

情報理論 第1回
－ 講義の目的・通信のモデル化－
(教科書: 1章)

野崎 隆之

講義について (1)

担当

- 野崎 隆之 (本館 330 号室) e-mail:tnozaki@yamaguchi-u.ac.jp

オフィスアワー

- 金曜日 14:30-16:00

評価

- テスト + レポート

教科書

- 楫 勇一 (編著) 「情報・符号理論」 オーム社 , 2013

Moodle サイト

- <https://mdcs4s.cc.yamaguchi-u.ac.jp/moodle/course/view.php?id=17934>

スライド・レポート課題がアップロードされます

次回以降各自プリントアウトすること

講義について (2)

参考書

上のものほど易しいです .

- 1 小嶋 「はじめての情報理論」 近代科学社
- 2 横尾 「情報理論の基礎」 共立出版
- 3 植松 「イラストで学ぶ情報理論の考え方」 講談社
- 4 今井 「情報理論」 オーム社
- 5 坂庭 , 笠井 「情報通信理論」 コロナ社
- 6 小林 , 森田 「情報理論講義」 培風館
- 7 T. Cover, J. Thomas “Elements of Information Theory,” Wiley
(日本語版 : 「情報理論 基礎と広がり」 共立出版)

今日の目的と流れ

今日の目的

- 情報理論の概要を理解する
- 通信システムのモデルを理解する

今日の流れ

- 1 情報理論とは
- 2 通信システムのモデル化
- 3 情報源符号化の概要
- 4 通信路符号化の概要
- 5 今後の目標と流れ

1. 情報理論とは (1)

情報理論 \approx 情報伝達の理論

主たる問題

- いかに効率的に (早く) 情報を伝達するか？
⇒ データ圧縮 (**情報源符号化**)
(送るデータの長さを減らせば早く送れる)
- いかに正確に 情報を伝達するか？
⇒ 誤り制御 (**通信路符号化**)
(通信における誤り・雑音への対策)

創始者

クロード・E・シャノン

“A Mathematical Theory of Communication” (1948)
(日本語訳：植松「通信の数学的理論」ちくま学芸文庫)



1. 情報理論とは (2)

なぜ情報理論を学ぶのか？

- 通信は古くから続く技術 (ex: のろし)
⇒ 人がいる限り使われる技術
- 理論は不変 (cf: 最新技術)
- 様々な応用先
- おもしろい (数学 + 工学)

2. 通信システムのモデル (1)

通信

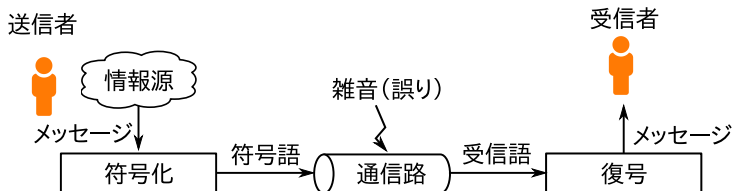
(距離的に) 離れた相手に情報を伝える技術
(ex: 手紙, 電話, 放送, 無線 etc ...)

記録

(時間的に) 離れた相手に情報を伝える技術
(ex: CD, HD, フラッシュメモリ etc ...)

- ⇒ 本質的にどちらも同じ技術
- ⇒ 同じモデルで記述できる

2. 通信システムのモデル (2)



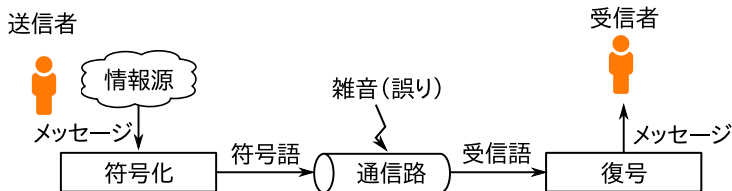
送信者 情報の送り手

受信者 情報の受け手 (ex: 人・コンピュータ etc)

情報源 情報の発生源 (ex: 映像, 音声, 文字 etc)

メッセージ 情報源から出てくる “情報”

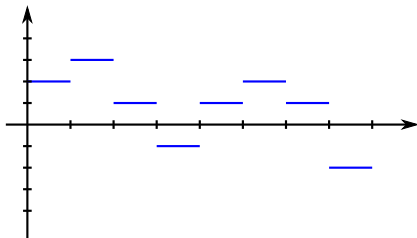
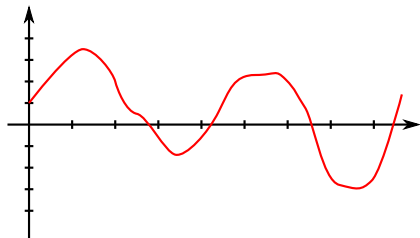
2. 通信システムのモデル (3)



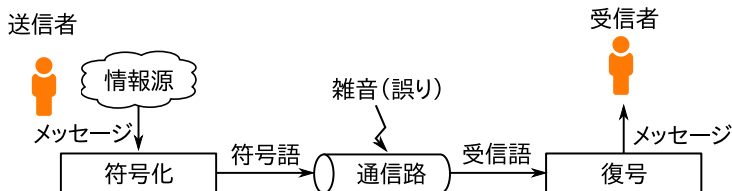
情報源の種類

アナログ情報源 連続的な値をとる

デジタル情報源 離散的な値をとる



2. 通信システムのモデル (4)



通信路

送信者と受信者の間のデータの通り道

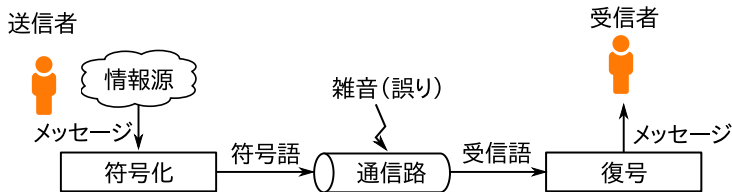
アナログ通信路 入力・出力のいずれかが連続的な値をとる

デジタル通信路 入力・出力ともに離散的な値をとる

二元通信路 入力の値が2種類 (0 か 1)

(Note: 出力は離散的でも連続的でもよい)

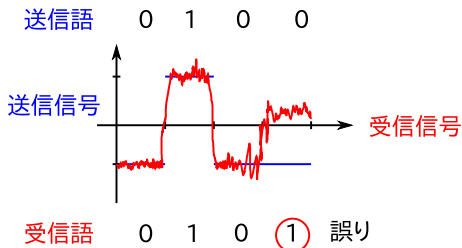
2. 通信システムのモデル (5)



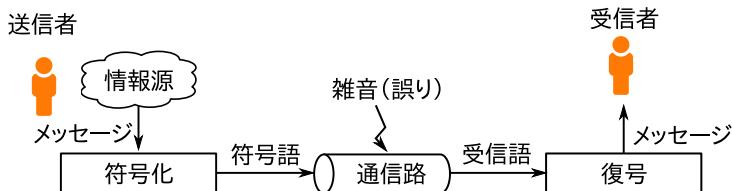
雑音と誤り

雑音 送信信号に確率的に付加されるもの
(ex: 外部電波, 熱雑音, CD の傷 etc)

誤り 雑音によって引き起こされるシンボルの変更



2. 通信システムのモデル (6)



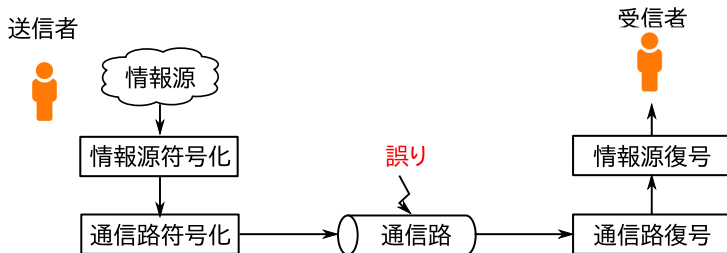
符号化 メッセージを送る前にする処理

復号 メッセージを受けた後にする処理

符号器 符号化する装置 (encoder)

復号器 復号する装置 (decoder)

2. 通信システムのモデル (7)



情報源符号化 データ圧縮

通信路符号化 誤りへの耐性を与える

3. 情報源符号化法の概要 (1)

(目的) メッセージをなるべく短くしたい!

例: 英文の二酸化

入力 (メッセージ): $\{A, B, C, \dots, Z, _ \}$ の系列

出力 (符号語): $\{0, 1\}$ の系列

情報源からメッセージが確率的に生じる

符号語 符号化した後の系列

符号語長 符号語の長さ

符号 メッセージと符号語の対応

3. 情報源符号化法の概要 (2)

(例) 情報源符号化

アルファベット	符号語
A	0
B	10
C	11

B の符号語 10

B の符号語長 2

符号化と復号 (板書)

(評価指標) 平均符号語長

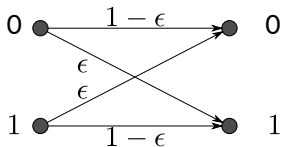
1つのメッセージを送るのに必要な符号語長の期待値
(平均符号語長が短ければ短いほどよい)

⇒ どのようにアルファベットと符号語を対応付ければ良いのか?

4. 通信路符号化法の概要 (1)

(目的) 誤りのある通信路で誤りなく通信したい!

通信路モデル



確率 ϵ で 0 と 1 が誤る

4. 通信路符号化法の概要 (2)

(最も簡単な解決法) 繰り返し符号

符号化： メッセージを何回も繰り返して送る

復号： 受信結果の多数決

(例) 符号長 3 の繰り返し符号

符号化： $0 \Rightarrow 000, 1 \Rightarrow 111$

復号： 受け取ったシンボルの内多い方であると判定

\Rightarrow 1 つの誤りまで訂正可能

(評価指標) 復号誤り率・伝送速度

- 復号誤り率： 誤って情報が伝わる確率
(0 に近づきたい)
- 伝送速度： (元のメッセージの長さ) \div (符号長)
(大きい方が良い)

5. 今後の目標と流れ (1)

生じる疑問と今後の目標

- 1 どうやったら効率よくデータ圧縮できるか?
⇒ 情報源符号化法
- 2 データ圧縮の限界は?
⇒ 情報源符号化定理
- 3 どうやったら通信路の誤りを効率的に訂正できるか?
⇒ 通信路符号化法
- 4 復号誤り率を低く保ったまま、どこまで伝送速度を上げられるか?
⇒ 通信路符号化定理
- 5 そもそも情報の価値をどうやって数値化するのか?
確率の不確かさをどうやって数値化するのか?
⇒ 情報量・エントロピー

5. 今後の目標と流れ (2)

今後の流れ

第2回 情報量とエントロピー (1) [2章・3章]

第3回 情報量とエントロピー (2) [4章・5章]

第4回 情報源符号化の基礎 [6章・7章]

第5回 情報源符号化と情報源符号化定理 [6.4節, 8章, 9章]

第6回 通信路モデルと通信路容量 [11章, 14.2節, 14.3節]

第7回 通信路符号化と通信路符号化定理 [12章, 13.4節, 14.4節]

第8回 試験

今日のまとめ

通信モデルと用語

