# Wstęp

Zarządzanie ruchem na lotnisku to wyzwanie wymagające skomplikowanej koordynacji i dokładnego monitorowania różnych elementów infrastruktury lotniska, w tym terminali. Wykrywanie zajętości terminali jest kluczowym elementem efektywnego zarządzania lotniskiem, umożliwiającym skuteczne wykorzystanie dostępnych zasobów i minimalizację opóźnień.

W dobie cyfryzacji i rozwoju technologii, metody monitorowania zajętości terminali stają się coraz bardziej zaawansowane. Nasz projekt skupia się na wykorzystaniu technologii wizyjnej do detekcji terminali lotniska. Technologia ta pozwala na automatyczne wykrywanie zajętych i wolnych terminali, co może przyczynić się do poprawy zarządzania ruchem na lotnisku.

Precyzyjne wykrywanie stanu terminali pozwala na optymalne rozplanowanie ruchu samolotów, zwiększając efektywność operacji lotniska. W sytuacji, gdy terminal jest wolny, może zostać przydzielony następnemu samolotowi, co przyspiesza proces obrotu i redukuje czas oczekiwania. Z drugiej strony, gdy terminal jest zajęty, unikane są niepotrzebne próby jego alokacji, co eliminuje potencjalne opóźnienia.

Poprawa wykrywalności wolnych terminali na płycie lotniska może przynieść szereg korzyści, w tym lepsze zarządzanie ruchem, szybsze obroty i mniejsze opóźnienia. Ponadto, nasz projekt oferuje automatyczne i precyzyjne rozwiązanie, które może zastąpić tradycyjne metody monitorowania, które są często pracochłonne i narażone na błędy ludzkie.

Wzrost efektywności i precyzji w zarządzaniu terminalami lotniska może również przynieść korzyści dla pasażerów, zmniejszając opóźnienia i poprawiając ogólne doświadczenia z podróży lotniczych. W końcu, lepsze zarządzanie ruchem na lotnisku przekłada się na zwiększoną zdolność obsługi pasażerów i lepszą obsługę klienta.

Ostatecznie, nasz projekt ma na celu wykorzystanie nowoczesnych technologii do poprawy zarządzania lotniskiem i zaspokojenia rosnących potrzeb sektora lotniczego w zakresie efektywności i skuteczności operacyjnej.

# Zapoznanie z problematyką

Podstawą do realizacji projektu jest kod, który umożliwia wykrywanie zajętości terminali na płycie lotniska. Istotą problemu jest fakt, że terminali lotniskowe są kluczowymi punktami dla ruchu lotniczego. Każde opóźnienie lub niewłaściwe przydzielanie terminali może prowadzić do poważnych konsekwencji, w tym do opóźnień w podróży, dodatkowych kosztów operacyjnych, a nawet potencjalnych zagrożeń bezpieczeństwa.

Konkretnie, problem polega na tym, że jest trudno monitorować stan wszystkich terminali na płycie lotniska w czasie rzeczywistym. Jest to szczególnie problematyczne na dużych lotniskach, które mogą mieć dziesiątki terminali do zarządzania jednocześnie. Ponadto, różne samoloty mogą wymagać różnych typów terminali, a nie wszystkie terminale mogą być odpowiednie dla każdego samolotu. Oznacza to, że zarządzanie terminalem jest skomplikowanym problemem, który wymaga zaawansowanych narzędzi do jego rozwiązania.

Rozwiązanie, które tutaj omawiamy, polega na wykorzystaniu kodu, który monitoruje stan terminali na płycie lotniska. Kod ten jest w stanie wykryć, czy dany terminal jest zajęty, czy wolny, co umożliwia skuteczne zarządzanie przestrzenią lotniska. Jednak, pomimo tego, że kod ten jest potężnym narzędziem, wciąż pozostają pewne wyzwania.

Po pierwsze, kod musi być w stanie skutecznie i szybko przetwarzać dane z lotniska. Na dużych lotniskach może to oznaczać przetwarzanie dużej ilości danych w krótkim czasie. Po drugie, kod musi być w stanie dokładnie identyfikować stan terminali, pomimo potencjalnych trudności, takich jak różne warunki oświetlenia lub zakłócenia obrazu.

Ostatecznie, kluczowe jest to, aby kod był w stanie działać niezawodnie i skutecznie, bez względu na warunki. W tym projekcie skupiamy się na tych problemach, dążąc do opracowania rozwiązania, które będzie w stanie skutecznie zarządzać terminalami na płycie lotniska.

# Metoda rozwiązania

Nasze rozwiązanie polega na użyciu technologii przetwarzania obrazu do monitorowania stanu terminali lotniskowych. Program składa się z dwóch głównych etapów: definicji obszarów terminali i analizy ich stanu.



Wszystko to jest zrealizowane za pomocą skryptów Pythona, wykorzystujących bibliotekę OpenCV i cvzone do manipulacji i analizy obrazu, oraz moduł pickle do przechowywania i odzyskiwania danych.

W pierwszym etapie, definiowania obszarów terminali, skorzystaliśmy z biblioteki OpenCV do obsługi zdarzeń myszy, takich jak kliknięcie lewym przyciskiem i przesunięcie myszy. Podczas ruchu myszy z wciśniętym lewym przyciskiem, zaczynamy rysowanie prostokąta na obrazie. Po zwolnieniu przycisku, rysowanie zostaje zakończone, a skończony prostokąt jest dodawany do listy obszarów terminali.

Obraz zawierający samolot, pojazd, statek powietrzny, Podróże lotnicze

Opis wygenerowany automatycznie

Ta lista jest następnie serializowana i przechowywana jako plik binarny za pomocą technologii pickle. Serializacja ta pozwala na utrzymanie stanu programu między kolejnymi uruchomieniami, co jest kluczowe dla utrzymania ciągłości monitoringu.

W drugim etapie, analizy stanu terminali, nasze oprogramowanie odtwarza zapisane wideo z lotniska i analizuje każdą klatkę, aby określić, czy terminal jest wolny, czy zajęty. Do tego celu wykorzystaliśmy zaawansowane techniki przetwarzania obrazu. Klatka obrazu jest najpierw konwertowana do skali szarości,

Obraz zawierający czarne i białe, na wolnym powietrzu, budynek, niebo

Opis wygenerowany automatycznie

następnie przepuszczana przez filtr Gaussa w celu redukcji szumów, a potem poddawana adaptacyjnemu progowaniu i filtracji medianowej.

Obraz zawierający samolot, na wolnym powietrzu, pojazd, Podróże lotnicze

Opis wygenerowany automatycznie

Te metody przekształcają kolorowy obraz wejściowy w obraz binarny, który jest łatwiejszy do analizy.

Następnie, dla każdego zdefiniowanego obszaru terminala, wyliczamy liczbę białych pikseli w obszarze.

Obraz zawierający mapa, zrzut ekranu, czarne, czarne i białe

Opis wygenerowany automatycznie

Jeżeli liczba ta przekroczy określony próg, uznajemy, że terminal jest zajęty. W przeciwnym razie uznajemy, że terminal jest wolny. Metoda ta opiera się na założeniu, że samoloty są znacznie jaśniejsze od tła lotniska, co umożliwia ich wykrycie.

Obraz zawierający pojazd, samolot, transport, statek powietrzny

Opis wygenerowany automatycznie

Pliki binarne pełnią kluczową rolę w naszym rozwiązaniu. Z jednej strony, wykorzystujemy je do przechowywania listy obszarów terminali między uruchomieniami programu. Z drugiej strony, analizujemy binarne obrazy z kamery w celu wykrycia obecności samolotów. Ten dwojaki sposób użycia plików binarnych jest kluczem do skuteczności naszego rozwiązania.

Wszystko to jest zrealizowane za pomocą języka Python, co oznacza, że nasze rozwiązanie jest łatwe do wdrożenia na różnych systemach operacyjnych i konfiguracjach sprzętowych. Wymaga jedynie zainstalowanego interpretera Pythona i odpowiednich bibliotek.

# Podsumowanie

Nasze badania potwierdziły skuteczność i praktyczność zastosowania technik przetwarzania obrazu w monitorowaniu terminali lotniskowych. Wykorzystanie takiego podejścia umożliwia automatyczne wykrywanie stanu terminali na podstawie analizy obrazu z kamery, co przekłada się na znaczne zwiększenie efektywności i dokładności monitorowania.

Jest to szczególnie ważne w przypadkach, gdy terminale są liczne, a ich manualne monitorowanie jest czasochłonne i niewystarczająco precyzyjne. Ważne jest podkreślenie, że pomimo różnic w kształcie i rozmiarach terminali, nasze rozwiązanie radzi sobie z identyfikacją stanu tych obszarów, utrzymując wysoki poziom dokładności.

Jednakże, podobnie jak w przypadku każdego nowego podejścia, istnieje potrzeba przeprowadzenia dodatkowych badań, które pozwolą na optymalizację naszych technik przetwarzania obrazu i dopasowanie ich do różnych warunków i konfiguracji lotnisk. To obejmuje zrozumienie wpływu różnych warunków oświetleniowych, rozważenie różnych kształtów i rozmiarów samolotów, a także uwzględnienie różnych wzorców ruchu na lotnisku.