

Harran Üniversitesi Yüksek Başarımlı Hesaplama Merkezi

TENSORFLOW & KERAS KULLANIM REHBERİ

Arş. Gör. Mehmet Umut SALUR HPC BİLGİSAYAR ARAŞTIRMA GRUBU | HARRAN ÜNİVERSİTESİ

İçindekiler

1.	Proje Başvurusu	-2
2.	Kurulum ve Çalışma Ortamının Hazırlanması	-2
3.	TensorFlow & Keras Kurulumu	-4
3.1. gerç	Bir düğüm üzerinde bulunan GPU kartlarını kullanarak model eğitimi çekleştirmek	-4
3.2. eğit	Bir düğüm üzerinde bulunan birden fazla GPU kartlarını birlikte kullanarak model imi gerçekleştirmek	-5
3.3. eğit	Birden fazla düğüm üzerindeki birden fazla GPU kartlarını kullanarak modelin timinin gerçekleştirilmesi	-6
3.4.	HPC üzerinde bash script dosyası çalıştırma	-7

1. Proje Başvurusu

HPC merkezi laboratuvarını kullanım için başvuru yapacak araştırmacıların projesi ile başvuru formunu doldurması ve başvuruda bulunması gerekmektedir.

Akademik Hazırlık Programı, üniversiteler bünyesinde hali hazırda çalışan tüm Öğretim Elemanlarına, Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora öğrencilerine araştırma projeleri başvurularına teşvik etmek amacı ile sağlanacak olan ücretsiz kaynak desteğini kapsamaktadır. Öğretim elemanları, Lisans, Yüksek Lisans, Doktora öğrencilerine ücretsiz 2.000 çekirdek-saat, 20 GB alan verilmektedir.

- http://hpc.harran.edu.tr/?page_id=326 adresinden proje başvurusu yapılmalıdır.
- HPC tarafından VPN bağlantı ayar dosyası, Kullanıcı Adı, Şifre, SSH bağlantı IP adresi bilgisi tarafınıza e-posta yoluyla iletilir.

2. Kurulum ve Çalışma Ortamının Hazırlanması

HPC hesap bilgileri kullanıcılara iletildikten sonra, kullanıcılar HPC kümesiyle bağlantı kurup, uygulama programlarını kullanabilirler. Bunun için HPC uzak bağlantısı ve çalışına ortamının hazırlanması ve çalışılacak uygulama programlarının yüklenmesi gerekmektedir. Windows ortamından HPC'ye bağlantı gerçekleştirmek için aşağıdaki adımlar takip edilebilir.

- Uzak sunucuya VPN üzerinden bağlantı gerçekleştirmek için Open VPN yazılımı kullanılabilir. Bunun için bu uygulamayı aşağıdaki adresten indiriniz ve kurunuz. Link: https://www.techspot.com/downloads/5182-openvpn.html
- Open VPN kurulumu gerçekleştirildikten sonra, e-posta ile size iletilen vpn yapılandırma dosyasını uygulamaya yükleyerek HPC ağına giriş yapabilirsiniz.
- HPC ağına bağlandıktan sonra, Windows ortamından HPC sistemindeki lunix işletim sistemi ile haberleşmek için SSH terminal uygulamasına ihtiyaç olmaktadır. Bunun için bu rehberde MobaXterm yazılımı üzerinden bağlantı gerçekleştirilecektir.
- MobaXterm yazılımını aşağıdaki adresten indirip, bilgisayarınıza kurmanız gerekmektedir. Link: https://mobaxterm.mobatek.net/download.html



Şekil 1. MobaXterm indirme sayfası.

• MobaXtrem ile bağlantı sağlamak için gerekli bilgilerin nasıl doldurulmasıyla ilgili görsel Şekil 2'de verilmiştir.

Setter Total Carries Settings Cuck connect Were reasons Setter Setter SSH Telnet Remote host SSH settings Basic SSH settings Port Port Port Schwanced SSH settings Bu alana size gönderilen ssh bagjant IP adresini orderesini orderesini orderesini orderesini orderesini orderesini orderesini	exem Servers Totis Cames Sestings Vew Spit Multible Turneling Packages Settings Help Quick connect Section settings Section settings Section settings Section settings Section settings Section settings Section settings Section settings Section settings Section settings Methods Aves S3 WSL Basic SSH settings Remote host Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini girmelisiniz. Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.	erminal	Sessions	View	X server	Tools	Games S	Settings	Macros H	elp			-						
Section settings Were settings Se	Remote host remote	<u></u>	× .	3	P 😪	- 📩	2		Y			۰.	?						
Very research Section settings SSH Teinet Remote host Remote host Section settings 1 2 Remote host Port 2 Basic SSH settings 1 2 Remote host Port 2 Basic SSH settings 1 Specify username Port 2 Bu alana size gönderilen kullanci ad blagjanti IP adresini cijigisini aidresini cijigisni siglisini	exer services Section settings Settings Settings Settings Settings Settings Settings 1 2 Remote host Basic SSH settings 1 2 Remote host Bu alana size gönderilen bağlantı IP adresini girmelisiniz. Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.	iession Ouicle c	Servers	Tools	Games	Session	ns View	Split	MultiExec	Tunneling	Packages	Settings	Help						
Section settings SSH Tehnet Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Aws 53 WS Basic SSH settings Remote host Basic SSH settings Terminal settings Terminal settings Remote host Bu alana size gönderilen ssh bağlant IP adresini cimelisiniz Secure Shell (SSH) seession girmelisiniz.	Section settings SSN Tehret Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Aws S3 WSL Basic SSH settings 1 2 Remote host Port 22 0 Advanced SSH settings Terminal settings X Network settings Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini girmelisiniz. Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.							\$ \											
Session settings SSH Telnet Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shel Browser Mosh Aws S3 WS Basic SSH settings Remote host Remote host Remote host Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini airmelisiniz Secure Shell (SSH) session Girmelisiniz	Sestion settings SSH Tehret Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Avs S3 WSL Basic SSH settings 1 2 Remote host Port 22 0 Advanced SSH settings Terminal settings * Network settings # Boomark settings Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini girmelisiniz. Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.	(Jser session:			_													
SSH Tehret Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Aws S3 WS Image: SSH settings 1 2 Port Por	SSH Tehnet Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Aws S3 WSL Basic SSH settings 1 2 Port Por		Session	setting	s														
SSH Teinet Rsh Xdmcp RD VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Aws S3 WS Image: SSH settings 1 2 2 Port 22 2 Remote host Image: SSH settings 1 2 Port 22 1 Image: SSH settings 1 Image: SSH settings Port Port 22 1 Image: SSH settings 1 1 Specify username Image: SSH settings Port Port 22 1 Image: SSH settings 1 1 Specify username Image: SSH settings Port	SSH Teinet Rsh Xdmcp RDP VNC FTP SFTP Serial File Shell Browser Mosh Avrs S3 WSL Basic SSH settings Remote host Port Port Port Port Port Port Port Por														_				
SSH tenet KSN xomcp KUP VNC FIP SFIP Serial File Shell browser Mosh Aves S3 WS Basic SSH settings Remote host Specify username Port Port Port Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini ardresini seture Shell (SSH) session	SSH ienet Hish Xdmcp RUP VNC FIP SFIP Senar Fie Sheat Browser Mosh Aws 53 WSL Image: Basic SSH settings 1 2 Image: Basic SSH settings Port 2 Image: Basic SSH settings Image: Basic SSH settings Port 2 Image: Basic SSH settings Image: Basic SSH s				•	e	<u>N</u>		1	8	0000	N		2	3	3	*		
Besic SSH settings 1 2 Remote host Port 2 Port Port 2 P	Image: SSH settings 1 2 Remote host Image: SSH settings Port 2 Image: SSH settings Image: SSH settings Image: SSH settings Port Image: SSH settings Image: SSH settings Image: SSH settings Port Image: SSH settings Image: SSH settings Image: SSH settings Port Port Image: SSH settings Image: SSH settings Image: SSH settings		S	SH	Telnet	Rsh	Xdmcp	RDP	VNC	FTP	SFTP	Serial	File	Shell	Browser	Mosh	Aws S3	WSL	
Image: Secure Shell (SSH) seesing 1 2 Remote host Image: Specify username Port 22 Image: Specify username Image: Specify username Port 22 Image	Basic SSH settings 1 2 Remote host Image: Specify username Port 22 Image: Specify username Image: State S																		
Remote host Specify username Port 22 * Port	Remote host Port 22 : Remote host Port 22 : Advanced SSH settings Terminal settings * Network settings # Booknark settings Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini girmelisiniz. Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.			Basic	SSH setti	ngs	1					2							
Remote host Specify username Port 22 Advanced SSH settings Terminal settings Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini airmelisiniz Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.	Remote host Specify username Port 22 Advanced SSH settings Terminal settings * Network settings Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini girmelisiniz. Bu alana size gönderilen sh bilgisini						<u> </u>	_				_							
Advanced SSH settings Terminal settings * Network settings * Bootmark settings Bu alana size gönderilen söjlantı IP adresini girmelisiniz Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.	Advanced SSH settings Image: Terminal settings Image: Network settings Image: Bu alana size Bu alana size gönderilen ssh gönderilen kullanıcı adı bağlantı IP bilgisini adresini girmelisiniz.			Re	mote host				C Spe	cify user	name		2	P	ort 22	•			
Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini armelişiniz Secure Shell (SSH) session girmelişiniz.	Bu alana size gönderilen ssh bağlantı IP adresini girmelisiniz. Secure Shell (SSH) session girmelisiniz.			Advan	ced SSH	settings	🖬 Te	rminal set	ttings 🚦	Network	settings	🛨 Boo	okmark se	ttings					
					Bu gö ba ad gii	u alan inderi iğlant iresin rmelis	na size ilen ss ti IP ii siniz.	h Sec	ure Shel	I (SSH)	sessio	Bu a gönd kulla bilgi n girm	llana s derilen anıcı a sini elisini	ize dı z.			\		

Şekil 2. MobaXtrem kullanım arayüzü.

- MobaXtrem SSH bağlantısı gerçekleştirmek için MobaXtrem yazılımın son üst menüsünde "Sessions" butonuna tıklanır.
- Açılan pencerede Remote host ve Specify username bilgisi girilir ve "OK" butonuna tıklanarak bağlantı kurulur.
- Açılan terminal ekranında HPC tarafından iletilen kullanıcı giriş bilgilerindeki şifre bilgisi girilmelidir. Bu şifre MobaXterm tarafından ilk bağlantıda sorulmaktadır. Daha sonradan tekrar aynı kullanıcı olarak bağlantı yapmak istediğinizde şifre girmeniz gerekmeyecektir.



Şekil 3. MobaXterm SSH bağlantı ilk ekranı.

- Giriş yapıldıktan sonra terminalde "kullanıcıAdı@loginnode01" giriş düğümde olduğunuzu görürsünüz. Şekil 3'te MobaXterm il bağlantı ekranı görülmektedir. Burada sol tarafta size ait olan depolama alanını "home" dizini görebilirsiniz. Algoritmalar tarafından çalıştırılması istenen veriler, "upload" butonunu kullanılarak veya sürükle bırak yöntemiyle buraya eklenebilir.
- HPC üzerinde bulunan yüklü yazılımları listelemek ve kullanmak için aşağıdaki komut satırları kullanılabilir.

- ✓ "module load shared": Paylaşılan modülleri kullanıcı alanına yükler.
- ✓ "module load spack": Paylaşılan modülleri kullanıcı alanına yükler.
- ✓ "module avail": Modülleri listeler.
- ✓ "module load moduladiyaziniz": Moduladi alanına yazılan modülün kullanımını sağlar.

3. TensorFlow & Keras Kurulumu

Burada ihtiyacınızı karşılayacak yazılım bulunmuyorsa eğer, kendi kullanıcı alanınıza istediğiniz açık kaynak kodlu yazılımı yükleyebilirsiniz. Örneğin biz TensorFlow ve Keras derin öğrenme yazılımlarını kullanmak için gerekli kurulumları gerçekleştireceğiz. TensorFlow ve Keras kurulumlarını Anaconda Python dağırımı üzerinden gerçekleştireceğiz. Kurulum için aşağıdaki adımlar takip edilmelidir.

- HPC kümesine kurulması için Anaconda'nın Linux sürümünün indirilmesi gerekmektedir. Bunun için anaconda.com/downloads adresinden Linux indirme link bilgisi kopyalamalıdır.
- Kurulması istenen bash (.sh file) kurulum linki kopyalanmalıdır.
- "wget" kullanılarak bash kurulum dosyası indirilmelidir. Bunun için "temp" isminde bir dizin oluşturulup, terminalden ilgili dizin açıldıktan sonra kurulum linki (https://repo.continuum.io/archive/Anaconda3<release>.sh) terminale yapıştırılır.
- Son olarak terminale "bash Anaconda3-5.2.0-Linux-x86_64.sh" komutu yazılarak Anaconda kurulumu gerçekleştirilir.
- Anaconda kurulumu yapıldıktan sonra terminale "conda install -c anaconda keras-gpu" komu yazılarak, Keras ve Tensorflow'un GPU sürümünün kurulumu gerçekleştirilmiş olunacaktır.

Terminalden "ssh gpu01" yazarak "loginnode01"den gpu01'e geçebilirsiniz. GPU node'dayken terminalden "python /home/kullaniciadi/dizinadi/sorucecode.py" komutuyla "KullanıcıAdı" altında "DizinAdi" altındaki "sorucecode.py" Python dosyasını çalıştırabilirsiniz. HPC düğümleri üzerinde arayüz olarak Anaconda veya Spyder IDE'sini çalıştırmanız mümkündür. Bunun için aşağıdaki işlemlerin takip edilmesi gerekmektedir.

- Anaconda'yı çalıştırmak için terminale "source ~/anaconda3/bin/activate root" komutu yazılarak çalıştırılmalıdır.
- Anaconda GUI'sinin açılması içinde "anaconda-navigator" komu çalıştırılmalıdır. Anaconda GUI'si ekranda açıldıktan sonra Spyder ve diğer uygulamalar çalıştırılabilir.

3.1. Bir düğüm üzerinde bulunan GPU kartlarını kullanarak model eğitimi gerçekleştirmek

GPU düğümlerinin biri üzerindeyken "python home/ali/uygulamalar/film_yorumlari_siniflandirma.py" komutuyla aşağıda içerdiği kodları verilen film_yorumlari_siniflandirma.py dosyasını çalıştırabilirsiniz. Şekil 4'te film yorumları sınıflandırma örneğinin kaynak kodları verilmiştir. Şekil 5'te ise modelin eğitimi sırasındaki görsel mevcuttur.

```
import numpy as np
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import layers
max features = 20000 # Film yorumlarından 2000 adetini sınıflandıracağız
maxlen = 200 # Her yorumun ilk 200 karakterini kullanılacaktır
inputs = keras.Input(shape=(None,), dtype="int32")
x = layers.Embedding(max_features, 128)(inputs)
x = layers.Bidirectional(layers.LSTM(64, return_sequences=True))(x)
x = layers.Bidirectional(layers.LSTM(64))(x)
outputs = layers.Dense(1, activation="sigmoid")(x)
model = keras.Model(inputs, outputs)
model.summary()
(x_train, y_train), (x_val, y_val) = keras.datasets.imdb.load_data(num_words=max_features )
print(len(x_train), "Training sequences")
print(len(x_val), "Validation sequences")
x_train = keras.preprocessing.sequence.pad_sequences(x_train, maxlen=maxlen)
x_val = keras.preprocessing.sequence.pad_sequences(x_val, maxlen=maxlen)
model.compile("adam", "binary_crossentropy", metrics=["accuracy"])
model.fit(x_train, y_train, batch_size=32, epochs=5, validation_data=(x_val, y_val))
```

Şekil 4. Film yorumları sınıflandırma kaynak kodları.

Layer (type)	Output Shape	Param #			
input_1 (InputLayer)	[(None, None)]	9			
embedding (Embedding)	(None, None, 128)	2560000			
bidirectional (Bidirectional	(None, None, 128)	98816			
bidirectional_1 (Bidirection	(None, 128)	98816			
dense (Dense)	(None, 1)	129			
Total params: 2,757,761 Trainable params: 2,757,761 Non-trainable params: 0					
25000 Training sequences 25000 Validation sequences Epoch 1/5					
2020-09-24 14:40:20.517371: 1	I tensorflow/stream_execut	r/platform/default	/dso_loader.cc:44] <mark>Su</mark>	ccessfully (opened dyna
mic library libcublas.so.10 2020-09-24 14:40:20.784205:] mic library libcudon.so.7	I tensorflow/stream_execut	r/platform/default	/dso_loader.cc:44] Su	ccessfully o	opened dyna
782/782 [====================================	======] - 148s 189ms/	tep - loss: 0.3843	- accuracy: 0.8277 -	val_loss: (0.3819 - va
Epoch 2/5 782/782 [====================================	======] - 146s 187ms/	tep - loss: 0.2048	- accuracy: 0.9223 -	val_loss: (9.3333 - va
782/782 [====================================	========] - ETA: 0s - l	ss: 0.1209 - accur	acy: 0.9569		

Şekil 5. Model eğitim aşaması görseli.

3.2. Bir düğüm üzerinde bulunan birden fazla GPU kartlarını birlikte kullanarak model eğitimi gerçekleştirmek

Bir düğüm üzerinde bulunan tüm GPU kartlarını kullanarak modellerin eğitimini gerçekleştirmek mümkündür. Bunun için Tensorflow'un sunduğu dağıtık hesaplama stratejisini kullanabilirsiniz. Uygulama programına "strategy = tf.distribute.MirroredStrategy()" satırını eklemeniz durumunda modelinizin hesaplamaları dağıtık GPU'lar üzerinden gerçekleştirilecektir. Örnek uygulama kodları Şekil 6'da verilmiştir. Daha fazla bilgi için Keras¹ dokümantasyon sayfasını inceleyebilirsiniz.

```
import numpy as np
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras
from tensorflow.keras import layers
#strategy = tf.distribute.MirroredStrategy()
#print('Number of devices: {}'.format(strategy.num_replicas_in_sync))
max features = 20000 # Only consider the top 20k words
maxlen = 200 # Only consider the first 200 words of each movie review
# Input for variable-length sequences of integers
with strategy.scope():
  inputs = keras.Input(shape=(None,), dtype="int32")
  # Embed each integer in a 128-dimensional vector
 x = layers.Embedding(max_features, 128)(inputs)
 # Add 2 bidirectional LSTMs
 x = layers.Bidirectional(layers.LSTM(64, return_sequences=True))(x)
 x = layers.Bidirectional(layers.LSTM(64))(x)
 # Add a classifier
  outputs = layers.Dense(1, activation="sigmoid")(x)
 model = keras.Model(inputs, outputs)
 model.summary()
  (x_train, y_train), (x_val, y_val) = keras.datasets.imdb.load_data(
   num_words=max_features )
  print(len(x_train), "Training sequences")
  print(len(x_val), "Validation sequences")
  x_train = keras.preprocessing.sequence.pad_sequences(x_train, maxlen=maxlen)
 x_val = keras.preprocessing.sequence.pad_sequences(x_val, maxlen=maxlen)
 model.compile("adam", "binary_crossentropy", metrics=["accuracy"])
  model.fit(x_train, y_train, batch_size=32, epochs=2, validation_data=(x_val, y_val))
```

Şekil 6. Bir düğüm üzerindeki tüm GPU'ları kullanarak film yorumlarını sınıflandırma

3.3. Birden fazla düğüm üzerindeki birden fazla GPU kartlarını kullanarak modelin eğitiminin gerçekleştirilmesi

Harran Üniversitesi HPC kümesinde dört adet GPU kart bulunduran düğüm bulunmaktadır. Modelinizi kümedeki birden fazla düğümde bulunan GPU kartları üzerinde eğitmek isterseniz, Slurm iş yönetim yazılım çatısını kullanmanız gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki işlem adımlarını takip edebilirseniz. HPC'ye giriş yaptıktan sonra;

- "modüle load slurm" komutu ile slurm iş yönetim yazılım çatısını kendi oturumunuza yükleyiniz.
- Slurm'ın srun komutu ile çalıştırmak istediğimiz python dosyasını, kaç düğümdeki GPU kartlarını kullanmak istediğimizi belirterek çalıştırabilirsiniz. Örneğin; "srun -N 2 -p gpu python dosyamiz.py"
 - Srun Slrum komutudur.
 - "-N 2"; İki adet düğümdeki GPU kartlarını kullanmak istediğimiz belirtiyoruz. Buradaki 2 parametresi yerine 3 veya 4 yazılabilir.
 - "-p gpu"; gönderilen işin GPU kuyruğuna eklenmesini ifade ediyor.

¹ https://keras.io/guides/distributed_training/

3.4. HPC üzerinde bash script dosyası çalıştırma

Geliştirilen uygulama kodları HPC üzerinde bash script dosyası olarak çalıştırılabilir. Çalıştırılacak uygulamayı doğrudan terminalden çalıştırmak yerine bash script olarak yazıp, oturumu kapattıktan sonra da HPC üzerinde çalışmasını gerçekleştirmek mümkündür. Bunun için ilk olarak yazılan uygulamaya dair bir bash script (.sh dosyası (shell executables files)) oluşturulmalıdır. Bu bash dosyasının içine de terminal ekranındaki komut olduğu gibi yazılabilir. Şekil 7'de örnek bir .sh dosyasının içeriği görülmektedir. Bunun için de Slurm'ın sbatch komutunu kullanmak gerekmektedir. Şekil 8'de de örnek bir .sh dosyasını çalıştırma görseli bulunmaktadır. Bu şekilde geliştirilen uygulama terminalden çalıştırılmak yerine .sh dosyası olarak çalıştırmak mümkündür.

#!/bin/bash
srun -N 4 -p gpu python /home/username/Apps/uygulamamiz.py

Şekil 7. Örnek bir bash dosyasının içeriği.

(base) [@gpu01 ~]\$ sba	atch /home/	/Apps/	.sh
Submitted bat	ch job 871			-

Şekil 8. Bash dosyası çalıştırma.

sbatch komutunu kullanılarak HPC'ye gönderilen her iş için, Slurm tarafından bir iş ID'si atanmaktadır. Bu ID ile işin durumu kontrol edilebilir. Bunun için de Slrum'un squeue komutu kullanılmalıdır. Şekil 9'da gönderilen işin durumu görülmektedir.

(base)	[@gpu01 ~]\$ squeue					
		JOBID PARTITION	USER	ST	TIME	NODES	NODELIST(REASON)
		871 <u>d</u> efq		R	5:39	1	cn01
(base)	[@gpu01 ~]\$					

Şekil 9. İş durumunu sorgulama.