হাতেকলমে পাইথন ডিপ লার্নিং

হাতেকলমে পাইথন ডিপ লার্নিং

ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেমের সন্ধানে

টেন্সরফ্রো ২.x ইকোসিস্টেম এবং 'এন্ড টু এন্ড' অ্যাপ বাংলায় 'ন্যাচারাল ল্যাঙ্গুয়েজ প্রসেসিং'

রকিবুল হাসান



প্রকাশক: আদর্শ

কনকর্ড এম্পোরিয়াম কাটাবন, ঢাকা ১২০৫ ৩৮ পি. কে. রায় রোড, বাংলাবাজার (২য় তলা), ঢাকা ১১০০ (+02-%6)24699, 029%02%6202, 0292099%060 info@adarsha.com.bd www.adarsha.com.bd

হাতেকলমে পাইথন ডিপ লার্নিং

১ম প্রকাশ: ১১ ফাল্পন ১৪২৬; ২৪ ফেব্রুয়ারি ২০২০

© রকিবল হাসান

সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত; লেখক ও প্রকাশকের লিখিত অনুমতি ব্যতীত যেকোনো মাধ্যমে বইটি আংশিক বা সম্পূর্ণ প্রকাশ একেবারেই নিষিদ্ধ

প্রচ্ছদ: যুলকারনাইন

মুদ্রণ ব্যবস্থাপনা: আদর্শ প্রিন্টার্স

রকমারিতে আদর্শর বই: www.rokomari.com/adarsha

মূল্য: বাংলাদেশে ৭০০ টাকা

Hatekolome Python Deep Learning (Published in Bengali) by Rakibul Hassan Published by Adarsha

Concord Emporium, Kataban, Dhaka 1205 38 P. K. Ray Road, Banglabazar (1st floor), Dhaka 1100

ISBN: 978-984-8040-82-9

উৎসর্গ

আবারো নতুন প্রজন্ম,

যারা জানেন ডেটার উপর নির্ভরতা আমাদের এণিয়ে নিয়ে যাবে বহুদূরে। দূরত্ব কমাবে সামাজিক অসঙ্গতিগুলোর। বাড়াবে মানবিকতা।

আমার হাতের ডেটা তাই বলছে।

রকিবুল হাসানের অন্য বইসমূহ

হাতেকলমে মেশিন লার্নিং (২য় সংস্করণ) শূন্য থেকে পাইথন মেশিন লার্নিং (২য় সংস্করণ)

সূচি

শুরুর কথা	29
এই বইটা থেকে কী আশা করছি?	২০
ণ্ডিপ লার্নিং' কি হাইপ? কেন এত দেরি হলো?	২৩
কৃতজ্ঞতা	২৭
১. সাইকিট-লার্ন ডকুমেন্টেশন সাইট	২৭
২. উডাসিটি, ডিপমাইন্ড ও কোর্সেরা মেশিন লার্নিং প্ল্যাটফর্ম	২৮
৩. গুগল টেসরফ্রো গিটহাব ডকুমেন্টেশন টিম	২৮
৪. টেন্সরফ্রো ইউটিউব চ্যানেল	২৯
৫. মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে কয়েকটা বুটক্যাম্পের মেন্টর ও বন্ধুরা	২৯
কেন শিখবেন মেশিন বা ডিপ লার্নিং?	৩১
কেন শিখবেন মেশিন বা ডিপ লার্নিং? বিইটা কীভাবে ব্যবহার করবেন?	৩৬
বইটা কীভাবে ব্যবহার করবেন?	৩৬
বইটা কীভাবে ব্যবহার করবেন? কেন বইটা অন্য প্রোগ্রামিং বই থেকে একটু আলাদা?	৩ ৬ 8০
বইটা কীভাবে ব্যবহার করবেন? কেন বইটা অন্য প্রোগ্রামিং বই থেকে একটু আলাদা? গুগল কোলাব/জুপিটার টেন্সরফ্রো ২.x ডকার	৩৬ ৪০ ৪৪
বইটা কীভাবে ব্যবহার করবেন? কেন বইটা অন্য প্রোগ্রামিং বই থেকে একটু আলাদা? গুগল কোলাব/জুপিটার টেন্সরফ্রো ২.x ডকার ডকার সেটআপ করার প্রসিডিউর	৩৬ ৪০ ৪৪ ৪৬

কেন ডিপ লার্নিং? কিছু গল্প	৬১
'সেন্টিমেন্ট অ্যানালাইসিস' আর শিক্ষার হারের যোগসূত্র	৬১
ঝিঁঝিপোকার থার্মোমিটার	હહ
প্রবলেম স্টেটমেন্ট	৬৮
শুরুতেই ডিপেন্ডেন্সিগুলোকে ইমপোর্ট	৬৮
টেন্সরফ্লো ২.x-এর ব্যবহার	৬৮
টেসরফ্রো ২.x সিলেকশন	৬৯
ডেটা প্লটিং	৬৯
ডেটা ভিজ্যুয়ালাইজেশন	90
এই ফর্মুলাটা নিরেট অঙ্কে করি	૧২
বেস্ট ফিট লাইন	98
মেশিন লার্নিং কিছু টার্মিনোলজি	ዓ৫
ডিপ লার্নিং মডেল	৭৫
নিউরাল নেটওয়ার্কের ৫ স্টেপ লাইফ সাইকেল-কেরাস দিয়ে	৭৬
মডেলের ধারণা	99
বিভিন্ন লেয়ারে ফিচার এক্সট্রাকশন	99
ছোট্ট একটা মডেল	৭৮
হাতেকলমে মডেল তৈরি	ঀ৮
লেয়ারের কনফিগারেশন	৭৯
তৈরি করি একটা লেয়ার	৭৯
লেয়ারগুলোকে মডেলে অ্যাসেম্বল করা	۵5
আরেকভাবে ডিফাইন করি মডেল	৮২
মডেল কম্পাইলেশন, সঙ্গে থাকছে লস ও অপটিমাইজার ফাংশন	৮২
মডেলের ট্রেনিং	b 8
ট্রেনিংয়ের সঙ্গে লস কমানোর একটা ছবি	ኮ ৫
মডেলকে দিয়ে প্রেডিক্ট করাই তাপমাত্রা	৮৬
আমরা কী করলাম এ পর্যন্ত?	৮৭
তাহলে ফর্মুলা কোথায়?	৮৭

নিউরাল নেটওয়ার্কে ডেটা কিভাবে থাকে?	৮ ৮
স্কেলার (০ ডাইমেনশনের 'টেন্সর')	৮৯
ভেক্টর (১ ডাইমেনশনের 'টেন্সর')	৯০
ম্যাট্রিক্স, (২ ডাইমেনশনের 'টেন্সর')	৯০
পাশাপাশি একটু সরাসরি টেন্সরফ্রোতে দেখি	৯০
টেন্সরফ্রো ২.x দিয়ে টেন্সর অবজেক্টকে নামপাই অ্যারেতে কনভার্ট	৯১
তিন এবং তার বেশি ডাইমেনশনের 'টেন্সর'	৯২
শেপ (shape)	৯৩
ইমেজ ডেটা শেপ	৯৩
টেসরের ম্যাট্রিক্স মাল্টিপ্লিকেশন	৯৫
আমাদের ফ্যাশন এমনিস্ট ডেটাসেটের ডাইমেনশন, অ্যারের শেপ	৯৫
ডেটা ব্যাচ	৯৬
এক দেবে প্রেমবক্ষেণ ইকোহিত্যেক	৯৮
একনজরে 'টেসরফ্লো' ইকোসিস্টেম	
টিএফ ডাটাসেটস পাইপলাইন	৯৯
হাই লেভেল এপিআই-কেরাস	707
ট্রেনিং ডিস্ট্রিবিউশন স্ট্র্যাটেজি	707
অ্যানালাইসিস টুল, টেন্সরবোর্ড	707
মডেল স্টোর করি, সেভড মডেল	707
মডেল রেপোজিটরি, টেন্সরফ্রো হাব	১০২
টেন্সরফ্লো জেএস	১০২
টেন্সরফ্রো লাইট	८०८
টেন্সরফ্রো সার্ভিং	८०८
ফ্যাশন MNIST ভেটাসেটের ক্ল্যাসিফিকেশন	\$08
ফ্যাশন 'এমনিস্ট' ডেটাসেট	\$08
ফ্যাশন MNIST ডেটাসেট ইমপোর্ট করছি	১০৬
কেরাস দিয়ে স্যাম্পল ডেটাসেটে অ্যাক্সেস	১০৯
ডেটাসেট লোড করে কী পাব?	১০৯

220

এক্সপ্লোরেটরি ডেটা অ্যানালাইসিস

ট্রেনিং ছবি এবং তার লেবেল	775
ভেটার প্রি-প্রসেসিং	775
মডেলকে বিশু করি	226
লেয়ারণুলোকে সেট করি	১১৬
আমাদের এই নেটওয়ার্কটা তিনটা লেয়ারের, ছবি	779
মডেলকে কম্পাইল করা	279
মডেলকে ট্রেনিং করাই	3 20
অ্যাকুরেসিকে টেস্ট ডেটা দিয়ে ইভাল্যয়েট করানো	757
সাইকিট লার্নে কী করতাম?	3 22
এখন প্রেডিকশনের পালা	১২২
সঠিক লেবেলের জন্য প্রেডিক্ট করি	১২৭
কেন কলব্যাক?	3 26
মডেলের একটা সামারি	১২৯
মডেলের লেয়ারগুলোর নাম ইনডেক্স ধরে	202
মডেলের টেন্সরফ্রো লাইট ভার্সন	১৩২
মডেলকে কনভার্ট করি	200
মডেলকে ডাউনলোড করে রাখি	200
টেন্সরফ্লোর ডেটাসেট এপিআই	200
ডেটাসেটে কী আছে?	১৩৫
রিথেশন ও ক্ল্যাসিফিকেশন	१७१
ডিপ লার্নিং কেন? নন-লিনিয়ার সমস্যা, ফিচার ক্রস	১৩৯
দুটো ফিচার নিয়ে আইরিশ ডেটাসেটকে প্লট করি	\$80
একটা নন-লিনিয়ারিটির উদাহরণ দেখি আসল ডেটা থেকে	\$85
ডেটাকে লোভ করে ট্রেইন ও টেস্টসেটে ভাগ	\$85
ট্রেনিং বা টেস্ট স্প্লিট করা	\$89
একটা লজিস্টিক রিগ্রেশন করি	\$89
একটা প্লটিং	3 8৮

একদম বেসিক নিউরাল নেটওয়ার্কে দিয়ে দেখা

১৪৯

অ্যাকুরেসি প্লটিং	789
ডিসিশন বাউন্ডারি কি ঠিক হলো?	260
একটা কনফিউশন ম্যাট্রিক্স তৈরি করি	767
নতুন ডিসিশন বাউভারি, অল্প লেয়ারেই	767
ভিসিশন বাউন্ডারি চাঁদ আকারের ভেটাসেট	১৫৩
অল্প ও বেশি গভীর ডিপ নিউরাল নেটওয়ার্কের কিছু কাজ	\$68
অগভীর একটা নিউরাল নেটওয়ার্ক	১৫৫
গভীর একটা নিউরাল নেটওয়ার্ক	১৫৭
নতুন ডিসিশন বাউভারি	১৫৮
নিউরাল নেটওয়ার্ক কনসেপ্ট ও রিপ্রেজেন্টেশন লার্নিং	ଟ ୬୪
রিথেজেন্টেশন লার্নিং	১৬০
নিউরাল নেটের ওয়েট, বায়াস, অ্যাকটিভেশন ফাংশন	১৬৩
নেটওর্য়াকের নিউরন, ওয়েট, বায়াস ও অ্যাকটিভেশন ফাংশন	১৬৩
ভিপ লার্নিং নেটওয়ার্ক: ফরওয়ার্ড, ব্যাক প্রোপাগেশন	১৬৭
নেটওয়ার্ক অপটিমাইজেশনের জন্য ফরওয়ার্ড, ব্যাক প্রোপাগেশন	১৬৭
ফরওয়ার্ড প্রোপাগেশনের ধারণা	১৬৯
গ্রেডিয়েন্ট ডিসেন্ট ও লস ফাংশন	292
ফরওয়ার্ড প্রোপাগেশন	১৭২
কীভাবে আউটপুটে রেজাল্ট আসছে?	১৭২
ভ্যালু অ্যাডজাস্টমেন্ট	७१०
গ্রেডিয়েন্ট ডিসেন্টের এরর কমিয়ে নিচে নামা	\$98
মডেলের ওয়েট কীভাবে ভালো লেভেলে যাবে?	\$98
কীভাবে ওয়েট পাল্টালে অ্যাকুরেসি পাল্টায়	১৭৫
ব্যাকওয়ার্ড প্রোপাগেশন	299
এখানে ওয়েট কত হলে স্লোপ ৩ হবে?	১৭৮
অ্যাকটিভেশন ফাংশন, লিনিয়ারিটি ও নন-লিনিয়ারিটি	১৭৮
রেল্য ফাংশন	১৭৯

ডিপ নিউরাল নেটওয়ার্কের লেয়ারিং কনসেপ্ট	ንራን
ফ্রাঁসোয়া শ্যলের ৩ ছবি দিয়ে ডিপ লার্নিং ধারণা	১৮৬
একদম স্ক্র্যাচ থেকে টেন্সরফ্লো ২.x মডেল	797
গ্রেডিয়েন্ট টেপ	১৯৫
ট্রেনিংয়ের আগে লস ক্যালকুলেশন	১৯৮
বেস্ট ফিট লাইন তৈরি	১৯৯
গ্রেডিয়েন্ট ডিসেন্টের ছবি তৈরি	২০০
'গ্ৰেডিয়েন্ট টেপ' থেকে কী শিখলাম?	২০২
টেন্সরফ্রো ডেটাসেট এপিআই দিয়ে 'সিএনএন'	২০৩
কনভল্যশনাল নিউরাল নেটওয়ার্ক দিয়ে ইমেজ ক্ল্যাসিফিকেশন	২০৩
ফিচার এক্সট্রাকশন ও ক্ল্যাসিফিকেশন	২০৫
ছবিতে বিড়ালের ফিচার এক্সট্রাকশন ও ক্ল্যাসিফিকেশন	২০৭
ইনস্টল ও ইমপোর্ট করে নিই দরকারি লাইবেরি	577
টেন্সরফ্লো ডেটাসেট এপিআই ব্যবহার	577
tfds.load ও DatasetBuilder-এর কাজ	२ऽ२
ফিচার ডিকশনারি	২১৩
DatasetBuilder-এর কাজ	\$78
ইনফো এট্রিবিউট দেখি, সব তথ্য আছে এখানে	۶۶۶
ডেটাসেট.ইনফোর মধ্যে ফিচার নিয়ে অনেক তথ্য	۶۶۶
ভেটাসেট এপিআই ব্যবহার করে Fashion MNIST	২১৬
তৈরি করছি কনভল্যশনাল নিউরাল নেটওয়ার্ক	২১৮
নেটওয়ার্ক লেয়ারের গল্প: দুটো লেয়ার	২১৯
মডেল কম্পাইলেশন	২২১
এখন আমরা অ্যাকুরেসি বের করব কীভাবে?	২২২
মডেল থেকে কিছু প্রেডিকশন করি	২২৩
মডেল সামারি দেখি	২২৪
মডেলকে হার্ডড্রাইভে 'সেভ' করি	২২৪
মডেলকে দেখি হার্ডড্রাইভে, মানে ক্লাউডে	২২৫

কার্নাল কনভল্যুশন ও ম্যাক্স পুলিং (সিএনএন)	২২৭
কার্নাল কনভল্যুশন	২২৭
ম্যাক্স পুলিং	২৩০
টেসরবোর্ড বা কেরাস কলব্যাক দিয়ে মডেল ট্র্যাকিং	২৩২
টেসরবোর্ড, মডেলকে আরও ভালো করার ভিজ্যুয়ালাইজেশন টুল	২৩২
সিএনএন, সিফার ডেটাসেট	২৩৩
কেরাস ডেটাসেট থেকে নেয়া, আগের পদ্ধতি	২৩৪
ছবিতে দেখে নিই কী আছে এখানে—	২৩৫
'ডেন্স' লেয়ারকে যোগ করি সবচেয়ে ওপরে	২৩৭
মডেলের একটা সামারি দেখি	২৩৭
কেরাসের Model.fit() ব্যবহার করছি টেন্সরবোর্ডের সঙ্গে	২৩৮
চালু করি আমাদের টেন্সরবোর্ডকে	২৪০
টেন্সরবোর্ড ড্যাশবোর্ড	২৪১
কেরাস 'প্রি-ট্রেইনড' মডেল ও এর ব্যবহার	২৪৩
·প্রি-ট্রেইনড' মডেল ও এর ব্যবহার	২৪৩
'ট্রান্সফার লার্নিং' কেন?	২৪৪
'প্রি-ট্রেইনড' মডেল থেকে ফিচার এক্সট্রাকশন	২৪৮
'সিএনএন' এবং গ্লোবাল অ্যাভারেজ পুলিং	২৫০
প্রি-ট্রেইনড মডেল VGG16-এর লেয়ার	২৫২
প্রি-ট্রেইনড মডেল ResNet-50-এর লেয়ার	২৫৩
গ্লোবাল অ্যাভারেজ পুলিং	২৫৪
বিড়াল ও কুকুরের ডেটাসেটের ওপর 'গ্লোবাল অ্যাভারেজ পুলিং'	২৫৭
'স্ট্যান্ডার্ড ফুললি কানেক্টেড ক্ল্যাসিফায়ার' যোগ শেষে	২৬০
টেসরফ্রো 'কল ব্যাক'	২৬১
হেড এবং ব্যাকএন্ড যোগ করছি	২৬১
'ড্রপআউট'	২৬৩
গ্যাপ মডেলকে (সেভ) স্টোর করি	২৬৬

অব্ধফোর্ড ইউনিভার্সিটির ভিজ্যুয়াল জিওমেট্রি গ্রুপের ডেটাসেট একটা কনভলুপন বেইজ, আরেকটা ক্ল্যাসিফায়ার হেড মডেলের প্রোভাকশন, টেসরফ্লো সার্ভিং ও এপিআই 'আ্যাপ্লিকেশন প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস' (এপিআই) 'টেসরফ্লো সার্ভিং' ও ডকার gRPC রিমোট প্রসিভিউর কল' ও REST এপিআই ডকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্লো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্লো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ভিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং তাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ভেটাসেট টেসরফ্লো মডেল তৈরি ভিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০ই তাসরফ্লো মডেল থেকে টেসরফ্লো লাইটে কনভার্ট ৩০ই আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোরেস চালাই ভিজিট চিনতে অ্যান্ডরয়েড ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪		
একটা কনভল্যশন বেইজ, আরেকটা ক্ল্যাসিফায়ার হেড মডেলের প্রোডাকশন, টেপরফ্লো সার্ডিং ও এপিআই ২৮৫ ত্যায়িকেশন প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস' (এপিআই) 'টেসরফ্লো সার্ভিং' ও ডকার gRPC 'রিমোট প্রসিডিউর কল' ও REST এপিআই ডকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্লো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা ২৯৫ 'টেসরফ্লো লাইট', ইনফারেপ নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ভিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ভাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্লো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০২ তেলের ইভালুয়েশন তের কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্লো লাইটে কনভার্ট তের্গরাড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডেরাড্র অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডরাড্র অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডরাড্র অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডরাড্রা লাইট দিয়ে ইনফারেস্স চালাই ডিজিট চিনতে অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি অ্যান্ডরাডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	ট্রান্সফার লার্নিং ও 'প্রি-ট্রেইনড' vgg16 ডেটাসেট	২৬৮
মডেলের প্রোডাকশন, টেসরফ্রো সার্ভিং ও এপিআই 'আ্যাপ্লিকেশন প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস' (এপিআই) 'টেসরফ্রো সার্ভিং' ও ডকার gRPC 'রিমোট প্রসিডিউর কল' ও REST এপিআই ডকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্রো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ভেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০১ টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড ৩০৩ আ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ অ্যাপের ডেল্যর করে দেখি ৩১১ অ্যাপ্রেড ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	অক্সফোর্ড ইউনিভার্সিটির ভিজ্যুয়াল জিওমেট্রি গ্রুপের ডেটাসেট	২৬৮
'অ্যাপ্লিকেশন প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস' (এপিআই) 'টেসরফ্রো সার্ভিং' ও ডকার gRPC 'রিমোট প্রসিভিউর কল' ও REST এপিআই ডকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্রো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ভেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০১ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ অ্যাপের ডেপ্লয় করে দেখি ৩১১ অ্যাপ্রয়েড ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	একটা কনভল্যুশন বেইজ, আরেকটা ক্ল্যাসিফায়ার হেড	২৭৩
'টেসরফ্রো সার্ভিং' ও ডকার gRPC 'রিমোট প্রসিডিউর কল' ও REST এপিআই ডকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্রো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ভাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট তেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০১ টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ অ্যান্ডেরা লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে অ্যাপ্রেক ডেপ্লয় করে দেখি অ্যান্ডয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	মডেলের প্রোডাকশন, টেন্সরফ্নো সার্ভিং ও এপিআই	২৮৭
ভূRPC 'রিমোট প্রসিভিউর কল' ও REST এপিআই তকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্রো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ডরেড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০১ টেসরফ্রো মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট তেজরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যান্ডরেছা আ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপ্রেরড্রা লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আ্যান্ডরেডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	'অ্যাপ্লিকেশন প্রোগ্রামিং ইন্টারফেস' (এপিআই)	২৮৮
ভকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেসরফ্রো সার্ভিং' সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ভাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০২ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট তেম্বফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আ্যান্ডয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	'টেন্সরফ্রো সার্ভিং' ও ডকার	২৮৯
সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা 'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেল নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ১ স্টেড সেটপ, কী কী লাগবে? আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ১০১ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্ডয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যান্ডেয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুভিওতে ইমপোর্ট তেম্ব আ্যাপের জেলিটন সোর্সকোরেল চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেগ্লয় করে দেখি আ্যান্ডয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	gRPC 'রিমোট প্রসিডিউর কল' ও REST এপিআই	২৯০
'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপ ১ সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ ই৯৯ আন্ডর্রেড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০২ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট তেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপ্রের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট তেম্বরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আ্যান্ডরেডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	ডকার দিয়ে রেজনেট মডেলের 'টেন্সরফ্লো সার্ভিং'	২৯৪
সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার ৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আাদ্রয়েড আ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আাদ্রয়েড আ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য তেওঁ ক্রেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্থ্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট তেপ্রফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আ্যান্থ্রেডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	সার্ভার ঠিকমতো কাজ করছে তা দেখা	২৯৫
৩ স্টেপ, কী কী লাগবে? আ্যান্দ্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্দ্রয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০২ মডেলের ইভালুয়েশন করাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্দ্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট টেসরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আ্যান্দ্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	'টেসরফ্রো লাইট', ইনফারেস নিয়ে অ্যান্ডয়েড অ্যাপ ১	২৯৬
অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২ আ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ত০ঃ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড আ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আ্যাপের ক্ষেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট তেম্বরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	— সাধারণ এমনিস্ট ডেটাসেটের ব্যবহার	২৯৬
আাদ্রয়েড আপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং ২৯৯ ডাউনলোড করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট ৩০০ টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ৩০১ মডেলের ইভালুয়েশন ৩০২ কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট ৩০৩ টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড ৩০৩ আ্যান্সেয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ ৩০৪ অ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ টেসরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৯ অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ৩১১ আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি	৩ স্টেপ, কী কী লাগবে?	২৯৮
ভাউনলোভ করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট টেসরফ্লো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য থ০ঃ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্লো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্লো লাইট মডেল ডাউনলোড ত০ঃ আ্যান্ড্রয়েভ অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ ত্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট টেসরফ্লো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে ত্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ত্যান্ডরেডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ২	২৯৯
টেসরফ্রো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য ১০১ মডেলের ইভালুয়েশন কেরাস মডেল থেকে টেসরফ্রো লাইটে কনভার্ট টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড ৩০৩ আ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ ত্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট তেমরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে ত্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ৩১৩ আ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য হাতে লেখা ডিজিট চিনতে মডেল ট্রেনিং	২৯৯
মডেলের ইভালুয়েশন করাস মডেল থেকে টেন্সরফ্লো লাইটে কনভার্ট করাস মডেল থেকে টেন্সরফ্লো লাইটে কনভার্ট টেন্সরফ্লো লাইট মডেল ডাউনলোড ত০৪ ক্যান্ডরেড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ ত০৪ ক্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ টেন্সরফ্লো লাইট দিয়ে ইনফারেন্স চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৪ ক্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ক্যান্ডরেডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	ভাউনলোভ করি 'এমনিস্ট' ডেটাসেট	900
কেরাস মডেল থেকে টেন্সরফ্রো লাইটে কনভার্ট ৩০৩ টেন্সরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড ৩০৩ আ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ ৩০৪ আ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ টেন্সরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেন্স চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৯ অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ৩১১ আ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	টেসরফ্লো মডেল তৈরি ডিজিট ক্ল্যাসিফাই করার জন্য	७०১
টেসরফ্লো লাইট মডেল ডাউনলোড আাদ্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ আাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ টেসরফ্লো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৪ আ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি আাদ্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	মডেলের ইভালুয়েশন	৩০২
অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩ ৩০৪ অ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ টেন্সরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেন্স চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৯ অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ৩১১ অ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	কেরাস মডেল থেকে টেন্সরফ্রো লাইটে কনভার্ট	೨೦೨
অ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট ৩০৪ টেসরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেন্স চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৯ অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ৩১১ অ্যান্ডুয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	টেসরফ্রো লাইট মডেল ডাউনলোড	೨೦೨
টেসরফ্রো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে ৩০৯ অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি ৩১১ অ্যান্ডুয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	অ্যান্ড্রয়েড অ্যাপের জন্য 'এমনিস্ট' মডেল ট্রেনিং ৩	೨೦8
অ্যাপ্রকে ডেগ্লয় করে দেখি ৩১১ অ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪ ৩১৩	অ্যাপের স্কেলিটন সোর্সকোড ডাউনলোড, স্টুডিওতে ইমপোর্ট	೨೦8
অ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	টেসরফ্লো লাইট দিয়ে ইনফারেস চালাই ডিজিট চিনতে	৩০৯
	অ্যাপকে ডেপ্লয় করে দেখি	<i>٥</i> ১১
মডেল ফাইল এবং ১০টা ক্লাসিফিকেশন লেবেল ৩১৪	অ্যান্ড্রয়েডে ফ্যাশন 'এমনিস্ট' অ্যাপ ৪	७५७
	মডেল ফাইল এবং ১০টা ক্লাসিফিকেশন লেবেল	9\$8

ওয়ার্ড এমবেডিং ও বাংলায় টেক্সট অ্যানালাইসিস	৩১৫
কেন টাইম সিরিজ নিয়ে আলাপ হয়নি?	৩১৬
ন্যাচারাল ল্যাঙ্গুয়েজ প্রসেসিং	৩১৭
ওয়ার্ড ভেক্টর কী?	७३४
একটা ছোট্ট উদাহরণ, রেস্টুরেন্ট রিভিউ	৩২৩
রেস্টুরেন্ট রিভিউ মডেল	৩২৫
শব্দ ও সংখ্যার কাছাকাছি এনকোডিং	৩২৯
এমবেডিংয়ের প্রি-ট্রেইনড মডেল	৩২৯
সার্চে এমবেডিং: পরের শব্দটা কী হবে?	८७७
শব্দের প্রোবাবিলিটি ডিস্ট্রিবিউশন	900
শব্দের সিমিলারিটি, লাইকলিহুড-এর কাজ	৩৩৬
কাছাকাছি শব্দ, ওয়ার্ড২ভেক এবং ফাস্টটেক্সট	৩৩৬
স্কিপ-গ্রাম	৩৩৮
'কন্টিনিউয়াস ব্যাগ অব ওয়ার্ডস'	৩৩৯
'ছেলে' শব্দটার সবচেয়ে কাছাকাছি শব্দ কী?	989
বাংলায় ছোট্ট সেন্টিমেন্ট অ্যানালাইসিস	৩৪৮
একটা বেসিক সেন্টিমেন্ট অ্যানালাইসিস	৩৪৮
ডেটা প্রি-প্রমেসিং	८३৩
টোকেনাইজার	८३৩
ওয়ার্ড২ভেক	৩৫২
তৈরি করি মডেল	% 8
ফাস্টটেক্সট	৩৫৫
নতুন মডেল	৩৫৭
প্রেডিকশন	৩৫৮
বাংলায় এন্ড টু এন্ড অ্যাপ্লিকেশন, টেন্সরফ্রো হাব দিয়ে	৩৫৯
বাংলা সেন্টিমেন্ট অ্যানালাইসিস, টেন্সরফ্রো হাব দিয়ে	৩৫৯
দরকারি লাইবেরিগুলো লোড অথবা ইনস্টল	৩৬১

ওয়ার্ড২ভেক ওয়ার্ড এমবেডিং ডাউনলোড	৩৬৩
সেন্টিমেন্ট অ্যানালাইসিসের ট্রেনিং ফাইল	৩৬৪
দুটো ফাইলের মোট বাক্য কত আছে?	৩৬৫
প্রি-ট্রেইনড এমবেডিং এক্সপোর্টার স্ক্রিপ্ট ডাউনলোড	৩৬৭
বাংলা শব্দকে embedding_layer-এ পাঠিয়ে দেখি	৩৬৯
টেন্সরফ্রোর জন্য তৈরি করি ডেটাসেট	৩৭০
জেনারেটর এর ব্যবহার?	৩৭০
মডেল ট্রেনিং	৩৭৩
ডেন্স লেয়ার দিয়ে মডেল	৩৭৩
ট্রেনিং ১০ ইপক দিয়ে	৩৭৪
মডেলকে সেভ করে রাখি ভবিষ্যৎ কাজে	৩৭৫
প্রেডিকশন	৩৭৫
চালু করি আমাদের টেন্সরবোর্ডকে	৩৭৬
কী করব সামনে	৩৭৭
initale substitute (Aze Anama)	1005
আরও সাহায্য এবং কৃতজ্ঞতা	৩৭৯
পরবর্তী বই— স্ক্র্যাচ থেকে নিউরাল নেটওয়ার্ক তৈরি	৩৮১

শুরুর ক্থা

Bowman: Open the pod bay doors, HAL.

HAL 9000: I'm sorry, Dave. I'm afraid I can't do that.

- 2001: A Space Odyssey

ছোটবেলার একটা মুভি ভয়ংকরভাবে দাগ কেটেছিল মনে। এর রেশ টেনে বেড়াচ্ছি এখনো। মুভিটার প্রোটাগনিস্ট ছিল 'হ্যাল', একটা সেন্টিনেন্ট কম্পিউটার। ঠিক ধরেছেন, মুভিটার নাম ছিল '২০০১: আ স্পেস ওডেসি'। মানুষ আর 'চিন্তা করতে পারা' যন্ত্রের মধ্যে সম্পর্কের টানাপোড়েন আমরা দেখেছি ওই মুভিটায়।

শত বছর ধরে ইন্টেলিজেন্ট মেশিনের খোঁজে মানুষের ইচ্ছার বহিঃপ্রকাশ হিসেবে আমরা দেখছি অনেক কিছু। আয়রনম্যানের জার্ভিস, টার্মিনেটর, নাইট রাইডারের 'কিট' পার্সোনালিটিগুলোর প্রতি আমাদের ব্যাকুলতা অথবা উৎসুক ভাব একটা পাওয়ারফুল আইডিয়া। যন্ত্র মানুষের মতো চিন্তা করতে পারছে কি পারছে না অথবা চিন্তা করতে পারার মতো যন্ত্র তৈরি হচ্ছে কি হচ্ছে না, সেটা থেকে বড় ব্যাপার হচ্ছে মানুষ হাল ছাড়ছে না এই আইডিয়া থেকে।

সামনে বড় বড় সমস্যা সমাধানে যেমন রোগ নিরাময়ে, ডিএনএ সিকোয়েনিংয়ে, প্রাকৃতিক বিপর্যয়ে, গ্যালাক্সি জয়ে আমাদের পাশে দরকার ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেমগুলো। মানুষের দরকার নিজের প্রয়োজনে। চিন্তা করুন, পুরো পৃথিবীর বিজনেস ট্রানজাকশনগুলোর বেশির ভাগ চলছে ক্রেডিট কার্ড দিয়ে। গত বছরের আলিএক্সপ্রেসের ১১:১১ ফেস্টিভ্যালে প্রথম ৬৮ সেকেন্ডে বিক্রি হয়েছে ১ বিলিয়ন ডলার। পরের হিসাব ইতিহাস। এর মানে হচ্ছে, এত ক্রেডিট কার্ড ডেটা প্রসেসিং করে 'ফ্রড ডিটেকশন' সম্ভব নয় হাজারো মানুষের পক্ষে। সাহায্য নিতে হবে ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেমের। আমিও ব্যতিক্রম নেই সে ক্ষেত্রে। বাসার রুটিন কাজগুলোর জন্য যন্ত্রের ওপর আমার অতিরিক্ত নির্ভরতা এর একটা বহিঃপ্রকাশ। ধরে নিচ্ছি আমাদের মানে মানুষের কাজ অন্য। আমাদের রুটিন কাজ ডেলিগেট করে দিতে হবে যন্ত্রকে, যাতে আমাদের ধারণা ধরতে পারে।

অবশ্যই আমরা চাইছি যন্ত্র যাতে আমাদের মতো করে চিন্তা করতে পারে। এটা হলে ওটা করতে হবে (কিছুটা IFTTT-এর মতো), কিন্তু যখন অজানা জিনিস হবে, তখন যন্ত্রকে মানুষের মতো করে সিদ্ধান্ত নিতে হবে। তার বহিঃপ্রকাশ দেখছি সেলফড্রাইভিং কার, লং হ্যল ফ্লাইট, ডেটাসেন্টারে অন ডিমান্ত সার্ভিস অ্যালোকেশন, যেখানে অধিকাংশ সময় সিস্টেমের দেখভাল করছে রুল বেজড যন্ত্র। এর মানে হচ্ছে আমরা চাইছি যন্ত্র সহযোগী হিসেবে দাঁড়াক আমাদের পাশে।

সরকারি একটা সার্ভিস নিতে বর্তমানে যে সময় লাগছে, সেখানে এই 'চিন্তা করা' যন্ত্র মানুষের সঙ্গে হাত লাগালে সরকারি পারমিট, লাইসেন্স, ট্রেড লাইসেন্স, পাসপোর্ট ইত্যাদি হাতে পেতে প্রসেসিং সময় কমে আসবে নিশ্চিন্তভাবে। আমরা অবাক হই ক্রেডিট কার্ডগুলো কীভাবে ভেরিফিকেশন হয়ে যাচ্ছে অনলাইনেই, সেখানে এই কাজগুলো অনেক সহজ, অনেকটাই প্রসেস ড্রিভেন। মানুষের বায়াস থাকার কারণে একে সার্ভিস দেব, একে দেব না, সেটা থেকে বের হয়ে আসতে হলে দরকার এ ধরনের ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেম।

আমাদের কাজ করতে হবে স্কেলে। অনেক বড় লেভেলে। ১৬ কোটি মানুষকে সার্ভিস দিতে যেভাবে প্রসেস অটোমেট করতে হবে, সেখানে সনাতন সফটওয়্যার এ মুহূর্তে কাজ করলেও সেটা পিছিয়ে পড়বে সামনে। আমার কথা একটাই—সনাতন পদ্ধতির পাশাপাশি ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেম হাত লাগাক সমাজের অসংগতি দূর করতে। ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেমগুলো

সাহায্য করবে সরকারি সার্ভিস ডেলিভারিতে। সময় কমাতে। ডাক্তারকে সাহায্য করবে সঠিক ডায়াগনস্টিকস দিয়ে। মানুষের সাহায্যে।

আমরা যেভাবে চিন্তা করি, সেটার অনেক কিছুই দিয়ে দেওয়া হয়েছে যন্ত্রকে। একটা এলিভেটর ঠিক কোন সময় পর্যন্ত কল নেবে, ওপরে কল থাকলে আমাদের ফ্লোরে দাঁড়াবে কি না অথবা ওপরে ওভারলোডেড হলে বাইরের কলে আবার প্রতিটা ফ্লোরে দাঁড়াবে কি না, অথবা অনেকগুলো এলিভেটর হলে কোন এলিভেটরটা প্রক্রিমিটি, কলের হিসাব ধরে আপনার ফ্লোরে সবচেয়ে কম সময়ে এসে দাঁড়াবে, সেটা এখন নিত্যদিনের হিসাব।

যেহেতু থিক্ষিং মেশিন, এর মানে ইন্টেলিজেন্সটা সিন্থেটিক, সে কারণে আমাদের আলাপের মূল বিষয় 'কৃত্রিম' বুদ্ধিমত্তা। তবে শুরুতে মেশিনকে শেখানোর ব্যাপারটা ধোঁয়াশা আছে এখনো। আর সে কারণে এই বই। সিরিজ হিসেবে।

আমি একটা জিনিস বিশ্বাস করি। 'ইফ ইউ বিশু ইট, দে উইল কাম'। আমাদের স্কিলড মানুষ থাকলে ইকোনমিক শিফট আসবে আমাদের এখানে। প্রচুর স্কিলড মানুষ দরকার ইন্টেলিজেন্ট সিস্টেম তৈরি করতে। এখন সফটওয়্যারকে দিতে হবে বুদ্ধিমত্তা, তার জন্য প্রয়োজন ইচ্ছাশক্তি ও মাথা।

বাংলায় ডিপ লার্নিং নিয়ে বই না থাকায় বইটার ব্যাপারে এক্সপেকটেশন বেশি হওয়াই স্বাভাবিক। কমপ্লেক্সিটি ফেলে দিয়ে অফিশিয়াল ডকুমেন্টেশন গাইডলাইনের ভেতরে থাকতে চেষ্টা করেছি প্রথম সংস্করণে। অতিরিক্ত ইংরেজির ব্যবহার ক্ষমাসুন্দর দৃষ্টিতে দেখবেন।