

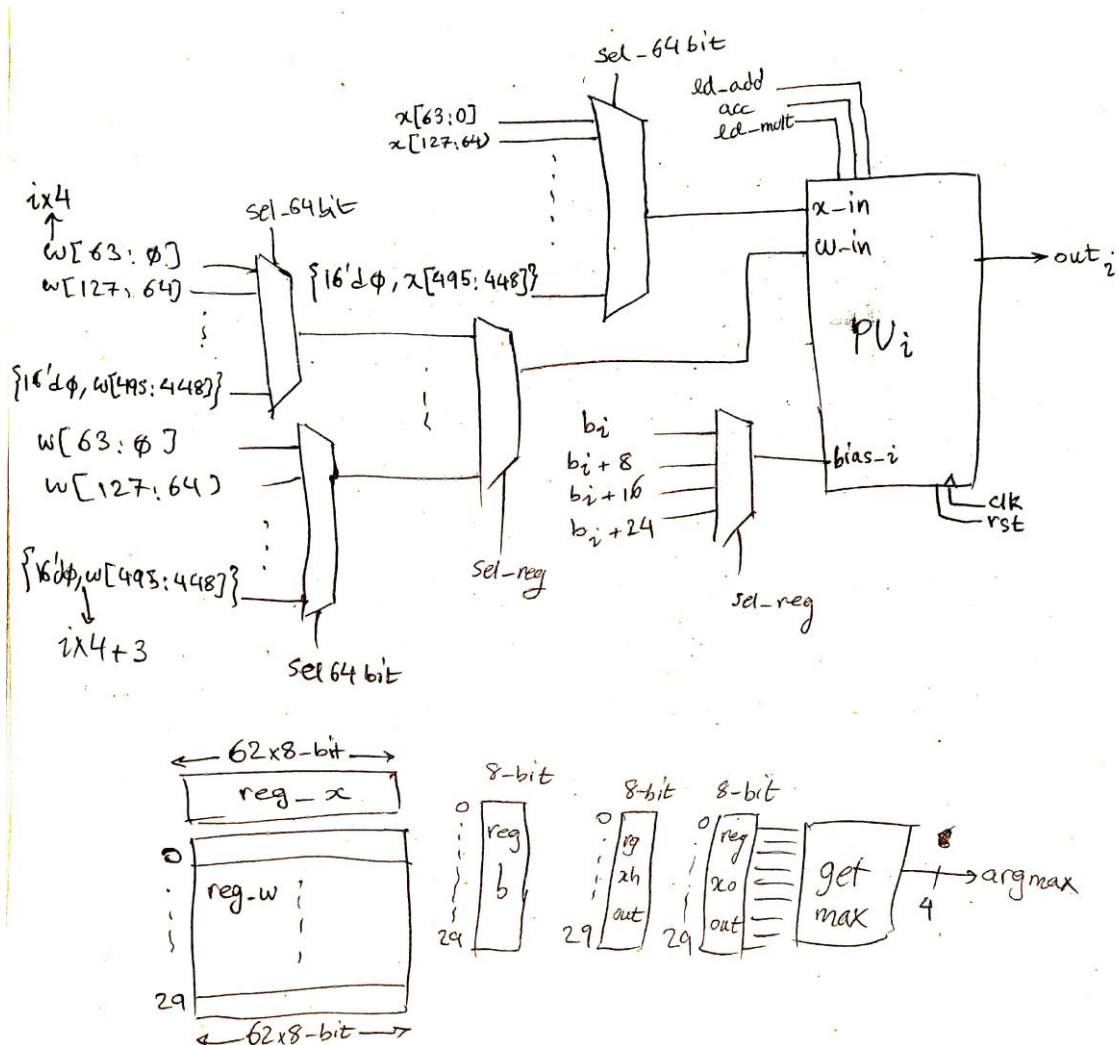
به نام خدا

پروژه نهایی طراحی کامپیوتری سیستم‌های دیجیتال

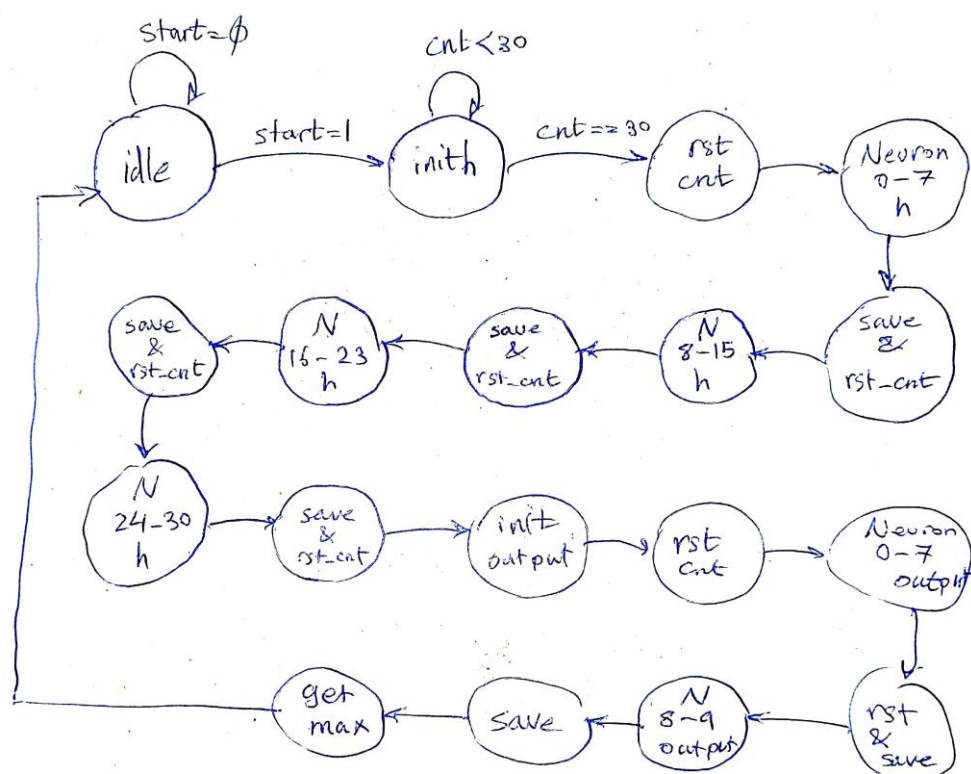
حسام اسدالهزاده - ۸۱۰۱۹۸۳۴۶

مهدی وکیلی - ۸۱۰۱۹۸۴۸۴

مسیر داده:



کنترلر:



نحوه کار مدار به این صورت است که پس از رسیدن سیگنال شروع، وزن‌ها و بایاس‌های لایه مخفی در رجیسترهای مربوط به خود لود می‌شوند. سپس ۸ نورون اول عملیات خود را با استفاده از ۸ PU موجود انجام داده و نتیجه آن ذخیره می‌شود. به همین ترتیب خروجی هر ۳۰ نورون لایه مخفی در رجیستر مربوطه ذخیره می‌شوند. حال وزن‌ها و بایاس‌های لایه خروجی در رجیستر لود شده و ابتدا ۸ نورون اول و سپس ۲ نورون بعدی عملیات خود را انجام می‌دهند و نتیجه در رجیستر دیگری ذخیره می‌شود. حال با استفاده از ماژول `get_max`، برچسب پیش‌بینی شده برای داده تست محاسبه می‌شود و عملیات شبکه عصبی به پایان می‌رسد.

همچنین اسکریپت پایتون برای به دست آوردن دقت کل داده نوشته شده که در ادامه آمده است:

```
In [16]: H_out = np.matmul(w1,x.T)
H_out += b1*127
H_out = H_out>>9
H_out = relu(H_out)
H_out = sat(H_out)
out = np.matmul(w2,H_out)
out += b2*127
out = out>>9
out = relu(out)
out = sat(out)
pred = np.argmax(out.T, axis=-1)
```

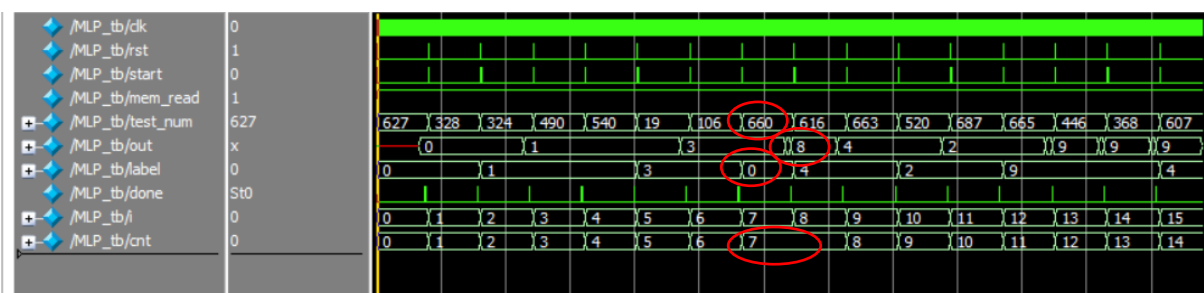
```
In [17]: final = pd.DataFrame({'label':label['label'], 'pred':pred})
final.head()
```

```
Out[17]:
```

	label	pred
0	8	8
1	6	6
2	1	1
3	4	4
4	6	6

```
In [26]: print('precision: {:.3f}%'.format(sum(final['label']==final['pred'])/len(final)*100))
precision: 89.867%
```

مشاهده می شود که دقت شبکه عصبی روی ۷۵۰ داده حدود ۹۰ درصد می باشد.



تست بنچ به طوری نوشته شده که ۱۰۰ تست زردوم از مجموعه داده انتخاب شده و نتیجه آن ها محاسبه شود. به ازای هر پیش بینی درست، یک واحد به متغیر cnt اضافه می شود. به طور مثال در تصویر بالا مشخص است که تست شماره 660 خروجی درستی نداده و مقدار cnt ثابت مانده که کد پایتون نیز این امر را تایید می کند:

```
final.iloc[660]
```

```
label      0
pred       8
Name: 660, dtype: int64
```

Signal	Value	Hex Data
/MLP_tb/dk	0	
/MLP_tb/rst	1	
/MLP_tb/start	0	
/MLP_tb/mem_read	1	
/MLP_tb/test_num	627	363 373 617 658 419 211 36 317 125 16 339 168 239 66 269
/MLP_tb/out	x	9 3 2 4 3 1 0 2 0 1 0 4 6
/MLP_tb/label	0	3 2 4 9 1 0 2 0 1 0 4 6 0
/MLP_tb/done	St0	
/MLP_tb/i	0	85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99
/MLP_tb/cnt	0	79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92

در نهایت مشاهده می‌شود که روی ۱۰۰ داده رندوم انتخاب شده، ۹۲ پیش‌بینی درست انجام شده. یک مثال دیگر از داده با پیش‌بینی نادرست در ادامه آمده است که در تصویر بالا نیز مشخص است.

```
final.iloc[658]
```

```
label      9
pred       3
Name: 658, dtype: int64
```

حال یکبار دیگر تست بنچ را ران می‌کنیم:

این بار ۸۶ عدد پیش‌بینی درست از بین تست‌های انجام شده داریم.