

SIGNALLARNI STATISTIK QAYTA ISHLASH

Xusanova Moxira Qurbonaliyevna,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari universiteti Farg'ona filiali "Axborot xavfsizligi"
kafedrası assistenti
e-mail: mokhira.khusanova@gmail.com

Sotvoldiyeva Dildora Botirjon qizi,

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot
texnologiyalari Universiteti Farg'ona filiali "Axborot
texnologiyalari" kafedrası assistenti
e-mail: nurdilnurik@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada signallarning statistik tahlili keltirilishi barobarida, uning statistik parametrlari, min va max qiymatlari, signallarning o'zgarish darajasi, tasodifiy jarayonning ixtiyoriy signaldagi dispersiyasi, korrelyatsion funksiyasi, signalning lokal ekstremum qiymatlari va signalning doimiy komponentini kuzatish immonini beruvchi trend tushunchalari haqida amaliy yechimlar ko'rsatilgan hamda Matlab dasturida statistik signallarni qayta ishlash amalga oshirilgan.

Kalit so'zlar: Signallar, uzluksiz va diskret signallar, markaziy element, signal dispersiyasi, korrelyatsiya, findpeaks funksiyasi, mantiqiy indeksatsiya

Kirish. Statistik signallarni qayta ishlash signallarni qayta ishlash va tahlil qilish sohasidagi asosiy vosita hisoblanadi. Turli manbalardan olingan signallar muqarrar ravishda shovqin va buzilishlarni o'z ichiga oladi, bu esa ulardan foydali ma'lumotlarni ajratib olishni qiyinlashtirishi mumkin. Statistik signallarni qayta ishlash shovqin va buzilishning statistik xususiyatlarini hisobga olgan holda signallardan ma'lumotlarni samarali ajratib olish va tahlil qilish imkonini beruvchi usullar va algoritmlar to'plamini taqdim etadi.

Ushbu maqola statistik signallarni qayta ishlash va uning signal sifatini yaxshilash va ma'lumot olishning aniqligini oshirishdagi rolini o'rganadi. U filtrlash, dekonvolyutsiya, signallar spektri va parametrlarini baholash, statistik tasniflash kabi usullarni o'z ichiga oladi. Signallarni tahlil qilish va modellashtirish uchun ishlatiladigan asosiy statistik modellar ham muhokama qilinadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi turli sohalarda, jumladan, telekommunikatsiya, tibbiy diagnostika, radar, tasvir va ovozni qayta ishlash va hokazolarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan statistik signallarni qayta ishlashning yangi usullarini tadqiq qilish va ishlab

chiqishdan iborat. Bu usullar va algoritmlar signalni qayta ishlash samaradorligini oshirishi mumkin. va olingan ma'lumotlarning sifatini yaxshilash va tizimlarning shovqin va buzilishlarga chidamliligini oshirish.

Tadqiqot davomida statistik filtrlash usullari, spektral tahlil, signal parametrlarini baholash usullari, statistik tasniflash va boshqalar kabi zamonaviy statistik usullar va algoritmlardan foydalaniladi. Olingan natijalar turli sohalarda statistik signallarni qayta ishlashning turli usullarining qo'llanilishi va samaradorligi to'g'risida xulosalar chiqarishga va ularni keyingi rivojlanish istiqbollari aniqlashga imkon beradi.

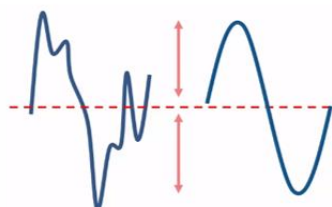
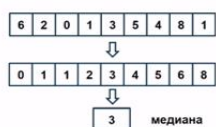
Tasodifiy hodisalar haqida gapirganda, tegishli statistik xususiyatlarni tushunish muhimdir. Gauss taqsimoti bilan tasodifiy jarayonni tahlil qilganda, signallarning o'rtacha va dispersiyasi birgalikda ko'rib chiqilsa, shunga o'xshash muhim statistikani kuzatish mumkin. Har qanday uzluksiz yoki diskret signal o'rtacha qiymatga ega bo'ladi, uni turli usullar bilan hisoblash mumkin, masalan, signal qiymatlari yig'ilib, natija namunalar soniga bo'lingan o'rtacha arifmetik qiymatni hisoblash orqali. O'rtacha ma'lum bir ketma-



ketlik uchun markaziy tendentsiya o'lchovi sifatida ishlatilishi mumkin. Diskret signal uchun o'rtacha qiymatni hisoblashda elementlar o'sish tartibida tartibga solinadi va markaziy element tartiblangan ketma-ketlikning o'rtasida joylashgan qiymatdir. Ixtiyoriy signaldagi tasodifiy jarayonning dispersiyasi deb ataydigan tushunchani o'rtacha qiymatdan chetlanish o'lchovi sifatida ko'rish mumkin.

Xarakteristikalar

- o'rtacha qiymat
- og'ish



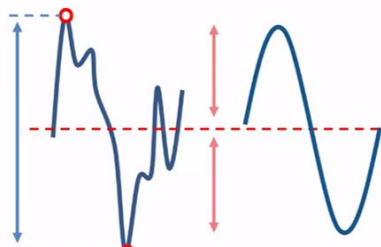
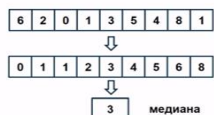
1-rasm. Signallarni statistik xarakteristikalarini.

Adabiyotlar sharhi va metodologiya.

Tebranish jarayonlari uchun og'ish, asosan, tebranishlarning amplitudasini ifodalaydi. Har qanday signal uchun ma'lum bir kuzatish davridagi minimal va maksimal qiymatlarni aniqlash kerak. Signalning minimal va maksimal darajasi uning o'zgaruvchanligini yoki dinamik diapazonini belgilaydi. Signalning o'zgarish tezligi korrelyatsiya funktsiyasi bilan tavsiflanishi mumkin.

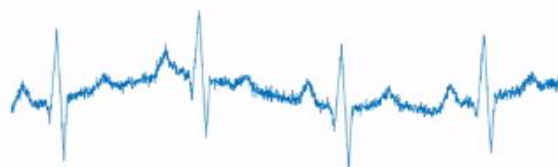
Xarakteristikalar

- o'rtacha qiymat
- og'ish
- minimum va maksimum
- o'zgarish darajasi (Korelyatsion funktsiya)



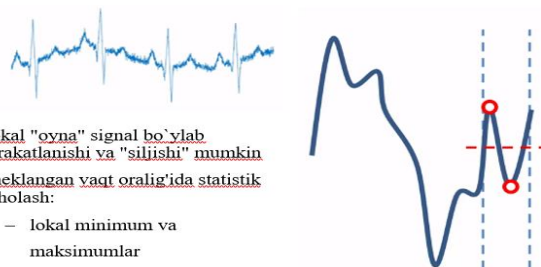
2-rasm. Signallarni statistik xarakteristikalarini.

Signallarning statistik xarakteristikalarini aslida vaqt o'tishi bilan tez-tez o'zgarib turadi. Masalan, vaqtinchalik tebranishlar amplitudasining nisbiy barqarorligini saqlab qolgan holda, signal o'zgarishlarining o'rtacha qiymatlari elektrokardiogrammadagi tebranishlarga o'xshash o'zgarishi mumkin.



3-rasm. Signal o'zgarishi o'rtacha qiymatlari

Signalni qayta ishlash jarayonida statistik xususiyatlarning barqarorligini hisobga olgan holda bir necha vaqt oralig'i tanlanadi va bu xususiyatlar dastlabki signalning qisqa segmentlari uchun hisoblanadi. Signal tahlil qilinadigan vaqt oralig'i oyna deb ataladi. Ushbu oyna odatda haqiqiy signal bo'ylab harakatlanadi yoki siljiydi. Xuddi shunday, siz mahalliy o'rtacha, mahalliy minimal va maksimal kabi mahalliy o'rtacha statistikani belgilashingiz mumkin. Ushbu qayta ishlash sizga trend sifatida ma'lum bo'lgan signalning doimiy komponentini aniqlashga, shuningdek, signal grafigidagi cho'qqilarni yoki pastliklarni aniqlashga imkon beradi.



Lokal "ovna" signal bo'ylab harakatlanishi va "siljiishi" mumkin
Cheklangan vaqt oralig'ida statistik baholash:

- lokal minimum va maksimumlar
- o'rtacha qiymat
- trendni topish

4-rasm. Lokal ekstremumlar va o'rtacha qiymatlar.

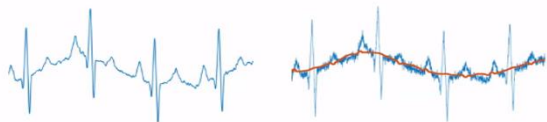
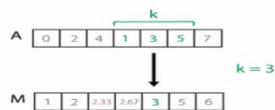
Harakatlanuvchi o'rtacha usuli yordamida signalning trend yoki vaqt bo'yicha o'zgaruvchan doimiy qiymatini qidirish misolini ko'rib chiqaylik. Nomidan ko'rinib turibdiki, bu usul mahalliy o'rtacha ko'rsatkichni hisoblashni o'z ichiga oladi. Oyna signal ustida harakatlanadi va ishlov berish natijasida chiqish signalining namunaviy vektori hosil bo'ladi, unda har bir qadam uchun o'rtacha arifmetik qiymatlar mavjud. Olingan vektor asl signalga to'g'ri keladi. Va deraza o'lchami qanchalik katta bo'lsa, anti-aliasing darajasiga erishiladi. Kichik oynalar to'liq shaklini tekislash va istalmagan yuqori chastotali tebranishlarni bartaraf etish uchun ishlatilishi mumkin, katta oynalar esa doimiy qiymatni izolyatsiya qilish imkonini beradi.



Xaqiqiy signalning k-namunalarining
o'rtacha arifmetik qiymati

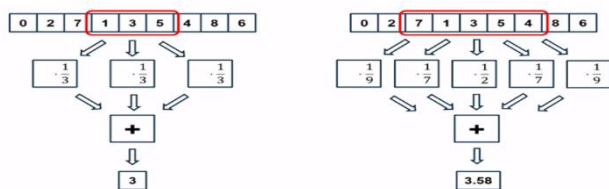
Kichik oyna - shaklini tekislash

Katta oyna - trendni ajratib olish



5-rasm. Harakatlanuvchi o'rta signallar.

O'rtachani hisoblashda qiymat oyna ichiga tushadigan namunalarning har birida bir qator arifmetik amallar sifatida ko'rib chiqiladi, harakatlanuvchi o'rtachadan foydalanganda esa har bir namuna oyna o'lchamining o'zaro nisbatiga ko'paytiriladi va natijalar yig'iladi. Agar oynada uchta emas, balki beshta element bo'lsa, u holda koeffitsient 1/5 ga teng. Biroq, ehtimolliklar bir xil bo'lishi shart emas. Umumiy holatda o'rtacha og'irlikni hisoblash operatsiyasi ko'rib chiqiladi. Turli nisbatlarga ega oyna signallarning turli chastotali komponentlarini kuchaytirishi yoki susaytirishi mumkin. O'rtacha hisoblash raqamli filtrlashning bir shaklidir.



6-rasm. O'rtacha tortilgan - filtrlash.

Matlab dasturida statistik signallarni qayta ishlashni amalga oshirish.

Yechimlar (Results)

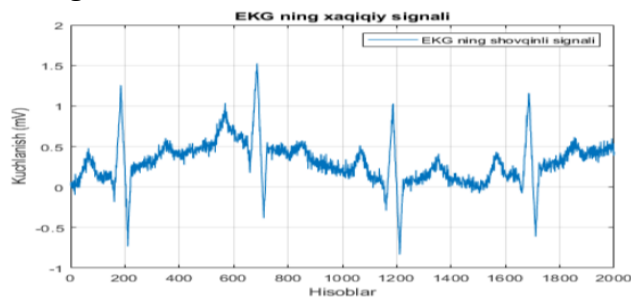
EKG signali tahlil qilinadi. Ammo bu safar undan **Q**, **R**, **S** deb ataladigan kompleksni ajratib olishga harakat qilinadi, ya'ni **Q**, **R** va **S** cho'qqilarini ma'lumotlardagi o'rni aniqlanadi. **QRS** kompleksini tahlil qilish bemorning yurak-qon tomir tizimining holatini baholashga imkon beradi. Shovqinli va EKG ma'lumotlarida **Q**, **R** va **S** to'lqinlarining holatini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Buni amalga oshirish uchun signalni filtrlash, doimiy komponentini olib tashlash va cho'qqilarni - lokal minimal va maksimal darajalarini aniqlash kerak.

Biroq, ma'lumotlar shovqinli va signalning doimiy komponenti vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi, bu esa kerakli cho'qqilarni aniqlashga to'sqinlik qilishi mumkin. Shuning uchun ma'lumotlarni filtrlash, doimiy komponentdan xalos bo'lish va lokal ekstremumlarni tanlash kerak.

Trendni filtrdan chiqarish va olib tashlash uchun **Signal Processing Toolbox** tarkibiga kiruvchi **movmean** funksiyasidan foydalaniladi. U harakatlanuvchi o'rtacha operatsiyani bajaradi. Agar o'nta namunadan iborat kichik oyna olinsa, u holda signal shakli tekislanadi. Agar 300 ta namunadan iborat katta oyna olinsa, unda doimiy komponent ajratib olinadi. U xuddi shu jadvalda aks ettiriladi. **Q** **R** va **S** to'lqinlar cho'qqilarini ajratish uchun o'rnatilgan **findpeaks** funksiyasidan foydalaniladi.

R va **S** to'lqinlarini tanlash juda oddiy. Shunchaki 0,5 dan katta yoki - 05 dan kichik kattaliklar olinadi va ular bir xil grafikada chiziladi. Ammo **Q** to'lqinini tanlash uchun mantiqiy indeksatsiyadan foydalanish kerak bo'ladi. Bilamizki, **Q** emissiyasi -0,2 millivolt dan -05 millivolt oralig'ida yotadi. Shuning uchun faqat shu minimal qiymatlarni, ya'ni ushbu chegaralar ichida joylashgan minimal signal qiymati ajratib olinadi.

```
load noisycg.mat
t=1:length(noisyECG_withTrend);
plot(t,noisyECG_withTrend);
title('EKG ning xaqiqiy signali');
xlabel('Hisoblar');
ylabel('Kuchlanish (mV)');
legend('EKG ning shovqinli signali');
grid;
```

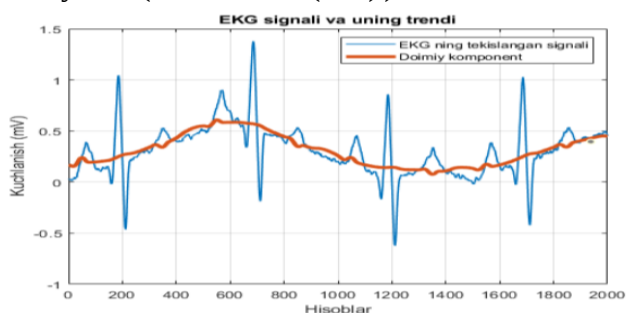


7-rasm. EKG ning haqiqiy signali



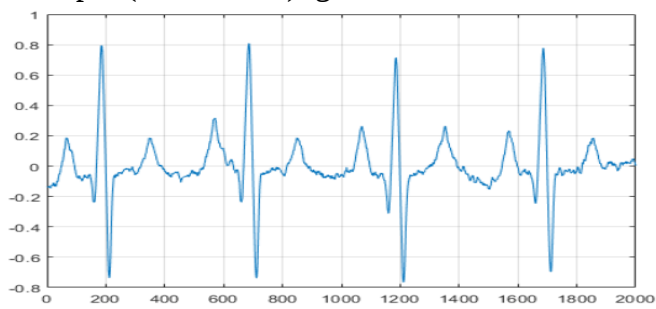
Signalni tekislash va undan doimiy komponentni ajratib olish.

```
% oyna o'lchamlari 10 xisobdan iborat
ECG_withTrend=movmean(noisyECG_withTrend,10);
plot(ECG_withTrend,'LineWidth',1); grid; hold on;
title('EKG signali va uning trendi');
xlabel('Hisoblar');
ylabel('Kuchlanish (mV)');
```



8-rasm. EKG signali va uning trendi

```
% oyna o'lchamlari 300 xisobdan iborat
mmean=movmean(ECG_withTrend,300);
plot(mmean,'LineWidth',3); hold off;
legend({'EKG ning tekislangan signali','Doimiy komponent'});
ECG_data=ECG_withTrend-mmean;
plot(t,ECG_data); grid
```

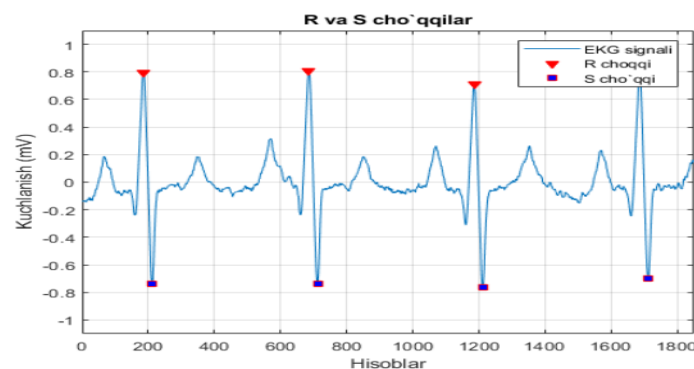


9-rasm. Signalning doimiy komponenti

Signalning Q, R va S cho'qqilarini findpeaks funksiyasidan foydalanib topish.

```
[~,locs_Rwave]=findpeaks(ECG_data,'MinPeakHeight',0.5,...
'MinPeakDistance',200);
[~,locs_Swave]=findpeaks(-ECG_data,'MinPeakHeight',0.5,...
'MinPeakDistance',200);
```

```
plot(t,ECG_data); grid; hold on;
plot(locs_Rwave,ECG_data(locs_Rwave),'rv','MarkerFaceColor','r');
plot(locs_Swave,ECG_data(locs_Swave),'rs','MarkerFaceColor','b');
axis([0 1850 -1.1 1.1]);
legend('EKG signali', 'R choqqi', 'S cho'qqi');
xlabel('Hisoblar');
ylabel('Kuchlanish (mV)');
title('R va S cho'qqilar');
hold off;
```

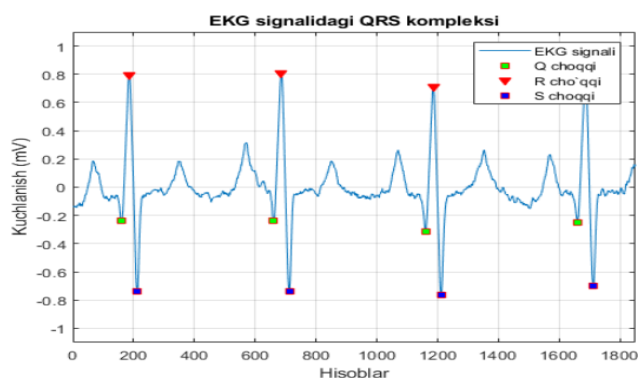


10-rasm. R va S cho'qqilar

Signalning Q cho'qqisini ajratib olish uchun mantiqiy indeksatsiyadan foydalaniladi

```
[~,min_locs]=findpeaks(-ECG_data,'MinPeakDistance',40);
locs_Qwave=min_locs(ECG_data(min_locs)>-0.5 & ECG_data(min_locs)<-0.2);
plot(t,ECG_data); hold on;
plot(locs_Qwave,ECG_data(locs_Qwave),'rs','MarkerFaceColor','g');
plot(locs_Rwave,ECG_data(locs_Rwave),'rv','MarkerFaceColor','r');
plot(locs_Swave,ECG_data(locs_Swave),'rs','MarkerFaceColor','b');
grid;
title('EKG signalidagi QRS kompleksi');
xlabel('Hisoblar');
ylabel('Kuchlanish (mV)');
ax=axis;
axis([0 1850 -1.1 1.1]);
legend('EKG signali', 'Q choqqi', 'R cho'qqi', 'S choqqi');
```





8-rasm. EKG signalidagi QRS kompleksi

Xulosa. Xuddi shu grafikada **Q** cho'qqilarni chizish ham mumkin. O'rnatilgan ikkita funktsiyadan foydalanib, shovqinli va beqaror **EKG** ma'lumotlaridan **QRS** kompleksi muvaffaqiyatli ajratib olindi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. D.Sotvoldieva. (2023). FREQUENCY ANALYSIS OF THE SIGNAL. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 2(11), 693–699. Retrieved from <https://www.bjisrd.com/index.php/bjisrd/article/view/938>

2. John G. Proakis, Vinay K. Ingle. Digital signal processing using Matlab/Nortastern University.
3. Сотволдиева, Д. Б., & Хусанова, М. К. (2020). СРАВНЕНИЕ ФИЛЬТРОВ С КОНЕЧНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ И БЕСКОНЕЧНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ В ПРОГРАММЕ MATLAB. In *ЦИФРОВОЙ РЕГИОН: ОПЫТ, КОМПЕТЕНЦИИ, ПРОЕКТЫ* (pp. 840-845).
4. Хусанова, М. К., & Сотволдиева, Д. Б. (2020). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕЦИМАЦИИ И ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПРИ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ В ПРОГРАММЕ MATLAB. In *ЦИФРОВОЙ РЕГИОН: ОПЫТ, КОМПЕТЕНЦИИ, ПРОЕКТЫ* (pp. 970-975).

