

Aufgabe 1

Ein Algorithmus soll zwei Videobilder vergleichen und ermitteln, ob sich ein Objekt zwischen den beiden Videobildern verschoben hat. Dazu soll der interessierende Bildausschnitt im ersten Bild mit einer Größe von 100 x 100 Pixeln mit Ausschnitten an anderen Positionen im zweiten Bild verglichen werden. Die Ausschnitte im zweiten Bild sind gegenüber dem Ausschnitt im ersten Bild um (v_x, v_y) verschoben. Der Vergleich soll durch Kreuzkorrelation der Bildpunkte erfolgen. Die Kreuzkorrelation R wird gemäß Gleichung 1 berechnet.

$$R(v_x, v_y) = \sum_{j=0}^{99} \sum_{i=0}^{99} g(i, j) \cdot g'(v_x + i, v_y + j) \quad (1)$$

In der Gleichung gibt g den Grauwert im ersten Bild und g' den Grauwerten im zweiten Bild an. Dieser Bildvergleich soll für insgesamt 10 mögliche Verschiebungen (v_x, v_y) berechnet werden. Die Bildrate beträgt 25 Bilder/s und für jedes Bild soll eine solche Berechnung durchgeführt werden.

- Die Berechnung soll auf einer CPU durchgeführt werden. Schätzen Sie die Anzahl der erforderlichen Instruktionen pro Sekunde ab. Nehmen Sie eine Load/Store Architektur für die CPU an. Nehmen Sie an, dass Sie für die Berechnung der Speicheradresse des Grauwertes aus i und j 5 Instruktionen benötigen.
- Schätzen Sie die erforderliche CPU Frequenz ab.
- Eine alternative Hardwarearchitektur zur Berechnung der Kreuzkorrelationswerte für die 10 Verschiebungen soll mit 5 MHz Taktfrequenz laufen. Wie viele Multiplizierer benötigen Sie mindestens in dieser Schaltung?
- Reicht ein Single Port Memory, das auch mit 5 MHz getaktet werden soll, aus um alle Daten der Berechnung aus c) zu speichern (Grauwerte, Verschiebungsvektoren, Ergebnisse der Kreuzkorrelation)?
- Um den Bildalgorithmus zu verbessern soll entweder die Anzahl der Bildverschiebungsvektoren von 10 auf 20 werden oder die Ausschnittgröße von 100x100 auf 200x200 verdoppelt werden. Welche Alternative benötigt weniger Ressourcen?

Aufgabe 2

Ein Modul eines Graphikprozessors soll entscheiden, ob ein Punkt $P(x,y)$ innerhalb eines Rechtecks, gegeben durch die Eckpunkte $R(x,y)$ und $Q(x,y)$ liegt. In Abbildung 1 sind die Punkte dargestellt.

Die Bildrate beträgt 50 Bilder/s und es sollen insgesamt 10000 Punkte pro Bild untersucht werden. Das Bild hat eine Auflösung von 1980 x 1080 Punkten.

- Wieviele und welche Vergleiche sind für die Untersuchung eines Punktes notwendig?
- Wieviel Bits benötigen Sie für die Darstellung der Koordinaten?
- Skizzieren Sie eine Architektur, die berechnen kann, ob ein Punkt in einem Rechteck liegt oder nicht. Die Architektur soll einen Punkt pro Takt untersuchen können. Alle Koordinaten von P , R und Q stehen gleichzeitig in jedem Takt zur Verfügung.
- In einer alternativen Architektur kommen die Koordinatendaten des Punktes und des Rechtecks seriell in der Folge (x,rx,qx,y,ry,qy) in das System. In Abbildung 2 ist der zeitliche Ablauf dargestellt.

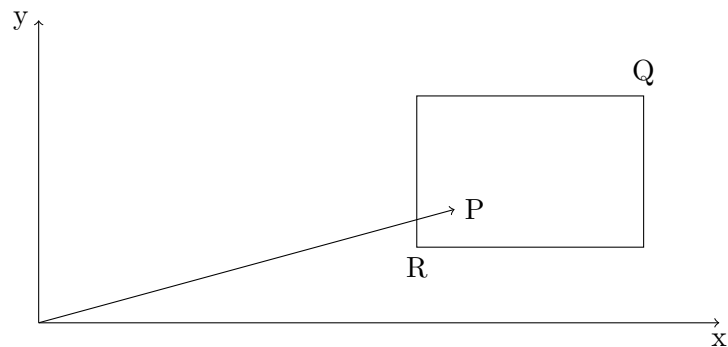


Abbildung 1: Rechteck

Zeitgleich mit der x Koordinate des Punktes P ist das "start" Signal aktiv. Sobald das Ergebnis vorliegt, soll das "done" Signal aktiviert werden. Das Ergebnis soll an einem Ausgang "pr" angezeigt werden. Wenn der Punkt im Rechteck liegt, soll pr = "1" sein, ansonsten ist pr = "0". Entwerfen Sie eine Architektur mit der Sie die Berechnung sequentiell durchführen können. Teilen Sie die Architektur in einen Datenpfad und einen Kontrollpfad auf. Stellen Sie nur den Datenpfad und die notwendigen Kontrollsignale dar. Erläutern Sie die Funktion der Kontrollsignale.

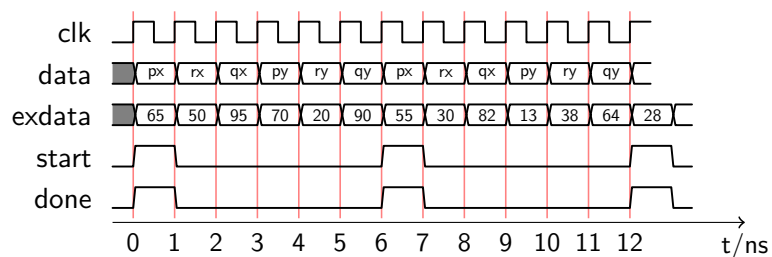


Abbildung 2: Timingdiagramm mit seriellen Eingangsdaten

e) Zeichnen Sie ein Timingdiagramm für Ihre Architektur in dem der zeitliche Ablauf der Steuersignale, die Eingangsdaten, wichtige Zwischenwerte und das Endergebnis der Berechnung für die Beispieldaten "exdata" aus Abbildung 2 erkennbar ist.

f) Entwerfen Sie einen Zustandsautomaten, der als Ausgang die Steuersignale für Ihren Datenpfad bereitstellt.