

情報通信と符号化

韓 承鎬

電気通信大学

第一回目

講義紹介

科目情報

- 科目名：情報通信と符号化
- 英文授業科目名: Introduction to Information Theory and Coding
- 単位数：2 単位
- Web: <http://hanlab.jp/lecture>

講師情報

- 氏名：韓 承鎬（ハン スンホ）
- 居室：西 2-811
- 電話：042-443-5148
- E-mail: han.ic@uec.ac.jp

講義情報

- 時間：水曜・七限 (19:30 ~ 21:00)
- 教室：西 5-101

講義主題

- デジタル通信システムの構成と各部分の役割
- 雑音環境での信号受信
- アナログ信号のデジタル化 (標本化定理)
- 変調と多重化
- 情報源と通信路符号化

目標

- 1 デジタル通信システムの構成と役割が説明できる。
- 2 通信信号の周波数領域表現について理解できる。
- 3 標本化定理を応用でき、量子化誤差の定量評価ができる。
- 4 振幅、周波数、位相変復調方式と多重アクセス方式の基本原則を把握する。
- 5 AWGN 通信路での最適受信原理を理解する。
- 6 簡単な情報源と通信路符号化の操作ができる。

履修を前提とする科目

「基礎微分積分学第一」、「基礎微分積分学第二」、「ベクトルと行列第一」、「ベクトルと行列第二」、「応用数学 B」、「確率統計」

後続科目

「通信・ネットワーク」と「暗号情報セキュリティ」

参考資料

講義の内容に関する資料は講義前々日（月曜）までにホームページで公開する。

講義方法

- 講義の進行：主にスライド
- 受講：HP の資料を手元に用意

レポートの内容（最終成績の基本的な根拠）

- 1 配布する「課題」
- 2 自分の感想を記した「コメント」
- 3 各回講義内容の「要約」（前回欠席の場合）

レポートに関する要求

- 1 次回の講義開始前までに提出
- 2 2～3名でグループを作り議論するのは可
- 3 レポートの作成は必ず各自が独立で完成

レポート提出

- 1 場所：西2号館一階の韓宛てレポート提出箱（3番）
- 2 期限：次の講義の前々日（木）まで

成績評価と単位授与

- S (秀), A (優), B (良), C (可), D (不可) の五段階で評価
- 単位の授与条件: C 以上
- 各回の講義内容を把握し, レポートの課題を独立で完成できるレベルが C, およそ上位 5% を S
- 評価材料: 出席 + レポート (5 点満点)
- 出席: 「課題提出用紙」で集計
「課題提出用紙」以外 - 1 (やむを得ない理由でビデオ配信で受講した場合には講義の「要約」が適切であれば減点しない)
- レポート成績
 - 類似のレポートが存在する場合はすべて 0
 - 期限過ぎは講評前のみ - 1 で受理
 - 未提出の場合は - 2 点
 - 点数は次回の授業終了後に Web 上で公開

授業のスケジュール

情報通信の歴史と発展

政府にとって国家の統治上不可欠なもの

視覚と聴覚による通信

- ギリシャ：松明リレー
- アジア：狼煙台
- アフリカ：太鼓

腕木通信機

- 1790年、フランスの技師クロード・シャツプ（Claude Chappe）が考案
- 100年後、フランスは総距離4800kmをカバーする556の腕木信号局網を所有

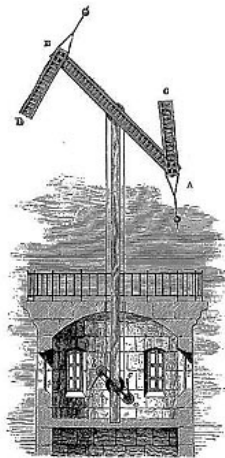
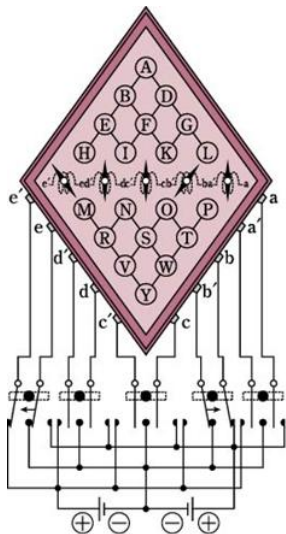


図: 腕木通信機

電信の発明

- 1831年、イギリスではマイケル・ファラデー (Michael Faraday) が電磁誘導の実験を行い、電磁場の基礎理論を確立
- 1836年、サムユエル・モールス (Samuel Finley Breese Morse) は人間の言葉を「トン」と「ツー」のわずか二種類の符号の組み合わせに置き換えて通信を行う電信機を開発し、改良を加えた上に1840年には特許を取得する
- 1837年、クックとチャールズ・ホイートストーン (Charles Wheatstone) は五針電信機の特許を取得
- 1839年、にパディントン駅からウェスト・ドレイトンまでの間、約21kmにわたってグレート・ウェスタン鉄道 of 線路に五針電信機を敷設
- 1845年元日、モールスはワシントンから約64km離れた港湾都市ボルチモアとの間の電信開通式に参加



5針電信機

☒: 五針電信機

なぜモールスなの？

- 1845 年電信開通式での電文

“What hath God wrought!”

- 当初はモールス電信機は人気なかった
- 1830 年鉄道の普及とともに，1852 年のイギリスは全長 6500km の電信網を有する
- 遠距離伝送と，電信の商業化により通信文が多量になると，電流を「トン・ツー」と打つだけで伝送するモールス方式が有利になる
- 1963 年，宇宙にシンコム通信衛星を打ち上げ，全世界との即時通話を実現する際，ケネディ大統領は同じ言葉を最初のメッセージにする

海を越えた通信

- 1851年、イギリス人のジョン・ブレット (John Brett) によって英仏海峡のカレーとドーバー間約 50km に海底電線が敷設
- ドーバー海底ケーブルの敷設をきっかけにロイター通信が設立される
- 1857年、サイラス・フィールド¹ (Cyrus West Field) は大西洋横断ケーブルの敷設に挑戦
- 1858年、ケーブル敷設するが、二ヶ月後には通信ができなくなる
- 1866年、海底電信の大西洋横断に成功

¹John Steele Gordon, *A thread across the ocean: the heroic story of the transatlantic cable*, Walker & Co, 2002.

電話の発明

文字よりも手っ取りばやい音声そのものの伝達手法を欲しがっていたが、当時の物理学者や電気学者の大勢は、周波数の高い人間の声を電気を使って伝達することに否定的

- 聾者教育に従事していたアレクサンダー・グラハム・ベル (Alexander Graham Bell) は、28歳の時羊皮紙をぴんと張り、鉄心に電線を巻いたコイルを接続して、送話器とする電磁石式電話機—「絞首台電話機」を発明し、1876年に特許を申請
- アメリカ建国100周年を祝う建国記念博覧会に液体電話機を出品
- 1877年、はボストン—ニューヨークの間に電話が開通
- 1878年、エジソンが炭素を使って送話器の性能を飛躍的に向上させ、電話の普及は一段と早まる

無線通信の出現

- 1887年、ドイツの物理学者ハインリヒ・ルドルフ・ヘルツ (Heinrich Rudolf Hertz) が電磁波の存在を実験的に証明
- 1896年、イタリアの物理学者グリエルモ・マルコーニ (Guglielmo Marconi) は、電気火花による電磁波でモールス符号を送る無線通信を発明
- マルコーニに1年先立って、ロシアのPopovが無線通信に成功するが、自国のロシア政府への献策が入れられなかった
- マルコーニはイタリアで彼の成果に興味を持つ者は少ないと、時第一の工業国の英国に渡り事業化に成功
- 1901年、大西洋横断を果たす
- 1906年には発明王エジソンの助手をしていたレジナルド・オーブリー・フェッセンデン (Reginald Aubrey Fessenden) が無線電話を発明

信号のデジタル化

- 人間の音声の周波数範囲：50Hz ~ 20kHz
- 電話回線での周波数範囲：300Hz ~ 3400Hz
- 電気信号は伝送中に熱雑音が加わったり，途中で波形がゆがんだりする．
- 1937年，イギリス人リープス（Alec Harley Reeves）は，アナログ信号をデジタル信号に変換するPCM（pulse code modulation）の理論を完成し特許を取得

処理と通信のデジタル化

- 1946年、重量30トン、長さ30mの世界最初の電子計算機² エニアク(ENIAC)が誕生
- 1948年、ベル電話研究所のウィリアム・ショックレイ(William Bradford Shockley Jr.)が、トランジスタを発明
- 1959年、集積回路IC(Integrated Circuit)が出現し、LSI(Large Scale IC)時代に突入する
- 1948年、クロード・シャノンが情報理論の学問分野を確立
- 1969年、ARPANET(Advanced Research Projects Agency Network)開発始る

²映画: The Imitation Game(イミテーション・ゲーム/エニグマと天才数学者の秘密), 2015.

デジタル通信方式の利点

- 保存が容易
- 軽度の損傷は修復可能
- 処理が容易
- 処理中の品質劣化が起こらない