

## 1, 2, 3, кодирај! – Научни осврт – Сигнал и информација

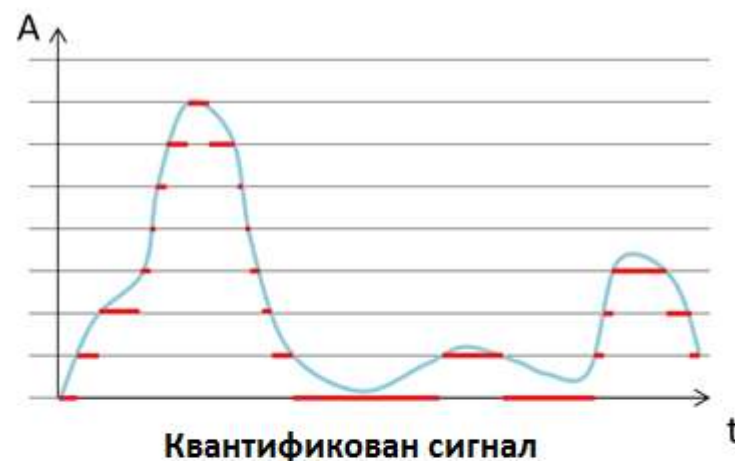
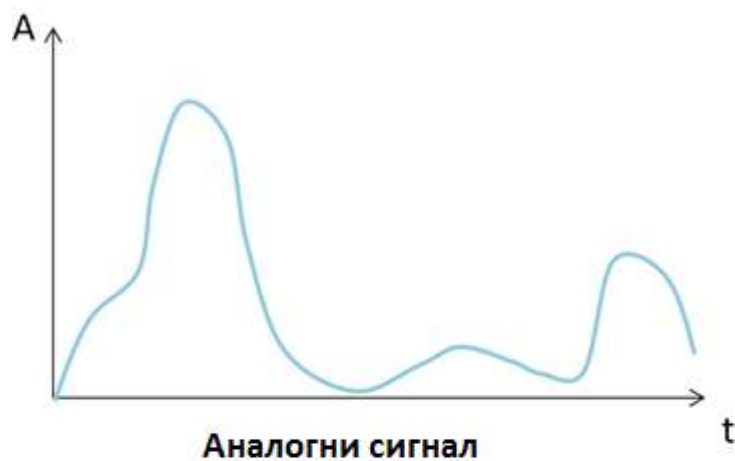
Сигнал, (од латинског *signum*), је носилац (или вектор) информације. Информацију преносе флукуације неке величине (најчешће физичке) генерисане неким феноменом (природним или технолошким).

Сигнале можемо класирати на различите начине:

Тип сигнала	Физички носилац
<p><b>Аналогни сигнал:</b> физички вектор континуално променљиве амплитуде у времену</p> <p><b>Нумерички сигнал:</b> физички вектор је дискретан (види даље)</p> <p><b>Логички сигнал:</b> вектор преноси само бинарну информацију, « истинито » или « лажно »</p> <p><b>Тактни сигнал :</b> сигнал којим се информације не преносе флукуацијом амплитуде него хронологијом флукуација (попут биглова метронома)</p>	<p><b>Звучни сигнал:</b> вектор је компресиони талас (звоно, бубањ...)</p> <p><b>Светлосни сигнал:</b> електромагнетни талас променљиве таласне дужине (боја), емисионе фреквенције, амплитуде ... (фар, звезда, бежични телеграф, семафор ...)</p> <p><b>Оптички сигнал:</b> вектор је, као и за светлосни сигнал електромагнетни талас, а информацију носи просторно расподељен светлосни флукс, слично као што се код слике само групом пиксела преноси информација, а не сваким пикселом појединачно (као код екрана видеа, димног сигнала, Шаповог телеграфа...)</p> <p><b>Електрични сигнал:</b> вектор се преноси електричним, електронским или магнетским материјалом (компјутер, хард диск, неурон ...)</p> <p><b>(Био)хемијски сигнал:</b> вектор је концентрација природних или вештачких молекула (хормони...)</p>

Коректна интерпретација неког сигнала (тј., декодрање информације коју носи) само уз претходни избор заједничке конвенције у вези емитера и пријемника. Међутим, сигнал се, и поред установљене конвенције, мора пре употребе обрадити на одговарајући начин. Назив « **обрада сигнала** » је прилично неодређен јер обухвата низ аспеката:

- **Дискретизација** аналогног сигнала се обавља због лакшег манипулисања (посебно његове дигитализације на некој дигиталној подлози). Дискретизација подразумева дељење сигнала на коначан број делова у једнаким интервалима ( у времену или простору), а затим и репрезентацију сваке од тих вредности тако да све оне чине неки коначан скуп могућих вредности. Коначно, ове вредности се кодирају, на пример у бинарном коду, да би биле доступне за обраду на некој машини.  
Понекад правимо разлику између просторне дискретизације (коју називамо « пикселизација »), и дискретизације амплитуде (« квантификација ») или временског (« узорковања »). Међутим, термин « узорковање » неодговарајућом језичком интерпретацијом подразумева следећа 3 аспекта при чему се, у сваком случају, узорци сигнала унапред сматрају периодичним.



*Етапе дискретизације (црвено) неког аналогног сигнала (плаво).*

- Сигнал се пре стокирања и трансмисије подвргава **компресији** (што је порука дужа то је и ризик за прављење грешек током њеног слања, трансмисије, пријема, стокирања или интерпретације сигнала већи). Методе компресије могу бити релаизована са и без губитка што зависи од крајње употребе. Тај

избор са и без губитка зависи од финалне употребе, типа информација (код слике је губитак прихватљив али не и код текста) и расположивог простора за стокирање/време трансмисије. Дакле, у питању је компромис.

- **Побољшање** квалитета врло често захтева одвајање информација (релевантних) од *фона* (паразитски део) који је инхерентан сваком физичком феномену. Међутим, апсолутна дефиниција фона не постоји, па су тако Penzias et Wilson, 1964 године, детектовали фон који је нарушавао размену радио сигнала у Беловој лабораторији који је био приписан траженом Великом праску у астрономији (било је то « микроталасно реликтно зрачење », за чије откриће су добили Нобелову награду). „Квалитет“ неког сигнала се врло често карактерише бројем « однос сигнал/фон ».
- **Интерпретација** дела релевантне информације зависи од њене употребе, па је тако код семафора битна само боја (црвена, зелена, жута) а не и интензитет светлости.

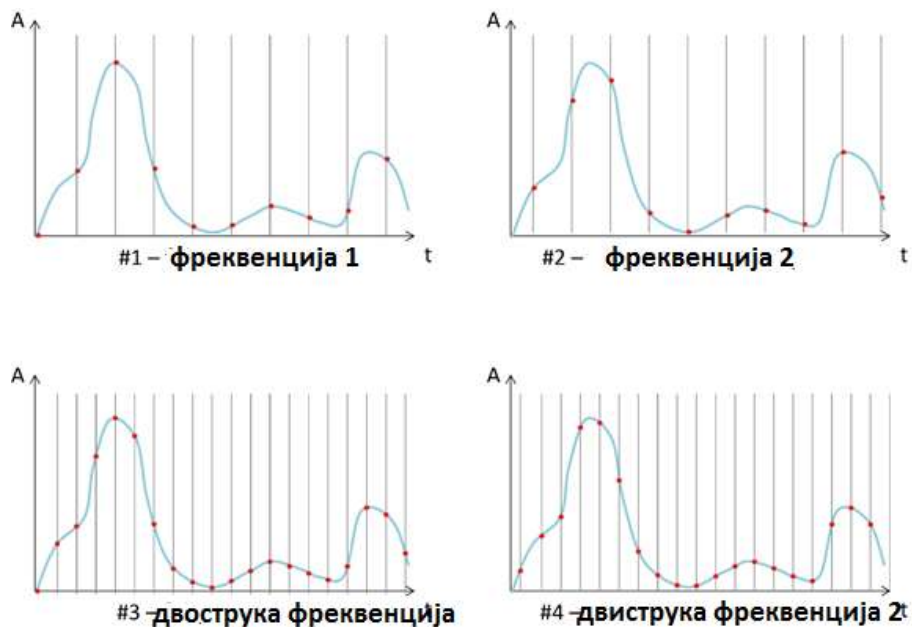
## Теорије информација (Shannon vs Kolmogorov)

Дигитализацију информација као дисциплину су установили Шенон и Колмогоров.

Шенон (Claude Elwood Shannon, чија стогодишњица рођења је прослављена 2016) је био генијални амерички инжењер и математичар. Паралелно са својим истраживањима на *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), радио је и у Беловим лабораторијама где је описао комуникацију између машина, уводећи, сада већ класичну шему « извор -> кодирање -> сигнала -> декодирање -> прималац ». Шенон је, 1948, уз помоћ свог колеге Weaver) дао « математичку теорију комуникације информација » (TMSI, која је касније названа « теорија информација »). Прецизно је, у циљу боље комуникације, описао да се у сигналу неке информације налази **redundancy** или **redundant** (вишак: број бита поруке минус број бита информације у поруци) и *фон* (уљези). Идеја је да се ограничи **redundant** (вишак), и поред постојања фона, да би порука била што краћа али и да се сачува информација.

Појам редунданте се лако илуструје у лингвистици, где је очигледно да смисао потиче од повезаности и избора речи, а не само од слова и слогова који их чине ... Уствари, « ctt phrs rst prftmnt strphnsbl » ( *ова фраза остаје потуно разумљива* ), јер ограничавањем редунданте смањујемо величину поруке.

Фон је нека врста деградације сигнала коју намећу физичка ограничења инхерентна комуникацији, јер информација је више замагљена, у најгорем случају изгубљена ( у том случају, редунданта може и поред негативног импакта фона да понуди писту за корекцију грешака). Шенон је у вези с тим доказао да се квалитет дигитализације осигурава тако што ће корак код узорковања бити два пута мањи од најмањег мотива информације.



*Илустрација Шенонове теореме са узорковањем исте величине као мотиви које је потребно репродуковати (#1 et #2), могуће је знатно подценити пикове према центрирању узорковања (мања је основа код #1, главни пик је снижен код #2) ; супротно, фреквенца код двоструког узорковања (#3 et #4), независно од центрирања узорака, сви пикови су увек добро представљени.*

Шенонова теорема може бити употребљена за разликовање фона и информације. Узимајући пример слике на екрану, види се да ако пиксел приказује информацију различиту од околних пиксела, то је вероватно фон. Јер ако два суседна пиксела имају исто понашање у неком другом окружењу, онда је вероватно реч о стварном мотиву.

Руски математичар Колмогоров (Andreï Nikolaïevitch Kolmogorov уз помоћ колега Solomonov и Chaitin) је 1960 предложио другачији приступ од Шенонове (TMC1) дајући « алгоритамску теорију информација ». Ова теорија настоји да квантификује и квалификује садржај информације неког скупа података, тј., да прикаже његову « комплексност ».

Узмимо пример описа доњег грба:

- Грб је жут и црвен
- Позлатом опточене четири вертикалне жуте и црвене пруге
- Жути грб ширине 90cm и висине 1m са црвеном вертикалном пругом 10cm са 10cm на левој ивици, и друго на 10cm десно од претходне, још једна на 10cm десно, и последња 10cm десно.
- Жути грб 90cm ширине и 1m висине са четири црвене вертикалне пруге од 10cm међусобног размака 10cm.



Опис #1 изгледа најкраћи (и мање комплексан), али је зато неодређен (много различитих грбова одговара овом опису). Опис #2 је резервисан за понавоце хералдике који би једино знали ово да интерпретирају. Иапк они не би могли да репродукују идентичан грб јер његове битне информације су у бројевима, боји и распореду фигура, а не у прецизирању величина с тачношћу центиметра.

Опис #3 је врло прецизан али дуг, комплекснији је од описа #1, и верно репродукује почетен мотиве. Опис #4 репродукује идентичне мотиве као у случају #3, али с мање речи, информација је комплексна, дакле само дужина описа није довољна да открије да ли је објект у питању комплексан или не. У примеру #4 налазимо порекло имена ове теорије јер тражимо најједноставнији алгоритам који ће омогућити репродукцију идентичну почетном мотиву. Дакле, поређењем ових различитих алгоритама можемо почети да класификујемо комплексност информација.

Понекад је у питању неки природни систем (на пример, нека звезда) па није могуће « одабрати » неку конвенцију с пријемником, односно човеком. Онда је у питању рад на научној **моделизацији** функционисања ове звезде да би се разумело које физичко стање придружити емитованом сигналу.