สื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น

Learning Material on Convolution

นายจุมพล บันทึก รหัส 45360096

นางสาวชมพูนุช ทรงวุฒิ รหัส 45360120

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 มี.ค. 2553
เลขทะเบียน 15009437
เลขเรียกหนังสือ ว ๖๓๕ ส ๒๕๔๘
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2548

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	สื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายจุมพล	บันทึก	รหัส 45360096
	นางสาวชมพูนุช	ทรงวุฒิ	รหัส 45360120
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ		แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2548		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ

(ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ศิริพร เดชะศิลารักษ์)

หัวข้อโครงงาน	สื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายจุมพล	บันทึก	รหัส 45360096
	นางสาวชมพูนุช	ทรงวุฒิ	รหัส 45360120
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชาติ	แย้มเม่น	
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2548		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมแม็ทแล็ปเพื่อทำสื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น โดยใช้หลักการ Sliding Strip Method ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่มีความแม่นยำและรวดเร็วในการหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอินพุต x[n] กับ ผลตอบสนองอิมพัลส์ h[n] โดยสามารถเลือกสัญญาณพื้นฐานที่จะนำมาคอนโวลูชั่นกันจาก 3 สัญญาณคือ สัญญาณอิมพัลส์ , สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย และสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียล ผลลัพธ์ของการคอนโวลูชั่นของแต่ละสัญญาณ ถูกนำเสนอในรูปแบบแผนภาพบนจอมอนิเตอร์

จากผลการทดลองที่ได้เมื่อนำมาทำการเปรียบเทียบการคอนโวลูชั่นของสัญญาณพื้นฐาน 3 สัญญาณพบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีการแสดงให้เห็นขั้นตอนการคอนโวลูชั่นได้อย่างชัดเจนและมีความถูกต้องแม่นยำ

Project title	Learning Material on Convolution		
Name	Mr. Jomphol	Buntuek	ID. 45360096
	Miss Chomphoonut	Songwut	ID. 45360120
Project advisor	Assistant Professor Suchart Yammen , Ph.D.		
Major	Computer Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2005		

.....

Abstract

This project studies and develops a MATLAB program for learning about Convolution by using a Sliding Strip Method. The method used in this study has both accuracy and efficiency for determining the result of convolution with x[n] which is an input signal and h[n] which is an impulse response. To test this method, three fundamental signals Impulse, Unit Step and Exponential were convoluted, and the result of their convolution was displayed on the monitor

According to the experimental results, we found that the convolution of 3 signals can achieve high accuracy and close to 100%.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานวิศวกรรมครั้งนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น ที่ได้ให้โอกาสคณะผู้จัดทำได้จัดทำโครงงานนี้รวมทั้งยังคำปรึกษา ทั้งทฤษฎีและขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ให้แก่ผู้จัดจนโครงงานนี้ประสบผลสำเร็จไปด้วยดี และขอบพระคุณ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล และอาจารย์ศิริพร เดชะศิลารักษ์ ที่ได้เสียสละเวลาเพื่อทำการตรวจสอบการทำงานและชี้แนวทางในการแก้ไขปัญหาโครงงานนี้

นายจุมพล บันทึก

นางสาวชมพูนุช ทรงวุฒิ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....ข

กิตติกรรมประกาศ .....ค

สารบัญ .....ง

สารบัญตาราง .....ช

สารบัญรูป .....ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 งบประมาณที่ใช้ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 สัญญาณพื้นฐาน 4

2.2.1 สัญญาณอิมพัลส์ (impulse sequence) 4

2.1.2 ลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย (unit step sequence) 5

2.1.3 สัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล (exponential signal) 5

2.2 การคอนโวลูชั่น (Convolution) 6

2.2.1 วิธีการคอนโวลูชั่น 6

2.2.2 หลักการ Sliding Strip Method 10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 การออกแบบหน้าจออินเตอร์เฟส....13

3.2 การพัฒนาโปรแกรม....14

3.2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน....14

3.2.2 ส่วนการสร้างสัญญาณ....23

3.2.3 การคำนวณค่าคอนโวลูชั่นของสัญญาณ....28

3.2.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม....30

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 สิ่งที่ต้องการเตรียมก่อนการทดลอง....38

4.2 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณต่างๆ....38

4.2.1 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์
กับลำดับขั้นสัญญาณหนึ่งหน่วย....38

4.2.2 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล....47

4.2.3 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์
กับสัญญาณอิมพัลส์....48

4.2.4 การทดลองการคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย....48

4.2.5 การทดลองการคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล....49

4.2.6 การทดลองการคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับสัญญาณอิมพัลส์....49

4.2.7 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย....50

4.2.8 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณอิมพัลส์....50

4.2.9 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล....51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง.....52

5.2 ปัญหาที่พบ.....52

5.3 ข้อเสนอแนะ.....52

เอกสารอ้างอิง.....53

ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....54

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 แสดงการคอนโวลูชั่นของสัญญาณ และผลลัพธ์ของการคอนโวลูชั่น....9
3.1 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน figure 14
3.2 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน uimenu 15
3.3 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน axes 16
3.4 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน uicontrol 17
3.5 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน text 19
3.6 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน dialog 20
3.7 แสดงชื่อพารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์ของสัญญาณ Exponential 25
3.8 แสดงชื่อพารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์ของสัญญาณ Unit Step 25
3.9 แสดงชื่อพารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์ของสัญญาณ Impulse 25

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สัญญาณอิมพัลส์....4

2.2 ลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย....5

2.3 สัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล....6

2.4 แบบจำลองการคอนโวลูชั่น....6

2.5 การคอนโวลูชั่น x[k]h[n-k] 7

2.6 การคอนโวลูชั่นสัญญาณอิมพัลส์กับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย 7

2.7 การคอนโวลูชั่นลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย 8

2.8 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล 9

3.1 ภาพหน้าจอหลักที่ออกแบบสำหรับนำมาทำสื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น 12

3.2 แสดงหน้าต่างย่อยที่ออกแบบมาเพื่อใช้เลือกสัญญาณ x[n] 13

3.3 แสดงหน้าต่างย่อยที่ออกแบบมาเพื่อใช้เลือกสัญญาณ h[n] 13

3.4 Flowchart การทำงานของ convgui 21

3.5 Flowchart การทำงานของ siggendlg 22

3.6 Flowchart การทำงานของส่วนสร้างสัญญาณ 23

3.7 Flowchart การทำงานของ getsignal 24

3.8 Flowchart การทำงานของ siggendlg 27

3.9 Flowchart การทำงานของ initialize 29

3.10 Flowchart การทำงานของโปรแกรม 30

3.11 ภาพหน้าจอหลักที่ได้จากการรัน 31

3.12 ป๊อบอัพหน้าต่างสำหรับเลือกสัญญาณ x[n] 31

3.13 ป๊อบอัพหน้าต่างสำหรับเลือกสัญญาณ h[n] 32

3.14 ผลการคอนโวลูชั่น 32

3.15 หน้าแรกของโปรแกรม 33

3.16 แสดงผลการรันโปรแกรมของการคอนโวลูชั่น 34

3.17 แสดงผลการกดปุ่ม Get x[n] 34

3.18 แสดงผลการกดปุ่ม Get h[n] 35

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.19 แสดงผลการเลือกสัญญาณ x[n] และ h[n] 35

3.20 แสดงการคอนโวลูชั่นของกราฟ x[n] และ h[n] ที่ตำแหน่ง n=2 36

4.1 กราฟ Signal Flipped Signal ,กราฟ Multiplication
และกราฟ Linear Convolution 39

4.2 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -5 39

4.3 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -4 40

4.4 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -3 40

4.5 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -2 41

4.6 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -1 41

4.7 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 0 42

4.8 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 1.....42

4.9 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 2.....43

4.10 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 3.....43

4.11 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 4.....44

4.12 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 5.....44

4.13 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 6.....45

4.14 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 7.....45

4.15 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 8.....46

4.16 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 9.....46

4.17 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 10.....47

4.18 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณสัญญาณอิมพัลส์
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล ที่ n=3.....47

4.19 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณสัญญาณอิมพัลส์
กับสัญญาณอิมพัลส์ ที่ n=3.....48

4.20 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย ที่ n=3.....48

4.21 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล ที่ n=3.....49

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.22 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย
กับสัญญาณอิมพัลส์ ที่n=3.....49
4.23 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย ที่n=3.....50
4.24 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณอิมพัลส์ ที่n=3.....50
4.25 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล
กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล ที่n=3 51

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ปัญหาและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนมากขึ้น อาทิเช่น การเรียนโดยบทเรียนสำเร็จรูป การเรียนผ่านทางห้องเรียนออนไลน์ การค้นหาความรู้เพิ่มเติมทางอินเตอร์เน็ท เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีส่วนช่วยในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมโดยไม่ต้องเรียนจากอาจารย์ผู้สอนเพียงอย่างเดียวดังที่เคยเป็นมาในอดีต อีกทั้งบทเรียนในปัจจุบันได้มีการทำออกมาเป็นสื่อชนิดต่างๆให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้นต่างกับการเรียนในสมัยก่อนที่มีเพียงแค่กระดานดำ, ชัอค, และอาจารย์ผู้สอน หากไม่เข้าใจในบทเรียนก็สามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้จากหนังสือที่อ่านประกอบเท่านั้น ซึ่งการศึกษาจากหนังสือในบางครั้งค่อนข้างจะทำความเข้าใจในบทเรียนได้อย่างยากลำบากเนื่องจากมีแต่ตัวอักษรและรูปภาพประกอบเท่านั้น อีกทั้งหนังสือในบางเล่มก็ยากเกินว่าที่ผู้อ่านจะเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้เขียนทำการเขียนขึ้น ดังนั้น จึงมีแนวคิดในการจัดทำสื่อการเรียนการสอนขึ้น โดยทำเป็นสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปเรื่องการคอนโวลูชั่นของสัญญาณ ซึ่งภายในสื่อเรียนรู้นี้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองเรียนรู้ได้จากสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปได้ด้วยตัวเอง โดยจะมีการแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวแสดงกลไกการทำงานของการคอนโวลูชั่นสัญญาณพื้นฐานต่างๆ ที่ผู้เรียนต้องการจะศึกษาทีละขั้นตอนได้อย่างชัดเจนและมีความเข้าใจง่าย รวมทั้งจะเป็นตัวช่วยในการทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้วเพื่อให้มีความรู้เพิ่มเติมและมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น สื่อการเรียนการสอนนี้สามารถเผยแพร่ให้กับผู้ที่มีความสนใจหรือผู้ที่ต้องการจะศึกษาในเรื่องการคอนโวลูชั่น โดยการใช้งานจะมีความสะดวกสบายสามารถนำไปใช้งานที่ใดก็ได้เพียงแค่มีคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกับโปรแกรม matlab เพียงเท่านั้นเอง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการของการคอนโวลูชั่นสัญญาณพื้นฐานต่างๆ มากขึ้น

1.2.2 เพื่อจัดทำสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปเรื่องการคอนโวลูชั่นเพื่อให้บุคคลทั่วไปนำไปใช้ในการเรียนรู้เพิ่มเติม

1.2.3 เพื่อศึกษาและใช้งานซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการจัดทำสื่อการเรียนการสอนเรื่องการคอน-โวลูชั่น

1.2.4 เพื่อศึกษาการใช้งานโปรแกรม Matlab

1.3 ขอบเขตและข่ายงาน

1.3.1 สามารถจัดทำสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปเรื่องการคอนโวลูชั่นได้

1.3.2 สามารถนำสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปเรื่องการคอนโวลูชั่นไปเผยแพร่ให้แก่นิสิตและบุคคลทั่วไปนำไปใช้งานได้

1.3.3 สามารถนำสื่อการเรียนการสอนเรื่องการคอนโวลูชั่นไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา Signal Analysis ได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	2547				2548																																			
	พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. เขียนโครงร่างการทำงาน																																															
2. ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีของการคอนโวลูชั่นของสัญญาณพื้นฐานต่างๆ																																															
3. ทำการออกแบบสื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น																																															
4. ทำการสร้างและพัฒนาซอฟต์แวร์โดยใช้ matlab เข้ามาช่วยในการจัดทำ																																															
5. ทำการทดสอบการทำงานสื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่นที่จัดทำขึ้น																																															
6. ทำการปรับปรุงแก้ไขการใช้งานในส่วนที่ยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์																																															
7. จัดทำเอกสาร																																															
8. ส่งโครงงานฉบับสมบูรณ์																																															

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 จัดทำสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปเรื่องการคอนโวลูชั่นของสัญญาณต่างๆ ได้อย่างมีความสมบูรณ์

1.5.2 นำสื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูปเรื่องการคอนโวลูชั่นของสัญญาณต่างๆ ไปเผยแพร่ให้แก่นิสิตและบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจนำศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมนำไปใช้งานได้

1.6 งบประมาณ

1.6.1 ค่าวัสดุสำนักงาน	200	บาท
1.6.2 ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	400	บาท
1.6.3 ค่าวัสดุไฟฟ้าและวิทยุ	200	บาท
1.6.4 ค่าถ่ายเอกสาร	800	บาท
1.6.5 ค่าวัสดุอื่น ๆ	400	บาท
รวมค่าใช้จ่าย	2,000	บาท (สองพันบาทถ้วน)

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

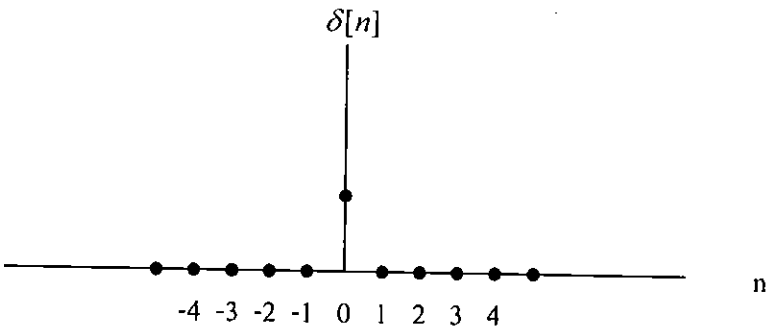
2.1 สัญญาณพื้นฐาน

สัญญาณที่เราพบเห็นอยู่ทั่วไปในทางปฏิบัติมีอยู่หลายลักษณะ การจัดแบ่งสัญญาณออกเป็นประเภทที่มีคุณลักษณะร่วมกัน จึงเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์และเข้าใจถึงคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันได้อย่างเป็นระบบ โดยทั่วไปจะแบ่งสัญญาณออกเป็น 2 ประเภทอย่างกว้าง ๆ คือ สัญญาณที่ค่าต่อเนื่องทางเวลา (continuous - time signals) และสัญญาณที่มีค่าดีสครีตทางเวลา (discrete - time signal) การแบ่งในลักษณะนี้พิจารณาจากค่าของสัญญาณที่แปรเปลี่ยนในเชิงเวลา กล่าวคือ สัญญาณที่มีค่าต่อเนื่องทางเวลาหมายถึงสัญญาณที่มีค่าต่อเนื่องทุกช่วงเวลา ในขณะที่สัญญาณที่มีค่าดีสครีตทางเวลาหมายถึงสัญญาณที่มีค่าเฉพาะบางจุดเวลาเท่านั้น ซึ่งในที่นี้เราจะให้ความสนใจกับสัญญาณที่มีค่าดีสครีตทางเวลาเป็นสำคัญ ซึ่งลำดับสัญญาณ(sequence)พื้นฐานที่มีรูปแบบเฉพาะและนิยมใช้กันทั่วไปในการประมวลสัญญาณดิจิทัล ได้แก่ สัญญาณอิมพัลส์ (impulse signal) , สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย (unit step sequence), และสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล (exponential signal) เป็นต้น

2.1.1 สัญญาณอิมพัลส์ (impulse sequence)

สัญญาณอิมพัลส์หรือเรียกอีกชื่อว่าลำดับสัญญาณหนึ่งหน่วยจัดเป็นลำดับสัญญาณพื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการแสดงสัญญาณที่มีค่าดิสครีตทางเวลารูปแบบอื่นๆ ซึ่ง มีนิยามดังนี้

$$\delta[n] = \begin{cases} 0, n \neq 0 \\ 1, n = 0 \end{cases}$$

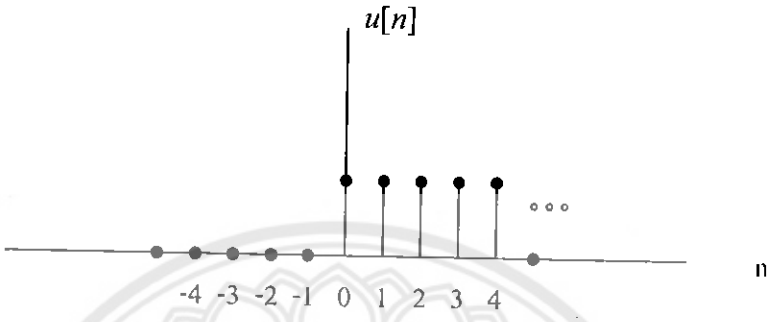


รูปที่ 2.1 สัญญาณอิมพัลส์

2.1.2 สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย (unit step sequence)

สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย (unit step sequence)สัญญาณที่มีความกว้างของขั้นบันไดเป็น 1 หน่วย มีนิยามดังนี้

$$u[n] = \begin{cases} 1, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases}$$



รูปที่ 2.2 ลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย

2.1.3 สัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล (exponential signal)

สัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล (exponential signal) มีนิยามคือ

$$x[n] = A\, e^{(j\omega+\phi)};\ n \in I$$

โดยที่ A คือ แอพิลจูด; $A \in R^{+}$

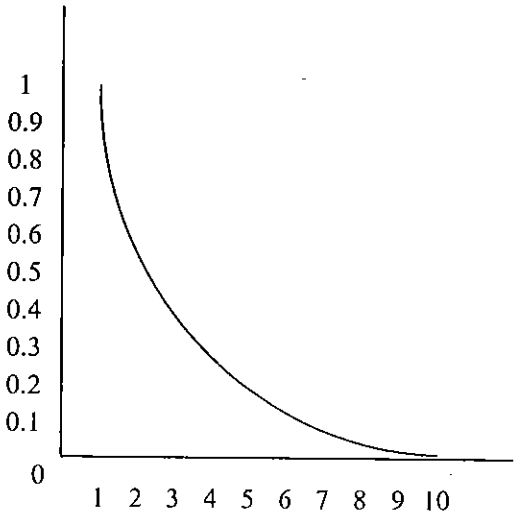
$j = \sqrt{-1}$,

n = index มีหน่วยเป็น sec; $n \in I$

ω คือ Angular velocity มีหน่วยเป็น rad/sec; $\omega \in R$

ϕ = Phase angle มีหน่วยเป็น radian หรือองศา

e มีค่าประมาณ 2.7 กว่าๆ



รูปที่ 2.3 สัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

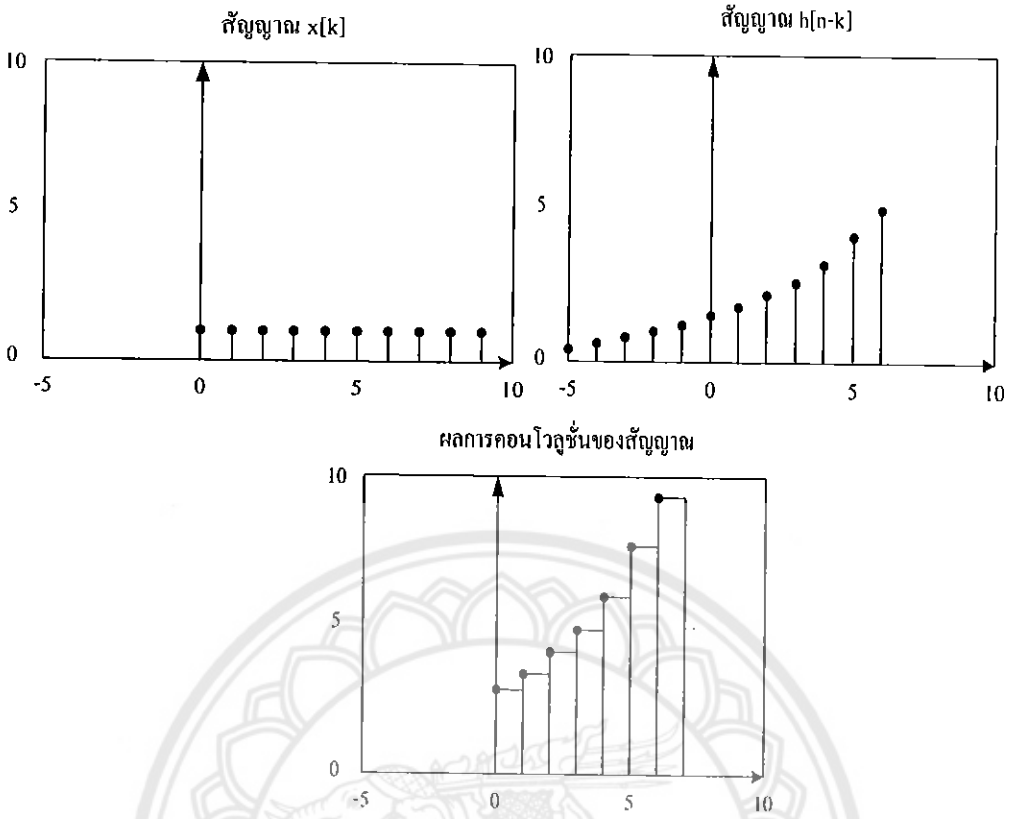
2.2 การคอนโวลูชั่น (Convolution)

การคอนโวลูชั่น (convolution) เป็นวิธีที่ใช้ในการหาผลตอบสนองของระบบ y[n] ซึ่งจะมี x[n] เป็นอินพุตโดยที่ x[n] จะต้องมีเงื่อนไขที่จำเป็นอย่างยิ่งคือ 2 ประการคือ ประการแรก ระบบจะต้องมีความยืดหยุ่นและเป็นเส้นตรง (linear) โดยนำคุณสมบัติ superposition มาใช้ ประการที่สองระบบจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงที่คงที่ ดังนั้น จะสามารถทำการอธิบายระบบได้จากผลตอบสนองของสัญญาณ (impulse response) h[n] ดังแบบจำลองนี้

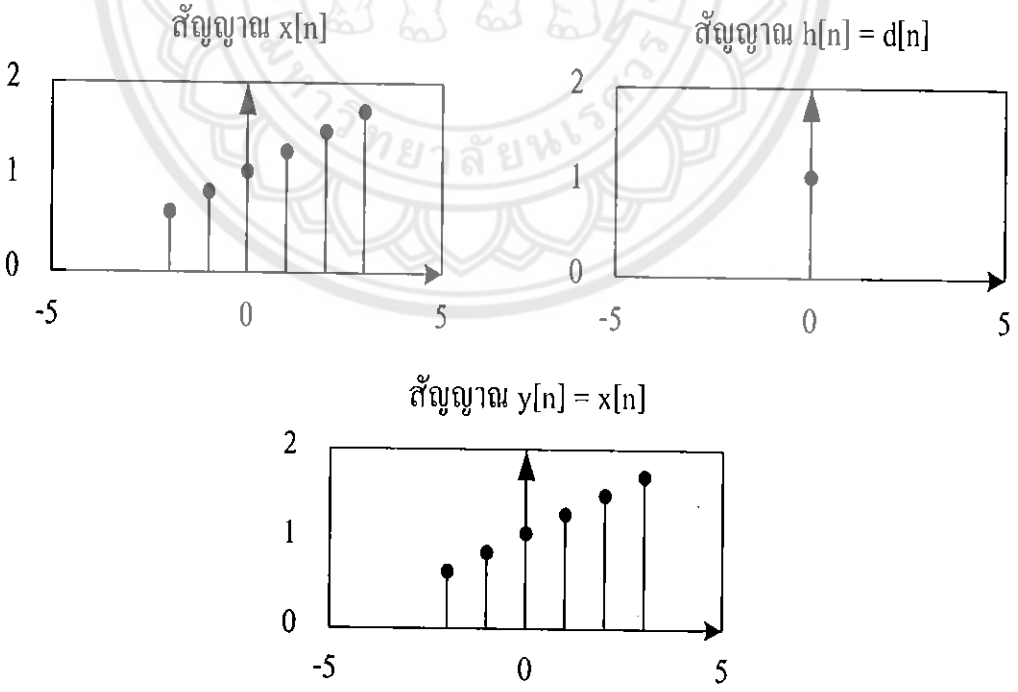
รูปที่ 2.4 แบบจำลองการคอนโวลูชั่น

2.2.1 วิธีการคอนโวลูชั่น

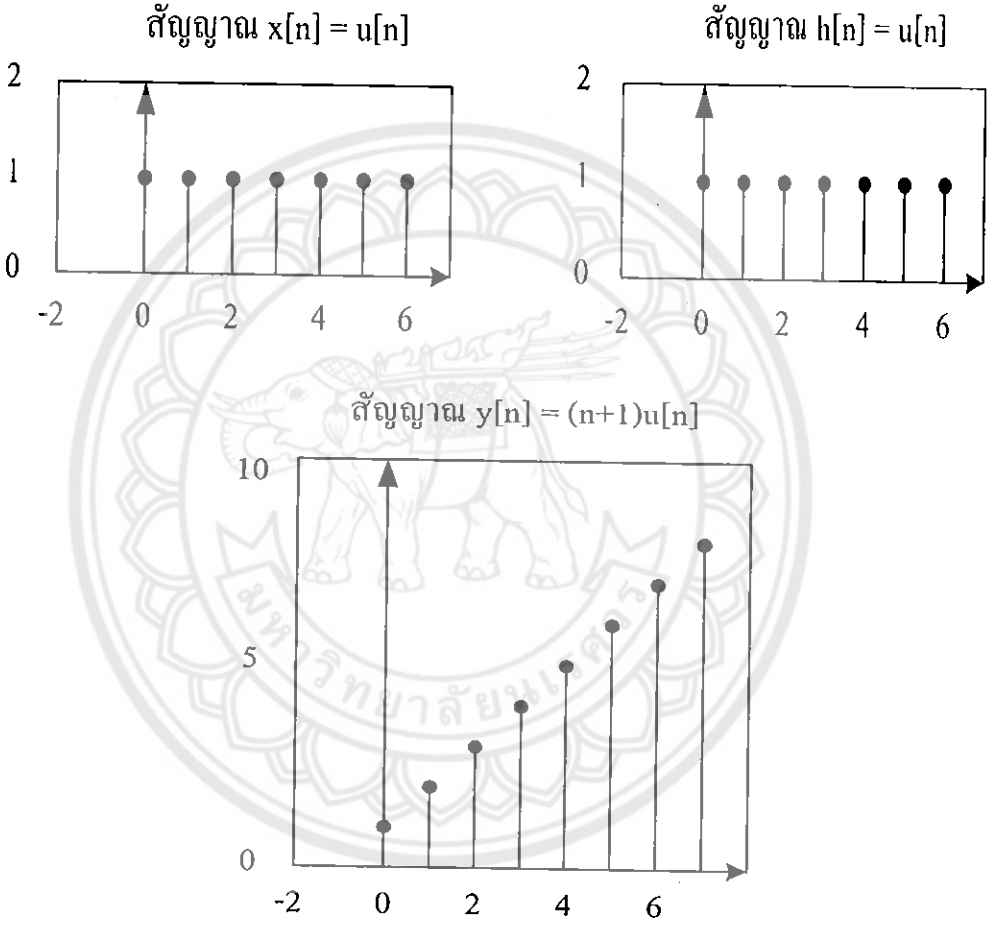
แนวความคิดในการคอนโวลูชั่นด้วยตัวเลขเกิดจากการที่ฟังก์ชันตัวเลขมีการหมุนวนกันซึ่งไม่สามารถทำการแสดงออกมาให้เห็นเป็นสูตรทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายได้ การหมุนวนของตัวเลขนี้นำไปใช้ในการหาค่าการอินทิกรัล หรือ หาพื้นที่ภายใต้ฟังก์ชัน x[k]h[n-k] ซึ่งค่าของ x[k]h[n-k] จะมีความสอดคล้องกับกับระยะห่างของช่องว่าง (t) ดังจะแสดงในเห็นภาพที่ 2.5 นี้



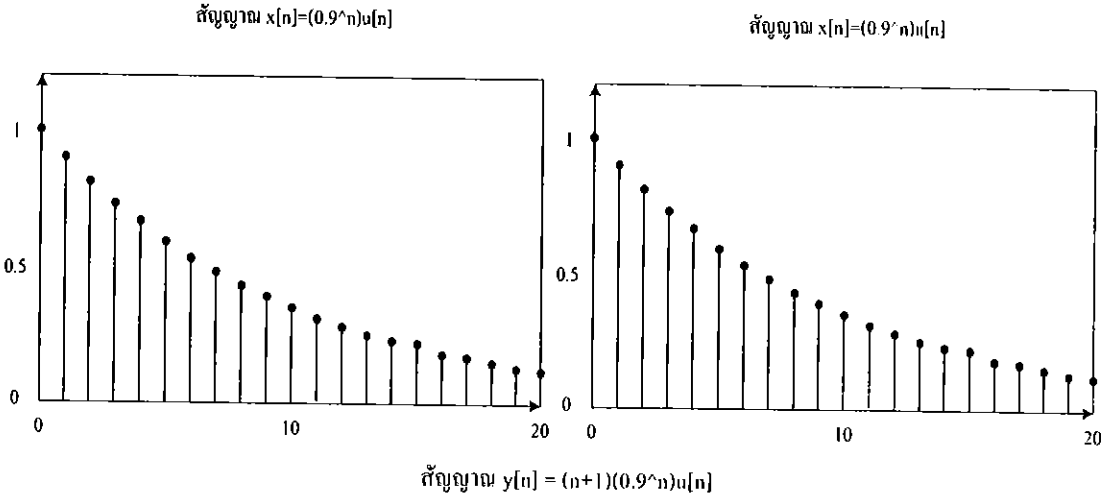
รูปที่ 2.5 การคอนโวลูชั่น x[k]h[n-k]



รูปที่ 2.6 การคอนโวลูชั่นสัญญาณอิมพัลส์กับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย



รูปที่ 2.7 การคอนโวลูชั่นลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย



รูปที่ 2.8 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

ตารางที่ 2.1 แสดงการคอนโวลูชั่นของสัญญาณ และผลลัพธ์ของการคอนโวลูชั่น

Convolution	Result
$\delta[n] * \delta[n]$	$\delta[n]$
$\delta[n] * x[n]$	$x[n]$
$u[n] * u[n]$	$(n+1)u[n]$
$a^n u[n] * u[n]$	$\frac{1-a^{n+1}}{1-a}u[n]$
$a^n u[n] * a^n u[n]$	$(n+1)a^n u[n]$
$a^n u[n] * b^n u[n]$	$\frac{a^{n+1}-b^{n+1}}{a-b}u[n]$

2.2.2 หลักการ Sliding Strip Method

Sliding Strip Method เป็นวิธีหนึ่งในการคำนวณหาค่า y[n] ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นการเขียนค่าทั้งหมดที่อยู่ในฟังก์ชัน h[n] ออกมาเป็นแบบอนุกรมลงในกระดาษแล้วค่อยๆเลื่อนผ่านฟังก์ชันที่เรากำหนดให้มีค่าคงที่คือ x[n] โดยจะทำการเลื่อนค่าทีละหนึ่งหน่วยไปเรื่อยๆจนกระทั่งไม่เกิดการซ้อนทับกันของฟังก์ชันทั้งสอง วิธีการนี้จะทำให้เราสามารถเห็นกระบวนการทำงานที่ชัดเจนและเป็นการหาคำตอบที่มีความรวดเร็วอีกด้วย โดยการหาผลลัพธ์จะกระทำได้โดยนำตำแหน่งที่มีการเรียงกันอย่างต่อเนื่องตามลำดับซึ่งมีการเลื่อนเพียงหนึ่งหน่วยแล้วจึงหยุดนิ่ง มาทำการคูณกันในตำแหน่งที่ตรงกันก็จะได้ผลลัพธ์ออกมาทีละตำแหน่งที่ทำการคูณ ตัวอย่างเช่น

กำหนดให้ x[n] = [2,5,0,4] และ h[n] = [4,1,3] โดยลำดับข้อมูลทั้งสองเริ่มต้นที่ 0

เริ่มแรกเราต้องทำการหาค่า h[-k] แล้วนำลำดับข้อมูลของ x[n] และ h[-k] มาเรียงซ้อนกัน จากนั้นทำการเลื่อนทีละตำแหน่งแล้วหาผลคูณทีละตำแหน่ง โดยทำเช่นนี้ต่อไปเรื่อยๆจนลำดับข้อมูลไม่มีการซ้อนทับของข้อมูล ดังวิธีการทำข้างล่างนี้

n = 0 ;	x[n]	3	1	4		
	h[0-k]	0	0	2	5	0	4
	x[n]h[o-k]	0	0	8	0	0	0
	ผลการคูณเท่ากับ		8				
n = 1 ;	x[n]	3	1	4		
	h[1-k]	0	2	5	0	4	
	x[n]h[1-k]	0	2	20	0	0	
	ผลการคูณเท่ากับ		22				
n = 2 ;	x[n]	3	1	4		
	h[2-k]	2	5	0	4	
	x[n]h[2-k]	6	5	0	0	
	ผลการคูณเท่ากับ		11			
n = 3 ;	x[n]		3	1	4	
	h[3-k]	2	5	0	4	
	x[n]h[3-k]	0	15	0	6	
	ผลการคูณเท่ากับ		31			
n = 4 ;	x[n]	0	0	3	1	4
	h[4-k]	2	5	0	4	0
	x[n]h[4-k]	0	0	0	4	0

	ผลการคูณเท่ากับ		4				
n = 5 ;	x[n]		0	0	0	3	1	4
	h[5-k]	2	5	0	4	0	0	
	x[n]h[5-k]		0	0	0	12	0	0
	ผลการคูณเท่ากับ		12					

เพราะฉะนั้นการคอนโวลูชั่น y[n] คือ [8, 22, 11, 31, 4, 12]

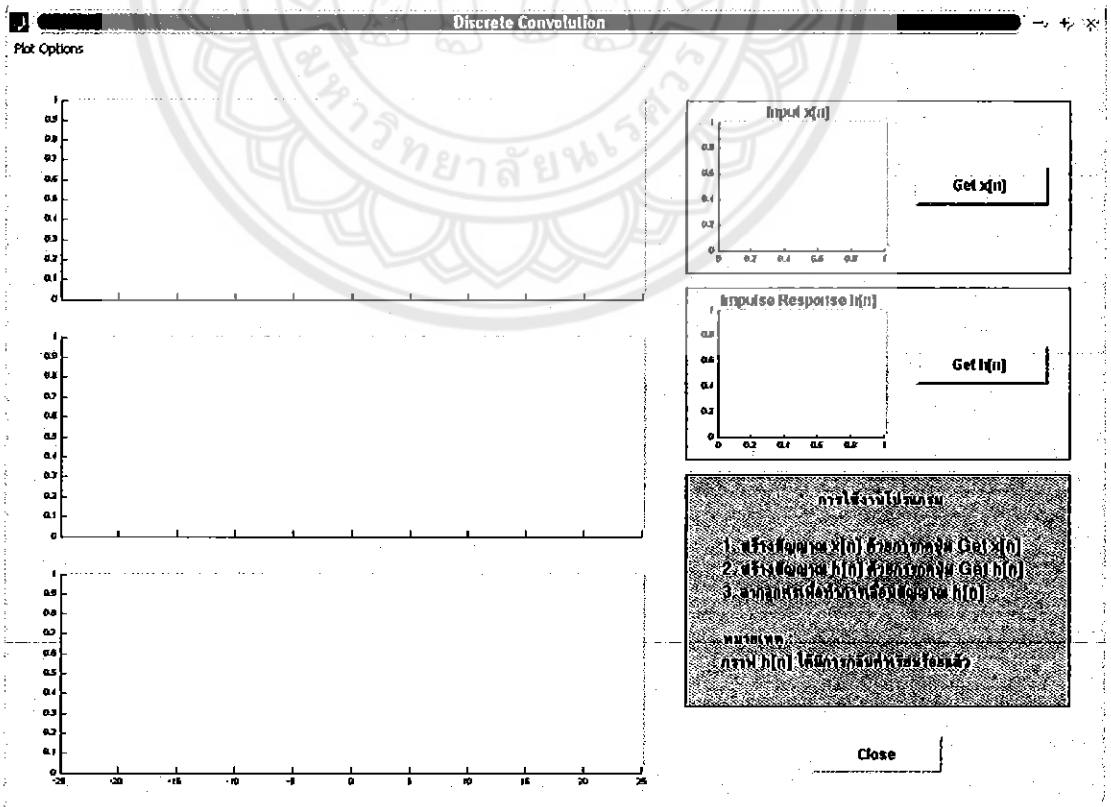
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

ในส่วนการออกแบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน เพื่อให้ง่ายแก่การเข้าใจ โดยส่วนแรกจะกล่าวถึงการออกแบบหน้าจออินเตอร์เฟส และส่วนที่สองจะกล่าวถึงวิธีการในการพัฒนาโปรแกรมและการใช้งานโปรแกรม

3.1 การออกแบบหน้าจออินเตอร์เฟส

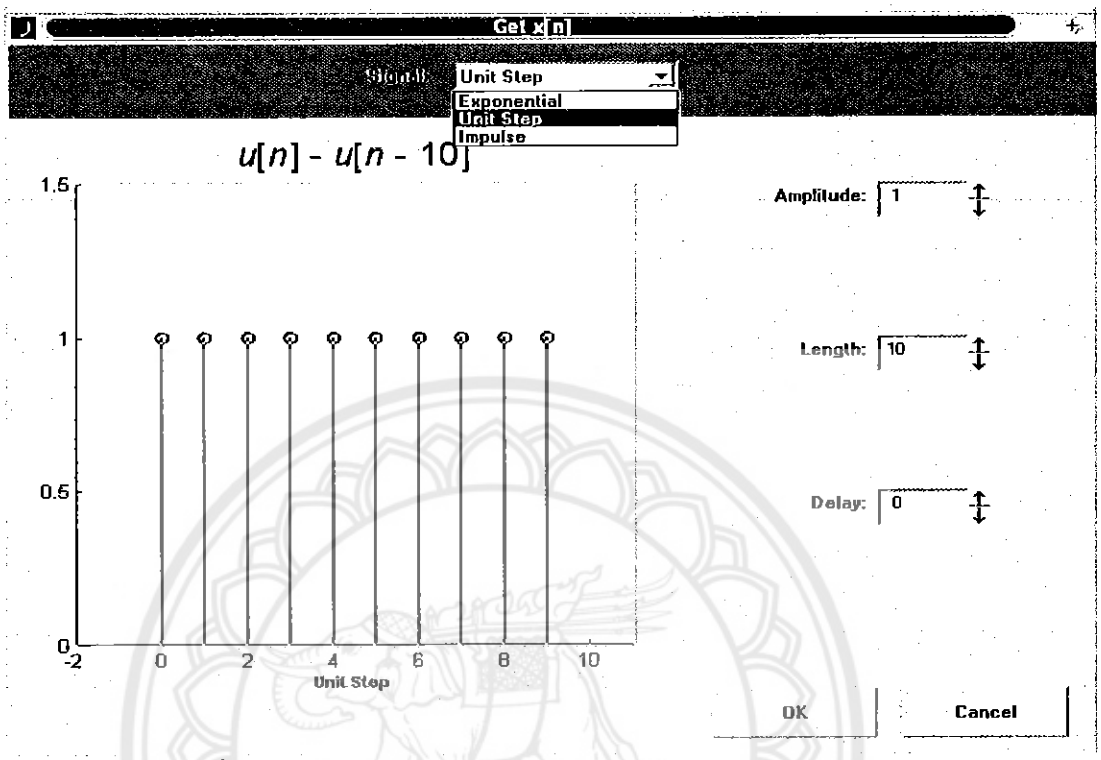
การออกแบบหน้าจออินเตอร์เฟสเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการทำงานเนื่องจากเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานภายนอกจะมองเห็น ดังนั้น เราจึงต้องทำการกำหนดขนาดที่ต้องการแสดงผ่านทางจอภาพว่าขนาดใดมีความเหมาะสม จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ถึงส่วนประกอบต่างๆที่ควรจะมีในหน้าหลักและในหน้าหลักควรจะมีหน้าย่อยๆแยกออกไปตรงส่วนใดบ้าง เมื่อแยกรายละเอียดแล้วจึงลองจัดวางลักษณะที่ต้องการจะแสดงออกมา ควรจะจัดให้ดูเข้าใจง่าย ไม่มากจนเกินไปและเหมาะสมกับการใช้งาน หน้าจออินเตอร์เฟสที่ทำการออกแบบจะแบ่งออกดังนี้

- หน้าหลัก จะเป็นหน้าหลักที่แสดงองค์ประกอบรวมทั้งหมดของโปรแกรมที่จะจัดทำขึ้น

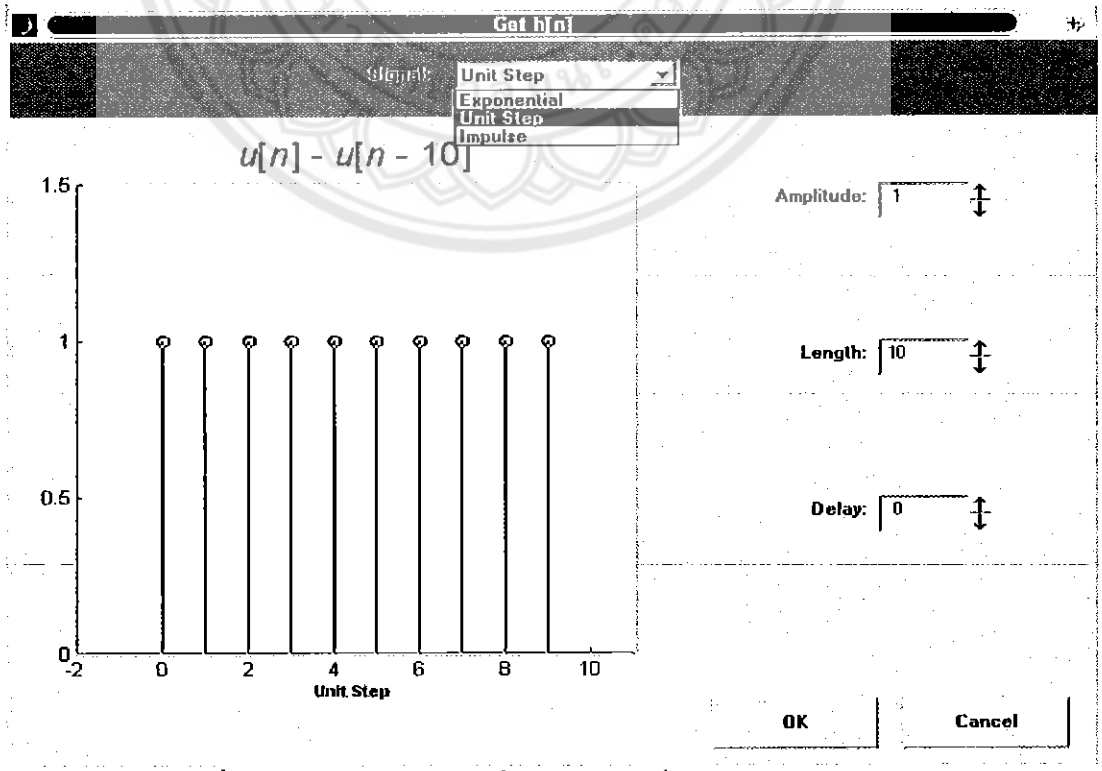


รูปที่ 3.1 ภาพหน้าจอหลักที่ออกแบบสำหรับนำมาทำสื่อการเรียนการสอนเรื่องคอนโวลูชั่น

- หน้ารอง เป็นส่วนที่มีการเชื่อมต่อกับหน้าหลักโดยจะมีการทำเป็น pop up ขึ้นมาเชื่อมต่อไปยังส่วนต่างๆภายในโปรแกรม ดังแสดงในภาพข้างล่างนี้



รูปที่ 3.2 แสดงหน้าต่างย่อยที่ออกแบบมาเพื่อใช้เลือกสัญญาณ x[n]



รูปที่ 3.3 แสดงหน้าต่างย่อยที่ออกแบบมาเพื่อใช้เลือกสัญญาณ h[n]

3.2 การพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมของโครงงานนี้จะมีการพัฒนาใน MATLAB ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีฟังก์ชันการใช้งานที่ง่ายแก่การพัฒนาโปรแกรม โดยโปรแกรมจะแบ่งการพัฒนาออกเป็นหลายๆ ส่วนดังนี้

3.2.1 ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน

ฟังก์ชันพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานดังนี้

- figure เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการสร้างหน้าต่าง โดยในการพัฒนาจะใช้ฟังก์ชันนี้สร้างหน้าต่างเพื่อเป็นพื้นที่ในการวาง ส่วนแสดงผลของกราฟ กล่องข้อความ เมนูบาร์ และปุ่มกด

  - รูปแบบการใช้งาน

    figure ('PropertyName', PropertyValue, ...)

  - คำอธิบายพารามิเตอร์

    PropertyName หมายถึง คุณสมบัติที่กำหนดให้กับหน้าต่างที่สร้างขึ้น เช่น Color, CreateFcn, KeyPressFcn, MenuBar, Name, และ NumberTitle

    PropertyValue หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับ PropertyName นั้นๆ

ตารางที่ 3.1 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน figure

PropertyName	PropertyValue
Color	กำหนดสีให้กับสีพื้นหลังของหน้าต่างที่สร้างขึ้น โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [1 0 0] = สีแดง
CreateFcn	กำหนดชื่อฟังก์ชันที่ถูกเรียกใช้งานเมื่อมีการสร้าง figure object เช่น 'CreateFcn','dconvdemo_callbacks SetFigureSize ' หมายถึง เมื่อมีการสร้าง figure object แล้ว จะเรียกใช้ฟังก์ชัน dconvdemo_callbacks โดยส่งค่าString SetFigureSize ไปด้วย
KeyPressFcn	กำหนดชื่อฟังก์ชันที่ถูกเรียกใช้งานเมื่อมีการกดคีย์จากผู้ใช้งาน เช่น 'KeyPressFcn','dconvdemo_callbacks KeyPressFcn' หมายถึง เมื่อในหน้าต่าง มีการกดคีย์จากผู้ใช้งาน จะเรียกใช้ฟังก์ชัน dconvdemo_callbacks โดยส่งค่า String KeyPressFcn ไปด้วย

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน figure

PropertyName	PropertyValue
MenuBar	กำหนดว่าจะมีการใช้ MenuBar หรือไม่ เช่น 'MenuBar','none' หมายถึง กำหนดให้ไม่มีการแสดง MenuBar
Name	กำหนดข้อความที่แสดงในส่วน Title ของ figure เช่น 'Name','Discrete Time Convolution Demo' หมายถึง กำหนดให้ Title ของ figure มีชื่อคือ Discrete Time Convolution Demo
NumberTitle	กำหนดหมายเลขของ figure เมื่อมีการแสดง เช่น 'NumberTitle','off' หมายถึง กำหนดให้ไม่มีการแสดงตัวเลขของ figure

- uimenu เป็นฟังก์ชันหลักที่ใช้ในการสร้าง Menu Bar และสร้าง Item บน Menu Bar

  - รูปแบบการใช้งาน

    uimenu('PropertyName',PropertyValue,...)

  - คำอธิบายพารามิเตอร์

    PropertyName หมายถึง คุณสมบัติที่กำหนดให้กับ Menu Bar ที่สร้างขึ้น เช่น Parent, Label, Callback, และ Enable

    PropertyValue หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับ PropertyName นั้นๆ

ตารางที่ 3.2 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน uimenu

PropertyName	PropertyValue
Parent	กำหนด handle ซึ่งเป็น parent object ของ uimenu เช่น 'Parent',a หมายถึง สร้าง Menu Bar ใน a ซึ่งเป็น handle
Label	กำหนดข้อความที่แสดงบน menu item ซึ่งสามารถทำ shortcut โดยใส่เครื่องหมาย & หน้าตัวอักษรที่ต้องการกำหนด
Callback	กำหนดชื่อฟังก์ชันที่ถูกเรียกใช้งานเมื่อมีการเรียกใช้ Menu Bar เช่น 'Callback','dconvdemo_callbacks(get(gcbo,"Tag"));' หมายถึง เมื่อมีการเรียกใช้ Menu Bar แล้ว จะเรียกใช้ฟังก์ชัน dconvdemo_callbacks โดยมีการส่ง String ที่เก็บไว้ใน Tag
Enable	ควบคุมให้ Menu Bar สามารถถูกเลือกใช้งานได้หรือไม่ เช่น 'Enable','off' หมายถึง เริ่มต้นเมื่อมีการใช้งาน Menu Bar จะไม่สามารถเลือกใช้งาน Menu Item

- axes เป็นฟังก์ชันที่สร้างพื้นที่แสดงกราฟ และยังสามารถดัดแปลงให้สร้างกล่องข้อความ เพื่อใส่ข้อความลงไปได้โดยทำการกำหนดคุณสมบัติ box ให้กับฟังก์ชัน axes

  - รูปแบบการใช้งาน

    axes('PropertyName',PropertyValue,...)

  - คำอธิบายพารามิเตอร์

    PropertyName หมายถึง คุณสมบัติที่กำหนดให้กับพื้นที่แสดงกราฟที่สร้างขึ้น เช่น Parent, Unit, Box, CreateFcn, Color, Position, XColor, XTick, YColor, YDir, และ YTick

    PropertyValue หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับ PropertyName นั้นๆ

ตารางที่ 3.3 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน axes

PropertyName	PropertyValue
Parent	กำหนด handle ซึ่งเป็น parent object ของ axes เช่น 'Parent',a หมายถึง สร้าง ส่วนที่แสดงกราฟ ใน a ซึ่งเป็น handle
Units	กำหนดหน่วยที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติ Positon เช่น 'Units','normalized' หมายถึง กำหนดให้คุณสมบัติ Positon มีหน่วยเป็นแบบ normalized ซึ่งให้จุดล่าง-ซ้ายของหน้าต่าง figure มีค่าเป็น (0, 0) และจุดบน-ขวาของหน้าต่าง figure มีค่าเป็น (1, 1)
Box	กำหนดการปิดด้านที่เหลือของส่วนที่แสดงกราฟหรือไม่ เช่น 'Box','on' หมายถึง มีการกำหนดปิดด้านที่เหลือของส่วนที่แสดงกราฟ
CreateFcn	กำหนดชื่อฟังก์ชันที่ถูกเรียกใช้งานเมื่อมีการสร้าง axes object เช่น 'CreateFcn','dconvdemo_callbacks InitTextBox ' หมายถึง เมื่อมีการสร้าง axes object แล้ว จะเรียกใช้ฟังก์ชัน dconvdemo_callbacks โดยส่งค่าString InitTextBox ไปด้วย
Color	กำหนดสีให้กับสีพื้นหลังของหน้าต่างที่สร้างขึ้น โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [1 0 0] = สีแดง
Position	กำหนดตำแหน่งภายในหน้าต่าง figure ของส่วนพื้นที่แสดงกราฟ ประกอบด้วย 4 ค่า คือ [left bottom width height] เช่น 'Position',[0.62 0.14 0.35 0.31] หมายถึง กำหนดตำแหน่งภายในหน้าต่าง figure ของส่วนพื้นที่แสดงกราฟโดยมีพารามิเตอร์ดังนี้ ตำแหน่งห่างจากจุดซ้ายเท่ากับ 0.62 ตำแหน่งห่างจากจุดล่างเท่ากับ 0.14 ความกว้างเท่ากับ 0.35 ความสูงเท่ากับ 0.31

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน axes

PropertyName	PropertyValue
XColor	กำหนดสีแกน X ของกราฟ โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [1 0 0] = สีแดง
XTick	กำหนดการสร้าง scale สำหรับแกน X เช่น 'XTick',[] หมายถึง ไม่สร้าง scale บนแกน X
YColor	กำหนดสีแกน Y ของกราฟ โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [1 0 0] = สีแดง
YDir	กำหนดทิศทางของการเพิ่มค่าในแนวแกน Y เช่น 'YDir','reverse' หมายถึง กำหนดทิศทางของการเพิ่มค่าตรงกันข้ามจากปรกติซึ่งส่วนล่างสุด จะเป็นค่าของ 0 กลายเป็นค่ามากสุดของแนวแกน
YTick	กำหนดการสร้าง scale สำหรับแกน X เช่น 'XTick',[] หมายถึง ไม่สร้าง scale บนแกน Y

- uicontrol เป็นฟังก์ชันหลักที่ใช้ในการสร้างปุ่มกดแบบต่างๆ เช่น Check Boxes, Editable Text, Frames, List Boxes, Pop-up Menus, Push bottons, Sliders, Static Text, และ Toggle buttons

  - รูปแบบการใช้งาน

    Handle = uicontrol ('PropertyName', PropertyValue, ...)

  - คำอธิบายพารามิเตอร์

    PropertyName หมายถึง คุณสมบัติที่กำหนดให้กับปุ่มกดที่สร้างขึ้น เช่น Parent, Units, BackgroundColor, Callback, FontWeight, Position, String, และ Style

    PropertyValue หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับ PropertyName นั้นๆ

ตารางที่ 3.4 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน uicontrol

PropertyName	PropertyValue
Parent	กำหนด handle ซึ่งเป็น parent object ของ uicontrol เช่น 'Parent',a หมายถึง สร้างปุ่มกดใน a ซึ่งเป็น handle
Units	กำหนดหน่วยที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติ Positon เช่น 'Units','normalized' หมายถึง กำหนดให้คุณสมบัติ Positon มีหน่วยเป็นแบบ normalized ซึ่งให้จุดล่าง-ซ้ายของหน้าต่าง figure มีค่าเป็น (0, 0) และจุดบน-ขวาของหน้าต่าง figure มีค่าเป็น (1, 1)

ตารางที่ 3.4 (ต่อ) แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน uicontrol

PropertyName	PropertyValue
BackgroundColor	กำหนดสีพื้นหลังปุ่มกด โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [0.8 0.8 0.8] = สีเทา
Callback	กำหนดชื่อฟังก์ชันที่ถูกเรียกใช้งานเมื่อมีการเรียกใช้ Menu Bar เช่น 'Callback','dconvdemo_callbacks(get(gcbo,"Tag"));' หมายถึง เมื่อมีการเรียกใช้ Menu Bar แล้ว จะเรียกใช้ฟังก์ชัน dconvdemo_callbacks โดยมีการส่ง String ที่เก็บไว้ใน Tag
FontWeight	กำหนดความหนาของตัวอักษรที่แสดงคำอธิบายการทำงานของปุ่มกด เช่น 'FontWeight','bold' หมายถึง กำหนดความหนาของตัวอักษรเป็นแบบ bold ซึ่งเป็นตัวอักษรแบบหนา
Position	กำหนดตำแหน่งภายในหน้าต่าง figure และขนาดของปุ่มกด ประกอบด้วย 4 ค่า คือ [left bottom width height] เช่น 'Position',[0.83 0.57 0.12 0.05] หมายถึง กำหนดตำแหน่งภายในหน้าต่าง figure และขนาดของปุ่มกด โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้ ตำแหน่งห่างจากจุดซ้ายเท่ากับ 0.83 ตำแหน่งห่างจากจุดล่างเท่ากับ 0.57 ความกว้างเท่ากับ 0.12 ความสูงเท่ากับ 0.05
String	กำหนดข้อความที่แสดงบนปุ่มกด เช่น 'String','Get h[n]' หมายถึง กำหนดข้อความที่แสดงบนปุ่มกดคือ Get h[n]
Style	กำหนดรูปแบบของปุ่มกด เช่น 'Style','pushbutton' หมายถึง กำหนดให้รูปแบบของปุ่มกดเป็นแบบ pushbutton

- text เป็นฟังก์ชันที่ใช้ในการแสดงข้อความบน axes object

  - รูปแบบการใช้งาน

    text('PropertyName',PropertyValue,...)

  - คำอธิบายพารามิเตอร์

    PropertyName หมายถึง คุณสมบัติที่กำหนดให้กับ axes objectที่สร้างขึ้น เช่น Parent, Color, FontName, FontUnits, FontWeight, Position, String, และ VerticalAlignment

    PropertyValue หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับ PropertyName นั้นๆ

ตารางที่ 3.5 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน text

PropertyName	PropertyValue
Parent	กำหนด handle ซึ่งเป็น parent object ของ text เช่น 'Parent',b หมายถึง สร้าง Text ใน b ซึ่งเป็น handle แบบ axes object
Color	กำหนดสีให้กับสีพื้นหลังของหน้าต่างที่สร้างขึ้น โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [1 0 0] = สีแดง
FontName	กำหนดชนิดของ Font ซึ่งอ้างอิงชนิดจากชนิดของ Font ของระบบปฏิบัติการ ซึ่งจะแสดงที่แสดงบน axes object เช่น 'FontName','Helvetica' กำหนดชนิดของ Font แบบ Helvetica
FontUnits	กำหนดหน่วยที่ใช้กับขนาดของ Font เช่น 'FontUnits','normalized' หมายถึง กำหนดหน่วยที่ใช้กับขนาดของ Font เป็นแบบ normalized
FontWeight	กำหนดความหนาของตัวอักษรที่แสดงคำอธิบายการทำงานของปุ่มกด เช่น 'FontWeight','bold' หมายถึง กำหนดความหนาของตัวอักษรเป็นแบบ bold ซึ่งเป็นตัวอักษรแบบหนา
Position	กำหนดตำแหน่งภายใน axes object สำหรับแสดงข้อความ ประกอบด้วย 2 ค่า คือ [x y z] เช่น 'Position',[0.489362 1.09859 0] หมายถึง กำหนดตำแหน่งภายใน axes object สำหรับแสดงข้อความ โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้ ตำแหน่งห่างจากจุด X เท่ากับ 0.489362 ตำแหน่งห่างจากจุด Y เท่ากับ 1.09859 ตำแหน่งห่างจากจุด Z เท่ากับ 0
String	กำหนดข้อความที่แสดงบน axes object เช่น 'String','Impulse Response h[n]' หมายถึง กำหนดข้อความคือ Impulse Response h[n] ให้แสดงบน axes object
VerticalAlignment	กำหนดตำแหน่งที่แสดงข้อความแบบโดยเทียบกับแนวตั้ง เช่น 'VerticalAlignment','bottom' หมายถึง ตำแหน่งที่แสดงข้อความแบบโดยเทียบกับแนวตั้งอยู่ในระดับล่าง

- dialog เป็นฟังก์ชันหลักที่ใช้ในการสร้างไดอะล็อกบล็อกของหน้าต่างย่อยจากหน้าต่างหลักของโปรแกรม

  - รูปแบบการใช้งาน

    handle = dialog ('PropertyName',PropertyValue,...)

- คำอธิบายพารามิเตอร์

PropertyName หมายถึง คุณสมบัติที่กำหนดให้กับ dialog objectที่สร้างขึ้น เช่น Units, Color, Position, HandleVisibility, Resize, และ WindowStyle

PropertyValue หมายถึง ค่าที่กำหนดให้กับ PropertyName นั้นๆ

ตารางที่ 3.6 แสดงชื่อคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของฟังก์ชัน dialog

PropertyName	PropertyValue
Units	กำหนดหน่วยที่ใช้ในการกำหนดคุณสมบัติ Positon เช่น 'Units','normalized' หมายถึง กำหนดให้คุณสมบัติ Positon มีหน่วยเป็นแบบ normalized ซึ่งให้จุดล่าง-ซ้ายของหน้าต่าง figure มีค่าเป็น (0, 0) และจุดบน-ขวาของหน้าต่าง figure มีค่าเป็น (1, 1)
Color	กำหนดสีให้กับสีพื้นหลังของหน้าต่างที่สร้างขึ้น โดยมีค่าสีที่ต้องกำหนดนั้นเป็นแบบ [R G B] ซึ่งต้องกำหนดค่าให้แต่ละชนิดของแม่สี โดยค่านั้นมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เช่น [1 0 0] = สีแดง
Position	กำหนดตำแหน่งที่จะแสดงหน้าต่าง dialog ประกอบด้วย 4 ค่า คือ [left bottom width height] เช่น 'Position',[0.62 0.14 0.35 0.31] หมายถึง กำหนดตำแหน่งที่จะแสดงหน้าต่าง dialog โดยมีพารามิเตอร์ดังนี้ ตำแหน่งห่างจากจุดซ้ายเท่ากับ 0.62 ตำแหน่งห่างจากจุดล่างเท่ากับ 0.14 ความกว้างเท่ากับ 0.35 ความสูงเท่ากับ 0.31
HandleVisibility	กำหนดให้ figure object สามารถควบคุมการทำงาน และการใช้งานข้อมูลของ dialog object เช่น 'HandleVisibility','on' หมายถึง figure object สามารถควบคุมการทำงาน และการใช้งานข้อมูลของ dialog object ได้
Resize	กำหนดให้หน้าต่าง dialog สามารถเปลี่ยนพื้นที่แสดงผลได้หรือไม่ เช่น 'Resize','on' หมายถึง dialog object สามารถเปลี่ยนพื้นที่แสดงผลได้
WindowStyle	กำหนดพฤติกรรมของหน้าต่าง dialog เช่น 'WindowStyle','modal' หมายถึง เมื่ออยู่ในโหมด modal แล้ว เหตุการณ์ต่างๆ จากเมาส์ และคีย์บอร์ดจะทำงานเฉพาะในหน้าต่าง dialog เท่านั้น ซึ่งจะถูกยกเลิกก็ต่อเมื่อมีการเลิกใช้งานหน้าต่าง dialog นั้น

ในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งานนี้ จะทำการสร้างฟังก์ชัน discreteconv เพื่อใช้ในการเรียกฟังก์ชัน dconvdemo_callbacks ซึ่งเป็นฟังก์ชันหลักของโปรแกรมที่ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการเรียกฟังก์ชันย่อยต่างๆ ขึ้นมาใช้งาน โดยฟังก์ชันย่อยจะประกอบไปด้วย

convgui ซึ่งเป็นฟังก์ชันในการสร้างหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้งาน โดยภายในจะมีการใช้คำสั่งในการสร้างปุ่มกด, สร้างหน้าจอแสดงผลการคอนโวลูชั่น, สร้างกล่องข้อความ, และสร้างเมนูบาร์ ดังที่แสดงใน flowchart การทำงานของ convgui

รูปที่ 3.4 Flowchart การทำงานของ convgui

siggendlg เป็นฟังก์ชันในการสร้างหน้าต่างย่อยโดยมีการสร้างปุ่มกดเลือกชนิดของสัญญาณ การปรับค่าของสัญญาณ ดังที่แสดงใน flowchart การทำงานของ siggendlg

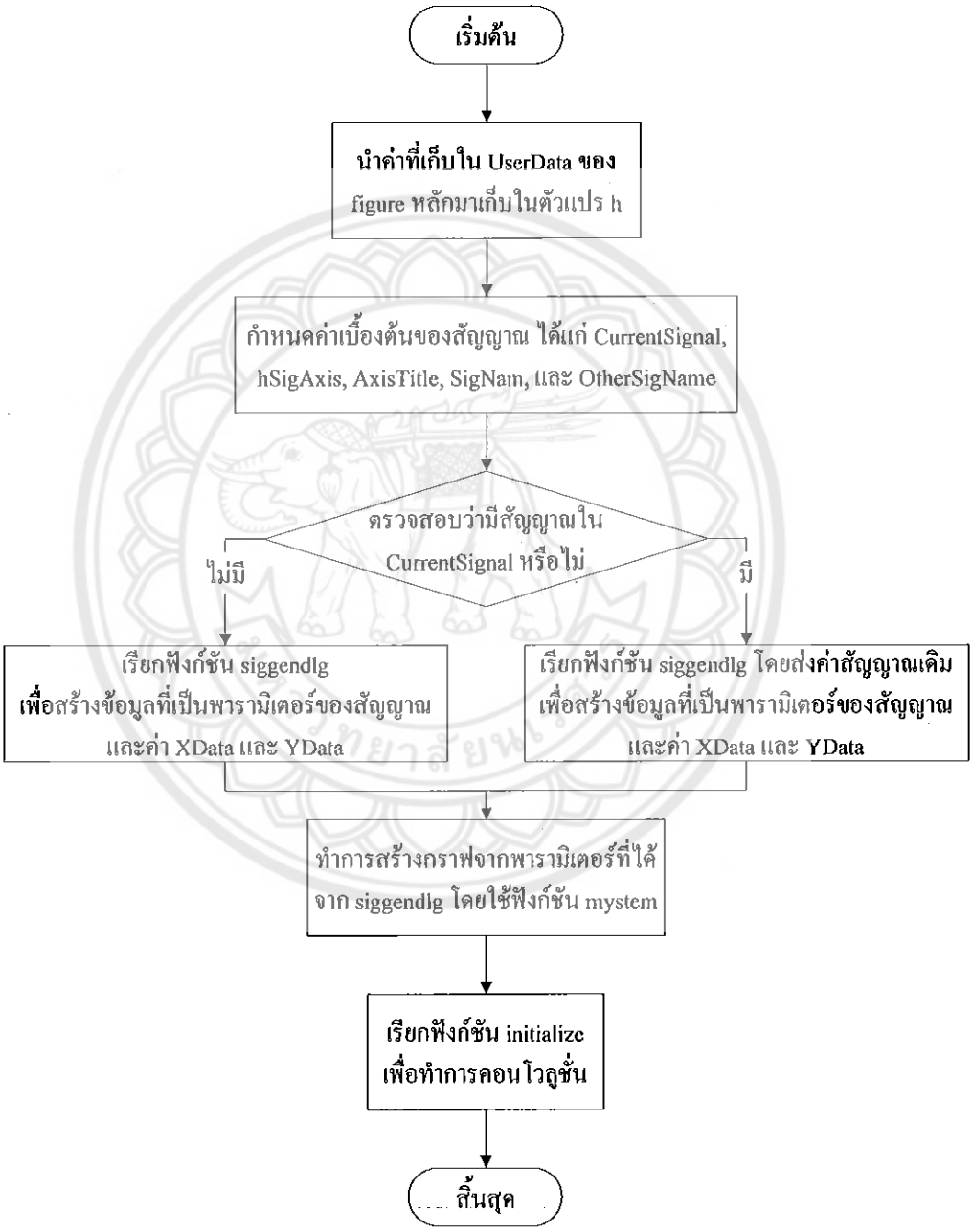
รูปที่ 3.5 Flowchart การทำงานของ siggendlg

3.2.2 ส่วนการสร้างสัญญาณ

ในส่วนนี้จะเป็นการทำการสร้างสัญญาณพื้นฐานที่จะใช้ในการคอนโวลูชั่น ฟังก์ชันที่สำคัญในการสร้างสัญญาณมีดังนี้

รูปที่ 3.6 Flowchart การทำงานของส่วนสร้างสัญญาณ

getsignal(Sig) ทำหน้าที่สร้างสัญญาณที่จะทำการคอนโวลูชั่นโดย Sig เป็นตัวกำหนดชนิดของสัญญาณว่าเป็น Input x[n] หรือ Impulse Response h[n] นอกจากนี้ฟังก์ชัน getsignal ยังเรียกใช้ฟังก์ชันย่อยๆ คือ outSignal = siggendlg(varargin) โดย siggendlg มีหน้าที่เลือกและปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของสัญญาณได้แก่ คือ สัญญาณอิมพัลส์ สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย และสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียล



รูปที่ 3.7 Flowchart การทำงานของ getsignal

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร i 5009431 ปร. จ1387 2548

outSignal = siggendlg(varargin) ทำหน้าที่สร้างข้อมูลที่เป็นพารามิเตอร์ของสัญญาณที่เลือก และค่า XData และ YData โดยรับค่า 'Title' และ 'LineWidth' ในกรณีที่ไม่มีพารามิเตอร์ของสัญญาณเก่า ส่วนในกรณีที่มีพารามิเตอร์ของสัญญาณเก่า จะส่งค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณเก่าเพิ่มขึ้นมาด้วย

โครงสร้างของแต่ละสัญญาณเป็นดังนี้

1. สัญญาณ Exponential

ตารางที่ 3.7 แสดงชื่อพารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์ของสัญญาณ Exponential

ชื่อพารามิเตอร์	ความหมาย
name	ชื่อของสัญญาณในที่นี้คือ Exponential
scalingfactor	ส่วนกำหนดค่าสูงสุดของกราฟในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1
expconstant	ค่าคงที่ของสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียลในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0.5
length	จำนวนข้อมูลตัวอย่างในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 10
delay	กำหนดค่าเริ่มต้นที่จะแสดงจุดเริ่มของสัญญาณในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0

2. สัญญาณ Unit Step

ตารางที่ 3.8 แสดงชื่อพารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์ของสัญญาณ Unit Step

ชื่อพารามิเตอร์	ความหมาย
name	ชื่อของสัญญาณในที่นี้คือ Unit Step
amplitude	ค่าสูงสุดของสัญญาณแบบ Unit Step ในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1
length	จำนวนข้อมูลตัวอย่างในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 10
delay	กำหนดค่าเริ่มต้นที่จะแสดงจุดเริ่มของสัญญาณในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0

3. สัญญาณ Impulse

ตารางที่ 3.9 แสดงชื่อพารามิเตอร์และความหมายของพารามิเตอร์ของสัญญาณ Impulse

ชื่อพารามิเตอร์	ความหมาย
name	ชื่อของสัญญาณในที่นี้คือ Impulse
amplitude	ค่าสูงสุดของสัญญาณแบบ Impulse ในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1
delay	กำหนดค่าเริ่มต้นที่จะแสดงจุดเริ่มของสัญญาณในที่นี้มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0

สร้างสัญญาณแบบ Unit Stepโดยกำหนดค่าในแนวแกนนอนมีการกำหนดการรับค่า ผ่านตัวแปร XData โดยมีค่าที่เก็บคือค่าจาก XDelay = Delay + 0:length – 1 และค่าในแนวแกนตั้งมีการกำหนดการรับค่า ผ่านตัวแปร YData โดยมีค่าที่เก็บคือค่าจาก Amplitude*ones

สร้างสัญญาณแบบ Impulse โดยกำหนดค่าในแนวแกนนอนมีการกำหนดการรับค่า ผ่านตัวแปร XData โดยมีค่าที่เก็บคือค่าจาก XData = Delay และค่าในแนวแกนตั้งมีการกำหนดการรับค่าผ่านตัวแปร YData โดยมีค่าที่เก็บคือค่าจาก YData = Amplitude

สร้างสัญญาณแบบ Exponentialโดยกำหนดค่าในแนวแกนนอนมีการกำหนดการรับค่า ผ่านตัวแปร XData โดยมีค่าที่เก็บคือค่าจาก XData = Delay + Length – 1 ค่าในแนวแกนตั้งมีการกำหนดการรับค่า ผ่านตัวแปร YData โดยมีค่าที่เก็บคือค่าจาก YData = ScalingFactor* (ExpnentialConst^ (0:Length-1))

รูปที่ 3.8 Flowchart การทำงานของ siggendlg

3.2.3 การคำนวณค่าคอนโวลูชั่นของสัญญาณ

ในส่วนนี้จะเป็นการเขียนโปรแกรมด้วย MATLAB โดยนำ นิยามของการคอนโวลูชั่น

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \{x[k]h[n-k]\}$$

มาใช้ กับหลักการ Sliding Strip Method โดยจะเป็นกา รสร้างฟังก์ชัน x[n] ให้เป็นฟังก์ชันที่คงที่ ส่วน h[n] โดยทำการเลื่อนทีละตำแหน่งโดยกำหนดให้มีการเลื่อนค่าทีละหนึ่งหน่วยโดยเริ่มตั้งแต่ – 5ไปเรื่อยๆ จนกว่าสัญญาณ h[n] จะเลื่อนผ่านสัญญาณ x[n] ไปจนไม่มีการเกิดการซ้อนทับของสัญญาณอีก โดยในส่วนของ MATLABการ Convolution มีพารามิเตอร์ที่ได้จากการสร้างสัญญาณ ดังนี้

- YxData เป็นค่าข้อมูลในแนวแกน y ของสัญญาณ x[k] ซึ่งเป็นข้อมูลแบบ array
- YhData เป็นค่าข้อมูลในแนวแกน y ของสัญญาณ h[n-k] ซึ่งเป็นข้อมูลแบบ array

มีพารามิเตอร์ YData รองรับการคอนโวลูชั่นแล้วนำค่าที่ได้ส่งออกสู่พื้นที่แสดงกราฟ Linear Convolution ซึ่ง YData = conv(YxData, YhData) ซึ่ง YxData คือค่าสัญญาณของ x[k] และ YhData คือค่าสัญญาณของ h[n-k]โดย conv เป็นฟังก์ชันการคอนโวลูชั่นของ MATLAB ซึ่งข้อมูลของ h[n] ต้องมีการ Flip เรียบร้อยแล้ว จึงจะได้ค่าที่ถูกต้อง ซึ่งผลการคอนโวลูชั่น จะผ่านการฟังก์ชัน stem เพื่อทำการสร้างกราฟซึ่งการคำนวณดังกล่าวอยู่ในฟังก์ชัน initialize

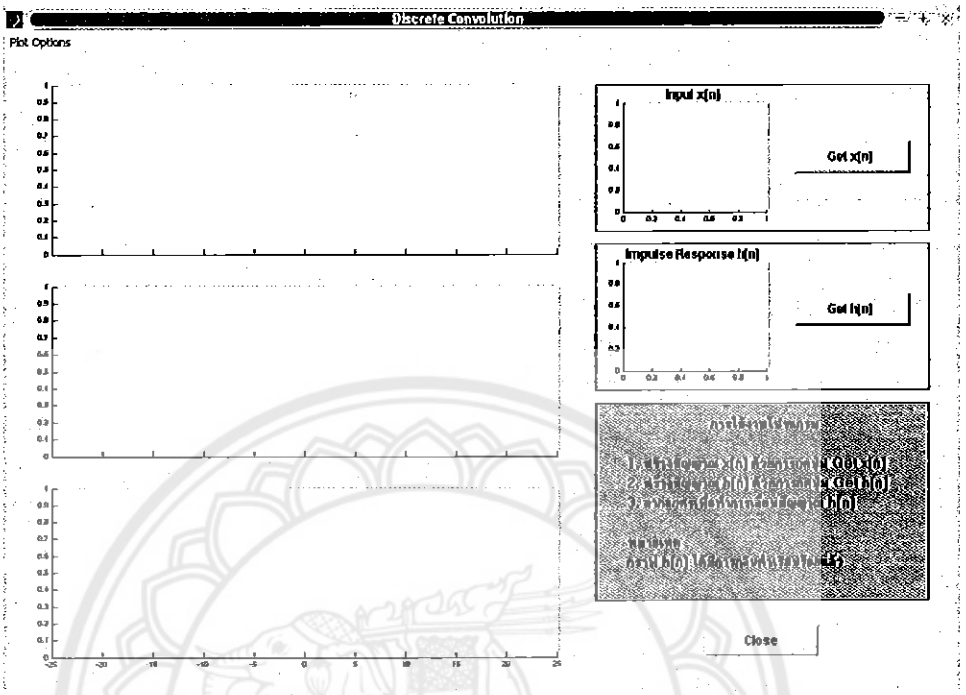
รูปที่ 3.9 Flowchart การทำงานของ initialize

3.2.4 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

รูปที่ 3.10 Flowchart การทำงานของโปรแกรม

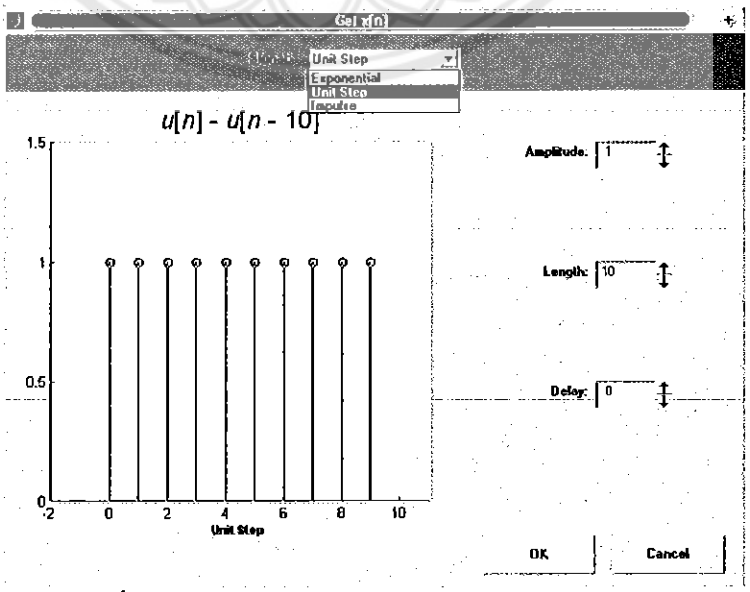
จากรูปที่ 3.10 สามารถอธิบายแต่ละขั้นตอนพร้อมตัวอย่างการใช้งานได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เมื่อทำการรันโปรแกรมจากคำสั่ง discreteconv แล้วจะปรากฏหน้าต่างการใช้งานขึ้นดังรูปที่ 3.11



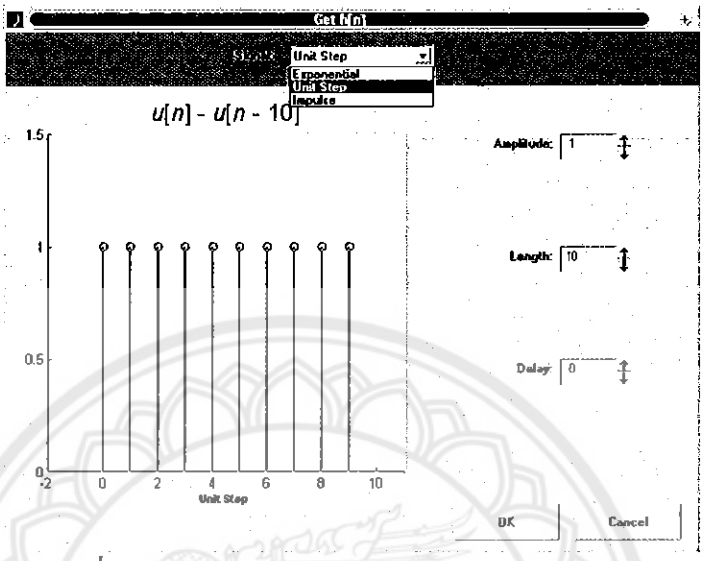
รูปที่ 3.11 ภาพหน้าจอหลักที่ได้จากการรัน

ขั้นตอนที่ 2 ทำการเลือกสัญญาณ x[n] โดยจะมีป๊อปอัพหน้าต่างขึ้นมาซึ่งสามารถเลือกสัญญาณได้จากสัญญาณพื้นฐาน 3 สัญญาณ คือ สัญญาณอิมพัลส์ สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย และสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยสามารถทำการปรับค่าต่างๆของสัญญาณที่เลือกมาได้ตามที่ต้องการ



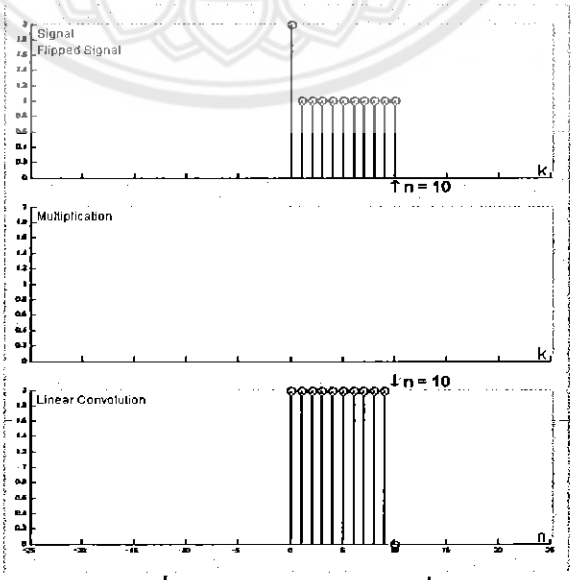
รูปที่ 3.12 ป๊อบอัพหน้าต่างสำหรับเลือกสัญญาณ x[n]

ขั้นตอนที่ 3 ทำการเลือกสัญญาณ h[n] โดยจะมีป๊อปอัพหน้าต่างขึ้นมาซึ่งสามารถเลือกสัญญาณได้จากสัญญาณพื้นฐาน 3 สัญญาณ คือ สัญญาณอิมพัลส์ สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย และสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยสามารถทำการปรับค่าต่างๆของสัญญาณที่เลือกมาได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ 3.13 ป๊อบอัพหน้าต่างสำหรับเลือกสัญญาณ h[n]

ขั้นตอนที่ 4 เมื่อทำการเลือกสัญญาณ x[n] และ h[n] แล้ว จะปรากฏหน้าต่างของกราฟดังรูปที่ 3.14 โดยที่ กราฟ h[n] จะถูก Flip ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดูผลการคอนโวลูชั่นที่ละตำแหน่งได้โดยนำเม้าส์เลื่อนไปที่ละตำแหน่งซึ่งกราฟก็จะแสดงการคอนโวลูชั่นสัญญาณ x[n] กับ h[n] ซึ่งผลลัพธ์การคอนโวลูชั่นจะปรากฏในส่วนของ Linear Convolution

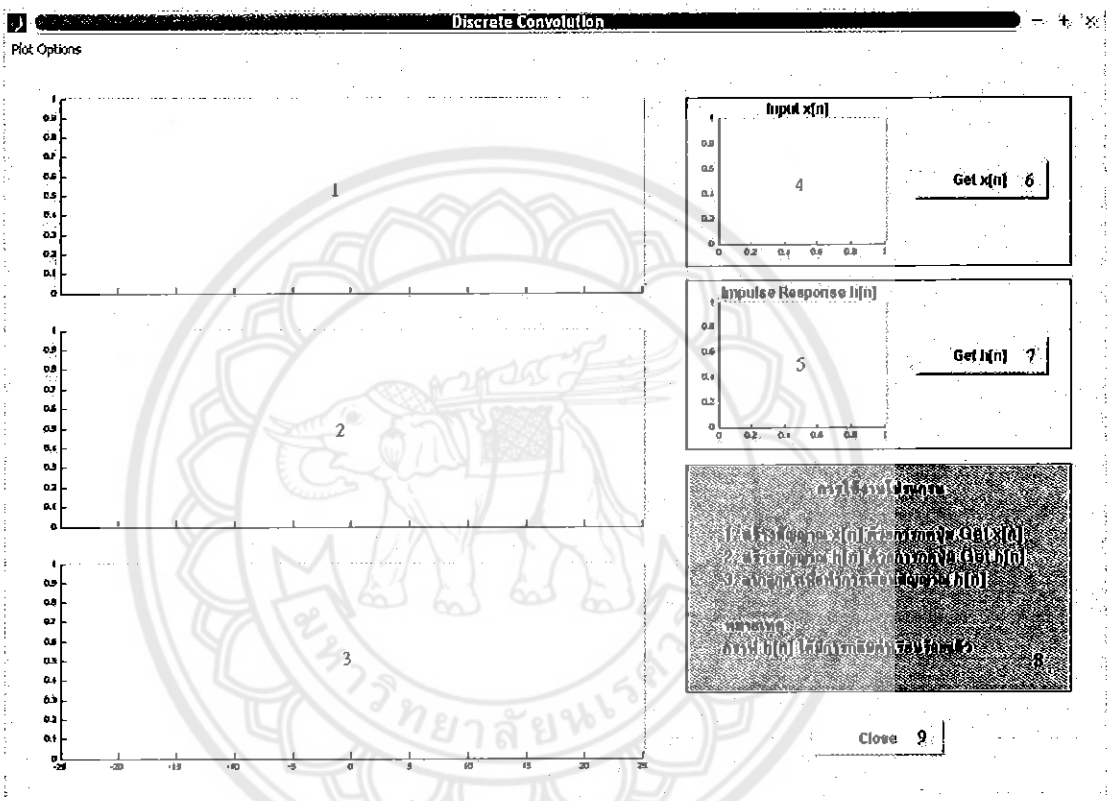


รูปที่ 3.14 ผลการคอนโวลูชั่น

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะจบการทำงานของโปรแกรมก็กดที่ปุ่ม Close ซึ่งจะเป็นการจบการทำงานและออกจากโปรแกรมที่ใช้งานอยู่ แต่หากต้องการที่จะสร้างกราฟการคอนโวลูชั่นใหม่ก็สามารถทำการเลือกสัญญาณ x[n] และ h[n] ใหม่ได้เลย

การใช้งานโปรแกรม

1. เริ่มต้นการทำงาน



รูปที่ 3.15 หน้าแรกของโปรแกรม

หมายเลข 1 พื้นที่แสดงกราฟ x[k] และ h[n-k]

หมายเลข 2 พื้นที่แสดงกราฟการคูณกันของกราฟในแต่ละตำแหน่ง

หมายเลข 3 พื้นที่แสดงกราฟผลของการคอนโวลูชั่น

หมายเลข 4 พื้นที่แสดงกราฟที่เลือกจากสัญญาณพื้นฐาน x[n]

หมายเลข 5 พื้นที่แสดงกราฟที่เลือกจากสัญญาณพื้นฐาน h[n]

หมายเลข 6 ปุ่มกดเพื่อเข้าไปทำการเลือกสัญญาณ x[n]

หมายเลข 7 ปุ่มกดเพื่อเข้าไปทำการเลือกสัญญาณ h[n]

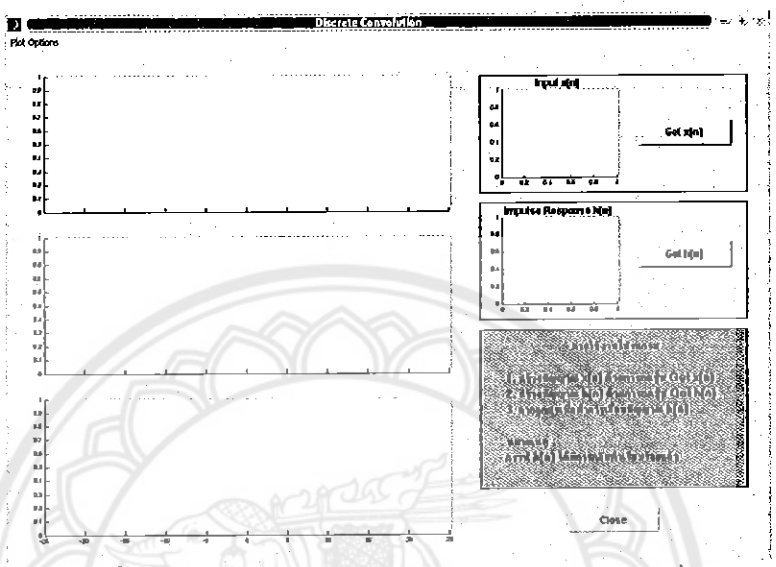
หมายเลข 8 กล่องแสดงคำอธิบายการใช้งานโปรแกรม

หมายเลข 9 ปุ่มปิดโปรแกรม

2. ขั้นตอนการใช้งาน

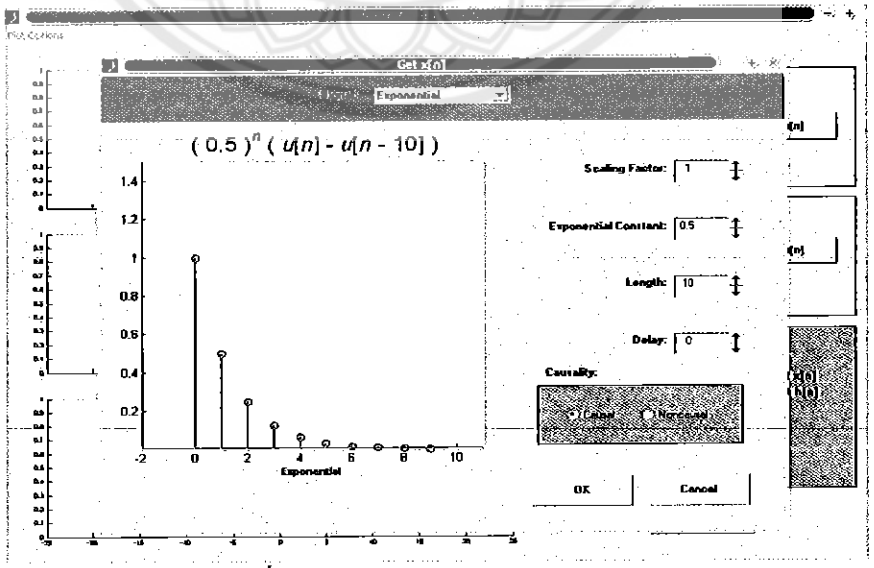
ขั้นตอนที่ 1 เมื่อเปิดโปรแกรม MATLAB แล้ว ให้เลือกที่ C:\DISCRETECONV

ขั้นตอนที่ 2 ส่วนของ command window ให้พิมพ์ discreteconv แล้วกด Enter จะได้ผลดังรูปที่ 3.16



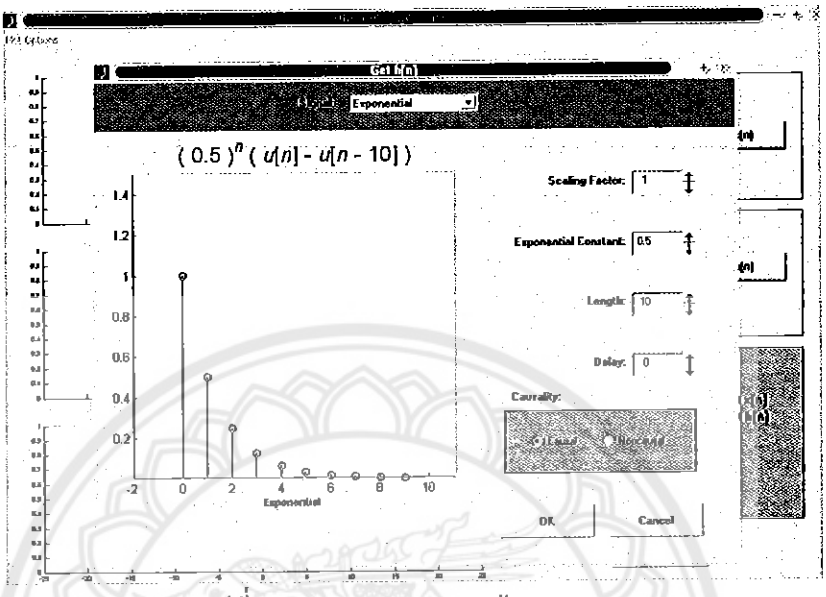
รูปที่ 3.16 แสดงผลการรันโปรแกรมของการคอนโวลูชั่น

ขั้นตอนที่ 3 กดปุ่ม Get x[n] เพื่อทำการเลือกสัญญาณพื้นฐาน ดังรูปที่ 3.17 โดยสามารถทำการเลือกสัญญาณได้จาก 3 สัญญาณคือ สัญญาณอิมพัลส์ สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย และสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยสามารถทำการปรับค่าต่างๆของสัญญาณที่เลือกมาได้ตามที่ต้องการ



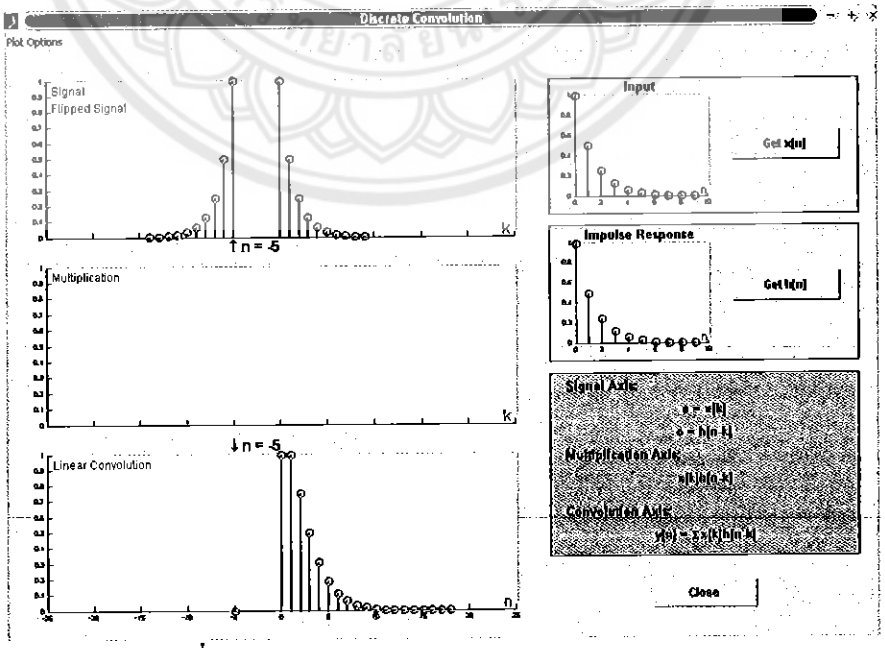
รูปที่ 3.17 แสดงผลการกดปุ่ม Get x[n]

ขั้นตอนที่ 4 กดปุ่ม Get h[n] เพื่อทำการเลือกสัญญาณพื้นฐาน ดังรูปที่ 3.18 โดยสามารถทำการเลือกสัญญาณได้จาก 3 สัญญาณคือ สัญญาณอิมพัลส์ สัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย และสัญญาณเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยสามารถทำการปรับค่าต่างๆของสัญญาณที่เลือกมาได้ตามที่ต้องการ



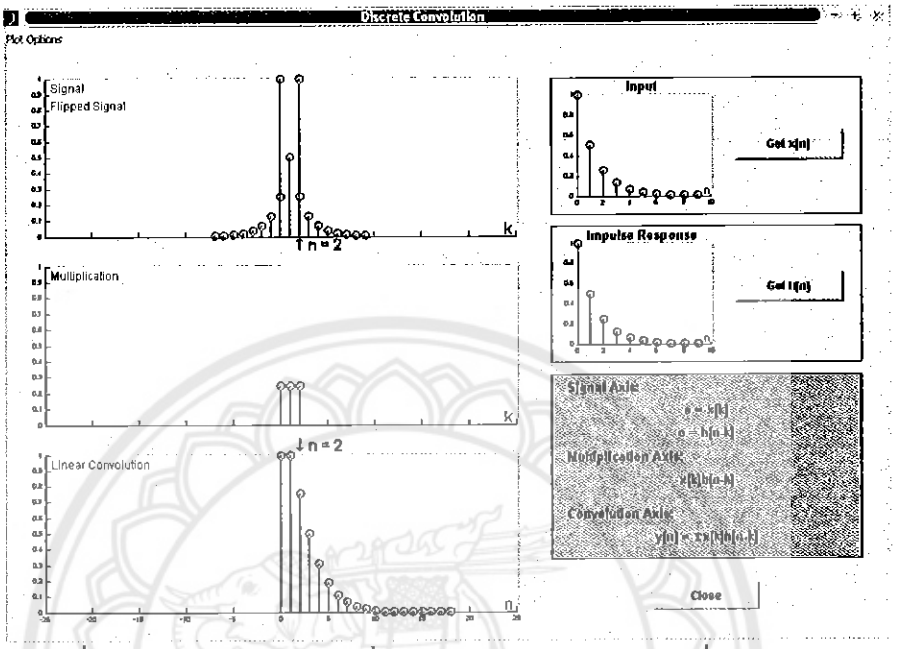
รูปที่ 3.18 แสดงผลการกดปุ่ม Get h[n]

เมื่อทำการเลือกสัญญาณ x[n] และ h[n] แล้วจะได้ผลของกราฟที่แสดงออกมาดังรูปที่ 3.19 โดยกราฟ h[n] จะถูก Flip และกำหนดให้เริ่มต้นอยู่ตำแหน่งที่ n = -5



รูปที่ 3.19 แสดงผลการเลือกสัญญาณ x[n] และ h[n]

ขั้นตอนที่ 5 ทำการใช้เม้าเลื่อนเพื่อดูการคอนโวลูชั่นของกราฟทีละตำแหน่ง ซึ่งกราฟที่ได้จะแสดงการคอนโวลูชั่นสัญญาณ x[n] กับ h[n] โดยผลลัพธ์การคอนโวลูชั่นจะปรากฏในส่วนของ Linear Convolution ดังภาพที่ 3.20 เป็นการเลื่อนเม้าส์ไปอยู่ในตำแหน่งที่ n = -2



รูปที่ 3.20 แสดงการคอนโวลูชั่นของกราฟ x[n] และ h[n] ที่ตำแหน่ง n=2

ขั้นตอนที่ 6 เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะจบการทำงานของโปรแกรมก็กดที่ปุ่ม Close ซึ่งจะเป็นการจบการทำงานและออกจากโปรแกรมที่ใช้งานอยู่ แต่หากต้องการที่จะสร้างกราฟการคอนโวลูชั่นใหม่ก็สามารถทำการเลือกสัญญาณ x[n] และ h[n] ใหม่ได้เลย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะทำการทดลองการแสดงผลการคอนโวลูชั่น โดยใช้หลักการ Sliding Strip Method โดยค่าที่ได้จากกการคอนโวลูชั่นเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณดังต่อไปนี้

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \{x[k]h[n-k]\}$$

โดยจะเป็นการแสดงการคอนโวลูชั่นของสัญญาณดีสครีสเท่านั้น ดังนั้นผลที่ได้จากการทดลองจะได้ออกมาเป็นกราฟของสัญญาณดีสครีสคอนโวลูชั่น ซึ่งเราสามารถดูการเลื่อนของสัญญาณ h[n-k] เข้าไปหาสัญญาณ x[k]โดยจะมีการแสดงค่าการผลการคูณในทุกตำแหน่งของการเลื่อนกราฟ h[n-k] ในแต่ละครั้ง จึงทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของกราฟเมื่อทำการคอนโวลูชั่นสัญญาณ x[k] กับสัญญาณ h[n-k] อย่างสมบูรณ์แล้ว

ในการทดลองนี้เราจะแบ่งออกเป็นหลายกรณีด้วยกันคือ

กรณีที่ 1 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์กับลำดับขั้นสัญญาณหนึ่งหน่วย

กรณีที่ 2 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

กรณีที่ 3 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์กับสัญญาณอิมพัลส์

กรณีที่ 4 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย

กรณีที่ 5 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

กรณีที่ 6 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับสัญญาณอิมพัลส์

กรณีที่ 7 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย

กรณีที่ 8 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณอิมพัลส์

กรณีที่ 9 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

เนื่องจากมีการแยกกรณีของการคอนโวลูชั่นสัญญาณต่างๆอย่างละเอียด ดังนั้นผลการทดสอบโปรแกรมจะแสดงเพียงการทำงานทีละขั้นตอนของการคอนโวลูชั่นสัญญาณอิมพัลส์กับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยอย่างละเอียด ส่วนผลการทดสอบสัญญาณอื่นๆจะนำผลการทดสอบ ณ ตำแหน่งที่ n=3 มาแสดงให้เห็นเพียงเท่านั้น

4.1 สิ่งที่ต้องเตรียมก่อนการทดลอง

1) กำหนดสัญญาณให้กับ x[n] โดยสามารถเป็นได้ 3 สัญญาณ คือ ลำดับขั้นสัญญาณหนึ่งหน่วย , สัญญาณอิมพัลส์ และสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

2) กำหนดสัญญาณให้กับ h[n] โดยสามารถเป็นได้ 3 สัญญาณ คือ ลำดับขั้นสัญญาณหนึ่งหน่วย , สัญญาณอิมพัลส์ และสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

3) โปรแกรม discreteconv.m ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนามาจากโปรแกรม MATLAB

4)โปรแกรม MATLAB 6.5.1 ขึ้นไป

4.2 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณต่างๆ

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดลองการคอนโวลูชั่นสัญญาณพื้นฐานต่างๆ ทีละขั้นตอนอย่างละเอียด โดยแบ่งออกเป็น 9 กรณี ซึ่งจะแสดงการคอนโวลูชั่นสัญญาณอย่างละเอียดทุกขั้นตอนเพียงกรณีเดียวเท่านั้น ส่วนกรณีที่เหลือจะแสดงเพียงบางส่วนของการคอนโวลูชั่นสัญญาณเท่านั้น

4.2.1 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์กับลำดับขั้นสัญญาณหนึ่งหน่วย

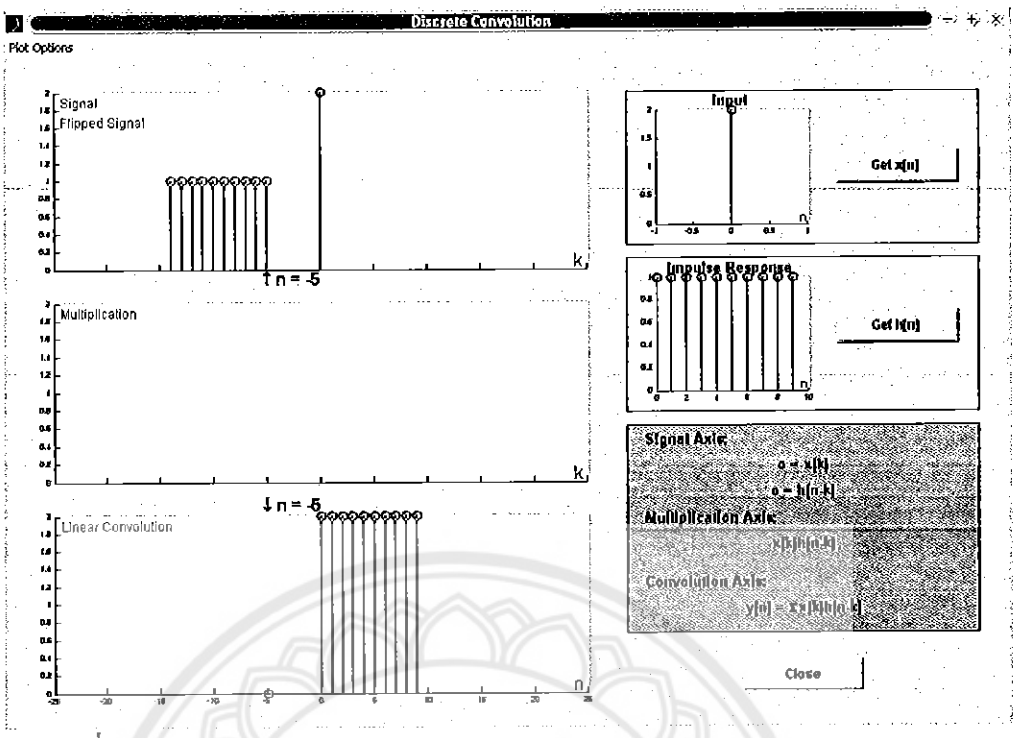
1) เรียกโปรแกรม MATLAB และกำหนด Current Directory = C:\DISCRETECONV.M

2) เรียกไฟล์ discreteconv.m มาทำการแสดงผล โดยพิมพ์ discreteconv ที่command prompt

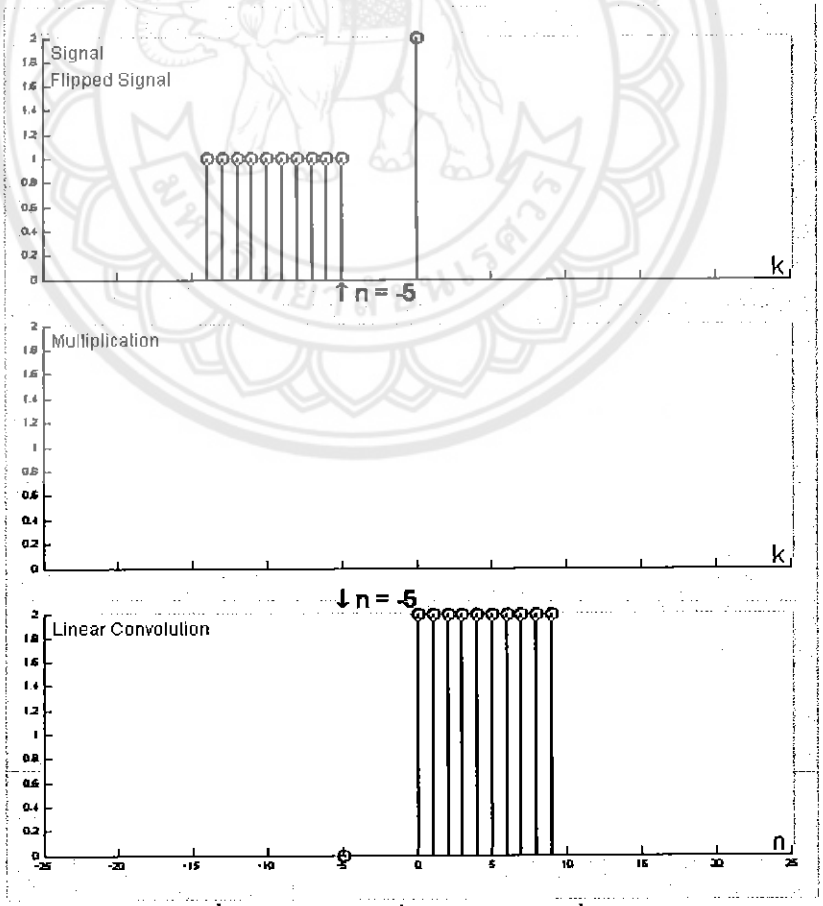
3) เลือกสัญญาณให้ x[n] โดยกดที่ปุ่ม Get' x[n] แล้วทำการกำหนดให้ signal เป็น Impulse โดยทำการกำหนดค่า Amplitude = 2 จากนั้นกดปุ่ม OK

4) เลือกสัญญาณให้ h[n] โดยกดที่ปุ่ม Get' x[n] แล้วทำการกำหนดให้ Impulse response เป็น Unit Step จากนั้นกดปุ่ม OK

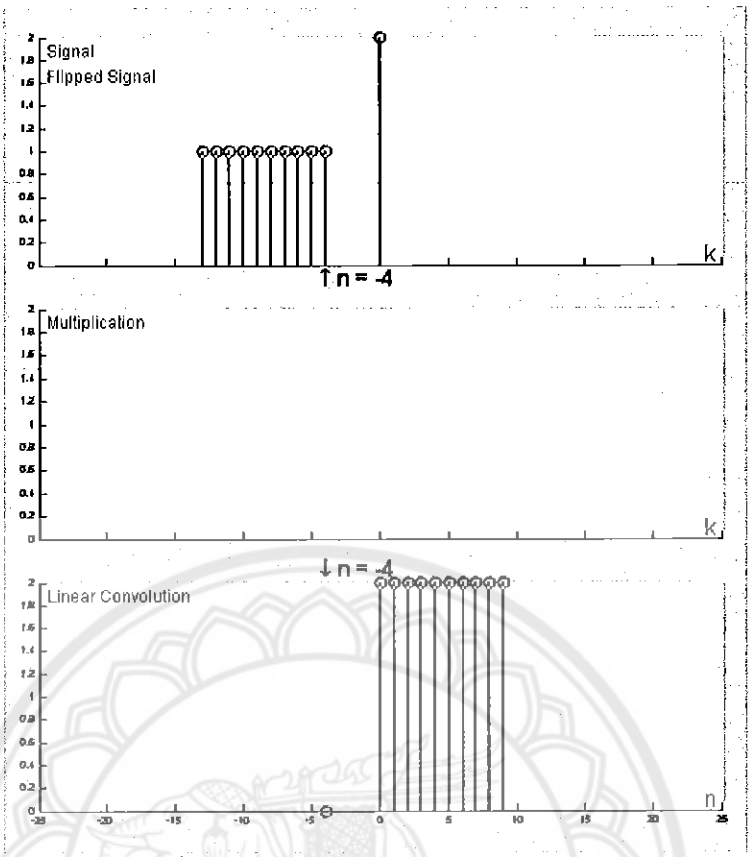
5) เมื่อทำการกำหนดค่า h[n] เป็นที่เรียบร้อยแล้วจะเกิดกราฟ Signal Flipped Signal , กราฟ Multiplication และกราฟ Linear Convolution ดังรูป



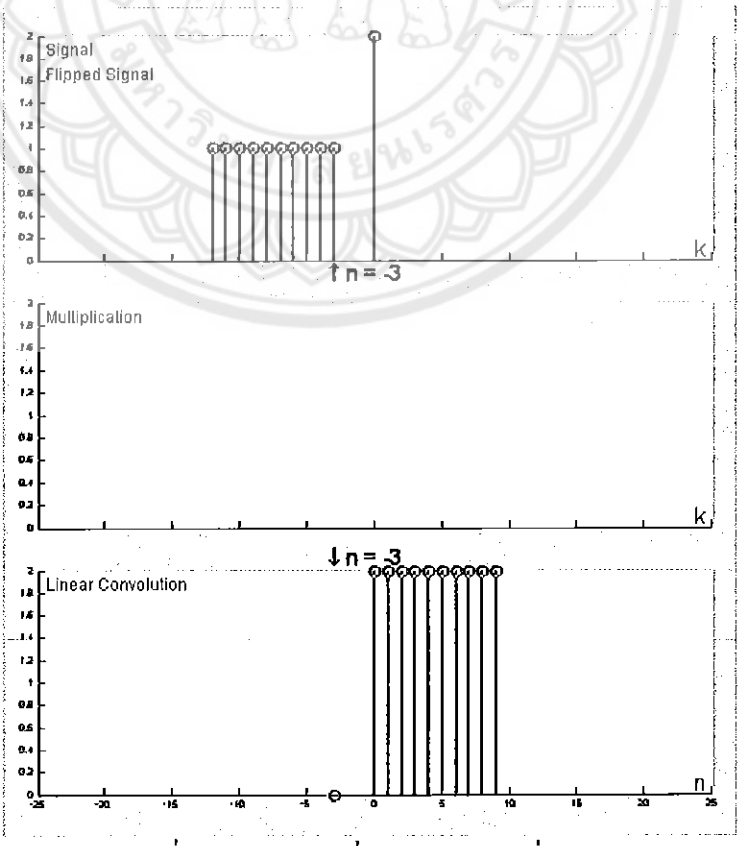
รูปที่ 4.1 กราฟ Signal Flipped Signal ,กราฟ Multiplicationและกราฟ Linear Convolution



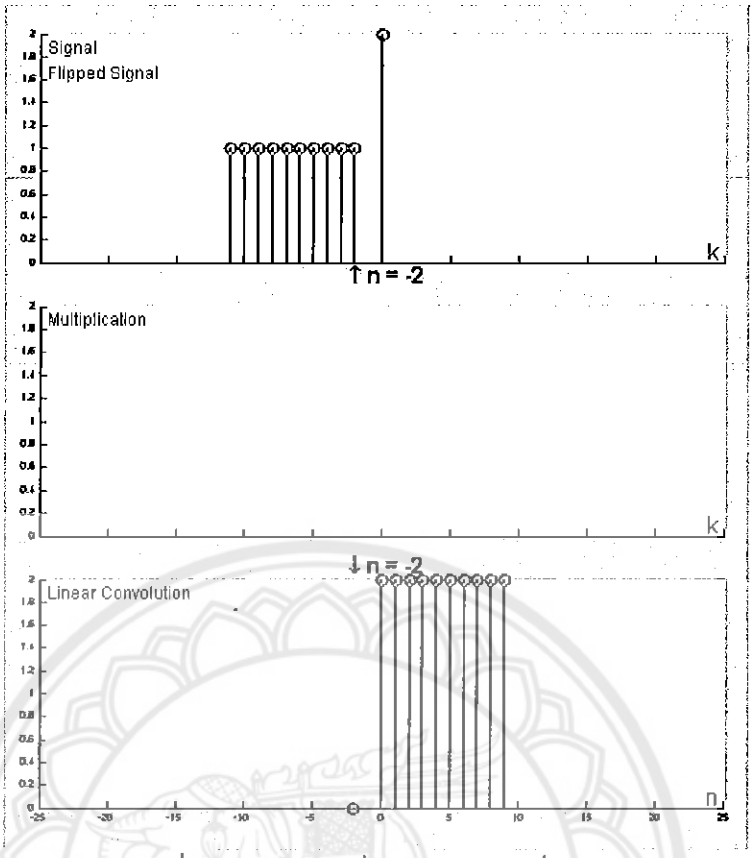
รูปที่ 4.2 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -5



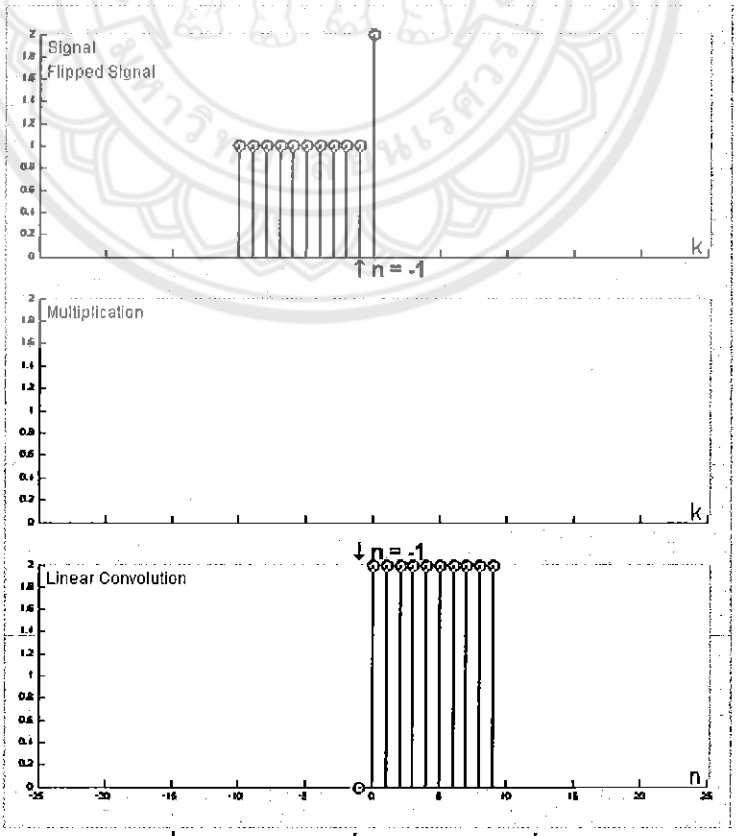
รูปที่ 4.3 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -4



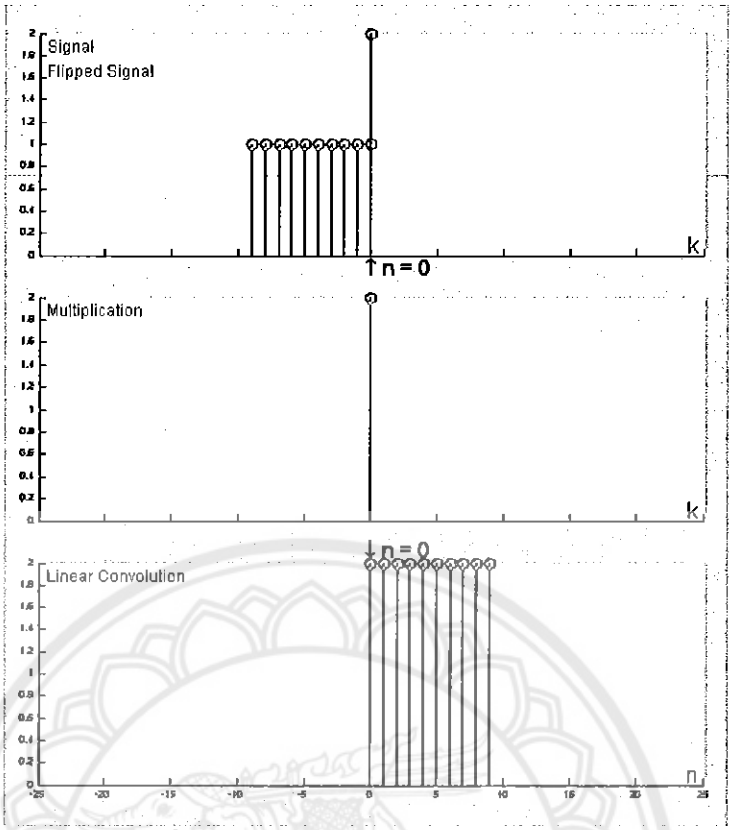
รูปที่ 4.4 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -3



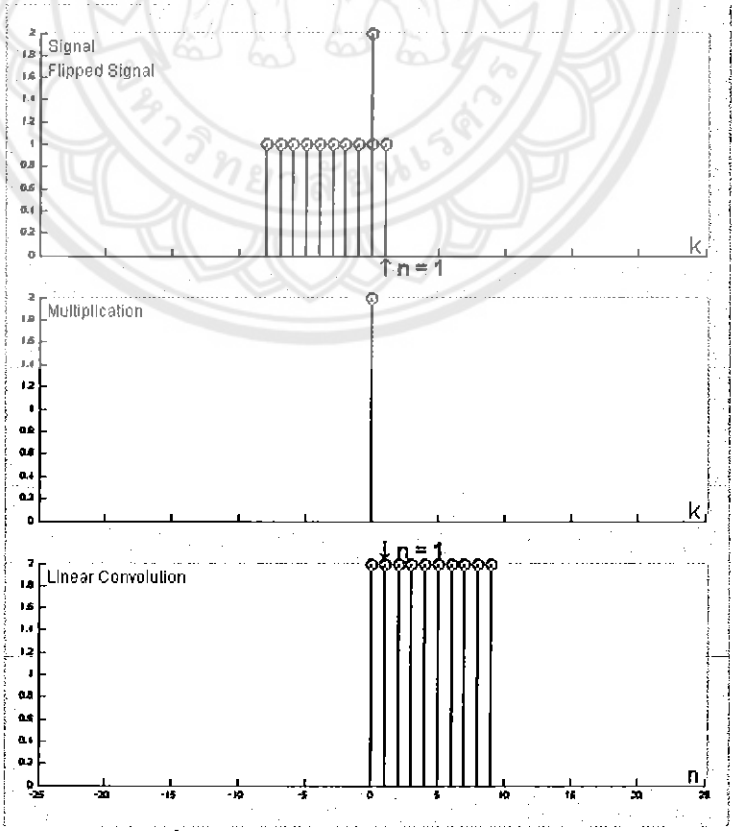
รูปที่ 4.5 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -2



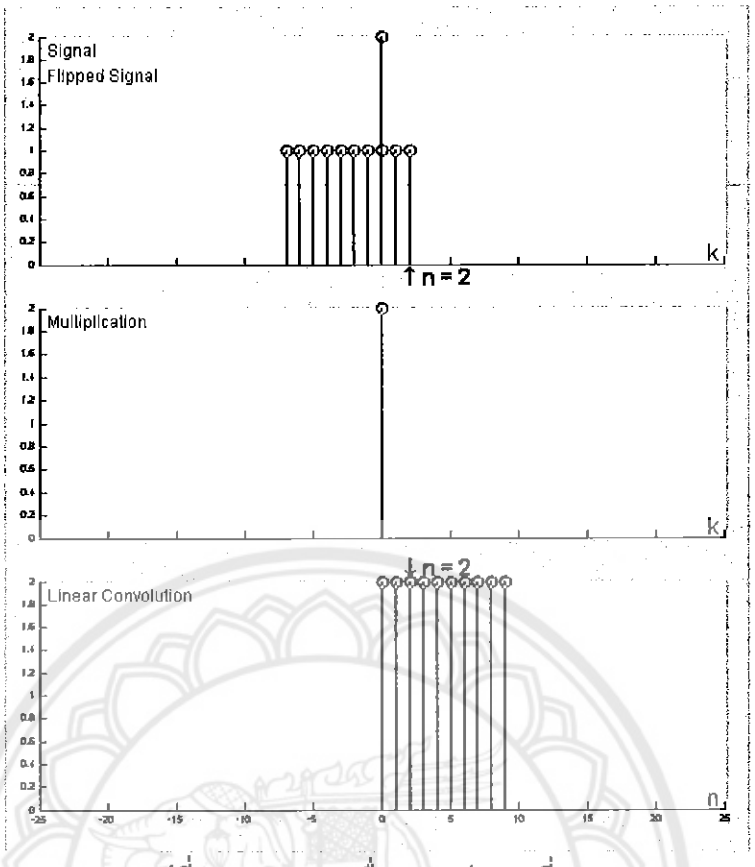
รูปที่ 4.6 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= -1



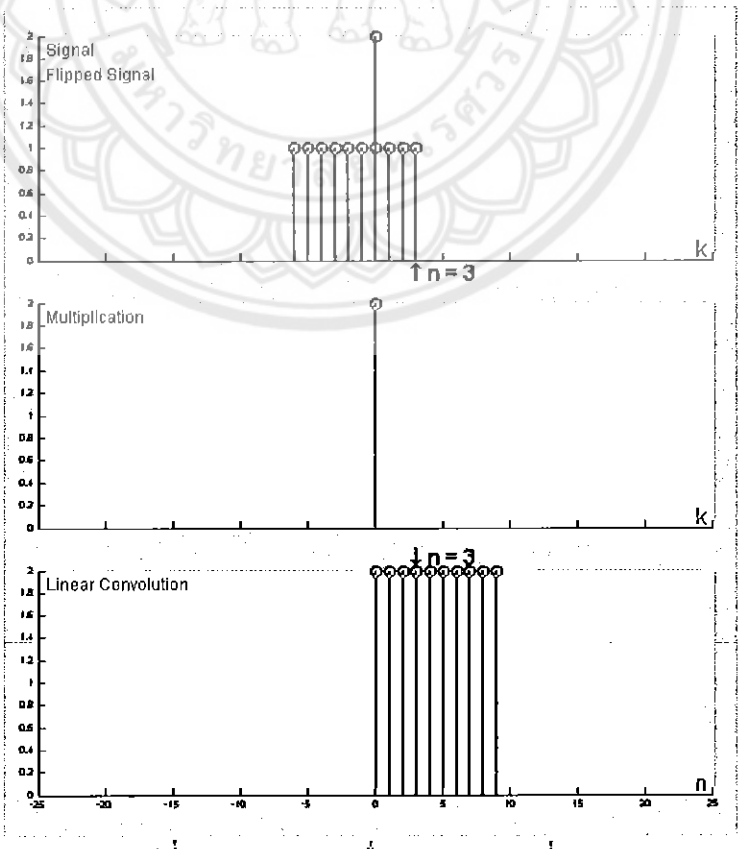
รูปที่ 4.7 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 0



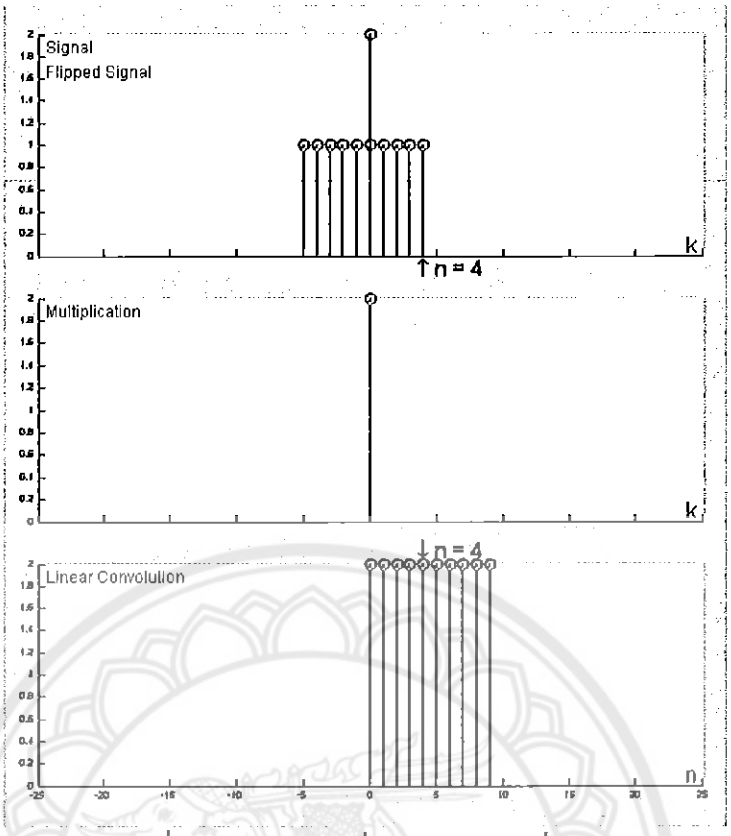
รูปที่ 4.8 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 1



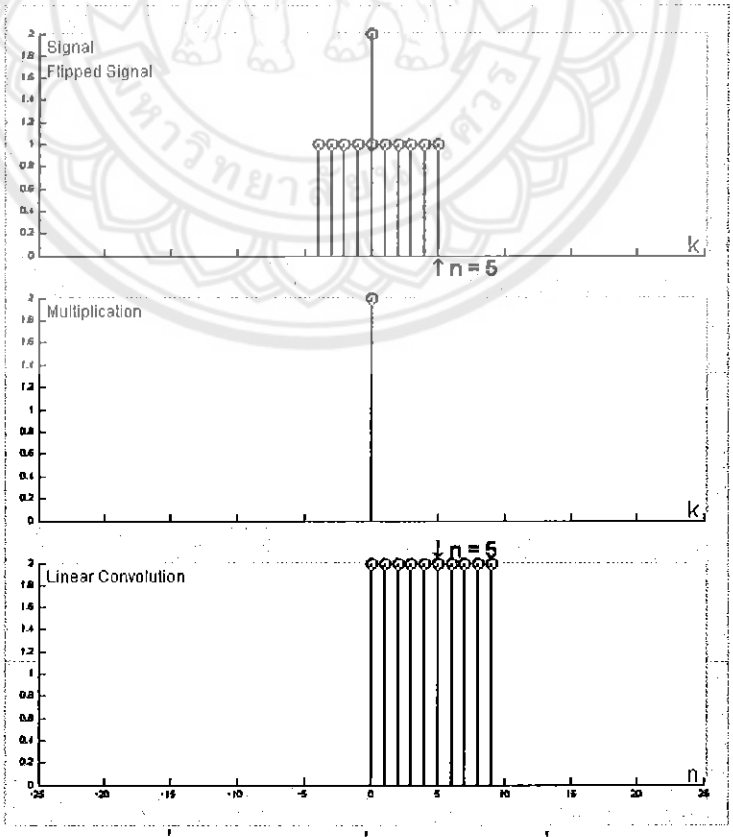
รูปที่ 4.9 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 2



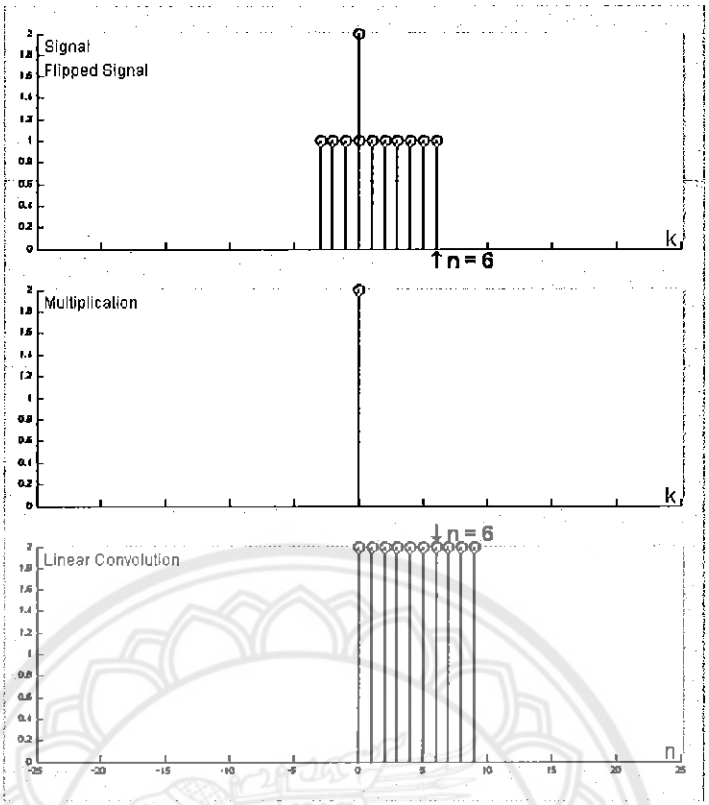
รูปที่ 4.10 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 3



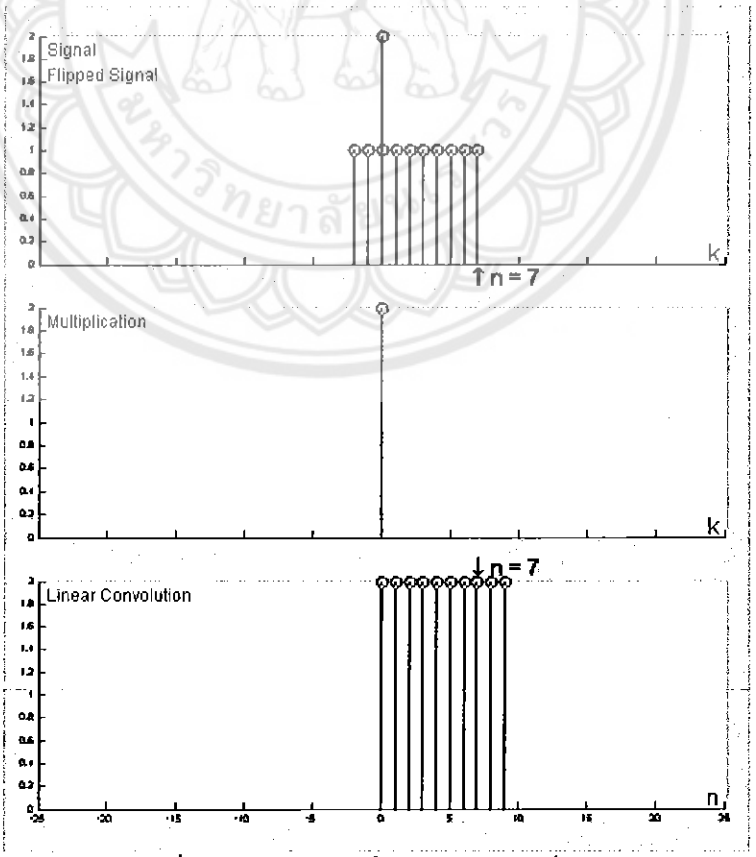
รูปที่ 4.11 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 4



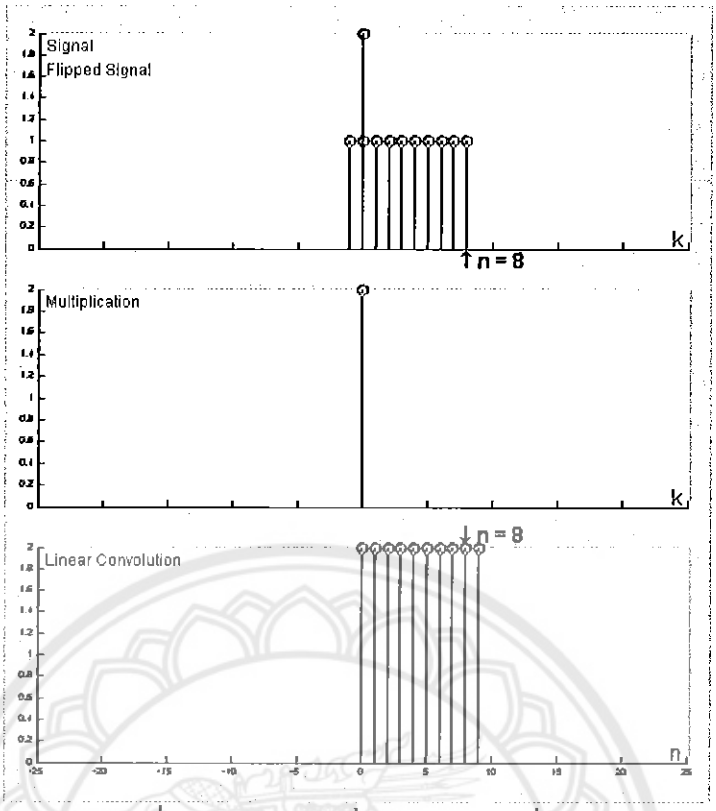
รูปที่ 4.12 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 5



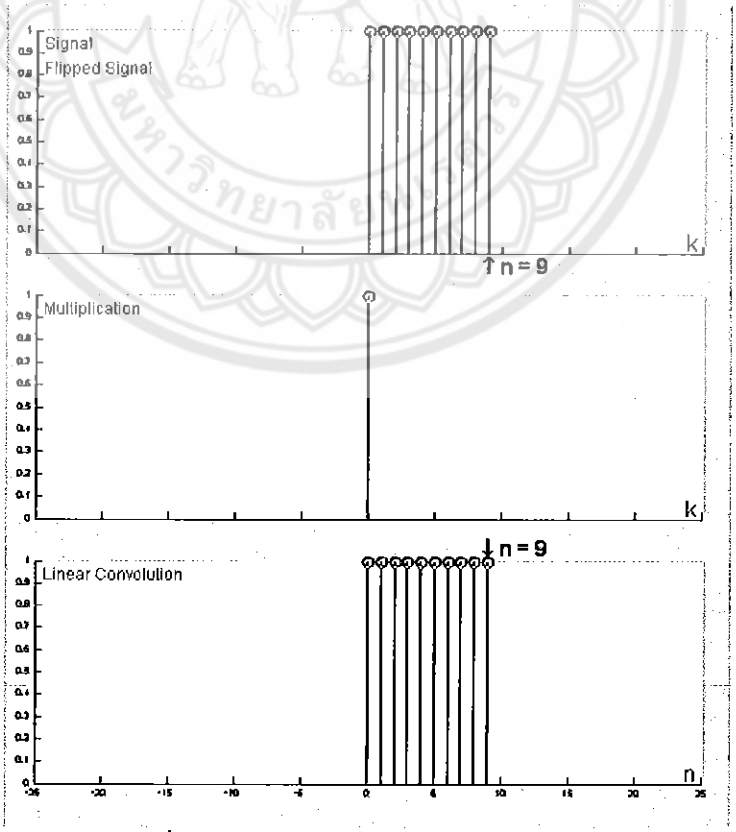
รูปที่ 4.13 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 6



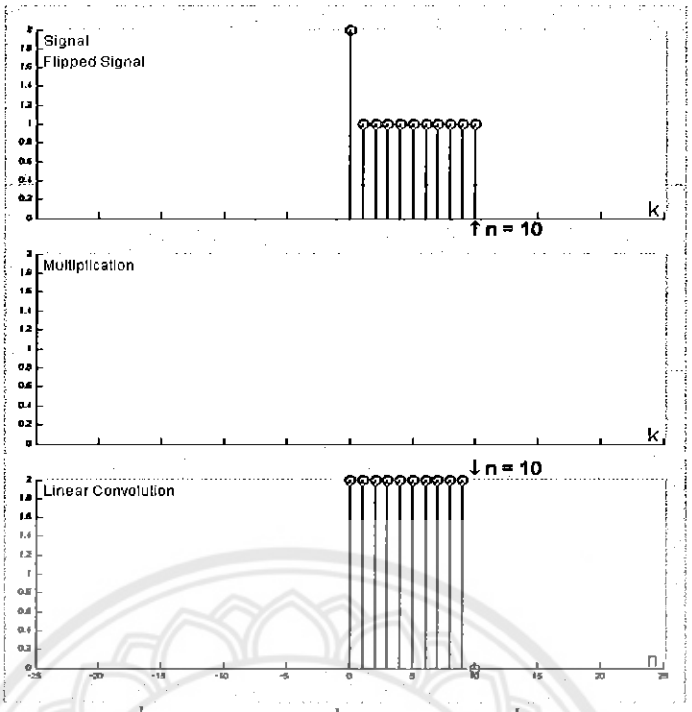
รูปที่ 4.14 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 7



รูปที่ 4.15 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 8



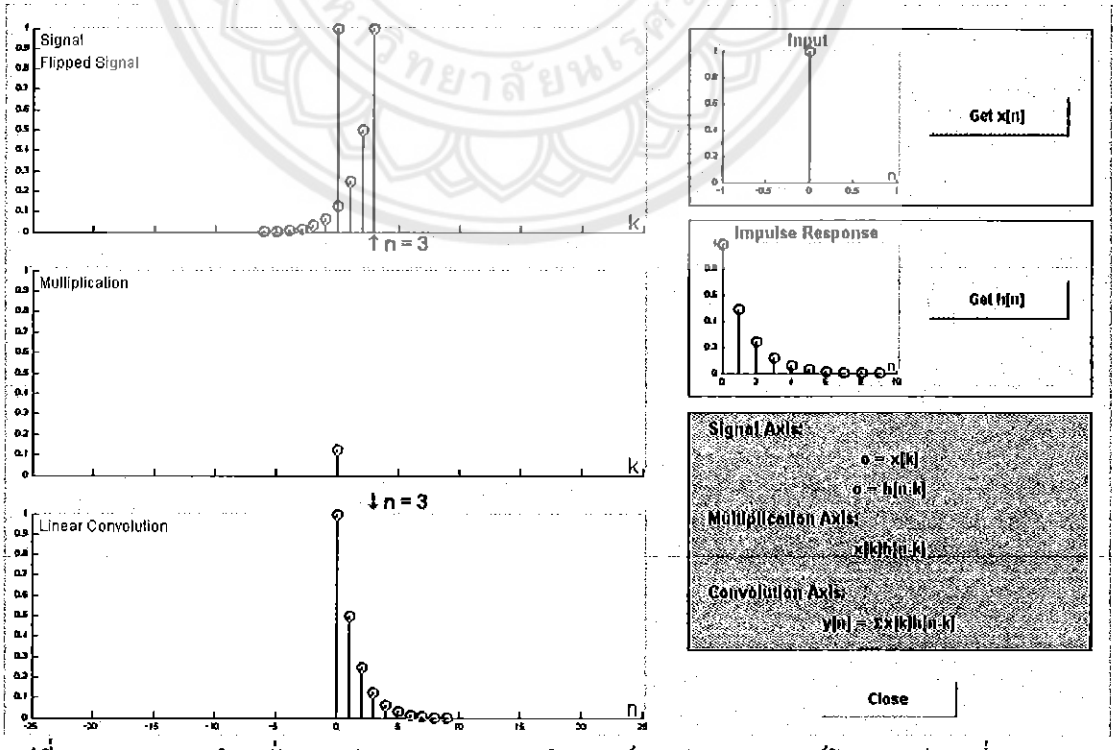
รูปที่ 4.16 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 9



รูปที่ 4.17 แสดงการเลื่อนกราฟ h[n] ที่ n= 10

4.2.2 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

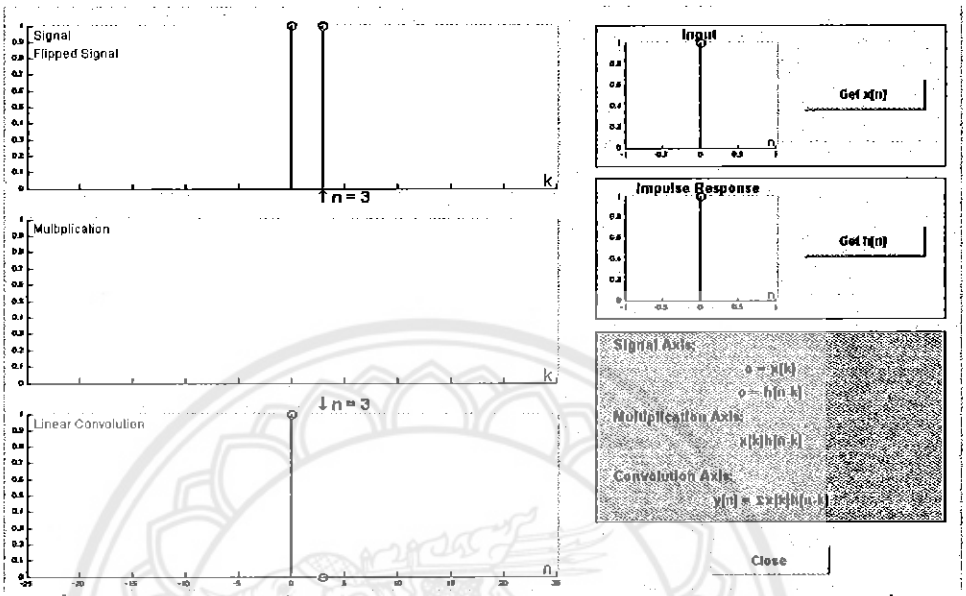
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ Impulse และ h[n] เป็นสัญญาณ exponential โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.18 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณสัญญาณอิมพัลส์กับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล ที่ n=3

4.2.3 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณอิมพัลส์กับสัญญาณอิมพัลส์

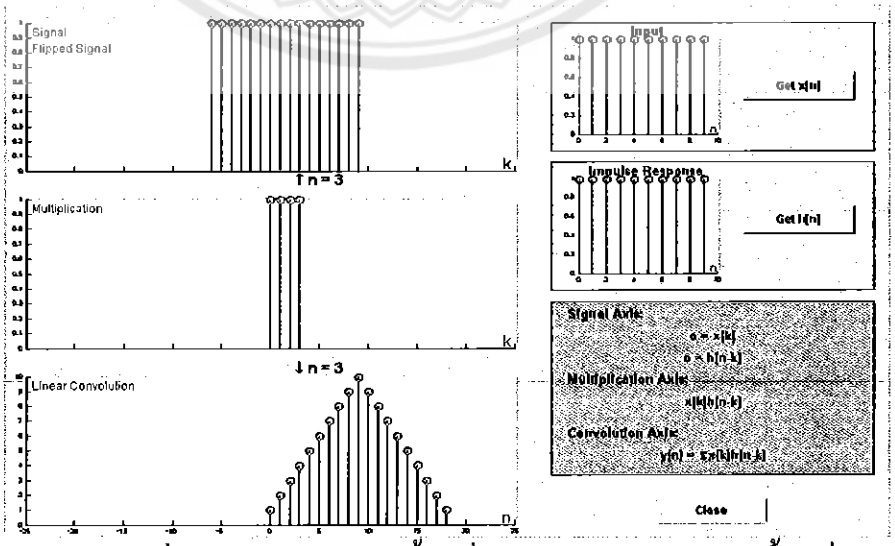
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ Impulse และ h[n] เป็นสัญญาณ Impulse โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.19 การคอนโวลูชั่นของสัญญาณสัญญาณอิมพัลส์กับสัญญาณอิมพัลส์ ที่ n=3

4.2.4 การทดลองการคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย

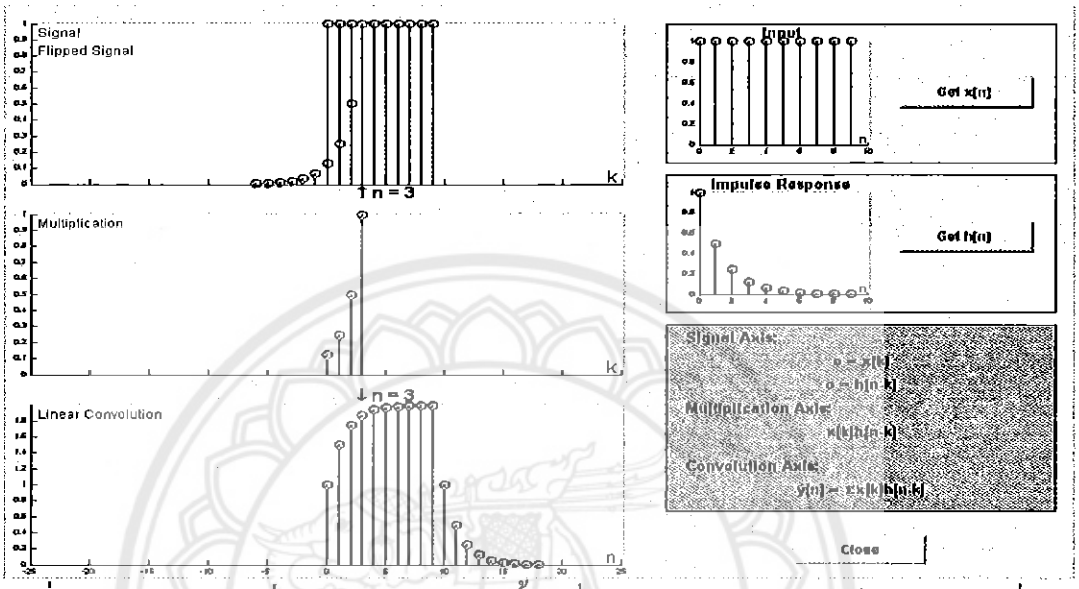
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ Unit Step และ h[n] เป็นสัญญาณ Unit Step โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.20 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย ที่ n=3

4.2.5 การทดลองการคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

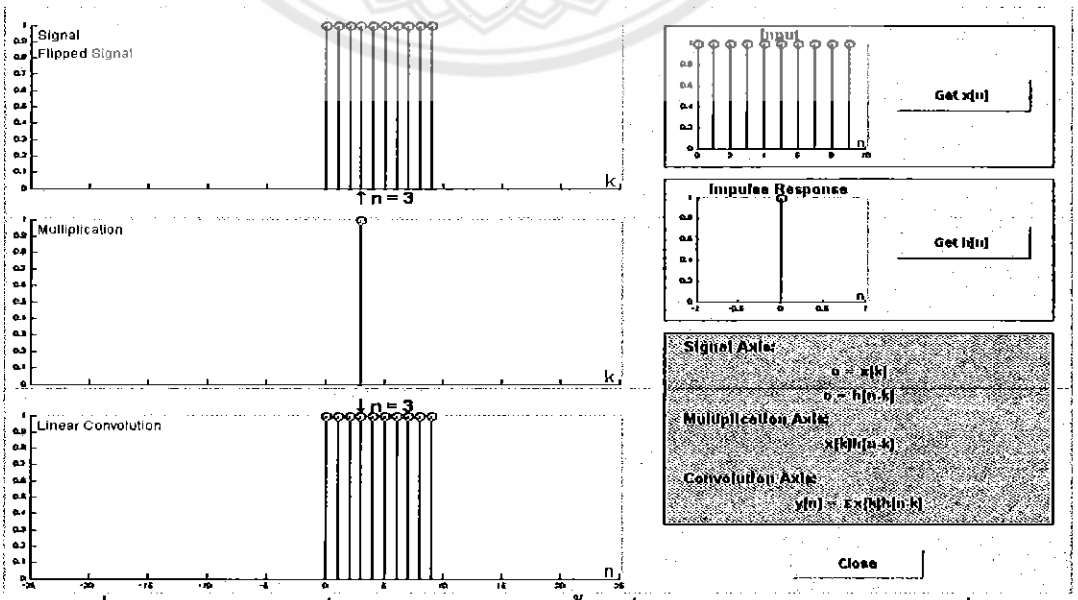
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ Unit Step และ h[n] เป็นสัญญาณ exponential โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.21 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล ที่ n=3

4.2.6 การทดลองการคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับสัญญาณอิมพัลส์

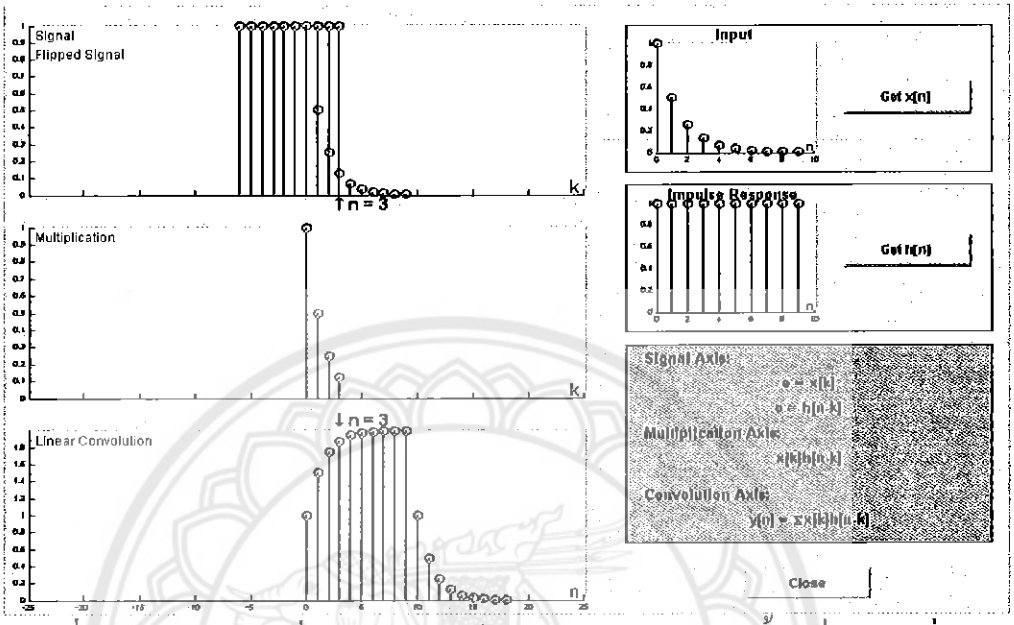
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ Unit Step และ h[n] เป็นสัญญาณ Impulse โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.22 การคอนโวลูชั่นของลำดับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วยกับสัญญาณอิมพัลส์ ที่n=3

4.2.7 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย

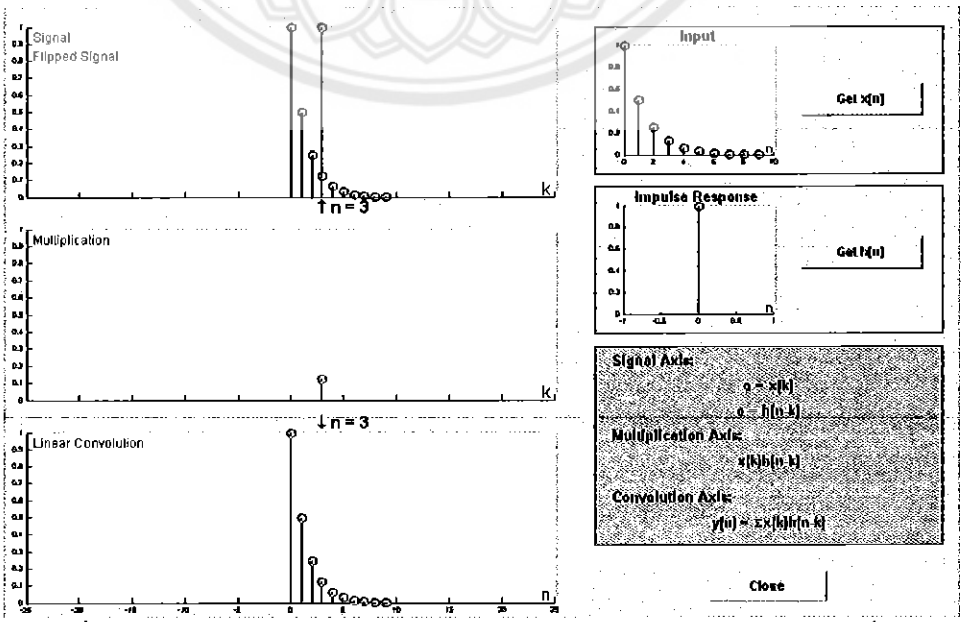
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ exponential และ h[n] เป็นสัญญาณ Unit Step โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.23 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณขั้นหนึ่งหน่วย ที่n=3

4.2.8 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณอิมพัลส์

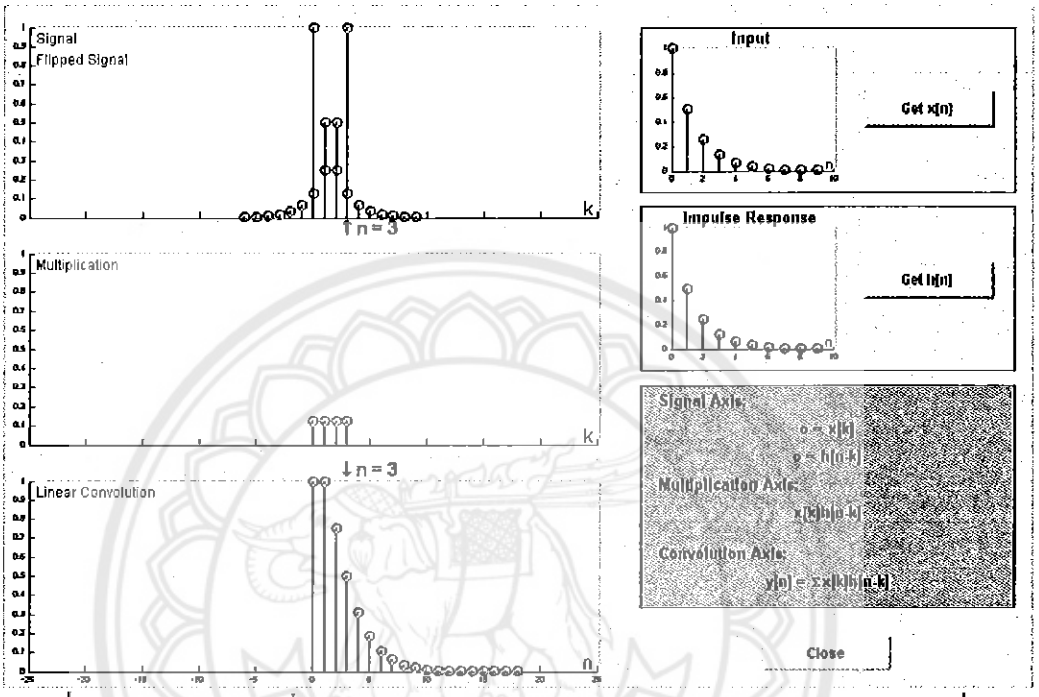
ให้ x[n] เป็นสัญญาณ exponential และ h[n] เป็นสัญญาณ Impulse โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.24 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณอิมพัลส์ ที่n=3

4.2.9 การทดลองการคอนโวลูชั่นของสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล

ให้ x[n] เป็นสัญญาณ exponential และ h[n] เป็นสัญญาณ exponential โดยทำการเลื่อนลูกศรมาหยุดที่ตำแหน่ง n = 3 จะได้กราฟดังรูป



รูปที่ 4.25 การคอนโวลูชั่นสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียลกับสัญญาณเอกซ์โพเนนเชียล ที่n=3

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองที่ได้จากรูปที่ 4.2 ถึง 4.16 จะพบว่าการคอนโวลูชั่นระหว่างกราฟ x[k] และ h[n-k] ได้ผลตรงตามนิยามของการคอนโวลูชั่น คือ

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \{x[k]h[n-k]\}$$

นั่นคือ x[k] เป็น Impulse ซึ่งมี Amplitude เท่ากับ 2 เมื่อคูณ h[n-k] ที่เป็นสัญญาณแบบ Unit Step ทำให้ได้สัญญาณผลลัพธ์ เป็นสัญญาณ Unit Step เช่นเดิม แต่ Amplitude มีค่าเท่ากับ 2 ส่วนสัญญาณอื่นๆที่นำมาทำการคอนโวลูชั่นก็ได้ผลตรงตามนิยามข้างต้นเช่นกัน ดังนั้น จึงทำการสรุปได้ว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นจาก MATLAB โดยมีการนำนิยามของการคอนโวลูชั่นมาประยุกต์ใช้นี้เป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ถูกต้องตรงตามนิยามและหลักการ Sliding Strip Method ฉะนั้นจึงสามารถนำโปรแกรมนี้ไปเผยแพร่เพื่อใช้ในการเรียนรู้หรือศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการคอนโวลูชั่นที่มีความน่าสนใจไม่น้อยไปกว่าการอ่านจากหนังสืออีกด้วย

5.2 ปัญหาที่พบ

1. เนื่องจากโปรแกรม discreteconv จะทำงานได้ยังต้องอาศัยโปรแกรม Matlab ในการคอมไพล์ Source Code ดังนั้นเมื่อจะนำโปรแกรมไปเปิดแสดงผลที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นเครื่องนั้นจำเป็นต้องมีโปรแกรม Matlab เพื่อทำการคอมไพล์ Source Code ของ discreteconv

2. โปรแกรม discreteconv เป็นเพียงโปรแกรมที่แสดงการ Convolution ของกราฟสัญญาณแบบ Discrete โดยไม่มีการระบุค่า จึงทำให้ผู้ที่ไม่ได้ศึกษาสมการการ Convolution ไม่สามารถเข้าใจถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากโปรแกรม discreteconv

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. โปรแกรม discreteconv ควรพัฒนาเป็น execute file เพื่อให้สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยโปรแกรม Matlab

2. หากมีการพัฒนาต่อ ควรมีการเพิ่มสัญญาณชนิดอื่นเพิ่มลงไปในโปรแกรม discreteconv อีก เพื่อให้สามารถแสดงผลการ Convolution ในสัญญาณหลากหลายรูปแบบมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Ashok Ambarder. ANALOG AND DIGITAL SIGNAL PROCESSING. Boston : PWS PUBLISHING COMPANY. 1995.

[2] รศ.ดร. ลัญฉกร วุฒิสิทธิกุลกิจ. **พื้นฐานกรรมวิธีสัญญาณดิจิทัล.กรุงเทพมหานคร :** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

[3] รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์. วรรัตน์ ภัทรอมกุล. **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร** : อินโฟเพรส. 2543.

[4] University of California. "MATLAB Help Desk." [Online]. Available: http://ccs.ucsd.edu/matlab/. 1998.