

โปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 สำหรับตัวอักษรไทย

นายพิชญะ จงตระกูล นายสมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Postscript Type 1 Font Editor for Thai Characters

Pichaya Jongtrakul Somchai Prasitjutrakul
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ที่เอื้ออำนวยต่อการสร้างแบบอักษรไทย โดยใช้ความสามารถพิเศษบางอย่างของรูปแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 เพื่อนำแฟ้มข้อมูลแบบอักษรที่ได้ไปใช้กับซอฟต์แวร์จัดการแบบอักษรเอทีเอ็มได้อย่างถูกต้องภายใต้สภาพปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ โดยทำการศึกษารูปแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ซึ่งเป็นการบรรยายลักษณะตัวอักษรโดยใช้คำสั่งในการลากเส้นตรงและเส้นโค้ง และยังสามารถในการรวบรวมชุดคำสั่งที่เหมือนกันไว้เป็นโปรแกรมน้อย ดังนั้นจึงเหมาะสมกับการนำมาใช้บรรยายลักษณะตัวอักษรภาษาไทยที่มีทั้งพยัญชนะ สระและวรรณยุกต์ได้ดี การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนี้ครอบคลุมถึงการออกแบบจอภาพ รายการเลือก โครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนการทำงาน โดยใช้ภาษาซีและซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์ควิกซีฟอรวินโดวส์ (Microsoft Quick C for Windows) เป็นตัวแปลภาษา แฟ้มข้อมูลแบบอักษรที่ได้รับการแก้ไขโดยโปรแกรมบรรณาธิการที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์เอทีเอ็มได้ผลตามที่ได้ออกแบบทั้งตัวอักษรที่ปรากฏทางจอภาพและทางเครื่องพิมพ์

Abstract

This paper presents the design and development of a Postscript Type 1 font editor which facilitates the design of Thai characters. The font editor uses special features provided by the Postscript Type 1. As a result, the font program obtained from the editor is compatible with the Adobe Type Manager (ATM) software running under Microsoft Windows. A brief description of the Postscript Type 1 font format which is a collection of lines and curves used to describe character fonts is discussed. It has a special feature for grouping frequently used font descriptions as subroutines. This feature is well-suited for describing Thai characters. The design and development of the font editor covers the design of user interfaces, data structures, and algorithms. Microsoft Quick C for Windows is used as a development tool. The font programs obtained from the editor have been tested with the ATM software which faithfully produces Thai characters both on screen and printers.

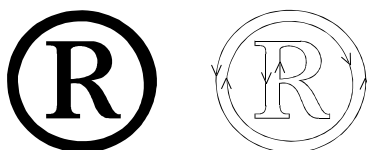
1. บทนำ

ไมโครซอฟต์วินโดวส์ (Microsoft Windows) เป็นสภาพปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน ในรุ่น 3.0 ของวินโดวส์นั้น การแสดงผลตัวอักษรจะเป็นลักษณะแบบแผนที่บิต (bitmap font) ซึ่งขาดความคมชัด ทั้งการแสดงผลทางจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ เพื่อแก้ไขปัญหานี้ บริษัทอโดบีได้พัฒนาซอฟต์แวร์เอทีเอ็ม (ATM - Adobe Type Manager) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์จัดการแบบอักษรทางจอภาพและทางเครื่องพิมพ์ ที่สามารถใช้ความคมชัดสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ของจอภาพและเครื่องพิมพ์ที่ใช้โดยเอทีเอ็มใช้ลักษณะการอธิบายแบบอักษรที่เรียกว่าโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ซึ่งบรรยายลักษณะของตัวอักษรด้วยเส้นตรงและเส้นโค้งต่างๆที่ประกอบกันเป็นเค้าโครงของแบบอักษร (outline font) การเปลี่ยนแปลงขนาดของตัวอักษรจึงกระทำได้โดยการขยายหรือย่อความยาวและตำแหน่งของเส้นเค้าโครงของแบบอักษร ดังนั้นตัวอักษรที่ได้จะยังคงลักษณะของแบบอักษรที่ถูกต้องแบบไว้เดิมทุกประการ

ลักษณะเด่นของโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 คือการบรรยายตำแหน่งเริ่มต้นของตัวอักษร สามารถกำหนดให้เยื้องไปทางซ้ายได้ และความสามารถในการเก็บรวบรวมชุดคำสั่งการลากเส้นที่เหมือนกันไว้เป็นโปรแกรมย่อย ซึ่งมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำมาประยุกต์ใช้อธิบายแบบอักษรไทย เพราะการวางตำแหน่งของสระ เช่น สระอิ สระอุ จะมีลักษณะย้อนหลัง รวมทั้งลักษณะบางส่วนของตัวอักษรก็มีความคล้ายคลึงกัน เช่น ส่วนหัวของตัวอักษร ท บ ป น พ ฟ ส่วนลำตัวของตัวอักษร บ และ ป ผ และ ฝ หรือ พ และ ฬ เป็นต้น แต่โปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรของต่างประเทศ เช่น Fontographer หรือ FontMonger ยังไม่สามารถกำหนดและเรียกใช้โปรแกรมย่อยได้ จึงเกิดแนวความคิดในการออกแบบและสร้างบรรณาธิการที่มีความเหมาะสมต่อการออกแบบอักษรที่มีลักษณะเยื้องซ้ายและสามารถกำหนดและเรียกใช้โปรแกรมย่อยของแบบอักษรได้

2. โปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1

โปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ประกอบด้วยคำสั่งการลากเส้นตรง เส้นโค้งต่างๆที่ประกอบกันเป็นลักษณะโครงร่างแบบอักษร (Adobe Systems Incorporated, 1990) โดยการบรรยายลักษณะตัวอักษรนี้จะต้องคำนึงถึงทิศทางของเส้นที่ประกอบกันเป็นแบบอักษร เพราะจะถูกใช้เป็นเครื่องมือในการระบายสีทึบตัวอักษร โดยจะระบายสีทึบส่วนนอกของเส้นที่ลากตามเข็มนาฬิกาและส่วนในของเส้นที่ลากทวนเข็มนาฬิกา (ดูรูปที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 แสดงทิศทางของเส้นที่ประกอบกันเป็นแบบอักษรและการระบายสีทึบ

โครงร่างของโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้ (ดูรูปที่ 2.2 ประกอบ)

- 2.1 ส่วนที่เป็นข้อความ ซึ่งเป็นส่วนที่บรรยายเกี่ยวกับลักษณะต่างๆไปของแบบอักษร เช่น ชื่อ รุ่นของแบบอักษร

2.2 ส่วนการบรรยายแบบอักษร ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1

ประกอบด้วยการบรรยายแบบอักษรของตัวอักษรแต่ละตัวรวมทั้งส่วนของโปรแกรมย่อยด้วย หนึ่งส่วนการบรรยายแบบอักษรนี้จะเป็นข้อความที่ถูกเข้ารหัสก่อนถูกเก็บลงในแฟ้มข้อมูล

2.3 ส่วนที่เป็นรหัสแอสกีเลขศูนย์ ซึ่งเป็นส่วนท้ายสุดของโปรแกรมแบบอักษรจะถูกใช้โดยตัวแปลคำสั่งโพสต์สคริปต์

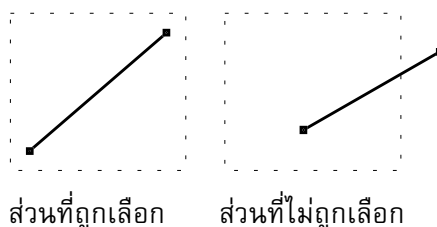
```
%!FontType1-1.0: Symbol 001.003
%%CreationDate: Thu Apr 16 1987
:
11 dict begin
/FontInfo 8 dict dup begin
/version (001.003) readonly def
/FullName (Symbol) readonly def
:
eexec
/Private dictionary
:
/Subrs 43 array
dup 0 15 RD ~15~binary~bytes~ ND
:
/CharString 190 dict dup begin
/.notdef 9 RD ~9~binary~bytes~ ND
/A 186 RD ~186~binary~bytes~ ND
:
000000....000
cleartomark
```

รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1

3. การเลือกและการหาทิศทางของเส้น

โปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรที่พัฒนาขึ้นนี้ให้อำนาจการสร้างแบบอักษร รวมทั้งการแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบอักษร เช่น การลบ การย้ายตำแหน่ง การย่อ-ขยายขนาด หรือการหมุนแบบอักษร ก่อนจะทำการเปลี่ยนแปลง ผู้ใช้จำเป็นต้องเลือกส่วนของแบบอักษรที่จะถูกเปลี่ยนแปลง การเลือกส่วนของแบบอักษรทำได้ 2 ลักษณะดังนี้

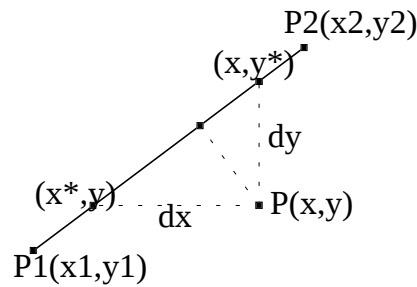
1. การเลือกโดยลากกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบ (Newman, 1989) ส่วนของแบบอักษรที่อยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่ลากจะเป็นส่วนที่ถูกเลือกดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงการเลือกโดยการลากกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบส่วนของแบบอักษรที่ต้องการ

2. การเลือกโดยชี้ไปยังส่วนของแบบอักษรที่ต้องการ (Harrington, 1987; Newman, 1989) วิธีการนี้จะต้องหาว่าส่วนของแบบอักษรที่ตัวชี้ตำแหน่งชี้อยู่ โดยการหาระยะทางจากจุดที่ระบุ ไปตามแนวแกน x หรือ y ไปยังส่วนที่ทดสอบ ถ้าระยะห่างน้อยกว่าที่กำหนดก็จะเป็นการเลือกส่วนนั้น ข้อดีของการคำนวณแบบนี้

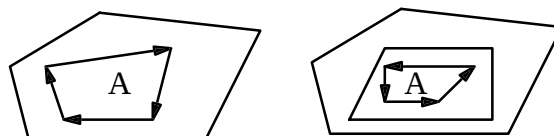
จะดีกว่าการหาระยะทางที่สั้นที่สุดโดยการหาระยะทางของเส้นที่ลากจากจุดที่ชี้ไปตั้งฉากกับส่วนที่ต้องการทดสอบ ซึ่งจะมีการคำนวณที่ซับซ้อนกว่า (ดูรูปที่ 3.2)



รูปที่ 3.2 แสดงการหาระยะทางจากจุด P ตามแนวแกน x และ y

เนื่องจากโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 เป็นการบรรยายตัวอักษรแบบเค้าโครง เมื่อมีการแสดงผลทางจอภาพหรือเครื่องพิมพ์จะต้องระบายสีที่บภายในตัวอักษร บริเวณที่เป็นสีที่บนั้นถูกกำหนดโดยการระบุทิศทางของเส้นต่างๆของแบบอักษรดั้งที่กล่าวมาแล้ว (รูปที่ 2.1) ดังนั้นหลังจากผู้ใช้สร้างหรือแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบอักษรแล้ว โปรแกรมบรรณาธิการจะกำหนดทิศทางของเส้นอย่างอัตโนมัติ เพื่อให้การระบายสีที่บเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยแบ่งการทำงานเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การหาทิศทาง (ทวนหรือตามเข็มนาฬิกา) ของส่วนของแบบอักษรที่ต่อเนื่องกันเป็นวง ขั้นตอนนี้กระทำได้โดยการหาจำนวนของส่วนของแบบอักษรอื่นๆ ที่ล้อมรอบส่วนของแบบอักษรที่ต้องการหาทิศทาง ถ้าเป็นจำนวนคี่แสดงว่าเป็นทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ดูรูปที่ 3.3 ซ้าย) แต่ถ้าเป็นจำนวนคู่จะเป็นทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (ดูรูปที่ 3.3 ขวา) สำหรับการหาจำนวนของส่วนของแบบอักษรที่ล้อมรอบนั้น กระทำได้โดยการนำจุดทุกจุดของส่วนของแบบอักษรที่ต้องการหาทิศทาง มาทำการทดสอบการอยู่ในหรือนอกของส่วนของแบบอักษรอื่นๆโดยการใช้วิธีการนับคู่-คี่ (Harrington, 1987; Mortenson, 1990)

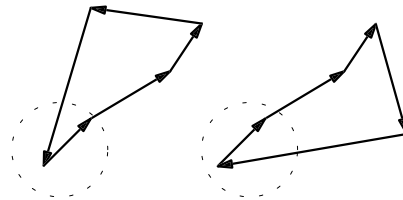


รูปที่ 3.3 แสดงการหาทิศทางที่ถูกต้องของเส้น

2. การหาทิศทางของเส้นแต่ละเส้นของส่วนของแบบอักษร หลังจากที่เราทราบว่าส่วนของแบบอักษรที่ต่อเนื่องกันเป็นวงนั้นมีทิศทางตามหรือทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะต้องหาทิศทางของเส้นแต่ละเส้นที่ประกอบกันเป็นส่วนของแบบอักษรนั้นว่า ควรมีทิศทางใดจึงทำให้ทิศทางของส่วนของแบบอักษรตรงตามที่หาได้ในขั้นตอนแรก โดยกระทำตามขั้นตอนย่อยดังนี้
 - หาเส้นที่ตัดกัน 2 เส้นที่มีจุดต่ออยู่ทางซ้ายสุด ให้สังเกตว่าเนื่องจากเส้นทุกเส้นของส่วนของแบบอักษร จะต้องอยู่ทางขวาของจุดต่อซ้ายสุดนี้ ดังนั้นทิศทางของเส้นทั้งสองที่หาได้นี้จะเป็นตัวแทนของทิศทางของส่วนของแบบอักษร
 - กำหนดทิศทางของเส้นทั้งสองให้ชี้แบบทวน หรือตามเข็มนาฬิกา ตามทิศทางของส่วนของแบบอักษรที่หาได้ในขั้นตอนแรก การกำหนดทิศทางของเส้นทั้งสองนี้ กระทำได้โดยให้เส้นที่หาได้แทนเวกเตอร์

2 เวกเตอร์ในระนาบ 2 มิติ จากนั้นกำหนดทิศทางเส้นทั้งสองนี้ เพื่อให้การครอสเวกเตอร์ได้ผลลัพธ์เป็นเลขจำนวนบวกหรือลบ โดยขึ้นกับทิศทางที่ต้องการว่าทวนหรือตามเข็มนาฬิกา (Hill, 1990)

- กำหนดทิศทางของเส้นอื่นๆที่เหลือให้หมด โดยค่อยๆกำหนดทิศทางให้ไล่ตามทิศทางของเส้นที่หาได้จากขั้นตอนย่อยที่แล้ว (ดูรูปที่ 3.4)



รูปที่ 3.4 แสดงการหาทิศทางโดยใช้เวกเตอร์คู่ซ้ายสุด

4. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงลักษณะสำคัญ 3 ประการในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบรรณธิการแบบอักษร ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบจอภาพและตัวประสานกับผู้ใช้ การออกแบบโครงสร้างข้อมูล และการออกแบบขั้นตอนวิธีในการสร้างและเปลี่ยนแปลงแบบอักษร

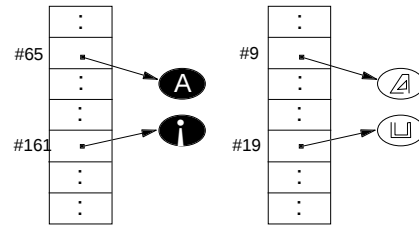
- 4.1 การออกแบบจอภาพและตัวประสานกับผู้ใช้ จอภาพเป็นส่วนแสดงผลหลักที่สามารถย่อ ขยายและเคลื่อนย้ายได้ ดังรูปที่ 4.1 ส่วนสำคัญที่สุดคือส่วนแสดงผลตัวอักษรโครงร่างซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถแก้ไข ตกแต่งตัวอักษร รวมทั้งการย่อหรือขยายขนาดและเลื่อนการแสดงผลได้ตามต้องการ ส่วนการออกแบบตัวประสานกับผู้ใช้เป็นไปตามมาตรฐานของไมโครซอฟต์วินโดวส์



รูปที่ 4.1 จอภาพของโปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษร

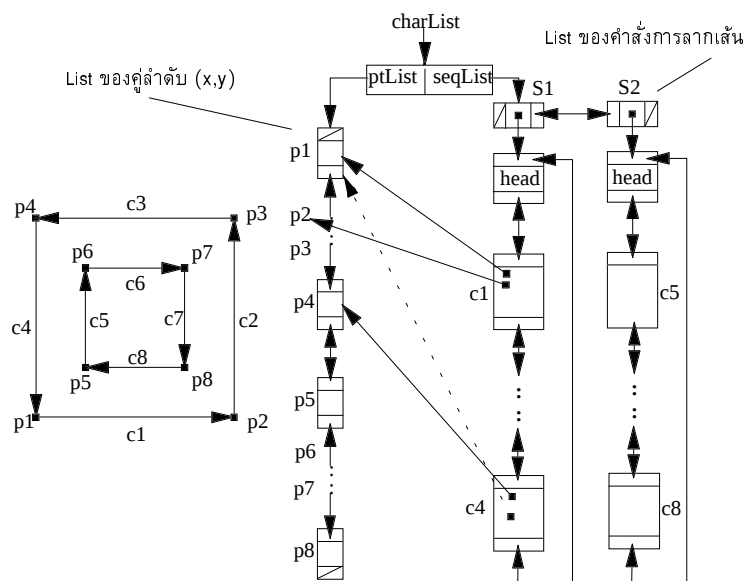
- 4.2 การออกแบบโครงสร้างข้อมูล ประกอบด้วย

- 4.2.1 โครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลการบรรยายตัวอักษรแต่ละตัว และส่วนโปรแกรมย่อยของแฟ้มข้อมูลโปรแกรมแบบอักษรที่กำลังแก้ไข โดยจะเก็บข้อมูลการบรรยายตัวอักษรในรูปแบบคำสั่งโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ที่ยังไม่ได้เข้ารหัสในหน่วยความจำและมีตารางเก็บตำแหน่งหน่วยความจำที่บรรยายตัวอักษรและโปรแกรมย่อยนั้นๆดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงโครงสร้างข้อมูลการบรรยายตัวอักษร(ซ้าย) และโปรแกรมย่อย(ขวา)

4.2.2 โครงสร้างที่ใช้เก็บข้อมูลคำสั่งการบรรยายตัวอักษรในส่วนแสดงผลหลัก ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการเพิ่ม ลบ ย่อ ขยายเส้นต่างๆของแบบอักษร จึงจำเป็นต้องใช้โครงสร้างข้อมูลแบบรายการโยง (linked list) ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีข้อมูลที่เกี่ยวข้องคือจุดคู่ลำดับและคำสั่งในการลากเส้น โดยจะแยกเก็บคู่ลำดับ x และ y ออกจากการจัดเก็บคำสั่งการลากเส้น ดังนี้

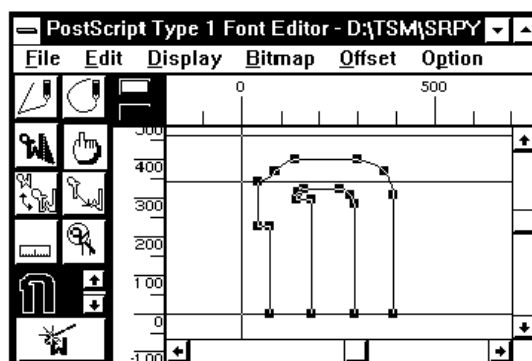


รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลคำสั่งการบรรยายตัวอักษร

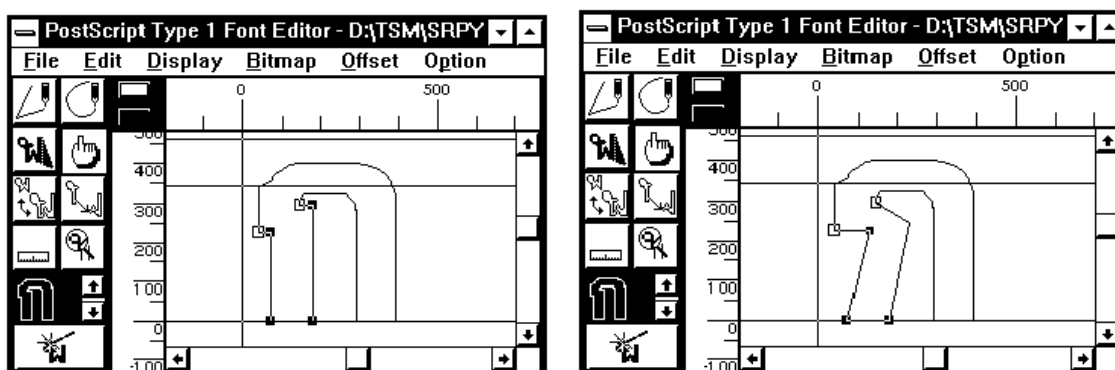
- โครงสร้างข้อมูลที่เก็บคู่ลำดับ จะจัดเก็บข้อมูลสำคัญคือคู่ลำดับ x และ y โดยเชื่อมต่อกันเป็นรายการโยงคู่ ความจำเป็นที่จะต้องแยกการเก็บข้อมูลคู่ลำดับเนื่องจากลักษณะตัวอักษรแบบโครงสร้างมักจะมีจุดคู่ลำดับซ้ำกัน 2 จุด การแยกเก็บคู่ลำดับจะลดความซ้ำซ้อนในการจัดเก็บ และทำให้การเปลี่ยนแปลง เช่น ย้าย ย่อ ขยาย หมุน ซึ่งเป็นการกระทำทางคณิตศาสตร์กับจุดเหล่านั้นเกิดความรวดเร็วขึ้น
- โครงสร้างข้อมูลที่เก็บคำสั่ง จะจัดเก็บข้อมูลสำคัญคือคำสั่งการลากเส้นตรง เส้นโค้งเบเซียร์ (Bezier) ดีกรี 3 (Newman, 1989; Rankin, 1989; Rogers, 1990; Sproull and Sutherland, 1989) หรือการเรียกใช้โปรแกรมย่อย และค่าตัวชี้ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บโครงสร้างข้อมูลคู่ลำดับที่เป็นจุดเริ่มและปลายของเส้นตรง หรือจุดควบคุมความโค้งทั้ง 4 กรณีเส้นโค้ง หรือจุดเริ่มต้นของการเรียกใช้โปรแกรมย่อย โดยจะเชื่อมต่อกันเป็นรายการโยงคู่หมุนวน ซึ่งแต่ละรายการโยงจะแทนเส้นของส่วนของตัวอักษรที่ลากเชื่อมต่อเนื่องกัน

4.3 การออกแบบขั้นตอนวิธีในการสร้างหรือเปลี่ยนแปลงแบบอักษร ส่วนสำคัญที่สุดคือขั้นตอนการทำงานในการจัดการรายการโยงที่เก็บคำสั่งการบรรยายตัวอักษร ลักษณะขั้นตอนการทำงานจะมีการสร้างรายการโยงสำหรับเก็บคำสั่งการบรรยายตัวอักษร 2 รายการ คือ *charList* ซึ่งใช้เก็บคำสั่งการบรรยายตัวอักษรในส่วนแสดงผลหลัก และ *selList* ที่ใช้เก็บเฉพาะคำสั่งการบรรยายตัวอักษรที่ได้เลือกไว้ชั่วคราว เพื่อทำการเปลี่ยนแปลง เช่น ลบ ย้าย ย่อ ขยาย หมุนหรือลากเส้นเพิ่ม การออกแบบในลักษณะนี้จะช่วยให้กระบวนการทำงานต่างๆ เหมือนกัน โดยจะเป็นการเรียกใช้ฟังก์ชันพื้นฐาน คือ การเพิ่มคำสั่งและคู่ลำดับโดยการรวม 2 รายการโยงเข้าด้วยกัน และการดึงคำสั่งและคู่ลำดับที่เกี่ยวข้องออกจากรายการโยง *charList* ไปไว้ใน *selList* เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงเช่น การย้าย ย่อ ขยาย หมุนหรือโย้ส่วนที่เลือกไว้ ก็จะทำให้การดึงโครงสร้างที่เก็บข้อมูลคำสั่งและคู่ลำดับเฉพาะที่เกี่ยวข้องไปไว้ในรายการโยง *selList* แล้วใช้หลักการเปลี่ยนแปลงทางคอมพิวเตอร์กราฟิก (Harrington, 1987; Rogers, 1990) โดยนำมาเมทริกซ์การแปลง (translation matrix) คูณกับจุดคู่ลำดับ x และ y ของโครงสร้างข้อมูลที่เก็บคู่ลำดับ แล้วจึงรวม 2 รายการโยงเข้าด้วยกัน ดังขั้นตอนการทำงานต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.4 และ 4.5 ประกอบ)

```
while (not exit from program)
{
    if (user select new character to edit)
    {
        generate charstring of old character;
        generate charList of new character;
    }
    switch (OPERATION)
    {
        case SELECT:
            find nodes of charList which are
            selected;
            break;
        case TRANSFORM&SHAPE:
            delete selected command and associated
            point node from charList to selList;
            change x, y coordinate of point node
            of selList;
            combine selList into charList;
            break;
    }
}
```



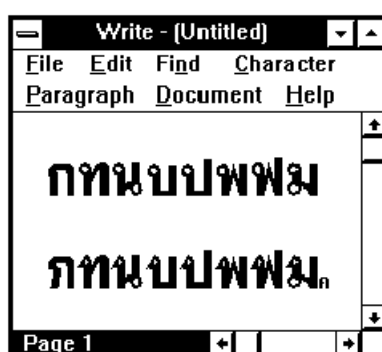
รูปที่ 4.4 แสดงจอภาพภาวะปรกติก่อนการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4.5 แสดงจอภาพเมื่อเลือกส่วนของตัวอักษรที่ต้องการ และในขณะเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

5. ผลการวิจัย

เมื่อนำโปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ที่ได้พัฒนาขึ้น มาทดสอบการทำงาน ด้วยการใส่แฟ้มข้อมูลแบบอักษรสี่พระยาของบริษัทไทยซอฟต์แวร์จำกัด โดยการสร้างส่วนหัวตัวอักษรคว่ำบน เก็บ เป็นโปรแกรมย่อยหมายเลข 9 แล้วนำมาใช้กับตัวอักษร ท น บ ป พ ฟ ม จากนั้นทดลองแก้ไขตัวอักษร ก ให้หา ทางซ้ายมีความลาดเอียง เมื่อนำแฟ้มข้อมูลที่ผ่านการแก้ไขดังกล่าวมาทดลองใช้กับซอฟต์แวร์เอทีเอ็ม โดยพิมพ์ ตัวอักษร กทนบปพฟม ขนาด 36 จุด ตัวปรกติผ่านทางซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์ Write รุ่น 3.1 พบว่าสามารถทำ งานได้เป็นอย่างดีดังแสดงในรูปที่ 5.1 และนอกจากนั้นยังสามารถพิมพ์ทางเครื่องพิมพ์แบบจุดและเลเซอร์ได้ อย่างถูกต้อง



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอักษร กทนบปพฟม ที่ปรากฏบนหน้าจอ (บน-ก่อนการแก้ไข ล่าง-หลังการแก้ไข)

6. บทสรุป

บทความนี้ได้กล่าวถึงรูปแบบโปรแกรมแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 ซึ่งเป็นการบรรยายการสร้างแบบอักษรโดยใช้คำสั่งในการลากเส้นตรงและเส้นโค้ง ซึ่งการบรรยายการสร้างแบบอักษรดังกล่าวนี้นี้ มีความเหมาะสมและสามารถนำมาใช้บรรยายการสร้างแบบอักษรภาษาไทยซึ่งมีทั้งพยัญชนะ สระและสระวรรณยุกต์ที่มีตำแหน่งแตกต่างกันได้เป็นอย่างดี แต่ปัญหาของการสร้างก็คือซอฟต์แวร์บรรณาธิการของต่างประเทศไม่มีความเหมาะสมต่อการสร้างแบบอักษรภาษาไทย รวมทั้งไม่สามารถกำหนดและเรียกใช้โปรแกรมย่อยของส่วนตัวอักษรได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ตลอดจนออกแบบและพัฒนาโปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 สำหรับตัวอักษรไทย ที่มีความสามารถกำหนดและเรียกใช้โปรแกรมย่อยของส่วนตัวอักษรได้เป็นอย่างดี โดยใช้ภาษาซีและซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์ควิกซีฟอรวิ้นโดวส์ รุ่น 1.0 เป็น

เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม ผลการทำงานของโปรแกรมเมื่อได้ทดลองแก้ไขตัวอักษรบางตัวและนำไปใช้งานก็สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นการแสดงผลบนจอภาพตลอดจนเครื่องพิมพ์แบบจุดและเลเซอร์

สำหรับรายละเอียดของการออกแบบและสร้างบรรณาธิการที่กล่าวถึงในบทความนี้ สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากวิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับที่เรื่องของการออกแบบและสร้างโปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษรโพสต์สคริปต์ประเภทที่ 1 สำหรับตัวอักษรไทย (พิชณะ, 2536)

เอกสารอ้างอิง

1. Adobe System Incorporated, *Adobe Type 1 Font Format version 1.1*, California: Addison-Wesley, 1990.
2. Harrington, S., *Computer graphics : A programming approach*, Singapore: McGraw-Hill, 1987.
3. Hill, F., *Computer graphics*, Singapore: McMillan, 1990.
4. Mortenson, M.E., *Computer graphics handbook: geometry and mathematics*, New York: Industrail Press, 1990.
5. Rankin, J.R., *Computer graphic software construction*, Australia: Prentice Hall, 1989.
6. Rogers, D.F., and Adams, J.A., *Mathematical elements for computer graphics, 2nd ed.*, Singapore: McGraw-Hill, 1990.
7. Sproull, R.F., Sutherland, W.R., and Ullner, M.K., *Device-independent graphics with examples from IBM personal computers*, Singapore: Mcgraw-Hill, 1989.
8. William, N.M., *Principle of interactive computer graphics*, Singapore: McGraw-Hill, 1989.
9. พิชณะ จงตระกูล. *การออกแบบและสร้างโปรแกรมบรรณาธิการแบบอักษร*, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทฉบับที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536