Kelompok 7

1. Tatag Yudho P ( H1A024089)
2. Shafwan Nabih M. (H1A024101)
3. Irfandi Hendra F (H1A024093)
4. M. Zulva Riatma (H1A024103)

Analisis Konvolusi: Fondasi Pemrosesan Sinyal dan Sistem

Konvolusi merupakan operasi fundamental dalam bidang pengolahan sinyal dan sistem. Pada intinya, konvolusi berfungsi sebagai alat matematis untuk menganalisis respons suatu sistem linier tak-berubah-waktu (LTI) terhadap sinyal input. Dalam konteks ini, konvolusi adalah proses yang menjelaskan bagaimana "sidik jari" unik dari sebuah sistem, yang disebut respons impuls, memodifikasi sinyal input untuk menghasilkan sinyal output. Operasi ini dapat diterapkan pada dua jenis sinyal, yaitu sinyal kontinu dan sinyal diskrit, masing-masing dengan pendekatan matematis yang berbeda.

Konvolusi Sinyal Kontinu

Dalam dunia sinyal analog yang bersifat kontinu, seperti gelombang suara atau sinyal radio, konvolusi didefinisikan sebagai integral dari produk dua fungsi. Persamaan yang digunakan adalah:



Percobaan ini mengilustrasikan konvolusi antara sinyal input x(t) yang berupa sinyal langkah (step function) dan respons impuls h(t) yang merupakan eksponensial menurun. Proses ini dapat divisualisasikan melalui empat langkah utama:

1. Flipping: Respons impuls h(τ) dicerminkan terhadap sumbu vertikal menjadi h(−τ).
2. Shifting: Sinyal yang telah dicerminkan ini digeser seiring waktu oleh t, menghasilkan h(t−τ).
3. Multiplying: Pada setiap pergeseran, sinyal yang bergeser ini dikalikan dengan sinyal input x(τ).
4. Integrating: Luas di bawah kurva hasil perkalian dihitung. Luas ini adalah nilai dari sinyal output y(t) pada waktu tertentu.

Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa sinyal output tidak langsung mengikuti perubahan mendadak pada sinyal input, melainkan naik secara bertahap dan halus. Ini membuktikan bahwa respons impuls yang eksponensial menyebabkan sistem merespons input secara bertahap, bukan secara instan.

Konvolusi Sinyal Diskrit

Untuk sinyal digital yang terdiri dari deretan nilai terpisah, konvolusi diterapkan sebagai penjumlahan. Sinyal input x[n] dan respons impuls diskrit h[n] digabungkan melalui persamaan:



Konvolusi diskrit dapat dipahami secara visual melalui proses "flip, shift, multiply, and sum":

1. Flip: Deretan respons impuls h[k] dibalik menjadi h[−k].
2. Shift: Deretan yang sudah dibalik, h[−k], digeser seiring waktu diskrit n menjadi h[n−k].
3. Multiply: Pada setiap pergeseran, deretan x[k] dikalikan dengan deretan h[n−k] secara elemen per elemen.
4. Sum: Hasil dari perkalian ini dijumlahkan, menghasilkan satu nilai pada deretan output, y[n].

Proses ini diulang untuk setiap nilai n, dan hasilnya adalah deretan baru yang mencerminkan "campuran" dari kedua sinyal input. Puncak-puncak pada sinyal output menunjukkan titik di mana kedua sinyal tumpang tindih secara maksimal, yang menghasilkan nilai penjumlahan terbesar.

Kesimpulan dari Percobaan

* Integral vs. Penjumlahan: Perbedaan mendasar antara konvolusi kontinu dan diskrit adalah operasi matematis yang digunakan. Konvolusi kontinu menggunakan integral karena berurusan dengan fungsi kontinu, sementara konvolusi diskrit menggunakan penjumlahan karena berurusan dengan deretan nilai yang terpisah.
* Peran Penting Respons Impuls: Respons impuls, baik h(t) maupun h[n], adalah representasi matematis dari karakteristik sistem. Konvolusi memungkinkan kita untuk memprediksi output sistem untuk input apa pun hanya dengan mengetahui respons impulsnya, menjadikannya alat analisis yang sangat efisien.
* Sifat Komutatif: konvolusi bersifat komutatif (x∗h=h∗x), yang berarti urutan konvolusi tidak memengaruhi hasil akhir. Hal ini menunjukkan fleksibilitas dalam analisis sistem.
* Proses Visual "Flip, Shift, Multiply, and Sum": Langkah-langkah ini sangat efektif untuk memvisualisasikan bagaimana konvolusi bekerja. Mereka menunjukkan bahwa konvolusi bukanlah sekadar perkalian, melainkan operasi kompleks yang mempertimbangkan pergeseran waktu dan akumulasi nilai.