**TUGAS SINYAL DAN SISTEM**

Group H

Nama Anggota Kelompok :

1. Faiz Habibi Syauqi (H1A022036)

2. Pratiwi Rahmadiana (H1A024018)

3. Galindra Feoras Ugary (H1A024050)

**Analisis Konvolusi Sinyal Menggunakan MATLAB**

Konvolusi adalah operasi fundamental dalam dunia sistem dan sinyal yang memiliki peran krusial dalam berbagai disiplin ilmu, mulai dari rekayasa listrik hingga pengolahan citra. Secara esensial, konvolusi mendeskripsikan bagaimana satu sinyal "membentuk" atau "mengubah" sinyal lainnya. Dua skrip MATLAB, yaitu Modifikasi\_discrete\_convolution\_step.m dan Modifikasi\_continous\_convolution\_plot.m, secara efektif mengilustrasikan konsep ini dalam dua domain berbeda: waktu diskrit dan waktu kontinu.

Skrip Modifikasi\_discrete\_convolution\_step.m menyajikan konvolusi waktu diskrit sebagai sebuah proses yang dinamis dan bertahap. Dengan menggunakan perulangan (for loop), skrip ini menganimasikan inti dari konvolusi, yaitu proses "flip and shift." Sinyal respons impuls dibalik dan digeser melewati sinyal input . Pada setiap langkah pergeseran, skrip melakukan perkalian elemen-demi-elemen dari kedua sinyal yang tumpang tindih dan kemudian menjumlahkan hasilnya. Nilai penjumlahan ini menjadi satu titik pada sinyal output. Secara matematis, konvolusi waktu diskrit dituliskan sebagai:

Sementara itu, skrip Modifikasi\_continous\_convolution\_plot.m berfokus pada hasil akhir dari konvolusi waktu kontinu, yang sering digambarkan oleh integral konvolusi :

Dalam kode ini, konvolusi tidak dianimasikan, tetapi dihitung secara numerik menggunakan fungsi trapz, yang mengestimasi nilai integral. Skrip ini mendefinisikan sinyal input sebagai fungsi step dan respons impuls sebagai fungsi eksponensial yang meluruh, kemudian memplot ketiga sinyal (input, respons, dan output) dalam satu jendela. Plot ini secara langsung menunjukkan bagaimana sinyal input "berinteraksi" dengan karakteristik sistem untuk menghasilkan sinyal output . Output yang dihasilkan sering kali memiliki bentuk yang lebih halus, mencerminkan respons dinamis dari sistem fisik yang diwakilinya, seperti filter dalam rangkaian elektronik.

Secara ringkas, kedua skrip ini bekerja secara sinergis untuk menjelaskan konvolusi. Skrip pertama memberikan pemahaman mendalam tentang mekanismenya, sementara skrip kedua menunjukkan penerapannya dan hasil akhirnya dalam konteks waktu kontinu. Kombinasi kedua pendekatan ini sangat efektif untuk mengajari konsep konvolusi secara komprehensif, menghubungkan teori matematis dengan visualisasi praktis.

Penjelasan Bagaimana Discret dan Continous Convolution Bekerja dan Konsepnya

1. **Discret Convolution**

Kode MATLAB ini digunakan untuk memvisualisasikan proses konvolusi sinyal diskrit secara interaktif. Konvolusi sendiri adalah cara untuk melihat bagaimana sinyal input diproses oleh sebuah sistem atau filter sehingga membentuk sinyal keluaran. Dalam kode ini, pertama-tama ditentukan sinyal input dan respons impuls sistem, serta panjang sinyal keluaran agar semua kemungkinan interaksi antara keduanya dapat diperhitungkan. Rentang indeks yang lebih luas juga ditentukan agar pergeseran respons impuls terhadap sinyal input dapat divisualisasikan dengan jelas.

Respons impuls dibalik untuk menyesuaikan arah konvolusi, kemudian pada setiap langkah waktu digeser sepanjang sumbu waktu. Setiap pergeseran ini menunjukkan bagaimana bagian-bagian dari respons impuls bertemu dengan sinyal input. Bagian-bagian sinyal input dan respons impuls yang bersesuaian kemudian dikalikan satu per satu, dan hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk membentuk nilai keluaran pada langkah waktu tersebut. Dengan cara ini, setiap langkah pergeseran memberikan kontribusi terhadap sinyal keluaran akhir.

Kode ini juga menampilkan proses konvolusi secara visual melalui subplot. Sinyal input, respons impuls yang sudah dibalik dan digeser, serta hasil perkalian ditampilkan secara bersamaan. Dengan adanya jeda singkat antar langkah, pengguna dapat melihat animasi bagaimana respons sistem bergerak melintasi sinyal input, melakukan perkalian titik demi titik, dan akhirnya membentuk sinyal keluaran. Visualisasi ini membantu memahami konvolusi sebagai proses interaksi dinamis antara sinyal input dan sistem, sehingga konsep “slide, multiply, and sum” menjadi lebih intuitif dan mudah dipahami.

1. **Continous Convolution**

Kode MATLAB ini digunakan untuk memvisualisasikan proses konvolusi waktu kontinu secara numerik. Tujuan dari konvolusi waktu kontinu adalah untuk menentukan bagaimana sebuah sistem linier merespons sinyal input yang berubah secara terus-menerus. Dalam kode ini, sinyal input didefinisikan sebagai fungsi satuan, yang memiliki nilai nol sebelum waktu tertentu dan konstan setelahnya, sedangkan respons impuls sistem adalah fungsi eksponensial yang hanya aktif setelah waktu mulai.

Untuk menghitung konvolusi, kode menggunakan metode numerik dengan membagi sumbu waktu menjadi interval kecil. Pada setiap titik waktu, sistem memeriksa seluruh bagian sinyal input yang relevan, kemudian menggeser respons impuls sehingga menutupi sinyal input. Setelah itu, nilai-nilai sinyal input dan respons impuls yang bersesuaian dikalikan dan dijumlahkan sepanjang waktu menggunakan metode integrasi numerik. Hasil penjumlahan ini memberikan nilai keluaran sistem pada titik waktu tersebut. Proses ini diulang untuk semua titik waktu sehingga diperoleh sinyal keluaran lengkap.

Kode ini juga menampilkan ketiga sinyal dalam subplot. Subplot pertama menampilkan sinyal input, subplot kedua menampilkan respons impuls sistem, dan subplot ketiga menampilkan sinyal keluaran hasil konvolusi. Visualisasi ini membantu memahami bagaimana setiap bagian dari sinyal input memengaruhi keluaran sistem pada setiap momen waktu. Dengan demikian, konvolusi waktu kontinu dapat dipahami sebagai proses “geser, kalikan, dan integrasikan” yang berlangsung terus-menerus, sehingga memberikan gambaran intuitif tentang bagaimana sistem merespons sinyal input secara menyeluruh.