

# GIFFFECTS (guitar effects with DSP)

Signalverarbeitung / Prof. Dr. Jakob Schmid

Elektro- und Kommunikationstechnik

In Musikstudios oder bei Konzerten werden Gitarrenklänge oft nach dem Geschmack der Musiker verfremdet. Mit dem Effektgerät „GIFFFECTS“ (Guitar Effects) kann der Benutzer Gitarrentöne auf drei verschiedene Arten verändern lassen. Die Effekte sind Verzerrung (Distortion), Echoeffekt (Delay) und Transponierung (Pitch shifting). Alle drei verändern das Signal in Echtzeit, das heisst direkt während des Spielens. Mit Hilfe von Fadern können, über den Zweidrahtbus I2C, die Parameter der einzelnen Effekte eingestellt werden. Die Wahl der Effekte ist mit einem bühnentauglichen Fusstaster möglich. Das Herzstück des Effektgeräts ist der neueste floating-point DSP TMS320C6713 von Texas Instruments.

## Die Effekte

Distortion ist – wie der Name sagt – ein Verzerrern des Signals. Ich realisiere dies durch ein asymmetrical clipping, also eine Begrenzung mit nicht symmetrischer Übertragungskennlinie.

Mit Hilfe eines Hoch- und Tiefpasses wird das Klangbild dem persönlichen Geschmack angepasst. Der Delay wird erreicht, indem zum Eingangssignal eine zeitlich verschobene, abgeschwächte Kopie addiert wird. Der Pitch shifter – auch unter dem Namen Transponieren bekannt – verändert die Tonhöhe eines akustischen Signals, ohne dessen Dauer zu verändern. Er basiert auf der bekannten Phase Vocoder Methode. Ein auf

diesem Prinzip basierender MATLAB-Algorithmus wurde von Udo Zölzer 2002 in seinem Buch DAFX veröffentlicht. Dieser dient als Grundlage für den Pitch shift Algorithmus im „GIFFFECTS“. Eine Real-Time-Anwendung erfordert, dass das abgetastete Signal in Abschnitte (Frames) mit einer festen Anzahl Abtastwerte (Samples) aufgeteilt wird. Nach einer Fourier-Transformation müssen die Phasenunterschiede zwischen den Oberwellen zweier aufeinanderfolgender Frames berechnet werden. Es erfolgt eine Multiplikation dieser Differenz mit dem Pitch shift Faktor und die Rücktransformation. Zur Qualitätssteigerung werden die Frames vierfach überlappt.

## Das Vorgehen

Sämtliche Effekte wurden zuerst in MATLAB entwickelt, ausgetestet und bewertet. Ich habe diverse Algorithmen in Betracht gezogen und schliesslich die geeignetsten ausgewählt. Mit Code Composer Studio von Texas Instruments setze ich den Code nach C um.

## Die Realisierung

Die Effekte Distortion und Delay sind für Real-Time-Anwendungen sehr gut geeignet und zeitlich unbedenklich. Mehr Probleme bereitet dagegen der Pitch shift Algorithmus. Um genügend Qualität zu erreichen, muss die FFT mit mindestens 1024 Samples durchgeführt werden. Pro Frame eine FFT, je ein Loop mit Kosinus-, Sinus- und Arkustangens-Funktionen sowie eine IFFT tragen dazu bei, dass der Prozessor mit sehr hoher Auslastung läuft und eine Optimierung der Cachebenutzung gefordert ist. Zusätzlich muss periodisch der I2C-Bus abgefragt werden, um die veränderten Positionen der Fader oder des Wahlschalters in den DSP zu übertragen. Der begrenzte Speicherplatz im internen RAM bedingt, dass zeitlich nicht-kritische Arrays und Programmteile ins externe RAM ausgelagert werden müssen. Mit einer Hörprobe an der Diplomausstellung können Sie sich von der Wirksamkeit dieser Effekte überzeugen.



von Gunten Benjamin  
1979

vogu@gmx.ch

