

# Introduction to DEEP LEARNING



**Myo Thida**



*This book is dedicated to my students over the years and to the brave youths of Myanmar, who have infused me with unwavering courage and energy, inspiring me to persevere.*



# Preface

My interest in AI began in 2003 when I completed a literature review on face recognition methods as my first undergraduate research project. This project sparked my passion for computer vision and machine learning, leading me to pursue both a Master's and a PhD in the field. Throughout my academic journey, I published research in journals and authored a book titled 'Contextual Analysis of Videos,' all written in English.

Over time, I became aware of the challenges faced by many Myanmar students, who had limited access to quality books due to language barriers and found most available resources too advanced. This realization inspired me to write technology books in Burmese using my own teaching style. My first book, 'Introduction to MATLAB: Learning by Doing,' was published in 2008. The second book, 'Introduction to Supervised Machine Learning,' written in both English and Burmese, was published in 2023. Encouraged by positive feedback on the accessibility and clarity of my explanations, I embarked on writing this teaching book: 'Introduction to Deep Learning.'

This book emerged from one of the most challenging periods of my life, during which the tumultuous situation in Myanmar weighed heavily on my mind, particularly witnessing the struggles of many young people. The purpose of this book is not only to make deep learning accessible to students with limited resources but also to contribute to the support of youths in need.

This book is structured into four parts to facilitate a comprehensive understanding of deep learning concepts and methodologies. The first chapter serves as a foundational introduction to deep machine learning algorithms. It covers the historical evolution of deep learning, essential mathematical concepts, and prerequisites necessary to comprehend the subsequent chapters. It also introduces Python libraries commonly used for deep learning, such as TensorFlow and Keras.

Chapter two delves into the architecture and functioning of shallow neural networks. It covers topics such as activation functions, forward and backward propagation, and model optimization techniques. Practical projects demonstrating the application of shallow NNs in regression, binary classification, and multi-class classification tasks are included. Chapter three explores advanced deep learning architectures, including convolutional neural networks (CNNs), recurrent neural networks (RNNs), and their variants. It discusses the principles behind these architectures and their applications in computer vision, natural language processing, and time-series data analysis.

Chapter four delves into specialized topics and emerging trends in deep learning. It covers areas such as transfer learning, attention mechanisms, AutoML, neural architecture search (NAS), and ethical considerations in deep learning. Through case studies and discussions, this chapter provides insights into advanced methodologies and ethical considerations shaping the future of deep learning.

I believe that hands-on learning is crucial for understanding, and thus, the explanations in the book are accompanied by detailed 'Python code' snippets throughout the text. Readers can follow the instructions and run the code on their own computer or an online platform such as Google Colab.

As you delve into the chapters that follow, I encourage you to approach this journey with an open mind and a spirit of exploration. Whether you are a seasoned expert in the field or a curious novice, there is something to be gained from the insights contained within these pages.

The website: [www.drmyothida.org/courses/machinelearning](http://www.drmyothida.org/courses/machinelearning). The complete code for all the projects in this book is also available on the public **GitHub Repo**.



စာရေးသူမှာ စင်ကာပူနိုင်ငံ နန်ယန်း တက္ကသိုလ်တွင် အင်ဂျင်နီယာ ဘွဲ့ကြိုသင်တန်းအား ၂၀၀၁ မှ ၂၀၀၅ ခုနှစ်ထိ တတ်ရောက်ခဲ့ပါသည်။ ထိုဘွဲ့ကြိုသင်တန်းကာလအတွင်း ပြုလုပ်ခဲ့သည့် "Literature Review on Face Recognition Methods" ဟုခေါ်ဆိုသည့် စာတမ်းငယ် မှာ စာရေးသူ၏ ပထမဦးဆုံး မှတ်ဉာဏ်အတု Artificial Intelligence (AI) နှင့် ပတ်သတ်သည့် သုတေသန လုပ်ငန်းစဉ် တစ်ခု ဖြစ်ခဲ့ပါသည်။ ထိုသုတေသနမှ အစပြု၍ computer vision နှင့် machine learning ကို ပိုမို စိတ်ဝင်စားလာကာ Computer Vision ဘာသာရပ်ကို အထူးပြု၍ မာစတာနှင့် ဒေါက်တာ ဘွဲ့များကို ဆက်လက် ရယူခဲ့ပါသည်။ သုတေသန စာတမ်းငယ်များစွာနှင့် Contextual Analysis of Videos နည်းပညာစာအုပ်ကို အင်္ဂလိပ်ဘာသာဖြင့် ရေးသား ထုတ်ဝေခဲ့သည်။

၂၀၁၃ ခုနှစ် နှောင်းပိုင်းတွင် မြန်မာနိုင်ငံသို့ ပြန်ရောက်ပြီး နောက် မြန်မာလူငယ်များ ကို computer vision နှင့် machine learning ဆိုင်ရာ ဘာသာရပ်များကို သင်ကြားဖြစ်ရင်းမှ အင်္ဂလိပ်ဘာသာစကားဖြင့် ထုတ်ဝေသည့် စာအုပ်များကို မြန်မာလူငယ်များ (အထူးသဖြင့် အင်္ဂလိပ်စာ ဘာသာစကား အားနည်းသော လူငယ်များ ) အတွက် ဖတ်ရှုလေ့လာရန် ခက်ခဲလျက်ရှိသည်ကို သိရှိလာရသည်။ သို့ဖြစ်ရာ ရိုးရှင်းသည့် စကားလုံးများကို အသုံးပြု၍ မြန်မာဘာသာဖြင့် နည်းပညာစာအုပ်များကို သင်ကြားရေးတွင် အသုံးပြုရန် စတင် ရေးသားခဲ့ပါသည်။ ထို့နောက် ၂၀၁၈ ခုနှစ်တွင် Introduction to MATLAB: Learning by Doing စာအုပ်ကို လည်းကောင်း၊ ၂၀၂၃ ခုနှစ်တွင် Introduction to Supervised Machine Learning စာအုပ်ကို လည်းကောင်း ရေးသားထုတ်ဝေခဲ့သည်။

ယခု ရေးသားထုတ်ဝေမည့် Introduction to Deep Learning နှင့် ၂၀၂၃ ခုနှစ်တွင် ထုတ်ဝေခဲ့သည့် Introduction to Supervised Machine Learning - စာအုပ် ၂ အုပ်လုံးမှာ ကျွန်မ ဘဝ၏ စိတ်သောက အများဆုံး အချိန်တွင် ရေးသားခဲ့သည့် စာအုပ်များ ဖြစ်သည်ဟု ဆိုနိုင်ပါသည်။ လက်ရှိ မြန်မာနိုင်ငံ၏ အခြေအနေများမှာ ပညာရေးဖြင့် တိုင်းပြည်ကို တိုးတက်စေချင်သူ ကျွန်မအတွက် စိတ်ဖိစီးမှု များစွာ ဖြစ်စေပါသည်။ သို့သော် ခက်ခဲနေသည့် အခြေအနေများ အကြားတွင်ပင် မလျော့သော ဇွဲ၊ လုံ့လဖြင့် ကြိုးစားနေကြသည့် မြန်မာလူငယ်များမှ ပေးသောခွန်အားဖြင့် ဤနည်းပညာစာအုပ်များကို ရေးသားခဲ့ပါသည်။ ယခု စာအုပ်သည် အခြားနိုင်ငံသားများနည်းတူ မြန်မာလူငယ်များလည်း နည်းပညာကို အဓိလိုက်နိုင်စေရန် ရည်ရွယ်ရေးသားခြင်း ဖြစ်သည်။ နှလုံးသားနှင့် ဦးကျောက်စည်းချက်ညီစွာဖြင့် ကြိုးစားနေကြသော မြန်မာလူငယ်၊ လူရွယ် (ဆယ်လ်မွန်ငါး) များအတွက် အလွယ်တကူ ဖတ်ရှုနိုင်သည့် နည်းပညာ စာအုပ်တစ်အုပ်အဖြစ် ပညာဖြန့်ဝေနိုင်ရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။

ယခု စာအုပ်တွင် အပိုင်း ၄ ပိုင်းပါဝင်ပြီး ပထမ အပိုင်းမှာ Deep Learning ကို မိတ်ဆက်ခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ သို့သော် Machine Learning / AI စသည့် အခြေခံ သဘောတရားများကို ပြန်လည်ရှင်းပြခြင်းထက် Deep Learning ၏ သဘောတရားများကို တိုက်ရိုက် မိတ်ဆက်သွားမည် ဖြစ်ရာ AI / Machine Learning စသည့် နည်းပညာ စကားလုံးများနှင့် ဝေးကွာနေသူများအဖို့ ဤစာအုပ်ကိုမ ဖတ်မီ Introduction to Supervised Machine Learning ကို ဖတ်ရှုရန် တိုက်တွန်းပါသည်။ Deep Learning ကို လေ့လာရာတွင် အရေးကြီးသည့် အချို့ သင်္ချာ ခေါင်းစဉ်များနှင့် ယခု စာအုပ်တွင် အသုံးပြုသွားမည့် Python Library များကိုလည်း ပထမ အပိုင်းတွင် မိတ်ဆက်ထားပါသည်။

ဒုတိယအခန်းတွင် Deep Learning ၏ မူလ အခြေခံဖြစ်သည့် Shallow Neural Network ကို ရှင်းပြသွားမည်ဖြစ်ပြီး လက်တွေ့လေ့ကျင့်ခန်းများကို လည်း Python Code များ နှင့်အတူ ဆွေးနွေးပေးသွားမည် ဖြစ်သည်။ ထို့နောက် တတိယ အခန်းတွင်မူ ပိုမိုအဆင့်မြင့်သည့် Deep Learning Architecture အမျိုးမျိုးကို ရှင်းလင်းသွားပြီး Convolutional Neural Networks (CNNs)၊ Recurrent Neural Networks (RNNs) များကို အသုံးပြု၍ Image များ Text များကို အမျိုးအစား ခွဲခြားပုံများကို ဆွေးနွေးသွားပါမည်။ နောက်ဆုံးအပိုင်းတွင်မူ Deep Learning ၏ နောက်ဆုံး ပြောင်းလဲလျက်ရှိသည့် ခေါင်းစဉ်များနှင့် ဆက်လက်လေ့လာရမည့် များကို ဆွေးနွေးသွားပါမည်။

ယခု စာအုပ်ကို အင်္ဂလိပ် - မြန်မာ ၂ ဘာသာဖြင့် ရေးသားထားပြီး စာမျက်နှာ အလိုက် တွဲ၍ ဖတ်ရှုသွားနိုင်မည် ဖြစ်သည်။ တိုက်ရိုက် ဘာသာပြန်ဆိုထားခြင်း မဟုတ်ဘဲ စာသားပြေပြစ်စေရန် အဓိက ရေးသားထားသည် ဖြစ်ရာ ဘာသာစကား တစ်ခုထဲကို အသုံးပြု ဖတ်ရှုသူများ အနေဖြင့် အကျိုးရှိနိုင်သကဲ့သို့ ဘာသာစကား ၂ ခုလုံးကို တွဲ၍ ဖတ်ရှုပါကလည်း ပို၍ အကျိုးများနိုင်ပါသည်။

နည်းပညာစာအုပ်များကို ဖတ်ရှုရာတွင် အမှန်တကယ် နားလည်လိုသည်ဆိုပါက လက်တွေ့ လေ့ကျင့်ခန်းများနှင့် တွဲ၍ ဖတ်ရှုရန် လိုအပ်ပါသည်။ သို့ဖြစ်ရာ စာအုပ်တွင် ပါရှိသည့် Python ဖြင့်ရေးသားထားသည့် လေ့ကျင့်ခန်းများကို အောက်ပါ **GitHub** လင့်ခ်တွင် ဝင်ရောက်၍ download ရယူပြီးလေ့ကျင့်စေလိုပါသည်။



<b>Chapter 1</b>	<b>Introduction to Deep Learning</b>	<b>1</b>
1.1	History of Deep Learning.....	2
1.2	Mathematics for Deep Learning .....	2
1.3	Python Libraries for Deep Learning .....	3
1.3.1	TensorFlow .....	3
1.3.2	Keras.....	3
1.3.3	PyTorch .....	3
1.4	Chapter-End Exercises.....	3
<b>Chapter 2</b>	<b>Shallow Neural Networks</b>	<b>5</b>
2.1	Architecture .....	5
2.2	Activation Functions.....	5
2.3	Forward Propagation .....	5
2.4	Backward Propagation.....	5
2.5	Model Optimization Techniques.....	5
2.6	Practical Implementation .....	5
2.6.1	Regression.....	5
2.6.2	Binary Classification .....	5
2.6.3	Multi-class Classification .....	5
<b>Chapter 3</b>	<b>Advanced Deep Learning Architectures</b>	<b>7</b>
3.1	Convolutional Neural Networks (CNNs).....	7
3.1.1	Case Study: Image Classification .....	7
3.1.2	Case Study: Object Detection .....	7
3.1.3	Case Study: Image Segmentation .....	7
3.2	Recurrent Neural Networks (RNNs) .....	7
3.2.1	Long Short-Term Memory (LSTM) Networks.....	7
3.2.2	Case Study: Time Series Prediction .....	7
3.2.3	Case Study: Sentiment Analysis .....	7
3.3	Generative Adversarial Networks (GANs) and Reinforcement Learning.....	7
3.3.1	Generative Adversarial Networks (GANs).....	7
3.3.2	Reinforcement Learning (RL) .....	7
3.3.3	Integration of GANs and RL.....	7
<b>Chapter 4</b>	<b>Emerging Trends in Deep Learning</b>	<b>9</b>
4.1	Transfer Learning and Fine-Tuning.....	9
4.2	Attention Mechanisms and Transformers .....	9
4.3	AutoML and Neural Architecture Search (NAS) .....	9
4.4	Ethical Considerations and Bias in Deep Learning .....	9



# Chapter 1 Introduction to Deep Learning

Deep learning, a subset of machine learning techniques, has revolutionized artificial intelligence (AI) in recent years. One prominent example of deep learning models is the Generative Pre-trained Transformer (GPT), which has attracted the attention not only of tech enthusiasts but also the general public. GPT models, like the ones developed by OpenAI, have demonstrated remarkable capabilities in natural language processing tasks, from text generation to translation, illustrating the transformative potential of deep learning.

Rooted in the concept of artificial neural networks (ANNs), deep learning models are inspired by the structure and function of the human brain, enabling them to learn from vast amounts of data and perform complex tasks with remarkable accuracy. Unlike traditional machine learning algorithms that require handcrafted feature extraction, deep learning models automatically learn hierarchical representations of data through these layers, enabling them to discover patterns and relationships.

However, this deep architecture introduces significant complexity, making it challenging to understand and optimize model performance. Additionally, deep learning models are resource-intensive, requiring substantial computational power for both training and inference. This requirement can limit their practical applicability, particularly in environments with limited computing resources or strict latency constraints.

Moreover, deep learning models often struggle with interpretability, which makes it difficult to understand and trust their decisions. This issue is particularly concerning in high-stakes applications such as health care, finance, and autonomous driving, where decision-making transparency is crucial. For instance, in medical diagnostics, understanding why a model made a specific recommendation is essential for gaining trust from health care professionals and patients alike.

ယနေ့ခတ်တွင် လူအများစုက Deep learning နှင့် Machine learning ကို နှိုင်းယှဉ်ပြောဆိုမှုများ ပြုလုပ်လေ့ရှိကြပြီး Deep learning သည် Machine learning ထက်သာသည်ဟု ပြောဆိုမှုများလည်း ရှိကြပါသည်။ သို့သော်လည်း Deep learning ဆိုသည်မှာ Machine learning အမျိုးအစားတစ်ခုသာ ဖြစ်သည်။ မူလ traditional Machine learning များတွင် အားသာချက် ၊ အားနည်းချက် များ ရှိသကဲ့သို့ Machine learning အမျိုးအစားတစ်ခုသာ ဖြစ်သည့် Deep learning model များတွင်လည်း အားသာချက်များ ၊ အားနည်းချက်များ ရှိပါသည်။ သို့သော် Deep learning model များသည် artificial intelligence (AI) လောကကို လူအများပိုမို စိတ်ဝင်စားအောင် ဖန်တီးပေးသည်မှာတော့ အမှန်ပင် ဖြစ်သည်။ ဥပမာ - နည်းပညာသမားများသာမက နည်းပညာ နှင့် အလွမ်းဝေး ကွာသူများ၏ စိတ်ဝင်စားမှုကို ရယူနိုင်ခဲ့သည့် ChatGPT အပါအဝင် GPT model များသည် Deep Learning models များကို အခြေခံ၍ တည်ဆောက်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။

Deep learning Model များသည် လူသား ဦးကျောက် များ၏ လုပ်ဆောင်ပုံကို နမူနာယူ၍ တည်ဆောက်ထားသည့် artificial neural networks များကို အခြေခံထားသည်။ မူလ traditional machine learning algorithm များနှင့် နှိုင်းယှဉ်မည် ဆိုပါက Deep learning Model များ၏ အဓိက အားသာချက်မှာ အချက်အလက်များ၏ ဆက်နွယ်ပုံ နှင့် အရေးပါသည့် အချက်အလက်များ ကို algorithm ရေးသူမှ ရှာဖွေရမည့်အစား အချက်အလက်အမြောက်အမြားကို အသုံးပြု၍ အလိုအလျောက်ရှာဖွေခြင်းဖြစ်သည်။ သို့သော် ထိုအချက်သည်ပင် Deep learning Model များ၏ အားနည်းချက် တစ်ခုလည်း ဖြစ်သည်။ Deep learning Model တစ်ခု တည်ဆောက်ရန်အတွက် အချက်အလက် အမြောက်အမြားလိုအပ်ပြီး computational Power မြင့်သည့် ကွန်ပျူတာများ ၊ ဆာဗာ များကိုလည်း လိုအပ်သည်။ သို့ဖြစ်ရာ computing Power မြင့်သည့် ကွန်ပျူတာများ ၊ ဆာဗာများကို မတတ်နိုင်သည့် သူများအတွက် Deep learning Model တစ်ခုကို ကိုယ်ပိုင် တည်ဆောက်ရန် ခက်ခဲသည်။

ထို့အပြင် Deep learning Model များ၏ အခြား ပြဿနာတစ်ခုမှာ မည်သည့်အတွက်ကြောင့် အဖြေမှန်(သို့မဟုတ်) ရလဒ် ကောင်းများ ရရှိသည်ကို တိတိကျကျ နားလည်ရန် နှင့် ရှင်းပြရန် မလွယ်ကူခြင်း ဖြစ်သည်။ သို့ဖြစ်ရာ အသက်နှင့် လောင်းကြေးထပ်ရ မည့် အလိုအလျောက် ကားမောင်းသည့် စနစ်များ၊ ကျန်းမာရေးဆိုင်ရာ ဆုံးဖြတ်ချက်များ နှင့် ငွေကြေးဆုံးရှုံးမှု မြင့်မားသည့် finance ကိစ္စရပ်များတွင် Deep learning Model များ၏ ဆုံးဖြတ်ချက်ကို သာမန် နည်းပညာ အသုံးပြုသူများအနေဖြင့် လက်ခံနိုင်ရန် ခက်ခဲ သည်။

## 1.1 History of Deep Learning

The basic idea of deep learning dates back to the 1940s and 1950s when researchers began exploring the mathematical models of neurons. A significant advancement occurred in the 1980s with Yann LeCun's work, particularly his development of convolutional neural networks (CNNs) [1], which played a crucial role in pushing the boundaries of neural network research. Despite these advancements, the field faced considerable challenges, such as limited computational power and insufficient data, leading to a period of stagnation during the 1970s and 1980s.

The breakthroughs that led to the modern era of deep learning began around the mid-2000s. The term "deep learning" gained widespread recognition around 2012 when deep neural networks, particularly convolutional neural networks (CNNs) [2], achieved ground-breaking performance in computer vision tasks, such as image classification, through competitions like the ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) [3].

Deep Learning ၏ သမိုင်းကြောင်းကို ပြန်ကြည့်မယ်ဆိုပါက ၁၉၄၀ ခုနှစ်များမှ စတင်ခဲ့သည်။ လူသားများ၏ ဦးကျောက်အတွင်းရှိ neuron များ အလုပ်လုပ်ပုံ၊ ဆုံးဖြတ်ချက်ချပုံများကို သင်္ချာ model များဖြင့် ဖော်ပြနိုင်ရန် သုတေသနပညာရှင်များက ကြိုးစားခဲ့ကြခြင်းသည် Deep Learning ၏ အစပင် ဖြစ်သည်။ သို့သော် ထိုကာလများတွင် သုတေသနလုပ်ငန်းများ၏ အဓိက ရည်ရွယ်ရာမှာ neural network များကို နားလည်ရန်နှင့် လူသားဦးကျောက်နှင့် ပုံစံတူ မော်ဒယ်များ တည်ဆောက်ရန် ဖြစ်သည်။ ၁၉၈၉ ခုနှစ်တွင် သုတေသနပညာရှင် Yann LeCun က convolutional neural networks (CNNs) ကို တီထွင်ခဲ့ရာမှ neural network သုတေသနကို အခြားနယ်ပယ်များတွင်ပါ အသုံးပြုရန် စိတ်ဝင်စားမှုသည် ပိုမို ကျယ်ပြန့်လာသည်။ သို့သော် computing Power နှင့် ဒေတာ - အချက်အလက်များ မလုံလောက်ခြင်းတို့ကြောင့် neural network ၏ သုတေသနမှာ ယာယီရပ်တန့်ခဲ့ရသည်။

နှစ်စဉ်ကျင်းပလေ့ရှိသည့် ImageNet ခေါ် image များကို အမျိုးအစားခွဲခြားခြင်း ပြိုင်ပွဲ (၂၀၁၂ ခုနှစ်)တွင် Alex Krizhevsk နှင့် အဖွဲ့မှ deep convolutional neural networks ကို အသုံးပြုသည့် သုတေသန စာတမ်းငယ်ကို တင်ပြခဲ့သည်။ ထိုအချိန်မှ စတင်၍ deep learning (သို့မဟုတ်) deep neural networks များ၏ နံမည်သည် လူသိများလာခဲ့ပြီး artificial intelligence (AI) လောကတစ်ခုပေါ်တက်လာရာ တွင် အဓိက အရေးပါသည့် model များ ဖြစ်လာပါသည်။

## 1.2 Mathematics for Deep Learning

It is crucial to have mathematical fundamentals to fully comprehend deep learning concepts. This section offers an overview of essential mathematical topics necessary for delving into deep learning algorithms. To fully grasp the content of this book on deep learning, it is essential for students to have a basic understanding of the following mathematical topics:

- ❖ **Linear Algebra:** Linear algebra forms the foundation of many deep learning techniques. Concepts such as vectors, matrices, matrix operations (addition, multiplication), matrix factorization (e.g., Singular Value Decomposition), and eigenvalues/eigenvectors are important.
- ❖ **Calculus:** Calculus plays a vital role in understanding optimization algorithms used in training deep learning models. Concepts like derivatives, gradients, chain rule, optimization techniques (e.g., gradient descent, stochastic gradient descent), and convex optimization are essential.
- ❖ **Probability and Statistics:** Probability theory is important for understanding the uncertainty associated with data and predictions in deep learning models. Concepts like probability distributions (e.g., Gaussian distribution), expected value, variance, covariance, conditional probability, Bayes' theorem, and statistical inference are crucial.
- ❖ **Graph Theory:** Graph theory is relevant for understanding neural network architectures and operations. Concepts like directed and undirected graphs, nodes, edges, adjacency matrices, and graph algorithms (e.g., breadth-first search, depth-first search) are important for understanding the structure and behavior of neural networks.