apisacoustic

APISACOUSTIC

การจำแนกสถานะของรังผึ้งผ่านการวิเคราะห์เสียง

Crimson-crabs | Jadesadakorn

ผึ้งเป็นหัวใจสำคัญของ**เกษตรกรรมและระบบนิเวศ**<u>**ในประเทศไทย**</u>
หน้าที่หลักคือการผสมเกสรช่วย**เพิ่มผลผลิต**เศรษฐกิจ

Problem Statement

“ภาวะขาดนางพญาผึ้ง”

<u>สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์</u>

เป็น**วิกฤต**ที่เกิดขึ้นเมื่อรังผึ้งสูญเสียนางพญาไป
เมื่อขาดนางพญา
รังจะไร้ทายาทประชากรผึ้งงาน
จะลดลง และหากปล่อยทิ้งไว้
รังจะล่มสลาย

“ภาวะติดเชื้อไรวารัว”

<u>สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์</u>

หนึ่งใน**ภัยคุกคาม**ที่ร้ายแรง
เกิดจากปรสิตภายนอกชื่อ
Varroa destructor ไรชนิดนี้
จะเกาะดูดกินเลือดผึ้ง พร้อมทั้ง
แพร่เชื้อไวรัสอันตราย

ปกติตรวจสอบกันยังไง?

เดินไปตรวจสอบด้วยมนุษย์ทุกรัง **~10 วัน/ครั้ง**

อาชีพเสริม **+30-50 รัง** / อาชีพหลัก **+100-200 รัง**

อบกันยังไง?

นุษย์ทุกรัง **~10 วัน/ครั้ง**

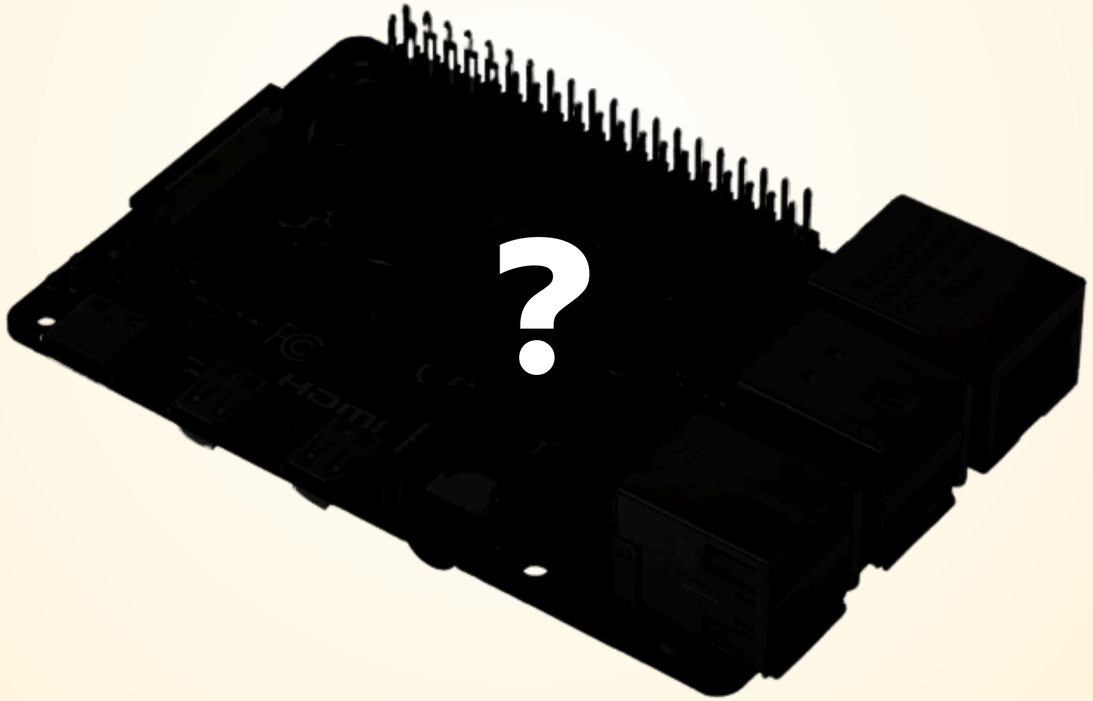
/ อาชีพหลัก **+100-200 รัง**

หากตรวจสอบบ่อยเกินไป ผึ้งจะเครียด

Solution

สร้างคน ข้ามพรมแดน
425 WWW.425DEGREE.COM

Solution
อุปกรณ์จำแนกสถานะในรังผึ้ง



Real-time

ลดการใช้ทรัพยากรคน

ปลอดภัยกับรังผึ้ง

สร้างคน ข้ามพรมแดน
425 WWW.425DEGREE.COM

DATASET

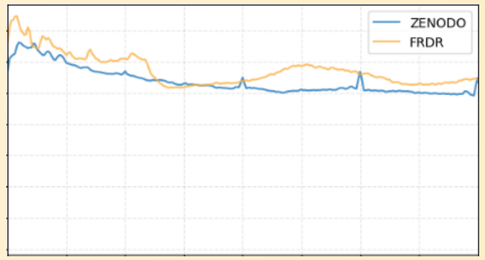
Source	Active	Queenless	Infested	Total
FRDR	147	83	163	393
Zenodo	288	288	-	576
Total	**435**	**371**	**163**	**969**

Zenodo

Sample Rate: 32000 Hz
Audio Format: .wav
จำนวน: 576 ไฟล์ (4 ชุดการบันทึก x 144 ไฟล์)
ไฟล์ละประมาณ: 10 นาที
จำนวนรังผึ้ง (tag numbers) **2 รัง**: 1, 3

ไม่มี Infested

Urban - frdr



Sample Rate: 16000 Hz
Audio Format: .wav
จำนวน: 393 ไฟล์
ไฟล์ละประมาณ: 15 นาที
จำนวนรังผึ้ง (tag numbers) **9 รัง**: 6, 3627, 3628, 3631, 3640, 3690, 3691, 3692, 3693

มี Noise เยอะ

Split Data

Source	Active	Queenless	Infested	Total
FRDR	163	83	147	393
Zenodo	288	288	-	576
Total	**451**	**371**	**147**	**969**

ชุด	จำนวนไฟล์	
Train	774	**80%**
Val	97	**10%**
Test	98	**10%**

1.Split by Dataset
2.Split by Class
3.Split by Hive (Only FRDR)

Split Data

Source	Active	Queenless	Infested	Total
FRDR	163	83	147	393
Zenodo	288	288	-	576
Total	**451**	**371**	**147**	**969**

1.Split by Dataset
2.Split by Class
3.Split by Hive (Only FRDR)

```
UrBAN-FRDR: 393 Files
Zenodo: 576 Files
Total files: Train = 774 | Val = 97 | Test = 98


1. Split by Dataset:
         Train_Set  Val_Set  Test_Set  Total
Dataset
ZENODO         460       58        58    576
FRDR           314       39        40    393


2. Split by Class:
           Train_Set  Val_Set  Test_Set  Total
Class
Active           346       45        44    435
Queenless        297       36        38    371
Infested         131       16        16    163


3. Split by Hive:
           Train_Set  Val_Set  Test_Set  Total
Hive
HIVE-3627          4        1         0      5
HIVE-3628         25        3         3     31
HIVE-3631         52        4         9     65
HIVE-3640         33        4         4     41
HIVE-3690         52        8         5     65
HIVE-3691         12        1         2     15
HIVE-3692          3        0         1      4
HIVE-3693         54        7         6     67
HIVE-6            79       11        10    100
Hive1            229       31        28    288
Hive3            231       27        30    288
```

Waveform → Chunking → Mel-spectrogram

Waveform → Chunking → Mel-spectrogram

Sample rate 16kHz

((if sr > 16kHz: resample))

10 - 15 min

Waveform → Chunking → Mel-spectrogram

Sample rate 16kHz

30 sec

Waveform → Chunking → Mel-spectrogram

RMS Filter > 0.003 →

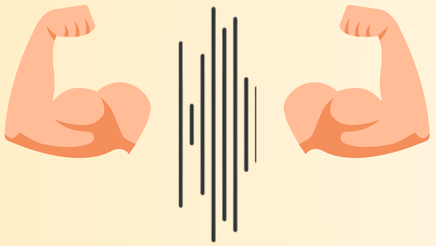
Continue

High-pass filter
< 150Hz →

Ready for mel !

30 sec

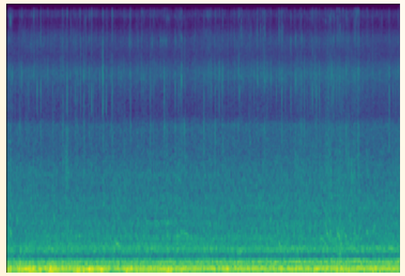
Waveform → Chunking → Mel-spectrogram



→ **AmplitudeToDB** → resize เป็น 224×224 → **Per-sample z-score Normalization**

→ [3, 224, 224] → **mel tensor + metadata**

class, hive, dataset, chunk_id



```
Processing chunks: 100%|██████████| 774/774 [11:22<00:00,  1.13it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 97/97 [00:37<00:00,  2.56it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 98/98 [00:39<00:00,  2.48it/s]
Train chunks: 17757
Val chunks: 485
Test chunks: 490
Train class dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 3767}
```

Imbalance

```
Processing chunks: 100%|██████████| 774/774 [11:22<00:00,  1.13it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 97/97 [00:37<00:00,  2.56it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 98/98 [00:39<00:00,  2.48it/s]
Train chunks: 17757
Val chunks: 485
Test chunks: 490
Train class dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 3767}
```

Imbalance

```
Processing chunks: 100%|██████████| 774/774 [11:22<00:00,  1.13it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 97/97 [00:37<00:00,  2.56it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 98/98 [00:39<00:00,  2.48it/s]
Train chunks: 17757
Val chunks: 485
Test chunks: 490
Train class dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 3767}
```

Down sample

```
{'Active': 3767, 'Queenless': 3767, 'Infested': 3767}
{'Active': 80, 'Infested': 80, 'Queenless': 80}
```

```
: 490
dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 3767}
```

Down sample

```
{'Active': 3767, 'Queenless': 3767, 'Infested': 3767}
{'Active': 80, 'Infested': 80, 'Queenless': 80}
```

```
Processing chunks: 100%|██████████| 774/774 [11:22<00:00,  1.13it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 97/97 [00:37<00:00,  2.56it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 98/98 [00:39<00:00,  2.48it/s]
Train chunks: 17757
Val chunks: 485
Test chunks: 490
Train class dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 3767}
```

Down sample

```
{'Active': 3767, 'Queenless': 3767, 'Infested': 3767}
{'Active': 80, 'Infested': 80, 'Queenless': 80}
```

```
Processing chunks: 100%|██████████| 774/774 [11:22<00:00,  1.13it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 97/97 [00:37<00:00,  2.56it/s]
Processing chunks: 100%|██████████| 98/98 [00:39<00:00,  2.48it/s]
Train chunks: 17757
Val chunks: 485
Test chunks: 490
Train class dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 3767}
```

Oversampling Data

```
Synthetic Infested chunks generated: 1043
Augmented train chunks: 18800
Post-synthetic train dist: {'Active': 7696, 'Queenless': 6294, 'Infested': 4810}
```

Oversampling Data

Pitch shift: ความถี่กระพือปีก **(ผึ้งอาจจะกระพือปีกเป็นจังหวะสั้น-ยาว)**

Time Stretch: พฤติกรรมความต่อเนื่องของเสียงจะต่างกัน

Noise injection: เสียงสิ่งแวดล้อม — ลม, ฝน, เครื่องจักร

Gain / Volume Control: เสียงผึ้งอยู่ ใกล้/ไกล ไมค์ไม่เท่ากัน

Mixup - On-the-fly augmentation

((ทำให้ใช้งานบน rpi ได้จริง))

ผสมภาพ 2 ตัวอย่างเข้าด้วยกัน

Sample Size

Total: 18,800 files

Active: 7,696

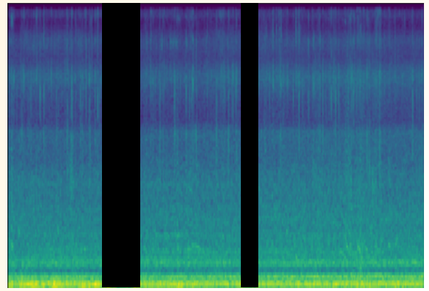
Queenless: 6,294

Infested: 4,810

ไฟล์ละ 30 sec

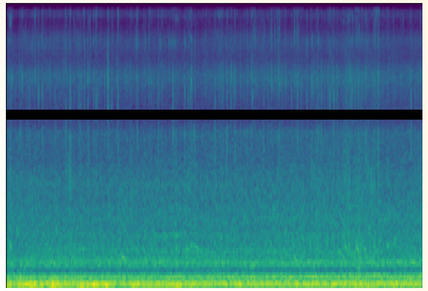
Data Augmentation

Time masking



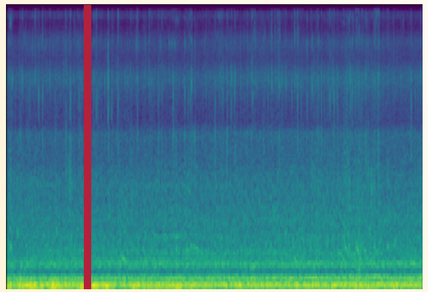
15%

Frequency Masking



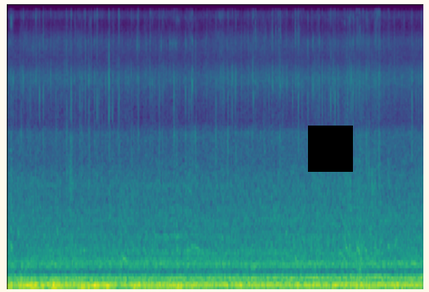
15%

Time Shift



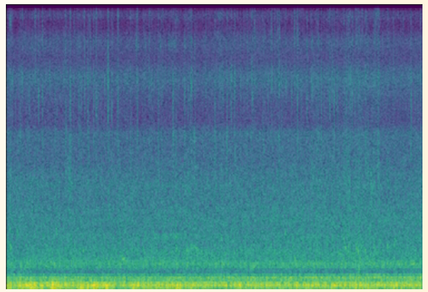
Start 15%

Cutout



15%

Gaussian Noise



15%

random seed เปลี่ยนทุก epoch

Modeling - Overview

Pretrained model:

mobilenetv3_small_100

2.54m parameters

pretrained on ImageNet → Fine-tuning on mel-spectrograms

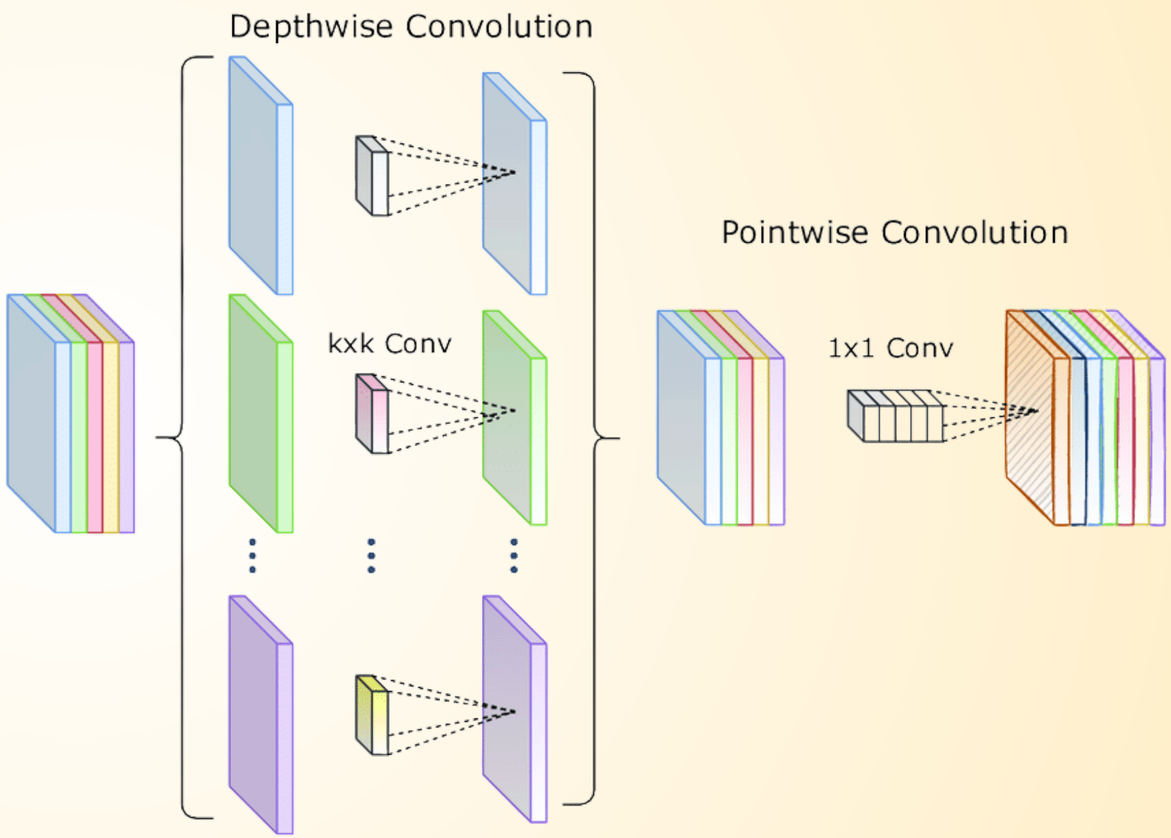
Why mobilenet?

ประมวลผลเร็ว, กินพลังงานน้อย

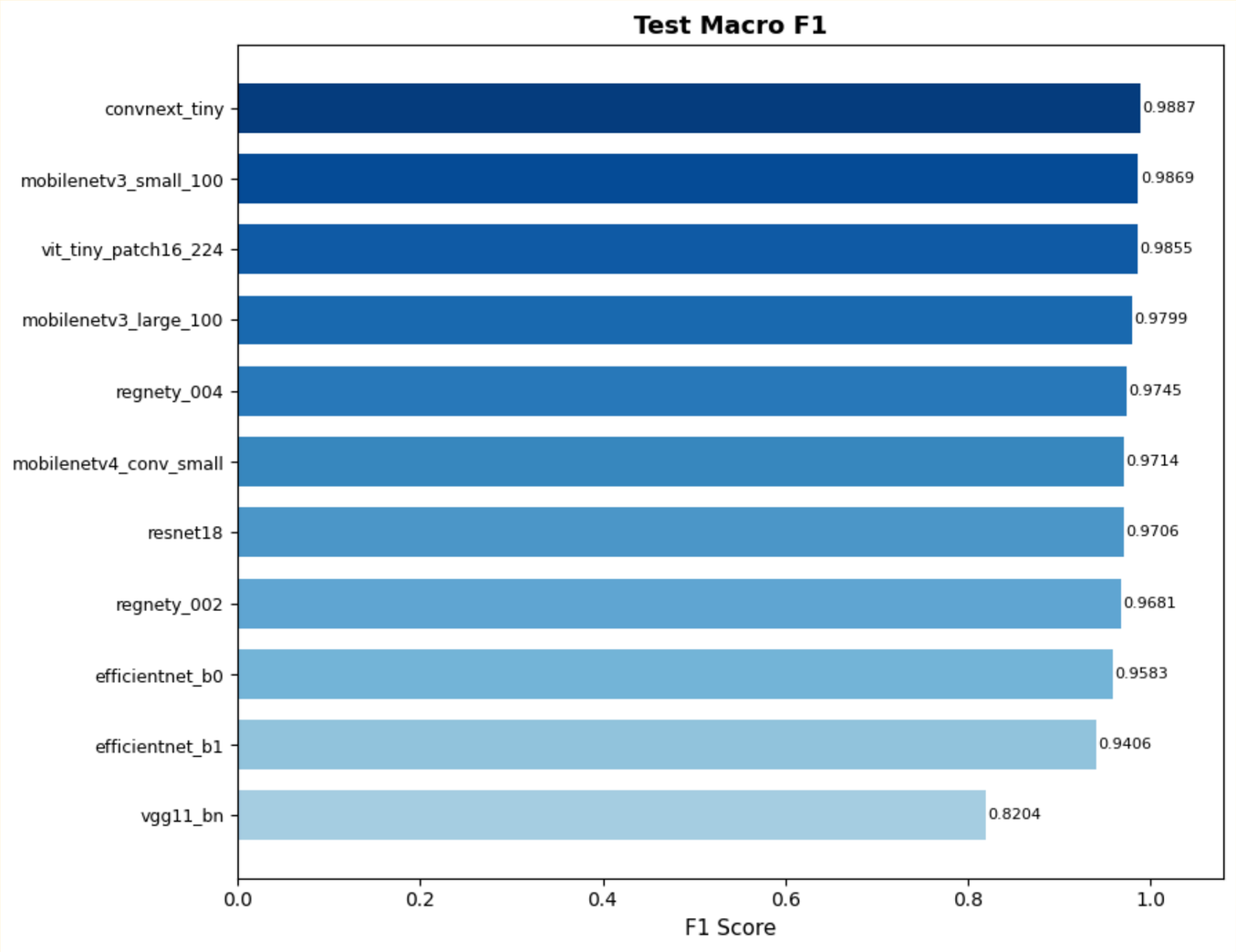
Loss Function

Focal Loss

<u>ลด Weights</u> ข้อมูลที่จำแนกง่าย <u>Focus</u> ข้อมูลที่จำแนกยาก

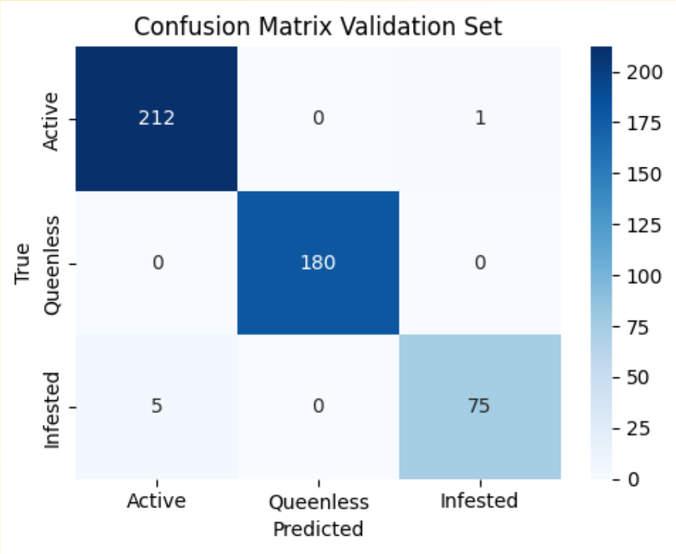


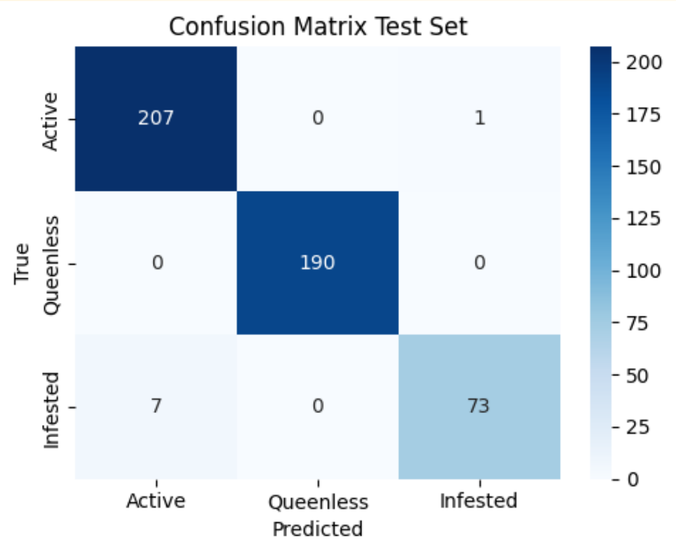
Model Comparison



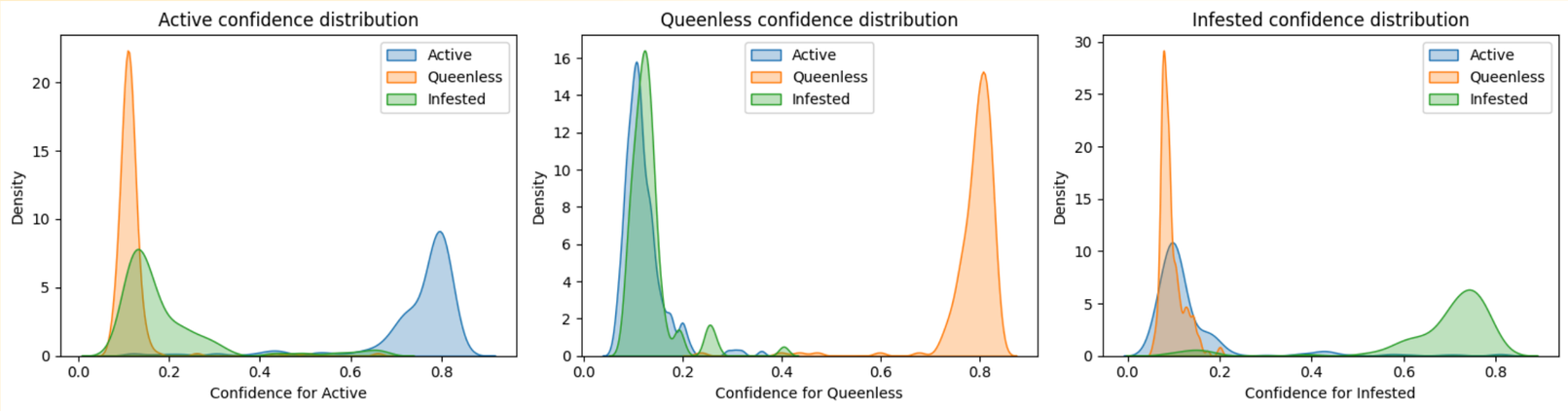
Results

98.16% Accuracy





	precision	recall	f1-score	support
Active	0.96	1.00	0.98	220
Queenless	1.00	1.00	1.00	190
Infested	0.99	0.90	0.94	80
accuracy			0.98	490
macro avg	0.98	0.97	0.97	490
weighted avg	0.98	0.98	0.98	490



Threshold Calibration

สำหรับแต่ละคลาส ลูปหา threshold
ที่ให้ **F1-score สูงสุด**

Baseline

github.com/inesnolas/Audio_based_identification_beehive_states.git

SVM Baseline

90.59% Accuracy (on test set)

	precision	recall	f1-score	support
Active	0.90	0.86	0.88	220
Queenless	0.95	0.94	0.95	190
Infested	0.76	0.89	0.82	80
accuracy			0.90	490
macro avg	0.87	0.90	0.88	490
weighted avg	0.90	0.90	0.90	490

My model

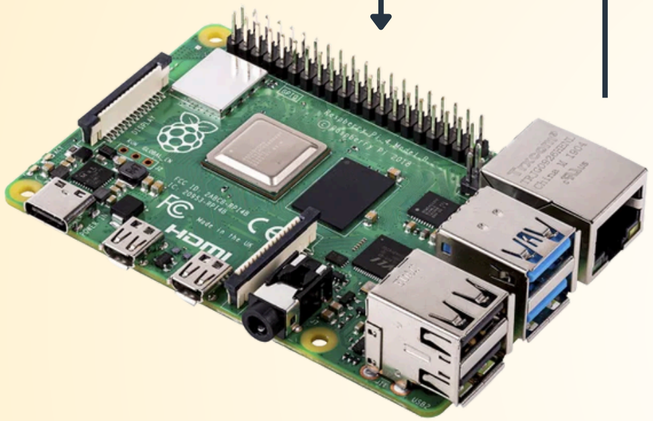
MobileNetv3_large

98.16% Accuracy (on test set)

	precision	recall	f1-score	support
Active	0.96	1.00	0.98	220
Queenless	1.00	1.00	1.00	190
Infested	0.99	0.90	0.94	80
accuracy			0.98	490
macro avg	0.98	0.97	0.97	490
weighted avg	0.98	0.98	0.98	490

Deployment

.pth file
scp from Window



audio_buffer: 30 วินาที

ครบ 30 วินาที

คำนวณความดัง (RMS)

RMS < 0.003

Skip

RMS > 0.003

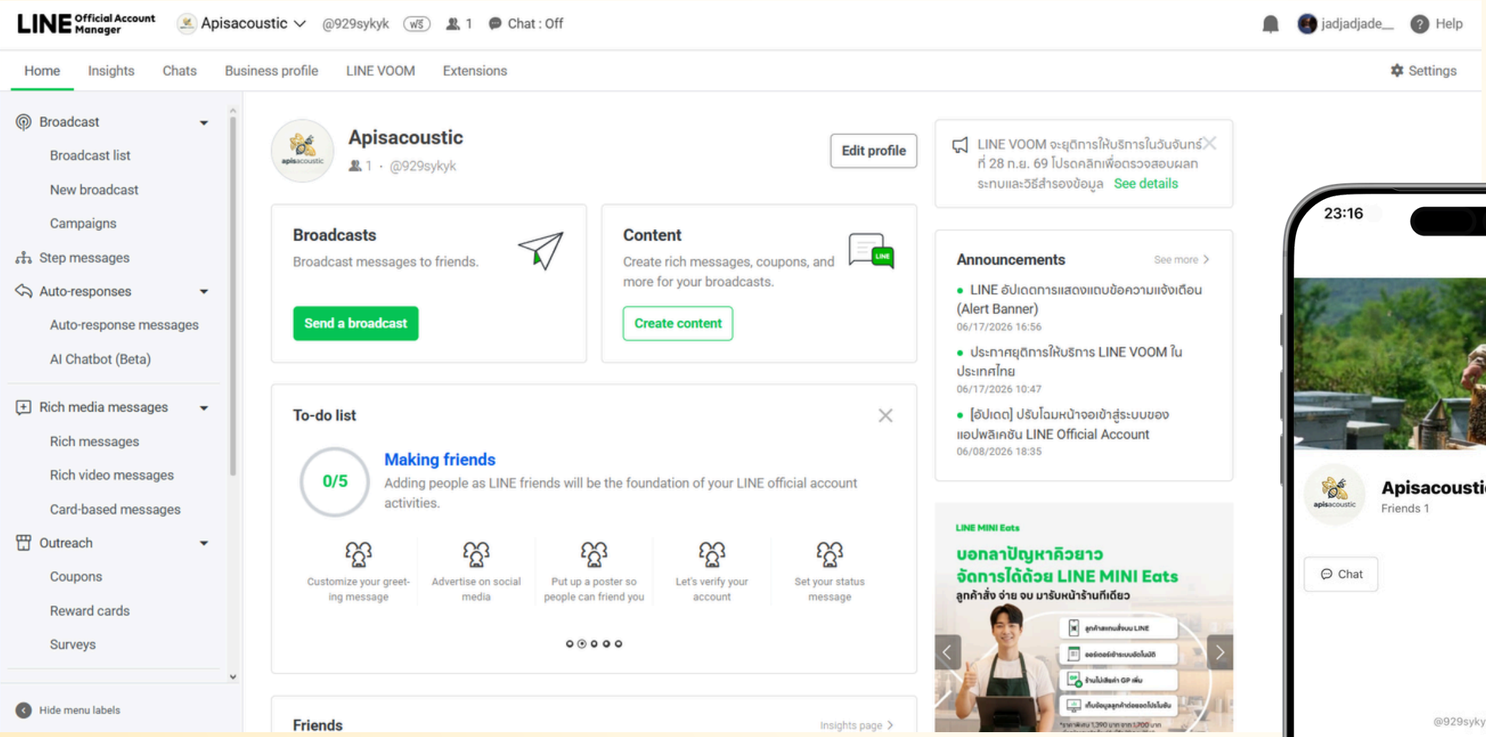
Waveform เป็น Mel-spectrogram
แปลง Amp เป็น dB

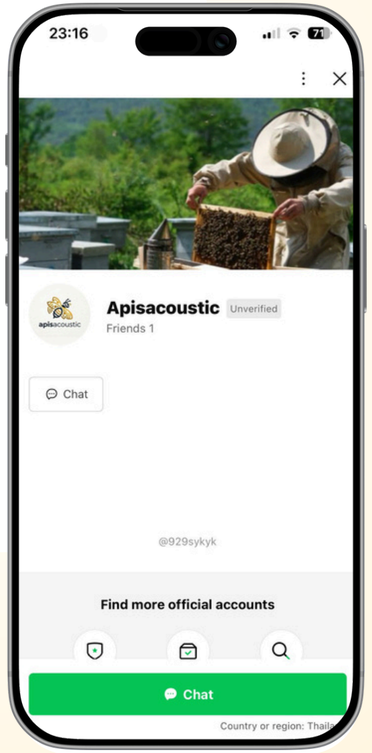
MobileNetV3
Processing...

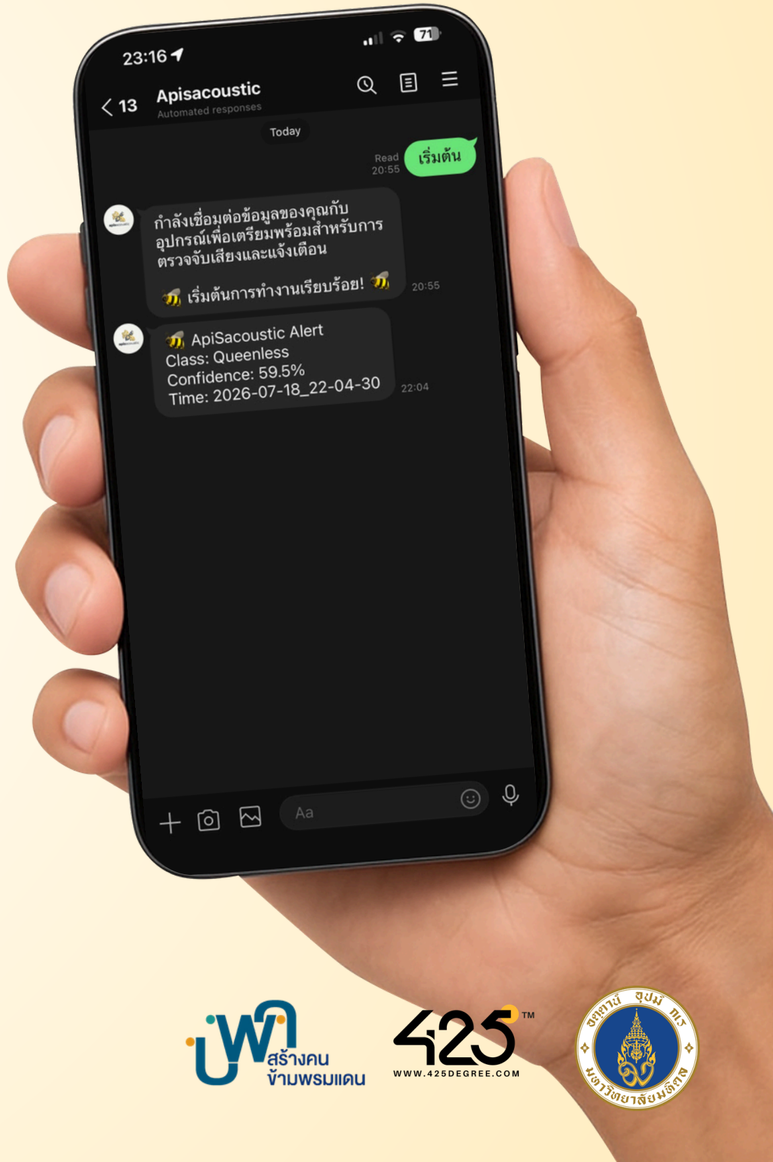
Logits ผ่าน Softmax เป็น
สัดส่วนเปอร์เซ็นต์ของทั้ง 3 คลาส

LINE

Deployment

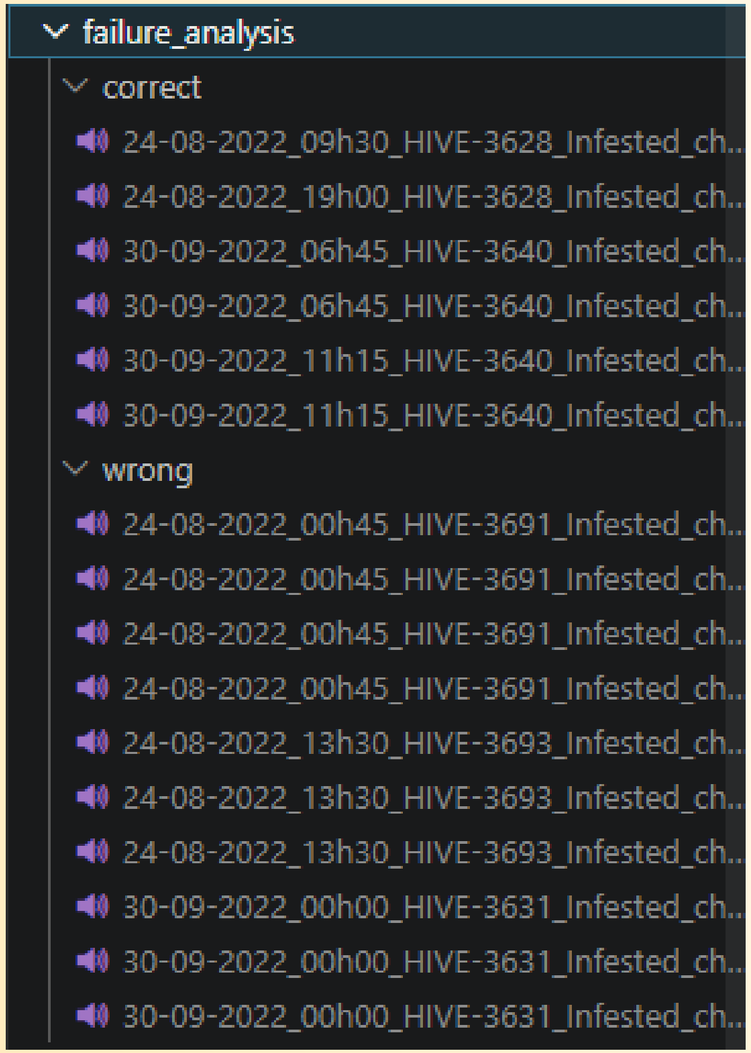


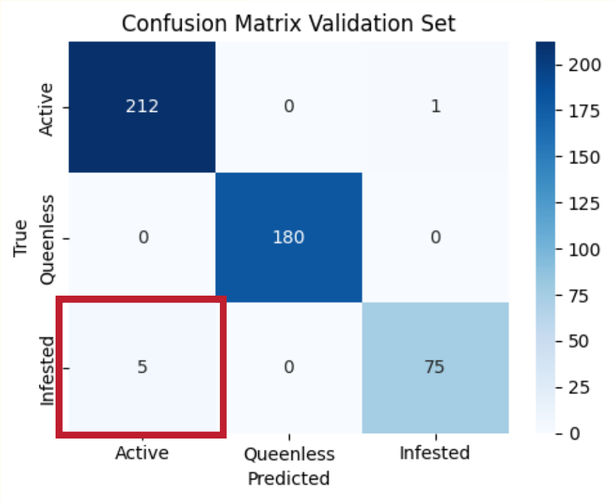


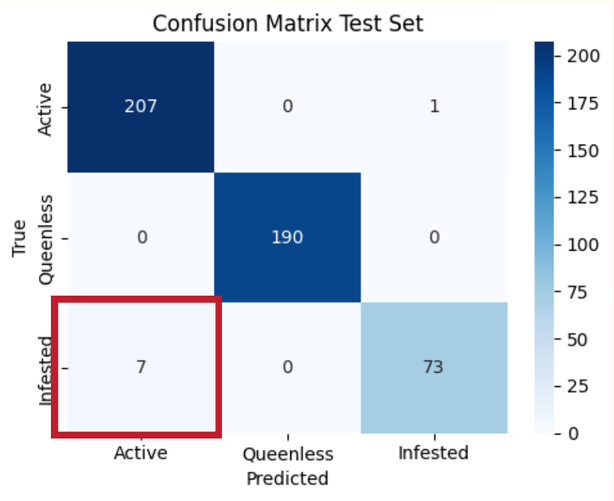


เกษตรกรถนัดไลน์ > เว็บไซต์

Error Analysis







เพราะ **เสียงผึ้งเบา, ขาดไปเป็นช่วง**

30 วินาที → แทบไม่มีเสียงผึ้ง

Error Analysis

```
Active (57.9%) | rms=0.0047 [OK] | Active: 0.579 | Queenless: 0.044 | Infested: 0.377
Active (90.5%) | rms=0.0162 [OK] | Active: 0.905 | Queenless: 0.015 | Infested: 0.081
Active (65.8%) | rms=0.0166 [OK] | Active: 0.658 | Queenless: 0.051 | Infested: 0.291
Active (98.6%) | rms=0.0176 [OK] | Active: 0.986 | Queenless: 0.013 | Infested: 0.000
Active (98.9%) | rms=0.0179 [OK] | Active: 0.989 | Queenless: 0.011 | Infested: 0.000
Active (100.0%) | rms=0.0159 [OK] | Active: 1.000 | Queenless: 0.000 | Infested: 0.000
Active (90.7%) | rms=0.0404 [OK] | Active: 0.907 | Queenless: 0.093 | Infested: 0.001
Active (57.3%) | rms=0.0406 [OK] | Active: 0.573 | Queenless: 0.027 | Infested: 0.400
Active (59.2%) | rms=0.0412 [OK] | Active: 0.592 | Queenless: 0.407 | Infested: 0.001
Queenless (67.3%) | rms=0.0391 [OK] | Active: 0.327 | Queenless: 0.673 | Infested: 0.000
Active (62.6%) | rms=0.0143 [OK] | Active: 0.626 | Queenless: 0.358 | Infested: 0.016
```

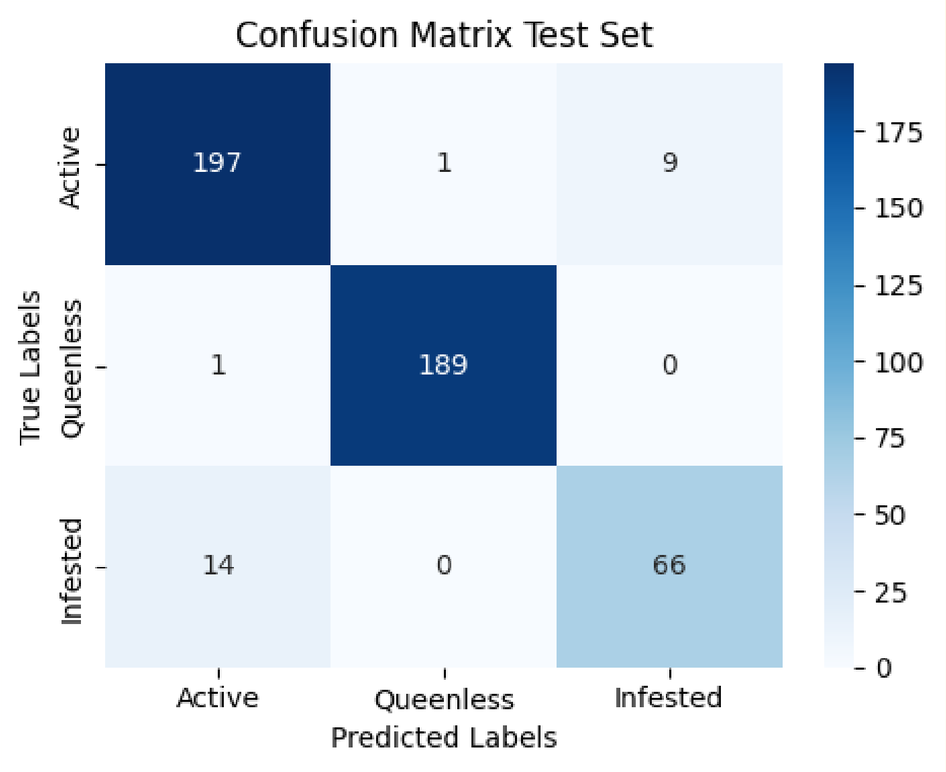
บางทีทาย noise floor เป็น Class อื่นๆ

((ภาพ Log จาก Raspberry Pi))

- Thank you -

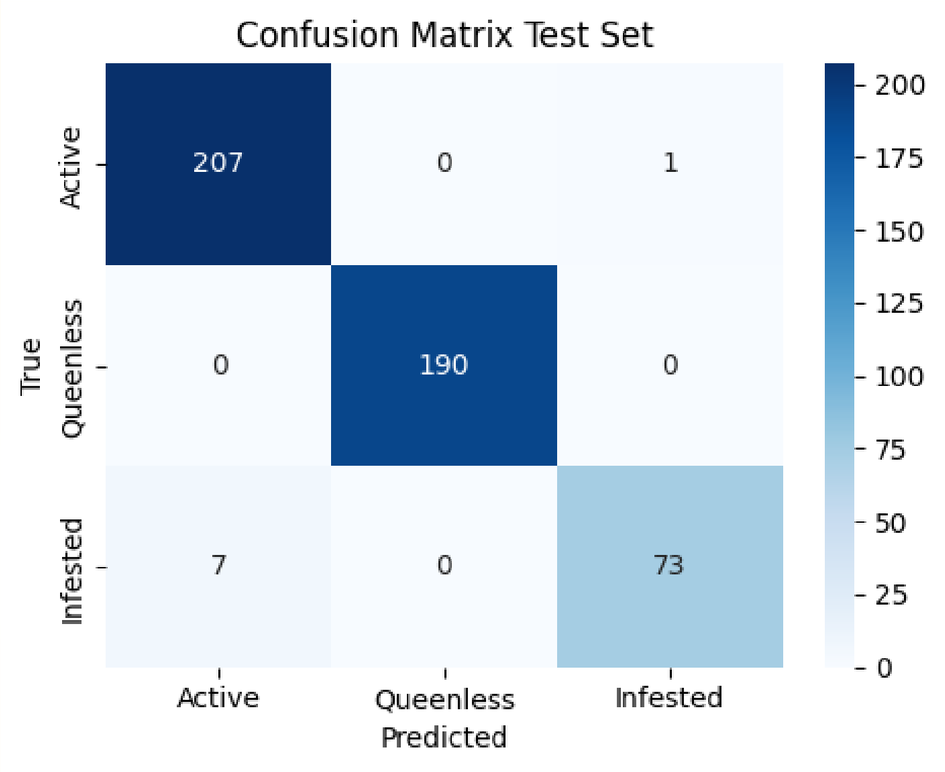
สร้างคน ข้ามพรมแดน
425 WWW.425DEGREE.COM

Downsampling



	precision	recall	f1-score	support
Active	0.92	0.95	0.94	207
Queenless	0.99	0.99	0.99	190
Infested	0.88	0.81	0.84	80
accuracy			0.95	477
macro avg	0.93	0.92	0.93	477
weighted avg	0.94	0.95	0.94	477

Oversampling



	precision	recall	f1-score	support
Active	0.96	1.00	0.98	220
Queenless	1.00	1.00	1.00	190
Infested	0.99	0.90	0.94	80
accuracy			0.98	490
macro avg	0.98	0.97	0.97	490
weighted avg	0.98	0.98	0.98	490

Farm A

ได้ค่ะ พอดีพรุ่งนี้จะมีงานวันผึ้งโลกกัน เดี๋ยวถามให้นะคะ

22 พ.ค. 2026 18:00

ขอบคุณมากนะครับ 🙏🙏🙏

2 มิ.ย. 2026 18:05

พอได้มั้ยครับบ

สวัสดีค่ะ ขอบคุณที่ส่งข้อความถึงเรานะคะ หากคุณสนใจสินค้า อบรม หรือมีคำถามใดๆ สามารถพิมพ์สอบถามได้เลยค่ะ เราจะรีบตอบกลับคุณโดยเร็วที่สุดนะคะ 🙏

2 มิ.ย. 2026 18:38

สวัสดีค่ะ

ถามแล้ว เค้าไม่ค่อยสะดวกกันค่ะ ต้องขอโทษด้วยนะคะ

3 มิ.ย. 2026 17:21

โอเคครับ ขอบคุณครับ

สวัสดีค่ะ ขอบคุณที่ส่งข้อความถึงเรานะคะ หากคุณสนใจสินค้า อบรม หรือมีคำถามใดๆ สามารถพิมพ์สอบถามได้เลยค่ะ เราจะรีบตอบกลับคุณโดยเร็วที่สุดนะคะ 🙏

Farm B

May 19(Tue)

สวัสดีครับ

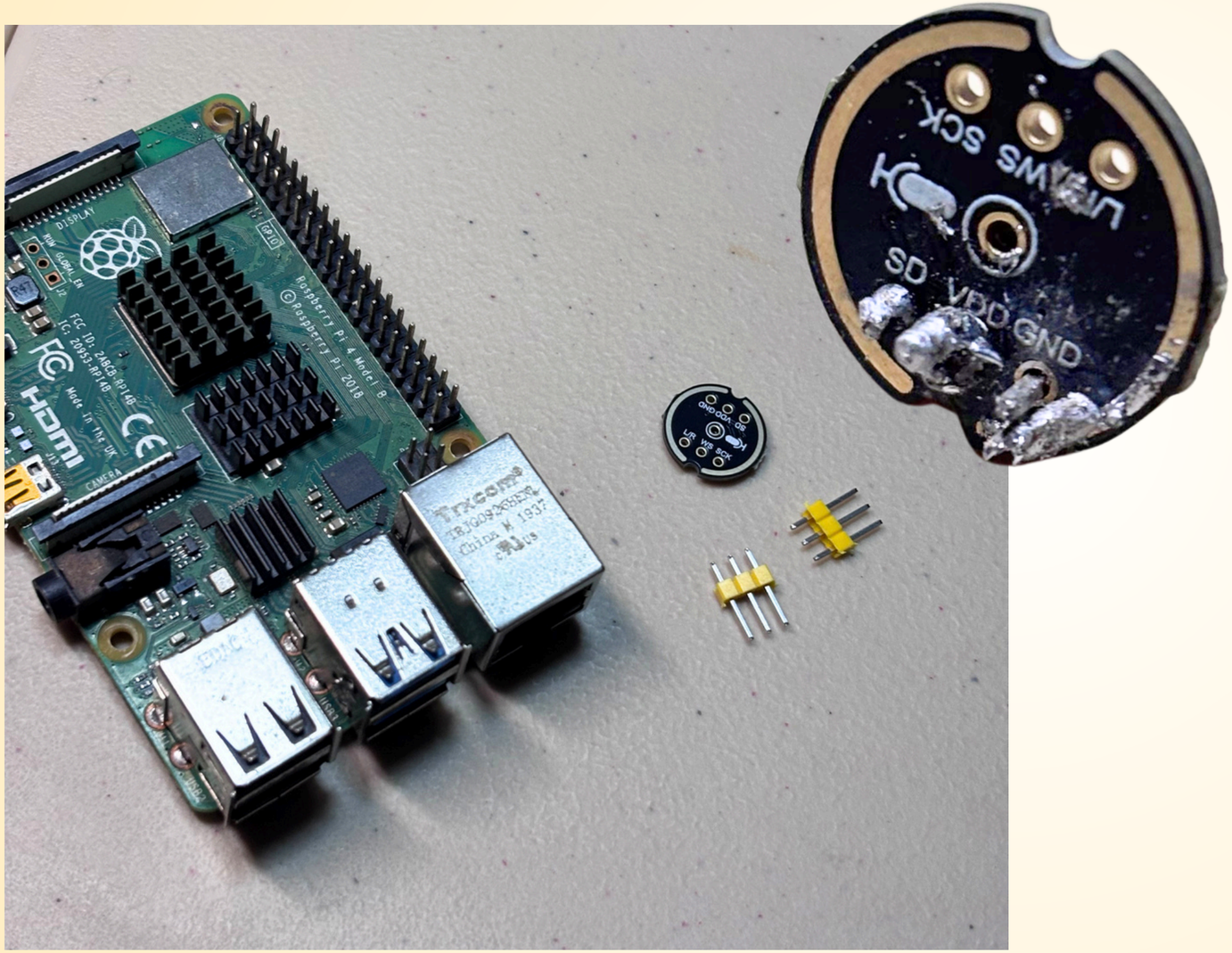
ผมชื่อปิงนะครับ เป็นนักเรียนจากโรงเรียนเทพศิรินทร์ครับ
พอดีตอนนี้ผมกำลังทำโครงงานพัฒนา ระบบ AI ตรวจสอบสุขภาพรังผึ้งด้วยเสียง
เพื่อช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงผึ้งสามารถรู้สถานะของผึ้งในรังได้ล่วงหน้าโดยไม่ต้องเปิดรังบ่อยๆ ครับ

ตอนนี้ผมต้องการข้อมูลสำหรับให้ AI ผมเรียนรู้ได้ดีครับเป็นเสียงผึ้งจากหน้างานจริง
เพื่อนำมาพัฒนาให้ระบบแม่นยำและใช้งานได้จริงกับฟาร์มในไทยครับ
เลยอยากจะขอความอนุเคราะห์เข้าไปขออัดเสียงผึ้งที่ฟาร์ม
(หรือขอคำแนะนำในการเก็บข้อมูล) สักเล็กน้อยครับ

เรื่องวัน เวลา และความปลอดภัย
ผมพร้อมปฏิบัติตามคำแนะนำของทางฟาร์มอย่างเคร่งครัดเลยครับ
ไม่ทราบว่าทางฟาร์มพอจะสะดวกให้เข้าพบ หรือให้คำแนะนำในส่วนนี้ไหมครับ
ถ้าหากว่าพอเป็นไปได้ ในรายงานโครงงานที่จะได้เผยแพร่ ผมยินดีจะใส่เครดิตของฟาร์ม
ในฐานะผู้สนับสนุนข้อมูลหลักของโครงงานผมครับ ขอบพระคุณมากๆนะครับ

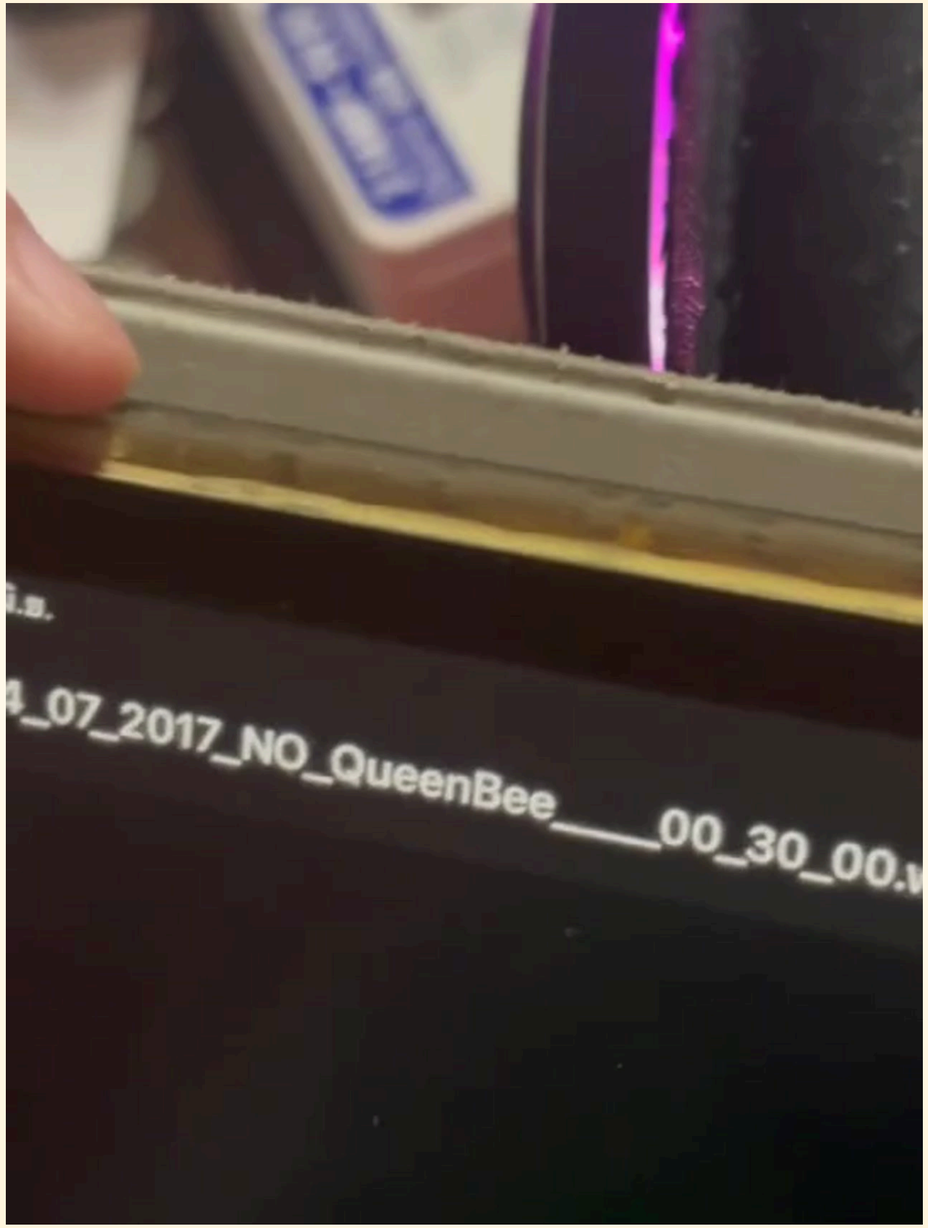
Read
11:18 PM

Future Plan

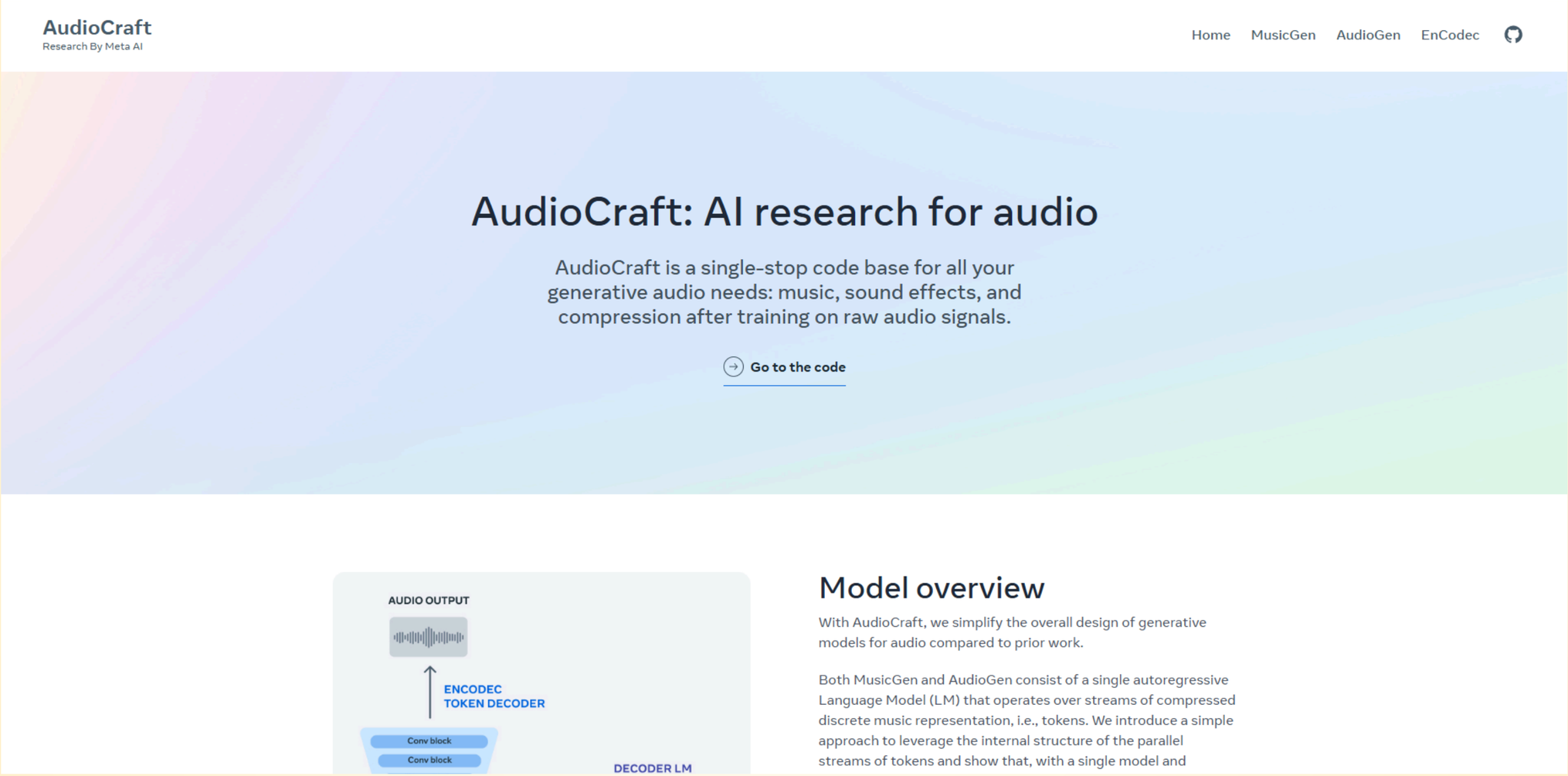


Upgrade

+ Dashboard
+ Function


4_07_2017_NO_QueenBee____00_30_00.v

Future Plan


AudioCraft
Research By Meta AI
Home
MusicGen
AudioGen
EnCodec
AudioCraft: AI research for audio
AudioCraft is a single-stop code base for all your generative audio needs: music, sound effects, and compression after training on raw audio signals.
Go to the code
AUDIO OUTPUT
ENCODEC
TOKEN DECODER
Conv block
Conv block
DECODER LM
Model overview
With AudioCraft, we simplify the overall design of generative models for audio compared to prior work.
Both MusicGen and AudioGen consist of a single autoregressive Language Model (LM) that operates over streams of compressed discrete music representation, i.e., tokens. We introduce a simple approach to leverage the internal structure of the parallel streams of tokens and show that, with a single model and

Dataset

sample_name	label
Hive3_28_07_2017_QueenBee___23_50_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___00_00_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___00_10_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___00_20_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___00_30_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___00_40_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___00_50_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___01_00_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___01_10_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___01_20_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___01_30_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___01_40_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___01_50_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___02_00_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___02_10_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___02_20_00	active
Hive1 12_06_2018_QueenBee___02_30_00	active

Zenodo

Sample Rate: 32000 Hz

Audio Format: .wav

จำนวน: 576 ไฟล์ (4 ชุดการบันทึก x 144 ไฟล์)

ไฟล์ละประมาณ: 10 นาที

จำนวนรังผึ้ง (tag numbers) **2 รัง**: 1, 3

Labels: state_labels.csv (ไม่มี Infested)

Dataset

merge column ['Date'], ['Tag number']

Condition	Label
Category == 'varroa'	Infested
Queen status == 'queenless'	Queenless
Queen status == 'queenright' and Is alive == 1	Active

Date	Tag numb	Category	Action det	Queen sta	Is alive	Report notes
2022-09-01 23:11:04.	6	treatment	mite away	queenrigh	1	
2022-09-07 22:14:19.	6	frames of	8	queenrigh	1	
2022-09-07 22:55:35.	6	feeding	sugar	queenrigh	1	603 got minimal syrup
2022-09-21 15:45:49.	6	custom pr	add entra	queenrigh	1	
2022-09-29 21:46:36.	6	feeding	sugar	queenrigh	1	finished second round for apair
2022-09-30 21:04:06.	6	varroa	0	queenrigh	1	
2022-09-30 21:04:06.	6	hive gradi	strong	queenrigh	1	
2023-04-12 15:22:19.	6	hive gradi	medium	queenrigh	1	
2023-04-12 15:22:19.	6	hive statu	queenrigh	queenrigh	1	
2022-06-02 17:05:09.	3631	hive statu	queenrigh	queenrigh	1	third box almost filled. added queeen excluder
2022-06-02 17:05:09.	3631	hive gradi	strong	queenrigh	1	third box almost filled. added queeen excluder
2022-06-02 17:22:49.	3631	hive statu	queenrigh	queenrigh	1	
2022-06-20 20:22:34.	3631	hive gradi	strong	queenrigh	1	1st box from top full of honey and second less than 10%
2022-07-04 22:22:45.	3631	hive gradi	strong	queenrigh	1	40 fob. two deep supers already full!
2022-07-04 22:22:45.	3631	hive statu	queenrigh	queenrigh	1	40 fob. two deep supers already full!
2022-07-04 22:22:45.	3631	custom pr	supering	queenrigh	1	40 fob. two deep supers already full!
2022-07-04 22:23:08.	3631	custom pr	supering	queenrigh	1	added 3rd honey super
2022-07-11 21:10:08.	3631	hive gradi	strong		1	third box built wax already

Urban - frdr

Sample Rate: 16000 Hz
Audio Format: .wav
จำนวน: 393 ไฟล์
ไฟล์ละประมาณ: 15 นาที

จำนวนรังผึ้ง (tag numbers) **9 รัง**: 6, 3627, 3628, 3631,3640, 3690, 3691, 3692, 3693

Labels: inspections_2022.csv