

Sons, Voyelles et Téléphones

Dans cette expérience, vous analyserez des sons ordinaires. Vous utiliserez un micro connecté à un ordinateur. Logger *Pro* montrera la fonction d'onde de chaque son, et fera une transformée de Fourier rapide (Fast Fourier Transform ou FFT) de la fonction d'onde. La FFT donne les amplitudes et les fréquences d'un ensemble d'ondes sinusoïdales qui, additionnées, donneraient le même son que la fonction d'onde originelle.

Dans la première partie de l'expérience, vous étudierez le son d'un diapason qui produit essentiellement un son pur (composé d'une seule fréquence). Ensuite, vous observerez la production d'*harmoniques* sur un diapason. Les sons dont les fréquences sont des multiples de la fondamentale sont appelées harmoniques; les autres sons produits avec le même dispositif sont appelés inharmoniques. Vous analyserez aussi le son produit lorsque vous dites deux voyelles. Un diagramme FFT révélera que votre voix est composée d'un grand nombre de fréquences individuelles.

Dans la dernière partie de l'expérience, vous devrez résoudre le problème suivant. Comment est-ce que l'entreprise des téléphones sait quel numéro vous appelez? Les sons que vous entendez en composant le numéro contiennent-ils une sorte de code? Vous pouvez résoudre ce problème avec un microphone, l'analyse FFT et un clavier bon marché.

OBJECTIFS

- Σ Utiliser un microphone pour analyser le son d'un diapason et de votre voix.
- Σ Enregistrer les harmoniques produites avec un diapason.
- Σ Examiner le fonctionnement du clavier du téléphone à touches.

MATERIEL

Power Macintosh
LabPro
Logger *Pro*

Microphone Vernier
2 diapasons (un à ~256 Hz)
Clavier téléphone

QUESTIONS PREALABLES

1. Frappez un des diapasons avec un objet assez mou, comme un maillet de caoutchouc ou une semelle en caoutchouc. Le diapason peut être endommagé si on le frappe avec un objet trop dur. Écoutez le son produit. Pressez une touche de téléphone. Quel est le son le plus complexe? Expliquez votre réponse.
2. Par comparaison, le son d'une personne qui fredonne est-il simple ou complexe?
3. Appuyez sur les touches du téléphone. Y a-t-il un ordre? Le son est-il plus aigu si le nombre est plus grand, ou cela semble-t-il aléatoire?
4. Comment est-ce que l'entreprise des téléphones sait quel numéro vous appelez, à votre avis?

PROCEDURE

Partie I Son pur

1. Connectez le Microphone Vernier au Channel 1 du LabPro.
2. Ouvrez le fichier du dossier Experiment 22 de *Physics with Computers*. L'écran montre un graphique et une fenêtre FFT. L'axe horizontal du graphique porte le temps de 0 à 0.05 s et l'axe vertical correspond à la variation de la pression de l'air dans des unités arbitraires. La fenêtre FFT porte la fréquence de 0 à 2000 Hz sur l'axe horizontal.
3. Frappez gentiment un diapason avec un maillet de caoutchouc et tenez le près du microphone. Cliquez sur  pour commencer l'acquisition des données. Si vous frappez trop fort, cela créera des harmoniques, ou une mixture de fréquences plus élevées qui s'ajoutent à la fréquence fondamentale.
4. Imprimez ce que vous observez.
5. Cliquez sur le bouton Examine, , et scannez vos données pour déterminer l'intervalle de temps moyen entre des pics adjacents, ou un cycle complet. Notez le dans le tableau.
6. Calculez la fréquence et notez sa valeur dans le tableau des données.
7. En déplaçant la souris à travers le graphique de la FFT, notez la fréquence prédominante.
8. Répétez les étapes 3 – 7 avec le deuxième diapason.

Partie II Harmoniques sur un diapason

9. Dans cette partie, vous produirez un harmonique avec le diapason à 256 Hz. Cette fois ci, frappez l'articulation d'un doigt avec le diapason et écoutez le son. Décrivez la différence.
10. Frappez l'articulation d'un doigt avec le diapason et tenez le près du microphone. Cliquez sur  pour commencer l'acquisition des données.
11. Comparez l'onde et la FFT à celles de la Partie I. Cliquez sur le bouton Examine, , et déplacez la souris à travers le graphique de la FFT et déterminez la fréquence fondamentale et la première harmonique. Notez ces valeurs dans le tableau des données.

Partie III FFT de deux voyelles

12. Tenez le micro près de votre bouche et dites "e" tout en cliquant sur le bouton . Imprimez des copies des graphiques.
13. Répétez l'étape 12 en disant "o".

Partie IV Fréquences du clavier d'appel du téléphone

14. Dans cette partie, vous analyserez le son du clavier d'appel du téléphone. Tenez le haut-parleur près du micro, appuyez sur le "1" en cliquant sur . Avec le graphique de la FFT, Notez les deux fréquences prédominantes pour ce son.
15. Répétez l'étape 14 pour les touches "2" à "9".

TABLEAU DES DONNEES

Partie I Son pur

		Diapason 1	Diapason 2
Fréquence gravée sur le diapason	(Hz)		
Période d'après la fonction d'onde	(s)		
Fréquence (fonction d'onde)	(Hz)		
Fréquence (FFT)	(Hz)		

Partie II Harmoniques sur un diapason

Fréquence gravée sur le diapason	(Hz)	
Fréquence fondamentale	(Hz)	
Fréquence harmonique	(Hz)	

Partie IV Fréquences du clavier d'appel du téléphone

Touche	1	2	3
Fréquence basse(Hz)			
Fréquence haute(Hz)			
Touche	4	5	6
Fréquence basse(Hz)			
Fréquence haute(Hz)			
Touche	7	8	9
Fréquence basse(Hz)			
Fréquence haute(Hz)			

ANALYSE

1. Pour chaque diapason, comparez la fréquence calculée d'après la fonction d'onde et par la FFT à la fréquence gravée sur le diapason.
2. Décrivez la différence dans la structure des fréquences entre les deux voyelles examinées dans la Partie III.
3. Examinez les données du clavier. Que remarquez-vous?
4. Quelle est la fréquence la plus haute, celle de la ligne ou celle de la colonne?
5. Quelle est la fréquence de la ligne pour les touches 4, 5, et 6 ?
6. Quelle est la fréquence de la colonne pour les touches 2, 5, et 8 ?
7. Comment l'entreprise telecom sait-elle sur quelles touches vous appuyez?

EXTENSIONS

1. Utilisez le microphone pour examiner les fonctions d'onde d'instruments de musique. Quels instruments produisent-ils les sons les plus purs? Un Do sur un instrument a-t-il la même fréquence qu'un Do sur un autre instrument? Est-ce que la forme de la fonction d'onde change si on joue plus ou moins fort? La forme de la fonction d'onde change-t-elle si la fréquence du son change?
2. Si vous disposez d'un clavier électronique, utilisez le pour déterminer quelles notes sont les plus proches des fréquences qui composent votre numéro de téléphone. Écrivez-en la partition.
3. Jouez des mélodies avec votre téléphone.
4. Composez et jouez une mélodie avec les notes de votre numéro de téléphone...
5. Étendez votre analyse des sons des voyelles aux trois restantes (a, i, u). Essayez de développer un moyen de produire les différentes voyelles avec des combinaisons d'harmoniques, comme pour créer une voix artificielle.
6. Étendez votre investigation à des chanteurs du chœur de votre école. Faites les émettre des sons de voyelles "ronds" ou "pointus". Notez les différences et cherchez à savoir comment ils produisent ces différences.
7. Étendez votre investigation du clavier du téléphone à la rangée du bas, *, 0 et #. Retrouve-t-on le même comportement qu'avant?