

音訊讀寫、錄製與播 放

本章重點

本章介紹 MATLAB 對於聲音訊號(Audio Signal, 簡稱「音訊」)的基本操作,包含讀檔、寫檔、錄 音與播放。與音訊相關的函數都放在下列目錄:

 ${matlab 根目錄}\toolbox\matlab\audio$

讀者可經由輸入「help audio」而得到完整的函數列表。

20-1 音訊的基本介紹

聲音訊號(Audio Signal)簡稱音訊,泛指由人耳聽到的各種聲音的訊號。一般來說,發 音體會產生震動,此震動會對空氣產生壓縮與伸張的效果,形成聲波,以每秒大約 340 公 尺的速度在空氣中傳播,當此聲波傳遞到人耳,耳膜會感覺到一伸一壓的壓力訊號,內 耳神經再將此訊號傳遞到大腦,並由大腦解析與判讀,來分辨此訊號的意義。

音訊有些基本的特質,可說明如下:

- 音量(Volume):聲音的大小稱為音量,又稱為力度、強度(Intensity)或是能量 (Energy)。音量越大,代表音訊波形的震幅越大。
- 音高(Pitch): 聲音的基本頻率(Fundamental Frequency)越高,代表音高越高(例 如女高音的歌聲);反之,聲音的基本頻率越低,代表音高越低(例如男低音的 歌聲)。(有關基本頻率的說明,將在本章其後各小節說明。)
- 音色(Timber):音訊波形在每個週期內的變化,就形成了此音訊的音色。不同 的音色即代表不同的音訊內容,例如不同的字有不同的發音,或是不同的歌手有 不同的特色,這些都是由於音色不同而產生。

瞭解這些特質,可使我們對音訊有更進一步的認識,並更容易瞭解本章各小節的程式範 例。

MATLAB 從第五版後,新增了對音訊檔案讀寫的功能,並能直接錄製聲音訊號與播放。 由於 MATLAB 本身就具有強大的矩陣運算與訊號處理的各種函數,因此如果你的研究 或工作和音訊相關,使用 MATLAB 來進行音訊的處理,是再方便不過了!

本章只介紹如何使用 MATLAB 來對音訊檔案(以.wav 檔案為主)進行讀取與寫入,並 說明如何進行音訊的錄製與播放。由於篇幅有限,本章並不介紹音訊處理與辨識的各種 方法,有興趣的讀者,可進一步參考「訊號處理工具箱」(Signal Processing Toolbox)

20-2 - MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

或「數位訊號處理方塊集」(DSP Blocksets)的手冊,或參閱相關的教科書。(或是可以參考筆者的網頁,就有很多音訊處理與辨識的線上教材與相關 MATLAB 程式碼。)

20-2 WAV檔案的讀取

在微軟視窗平台上,聲音訊號的檔案多以 wav 為副檔名,MATLAB可直接讀取此類檔 案,所用的指令是 wavread。例如,若要讀取光碟中的檔案 welcome.wav,畫出音訊的波 形並播放出此音訊,可使用下列程式:



範例20-1: readWave01.m

[y, fs]=wavread('welcome.wav');		
sound(y, fs);	% 播放此音訊	
time=(1:length(y))/fs;	% 時間軸的向量	
plot(time, y);	% 畫出時間軸上的波形	

在上例中,fs 是取樣頻率,其值為 11025,代表當初在錄製這個音訊檔案時,每秒鐘會 記錄下11025個聲音訊號的取樣值。而 y 是聲音訊號的向量,使用 sound(y,fs)可播放出 此音訊,所以你會聽到我的聲音「歡迎光臨」。time 則是對應在在時間軸的向量,因此 將 y 對 time 做圖,就得到在時間軸上面的音訊波形:

20-3 清蔚出版-



事實上在錄製音訊檔案時,每一個取樣點大部分都是由8或16個位元(Bits)所代表,若要知道 welcome.wav 的取樣點是由多少個位元來表示,可使用 [y,fs, nbits]=wavread('welcome.wav')。若要知道音訊長度,則可使用 length(y)/fs。以下範例可以印出音訊檔 welcome.wav 的各種相關資訊:

範例20-2: readWave02.m

fileName='welcome.wav'; [y, fs, nbits]=wavread(fileName); fprintf('音訊檔案 "%s" 的資訊:\n', fileName); fprintf('音訊長度 = %g 秒\n', length(y)/fs); fprintf('取樣頻率 = %g 取樣點/秒\n', fs); fprintf('解析度 = %g 位元/取樣點\n', nbits);

音訊檔案 "welcome.wav" 的資訊: 音訊長度 = 1.45134 秒 取樣頻率 = 11025 取樣點/秒 解析度 = 8 位元/取樣點

20-4 MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

讀者可能會好奇,為什麼每一個取樣點用8個位元來表示,但是從音訊波形來看,每一點的值都介於-1和1之間,這中間是如何轉換的?首先要知道 wav 檔案的8位元是以 unsigned integer(不帶符號的整數,即正整數)的方式來儲存,因此所能表示的數值是 介於0和255(2^8-1)之間,MATLAB再將此值設定至變數y時,會自動將其數值調整 至介於-1和1之間,因此若要將MATLAB讀出之數值轉回原先8位元所表示之數值, 只要將變數y乘以128,再加上128,就可以得到原先的整數值,例如:

0

範例20-3: readWave03.m

fileName='welcome.wav'; [y, fs, nbits]=wavread(fileName); y0=y*(2^nbits/2)+(2^nbits/2);% y0 是原先儲存在音訊檔案中的值 difference=sum(abs(y0-round(y0)))

difference = 0

在上例中,變數 difference 的值是零,代表 y0 的值完全是整數。此外,為了增加程式碼的通用性,我們用 2^nbits/2,而不直接使用128。

wavread 也可以讀取雙聲道或立體聲 (Stereo) 的音訊檔案,此時傳回的變數為具有兩直 行的陣列,每一直行代表一個聲道的音訊,例如:



範例20-4: readWave04.m

fileName='flanger.wav';	
[y, fs]=wavread(fileName);	% 讀取音訊檔
sound(y, fs);	% 播放音訊
left=y(:,1);	% 左聲道音訊
right=y(:,2);	% 右聲道音訊
subplot(2,1,1), plot((1:lengt	h(left))/fs, left);
subplot(2,1,2), plot((1:lengt	h(right))/fs, right);

此範例會讀取雙聲道的音訊檔 flanger.wav,播放此雙聲道的音訊,並畫出兩個聲道的音訊波形如下:

20-5 清蔚出版-



由於左右聲道的音量(即波形的震幅)相互消長,因此播放出來的效果,感覺好像音源 在左右聲道之間游移。(小問題:給你一個單聲道的聲音訊號,你如何使用 MATLAB 對 此音訊進行處理,最後產生原音訊在雙聲道之間游移的效果,如同此範例一般?)

如果音訊檔案很大,無法一次讀入記憶體,我們也可以使用 wavread 來讀出音訊檔的其中一部份,例如:

範例20-5: readWave05.m

[y,fs]=wavread('welcome.wav', [4001 5000]); % 讀取第 4001 至 5000 點 figure; plot(y)

畫出之圖形如下:

20-6 MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放



這一段波形代表「歡迎光臨」中的「迎」剛開始發音的波形。由上圖可看出,聲波的外型是很類似一個週期波,其震幅大小就代表音量大小,而其週期的倒數就是「基本頻率」。以上述圖形而言,1000個取樣點大概包含了10個週期,所以每個週期大約包含100點,對應的時間是100/fs = 100/11025 = 0.0091秒 = 9.1 ms,而基本頻率則是1/0.0091 = 110.25 Hz,換算成鋼琴的按鍵,非常接近於中央1a(對應頻率是440 Hz)降16度(兩個全音階)所得到的音,也就是下圖中的A4(左邊數來第5個白鍵)。



▶ 人耳對聲音高低的感覺,是與基本頻率的對數成正比。以鋼琴的鍵盤而言,中央 la 的頻率是 440 Hz,高八度的中央 la 則是 880 Hz,低八度的中央 la 則是 220 Hz。鋼琴中的每一個全 音階包含 7 個白鍵與 5 個黑鍵,共有 12 個鍵,代表 12 個半音 (Semitones),以 MIDI 的 標準而言,中央 la 的半音值是 69,對應頻率是 440 Hz,因此半音和頻率之間的轉換程式可 寫成下列公式:

* " 提示:

semitone =
$$69 + 12 * \log_2\left(\frac{frequency}{440}\right)$$

清蔚出版-

20-7

▲ 一 提示:

▶ 由一段聲音來求取其音高,在音訊處理上稱為音高追蹤(Pitch Tracking),是音訊處理很重要的一環,相關應用有語音合成、音調辨識、旋律辨識等。

若要取得 wav 檔案的更多資訊,可由 wavread 的第四個輸出變數得到,例如:



範例20-6: readWave06.m

[y, fs, nbits, opts]=wavread('flanger.wav'); opts.fmt

ans =

wFormatTag: 1 nChannels: 2 nSamplesPerSec: 22050 nAvgBytesPerSec: 88200 nBlockAlign: 4 nBitsPerSample: 16

其中 wFormatTag 代表這個 wav 檔案的格式標記, nChannels 代表聲道數(此例是二聲道), nSamplesPerSec 代表取樣頻率, nAvgBytesPerSec 代表每秒的位元數(雙聲道再加上每個 資料點是由兩個位元組來表示,所以在此例中, nAvgBytesPerSec 是 nSamplesPerSec 的四倍), nBlockAlign 是 nAvgBytesPerSec 對 nSamplesPerSec 的比值, nBitsPerSample 則 是每個資料點所用到的位元數。

除了微軟的 wav 檔案外, MATLAB 亦可讀取 au 檔案,這是在 NeXT/Sun 工作站常用的 聲音檔案,所用的指令是 auread,其用法和 wavread 大致相同,在此不再贅述,讀者可 由 help auread 得到相關的線上說明。

20-3 聲音訊號的播放

20-8 _____ MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

一旦我們可以讀入 wav 檔案,就可以對聲音訊號進行各種處理,例如增大或減小音量、 提高或降低音高、消除雜訊等。要確認處理後的聲音訊號是否符合所需,就要能夠把音 訊直接透過 PC 喇叭播放出來,本節就是要介紹如何使用 MATLAB 來進行音訊的播放。



▶ 另一個播放音訊的方法,是將音訊資料寫入 wav 檔案(請見本章其後說明),再用微軟視窗 的播放程式(如錄音機、Window Media Player 等)來播放,但這樣總是多了一道手續,比 較麻煩。

在前一節中,我們已經知道如何讀 wav 檔案,一旦 MATLAB 讀入音訊資料,並將之設 定成工作空間中的變數後,我們就可以使用 wavplay 指令來直接播放此變數。例如:



範例20-7:wavPlay01.m

load handel.mat	% 載入儲存於 handel.mat 的音訊
wavplay(y, Fs);	% 播放此音訊

在上例中,聲音訊號 y 和 取樣頻率 Fs 都事先儲存在 handel.mat 檔案中,一旦載入後, 就可以使用 wavplay 指令來播放。

我們在第一節提到過,聲音的音量是由聲波的震幅來決定,因此我們可藉由震幅的大小 來改變音量,例如:

範例20-8:playVolume01.m

[y, fs]=wavread('welcome.wav');	
wavplay(1*y, fs, 'sync');	% 播放 1 倍震幅的音訊
wavplay(3*y, fs, 'sync');	% 播放 2 倍震幅的音訊
wavplay(5*y, fs, 'sync');	% 播放 3 倍震幅的音訊

在上例中,我們逐次增加震幅,因此播放出來的音量就會越來越大。要特別注意的是: wavplay 假設 y 的值是介於 –1 和 1 之間,超過這個範圍的數值,其超過部分會被截除後 再播放,這時候就會出現「破音」的現象,讀者可以執行 wavplay(100*y, fs) 來試試看。 此外,在上例中的 wavplay 指令中,我們多加了一個輸入參數 'sync',代表 MATLAB 會

清蔚出版-

20-9

將這些音訊資料循序送到喇叭播放,必須在前一個播放動作完畢後,才能進行下一個播 放,而不是一次全部送過去,後面會有更多說明。

₩⁻⁽¹⁾提示:

▶ 在上一個範例中,雖然我們把震幅加大5倍,但是耳朵所聽到的音量,並沒有感覺加大5倍, 這也說明了人耳對於音量的感覺並不是和音波振幅成正比,而是和振幅的對數成正比。

如果在播放時,改變取樣頻率,就會改變整個音訊的時間長度,進而影響到音高。在下 例中,我們漸漸提高播放時的取樣頻率,聽到的聲音就會越來越快、越來越高,最後出 現像唐老鴨的聲音:



```
[y, fs]=wavread('welcome.wav');
wavplay(y, 1.0*fs, 'sync'); % 播放 1.0 倍速度的音訊
wavplay(y, 1.2*fs, 'sync'); % 播放 1.2 倍速度的音訊
wavplay(y, 1.5*fs, 'sync'); % 播放 1.5 倍速度的音訊
wavplay(y, 2.0*fs, 'sync'); % 播放 2.0 倍速度的音訊
```

反之,如果漸漸降低播放的頻率,聽到的聲音就會越來越慢、越來越低,最後出現像牛 叫的聲音:

0 🏟

範例20-10:playFs02.m

<pre>[y, fs]=wavread('welcome.wav');</pre>	
wavplay(y, 1.0*fs, 'sync');	% 播放 1.0 倍速度的音訊
wavplay(y, 0.9*fs, 'sync');	% 播放 0.9 倍速度的音訊
wavplay(y, 0.8*fs, 'sync');	% 播放 0.8 倍速度的音訊
wavplay(y, 0.6*fs, 'sync');	% 播放 0.6 倍速度的音訊

☞╴提示:

若要維持音長但調整音高,或是維持音高但調整音長,那就要對語音波形進行較複雜的處理, 由於篇幅有限,在此略過。

20-10 MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

如果我們將聲波訊號上下顛倒,聽到的聲音基本上是一樣的,但是如果前後顛倒,聽到 的聲音就如同錄音帶「倒放」的聲音,聽起來很像是某種外國語音,請試試下列範例:

範例20-11:playReverse01.m

[y, fs]=wavread('welcome.wav');	
wavplay(y, fs, 'sync');	% 播放正常的音訊波形
wavplay(-y, fs, 'sync');	% 播放上下顛倒的音訊波形
wavplay(flipud(y), fs, 'sync');	% 播放前後顛倒的音訊波形

通常在使用 wavplay 播放音訊時,MATLAB 會停止進行其他動作,直到音訊播放完畢後,才會再進行其他指令的運算,此種運作方式稱為「同步式」(Synchronous)。若需要一邊播放、一邊進行其他運算,就必須使用「非同步式」(Asynchronous)的播放方式,例如:



範例20-12 : playSync01.m

[y, fs]=wavread('welcome.wav');	
wavplay(y, 1.0*fs, 'sync');	% 同步播放 1.0 倍速度的音訊
wavplay(y, 0.8*fs, 'async');	% 非同步播放 0.8 倍速度的音訊
wavplay(y, 0.6*fs, 'async');	% 非同步播放 0.6 倍速度的音訊

在上例中,你會聽到一個同步播放的聲音,然後再同時聽到兩個非同步播放的聲音。

在使用 wavplay(y, fs)時, 音訊變數 y 的資料型態可以是下列幾種: double, single, int16, uint8。如果變數 y 是 double 的資料型態,其值就必須介於 –1 和 1 之間,否則超過部分就會被截掉。(y 的資料型態通常都是 double,至於其他型態的資料,大部分是配合錄音指令 wavrecord 應運而生,有關此細節,可參考本章其後對於 錄音指令 wavrecord 的介紹。)

必須注意的是:wavplay 只能用在微軟的視窗平台,而且若在 MATLAB 5.x , 你還必須 要有訊號處理工具箱,才能使用這個指令。若要使用適用於一般平台的播放功能,就要 改用 sound 指令。例如:



20-11 清蔚出版-

load handel.mat sound(y, Fs); sound(y, 1.2*Fs);

在上例中,我們會聽到類似男女兩部合唱,一快一慢,這是因為 sound 指令的預設播放 方式就是「非同步」。另一個類似的指令是 soundsc,此指令可針對音訊變數的數值先 進行正規化(介於-1和1中間)後,再送到喇叭播放,以達到最好的播放效果。例如:

範例20-14:soundsc01.m

[y, fs]=wavread('welcome.wav'); sound(y, fs); fprintf('Press any key to continue...\n'); pause soundsc(y, fs);

在上例中,我們會先聽到原版的「歡迎光臨」,但由於當初錄音效果不佳,所以音量偏小。改用 soundsc 之後,第二個「歡迎光臨」的聲音就大多了,也清楚多了。

20-4 聲音訊號的錄製

我們在第一節已經說明了如何讀取 wav 檔案,並在第二節說明如何播放。MATLAB 也 支援直接由麥克風讀取訊號,因此可以直接進行聲音的錄製,所使用的指令是 wavrecord,其基本格式為

y=wavrecord(n, fs)

代表由微軟視窗系統的音訊輸入裝置(即麥克風)讀入 n 點資料, 取樣頻率是 fs, 並將 此音訊資料儲存於變數 y。舉例來說:



fs=11025;	% 取樣頻率
duration=2;	% 錄音時間

20-12

- MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

fprintf('按任意鍵後開始 %g 秒錄音:', duration); pause fprintf('錄音中...'); y=wavrecord(duration*fs, fs); % duration*fs 是錄音資料點數 fprintf('錄音結束\n'); fprintf('按任意鍵後開始播放:'); pause wavplay(y,fs);

(請直接執行上述範例後,才看得出整體的流程。)在上例中,duration*fs 是錄音資料的點數(此例為 22050),音訊資料則都是儲存在向量變數 y,其維度為 22050×1,元 素數值介於 -1 至1之間,資料型態為 double,總共佔用記憶體 176,400 bytes。

提示:

▶ 可用 whos 指令來顯示各個變數的維度和佔用記憶體大小。

▲ ~ 提示:

▶ 在 MATLAB 5.x, wavplay 和 wavrecord 指令是放在「訊號處理工具箱」, 但到 MATLAB 6.x, 此指令已是 MATLAB 的基本功能,並不隸屬於任一個特定的工具箱,其位置可由 which wavplay 或 which wavrecord 得知。此外, wavplay 和 wavrecord 只適用於微軟視窗平台。

在前一個範例中,wavrecord 預設的錄音聲道數為 1(即單聲道),音訊資料型態為 double,若要改變這兩種預設值,可在 wavrecord 加入其他引數,其完整的格式為

y=wavrecord(n, fs, channel, dataType)

其中channel (通常是1或2)代表聲道數, dataType 則代表音訊變數 y 的資料型態可以 是下列幾種: double、single、int16、uint8。不同的資料型態,影響音訊資料的精準度, 所佔掉的儲存空間大小也不同。例如:



範例20-16: wavRecord02.m

fs=11025;	% 取樣頻率
duration=2;	% 錄音時間
channel=1;	% 單聲道

清蔚出版-

20-13

fprintf('按任意鍵後開始 %g 秒錄音:', duration); pause fprintf('錄音中...'); y=wavrecord(duration*fs, fs, channel, 'uint8'); % duration*fs 是錄音資 料點數 fprintf('錄音結束\n'); fprintf('按任意鍵後開始播放:'); pause wavplay(y,fs);

此例和前例類似,唯一不同的是錄音的資料型態改成 uint8,因此傳回的向量 y,維度不變(仍是 22050×1),但元素數值為整數,介於 0 至 255 之間,總共佔用記憶體大小只有 22,050 bytes,是使用 double 資料型態的八分之一而已。

提示:

▶ 可用 class(y) 指令來顯示變數 y 的資料型態。

全 整理:wavrecord 所能支援的資料型態

資料型態	佔用記憶體大小	傳回音訊變數的數值範圍
double	8 bytes/sample	介於 –1 和 1 之間的實數
single	4 bytes/sample	介於 –1 和 1 之間的實數
int16	2 bytes/sample	介於 –32727 和 32768 之間的整數
uint8	1 byte/sample	介於 0 和 255 之間的整數

20-5 聲音訊號的寫檔

我們也可以經由 MATLAB 將音訊資料直接儲存為 wav 檔案,以便日後直接在微軟視窗 下播放,而不需每次都經由 MATLAB 播放。寫入 wav 檔案的指令是 wavwrite,其格式 為

wavwrite(y, fs, nbits, waveFile)

20-14 MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

其中 y 是音訊變數, fs 是取樣頻率, nbits 是資料解析度, waveFile 則是欲寫入資料的檔案名稱。例如, 若要將我們的錄音存入 test.wav, 可用下列程式碼:



範例20-17:wavWrite01.m

fs=11025;	% 取樣頻率	
duration=2;	% 錄音時間	
waveFile='test.wav';	% 欲儲存的 wav 檔案	
fprintf('按任意鍵後開始 %g 看	少錄音:', duration); pause	
fprintf('錄音中…');		
y=wavrecord(duration*fs, fs);		
fprintf('錄音結束\n');		
fprintf('按任意鍵後開始儲存音訊至 %s 檔案…', waveFile); pause		
nbits=8;	% 每點的解析度為 8-bit	
wavwrite(y, fs, nbits, waveFile);		
fprintf('存檔結束\n');		
fprintf('按任意鍵後開始播放 %s…\n', waveFile);		
dos(['start ', waveFile]);	% 開啟與 wav 檔案對應的應用程式	

(請直接執行上述範例程式碼以測試此錄音及存檔流程。)在上例中,我們將錄製的音 訊資料儲存成 8 bits/sample 的檔案 test.wav,並用微軟視窗的應用程式來播放此 wav 檔 案。要注意的是:wavwrite 所吃的變數 y,格式只能是介於 –1 和 1 之間的 double,因此 若變數 y 的格式是 single, int16 或 uint8,我們就必須先進行轉換,才能進行存檔的動作。 這些轉換動作可以歸納如下:

全 整理:將不同資料型態轉換成 wavwrite 所用的資料型態

變數 y 的資料型態	轉換方式(轉換成介於 –1 和 1 之間的實數)
double	不需轉換
single	y=double(y)
int16	y=double(y)/32768
uint8	y=(double(y)-128)/128

清 蔚 出 版 _____ 20-15

除了微軟的 wav 檔案外, MATLAB 亦可寫出 au 檔案,這是在 NeXT/Sun 工作站常用的 聲音檔案,所用的指令是 auwrite,其用法和 wavwrite 大致相同,在此不再贅述,讀者 可由 help auwrite 得到相關的線上說明。



如果你只用 MATLAB 進行音訊錄製與播放,那麽就可以直接使用 save 指令將音訊變數儲存 成 mat 檔案,再用 load 指令載入,也就夠用了,這時候就不必用到 wavwrite、auwrite等 指令了。



20-16

習 題

- 請寫一個 MATLAB 程式 wavInfo01.m, 讀入 welcome.wav 檔案(位於本書所附光碟之中), 並由此程式印出下列資訊: (a) 音訊資料點數, (b) 取樣頻率, (c) 解析度(每個取樣點由多少位 元來表示), (d) 聲道數, (d) 錄音時間長度(以秒為單位)。
- 重複上一題(程式檔名為 wavInfo02.m),但是將檔案改為 flanger.wav(此檔案位於本書所附 光碟之中)。一般的 CD 音樂是採用雙聲道錄音,取樣頻率是 44.1 kHz,解析度是 16 bits/sample。 請問在這樣的情況下,一首四分鐘的歌若是寫成 wav 檔案,會大約佔掉多少硬碟空間?(由此 習題你就可以知道 MP3、WMA、AAC 等壓縮功能的可貴了!)
- 3. 請寫一段 MATLAB 程式 recordMyVoice01.m,錄下你講的一段話:「我是xxx,今年xx歲,是 xx大學xx系x年級的學生」,並將之儲存成檔案 myvoice.wav。錄音條件如下:錄音時間是 10 秒, 取樣頻率是 11025 Hz,解析度是 8 bits/sample。請問:(a)相關的音訊變數在 MATLAB 的工作 空間佔掉多少記憶體?(b)此變數的資料型態是什麼?(c)如何由相關的錄音條件來計算得知此 變數所佔掉的記憶體大小?(d) myvoice.wav 的檔案大小為何?(e)檔案用了多少位元組來記錄 除了音訊資料以外的資訊?
- 4. 上題所錄製的檔案為單聲道。請撰寫一段 MATLAB 程式 one2twoChannel01.m,能夠讀入 myvoice.wav,將其音訊資料轉成雙聲道,並讓其播放時,產生聲源在兩個喇叭之間游移的效果, 最後再將此經過處理的雙聲道音訊儲存於 myvoice2.wav。(此題需要讀者發揮一下想像力,可 參考 flanger.wav 檔案的左、右聲道的波形。)
- 5. 請撰寫一段 MATLAB 程式 checkReverse01.m,先錄下你自己講「we」的聲音,然後將波形前 後顛倒,再播放出來,請問播出來的聲音像不像是在唸「you」的聲音?重複上述步驟,但是

MATLAB系列叢書

音訊讀寫、錄製與播放

這次錄下你自己講「you」的聲音,將波形前後顛倒後再播放出來,像不像是在唸「we」?為 什麼?

- 請用 MATLAB 寫一小段程式,進行錄音三秒,錄音的內容是「清華大學資訊系」, 其中取樣頻率是 16 KHz,解析度是 8 位元,請將音訊儲存成 myVoice.wav 檔案。
 - a. 請問檔案大小為何?
 - b. 若將音訊左右顛倒來播放,會有什麼效果?
 - c. 若將音訊上下顛倒來播放,或有什麼效果?
 - d. 若將音訊乘以10倍,或有什麼播放效果?
 - e. 若將音訊的大小進行開平方,會有什麼播放效果?
 - f. 若將音訊的大小進行平方,會有什麼播放效果?
 - g. 若將音訊超過[-0.5, 0.5]的部分均設定為零, 會有什麼播放效果?
 - h. 若將音訊介於[-0.5, 0.5]的部分均砍掉, 會有什麼播放效果?

(提示:會用到的指令有 wavrecord, wavwrite, flipud, sign, sound 等。)

- 7. 請撰寫一段 MATLAB 程式來錄下自己的聲音「清華大學資訊系」, 然後進行下列實驗:
 - a. 若將「大」的前半部接到「資」的後半部,會不會得到「低」的聲音?
 - b. 若將「系」接到「大」的後半部, 會不會得到「下」的聲音?
- 請用 MATLAB 寫一小段程式,進行錄音兩秒,錄音的內容是「我是某某某」,其中取樣頻率 是 32 KHz,解析度是 8 位元,請將音訊儲存成 myVoice2.wav 檔案。請對訊號進行重新取樣 (Resample),讓取樣頻率變成 16 KHz, 8 KHz, 4 KHz, 2 KHz ...等等,請問當取樣頻率掉到多 低時,你已經聽不出來原先的聲音?
- 9. 請用 MATLAB 寫一小段程式,進行錄音兩秒,錄音的內容是「我是某某某」,其 中取樣頻率是 8 KHz,解析度是 8 位元。假設音訊訊號是存在一個行向量 y,我們 可以以下列方式加入雜訊:

k = 0.1; y2 = y + k*randn(length(y), 1); % 加入雜訊 sound(y2, 8000); % 放音 plot(y2);

當 k 值由 0.1、0.2、0.3 等慢慢增大時,慢慢你的聲音會越來越模糊。

a. 請問到 k 值是多少時,你會聽不出來原先講話的內容?

20-17 清蔚出版-

- b. 請問到 k 值是多少時,你會看不出來 y2 包含一段聲音的訊號?(換言之,在 放大 y2 的圖形後,你已經看不出來有基本週期的存在。)
- 10. 請用 interp1 指令,對 welcome.wav 的音訊進行重新取樣,讓取樣頻率變成 8000Hz,並將結果儲存成 myVoice3.wav。

20-18 _____ MATLAB系列叢書