



# E-SAN THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ Coding & AI สำหรับเยาวชน

Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## โครงการย่อยที่ 6

การพัฒนาเยาวชนเพื่อเข้าสู่วิชาชีพขั้นสูงด้าน Coding & AI  
ร่วมกับ Coding Entrepreneur & Partnership: Personal AI

## เชือหัวข้อ Learning from Biosignals

ดร.อัคร สุประทักษิ  
ผู้เชี่ยวชาญด้าน biosignals



## ศูนย์ THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบิเวศการเรียนรู้กับมนต์รุณการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# Outline



การพัฒนาเยาวชนเพื่อเข้าสู่วิชาชีพขั้น  
สูงด้าน Coding & AI ร่วมกับ Coding  
Entrepreneur & Partnership:

Personal AI

01 การวิเคราะห์คลื่นสัญญาณจากร่างกายคน (Biosignal Analysis)

02 การวิเคราะห์การนอน (Sleep Stage Scoring)

03 แบบจำลองสำหรับวิเคราะห์การนอน (Model)

04 การวัดผลการวิเคราะห์การนอน (Evaluation)

05 แบบฝึกหัด (Coding Exercise) ← with terminal

06 บทสรุปและโอกาสการพัฒนาต่อไป (Conclusions and Future Works)



## ศูนย์ THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ทักษะการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# 01 การวิเคราะห์คลื่นสัญญาณจากร่างกายคน (Biosignal Analysis)



อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Biosignal Analysis

1. Preprocessing
2. Feature extraction
3. Model construction



อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Biosignal Analysis

1. Preprocessing
  - Remove noise or artifacts from signals
2. Feature extraction
3. Model construction

← clean signal process



อี-ศกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Biosignal Analysis

1. Preprocessing
  - Remove noise or artifacts from signals
2. Feature extraction
  - Derive features that are meaningful to a certain problem are extracted or derived from the preprocessed signals
    - Hand-engineered by domain-specific experts who know which features are useful for particular problems
3. Model construction



ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Biosignal Analysis

### 1. Preprocessing

- Remove noise or artifacts from signals

### 2. Feature extraction

- Derive features that are meaningful to a certain problem are extracted or derived from the preprocessed signals
  - Hand-engineered by domain-specific experts who know which features are useful for particular problems

### 3. Model construction

- Machine learning algorithms are employed to train models
  - Understand relationships between input (i.e., extracted features) and their desired output (i.e., labels or annotations)



ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Biosignal Analysis

1. Preprocessing
    - Remove noise or artifacts from signals
  2. Feature extraction
    - Derive features that are meaningful to a certain problem are extracted or derived from the preprocessed signals
      - Hand-engineered by domain-specific experts who know which features are useful for particular problems
  3. Model construction
    - Machine learning algorithms are employed to train models
      - Understand relationships between input (i.e., extracted features) and their desired output (i.e., labels or annotations)
- Application-Specific



อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Biosignal Analysis with Deep Learning

1. Preprocessing
2. Feature extraction
3. Model construction

### Deep Learning

Utilize multiple layers of non-linear transformation  
to convert from inputs into representations that are  
useful for subsequent tasks such as classification



ศูนย์  
การ  
เรียนรู้  
ด้วย  
เทคโนโลยี  
การคำนวณ  
และการ  
ประมวลผล

E-SAN Thailand Coding & AI Academy

CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน

Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## 02 การวิเคราะห์การนอน (Sleep Stage Scoring)

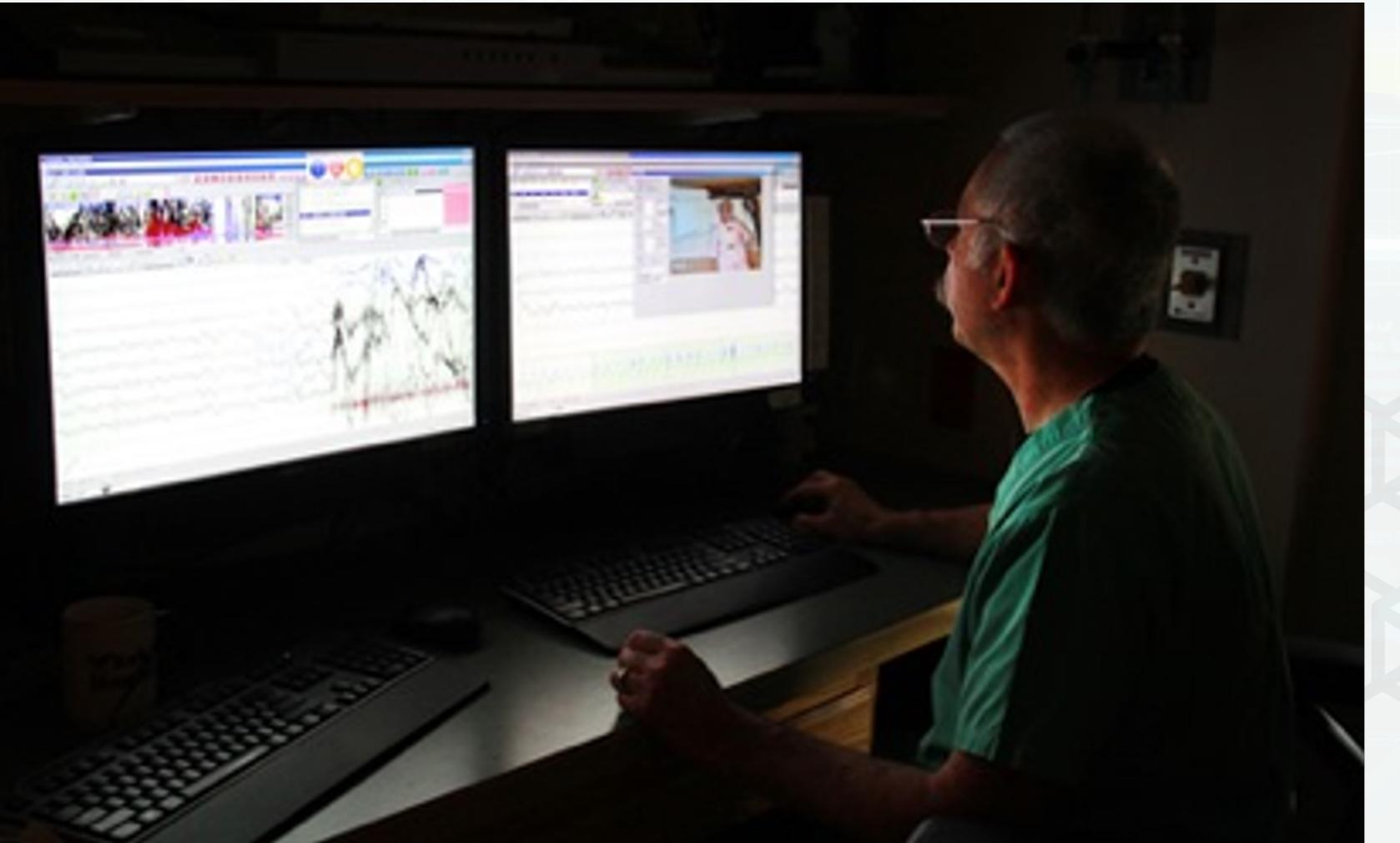


อธิบดี  
E-SAN  
Thailand Coding & AI Academy  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Sleep Stage Scoring

- Analyze how well people sleep (e.g., sleep efficiency)
- Collect and score Polysomnogram (PSG): EEG, EOG, ECG, EMG





ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Sleep Stage Scoring

- There are **two** basic types of sleep stages, each linked to specific brain waves and neuronal activity
  - Non-rapid eye movement
    - N1 – Sleep onset
    - N2 – Light sleep
    - N3 – Deep sleep
  - Rapid eye movement (**REM**) - Dream
- Normal pattern
  - **Cycle through all stages of non-REM and REM sleep several times** during a night, with increasingly longer, deeper REM periods occurring toward morning.
- Awake (**W**)
- This is multi-class (i.e., five classes) classification problem in machine learning

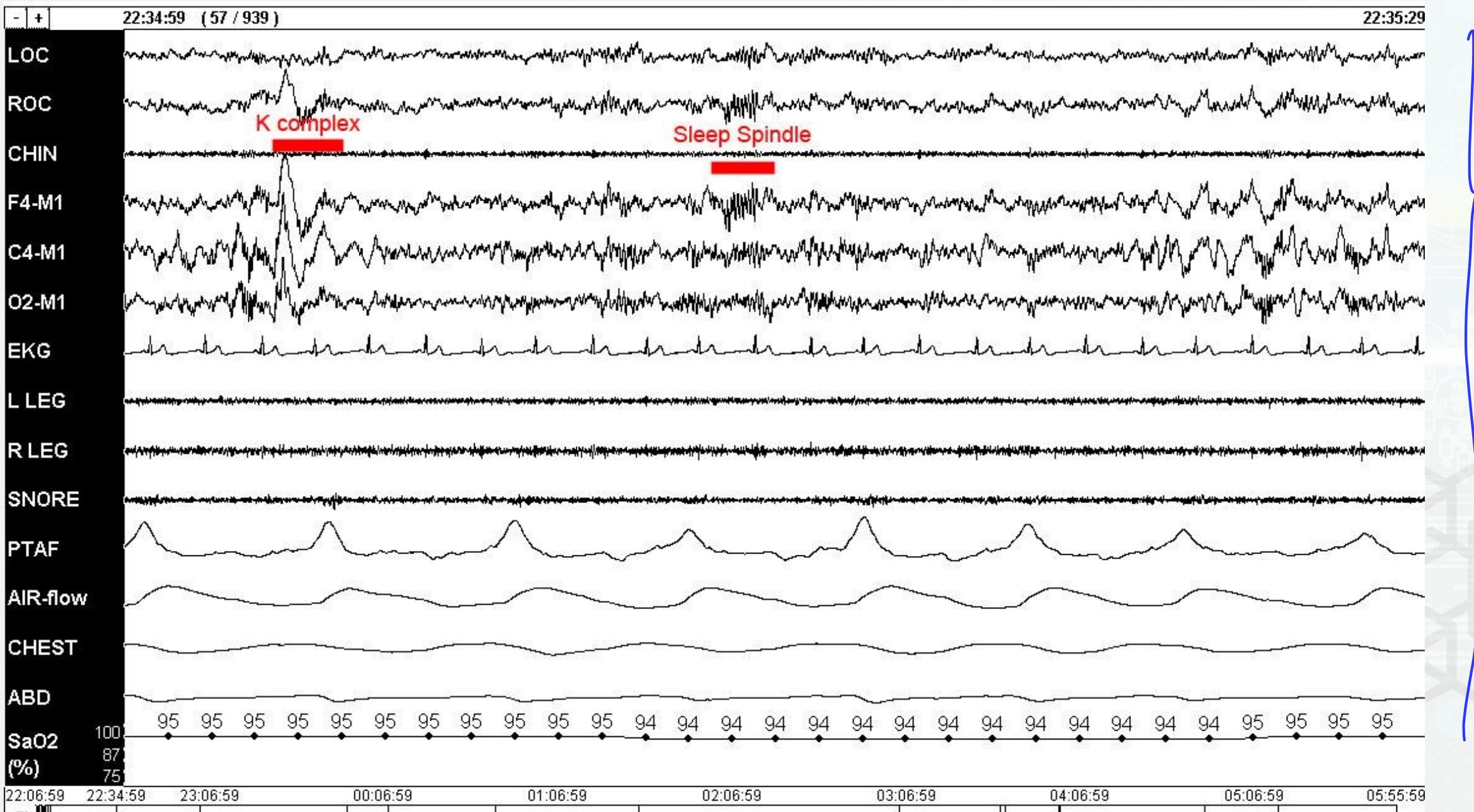
5 ចំណាំស្រីលូន



อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

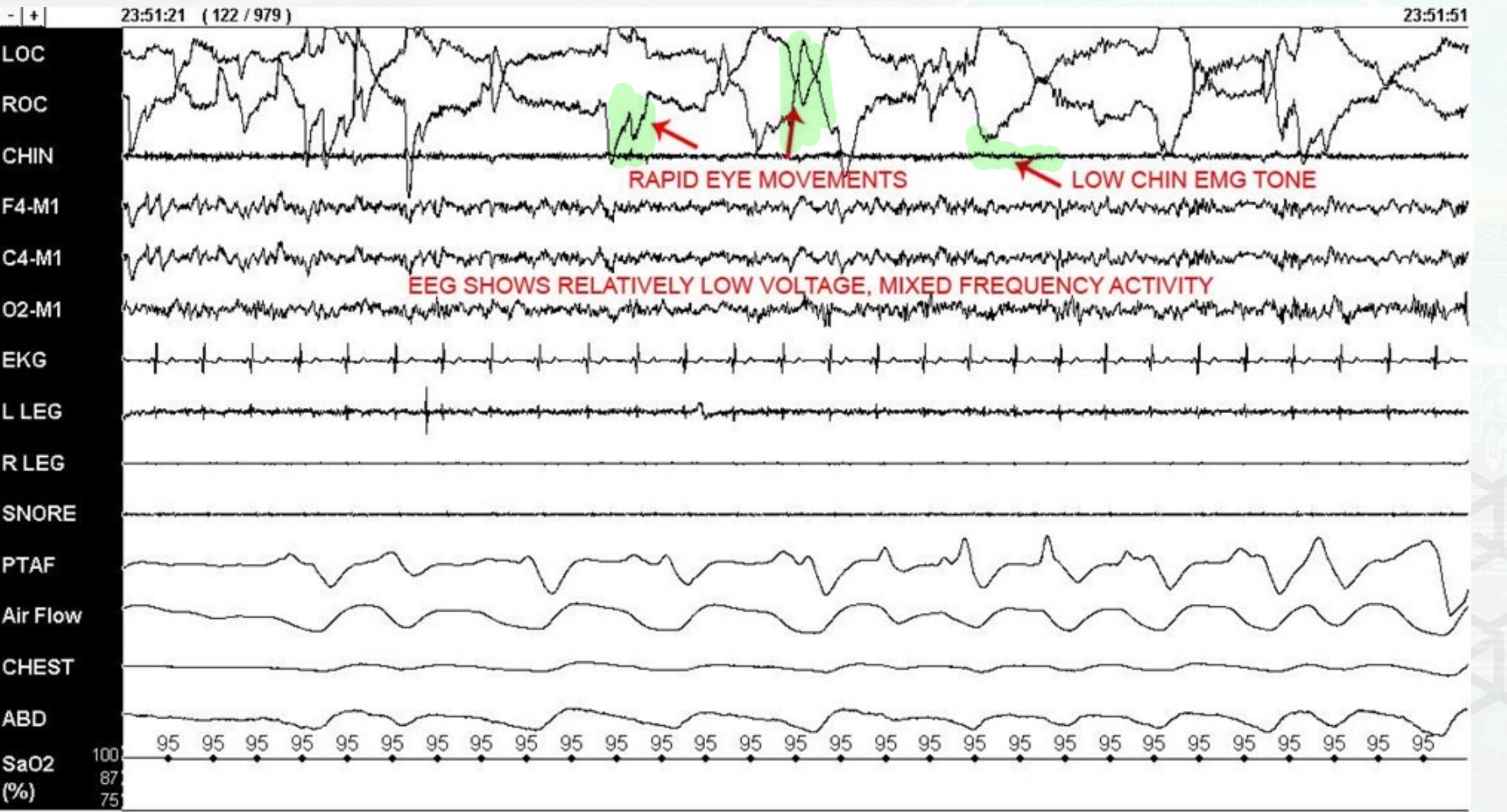
## PSG – Stage N2



data 6 ปี 6 เดือน  
ผู้สูงอายุ

**CODE COMBAT****Google****The Asia Foundation****Let's Code Thailand****DMAP  
DIGITAL MAKERS  
ASIA PACIFIC****THAI  
PROGRAMMER****E-SAN  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY****โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้กับบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน****Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth**

## PSG – Stage REM





อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## How good is your sleep?

- Total Sleep Time (TST) = total minutes of sleep (i.e., N1+N2+N3+REM)
- Time in Bed (TIB) = total recording time (i.e., Lights out to lights on)
- Sleep Efficiency (%) = (TST/TIB) x100%
- and more ...

Table 1. Normative Sleep Stage Data Across Age Groups.\*

Age (y)	20-29	30-39	40-49	50-59	>60
TST (min)	374.9	375.8	370.2	366.6	348.8
Sleep Efficiency (%)	94.4	94.4	90.2	90.4	85.8

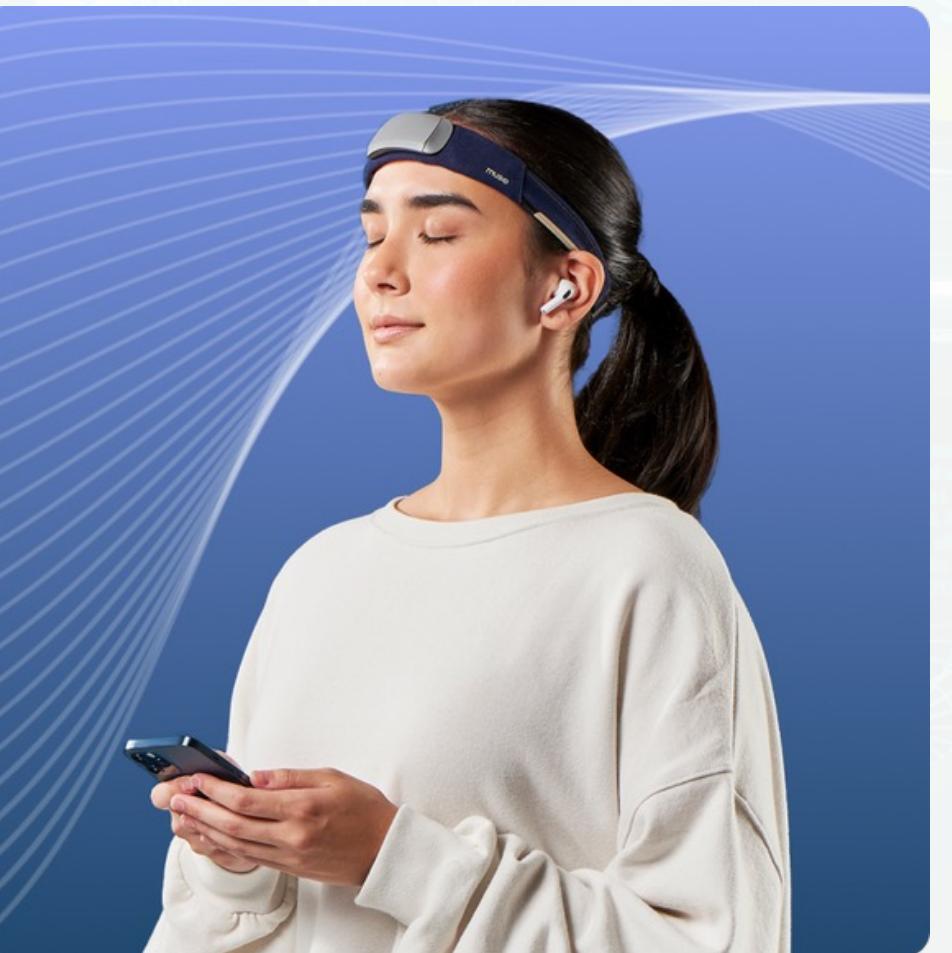


ศูนย์  
E-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Problems

- Labor-intensive and time-consuming
  - Too many signals to collect at home → not portable and troublesome device setup
- 
- **Solution:** automatic sleep stage scoring in home environment
    - Single-channel EEG
    - Deep learning model





ศ.ส.ก.น. THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Public Sleep Dataset

- SleepEDF (version 1)
  - 20 healthy subjects ( $age = 28.7 \pm 2.9$ )
  - Signals: 2 EEG (Fpz-Cz and Pz-Cz channels), 1 EOG (horizontal), 1 EMG, and 1 oro-nasal respiration
  - Annotations: W, N1, N2, N3, N4, REM, MOVEMENT, UNKNOWN
  - Signal files (data): \*-PSG.edf
  - Hypnogram files (labels): \*-Hypnogram.edf

PhysioNet Find Share About News Account Search

Database Open Access

### Sleep-EDF Database Expanded

Bob Kemp

Published: Oct. 24, 2013. Version: 1.0.0

**Database Expanded: sleep-edfx (July 17, 2018, midnight)**

The sleep-edf database has been expanded to contain 197 whole-night PolySomnoGraphic sleep recordings, containing EEG, EOG, chin EMG, and event markers. Some records also contain respiration and body temperature.

**Collection of Annotated Polysomnograms Grows (Oct. 24, 2013, 4 p.m.)**

A greatly expanded version of the Sleep-EDF Database, of which a small subset was previously contributed in 2002, is now available in PhysioNet. The database now includes 61 full-night polysomnograms of healthy subjects and of subjects with mild difficulty falling asleep, with accompanying expert annotations of sleep stages.

### Files

Total uncompressed size: 8.1 GB.

Access the files

- Download the ZIP file (8.1 GB)
- Access the files using the Google Cloud Storage Browser [here](#). Login with a Google account is required.
- Access the data using the Google Cloud command line tools (please refer to the [gsutil](#) documentation for guidance):  
`gsutil -m -u YOUR_PROJECT_ID cp -r gs://sleep-edfx-1.0.0.physionet.org DESTINATION`
- Download the files using your terminal: `wget -r -N -c -np https://physionet.org/files/sleep-edfx/1.0.0/`

Visualize waveforms

Folder Navigation: <base> / sleep-cassette

Name	Size	Modified
Parent Directory		
SC4001E0-PSG.edf	46.1 MB	2018-04-05
SC4001EC-Hypnogram.edf	4.5 KB	2018-04-05
SC4002E0-PSG.edf	49.2 MB	2018-04-05
SC4002EC-Hypnogram.edf	4.5 KB	2018-04-05
SC4011E0-PSG.edf	48.7 MB	2018-04-05
SC4011EH-Hypnogram.edf	3.8 KB	2018-04-05
SC4012E0-PSG.edf	49.6 MB	2018-04-05
SC4012EC_Hypnogram.edf	5.0 KB	2018-04-05

# Dataset 61260249520000





ศูนย์  
การเรียนรู้  
**E-เทคโนโลยี**  
**CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## 03 แบบจำลองสำหรับวิเคราะห์การนอน (Model)



## Models

- DeepSleepNet (Supratak et al., 2017)
- TinySleepNet (Supratak and Guo, 2020)

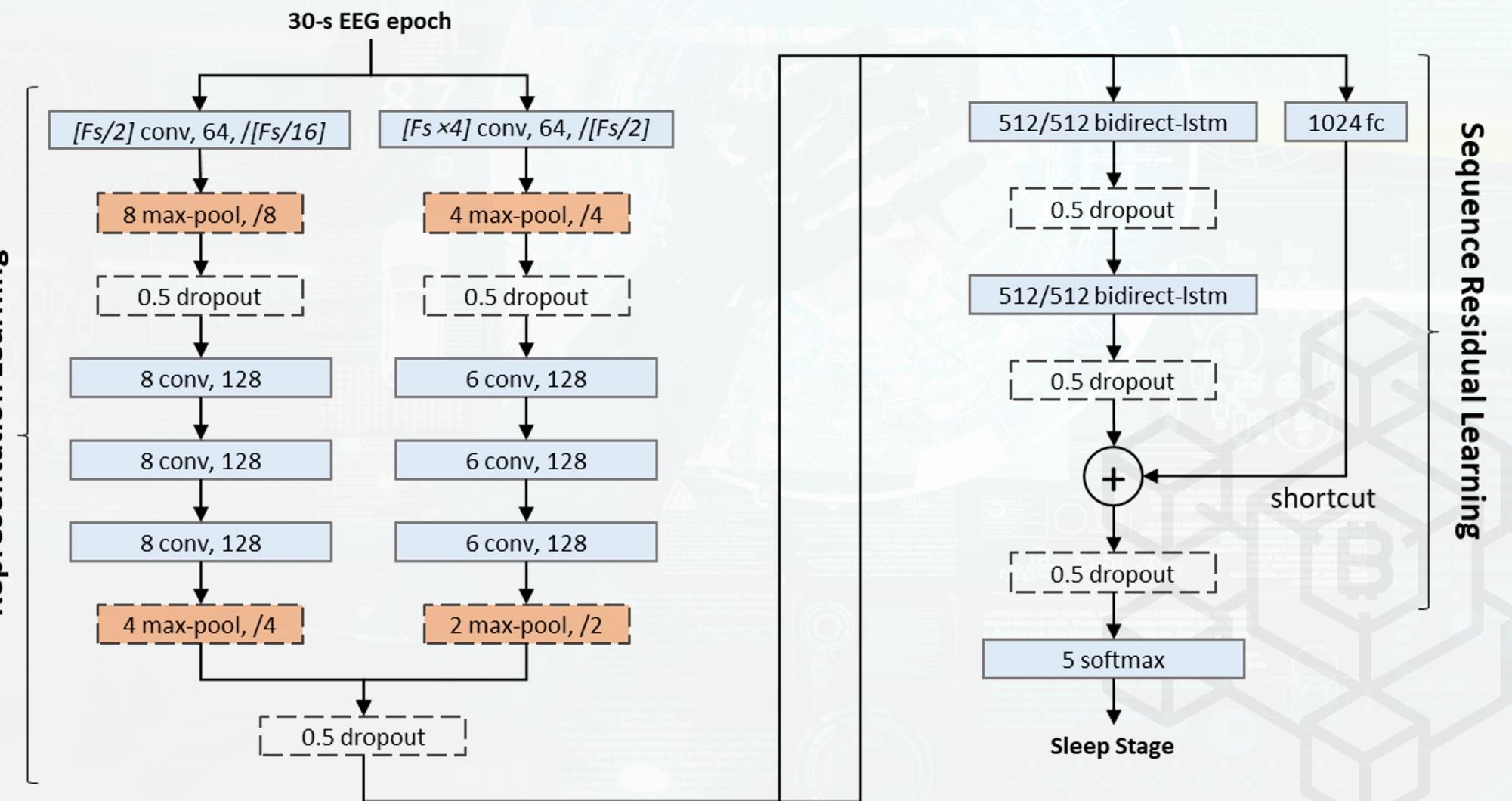


**E-เทคโนโลยี THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## DeepSleepNet

- Deep learning model for sleep stage scoring
- Single-channel EEG
- Consist of two main parts
  - Representation Learning
  - Sequence Learning

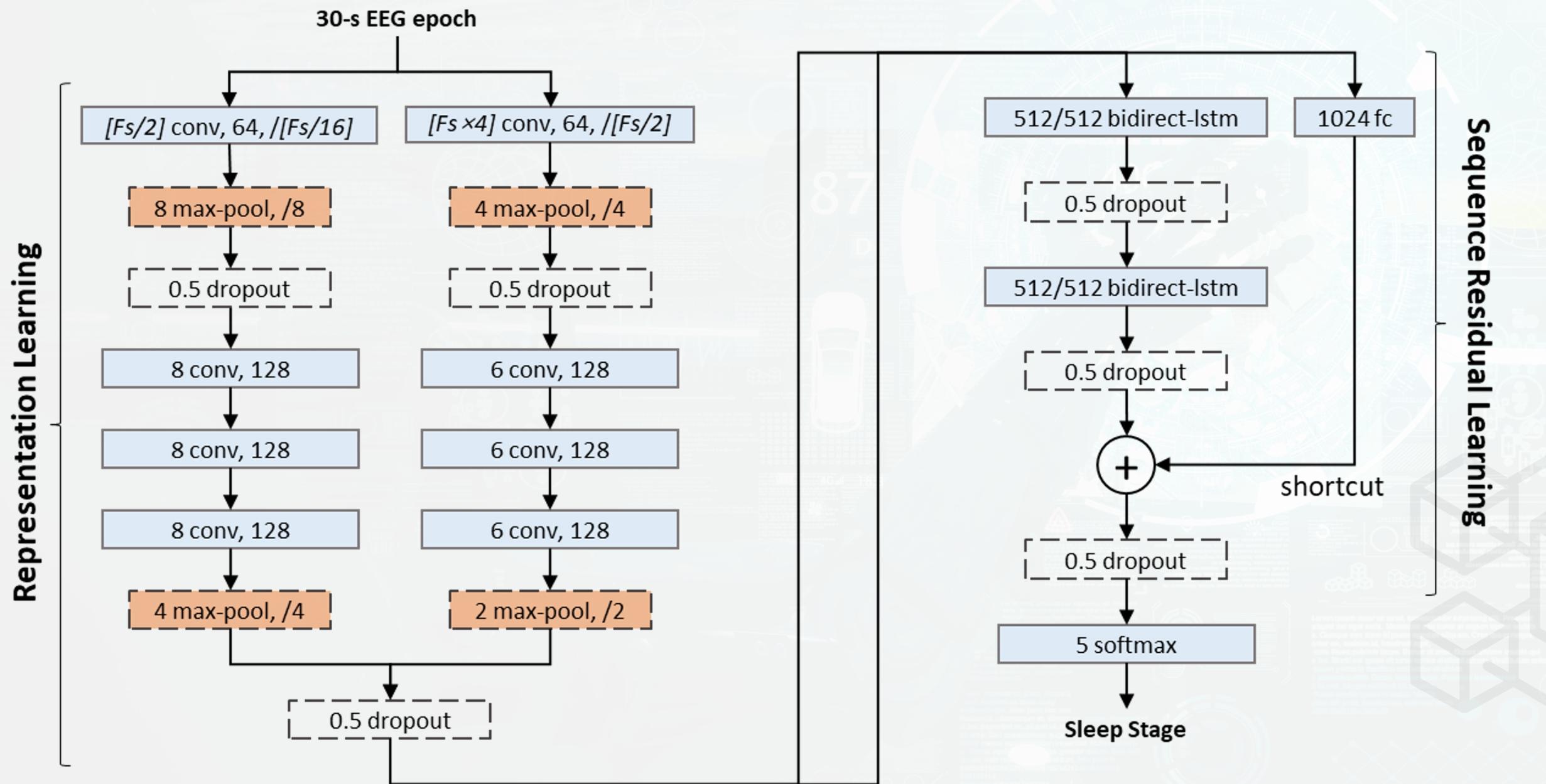




**E-เทคโนโลยี THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# DeepSleepNet

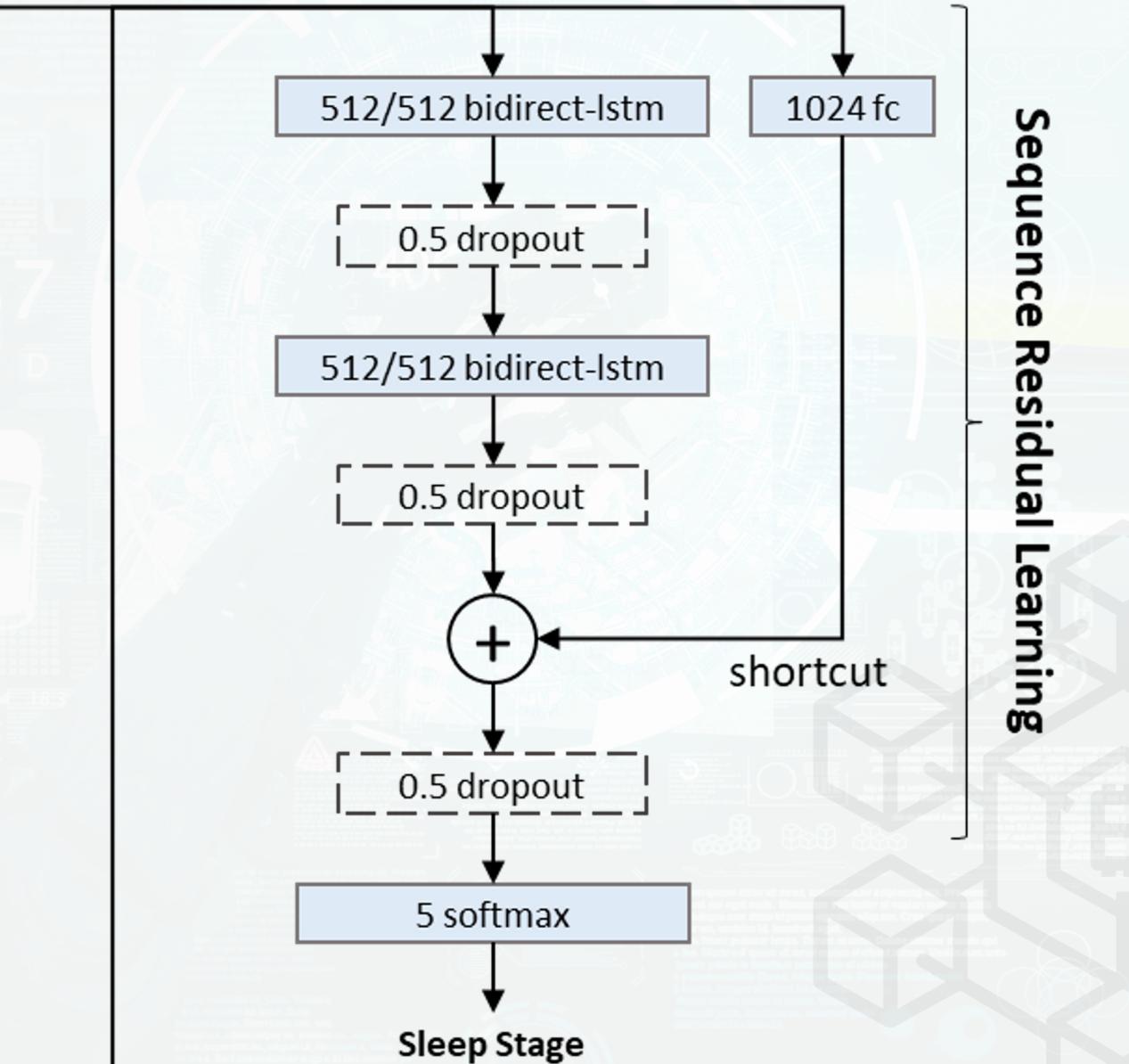
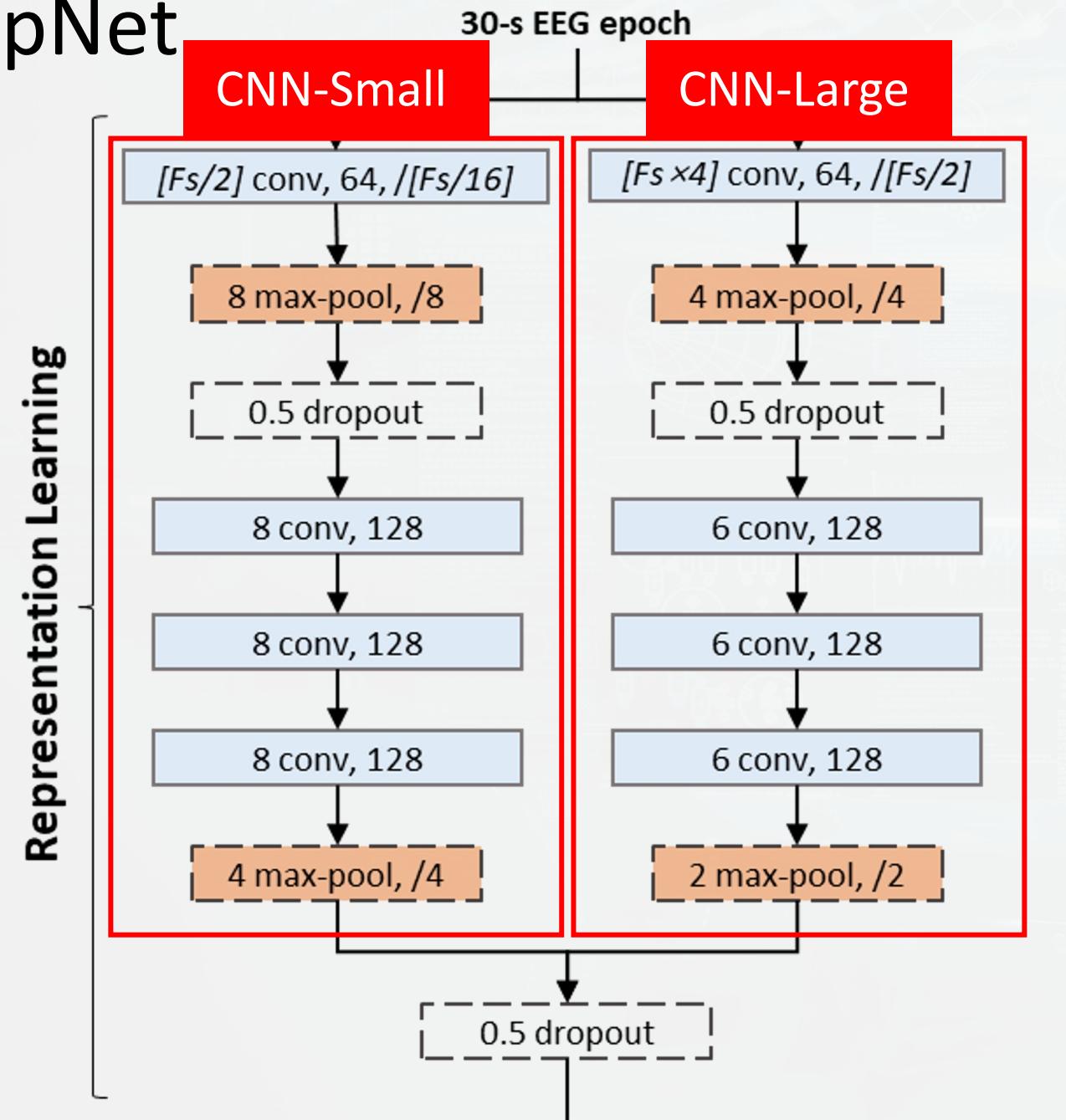


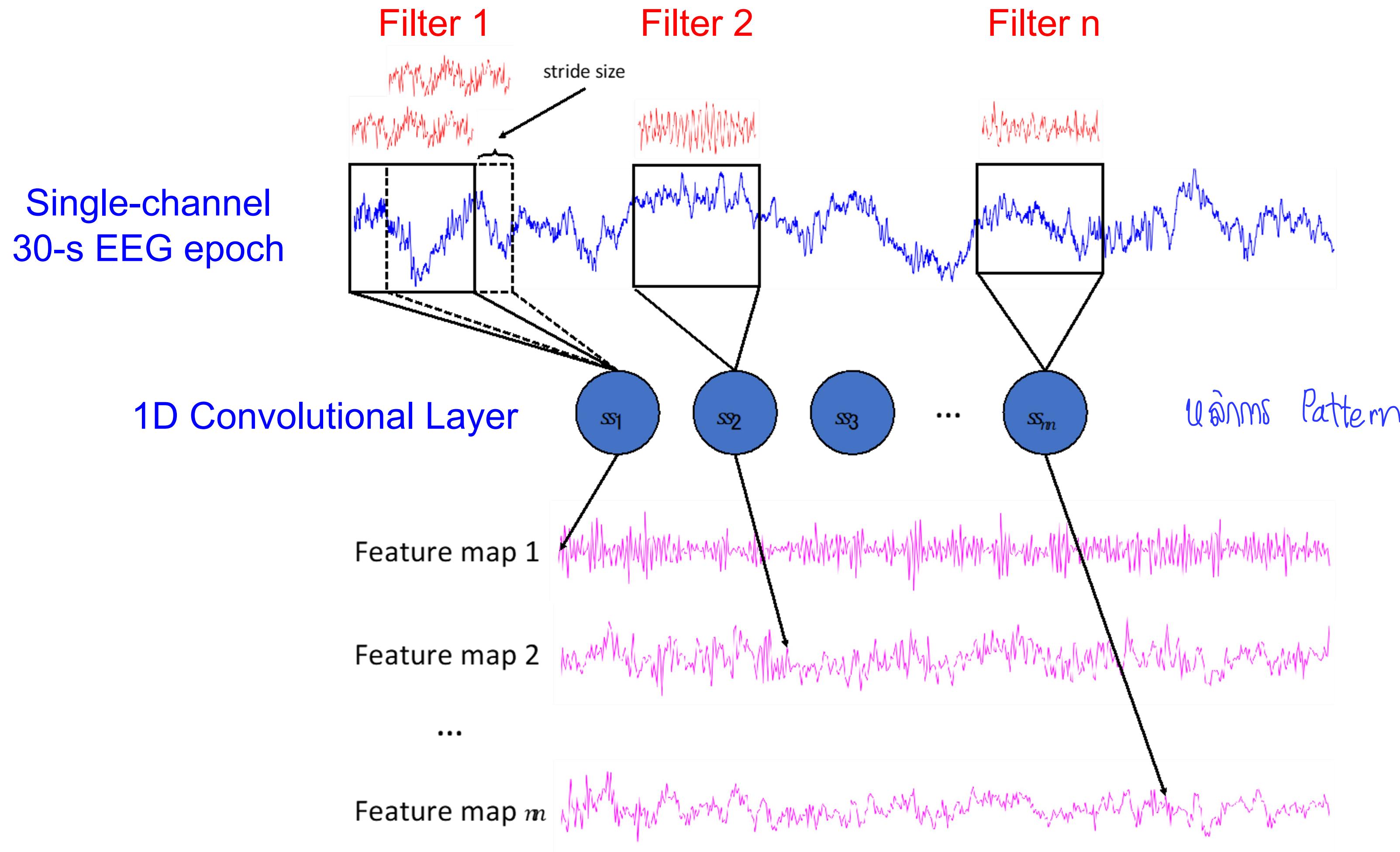


## E-เทคโนโลยี THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# DeepSleepNet



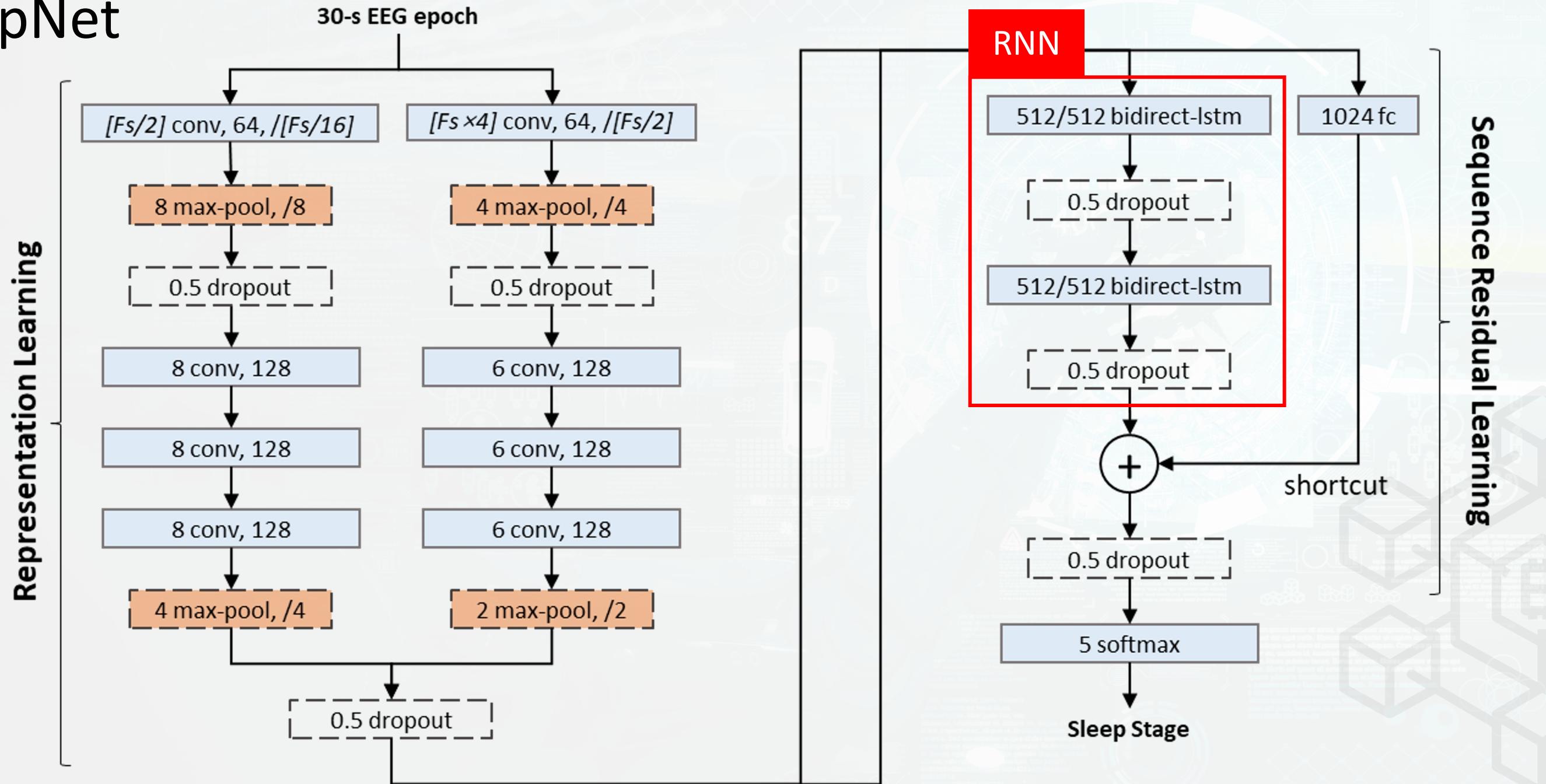




**E-เทคโนโลยี THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## DeepSleepNet



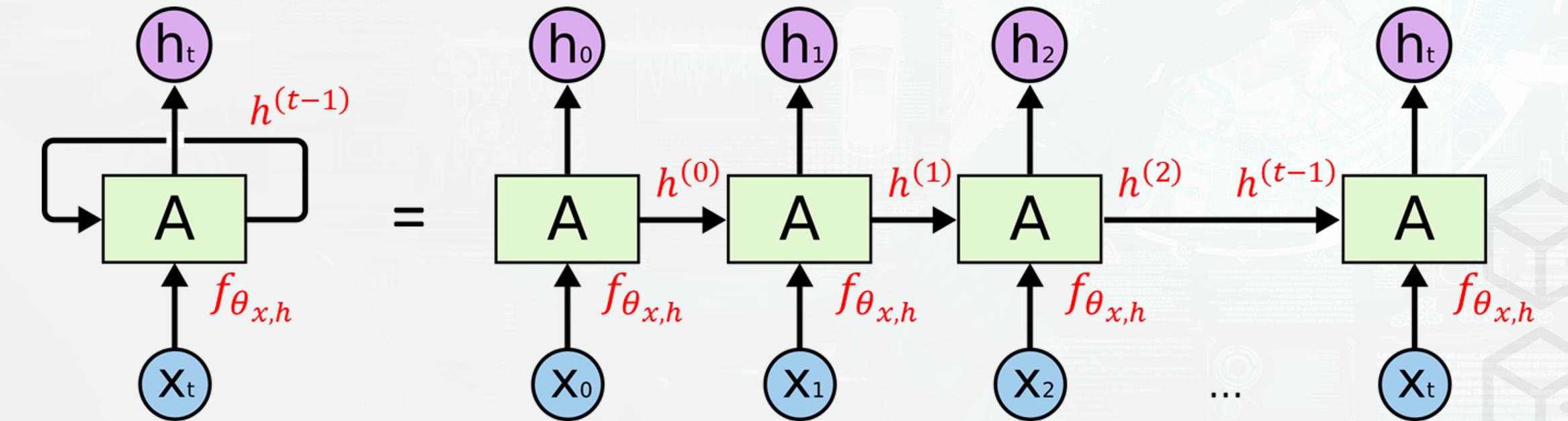


## E-ศกฯ THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# Recurrent Neural Network (RNN)

- Learn **stage transition rules** that sleep experts use to determine the next possible sleep stages
  - AASM Manual (Iber et al., 2007) suggests that if a subject is in sleep stage N2, **continue to score epochs** with low amplitude and mixed frequency EEG activity as N2 **even though K complexes or sleep spindles are not present**



RNNs have feedback  
connections

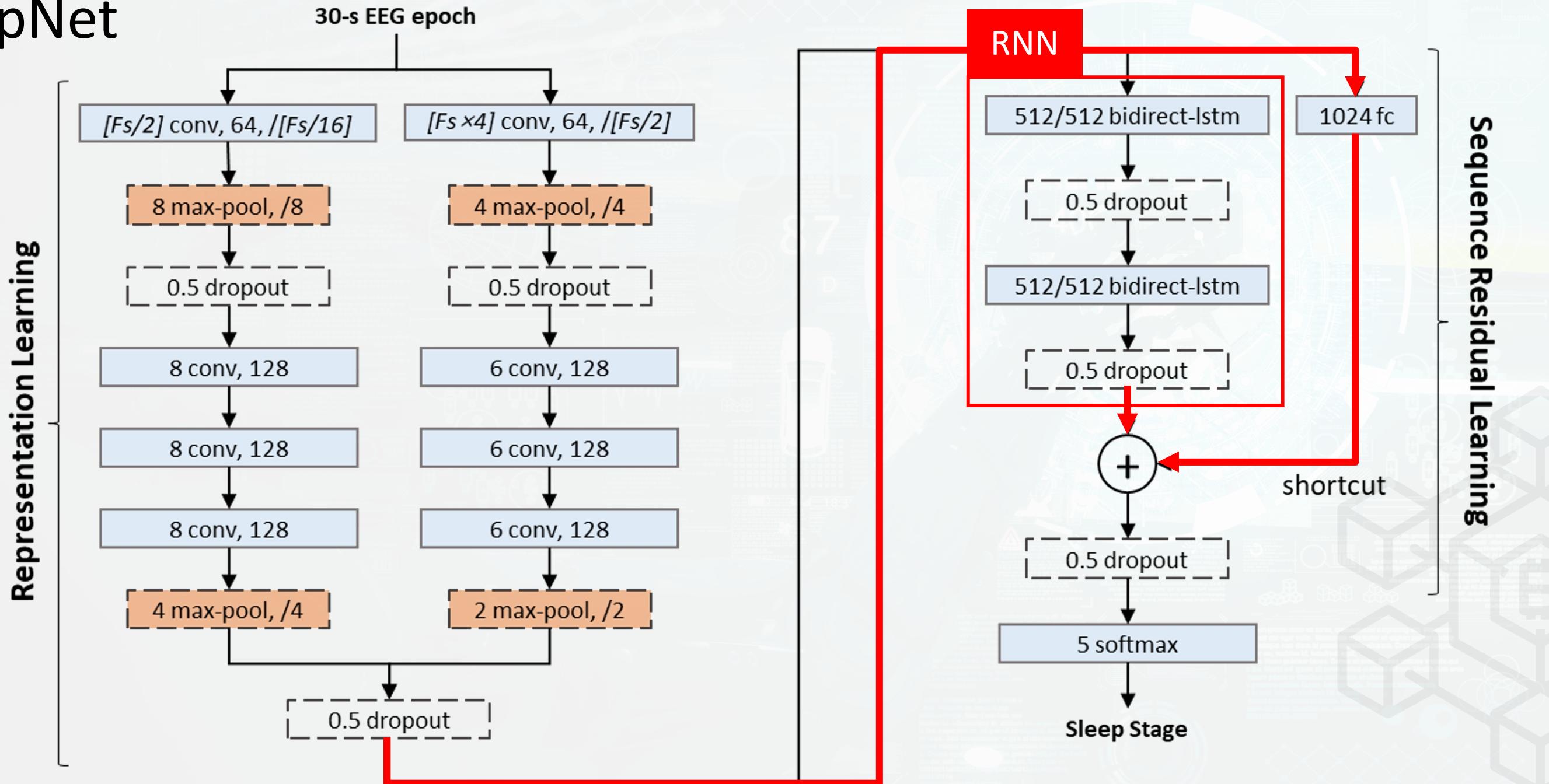
An **unrolled** RNN (no feedback connections)



## E-เทคโนโลยี THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# DeepSleepNet





ศูนย์  
E-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## DeepSleepNet

- Cross-entropy loss
- Adam optimizer
- $f_{\theta}$  is the DeepSleepNet
- $x^{(i)}$  is a 30-s EEG epoch
- $y^{(i)}$  is a sleep stage label

$$\theta^* = \arg \min_{\theta} J(\theta) = \arg \min_{\theta} \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m L(f_{\theta}(x^{(i)}), y^{(i)})$$

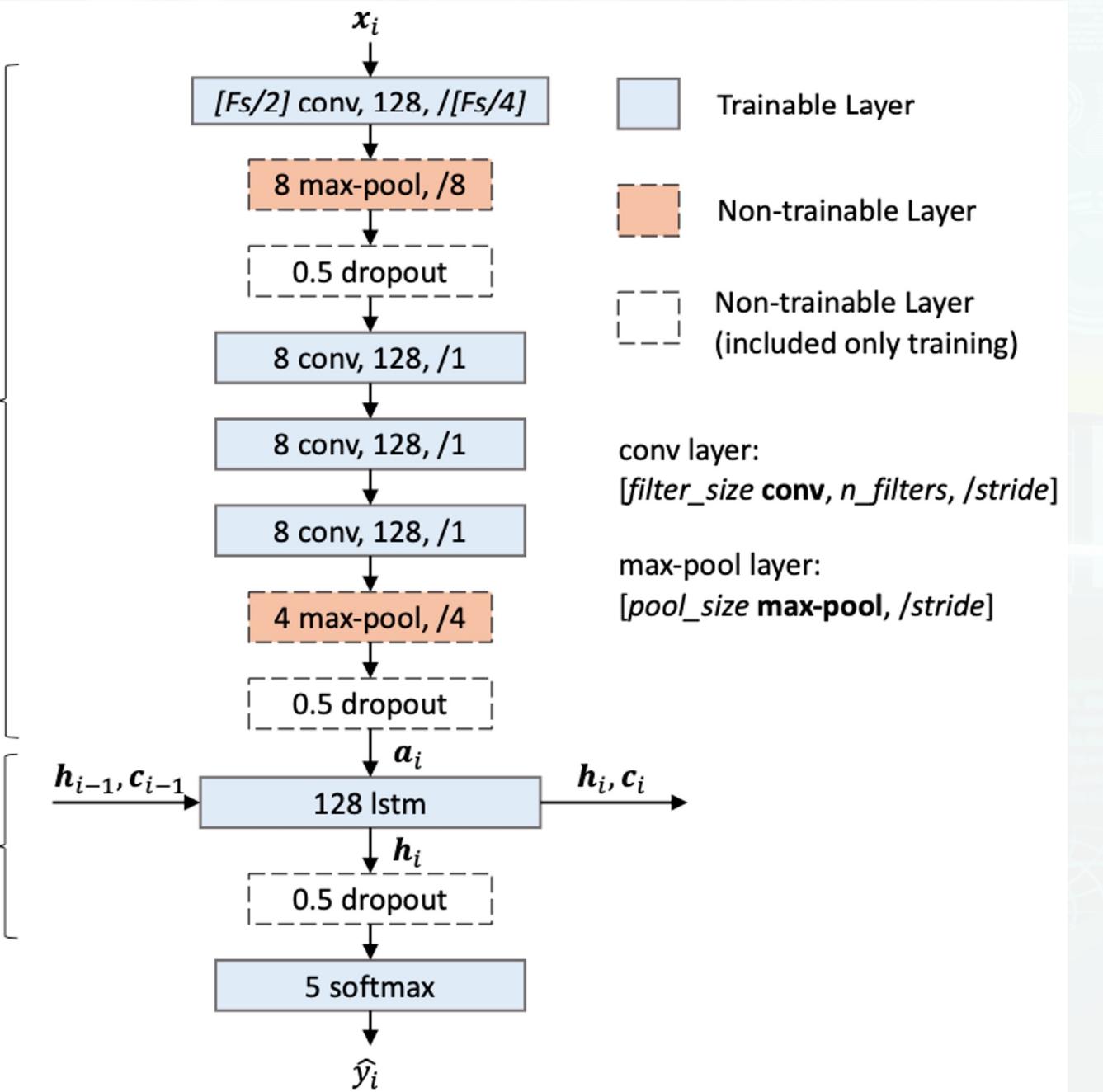


**E-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## TinySleepNet

- Improved version of DeepSleepNet (Supratak et al. 2017)
- Consist of two main parts
  - Representation Learning
  - Sequence Learning





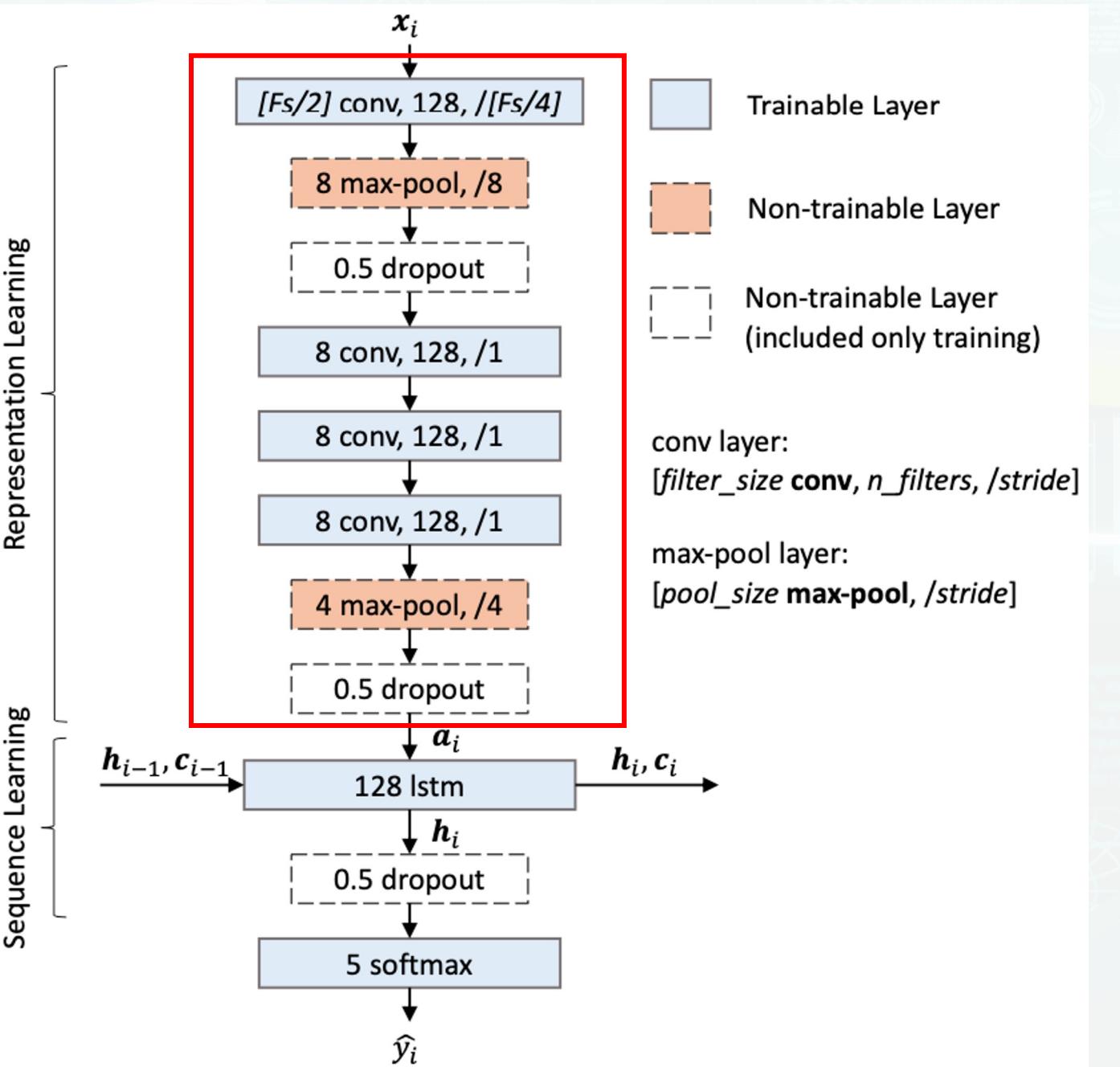
**E-ศกฯ THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน

Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## TinySleepNet

- Representation Learning
  - Extract **time-invariant** features from raw EEG signals
  - Unlike DeepSleepNet
    - Only use **one branch** of CNNs, instead of two with small and large filters
    - The model can learn to construct a larger filter by combining several conv layers at the top layers, but using a **fewer** number of parameters





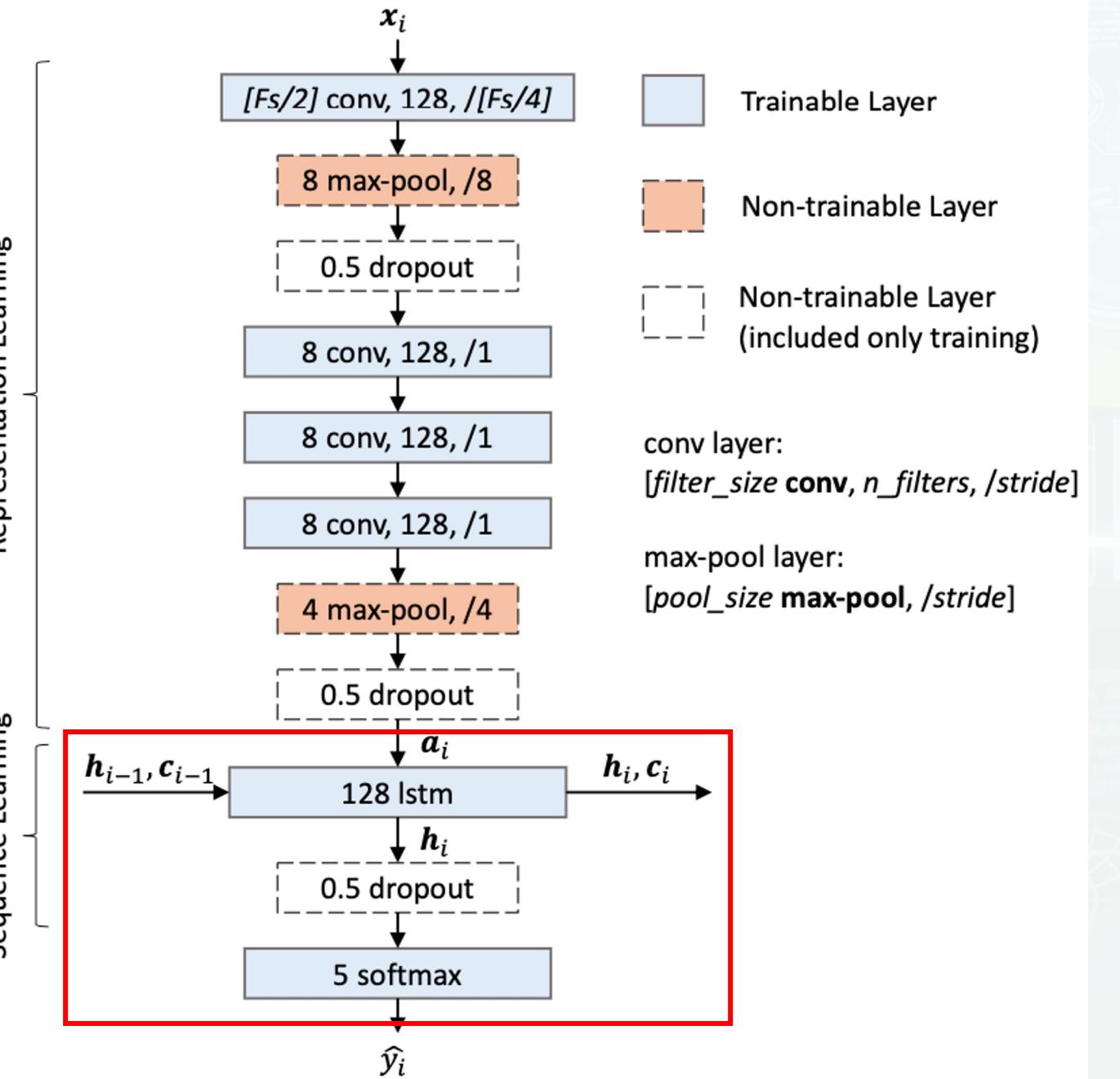
**E-ศกฯ THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน

Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

# TinySleepNet

- Sequence Learning
  - Learn temporal information of the input signals, such as **sleep stage transition rules**
  - Unlike DeepSleepNet
    - Use **uni-directional RNNs**, instead of bi-directional ones
    - No need to buffer a chunk of EEG signals for processing in the backward direction
    - **Reduce computational resources approximately by half**





อ. ศ. ท. ศ. ท.  
E-SAN  
Thailand Coding & AI Academy

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## TinySleepNet

- Train the model **end-to-end** via minibatch gradient descent
- **Data augmentation**: help generate new training data for **every** training epoch
  - Signal augmentation
  - Sequence augmentation
- **Weighted cross-entropy loss**
  - Prioritize on the **minority** class such as N1
  - Alleviate the class imbalance problems
- Unlike DeepSleepNet
  - **No pre-training** the model with an oversampled, class-balanced data

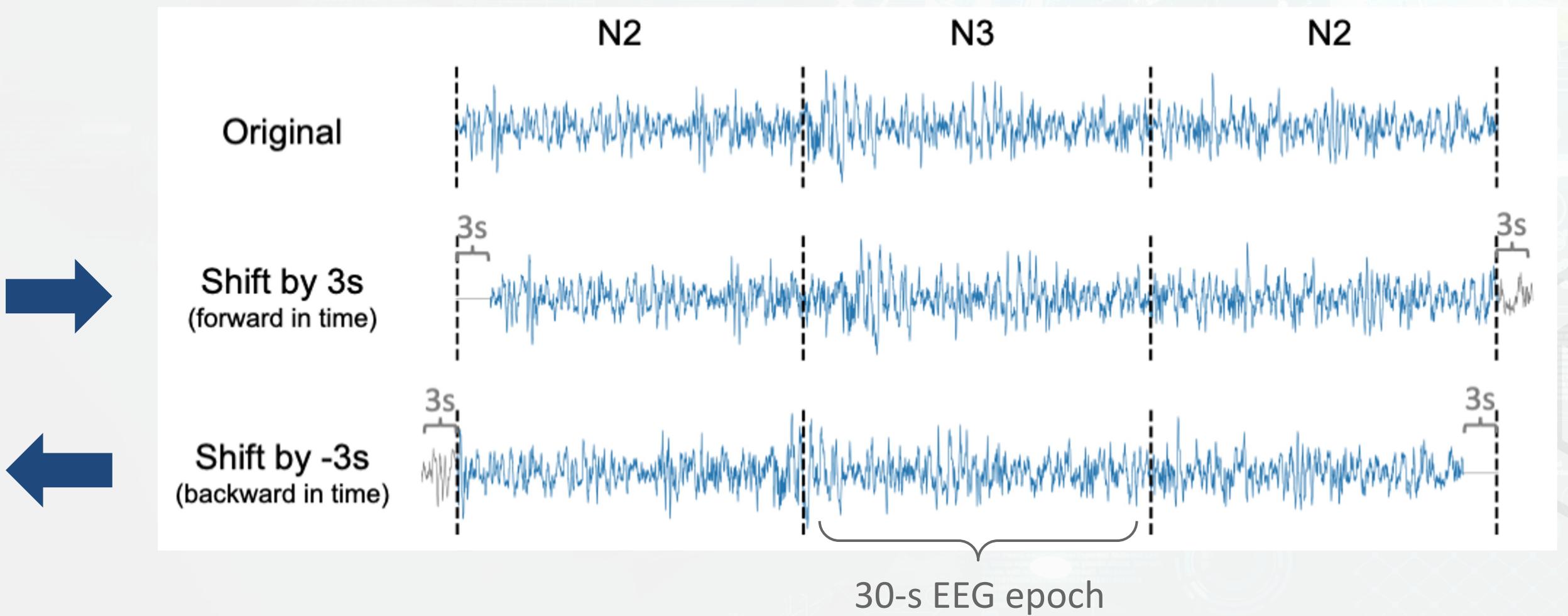


E-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## TinySleepNet

- Signal Augmentation
  - Randomly **shift** signals forward or backward in time



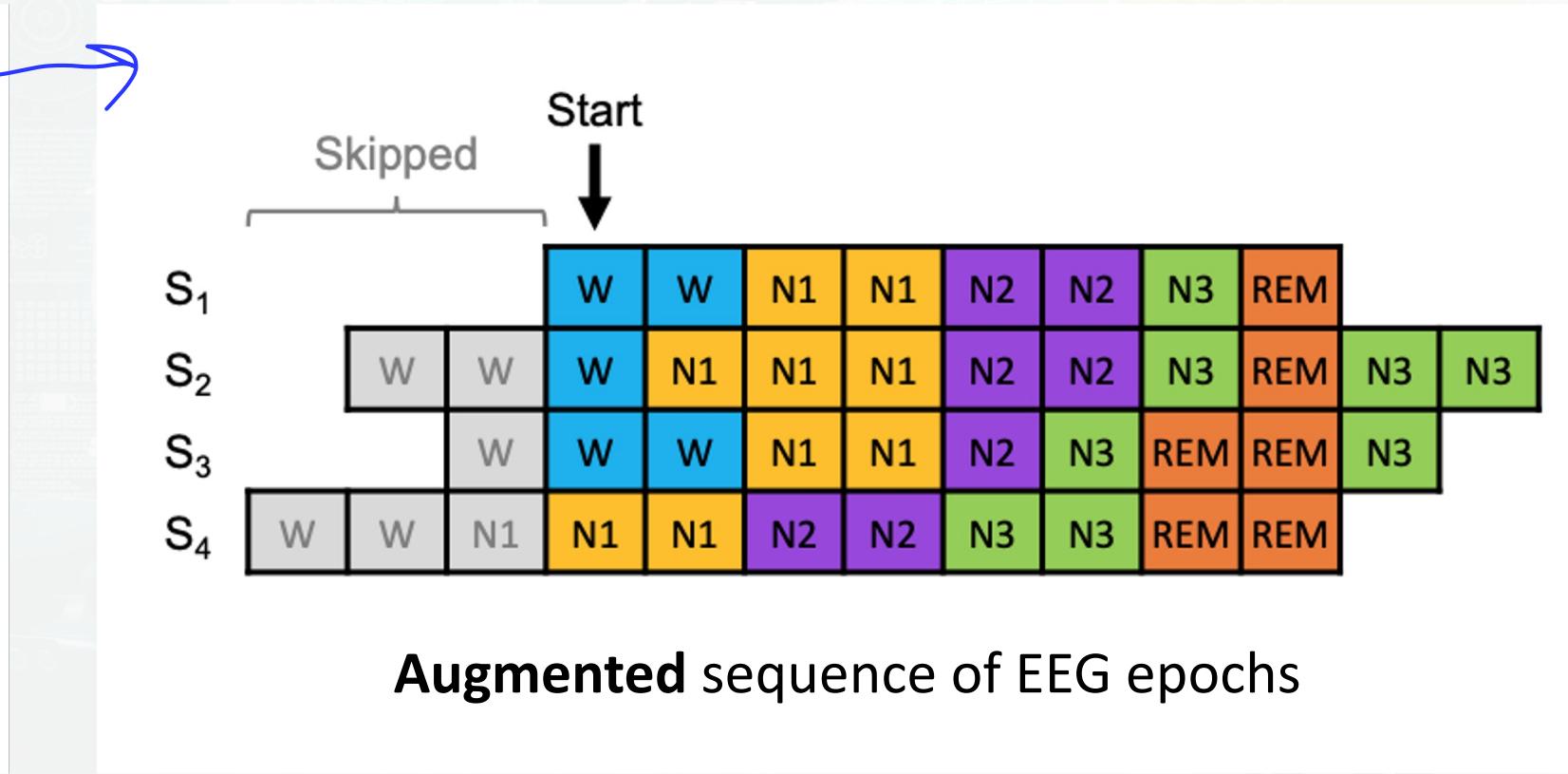
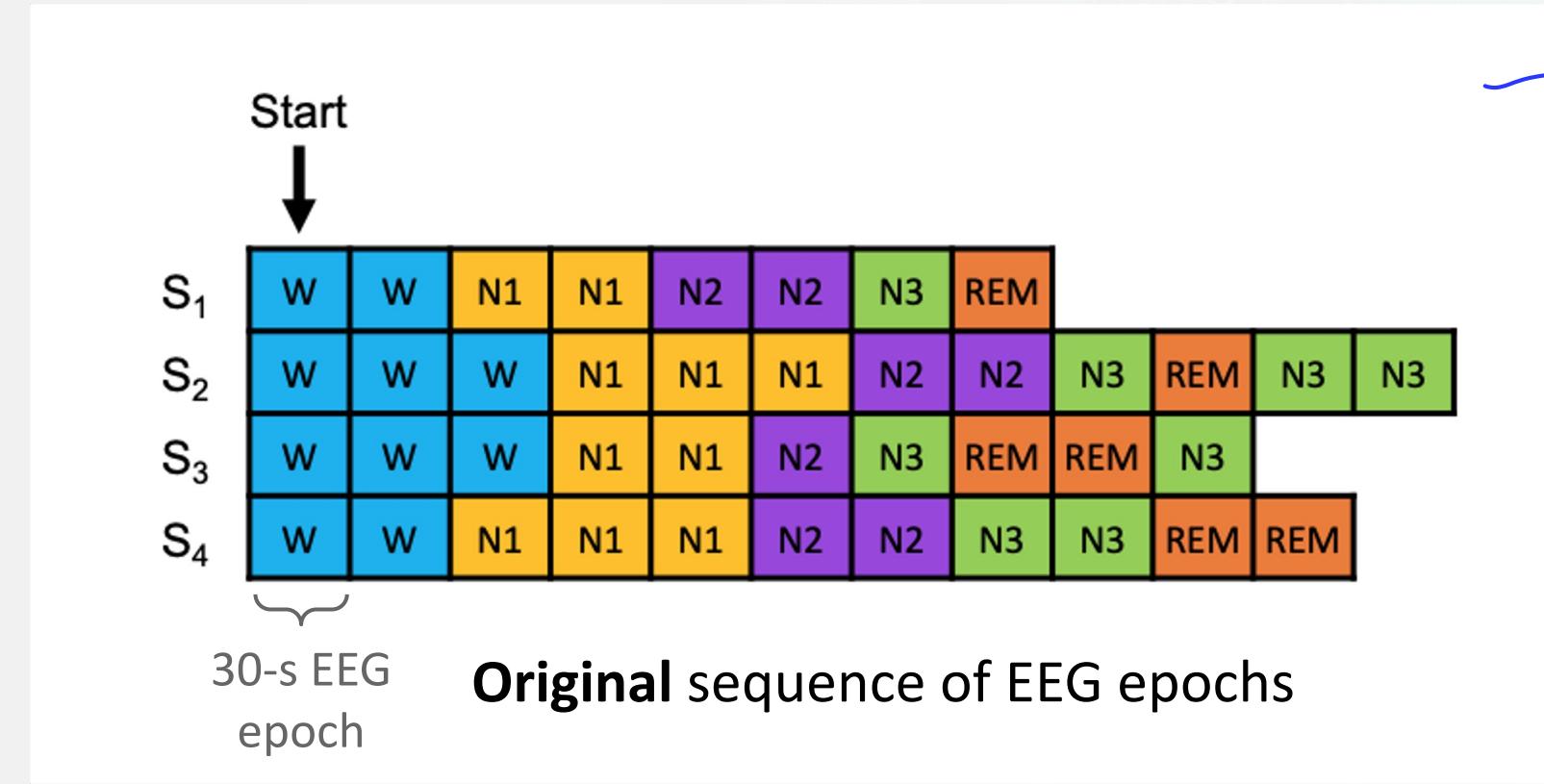


อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## TinySleepNet

- Sequence Augmentation
  - A few EEG epochs at the beginning of each sleep sequence are **skipped** by a random amount





อธิบดี  
ศ.ดร. พญ. นิตยา ลักษณ์  
**E-TAKN THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบปั้นเวศการเรียนรู้กับรูปแบบการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## 04 การวัดผลการวิเคราะห์การนอน (Evaluation)



ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Model Evaluation

- Experimental Setup
  - $k$ -fold cross-validation (non-overlapping patient split)
- Performance Metrics
  - Overall: accuracy (ACC), macro-averaged F1-Score (MF1), Cohen's Kappa ( $\kappa$ )
  - Per-class: precision (PR), recall (RE), F1-Score (F1)
- Visualization
  - Hypnogram



CODE COMBAT

Google

The Asia Foundation

Let's Code Thailand

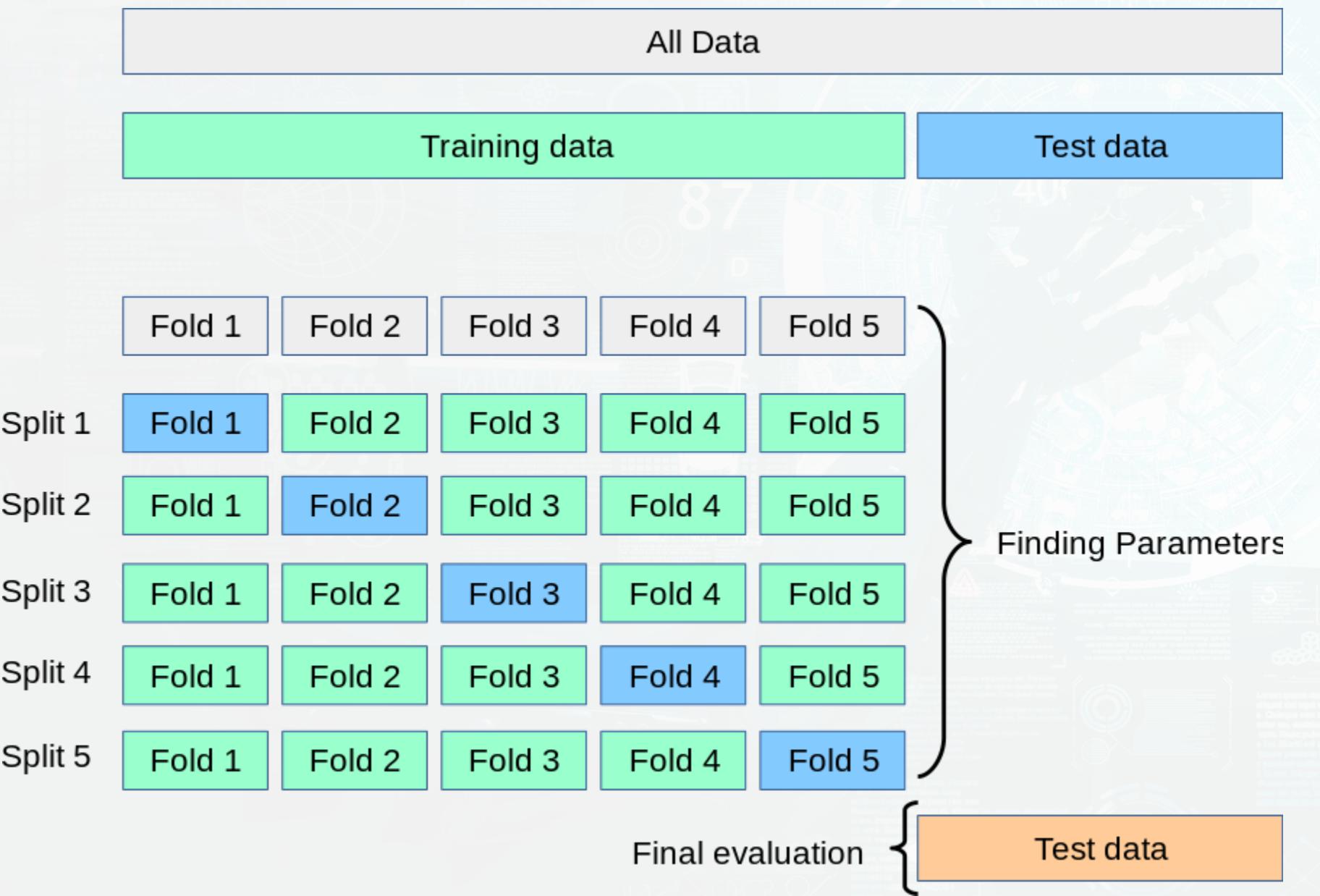
DMAP  
DIGITAL MAKERS  
ASIA PACIFIC

THAI  
PROGRAMMER

E-ศกน THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## k-fold cross-validation





อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Confusion Matrix

		ACTUAL	
		P	N
PREDICTED	P	TP	FP <i>Type I</i>
	N	FN <i>Type II</i>	TN

**True Positives:** Hit

**True Negative:** Correct rejection

**False Positive:** False alarm

**False Negative:** Miss



ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Example: Confusion Matrix for Cancer

		ACTUAL	
		P	N
PREDICTED	P	A patient has cancer and predict cancer.	A patient does not have cancer, but predict cancer.
	N	A patient has cancer, but predict no cancer.	A patient does not have cancer, and predict not cancer.



ไทย  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Performance Metrics

精度: ถูกต้อง Accuracy แม่นยำ

1. **Accuracy:**  $\frac{TP + TN}{TOTAL}$

Good when classes are **approximately balance**

2. **Precision:**  $\frac{TP}{TP + FP}$

Good when **FN is less important**, e.g. spam filter

3. **Recall:**  $\frac{TP}{TP + FN}$

Good when **FP is less important**, e.g. cancer screening

4. **F1 Score:**  $\frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall}$

Good when we care about **both precision and recall**

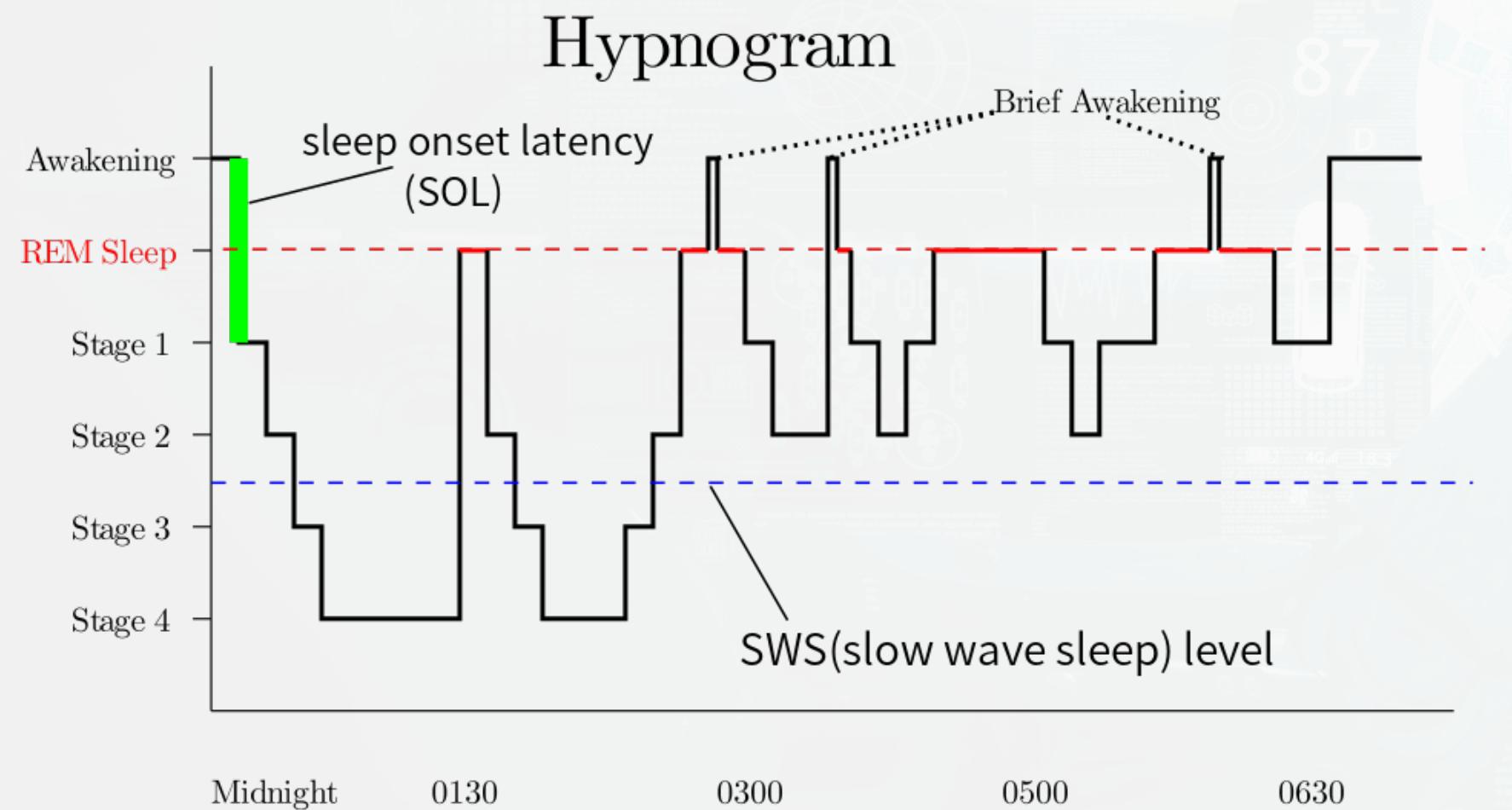


E-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Hypnogram

A graph that represents the stages of sleep as a function of time





**E-ศกน THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Model Evaluation

- Achieve a *similar (if not better)* performance compared to the state-of-the-art methods on **all** datasets

Methods	Datasets	Manual	EEG Channels	$F_s$ (Hz)	Epoch (sec)	$k$ -fold CV	Test Epochs	Overall Metrics			Per-class F1-Score (F1)				
								ACC	MF1	$\kappa$	W	N1	N2	N3	REM
IITNet [6]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	42308	84.0	77.7	0.78	87.9	44.7	88.0	85.7	82.1
SeqSleepNet+ (FT) [9]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	-	85.2	79.6	0.79	-	-	-	-	-
SleepEEGNet [7]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	42308	84.3	79.7	0.79	89.2	<b>52.2</b>	86.8	85.1	<b>85.0</b>
DeepSleepNet [5]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	41950	82.0	76.9	0.76	84.7	46.6	85.9	84.8	82.4
<b>Our method</b>	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	44220	<b>85.4</b>	<b>80.5</b>	<b>0.80</b>	<b>90.1</b>	51.4	<b>88.5</b>	<b>88.3</b>	84.3
SleepEEGNet [7]	Sleep-EDF	R&K	Fpz-Cz	100	30	10	195479	80.0	73.6	0.73	91.7	44.1	82.5	73.5	76.1
<b>Our method</b>	Sleep-EDF	R&K	Fpz-Cz	100	30	10	199352	<b>83.1</b>	<b>78.1</b>	<b>0.77</b>	<b>92.8</b>	<b>51.0</b>	<b>85.3</b>	<b>81.1</b>	<b>80.3</b>
Our method	MASS-SS1	AASM	F4-EOG (L)	256	30	27	51293	83.1	79.3	0.76	90.0	60.6	87.4	73.2	85.1
Our method	MASS-SS2	R&K	F4-EOG (L)	256	20	19	26711	82.6	75.5	0.75	76.6	48.2	87.8	80.5	84.3
IITNet [6]	MASS-SS3	AASM	F4-EOG (L)	256	30	31	57395	86.6	80.8	0.80	86.1	54.4	91.3	<b>86.0</b>	86.2
DeepSleepNet [5]	MASS-SS3	AASM	F4-EOG (L)	256	30	31	58600	86.2	81.7	0.80	87.3	59.8	90.3	81.5	<b>89.3</b>
<b>Our method</b>	MASS-SS3	AASM	F4-EOG (L)	256	30	31	59317	<b>87.5</b>	<b>83.2</b>	<b>0.82</b>	<b>87.3</b>	<b>62.7</b>	<b>91.8</b>	85.5	88.6
Our method	MASS-SS4	R&K	C4-EOG (L)	256	20	20	55310	84.0	78.0	0.77	79.8	50.2	88.9	82.4	88.5
Our method	MASS-SS5	R&K	F4-EOG (L)	256	20	26	36409	86.6	80.9	0.81	85.5	55.0	89.9	86.6	87.7



**E-ศกน THAILAND  
CODING & AI ACADEMY**

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Model Evaluation

- NO sacrificing the performance on *any* sleep stage, especially **N1** (the most difficult sleep stage to classify)

Methods	Datasets	Manual	EEG Channels	$F_s$ (Hz)	Epoch (sec)	$k$ -fold CV	Test Epochs	Overall Metrics			Per-class F1-Score (F1)				
								ACC	MF1	$\kappa$	W	N1	N2	N3	REM
IITNet [6]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	42308	84.0	77.7	0.78	87.9	44.7	88.0	85.7	82.1
SeqSleepNet+ (FT) [9]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	-	85.2	79.6	0.79	-	-	-	-	-
SleepEEGNet [7]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	42308	84.3	79.7	0.79	89.2	<b>52.2</b>	86.8	85.1	<b>85.0</b>
DeepSleepNet [5]	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	41950	82.0	76.9	0.76	84.7	46.6	85.9	84.8	82.4
Our method	Sleep-EDF-v1	R&K	Fpz-Cz	100	30	20	44220	<b>85.4</b>	<b>80.5</b>	<b>0.80</b>	<b>90.1</b>	51.4	<b>88.5</b>	<b>88.3</b>	84.3
SleepEEGNet [7]	Sleep-EDF	R&K	Fpz-Cz	100	30	10	195479	80.0	73.6	0.73	91.7	44.1	82.5	73.5	76.1
Our method	Sleep-EDF	R&K	Fpz-Cz	100	30	10	199352	<b>83.1</b>	<b>78.1</b>	<b>0.77</b>	<b>92.8</b>	<b>51.0</b>	<b>85.3</b>	<b>81.1</b>	<b>80.3</b>
Our method	MASS-SS1	AASM	F4-EOG (L)	256	30	27	51293	83.1	79.3	0.76	90.0	60.6	87.4	73.2	85.1
Our method	MASS-SS2	R&K	F4-EOG (L)	256	20	19	26711	82.6	75.5	0.75	76.6	48.2	87.8	80.5	84.3
IITNet [6]	MASS-SS3	AASM	F4-EOG (L)	256	30	31	57395	86.6	80.8	0.80	86.1	54.4	91.3	<b>86.0</b>	86.2
DeepSleepNet [5]	MASS-SS3	AASM	F4-EOG (L)	256	30	31	58600	86.2	81.7	0.80	87.3	59.8	90.3	81.5	<b>89.3</b>
Our method	MASS-SS3	AASM	F4-EOG (L)	256	30	31	59317	<b>87.5</b>	<b>83.2</b>	<b>0.82</b>	<b>87.3</b>	<b>62.7</b>	<b>91.8</b>	85.5	88.6
Our method	MASS-SS4	R&K	C4-EOG (L)	256	20	20	55310	84.0	78.0	0.77	79.8	50.2	88.9	82.4	88.5
Our method	MASS-SS5	R&K	F4-EOG (L)	256	20	26	36409	86.6	80.9	0.81	85.5	55.0	89.9	86.6	87.7

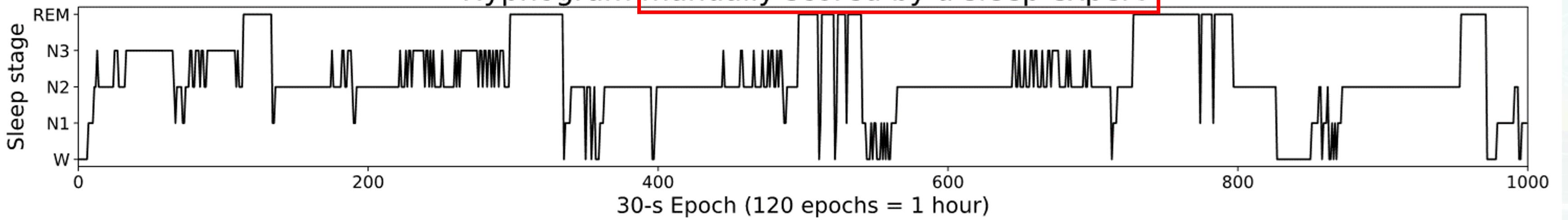


อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

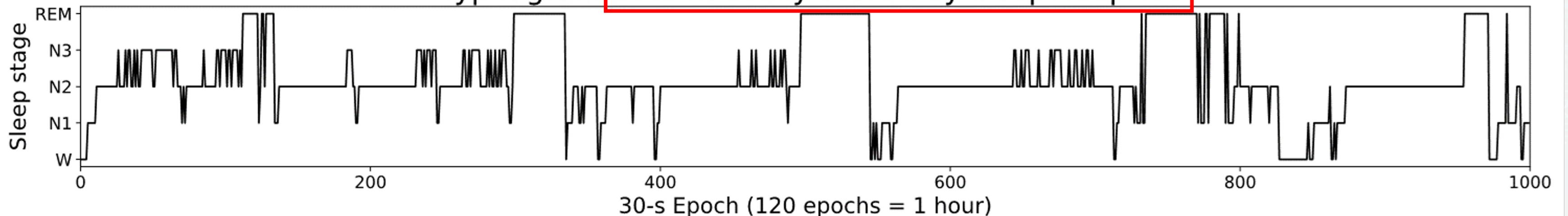
โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Hypnogram

Hypnogram manually scored by a sleep expert



Hypnogram automatically scored by DeepSleepNet





# E-SAN THAILAND CODING & AI ACADEMY

# โครงการวิจัยโมเดลระบบนิเวศการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for You

Cells becomes inactive during trains of REM stage



# E-SAN THAILAND CODING & AI ACADEMY

# โครงการวิจัยโมเดลระบบนิเวศการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Yo

# Cells becomes active for W or N1 stages



# E-SAN THAILAND CODING & AI ACADEMY

# โครงการวิจัยโมเดลระบบนิเวศการเรียนรู้ที่บูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for You

# Not easily interpretable cells



อธิบดี  
ศ.ดร. พิริยะ นิติพั�ช  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบปัญเวกการเรียนรู้ทักษะการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## 05 แบบฝึกหัด (Coding Exercise)



ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Code Exercise

- Download the exercise from Github
  - <https://github.com/akaraspt/pmub-learning-biosignals/tree/main>
- Setup Environment
- Download the SleepEDF dataset
- Signal extraction
  - Select frontal EEG channel
  - Generate dataset for model and evaluation
    - Pair of (30-s single-channel EEG, {0,1,2,3,4})
- Define a 1D CNN model for sleep stage scoring (**Exercise**)
- Train the model in 20-fold cross validation
- Use the trained model for predictions

ผู้ใช้ Terminal



## ศูนย์ THAILAND CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

06 บทสรุปและโอกาสการพัฒนาต่อไป  
(Conclusion and Future Works)



ศูนย์  
E-SAN  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Conclusions

- Deep Learning are typically applied to biosignal in the **supervised** cases
  - Not for everything !!!
- Alternatively, we can **transform from raw signals into spectrogram or image-based representations**
  - Can use CNN that processes images
  - However, this is not an ideal end-to-end training
- **Not many cases** that can successfully apply deep learning directly on “**raw**” signals
  - Only for the domain that have clear **patterns of the signals** for each class, and sufficient amount of training examples
- Promising area of research for **remote monitoring**
  - Different characteristics of the **wearable devices**
  - **Transfer the knowledge** learned in the clinic into the wearable device



อี-เทคโนโลยี  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## Future Works and Impacts

- Doctors can see
  - Sleep hours, walking performance, body temperature and blood pressure
- Patients save time and money from revisiting hospitals
- Early sign for harmful diseases and save lives



Smart eye-mask





ศ.สกน  
THAILAND  
CODING & AI ACADEMY

โครงการวิจัยโมเดลระบบบูรณาการ CODING & AI สำหรับเยาวชน  
Model of Learning Ecosystem Platform integrate with Coding & AI for Youth

## More Details ...

- Paper
  - A. Supratak, H. Dong, C. Wu, and Y. Guo, “**DeepSleepNet: a Model for Automatic Sleep Stage Scoring based on Raw Single-Channel EEG**,” *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, pp. 1–10, 2017.
  - A. Supratak and Y. Guo, “**TinySleepNet: An Efficient Deep Learning Model for Sleep Stage Scoring based on Raw Single-Channel EEG**,” *2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*, 2020.
- Code that can be used and extended for future works
  - Github: <https://github.com/akaraspt/deepsleepnet>
  - Github: <https://github.com/akaraspt/tinysleepnet>

