

MACHINE LEARNING OPERATIONS



Presented by **Asst. Prof. Dr. Tuchsanai Ploysuwan**

Basic_mlflow



Model Registry

ឧបនាយក MLflow Tracking

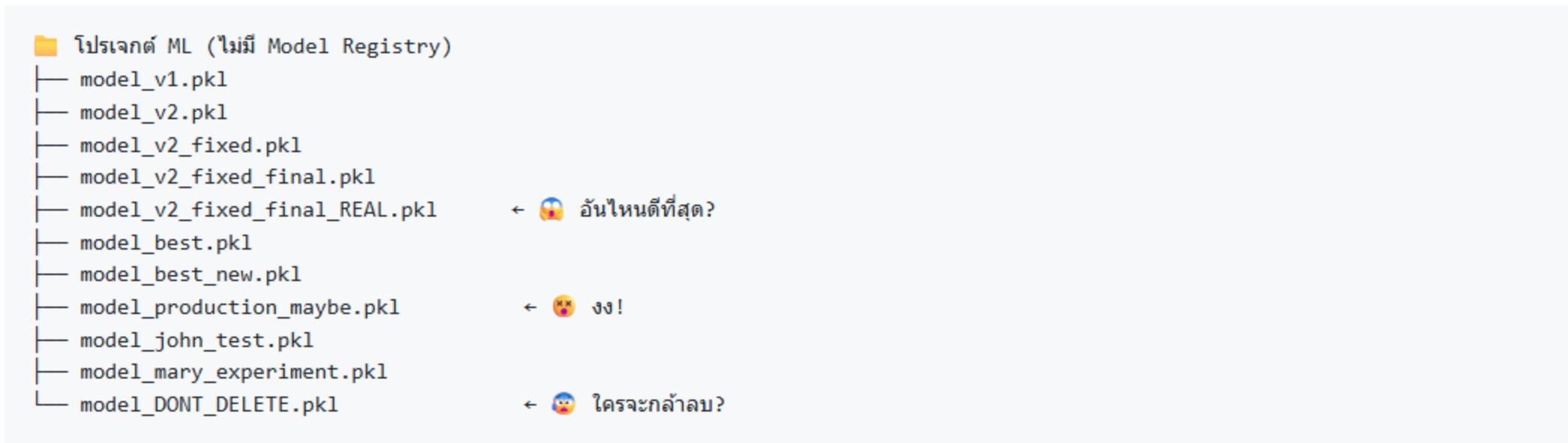
MLflow Tracking		
Experiment: "spam-detection"		
Run: run_001		
Parameters	Metrics	Artifacts
<ul style="list-style-type: none">lr=0.001epochs=50batch=32	<ul style="list-style-type: none">acc=0.92loss=0.23f1=0.89	<ul style="list-style-type: none">model.pklconfusion.pngrequirements.txt
Run: run_002		
Parameters	Metrics	Artifacts
<ul style="list-style-type: none">lr=0.01epochs=30batch=64	<ul style="list-style-type: none">acc=0.88loss=0.31f1=0.85	<ul style="list-style-type: none">model.pklconfusion.pngrequirements.txt
Run: run_003		
Parameters	Metrics	Artifacts
<ul style="list-style-type: none">lr=0.005epochs=100batch=16	<ul style="list-style-type: none">acc=0.95loss=0.15f1=0.94	<ul style="list-style-type: none">model.pklconfusion.pngrequirements.txt

Experiment: "spam-detection" - Summary Table				
PARAMETERS				
Run	Learning Rate	Epochs	Batch Size	Status
run_001	0.001	50	32	Baseline
run_002	0.01	30	64	Underfitting
run_003	0.005	100	16	⭐ Best Model
METRICS				
Run	Accuracy	Loss	F1-Score	Improvement
run_001	0.92	0.23	0.89	-
run_002	0.88	0.31	0.85	-4.35%
run_003	0.95	0.15	0.94	+3.26%
ARTIFACTS				
Run	Files Logged			
run_001	model.pkl, confusion.png, requirements.txt			
run_002	model.pkl, confusion.png, requirements.txt			
run_003	model.pkl, confusion.png, requirements.txt			
KEY INSIGHTS				
Best Accuracy:	run_003 (0.95)	+	+3.26% improvement over baseline	
Lowest Loss:	run_003 (0.15)	+	34.8% reduction from baseline	
Best F1-Score:	run_003 (0.94)	+	+5.6% improvement over baseline	
Insight:	Smaller batch size (16) + more epochs (100) + moderate lr (0.005) yields the best performance for spam detection task			
Warning:	run_002 shows underfitting due to insufficient epochs (30) and high learning rate (0.01)			

๓. ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มี Model Registry

3.1 สถานการณ์จำลอง: โฟลเดอร์ที่วุ่นวาย

ลองนึกภาพโปรเจกต์ ML ที่ไม่มีระบบจัดการ:



3.2 ปัญหาที่พบบ่อย

ปัญหา	คำอธิบาย	ผลกระทบ
🔍 หาโมเดลไม่เจอ	ไม่รู้ว่าโมเดลไหนดีที่สุด	ต้องฝึกใหม่ เสียเวลาและทรัพยากร
📊 ไม่รู้ Hyperparameters	จำไม่ได้ว่าใช้ค่าอะไรฝึก	ไม่สามารถ Reproduce ได้
⌚ ไม่มี Version Control	ไม่สามารถย้อนกลับไปใช้โมเดลเก่าได้	เสี่ยงต่อการสูญเสียงานที่ทำไว้
👥 ทำงานเป็นทีมยาก	ไม่รู้ว่าใครแก้ไขอะไร เมื่อไหร่	เกิดความขัดแย้งและความสับสน
🚀 Deploy ยาก	ไม่นั่นใจว่าโมเดลไหนพร้อม Production	เสี่ยงต่อการ Deploy Model ที่ไม่ถูกต้อง
📝 ไม่มี Audit Trail	ไม่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้	ปัญหาด้าน Compliance และ Governance
🔗 ไม่มี Lineage	ไม่รู้ว่า Model มาจากข้อมูลและการทดลองใด	ยากต่อการ Debug และปรับปรุง

3.3 ผลกระทบทางธุรกิจ

- เสียเวลา: ต้องหา Model ที่ถูกต้องนานหลายชั่วโมง
- เสียเงิน: ต้องฝึก Model ใหม่ เพราะหาของเดิมไม่เจอ
- เสี่ยง: Deploy Model ผิดตัวทำให้ผลลัพธ์ไม่ดี
- Compliance: ไม่สามารถตอบค่าความ Auditor ได้

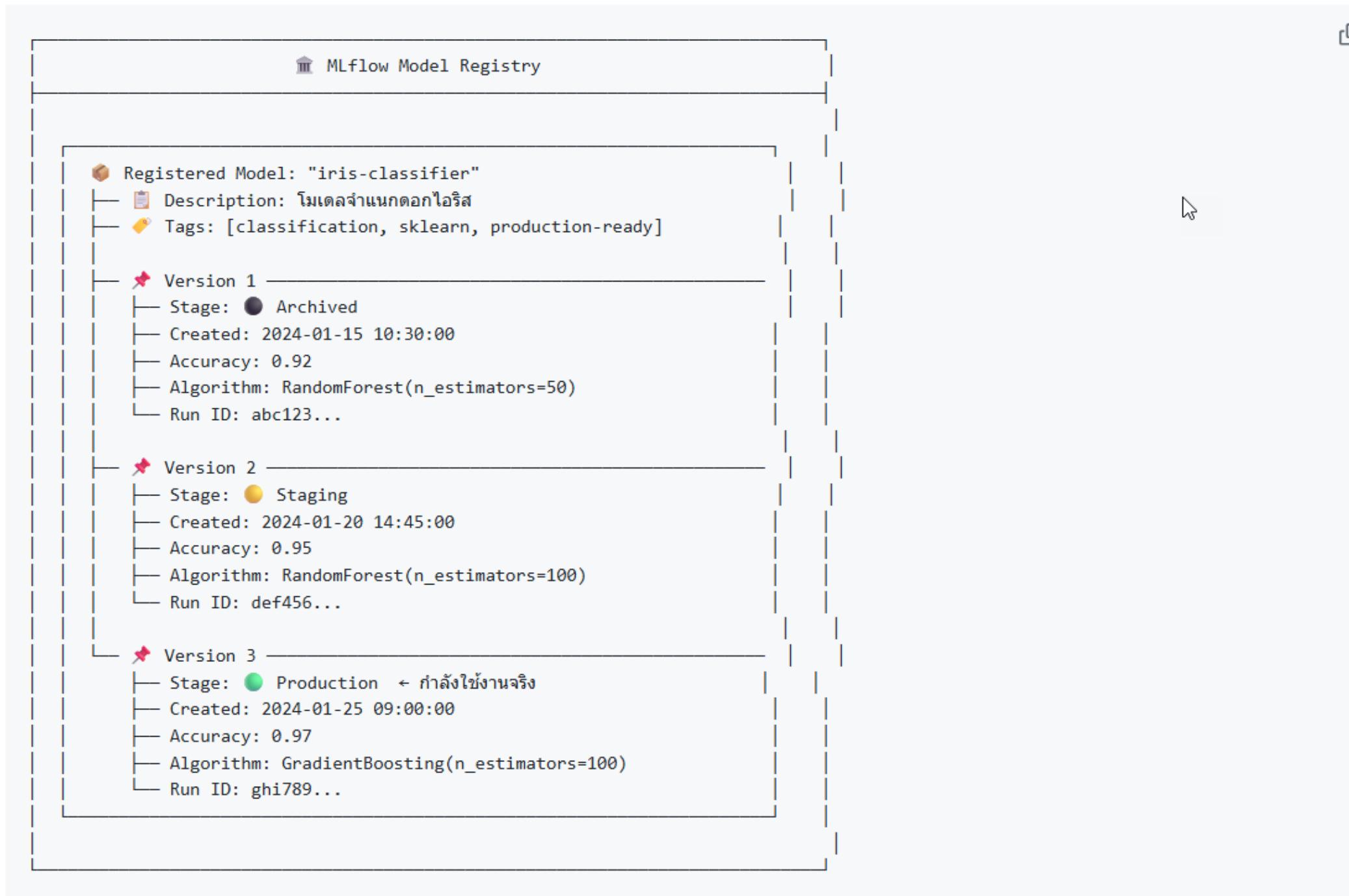
4. Model Registry คืออะไร?

4.1 คำนิยาม

Model Registry คือระบบจัดการ Machine Learning Model แบบรวมศูนย์ (Centralized Model Management System) ที่ทำหน้าที่:

1. จัดเก็บ Model อาย่างเป็นระบบ
2. ติดตาม Version ทั้งหมด
3. จัดการ Lifecycle ของ Model
4. บันทึก Metadata ที่เกี่ยวข้อง
5. ควบคุมการเข้าถึง และการ Deploy

4.2 โครงสร้างของ Model Registry



องค์ประกอบหลักของ Model Registry

Registered Model คือชื่อที่ใช้เรียก Model ในระบบ เปรียบเสมือน "โปรเจกต์" หนึ่งในプロジェクト

คุณสมบัติ:

- มีชื่อเฉพาะ (Unique Name)
- มี Description อธิบายจุดประสงค์
- มี Tags สำหรับการจัดหมวดหมู่
- มีหลาย Versions ได้

ตัวอย่าง:

```
Registered Model: "fraud-detection-xgboost"
├── Description: "ตรวจจับการฉ้อโกงบัตรเครดิต"
├── Tags: [classification, xgboost, fraud, production]
└── Versions: [1, 2, 3, 4, 5]
```



Model Version คือ Instance หนึ่งของ Registered Model ที่สร้างจากการฝึกครั้งหนึ่ง

คุณสมบัติ:

- Version Number (1, 2, 3, ...)
- เชื่อมโยงกับ Run ID
- มี Stage หรือ Alias
- มี Metadata และ Artifacts

ตัวอย่าง:

```
Version 3:
├── Run ID: abc123xyz
├── Stage: Production
├── Alias: champion
├── Created: 2024-01-25 09:00:00
├── Metrics: {accuracy: 0.97, f1: 0.96}
└── Parameters: {n_estimators: 100, max_depth: 10}
```

Metadata คือข้อมูลที่อธิบาย Model:

```
# ตัวอย่าง Metadata
model_name: iris-classifier
version: 3
created_by: john.doe@company.com
created_at: 2024-01-25T09:00:00Z

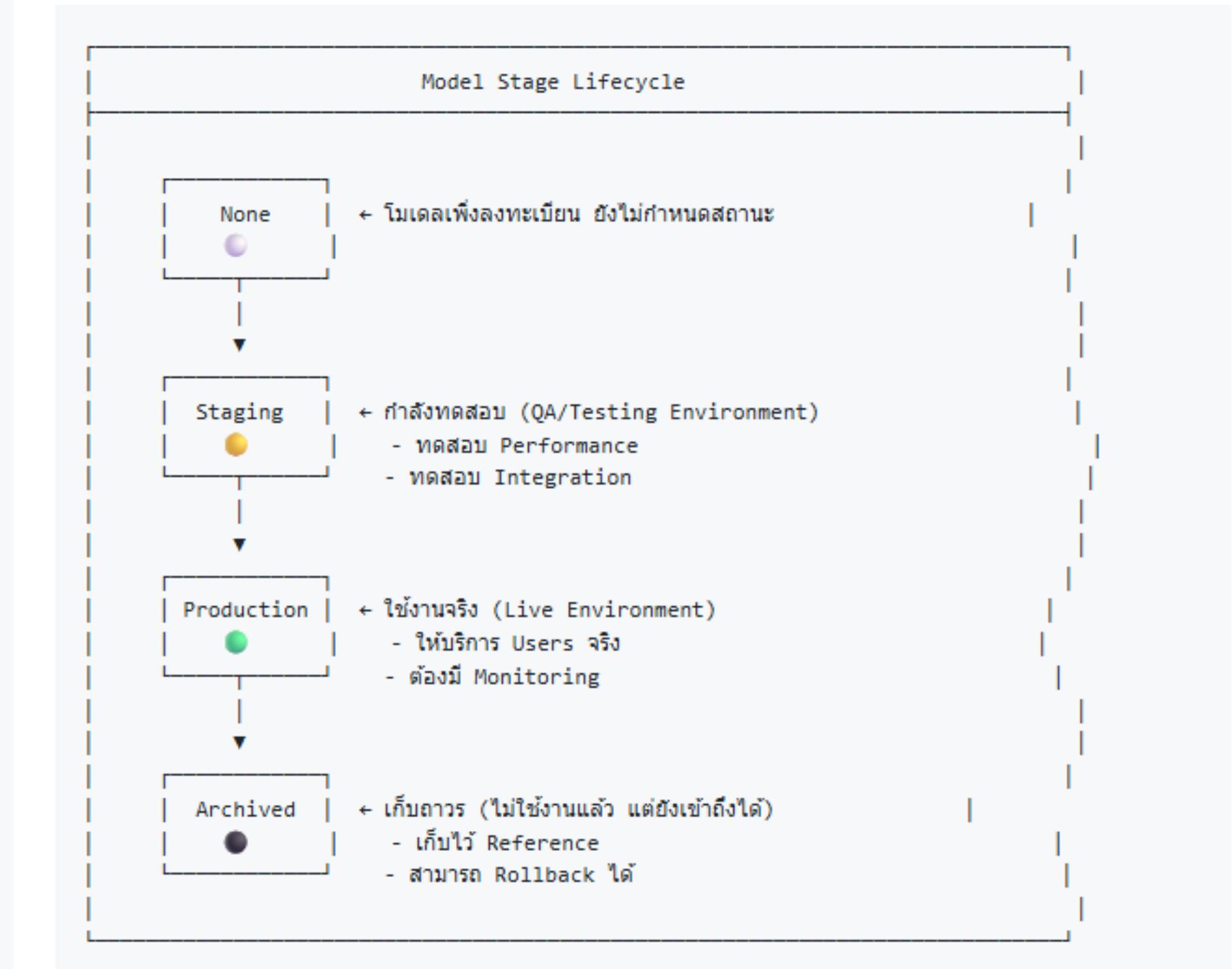
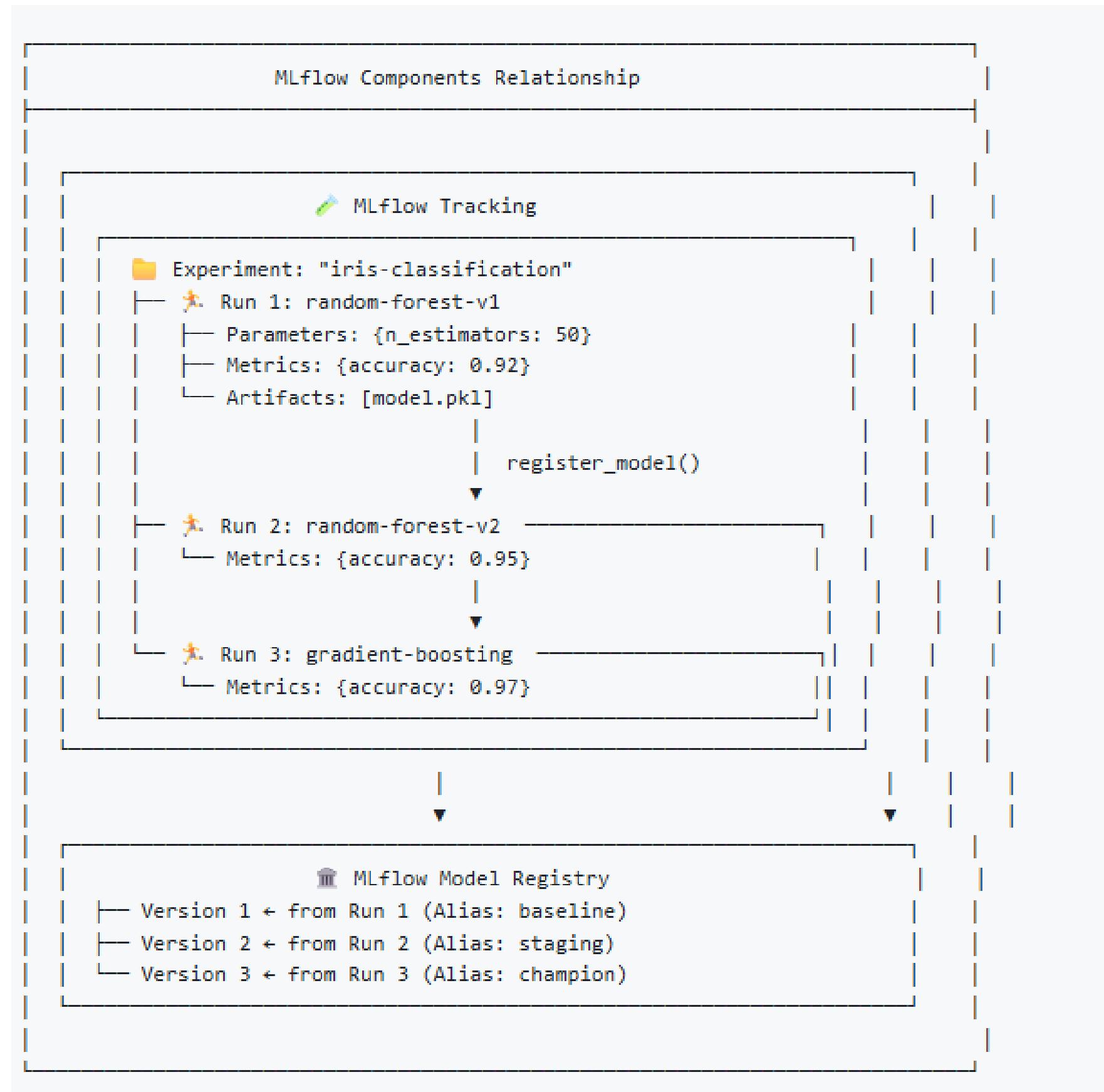
parameters:
  algorithm: GradientBoostingClassifier
  n_estimators: 100
  learning_rate: 0.1
  max_depth: 5

metrics:
  accuracy: 0.97
  f1_score: 0.96
  precision: 0.95
  recall: 0.97

tags:
  task: classification
  dataset: iris
  environment: production
  approved_by: ML-Team-Lead
```

Artifacts คือไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับ Model:

Artifact	คำอธิบาย
MLmodel	ไฟล์ YAML ที่อธิบายโครงสร้าง Model
model.pkl	ไฟล์ Model (สำหรับ sklearn)
model.pth	ไฟล์ Model (สำหรับ PyTorch)
conda.yaml	Dependencies สำหรับรัน Model
requirements.txt	Python packages ที่ต้องการ
input_example.json	ตัวอย่าง Input data



Model Registry : Version 1

2.1 วิธีที่ 1: ลงทะเบียนพร้อม Train (Scikit-learn)

```
: from sklearn.datasets import load_iris
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score, f1_score
from mlflow.models import infer_signature
import numpy as np

# โหลดข้อมูล
iris = load_iris()
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(
    iris.data, iris.target, test_size=0.2, random_state=42
)

# ตั้งชื่อ Registered Model
SKLEARN_MODEL_NAME = "iris-classifier-sklearn"

# สร้างหรือเลือก Experiment
mlflow.set_experiment("model-registry-lab")

2026/01/26 15:00:54 INFO mlflow.tracking.fluent: Experiment with name 'model-registry-lab' does not exist. Creating a new experiment.

: <Experiment: artifact_location='mlflow-artifacts:/1', creation_time=1769439654326, experiment_id='1', last_update_time=1769439654326, lifecycle_stage='active', name='model-registry-lab', tags={}>
```

The screenshot shows the mlflow UI interface. On the left, there's a sidebar with navigation links: Home, Experiments (which is selected and highlighted in blue), Models, and Prompts. The main area is titled 'Experiments'. It features a search bar labeled 'Filter experiments by name' and a 'Tag filter' dropdown. Below these are two buttons: 'Create' (blue) and 'Compare' (gray). A 'Delete' button is also visible. The main table lists experiments with columns: Name, Time created, Last modified, Description, and Tags. Two entries are shown: 'model-registry-lab' (created on 01/26/2026 at 10:00:54 PM) and 'Default' (created on 01/26/2026 at 09:58:39 PM). The 'model-registry-lab' entry is circled in red.

	Name	Time created	Last modified	Description	Tags
<input type="checkbox"/>	model-registry-lab	01/26/2026, 10:00:54 PM	01/26/2026, 10:00:54 PM	-	
<input type="checkbox"/>	Default	01/26/2026, 09:58:39 PM	01/26/2026, 09:58:39 PM	-	

```

# Train และลงทะเบียน Model Version 1 (RandomForest n=50)
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-rf-v1"):
    # Hyperparameters
    n_estimators = 50
    max_depth = 5

    # บันทึก Parameters
    mlflow.log_params({
        "n_estimators": n_estimators,
        "max_depth": max_depth,
        "model_type": "RandomForestClassifier",
        "version_note": "Baseline model"
    })

    # Train Model
    model_v1 = RandomForestClassifier(
        n_estimators=n_estimators,
        max_depth=max_depth,
        random_state=42
    )
    model_v1.fit(X_train, y_train)

    # Evaluate
    y_pred = model_v1.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    # บันทึก Metrics
    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    # สร้าง Signature
    signature = infer_signature(X_train, model_v1.predict(X_train))

    # บันทึกและลงทะเบียน Model พร้อมกัน
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_v1,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3],
        registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME # ← ลงทะเบียนทันที!
    )

    sklearn_run_id_v1 = mlflow.active_run().info.run_id

    print(f"✅ ลงทะเบียน Model Version 1 สำเร็จ!")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {sklearn_run_id_v1}")

```

Model Version 1 (Random Forest) (50,5)

The screenshot shows the mlflow UI interface. In the top left, there's a snippet of Python code for training a Random Forest classifier and logging it with mlflow. The top right shows the mlflow logo and version 3.8.1. Below the logo, the title 'model-registry-lab' is displayed. The main area is titled 'Runs'. On the left, there are three tabs: 'Runs' (highlighted with a red circle), 'Models', and 'Traces'. The 'Runs' tab has several filter and search options at the top. A table below lists runs, with one row highlighted by a red circle: 'Run Name: sklearn-rf-v1, Created: 15 minutes ago, Dataset: -, Duration: 2.5s, Source: ipykerne..., Models: iris-classifier-sklearn ... +1'. At the bottom center, the text 'Experiment : Run : sklearn-rf-v1' is displayed in red.

Experiment : Run : sklearn-rf-v1

The screenshot shows the mlflow UI interface. The title 'model-registry-lab' is at the top. Below it, the 'Models' tab is selected (highlighted with a red circle). The main area displays a table of registered models. The table has two sections: 'Model attributes' and 'Model attributes'. The first section contains columns: Model name, Status, Created, Logged from, Source run, and Registered models. The second section is identical. One row is visible: 'Model name: model, Status: Ready, Created: 1 minute ago, Logged from: ipykernel_launcher.py, Source run: sklearn-rf-v1, Registered models: iris-classifier-sklearn v1'. At the bottom center, the text 'Experiment : Model' is displayed in red.

Experiment : Model

```

# Train และลงทะเบียน Model Version 1 (RandomForest n=50)
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-rf-v1"):
    # Hyperparameters
    n_estimators = 50
    max_depth = 5

    # บันทึก Parameters
    mlflow.log_params({
        "n_estimators": n_estimators,
        "max_depth": max_depth,
        "model_type": "RandomForestClassifier",
        "version_note": "Baseline model"
    })

    # Train Model
    model_v1 = RandomForestClassifier(
        n_estimators=n_estimators,
        max_depth=max_depth,
        random_state=42
    )
    model_v1.fit(X_train, y_train)

    # Evaluate
    y_pred = model_v1.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    # บันทึก Metrics
    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    # สร้าง Signature
    signature = infer_signature(X_train, model_v1.predict(X_train))

    # บันทึกและลงทะเบียน Model พร้อมกัน
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_v1,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3],
        registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME # ← ลงทะเบียนทันที!
    )

    sklearn_run_id_v1 = mlflow.active_run().info.run_id

    print(f"✅ ลงทะเบียน Model Version 1 สำเร็จ!")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {sklearn_run_id_v1}")

```

Experiment :Run tab

model-registry-lab > Runs > **sklearn-rf-v1**

Overview Model metrics System metrics Traces Artifacts

Metrics (2)

Metric	Value	Models
accuracy	1	model
f1_score	1	model

Parameters (4)

Parameter	Value
n_estimators	50
max_depth	5
model_type	RandomForestClassifier
version_note	Baseline model

Logged models (1)

Model attributes

Type	Step	Model name	Status	Created
Output	0	● model	✅ Ready	17 minutes ago

```

# Train และลงทะเบียน Model Version 1 (RandomForest n=50)
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-rf-v1"):
    # Hyperparameters
    n_estimators = 50
    max_depth = 5

    # บันทึก Parameters
    mlflow.log_params({
        "n_estimators": n_estimators,
        "max_depth": max_depth,
        "model_type": "RandomForestClassifier",
        "version_note": "Baseline model"
    })

    # Train Model
    model_v1 = RandomForestClassifier(
        n_estimators=n_estimators,
        max_depth=max_depth,
        random_state=42
    )
    model_v1.fit(X_train, y_train)

    # Evaluate
    y_pred = model_v1.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    # บันทึก Metrics
    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    # สร้าง Signature
    signature = infer_signature(X_train, model_v1.predict(X_train))

    # บันทึกและลงทะเบียน Model พร้อมกัน
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_v1,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3],
        registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME # ← ลงทะเบียนทันที!
    )

    sklearn_run_id_v1 = mlflow.active_run().info.run_id

    print(f"✅ ลงทะเบียน Model Version 1 สำเร็จ!")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {sklearn_run_id_v1}")

```

Model : name = iris-classifier-sklearn

The image shows the mlflow UI interface. On the left, a code editor displays Python code for training a Random Forest classifier, logging parameters, metrics, and the model itself. A large blue arrow points from this code editor to the 'Models' tab in the main mlflow dashboard.

The main dashboard has a header with the mlflow logo (3.8.1), GitHub, Docs, and a 'Create Model' button. The 'Models' tab is highlighted with a green oval. Below it, the 'Registered Models' section shows a table with one entry:

Name	Latest ver...	Aliased versions	Created by	Last mod...	Tags
iris-classifier-sklearn	Version 1			01/27/20...	—

A blue arrow points from the 'iris-classifier-sklearn' row to its detailed view page. This page shows the model's creation time (01/27/2026, 10:53:47 AM), last modified time (01/27/2026, 10:53:47 AM), and a 'Versions' section. The 'Versions' table contains one entry:

Version	Registered at	Created by	Aliases	Description
Version 1	01/27/2026, 10:53:47 AM	Add	Add	

At the bottom right of the mlflow UI, there is a 'New model registry UI' toggle switch.

```
# เพิ่ม Description และ Tags ให้ Registered Model (หากครั้งเดียวหลังสร้าง Model แรก)
client.update_registered_model(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    description="""
        🌸 Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

        Purpose: จำแนกประเภทดอกไอริส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)
        Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)
        Output: Class prediction (0, 1, 2)

        Team: Data Science Team
        Contact: ds-team@example.com
        """
)

# เพิ่ม Tags ให้ Registered Model
client.set_registered_model_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "task", "classification")
client.set_registered_model_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "dataset", "iris")
client.set_registered_model_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "team", "data-science")
client.set_registered_model_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "framework", "sklearn")

# เพิ่ม Description และ Tags ให้ Version 1
client.update_model_version(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    version="1",
    description="Baseline model with RandomForest (n_estimators=50). Initial version for comparison."
)
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "1", "model_type", "RandomForest")
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "1", "status", "baseline")

print(f"✓ เพิ่ม Description และ Tags สำหรับ Model และ Version 1 สำเร็จ!")
```

[+ New](#)[Home](#)[Experiments](#)[Models](#)[Prompts](#)

Created Time: 01/26/2026, 10:06:32 PM

Last Modified: 01/26/2026, 10:09:52 PM

[Description](#)[Edit](#)

Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

Purpose: จำแนกประเภทดอกไอริส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)

Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)

Output: Class prediction (0, 1, 2)

Team: Data Science Team

Contact: ds-team@example.com

[Tags](#)

Name	Value	Actions
dataset	iris	
framework	sklearn	
task	classification	
team	data-science	

Name Value [Add](#)

[Versions](#)[Compare](#)[New model registry UI](#)

Version	Registered at	Created by	Tags	Aliases	Description
Version 1	01/26/2026, 10:06:32 PM		model_type: RandomForest status: baseline	Add	Baseline model with RandomFor...

Model Registry : Version 2

```

# Train และลงทะเบียน Model Version 2 (RandomForest n=100)
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-rf-v2"):

    # Hyperparameters ที่ปรับปรุง
    n_estimators = 100
    max_depth = 10

    mlflow.log_params({
        "n_estimators": n_estimators,
        "max_depth": max_depth,
        "model_type": "RandomForestClassifier",
        "version_note": "Improved model with more trees"
    })

    # Train Model
    model_v2 = RandomForestClassifier(
        n_estimators=n_estimators,
        max_depth=max_depth,
        random_state=42
    )
    model_v2.fit(X_train, y_train)

    # Evaluate
    y_pred = model_v2.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    signature = infer_signature(X_train, model_v2.predict(X_train))

    # ลงทะเบียนเป็น Version ในมคอฟ Model เดิม
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_v2,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3],
        registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME
    )

    sklearn_run_id_v2 = mlflow.active_run().info.run_id

    print(f"✅ ลงทะเบียน Model Version 2 สำเร็จ!")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {sklearn_run_id_v2}")

```

Model Version 2 (Random Forest) (100,10)

Run Name	Created	Dataset	Duration	Source	Models
sklearn-rf-v2	6 minutes ago	-	2.6s	ipykerne...	iris-classifier-
sklearn-rf-v1	52 minutes ago	-	2.5s	ipykerne...	iris-classifier-

Experiment : Run : sklearn-rf-v2

Name	Latest version	Aliased versions	Created by	Last modified	Tags
iris-classifier-sklearn	Version 2			01/27/2026, 11:13:39 ...	task: classificationdataset: irist...

Experiment : Model

```

# Train และลงทะเบียน Model Version 2 (RandomForest n=100)
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-rf-v2"):

    # Hyperparameters ที่ปรับปรุง
    n_estimators = 100
    max_depth = 10

    mlflow.log_params({
        "n_estimators": n_estimators,
        "max_depth": max_depth,
        "model_type": "RandomForestClassifier",
        "version_note": "Improved model with more trees"
    })

    # Train Model
    model_v2 = RandomForestClassifier(
        n_estimators=n_estimators,
        max_depth=max_depth,
        random_state=42
    )
    model_v2.fit(X_train, y_train)

    # Evaluate
    y_pred = model_v2.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    signature = infer_signature(X_train, model_v2.predict(X_train))

    # ลงทะเบียนเป็น Version ในมคอของ Model เดิม
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_v2,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3],
        registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME
    )

    sklearn_run_id_v2 = mlflow.active_run().info.run_id

    print(f"✅ ลงทะเบียน Model Version 2 สำเร็จ!")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {sklearn_run_id_v2}")

```

mlflow 3.8.1

+ New

Home Experiments Models Prompts

Registered Models > iris-classifier-sklearn

Created Time: 01/27/2026, 10:53:47 AM Last Modified: 01/27/2026, 11:13:39 AM

Description Edit

Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

Purpose: จำแนกประเพณีตกล้อไอริส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)
Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)
Output: Class prediction (0, 1, 2)

Team: Data Science Team
Contact: ds-team@example.com

Tags

Name	Value	Actions
dataset	iris	
framework	sklearn	
task	classification	
team	data-science	
Name	Value	Add

Versions Compare

Version	Registered at	Created by	Tags	Aliases	Description
Version 2	01/27/2026, 11:13:39 AM		Add	Add	
Version 1	01/27/2026, 10:53:47 AM		model_type: RandomForest status: baseline	Add	Baseline model with Rando...

New model registry UI

< Previous Next > 25 / page

```
# Train และลงทะเบียน Model Version 2 (RandomForest n=100)
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-rf-v2"):

    # Hyperparameters ที่ปรับปรุง
    n_estimators = 100
    max_depth = 10

    mlflow.log_params({
        "n_estimators": n_estimators,
        "max_depth": max_depth,
        "model_type": "RandomForestClassifier",
        "version_note": "Improved model with more trees"
    })

    # Train Model
    model_v2 = RandomForestClassifier(
        n_estimators=n_estimators,
        max_depth=max_depth,
        random_state=42
    )
    model_v2.fit(X_train, y_train)

    # Evaluate
    y_pred = model_v2.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    signature = infer_signature(X_train, model_v2.predict(X_train))

    # ลงทะเบียน Model Version ใหม่
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_v2,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3],
        registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME
    )

    sklearn_run_id_v2 = mlflow.active_run().info.run_id

    print(f"✓ ลงทะเบียน Model Version 2 สำเร็จ!")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {sklearn_run_id_v2}")

# เพิ่ม Description และ Tags ใน Version 2
client.update_model_version(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    version="2",
    description="Improved RandomForest (n_estimators=100). Better accuracy than baseline."
)
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "2", "model_type", "RandomForest")
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "2", "status", "improved")

print(f"✓ เพิ่ม Description และ Tags สำหรับ Version 2 สำเร็จ!")

✓ เพิ่ม Description และ Tags สำหรับ Version 2 สำเร็จ!
```

mlflow 3.8.1

+ New

- Home
- Experiments
- Models**
- Prompts

Registered Models >

iris-classifier-sklearn

Created Time: 01/26/2026, 10:06:32 PM Last Modified: 01/26/2026, 10:51:59 PM

Description Edit

Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

Purpose: จำแนกประเภทดอกไม้ไอริส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)
Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)
Output: Class prediction (0, 1, 2)

Team: Data Science Team
Contact: ds-team@example.com

Tags

Name	Value	Actions
dataset	iris	
framework	sklearn	
task	classification	
team	data-science	
Name	Value	Add

Versions Compare

Version	Registered at	Created by	Tags	Aliases	Description
✓ Version 2	01/26/2026, 10:51:59 PM		model_type: RandomForest status: improved	Add	Improved RandomForest (n_esi...
✓ Version 1	01/26/2026, 10:06:32 PM		model_type: RandomForest status: baseline	Add	Baseline model with RandomFor...

New model registry UI

Model Registry : Register Version 3 Later

```

# Train Model ใหม่โดยยังไม่ลงทะเบียน
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-gb-candidate") as run:

    mlflow.log_params({
        "n_estimators": 100,
        "learning_rate": 0.1,
        "max_depth": 5,
        "model_type": "GradientBoostingClassifier",
        "version_note": "Gradient Boosting candidate"
    })

    model_gb = GradientBoostingClassifier(
        n_estimators=100,
        learning_rate=0.1,
        max_depth=5,
        random_state=42
    )
    model_gb.fit(X_train, y_train)

    y_pred = model_gb.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    signature = infer_signature(X_train, model_gb.predict(X_train))

# บันทึก Model และยังไม่ลงทะเบียน
mlflow.sklearn.log_model(
    sk_model=model_gb,
    artifact_path="model",
    signature=signature,
    input_example=X_train[:3]
)

candidate_run_id = run.info.run_id

print(f"✓ บันทึก Model สําเร็จ (ยังไม่ลงทะเบียน)")
print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
print(f">ID Run ID: {candidate_run_id}")

```

ไม่มี parameter
registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME

Registered Models >

iris-classifier-sklearn

Created Time: 01/27/2026, 10:53:47 AM Last Modified: 01/27/2026, 11:13:39 AM

▼ Description Edit

Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

Purpose: จำแนกประเภทดอกไม้ริส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)
Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)
Output: Class prediction (0, 1, 2)

Team: Data Science Team
Contact: ds-team@example.com

▼ Tags

Name	Value	Actions
dataset	iris	
framework	sklearn	
task	classification	
team	data-science	

Add

Name Value

▼ Versions Compare

Version	Registered at	Created by	Tags	Aliases	Description
✓ Version 2	01/27/2026, 11:13:39 AM		model_type: RandomForest status: improved		Improved RandomForest (n_esti...
✓ Version 1	01/27/2026, 10:53:47 AM		model_type: RandomForest status: baseline		Baseline model with RandomFor...

ลงทะเบียน Version 3 ไม่ได้

New model registry UI

2026/01/27 04:49:49 WARNING mlflow.models.model: `artifact_path` is deprecated. Please use `name` instead.

✓ บันทึก Model สําเร็จ (ยังไม่ลงทะเบียน)

📊 Accuracy: 1.0000

📊 F1 Score: 1.0000

ID Run ID: d0a73c4f10bf4b56bb2af493fe0ca248

View run sklearn-gb-candidate at: <http://127.0.0.1:5000/#/experiments/1/runs/d0a73c4f10bf4b56bb2af493fe0ca248>

View experiment at: <http://127.0.0.1:5000/#/experiments/1>

```

# Train Model ใหม่โดยยังไม่ลงทะเบียน
with mlflow.start_run(run_name="sklearn-gb-candidate") as run:
    mlflow.log_params({
        "n_estimators": 100,
        "learning_rate": 0.1,
        "max_depth": 5,
        "model_type": "GradientBoostingClassifier",
        "version_note": "Gradient Boosting candidate"
    })

    model_gb = GradientBoostingClassifier(
        n_estimators=100,
        learning_rate=0.1,
        max_depth=5,
        random_state=42
    )
    model_gb.fit(X_train, y_train)

    y_pred = model_gb.predict(X_test)
    accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
    f1 = f1_score(y_test, y_pred, average='weighted')

    mlflow.log_metrics({
        "accuracy": accuracy,
        "f1_score": f1
    })

    signature = infer_signature(X_train, model_gb.predict(X_train))

    # บันทึก Model และยังไม่ลงทะเบียน
    mlflow.sklearn.log_model(
        sk_model=model_gb,
        artifact_path="model",
        signature=signature,
        input_example=X_train[:3]
    )

    candidate_run_id = run.info.run_id

    print(f"✅ บันทึก Model สําเร็จ (ยังไม่ลงทะเบียน)")
    print(f"📊 Accuracy: {accuracy:.4f}")
    print(f"📊 F1 Score: {f1:.4f}")
    print(f">ID Run ID: {candidate_run_id}")

```

ไม่มี parameter
registered_model_name=SKLEARN_MODEL_NAME

ลงทะเบียนภายหลังจาก Run ที่มีอยู่แล้ว

ใช้เมื่อต้องการ:

- เลือก Model ที่ดีที่สุดจากหลายๆ Run ก่อนลงทะเบียน
- ลงทะเบียน Model ที่ Train ไว้ก่อนหน้านี้

```
# ตัดสินใจลงทะเบียน Model ภายหลัง
model_uri = f"runs:/candidate_run_id/model"
```

```
# ลงทะเบียนเป็น Version ในนี้
result = mlflow.register_model(
    model_uri=model_uri,
    name=SKLEARN_MODEL_NAME
)
```

```
print(f"✅ ลงทะเบียน Model ภายหลังสำเร็จ!")
print(f"📦 Model Name: {result.name}")
print(f"⭐ Version: {result.version}")
```

```
# เพิ่ม Description และ Tags ให้ Version 3 (GradientBoosting)
client.update_model_version(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    version="3",
    description="GradientBoosting model. Best performance, deployed as champion."
)
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "3", "model_type", "GradientBoosting")
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "3", "deployment_status", "production")
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "3", "approved_by", "ML-Team-Lead")
client.set_model_version_tag(SKLEARN_MODEL_NAME, "3", "approval_date", "2024-01-25")
print(f"✅ เพิ่ม Description และ Tags สำหรับ Version 3 สําเร็จ!")
```

2026/01/27 04:49:49 WARNING mlflow.models.model: `artifact_path` is deprecated. Please use `name` instead.

✅ บันทึก Model สําเร็จ (ยังไม่ลงทะเบียน)

📊 Accuracy: 1.0000

📊 F1 Score: 1.0000

ID Run ID: d0a73c4f10bf4b56bb2af493fe0ca248

⭐ View run sklearn-gb-candidate at: http://127.0.0.1:5000/#/experiments/1/runs/d0a73c4f10bf4b56bb2af493fe0ca248

📝 View experiment at: http://127.0.0.1:5000/#/experiments/1

+ New

Home Experiments **Models** Prompts

Registered Models >

iris-classifier-sklearn

Created Time: 01/27/2026, 10:53:47 AM Last Modified: 01/27/2026, 12:06:35 PM

Description Edit

Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

Purpose: จำแนกประเภทดอกไม้ริส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)
Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)
Output: Class prediction (0, 1, 2)

Team: Data Science Team
Contact: ds-team@example.com

Tags

Name	Value	Actions
dataset	iris	
framework	sklearn	
task	classification	
team	data-science	

Name Value Add

Versions Compare

New model registry UI

Version	Registered at	Created by	Tags	Aliases	Description
Version 3	01/27/2026, 12:06:35 PM		model_type: GradientBoosting deployment_status: production approved_by: ML-Team-Lead approval_date: 2024-01-25	Add	GradientBoosting model. Best ...
Version 2	01/27/2026, 11:13:39 AM		model_type: RandomForest status: improved	Add	Improved RandomForest (n_esti...)
Version 1	01/27/2026, 10:53:47 AM		model_type: RandomForest status: baseline	Add	Baseline model with RandomFor...

Settings

Model Registry : Viewing Registered Models Information

การดูข้อมูล Registered Models

แนวคิด

หลังจากลงทะเบียน Model และ สามารถดูข้อมูลได้หลายวิธี

ฟังก์ชันสำคัญ

ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
<code>client.search_registered_models()</code>	ค้นหา Registered Models ทั้งหมด
<code>client.get_registered_model(name)</code>	ดูข้อมูล Model ตามชื่อ
<code>client.search_model_versions(filter_string)</code>	ค้นหา Versions ของ Model
<code>client.get_model_version(name, version)</code>	ดูข้อมูล Version เฉพาะ

```
# ดู Registered Models ทั้งหมด
print("📦 Registered Models ทั้งหมด:")
print("=" * 60)

for rm in client.search_registered_models():
    print(f"\n📝 Model Name: {rm.name}")
    print(f"📝 Description: {rm.description[:50] + '...' if rm.description and len(rm.description) > 50 else rm.description or 'ไม่มี'}")
    print(f"📅 Created: {rm.creation_timestamp}")
    print(f"📅 Last Updated: {rm.last_updated_timestamp}")

📦 Registered Models ทั้งหมด:
=====
📝 Model Name: iris-classifier-sklearn
📝 Description:
🌸 Iris Flower Classification Model (Scikit-le...
📅 Created: 1769486027965
📅 Last Updated: 1769490395451
```

```

# ดูข้อมูล Versions ของ Model เดียว
print(f"\n📌 Versions ของ '{SKLEARN_MODEL_NAME}':")
print("=" * 60)

versions = client.search_model_versions(f"name='{SKLEARN_MODEL_NAME}'")

for v in versions:
    print(f"\n  Version {v.version}:")
    print(f"    - Status: {v.status}")
    print(f"    - Stage: {v.current_stage}")
    print(f"    - Run ID: {v.run_id}")
    print(f"    - Created: {v.creation_timestamp}")

```

📌 Versions ของ 'iris-classifier-sklearn':

=====

```

Version 3:
- Status: READY
- Stage: None
- Run ID: 3c697061521342e993e7ad99bbe7e25f
- Created: 1769443945598

```

```

Version 2:
- Status: READY
- Stage: None
- Run ID: 5fd7e2bfa8ce4c3b8673d7bbe395979b
- Created: 1769442719628

```

```

Version 1:
- Status: READY
- Stage: None
- Run ID: f74a11d547014a3e9a81b757c942e74f
- Created: 1769439992169

```

```

# ดูข้อมูล Version เดียวพร้อม Metrics จาก Run
print(f"\n📊 รายละเอียด Version พร้อม Metrics:")
print("=" * 60)

for v in versions:
    print(f"\n📌 Version {v.version}:")
    # ดึงข้อมูล Run ที่เกี่ยวข้อง
    run = client.get_run(v.run_id)

    # แสดง Parameters
    print(f"  Parameters:")
    for key, value in run.data.params.items():
        print(f"    - {key}: {value}")

    # แสดง Metrics
    print(f"  Metrics:")
    for key, value in run.data.metrics.items():
        print(f"    - {key}: {value:.4f}")

```

📊 รายละเอียด Version พร้อม Metrics:

=====

📌 Version 3:

Parameters:

- n_estimators: 100
- learning_rate: 0.1
- max_depth: 5
- model_type: GradientBoostingClassifier
- version_note: Gradient Boosting candidate

Metrics:

- accuracy: 1.0000
- f1_score: 1.0000

📌 Version 2:

Parameters:

- n_estimators: 100
- max_depth: 10
- model_type: RandomForestClassifier
- version_note: Improved model with more trees

Metrics:

- accuracy: 1.0000
- f1_score: 1.0000

📌 Version 1:

Parameters:

- n_estimators: 50
- max_depth: 5
- model_type: RandomForestClassifier
- version_note: Baseline model

Metrics:

- accuracy: 1.0000
- f1_score: 1.0000

```
[12]: # ดู Tags ทั้งหมดของ Model และ Versions
model_info = client.get_registered_model(SKLEARN_MODEL_NAME)
print(f"\n📝 Tags ของ '{SKLEARN_MODEL_NAME}' :")
for tag in model_info.tags:
    print(f"  - {tag}: {model_info.tags[tag]}")

version_info = client.get_model_version(SKLEARN_MODEL_NAME, "3")
print(f"\n📝 Tags ของ Version 3:")
for tag in version_info.tags:
    print(f"  - {tag}: {version_info.tags[tag]})
```

📝 Tags ของ 'iris-classifier-sklearn':

- task: classification
- dataset: iris
- team: data-science
- framework: sklearn

📝 Tags ของ Version 3:

- model_type: GradientBoosting
- deployment_status: production
- approved_by: ML-Team-Lead
- approval_date: 2024-01-25

Model Registry : Managing Model Stages

Aliases (การตั้งชื่อ命名 แฝงใน Model)

การจัดการ Model Stages Aliases (การตั้งชื่อ命名แฟงให้ Model)

ฟังก์ชันสำคัญ (MLflow 2.x - Aliases)

ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
client.set_registered_model_alias(name, alias, version)	กำหนด Alias ให้ Version
client.delete_registered_model_alias(name, alias)	ลบ Alias
client.get_model_version_by_alias(name, alias)	ดึง Version ตาม Alias

4.1 การใช้ Model Aliases (แนะนำสำหรับ MLflow 2.x)

```
# กำหนด Aliases ให้แต่ละ Version

# Version 1: กำหนดเป็น "baseline"
client.set_registered_model_alias(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    alias="baseline",
    version="1")
print(f"✓ กำหนด Alias 'baseline' ให้ Version 1")

# Version 2: กำหนดเป็น "staging"
client.set_registered_model_alias(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    alias="staging",
    version="2")
print(f"✓ กำหนด Alias 'staging' ให้ Version 2")

# Version 3: กำหนดเป็น "champion" (Production)
client.set_registered_model_alias(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    alias="champion",
    version="3")
print(f"✓ กำหนด Alias 'champion' ให้ Version 3")

✓ กำหนด Alias 'baseline' ให้ Version 1
✓ กำหนด Alias 'staging' ให้ Version 2
✓ กำหนด Alias 'champion' ให้ Version 3
```

```
# ดู Model Version จาก Alias
champion_version = client.get_model_version_by_alias(
    name=SKLEARN_MODEL_NAME,
    alias="champion")

print(f"\n🏆 Champion Model:")
print(f"  Version: {champion_version.version}")
print(f"  Run ID: {champion_version.run_id}")
```

🏆 Champion Model:
Version: 3
Run ID: 466523af27cd4d05b7d4db7dc90750de

```
# แสดง Aliases ทั้งหมดของ Model
model_info = client.get_registered_model(SKLEARN_MODEL_NAME)
print(f"\n📝 Aliases ของ '{SKLEARN_MODEL_NAME}':")
print(f"  {model_info.aliases}")
```

📝 Aliases ของ 'iris-classifier-sklearn':
{'baseline': '1', 'champion': '3', 'staging': '2'}

[+ New](#)

- [Home](#)
- [Experiments](#)
- [Models](#)
- [Prompts](#)

Registered Models >

iris-classifier-sklearn

Created Time: 01/26/2026, 10:06:32 PM

Last Modified: 01/26/2026, 11:12:25 PM

Description [Edit](#)

Iris Flower Classification Model (Scikit-learn)

Purpose: จำแนกประเภทดอกไม้รีส 3 ชนิด (Setosa, Versicolor, Virginica)

Input: 4 features (sepal length, sepal width, petal length, petal width)

Output: Class prediction (0, 1, 2)

Team: Data Science Team

Contact: ds-team@example.com

Tags

Name	Value	Actions
dataset	iris	
framework	sklearn	
task	classification	
team	data-science	

[Name](#) [Value](#) [Add](#)

Versions

[Compare](#)New model registry UI

Version	Registered at	Created by	Tags	Aliases	Description
Version 3	01/26/2026, 11:12:25 PM		model_type: GradientBoosting deployment_status: production approved_by: ML-Team-Lead approval_date: 2024-01-25	@ champion 	GradientBoosting model. Best ...
Version 2	01/26/2026, 10:51:59 PM		model_type: RandomForest status: improved	@ staging 	Improved RandomForest (n_esti...)
Version 1	01/26/2026, 10:06:32 PM		model_type: RandomForest status: baseline	@ baseline 	Baseline model with RandomFor...

Model Registry : Loading Model from Registry

การโหลด Model จาก Registry

แนวคิด

การโหลด Model จาก Registry มีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับ Use Case:

วิธี	URI Format	Use Case
โดย Model Name + Version	models:/<model_name>/<version>	โหลด Version เฉพาะ
โดย Model Name + Alias	models:/<model_name>@<alias>	โหลดตาม Alias (เช่น champion)
โดย Run ID	runs:/<run_id>/<artifact_path>	โหลดจาก Run โดยตรง
โดย ARTIFACTS_BASE + Search	Local path	โหลดโดยตรงจาก Disk (เร็วที่สุด)

ฟังก์ชันสำคัญ

ฟังก์ชัน	คำอธิบาย
<code>mlflow.sklearn.load_model(model_uri)</code>	โหลด Scikit-learn Model
<code>mlflow.pytorch.load_model(model_uri)</code>	โหลด PyTorch Model
<code>mlflow.pyfunc.load_model(model_uri)</code>	โหลด Model แบบ Generic

5.1 โหลด Model โดยใช้ Model Name และ Version

```
# โหลด Model โดยระบุ Version
print("💡 วิธีที่ 1: โหลด Model โดยระบุ Version")
print("=" * 60)

# โหลด Version 1
model_uri_v1 = f"models:{SKLEARN_MODEL_NAME}/1"
print(f"\n🔗 Model URI: {model_uri_v1}")

loaded_model_v1 = mlflow.sklearn.load_model(model_uri_v1)
print(f"✅ โหลด Version 1 สำเร็จ: {type(loaded_model_v1)}")

# ทดสอบท่านาย
predictions_v1 = loaded_model_v1.predict(X_test[:5])
print(f"🔮 Predictions (v1): {predictions_v1}")
print(f"📋 Actual: {y_test[:5]}\n")

💡 วิธีที่ 1: โหลด Model โดยระบุ Version
=====
🔗 Model URI: models:/iris-classifier-sklearn/1
✅ โหลด Version 1 สำเร็จ: <class 'sklearn.ensemble._forest.RandomForestClassifier'>
🔮 Predictions (v1): [1 0 2 1 1]
📋 Actual: [1 0 2 1 1]

# โหลด Version 3
model_uri_v3 = f"models:{SKLEARN_MODEL_NAME}/3"
print(f"\n🔗 Model URI: {model_uri_v3}")

loaded_model_v3 = mlflow.sklearn.load_model(model_uri_v3)
print(f"✅ โหลด Version 3 สำเร็จ: {type(loaded_model_v3)}")

# ทดสอบท่านาย
predictions_v3 = loaded_model_v3.predict(X_test[:5])
print(f"🔮 Predictions (v3): {predictions_v3}")
print(f"📋 Actual: {y_test[:5]}\n")

🔗 Model URI: models:/iris-classifier-sklearn/3
✅ โหลด Version 3 สำเร็จ: <class 'sklearn.ensemble._gb.GradientBoostingClassifier'>
🔮 Predictions (v3): [1 0 2 1 1]
📋 Actual: [1 0 2 1 1]
```

5.2 โหลด Model โดยใช้ Alias (แนะนำสำหรับ Production)

```
# โหลด Model โดยใช้ Alias
print("\n💡 วิธีที่ 2: โหลด Model โดยใช้ Alias")
print("=" * 60)

# โหลด Champion Model
model_uri_champion = f"models:{SKLEARN_MODEL_NAME}@champion"
print(f"\n🔗 Model URI: {model_uri_champion}")

loaded_champion = mlflow.sklearn.load_model(model_uri_champion)
print(f"✅ โหลด Champion Model สำเร็จ: {type(loaded_champion)}")

# ทดสอบท่านนาย
predictions_champion = loaded_champion.predict(X_test[:5])
print(f"🔮 Predictions (champion): {predictions_champion}")
print(f"📋 Actual: {y_test[:5]}")
```

💡 วิธีที่ 2: โหลด Model โดยใช้ Alias
=====

```
🔗 Model URI: models:/iris-classifier-sklearn@champion
✅ โหลด Champion Model สำเร็จ: <class 'sklearn.ensemble._gb.GradientBoostingClassifier'>
🔮 Predictions (champion): [1 0 2 1 1]
📋 Actual: [1 0 2 1 1]
```

```
# โหลด Baseline Model
model_uri_baseline = f"models:{SKLEARN_MODEL_NAME}@baseline"
print(f"\n🔗 Model URI: {model_uri_baseline}")

loaded_baseline = mlflow.sklearn.load_model(model_uri_baseline)
print(f"✅ โหลด Baseline Model สำเร็จ: {type(loaded_baseline)}")

# เปรียบเทียบ Accuracy
accuracy_baseline = accuracy_score(y_test, loaded_baseline.predict(X_test))
accuracy_champion = accuracy_score(y_test, loaded_champion.predict(X_test))

print(f"\n📊 เปรียบเทียบ Accuracy:")
print(f"  Baseline: {accuracy_baseline:.4f}")
print(f"  Champion: {accuracy_champion:.4f}")
print(f"  ปรับปรุง: +{(accuracy_champion - accuracy_baseline) * 100:.2f}%")
```

```
🔗 Model URI: models:/iris-classifier-sklearn@baseline
✅ โหลด Baseline Model สำเร็จ: <class 'sklearn.ensemble._forest.RandomForestClassifier'>

📊 เปรียบเทียบ Accuracy:
Baseline: 1.0000
Champion: 1.0000
ปรับปรุง: +0.00%
```