Fouriersynthese

Datei Bearbeit	ten Ansicht S	puren Erzeuger	n <u>E</u> ffekt Anal <u>y</u> se	Hilfe		
))	$I \stackrel{\scriptstyle \sim}{} 0 \stackrel{\scriptstyle L}{\underset{\scriptstyle R}{\overset{\scriptstyle L}}}$	-24 0 P	-24 0	
•) @	··· Pō	*	X- 💼 🔁 🗤 0+0	na pp	₽₽ ►	
	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,2
× Mischen ↓ Mono, 44100Hz 32-bit float 0 Stumm Solo - + ↓	,0 ,5 ,0 ,5 ,0				~~~~	~~~
	(f)					P
Projekt-Frequenz		Anfang der Auswah	l: 🖲 Ende 🔿 Länge	Audioposition:		
44100 🔻	Einrasten	00 h 00 m 00 s	• 00 h 00 m 30 s•	00 h 00 m 00 s •		
Klicken und zieh	nen, um Audioda	ten auszuwähler	1			

Abb. 1: Synthetisiertes Rechtecksignal

Geräteliste:

Rechner mit installierter Software, Stimmgabeln, Mikrofon, Starterklappe

Versuchsbeschreibung:

Das Anlegen von Sinustönen mit einer Audiobearbeitungssoftware wird genutzt um eine Fouriersynthese zu zeigen.

In einem anderen Versuch werden der Ton einer Stimmgabel und der eines Knalls in der Zeit- und Frequenzdomäne graphisch dargestellt.



Abb. 2: Zeitverlauf eines Sinustones

Mit der Stimmgabel wird der Kammerton A erzeugt und mitgeschnitten. Die zeitliche Darstellung des Signals zeigt eine Sinuskurve deren Amplitude mit der Zeit abnimmt. Die Fourieranalyse eines Ausschnitts weist einen deutlichen Peak bei 440 Hz auf.

		Audacity			+ - 0 1
Datei Bearbeiten Ansicht Spure	n Erzeugen Ef	fekt Analyse Hife			
••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	•) •)			P. P. D	• •
3,0 -1,0 0,0 1,0 2,0	3,0 4,0	5,0 6,0 7,0 8,0 9,0 1	0,0 11,0 12,0 13	8,0 14,0 15,0	16,0 17,0 18,0
(Ionspur ♥ 1,0 tenn, 44100Hz 22-bit float 0.5 iburniy Selo 0,0					
	M °	Frequenz	analyse	_	+ = ×
	13 dB	1			
	0 dB- -10 dB-				
	-20 dB - -30 dB - -40 dB -				
4	-20 dB - -30 dB - -40 dB - -48 dB -	5000 Hz 1000	0 Hz 1500	0 Hz 24	0000 Hz
Projekt-Frequenz (H2): Anfang de	-20 dB -30 dB -40 dB -48 dB 1000 H Positio	t 5000 Hz 1000 n: 1625 Hz (6#6) = -27 dB Spitze:	0 Hz 1500 2112 Hz (C7) = -29,7	0 Hz 24 dB	DOGO HZ
rojekt-Frequenz (Hz): Anfang de 44100 v 00 h 00	-20 dB - -30 dB - -40 dB - -48 dB _ 1000 H Positio	z 5000 Hz 1000 n: 1625 Hz (G#6) = -27 dB Spitzer Spektrum \$	ю Нг 1500 2112 Нг (С7) = -29,7 iro&e: 512	0 Hz 24 dB	aodo Hz

Abb. 3: Zeitlicher Verlauf und Spektrum eines Stimmgabeltons, Spektrum im Vordergrund

Die Aufnahme eines Knalls der Starterklappe zeigt im Zeitverhalten die Form eines kurzen Pulses mit der Abklingkonstanten von weniger als 0,1*s*. Die Transformation dieser Schwingung zeigt ein verbreitertes Spektrum, mit vielen Frequenzanteilen.

17,8630	17,8640	17,8650	17,8660	17,8670	17,8680	17,8690	17,8700	17,8710	17,8720	17,8730
			A.c. A	MA.	Λ.	~				
			MMA	ATTA	AA	FV~~	And	AA	m	ww
			V V	All.						



Abb. 4: Zeitlicher Verlauf (oben) und Spektrum (unten) eines Knalls



Eine alternative Messung kann mit einem Matlab-Skript durchgeführt werden. Dabei kommt der mitgelieferte fft-Algorithmus zum Einsatz. Bei konfigurierter Soundkarte wird unter Matlab das Mikrofon für einige Sekunden ausgelesen, das Signal transformiert und ein skalierter Plot angezeigt (Abb. 6).



Abb. 6: Skalierter Plot des aufgenommenen Stimmgabeltons, erstellt mit Matlab.

Bemerkungen:

Die Fourierreihe eines kontinuierlichen Signals mit einer ungeraden Symmetrie lautet:

$$(t) = \sum_{k}^{\infty} b_k \sin(kt)$$

Für ein Rechtecksignal sieht diese Reihe dann folgendermaßen aus.

$$(t) = \frac{4}{\pi} \left(\sin t + \frac{1}{3} \sin 3t + \frac{1}{5} \sin 5t + \frac{1}{7} \sin 7t + \dots \right)$$

Das Signal kann also aus einer unendlichen Reihe von Sinusfunktionen zusammengesetzt werden.

Als Software zum Vorführen wurde hier das freie Programm "Audacity" verwendet.

Audacity öffnen und unter Menü Spuren ->Neue Spur Anlegen -> Monospur aufrufen.

In den Daten findet sich ein Matlab-Skript zur schnellen Fourier Transformation. Damit können Geräusche direkt in das Workspace aufgenommen werden und per Befehl wird das Spektrum als Plot ausgegeben. Ein weiteres Skript zum erzeugen eines Plots des Fourierspektrums einer *.wav Datei liegt zusätzlich vor.

Datei Bearbeiten Ansicht Spuren Erz	eugen <u>E</u> ffekt Analyse <u>H</u> ilfe		N
Neue Spur a	nlegen	•	Monospur Umscha
Zeitgesteue	rte Aufnahme		<u>S</u> tereospur
+) ₫	Stereo to Mono Mix and Render Samplefreguenz der Spur ändern		
Spur(en) ent	fernen		
Mute All Trac UnMute All T	ks racks	Strg+U Umschalt+Strg+U	
	ausrichten chten	* *	
Textmarke a Textmarke w Te <u>x</u> tmarken	n Cursor/Auswahl <u>h</u> inzufügen ährend <u>W</u> iedergabe hinzufüger bearbeiten	Strg+B Strg+M	
Spuren s <u>o</u> rti	eren nach	•	1994) - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994 - 1994
Projekt-frequenz Anfang der A	uswahl: ● Ende ◯ Länge Audi	oposition:	
44100 V Einrasten 00 h 00 m	00 s = 00 h 00 m 00 s = 00	h 00 m 00 s -	

Abb. 7: Eine Spur anlegen

und danach unter Erzeugen -> Tongenerator(1) die jeweilige Frequenz mit der dazugehörigen Amplitude eintragen. Als erste Amplitude genügt 0,8 um im Wertebereich des Programms zu bleiben.



Abb. 8: Einen Sinuston erzeugen

Wellenform:	Sinus 🗘
Frequenz (Hz)	100
Amplitude (0-1)	0,8
Dauer der Aufnahme	00 h 00 m 30 s
× Al	obrechen <u>e0</u> K

Abb. 9: Frequenz und Amplitude Eintragen

Diese Vorgänge je nach Anzahl der gewünschten Beiträge wiederholen. Ein Beispiel für die ersten 7 Amplituden und Frequenzen die für die Eingabe im Soundprogramm benutzt werden können lautet:

Freque	enz	Amplitude
10	Hz	0,80
30	Hz	0,26
50	Hz	0,16
70	Hz	0,11
90	Hz	0,08
110	Hz	0,07
130	Hz	0,06

Wenn jetzt die Spuren daliegen werden mittels <strg>+A alle markiert und unter Spuren -> Mix and Render durch einen Klick übereinandergelegt. Das Resultat vom Beispiel ist in Abb. 1 zu sehen.



Abb. 10: Angelegte Spuren vor dem addieren



Abb. 11: Resultat bei der Verwendung von 3 der 7 angegebenen Wertepaare