Tutorium zu Computer-Engineering im SS19

Termin 2

Jakob Otto

HAW Hamburg

17. Oktober 2019

HAW HAMBURG

Ablauf

- Praktikum
  - Ideen zum Aufbau
  - Trial-subtraction-Verfahren
  - Testen

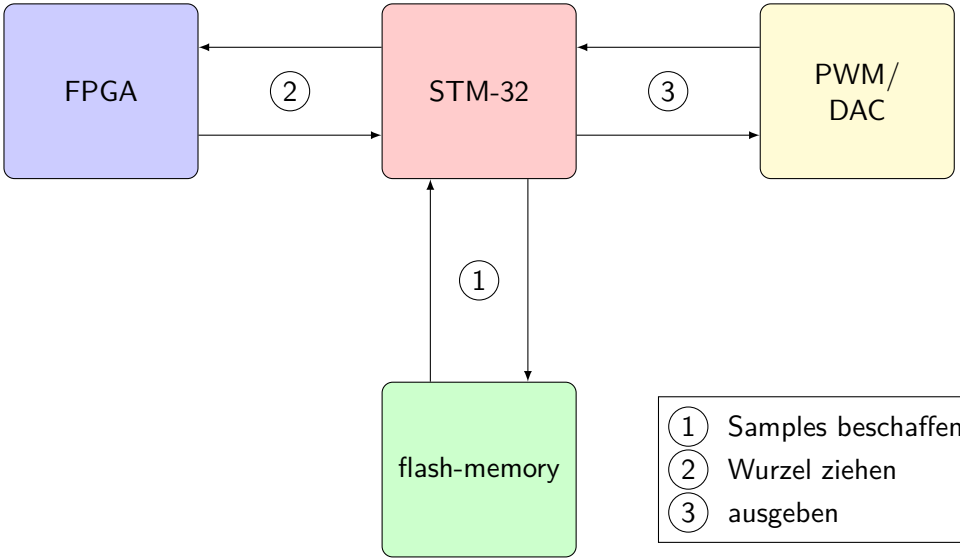
Ausblick (I)

Ablauf

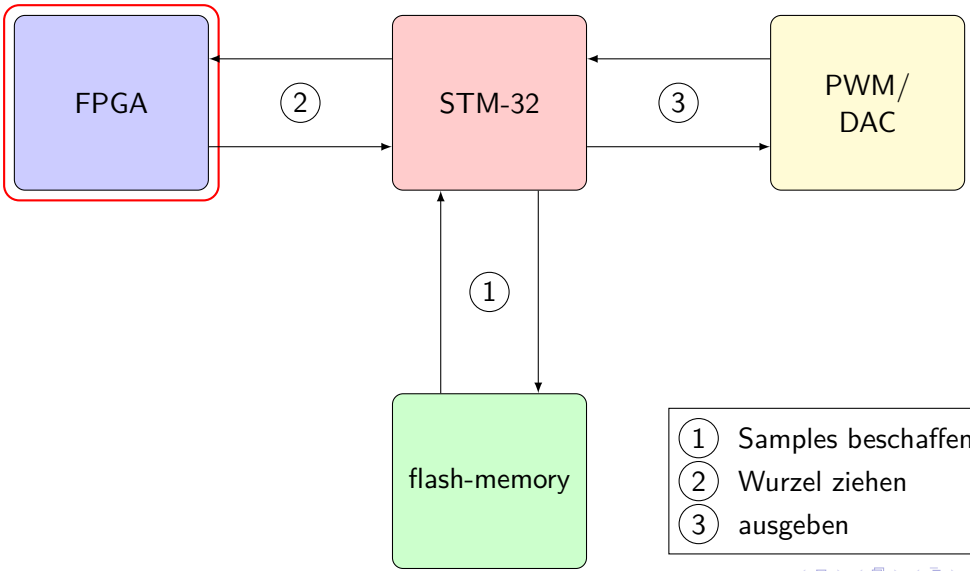
1. Trial-Subtraction Algorithmus
   - effizientes Wurzelziehen aus Samples
2. DAC spielereien
   - Ausgabe von Sound lernen
3. Flash-speicher lesen/schreiben
   - Samples lesen lernen
4. Alles zusammensetzen
   - Kommunikation zwischen FPGA/STM-32
   - Ausgabe übr PWM
   - Musik abspielen

HAW HAMBURG

Ausblick (II)


FPGA
2
STM-32
3
PWM/
DAC
1
flash-memory
1 Samples beschaffen
2 Wurzel ziehen
3 ausgeben

Ausblick (III)



HAW HAMBURG

Aufgabenzettel

Praktikum (I)

Warum eigentlich?

- Wurzelziehen ist teuer
- Hardware-unterstützung hilfreich
- Bei uns durch Trial-Subtraction Algorithmus realisiert

Praktikum (II)

Warum eigentlich?

Table 8. Some floating-point single-precision data processing instructions

Instruction	Description	Cycles
VABS.F32	Absolute value	1
VADD.F32	Addition	1
VSUB.F32	Subtraction	1
VMUL.F32	Multiply	1
VDIV.F32	Division	14
VCVT.F32	Conversion to/from integer/fixed-point	1
VSQRT.F32	Square root	14

Praktikum (III)

Einschränkungen...

- Wir sind Stückkosten getrieben!
- Daher **ein** Addierer und **ein** Subtrahierer erlaubt
  - Addierer für Inkrementieren des Zustands
  - Subtrahierer für Algorithmus

Denkt an Aufgabe 3 aus DT $\rightarrow$ Addierer richtig einsetzen!

HAW HAMBURG

Kleine Erinnerung (I)

SO NICHT!!

```
add: process (a_s, b_s, c_s, select_s) is
  variable res_v : <type>;
begin
  if (select_s = '0') then
    res_v := a_s + b_s;
  else
    res_v := b_s + c_s;
  end if;

  res_s <= res_v;
end process;
```

HAW HAMBURG

Kleine Erinnerung (II)

BESSER

```
add: process (a_s, b_s, c_s, select_s) is
  -- variablen opA_v, opB_v, res_v
begin
  if (select_s = '0') then
    opA_v := a_v;
    opB_v := b_v;
  else
    opA_v := b_v;
    opB_v := c_v;
  end if;

  res_v := opA_v + opB_v
  res_s <= res_v;
end process;
```

Trial-Subtraction Algorithmus (I)

Ablauf

1. n = 1
2. r' und s' berechnen
3. wenn:
   1. r' >= 0 $\rightarrow$ s = s'
   2. r' < 0 $\rightarrow$ s = s
4. sobald:
   1. r' = 0 $\rightarrow$ **ende**
   2. sonst $\rightarrow$ $n = n + 1$ und gehe zu 2

HAW HAMBURG

Trial-Subtraction Algorithmus (II)

Variablen

- $s \rightarrow$ Approximation der Wurzel
- $s' \rightarrow$ die neue Approximation
- $r \rightarrow$ der mögliche Rest
- $r' \rightarrow$ ein möglicher neuer Rest
- $n \rightarrow$ Der Zustand/die Phase
- $d \rightarrow$ Differenz $\rightarrow 2^n$

Trial-Subtraction Algorithmus (II)

Funktionen

$$r' = r - 2^n(2s + 2^n)$$
$$s' = s + 2^n$$

Trial-Subtraction Algorithmus (III)

Ursprüngliche Funktion

$$r' = r - 2^n \cdot (2s + 2^n)$$

Multiplikation mit 2 lässt sich durch shift darstellen
Addition in diesem Fall durch '|'

Vereinfacht

$$r' = r - (((s << 1) \mid (1 << n)) << n)$$

Trial-Subtraction Algorithmus (IV)

Ursprüngliche Funktion

$$s' = s + 2^n$$

Multiplikation mit 2 lässt sich durch shift darstellen
Addition in diesem Fall durch '|'

Vereinfacht

$$s' = s \mid (1 << n)$$

HAW HAMBURG

Trial-Subtraction Algorithmus (V)

Bei uns etwas anders...

- Wir ziehen wurzel aus $Q_{0.15}$ Format
  - Zahlenbereich von $-1 \cdots \sim 1$
  - In der Rechnung nur $0 \ldots 1$
- Logik daher etwas anders
  - Statt $2^n \rightarrow 2^{-n}$
  - $0.5, 0.25, 0.125, \ldots$

HAW HAMBURG

Trial-Subtraction Algorithmus (VI)

Eigentlich

$$r' = r - (((s << 1) \mid (1 << n)) >> n)$$
$$s' = s \mid (1 << n)$$

Wird zu

$$r' = r - (((s << 1) \mid (1000000000000000 >> n)) >> n)$$
$$s' = s \mid (1000000000000000 >> n)$$

Trial-Subtraction Algorithmus (VII)

Eigentlich

$$r' = r - (((s << 1) \mid (1000000000000000 >> n)) >> n)$$
$$s' = s \mid (1000000000000000 >> n)$$

lässt sich noch verbessern

$$d = (1000000000000000 >> n)$$
$$r' = r - (((s << 1) \mid d) >> n)$$
$$s' = s \mid d$$

Trial-Subtraction Algorithmus (VIII)

Als Codebeispiel...

```
delta_v := to_stdlogicvector("1000000000000000" srl n_v);
operandB_v := to_stdlogicvector(to_bitvector(
        (s_v(msbPos-1 downto 0) & '0') or (delta_v)) srl n_v);
operandA_v := r_v;
result_v := opA_v - opB_v;
-- weiter interpretieren
```

Tipps (I)

Kein Modularisieren

- Versucht **NICHT** den Code modular zu gestalten
  - Ein Prozess, der die gesamte Logik enthält
- Modularisieren ist gut, allerdings 40 Zustände dadurch schwer

Tipps (II)

Wichtig!

- Bevor ihr eine Berechnung startet (Phase 0):
  - Eingabe auf VZ prüfen und ggf. positiv machen. $\rightarrow (0 - \mathit{Wert})$ **VZ merken!**
- Nach der Berechnung Ergebnis wieder Negativ machen $\rightarrow (0 - \mathit{Ergebnis})$

HAW HAMBURG

Tipps (III)

Eingaben

- Was tun mit Eingaben wie:
  - -1 $\rightarrow$ "1000000000000000"
  - 0 $\rightarrow$ "0000000000000000"

HAW HAMBURG

Tipps (III)

Eingaben

- Was tun mit Eingaben wie:
  - -1 $\rightarrow$ "1000000000000000"
  - 0 $\rightarrow$ "0000000000000000"

  Einfach durchreichen
- Was ist mit der 1???

Testen

```
for i in -32768 to 32767 loop
  x_s <= std_logic_vector(to_signed(i, x_s'length));
  req_s <= '1';

  -- warten, dass Berechnung gestartet wurde
  wait for fullClockCycle;
  req_s <= '0';

  -- warten auf Ende der Berechnung
  wait for 18 * fullClockCycle;
end loop;
```