

9 78'e -DSP

$$(DFT) \quad X_k = \sum_{n=0}^{N-1} X_n \cdot W_N^{nk} \quad k=0, \dots, N-1$$

$$W_N = e^{-i \frac{2\pi}{N}}$$

(ג) נתון N נקודות $x_0, x_1, \dots, x_{N-1}$ בקטע $[a, b]$
 נבנה פולינום $P_N(x)$ שלדרגה $N-1$ המקיים $P_N(x_i) = y_i$ לכל $i = 0, 1, \dots, N-1$.
 נגדיר $\rho_N(x) = \prod_{i=0}^{N-1} (x - x_i)$.

$$X_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k W_N^{-kn}$$

חשב DFT זה n^2 מכפלות, וזה n^2-1 חילוקים.
זה יותר מדי דברים בשביל שלב אחר של real time (2.2)

inplace - partition, decimation : 10/20/25 20/30

הבן מתחיל ללכת אף כי הוא עדיין אינו יודע ללכת.

FIR מִן כְּנִיזָה, מִשְׁכָּן יְיָ וְכִנְיָהּ יְיָ אֱלֹהֵינוּ

ס"ט L מקדמ'ם, ס"ט ד"ר ס"ט קונקטיוו'ה ומוזיק'ה ס"ט

MC 1100 11/31 11:00 p.m. real time 150 11:00 11:00

G האשור א הקור' ואוב'א תוצאה לפני תוצאה

הן נמדדות בזמן real time והן נמדדות בזמן hard real time

אנדרין אר N - 128, כאשר NS החישוב של הוא N^2 ,
 אר' כבר ו ארמור ק-RT (כ NS החישוב של כי הן)

מה נאסר נקנה מספר מס מספר הדיק ומה!

אר ש אקום ירבה 256... מהר מאר ו ארמור מספר מס
 מדי הוא ו ארמור ק-RT קלח.

למה: סוף $O(N)$ הוא אר (אנלפך ארם לוב מספר
 שיה אלו RT, אר ברבס ארמור - ארמור $O(N)$.

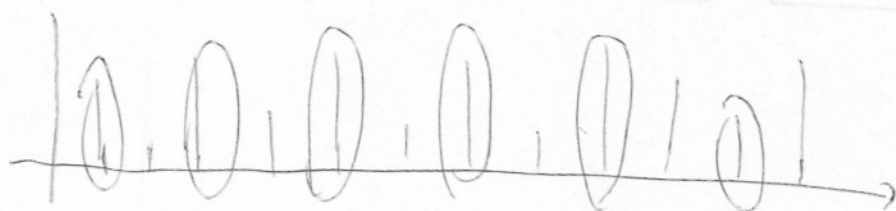
חברה ארמור ה- N^2 : הדיק אלו הוא ארמור קלח ורמור
 אר' לוב מהר ארמור ארמור $O(N)$ אר קרוב אר.
 ארמור אר ארמור $O(N)$ ארמור ארמור ארמור
 ארמור (ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור).

לוב ארמור אר אר ארמור ארמור.

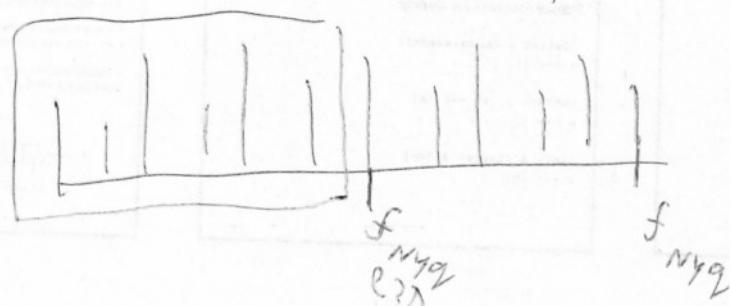
ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור
 ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור

DIT - ארמור ארמור, ארמור ארמור AIT כי אר DIF
 DIF - ארמור ארמור, ארמור ארמור AIT כי אר DIT

ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור ארמור



מה נובע אחריו על הסיווג החדש קצב הצמיחה של קא 2
 מקצב הצמיחה של המקור. כאן נכנס המשפט הצמיחה...
 נכנס תנאי תנאי א' הוא חצי, ונכנס א' אחרת באות
 הצדדים (הצורה) של חוקה):

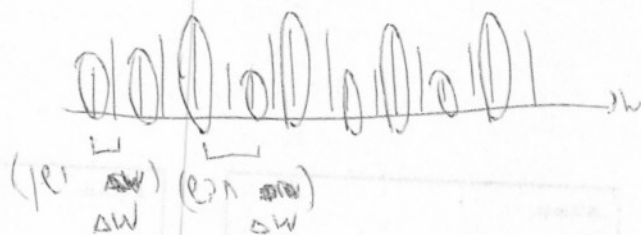


כאן הבינון ההפוך: נמצא רק בחצי מהמסלול בצורה א' חוקה



ועכשיו נכנס בשיעור 10- הווצאא! מוט מסתכלים במחצית
 המסלול ולכן השגיאה אט בצד הקצר היא פי 2!

כאן אט אחרת רק הצדדים במרחק פי 2 ממקורם!



כאן כפי אחרת שבו N^2 , נחלק 2- ונכנס אט
 חלק ויקח לנו:

$$\left(\frac{N}{2}\right)^2 + \left(\frac{N}{2}\right)^2 = \frac{N^2}{2}$$

אכן נכנס צדדי בחציה אחרת את 2 הקבוצות.
 אט שבו אחרת אחרת יקח פי 2 - $\frac{N^2}{2}$ - החלטה!

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n W_N^{nk}$$

$$W_N^N = 1$$

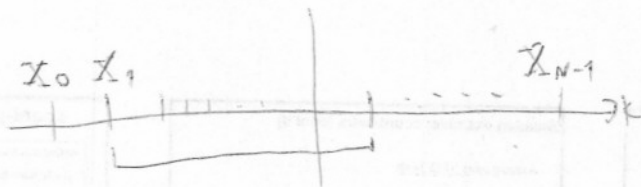
תחילה נסבר במספר סבירות: (טריגונומטריה)

$$W_N^{\frac{N}{2}} = -1$$

$$W_N^2 = W_{\frac{N}{2}} \quad \left(e^{-i \frac{2\pi}{N}} \right)^2 = e^{-i \frac{2\pi}{N/2}}$$

מה טריגונומטריה? כי אם נסתם אורך ונשתק קצת נראה שזו מביא אל הנסמך המוכר.

כעת נסתם $X_{k+\frac{N}{2}}$ בומר האבי המקבילי האוקה וטענה:



$$\begin{aligned} X_{k+\frac{N}{2}} &= \sum_{n=0}^{N-1} x_n W_N^{n(k+\frac{N}{2})} = \sum_{n=0}^{N-1} x_n W_N^{nk} \cdot \underbrace{\left(W_N^{\frac{N}{2}} \right)^n}_{-1} = \\ &= \sum_{n=0}^{N-1} x_n W_N^{nk} \cdot (-1)^n \end{aligned}$$

בומר מצאנו קטן בין 2 איברים, מקבלים בין החלוקות.

אם קאחז יס + + + + + כאן זה הופך יס: + - + - + -

~~בומר~~ בומר תיבור (תיסור שונה, אך אותן מכילות)

בומר חסטר בקטור 2 במספר המכילות (ואני אספר זאת

עצ שוב ושוב ושוב).

שהו קטן - אני אצטרך לזכור את המכילות...

הכל, כראוי, שבו אל צטרך זאת כפי שהאל וול זהו שאלה.

בוחרן בעיבוד ספרתי של אותות - 0368.3464.01 - 11-1-2009

שם: _____

ת.ז. _____

- יש לענות על כל 20 השאלות (5 נקודות לכל שאלה).
- (1) אנרגיה הינה -
א מהירות שינוי האות בזמן ב מוגדרת רק בציר הזמן ג דומה לאורך ווקטור ד אינסופית לכל אות חוקית
- (2) "דגימה" הופכת -
א אות מזמן לתדר ב אות מאנלוגי לספרתי ג מידע לסיביות ד תדר הדגימה לחצי התדר המירבי באות
- (3) ייצוג אות ספרתי בציר הזמן שקול לפיתוח האות ב -
א פולינומים ב הלמים מוזזים (SUI) ג טור טיילור ד אקספוננטים מרוכבים
- (4) אופרטור ההשהיה אינו מוגדר לאות -
א סטוכסטי ב מחזורי ג סינסיידלי ד אנלוגי
- (5) רעש לבן :
א אינו סטוכסטי ב תמיד מרוכב ג יש לו רכיב DC ד מכיל מקסימום מידע
- (6) תדר רגעי מחשבים מתוך -
א טרנספורם פוריה ב טרנספורם הילברט ג אנטגרל של פאזה רגעית ד טרנספורם Z
- (7) טרנספורם Z הינו -
א הרחבה של טרנספורם Fourier ב ממשי תמיד ג זהה לפונקציה יוצרת ד תמיד קיים בכל המישור
- (8) אות DC :
א הינו קבוע לזמן קצר ב אינו בעל אנרגיה סופית ג אין בו רכיבים ספקטראליים ד אין לו אמפליטודה
- (9) מסנן הוא מערכת -
א ליניארית וסיבתית ב סיבתית ואינוורטית לזמן ג ליניארית ואינוורטית בזמן ד ליניארית וקבועה בזמן
- (10) מסנן -
א פולט רק תדרים שהיו בקלט ב שקול לקונוולוציה בציר התדר ג אינו חייב להיות מערכת ליניארית ד תמיד מנחית רכיבי תדר גבוהים
- (11) איזה מבין המסננים הבאים הינו שונה מהאחרים?
א FIR ב MA ג all-zero T AR
- (12) דיאגרמות קטבים ואפסים -
א קובעות מסנן עד כדי הגבר ב מוצגות בציר התדר ג אינן קיימות עבור מערכות ARMA ד משמשות להצגת אותות מרוכבים
- (13) בעיית זיהוי המערכת -
א מוגדרת רק למסנני FIR ב ניתנת לפתרון מהיר עבור מסנני ARMA כלליים ג דורשת מציאת מסנן מתצפיות הקלט והפלט ד נפתרת רק ע"י מציאת התגובה להלם
- (14) איזה מבין צמד-השמות הבאים הינם משוואות לפתרון בעיית זיהוי מערכות למסנן MA ?
א Widrow-Hoff ב Yule-Walker ג Wiener-Hopf ד Wiener Khintchine
- (15) איזה מבין צמד-השמות הבאים הינם משוואות לפתרון בעיית זיהוי מערכות למסנן AR ?
א Widrow-Hoff ב Yule-Walker ג Wiener-Hopf ד Wiener Khintchine
- (16) למעריצת Toeplitz :
א אלגוריתם O(N) להיפוך ב אותו ערך לאורך שורה ג אותו ערך בכל עמודה ד אותו ערך לאורך אלכסון
- (17) פונקציית התגובה -
א קובעת מערכת כללית באופן חד ערכי ב מוגדרת מעל למישור Z ג אינה קיימת עבור מערכות ARMA ד משמשת להצגת אותות מרוכבים
- (18) פעולת MAC -
א מופיעה רק במסנן FIR ב מצריכה משוב ג מצריכה שימוש בהשהיה ד הינה צבירת מכפלות
- (19) הגרפים ב DSP -
א מתארים רק אלגוריתמים ב מתארים רק נתונים ג משמעותם טופולוגית ד אינם כוללים משוב
- (20) אפשר לצייר את הגרף של מסנן MA בסיסי $(y_n = a_0 x_n + a_1 x_{n-1})$ -
א עם גרפים מעגליים (משוב) ב בארבע צורות בסיסיות שונות ג בציר הזמן ד ללא שימוש בהשהיה

מבוא מבוא

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

$(0(N^2))$ 177 $2(K7)$ 3.16 $Y-W.15$ $W-H.14$ 1937 13
 1943 15 IR
 (1945)

20.4.1973 י"ד אדר א' תש"ג
 (מא"מ י"ד אדר א')

14) 14.11.2014

$$\underline{X}_k = \sum_{n=0}^{N-1} X_n \cdot W_N^{nk} = \dots$$

$\mu^{1215-161}$ μ^{1215} to 6200 700

$$= \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} X_{2n} \underbrace{W_N^{2nk}}_{W_{\frac{N}{2}}^{nk}} + \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} X_{2n+1} \underbrace{W_N^{(2n+1)k}}_{W_N^{2nk} \cdot W_N^k} = \begin{bmatrix} X_n^E = X_{2n} & : | N/2 \\ X_n^O = X_{2n+1} & \end{bmatrix}$$

$$= \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} X_n^E W_{\frac{N}{2}}^{nk} + W_N^k \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} X_n^O W_{\frac{N}{2}}^{nk} =$$

120 PFT → 720
 120 → 720

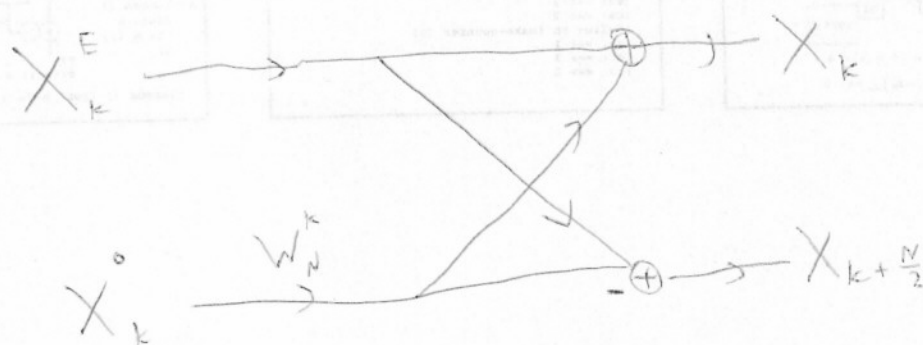
$$= X_k^E + W_N^k X_k^O$$

כל מה היה קורה כל ה"ח נכנסו ל $X_{k+\frac{N}{2}}$ במלואו

ב X_k נכנס למכונה איתן מכלול, אך את האקרים
 באי-זיווג, בסיוע, לא, לפי:

$$X_{k+\frac{N}{2}} = X_k^E - W_N^k \cdot X_k^O$$

בזמן k מנת אולם את שניהם:



זה מיוצג כך אולי $(k + \frac{N}{2} + 1)$ אולי יש לנו $\frac{N}{2}$ פרפרים
 כאלה בצורת אולם. נראה גליל (סדר 2 שורות)
 כמה גליל גלילי פרפר 2 כניסות אולם, כלומר זה inplace!
 אז כל חישובי ק-2 את מספר המכלול, אך שיהיה
 ל- N הוא חזקה 2, נוסף זהותם כל סדרת הזוגים (2)
 אולי זהותם את השיטה (כ"ל כל האי-זיווגים) ובכך חזרה רק
 $\log_2 N$ מכלול!

מ-23 DSP-0806, קיבלנו מ-23 את החישוב הזה
 "האי-זיווגים", "הזוגים", "האי-זיווגים" "האי-זיווגים"

קל לראות שיש $\frac{N}{2}$ מכלול (זה מספר הפרפרים ובכל פרפר
 יש מכלול אחד) ויש $\log_2 N$ שכבות, לפי $\frac{N}{2} \log_2 N$ מכלול!

הערה: shift left ב-6 ו-6

2-1) 16

ה'תש"ז
סיון

$b \quad c \quad d \quad e \quad a$

c d e b a

d c b a

הנה ההבדל ביניהם

קל. ואל. בעל. חלום סו' צ"ה בקב. אחד מהל'!