

การทดลองที่ 1 ข้อมูลและคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์

การทดลองนี้เป็นการทบทวนความเข้าใจและแบบฝึกหัดเสริมของเนื้อหาในบทที่ 1 เนื่องจากจำนวนบิตข้อมูลที่ยาวขึ้นจำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณแทน โดยมีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

- เพื่อให้เข้าใจการแปลงและคณิตศาสตร์สำหรับเลขจำนวนเต็มฐานสองชนิดไม่มีเครื่องหมายและมีเครื่องหมายแบบ 2-Complement
- เพื่อให้เข้าใจการแปลงและคณิตศาสตร์สำหรับเลขทศนิยมฐานสองมาตรฐาน IEEE 754 Single Precision และ Double Precision
- เพื่อให้เข้าใจรหัส ASCII และ Unicode สำหรับข้อมูลตัวอักษร

นอกจากเนื้อหาในบทที่ 1 แล้ว ผู้อ่านสามารถศึกษาเว็บเพจเพิ่มเติม เพื่อทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งได้แก่

- https://www.tutorialspoint.com/cprogramming/c_data_types.htm
- <https://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/java/datarepresentation.html>

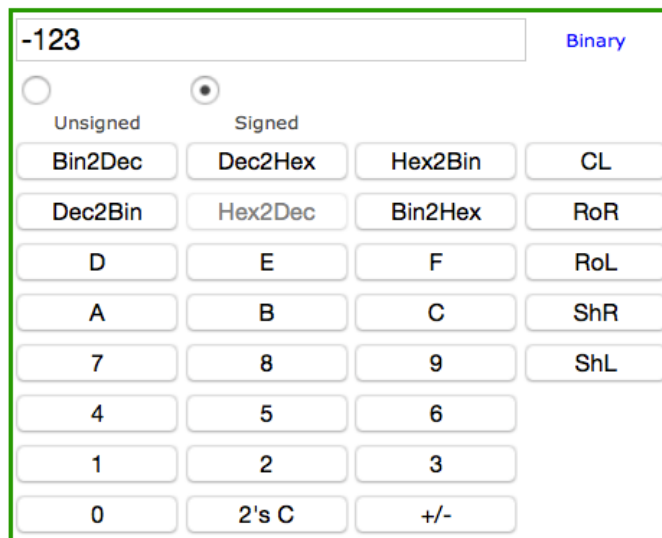
ผู้อ่านจะพบว่าเนื้อหาในเว็บที่สองเป็นการสอนพื้นฐานภาษา Java ใช้งานข้อมูลเป็นเลขฐานสองเหมือนกับภาษา C/C++ ในเว็บที่สอง การทดลองจะครอบคลุมเนื้อหาตามทฤษฎี โดยจะเริ่มจากเลขจำนวนเต็ม เลขทศนิยม และตัวอักษรตามลำดับ

A.1 การแปลงและคณิตศาสตร์สำหรับเลขฐานสองจำนวนเต็ม

A.1.1 การทดลอง

เนื่องจากการแปลงเลขฐานสิบเป็นฐานสอง unsigned สามารถแปลงได้ ด้วยเครื่องคิดเลขทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป ดังนั้น การทดลองนี้จะเน้นที่การแปลงเป็นเลขฐานสองชนิดมีเครื่องหมายแบบ 2 Complement สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อที่ 1.2 โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่ผู้อ่านถนัด กรอกหรือคลิกที่ ชื่อลิงค์ต่อไปนี้ http://www.free-test-online.com/binary/signed_converter.html เมื่อเว็บเพจปรากฏขึ้น ขอให้ผู้อ่านปฏิบัติตามการทดลอง ดังนี้

1. คลิกเลือกที่ปุ่ม Signed แล้วจึงกรอกเลข -123 ลงในกล่องข้อความ ดังรูปที่ A.1



-123			Binary
<input type="radio"/> Unsigned	<input checked="" type="radio"/> Signed		
Bin2Dec	Dec2Hex	Hex2Bin	CL
Dec2Bin	Hex2Dec	Bin2Hex	RoR
D	E	F	RoL
A	B	C	ShR
7	8	9	ShL
4	5	6	
1	2	3	
0	2's C	+/-	

Figure A.1: กรอกเลข -123 ลงในกล่องข้อความ และคลิกเลือกที่ปุ่ม Signed เพื่อให้เป็นเลขฐานสองชนิด Signed

คล้ายเครื่องคิดเลข ประกอบด้วยปุ่มต่างๆ ดังนี้

- 'Bin2Dec' 'Dec2Bin' สำหรับแปลงเลขฐานสองเป็นฐานสิบไปและกลับ
- 'Dec2Hex' 'Hex2Dec' สำหรับแปลงเลขฐานสิบเป็นฐานสิบหกไปและกลับ
- 'Hex2Bin' 'Bin2Hex' สำหรับแปลงเลขฐานสองเป็นฐานสิบหกไปและกลับ
- ปุ่ม 0-9 และ A-F สำหรับกรอกตัวเลขฐานสิบและฐานสิบหก
- CL (Clear) สำหรับล้างค่าในกล่องข้อความให้เป็น 0
- RoR (Rotate Right) และ RoL (Rotate Left) สำหรับหมุนเลขที่อยู่ในกล่องข้อความ
- ShR (Shift Right) และ ShL (Shift Left) โดยป้อนเลข 0 เข้ามาแทน
- 2's C (2's Complement) สำหรับแปลงเลขฐานสองให้เป็นค่า 2's Complement

- +/- สำหรับกลับเครื่องหมายของตัวเลขฐานสิบในกล่องข้อความ

2. กดปุ่มเครื่องหมาย 'Bin2Dec' เพื่อให้เป็นเลขฐานสองชนิด Signed ดังรูปที่ A.2

The screenshot shows a binary calculator interface. At the top, the input field displays '11111111111111110000101' and the label 'Binary' is on the right. Below the input field, there are two radio buttons: 'Unsigned' (unselected) and 'Signed' (selected). Under the 'Signed' radio button, there is a grid of buttons for various conversions and operations. The buttons are arranged in a 4x4 grid:

Bin2Dec	Dec2Hex	Hex2Bin	CL
Dec2Bin	Hex2Dec	Bin2Hex	RoR
D	E	F	RoL
A	B	C	ShR
7	8	9	ShL
4	5	6	
1	2	3	
0	2's C	+/-	

Figure A.2: ผลลัพธ์จากการแปลงเลข -123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Signed 2-Complement ความยาว 24 บิต

3. กดปุ่มเครื่องหมาย 'Bin2Hex' เพื่อแปลงเลขฐานสองที่ได้ให้เป็นเลขฐานสิบหกชนิด Signed ตามรูปที่ A.3

The screenshot shows the same binary calculator interface as Figure A.2. The input field now displays 'FFFF85' and the label 'HEX' is on the right. The 'Signed' radio button remains selected. The grid of buttons is identical to the one in Figure A.2.

Figure A.3: ผลลัพธ์จากการแปลงเลข -123 ให้เป็นเลขฐานสิบหกชนิด Signed 2-Complement ความยาว 24 บิตหรือ 6 ตัวเลข

4. กดปุ่ม Hex2Bin เพื่อแปลงผลลัพธ์กลับไปเป็นฐานสอง แล้วเลือกตัวเลขฐานสองทั้งหมด แล้วทำการคัดลอก (Copy) หรือกดปุ่ม Ctrl-C พร้อมกัน

5. คลิกบนชื่อลิงค์ต่อไปนี้ เพื่อเปิดหน้าเว็บสำหรับ บวก/ลบ/คูณ/หาร เลขจำนวนเต็ม ทั้งชนิด Unsigned และ Signed http://www.free-test-online.com/binary/binary_calculator.html

Appendix A. การทดลองที่ 1 ข้อมูลและคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์

6. กดปุ่ม Signed ก่อนแล้วจึงทำการวาง (Paste) ลงในกล่องข้อความ เพื่อเปลี่ยนการทำงานให้อยู่ในโหมดตัวเลขฐานสองชนิดมีเครื่องหมายตามรูปที่ A.4

Figure A.4: หน้าต่างวางเลขการแปลงเลข -123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Signed 2-Complement ความยาว 32 บิต

7. กดปุ่ม '-' เพื่อทำการกระบวนกรลบเลข แล้ววาง (Paste) เลข -123 อีกรอบในกล่องข้อความที่ว่างลง

8. กดปุ่ม = เพื่อแสดงผลลัพธ์

Figure A.5: ผลลัพธ์เลขการแปลงเลข -123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Signed 2-Complement ความยาว 32 บิต

ในรูปที่ A.5 แสดงให้เห็นว่า $-123 - (-123) = 0$

A.1.2 กิจกรรมท้ายการทดลอง

จงทำการทดลองและตอบคำถามต่อไปนี้ โดยแสดงวิธีทำตามเนื้อหาในหัวข้อที่ 1.2.2 และตรวจคำตอบตามวิธีการทดลองที่ได้ทำไป

1. จงแปลงเลขฐานสิบต่อไปนี้ให้เป็นเลขฐานสองและฐานสิบหกชนิดไม่มีเครื่องหมาย และนับจำนวนบิตที่เกิดขึ้น

ฐานสิบ	ฐานสอง	ฐานสิบหก	ฐาน 2	ฐาน 16
7	3	1	111	7
8	4	1	1000	8
15	4	1	1111	F
16	5	2	1 0000	10
255	8	2	1 1111	FF
256	9	3	10 0000	100
65535	16	4	11 1111	FFFF
65536	17	5	100 0000	10000

2. จงแปลงเลขฐานสิบต่อไปนี้ให้เป็นเลขฐานสองและฐานสิบหกชนิดมีเครื่องหมายแบบ 2-Complement และนับจำนวนบิตที่เกิดขึ้น

ฐานสิบ	ฐานสอง	ฐานสิบหก	ฐาน 2	ฐาน 16
+1	2 ⁴	1	0000 0000 0000 0000 0000 0001	1
-1	2 ⁴	8	1111 1111 1111 1111 1111 1111	FFFF FFFF
+15	2 ⁴	1	0000 0000 0000 0000 0000 1111	F
-16	2 ⁴	8	1111 1111 1111 1111 1111 0000	FFFF FFF0
+255	2 ⁴	2	0000 0000 0000 0000 1111 1111	FF
-256	2 ⁴	8	1111 1111 1111 1111 0000 0000	FFFF FF00
+65535	2 ⁴	4	0000 0000 1111 1111 1111 1111	FFFF
-65536	2 ⁴	8	1111 1111 0000 0000 0000 0000	FFFF 0000

3. จงบวกเลข 2-Complement ต่อไปนี้ แล้วบันทึกผลลัพธ์เป็นฐานสอง ฐานสิบ ข้อผิดพลาดที่แจ้งเตือน และอธิบายเหตุผลว่าทำไมจึงไม่ตรงกัน

- 10000000000000000000000000000000 + 00000000000000000000000000000001

- ผลลัพธ์ฐานสอง 10000000000000000000000000000000
- ผลลัพธ์ฐานสิบ -2147483648
- ข้อผิดพลาดที่แจ้งเตือน —
- เหตุผล —

- 10000000000000000000000000000000 + 10000000000000000000000000000000

- ผลลัพธ์ฐานสอง —
- ผลลัพธ์ฐานสิบ —

Appendix A. การทดลองที่ 1 ข้อมูลและคณิตศาสตร์ในคอมพิวเตอร์

- ข้อผิดพลาดที่แจ้งเตือน overflow
 - เหตุผล จำนวน บิตที่ แลบน้ไม่พอ
 00000000000000000000000000000000 - 00000000000000000000000000000001
 - ผลลัพธ์ฐานสอง -
 - ผลลัพธ์ฐานสิบ -
 - ข้อผิดพลาดที่แจ้งเตือน overflow
 - เหตุผล จำนวน บิตที่ แลบน้ไม่พอ
 00000000000000000000000000000000 - 10000000000000000000000000000000
 - ผลลัพธ์ฐานสอง 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000
 - ผลลัพธ์ฐานสิบ 0
 - ข้อผิดพลาดที่แจ้งเตือน -
 - เหตุผล -

A.2 การแปลงและคณิตศาสตร์สำหรับ Floating-Point IEEE754

เพื่อให้เข้าใจรูปแบบของเลขฐานสอง และคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น Single Precision และ Double Precision สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อ 1.6

A.2.1 การทดลองสำหรับ Single-Precision

การทดลองนี้จะเน้นที่การแปลงเลขจำนวนจริงให้เป็น เลขฐานสองทศนิยมชนิดลอยตัว สอดคล้องกับเนื้อหาในหัวข้อที่ 1.6 ในรูปแบบ Single Precision โดยผ่านเว็บเบราว์เซอร์ที่ผู้อ่านกด กรอกหรือคลิกที่ชื่อลิงค์ต่อไปนี้

http://www.binaryconvert.com/convert_float.html

เมื่อเว็บเพจปรากฏขึ้น ขอให้ผู้อ่านปฏิบัติตามการทดลอง ดังนี้

1. กรอกเลข 123 ลงในกล่องข้อความ แล้วกดปุ่ม Convert to binary ได้รูปที่ A.6

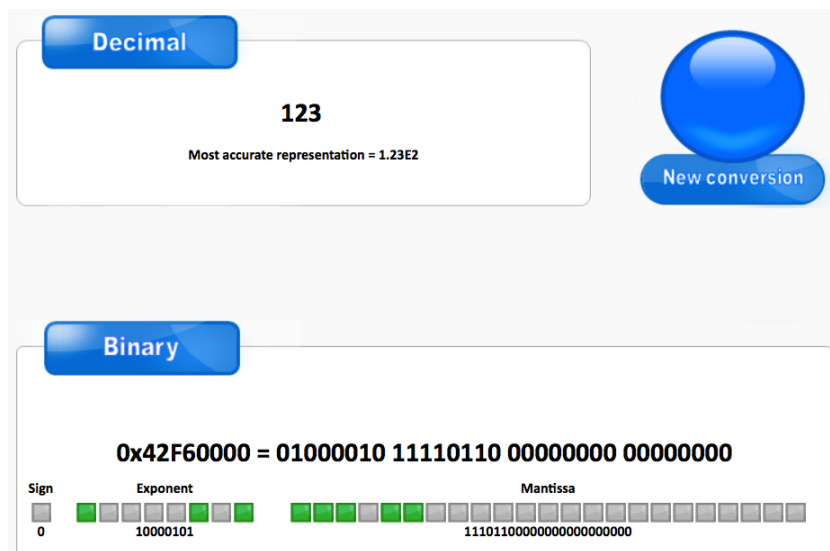


Figure A.6: ผลลัพธ์จากการแปลงเลข 123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Single Precision

โปรดสังเกต กลุ่มสีเหลี่ยมสีเขียวตรงกับบิตที่เป็น '1' กลุ่มสีเทาตรงกับบิตที่เป็น '0' 0x หมายถึง เลขฐานสิบหก

2. กรอกเลข -123 ลงในกล่องข้อความ แล้วกดปุ่ม Convert to binary ได้รูปที่ A.7

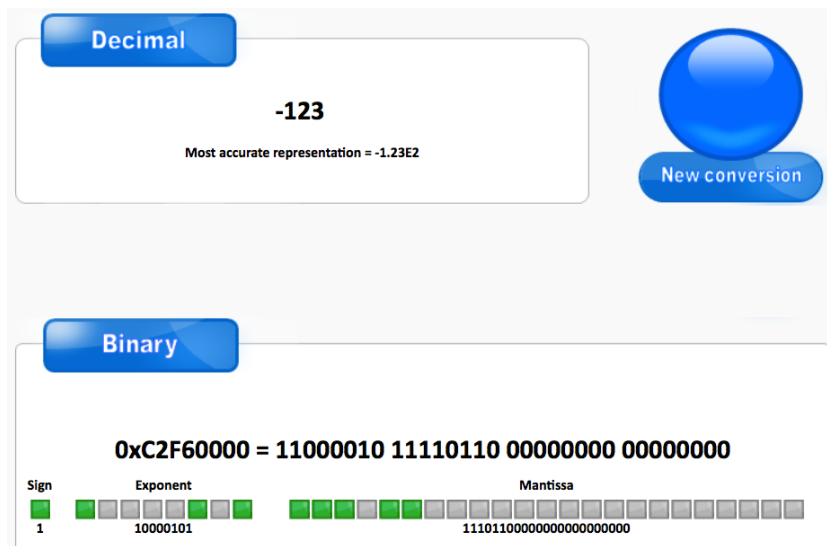


Figure A.7: ผลลัพธ์จากการแปลงเลข -123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Single Precision

โปรดสังเกต ความแตกต่างที่ค่า Sign Exponent และ Mantissa ดังนั้น เราจะเห็นได้ว่าเฉพาะ Sign ที่มีการเปลี่ยนแปลง

3. คลิกบนลิงค์นี้ เพื่อทดลองบวกและคูณเลขในรูปแบบ Single Precision ด้วยลิงค์ต่อไปนี้
<http://weitz.de/ieee/> เลื่อนหน้าเว็บลงไปที่ด้านล่างสุด เพื่อค้นหาแถบเมนูตามรูปที่ A.8



Figure A.8: เมื่อด้านล่างสุดของหน้าเว็บ เพื่อเลือกเลขฐานสองชนิด Single Precision (Binary32) และ Double Precision (Binary64)

4. เลื่อนหน้าเว็บกลับไปด้านบนสุดเพื่อกรอกเลข -123 ลงในกล่องข้อความซ้ายบน และ กรอกเลข 123 ลงในกล่องข้อความถัดลงมา แล้วกดปุ่ม + แล้วจะได้ผลลัพธ์ดังรูปต่อไปนี้

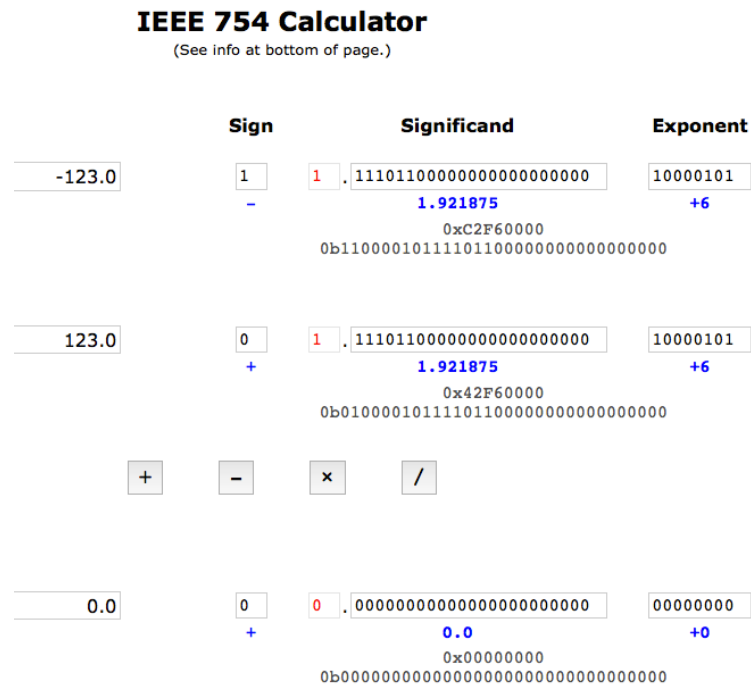


Figure A.9: ผลลัพธ์จากการบวกเลข -123+123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Single Precision

จะสังเกตเห็นว่า ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า True Zero ตามตารางที่ 1.11

5. กดปุ่ม x (คูณ) แล้วจะได้ผลลัพธ์ดังรูปต่อไปนี้

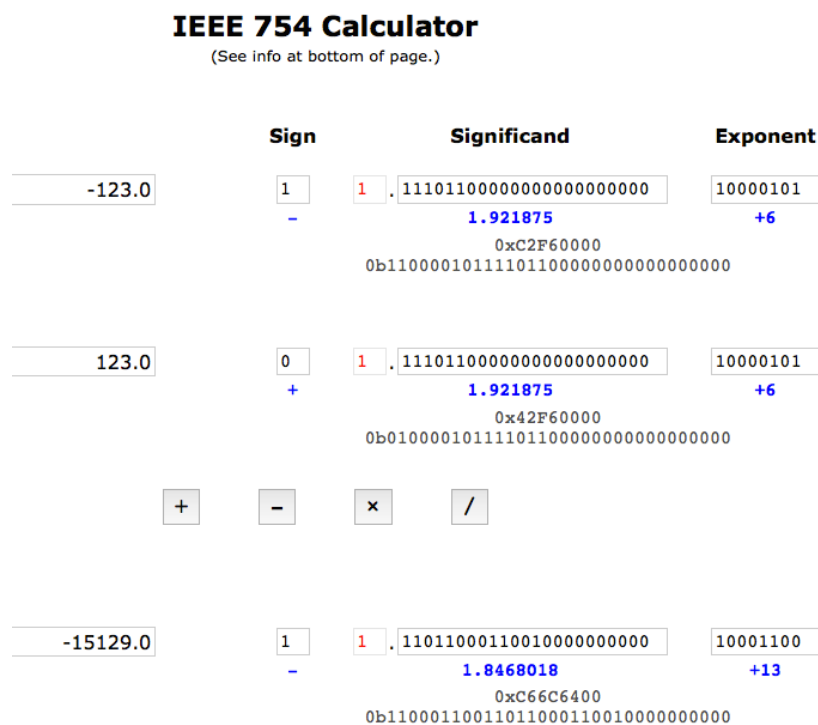


Figure A.10: ผลลัพธ์จากการคูณเลข -123 x 123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Single Precision

3. กรอกเลข -123 ลงในกล่องข้อความซ้ายบน และ กรอกเลข 123 ลงในกล่องข้อความถัดลงมา แล้วกดปุ่ม + แล้วจะได้ผลลัพธ์ดังรูปต่อไปนี้

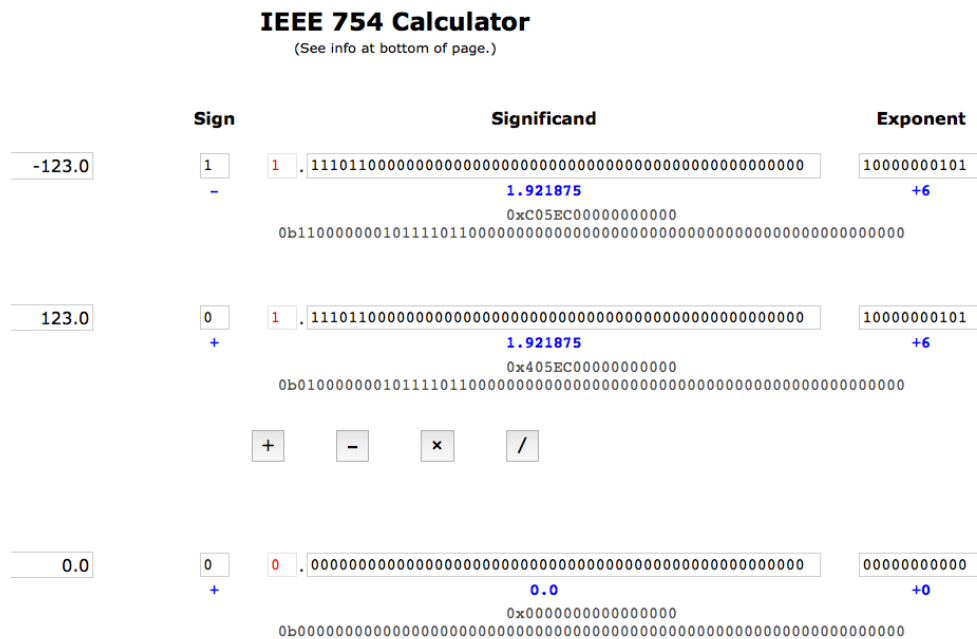


Figure A.13: ผลลัพธ์จากการบวกเลข $-123+123$ ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Double Precision

จะสังเกตเห็นว่า ผลลัพธ์ที่ได้เรียกว่า True Zero ตามตารางที่ 1.11

4. กดปุ่ม x (คูณ) แล้วจะได้ผลลัพธ์ดังรูปต่อไปนี้

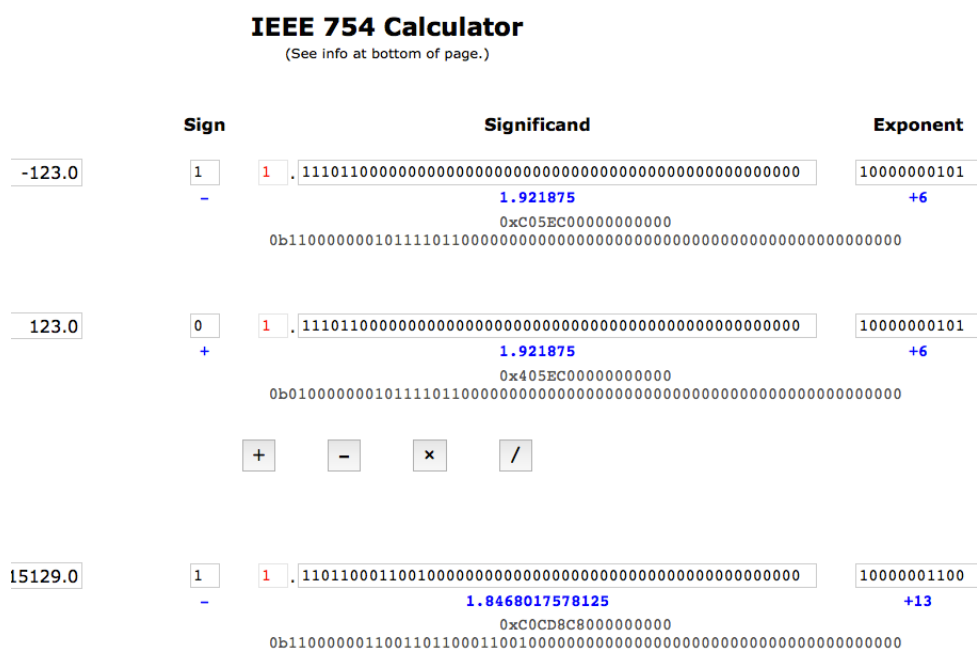


Figure A.14: ผลลัพธ์จากการคูณเลข -123×123 ให้เป็นเลขฐานสองชนิด Double Precision

A.2.3 กิจกรรมท้ายการทดลอง

จงใช้เว็บเพจลิงค์ต่อไปนี้ในการตอบคำถาม

<https://www.h-schmidt.net/FloatConverter/IEEE754.html>

[illegible]

Figure A.15: เว็บไซต์สำหรับการตอบคำถามเพื่อสร้างเลขหรือแปลงเลขฐานสิบด้วยมาตรฐาน IEEE 754 Single Precision การกดเลือกคือทำให้บิตนั้นเท่ากับ '1'

โดยแสดงวิธีทำตามเนื้อหาในหัวข้อที่ 1.6 และตรวจคำตอบตามวิธีการทดลองที่ได้ทำไป

- จงสร้างเลข -0.0_{10} โดยการทดเลือกบิตที่เปลี่ยนในส่วน Sign เท่านั้น

Binary Representation = $1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

Hexadecimal Representation = 0×80000000
- จงสร้างเลข -1.0_{10} โดยการทดเลือกบิตที่เปลี่ยนในส่วน Exponent เท่านั้น ต่อจากข้อที่แล้ว

Binary Representation = $1011\ 1111\ 1000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

Hexadecimal Representation = $0 \times bf800000$
- จงสร้างเลข -1.5_{10} โดยการทดเลือกบิตที่เปลี่ยนในส่วน Mantissa เท่านั้น ต่อจากข้อที่แล้ว

Binary Representation = $1011\ 1111\ 1100\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

Hexadecimal Representation = $0 \times bf400000$
- จงสร้างเลข 5.877472×10^{-39} ซึ่งอยู่ในรูป ดีนอร์มัลไลซ์ (denormalized) เพราะมีค่าน้อยเกินไป

Binary Representation = $0\ 00000000\ 10000000000000000000000000000000$

Hexadecimal Representation=.....0x00400000.....

5. จงแปลงเลข 32 บิตนี้ให้เป็น เลขจำนวนเต็ม โดยใช้ลิงค์ต่อไปนี้ http://www.binaryconvert.com/convert_signed_int.html เมื่อคัดลอกและวางเลขครบแล้ว ให้กดปุ่ม Convert to decimal

4194304

A.3 รหัสของข้อมูลตัวอักษร

A.3.1 การทดลอง

การทดลองในหัวข้อนี้จะเป็นการแปลงรหัสตัวอักษรภาษาอังกฤษและไทย เป็นรหัส ASCII และ Unicode ตามเนื้อหาในหัวข้อ 1.7 ผ่านทางเว็บไซต์ <https://www.branah.com/ascii-converter> ที่มีนักพัฒนาเพื่อเผยแพร่ความรู้เป็นวิทยาทานเช่นเดียวกับเว็บที่ได้ทดลองมา

1. เปิดเว็บตามลิงค์ต่อไปนี้ หรือ กดปุ่มซ้ายบนชื่อลิงค์ <https://www.branah.com/ascii-converter>

2. กรอกข้อความต่อไปนี้ ลงไปในกล่องข้อความ ASCII

ไ ท ย ก ข ค a b c

โปรดสังเกต ระหว่างตัวอักษรมี ช่องว่าง 1 ตัวอักษรเสมอ

3. กดปุ่ม Convert ซ้ายบนสุด จะได้ผลลัพธ์ดังรูปต่อไปนี้

ASCII Converter - Hex, decimal, binary, base64, and ASCII converter

Convert ASCII (Example: a b c)

ไ ท ย ก ข ค a b c

Add spaces Remove spaces ☐ Convert white space characters

Convert Hex (Example: 0x61 0x62 0x63) ☒ Remove 0x

e44 e17 e22 e01 e02 e04 61 62 63

Convert Decimal (Example: 97 98 99)

3652 3607 3618 3585 3586 3588 097 098 099

Convert Binary (Example: 01100001 01100010 01100011)

111001000100 111000010111 111000100010 111000000001 111000000010 111000000100 01100001 01100010 01100011

Convert Base64 (Example: YSBiIGM=)

RCAXIClgASACIAQgYSBiIGM=

Figure A.16: ผลลัพธ์จากการกรอกและแปลงตัวอักษร ไ ท ย ก ข ค a b c เป็นรหัสต่างๆ

- กล่องข้อความ Hex จะแสดงค่า Unicode สำหรับภาษาไทย และ ASCII สำหรับภาษาอังกฤษ ในรูปผู้เขียนได้กดเลือก Remove 0x เพื่อความสะดวกในการอ่านค่า

A.3.2 กิจกรรมท้ายการทดลอง

- จงอธิบายวิธีการหาค่าฐานสิบ 0 - 9 จากระหัส ASCII ของตัวอักษร 0 - 9 : 1055 รหัส ASCII เลข 0-9 จะตรงกับเลข 10
- จงอธิบายวิธีการหาค่าฐานสิบ 0 - 9 จากระหัส Unicode ของตัวอักษร ๐ - ๙ : 1055 รหัส Unicode เลข 0-9 จะตรงกับเลข 10
- จงเปิดเว็บที่มีข้อความภาษาไทย เช่น เว็บข่าว แล้วทดลองเปลี่ยนการนำเสนอบนจอเพื่อ View source เช่น Google Chrome ใช้เมนู Tool-> View Source แล้ว Find หรือกดปุ่ม CTRL-F คำว่า charset ว่ามีค่าเท่ากับ utf-8 หรือไม่ เพราะเหตุใด : 9 ข้อ เพราะถ้า UTF-8 คือ Unicode ที่ใช้กันเกือบทั่วโลก