Sayısal Haberleşme

Sayısal haberleşme sistemi, kanallar ve avantajları

Orijinal not: Ders1.pdf

UYARI Bu belge, el yazısı ders notlarından Claude (Anthropic) yardımıyla dijitale aktarılmıştır. Yardımcı kaynak olarak hazırlanmıştır; hata veya eksik içerebilir. Lütfen orijinal notları ve ders kaynaklarını esas alın.

NOTICE *This document was transcribed from handwritten lecture notes with the help of Claude (Anthropic). It is meant as a supplementary resource and may contain errors or omissions. Always check against the original notes and official course material.*

Not: Orijinal dosyadaki basılı sayfalar (s. 2) dijitalleştirilmedi; yalnızca el yazısı sayfalar aktarıldı.

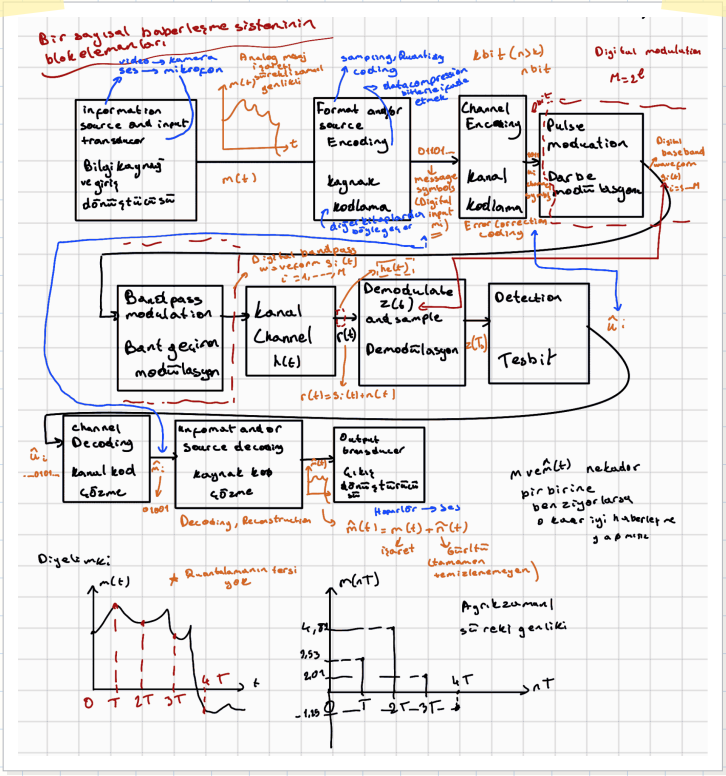
orj. s. 1

Sayısal Ders 1

Haberleşme: Bir mesajı bir vericiden bir veya birden fazla alıcıya ulaştıran işlem.

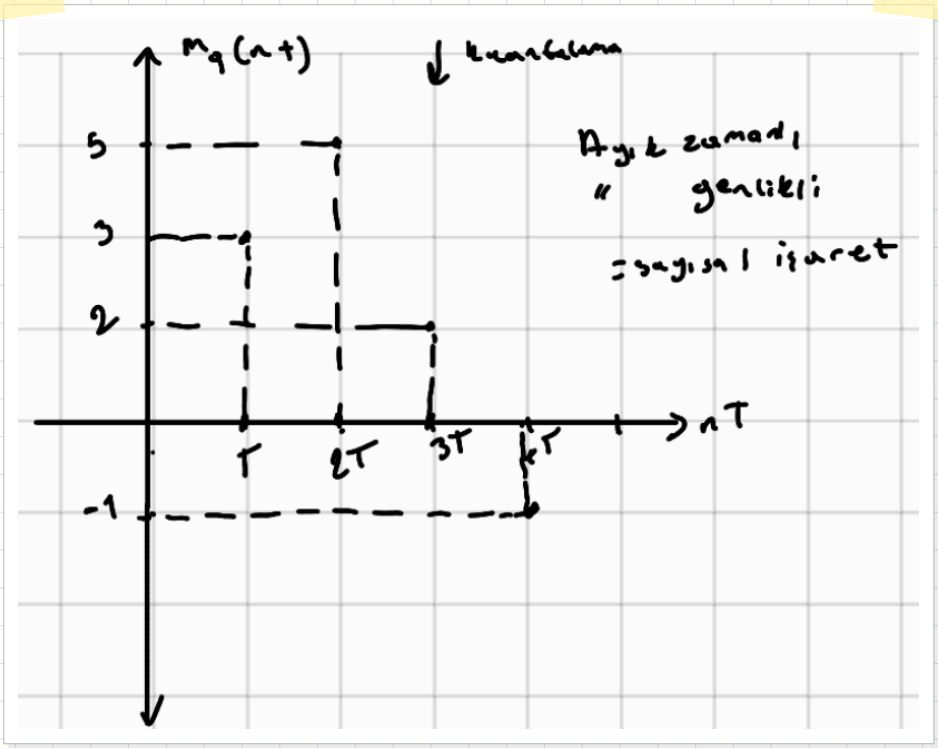
Sayısal işaret: Ayrıkzamanlı, Ayrıkgenlikli sinyal

Sayısal haberleşme: İşareti sayısal bir şekilde işleyip sonra kanaldan iletmeye denir. (Kanaldaki işaret yine Analogtur.)



orijinal çizim, s. 1

orj. s. 3



orijinal çizim, s. 3

genlik seviyelerin aralığı eşittir normalde

Kanal kodlaması
codeword (kod sözcüğü)

$\ell = 2$		$n = 3$
00	$\longrightarrow$	000
01	$\longrightarrow$	010
10	$\longrightarrow$	101
11	$\longrightarrow$	111

artık bitler ekleniyor

$\ell = 2$	$g_i(t)$	$M = 4$
00	$g_1(t) = -2A,$	$0 \le t \le T$
01	$g_2(t) = -A,$	"
10	$g_3(t) = A,$	"
11	$g_4(t) = 2A,$	"

Bandpass mod. M – phase Shift keying (PSK)

$$s_i(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}} \cos\left(2\pi f_c t + \frac{2\pi}{M}(i-1)\right), \quad 0 \le t \le T_s \qquad i = 1, \ldots, 2^\ell$$

$M = 4$

$\ell = 2$

$$
\begin{aligned}
00 &\quad \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}}\cos(2\pi f_c t) \quad , \quad 0 \le t \le T_s \\
01 &\quad \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}}\cos\left(2\pi f_c t + \frac{\pi}{2}\right) \quad , \quad " \\
10 &\quad \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}}\cos\left(2\pi f_c t + \pi\right) \quad , \quad " \\
11 &\quad \sqrt{\frac{2E_s}{T_s}}\cos\left(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{2}\right) \quad , \quad "
\end{aligned}
$$

orj. s. 4

Kanallar

Wireline (kablolu)

- Burulu çift (twisted pair) ~kHz
- Eş eksenli (coaxial) ~MHz
- Fiber cable 10^4–10^5 GHz
- Dalga kılavuzu (Waveguide) 1–100 GHz

Wireless (Telsiz)

RF, optik, sualtı kanalında akustik dalga

Alınan işaret:

$$r(t) = h(t) \circledast s_i(t) + n(t) \longrightarrow \text{Beyaz Gürültü (AWGN)}$$

$$h(t) = \delta(t) \Rightarrow r(t) = s_i(t) + n(t)$$

(kanal idealse)

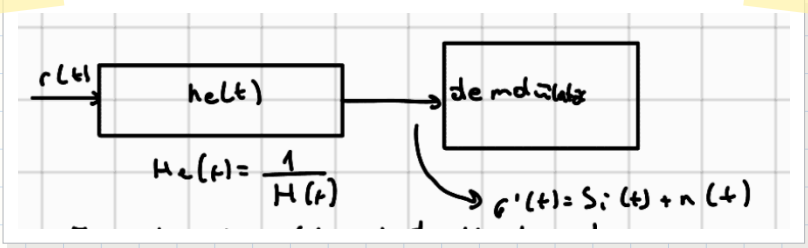
$$\xrightarrow{F} R(f) = H(f)S_i(f) + N(f)$$

Bozucu etkiler

- Gürültü (noise)
- Sönümleme (fading) (çarpımsal gürültü)
- kanal ideal değilse ($h(t) \neq \delta(t)$) → Genlik ve faz bozulması (Amplitude and phase distortion)
- Karışım (interference)
- Zayıflama (Attenuation)

$$\rightarrow r(t) = \underset{\text{sönümleme}}{a(t)}\, s_i(t) + n(t)$$

Telsiz haberleşmede buna çözüm ? *üretmek* gerekir



orijinal çizim, s. 4

Equalization (kanal denkleştirme)

Kablolu sistemlerde $h(t)$'yi ? giderebiliriz

⋆ Mihenk taşı: işaretin Gürültüye Oranı (İGO)
Signal to Noise Ratio (SNR)

$$SNR = \frac{P_m}{P_{\tilde{n}}}$$

⋆ Bit hata olasılığı (Probability of bit error) (Bit error rate)

$$\equiv P_b = \text{Prob}(m_i \neq \hat{m}_i) = f(SNR)$$

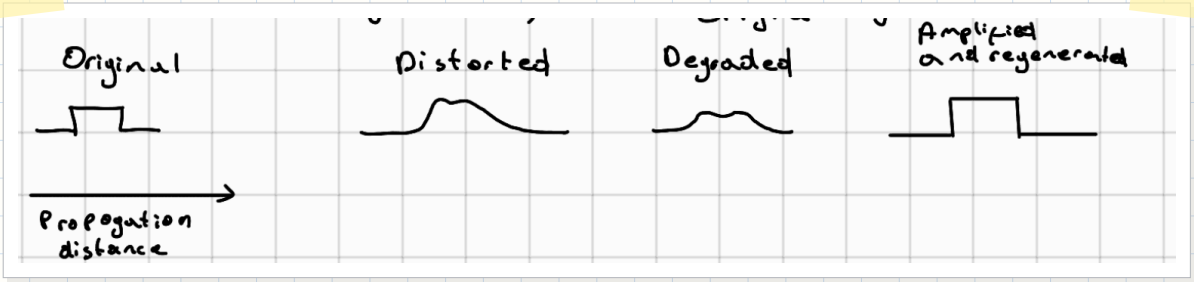
$$SNR \uparrow \Rightarrow P_b \downarrow \qquad \text{(Performans iyileşir)}$$

orj. s. 5

⋆ Kısıtlı kaynaklar: B ve Güç

Sayısal haberleşmenin avantajları

1) Yeniden üretme (Regeneration) ⋆ sayısal haberleşmenin en iyi avantajı



orijinal çizim, s. 5

2) Digital circuits are more reliable, cheaper, more flexible

3) Better Signal processing (SP) ⟶ removing redundancy → less BW

Sayısal haberleşmenin dezavantajları

1) Intensive SP as compared to analog systems.

2) Synchronization is more complicated as compared to analog systems.

3) Nongraceful degradation:
When SNR drops below a certain threshold, the quality of service can suddenly change from very good to very poor. In contrast most analog communication systems degrade gracefully.