

DFT explanation

Jakub Juszczakiewicz (Krypto-IT)

April 22, 2024

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * e^{-i2\pi \frac{kn}{N}} \quad (1)$$

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x \quad (2)$$

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left[\left(\cos(-2\pi \frac{kn}{N}) \right) + i \left(\sin(-2\pi \frac{kn}{N}) \right) \right] \quad (3)$$

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left[\left(\cos \left((-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) + i \left(\sin \left((-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) \right] \quad (4)$$

$$X_k = \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left(\cos \left((-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) \right] + i \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left(\sin \left((-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) \right] \quad (5)$$

$\sin(x_1)$	$\sin(1.5 * x_1)$	$\sin(1.1 * x_1)$	$\sin(x_1)^2$	$\sin(x_1) * \sin(1.5 * x_1)$	$\sin(x_1) * \sin(1.1 * x_1)$
+0,000000	+0,000000	+0,000000	+0,000000	+0,000000	+0,000000
+0,309017	+0,453990	+0,338738	+0,095491	+0,140291	+0,104676
+0,587785	+0,809017	+0,637424	+0,345491	+0,475528	+0,374668
+0,809017	+0,987688	+0,860742	+0,654508	+0,799057	+0,696355
+0,951057	+0,951057	+0,982287	+0,904508	+0,904508	+0,934211
+1,000000	+0,707107	+0,987688	+1,000000	+0,707107	+0,987688
+0,951057	+0,309017	+0,876307	+0,904509	+0,293893	+0,833417
+0,809017	-0,156434	+0,661312	+0,654509	-0,126558	+0,535013
+0,587785	-0,587785	+0,368125	+0,345492	-0,345491	+0,216378
+0,309017	-0,891007	+0,031411	+0,095492	-0,275336	+0,009706
+0,000000	-1,000000	-0,309017	+0,000000	-0,000000	+0,000000
-0,309017	-0,891007	-0,612907	+0,095491	+0,275336	+0,189399
-0,587785	-0,587785	-0,844328	+0,345491	+0,345491	+0,496283
-0,809017	-0,156434	-0,975917	+0,654508	+0,126558	+0,789533
-0,951056	+0,309017	-0,992115	+0,904508	-0,293893	+0,943557
-1,000000	+0,707107	-0,891007	+1,000000	-0,707107	+0,891007
-0,951057	+0,951056	-0,684547	+0,904509	-0,904508	+0,651043
-0,809017	+0,987688	-0,397148	+0,654509	-0,799057	+0,321299
-0,587785	+0,809017	-0,062791	+0,345492	-0,475528	+0,036907
-0,309017	+0,453991	+0,278991	+0,095492	-0,140291	-0,086213
-0,000000	+0,000000	+0,587785	+0,000000	+0,000000	-0,000000
+0,309017	-0,453990	+0,827081	+0,095491	-0,140291	+0,255582
+0,587785	-0,809017	+0,968583	+0,345491	-0,475528	+0,569319
+0,809017	-0,987688	+0,995562	+0,654508	-0,799057	+0,805427
+0,951056	-0,951057	+0,904827	+0,904508	-0,904508	+0,860542
+1,000000	-0,707107	+0,707107	+1,000000	-0,707107	+0,707107
+0,951057	-0,309017	+0,425779	+0,904509	-0,293893	+0,404940
+0,809017	+0,156434	+0,094108	+0,654509	+0,126558	+0,076135
+0,587785	+0,587785	-0,248690	+0,345492	+0,345491	-0,146176
+0,309017	+0,891006	-0,562083	+0,095492	+0,275336	-0,173693
+0,000000	+1,000000	-0,809017	+0,000000	+0,000000	-0,000000
-0,309017	+0,891007	-0,960294	+0,095491	-0,275336	+0,296747
-0,587785	+0,587785	-0,998027	+0,345491	-0,345491	+0,586625
-0,809017	+0,156435	-0,917755	+0,654508	-0,126558	+0,742479
-0,951056	-0,309017	-0,728969	+0,904508	+0,293893	+0,693290
-1,000000	-0,707107	-0,453991	+1,000000	+0,707107	+0,453991
-0,951057	-0,951056	-0,125333	+0,904509	+0,904508	+0,119199
-0,809017	-0,987688	+0,218143	+0,654509	+0,799057	-0,176482
-0,587785	-0,809017	+0,535827	+0,345492	+0,475528	-0,314951
-0,309017	-0,453991	+0,790155	+0,095492	+0,140291	-0,244171
-0,000000	-0,000000	+0,951056	+0,000000	+0,000000	-0,000000
+0,309017	+0,453990	+0,999507	+0,095491	+0,140291	+0,308864
+0,587785	+0,809017	+0,929777	+0,345491	+0,475528	+0,546509
+0,809017	+0,987688	+0,750111	+0,654508	+0,799057	+0,606853
+0,951056	+0,951057	+0,481754	+0,904508	+0,904508	+0,458175
+1,000000	+0,707107	+0,156435	+1,000000	+0,707107	+0,156435
+0,951057	+0,309017	-0,187381	+0,904509	+0,293893	-0,178210
+0,809017	-0,156434	-0,509041	+0,654509	-0,126558	-0,411823
+0,587785	-0,587785	-0,770513	+0,345492	-0,345491	-0,452896
+0,309017	-0,891006	-0,940881	+0,095492	-0,275336	-0,290748
+0,000000	-1,000000	-1,000000	+0,000000	-0,000000	-0,000000
-0,309017	-0,891007	-0,940881	+0,095491	+0,275336	+0,290748
-0,587785	-0,587785	-0,770513	+0,345491	+0,345492	+0,452896
-0,809017	-0,156435	-0,509041	+0,654508	+0,126558	+0,411823
-0,951056	+0,309017	-0,187381	+0,904508	-0,293893	+0,178210
-1,000000	+0,707107	+0,156434	+1,000000	-0,707107	-0,156434
-0,951057	+0,951056	+0,481754	+0,904509	-0,904508	-0,458175
-0,809017	+0,987688	+0,750111	+0,654509	-0,799057	-0,606853
-0,587785	+0,809017	+0,929776	+0,345492	-0,475528	-0,546509
-0,309017	+0,453991	+0,999507	+0,095492	-0,140291	-0,308865
-0,000000	+0,000000	+0,951057	+0,000000	+0,000000	-0,000000
+0,309017	-0,453990	+0,790155	+0,095491	-0,140291	+0,244171

+0,587785	-0,809017	+0,535827	+0,345491	-0,475528	+0,314951
+0,809017	-0,987688	+0,218143	+0,654508	-0,799057	+0,176482
+0,951056	-0,951057	-0,125333	+0,904508	-0,904508	-0,119199
+1,000000	-0,707107	-0,453990	+1,000000	-0,707107	-0,453990
+0,951057	-0,309017	-0,728969	+0,904509	-0,293893	-0,693290
+0,809017	+0,156434	-0,917755	+0,654509	+0,126558	-0,742479
+0,587785	+0,587785	-0,998027	+0,345492	+0,345491	-0,586625
+0,309017	+0,891006	-0,960294	+0,095492	+0,275336	-0,296747
+0,000000	+1,000000	-0,809017	+0,000000	+0,000000	-0,000000
-0,309017	+0,891007	-0,562083	+0,095491	-0,275336	+0,173693
-0,587785	+0,587785	-0,248690	+0,345491	-0,345492	+0,146176
-0,809017	+0,156435	+0,094108	+0,654508	-0,126558	-0,076135
-0,951056	-0,309017	+0,425779	+0,904508	+0,293892	-0,404940
-1,000000	-0,707107	+0,707107	+1,000000	+0,707107	-0,707107
-0,951057	-0,951056	+0,904827	+0,904509	+0,904508	-0,860542
-0,809017	-0,987688	+0,995562	+0,654509	+0,799057	-0,805427
-0,587785	-0,809017	+0,968583	+0,345492	+0,475528	-0,569319
-0,309017	-0,453991	+0,827081	+0,095492	+0,140291	-0,255582
-0,000000	-0,000000	+0,587785	+0,000000	+0,000000	-0,000000
+0,309017	+0,453990	+0,278991	+0,095491	+0,140291	+0,086213
+0,587785	+0,809017	-0,062790	+0,345491	+0,475528	-0,036907
+0,809017	+0,987688	-0,397148	+0,654508	+0,799057	-0,321299
+0,951056	+0,951057	-0,684547	+0,904508	+0,904509	-0,651043
+1,000000	+0,707107	-0,891006	+1,000000	+0,707107	-0,891006
sum					
+3,656875	+3,908859	+3,719992	+42,999999	+3,026491	+7,110885

$$X_1 = \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left(\sin \left((-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) \right] \quad (6)$$

$$X_{1.5} = \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left(\sin \left(1.5 * (-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) \right] \quad (7)$$

$$X_{1.1} = \left[\sum_{n=0}^{N-1} x_n * \left(\sin \left(1.1 * (-2\pi k) \frac{n}{N} \right) \right) \right] \quad (8)$$

$$X_1 > X_{1.1} > X_{1.5} \quad (9)$$