Universität des Saarlandes
Fachrichtung 6.2 – Informatik
Dr.-Ing. D. Kästner

1. November 2001

Übungsblatt 1: Codeerzeugung für eingebettete Prozessoren (WS 2001/2002)

Abgabetermin: 9. November 2001

Aufgabe 1 (6 Punkte)

Sei x ein N-Punkte Eingangssignal $(x[0],\ldots,x[N-1])$ und h ein M-Punkte Signal $(h[0],\ldots,h[M-1])$. Dann ist die Konvolution y von h und x das folgende $N+M-1$-Punkte Signal $(y[0],\ldots,y[N+M-1]$:

$$y[i] = \sum_{j=0}^{M-1} h[j]x[i-j] =: h*x$$

Der Einheitsimpuls δ ist ein normalisierter Impuls: Sample 0 hat den Wert 1, alle anderen Samples den Wert 0.

Beweisen Sie die folgenden Eigenschaften der Konvolution:

- Kommutativität: $a*b = b*a$
- Assoziativität: $(a*b)*c = a*(b*c)$
- Distributivität: $a*b+a*c = a*(b+c)$
- $x*\delta = y$ mit $y[j] = x[j]\ \forall\ j = 0,\ldots,N-1$
- $x*k\delta = y$ mit $y[j] = kx[j]\ \forall\ j = 0,\ldots,N-1$
- Sei $\delta'[j+s] = \delta[j]$, $\delta'[z] = 0$ für $z = 0,\ldots,s-1$, $s \in \mathbb{N}$. Dann gilt $x*\delta' = y$ mit $y[j] = x[j+s]\ \forall\ j = 0,\ldots,N-1$.

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Implementieren Sie einen Konvolutionsalgorithmus mit den folgenden Eigenschaften:

- Argumente sind zwei Felder A und B gleicher Größe vom Typ *double*, sowie die Feldgröße.
- Der Algorithmus implemeniert die Standard-Definition der Konvolution (s.o.).
- Das Ausgabesignal soll in einem dritten Feld abgelegt werden.

Beispiel:

```
void conv(double *A, double *B, int dim, double *C)
```

Abzugeben ist der Quellcode, sowie das Assembler-Listing der Konvolutionsfunktion. (Die Assemblerausgabe wird bei den meisten Compilern durch Angabe der `-S`-Option erzwungen.)

Wenden Sie den Algorithmus auf Felder der Größe $10000, 20000, \ldots, 50000$ an und messen Sie die erforderliche Laufzeit.

Aufgabe 3 (10 Punkte)

Die Standard-Konvolution kann durch Transformation beider Eingangssignale aus dem Zeitbereich in den Frequenzbereich mittels FFT, anschließende komplexe Multiplikation der Frequenzbereichssignale, und Rücktransformation in den Zeitbereich mittels inverser FFT ersetzt werden.

Schreiben Sie ein *C*-Programm, das diesen Algorithmus für zwei Eingangssignale gleicher Größe (vgl. Aufgabe 2) mit Hilfe der auf der Webseite angegebenen Implementierung von FFT/inverser FFT implementiert. Wenden Sie den Algorithmus auf Felder der Größe $10000, 20000, \ldots, 50000$ an und stellen Sie die gemessenen Laufzeiten denen von Aufgabe 2 gegebenüber.