการแปลความหมาย แล้วบรรจุข้อมูลภาพที่ได้ลงในวิดีโอเฟรมตรงตำแหน่งที่ผู้ใช้กำหนด ผ่านคำสั่ง เริ่มด้วยการอ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ 128 จากต้นแฟ้มข้อมูลภาพมาบรรจุในบัพเฟอรั หลังจากนั้นนำข้อมูลจากบัพเฟอรัมาทีละไบต์แล้วทำการขยายข้อมูลดังนี้

ตรวจสอบบิตที่ 6 และ 7 ว่ามีค่าเป็น 1 หรือไม่ ...

เป็น -> เขียนข้อมูลไบต์ถัดไปลงในวิดีโอเฟอรัเป็นจำนวนเท่ากับข้อมูล  
ไบต์นี้ไม่รวมบิตที่ 6 และ 7

ไม่เป็น -> เขียนข้อมูลไบต์นี้ลงในวิดีโอเฟอรั

เมื่อครบทั้งแถว เปลี่ยนเพลนของวิดีโอเฟอรัที่จะบรรจุข้อมูล เป็นเพลนถัด  
ไปจนครบ 4 เพลน จึงเลื่อนตำแหน่งเป็นแถวต่อไป จนครบทุกแถวของภาพ

การคำนวณตำแหน่ง เริ่มต้นและสิ้นสุดของการบรรจุข้อมูลมีวิธีการเดียวกับการเก็บข้อมูลภาพเดิมลงแฟ้มข้อมูลที่ได้บรรยายมาแล้ว สำหรับไบต์สุดท้ายจะต้องกำหนดลักษณะโดยการนำเอาเศษของการหารขนาดความกว้างของภาพด้วย 8 มาใช้ในการกำหนดบิตที่จะใช้ข้อมูลเดิมจากวิดีโอเฟรมที่ตำแหน่งนั้น ส่วนที่เหลือจึงใช้ข้อมูลภาพ การกำหนดลักษณะของไบต์สุดท้ายของแต่ละเส้น มีความจำเป็นในกรณีที่ขอบเขตของภาพไม่ลงในไบต์ คือมีเพียงบางบิตไม่เต็มไบต์ ข้อมูลของไบต์สุดท้ายจึงต้องเป็นการผสมกันของข้อมูลเดิมในวิดีโอเฟรม และข้อมูลภาพที่จะบรรจุลงไป เมื่อทำการบรรจุข้อมูลครบทั้งแฟ้มข้อมูลก็จะได้ภาพบนจอภาพถูกต้องตามตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการ

## 2.2 โปรแกรมส่วนลบภาพที่ได้แสดงไว้ออกจากจอภาพ

การลบภาพนั้นคือ การนำเอาข้อมูลในวิดีโอเฟรมเดิมที่ได้อ่านเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลมาบรรจุลงที่ตำแหน่งเดิมบนจอภาพดังที่ได้บรรยายไว้ ขั้นตอนการลบภาพจะต้องเริ่มจากการค้นหาข้อมูลของภาพที่ต้องการจะลบ จากตารางเก็บข้อมูลในการแสดงภาพโดยใช้ชื่อของภาพเป็นตัวค้นหา ซึ่งจะต้องพบข้อมูลจึงจะทำการลบภาพได้ ในส่วนของการลบภาพออกจากจอภาพ มีอยู่ 4 ส่วนที่จะต้องกระทำคือ

- การบรรจุข้อมูลของจอภาพเดิมคืนตำแหน่งเดิม
- การปรับปรุงตารางบริเวณห้ามเขียนตัวอักษร
- การลบข้อมูลออกจากตารางเก็บข้อมูลการแสดงภาพ
- การลบแฟ้มข้อมูลที่เก็บข้อมูลวิดีโอเฟรมเดิม

ในส่วนของการสร้างภาพของข้อมูลเดิมบนจอภาพเพื่อให้ได้ผลออกมาเป็นการลบภาพออกไปจากจอภาพ เป็นการนำเอาข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่ได้เก็บข้อมูลจอภาพเดิมไว้ในขั้นตอนการแสดงภาพมาบรรจุลงในวิดีโอเฟรมตรงตำแหน่งที่แสดงภาพ จะได้ภาพบนจอภาพเสมือนกับว่า ภาพบนจอที่เคยแสดงไว้ถูกลบออกไป ซึ่งจะเริ่มด้วยการอ่านข้อมูลมายังบัฟเฟอร์ โดยอ่านเข้ามาเป็นจำนวนเท่ากับ 4 เท่าของไบต์ที่ใช้ใน 1 แถว ซึ่งข้อมูลในบัฟเฟอร์นี้จะเป็นข้อมูลทั้ง 4 เฟรมของภาพ 1 เส้น จากนั้นจะเริ่มบรรจุข้อมูลจากบัฟเฟอร์นี้ลงในวิดีโอเฟรมที่ละไบต์จนครบทั้งเส้น ในแต่ละเส้นจะบรรจุ 4 ครั้งโดยกำหนดค่าในรีจิสเตอร์บนวงจรแสดงผลแบบวีจีเอเพื่อเลือกเฟรมที่จะบรรจุที่ละเฟรม จนครบทั้ง 4 เฟรมจึงเลื่อนไปยังเส้นต่อไป ตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุดของการบรรจุข้อมูลลงในวิดีโอเฟรมมีวิธีการเดียวกับ

การเก็บข้อมูลภาพเดิมลงเพิ่มข้อมูลที่ได้บรรยายมาแล้ว

ในส่วนของการปรับปรุงตารางบริเวณที่ไม่อนุญาตให้เขียนตัวอักษร เนื่องจากได้ทำการลบภาพที่ได้แสดงไว้ออกจากจอภาพ ดังนั้นบริเวณที่ได้กั้นไว้ให้เป็นเนื้อที่ของภาพห้ามมีการเขียนตัวอักษรทับ จึงควรยกเลิกการห้ามที่บริเวณดังกล่าว ซึ่งจะต้องทำโดยการปรับปรุงตารางกำหนดบริเวณห้ามเขียนตัวอักษรทับ เนื่องจากอาจมีการแสดงภาพในบริเวณเดียวกันมากกว่า 1 ภาพ ดังนั้นการอาศัยขอบเขตของภาพที่ถูกลบออกไปเป็นหลักในการยกเลิกบริเวณห้ามเขียนตัวอักษรทับ จะทำให้เกิดช่องโหว่ในบริเวณที่ภาพซึ่งถูกลบออกไปซ้อนเหลื่อมกับภาพที่ยังคงแสดงอยู่ ดังนั้นจึงออกแบบให้ทำการปรับปรุงตารางโดยการกำหนดตำแหน่งที่แสดงภาพของภาพที่ได้ลบออกไปในตารางเก็บข้อมูลการแสดงผลที่มีความหมายว่า ไม่มีการแสดงผลนี้แล้ว ต่อจากนั้นทำการยกเลิกการห้ามเขียนทับทั้งจอภาพ แล้วจึงนำเอาข้อมูลภาพที่กำลังแสดงอยู่ทุกภาพจากตารางเก็บข้อมูลการแสดงผล (อาศัยตำแหน่งของภาพเป็นตัวระบุว่าเป็นภาพที่กำลังแสดงบนจอภาพ) มากำหนดในตารางบริเวณห้ามการเขียนตัวอักษรทับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย