

تمرین سری پنجم

درس شبکه‌های عصبی

فرهاد دلیرانی

۹۶۱۳۱۱۲۵

dalirani@aut.ac.ir

dalirani.1373@gmail.com

فهرست

۱	ابزارهای استفاده شده.....
۲	با استفاده از اتوانکودر، ساختاری برای استخراج ویژگی برای تصاویر موجود، ارائه داده و آن را یکبار با استفاده از تصاویر آموزشی مجموعه داده‌ی ۱۰ STL-آموزش دهید
۲	بررسی سه اتوانکودر با تعداد نرون‌های مختلف در لایه‌ی (Bottle Neck) coded
۲	اتوانکودر یک
۱۰	اتوانکودر دو
۱۹	اتوانکودر سه
۳۰	بررسی سه اتوانکودر با تعداد لایه‌های مختلف در Encoder
۳۰	اتوانکودر هشت
۳۵	اتوانکودر نه
۴۱	اتوانکودر ده
۵۱	حالت پشت‌های، بررسی دو یا بیش از دو خودرمزنگشا در یک ساختار پشت‌های
۵۱	عنوان
۵۱	شرایط آزمایش
۵۳	نتایج آزمایش
۵۵	نتیجه گیری
۵۸	بهترین شبکه آموزش داده شده اتوانکودر را به یک شبکه‌ی کامل دولایه متصل کنید و به وسیله‌ی داده‌های آموزش و ارزیابی آن را آموزش دهید و سپس شبکه‌ی حاصل را با داده‌های تست ارزیابی کنید و در آخر ماتریس درهم ریختگی را گزارش کنید
۶۱	بهترین شبکه حاصل از آزمایش را با استفاده از تصویرهای بدون برچسب آموزش دهید و ویژگی‌های به دست آمده برای این تصویرها را در آزمایش بعد استفاده کنید، داده‌های بدون برچسب را با استفاده از ویژگی‌های استخراج شده در مرحله‌ی قبل را با استفاده از Kmeans خوشبندی کنید و ده عکس اول هر خوشه را نمایش دهید
۶۳	ابزاری ارائه دهید که با استفاده از اتوانکودر آموزش داده شده، ویژگی‌های یک عکس ورودی را استخراج نماید و با مرکز خوشه‌های فوق مقایسه نماید سپس با استفاده از KNN برای ۱۰ مساوی شبیه ترین تصویرها را نمایش دهد

ابزارهای استفاده شده

زبان برنامه نویسی: زبان برنامه نویسی پایتون ۳.۶ و Keras

محیط توسعه: PyCharm

سیستم عامل: Windows

به دلیل حجم زیاد فایل، دیتاست و مدل‌های ذخیره شده از فایل آپلود شده در مودل حذف شده‌اند.

با استفاده از اتوانکودر، ساختاری برای استخراج ویژگی برای تصاویر موجود، ارائه داده و آن را یکبار با استفاده از تصاویر آموزشی مجموعه داده‌ی STL-10 آموزش دهید

بررسی سه اتوانکودر با تعداد نرون‌های مختلف در لایه‌ی (Bottle Neck) coded

اتوانکودر یک مدل در پوشه‌ی autoencoder1 ذخیره شده‌است. که حاوی دو فایل برای ساختار و وزن‌های شبکه است.

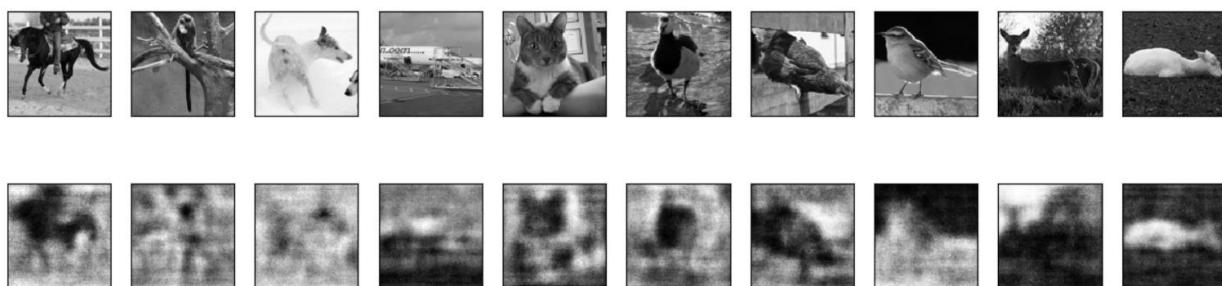
تعداد نرون‌ها در هر لایه:

$$96*96 \implies 4500 \implies 1875 \implies 4500 \implies 96*96$$

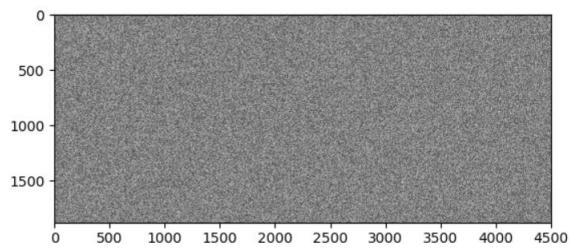
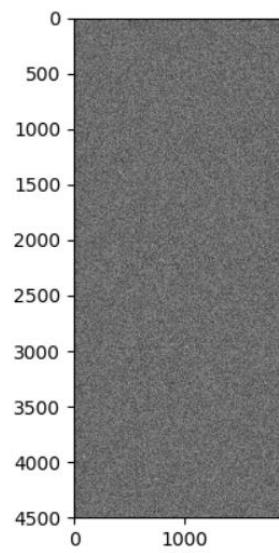
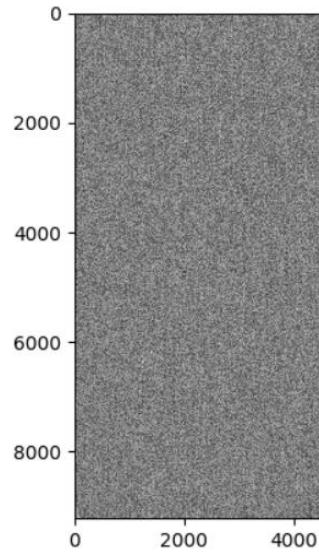
خطاهای (MSE و Binary-Cross Entropy) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

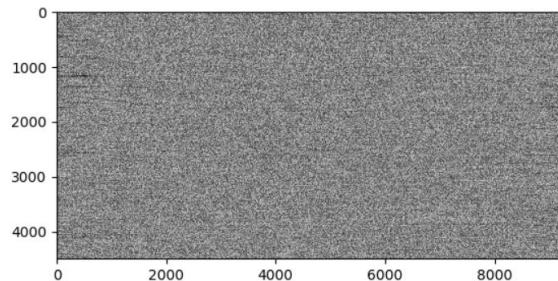
```
Train Set Evaluation, loss: 0.5681604385375977
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012703218609094619
Validation Set Evaluation, loss: 0.5671401863098144
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012738781288266181
Test Set Evaluation, loss: 0.5769581861495972
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.016196782477200033
```

نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:

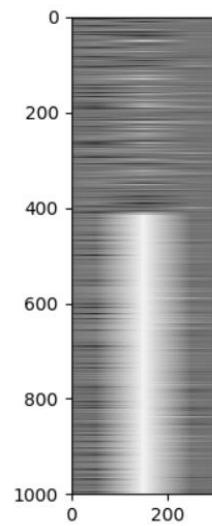


نقشه‌ی ویژگی‌های لایه‌های غیر از ورودی و خروجی (وزن‌ها و بایاس‌ها):





بایاس‌ها در کنار هم:



نمودار MSE و Binary-Cross Entropy برای مجموعه‌ی آموزش و ارزیابی:

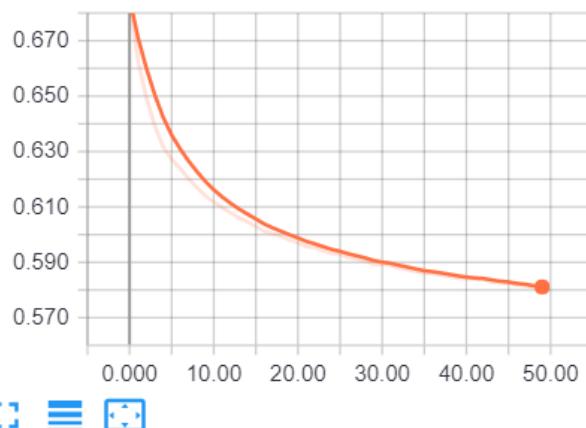
- شبکه طی چند فاز با تعداد مختلف سایز Mini-Batch آموزش داده شده است.

فاز اول آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

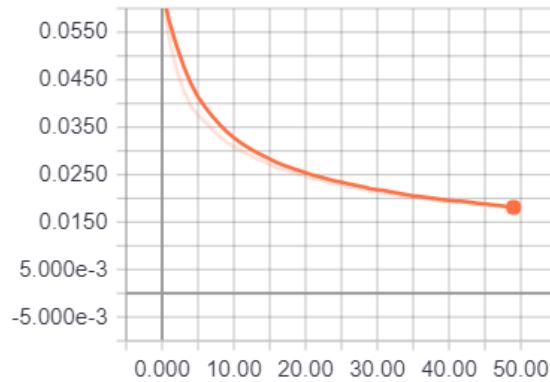
loss

loss



mean_squared_error

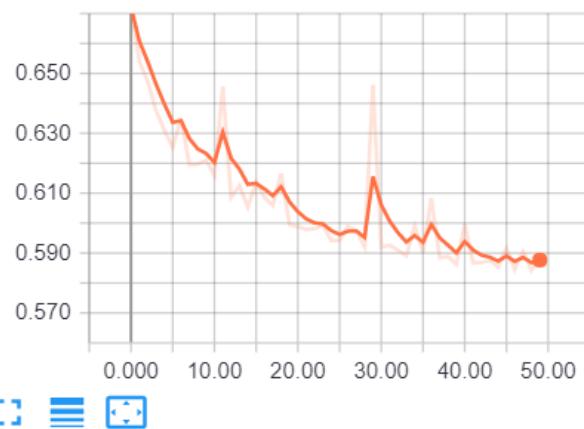
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

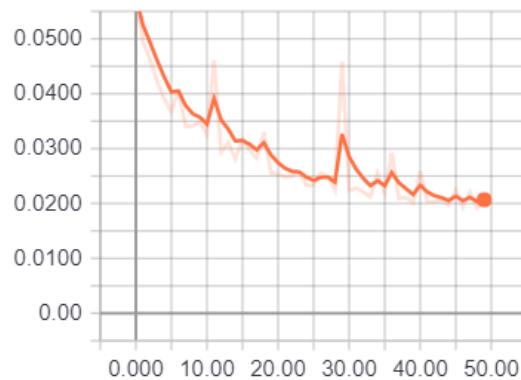
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error

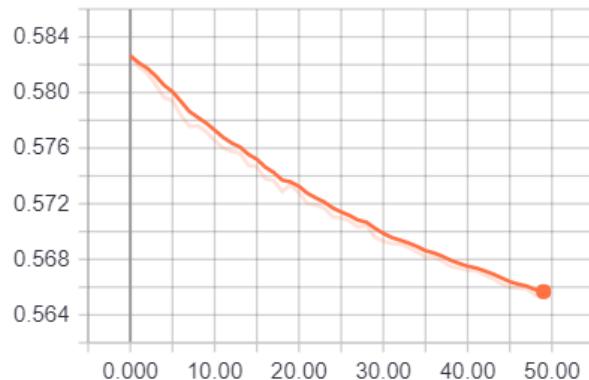


فاز دوم آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

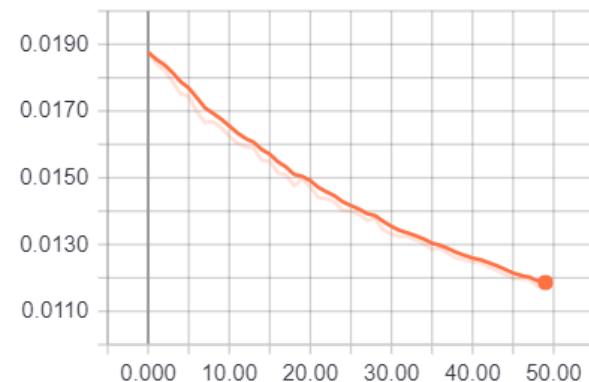
loss

loss



mean_squared_error

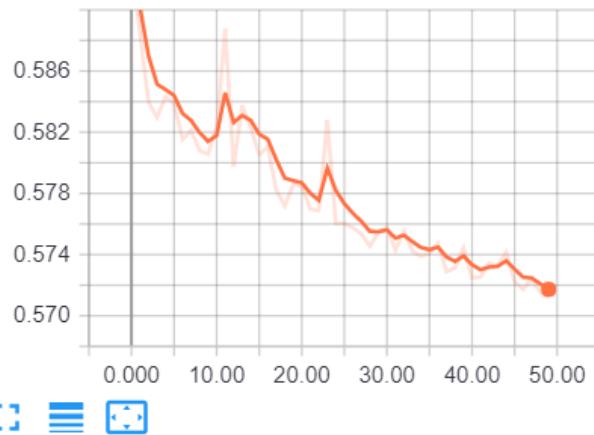
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

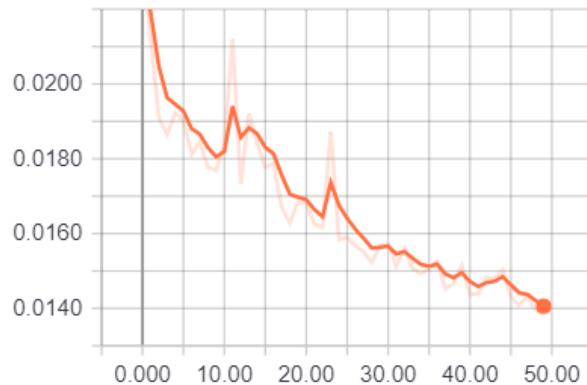
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error

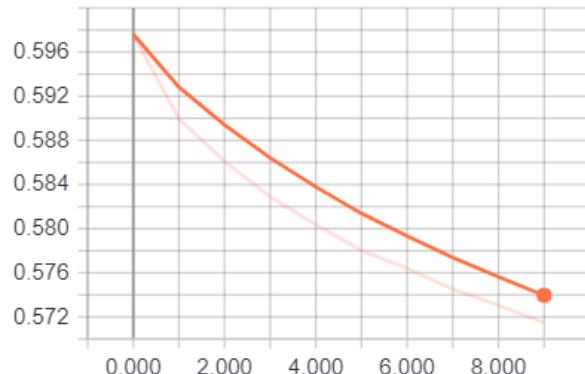


فاز سوم آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

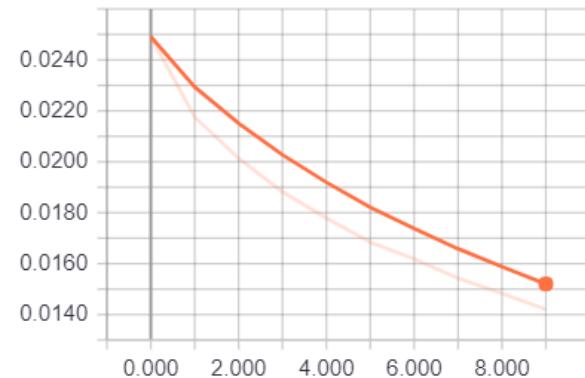
loss

loss



mean_squared_error

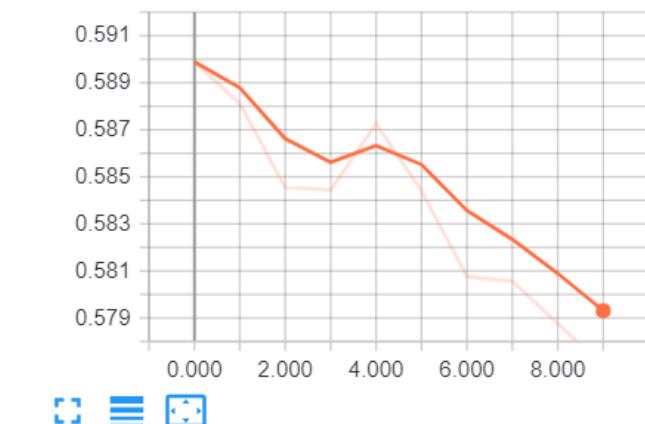
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

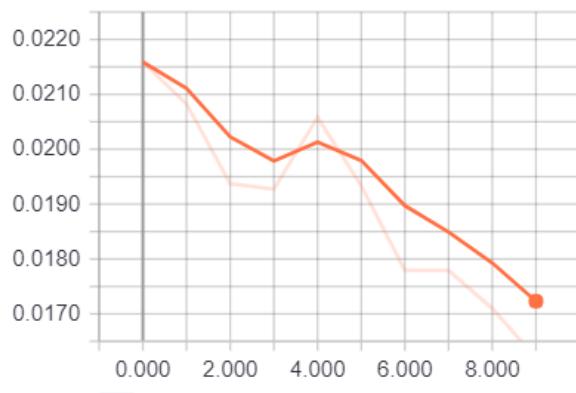
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error



اتوانکودر دو

مدل در پوشه‌ی autoencoder2 ذخیره شده است. که حاوی دو فایل برای ساختار و وزن‌های شبکه است.

تعداد نرون‌ها در هر لایه:

$$96*96 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 100 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 96*96$$

خطاهای (Binary-Cross Entropy و MSE) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

Loaded model from disk

Train Set Evaluation, loss: 0.5804827432632447

Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.01786311360448599

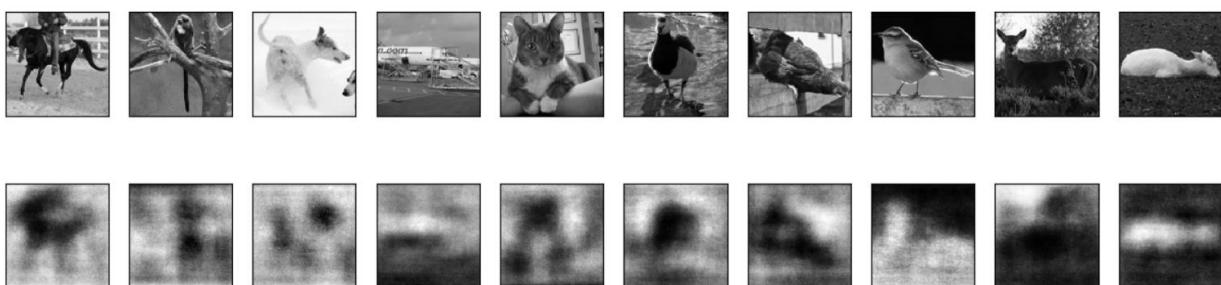
Validation Set Evaluation, loss: 0.583278917312622

Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.019341427341103553

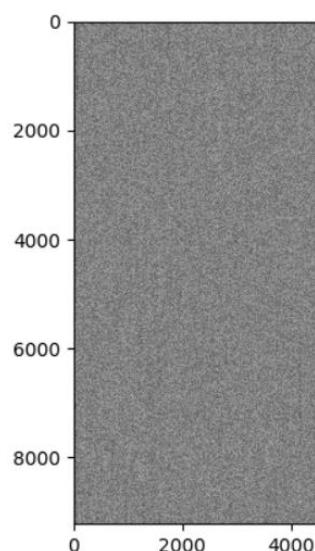
Test Set Evaluation, loss: 0.5841244802474975

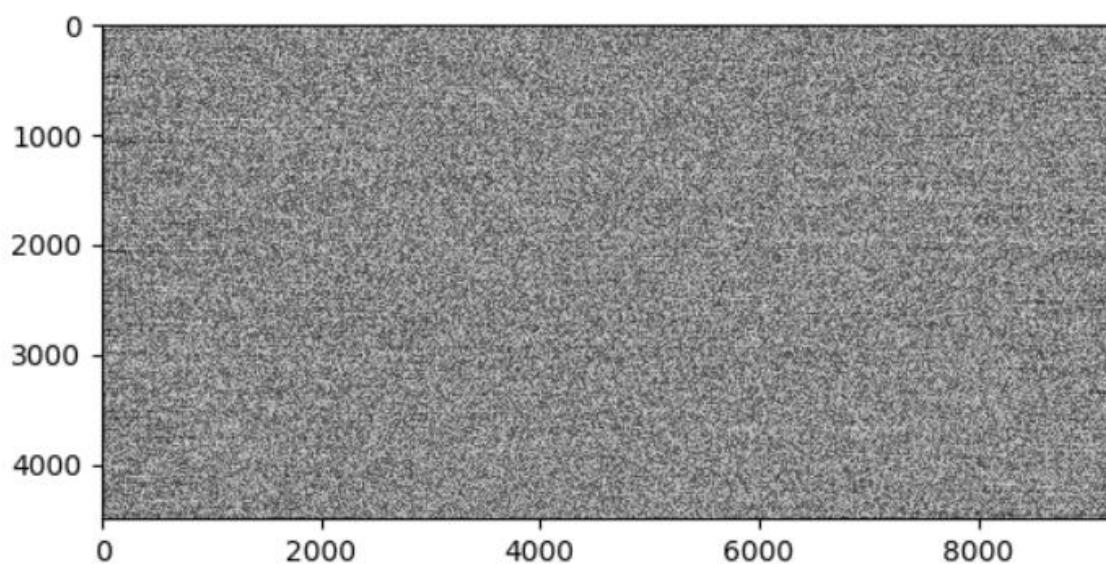
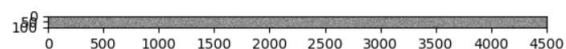
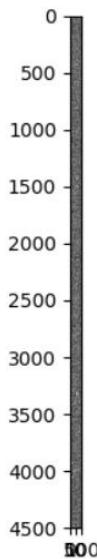
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.0193197917342186

نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:

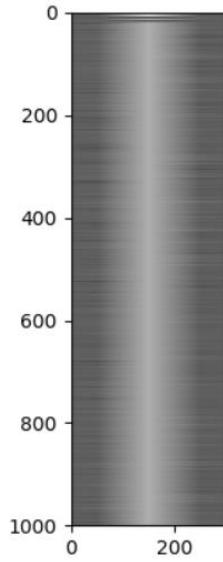


نقشه‌ی ویژگی‌های لایه‌های غیر از ورودی و خروجی (وزن‌ها و بایاس‌ها):





بایاس‌ها در کنار هم:



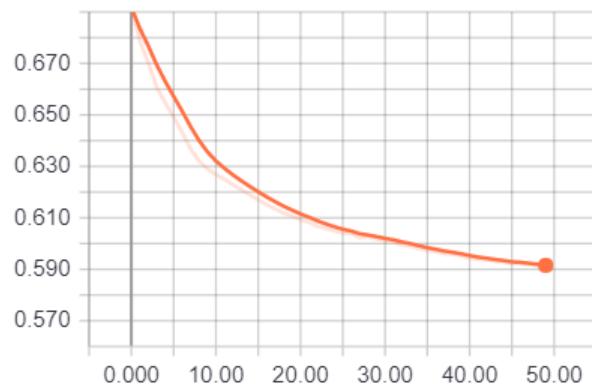
- نمودار Binary-Cross Entropy و MSE برای مجموعه‌ی آموزش و ارزیابی:
 - شبکه طی چند فاز با تعداد مختلف سایز Mini-Batch آموزش داده شده است.

فاز اول آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

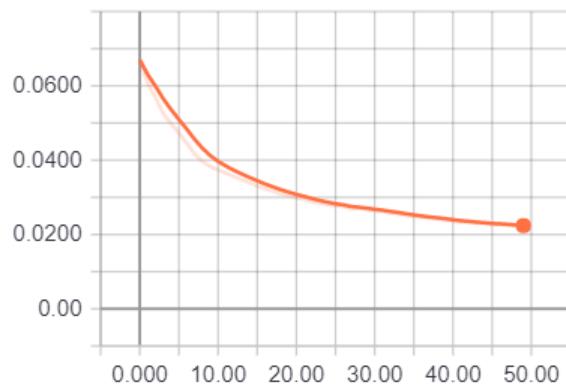
loss

loss



mean_squared_error

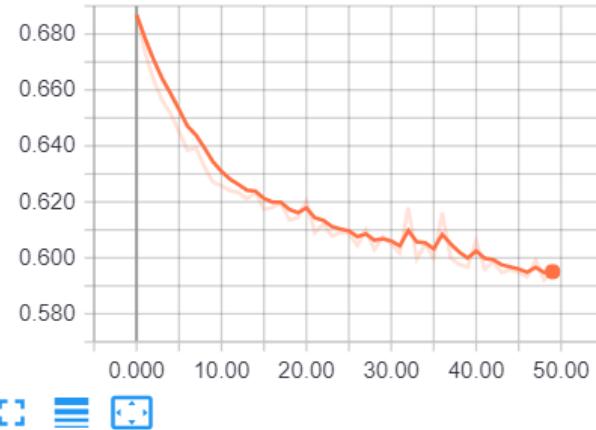
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

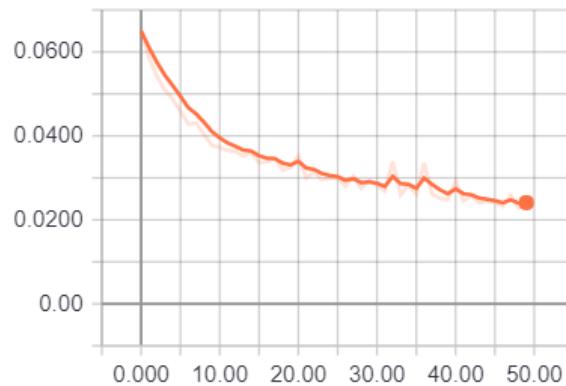
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error

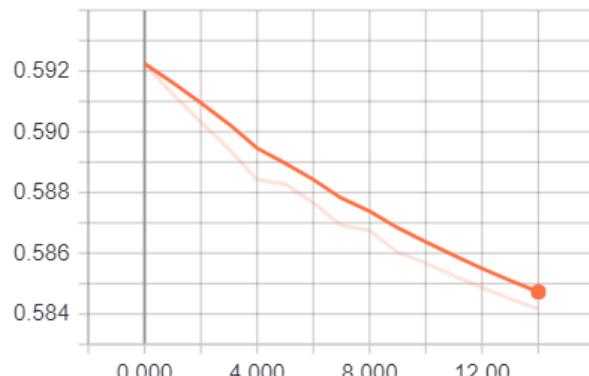


فاز دوم آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

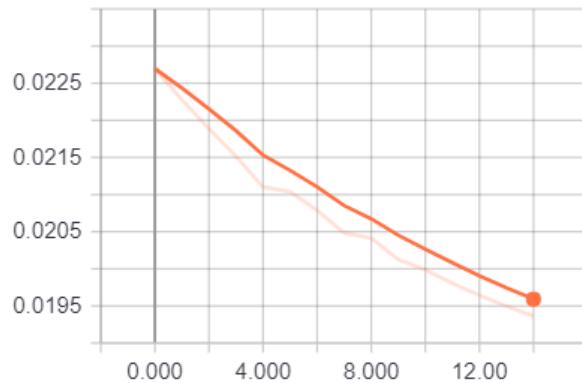
loss

loss



mean_squared_error

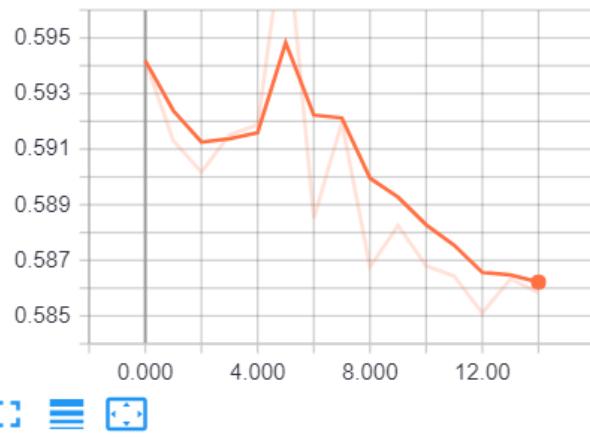
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

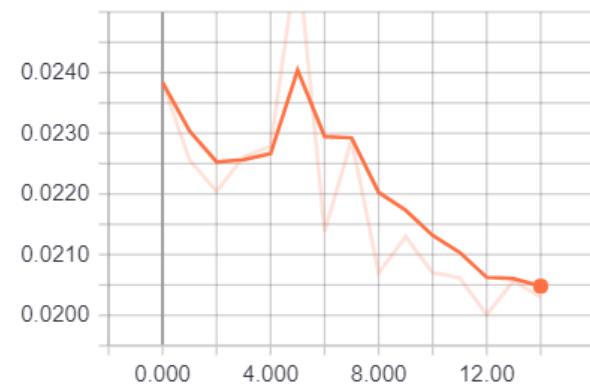
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error

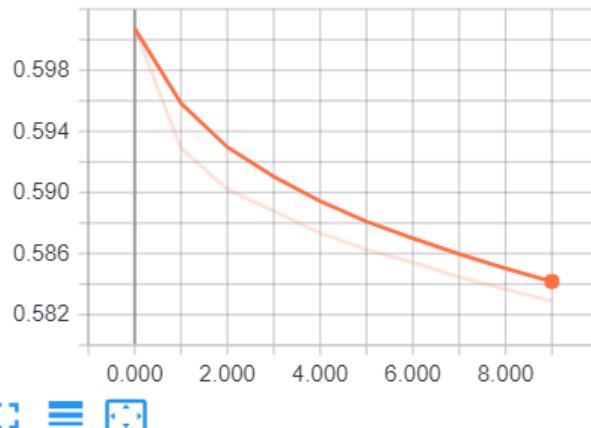


فاز سوم آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

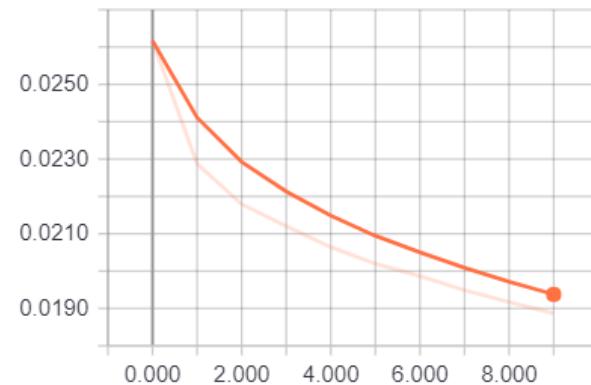
loss

loss



mean_squared_error

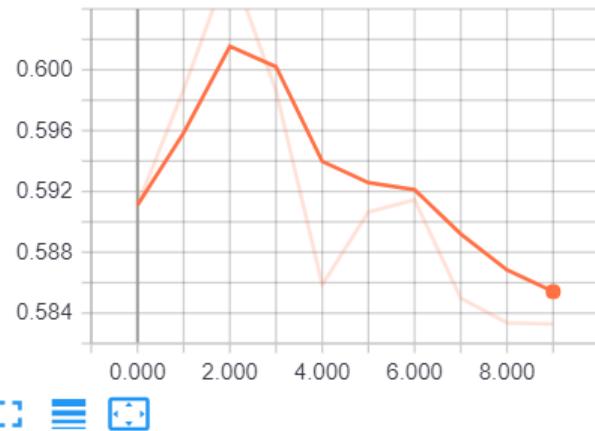
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

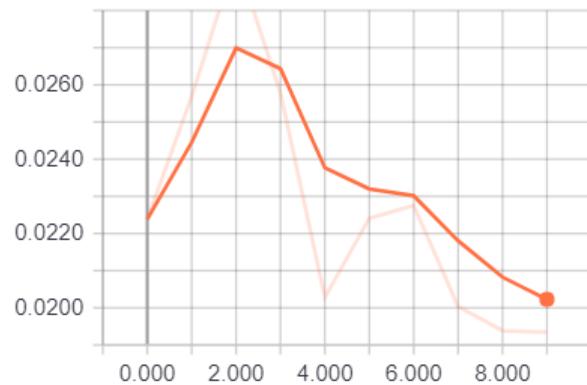
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error



اتوانکوادر سه

مدل در پوشه‌ی autoencoder3 ذخیره شده است. که حاوی دو فایل برای ساختار و وزن‌های شبکه است.

تعداد نمونه‌ها در هر لایه:

96*96 ==> 4500 ==> 20 ==> 4500 ==> 96*96

خطاهای (Binary-Cross Entropy و MSE) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

Loaded model from disk

Train Set Evaluation, loss: 0.5920309200286865

Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02277369348704815

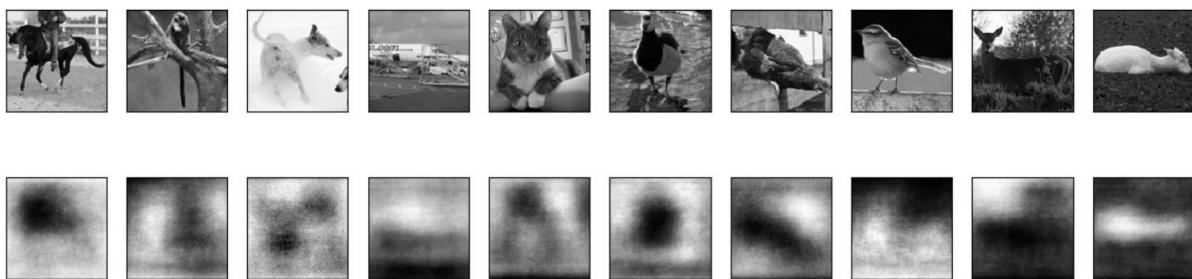
Validation Set Evaluation, loss: 0.5938405785560608

Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023891060084104538

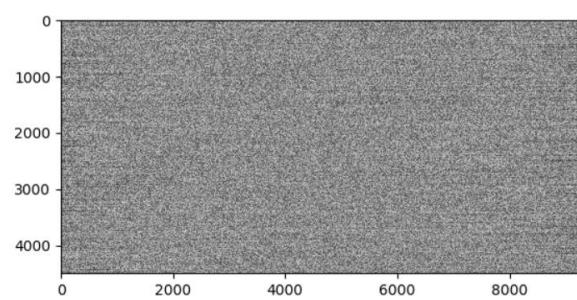
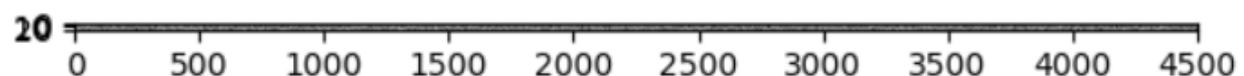
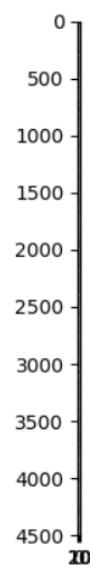
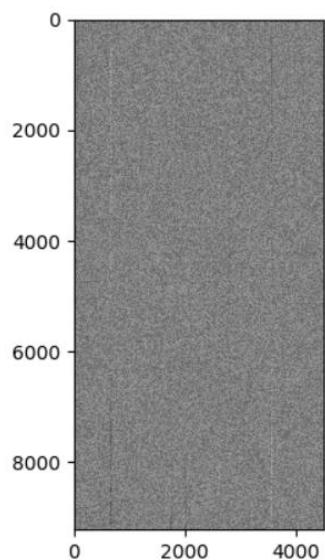
Test Set Evaluation, loss: 0.5944821343421937

Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023790011182427406

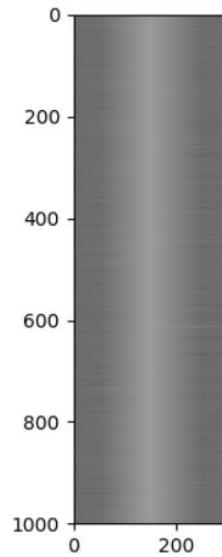
نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:



نقشه‌ی ویژگی‌های لایه‌های غیر از ورودی و خروجی (وزن‌ها و بایاس‌ها):



بایاس‌ها در کنار هم:



نمودار Binary-Cross Entropy و MSE برای مجموعه‌ی آموزش و ارزیابی:

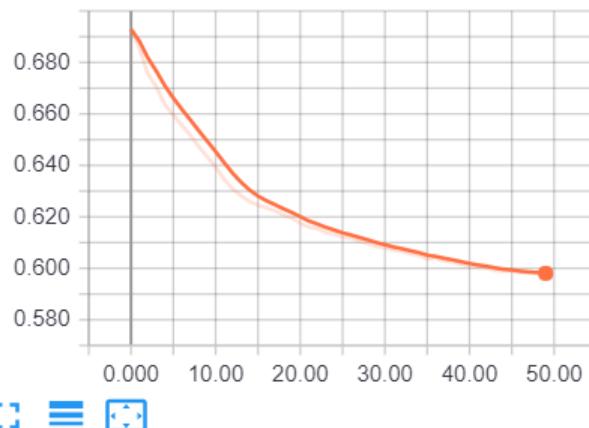
- شبکه طی چند فاز با تعداد مختلف سایز Mini-Batch آموزش داده شده است.

فاز اول آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

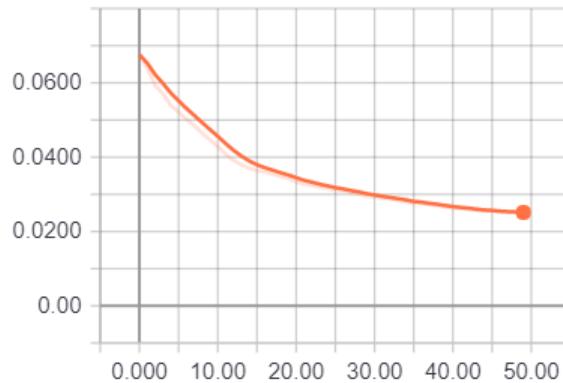
loss

loss



mean_squared_error

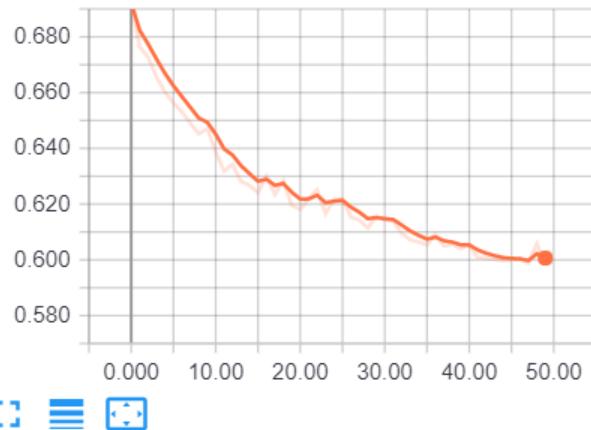
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

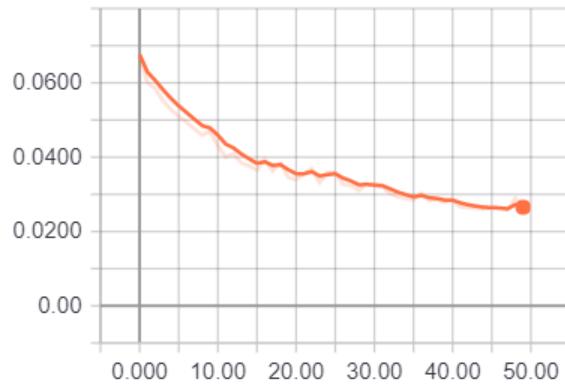
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error

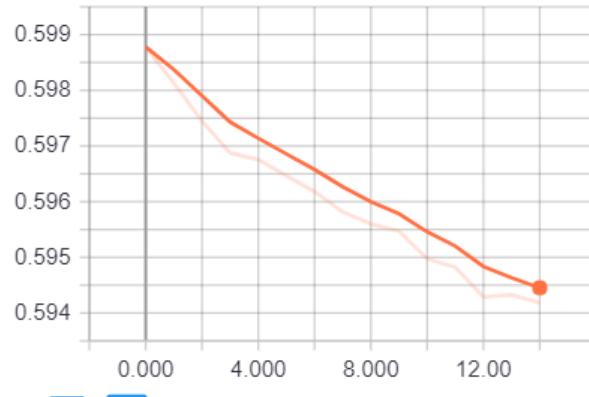


فاز دوم آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

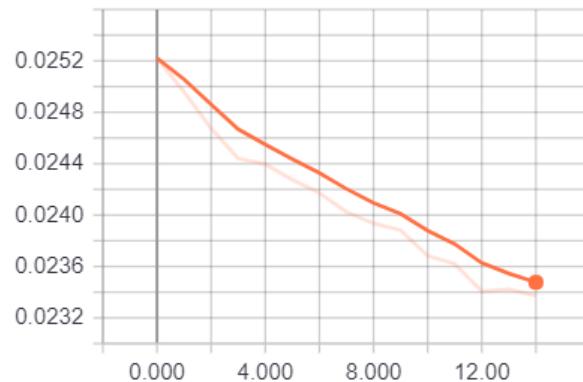
loss

loss



mean_squared_error

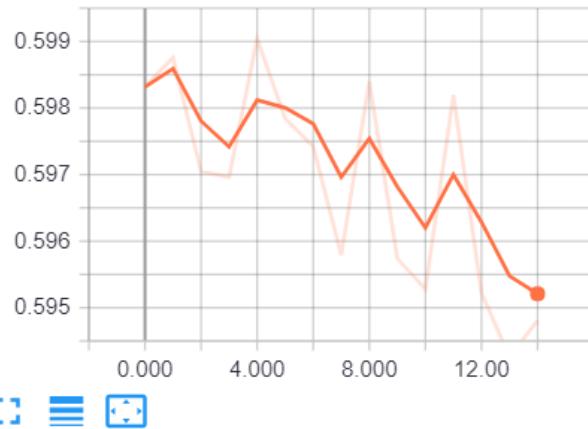
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

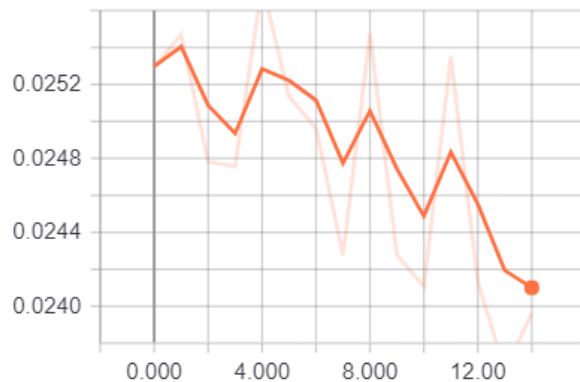
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error

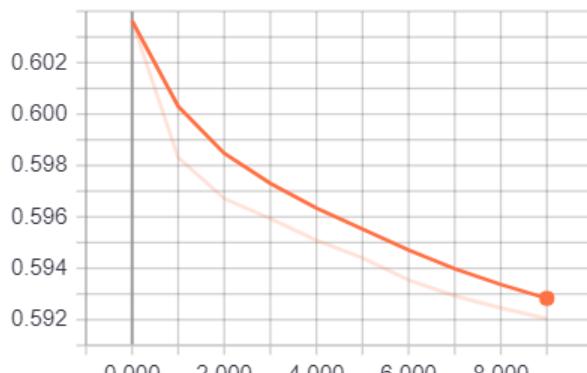


فاز سوم آموزش

مجموعه‌ی آموزش:

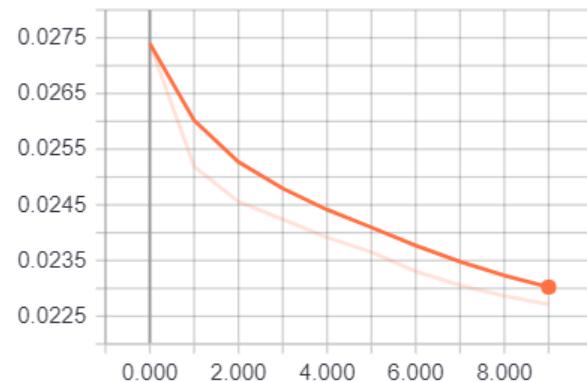
loss

loss



mean_squared_error

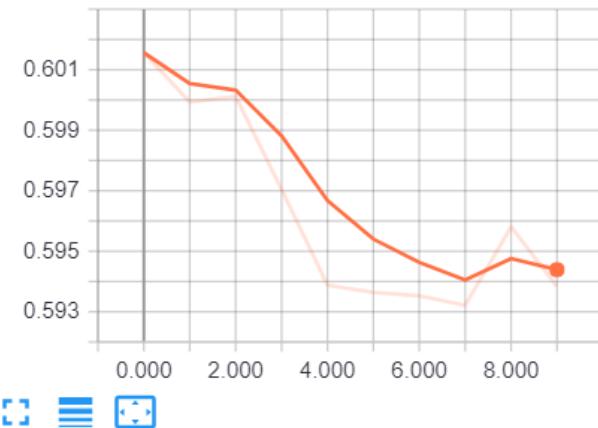
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

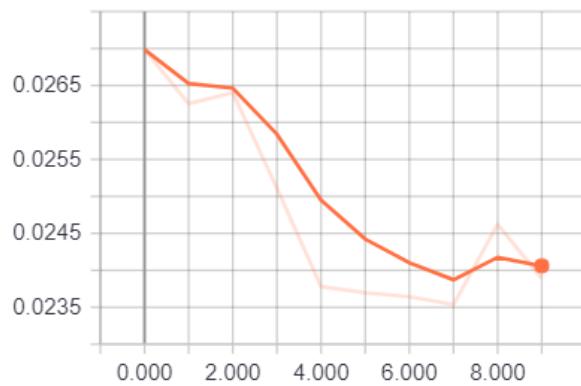
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error



در زیر خلاصه‌ای از نتیجه‌های شبکه‌های اتوانکودر یک تا چهار را مشاهده می‌کنید:

96*96 ==> 4500 ==> 1875 ==> 4500 ==> 96*96	Autoencoder1 Layers
Train Set Evaluation, loss: 0.5681604385375977 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012703218609094619 Validation Set Evaluation, loss: 0.5671401863098144 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012738781288266181 Test Set Evaluation, loss: 0.5769581861495972 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.016196782477200033	Autoencoder1 Results
96*96 ==> 4500 ==> 100 ==> 4500 ==> 96*96	Autoencoder2 Layers
Loaded model from disk Train Set Evaluation, loss: 0.5804827432632447 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.01786311360448599 Validation Set Evaluation, loss: 0.583278917312622 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.019341427341103553 Test Set Evaluation, loss: 0.5841244802474975 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.0193197917342186	Autoencoder2 Results
96*96 ==> 4500 ==> 20 ==> 4500 ==> 96*96	Autoencoder3 Layers
Loaded model from disk Train Set Evaluation, loss: 0.5920309200286865 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02277369348704815 Validation Set Evaluation, loss: 0.5938405785560608 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023891060084104538 Test Set Evaluation, loss: 0.5944821343421937 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023790011182427406	Autoencoder3 Results

همین طور که در خلاصه‌ی نتایج در جدول بالا مشاهده می‌کنید با زیاد شدن تعداد نمونه‌ها در لایه‌ی Endcoded (Bottle Neck) خطاهای به طور کلی کاهش یافته است. البته این موضوع قابل پیش‌بینی بود، زیرا هر چه تعداد نمونه‌ها در لایه‌ی Encoded کمتر باشد، فشار بیشتر بر روی داده‌ها است تا بیشتر فشرده شوند و در هنگام بازسازی، امکان بازسازی کمتری وجود دارد.

بررسی سه اتوانکودر با تعداد لایه‌های مختلف در Encoder

اتوانکودر هشت

مدل در پوشه‌ی autoencoder8 ذخیره شده است. که حاوی دو فایل برای ساختار و وزن‌های شبکه است.

تعداد نرون‌ها در هر لایه:

96*96 ==> 900 ==> 700 ==> 500 ==> 700 ==> 96*96

خطاهای (MSE و Binary-Cross Entropy) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

Train Set Evaluation, loss: 0.5872048778533936

Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.020668095976114274

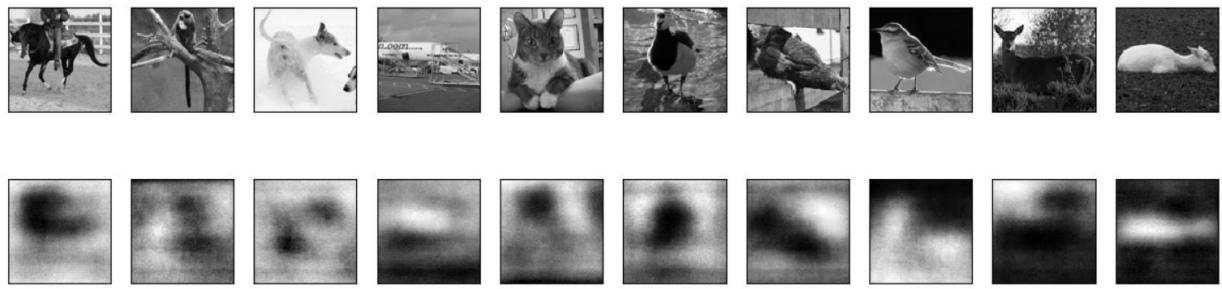
Validation Set Evaluation, loss: 0.5894845042228699

Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02185417541861534

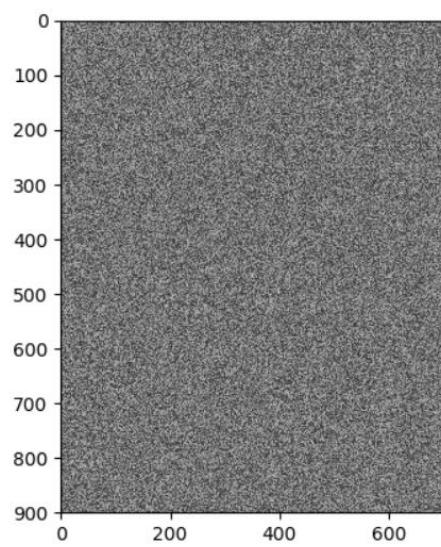
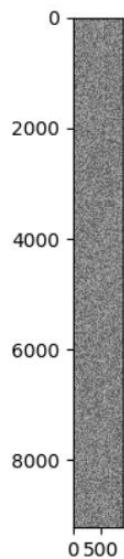
Test Set Evaluation, loss: 0.5900894014835357

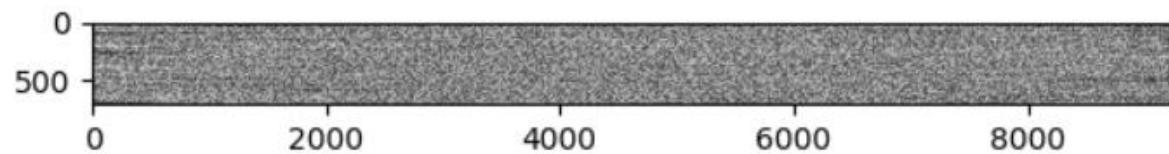
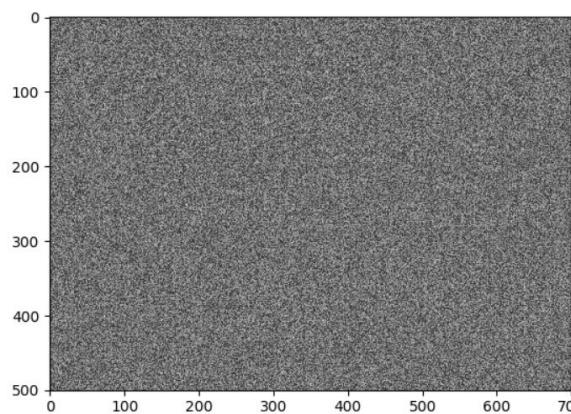
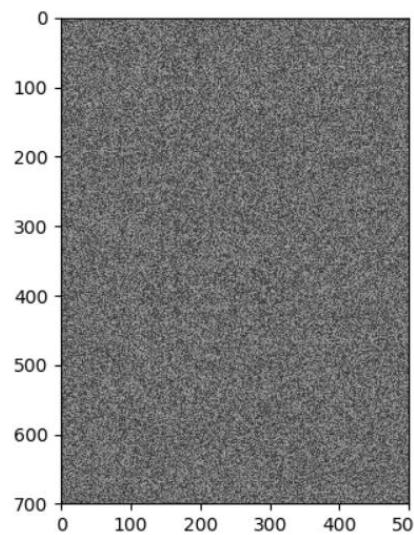
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.0217665509134531

نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:

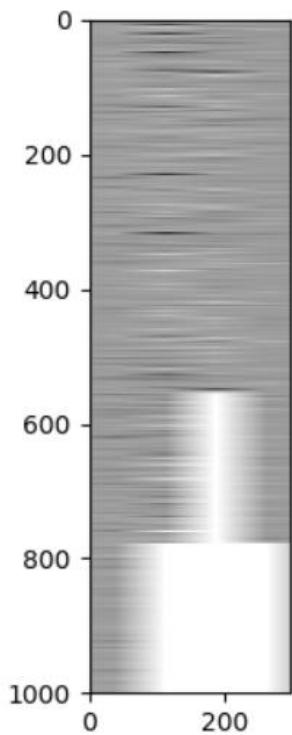


نقشه‌ی ویژگی‌های لایه‌های غیر از ورودی و خروجی (وزن‌ها و بایاس‌ها):





بایاس‌ها در کنار هم:

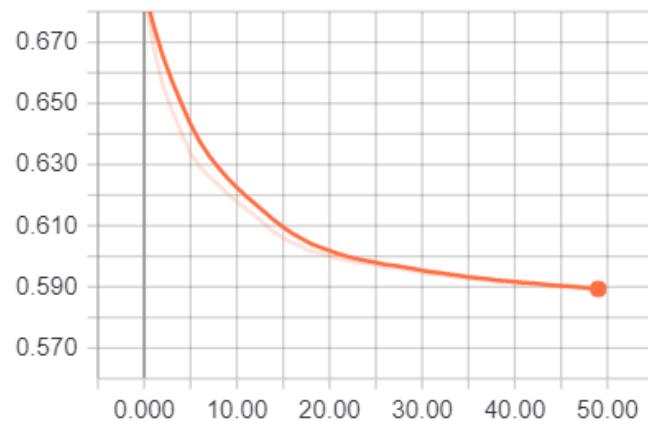


نمودار MSE و Binary-Cross Entropy برای مجموعه‌ی آموزش و ارزیابی:

مجموعه‌ی آموزش:

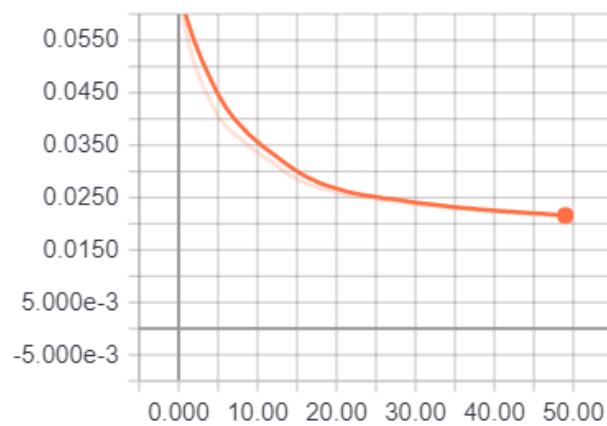
loss

loss



mean_squared_error

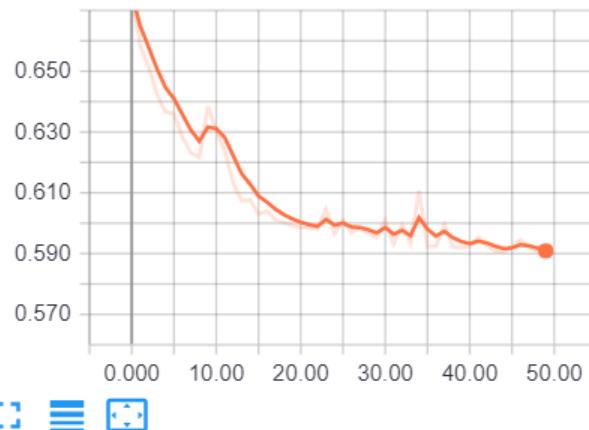
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

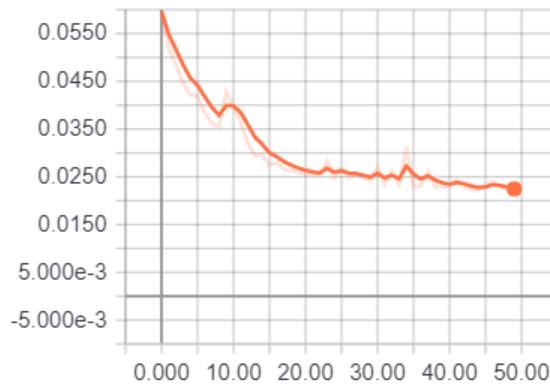
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error



اتوانکوادر نه

مدل در پوششی autoencoder9 ذخیره شده است. که حاوی دو فایل برای ساختار و وزن های شبکه است.

تعداد نرون ها در هر لایه:

96*96 ==> 1000 ==> 900 ==> 700 ==> 500 ==> 700 ==> 96*96

خطاهای (Binary-Cross Entropy و MSE) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

Train Set Evaluation, loss: 0.592857750415802

Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023085500344634056

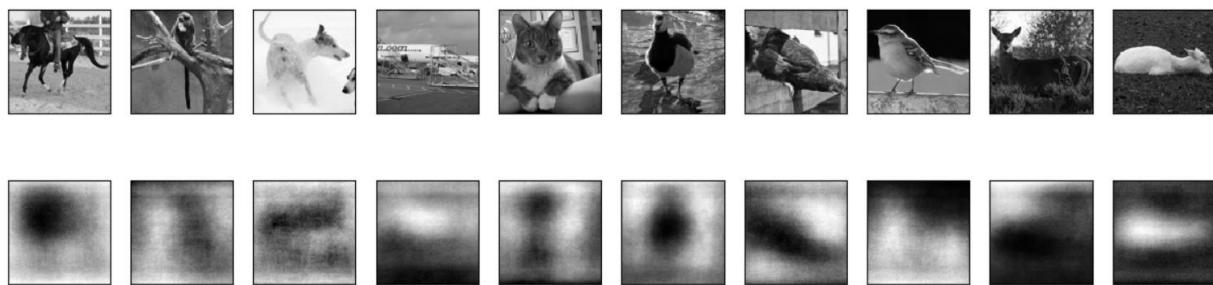
Validation Set Evaluation, loss: 0.5947138299942016

Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.024139888972043992

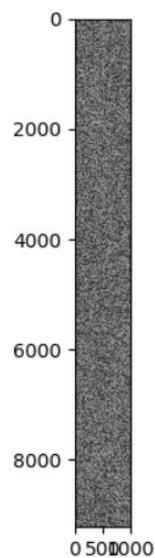
Test Set Evaluation, loss: 0.5952759313583375

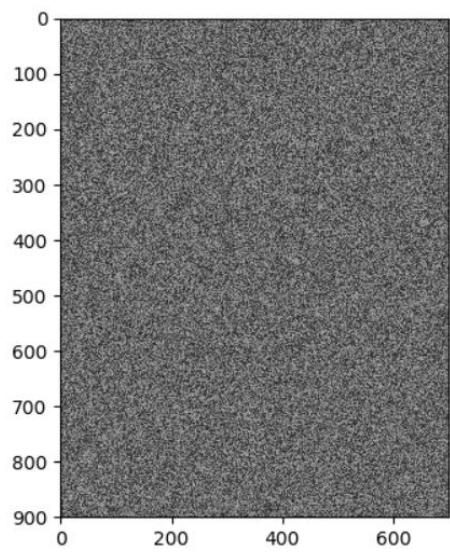
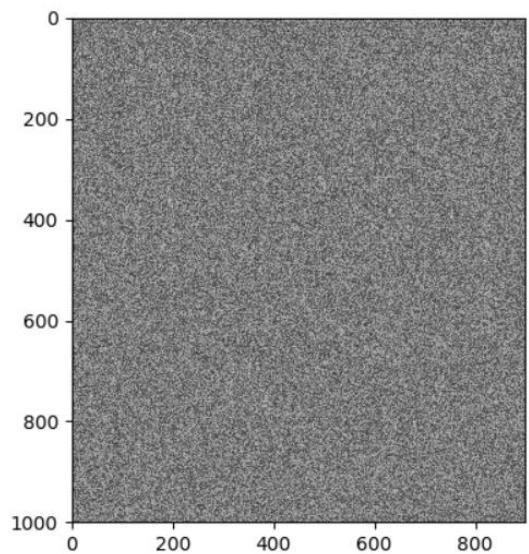
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.024019956335425377

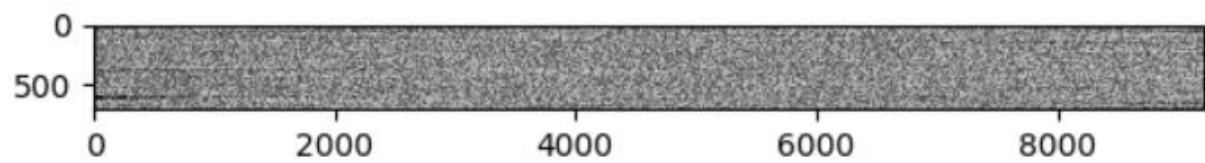
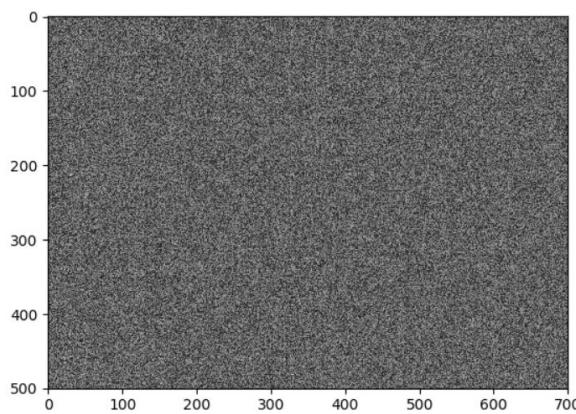
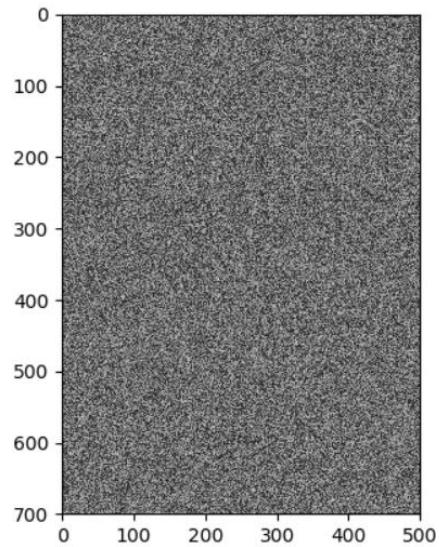
نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:



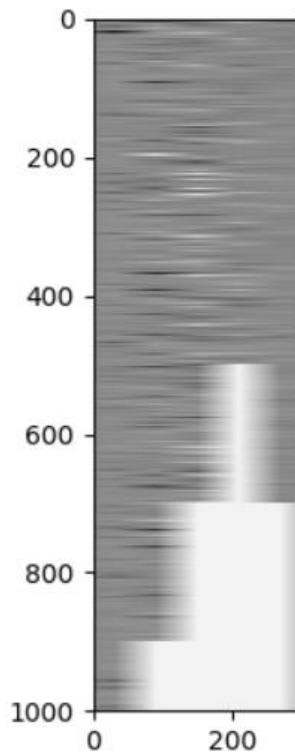
نقشه‌ی ویژگی‌های لایه‌های غیر از ورودی و خروجی (وزن‌ها و بایاس‌ها):







وزن‌ها و بایاس‌ها در کنار هم:

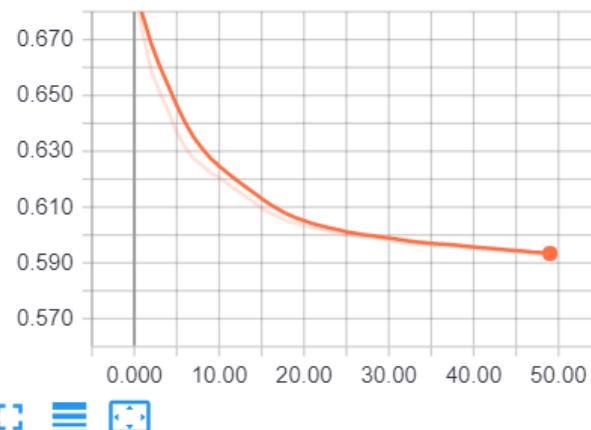


نمودار MSE و Binary-Cross Entropy برای مجموعه‌ی آموزش و ارزیابی:

مجموعه‌ی آموزش:

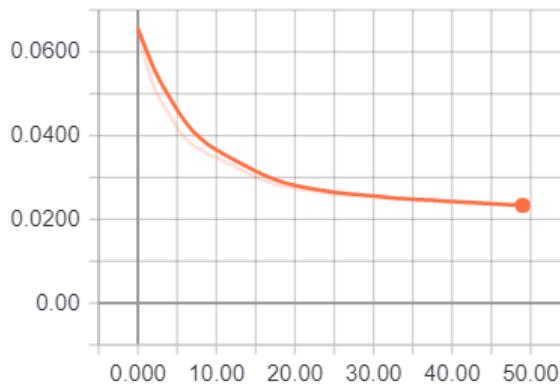
loss

loss



mean_squared_error

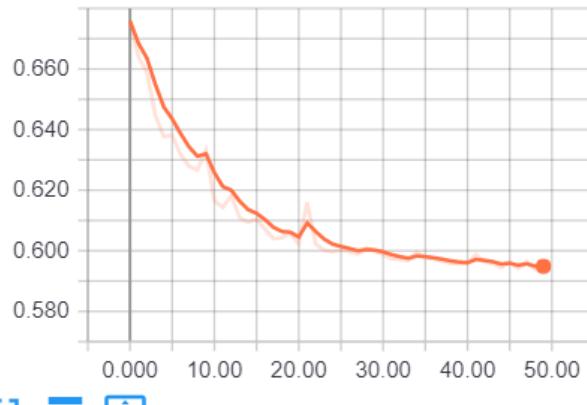
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

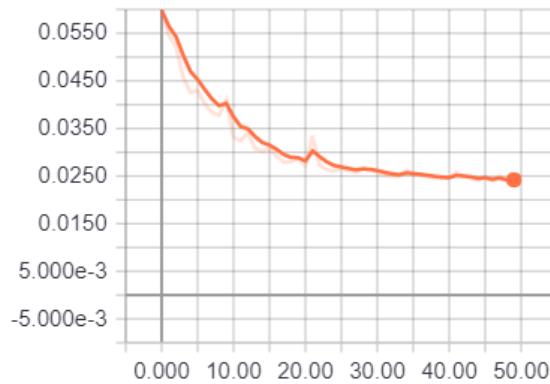
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error



اتوانکو در ده

مدل در پوشه‌ی autoencoder10 ذخیره شده است. که حاوی دو فایل برای ساختار و وزن‌های شبکه است.

تعداد نرون‌ها در هر لایه:

96*96 => 1300 => 1000 => 900 => 700 => 500 => 700 => 96*96

خطاهای (MSE و Binary-Cross Entropy) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

Train Set Evaluation, loss: 0.5994900369644165

Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.025912907704710962

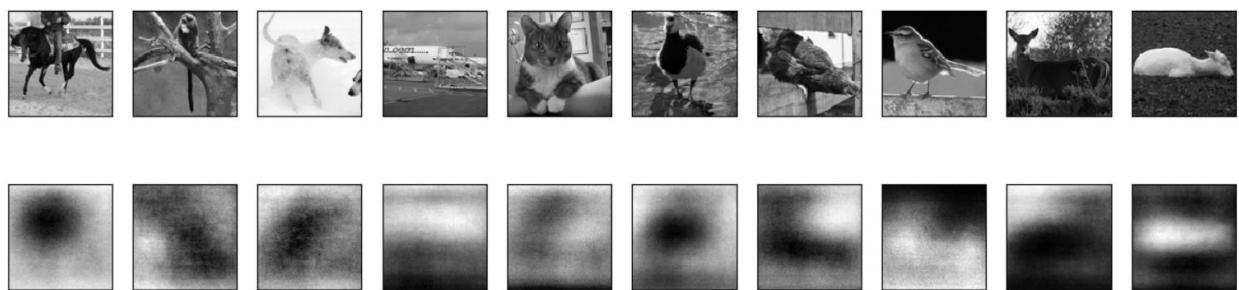
Validation Set Evaluation, loss: 0.600579363822937

Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02670632064342499

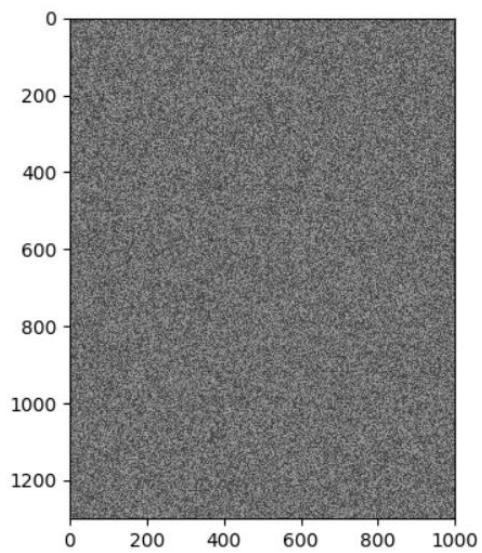
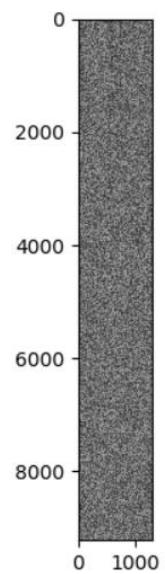
Test Set Evaluation, loss: 0.6008596596717835

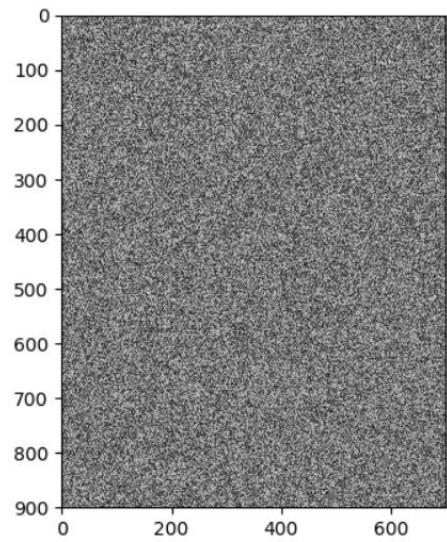
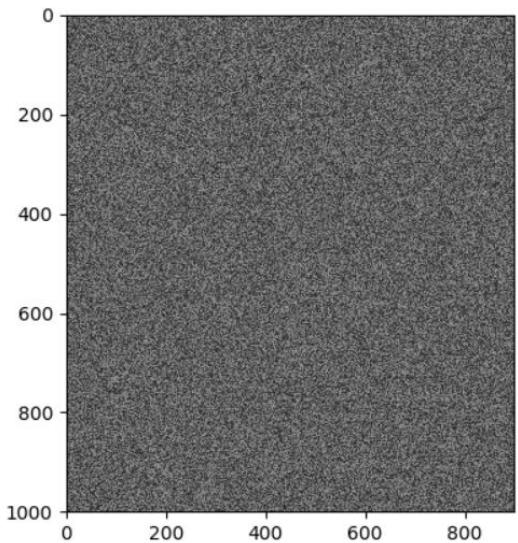
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.026464808478951454

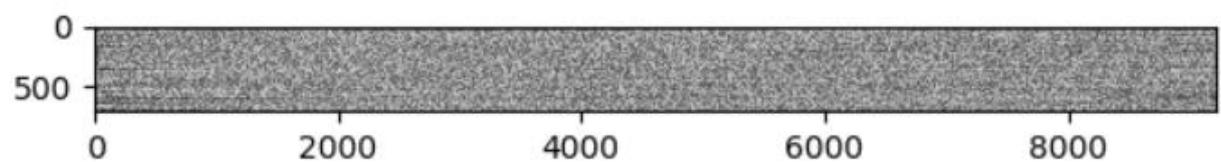
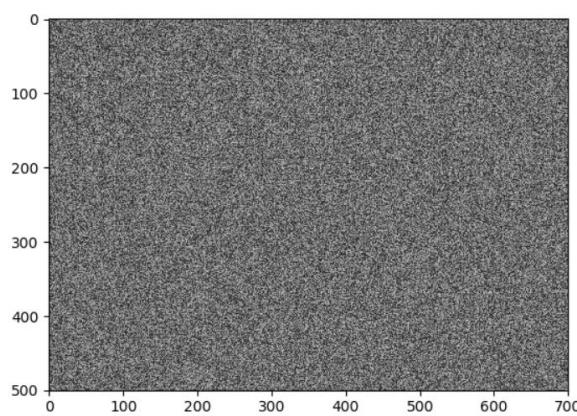
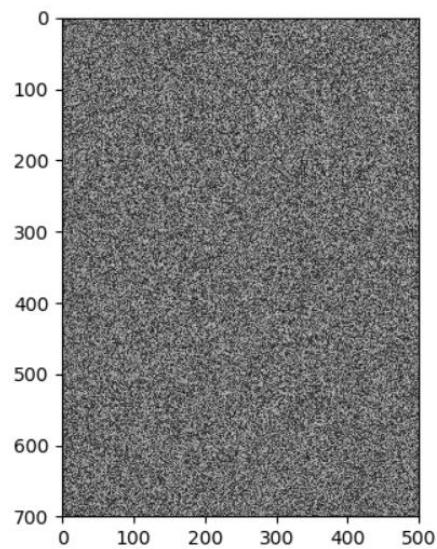
نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:



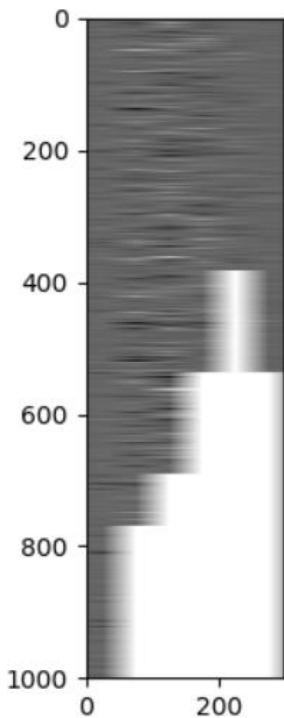
نقشه‌ی ویژگی‌های لایه‌های غیر از ورودی و خروجی (وزن‌ها و بایاس‌ها):







وزن‌ها و بایاس‌ها در کنار هم:

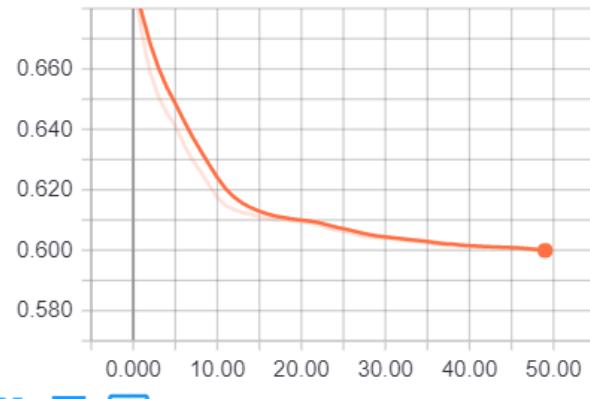


نمودار MSE و Binary-Cross Entropy برای مجموعه‌ی آموزش و ارزیابی:

مجموعه‌ی آموزش:

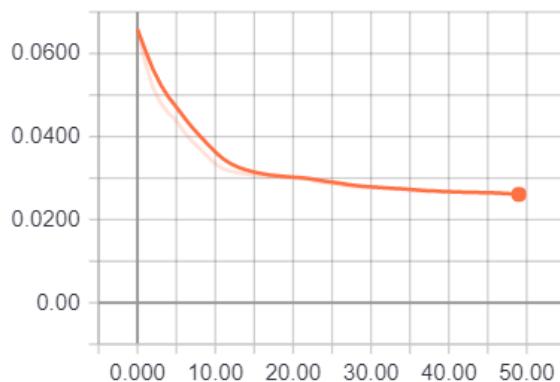
loss

loss



mean_squared_error

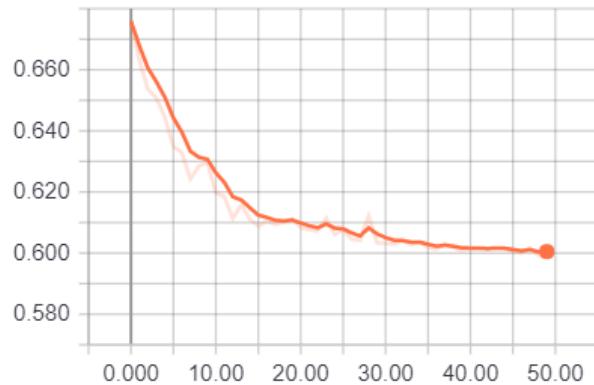
mean_squared_error



مجموعه‌ی ارزیابی:

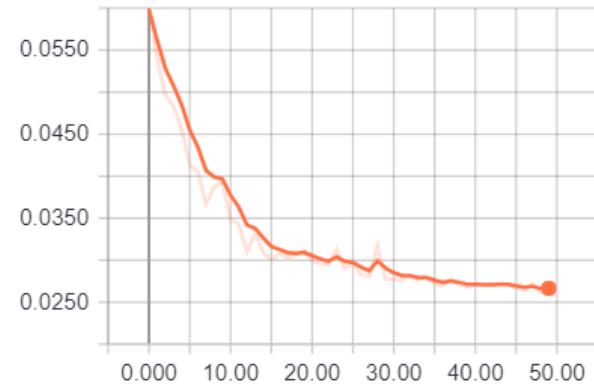
val_loss

val_loss



val_mean_squared_error

val_mean_squared_error



خلاصه‌ای از نتایج بالا را در جدول زیر مشاهده می‌کنید:

	$96*96 \Rightarrow 900 \Rightarrow 700 \Rightarrow 500 \Rightarrow 700 \Rightarrow 96*96$	Autoencoder8 Layers
	<pre>Train Set Evaluation, loss: 0.5872048778533936 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.020668095976114274</pre> <pre>Validation Set Evaluation, loss: 0.5894845042228699 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02185417541861534</pre> <pre>Test Set Evaluation, loss: 0.5900894014835357 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.0217665509134531</pre>	Autoencoder8 Results
	$96*96 \Rightarrow 1000 \Rightarrow 900 \Rightarrow 700 \Rightarrow 500 \Rightarrow 700 \Rightarrow 96*96$	Autoencoder9 Layers
	<pre>Train Set Evaluation, loss: 0.592857750415802 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023085500344634056</pre> <pre>Validation Set Evaluation, loss: 0.5947138299942016 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.024139888972043992</pre> <pre>Test Set Evaluation, loss: 0.5952759313583375 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.024019956335425377</pre>	Autoencoder9 Results
	$96*96 \Rightarrow 1300 \Rightarrow 1000 \Rightarrow 900 \Rightarrow 700 \Rightarrow 500 \Rightarrow 700 \Rightarrow 96*96$	Autoencoder10 Layers
	<pre>Train Set Evaluation, loss: 0.5994900369644165 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.025912907704710962</pre> <pre>Validation Set Evaluation, loss: 0.600579363822937 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02670632064342499</pre> <pre>Test Set Evaluation, loss: 0.6008596596717835 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.026464808478951454</pre>	Autoencoder10 Results

همین طور که مشاهده می‌شود با زیاد شدن تعداد لایه‌های قسمت دیکور، تغییر خاصی در خطاهای خطا رخ نمی‌دهد و خطاهای در یک محدوده هستند. البته خطاهای در بعضی مواقع با زیاد شدن تعداد لایه‌ها مقدار بسایر اندکی زیاد شده‌اند و دلیلیش آن است که پون شبکه بزرگ‌تر شده است نیاز به آموزش بیشتری داشته‌اند. البته با سناریوی دیگر که شبکه‌ها با لایه‌های بیشتر را آموزش دهم را نیز تست کردم و آن میزان کم افزایش خطا هم از بین رفت و تقریباً خطاهای برای تعداد مختلف لایه به یک عدد نزدیک شدند. البته این نتیجه قابل پیش‌بینی بود، زیرا تعداد لایه‌های قبل از Bottle Neck شبکه را زیاد کرده‌ایم در حالی که محدودیت شبکه و میزان فشرده سازی در

لایه‌ی **Encoded** مشخص می‌شود، یک لایه‌ی **Encoded** مشخص قدرت مشخصی برای انتقال اطلاعات دارد که با زیاد کردن لایه‌های قبل از آن این قدرت افزایش نمی‌یابد.

حالت پشته‌ای، بررسی دو یا بیش از دو خودرمزگشا در یک ساختار پشته‌ای

عنوان

حالت پشته‌ای: در این حالت، دو یا چند اتوانکودر را در یک ساختار پشته‌ای به طوری که خروجی یک اتوانکودر ورودی اتوانکودر بعدی باشد، مورد استفاده قرار دهید. در این آزمایش حداقل ۳ پشته مختلف دارای بیشتر یا مساوی ۲ اتوانکودر را با یکدیگر مقایسه نمایید. عملکرد بهترین پشته در این بخش را با بهترین اتوانکودر در حالت ساده مورد مقایسه قرار داده و تحلیل نمایید.

شرایط آزمایش

شبکه‌ی یازده:

در قسمت‌های قبل خودرمزگذار ده را ایجاد کردیم، که نتایج، مشخصات و عمکرد آن را نمایش دادیم و در زیر خلاصه‌ای از آن را مشاهده می‌کنید:

تعداد نرون‌ها در هر لایه:

```
96*96 ==> 1300 ==> 1000 ==> 900 ==> 700 ==> 500 ==> 700 ==> 96*96
```

خطاهای (MSE و Binary-Cross Entropy) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

```
Train Set Evaluation, loss: 0.5994900369644165
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.025912907704710962

Validation Set Evaluation, loss: 0.600579363822937
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02670632064342499

Test Set Evaluation, loss: 0.6008596596717835
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.026464808478951454
```

با کنار هم قرار دو عدد خودرمزگشای شماره‌ی ده یک خودرمزگذار پشته‌ای ایجاد می‌کنیم.

شبکه‌ی دوازده:

در قسمت‌های قبل خودرمزگذار یک را ایجاد کردیم، که نتایج، مشخصات و عمکرد آن را نمایش دادیم و در زیر خلاصه‌ای از آن را مشاهده می‌کنید:

تعداد نرون‌ها در هر لایه:

$$96*96 \implies 4500 \implies 1875 \implies 4500 \implies 96*96$$

خطاهای (MSE و Binary-Cross Entropy) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

```
Train Set Evaluation, loss: 0.5681604385375977
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012703218609094619
Validation Set Evaluation, loss: 0.5671401863098144
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012738781288266181
Test Set Evaluation, loss: 0.5769581861495972
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.016196782477200033
```

با کنار هم قرار دو عدد خودرمزگشای شماره‌ی یک، یک خودرمزگذار پشت‌های ایجاد می‌کنیم.

شبکه‌ی سیزده:

در قسمت‌های قبل خودرمزگذار سه را ایجاد کردیم، که نتایج، مشخصات و عمکرد آن را نمایش دادیم و در زیر خلاصه‌ای از آن را مشاهده می‌کنید:

تعداد نرون‌ها در هر لایه:

$$96*96 \implies 4500 \implies 20 \implies 4500 \implies 96*96$$

خطاهای (MSE و Binary-Cross Entropy) انکودر بر روی مجموعه‌های مختلف داده‌ها:

```

Loaded model from disk
Train Set Evaluation, loss: 0.5920309200286865
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02277369348704815

Validation Set Evaluation, loss: 0.5938405785560608
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023891060084104538

Test Set Evaluation, loss: 0.5944821343421937
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023790011182427406

```

با کنار هم قرار دو عدد خودرمزگشای شماره‌ی سه، یک خودرمزگذار پشت‌های ایجاد می‌کنیم.

نتایج آزمایش

شبکه‌ی یازده:

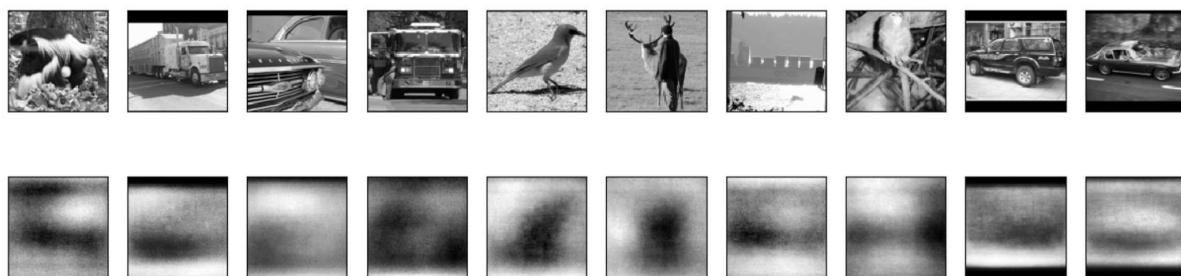
خطای MSE شبکه‌ی پشت‌های بر روی دیتاست:

```

MSE SCORE OF TRAIN: 0.25881524658203126
MSE SCORE OF Validation: 0.5282259521484375
MSE SCORE OF TEST: 0.18586077880859375

```

نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:

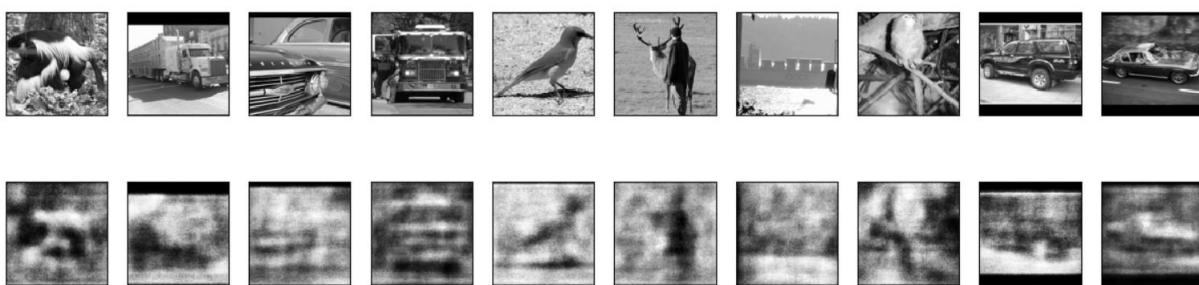


شبکه‌ی دوازده:

خطای MSE شبکه‌ی پشت‌های بر روی دیتاست:

```
Loaded model from disk  
MSE SCORE OF TRAIN: 0.20255101013183593  
MSE SCORE OF Validation: 0.4053868408203125  
MSE SCORE OF TEST: 0.1614259033203125
```

نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:

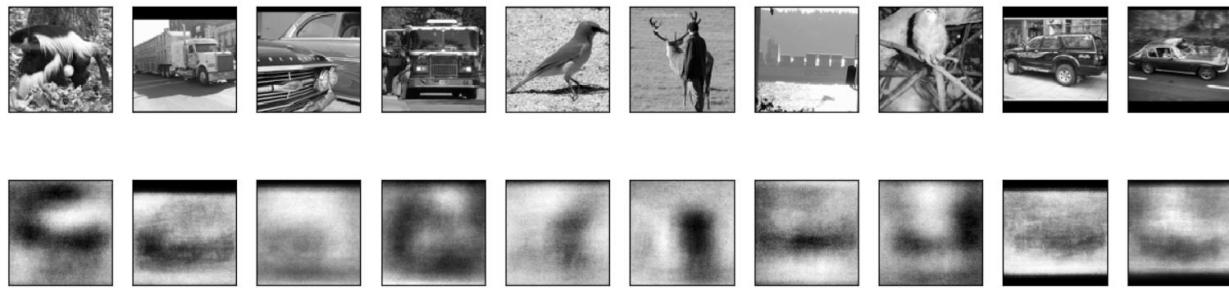


شبکه‌ی سیزده:

خطای MSE شبکه‌ی پشت‌های بر روی دیتاست:

```
Loaded model from disk  
MSE SCORE OF TRAIN: 0.24829031372070312  
MSE SCORE OF Validation: 0.5082867431640625  
MSE SCORE OF TEST: 0.179430419921875
```

نمونه‌ای از عملکرد اتوانکودر:



نتیجه گیری

در دو جدول زیر خلاصه‌ای از عملکرد خودرمندگذارهای غیر پشت‌های را که بررسی کردیم را مشاهده می‌کنید:

$96*96 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 1875 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 96*96$	Autoencoder1 Layers
<pre>Train Set Evaluation, loss: 0.5681604385375977 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012703218609094619 Validation Set Evaluation, loss: 0.5671401863098144 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012738781288266181 Test Set Evaluation, loss: 0.5769581861495972 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.016196782477200033</pre>	Autoencoder1 Results
$96*96 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 100 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 96*96$	Autoencoder2 Layers
<pre>Loaded model from disk Train Set Evaluation, loss: 0.5804827432632447 Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.01786311360448599 Validation Set Evaluation, loss: 0.583278917312622 Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.019341427341103553 Test Set Evaluation, loss: 0.5841244802474975 Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.0193197917342186</pre>	Autoencoder2 Results
$96*96 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 20 \Rightarrow 4500 \Rightarrow 96*96$	Autoencoder3 Layers

```

Loaded model from disk
Train Set Evaluation, loss: 0.5920309200286865
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02277369348704815

Validation Set Evaluation, loss: 0.5938405785560608
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023891060084104538

Test Set Evaluation, loss: 0.5944821343421937
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023790011182427406

```

Autoencoder3 Results

$96*96 \Rightarrow 900 \Rightarrow 700 \Rightarrow 500 \Rightarrow 700 \Rightarrow 96*96$

Autoencoder8 Layers

```

Train Set Evaluation, loss: 0.5872048778533936
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.020668095976114274

```

Autoencoder8 Results

```

Validation Set Evaluation, loss: 0.5894845042228699
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02185417541861534

```

```

Test Set Evaluation, loss: 0.5900894014835357
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.0217665509134531

```

$96*96 \Rightarrow 1000 \Rightarrow 900 \Rightarrow 700 \Rightarrow 500 \Rightarrow 700 \Rightarrow 96*96$

Autoencoder9 Layers

```

Train Set Evaluation, loss: 0.592857750415802
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.023085500344634056

```

Autoencoder9 Results

```

Validation Set Evaluation, loss: 0.5947138299942016
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.024139888972043992

```

```

Test Set Evaluation, loss: 0.5952759313583375
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.024019956335425377

```

$96*96 \Rightarrow 1300 \Rightarrow 1000 \Rightarrow 900 \Rightarrow 700 \Rightarrow 500 \Rightarrow 700 \Rightarrow 96*96$

Autoencoder10 Layers

```

Train Set Evaluation, loss: 0.5994900369644165
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.025912907704710962

```

Autoencoder10 Results

```

Validation Set Evaluation, loss: 0.600579363822937
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.02670632064342499

```

```

Test Set Evaluation, loss: 0.6008596596717835
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.026464808478951454

```

در بین شبکه‌های پشته‌ای که آموزش دادیم، بهترین عملکرد مربوط به شبکه‌ی ۱۲ است، در شکل زیر بهترین شبکه‌ی پشته‌ای را از نظر عملکرد مشاهده می‌کنید:

خطای MSE شبکه‌ی پشت‌های بر روی دیتاست:

```
Loaded model from disk
MSE SCORE OF TRAIN: 0.20255101013183593
MSE SCORE OF Validation: 0.4053868408203125
MSE SCORE OF TEST: 0.1614259033203125
```

در حالی که بهترین نتیجه بین شبکه‌های غیر پشت‌های مربوط به شبکه‌ی یک با عملکرد زیر است:

```
Train Set Evaluation, loss: 0.5681604385375977
Train Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012703218609094619
Validation Set Evaluation, loss: 0.5671401863098144
Validation Set Evaluation, mean_squared_error: 0.012738781288266181
Test Set Evaluation, loss: 0.5769581861495972
Test Set Evaluation, mean_squared_error: 0.016196782477200033
```

همین طور که دیده می‌شود، خطاهای مختلف در شبکه‌ی پشت‌های بیشتر شده است.

بهترین شبکه آموزش داده شده ای اتوانکودر را به یک شبکه کامل دولایه متصل کنید و به وسیلهی داده های آموزش و ارزیابی آن را آموزش دهید و سپس شبکه کی حاصل را با داده های تست ارزیابی کنید و در آخر ماتریس درهم ریختگی را گزارش کنید

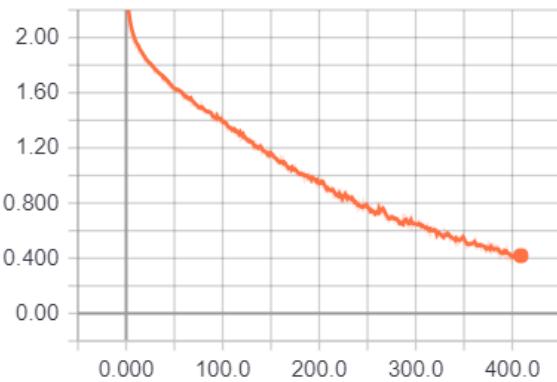
نمودار تابع هزینه و دقت مجموعهی آموزش:



نمودار تابع هزینه و دقت مجموعهی ارزیابی:

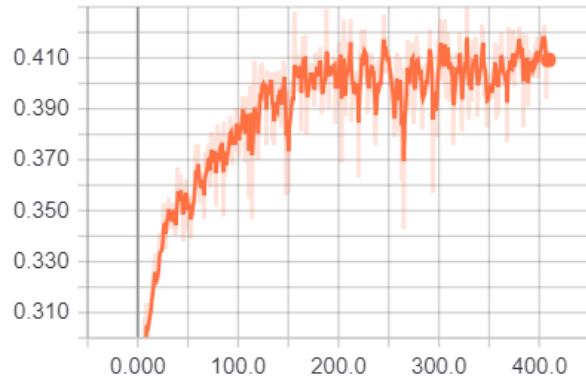
loss

loss



val_acc

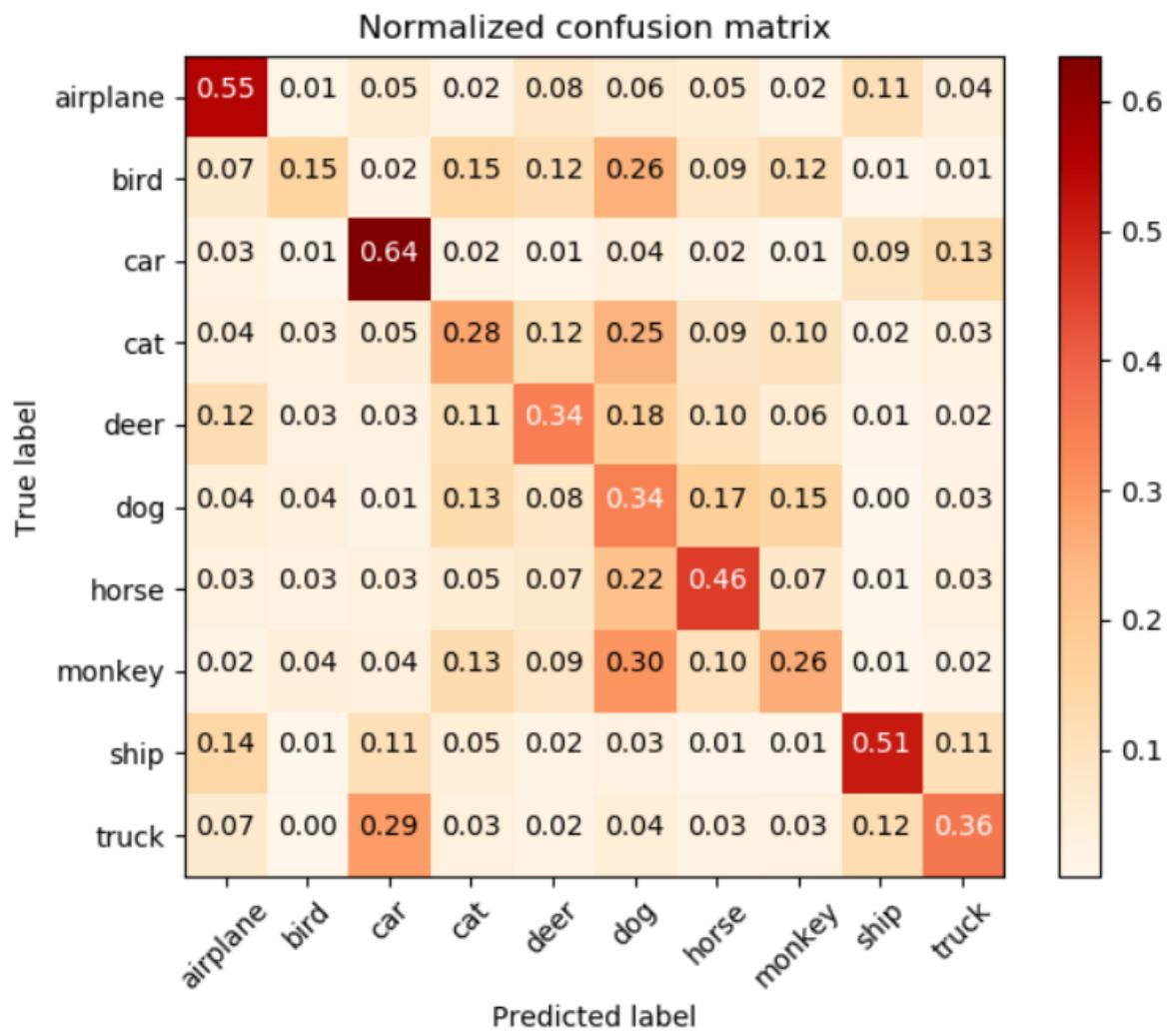
val_acc



تابع هزینه و دقت شبکه بر روی مجموعه آموزش و ارزیابی:

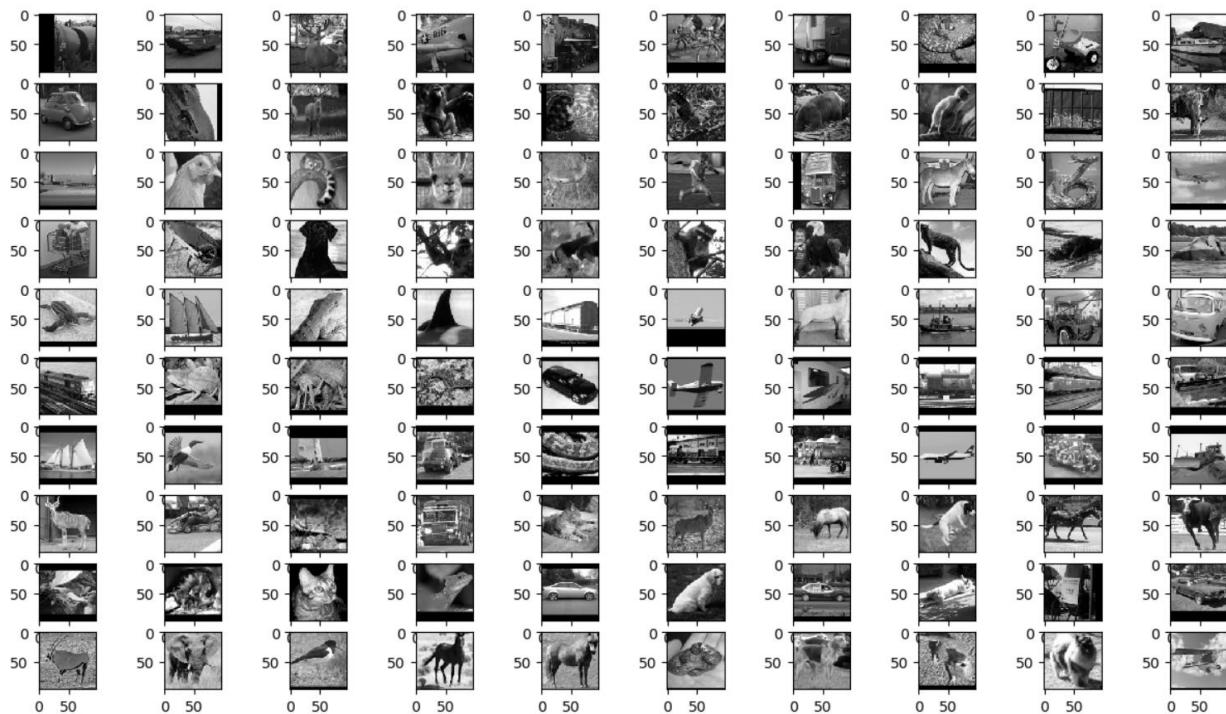
4000/4000 [=====] - 0s 118us/step - loss: 0.4142 - acc: 0.8648 - val_loss: 2.4878 - val_acc: 0.4090

ماتریس درهم ریختگی بر روی مجموعه تست:



بهترین شبکه حاصل از آزمایش را با استفاده از تصویرهای بدون برچسب آموزش دهید و ویژگی‌های به دست آمده برای این تصویرها را در آزمایش بعد استفاده کنید، داده‌های بدون برچسب را با استفاده از ویژگی‌های استخراج شده در مرحله‌ی قبل را با استفاده از Kmeans خوشه‌بندی کنید و ده عکس اول هر خوشه را نمایش دهید

تصویر ۱۰ نمونه از هر خوشه با کیفیت قبل از عبور از انکودر



تصویر بالا با کیفیت تصویرها بعد از داده شدن انکودر

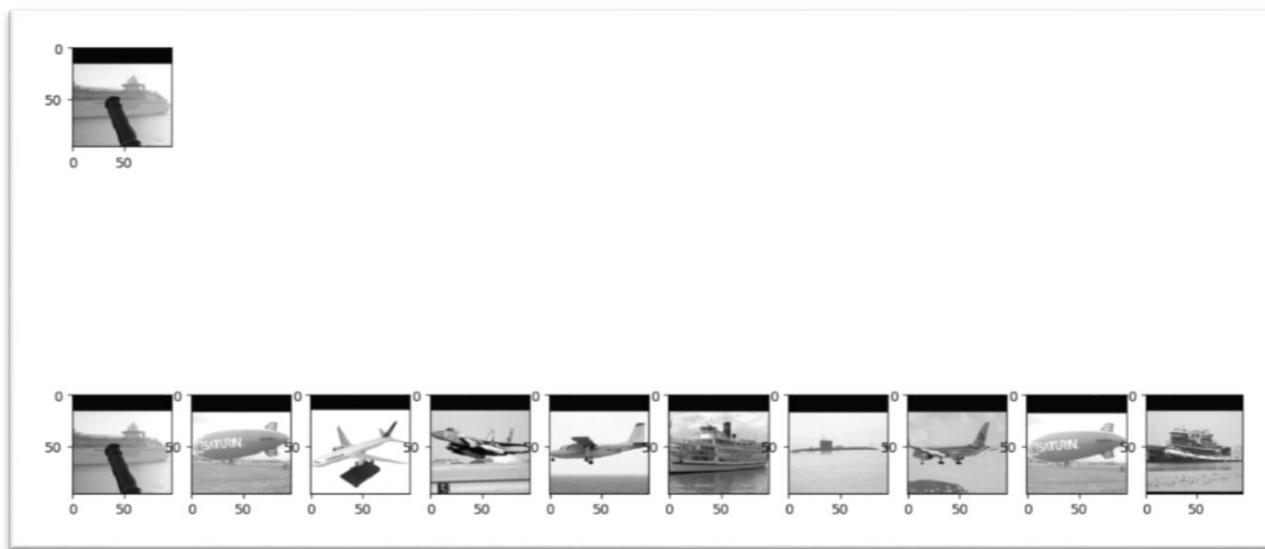


ابزاری ارائه دهید که با استفاده از اتوانکودر آموزش داده شده، ویژگی‌های یک عکس ورودی را استخراج نماید و با مرکز خوشه‌های فوق مقایسه نماید سپس با استفاده از KNN برای K مساوی

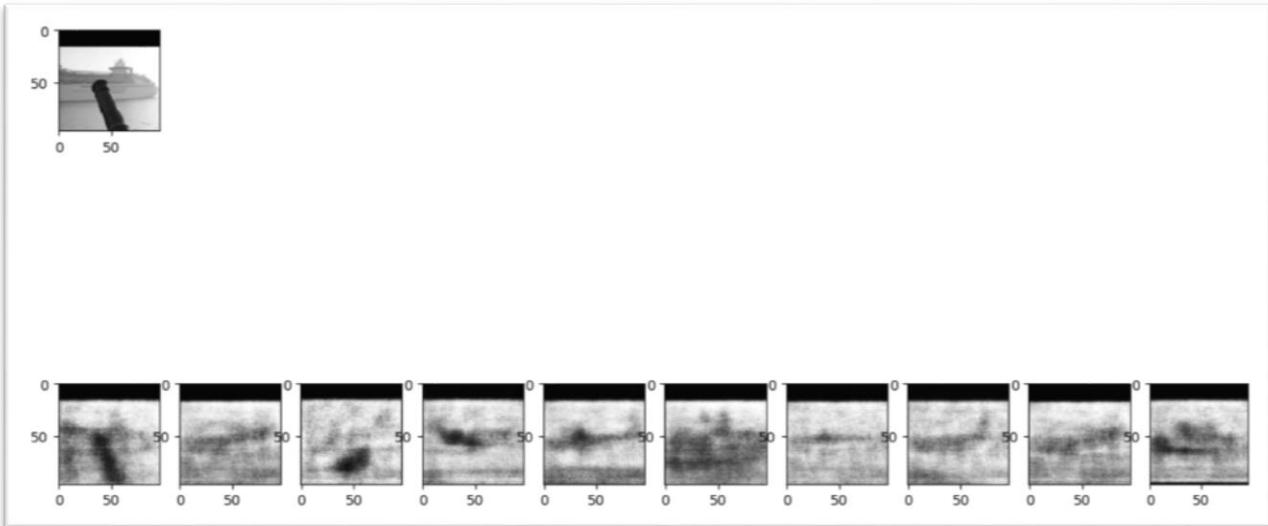
۱۰ شبیه ترین تصویرها را نمایش دهد

در زیر نمونه‌ای از تصویرهایی که به ابزار نوشته شده که در `knn.py` قرار دارد را مشاهده می‌کنید. سطر اول هر تصویر تصویر ورودی است و سطر بعدی تصویرهای مشابه قرار دارد.

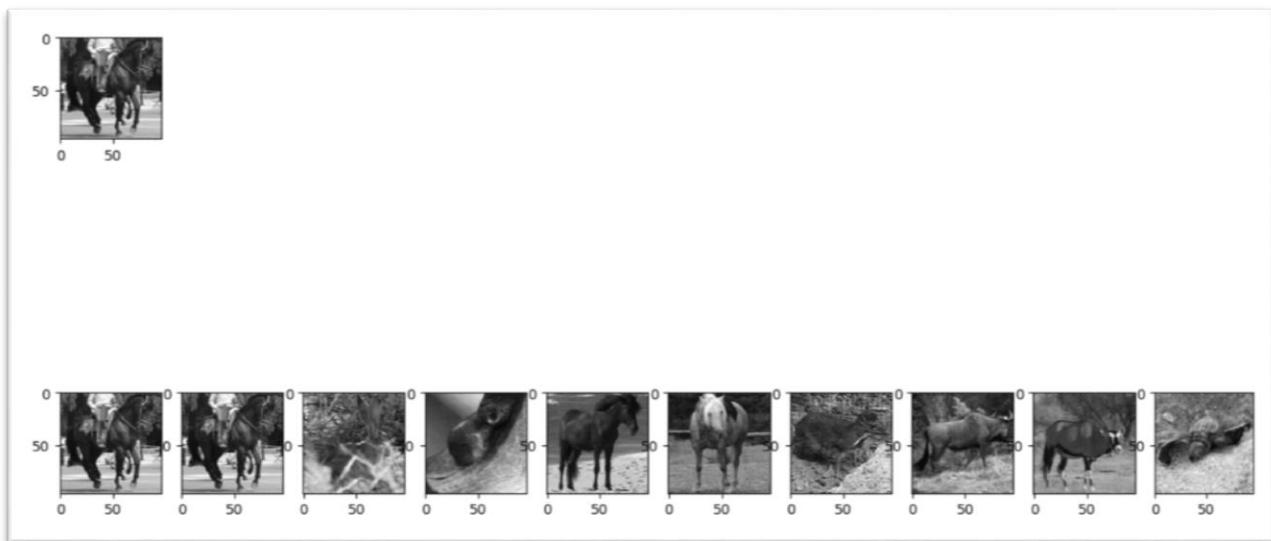
تصویر با کیفیت قبل از داده شدن به انکودر:



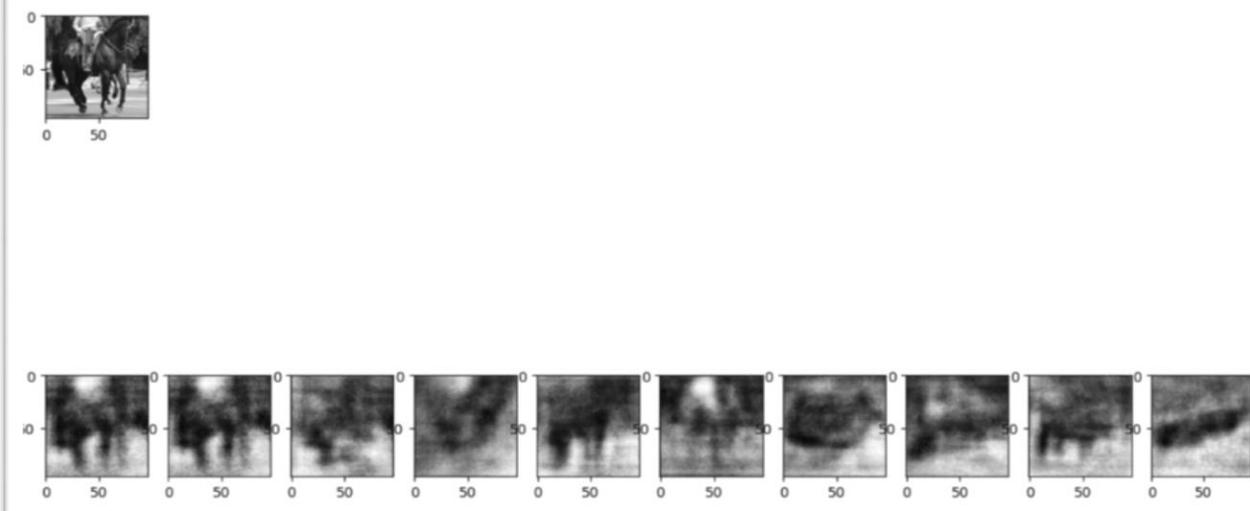
تصویر با کیفیت بعد از داده شدن به انکودر:



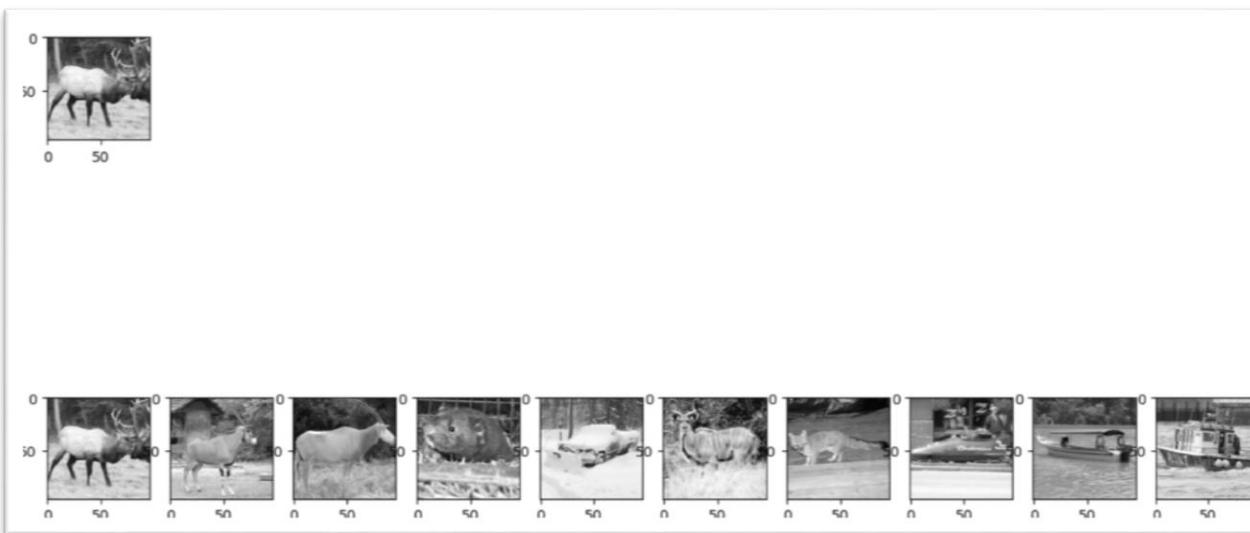
تصویر با کیفیت قبل از داده شدن به انکودر:



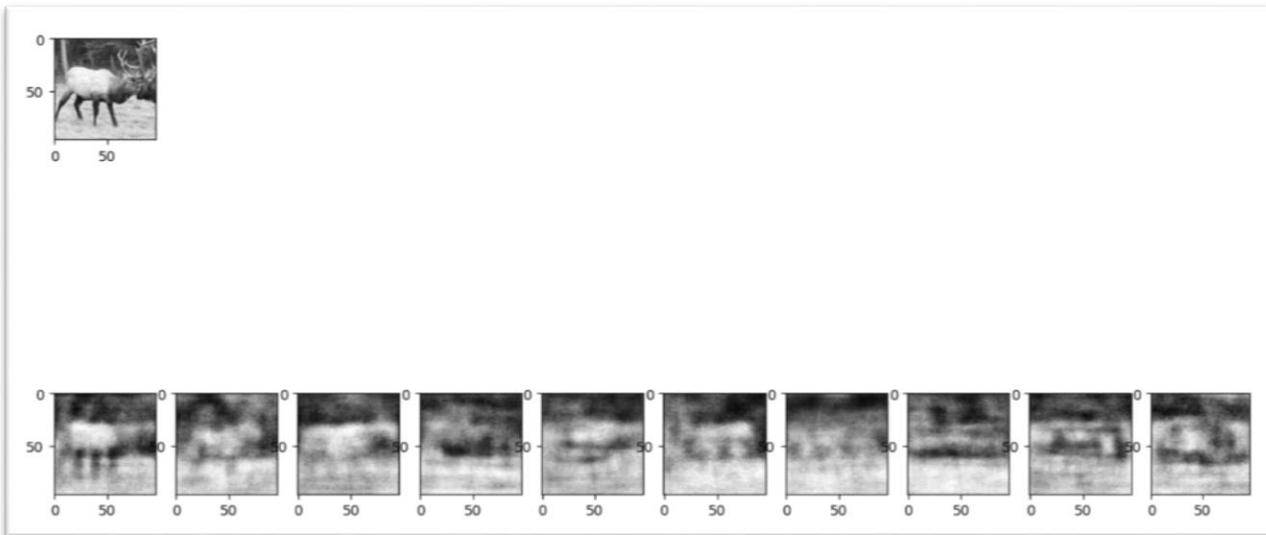
تصویر با کیفیت بعد از داده شدن به انکودر:



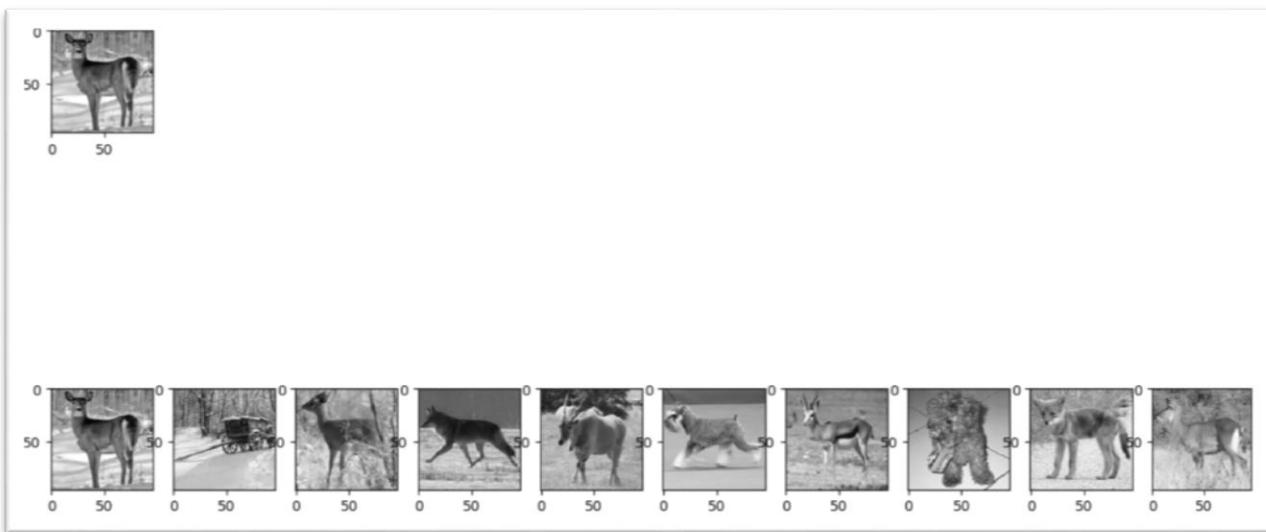
تصویر با کیفیت قبل از داده شدن به انکودر:



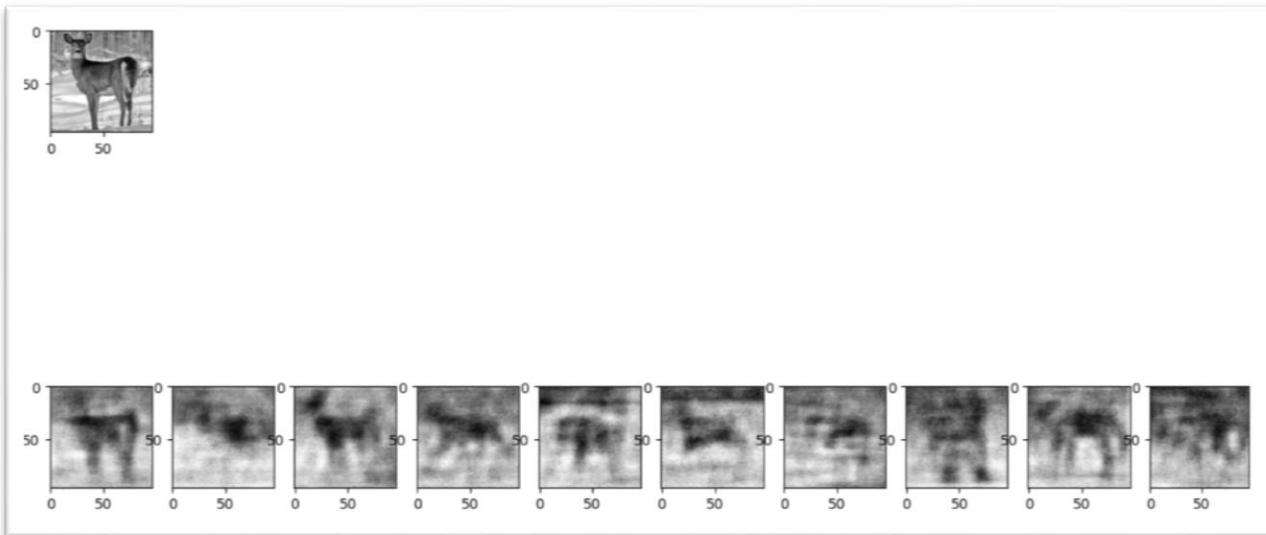
تصویر با کیفیت بعد از داده شدن به انکودر:



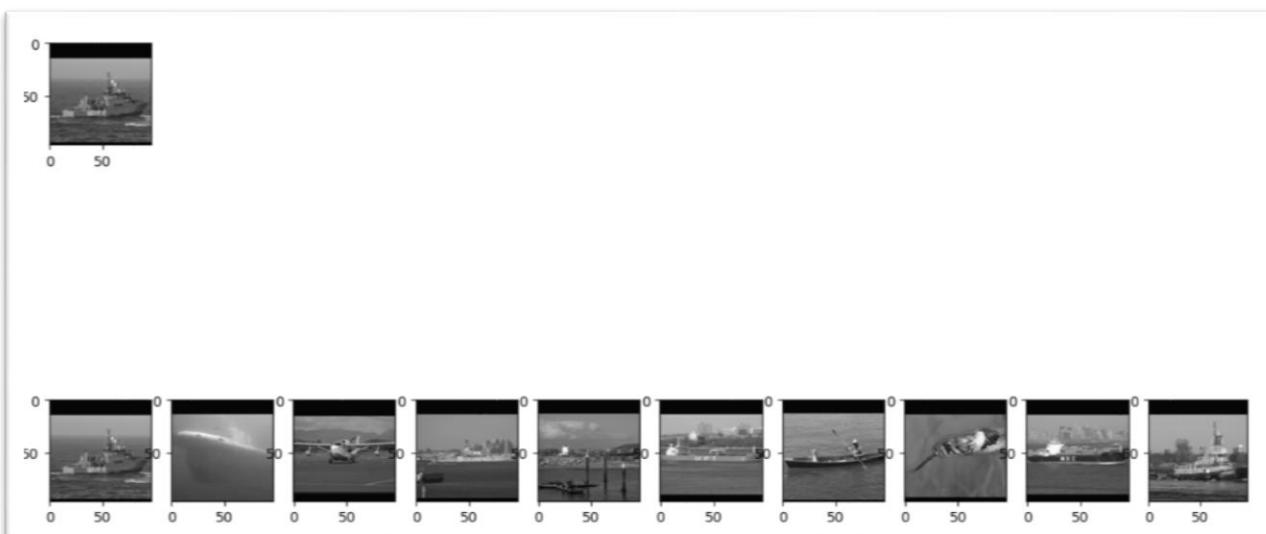
تصویر با کیفیت قبل از داده شدن به انکودر:



تصویر با کیفیت بعد از داده شدن به انکودر:



تصویر با کیفیت قبل از داده شدن به انکودر:



تصویر با کیفیت بعد از داده شدن به انکودر:

