

第5回 音声周波数の分析

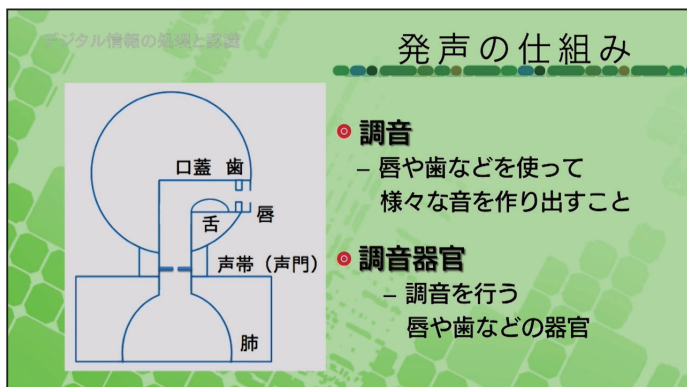
1



2



3



4



第5回 音声周波数の分析

5

デジタル情報の処理と認識

母音

- 声帯から出た音を口腔等で共鳴させて発声
- 声帯の振動を伴う有声音 ↔ 無声音
- 唇や歯で空気の流れを閉鎖したり狭めることなく発声される
- ある程度の時間発声し続けることができる
- 他の母音に連続的に変化させることができる

6

デジタル情報の処理と認識

子音

- 空気の流れを妨げることで生成する音

調音位置	唇		歯・歯茎		口蓋		声門
有聲・無聲	有聲	無聲	有聲	無聲	有聲	無聲	無聲
破裂音	b	p	d	t	g	k	
鼻音	m		n		ŋ		

7

デジタル情報の処理と認識

子音

- 空気の流れを妨げることで生成する音

調音位置	唇		歯・歯茎		口蓋		声門
有聲・無聲	有聲	無聲	有聲	無聲	有聲	無聲	無聲
破裂音	b	p	d	t	g	k	
鼻音	m		n		ŋ		

8

デジタル情報の処理と認識

子音

- 空気の流れを妨げることで生成する音

調音位置	唇		歯・歯茎		口蓋		声門
有聲・無聲	有聲	無聲	有聲	無聲	有聲	無聲	無聲
破裂音	b	p	d	t	g	k	
鼻音	m		n		ŋ		

デジタル情報の処理と認識（'22）

第5回 音声周波数の分析

9

デジタル情報の処理と認識

子音

調音位置	唇		歯・歯茎		口蓋		声門
有声・無声	有声	無声	有声	無声	有声	無声	無声
弾き音			r				
摩擦音		φ	z	s	ʃ	f	h
半母音	w				j		

10

デジタル情報の処理と認識

子音

調音位置	唇		歯・歯茎		口蓋		声門
有声・無声	有声	無声	有声	無声	有声	無声	無声
弾き音			r				
摩擦音		φ	z	s	ʃ	f	h
半母音	w				j		

11

デジタル情報の処理と認識

子音

調音位置	唇		歯・歯茎		口蓋		声門
有声・無声	有声	無声	有声	無声	有声	無声	無声
弾き音			r				
摩擦音		φ	z	s	ʃ	f	h
半母音	w				j		

12



第5回 音声周波数の分析

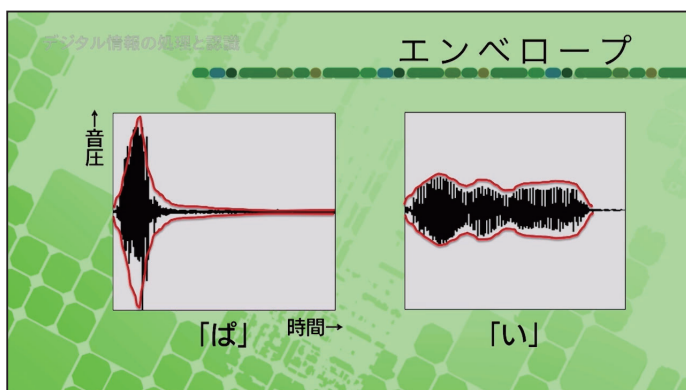
13

デジタル情報の処理と認識

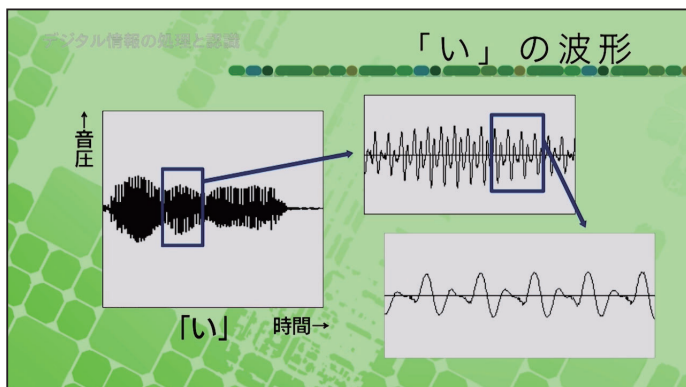
音素の識別

- 「あ」という音声は 大きな声で発声しても 小さな声で発声しても「あ」
- 高い声で発声しても 低い声で発声しても「あ」
 - ⇒「あ」や「お」といった音素の識別は 音声信号から主に音色の違いを抽出することで行うことができる

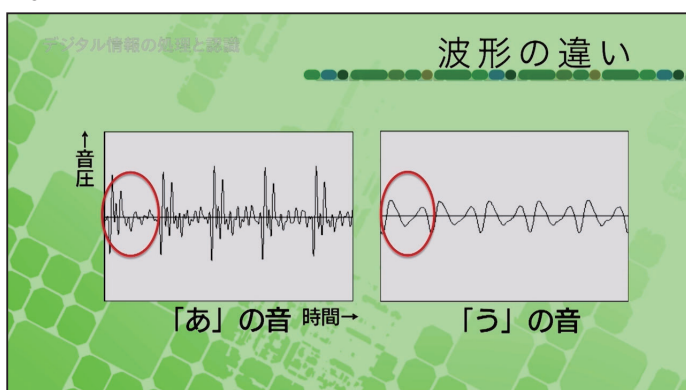
14



15



16



第5回 音声周波数の分析

17

デジタル情報の処理と認識

基音と倍音

- 基音：最も振動数の低い音
- 倍音：基音の整数倍の振動の音

18

デジタル情報の処理と認識

波形の違いの分析

- 波形をそのままの形で分析する方法
 - 自己相関関数
- 周波数分析
 - 信号を様々な周波数の三角関数等の和で表し
これにより与えられた信号にどのような
周波数の波が含まれているかを分析する

19

デジタル情報の処理と認識

自己相関関数

- 周期の抽出等を利用

$$g(a) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cdot f(x+a)$$

20

デジタル情報の処理と認識

自己相関関数

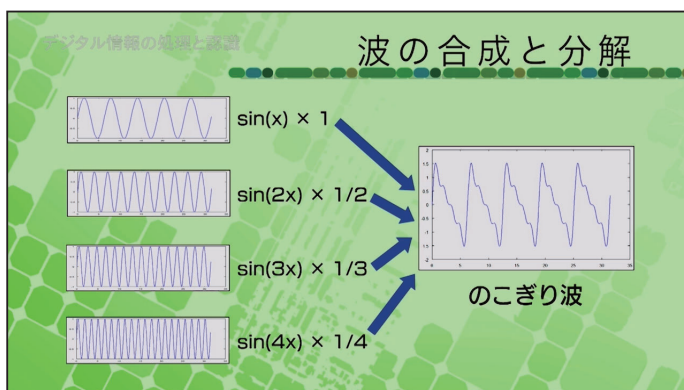
第5回 音声周波数の分析

21

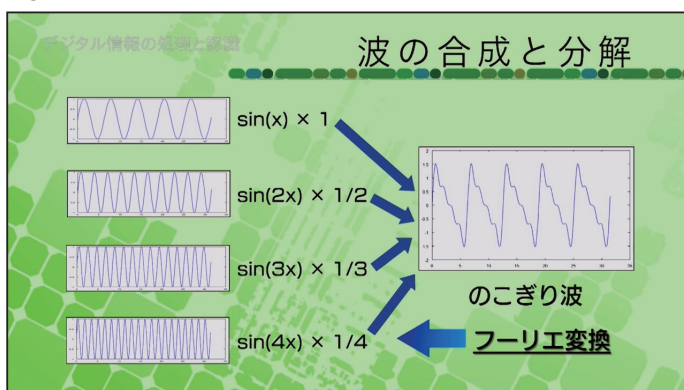
デジタル情報の処理と認識 波形の違いの分析

- ◎ 波形をそのままの形で分析する方法
 - 自己相関関数
- ◎ 周波数分析
 - 信号を様々な周波数の三角関数等の和で表し
これにより 与えられた信号にどのような
周波数の波が含まれているかを分析する

22



23



24

デジタル情報の処理と認識 フーリエ変換

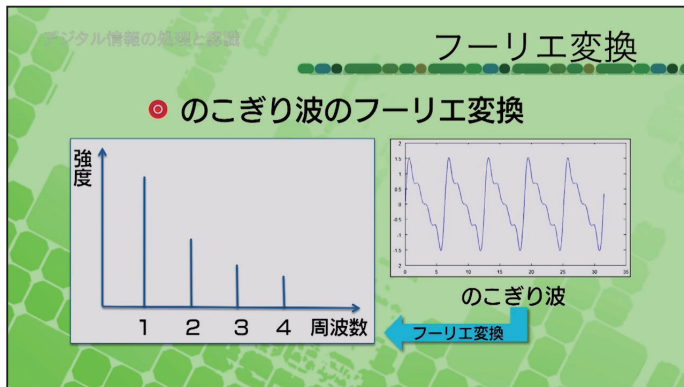
- ◎ 三角関数の和として表現した場合の成分の強度を求める
- ◎ フーリエ変換した結果は複素数となり
その絶対値は 周波数成分の強度を表す
- ◎ データ数が 2^n ならFFTを利用

$$F(u) = \sum_{x=0}^{L-1} f(x) e^{-2\pi i \left(\frac{ux}{L}\right)}$$

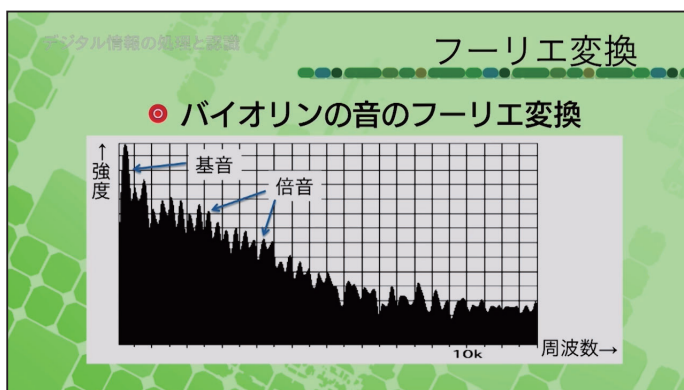
デジタル情報の処理と認識 ('22)

第5回 音声周波数の分析

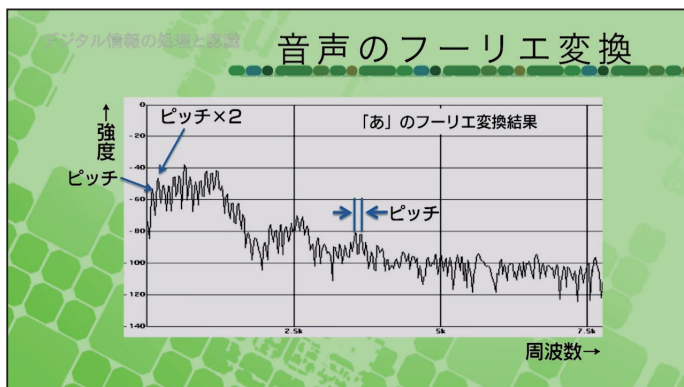
25



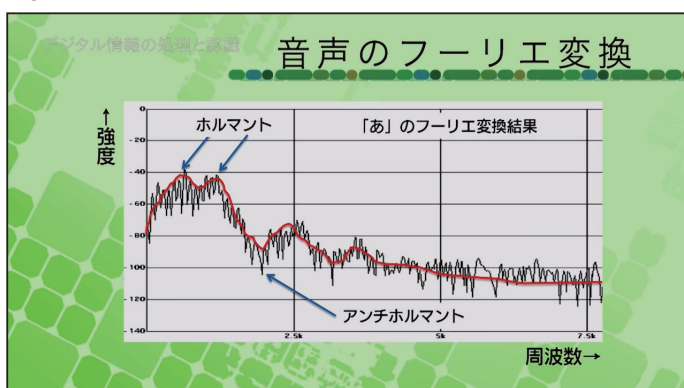
26



27



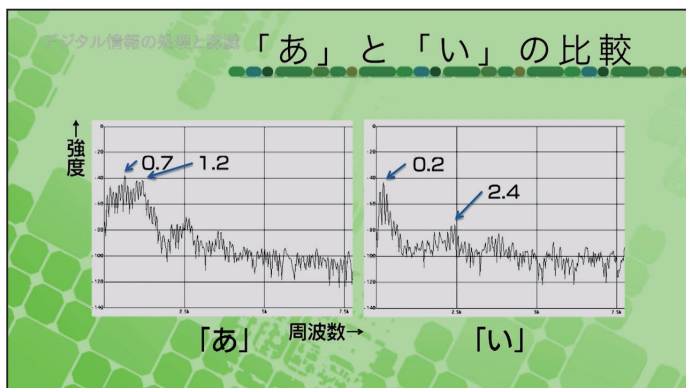
28



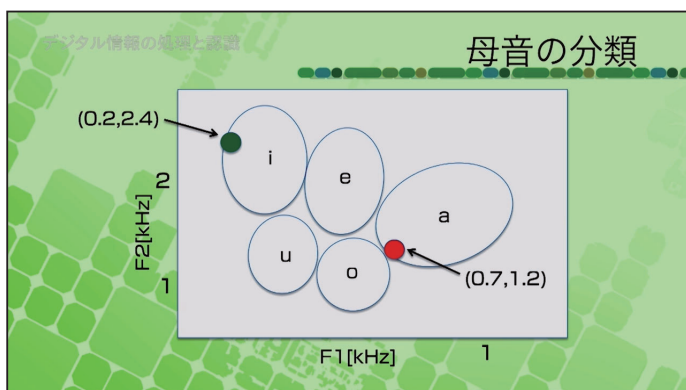
デジタル情報の処理と認識 ('22)

第5回 音声周波数の分析

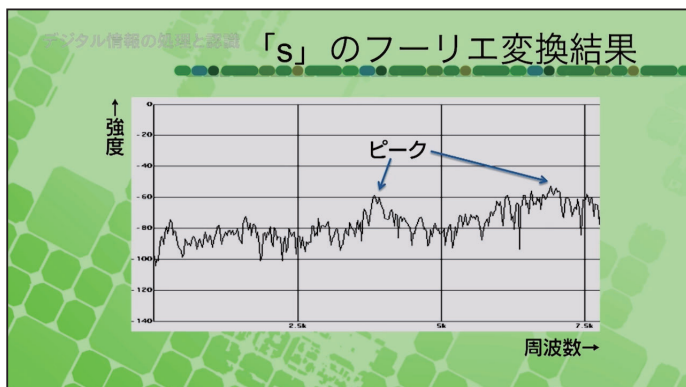
29



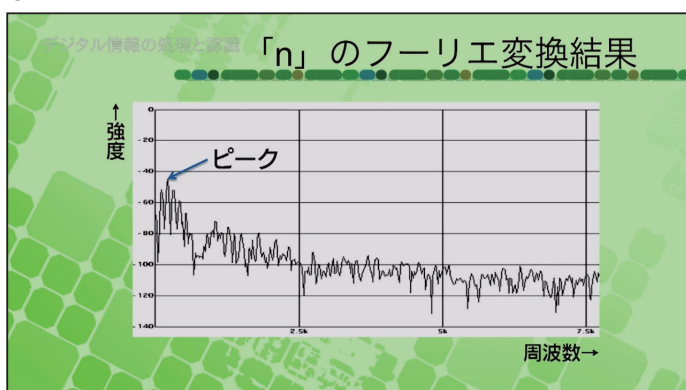
30



31



32



第5回 音声周波数の分析

33



34

デジタル情報の処理と認識 話者同定

- 「あいうえお」という音声は 発声する人が変わっても「あいうえお」と認識される
 - ⇒ 音声認識が 音声の中から人に依らない特徴を抽出して行われるため
- それ以外の部分には 個人に特有な特徴が含まれている ⇒ 話者同定

35

デジタル情報の処理と認識 話者同定

- 音声情報を使って個人を識別
- 話者同定に利用できる特徴
 - 声の大きさ
 - 話す速度
 - ピッチ（声帯の基本周波数）
 - 周波数スペクトル

36

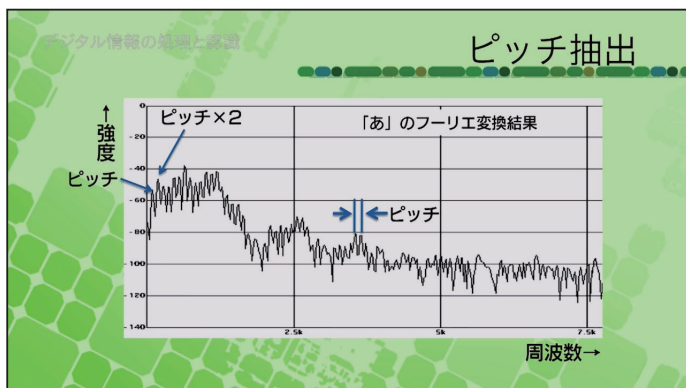
デジタル情報の処理と認識 話者同定

- 利用する特徴に望ましい性質
 - まわりの環境に影響を受けにくい
 - 意図的に変更しにくい
 - 他者が真似しにくい
 - 時間的に変わりにくい
- ⇒ ピッチ 周波数スペクトル

デジタル情報の処理と認識 ('22)

第5回 音声周波数の分析

37



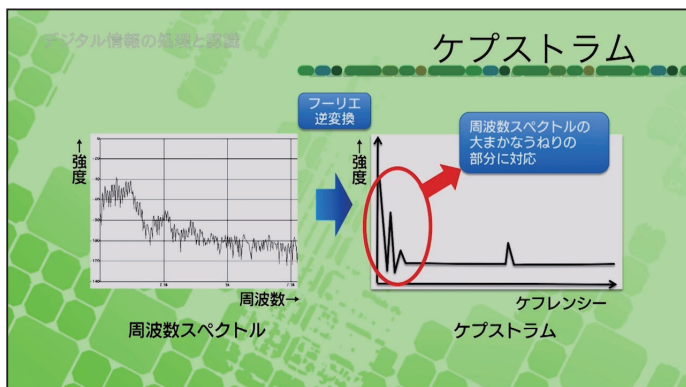
38

デジタル情報の処理と認識

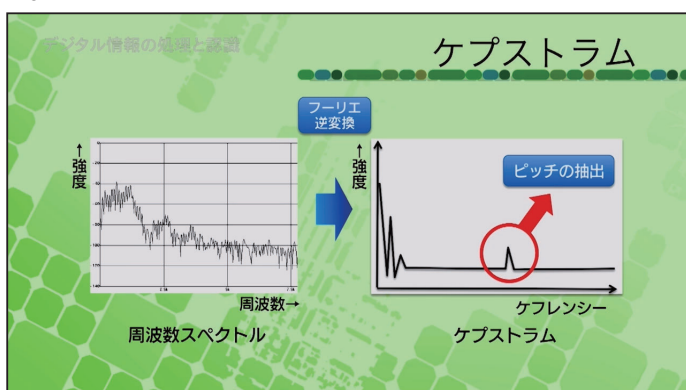
フーリエ逆変換

- フーリエ変換の逆変換がフーリエ逆変換
- 音の波形をフーリエ変換すると
その結果は複素数
- その結果をフーリエ逆変換すると
もとの音の波形に戻ることができる

39

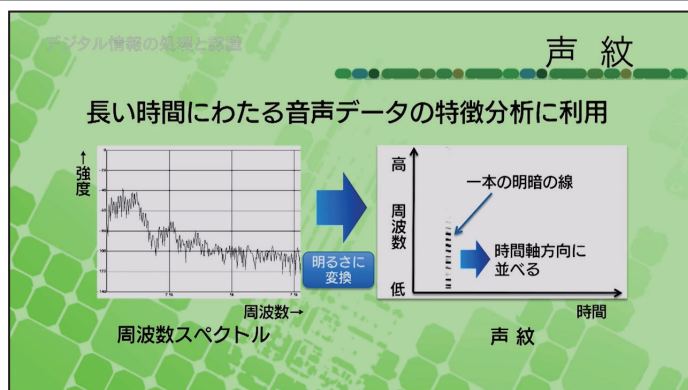


40



第5回 音声周波数の分析

41



42

