2011年後期
通信伝送工学

講義概要

阪口 啓
sakaguchi@mobile.ee.titech.ac.jp

2011年10月4日

講義背景

我々が普段利用している携帯電話の

iPhone 3G

- 情報伝送レートは？

  データ伝送： 14Mbps

  音声通信： 12.2kbps

FOMA NM706i

- 通信方式は？

  アクセス方式：WCDMA

  変調方式： デジタルQPSK

  WCDMA： Wideband Code Division Multiple Access
  QPSK： Quadrature Phase Shift Keying

講義概要

■ 講義の目的

情報通信のための変復調やフィルタなどのディジタル伝送技術、
および通信する情報の定量化のための情報理論を理解する。

■ 関連科目

推奨事前履修科目：

フーリエ変換およびラプラス変換（3学期）、応用確率統計（4学期）

平行履修科目：

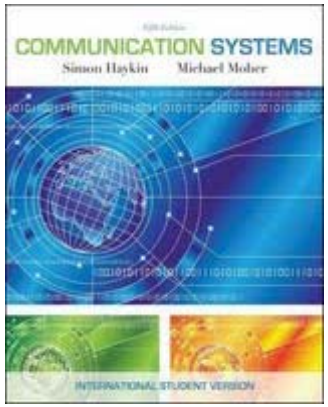
ディジタル信号処理（6学期）、電気電子工学実験第4（6学期）

今後の推奨科目：

波動伝送工学及び電波法（7学期）、無線通信システム（7学期）

教科書

■ 教科書



Simon Haykin & Michael Moher,

Communication Systems 5th Edition,

John Wiley & Sons, 2010

- 通信システムに関する入門的教科書
- 世界的なバイブルとして用いられている

教科書目次

Communications Systems

章	内容	備考
1	序章	
2	フーリエ変換と信号理論	部分的に範囲内
3	振幅変調	主要範囲
4	位相変調と周波数変調	主要範囲
5	確率過程	主要範囲
6	アナログ変調における雑音	範囲外
7	アナログ信号の離散表現	主要範囲
8	基底帯域パルス伝送	主要範囲
9	帯域通過ディジタル伝送	主要範囲
10	情報理論と誤り訂正	主要範囲

講義スケジュール前半

	日付	教科書	内容
第1回	10月4日	1	通信伝送のモデルと具体例
第2回	10月11日	10.1 – 10.3	情報理論1：情報源符号化
第3回	10月25日	10.4 – 10.5	情報理論2：データ圧縮
	11月1日		休講
第4回	11月8日	10.6 – 10.7	情報理論3：通信路容量
第5回	11月15日	10.8	情報理論4：通信路符号化
第6回	11月22日	10.10 – 10.11	情報理論5：誤り訂正符号
	11月29日		中間試験

講義スケジュール後半

	日付	教科書	内容
第7回	12月6日	5.5, 5.6, 5.8	ディジタル伝送1：確率過程
第8回	12月13日	5.7, 5.9, 5.10	ディジタル伝送2：線形システム
第9回	12月20日	7.1 – 7.6	ディジタル伝送3：パルス伝送
第10回	1月10日	8.2	ディジタル伝送4：最適受信機
第11回	1月17日	5.9 – 5.10, 8.3	ディジタル伝送5：雑音による誤り
第12回	1月24日	9.1 – 9.3	帯域通過伝送1：BPSKの変復調
第13回	1月31日	9.4	帯域通過伝送2：QPSKの変復調
	2月7日		期末試験

成績評価

■ 成績評価

演習レポート（20点）:　毎回の講義終了後出題

中間試験（40点）:　2011年11月29日(火)を予定

範囲は情報理論の基礎

期末試験（40点）:　2012年2月8日(火)を予定

範囲は確率過程およびディジタル伝送

■ 補足資料

OCW-iよりダウンロード

講義前に必ずチェックし印刷持参のこと

2011年後期
通信伝送工学

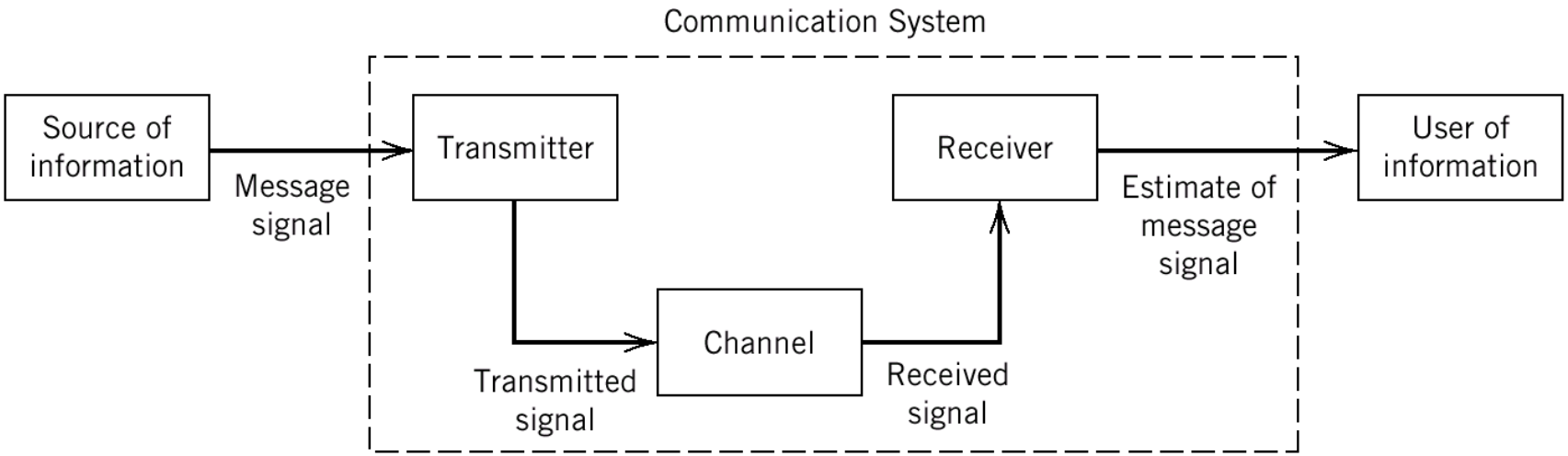
第1回　通信システムの概要
通信伝送のモデルと具体例

阪口 啓 sakaguchi@mobile.ee.titech.ac.jp

2011年10月4日

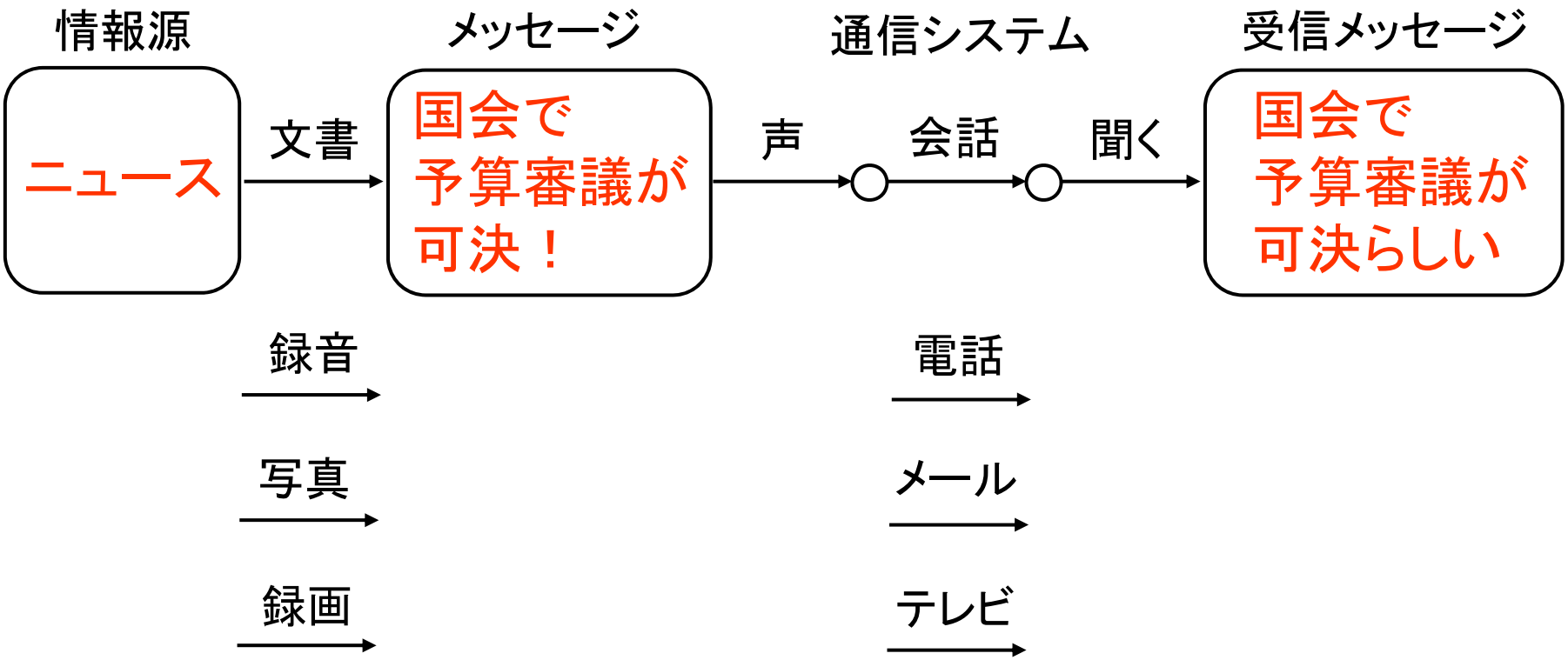
通信のプロセス

通信　＝　情報を複数のプロセスを経て伝送すること



1. 情報源からメッセージ信号を生成
2. メッセージ信号を通信路媒体に適した送信信号に変換（変調）
3. 送信信号を通信路を介して受信側に伝送
4. 受信信号よりオリジナルのメッセージ信号を復元（復調）

通信プロセスの例


情報源
メッセージ
通信システム
受信メッセージ
ニュース
文書
国会で
予算審議が
可決！
声
会話
聞く
国会で
予算審議が
可決らしい
録音
写真
録画
電話
メール
テレビ

情報源とデータ圧縮

■ 情報源

ニュース、音声、音楽、画像、動画像、データ

⇩

ニュースの情報量ってどのくらい？

びっくりの度合いによる → エントロピー

例： コイントスの情報量 ＝ 1bit

■ データ圧縮

情報は情報量に応じてデータ圧縮可能（符号化）

例： 議員が集まり政治に関して議論する会議 ＝ 国会 （可逆）

非可逆なデータ圧縮 → JPEG, MPEG

通信路と通信のリソース

■ 通信路

無線： 空気振動、紙、光（色）、電磁波（地上）、電磁波（宇宙）

有線： ツイストペア、同軸ケーブル、光ファイバ、電力線

■ 通信のリソース

電力と周波数

例： 川の対岸に居る人との会話

⇩

離れれば離れるほど声が小さくなる → 声量（電力）の制限

対策： ゆっくり話す、何回か繰返し話す

→ 冗長性の負荷、誤り制御

変調

■ 変調

メッセージ信号を通信路媒体に適した送信信号に変換すること

連続波変調: 振幅変調、周波数変調、位相変調

パルス変調: パルス振幅変調、パルス幅変調、パルス位置変調

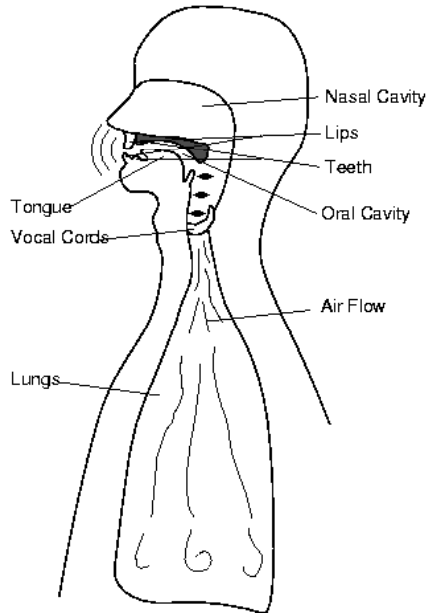
■ 声

メッセージ信号を空気振動に変換

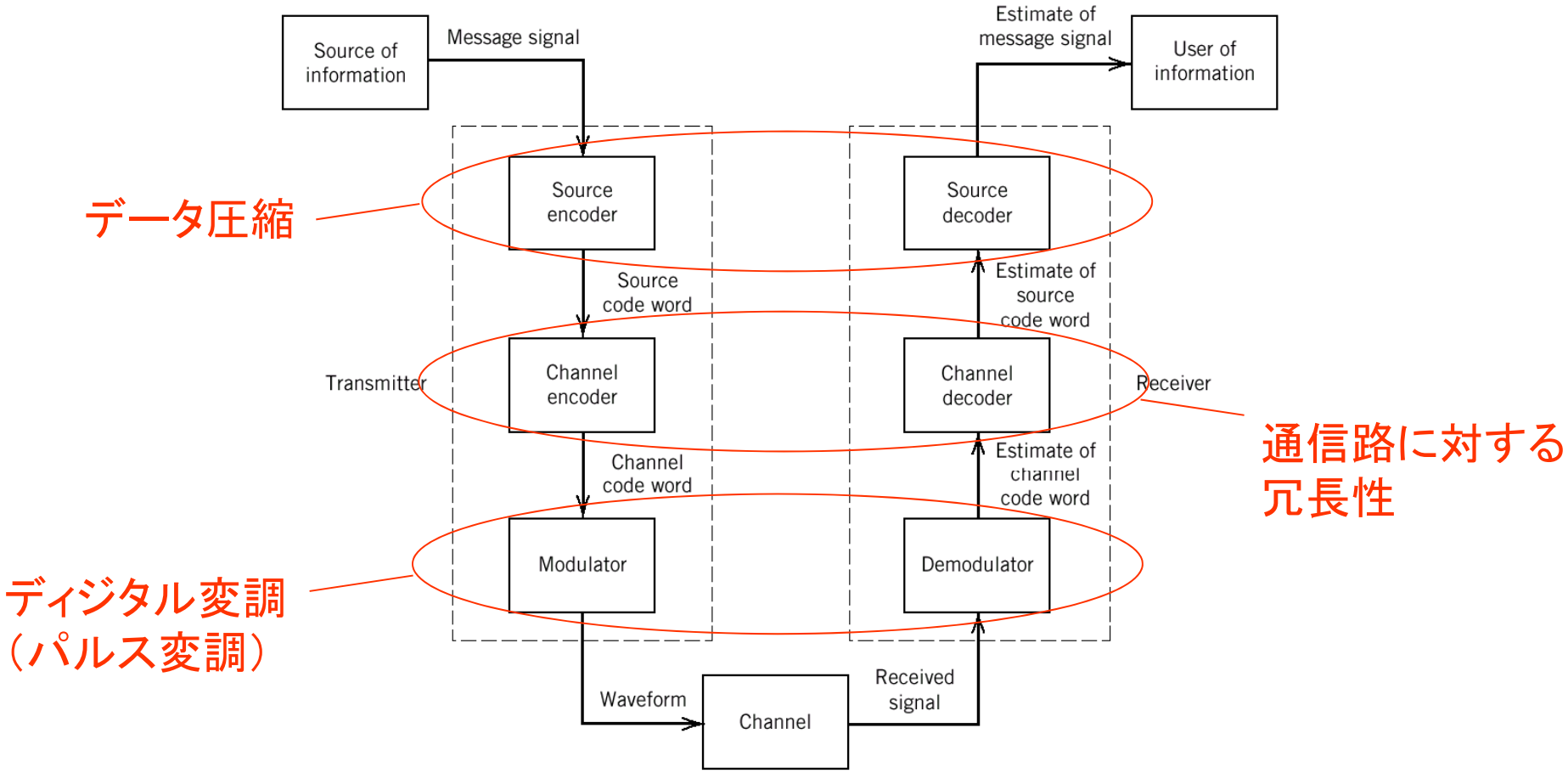
音源と声道

⇩

異なる周波数で独立のメッセージ
（和音、超音波）

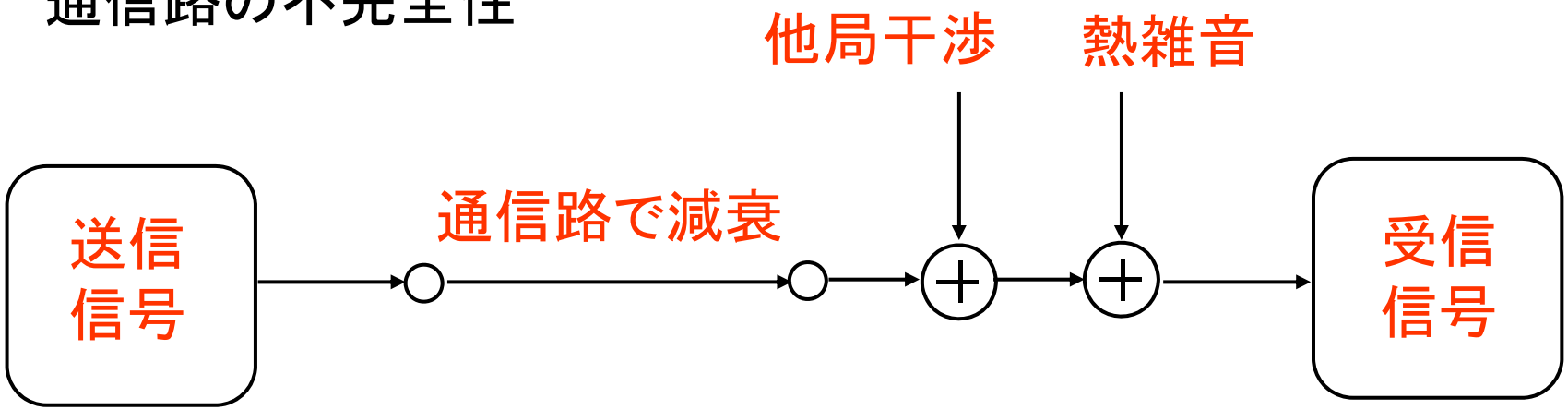


ディジタル通信システム



通信路の不完全性と通信路容量

■ 通信路の不完全性



■ 通信路容量

エラーフリーで通信できる最大の情報伝送レート

$$C = B\log_2\left(1+\frac{P_s g_h}{P_n}\right) \quad \text{[bits/s]}$$

受信SNR

B : 周波数帯域幅

P_s : 送信電力

P_n : 雑音電力

g_h : 通信路の利得

まとめ

通信　＝　情報を複数のプロセスを経て伝送すること

1. 情報源からデータ圧縮を介してメッセージ信号を生成

2. メッセージ信号を通信路媒体に適した送信信号に変換（変調）
   振幅、位相、周波数変調

3. 送信信号を通信路を介して受信側に伝送
   通信路による減衰、雑音

4. 受信信号よりオリジナルのメッセージ信号を復元（復調）
   通信路容量以下の情報量のメッセージはエラーフリーで通信可能