

แนวความคิดในการออกแบบ

การดัดแปลงฟังก์ชันเพื่อใช้กับ เครื่องคิด เลข

เมื่อได้ฟังก์ชันความสัมพันธ์ระหว่างระยะรอบกับมุมสูงแต่ละส่วนบรรจุแล้ว เราสามารถ Key อย่างต่อเนื่องเข้าไปในเครื่องคิดเลขที่มีบวก ลบ คูณ หาร ยกกำลัง และหน่วยความจำ เพื่อให้ได้คำตอบ เช่น จากฟังก์ชัน

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3 \quad (3.1)$$

เราสามารถ Key ค่าของ a เก็บไว้ในหน่วยความจำแล้วเอา b คูณกับ x บวกกับค่าในหน่วยความจำ เอา x ยกกำลังสองคูณกับ c บวกกับค่าในหน่วยความจำ เอา x ยกกำลังสามคูณกับ d แล้วบวกกับค่าในหน่วยความจำ ค่าของ y ก็คือค่าในหน่วยความจำ แต่จะมีปัญหาว่าค่าของ x เป็นหลักพัน เมื่อยกกำลังมากๆ เช่น ยกกำลังเจ็ดจะทำให้เกิด overflow ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาอันนี้ในการหาฟังก์ชันจึงจะใช้ระยะรอบที่หารคัพพัน

ตัวอย่างไรก็ตาม การหาค่า y โดยวิธีนี้ยังไม่ดีนัก เนื่องจากความสามารถในการยกกำลังของเครื่องคิดเลขทำได้ช้า และจะต้อง Key ค่าของ x หลายครั้ง เพื่อให้การคำนวณมีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงเปลี่ยนการยกกำลังให้เป็นการคูณหลายๆ ครั้ง และค่าของ x เก็บไว้ในหน่วยความจำ ดังนั้นสมการที่ (3.1) จึงดัดแปลงเป็น

$$y = (((d(x)+c)x+b)x+a) \quad (3.2)$$

ซึ่งการคำนวณจะเริ่มตนด้วย Key ค่าของ x เก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วเอา d คูณกับค่าของ x จากหน่วยความจำ, บวกกับ c แล้วคูณกับค่าของ x จากหน่วยความจำ, บวกกับ b คูณกับค่าของ x จากหน่วยความจำ, และบวกกับ a แล้ว Key เครื่องหมายเท่ากับ ค่าสุดท้าย คือค่า y นั้นเอง

### การคัดทอนฟังก์ชัน

เนื่องจากค่าคงที่ที่ได้จากโปรแกรมมีความละเอียดมากถึงทศนิยม 11 ตำแหน่ง ทำให้จำนวนครั้งที่ Key เข้าไปในเครื่องคิดเลขมากครั้ง ถ้าสร้างวงจรควบคุมเพื่อ Key แทนคนก็จะต้องทำงานหลายขั้นตอน ซึ่งไม่เป็นการประหยัดทั้ง เวลาและอุปกรณ์

ความต้องการของการบีบปีนใหญ่นั้นต้องการความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 มิลลิเลียม แต่จากฟังก์ชันที่หาได้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.5 มิลลิเลียม ดังนั้นเราสามารถคัดทอนตำแหน่งทศนิยมลงไปได้อีก โดยให้มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 มิลลิเลียม ฟังก์ชันที่คัดทอน และคัดแปลงแล้วเป็นดังนี้

#### ส่วนบรรทัด 1

$$y = ((((((((.423)x-2.4568)x+5.28)x-842)x-.215)x+136.06)x-1.56$$

#### ส่วนบรรทัด 3

$$y = ((((((((.4448)x-2.701)x-.821)x-50.318)x-29.731)x+93.3)$$

#### ส่วนบรรทัด 4

$$y = ((((((.5783)x-4.985)x+21.259)x+43.825)x+13.04)$$

#### ส่วนบรรทัด 5

$$y = ((((((.4029)x-4.328)x+15.076)x+66.308)x-75.8)$$

#### ส่วนบรรทัด 6

$$y = (((((((((-86126)x+38.973)x-520.207)x+\frac{1}{1000}+3.545)x-12.977)x+83.802)x-63.9)$$

#### ส่วนบรรทัด 7

$$y = ((((((((((((.038676)x-.221846)x-4.0191)x+16.3975)x-78.949)x+\frac{1}{100000}+.0325)x-.138)x+3.366)x+17.115)x+2)$$

### ขั้นตอนในการใช้เครื่องคิดเลขคำนวณหาผลบวก

เนื่องจากฟังก์ชันที่ได้จากโปรแกรมนี้ เราใช้ระบอบจริงหารด้วยพันเป็นตัวแปร (แทนด้วย x) ดังนั้นก่อนที่จะเอาระบอบไปแทนค่าในสูตรจึงต้องหารด้วย 1000 ก่อน เมื่อแทนค่าในสูตรของแต่ละส่วนบรรจุแล้วจะได้มุมสูง (แทนด้วย y) ออกมา เมื่อจะหาค่ามุมสูงต้องการค่ามุมพันก่อนโดยเอาค่าความแตกต่างสูง (แทนด้วย z) ตั้งหารด้วย x แล้วเอาผลหารที่ได้ไปบวกกับ y เป็นมุมสูง

ถ้าฟังก์ชันของมุมสูง ดังสมการที่ (3.2) เราสามารถใช้เครื่องคิดเลขคำนวณหาผลบวกได้ดังตารางที่ 9

| ขั้นตอนที่ | การทำงาน (Key)    | ขั้นตอนที่ | การทำงาน (Key)   |
|------------|-------------------|------------|------------------|
| 1          | การระบอบ          | 16         | *                |
| 2          | /                 | 17         | RM               |
| 3          | 1000              | 18         | +                |
| 4          | =                 | 19         | a                |
| 5          | CM(Clear memory)  | 20         | =                |
| 6          | Min(Write memory) | 21         | X ↔ M            |
| 7          | d                 | 22         | /                |
| 8          | *                 | 23         | ค่าแตกต่างสูง    |
| 9          | RM(Read memory)   | 24         | X ↔ Y            |
| 10         | +                 | 25         | +                |
| 11         | c                 | 26         | RM               |
| 12         | *                 | 27         | +                |
| 13         | RM                | 28         | หมายเลขส่วนบรรจุ |
| 14         | +                 | 29         | 00000            |
| 15         | b                 | 30         | =                |

ตารางที่ 9 ขั้นตอนในการใช้เครื่องคิดเลขคำนวณหาผลบวก



จากตารางที่ 9 อธิบายได้ว่า ชั้นที่ 1-4 เป็นการหาระยะรอบด้วย 1000 เป็นค่า  $x$  ชั้นที่ 5,6 เป็นการ clear หน่วยความจำและเก็บค่า  $x$  ไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งในขณะนั้นค่า  $x$  จะอยู่ที่ทั้งหน่วยความจำและหน่วยแสดงผล (Display unit) ของเครื่องคิดเลข ชั้นที่ 7-20 เป็นการหาคามุมสูง ( $y$ ) ซึ่งคือการแทนค่า  $x$  ในสมการที่ (3.2) นั้นเอง ชั้นที่ 21 เป็นการสลับที่ระหว่างค่าในหน่วยความจำ กับค่าในหน่วยแสดงผล ซึ่งก็คือเอามุมสูง เก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วเอาระยะรอบมาที่หน่วยแสดงผล ชั้นที่ 22 เป็นการ Key เครื่องหมายหาร ชั้นที่ 23 เป็นการ Key ความแตกต่างสูง ( $Z$ ) จากชั้นที่ 21-23 ก็คือการเอา  $x$  หารด้วย  $Z$  ชั้นที่ 24 เป็นการสลับที่ระหว่างตัวตั้งกับตัวหาร ซึ่งก็คือ  $Z$  หารด้วย  $x$  เมื่อ Key เครื่องหมายบวก (ชั้นที่ 25) ก็จะได้ค่า  $Z$  หารด้วย  $x$  ซึ่งก็คือมุมพื้นที่นั่นเอง ชั้นที่ 25-27 เป็นการบวกมุมพื้นที่กับค่าในหน่วยความจำ (ในขณะนั้นค่าในหน่วยความจำคือมุมสูง) เป็นมุมปิง ชั้นที่ 28 เป็นการ Key หมายเลขของส่วนมรรจุที่ไซ ชั้นที่ 29 เป็นการ Key เลขศูนย์จำนวน 5 ตัว ชั้นที่ 27-30 เป็นการบวกคามุมปิง เข้ากับ C00000 ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ในหน่วยแสดงผลของเครื่องคิดเลขจะเป็น

COFFFF.FF

ซึ่ง C คือหมายเลขของส่วนมรรจุ การที่ให้ C มาแสดงผลก็เพื่อจะได้ใช้ในการออกคำสั่งให้มุมปิงเลือกใช้ส่วนมรรจุที่ C และเพื่อให้เป็นการแน่ใจว่าเราได้เลือกใช้ฟังก์ชันของส่วนมรรจุที่ C จริง

FFF.FF คือมุมปิงที่ใช้ในการตั้งปิง การที่ไซทศนิยม 2 ตำแหน่งก็เพื่อประโยชน์ในการตัดสินใจตัดทศนิยมให้เป็นจำนวนเต็ม

00 เป็นตัวเลขที่คั่นระหว่างหมายเลขของส่วนมรรจุกับมุมปิง ที่ต้องมี 00 คั่นก็เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการอ่านของผู้ใช้ และการที่บวก C00000 เข้ากับมุมปิง เป็นการตัดจุดทศนิยมของมุมปิงให้เหลือเพียง 2 ตำแหน่ง ถ้าต้องการให้มุมปิงมีจุดทศนิยมหนึ่งตำแหน่งก็สามารถทำได้โดยการบวก C000000 เข้ากับมุมปิง (ศูนย์ 6 ตัว)

แนวความคิดในการใช้วงจรมุม (Counter) ควบคุมเครื่องคิดเลข

จากตารางที่ 9 ทุกชั้นตอนยกเว้นชั้นตอนที่ 1 และ 23 เป็นชั้นตอนที่ทำงานอย่างคงที่ ดังนั้นจึงน่าจะมีวงจรทำหน้าที่ตามชั้นตอนดังกล่าวแทนการ Key ของคน วงจรที่ล่าช้ากับชั้นตอนคือวง

จรมณ์ (Counter) ซึ่งจะนับเลข 0, 1, 2, 3, ... เมื่อมีวงจรมณ์แล้วจะต้องมีวงจรถอดรหัส (Decoder) เช่น เมื่อมี 2 ให้ทำการ Key เครื่องหมายหารนับ 10 ให้ Key เครื่องหมายบวก เป็นต้น หรืออีกนัยหนึ่งจะ Key เครื่องหมายหารเมื่อมี 2 หรือมี 22 และจะ Key เครื่องหมายบวกเมื่อมี 10, 14, 18, 25, 27, เป็นต้น

เมื่อมีและถอดรหัสแล้วจะต้องมีเครื่องมือในการ Key เครื่องคิดเลขแทนคน เครื่องมือที่ Key เครื่องคิดเลขแทนคนได้ก็คือ รีเลย์ (Relay) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถทำการปิด - เปิด (ON-OFF) วงจรไฟฟ้าได้ ในวงจรของเครื่องคำนวณหาบึงนี้จะต่อรีเลย์ขนาน (parallel) กับที่ Key ของเครื่องคิดเลข เพื่อให้เครื่องคิดเลขสามารถที่จะ Key โดยคนหรือโดยรีเลย์อันใดอันหนึ่งได้