

[100 Puan] Konvolüsyon İşlemi

[60 Puan] a-) Konvolüsyon Birimi

Her bir elemanı 8 bitlik değerden oluşan 4x4'lük matris üzerinde, her bir elemanı 8 bitlik değerden oluşan 3x3'lük filtre ile konvolüsyon işlemi gerçekleştiren ve her bir elemanı 8 bitlik değerden oluşan 4x4'lük sonuç matrisini veren bir verillog modülü yazmanız istenmektedir. Modülü verillogda davranışsal modelleme kullanılarak yazın. Oluşturacağınız modüle **konvolusyon_birimi** (oluşacak dosya **konvolusyon_birimi.v**) ismini verin. Modüle ait ister, giriş ve çıkışlar aşağıdaki gibidir.

Devrenin Girişleri:

- **saat:** 1 bitlik saat sinyali
- **reset:** 1 bitlik reset sinyali (senkron)
- **basla:** 1 bitlik devrede işlemi başlatan giriş sinyali
- **matris:** 128 bitlik matris girişi
- **filtre:** 72 bitlik filtre girişi

Devrenin Çıkışları:

- **sonuc:** 128 bitlik sonuç matrisi çıkışı
- **hazir:** 1 bitlik sonucun hazır olduğunu belirten çıkış

Modül İsterleri:

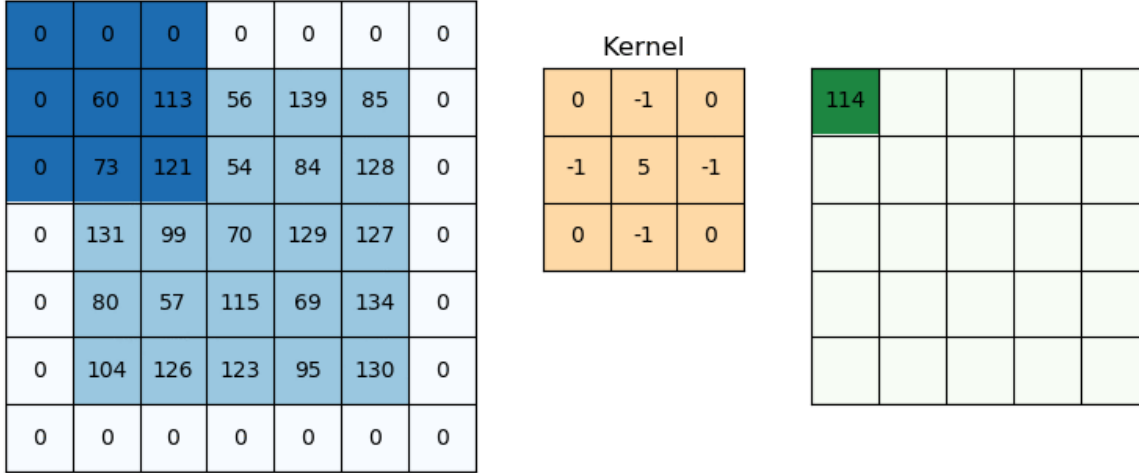
- Eş zamanlı atamalar saatin yükselen kenarında yapılacaktır.
- **reset** sinyali etkin olduğunda, modül başlangıç durumuna dönmelidir.
- **basla** sinyali 1 olduğu çevrim dahil olmak üzere toplam 16 çevrimde konvolüsyon işlemi tamamlanacaktır. Her bir çevrimde sonuç matrisinin 1 tane elemanı (her 8 bitlik kısım) hesaplanacaktır.
- **basla** sinyalinin 1 olduğu çevrimde sonuç matrisinin ilk elemanı hesaplanacaktır.
- Sonuç matrisinin son elemanının hesaplandığı 16. çevrimde **hazir** sinyali **mantık-1** yapılarak sonuç dışarıya verilecektir.
- 16. çevrimden sonraki çevrim, modül yeni bir girdi almaya hazır hale gelmelidir.
- **hazir** sinyali sonucun verildiği çevrim haricinde her zaman **mantık-0** değerini verecektir.
- Konvolüsyon sırasında kenar ve köşelerde yapılan filtrelemeler için *zero-padding* yapılacaktır.
- Konvolüsyon sırasında yapılan toplama ve çarpma sonucunda 8 bitlik değer üzerinde oluşabilecek taşma (-ing, overflow) durumlarını **önemsemeyin**.
- 8 bitlik değerler her zaman pozitifdir.
- 128 bitlik matris girişi ve 128 bitlik sonuç çıkışı Tablo 1'deki gibi yorumlanmalıdır.

TABLO 1: 128-bit İle İfade Edilen 4x4'lük M Matrisinin Gösterimi

M[127:120] 1.Eleman	M[119:112] 2.Eleman	M[111:104] 3.Eleman	M[103:96] 4.Eleman
M[95:88] 5.Eleman	M[87:80] 6.Eleman	M[79:72] 7.Eleman	M[71:64] 8.Eleman
M[63:56] 9.Eleman	M[55:48] 10.Eleman	M[47:40] 11.Eleman	M[39:32] 12.Eleman
M[31:24] 13.Eleman	M[23:16] 14.Eleman	M[15:8] 15.Eleman	M[7:0] 16.Eleman

- 72 bitle ifade edilen 3x3'lük filtre, Tablo 1'deki gösterim ile aynı mantıkta gösterilmektedir. (İlk 8 bitlik kısım (filtre[71:64]) sol üst köşede olacak şekilde)

Şekil 1'de, zero-padding ile konvolüsyon işleminin nasıl yapıldığını gösteren örnek bir görsel bulunmaktadır.



Şekil 1: Zero-padding Konvolüsyon İşlemi

https://miro.medium.com/v2/resize:fit:720/format:webp/1*006nY1U7zoP4vE5AZEnxKA.gif

[40 Puan] b-) Ardışık Konvolüsyon Birimi

a şıkında yazdığınız **konvolusyon_birimi** modülünden 2 tane kullanarak art arda iki tane konvolüsyon yapan bir boru hattı oluşturmanız istenmektedir. Modülü verilogda davranışsal modelleme kullanarak yazın. Oluşturacağınız modüle **ardisik_konvolusyon_birimi** (oluşacak dosya **ardisik_konvolusyon_birimi.v**) ismini verin. Modüle ait ister, giriş ve çıkışlar aşağıdaki gibidir.

Devrenin Girişleri:

- **saat:** 1 bitlik saat sinyali
- **reset:** 1 bitlik reset sinyali (senkron)
- **basla:** 1 bitlik devrede işlemi başlatan giriş sinyali
- **matris:** 128 bitlik matris girişi
- **filtre1:** 72 bitlik ilk devre için verilen filtre girişi
- **filtre2:** 72 bitlik ikinci devre için verilen filtre girişi

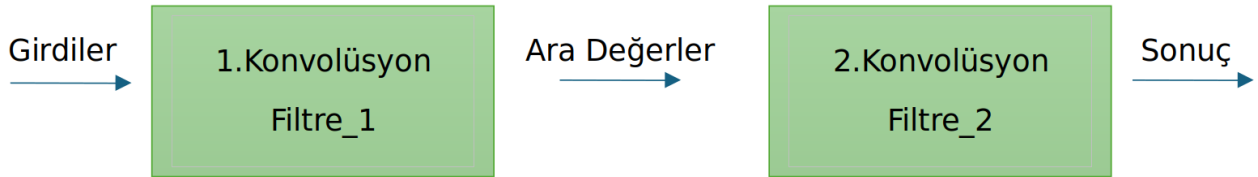
Devrenin Çıkışları:

- **sonuc:** 128 bitlik sonuç matrisi çıkışı
- **hazir:** 1 bitlik sonucun hazır olduğunu belirten çıkış

Modül İsterleri:

- Eş zamanlı atamalar saatin yükselen kenarında yapılacaktır.
- **reset** sinyali etkin olduğunda, modül başlangıç durumuna dönmelidir.
- Girdi olan matris önce 1. konvolüsyon biriminde **filtre_1** kullanılarak işlendikten sonra, ilk birimin sonuç matrisi 2. konvolüsyon birimine iletilerek **filtre_2** kullanılarak işlenecektir ve nihai sonuç dışarıya verilecektir.
- **basla** sinyalinin 1 olduğu çevrimden sonra 32. çevrimde **hazır** sinyali **mantık-1** yapılarak sonuç dışarıya verilecektir.
- Boru hattı, bir işlem başladıktan 16 çevrim sonra yeni bir işlem alabilmelidir.
- Yeni bir işlem başladıktan en erken 16 çevrim sonra yeni bir girdi geleceğini (**basla** sinyali **mantık-1** yapıp) varsayın.

Şekil 2’de tasarlanacak boru hatlı sistemin blok şeması görülebilir.



Şekil 2: Ardışık Konvolüsyon Blok Şeması

Ödev Teslimi (Son Teslim Tarihi: 10.07.2024 23.59)

1-) konvolusyon_birimi.v

2-) ardisik_konvolusyon_birimi.v

dosyalarını **sıkıştırmadan** <https://uzak.etu.edu.tr>'ye yükleyin.