

Jeffrey Phillips

USO DI LABVIEW PER L'ANALISI DI SEGNALI VOCALI

I segnali vocali, contenenti informazioni patologiche, hanno un ruolo importante nell'attuale diagnosi clinica

Potete usare l'Advanced Signal Processing Toolkit di LabVIEW per progettare applicazioni di analisi del segnale vocale. L'articolo descrive alcuni esempi pratici di analisi del segnale vocale che utilizzano l'Advanced Signal Processing Toolkit.

Fondamenti sui segnali vocali

Quando pronunciate una vocale o una consonante sonora, le corde vocali vibrano periodicamente per generare un flusso glottale. Il flusso glottale è composto da impulsi glottali. Il periodo di un impulso glottale è il periodo di pitch. Il reciproco del periodo di pitch è il pitch, noto anche come frequenza fondamentale. Il tratto vocale agisce come filtro tempo-variante sul flusso glottale. Le caratteristiche del tratto vocale includono la risposta in frequenza, che dipende dalla posizione di organi come la faringe e la lingua. Le frequenze di picco nella risposta in frequenza del tratto vocale sono i formanti, noti anche come frequenze formanti.

Nell'elaborazione dei segnali, un segnale vocale è una convoluzione di uno stimolo tempo-variante e di un filtro tempo-variante. Lo stimolo tempo-variante è il flusso glottale. Il filtro tempo-variante è il tratto vocale.

La figura 1 descrive la formazione di un segnale vocale nell'elaborazione dei segnali.

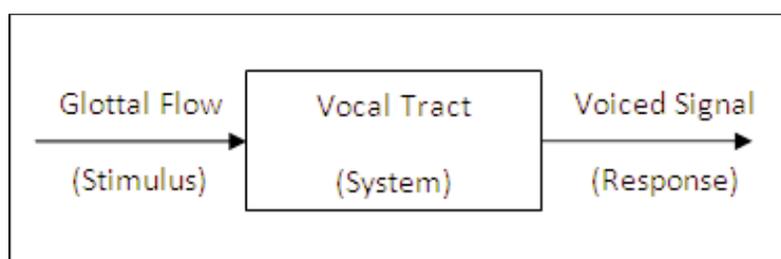


Fig. 1 - Schema di elaborazione di un segnale vocale

I ricercatori studiano le tracce dei formanti e il profilo del pitch per capire come formanti e pitch evolvono nel tempo. L'articolo descrive come rilevare le tracce dei formanti e il profilo del pitch da segnali vocali utilizzando l'ambiente di sviluppo grafico LabVIEW. L'articolo include il link al VI d'esempio Voice Signal Analysis, che è un'applicazione di analisi del segnale vocale realizzata con LabVIEW e l'Advanced Signal Processing Toolkit.

Analisi del segnale vocale per la diagnosi clinica

Molti ricercatori concludono che pitch e formante sono due delle caratteristiche più importanti dei segnali vocali, fondamentali per la diagnosi clinica delle malattie che colpiscono la voce.

Potete osservare cambiamenti nei segnali vocali, come variazioni delle tracce dei formanti e dei profili del pitch, durante la diagnosi clinica di certe malattie.

Per esempio, nei grafici di intensità riportati nella figura 2 potete osservare una notevole differenza nelle tracce dei formanti di un paziente maschio affetto da sindrome di apnea ostruttiva nel sonno (OSAS) prima e dopo una tonsillectomia e uvulo-palato-faringo-plastica. Le figure 2(a) e 2(b) illustrano le tracce dei formanti del paziente che pronuncia una singola vocale prima e dopo le operazioni, rispettivamente.

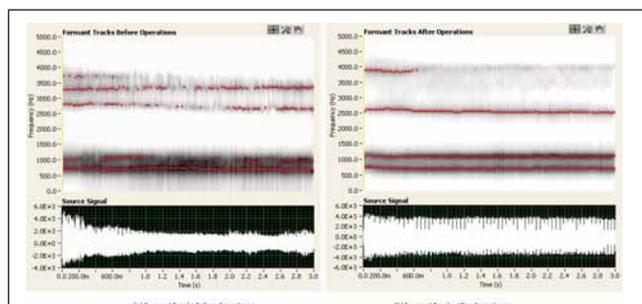


Fig. 2 - Tracce dei formanti di un paziente OSAS che pronuncia una singola vocale (per gentile concessione di Jack Jiang/UW-Madison e Yi Zhang)

Le aree nere indicano l'ampiezza della risposta in frequenza del tratto vocale. La sfumatura dell'ombra in tali aree indica il livello dell'ampiezza. Per esempio, un'area completamente nera rappresenta un'ampiezza maggiore di quella di un'area grigia. Le aree rosse indicano la posizione dei formanti. Secondo la figura 2, il paziente OSAS ha tracce dei formanti diverse da quelle di una persona senza OSAS, indicando così che il paziente OSAS ha difficoltà a regolare il tratto vocale. Nei grafici di figura 3 potete osservare i profili del pitch di un paziente con paralisi unilaterale delle corde vocali (UVCP) prima e dopo un'operazione di iniezione di grasso autologo (AFI). Le figure 3(a) e 3(b) mostrano il profilo del pitch del paziente che pronuncia una singola vocale prima e dopo l'operazione, rispettivamente.

In figura 4, l'applicazione della finestra $w(n)$ spezza il segnale sorgente $s(n)$ nei blocchi di segnale $x(n)$. Ogni blocco di segnale $x(n)$ stima i coefficienti del modello del tratto vocale a soli poli utilizzando il metodo LPC. Dopo il calcolo della trasformata discreta di Fourier (DFT) sui coefficienti $A(z)$, il rilevamento di picco di $1/A(k)$ produce i formanti. La figura 5 mostra lo schema di flusso del rilevamento del pitch con il metodo LPC. Questo metodo usa il filtraggio inverso per separare il segnale di eccitazione dal tratto vocale ed utilizza il segnale cepstrum reale per rilevare il pitch. Il segnale sorgente $s(n)$ attraversa inizialmente un filtro passa basso (LPF), per suddividersi quindi nei blocchi di segnale $x(n)$ applicando una finestra $w(n)$. Ogni blocco di segnale $x(n)$ stima i coefficienti di un modello del tratto vocale

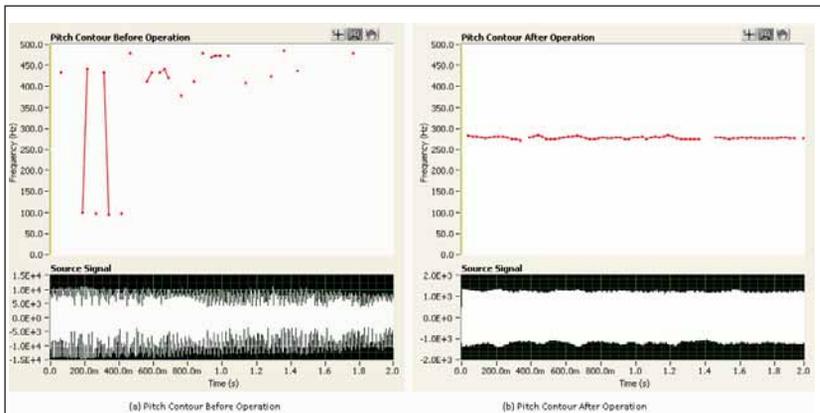


Fig. 3 - Profili del pitch di un paziente UVCP che pronuncia una singola vocale (per gentile concessione di Jack Jiang/UW-Madison e Yi Zhang)

Quando un paziente UVCP pronuncia particolari suoni, il paziente non è in grado di mantenere un pitch stabile. Un'operazione AFI contribuisce a stabilizzare il pitch. Pertanto, dovrete essere in grado di analizzare la varianza del pitch dopo un'operazione AFI per valutare il successo dell'operazione AFI.

Uso di LabVIEW per rilevare formanti e pitch

Potete rilevare le tracce dei formanti e il profilo del pitch utilizzando vari metodi. Il metodo più diffuso è quello della codifica di predizione lineare (LPC). Tale metodo applica un modello a soli poli per simulare il tratto vocale. La figura 4 mostra lo schema di flusso di rilevamento dei formanti con il metodo LPC.

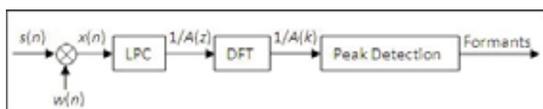


Fig. 4 - Rilevamento dei formanti con il metodo LPC

le a soli poli utilizzando il modello LPC. Tali coefficienti filtrano inversamente $x(n)$. Il segnale residuo risultante $e(n)$ attraversa un sistema che calcola il cepstrum reale. Infine, i picchi del cepstrum reale calcolano il pitch.

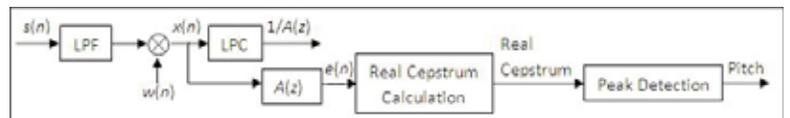


Fig. 5 - Rilevamento del pitch con il metodo LPC [6][7]

L'Advanced Signal Processing Toolkit include i VI di Modeling e Prediction che potete utilizzare per ottenere i coefficienti LPC o i coefficienti di un modello AR, come mostrato nelle figure 6 e 7. I VI di Signal Processing di LabVIEW includono il VI Scaled Time Domain Window e il VI FFT. Potete utilizzare questi VI per applicare una fine-

stra al segnale sorgente e calcolare la DFT del blocco di segnale, rispettivamente.

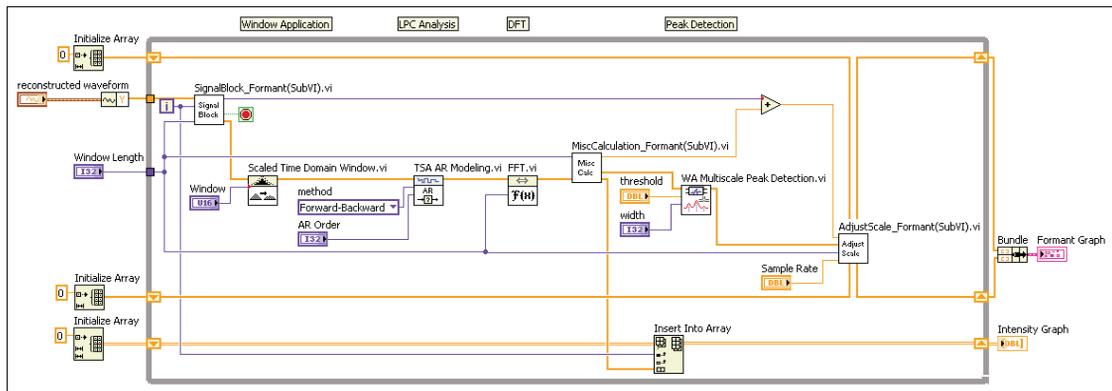


Fig. 6 - Rilevamento dei formanti con il metodo LPC utilizzando LabVIEW

L'Advanced Signal Processing Toolkit include anche i VI Correlation e Spectral Analysis che potete utilizzare per calcola-

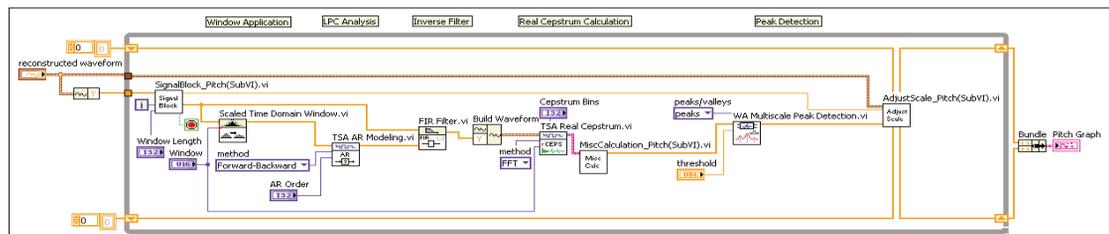


Fig. 7 - Rilevamento del pitch con il metodo LPC utilizzando LabVIEW

re il cepstrum reale di un segnale, come illustrato nella figura 7. Nelle figure precedenti viene utilizzato il VI WA Multiscale Peak Detection per rilevare i picchi di risonanza nel cepstrum.

Conclusion

L'analisi vocale e lo studio delle caratteristiche della voce, come i formanti e il pitch, sono sempre più importanti nel-

l'odierna diagnosi clinica. Utilizzando LabVIEW e l'Advanced Signal Processing Toolkit, potete calcolare le tracce dei formanti, il profilo del pitch e altre statistiche relative al segnale vocale.

Link alla pagina:

ni.com/italian
infocode: itj2e3

Note sull'autore

Jeffrey Phillips è Product Marketing Engineer di LabVIEW Signal Processing, Analysis and Math presso National Instruments Corporation.