

WEEK 2

Laporan Praktikum Kontrol Cerdas

Nama : Vivi Aulia Husna Wahidah
NIM : 224308023
Kelas : TKA-6A
Akun Github (Tautan) : <https://github.com/vivi-aulia>
Student Lab Assistant : Muhammad Mahirul Faiq

1. Judul Percobaan

Week 2: Color detection with Machine Learning

2. Tujuan Percobaan

Tujuan dari praktikum “Object Classification with Machine”, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami dasar-dasar Machine Learning dalam sistem kendali.
2. Mengimplementasikan model ML sederhana untuk klasifikasi objek.
3. Menggunakan Scikit-learn untuk membuat model ML dasar.
4. Mengintegrasikan model ML dengan Computer Vision untuk deteksi objek.
5. Mengelola dataset dan melakukan pelatihan model sederhana

3. Landasan Teori

1. Definisi Machine Learning dalam Sistem Kendali

Machine Learning adalah cabang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data dan meningkatkan kinerjanya tanpa diprogram secara eksplisit. Dalam konteks sistem kendali, ML digunakan untuk mengembangkan model yang dapat memprediksi atau mengklasifikasikan keadaan sistem berdasarkan data historis, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan efisien.

2. Prinsip Dasar Klasifikasi Objek dengan Machine Learning

Klasifikasi objek adalah proses mengidentifikasi dan menetapkan label atau kategori pada objek berdasarkan fitur-fitur yang dimilikinya. Proses ini melibatkan beberapa langkah utama:

- Pengumpulan Data: Mengumpulkan dataset yang representatif yang mencakup berbagai kelas objek yang akan dikenali.
- Pra-pemrosesan Data: Membersihkan dan mempersiapkan data, termasuk penanganan missing value, normalisasi, dan transformasi data.
- Ekstraksi Fitur: Mengidentifikasi dan mengekstraksi atribut atau karakteristik penting dari data yang relevan untuk tugas klasifikasi.
- Pemilihan Model: Memilih algoritma ML yang sesuai, seperti Support Vector Machine (SVM), Decision Tree, atau Neural Network.
- Pelatihan Model: Melatih model menggunakan dataset pelatihan untuk mengenali pola dan hubungan dalam data.
- Evaluasi Model: Mengukur kinerja model dengan dataset pengujian menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, dan recall.
- Implementasi Model: Mengintegrasikan model yang telah dilatih ke dalam sistem untuk melakukan klasifikasi objek secara real-time.

3. Penggunaan Scikit-learn untuk Membuat Model Machine Learning Dasar

Scikit-learn adalah pustaka Python yang populer untuk Machine Learning yang menyediakan berbagai alat untuk pemodelan data, termasuk klasifikasi, regresi, dan clustering. Beberapa fitur utama Scikit-learn meliputi:

- **Kemudahan Penggunaan:** Antarmuka yang konsisten dan dokumentasi yang komprehensif memudahkan pengguna dalam mengimplementasikan berbagai algoritma ML.
- **Beragam Algoritma:** Menyediakan berbagai algoritma ML seperti SVM, K-Nearest Neighbors (KNN), Random Forest, dan lain-lain.
- **Alat Pra-pemrosesan:** Fitur untuk standarisasi data, pengisian nilai yang hilang, dan transformasi variabel kategori.
- **Evaluasi Model:** Menyediakan metrik dan teknik validasi silang untuk menilai kinerja model.

4. Integrasi Machine Learning dengan Computer Vision untuk Deteksi Objek

Integrasi ML dengan Computer Vision memungkinkan sistem untuk menganalisis dan memahami konten visual seperti gambar dan video. Teknik ini digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti deteksi objek, pengenalan wajah, dan analisis citra medis. Model ML dapat dilatih untuk mengenali pola visual dan mengklasifikasikan objek berdasarkan fitur-fitur yang diekstraksi dari data visual.

5. Pengelolaan Dataset dan Pelatihan Model Sederhana

Pengelolaan dataset yang efektif dan pelatihan model yang tepat adalah kunci keberhasilan dalam proyek ML. Langkah-langkah penting meliputi:

- **Pembagian Data:** Memisahkan data menjadi subset pelatihan, validasi, dan pengujian untuk menghindari overfitting dan memastikan generalisasi model.
- **Augmentasi Data:** Menambah variasi data melalui teknik seperti rotasi, flipping, atau penambahan noise untuk meningkatkan robustness model.
- **Pemantauan Pelatihan:** Memantau metrik kinerja selama pelatihan untuk mendeteksi overfitting atau underfitting dan menyesuaikan hyperparameter sesuai kebutuhan.

4. Analisis dan Diskusi

Analisis hasil:

1. Performa Model dalam Mendeteksi Warna:

- Performa model tergantung pada kualitas dataset yang digunakan untuk melatihnya (jumlah, variasi, dan kebersihan data).
- Metode yang digunakan (misalnya, K-Nearest Neighbors) dapat memberikan hasil yang cukup baik untuk klasifikasi warna dasar seperti merah, hijau, biru, dll., tergantung pada kecocokan warna yang ada dalam dataset pelatihan.

2. Perbedaan Akurasi dengan Penambahan Jumlah Dataset:

- Menambah jumlah dataset biasanya meningkatkan akurasi model, terutama jika dataset tambahan mencakup variasi yang lebih besar dari warna-warna yang akan dideteksi.
- Dengan dataset yang lebih besar, model dapat belajar pola yang lebih kompleks dan lebih baik dalam mengenali warna dalam berbagai kondisi pencahayaan dan variasi lainnya.

3. Cara Meningkatkan Kinerja Model Klasifikasi:

- **Pengolahan Data:** Pastikan data yang digunakan sudah bersih dan terstandarisasi dengan baik.
- **Feature Engineering:** Jika memungkinkan, pertimbangkan untuk mengekstraksi fitur-fitur tambahan dari gambar yang dapat membantu dalam klasifikasi warna.
- **Pemilihan Model:** Cobalah beberapa jenis model klasifikasi lainnya (seperti Support Vector Machines, Decision Trees, atau Neural Networks) dan bandingkan performanya.

- **Optimisasi Hyperparameter:** Lakukan pencarian hyperparameter untuk model Anda untuk meningkatkan performa.
- **Augmentasi Data:** Jika tidak memungkinkan untuk menambah dataset baru, pertimbangkan untuk menggunakan augmentasi data untuk meningkatkan variasi dataset yang ada.

Hasil Diskusi:

1. **Keuntungan Machine Learning dibandingkan Metode Berbasis Aturan (Rule-Based):**
 - **Fleksibilitas dan Adaptasi:** ML dapat belajar dari data dan menyesuaikan keputusan berdasarkan pola yang ditemukan, sementara rule-based harus secara manual didefinisikan oleh manusia.
 - **Skalabilitas:** Model ML dapat menangani jumlah data yang besar dan kompleks, sementara metode berbasis aturan menjadi sulit dikelola saat aturan bertambah banyak.
 - **Kemampuan Generalisasi:** ML dapat mengenali pola baru atau tidak terduga dalam data, sedangkan rule-based hanya bisa menangani kasus yang telah didefinisikan sebelumnya.
 - **Otomatisasi dan Reduksi Kesalahan:** ML dapat mengurangi ketergantungan pada aturan manual yang rentan terhadap kesalahan manusia.
2. **Bagaimana ML dapat Diintegrasikan Lebih Lanjut dalam Sistem Kendali?**
 - **Pengendalian Prediktif (Predictive Control):** ML dapat memprediksi kondisi sistem di masa depan berdasarkan pola historis dan memberikan keputusan optimal.
 - **Adaptive Control:** Model ML dapat menyesuaikan parameter kontrol secara dinamis berdasarkan kondisi operasional yang berubah.
 - **Deteksi dan Diagnosis Kesalahan:** ML dapat digunakan untuk mendeteksi anomali atau kegagalan dalam sistem kendali dan memberikan peringatan dini.
 - **Optimasi Proses:** Algoritma ML dapat membantu meningkatkan efisiensi sistem dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.
 - **Integrasi dengan IoT dan Sensor:** ML dapat menganalisis data dari sensor secara real-time untuk memberikan respons kendali yang lebih akurat.
3. **Tantangan dalam Penerapan ML dalam Sistem Real-Time:**
 - **Keterbatasan Komputasi:** Model ML yang kompleks membutuhkan daya komputasi tinggi, yang bisa menjadi kendala untuk sistem dengan sumber daya terbatas.
 - **Latensi dan Kecepatan Respon:** Sistem real-time memerlukan keputusan cepat, sehingga model ML harus dioptimalkan agar memiliki waktu eksekusi yang singkat.
 - **Ketersediaan dan Kualitas Data:** Model ML sangat bergantung pada data pelatihan yang cukup dan representatif untuk memastikan prediksi yang akurat.
 - **Keamanan dan Keandalan:** Sistem real-time sering digunakan dalam aplikasi kritis (misalnya, otomasi industri, kendaraan otonom), sehingga model ML harus diuji secara menyeluruh untuk menghindari kesalahan fatal.
 - **Interoperabilitas dengan Sistem Lama:** Integrasi ML ke dalam sistem kendali yang sudah ada bisa menjadi tantangan jika infrastruktur lama tidak mendukung teknologi baru.

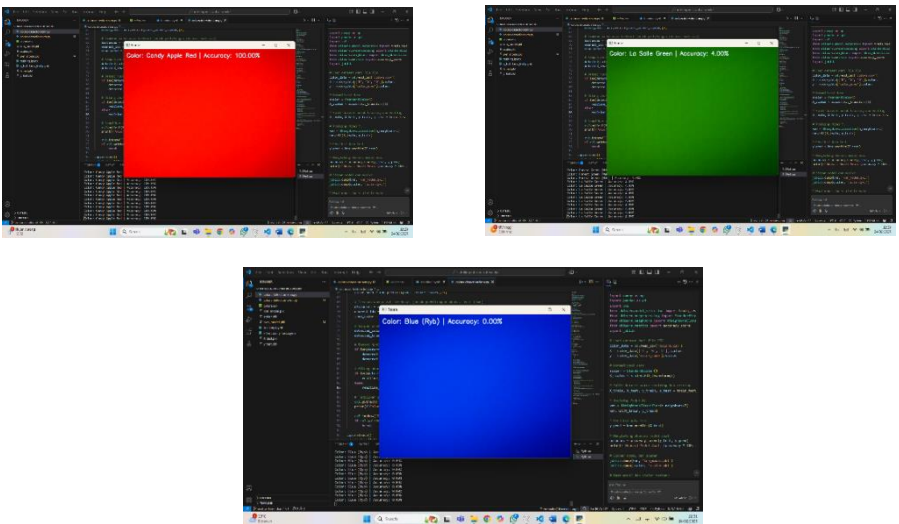
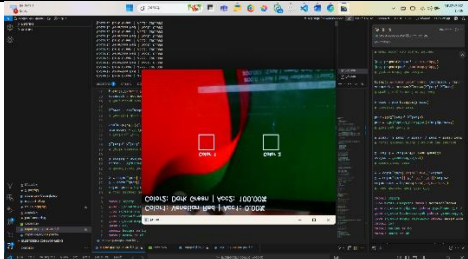
5. Assignment

Dalam pengerjaan assignment dilakukan beberapa hal antara lain,

1. Melakukan studi literatur mengenai Machine learning (ML), Scikit-learn, K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), dan Dataset.
2. Membuat repository pada GitHub dan clone ke dalam laptop.
3. Melakukan pengumpulan dataset dengan Kaggle.
4. Membuat kode program dan menjalankan program untuk Training Model Machine Learning.
5. Melakukan integrasi kamera dengan OpenCV
6. Melakukan Commit dan Push Kode ke GitHub.

6. Data dan Output Hasil Pengamatan

Data dan hasil yang diperoleh selama percobaan

No	Variabel	Hasil Pengamatan
1	Pengujian model Machine learning K-Nearest Neighbors (KNN)	
2	Pengujian model Machine learning Support Vector Machine (SVM)	

7. Kesimpulan

- Performa Model Machine Learning, KNN memberikan hasil yang cukup baik untuk klasifikasi warna dasar, terutama pada dataset dengan jumlah data yang cukup dan bervariasi. SVM menunjukkan kinerja yang lebih baik dalam memisahkan warna yang memiliki batas jelas, terutama jika data terdistribusi secara linier di ruang fitur.
- Penambahan dataset yang beragam meningkatkan akurasi model hingga batas tertentu, tetapi kualitas data lebih memengaruhi performa dibandingkan kuantitas saja.
- Model Machine Learning berhasil diintegrasikan dengan kamera menggunakan OpenCV, memungkinkan deteksi warna secara real-time.

8. Saran

- Menggunakan algoritma yang lebih kompleks seperti Convolutional Neural Networks (CNN) untuk meningkatkan akurasi dalam membedakan warna dengan gradasi halus.
- Mengumpulkan dataset yang lebih besar dan bervariasi, mencakup berbagai kondisi pencahayaan, sudut pandang, dan intensitas warna untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model.

9. Daftar Pustaka

- Sugandi, B., Doni, A. R. & Imardiyanti, D. A. (2020) 'Klasifikasi objek berdasarkan warna, bentuk dan dimensi', *Jurnal Politeknologi*.
- Maulana, M. S., Nugroho, B. I. & Surejo, S. (2021) 'Sistem klasifikasi jenis kendaraan melalui teknik olah citra digital', *Jurnal Teknik ITS*.
- Vavilova, I. B., et al. (2018) 'Machine learning technique for morphological classification of galaxies from the SDSS. I. Photometry-based approach', *arXiv:1712.08955*.
- Miettinen, O. (2018) 'Protostellar classification using supervised machine learning algorithms', *arXiv:1808.08371*.