

- Figure 1 depicts a schematic diagram of the adaptive filter where there is a primary observed signal $x(n)$, which is a sum of interference $m(n)$ and the signal of interest $v(n)$. The reference signal is $r(n)$, which correlates with the interfering component $m(n)$.

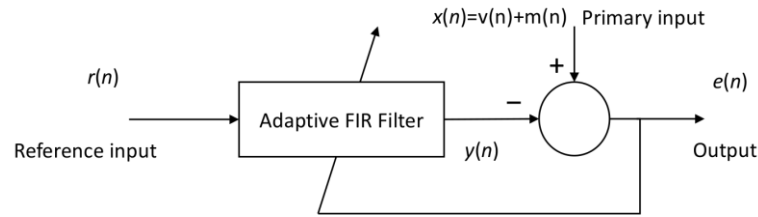
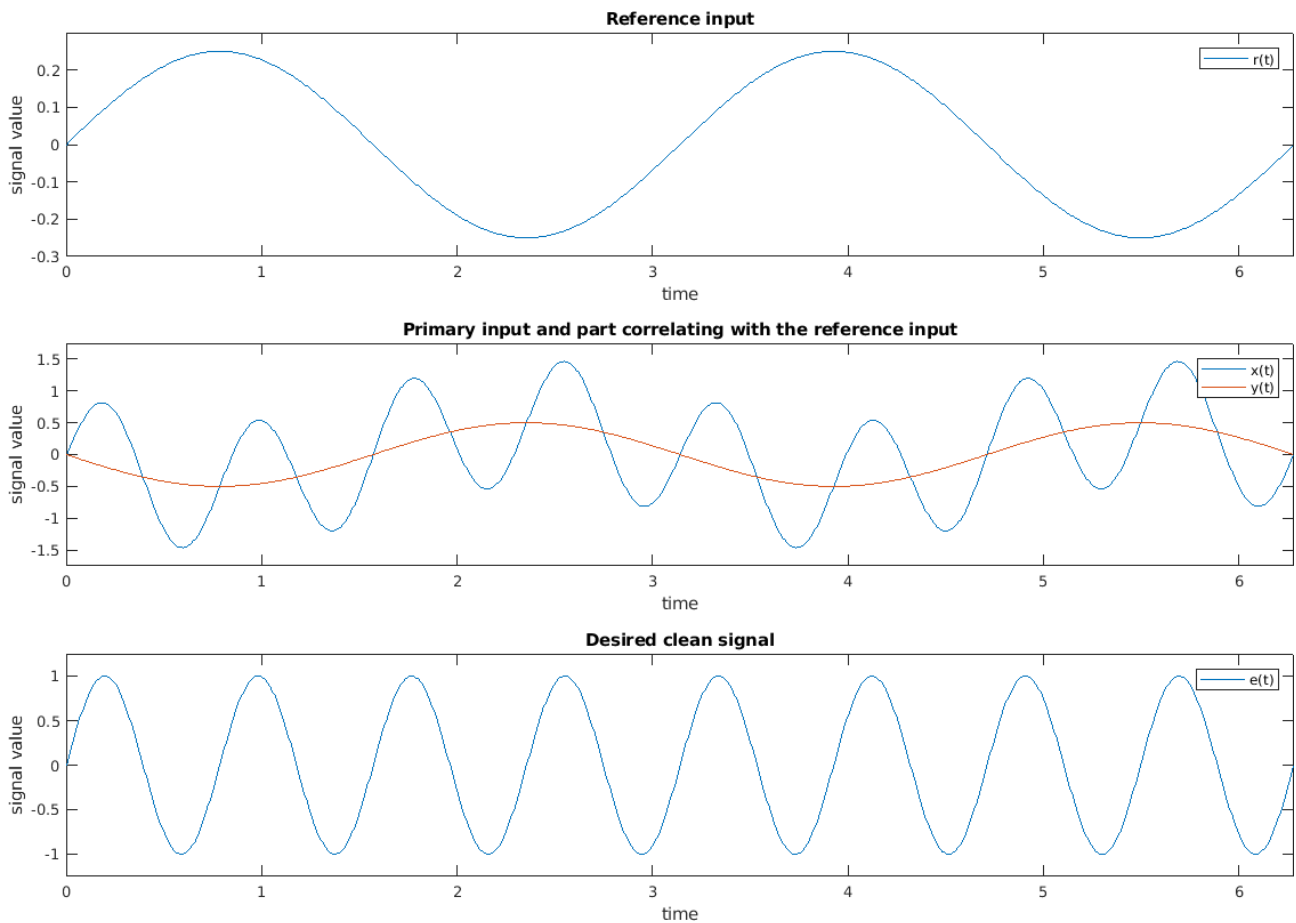


Figure 1. Schematic diagram of a generic adaptive filter

In this example, the filter length of the adaptive FIR filter is one. By considering filter coefficient w , the filter output can be written as: $e(n) = x(n) - w(n)r(n)$.

- With the help of the time signal plots and/or the table of several samples (n), figure out the optimal weight of the adaptive FIR filter. (3p)



n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t	0.0	0.6981	1.3963	2.0944	2.7925	3.4907	4.1888	4.8869	5.5851
r(t)	0.0	0.2462	0.0855	-0.2165	-0.1607	0.1607	0.2165	-0.0855	-0.2462
x(t)	0.0	-1.1352	-1.1558	-0.4330	-0.0206	0.0206	0.4330	1.1558	1.1352
y(t)	0.0	-0.4924	-0.1710	0.4330	0.3214	-0.3214	-0.4330	0.1710	0.4924
e(t)	0.0	-0.6428	-0.9848	-0.8660	-0.3420	0.3420	0.8660	0.9848	0.6428

- b. Describe an example **in detail** and with **illustrations** where adaptive filtering is used on a physiological signal. (3p)
2. Draw a block diagram representing the various steps in the Pan-Tompkins method to detect QRS complexes in ECG signals. Explain the purpose and nature of each step in the procedure. No equations are required in your answer to this question. Draw a schematic sketch of a noisy ECG signal including three cardiac cycles with noise, and illustrate how it is modified by each step. Explain in details how the result could be used to measure the heart rate of a patient. (6p)
3. You are given an ECG signal, which is very non stationary in nature (Figure 1). You should pick up automatically all the T waves for the further analysis. Develop an algorithm for that. Provide a block diagram of the system with details of the signal processing steps to be performed in each block. (6p)

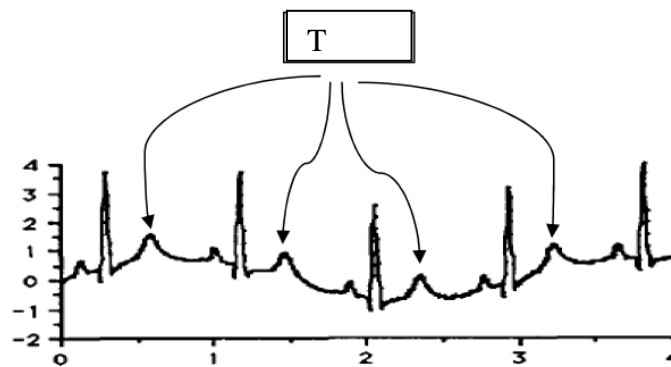


Figure 1. Noisy ECG signal. T waves, which represent the ventricular repolarization of the heart's electrical activity, are marked with the arrows.

1. Kuvassa 1 on kaaviokuva adaptiivisesta suodattimesta. Ensisijainen havainnoitu signaali $x(n)$ (primary input) on häiriösignaalin $m(n)$ ja kiinnostuksen kohteena olevan signaalin $v(n)$ summa. Referenssisignaali on $r(n)$ (reference input). Se korreloi häiriösignaalin $m(n)$ kanssa

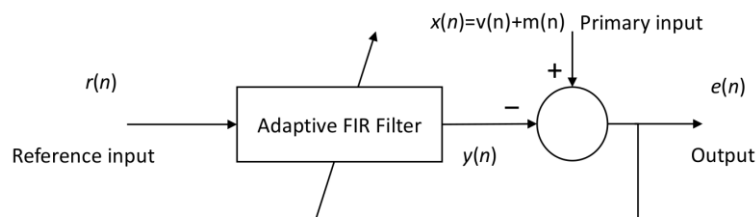
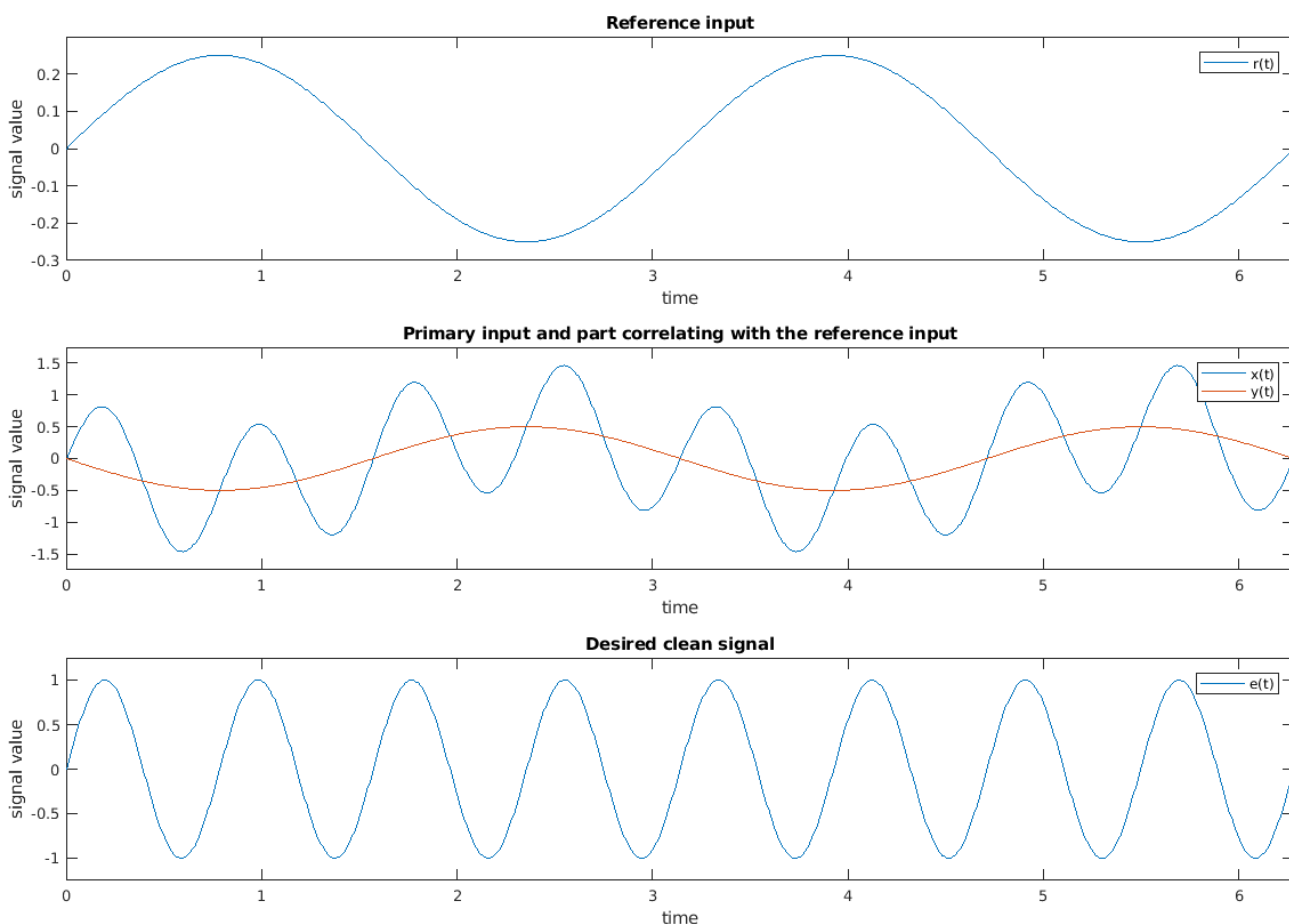


Figure 1. Schematic diagram of a generic adaptive filter

Tässä esimerkissä adaptiivisen FIR suodattimen pituus on 1. Ottamalla huomioon suodattimen kertoimen w , suodattimen ulostulo voidaan muotoilla seuraavasti: $e(n) = x(n) - w(n)r(n)$.

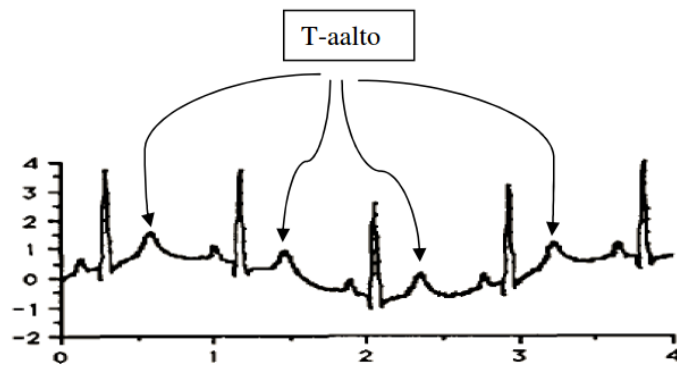
- a. Alla olevien aikaisignaali kuvien ja/tai useita näytteitä (n) sisältävän taulukon avulla, määritä optimaalinen adaptiivisen FIR-suodattimen painokerroin. (3p)



n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t	0.0	0.6981	1.3963	2.0944	2.7925	3.4907	4.1888	4.8869	5.5851
r(t)	0.0	0.2462	0.0855	-0.2165	-0.1607	0.1607	0.2165	-0.0855	-0.2462
x(t)	0.0	-1.1352	-1.1558	-0.4330	-0.0206	0.0206	0.4330	1.1558	1.1352
y(t)	0.0	-0.4924	-0.1710	0.4330	0.3214	-0.3214	-0.4330	0.1710	0.4924
e(t)	0.0	-0.6428	-0.9848	-0.8660	-0.3420	0.3420	0.8660	0.9848	0.6428

b. Kuvaile yksityiskohtainen esimerkki adaptiivisen suodattimen käyttämisestä fysiologisiin signaaleihin. Käytä apuna piirroksia. (3p)

2. Piirrä lohkokaavio, joka kuvaa Pan-Tompkins algorithmin eri vaiheet QRS-kompleksien etsimiseen EKG-signaalista. Selitä jokainen vaihe ja sen merkitys. Kaavoja ei tarvitse esittää. Piirrä luonnos häiriöisestä EKG-signaalista, joka sisältää kolme sydämen lyöntiä. Kuvaa kuinka signaali muuttuu jokaisessa PT-algoritmin vaiheessa. Selitä yksityiskohtaisesti kuinka tulosta voidaan käyttää potilaan sydämen lyöntitiheyden laskentaan. (6p)
3. Tutkittava EKG-signaali on luonteeltaan hyvin epästationaarinen (kuva 1). Signaalista halutaan poimia automaattisesti kaikki T-aallot jatkoanalyysiä varten. Kehitä tähän algoritmi. Piirrä systeemistä lohkokaavio ja selitä signaalin prosessoinnin vaiheet tarkasti lohkoittain. (6 p)



Kuva 1. Kohinainen EKG-signaali. Sydämen repolarisaation sähköistä aktiviteettia kuvaavat T-aallot on merkitty nuolilla.