

**1. THÔNG TIN CHUNG – GENERAL INFORMATION**

<b>Tên học phần</b>	Học sâu và ứng dụng
<b>Course name:</b>	Deep learning and its applications
<b>Mã học phần</b>	IT4653
<b>Course ID:</b>	IT4653
<b>Khối lượng</b>	2(2-1-0-4)
<b>Credit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lý thuyết - Lecture: 30 hours</li><li>- Bài tập - Exercise: 15 hours (Capstone project is used)</li><li>- Thí nghiệm - Experiments: 0 hours</li></ul>
<b>Học phần tiên quyết</b>	MI1441: Đại số tuyến tính MI2020: Xác suất thống kê MI1111: Giải tích I
<b>Pre-requisite courses:</b>	MI1441: Algebra MI2020: Probability and Statistics MI1111: Calculus I
<b>Học phần học trước</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- IT3190: Nhập môn học máy và khai phá dữ liệu</li></ul>
<b>Prior courses:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- IT3190: Machine learning and data mining</li></ul>
<b>Học phần song hành</b>	Không
<b>Co-requisite courses:</b>	No

**2. MÔ TẢ HỌC PHẦN - COURSE DESCRIPTION**

Học phần này nhằm cung cấp cho sinh viên các kiến thức cơ bản về học sâu và các ứng dụng điển hình của học sâu trong thực tế. Học phần trình bày tổng quan về mạng nơ-ron truyền thẳng, sau đó đi sâu vào các kiến trúc phổ biến như mạng tích chập (CNN), mạng hồi quy (RNN) và mạng sinh dữ liệu (Autoencoder, GAN). Học phần cũng cung cấp kiến thức và kinh nghiệm trong thiết kế, huấn luyện và tối ưu mạng nơ-ron nhiều tầng. Bên cạnh đó, học phần giới thiệu các phần cứng, công cụ lập trình phổ biến sử dụng cho học sâu. Ngoài ra, sinh viên được cung cấp kiến thức về áp dụng học sâu trong các ứng dụng điển hình như phát hiện đối tượng, phân vùng đối tượng trong thị giác máy hay sinh văn bản và dịch máy trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên được.

Bên cạnh kiến thức chuyên môn, học phần cũng cung cấp cho sinh viên các kỹ năng làm việc nhóm, thuyết trình và thái độ cần thiết để làm việc và ứng dụng các kỹ thuật học sâu trong các công ty doanh nghiệp sau khi ra trường.

This course provides students with basic knowledge of deep learning and its applications in practice. It starts with an overview of feedforward neural networks (FNN), then delves into deep architectures such as convolutional (CNN), recurrent (RNN) and generative neural networks (e.g. Autoencoder, GAN). Besides principles and experiences in designing, training and optimizing deep neural networks, students are also given lectures in hardware and popular programming tools, in diverse applications such as object detection and segmentation, language models and machine translation.

In addition to academic knowledge, the course also exposes students to teamwork attitudes and presentation skills.

### 3. MỤC TIÊU VÀ CHUẨN ĐẦU RA CỦA HỌC PHẦN - GOAL AND OUTPUT REQUIREMENT

Sinh viên hoàn thành học phần này có khả năng

*After this course the student will obtain the followings*

Mục tiêu/Course learning outcomes	Mô tả mục tiêu/Chuẩn đầu ra của học phần Description of course learning outcomes	CDR được phân bổ cho HP/ Mức độ (I/T/U) Mapping to Program learning outcomes(I/T/U)
[1]	[2]	[3]
<b>M1</b>	<b>Có kiến thức cơ sở chuyên môn vững chắc về học sâu để thích ứng tốt với những công việc khác nhau trong lĩnh vực rộng của ngành Khoa học máy tính.</b>  <i>Have a solid professional background in deep learning to adapt well to different jobs in the broad field of Computer Science.</i>	1.3.2, 1.3.3, 1.3.4
M1.1	Có khả năng áp dụng các kiến thức chuyên ngành về học sâu trong phát triển các hệ thống giải quyết bài toán thực tiễn.  <i>Ability to apply professional knowledge about deep learning in developing real-life systems.</i>	1.3.2 [TU] 1.3.3 [TU] 1.3.4 [TU]
<b>M2</b>	<b>Có kỹ năng chuyên nghiệp và phẩm chất cá nhân cần thiết để thành công trong nghề nghiệp.</b>  <i>Having the professional skills and personal qualities necessary for career success.</i>	2.1.1; 2.1.2; 2.4.1; 2.5.1; 2.5.4;
M2.1	Có khả năng xác định và hình thành vấn đề <i>Ability to identify and state problems</i>	2.1.1 [IU]
M2.2	Có khả năng mô hình hóa vấn đề <i>Ability to model the problem</i>	2.1.2 [IU]

M2.3	Độc lập, chủ động, kiên trì và linh hoạt trong công việc <i>Ability to perform work independently, proactively, persistently and flexibly</i>	2.4.1 [U]
M2.4	Thể hiện tính trung thực, có trách nhiệm và tin cậy trong công việc. Có động cơ, mục tiêu trong học tập và trong sự nghiệp. <i>Show honesty, responsibility and trust in work. motivation and goals in study and career.</i>	2.5.1 [I] 2.5.4 [I]
<b>M3</b>	<b>Có kỹ năng xã hội cần thiết để làm việc hiệu quả trong nhóm đa ngành và trong môi trường quốc tế</b>  <i>Identify the the social skills needed to work effectively in teamwork and an international environment</i>	3.1.1; 3.1.2; 3.1.3; 3.1.4
M3.1	Chủ động tham gia cũng như có khả năng thành lập nhóm phù hợp với công việc <i>Actively participate in teamwork and be able to form a team suitable for the job</i>	3.1.1 [IU]
M3.2	Tổ chức các hoạt động nhóm <i>Organize group activities</i>	3.1.2 [IU]
M3.3	Quản lý quy trình phát triển phần mềm của nhóm <i>Manage the team software development process</i>	3.1.3 [IU]
M3.4	Có khả năng hợp tác, phối hợp với các thành viên khác trong nhóm, giải quyết vấn đề <i>Ability to cooperate, coordinate with other members of the group, solve problems</i>	3.1.4 [IU]

#### 4. TÀI LIỆU HỌC TẬP - COURSE MATERIALS

##### Giáo trình – Textbook

- [1] Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville. Deep Learning. MIT Press, 2016.
- [2] Aston Zhang, Zack C. Lipton, Mu Li, Alex J. Smola. Dive Into Deep Learning. Interactive book.

##### Học liệu mở - Online open courseware

- [1] MIT 6.S191: Introduction to Deep Learning. <http://introtodeeplearning.com/>
- [2] CMU 11-785 Introduction to Deep Learning. <http://deeplearning.cs.cmu.edu/>
- [3] Stanford CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition. <http://cs231n.stanford.edu>
- [4] Stanford CS224n: Natural Language Processing with Deep Learning. <http://web.stanford.edu/class/cs224n/>

#### 5. CÁCH ĐÁNH GIÁ HỌC PHẦN - EVALUATION

Điểm thành phần Module	Phương pháp đánh giá cụ thể	Mô tả Detail	CĐR được đánh giá	Tỷ trọng
---------------------------	--------------------------------	-----------------	----------------------	-------------

	Evaluation method		Output	Percent
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
<b>A1. Điểm quá trình Mid-term (*)</b>	<b>Đánh giá quá trình Progress evaluation</b>			<b>50%</b>
	A1.1. Bài tập về nhà Homework	Tự luận Written	M1, M2;	20%
	A1.2. Bài tập lớn Capstone project	Báo cáo Presentation	M1, M3;	30%
<b>A2. Điểm cuối kỳ Final term</b>	<b>A2.1. Thi cuối kỳ Final exam</b>	Thi viết Written exam	M1÷M2	<b>50%</b>

\* Điểm quá trình sẽ được điều chỉnh bằng cách cộng thêm điểm chuyên cần. Điểm chuyên cần có giá trị từ -2 đến +1, theo Quy chế Đào tạo đại học hệ chính quy của Trường ĐH Bách khoa Hà Nội.

The evaluation about the progress can be adjusted with some bonus. The bonus should belong to [-2, +1], according to the policy of Hanoi University of Science and Technology.

## 6. KẾ HOẠCH GIẢNG DẠY – SCHEDULE

Tuần	Nội dung	CDR học phần	Hoạt động dạy và học	Bài đánh giá
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
1	<b>Chương 1: Giới thiệu về học sâu/học máy</b> 1.1. Giới thiệu khái niệm và lịch sử học sâu 1.2. Nhắc lại một số khái niệm học máy: học giám sát, học không giám sát, phân lớp, hồi quy, underfitting, overfitting 1.3. Hàm mất mát và ví dụ trong bài toán phân loại, hồi quy 1.4. Giới thiệu về thuật toán tối ưu GD và SGD 1.5. Giới thiệu công cụ và môi trường: Google Colab, Jupyter Notebook, Tensorflow/PyTorch/Keras, ...  <b>Chapter 1: Introduction to deep learning</b> 1.1. Concept 1.2. Machine learning review 1.3. Lost function 1.4. Gradient descent and Stochastic gradient descent 1.5. Overview of Google Colab, Jupyter	M1	Giảng bài Teaching	A1.2

	<i>Notebook, Tensorflow/PyTorch/Keras, ...</i>			
2	<b>Chương 2: Giới thiệu về mạng nơ-ron</b> 2.1. Khái niệm nơ-ron nhân tạo, mạng nơ-ron nhiều lớp 2.2. Định lý xấp xỉ tổng quát của mạng nơ-ron 2.3. Giải thuật lan truyền ngược  <i>Chapter 2: Introduction to neural networks</i> <i>2.1. Introduction</i> <i>2.2. Universal approximation theorem</i> <i>2.3. Backpropagation algorithm</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Note reading; Teaching;	A1.2 A2.1
3	<b>Chương 3: Mạng tích chập</b> 3.1. Giới thiệu về mạng tích chập và ứng dụng 3.2. Tích chập và phép gộp (pooling) 3.3. Chia sẻ trọng số 3.4. Một số kiến trúc mạng CNN phổ biến  <i>Chapter 3: Convolutional neural network (CNN)</i> <i>3.1. Introduction</i> <i>3.2. Convolution and pooling</i> <i>3.2. Filter and shared weights</i> <i>3.3. Common CNN architectures</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài;	A1.2 A2.1
4	<b>Chương 4: Huấn luyện mạng nơ-ron</b> 4.1. Hàm kích hoạt 4.2. Tiền xử lý dữ liệu 4.3. Khởi tạo trọng số 4.4. Một số kỹ thuật chuẩn hóa (Batch Norm và các kỹ thuật khác) 4.5. Chiến lược thay đổi tốc độ học và vấn đề tối ưu siêu tham số  <i>Chapter 4: Neural network learning</i> <i>4.1. Activation functions</i> <i>4.2. data preprocessing</i> <i>4.2. Weight initialization</i> <i>4.4. Normalization techniques</i> <i>4.5. Learning rate schedules and hyper-parameter optimization</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Bài tập về nhà; Note reading; Teaching; Homework;	A1.2 A2.1
5	4.6. Các giải thuật tối ưu cho mạng nơ-ron: SGD + momentum, AdaGrad, RMSProp, Adam 4.7. Một số kỹ thuật chống overfitting: sử dụng ràng buộc L2, kỹ thuật dừng sớm, kỹ thuật dropout 4.8. Kỹ thuật tạo thêm dữ liệu (data augmentation)	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Bài tập về nhà; Note reading; Teaching; Homework;	A1.2 A2.1

	<p>4.9. Kỹ thuật kết hợp nhiều mô hình (ensemble)</p> <p>4.10. Kỹ thuật học tái sử dụng (transfer learning)</p> <p><i>4.6. SGD and momentum, AdaGrad, RMSProp, Adam</i></p> <p><i>4.7. Overfitting: L2 weight decay, early stopping, dropout</i></p> <p><i>4.8. Data augmentation</i></p> <p><i>4.9. Ensemble methods</i></p> <p><i>4.10. Transfer learning</i></p>			
6	<p><b>Chương 5: Phần cứng và phần mềm cho học sâu</b></p> <p>5.1. Giới thiệu về CPUs, GPUs, TPUs</p> <p>5.2. Giới thiệu và so sánh một số nền tảng lập trình cho học sâu: Tensorflow, PyTorch, Caffe...</p> <p>5.3. Nền tảng học sâu cho di động: Tensorflow Lite...</p> <p>5.4. Công cụ tăng tốc và nén mạng nơ-ron: TensorRT, TF-TRT...</p> <p><b><i>Chapter 5: Hardware and software for deep learning</i></b></p> <p><i>5.1. CPUs, GPUs, TPUs</i></p> <p><i>5.2. Frameworks: Tensorflow, PyTorch, Caffe, ...</i></p> <p><i>5.3. Deep learning for mobile: Tensorflow lite</i></p> <p><i>5.4. Neural network compression: TensorRT, TF-TRT</i></p>	M1	<p>Đọc trước tài liệu;</p> <p>Giảng bài;</p> <p>Note reading;</p> <p>Teaching;</p>	A1.2
7	<p><b>Chương 6. Một số ứng dụng học sâu trong thị giác máy</b></p> <p>6.1. Giới thiệu tổng quan về thị giác máy và các ứng dụng</p> <p>6.2. Giới thiệu về bài toán phát hiện đối tượng</p> <p>6.3. Giới thiệu một số mạng đề xuất vùng: R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN...</p> <p>6.4. Giới thiệu một số mạng không đề xuất vùng: SSD, Yolo ...</p> <p><b><i>Chapter 6: Deep learning applications in computer vision</i></b></p> <p><i>6.1. Introduction to computer vision</i></p> <p><i>6.2. Object detection</i></p> <p><i>6.3.</i></p>	M1	<p>Đọc trước tài liệu;</p> <p>Giảng bài;</p> <p>Note reading;</p> <p>Teaching;</p>	<p>A1.1</p> <p>A1.2</p> <p>A2.1</p>

	<i>Introduction to two-stage detectors: R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN</i> 6.4. <i>Introduction to one-stage detectors: SSD, Yolo</i>			
8	6.5. Giới thiệu bài toán phân đoạn ngữ nghĩa ảnh 6.6. Tích chập chuyển vị 6.7. Mạng FCN với các kết nối tắt (skip-connection)  6.5. <i>Introduction to semantic segmentation</i> 6.6. <i>Transposed convolution</i> 6.7. <i>FCN with skip-connection</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Bài tập về nhà; Note reading; Teaching; Homework;	A1.1 A1.2 A2.1
9	<b>Chương 7. Mạng hồi quy</b> 7.1. Giới thiệu mạng hồi quy và bài toán xử lý chuỗi dữ liệu 7.2. Tại sao mạng hồi quy bình thường không hiệu quả? 7.3. Giới thiệu mạng LSTM và GRU 7.4. Vấn đề triệt tiêu và bùng nổ gradient trong mạng hồi quy  <b>Chapter 7: Recurrent neural network</b> 7.1. <i>Introduction</i> 7.2. <i>RNN and long-term memory problem</i> 7.3. <i>LSTM and GRU</i> 7.4. <i>Vanishing and exploding gradient</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Note reading; Teaching;	A1.1 A2.1
10	<b>Chương 8. Một số ứng dụng học sâu trong xử lý ngôn ngữ tự nhiên</b> 8.1. Giới thiệu tổng quan về xử lý ngôn ngữ tự nhiên và các ứng dụng 8.2. Biểu diễn từ và văn bản: word2vec, GloVe... 8.3. Giới thiệu các thư viện có mô hình huấn luyện sẵn: Gensim, BERT...  <b>Chapter 8: Deep learning for natural language processing (NLP)</b> 8.1. <i>Introduction to NLP and applications</i> 8.2. <i>Word representations: word2vec, GloVe...</i> 8.3. <i>Prebuilt models: Gensim, BERT</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài;	A1.1 A1.2 A2.1
11	8.4. Bài toán sinh văn bản: Character-RNN 8.5. Giới thiệu về bài toán dịch máy 8.6. Cơ chế chú ý (attention mechanism)	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Bài tập về nhà;	A1.1 A1.2 A2.1

	8.7. Mô hình NTM  8.4. <i>Text generation: Character-RNN</i> 8.5. <i>Neural machine translation (NMT)</i> 8.6. <i>Attention mechanism</i> 8.7. <i>Advanced models in NMT</i>		Note reading; Teaching; Homework;	
12	<b>Chương 9. Các mạng sinh dữ liệu</b> 9.1. Giới thiệu về Autoencoder 9.2. Giới thiệu về GANs và một số mô hình GAN tiêu biểu  <i>Chapter 9: Generative neural network (GAN)</i> 9.1. <i>Autoencoder</i> 9.2. <i>GAN and GAN variants</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Note reading; Teaching;	A1.2 A2.1
13	<b>Chương 10. Các xu hướng mới trong học sâu</b> Trình bày các xu hướng mới trong học sâu như học tăng cường và AutoML; thừa hóa mạng nơ-ron; mạng học sâu Bayes và các xu hướng khác  <i>Chapter 10: Recent advances in deep learning</i> <i>Discussion of recent advances in deep learning such as AutoML, Bayesian neural net, etc.</i>	M1	Đọc trước tài liệu; Giảng bài; Note reading; Teaching;	A1.1 A1.2
14	Báo cáo bài tập nhóm <i>Capstone project presentation</i>	M2, M3	Báo cáo bài tập nhóm; Presentation;	A1.2
15	<b>Tổng kết và ôn tập</b> <i>Summary</i>	M1	Trao đổi; Discussion;	

## 7. QUY ĐỊNH CỦA HỌC PHẦN - COURSE REQUIREMENT

- Chủ động đọc trước tài liệu giáo trình, in bài giảng (\*.pdf), chuẩn bị sẵn các câu hỏi.
- Dự lớp đầy đủ, theo dõi ghi chú vào tập bài giảng, chủ động đặt câu hỏi, tích cực tham gia phần thảo luận trên lớp.
- Làm bài tập về nhà đầy đủ theo yêu cầu của giảng viên.
- Thực hành cài đặt và sử dụng các công cụ theo hướng dẫn của giảng viên.
- Hoàn thành đầy đủ các nội dung của bài tập lớn (làm bài tập lớn và thảo luận theo nhóm (3-5 người)), có báo cáo và bảo vệ tại lớp.
- **Nếu môn học được giảng dạy theo hình thức blended learning:**
  - SV tự học online ở nhà qua hệ thống LMS trước khi đến học tại giảng đường; nội dung tự học online gồm đọc tài liệu, xem bài giảng video, làm bài trắc nghiệm.
  - Buổi học trên lớp sinh viên sẽ thảo luận và thực hiện các bài tập giảng viên giao cho.



- Students should read textbook and lectures, print lectures (\*.pdf)
- Students should be required to attend classes.
- Students need to complete exercise and homeworks.
- Complete the capstone project (in groups (3-5 members))
- **If the subject is in the form of blended learning:**
  - Students self-study online through LMS; Online self-study content includes reading documents, watching video lectures, and taking quizzes.
  - In class, students will perform assignments and discussion.

**8. NGÀY PHÊ DUYỆT - DATE: .....**

**Chủ tịch hội đồng**  
**Committee chair**

**Nhóm xây dựng đề cương**  
**Syllabus development team**

Nguyễn Thị Kim Anh  
Lê Thanh Hương  
Nguyễn Kiên Hiếu  
Phạm Văn Hải  
Thân Quang Khoát  
Trịnh Văn Loan  
Trịnh Anh Phúc  
Nguyễn Hồng Quang  
Trần Việt Trung  
Đinh Viết Sang

## **9. QUÁ TRÌNH CẬP NHẬT – DOCUMENT VERSION INFORMATION**

<b>ST T No</b>	<b>Nội dung điều chỉnh Content of the update</b>	<b>Ngày tháng được phê duyet Date accepted</b>	<b>Áp dụng từ kỳ/ khóa A pplicable from</b>	<b>Ghi chú Note</b>
1	.....			
2	.....			