

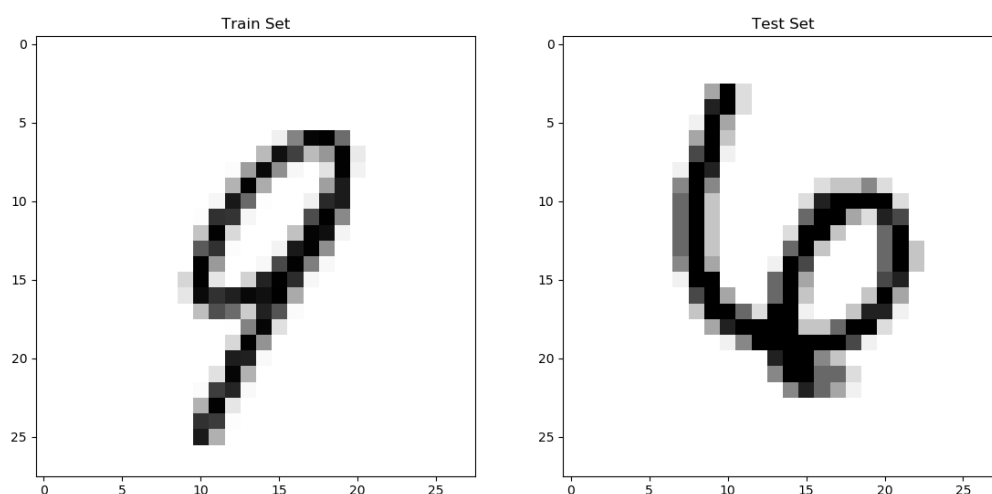


پروژه دوم هوش محاسباتی

MLP

نویسنده : سهیل رستگار

. A



.B

یکی از مشکلاتی که شبکه های عصبی با آن رو به رو می شوند پدیده **over fitting** است که در آن شبکه بیش از حد به داده های Train وابسته شده و تنها برای این داده های خطای کمی دارد و اگر داده ی دیگری برای آزمون به شبکه بدهیم با خطای زیادی مواجه می شویم . یکی از مکانیزم های موجود برای رفع این مشکل استفاده از روش **drop out** است. در این روش با احتمال مشخصی تعداد از نورون های موجود در شبکه را در نظر نمیگیریم و عمل Train را بر روی بقیه ی نورون ها انجام می دهیم. این عمل باعث می شود که وابستگی کمتری به داده ها در مرحله Train بوجود بیاید و در نتیجه از **over fit** شدن شبکه جلوگیری شود.

.C

به طور خلاصه برای محک و ارزیابی شبکه ی عصبی از سه معیار استفاده می شود. پس از Train کردن شبکه ی عصبی، و در مرحله ی تست، هر داده ی ورودی متعلق به کلاسی خاص می باشد و شبکه عصبی باید پیش بینی کند که این داده متعلق به کدام کلاس است که ممکن است درست یا غلط پیش بینی کند.

به نسبت تعداد پیش بینی های درست شبکه عصبی در مورد یک کلاس به تعداد کل پیش بینی های شبکه در مورد آن کلاس ، معیار دقت (**Precision**) گفته می شود.

به نسبت تعداد پیش بینی های درست شبکه عصبی در مورد یک کلاس به تعداد کل داده های موجود از آن کلاس ، معیار بازخوانی (**recall**) گفته می شود.

معیار **f1-score** معیاری است که از میزان **precision** و **recall** توسط فرمول زیر بدست می آید:

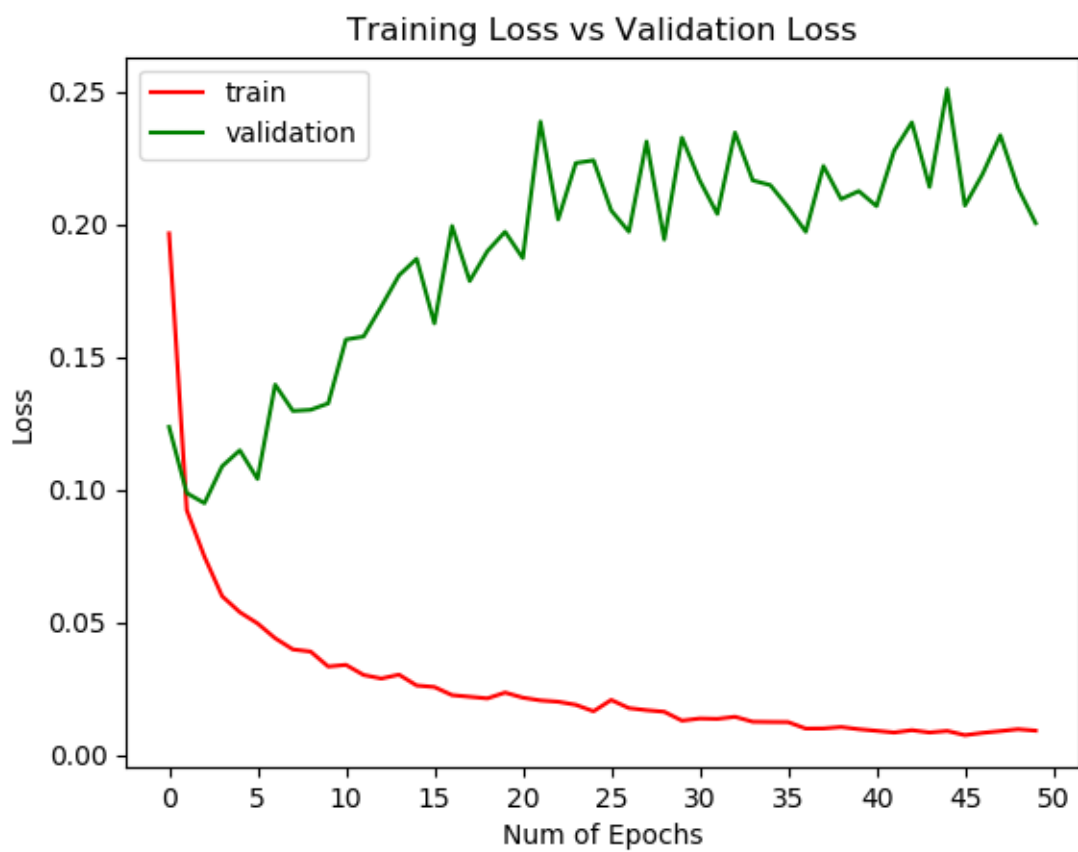
$$F_1 = \frac{2}{\frac{1}{\text{recall}} + \frac{1}{\text{precision}}} = 2 \cdot \frac{\text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

.D

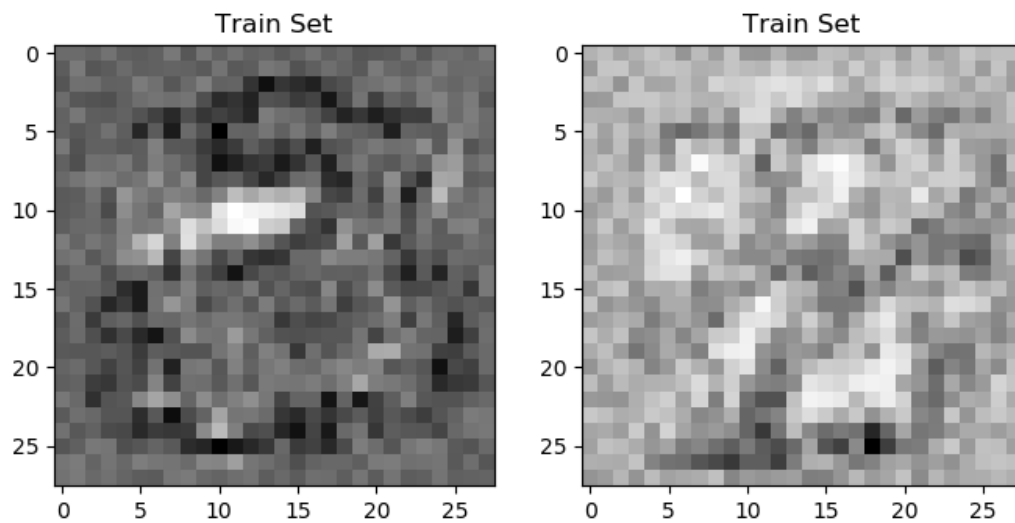
.a

Class	٠	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
Recal l	٠/٩٩٠٨ ١٦٣٣	٠/٩٩٢٩ ٥١٥٤	٠/٩٨٢٥ ٥٨١٤	٠/٩٨٤١ ٥٨٤٢	٠/٩٧٦٥ ٧٨٤١	٠/٩٧٥٣ ٣٦٣٢	٠/٩٧٧٠ ٣٥٤٩	٠/٩٨٠٥ ٤٤٧٥	٠/٩٧٤٣ ٣٢٦٥	٠/٩٨٣١ ٥١٦٤
Preci sion	٠/٩٨٩٨ ٠٦٣٢	٠/٩٩٢٩ ٥١٥٤	٠/٩٨٥٤ ٢٢٧٤	٠/٩٧٢٦ ٠٢٧٤	٠/٩٨٤٥ ٩٩٥٩	٠/٩٨٥٢ ٧٧٤٦	٠/٩٨٣١ ٩٣٢٨	٠/٩٨١٤ ٩٩٥١	٠/٩٧٥٣ ٣٤٠٢	٠/٩٦٩٦ ٩٦٩٧
F1- score	٠/٩٩٠٣ ١١٠٧	٠/٩٩٢٩ ٥١٥٤	٠/٩٨٣٩ ٨٨٣٦	٠/٩٧٨٣ ٤٦٤٦	٠/٩٨٠٥ ٧٢٦	٠/٩٨٠٢ ٨١٦٩	٠/٩٨٠١ ٠٤٧١	٠/٩٨١٠ ٢١٩	٠/٩٧٤٨ ٣٣٠٨	٠/٩٧٦٣ ٧٧٩٥

.b



.c



همانطور که مشاهده می شود وزن های به شکل اعداد درآمده اند . یعنی مانند فیلتر روی ورودی می افتند تا تشخیص دهند که چه رقمی است.

.d

Class	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
Recall	۰/۹۸۹۷ ۹۵۹۲	۰/۹۸۸۵ ۴۶۲۶	۰/۹۷۷۷ ۱۳۱۸	۰/۹۷۹۲ ۰/۷۹۲	۰/۹۷۱۴ ۸۶۷۶	۰/۹۷۷۵ ۷۸۴۸	۰/۹۸۲۲ ۵۴۷	۰/۹۷۹۵ ۷۱۹۸	۰/۹۶۴۰ ۶۵۷۱	۰/۹۶۹۲ ۷۶۵۱
Precision	۰/۹۸۲۷ ۷۶۰۹	۰/۹۹۰۲ ۹۱۲۶	۰/۹۷۵۸ ۲۲۰۵	۰/۹۸۱۱ ۵۰۷۹	۰/۹۸۱۴ ۸۱۴۸	۰/۹۸۰۸ ۷۷۳۹	۰/۹۸۴۳ ۰/۹۶۲	۰/۹۷۰۱ ۳۴۸۷	۰/۹۷۸۱ ۲۵	۰/۹۷۸۱ ۲۵
F1-score	۰/۹۸۶۲ ۷۳۵۱	۰/۹۸۹۴ ۱۷۹۹	۰/۹۷۶۷ ۶۶۷	۰/۹۸۰۱ ۷۸۳۹	۰/۹۷۶۴ ۵۸۵۵	۰/۹۷۹۲ ۲۵۱۵	۰/۹۸۳۲ ۸۱۰۹	۰/۹۷۴۸ ۳۰۵۹	۰/۹۷۱۰ ۴۴۴۷	۰/۹۷۲۱ ۶۷

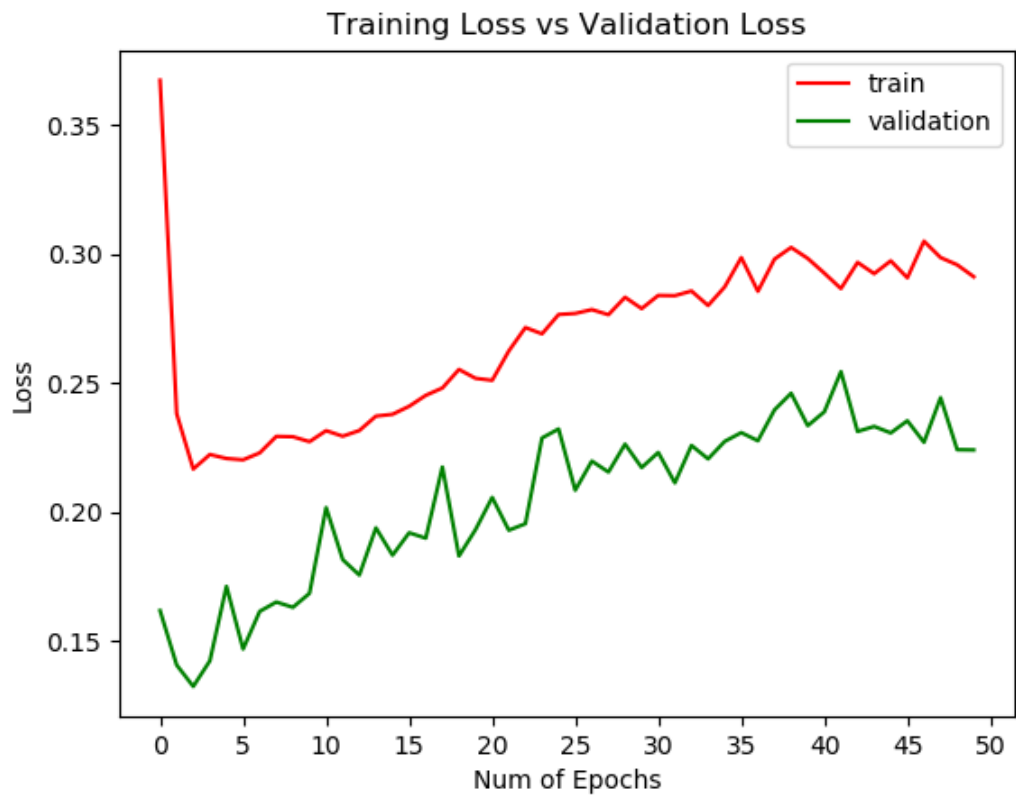
recall 0.9781

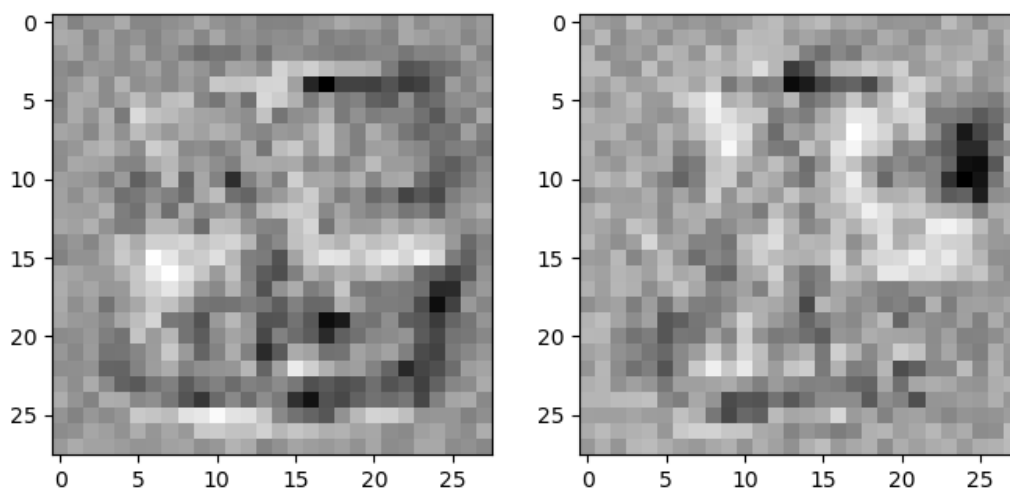
precision 0.980060120240481

f1-score 0.979079079079079

```
recall
[0.98979592 0.98854626 0.97771318 0.97920792 0.97148676 0.97757848
 0.9822547  0.97957198 0.96406571 0.96927651]
precision
[0.98277609 0.99029126 0.97582205 0.98115079 0.98148148 0.98087739
 0.98430962 0.97013487 0.978125  0.97507478]
f1-score
[0.98627351 0.98941799 0.9767667  0.98017839 0.97645855 0.97922515
 0.98328109 0.97483059 0.97104447 0.972167  ]

All :
recall 0.9781
precision 0.980060120240481
f1-score 0.979079079079079
```





.F

Ab. در حین فرایند یادگیری میتوان از dev set استفاده کرد تا از overfit شدن جلوگیری شود. Dev set در واقع بخشی از داده ی Train است که بعد از هر بار محاسبه ی تغییر وزن های شبکه ، برای ارزیابی اعمال می شود . پس Dev set مجموعه ای بین train set و test set است . این ارزیابی باعث می شود که در صورت افزایش خطا عمل یادگیری شبکه را به صورت زود هنگام متوقف کرده تا از overfit شدن آن جلوگیری شود. در این صورت فرایند یادگیری هم بهتر می شود و هم سریع تر.

.C

Class	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
Recal I	۰/۹۹۱۸ ۳۶۷۳	۰/۹۹۴۷ ۱۳۶۶	۰/۹۷۹۶ ۵۱۱۶	۰/۹۸۲۱ ۷۸۲۲	۰/۹۷۹۶ ۳۳۴	۰/۹۶۴۱ ۲۵۵۶	۰/۹۸۰۱ ۶۷۰۱	۰/۹۸۵۴ ۰۸۵۶	۰/۹۶۵۰ ۹۲۴	۰/۹۷۲۲ ۴۹۷۵
Preci sion	۰/۹۸۰۸ ۲۷۴۵	۰/۹۸۵۱ ۶۵۷۹	۰/۹۷۹۶ ۵۱۱۶	۰/۹۷۶۳ ۷۷۹۵	۰/۹۷۸۶ ۳۶۸۳	۰/۹۸۹۶ ۴۳۲۷	۰/۹۸۶۳ ۴۴۵۴	۰/۹۵۹۲ ۸۰۳	۰/۹۸۷۳ ۹۴۹۶	۰/۹۸۰۰ ۱۹۹۸
F1- score	۰/۹۸۶۳ ۰۱۳۷	۰/۹۸۹۹ ۱۶۷	۰/۹۷۹۶ ۵۱۱۶	۰/۹۷۹۲ ۶۹۵	۰/۹۷۹۱ ۳۴۸۶	۰/۹۷۶۷ ۱۷۷۷	۰/۹۸۳۲ ۴۶۰۷	۰/۹۷۲۱ ۶۸۹۱	۰/۹۷۶۱ ۱۶۳	۰/۹۷۶۱ ۱۹۴

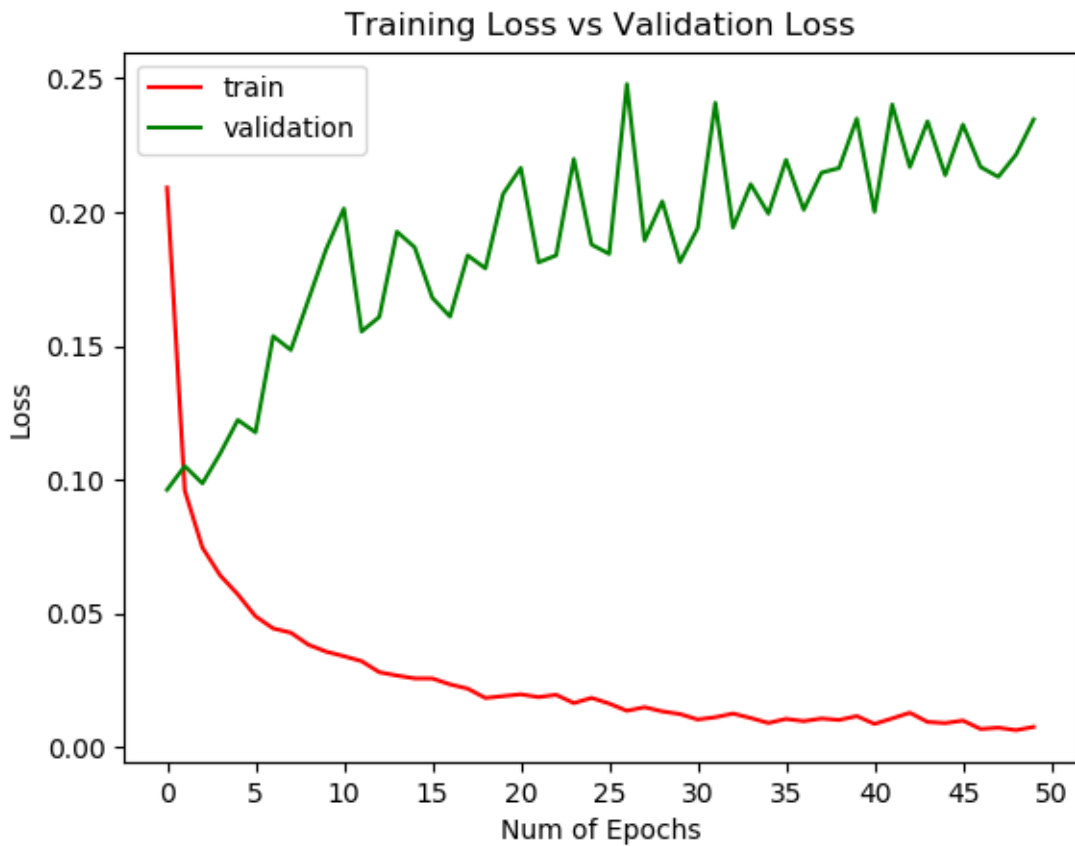
recall 0.9799

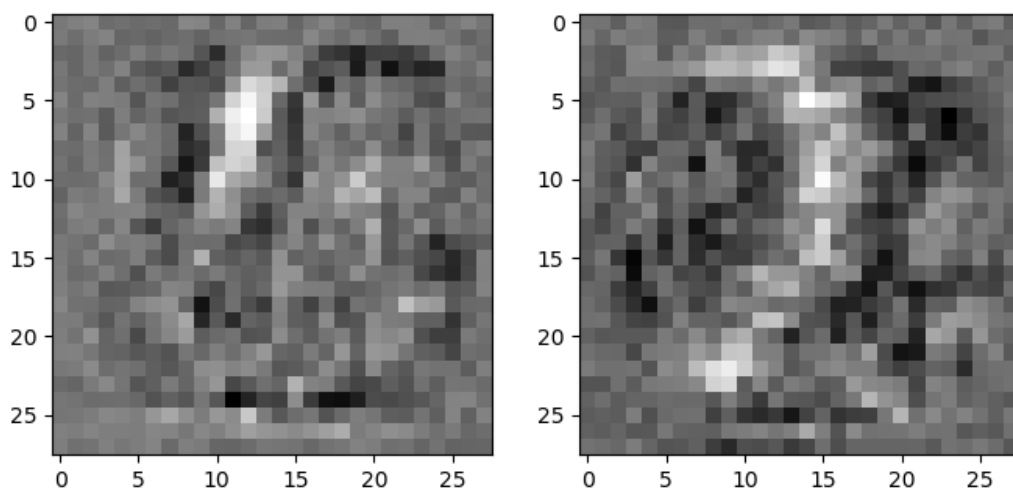
precision 0.9800960192038408

f1-score 0.97999799979998

```
10000/10000 [=====] - 0s 45us/step
recall
[0.99183673 0.99471366 0.97965116 0.98217822 0.9796334 0.96412556
 0.98016701 0.98540856 0.9650924 0.97224975]
precision
[0.98082745 0.98516579 0.97965116 0.97637795 0.97863683 0.98964327
 0.98634454 0.9592803 0.98739496 0.98001998]
f1-score
[0.98630137 0.9899167 0.97965116 0.9792695 0.97913486 0.97671777
 0.98324607 0.97216891 0.9761163 0.9761194 ]

All :
recall 0.9799
precision 0.9800960192038408
f1-score 0.97999799979998
```





With drop-out:

Class	.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recal l	0.9938 7755	0.9920 7048	0.9825 5814	0.9702 9703	0.9714 8676	0.9742 1525	0.9780 7933	0.9756 8093	0.9661 191	0.9583 7463
Preci sion	0.9730 2697	0.9877 193	0.9703 3493	0.9829 4885	0.9774 5902	0.9731 243	0.9832 1091	0.9690 8213	0.9802 0833	0.9837 233
F1- score	0.9833 4175	0.9898 9011	0.9764 0828	0.9765 8196	0.9744 6374	0.9736 6947	0.9806 3841	0.9723 7033	0.9731 1272	0.9708 8353

: All

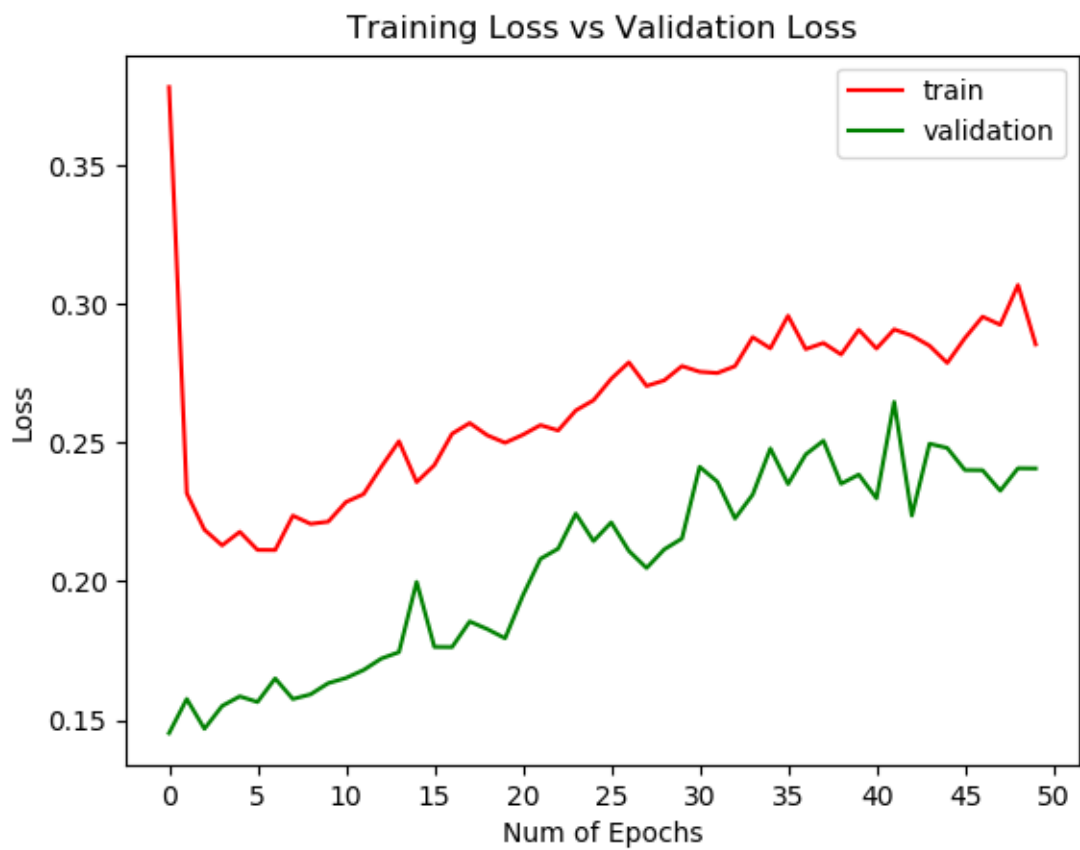
recall 0.9765

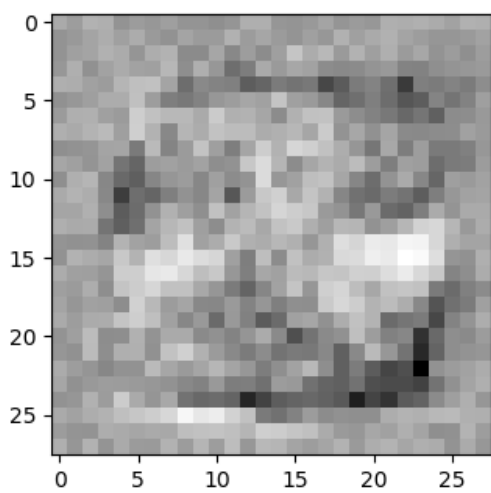
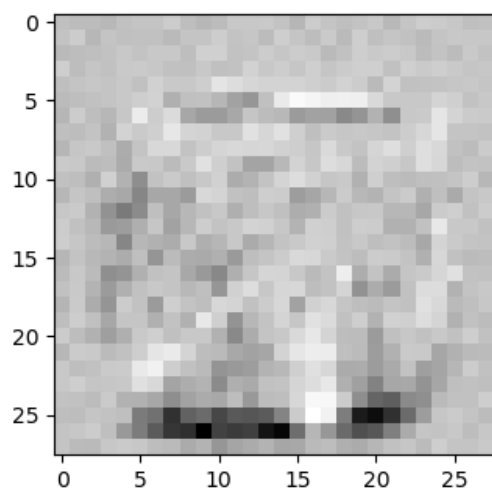
precision 0.9781628768907142

f1-score 0.9773307311214534


```
recall
[0.99387755 0.99207048 0.98255814 0.97029703 0.97148676 0.97421525
 0.97807933 0.97568093 0.9661191  0.95837463]
precision
[0.97302697 0.9877193  0.97033493 0.98294885 0.97745902 0.9731243
 0.98321091 0.96908213 0.98020833 0.9837233 ]
f1-score
[0.98334175 0.98989011 0.97640828 0.97658196 0.97446374 0.97366947
 0.98063841 0.97237033 0.97311272 0.97088353]

All :
recall 0.9765
precision 0.9781628768907142
f1-score 0.9773307311214534
```





.G

a. batch size تایین می کند که به ازای هر چند داده ورودی وزن های شبکه را بروزرسانی کنیم. اگر اندازه آن خیلی کوچک باشد یعنی به ازای هر داده ی جدید یک بار وزن شبکه را بروز رسانی میکنیم که این باعث می شود وزن شبکه به سرعت تغییر کند . اینطوری اگر داده ی خطا داشته باشیم روی وزن شبکه تاثیر منفی زیادی می گذارد. اگر اندازه آن خیلی بزرگ باشد وزن شبکه خیلی دیر تغییر می کند.

b. batch mode یعنی اندازه batch به اندازه تعداد داده ها باشد . mini batch mode یعنی کمتر از تعداد داده ها و بیشتر از ۱ باشد. Stochastic mode یعنی ۱ باشد و به ازای هر داده تغییر کند.

.C

: Batch mode

Class	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
Recall	۰/۹۷۹۵ ۹۱۸۴	۰/۹۷۸۸ ۵۴۶۳	۰/۹۳۴۱ ۰۸۵۳	۰/۸۱۸۸ ۱۱۸۸	۰/۹۵۶۲ ۱۱۸۱	۰/۸۳۱۸ ۳۸۵۷	۰/۹۴۸۸ ۵۱۷۷	۰/۹۲۴۱ ۲۴۵۱	۰/۸۸۳۹ ۸۳۵۷	۰/۷۲۰۵ ۱۵۳۶
Precision	۰/۹۴۸۶ ۱۶۶	۰/۹۸۲۳ ۱۶۵۳	۰/۹۱۲۰ ۱۵۱۴	۰/۹۷۱۷ ۹۷۸۸	۰/۸۸۰۰ ۳۷۴۹	۰/۹۶۴۸ ۸۹۴۷	۰/۹۵۸۸ ۶۰۷۶	۰/۹۲۴۱ ۲۴۵۱	۰/۹۳۲۸ ۲۷۷۴	۰/۹۸۶۴ ۳۱۴۸
F1-score	۰/۹۶۳۸ ۵۵۴۲	۰/۹۸۰۵ ۸۲۵۲	۰/۹۲۲۹ ۲۹۶۳	۰/۸۸۸۷ ۶۹۴۸	۰/۹۱۶۵ ۴۴۶۶	۰/۸۹۳۴ ۳۷۶۹	۰/۹۵۳۸ ۳۰۰۱	۰/۹۲۴۱ ۲۴۵۱	۰/۹۰۷۷ ۴۹۰۸	۰/۸۳۲۷ ۶۰۶

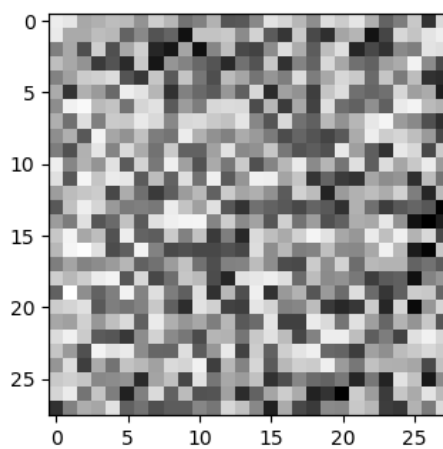
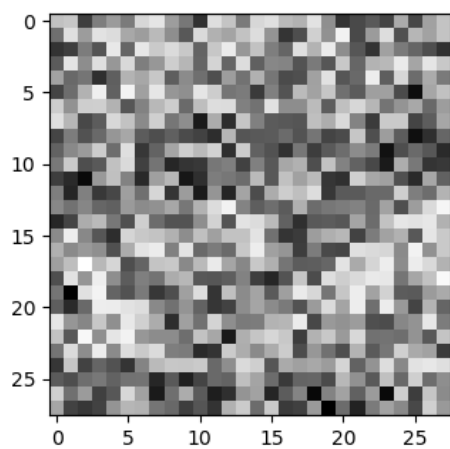
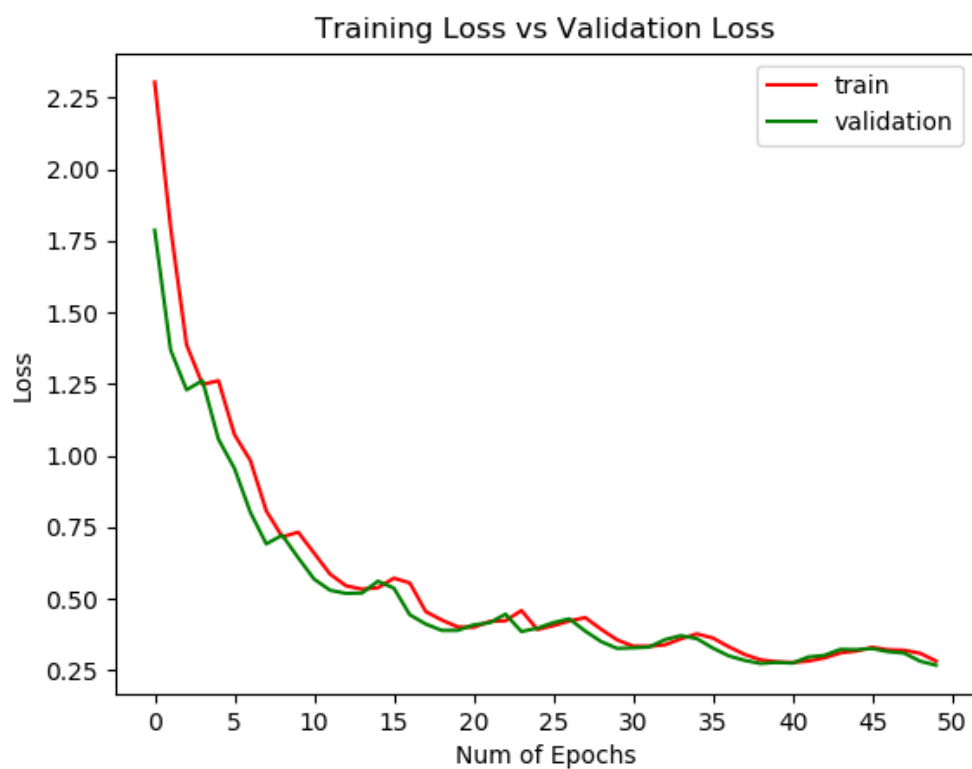
recall 0.899

precision 0.9440302425706185

f1-score 0.920965015622599

```
recall
[0.97959184 0.97885463 0.93410853 0.81881188 0.95621181 0.83183857
 0.94885177 0.92412451 0.88398357 0.72051536]
precision
[0.9486166 0.98231653 0.91201514 0.97179788 0.88003749 0.96488947
 0.95886076 0.92412451 0.93282774 0.98643148]
f1-score
[0.96385542 0.98058252 0.92292963 0.88876948 0.91654466 0.89343769
 0.95383001 0.92412451 0.90774908 0.8327606 ]

All :
recall 0.899
precision 0.9440302425706185
f1-score 0.920965015622599
```



:Mini batch mode

Class	•	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recal l	•/99.8 1633	•/99.8 1633	•/9748 .62	•/9841 5842	•/9867 6171	•/9843 0493	•/9812 1086	•/9805 4475	•/9784 3943	•/9702 6759
Preci sion	•/9928 4254	•/9860 0175	•/9843 4442	•/9812 4383	•/9778 0002	•/9733 9246	•/9905 1633	•/9795 9184	•/9814 6241	•/9780 2198
F1- score	•/9918 284	•/9894 6444	•/9795 5209	•/9826 9896	•/9822 6052	•/9788 1828	•/9858 4164	•/9800 6806	•/9799 4859	•/9741 2935

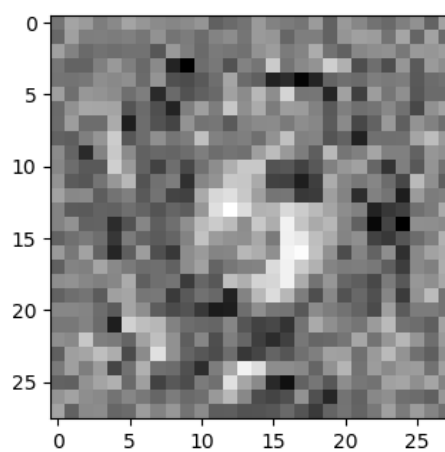
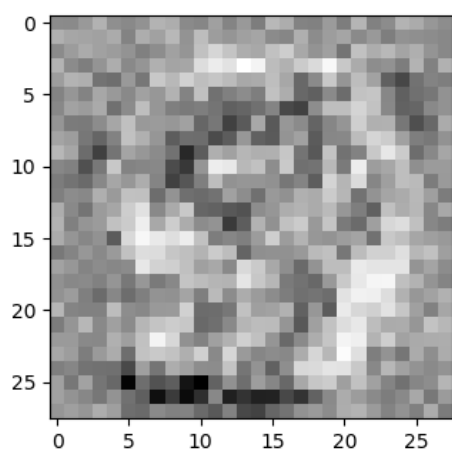
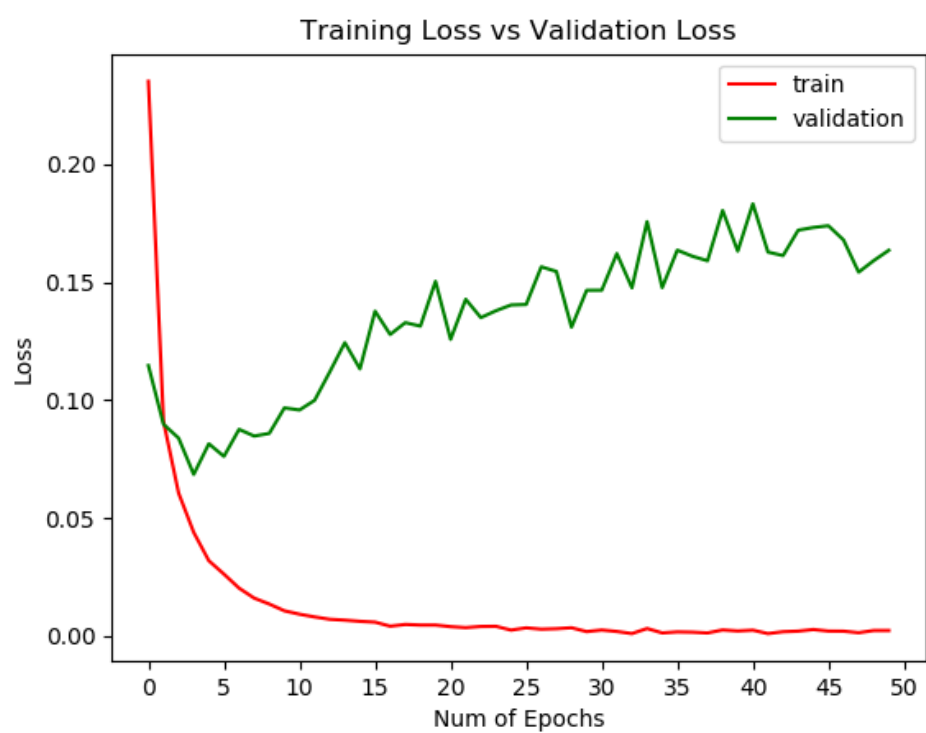
recall 0.9825

precision 0.9825982598259826

f1-score 0.9825491274563728

```
recall
[0.99081633 0.99295154 0.9748062  0.98415842 0.98676171 0.98430493
 0.98121086 0.98054475 0.97843943 0.97026759]
precision
[0.99284254 0.98600175 0.98434442 0.98124383 0.9778002  0.97339246
 0.99051633 0.97959184 0.98146241 0.97802198]
f1-score
[0.9918284  0.98946444 0.97955209 0.98269896 0.98226052 0.97881828
 0.98584164 0.98006806 0.97994859 0.97412935]

All :
recall 0.9825
precision 0.9825982598259826
f1-score 0.9825491274563728
```



Stochastic mode:

Class	•	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Recal l	•/9882 3529	•/9761 9.48	•/9482 7586	•/9719 6262	•/9.9. 9.91	•/9.8. 4598	•/9195 4.23	•/9595 9596	•/9213 4831	•/9255 3191
Preci sion	•/9545 4545	.1	•/9322 .339	•/9541 2844	•/9523 8095	•/9634 1463	•/9523 8095	•/9313 7255	•/8631 5789	•/9255 3191
F1- score	•/9710 9827	•/9879 5181	•/9401 7094	•/9629 6296	•/9302 3256	•/9349 1124	•/9356 7251	•/9452 7363	•/8913 0435	•/9255 3191

recall 0.944

precision 0.944

f1-score 0.944

```
recall
[0.98823529 0.97619048 0.94827586 0.97196262 0.90909091 0.90804598
 0.91954023 0.95959596 0.92134831 0.92553191]
precision
[0.95454545 1. 0.93220339 0.95412844 0.95238095 0.96341463
 0.95238095 0.93137255 0.86315789 0.92553191]
f1-score
[0.97109827 0.98795181 0.94017094 0.96296296 0.93023256 0.93491124
 0.93567251 0.94527363 0.89130435 0.92553191]

All :
recall 0.944
precision 0.944
f1-score 0.944
```

