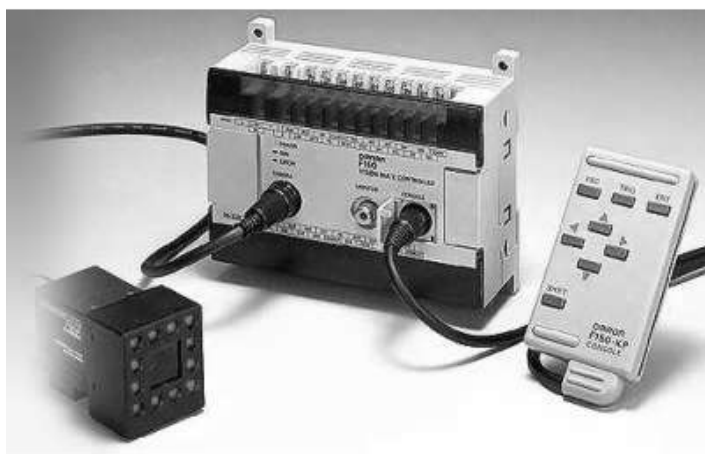


Zastosowanie systemu wizyjnego OMRON F150 do automatycznego nadzoru procesu technologicznego montażu.



INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA 4

opracował: mgr inż. Grzegorz Lis

Warszawa 2005r.

1.Podstawy obróbki cyfrowej obrazu.

1. Możliwości współczesnych systemów wizyjnych.

Systemy wizyjne budowane są i wykorzystywane w przemyśle od lat 80. Początkowo ich rozwój napotykał na bariery sprzętowe, dotyczące zwłaszcza kamer wizyjnych i procesorów obrazowych. Wraz z upowszechnieniem się mikrokomputerów i rozwojem informatyki, coraz częściej można spotkać w literaturze informacje o przemysłowych zastosowaniach systemów wizyjnych. Do najprostszych zagadnień, które udawało się rozwiązywać z użyciem najprostszych mikroprocesorów ośmiobitowych, należało rozpoznawanie kształtów i położeń przedmiotów płaskich. W miarę rozwoju sprzętu i oprogramowania, dalszym jego potaniem, rozwijały się możliwości aplikacyjne. Krokiem szczególnie ważącym na rozwoju systemów wizyjnych było upowszechnienie się przetworników obrazowych matrycowych. Kamery wizyjne z przetwornikami CCD, pozwalają uzyskiwać stabilny obraz kolorowy, w dużym stopniu odporny na zakłócenia interferencyjne. Coraz większa rozdzielczość tych przetworników umożliwia polepszenie dokładności analizy obrazu.

Odrębną grupą zagadnień jest budowa i oprogramowanie kontrolerów (procesorów obrazowych). W dniu dzisiejszym można wyróżnić dwie grupy urządzeń do obróbki sygnału wizyjnego. Są to:

- uniwersalne komputery klasy PC wyposażone w specjalizowane, (specjalne) karty rozszerzeń do wczytywania obrazu z przetwornika (i jego obróbki wstępnej),
- specjalne mikrokontrolery obrazowe sprzężone z przetwornikami wizyjnymi.

Obydwie grupy urządzeń posiadają bardzo rozbudowany software. Umożliwiający obróbką wstępną obrazu w postaci obrazu kolorowego, lub obrazu czarno białego z rozbudowaną skalą szarości. Najprostsze nawet systemy wizyjne, do których można zaliczyć urządzenie firmy SICK posiada możliwość rozpoznawania obiektu przy zastosowaniu stopni szarości. Do standardu przemysłowego należą urządzenia do obróbki obrazu o 256 kolorach. W celu poprawy możliwości wyodrębnienia z obrazu zarejestrowanego ważnych informacji stosuje się w wielu urządzeniach filtry, które zamieniają w sposób nieliniowy obraz kolorowy na odpowiadające mu stopnie szarości, dla uwypuklenia pewnych szczególnych jego cech i przyspieszenia analizy.

Oprogramowanie umożliwia rozpoznawanie konturów, krawędzi, krzywizn, łuków, obliczanie pól powierzchni, momentów statycznych, wyznaczanie środków ciężkości, położenia głównych osi bezwładności, skalowanie obrazu, porównywanie ze wzorcem itd. Złożoność oprogramowania systemów wizyjnych zależy w głównej mierze od zastosowania. Jeszcze

większą rozbudowę softwaru wymusza rozwój systemów wizyjnych od najprostszych wyposażonych w pojedynczy przetwornik obrazu (systemy 2d), przez systemy z większą ilością kamer (procesorów obrazu) stosowanych w systemach 3d i systemach stereoskopowych w tym systemach wielokamerowych stereoskopowych systemach 3d. Próba klasyfikacji systemów wizyjnych przedstawiona jest poniżej (Rys. 1).

Różnorodność systemów wizyjnych sprawia duży kłopot w wyborze właściwego rozwiązania technicznego do rozwiązania konkretnego problemu. Publikowane przez producentów dane aplikacyjne i przykłady typowych rozwiązań dotyczą dość ewidentnych przypadków zastosowań. Poniżej zestawione zostały typowe przykłady zastosowań systemów wizyjnych w praktyce przemysłowej:

2d

- identyfikacja części, rozpoznawanie położenia,
- mierzenie położenia, odległości i kątów,
- kierowanie robotem w płaszczyźnie,
- programowanie centralnego punktu narzędzia, korekcja centralnego punktu narzędzia,
- paletyzacja na płaszczyźnie,
- składanie (zestawianie) części,
- rozpoznawanie wad na płaszczyznach (powierzchniach),
- rozpoznawanie pisma (OCR) i kodów.

• 2,5d

- Paletyzacja w trzech wymiarach.

• 3d

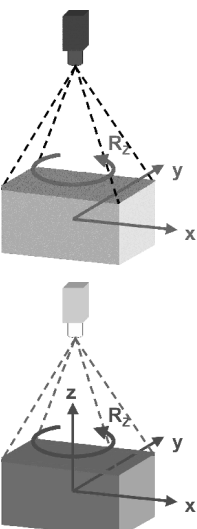
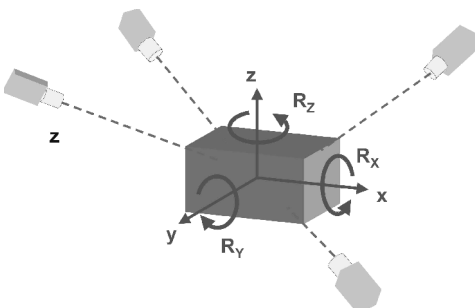
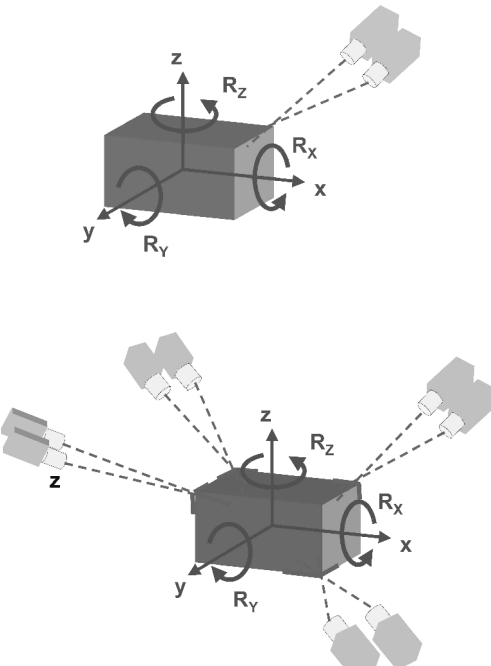
Określanie pozycji dużych obiektów w przestrzeni (o 6 stopniach swobody) w zastosowaniu do:

- uszczelniania karoserii samochodowych,
- lakierowania karoserii,
- uszczelniania podwozi,
- montażu i demontażu,
- pozycjonowania dźwigów.

• 3d stereo

- pomiary pozycji, odległości i kątów
- określenie współrzędnych, odnajdowanie krawędzi
- pomiary szwów, konturów
- kierowanie montażem

- kierowanie robotami, pojazdami

<u>Systemy wizyjne</u>			
	Widzenie płaskie		
	2D	Identyfikowanie i/lub rozpoznawanie części, informacje na temat położenia, kąta, i wariacji każdego rozpoznawanych elementów	Określenie wysokości elementu tylko jedną kamerą przez zintegrowanie osi z.
	Widzenie przestrzenne	Rozpoznawanie położenia w trzech wymiarach przy użyciu techniki fotogrametrii	
	• wielo- dwo- kamerowe	Pomiary położenia/pozycji w sześciu stopniach swobody przy użyciu charakterystycznych cech obiektu krawędzi, otworów, zaokrągłeń.	Wiele kamer powoduje nakładanie się obszarów widzenia—zwiększenie szybkości dokładności, brak martwych stref.

Rysunek Sekwencja Rysunek. Klasyfikacja systemów wizyjnych

- określanie pozycji karoserii samochodowej
- **3d stereo multi**
 - montowanie szyb do samochodów
 - montaż elementów i komponentów
 - składanie i rozmontowywanie drzwi
 - maskowanie uszczelek do szyb samochodowych

1.2. Wizualizacja operacji montażu.

Podstawowe zadania aplikacyjne, jakie stawiane są systemom wizyjnym, tworzą dwa główne zastosowania: do nadzoru operacji montażu i do sterowania. Pierwsze dotyczą głównie: rozpoznawania kształtów, identyfikacji położenia, weryfikacji poprawności zestawiana części montowanych. Do grupy funkcji sterowania należy generowanie trajektorii ruchów robotów, określanie możliwości występowania kolizji, itp. Trzecią grupę zastosowań tworzą systemy w których kamery wizyjne pomiarowe

I w „polskim” przemyśle zarysowuje się powoli możliwość stosowania systemów wizyjnych. Najczęściej w celu prowadzonej na bieżąco oceny jakości produkowanych wyrobów. Poniżej przedstawione zostały potencjalne, przykładowe zastosowania. Są to mikroskopowe zdjęcia wykonane dla różnych z określeniem potrzeb z zakresu oceny wyrobu. Dotychczas ocena ta wykonywana były (lub nie) wzrokowo przez operatora urządzenia. Wymóg 100% kontroli jakości wyrobu wymusi stosowanie w urządzeniach produkcyjnych wizyjnych systemów kontrolno-pomiarowych.

Na zdjęciach mikroskopowych przedstawione są siatki działka kineskopu, kolorowymi kółkami zaznaczona jest spoiny wykonywane na zgrzewarce laserowej. Z powodu rozregulowania się obiektywu ogniskującego wiązkę, zużywania się elementów ustalających przyrządów montażowych, niestaranności obsługi powstaje nieprawidłowe położenie zgrzeiny, oznaczone czerwonym kolorem. Dla porównania przedstawiony jest fragment z prawidłowo wykonanym połączeniem, oznaczony kolorem zielonym (Zdjęcia 1 i 2). Kolejne zdjęcie przedstawia wadliwie złożoną część do zgrzewania (Zdjęcie 3). Efektem jest powstanie szczeliny pomiędzy częściami i przesunięcie osi symetrii gotowego wyrobu.

Przedstawiony jest tu także element z nabitą numerem typu części (Zdjęcie 4). Różnice gabarytowe pomiędzy siatkami stosowanymi do różnych wyrobów są trudno rozróżnialne gołym, nieuzbrojonym okiem. Do zestawianego wyrobu trafiają niekiedy niewłaściwe siatki, o innych oznaczeniach. System wizyjny może, więc również realizować bieżącą kontrolę zestawianych części. Napis ten może być odczytany przez system wizyjny 2d, a część dzięki

oprogramowaniu OCR może zostać zidentyfikowana.

Prezentowane przypadki wad produkcyjnych mogą być eliminowane z



zdjęcie 1.



zdjęcie 2.



zdjęcie 3.



zdjęcie 4.

wykorzystaniem systemów wizyjnej analizy obrazu pracujących w technice 2d z wykorzystaniem analizy obrazu kolorowego i z zastosowaniem urządzeń z oprogramowaniem umożliwiającym rozpoznawanie pisma (OCR).

Prezentowane zdjęcia już przy pobieżnej ich analizie, dość dokładnie przedstawiają trudności, jakie napotyka się w automatycznej analizie obrazu. Wszystkie wykonywane były kamerą telewizyjną kolorową pracującą w standardzie PAL, z elektronicznym skanowaniem obrazu. Poprzez obiektyw mikroskopu, przy zachowaniu tego samego typu obiektywu, źródła, natężenia i kierunku światła. Na zdjęciach widoczne są smugi, zniekształcenia kształtu części, interferencje. Tak zniekształcony obraz jest bardzo trudny do dalszej automatycznej obróbki. W celu eliminacji zniekształceń obrazu należy zastosować odpowiednie źródło światła i kamerę z przetwornikiem matrycowym CCD. Podobne znaczenie ma rodzaj, kierunek i natężenie oświetlenia.

2.Obróbka cyfrowa obrazu.

• Dopasowywanie wzorców.

Podstawą do rozpoznawania wzorca w obrazie jest pierwotny proces zapamiętania obrazu wzorca. Zapamiętywanie wzorca może dotyczyć całego zarejestrowanego obrazu, lub jej części ograniczonej ręcznie do fragmentu. Wyodrębnienie okna wzorcowego pozwala

przyspieszyć proces przeszukiwania całego obrazu w poszukiwaniu celu w postaci okna. Okno to skanuje określony obszar poszukiwań, zaczynając od lewego górnego rogu, kończąc na prawym dolnym, aby znaleźć miejsce, które najlepiej odpowiada zapisanemu wzorcowi. Podstawowym sposobem przygotowania obrazu dla prostego dopasowywania wzorców jest konwersja binarna obrazu sceny.

☑ **Dopasowywanie wzorców z użyciem przetwarzania stopni szarości**

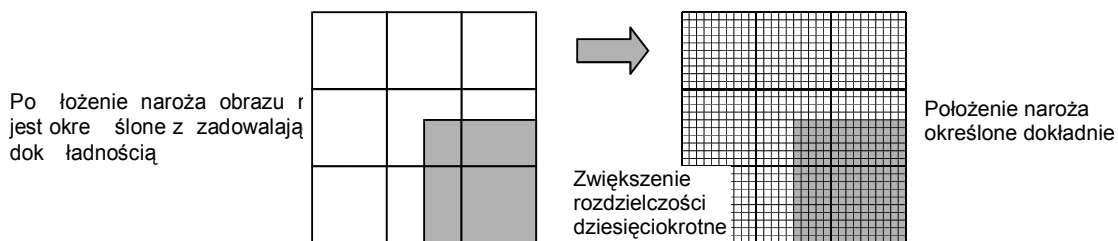
Dopasowywanie wzorców wykorzystuje przetwarzanie obrazu czarno-białego, które nadaje każdemu z punktów jeden z 256 stopni szarości, a następnie rozpoznaje wzorzec celu. Dla porównania – przetwarzanie binarne traktuje obrazy jako czarne lub białe.

☑ **Dopasowywanie wzorców z wykorzystaniem ekstrakcji kolorów**

Kolorowe systemy wizyjne serii rozpoznają wzorzec przechowywany w oknie wzorca nie tylko za pomocą różnic w jasności, ale również poprzez technologię RGB, która każdemu pikselowi przyporządkowuje 256 poziomów koloru. Rozwiązanie takie jest najlepsze do wykrywania celów o tym samym kształcie, lecz różnych kolorach.

• **Przetwarzanie podpikselowe**

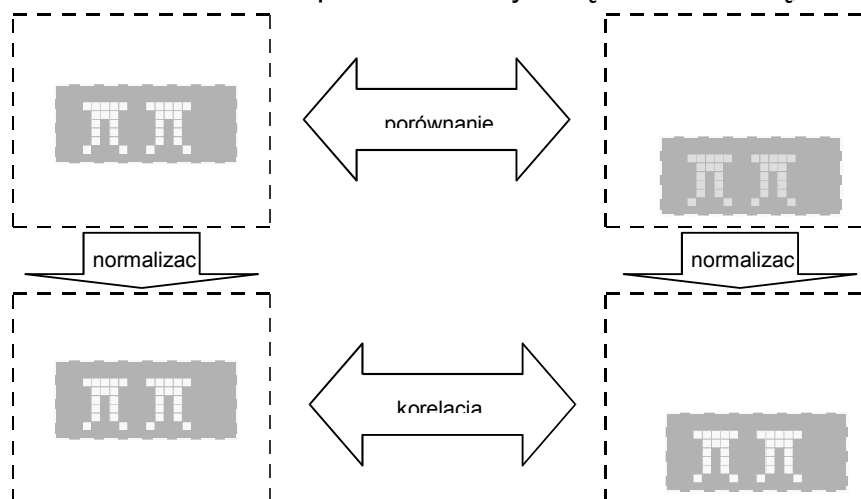
Zwykle przetwarzanie obrazu jest dokonywane na poziomie jednego piksela. Czasami zachodzi konieczność zwiększenia rozdzielczości zarejestrowanego obrazu. W takim



przypadku można zastosować technikę podpikselową. Zasadę tej techniki prezentuje rys.2.

Rysunek Sekwencja Rysunek. Zwiększanie rozdzielczości obrazu

Przetwarzanie podpikselowe dokonuje określania położenia (pozycji) z dokładnością do 0.1 piksela. To pozwala na określenie położenia z wysoką dokładnością, rozszerzając zakres



Rysunek Sekwencja Rysunek. Efekt działania normalizacji obrazu odniesienia i badanego.

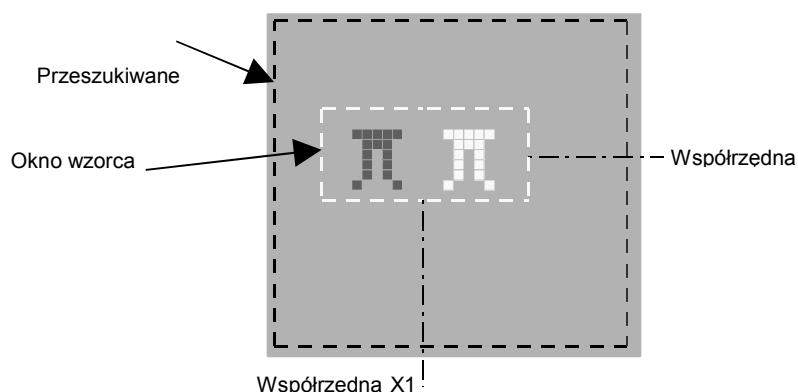
zastosowań do bardzo dokładnego pozycjonowania i mierzenia wymiarów.

Dokładne dopasowywanie wzorców bez wpływu zmiany jasności otaczającego oświetlenia W metodzie rozpoznawaniu obrazu z użyciem przetwarzania stopni szarości, każdy piksel obrazu odniesienia dopasowywany jest do obrazu odniesienia i dane te porównywane są z informacjami o obrazie sceny do znalezienia położenia. Jednakże przy tej metodzie nie jest czasami możliwe określenie dokładnego położenia, gdy wartość całkowita sygnału w 256 stopniach szarości zależy od zmiany oświetlenia. Metoda normalizowania pozwala na rozpoznawanie wzorców pomimo zmian w oświetleniu. Na rys. 3 przedstawiony jest przypadek, w którym średnia jasność całego obrazu jest odejmowana od jasności (w stopniach szarości) każdego piksela dla obu obrazów odniesienia i analizowanego. Do tego wykorzystywana jest normalizacja, która eliminuje różnice w jasności w obu obrazach. Następnie, ustalana jest pozycja (położenie) celu, gdy próbka (wzór) z obrazów odniesienia i rozpatrywanego są podobne (tj. mają dużą korelację) to położenie wzoru celu w obrazie jest określone.

• Funkcje pomiarowe i kontrolne.

☒ **Określanie położenia bezwzględnego**

Funkcja ta wykrywa położenie celu. Najpierw, obiekt zostaje zamknięty w obrębie okna w celu jego zapisania. Później, cały obraz wykonany podczas rejestracji jest przeszukiwany (przez porównanie z zapisanym fragmentem), aby odnaleźć zapisany obraz obiektu-celu. Współrzędne najbardziej podobnego obrazu są wykorzystywane do określenia różnicy, która jest wynikiem całej operacji. Przykład przedstawiony jest na rys.4.

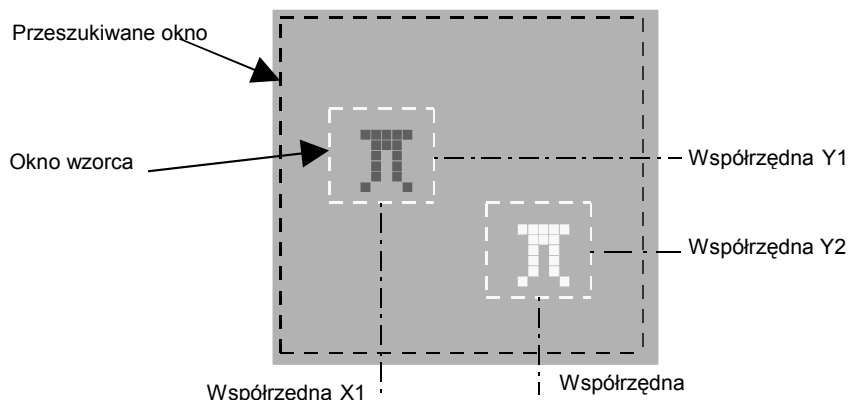


_Rysunek Sekwencja Rysunek. Przeszukiwanie okna w zarejestrowanym obrazie dla wyznaczenia położenia wzorca.

☒ **Określanie położenia względnego.**

Funkcja ta określa względne położenie dwóch obiektów rys.5. Najpierw są one zamykane

dwoma oddzielnymi oknami i zapisywane. Później cały obraz jest przeszukiwany w celu odnalezienia obiektów. Wynikiem tego są współrzędne środków obiektów najbardziej podobnych do tych zapisanych w pamięci, które poddaje się odejmowaniu, którego wynik jest wynikiem całej operacji.



Rysunek Sekwencja Rysunek. Określanie względnego położenia obiektów

☒ **Wykrywanie obszaru (konwersja binarna).**

Funkcja ta wykrywa obszary za pomocą liczenia czarnych lub białych pikseli w obrębie określonego okna rys.6. Podczas przetwarzania obrazu kolorowego, obszar jest wykrywany przez określenie liczby pikseli danego koloru.

Wykrywany jest
kolor czarny

Wykrywany jest
kolor biały

Rysunek Sekwencja Rysunek. Konwersja binarna okna pomiaru



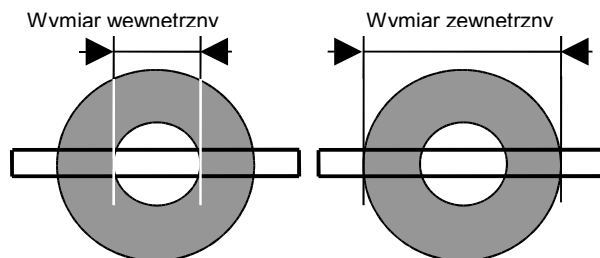
Wartość
pomiaru: 13



Wartość pomiaru:
11

☒ **Funkcja pomiaru wymiarów.**

Różne wymiary mogą być mierzone poprzez ustawienie okna na obrazie i określenie



odległości między krawędziami wykrytymi wewnątrz okna rys. 7.

Rysunek Sekwencja Rysunek. Pomiary wymiarów wewnętrznych i zewnętrznych.

☑ *Liczenie etykiet (COUNT)*¹.

Ten tryb liczy liczbę etykiet. (Jedna etykieta = jedna grupa pikseli przetworzonych binarnie). Bez względu na wielkość i kształt etykiety, pojedyncza grupa liczona jest zawsze jako jedna.

☑ *Filtr powierzchni (AREAFILT)*.

Przez ustalenie górnego i dolnego limitu wielkości można określić zakres powierzchni etykiet, które mają być brane pod uwagę (liczone). Celem tej funkcji jest ignorowanie małych skaz i uszkodzeń albo elementów tymczasowych na obrazie.

☑ *Sensor punktów (POINT)*.

Ten tryb wykrywa istnienie lub brak określonych obszarów. Dla każdego okna w celu wykrycia tych obszarów można określić do 8 punktów. Rozmiar punktu może być jednym z następujących: „4 x 4 piksele”, „8 x 8 pikseli” lub „16 x 16 pikseli”.

W każdym oknie można wybrać jeden kolor. Aby wykrywać dwa lub więcej kolorów, należy wykorzystać dwa lub więcej okien.

☑ *Wykrywanie skaz (STAIN)*.

Tryb ten wykrywa skazy (niewielkie zmiany jasności) wewnątrz okna.

- Z obrazu zostaje wybrany segment o rozmiarze od „2 x 2” do „100 x 100 pikseli”. Obliczona zostaje średnia jasność segmentu.
- Segment jest przesuwany od góry do dołu okna w celu obliczenia średniej dla każdego z miejsc w oknie.
- Obliczona zostaje różnica między średnimi jasnościami dwóch sąsiadujących segmentów. Największa różnica otrzymana w całym oknie jest brana jako wartość zmierzona.
- Jeśli wartość zmierzona przekracza określony poziom, system wizyjny stwierdza obecność skazy i wysyła sygnał NG.

System wizyjny znajduje największą różnicę jasności w segmencie, w którym znajduje się skaza. Mniejsze skazy można wykrywać przez ustalenie mniejszego rozmiaru segmentu. Gdy segment jest duży, system ignoruje mniejsze niedoskonałości i wykrywa jedynie te duże.

Poziom detekcji skaz (różnica między średnimi jasnościami) można ustawić między 0 a 255. Aby wykryć niewielkie skazy, należy ustawić małą wartość. W celu wykrycia tylko dużych skaz trzeba ustawić poziom na dużą wartość.

***Etykietowanie (LABELING)*.**

Etykietowanie to operacja, w której obraz z kamery jest przetwarzany na zapis binarny, a później przetwarzany w celu znalezienia grup sąsiadujących ze sobą pikseli tego samego koloru (stopni szarości). Taka grupa po tej operacji nazywana jest etykietą.

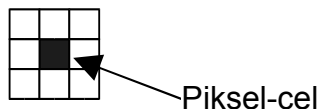
¹ W nawiasach podane są nazwy funkcji oprogramowania i nazwy filtrów używane w publikacjach firm produkujących urządzenia wizyjne.

Filtrowanie obrazu.

Wyjaśnienie funkcji filtracji (w aspekcie funkcji systemów wizyjnych):

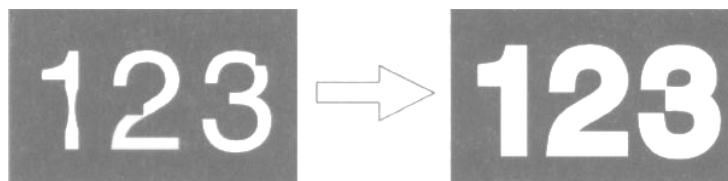
Filtracja usuwa lub uwypukla szумы i zakłócenia wykonanego obrazu, aby można go było łatwiej analizować. Zastosowanie filtru pozwala na przekształcenie oryginalnego obrazu w prostszą formę.

Filtry uśredniające mają za zadanie zmiękczenie obrazu – zmniejszenie kontrastu pomiędzy poszczególnymi pikselami np. tła, w celu łatwiejszej dalszej obróbki.



Filtr wykorzystuje obszar 3 x 3 piksele wokół piksela-celu. Cel jest środkiem tego kwadratu 3 x 3.

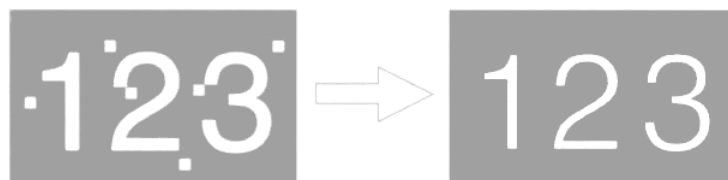
Powiększenie zarysu (EXPAND 1, 2, Enhance edges).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru EXPAND.

Piksel-cel jest zastępowany najjaśniejszym spośród całego kwadratu. Filtr ten usuwa brakujące fragmenty znaków. Białe elementy stają się o jeden rozmiar większe. Procedura ta może być powtarzana dwukrotnie by wzmocnić ten efekt.

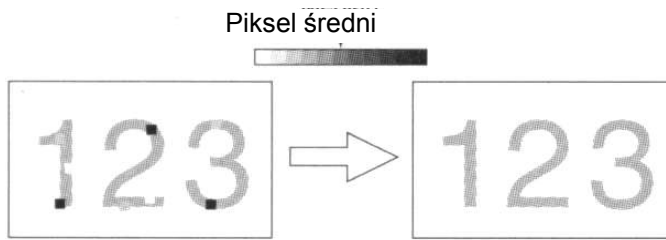
Skurczenia zarysu (SHRINK).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru SHRINK

Cel jest zastępowany pikselem, który jest spośród kwadratu 3 x 3 najciemniejszy. Usuwa to szумы na obrazie. Białe obiekty stają się jeden rozmiar mniejsze.

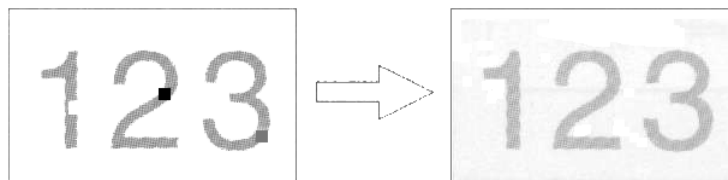
Uśrednianie (MEDIAN).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru MEDIAN.

Cel jest zastępowany pikselem, o kolorze będącym średnią między najjaśniejszym i najciemniejszym pikselem spośród kwadratu. Filtr ten usuwa drobne szумы. Jako że zmiana jasności jest mniejsza niż przy zastosowaniu filtrów SHRINK czy EXPAND, wielkość białych elementów na obrazie się nie zmienia. Co więcej, obraz nie jest rozmyty w porównaniu do tego przetworzonego filtrem AVE.

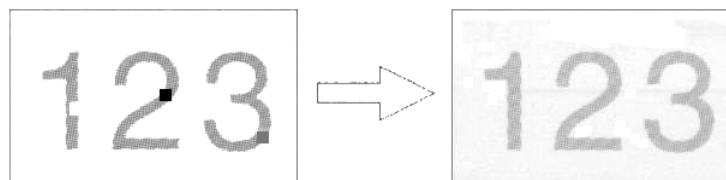
Średnia (AVE).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru AVE.

Cel jest zastępowany pikselem o kolorze będącym średnią kolorów całego kwadratu. Obraz jest rozmyty w porównaniu do tego po zastosowaniu filtru MEDIAN. Filtr ten usuwa niewielkie szумы.

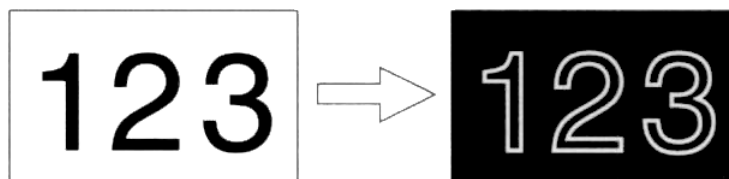
☑ Wyostrenie krawędzi (E-ENHANCE).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru E-ENHANCE.

Tylko granica między ciemnym a jasnym obszarem jest poddawana działaniu tego filtru. Dzięki niemu kontury na rozmytym obrazie stają się łatwo rozróżnialne.

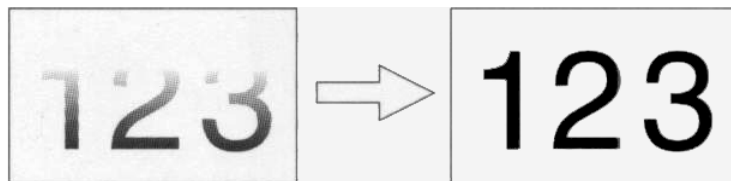
Wykrywanie krawędzi (EXTRACTION).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru EXTRACTION.

Wykrywane są jedynie granice między czarnymi a białymi obszarami. Filtr ten skutecznie wykrywa skazy.

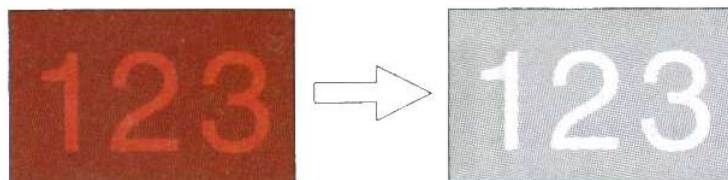
Korekcja cieni (SHADING).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru SHADING.

Jasność obrazu wewnątrz okna jest poprawiana przy uwzględnieniu informacji na temat tego, gdzie znajduje się góra, a gdzie dół określonego okna. Filtr ten koryguje nierówną jasność obszaru spowodowaną oświetleniem tylko z jednej strony.

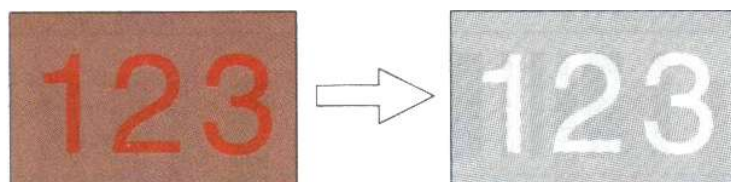
Intensywność (INT-UP).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru INT-UP.

Filtr ten zwiększa różnicę w jasności spośród danych R, G i B. Jasne obszary stają się jaśniejsze, ciemne – ciemniejsze. Obszary w kolorze będącym poza określonymi granicami wyświetlane są jako ciemniejsze lub w kolorze bliższym do koloru tła.

Zwiększenie nasycenia (TINT-UP).

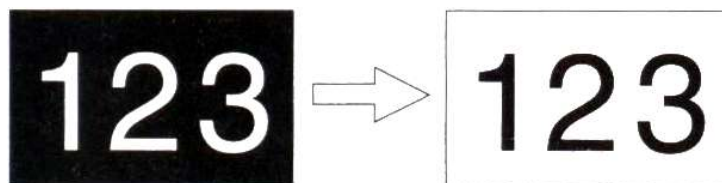


Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowanie filtru TINT-UP.

Filtr ten zwiększa różnicę w nasyceniu kolorów. Szare obrazy nie odtwarzają wielu różnic między zbliżonymi kolorami, takimi jak czerwony i pomarańczowy. Za pomocą tego filtru można do pewnego stopnia wzmocnić te różnice.

☑Negatyw (INVERT).

Rysunek Sekwencja Rysunek. Zastosowania filtru INVERT.



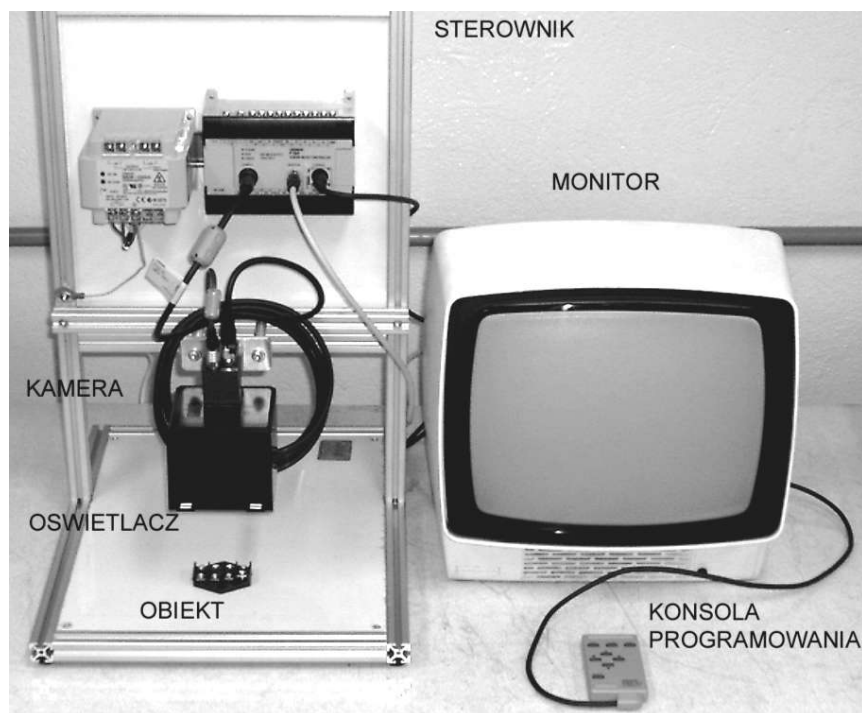
Czarne i białe obszary są odwracane. Filtr ten jest używany do wybrania obszaru o kolorze (szarości) innym niż żądany.

3. Budowa stanowiska laboratoryjnego

- **Stanowisko**

Stanowisko badawcze składa się z kamery cyfrowej do rejestracji obrazów, zespołu oświetlenia obserwowanego obiektu, Sterownika systemu wizyjnego - procesora obrazowego, monitora do obserwacji i ustawiania parametrów przetwarzania obrazu, konsoli programowania. Całość zasilana jest z zasilacza prądu stałego 24V. Elementy te zostały zamocowane do stelaża wykonanego z profili aluminiowych. Widok stanowiska jest przedstawiony na zdjęciu poniżej.

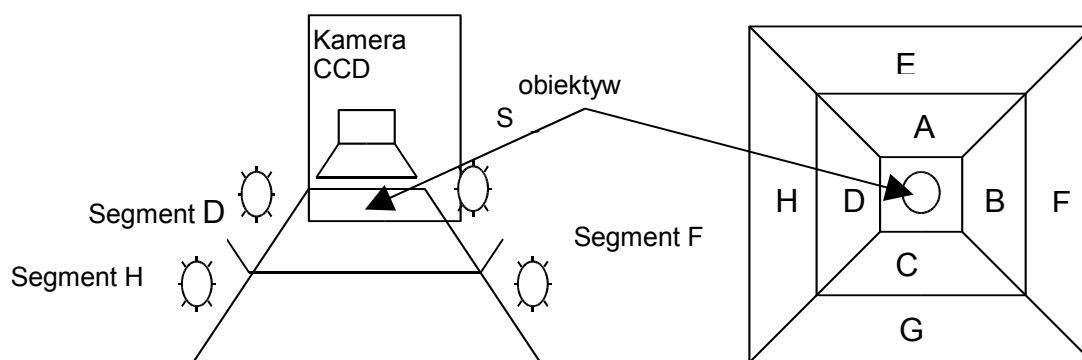
Zestaw sterownika składa się ze sterownika F150-3 firmy OMRON, oraz z zestawu czarno białej kamery wraz z oświetlaczem F150-LTC50 (OMRON) o ogniskowej 54mm oraz konsoli programowania sterownika. Do zobrazowania wykorzystany został monitor Neptun 156.



zdjęcie 5.

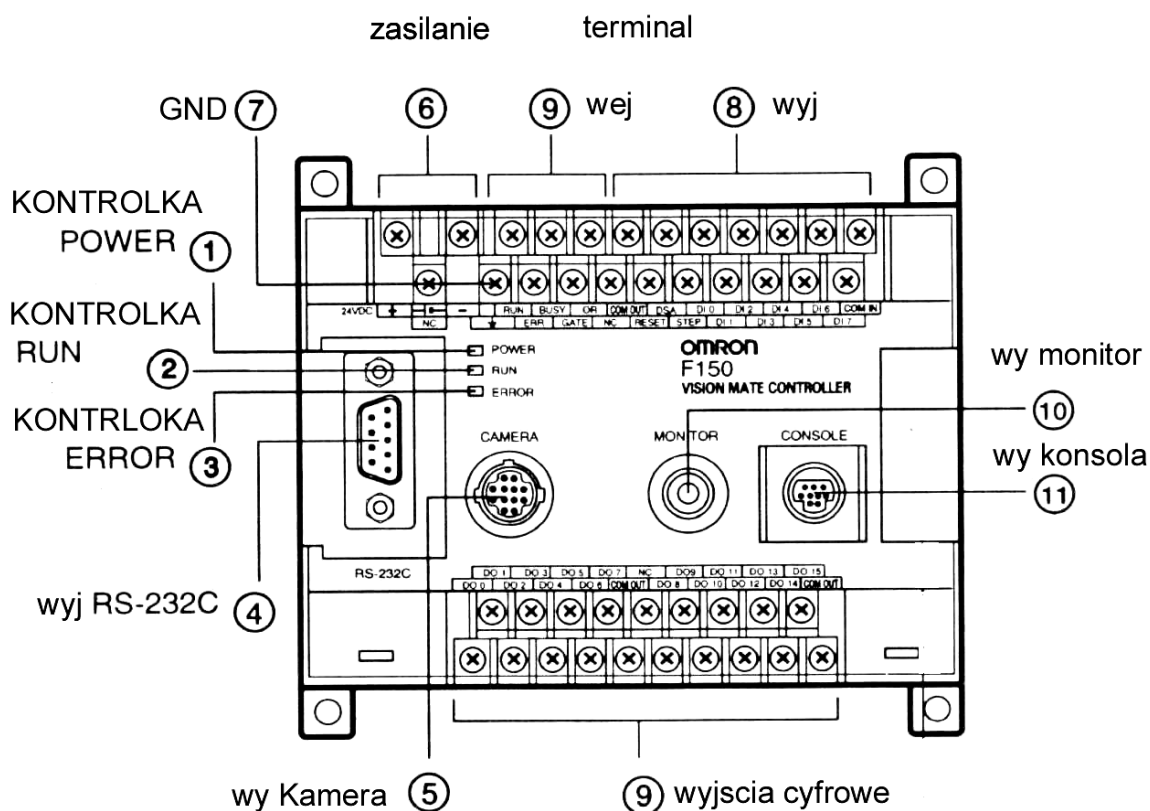
Stanowisko badawcze.

Kamera zbudowana jest w oparciu o nowoczesny czarno-biały przetwornik obrazowy CCD, o rozdzielczości sprzętowej 512*484 pikseli (pole obrazowe ~50*50 mm), umożliwiające przetwarzanie obrazu w 256 stopniach szarości. Kamera wraz ze sterownikiem umożliwiają rejestrację obrazu z migawką cyfrową o zmiennym czasie ekspozycji 1/100s, 1/500s, 1/2000s, 1/10000s. W obudowę kamery zamontowany jest zespół oświetlaczy. Oświetlenie obejmuje kamerę zapewniając możliwość zmiany kierunku oświetlenia obiektu z czterech kierunków, z ośmiu źródeł światła, każde z nich może mieć niezależnie regulowaną jasność w skali od 0 do 7. Budowę oświetlacza wielosegmentowego przedstawia rys.18.



Rysunek Sekwencja Rysunek. Budowa oświetlacza wielosegmentowego.

Jednostka centralna sterownika przedstawiona została na rysunku 19. Może ona występować w dwu rodzajach standardowej i dostosowanej do pracy w sieci sterowników PLC typu CompoBus/D. Po rozbudowie może współpracować z dwoma kamerami.



Rysunek Sekwencyjny Rysunek. Widok jednostki centralnej sterownika F150-3.

Jednostka F150-3 posiada następujące wejścia:

- Wejścia cyfrowe do sterowania i współpracy z obiektem sterowanym (9),
- Wejścia cyfrowe do współpracy z czujnikami indukcyjnymi do synchronizacji odczytu obrazu
- Zespoły wyjść cyfrowych, do sterowania i współpracy z obiektem sterowanym (8)

Jednostka centralna została wyposażona w wejście sygnału z kamery (5), w przypadku kamery F150-LTC50 poprzez to złącze jest sterowane oświetlenie obszaru widzianego. Do współpracy z analogowym monitorem przeznaczone jest złącze (10) wyjścia monitorowe w standardzie NTSC. Programowanie trybów pracy, wprowadzanie informacji od operatora następuje poprzez złącze (11) - wyjście do konsoli programowania. Dodatkowo sterownik posiada możliwość współpracy z komputerem PC poprzez programowane złącze RS232C. Firma OMRON opracowała własne oprogramowanie na PC do programowania jednostki centralnej sterownika. Umożliwia on wprowadzanie danych wejściowych np. wielkości okna do analizy obrazu, oraz wyprowadzenie niektórych informacji po analizie obrobionego obrazu z kamery. Danymi tymi może być np. wielkość pola powierzchni obszaru rozpoznanego, poło-

żenie środka ciężkości regionu i głównych centralnych osi bezwładności obszaru. Oprogramowanie to nosi nazwę „Vision Composer” @ OMRON i jest dedykowane do współpracy z PC w systemie Windows95/98/NT.

Cechy systemu wizyjnego OMRON F150-3.

F150-3 to system wizyjny o wielu możliwościach pomiarowych:

- rozpoznawanie nadruków
- badanie rozmiarów
- badanie poziomów szarości
- kontrola kształtów
- pomiary wielu wielkości
- badanie obecności i położenia obiektów
- kompensacja położenia obiektów
- 9 różnych metod pomiarowych
- 16 obszarów pomiarowych dla jednego obiektu z różnymi metodami pomiarowymi
- pamięć 16 obiektów
- łatwe programowanie z intuicyjnego menu
- matematyczne funkcje na wielkościach zmierzonych

Inne parametry:

- pole widzenia od 5x5mm do 500x500mm
- kamery z inteligentnym oświetleniem
- możliwość podłączenia 2 kamer do jednego kontrolera
- zdalne sterowanie i programowanie systemu
- uniwersalność metod pomiarowych
- swobodnie programowane funkcje wyjść
- komunikacja Device Net lub Profibus

• ***Zakresy stosowania w procesie technologicznym systemu OMRON F150-3.***

- wykrywanie uszkodzeń powierzchni elementów
- kontrolowanie poprawności montażu (ta zdolność badanego systemu zależy w dużej mierze od złożoności badanych zespołów)
- kontrolowanie poprawności etykietowania przedmiotów
- sterowanie procesem technologicznym w reakcji na rozpoznane warunki w przestrzeni montażowej:

- braki przedmiotów na oczekiwanych pozycjach
 - zbyt duża liczba przedmiotów na danych pozycjach
 - niepoprawne zorientowanie przedmiotów
- kontrolowanie liczby przedmiotów
- kontrolowanie orientacji przedmiotów
 - pomiary wielkości fizycznych (wymiarów, odległości)
- generowanie koordynat dla maszyn technologicznych (np. manipulatorów) w celu automatycznej reakcji na warunki w przestrzeni montażowej:
 - generowanie koordynat zmiany położenia przedmiotów
 - generowanie koordynat zmiany położenia kąowego przedmiotów

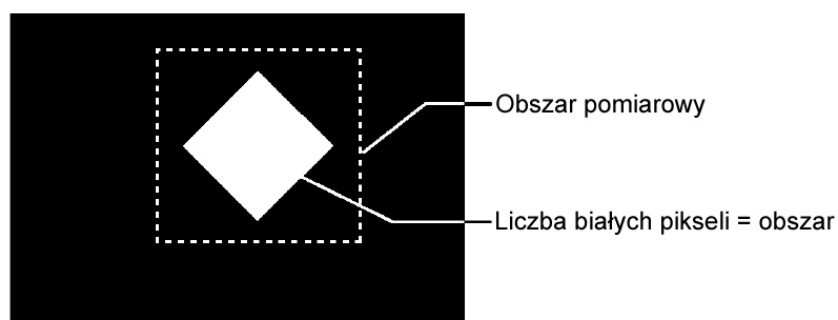
•

5. Instrukcja programowania F150-3.

1. Metody pomiarowe.

☑ **Środek ciężkości i obszar jaki zajmuje obiekt(Binary Center of Gravity and Area).**

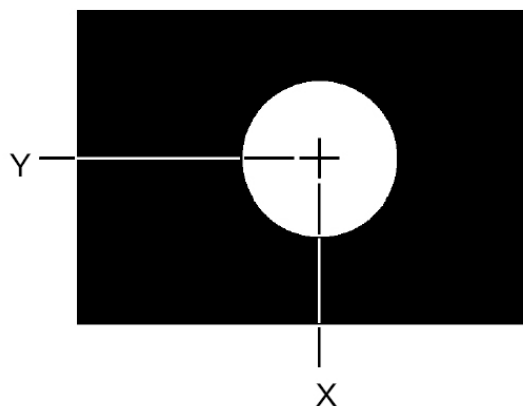
Metoda ta jest wykorzystywana do otrzymywania rozmiaru i pozycji obiektu. Kamera odczytuje zawartość obrazu z 256 gradacją szarości. Następnie na obrazie białe piksele zostają odseparowane od czarnych. Urządzenie wykorzystuje białe piksele do pomiaru. Obszar jaki zajmuje obiekt – jest liczbą białych pikseli wewnątrz obszaru pomiarowego (Rys.32).



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Należy zaznaczyć, że jeżeli liczba białych pikseli w obiektach o różnych kształtach jest taka sama, urządzenie zaakceptuje oba obiekty jako poprawne.

Środek ciężkości określany jest dla figury dwu-wymiarowej, składającej się z białych pikseli.



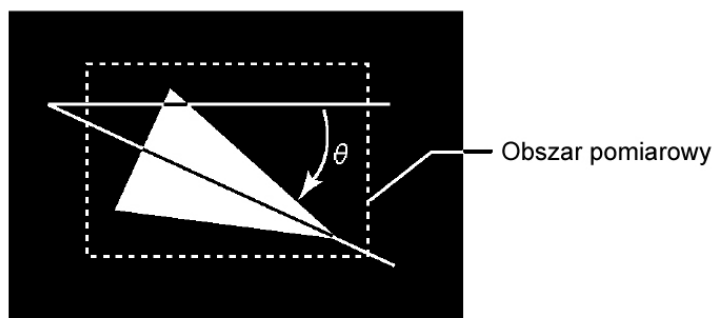
Rysunek Sekwencja Rysunek.

W wyniku użycia tej metody pomiarowej otrzymywane są koordynaty środka ciężkości badanego obiektu.(Rys.33).

☑ **Środek ciężkości i kąt osi obiektu(Binary Center of Gravity and Axis Angle).**

Metoda ta wykorzystywana jest do określenia orientacji obiektów. Wykorzystywane są większe zasoby urządzenia, a więc metoda jest bardziej czasochłonna.

Kąt osi obiektu jest kątem głównej osi elipsy, która jest wykreślnie równoważna obszarowi zajmowanemu przez białe piksele.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

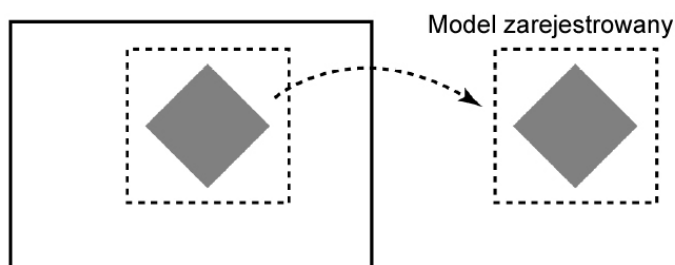
W wyniku użycia tej metody pomiarowej otrzymywane są koordynaty środka ciężkości i kąt osi obiektu.

☑ **Wyszukiwanie w odcieniach szarości i wyszukiwanie precyzyjne(Gray Search and Precise Search).**

Metoda wykorzystywana jest do badania kształtu obiektów.

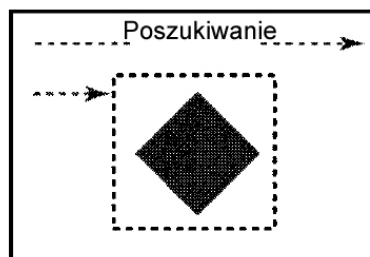
Przebieg czynności przy wykorzystaniu metody:

- Rejestracja modelu. Do pamięci urządzenia zapisywany jest obiekt wzorcowy.

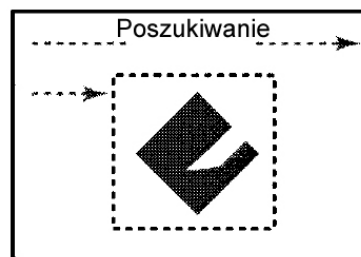


Rysunek Sekwencja Rysunek.

- Odnajdywana jest część analizowanego obrazu, która najbardziej odpowiada zarejestrowanemu modelowi. Wyświetlana jest wartość korelacji pomiędzy obiektami (badanym i zarejestrowanym w pamięci) w zakresie od 0 do 100. Im wyższy jest wskaźnik korelacji tym bardziej badana część odpowiada modelowi. Na podstawie wskaźnika korelacji można określić próg akceptowalności(Rys.36).



Wartość korelacji: 95



Wartość korelacji: 52

Wartość korelacji jest niska
ponieważ brakuje części obiektu.

Rysunek Sekwencja Rysunek.

Metoda ta oprócz wskaźnika korelacji pozwala na otrzymanie koordynatów przemieszczenia obiektu.

Poziom dokładności otrzymywania koordynatów przemieszczenia różni się dokładności w zależności od zastosowanej metody:

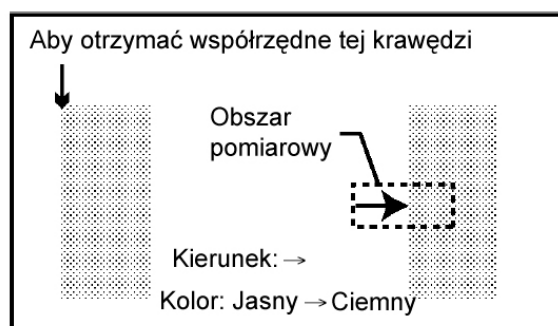
- Poszukiwanie w stopniach szarości – pozycja otrzymywana jest w pikselach.
- Poszukiwanie precyzyjne – pozycja jest otrzymywana w jednostkach mniejszych od pikseli tzw. sub-pikselach, powoduje to wydłużenie czasu analizy obrazu, ale zwiększa dokładność metody.

☑ **Określanie pozycji krawędzi (Gray Edge Position)**

Metoda wykorzystywana jest do lokalizacji krawędzi obiektów.

Procedura:

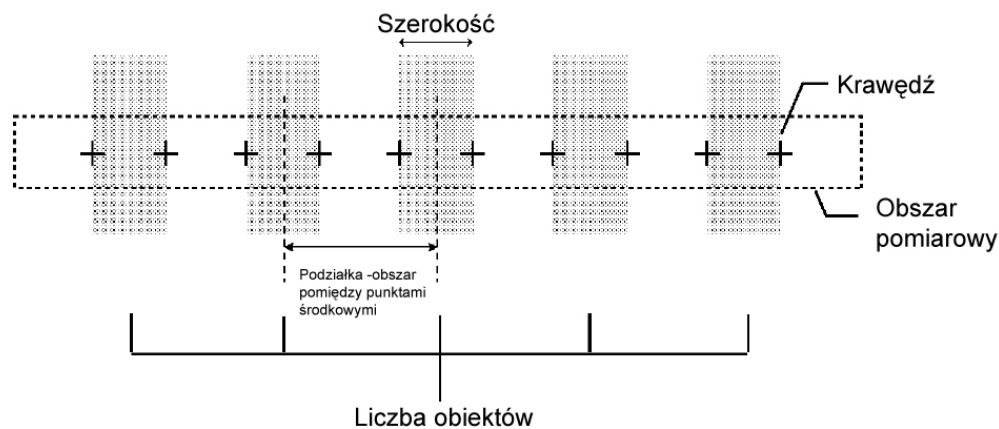
- Wybór kierunku poszukiwania: $\leftarrow, \rightarrow, \uparrow, \downarrow$.
- Wybór zmiany koloru na krawędzi: Jasny \rightarrow Ciemny, Ciemny \rightarrow Jasny.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

☑ **Określanie podziałki pojawiania się krawędzi (Edge Pitch).**

Metoda ta pozwala na obliczenie liczby pojawiających się obiektów. Metoda ta jest używana, kiedy monitoruje się różne rodzaje modeli pomieszczone między sobą.



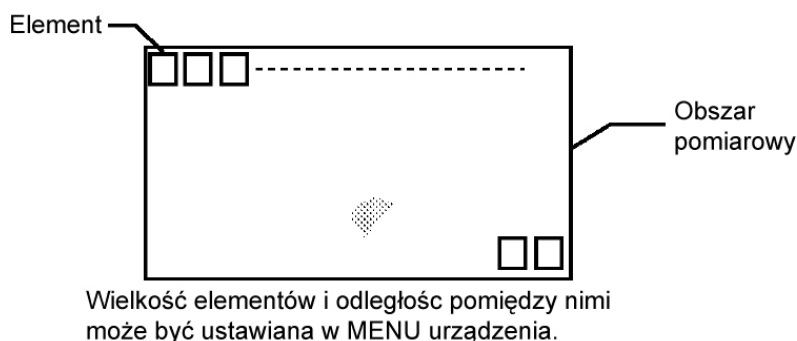
Rysunek Sekwencja Rysunek.

☑ **Wykrywanie defektów powierzchni (Surface Defect).**

Metoda ta jest wykorzystywana do wykrywania defektów powierzchni poprzez analizę gęstości obrazu. Kształt regionu pomiarowego może zbudowany z trójkątów, linii, prostokątów i figur okrągłych.

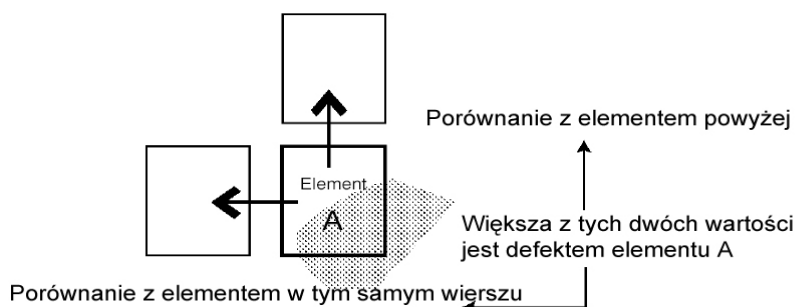
Procedura:

- a) W obszarze pomiarowym tworzone są mniejsze podobszary w kształcie prostokątów, zwane elementami. Obliczana jest gęstość każdego z elementów.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

- b) Różnica w gęstości pomiędzy elementami znajdującymi się nad i po lewej stronie elementu badanego obliczana jest dla każdego elementu na ekranie.



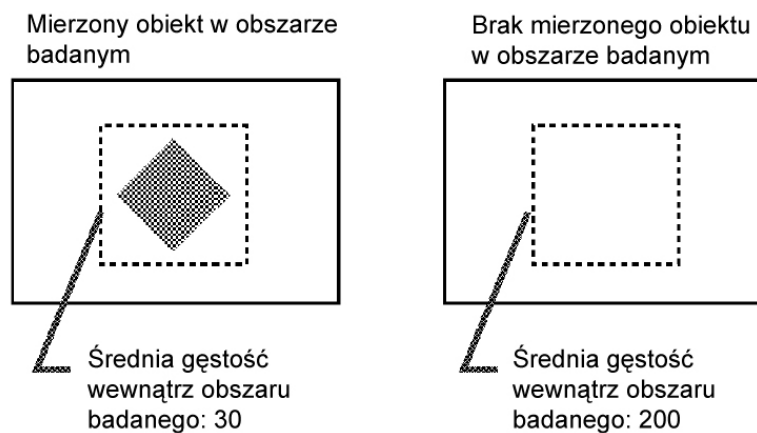
Rysunek Sekwencja Rysunek.

- c) Defekt obliczany jest dla każdego elementu. Jeżeli największy defekt jest większy od kryterium oceny, badany region uważany jest jako region z defektem.
- d) Jeżeli badany obszar zawiera jakieś znaki (liczby, litery) lub symbole zostaną one również zidentyfikowane jako defekty.

☑ **Uśrednianie gęstości obrazu (Density Averaging).**

Metoda ta wykorzystywana jest do wykonania pomiarów opierających się na różnicach w średnich jasnościach obiektów. Najpierw obliczana jest gęstość dla każdego piksela (od 0 do 255) następnie jest ona uśredniana dla całego obszaru i dla tej wartości dokonywane są dalsze pomiary.

Przykład: Sprawdzanie obecności obiektu w obszarze badanym.

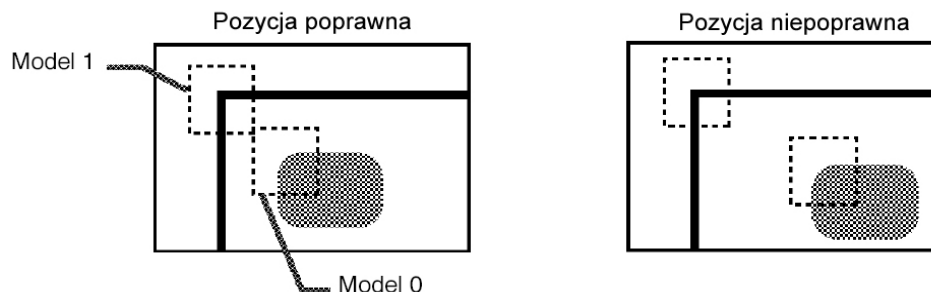


Rysunek Sekwencja Rysunek.

☑ **Wyszukiwanie relatywne (Relative Search).**

Metoda ta wykorzystywana jest do uzyskania pozycji, oznakowań, otworów i innych cech obiektów, i ocenienia czy ich położenie jest w akceptowalnym obszarze. Metoda ta opiera się na wykorzystaniu pozycji względnej, więc konieczne jest zarejestrowanie modelu w dwóch pozycjach: pozycji pomiarowej i pozycji odniesienia.

Przykład: Sprawdzanie pozycji etykiety.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

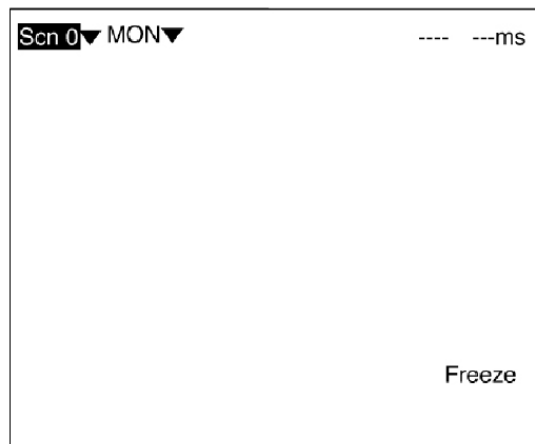
2. Operacje podstawowe. Zaznajomienie się z obsługą urządzenia.

Włączanie urządzenia.

Kolejność czynności podczas włączania urządzenia:

- Sprawdzenie podłączenia wszystkich podzespołów układu oraz przewodów zasilania.
- Włączenie monitora.
- Włączenie sterownika.

Po wykonaniu poprawnie wszystkich czynności po paru sekundach na ekranie monitora pokaże się następujący lub podobny obraz(rys.46):



Rysunek Sekwencja Rysunek.

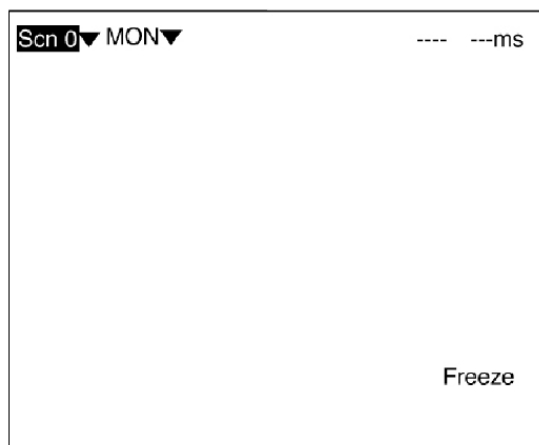
Tryb i scena, jakie pojawiają się zaraz po włączeniu urządzenia można dowolnie konfigurować.

☒ **Wyłączanie urządzenia, zapisywanie ustawień.**

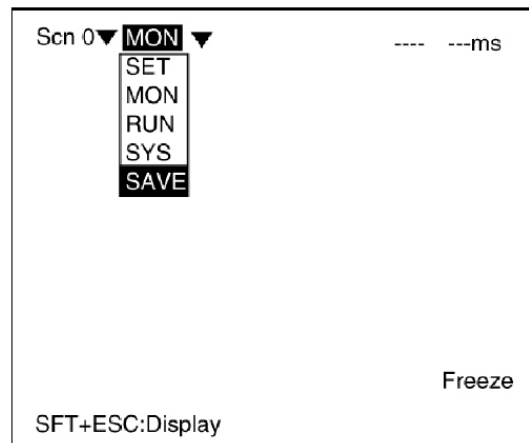
Przed wyłączeniem urządzenia należy upewnić się czy wszystkie wprowadzone zmiany konfiguracyjne i pomiarowe zostały zapisane.

Procedura:

- a) Powrót na ekran główny (rys.47).
- b) Przesunięcie kursora na MON i naciśnięcie klawisza ENT.
- c) Wybranie opcji SAVE (rys.48).
- d) Pojawi się okno potwierdzenia wyboru, należy wybrać opcję EXECUTE.
- e) Po wykonaniu wszystkich czynności można wyłączyć urządzenie.
- f) Urządzenia wprowadzania danych do systemu OMRON F150-3.



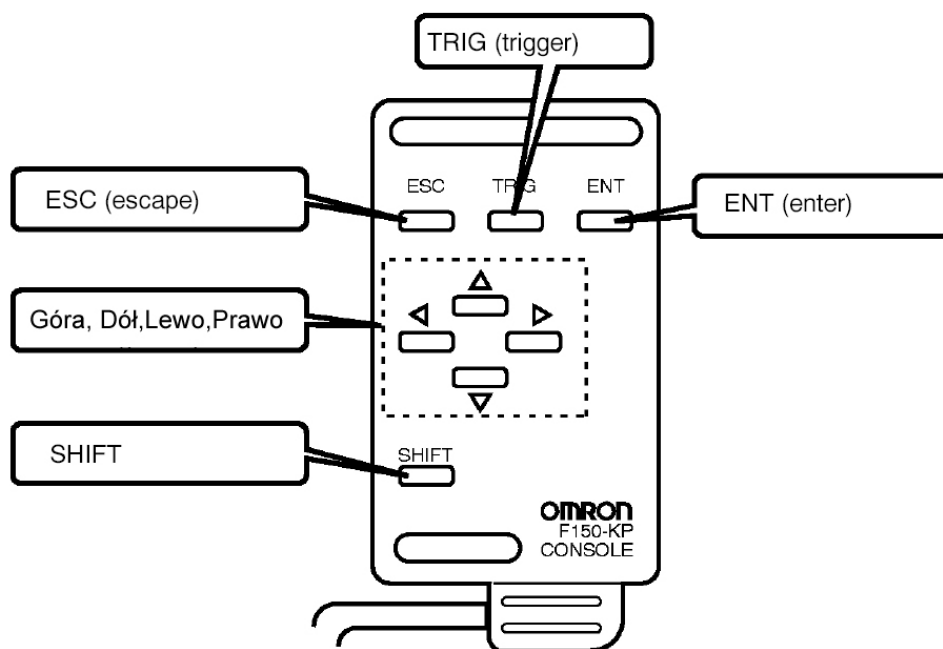
Rysunek Sekwencja Rysunek.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Urządzeniami wprowadzania danych i obsługi sterownikiem są:

- Konsola – opis przycisków (rys.46) i wyjaśnienie ich funkcji (tab.1).
- Interfejs RS232C po połączeniu z komputerem i z użyciem specjalnego oprogramowania.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Tabela Sekwencja Tabela. Wyjaśnienie funkcji przycisków.

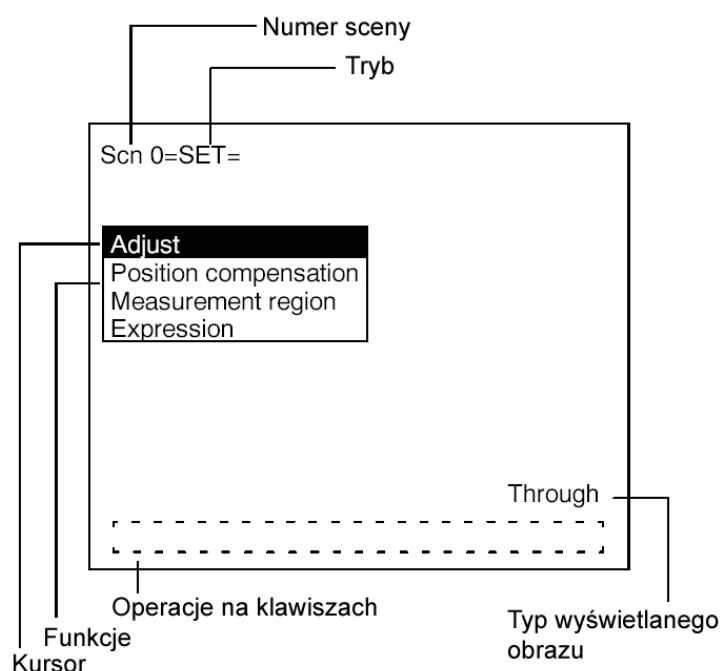
Przycisk	Funkcja przycisku
ESC	Funkcja tego przycisku zależy od aktualnie wybranej opcji i jest opisana na dole ekranu. Podczas poruszania się po MENU przycisk ten służy do powrotu do poprzedniego ekranu MENU.
TRIG	Uruchamia pomiary.

ENT	Uruchamia określoną czynność lub ustawia wartość.
Góra,Dół	Porusza kursorem góra-dół w celu wybierania opcji MENU, służy także do zwiększania i zmniejszania wprowadzanych wartości o 1, dłuższe przytrzymanie powoduje przyspieszenie zmian wartości.
Lewo,Prawo	Poruszanie lewo-prawo w celu wyboru opcji.
SHIFT	Musi być wciśnięty jako kombinacja z innym klawiszem, aby mieć efekt. Specyficzne funkcje tego przycisku przyporządkowane są określonym ekranom.

☑ Informacje wyświetlane na ekranie.

Obsługa urządzenia polega na wybieraniu funkcji wyświetlanych na ekranie monitora (rys.50).

Opis trybu wyświetlania i typu wyświetlanego obrazu odpowiednio tabela 2 i 3.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Tabela Sekwencja Tabela. Opis trybów wyświetlania.

Tryb wyświetlania	Znaczenie
SET	Ustawianie warunków pomiaru.
MON (monitorowanie)	Sprawdza poprawność wykonywania pomiarów zgodnie z założonymi kryteriami. Wyniki pomiarów wyświetlane są tylko na ekranie monitora. Nie można ich przesłać do zewnętrznych urządzeń.

RUN	Uruchamia pomiary, otrzymane dane mogą być przesyłane do urządzeń zewnętrznych.
SYS (system)	Ustawia konfigurację systemu.
TOOL	Zapisuje ustawienia i obrazy do komputera, backup danych.
SAVE	Zapisuje dane do pamięci typu FLASH

Tabela Sekwencja Tabela. Opis typów obrazów.

Tryb obrazu	Znaczenie
Trough	Bezpośrednie wyświetlanie obrazu z kamery.
Freeze	Obraz z kamery jest zamrożony i wyświetlany na monitorze.
..memory []	Wyświetlany jest poprzednio zapisany w pamięci urządzenia obraz. Maksymalnie 24 obrazy mogą być przechowywane w pamięci.

Operacje na klawiszach – wyświetlane są tutaj specjalne kombinacje klawiszy zależne od wyświetlanych na ekranie opcji.

Funkcje – dostępne funkcje wyświetlane są w menu.

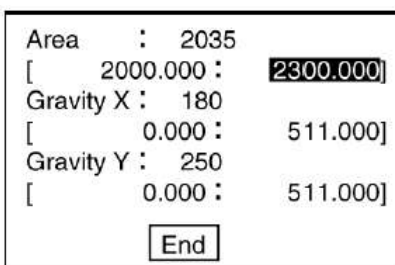
Kursor – kursor poruszany jest na zadane opcje menu klawiszami kursora.

☒ **Wprowadzanie wartości parametrów.**

Wyjaśnienie procedury wprowadzania wartości numerycznych będących warunkami dokonywania pomiarów. Procedura ta jest głównie używana do ustawiania warunków oceny oraz konfiguracji systemu.

Procedura:

- a) Przesuń kursor na pozycję, której wartość chcesz zmienić i wciśnij klawisz ENT (rys.51). Wielkość kursora zmieni się na wielkość pojedynczego znaku.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

[2000.000: 0002300.000]

Używając strzałek Lewo, Prawo przesuń kursor na żadaną pozycję.

- b) Używając strzałek Góra, Dół zmieniaj wartość cyfry.

[2000.000: 0002500.000]

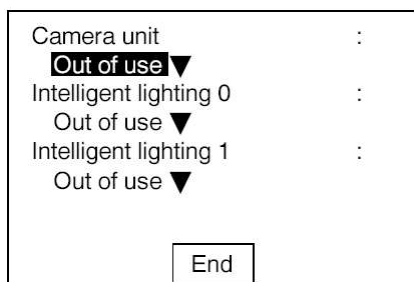
- c) Naciskając klawisz ENT potwierdź zmianę wartości.

☑ **Elementy menu z alternatywnym wyborem.**

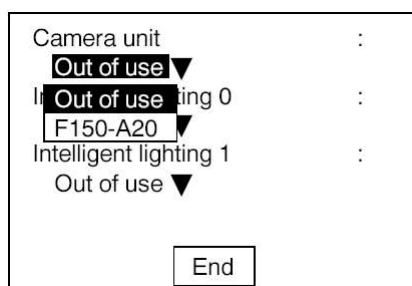
Elementy menu, po których nazwie w menu znajduje się odwrócony trójkąt posiadają wybór alternatywny.

Procedura:

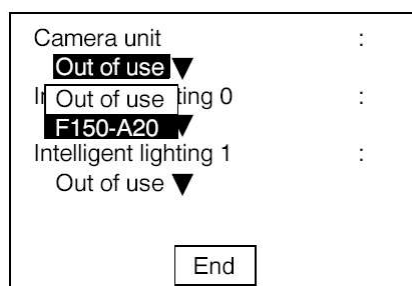
a) Przesuń kursor na opcję, którą chcesz ustawić.



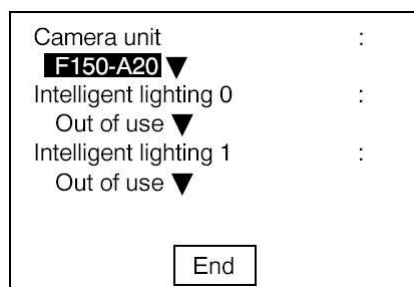
b) Wciśnij klawisz ENT, pokaże się okno wyboru.



c) Przesuń kursor na wybraną opcję używając przycisków Góra, Dół.



d) Wciśnij klawisz ENT, aby zatwierdzić wybór.



☑ **Rysowanie regionów pomiarowych.**

Poniższe metody używane są do rysowania obszarów modeli i obszarów pomiarowych. Za pomocą kursorów wybieramy miejsce punktów charakterystycznych figur i potwierdzamy

jest wciśnięciem klawisza ENT. Szybsze przesuwanie uzyskujemy wciskając wraz klawiszem kursora klawisz SHIFT.

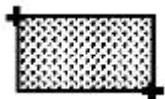
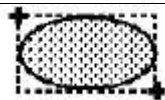
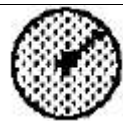

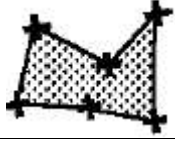
Tabela nr 4 przedstawia sposoby rysowania poszczególnych kształtów. Typy figur możliwych do narysowania zależą od metody pomiarowej.

Każda z przedstawionych w tabeli 5 figur może być rysowana w dwóch trybach(tab.5)

Tabela Sekwencja Tabela. Opis trybów rysowania.

<i>Tryb rysowania.</i>	<i>Funkcja</i>
OR	Używana do rysowania regionów pomiarowych i regionów modeli.
NOT	Używana do usuwania części regionu.

Tabela Sekwencja Tabela. Opis typów obrazów.

<i>Kształt</i>		<i>Sposób rysowania</i>
Prostokąt		Określamy dwa przeciwne narożniki.
Elipsa		Określamy dwa przeciwne narożniki prostokąta opisanego na zadanej elipsie.
Koło		Określamy środek i promień.
Profil kołowy		Określamy środek promień i grubość.
Łamana zamknięta		Określamy do 10 linii opisujących kształt przy 10 klikamy dwukrotnie klawisz ENT, a ostatni punkt zostanie automatycznie połączony z pierwszym.

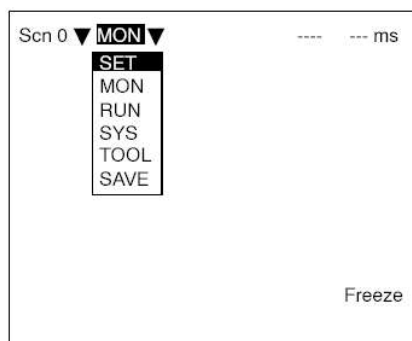
• **Ustawianie warunków pomiarów.**

☒ **Wchodzenie w tryb konfiguracji warunków pomiarów.**

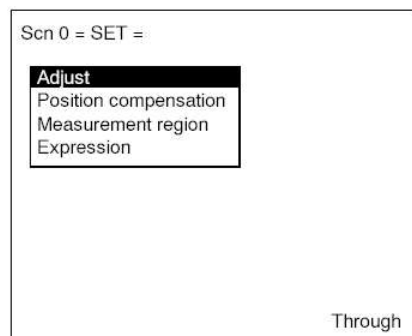
Aby możliwe było ustawianie warunków pomiaru urządzenie musi znajdować się w trybie konfiguracyjnym (SET)

Procedura ustawiania urządzenie w tryb **SET**:

- Na ekranie głównym przesun kursor na pozycje **MON** i wciśnij klawisz **ENT**.



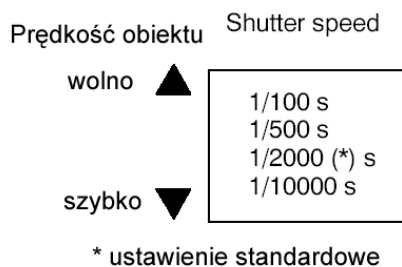
Zostanie wyświetlony podstawowe menu konfiguracyjne.



☒ **Dopasowywanie (dostrajanie) obrazu. Opcja menu (Adjust).**

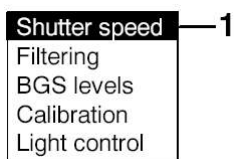
☒ **Ustawianie czasu ekspozycji (Shutter Speed).**

Zmiany czasu ekspozycji dokonujemy, kiedy obiekt przesuwa się za szybko, jest to powodem nieczytelnego i rozmazanego obrazu.

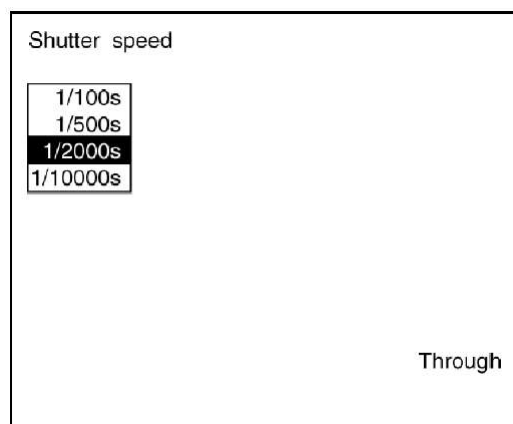


Procedura:

a) Idź do opcji Adjust/Shutter Speed.



Wybierz czas ekspozycji jednocześnie sprawdzając obraz na monitorze.



b) Wciśnij klawisz ENT dla potwierdzenia wyboru.

☑ **Filtrowanie (Filtering).**

Obraz widziany przez kamerę może zostać poddany zmianom, w celu uzyskania lepszych warunków do pomiarów.

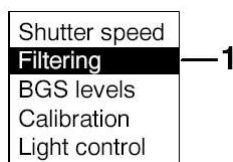
Tabela Sekwencja Tabela. Opis metod filtrowania.

Metoda filtrowania	Funkcja
OFF	Brak filtrowania.
Smoothing	Wyświetla wygładzony obraz ze zredukowanymi szumami. Można wybrać słabe i silne wygładzanie.
Enhance edges	Wyświetla obraz z uwydatnionymi krawędziami, będącymi granicami jasnych i ciemnych regionów.
Extract edges	Wyświetla obraz, na którym wydobyte zostały krawędzie przedmiotu będące granicami pomiędzy jasnymi i ciemnymi obszarami

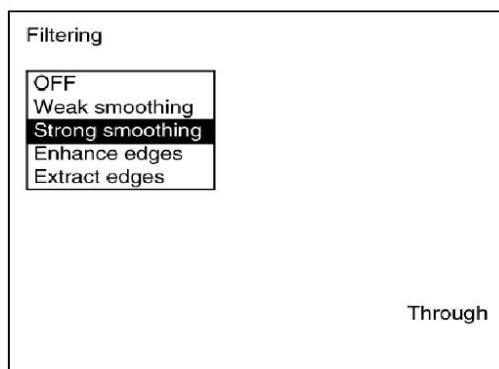
Ustawianie w tym miejscu parametru *Shutter Speed* odnosi się do pomiarów obiektu, może być dodatkowo ustawiane kompensacji przemieszczenia.

Procedura :

Prześć do menu: **Adjust/Filtering.**



a) Wybierz metodę filtrowania zwracając uwagę na zmieniający się obraz z kamery.

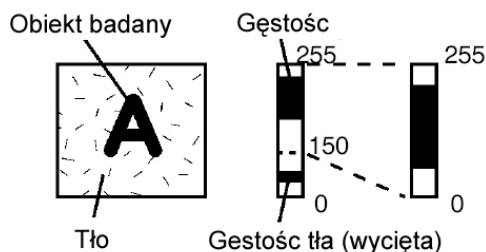


b) Wciśnij klawisz **ENT** w celu potwierdzenia wyboru.

☑ **Tłumienie tła. (*Background suppresion BGS*).**

Opcja ta pozwala na wykluczenie tła mierzonego obiektu podczas operacji badania obiektu.

Przykład:

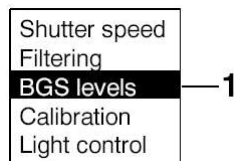


Rysunek Sekwencja Rysunek.

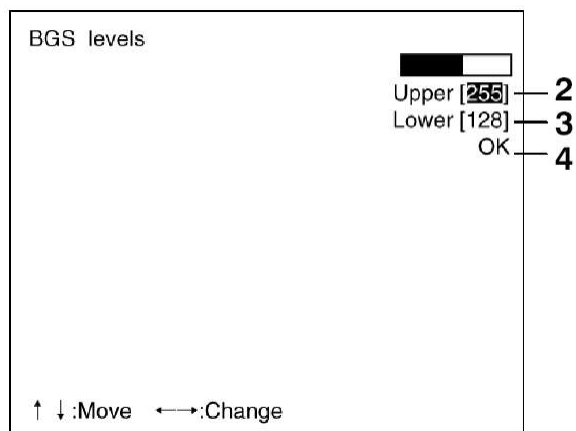
Obszary obrazu z gęstościami mniejszymi lub równymi 149, nie będą poddawane pomiarowi, ich gęstość zostanie zmieniona na 0. Tylko obrazy z gęstościami pomiędzy 150 i 255 będą poddane pomiarom. Cały przedział pomiarowy zostaje przeskalowany na kolejne 255 poziomów.

Procedura ustawiania:

Przejdź do pozycji menu: Adjust / BGS levels (1).



- a) Przesuń kursor na górny limit (upper) i użyj strzałek kursora (lewo/prawo) w celu ustawieniażądanego poziomu. (2). Użyj klawisza SHIFT, aby przyspieszyć zmniejszanie i zwiększanie liczb poprzez zmianę co 10 ustawianej wartości.
- b) Poprzedni krok powtórz dla wartości dolnego limitu (lower) (3).



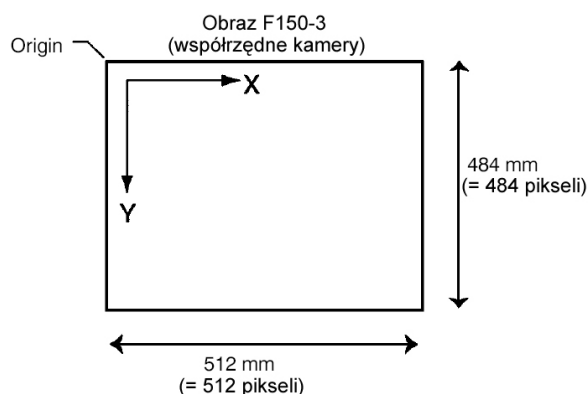
c) Wybierz OK, aby potwierdzić wybór (4).

Kalibracja wyjścia (Output calibration).

Kalibracja służy do ustawienia wyników pomiarów w taki sposób, aby były wyskalowane w jednostkach fizycznych np. [mm]. Kalibracja polega na ustawieniu zależności pomiędzy fizycznymi współrzędnymi a współrzędnymi kamery urządzenia.

Jeżeli dane kalibracyjne nie zostały ustawione przez użytkownika, przyjmowane są ustawienia domyślne:

Układ współrzędnych: Zgodny ze zwrotem lewej ręki
Środek układu współrzędnych: lewy róg obrazu.
Powiększenie: 1
Jednostka: mm/piksel



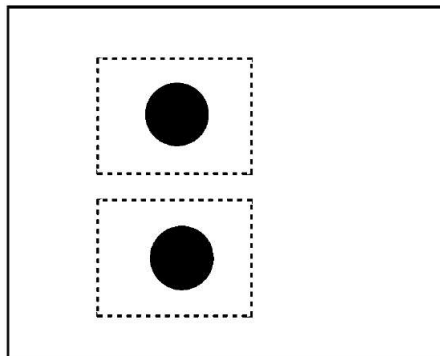
Rysunek Sekwencja Rysunek. Układ współrzędnych kamery.

Istnieją dwie podopcje funkcji „Calibration” : „Sampling” i „Parameter input”.

- **Sampling**

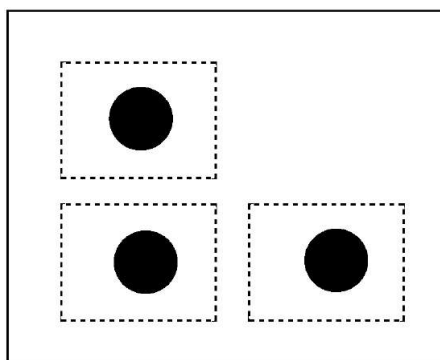
Polega na zarejestrowaniu modelu i przeprowadzenia próbnego pomiaru. Wprowadzamy fizyczne współrzędne obiektu, a proces kalibracyjny zostanie przeprowadzony automatycznie.

Kiedy powiększenie jest takie samo dla kierunków X i Y, pomiar próbny wykonuje się w dwóch pozycjach(rys.54).



Rysunek Sekwencja Rysunek.

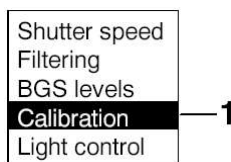
W przypadku, kiedy powiększenia ustawione na kierunkach X i Y są różne, pomiaru próbnego dokonujemy w trzech pozycjach(rys.55).



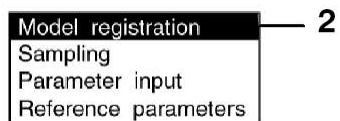
Rysunek Sekwencja Rysunek.

Procedura:

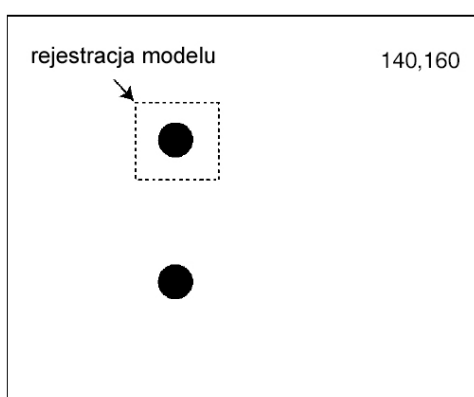
- a) Przejdź w menu do opcji Adjust/Calibration (1).



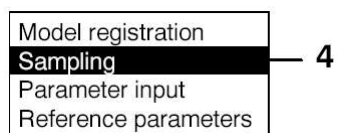
b) Wybierz opcje Model registration (2).



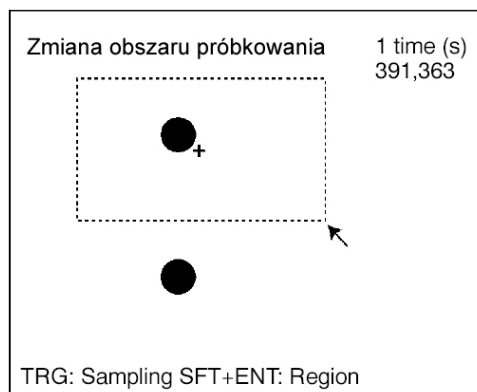
c) Zarejestruj obraz modelu, który zostanie użyty do próbkowania.



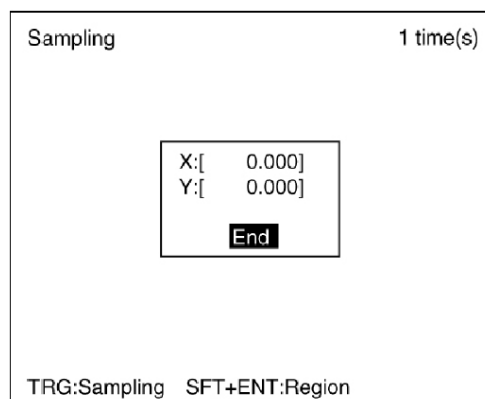
d) Wybierz opcje Sampling (4).



e) Narysuj obszar próbkowania. Naciśnij kombinacje SHIFT+ ENT aby wyświetlić okno zmiany rozmiaru i położenia obszaru próbkowania.

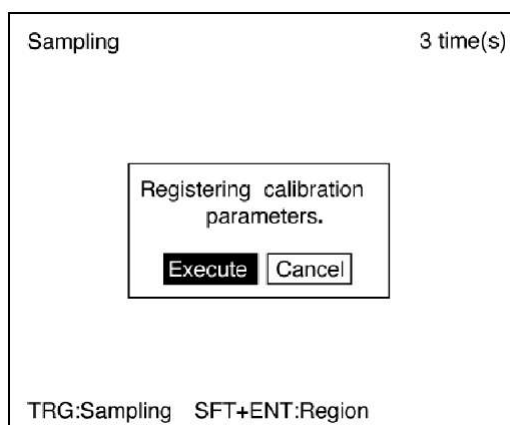


- f) Wciśnij przycisk TRG, aby rozpocząć próbkowanie. W miejscu gdzie zostanie znaleziony obiekt pojawi się krzyżyk i ramka, zostanie także wyświetlone okno wpisywania współrzędnych fizycznych



- g) Wprowadź współrzędne fizyczne środka modelu (pozycja krzyżyka) i wybierz opcje END. Pojawi się okno z kroku piątego. Jeżeli popełniłeś błąd wciśnij kombinację klawiszy SHIFT + ENT i powtórz poprzednią operację próbkowania.
- h) Powtarzając kroki od 5 do 7 przeprowadź próbkowanie dla wymaganej liczby pozycji.
- i) Przeprowadzając próbkowanie w dwóch miejscach, wciśnij klawisz ESC po przeprowadzeniu drugiego próbkowania, zostanie wyświetlona informacja prosząca o potwierdzenie rejestracji.
- j) Podczas przeprowadzania próbkowania w trzech miejscach, okno potwierdzające rejestrację zostanie wyświetlone automatycznie po dokonaniu trzech prób.

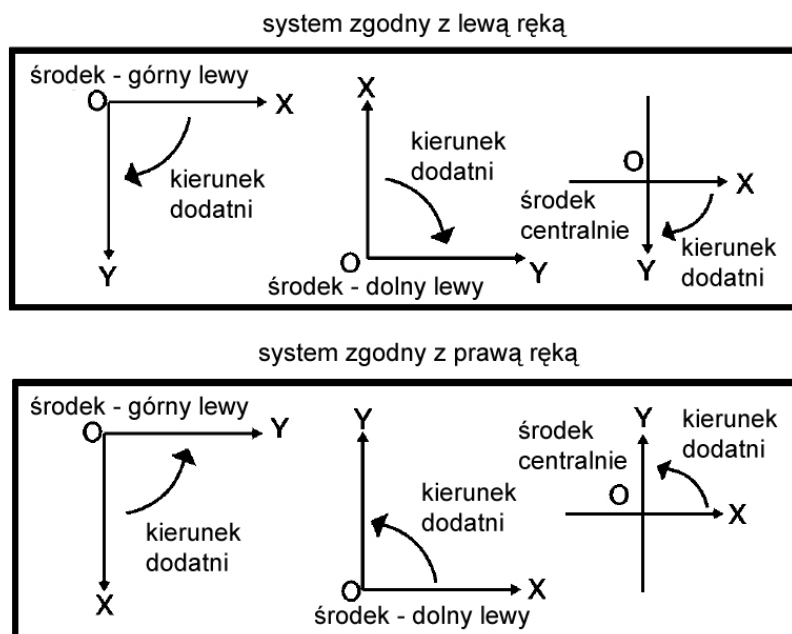
k) Po pojawieniu się okna proszącego o potwierdzenie wybierz opcje EXECUTE.



- **Parameter input**

Opcja ta używana jest do bezpośredniego wprowadzenia parametrów, jakie zostaną użyte do kalibracji.

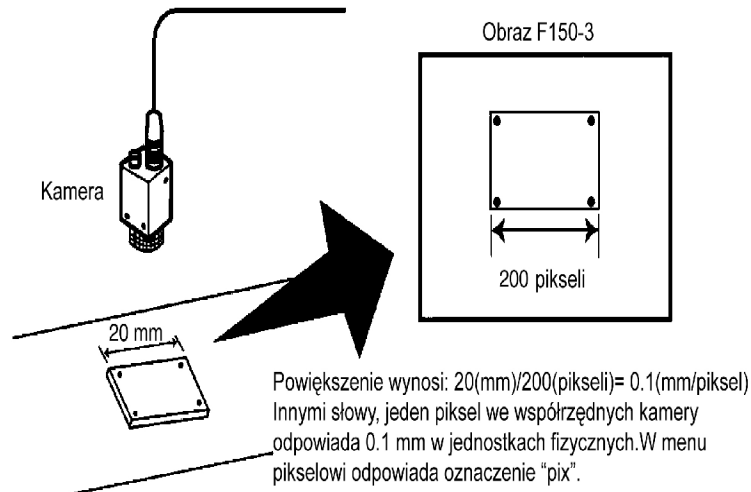
- Środek układu współrzędnych – określa środek układu współrzędnych w jednostkach fizycznych.
- Systemy współrzędnych (rys.53).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Systemy współrzędnych.

- **Jednostki i powiększenia.**

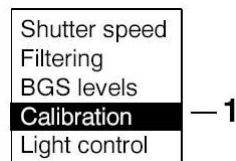
Jednostki należy ustawić tak, aby odpowiadały jednemu pikselowi (rys.54). Powiększenie można ustawiać w zakresie od 0.010 Do 9.999. Jednostki można wybierać spośród następujących: [μm], [mm], [cm].



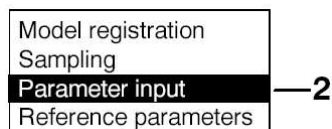
Rysunek Sekwencja Rysunek.

Procedura:

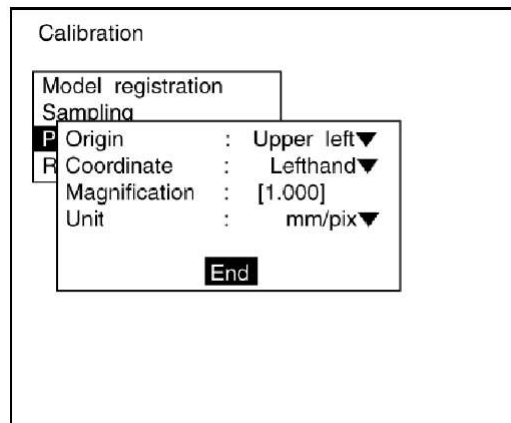
a) Przejdź w menu do opcji Adjust/Calibration.



b) Wybierz opcje Parameter input.



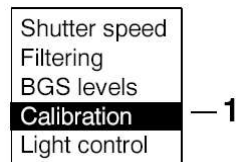
c) Ustaw wymagane parametry.



d) Wybierz End, aby zakończyć ustawianie.

Wyświetlanie wprowadzonych parametrów:

a) Przejdź do opcji Adjust/Calibration.

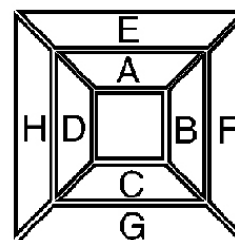


b) Wybierz opcje Reference parameters – zostaną wyświetlone parametry.

c) Wybierz OK, aby zamknąć okno.

Ustawianie poziomów oświetlenia (Light level).

Poziom oświetlenia może być regulowany natężeniem 8 sekcji jest wyświetlany na ekranie w postaci 8 cyfr. Każda cyfra reprezentuje poziom natężenia jednej z sekcji(rys.55).



Procedura:

- Shutter speed
Filtering
BGS levels
Calibration
Light control — 1

- b) Poruszając się kursorami Góra/Dół, Lewo/Prawo ustaw żądane oświetlenie kontrolując jednocześnie obraz obiektu na monitorze.
- c) Zakończ ustawianie naciskając przycisk ENT.

- **Kompensacja zmiany położenia (Position Displacement Compensation).**

Dla algorytmu kompensacji położenia dostępne są następujące funkcje:

- **Adjust** – dostrajanie obrazu mające na celu ułatwienie kompensacji zmiany położenia.
- **Region** – ustala obszar i metodę, jakie mają być użyte do kompensacji położenia.

Metody te to:

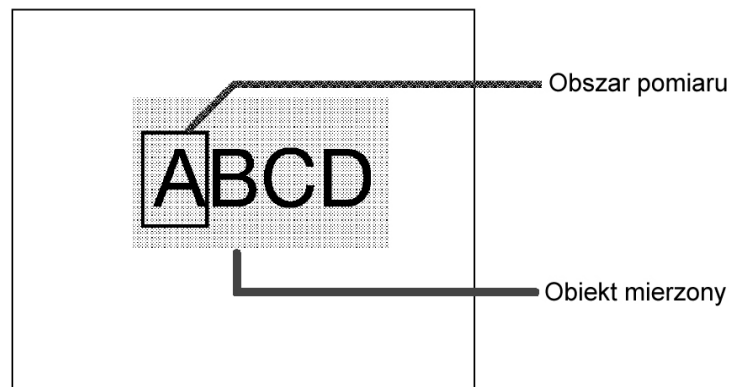
-Gravity and area.

- Gravity and axis angle
- Gray edge position
- Gray search
- Change/clear settings

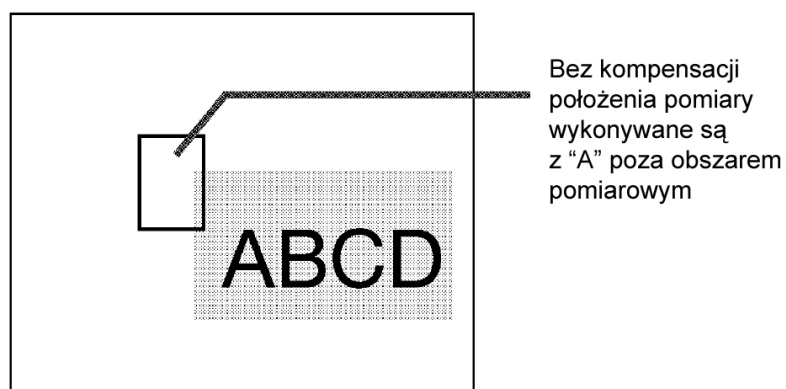
- **Direction** – ustawia kierunek dla kompensacji zmiany położenia.

Pozycja odniesienia:

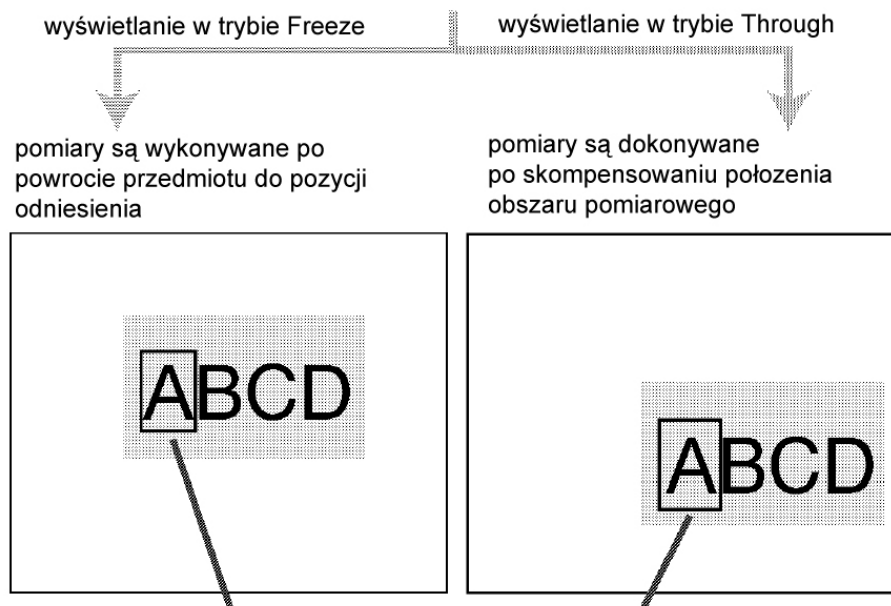
Obiekt mierzony i region pomiarowy są w poprawnej pozycji:



Przemieszczenie mierzonego obiektu:



Kompensacja przemieszczenia może być ustawiona w dwóch trybach(rys.36):



Rysunek Sekwencja Rysunek.

☑ Dostrajanie obrazu w celu łatwiejszego przeprowadzenia kompensacji pozycji.

• **Filtrowanie (Filtering).**

W przypadku kompensacji zmiany położenia stosowane jest inny rodzaj filtrów niż w zwyczajnych pomiarach:

- dla pomiarów zwykłych w celu zmniejszenia szumów używane jest wygładzanie (smoothing).
- dla kompensacji zmiany pozycji, używany jest filtr rozszerzający krawędzie (enhance edges). Powoduje on wyodrębnienie kształtu obiektu.

Procedura zmiany filtrów jest jednak taka sama jak przy pomiarach zwyczajnych (patrz str. 36).

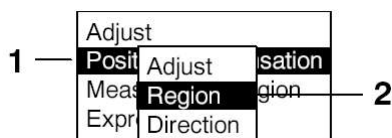
• **Tłumienie tła (Background suppression).**

Dla kompensacji pozycji stosowane są inne poziomy tłumienia tła z rysunku niż dla pomiarów zwyczajnych. Procedura ustawiania parametrów jest jednak taka sama dla

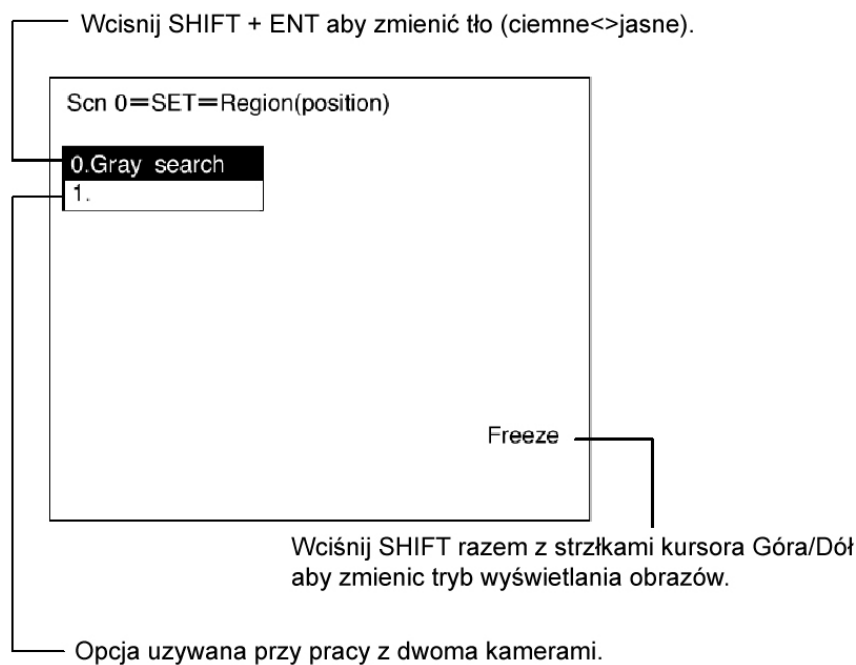
pomiarów zwyczajnych(patrz str.37).

☑ **Ustawianie regionów kompensacji zmiany położenia.**

a) Wybierz z menu opcje **Position compensation**.

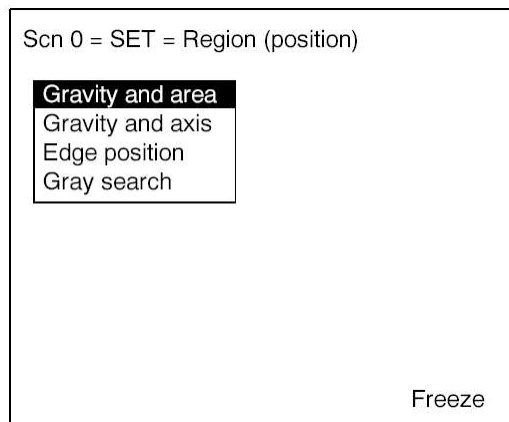


b) Wybierz opcje **Region**. Pojawi się obraz wyboru numeru regionu (rys.57).



Rysunek Sekwencja Rysunek.

c) Po wyborze numeru regionu, pojawi się okno wyboru metody kompensacji przemieszczenia.



d) Od tego miejsca poszczególne procedury rozpatrywane są oddzielnie w kolejnych rozdziałach dokumentacji. Zgodnie z następującą kolejnością:

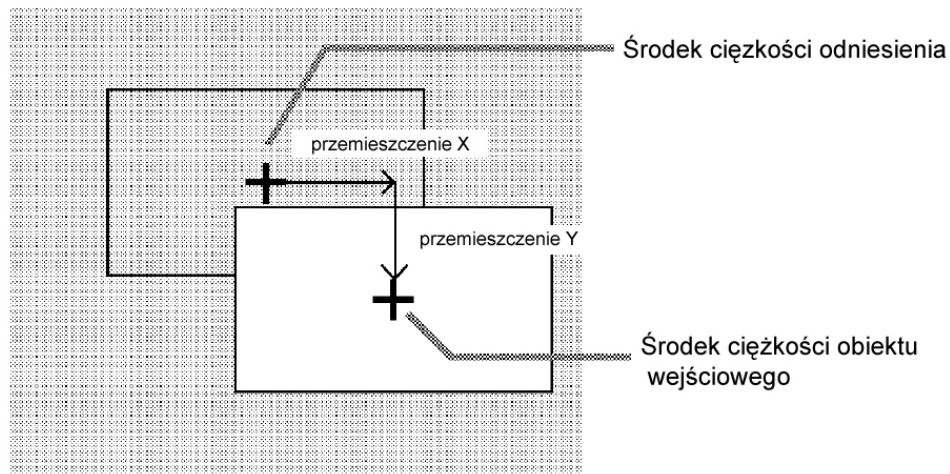
- binarny środek ciężkości i obszar, binarny środek ciężkości i kąt obrotu osi. **Binary**
- pozycja krawędzi **Gray Edge Position**
- poszukiwanie w skali odcieni szarości **Gray search**

Binarny środek ciężkości i obszar, Binarny środek ciężkości i kąt obrotu.

Obrazy uzyskiwane z kamery mają do 256 odcieni szarości. Proces binarny jest procesem, podczas którego obrazy z kamery dzielone są na czarne piksele (0) i białe piksele (1). System wizyjny OMRON F150-3 dokonuje pomiarów na białych pikselach w obrazie.

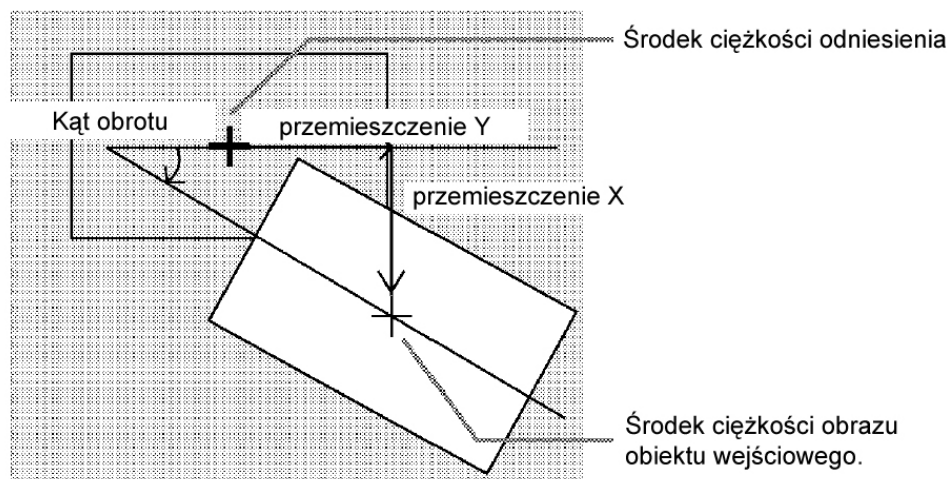
- **Binarny środek ciężkości i obszar (*Binary Center of Gravity and Area*).**

Obliczany jest środek ciężkości dla obszaru zajmowanego przez białe punkty, następnie obliczana jest różnica pomiędzy współrzędnymi obliczonymi a współrzędnymi odniesienia.



- **Binarny środek ciężkości i kąt obrotu (*Binary Center of Gravity and Axis Angle*).**

Obliczany jest środek ciężkości i kąt obrotu obszaru zajmowanego przez białe punkty, a następnie kalkulowany jest różnica pomiędzy tymi wartościami a wartościami odniesienia.



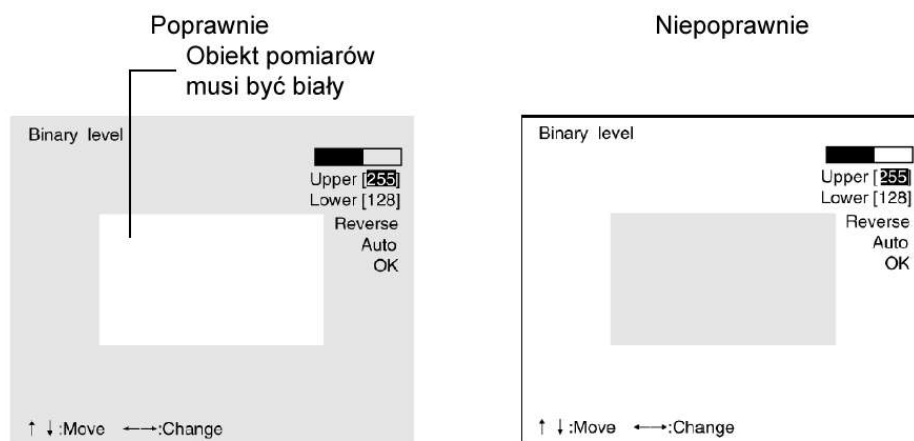
Przebieg operacji w procedurze konfiguracyjnej:

W menu: **Position Compensation/region** wybierz **Gravity and area** albo **Gravity and axis**.

1 Ustawianie poziomu binarnego:

Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach (patrz str.xx)

Ustawienie należy przeprowadzić w taki sposób, aby obszar, na którym mają zostać dokonane pomiary był na ekranie widoczny jako biały (rys.58).

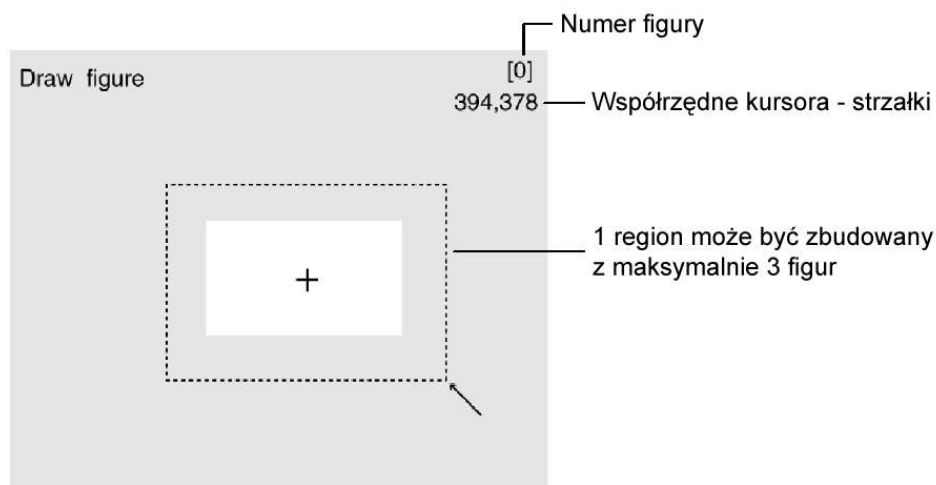


Rysunek Sekwencja Rysunek. Przykład ustawiania poziomy binarnego.

2 Rysowanie regionu.

Środek ciężkości, albo środek ciężkości i oś obrotu obliczane są dla obszaru białego na ekranie. Obszar należy rysować w taki sposób, aby jego położenie i rozmiar obejmowało zasięgiem badany obiekt. Kiedy proces rysowania obszaru zostanie zakończony zostanie obliczony środek ciężkości i oś obrotu. Ta pozycja zostanie obrana za pozycję odniesienia. Dlatego rysowanie regionu należy rozpocząć dopiero wtedy, gdy część badana znajduje się całkowicie w obrębie ekranu kamery.

Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (patrz str. xx)



Rysunek Sekwencja Rysunek. Rysowanie regionu.

3

Ustawianie kryteriów oceny.

Krokiem konieczny jest ustawienie kryteriów oceny dla kompensacji położenia w celu sprawdzenia czy obiekt badany znajduje się w obszarze widzenia kamery podczas pomiaru.

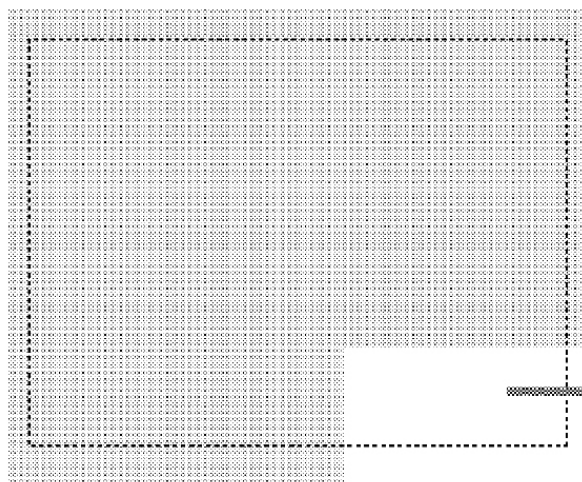
Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (patrz str. xx)

Ocena i jej znaczenia, przy pomiarach kompensacji położenia i innych kolejnych:

OK	Pomiar został wykonany po przeprowadzeniu kompensacji pozycji.
NG	Pomiar został przeprowadzony bez kompensacji pozycji. Na wyjście urządzenia wysyłany jest komunikat niepowodzenia NG bez względu na wynik pomiarów.

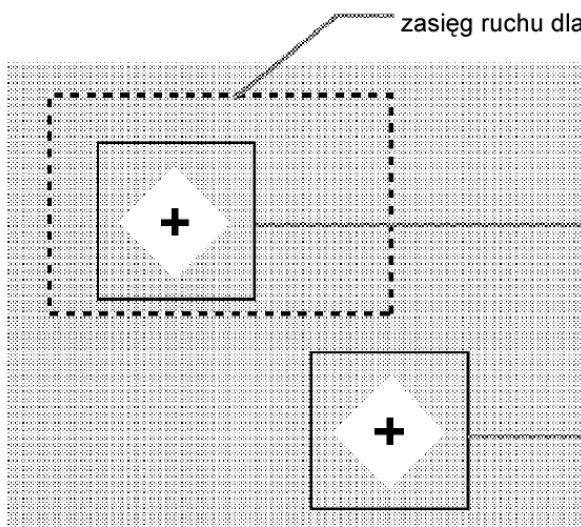
Przykłady:

- **Obszar**



Jeżeli obszar jest za mały
kompensacja położenia nie
zostanie przeprowadzona.
Oceną będzie sygnał NG

- Środek ciężkości w osi X i Y

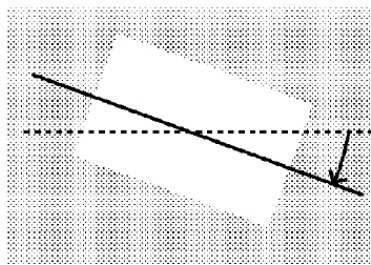


zasięg ruchu dla oceny OK

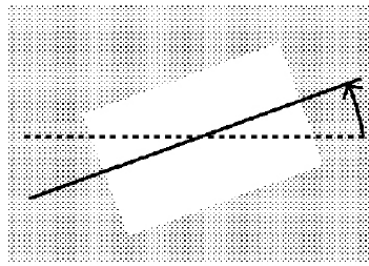
przeprowadzona kompensacja
zmiany pozycji

Jeżeli środek ciężkości jest
poza obszarem pomiarowym
kompensacja położenia nie
będzie przeprowadzona wynikiem
będzie ocena NG

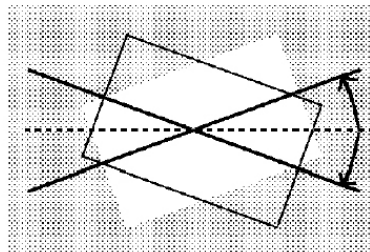
- Kąt obrotu.



wartość zmierzona : 10.00



wartość zmierzona : -10.00



Jeżeli ten zasięg ma
dać w wyniku pomiaru
sygnał OK
należy jako kryterium
ustawić:
"-10.000:10.000"

Określanie pozycji krawędzi (Gray Edge Position).

Krawędzie zdefiniowane są jako zmiana gęstości obrazu wewnątrz danego regionu. Można ustawić kierunek poszukiwania i zmianę koloru dla regionu.

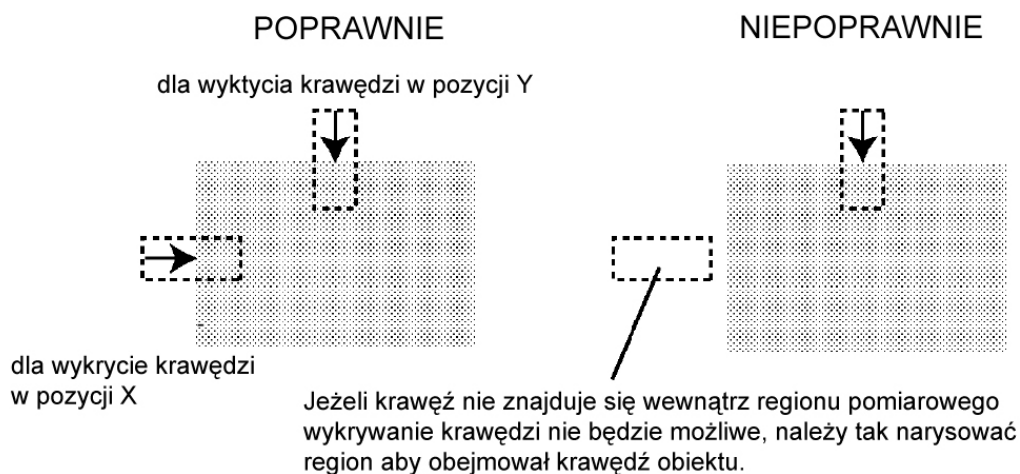
Przebieg operacji w procedurze konfiguracyjnej:

W menu: **Position Compensation/Region** wybierz **Edge position**.

1 Rysowanie obszaru pomiarowego.

Obszar pomiarowy należy narysować tak, aby zawierał krawędź obiektu, którą chcemy mierzyć (rys.63). Należy narysować jeden region dla każdej krawędzi. Po skończeniu rysowania zostanie zmierzona pozycja krawędzi, która zostanie obrana jako pozycja odniesienia. Dlatego rysowanie regionu należy rozpocząć dopiero wtedy, gdy część badana znajduje się całkowicie w obrębie ekranu kamery.

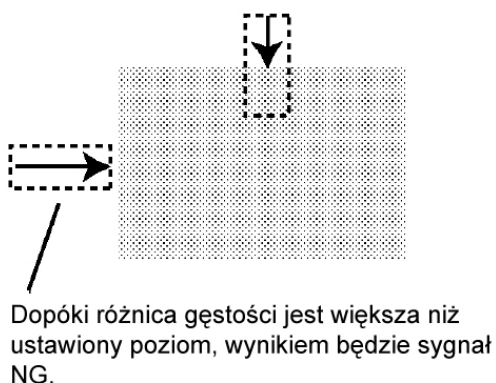
Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (Patrz str. xx)



Rysunek Sekwencja Rysunek. Sposób rysowania krawędzi.

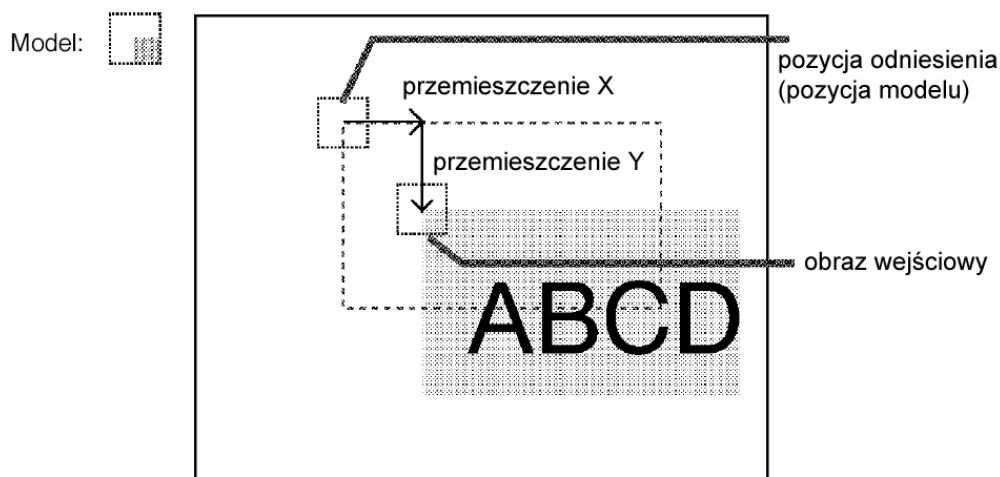
2 Ustawianie warunków wykrywania krawędzi i kryteriów oceny.

Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (Patrz str. xx)



Poszukiwanie w stopniach szarości (Gray Search).

Należy zarejestrować obiekt odniesienia. Odnajdywana jest część obrazu, która jest najbardziej podobna do zarejestrowanego modelu. I dla tej części obliczana jest kompensacja położenia.

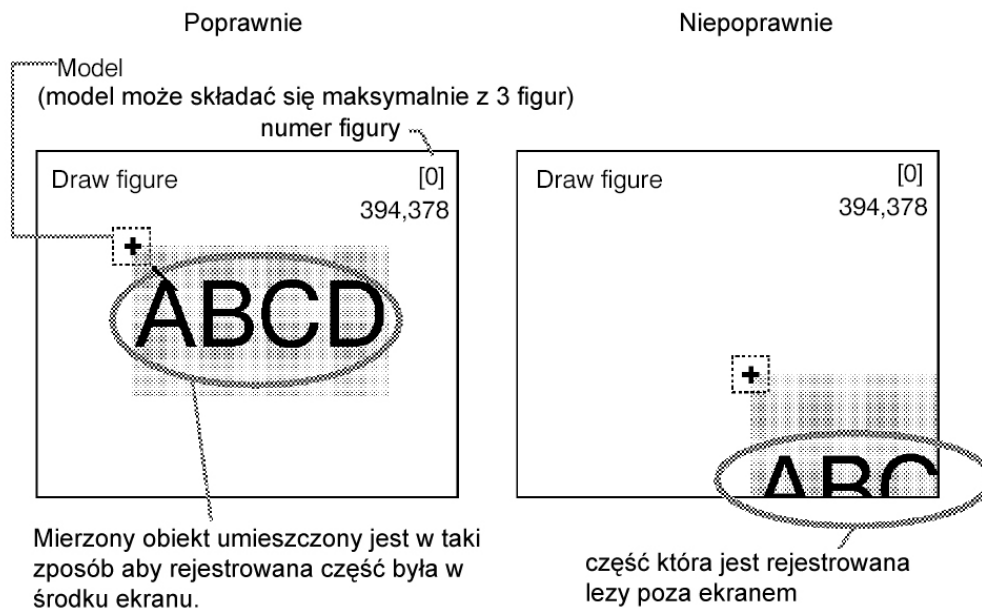


Przebieg operacji w procedurze konfiguracyjnej:

W menu: **Position Compensation/Region** wybierz **Gray search**.

1 Rejestrowanie modelu.

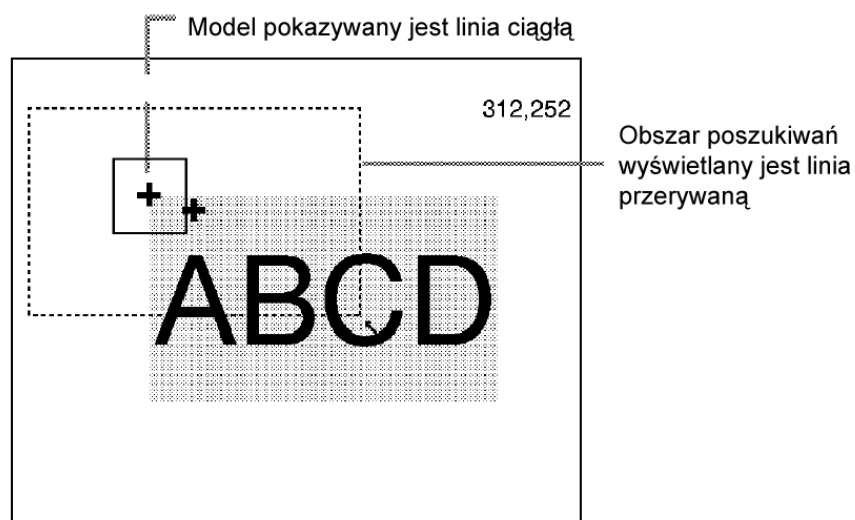
Rejestracji należy poddać charakterystyczną część obrazu. Model może być dowolnego rozmiaru. Zarejestrowana pozycja zostanie obrana jako odniesienie. Dlatego rysowanie regionu należy rozpocząć dopiero wtedy, gdy część badana znajduje się całkowicie w obrębie ekranu kamery. Procedura rejestrowania modelu jest taka sama jak dla pomiarów zwykłych. (patrz str. 67)



2 Ustawianie obszaru poszukiwania.

Należy ustawić region, w którym ma być poszukiwany obiekt. Możliwe jest ustawienie regionu poszukiwania na cały ekran, ale może to zmniejszyć dokładność poszukiwania i wydłużyć jego czas.

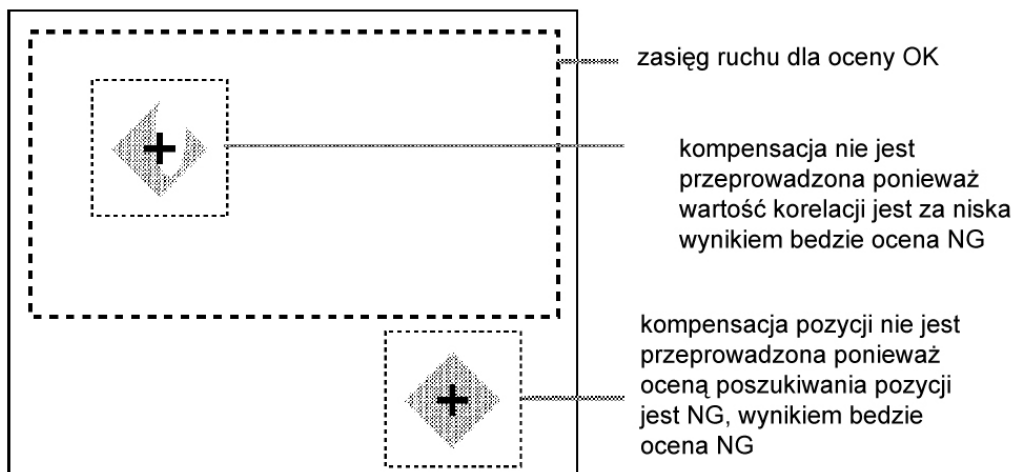
Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (patrz str. 70)



3 Ustawianie kryteriów oceny.

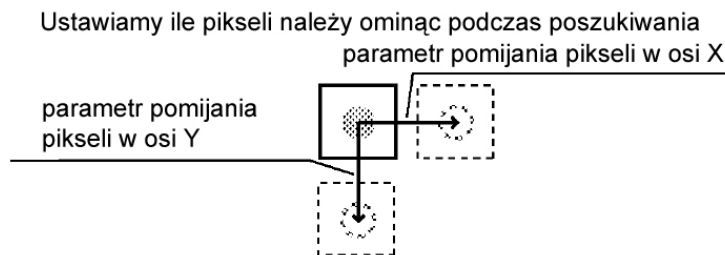
Jeżeli wartość korelacji z modelem jest niska, wynikiem poszukiwania może być nieprawidłowe miejsce. Aby ocena była poprawna należy odpowiednio ustalić wartość korelacji.

Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (patrz str.71)



Opcjonalnie można ustawić parametr odpowiedzialny za omijanie zadanej liczby pikseli podczas analizy obrazu. Może to przyspieszyć analizę obrazu, ale jednocześnie zmniejsza jej dokładność.

Procedura ustawiania jest taka sama jak przy zwykłych pomiarach. (patrz str. 71)



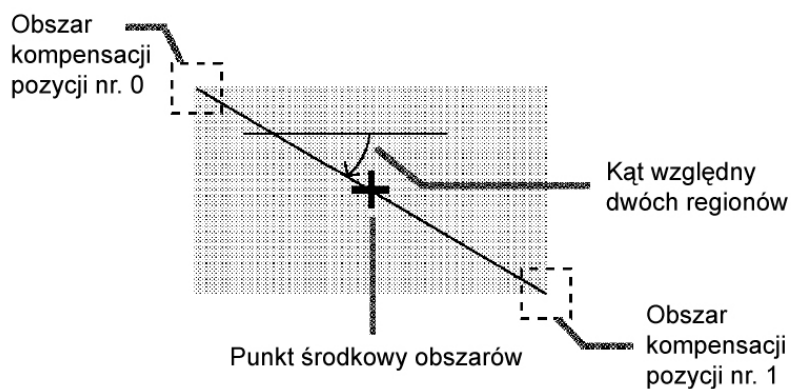
☒ **Wybieranie kierunku dla kompensacji położenia.**

Należy wybrać kierunek, w którym zostanie przeprowadzona kompensacja położenia. Wartości odniesienia mogą być wprowadzone zna położenia X, Y lub kątu obrotu, niezależnie

czy kompensacja będzie przeprowadzana czy nie.

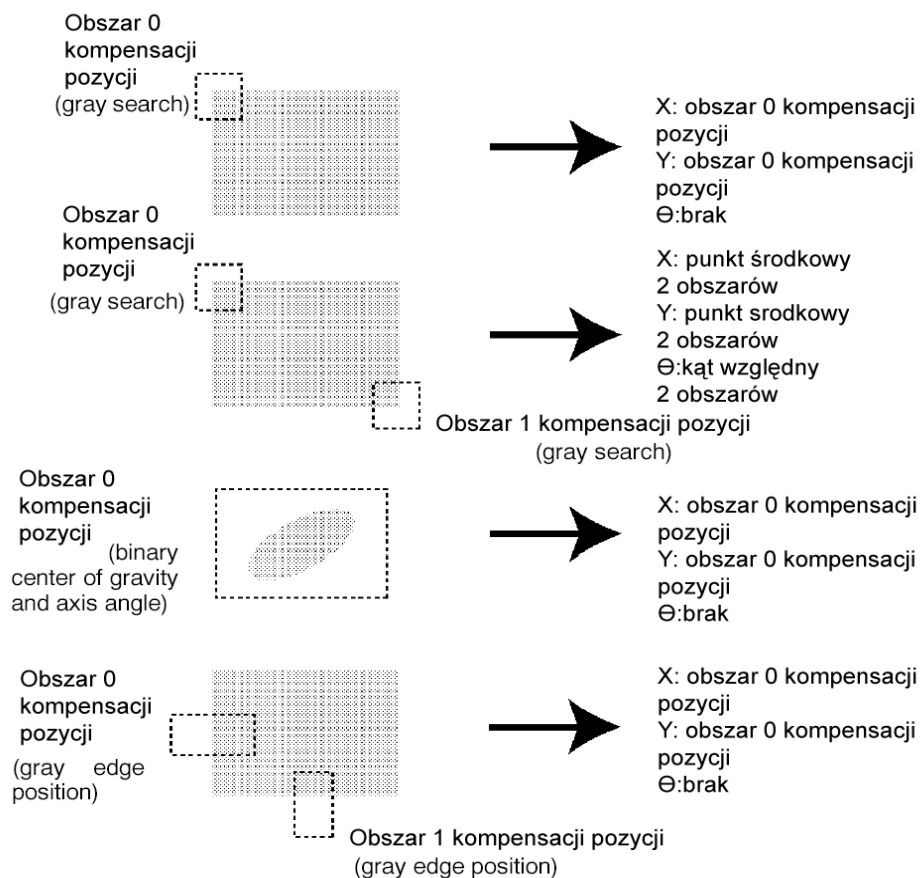
- **Punkt środkowy i kąt względny dwóch regionów.**

Kompensacja zmiany położenia wykonywana jest z użyciem współrzędnych środka (rys.64) ciężkości (punkt środkowy obszarów) i kąta względnego linii łączącej dwa obszary Θ . Kąt wyrażony jest w stopniach od 0 do 360, gdzie oś X jest osią zerową a kąty narastają w kierunku osi Y.



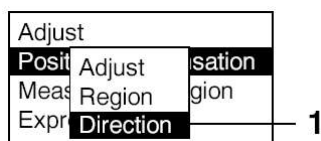
Rysunek Sekwencja Rysunek. Sposób rysowania krawędzi.

Przykłady:

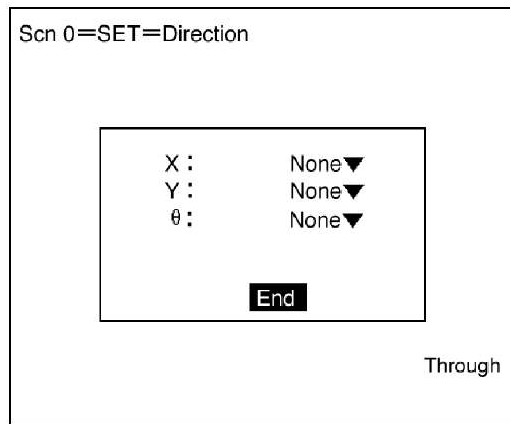


Procedura:

- a) Przejdź do opcji menu **Position compensation** **Direction**.



- b) Ustaw wartości odniesienia: X, Y, Θ .



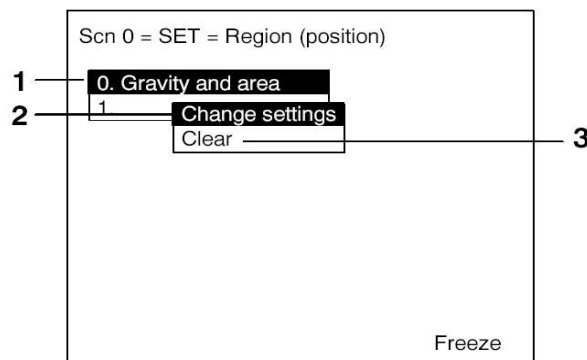
- c) Wybierz opcję **END**, aby zakończyć konfigurację.

☒ **Zmiana ustawień lub ich usuwanie.**

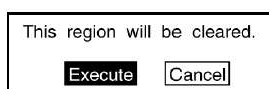
Ustawione wcześniej dane mogą zostać zmienione lub skasowane.

Procedura:

- a) Przesuń kursor na numer regionu, który chcesz zmienić lub usunąć i wciśnij klawisz **ENT**.



- b) Aby zmienić ustawienia Wybierz opcję **Change settings**, zostaną wyświetlone parametry, które mogą zostać poddane edycji.



- c) Aby usunąć wszystkie ustawienia wybierz opcję **Clear**. Pojawi się prośba o potwierdzenie.

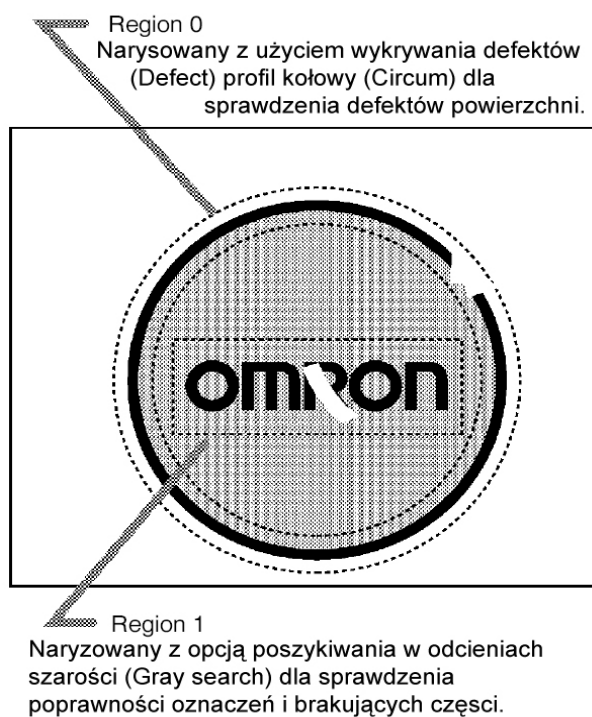
- **Rysowanie regionów pomiarowych i ustawianie warunków oceny.**

☒ **Wybieranie regionu pomiarowego**

System wizyjny F150 posiada 16 regionów pomiarowych i 12 metod pomiarowych. Metody pomiarowe mogą być ustawiane niezależnie dla każdego regionu.

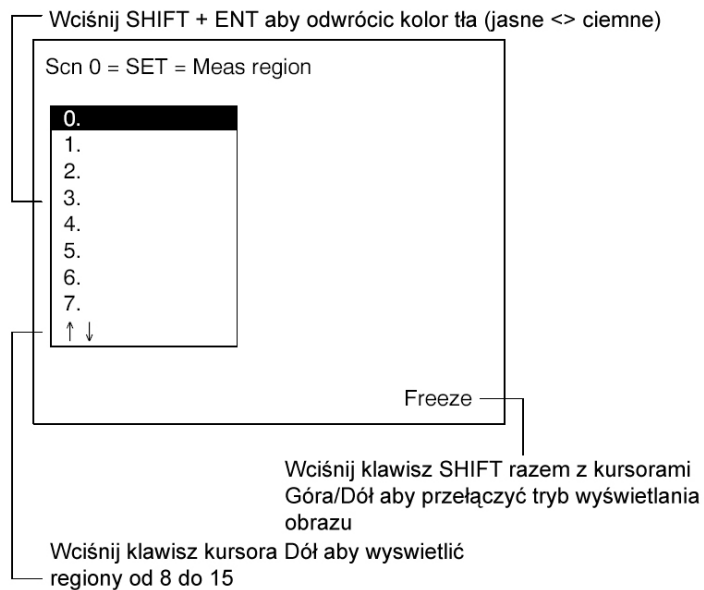
Przykład:

Użycie dwóch regionów pomiarowych.

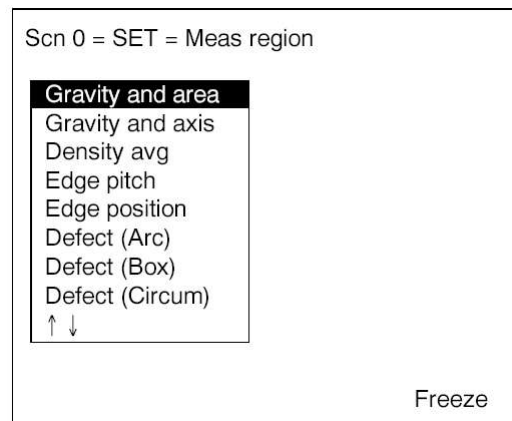


Procedura:

- a) Wybierz opcję **Measurement region**. Pojawi się okno wyboru obszaru.



- b) Wybierz żądany numer regionu. Pojawi się okno wyboru metody pomiarowej.



- c) Od tego miejsca procedury dla poszczególnych metoda pomiarowych różnią się od siebie. Procedury opisane zostały poniżej.

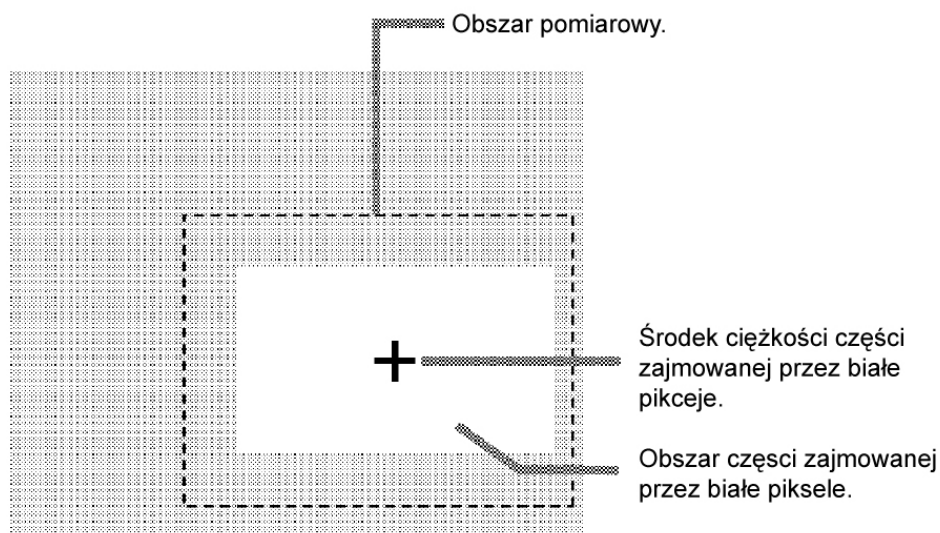
☒ **Binarny środek ciężkości i obszar, Binarny środek ciężkości i oś obrotu.**

Obrazy uzyskiwane z kamery mają do 256 odcieni szarości. Aby uzyskać środek ciężkości obiektu obszar, jaki zajmuje o jego kąt obrotu obrazy poddawane są przetwarzaniu

binarnemu, proces binarny jest procesem, podczas którego obrazy z kamery dzielone są na czarne piksele (0) i białe piksele (1). System wizyjny OMRON F150-3 dokonuje pomiarów na białych pikselach w obrazie.

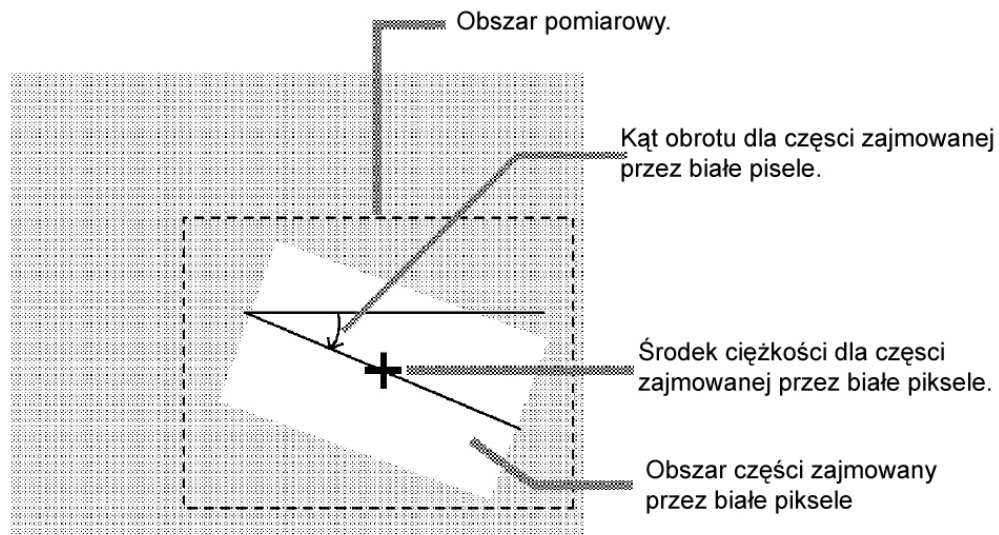
- **Binarny środek ciężkości i obszar.**

Obliczany jest środek ciężkości dla obszaru zajmowanego przez białe punkty.



- **Binarny środek ciężkości i oś obrotu.**

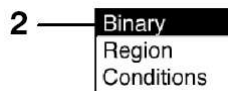
Obliczany jest środek ciężkości i kąt obrotu obszaru zajmowanego przez białe punkty. Czas obliczeń jest dłuższy o czas obliczenia kontu obrotu osi przedmiotu.



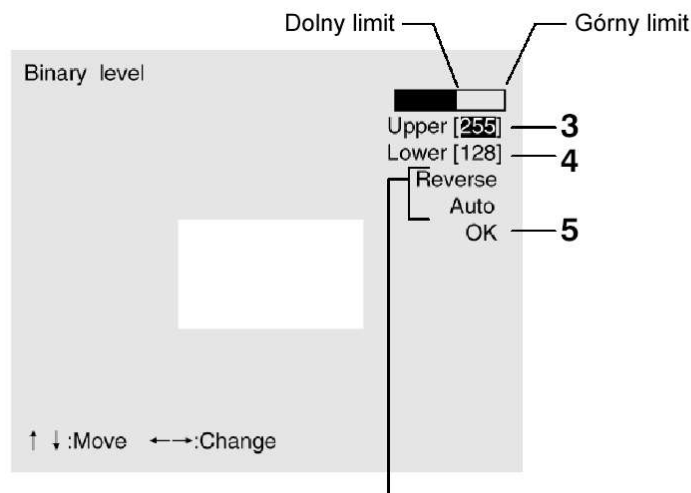
Ustawianie poziomu binarnego.

Procedura:

- W menu idź do opcji: **Measurement region**/**<numer regionu>**/**Gravity and area** (lub **Gravity and axis**).
- Wybierz opcję **Binary**. Pojawi się okno wyboru ustawiania poziomu binarnego.

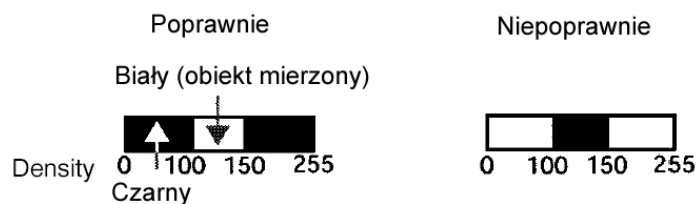


- Przesuń kursor na górny limit i posługując się strzałkami kursora Lewo/Prawo ustaw żądaną wartość.
- Limit dolny ustaw w taki sam sposób jak górny.
- Wybierz **OK**, aby potwierdzić wybrane wartości i zamknąć okno ustawiania.



Wybierz opcje Reverse aby odwrócić kolor tła.
Jeżeli włączona jest opcja Auto system
automatycznie dobierze poziom binarny.

Możliwe jest także ustawienie poziomu binarnego tak, aby pomiary dokonywane były tylko na poziomie średnim. Nie jest jednak możliwe odwrócenie tego poziomu tak, aby pomiary wykonywane były na pozostałym obszarze.

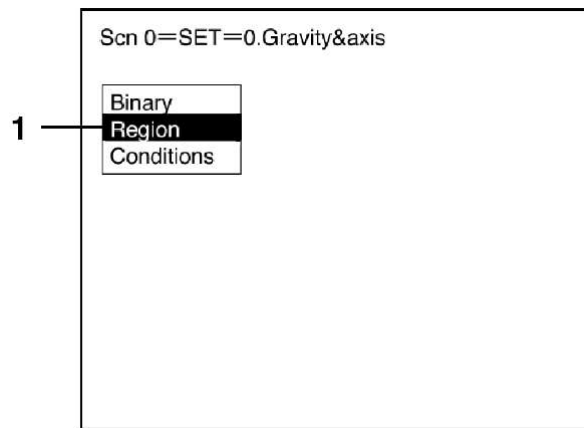


Rysowanie regionu pomiarowego.

Region może składać się z 3 figur.

a) 1

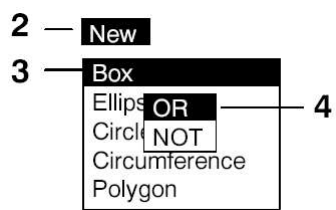
Wybierz opcje: **Region**.



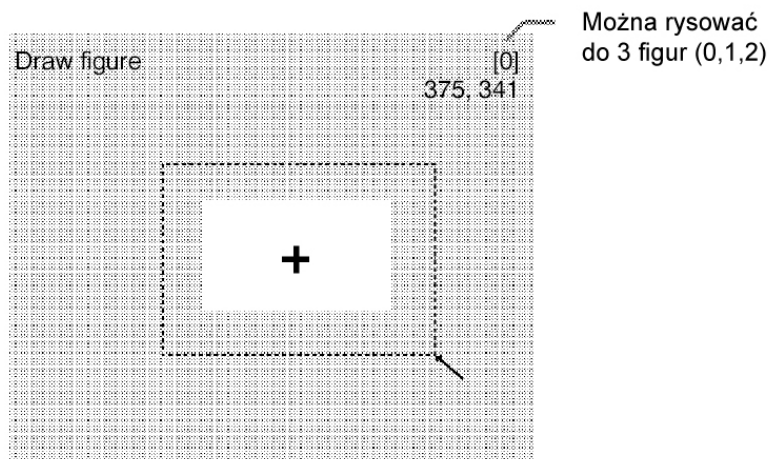
2 Wybierz opcje: **New**

b) Wybierz kształt żądanej figury.

c) Wybierz tryb rysowania.

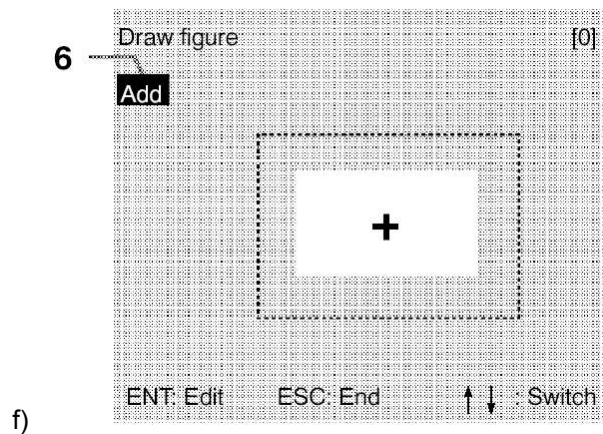


d) Narysuj region wybranym kształtem.



e) Aby dorysować dodatkowe figury. Wybierz opcje: **Add**, następnie powtórz kroki od 3 do 5.

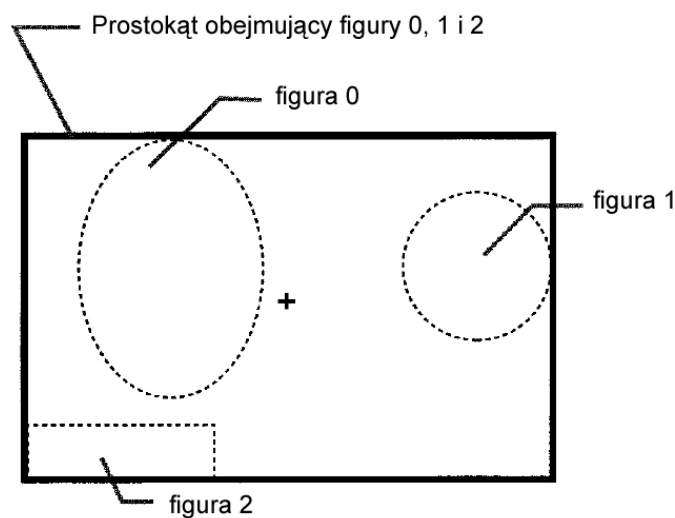
Kiedy ostatnia (3) figura zostanie narysowana opcja **Add** nie będzie już dostępna.



Rysunek Sekwencja Rysunek.Dodawanie figur.

- 3 Po skończeniu rysowania przy wyświetlonym obrazie z punktu 6 naciśnij **ESC**. Region pomiarowy zostanie zarejestrowany i pojawi się okno z punktu 1. Strzałka kursora zostanie wyświetlona na pozycji środka ciężkości narysowanego obszaru. Jeżeli zostało narysowanych więcej niż jeden obraz pojawi się prostokąt obejmujący narysowane obszary a kursor będzie znajdował się w jego środku ciężkości.

Prostokąt obejmujący narysowane obszary jest najmniejszym prostokątem obejmującym narysowane obszary(rys.:

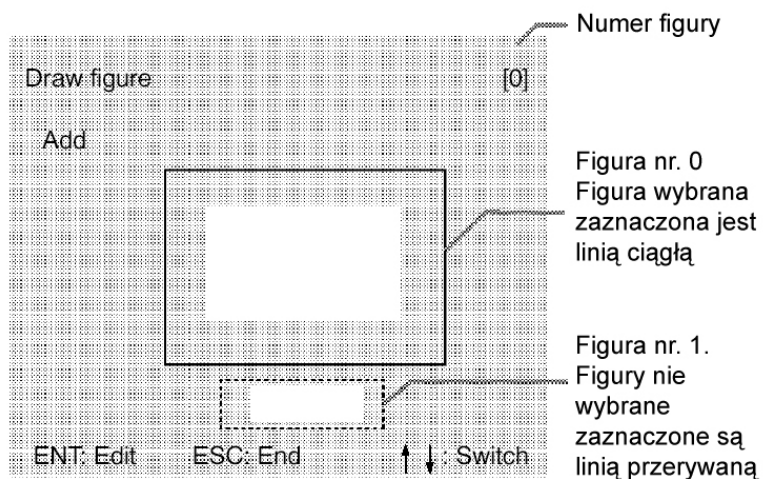


Rysunek Sekwencja Rysunek. Prostokąt obejmujący regiony.

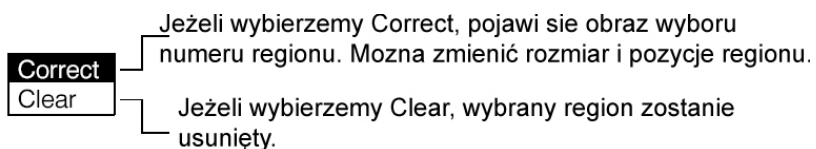
Poprawianie lub kasowanie narysowanych regionów.

Procedura:

- a) Na ekranie 6 z poprzedniego kroku(rys.65) wybierz figurę, którą chcesz zmienić lub usunąć używając kursorów Góra/Dół i naciśnij klawisz **ENT**.



- b) Pojawi się okno wyboru: Correct/Clear.



Ustawianie warunków oceny.

- **Binarny środek ciężkości i obszar.**

Scn 0 = SET = 0. Gravity and area

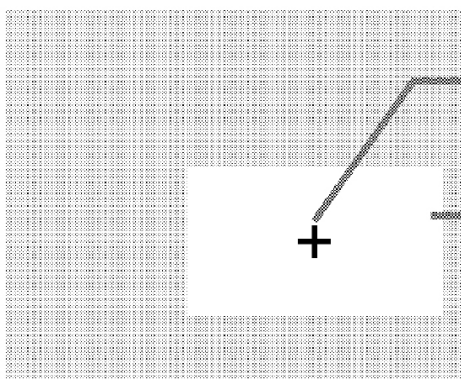
Binary	
R	Area : 2035
C	[2000.000: 2300.000]
	Gravity X : 180
	[0.000: 511.000]
	Gravity Y: 250
	[0.000: 483.000]
End	

Zasięg obszaru dla oceny OK
(0 do 9,999,999.999)

Zasięg ruchu mierzonego
obiektu w kierunku X dla oceny OK
(-9,999.9 do 9,999.999)

Zasięg ruchu mierzonego
obiektu w kierunku Y dla oceny OK
(-9,999.9 do 9,999.9)

- Wyniki pomiarów dla wyświetlanego
obrazu (po kalibracji)
Należy używać tych wartości jako wartości
odniesienia przy ustawianiu górnego i dolnego limitu.



Środek ciężkości musi leżeć
pomiędzy dolnym a górnym
limitem dla oceny OK

Obszar powinien znajdować
się pomiędzy dolnym i górnym
limitem dla oceny OK

- **Binarny środek ciężkości i oś obrotu.**

Scn 0 = SET = 0. Gravity and axis

Binary	
R	Area : 2035
C	[2000: 2300]
	Gravity X : 180
	[0.000: 511.000]
	Gravity Y: 250
	[0.000: 483.000]
	Axis : 75
	[60.000: 90.000]
End	

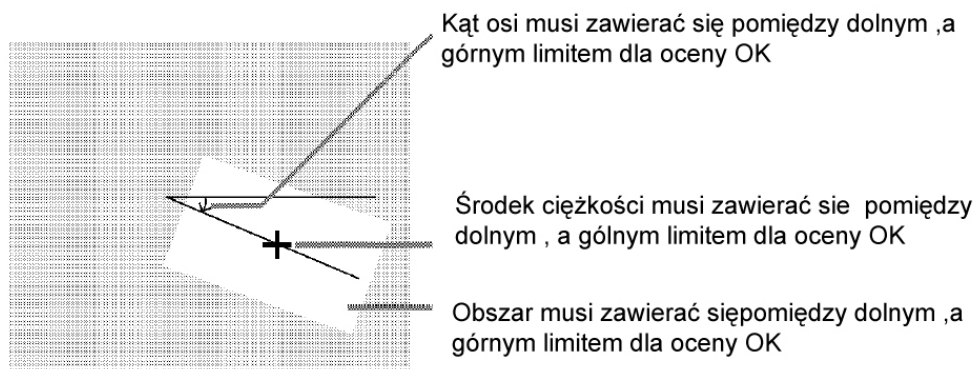
Zasięg obszaru dla oceny OK
(0 do 9,999,999.999)

Zasięg ruchu mierzonego
obiektu w kierunku X dla oceny OK
(-9,999.9 do 9,999.999)

Zasięg ruchu mierzonego
obiektu w kierunku Y dla oceny OK
(-9,999.9 do 9,999.9)

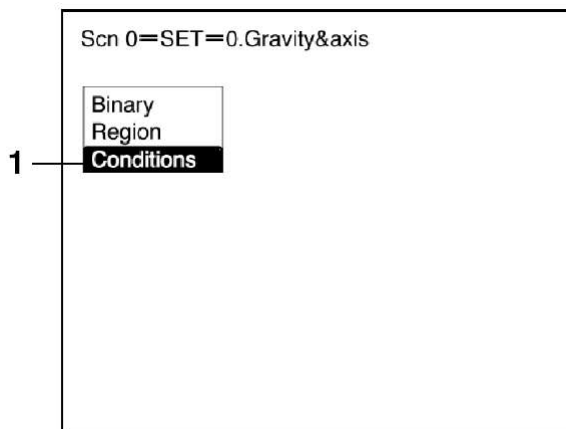
Zasięg obrotu dla mierzonego
obiektu dla oceny OK.
(-180.000 do 180.000, jednak tylko
wartości -90.000 do 90.000
będą wyświetlane)

- Wyniki pomiarów dla wyświetlanego
obrazu (po kalibracji). Należy używać tych
wartości jako wartości odniesienia
przy ustawianiu górnego i dolnego limitu.



Procedura:

- a) Wybierz z menu opcje: **Conditions**

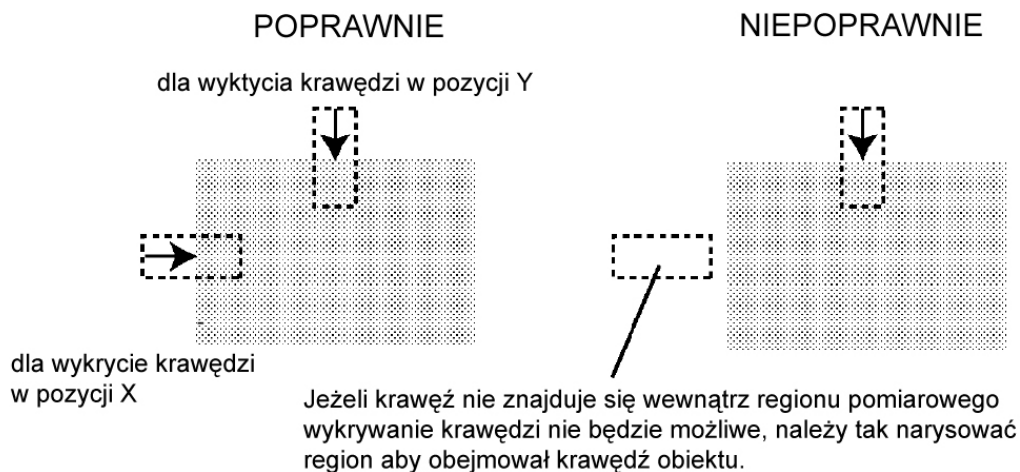


- b) Ustaw wymagane parametry. W sposób taki sam jak na stronie 35.
- c) Wybierz opcje **END**, aby zakończyć ustawianie.

☒ **Określanie pozycji krawędzi (Gray Edge Position).**

Krawędzie zdefiniowane są jako zmiana gęstości obrazu wewnątrz danego regionu. Można ustawić kierunek poszukiwania i zmianę koloru dla regionu.

Rysowanie regionów pomiarowych.

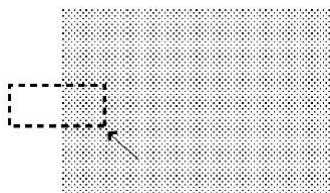


Procedura:

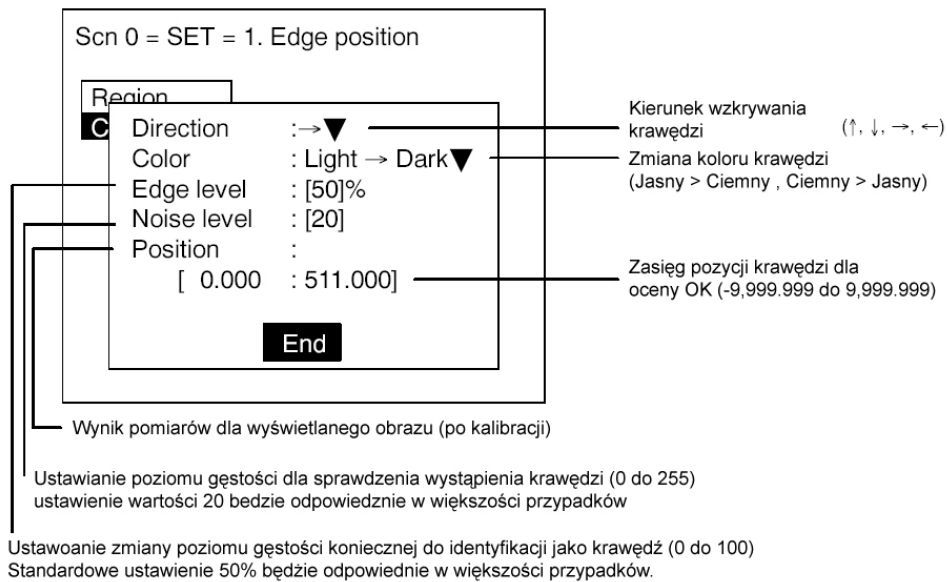
- Wybierz w menu opcje: **Measurement region**/**<numer regionu>**/**Gray edge position**.
- Wybierz opcje: **Region**



- Narysuj prostokątny region pomiarowy. Kiedy dolne prawe współrzędne rysowanego regionu zostaną potwierdzone zostanie on zarejestrowany. Pojawi się obraz z kroku 2.



Ustawianie warunków wykrywania krawędzi i warunków oceny.

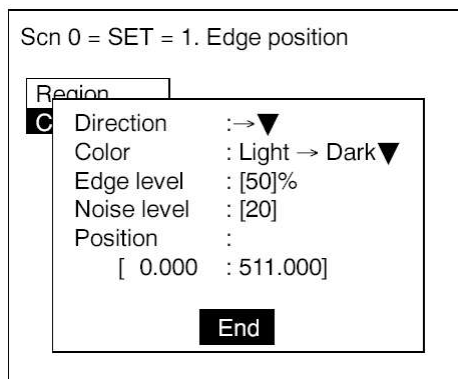


Procedura:

a) Wybierz opcję: **Condition**



b) Ustaw wymagane parametry. Patrz strona 35.



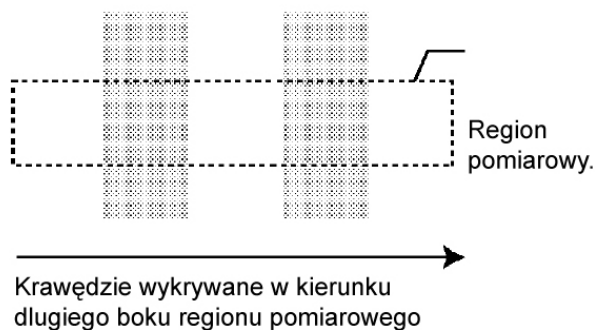
c) Wybierz opcję **END**, aby zakończyć wprowadzanie parametrów.

☒ **Podziałka pojawiania się krawędzi (Edge pitch).**

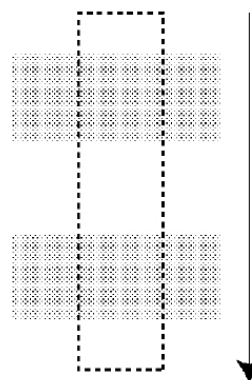
Metoda ta pozwala na obliczanie liczby pojawiających się obiektów, ich szerokość i podziałkę odległość między nimi.

Rysowanie regionu pomiarowego.

(Przykład 1)



(Przykład 2)

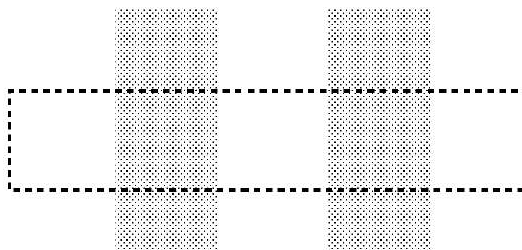


Procedura:

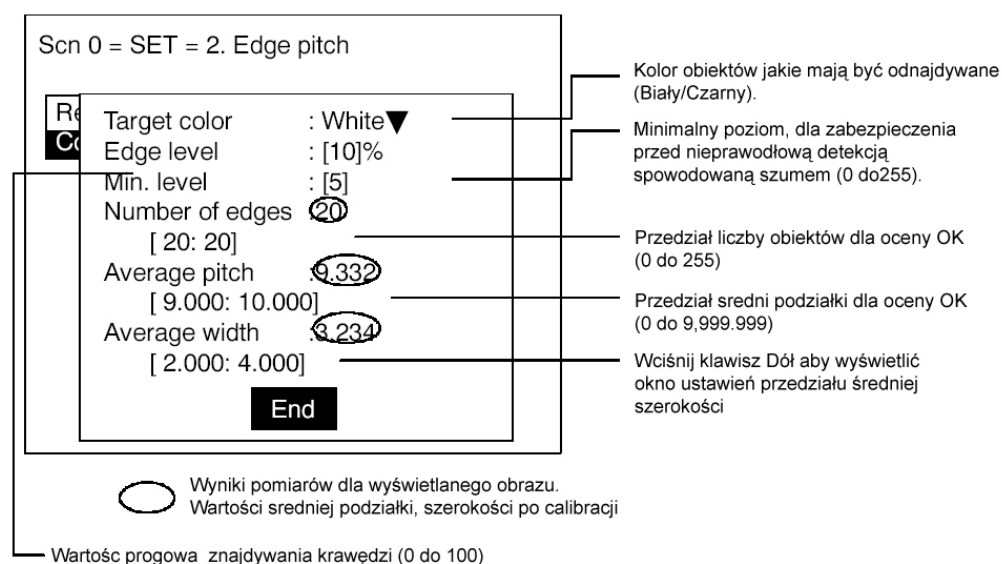
- Przejdź do opcji w menu: **Measurement Region**/**<numer regionu>**/**Edge pitch**
- Wybierz opcję: **Region**



- Narysuj obszar pomiarowy w kształcie prostokąta, kiedy współrzędne dolnego prawego rogu zostaną potwierdzone nastąpi powrót do okna z kroku 2.



Ustawianie warunków wykrywania krawędzi i oceny.



Procedura:

- a) Wybierz opcje menu: **Conditions**

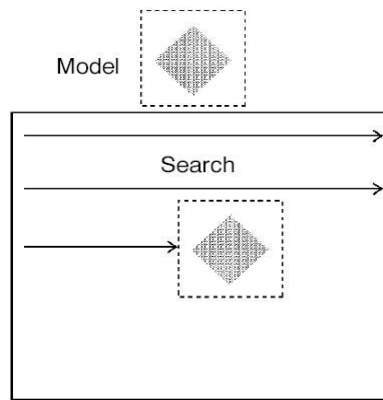


- b) Ustaw wymagane wartości. Patrz strona 35.

- c) Wybierz **End**, aby zakończyć ustawianie

☒ **Poszukiwanie w stopniach szarości (Gray search) i precyzyjne poszukiwanie (Precise search).**

Odnajdywana jest część analizowanego obrazu, którą najbardziej odpowiada zarejestrowanemu modelowi. Wyświetlana jest wartość korelacji pomiędzy obiektami (badanym i zarejestrowanym w pamięci) w zakresie od 0 do 100.

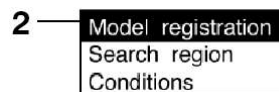


- Poszukiwanie w stopniach szarości – pozycja otrzymywana jest w pikselach.
- Poszukiwanie precyzyjne – pozycja jest otrzymywana w jednostkach mniejszych od pikseli tzw. sub-pikselach, powoduje to wydłużenie czasu analizy obrazu, ale zwiększa dokładność metody.

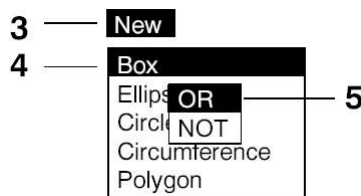
Rejestrowanie modelu.

Procedura:

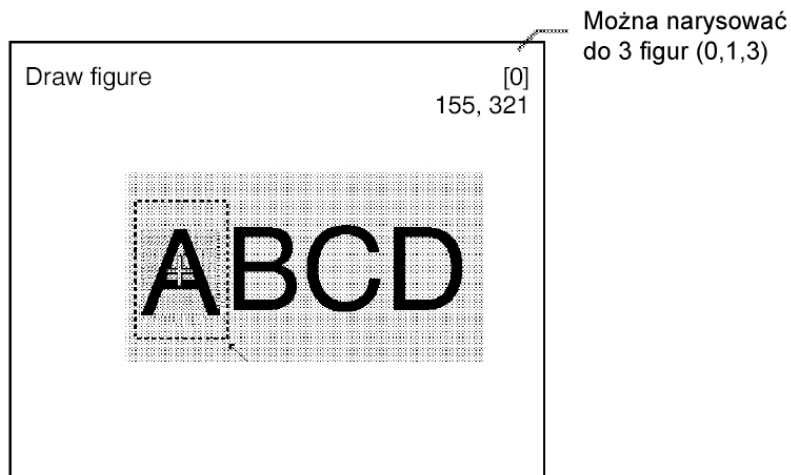
- Przejdź do opcji menu: **Measurement region**/**<region number>**/**Gray search** (lub **Precise search**)
- Wybierz opcję : **Model Registration**



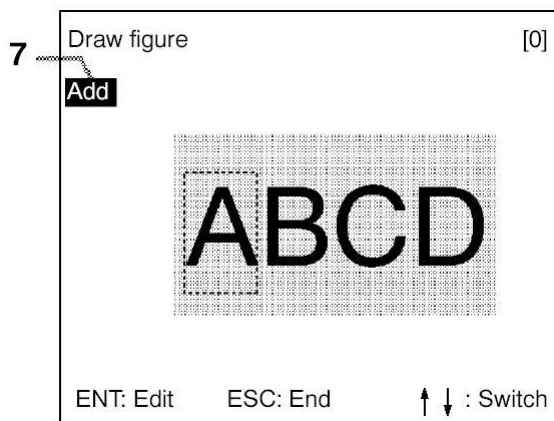
- Wybierz: **New**
- Wybierz kształt figury do narysowania. Patrz strona 36.
- Wybierz metodę rysowania: (OR/NOT)



- Narysuj figurę o wielkości wymaganego modelu.

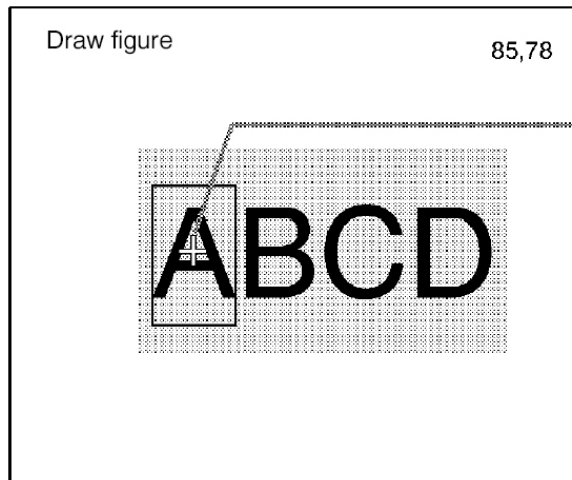


g) Jeżeli istnieje potrzeba narysowania dodatkowych figur wybierz opcję **Add**. Można narysować do 3 figur, po narysowania trzeciej opcja **Add** zniknie.



h) Jeżeli wszystkie regiony zostały narysowane naciśnij klawisz **ESC** powrócisz do okna z kroku 7 i pojawi się kursor strzałki.

i) Przesuń kursor w miejsce, którego współrzędne będą wyjściowymi jako pozycja wyszukiwania i naciśnij klawisz **ENT** (rys.67). Nastąpi zapisanie regionu i powrót do ekranu z punktu 2.



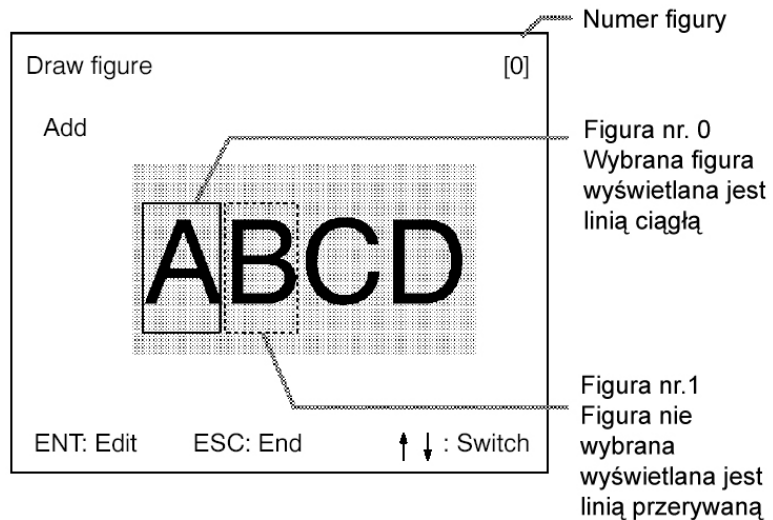
Przesuń strzałkę kursora na punkt którego współrzędne będą wyjściowymi

Rysunek Sekwencja Rysunek. Pozycja kursora strzałki.

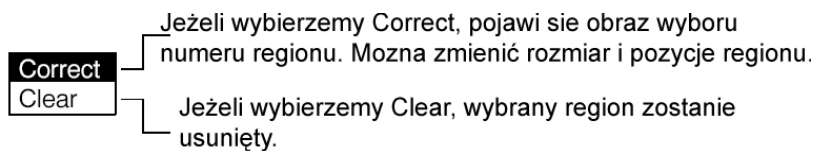
Poprawianie i usuwanie figur.

Procedura:

- 1 Dla obrazu z kroku g na poprzedniej stronie, wybierz figurę, jaka ma zostać poddana edycji lub usunięciu (za pomocą kursorów Góra/Dół) i wciśnij klawisz **ENT**.

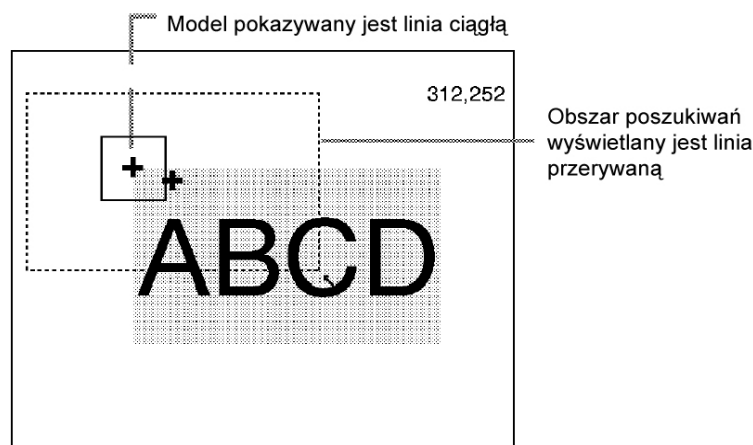


- 2 Pojawi się okno wyboru: **Correct/Clear**.



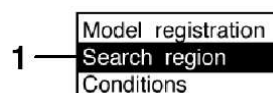
Ustawienia regionu poszukiwań.

Należy ustawić region, w którym ma być poszukiwany obiekt. Możliwe jest ustawienie regionu poszukiwania na cały ekran, ale może to zmniejszyć dokładność poszukiwania i wydłużyć jego czas.

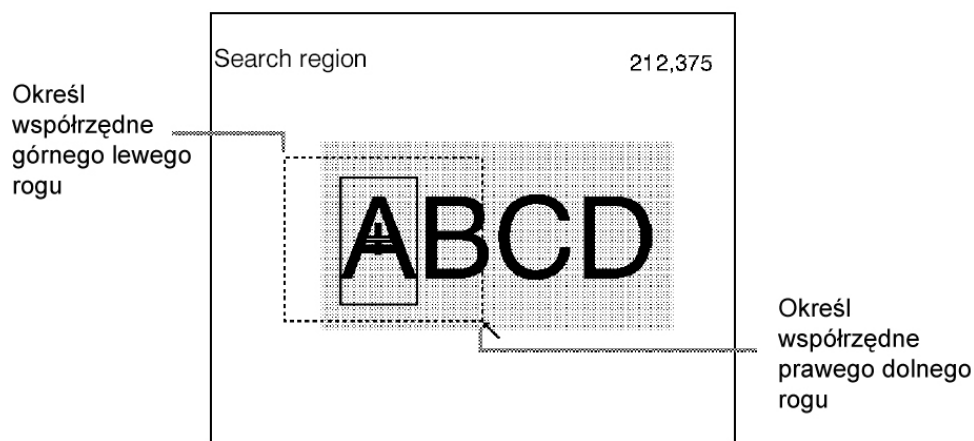


Procedura:

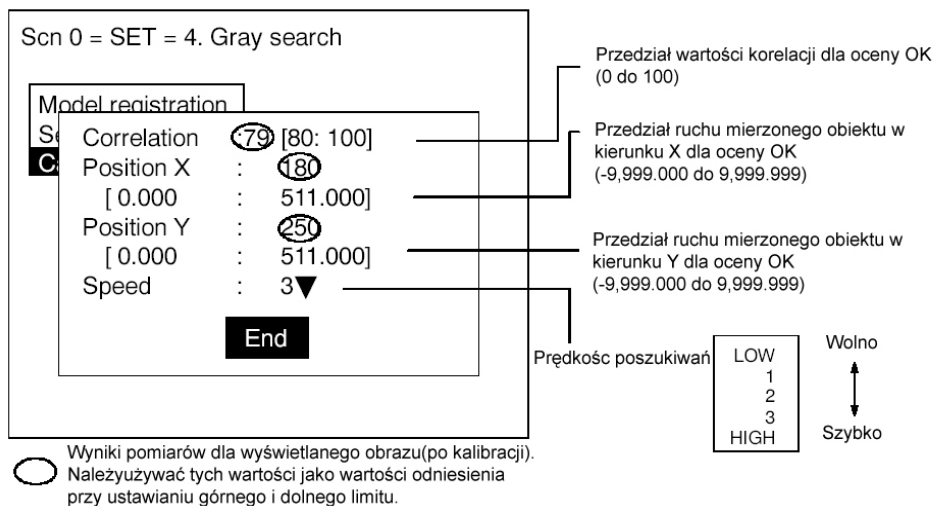
a) Wybierz z menu opcję: **Search region**



b) Narysuj obszar pomiarowy w kształcie prostokąta, kiedy współrzędne dolnego prawego rogu zostaną potwierdzone nastąpi powrót do okna z kroku 1.



Ustawianie kryteriów oceny.

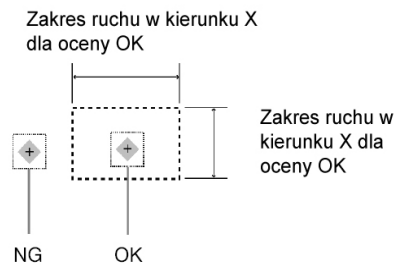


Korelacja:

Kryterium korelacji od 70 do 100:

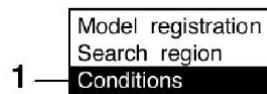
	Obraz 0	Obraz 1	Obraz 2	Obraz 3
Korelacja:	96	65	62	78
Ocena:	OK	NG	NG	OK

Pozycja X, Y:



Procedura:

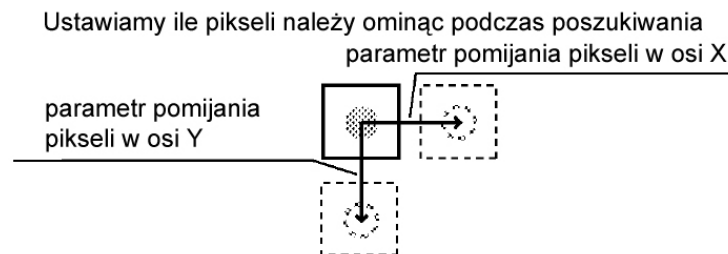
- a) Wybierz z menu opcje: **Conditions**



- b) Ustaw wymagane parametru. Patrz strona 35.
- c) Wybierz opcje **END**, aby zakończyć wprowadzanie danych.

Parametr pomijania pikseli podczas analizy (opcjonalnie).

Opcjonalnie można ustawić parametr odpowiedzialny za omijanie zadanej liczby pikseli podczas analizy obrazu. Może to przyspieszyć analizę obrazu, ale jednocześnie zmniejsza jej dokładność.



Procedura:

- a) Na ekranie z rysunku 68 wciśnij kombinację klawiszy: **SHIFT** + **ESC**, pojawi się okno ustawiania parametru pomijania pikseli/

Scn 0 = SET = 0. Relative search

Model registration
Search region
Conditions

Rysunek Sekwencja Rysunek.

b) Zmień parametr pomijania pikseli dla współrzędnych X i Y

Pixel skipping X : [8]
Pixel skipping Y : [5]
End

Wartości można ustawiać z zakresu od 1 do 15.

c) Wybierz opcję **END**. Pojawi się okno z szacowanym czasem skanowania.

Expected search time 180ms
OK

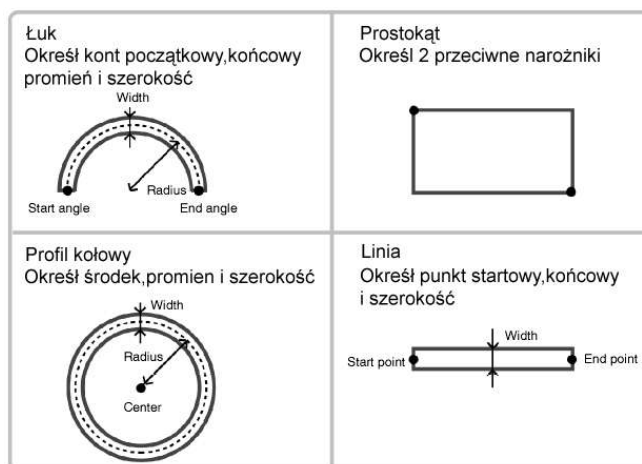
To jest przybliżony czas dla regionu o wybranym numerze. Czas poszukiwania dla sceny zostanie wyświetlony w górnym prawym rogu ekranu po dokonaniu pomiaru w trybie Monitor lub Run.

- Wybierz **OK**, aby zakończyć ustawianie.

☒ **Wykrywanie defektów powierzchni.**

Rysowanie regionu pomiarowego.

Wybierz z menu rodzaj rysowanego obszaru: łuk, prostokąt, profil kołowy, linia.



Następujące łuki nie mogą zostać narysowane:

- Łuki, których środek leży poza ekranem.
- Łuki o promieniu większym niż 483 piksele.

Procedura:

a) Przejść w menu do opcji: **Measurement region**/**<numer regionu>/Defect** ().

b) Wybierz opcję: **Region**

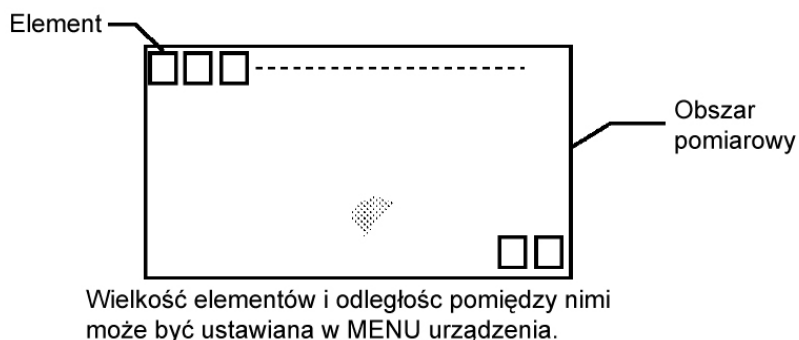


c) Narysuj region pomiarowy. Kiedy zostanie on zarejestrowany. Zostanie wyświetlony obraz z kroku b.

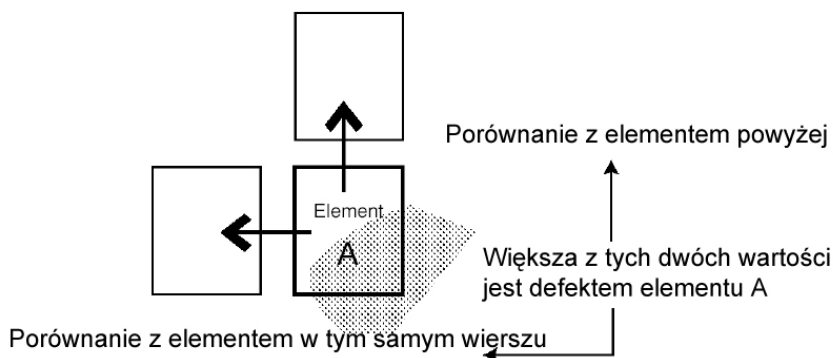
Ustawianie kryteriów wykrywania defektów i kryteriów oceny.

Metoda ta jest wykorzystywana do wykrywania defektów powierzchni poprzez analizę gęstości obrazu. Kształt regionu pomiarowego może zbudowany z trójkątów, linii, prostokątów i figur okrągłych.

W obszarze pomiarowym tworzone są mniejsze podobszary w kształcie prostokątów, zwane elementami. Obliczana jest gęstość każdego z elementów.

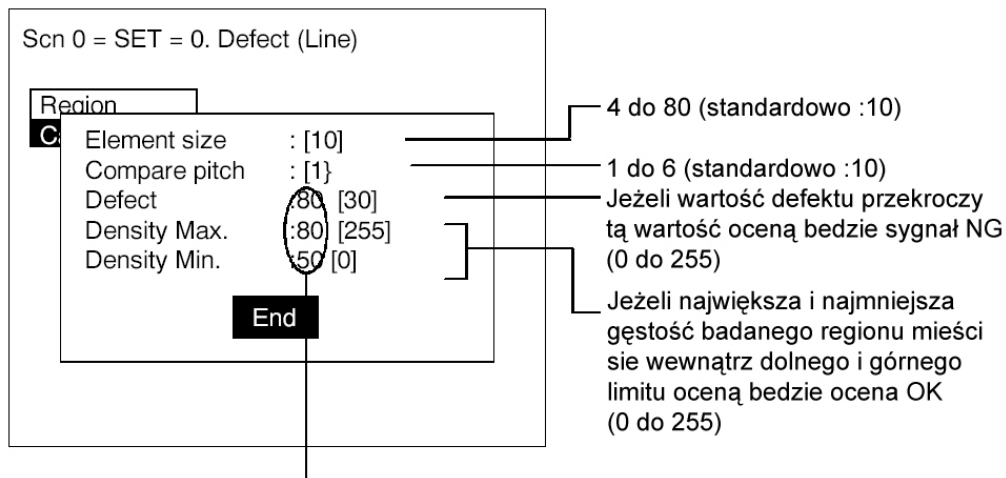


Różnica w gęstości pomiędzy elementami znajdującymi się nad i po lewej stronie elementu badanego obliczana jest dla każdego elementu na ekranie.



Defekt obliczany jest dla każdego elementu. Jeżeli największy defekt jest większy od kryterium oceny, badany region uważany jest jako region z defektem.

Okno ustawiania warunków pomiaru.



Wyniki pomiarów dla wyświetlanego obrazu.
Należy używać tych wartości jako wartości odniesienia, przy ustawianiu limitów.

Procedura:

- a) Wybierz z menu opcje: **Conditions**



- b) Ustaw wymagane wartości. Patrz strona 35.
- c) Wybierz **END**, aby zakończyć ustawianie.

☒ **Uśrednianie gęstości (Density averaging).**

Dla każdego piksela obliczana jest gęstość (od 0 do 255), a pomiary dokonywane są w oparciu o średnią jej wartość.

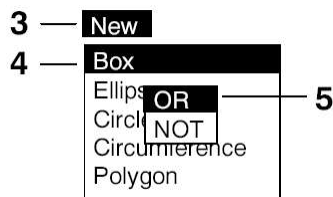
Rysowanie regionu pomiarowego.

Procedura:

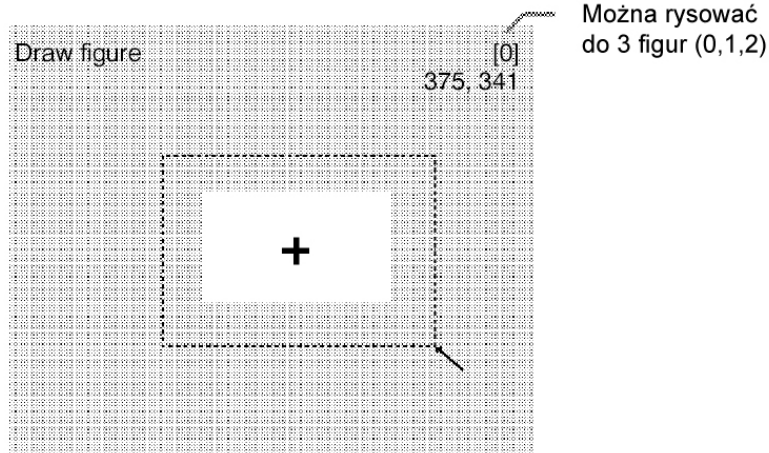
- a) Wybierz w menu opcje: **Measurement region**/**<numer regionu>**/**Density averaging**



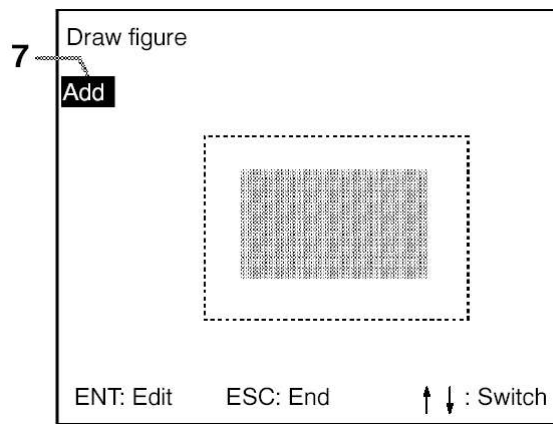
- b) Wybierz opcję: **Region**
- c) Wybierz opcję: **New**
- d) Wybierz kształt wymaganej figury. Patrz strona 36.
- e) Wybierz wymaganą metodę rysowania (**OR/NOT**) pojawi się obraz rysowania regionu pomiarowego.



- f) Narysuj region wybranym kształtem.



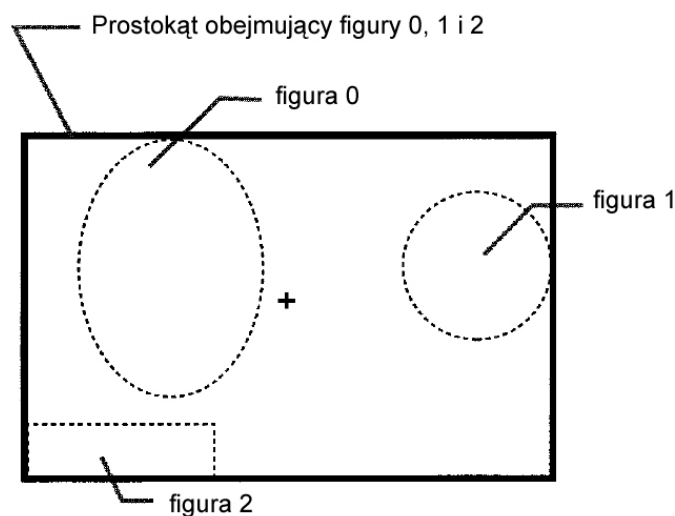
- g) Jeżeli wymagane jest narysowanie większej liczby regionów wybierz opcję: **Add**. Powtórz kroki od 4 do 6 wymagane do stworzenia kształtu. Po narysowaniu 3 regionów opcja **Add** przestanie być aktywna.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

- h) Jeżeli rysowanie regionu dobiegło końca wciśnij klawisz **ESC**, pojawi się okno z kroku 7. Region pomiarowy zostanie zarejestrowany, nastąpi powrót do okna z kroku 2. Strzałka kursora zostanie wyświetlona na pozycji środka ciężkości narysowanego obszaru. Jeżeli zostało narysowanych więcej niż jeden obraz pojawi się prostokąt opisany narysowane obszary a kursor będzie znajdował się w jego środku ciężkości.

Prostokąt opisany jest najmniejszym prostokątem obejmującym narysowane obszar (rys.70):

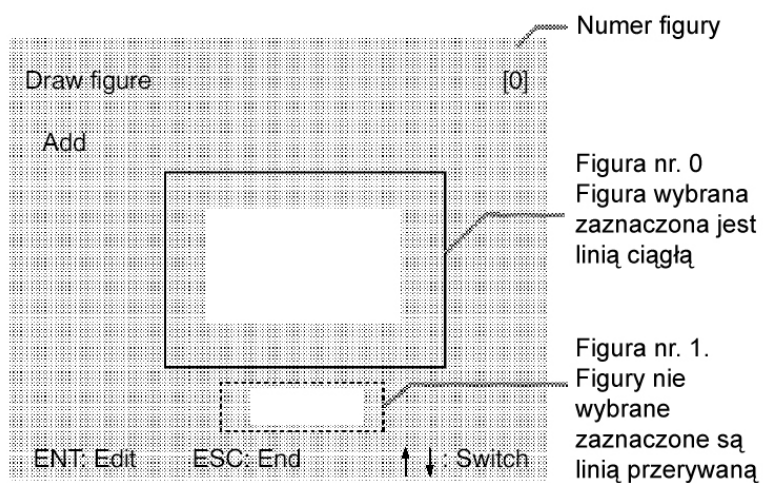


Rysunek Sekwencja Rysunek. Prostokąt obejmujący regiony.

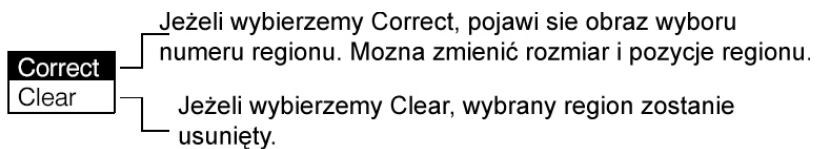
Poprawianie lub usuwanie narysowanych regionów.

Procedura:

- 1 Na ekranie z kroku 7 przy poprzedniej procedurze wybierz figurę, którą chcesz zmienić lub usunąć(rys.69) używając kursorów Góra/Dół i naciśnij klawisz **ENT**.

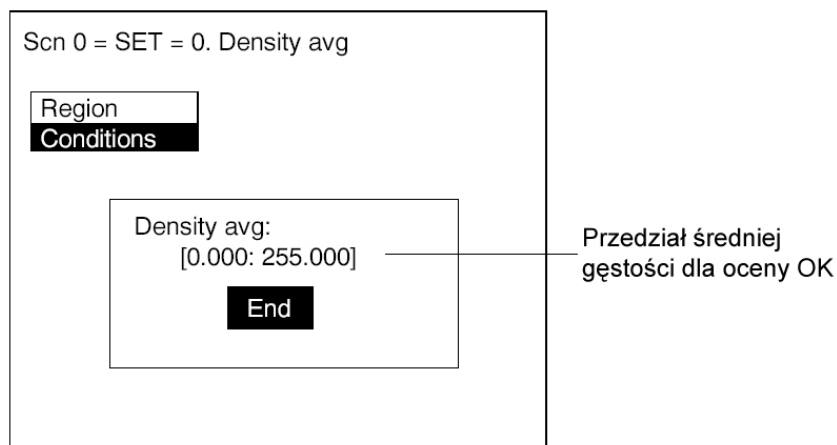


- 2 Pojawi się okno wyboru: **Correct/Clear**.



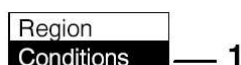
Ustawianie warunków pomiaru.


Należy ustawić przedział średniej gęstości dla oceny **OK**.



Procedura:

- a) Wybierz z menu opcje: **Conditions**



- b) Ustaw wymagane parametry. Procedura ustawiania jest taka sama jak na stronie 35.
- c) Wybierz opcje , aby zakończyć ustawianie.

☒ **Wyszukiwanie względne (Relative search)**

Metoda ta pozwala na otrzymywanie pozycji znaków, otworów itp. W celu późniejszej oceny czy te właśnie cechy obiektu znajdują się na właściwym miejscu.

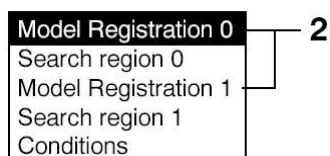
Rejestrowanie modelu.

Należy zarejestrować dwa modele. Rejestracja odbywa się w miejscach, jakie później będą wykorzystywane do oceny.

Procedura:

a) Przejdź w menu do opcji: **Measurement region**/**<numer regionu>**/**Relative position**.

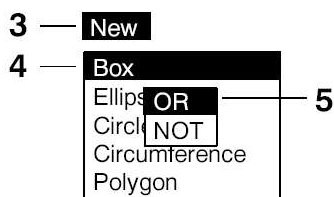
b) Wybierz opcję: **Model registration** (0 lub 1).



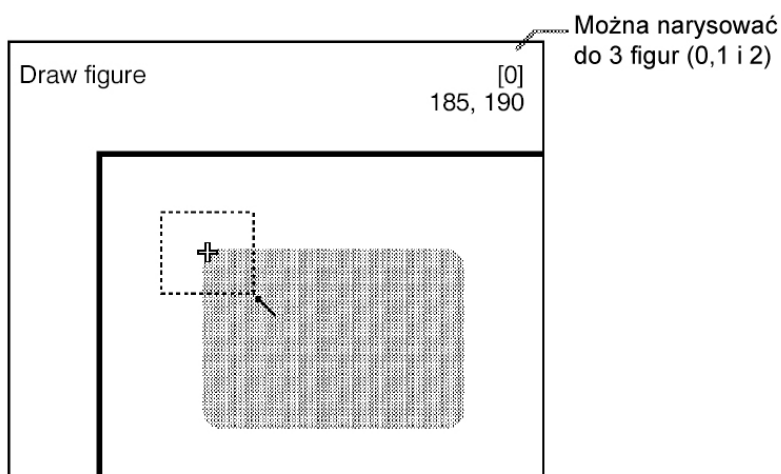
c) Wybierz opcję: **New**.

d) Wybierz wymagany kształt. Metoda rysowania taka sama jak na stronie 36.

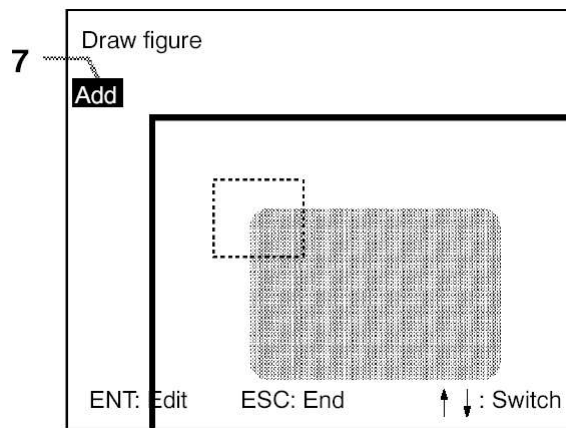
e) Wybierz metodę rysowania ().



f) Narysuj figurę tak, aby obejmowała żądany model.

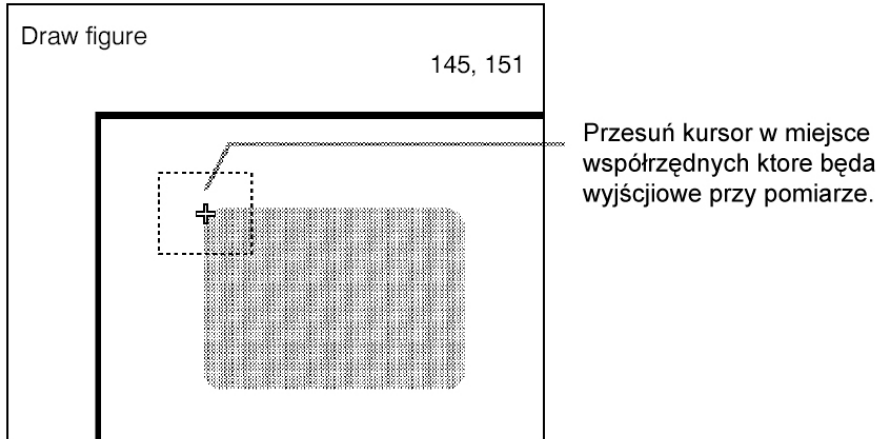


g) Jeżeli wymagane jest narysowanie dodatkowych figur, wybierz opcję **Add** i powtórz kroki od 4 do 6. Kiedy zostaną narysowane 3 figury opcja **Add** przestanie być aktywna?



Rysunek Sekwencja Rysunek.

- h) Kiedy skończysz rysowanie regionów, wciśnij klawisz **ESC** dla obrazu z kroku 7. Pojawi się kursor w kształcie strzałki.
- i) Przesuń kursor w miejsce współrzędnych, które mają być wyjściowe przy poszukiwaniu. Po ustawieniu kursora wciśnij klawisz **ENT**. Nastąpi zapisanie regionu a obraz powróci do tego z kroku 2.

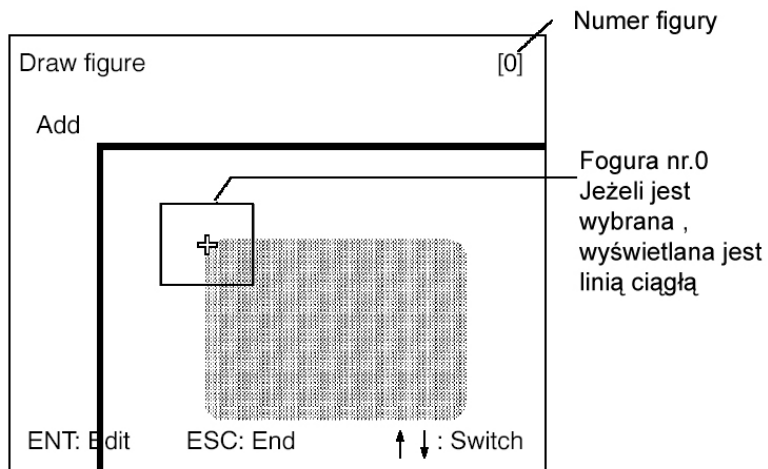


Poprawianie lub usuwanie regionów.

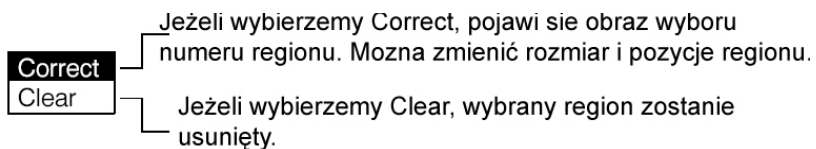
Procedura:

- a) Na ekranie z kroku 7 poprzedniej procedury (rys.71) wybierz figurę, która ma zostać usunięta lub poddana edycji używając w tym celu kursorów Góra/Dół i

naciśnij klawisz **ENT**.

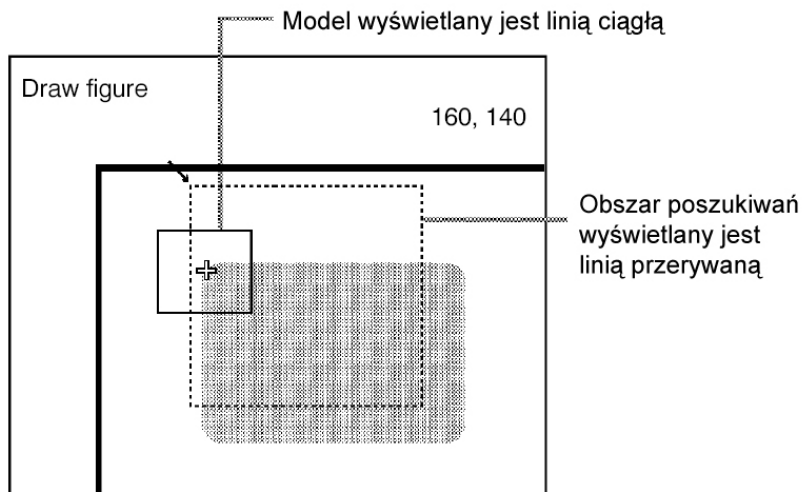


b) Pojawi się okno wyboru: **Correct/Clear**.



Ustawianie regionu poszukiwania.

Należy ustawić region w którym zapisany model ma być poszukiwany, może to być cały ekran, jednak ma to znaczny wpływ na prędkość wyszukiwania.



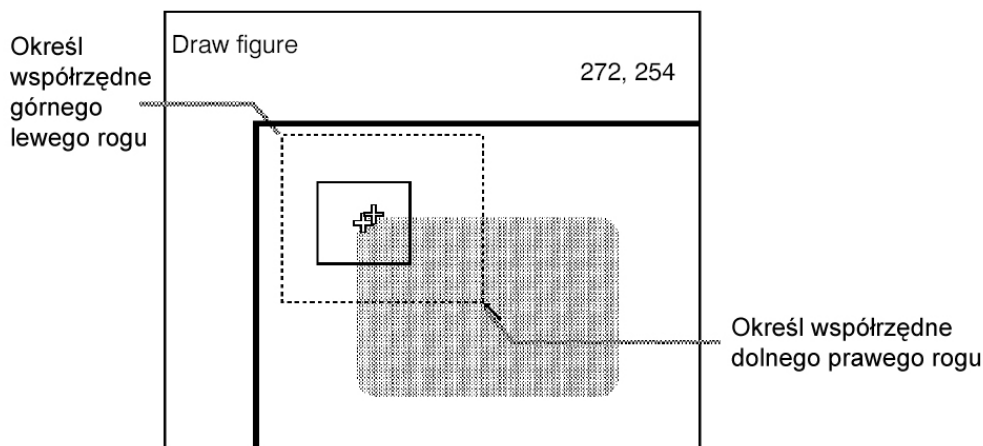
Procedura:

a) Wybierz opcję: **Search region** (0 lub 1)

Model Registration 0
Search region 0
Model Registration 1
Search region 1
Conditions

1

b) Narysuj region w kształcie prostokąta. Kiedy określisz współrzędne dolnego prawego rogu. Region pomiarowy zostanie zapisany. Pojawi się obraz z kroku 1.



Ustawianie kryteriów oceny.

Ustawianie kryteriów oceny dla korelacji pomiędzy modelem, a pozycją względną modelu 0 i modelu 1.

Scn 0 = SET = 0. Relative search

Model registration 0	
Correlation 0:	79 [80: 100]
Correlation 1:	82 [80: 100]
Width X (1-0) :	85.351
[0.000:	511.000]
Width Y (1-0) :	69.239
[0.000:	511.000]
Distance :	109.904
[0.000:	511.000]
Speed :	3
End	

Wartość korelacji dla oceny OK dla modeli 0 (0 do 100).

Wartość korelacji dla oceny OK dla modeli 1 (0 do 100).

Przedział różnicy w kierunku X (model1-model0) dla oceny OK (-9999.999 do 9999.999).

Przedział różnicy w kierunku Y (model1-model0) dla oceny OK (-9999.999 do 9999.999).

Odległość pomiędzy modelem 0 a modelem 1 dla oceny OK (0 do 9999.999)

Prędkość poszukiwania

LOW
1
2
3
HIGH

Wolno

↑ ↓

Szybko

Oznacza wyniki pomiarów dla wyświetlanego obrazu (po kalibracji)

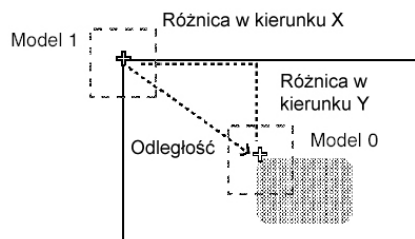
Należy używać tych wartości jako odniesienie przy ustawianiu dolnego i górnego limitu

Korelacja:

Kryterium korelacji od 70 do 100:

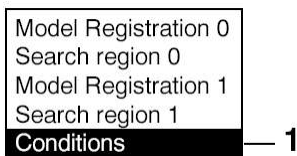
	Obraz 0	Obraz 1	Obraz 2	Obraz 3
				
Korelacja:	96	65	62	78
Ocena:	OK	NG	NG	OK

Odległość pomiędzy współrzędną X i Y:



Procedura:

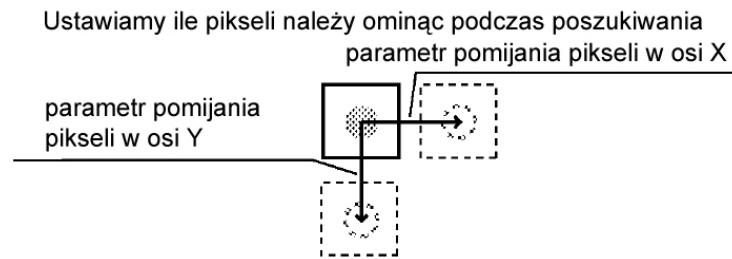
- a) Wybierz z menu opcje: **Conditions**



- b) Ustaw wymagane parametry, w taki sam sposób jak jest to przedstawione na stronie 35.
- c) Wybierz opcje **END**, aby zakończyć wprowadzanie.

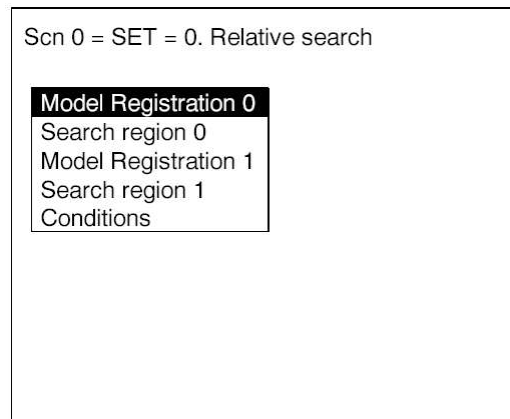
Parametr pomijania pikseli podczas analizy (opcjonalnie).

Opcjonalnie można ustawić parametr odpowiedzialny za omijanie zadanej liczby pikseli podczas analizy obrazu. Może to przyspieszyć analizę obrazu, ale jednocześnie zmniejsza jej dokładność.



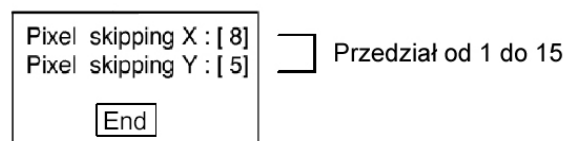
Procedura:

- a) Dla obrazu w stanie przedstawionym na rysunku 72 wciśnij kombinację klawiszy **SHIFT** + **ESC** pojawi się okno ustawiania parametru pomijania pikseli.

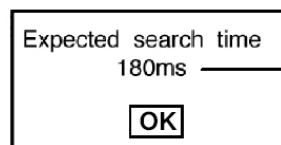


Rysunek Sekwencja Rysunek.

- b) Zmień parametr pomijania pikseli dla współrzędnej X i Y wedle wymagań.



- c) Wybierz opcję **END**. Pojawi się okno z przybliżonym czasem poszukiwania opartym na wybranym parametrze pomijania pikseli.



To jest przybliżony czas dla regionu o wybranym numerze. Czas poszukiwania dla sceny zostanie wyświetlony w górnym prawym rogu ekranu po dokonaniu pomiaru w trybie Monitor lub Run.

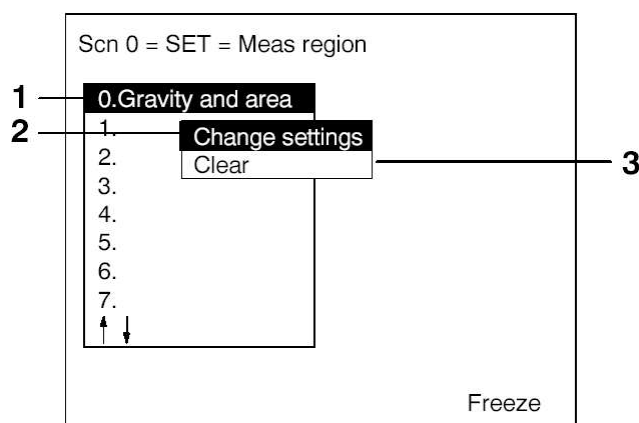
- d) Wybierz opcję **OK**, aby potwierdzić wartość czasu i zamknąć to okno.

Zmianie lub usuwanie ustawień.

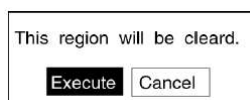
Ustawione dane mogą być usunięte lub zmienione.

Procedura:

- a) Przesuń kursor na numer, który chcesz usunąć lub zmienić i wciśnij klawisz **ENT**.
Pojawi się okno wyboru **Change settings/Clear**.



- b) Aby zmienić ustawienia wybierz opcję **Change settings**. Pojawi się okno wyboru parametrów, jakie można zmienić. Sposób zmiany parametrów należy odszukać przy opisie metody pomiarowej poddawanej edycji.
- c) Aby usunąć wszystkie ustawienia wybierz opcję **Clear**. Pojawi się okno żądające potwierdzenia wyboru.



4. Przykład zastosowania

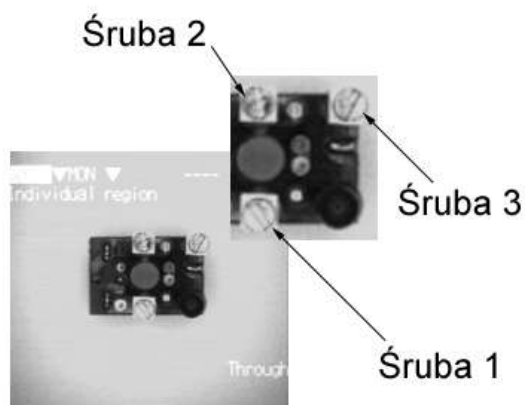
Zastosowanie systemów wizyjnych w zautomatyzowanych systemach produkcyjnych w większości przypadków realizują dwie podstawowe funkcje, funkcje kontrolne wykonania procesu, lub funkcje sterujące procesem np. modyfikujące program sterujący robotem przemysłowym. Poniższy przykład ilustruje możliwości wykorzystania systemu wizyjnego w elastycznych systemach montażowych do zadań nadzoru procesu montażu i sterowania procesem.

W celu weryfikacji możliwości nadzoru procesu montażu, zaprojektowany został eksperyment polegający na próbie określenia poprawności wykonania montażu trzejelementowego złącza elektrycznego gniazda wtykowego w elektrozaworze MSFG/24/42-50/60 firmy FESTO. Widok wyrobu został przedstawiony na rysunku 20. Elektrozawór wyróżnia się takimi cechami kształtu, dzięki którym może być wytwarzany (montowany) w systemie zautomatyzowanym. Cechami tymi są: prosta konstrukcja, niewielka ilość części o małym stopniu skomplikowania kształtu. Konstrukcja części składowych jest łatwa do automatycznej orientacji i podawania. Montaż części możliwy jest przy wykorzystaniu prostych ruchów roboczych w dwu osiach robota montażowego z zastosowaniem dodatkowego urządzenia do wkręcania śrub mocujących.

Cechą elektrozaworu kontrolowaną przez system wizyjny jest złącze elektryczne gniazda wtykowego składające się z trzech śrubek mocujących przewody doprowadzające napięcie zasilające i sterujące do elektrozaworu (rys. 21). Eksperyment polega na wykryciu nieobecności, co najmniej jednej z trzech śrub w złączu gniazda wtykowego elektrozaworu (rys.21).



Rysunek Sekwencja Rysunek . Zdjęcie kompletnego elektrozaworu.



Rysunek Sekwencja Rysunek. Widok z kamery systemu OMRON F150-3 jednego z podzespołów elektrozaworu.

Dobór parametrów pracy urządzenia OMRON F150-3

Dobór parametrów został dokonany doświadczalnie, na podstawie subiektywnej oceny jakości oraz stopnia dostępności danych zawartych w obrazie, mogących pomóc w dokładniejszej selekcji z całego obrazu elementów obrazujących regiony „występowania” lub „braku” śrub.

Do detekcji braku śrub użyto algorytmu uśredniania gęstości obrazu(Density Averaging)

Zastosowano 3 regiony pomiarowe dodawane w trybie OR, regiony miały kształt kwadratów obejmujących pola występowania śrub na analizowanym obrazie(rys.22).



Rysunek Sekwencja Rysunek. Regiony pomiarowe – jasne kwadratowe pola.

Ustawione oświetlenie sceny: 0000-2222

Ustawienia filtra BGS w celu eliminacji wpływów zakłóceń z tła obrazu: upper 225 lower 0

Czas ekspozycji (Shutter Speed): 1/10000s

Użyto filtra typu wyodrębnienie krawędzi (Extract Edges) w celu wydobywania krawędzi obiektu badanego na obrazie.

Ustawienie ostrości urządzenia polegało na dopasowaniu wysokości kamery ponad obiektem, potrzebnym ustawieniem okazała się wysokość kamery umiejscowionej na wysokości opisanej na statywie symbolem: „1”

Ustawienie progów reakcji na nieprawidłową gęstość obrazu dla algorytmu Density Averaging: 155:255 (jeżeli gęstość obrazu nie będzie zawierała się w przedziale od 155-255 system zasygnalizuje nieakceptowalną gęstość).

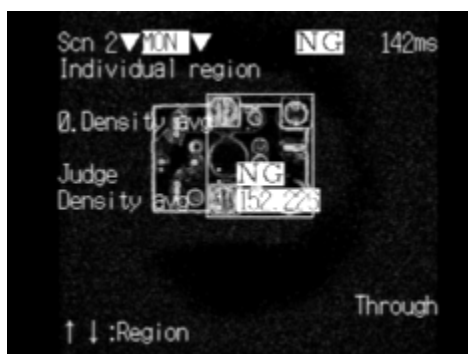
Uwagi do pomiarów

Badane złącze elektryczne w trakcie badania musi posiadać określoną orientację i znajdować się w ściśle określonym miejscu względem osi optycznej obiektywu kamery (rys.24). Taki stan jest do uzyskania w przypadku, w którym elementy poddawane kontroli jakości podawane są przemieszczane w systemie na transporterze wyposażonym w palety, a pomiar odbywa się po zatrzymaniu palety lub synchronizowany jest z dużą dokładnością z urządzeniem pomiarowym np. za pomocą czujników zbliżeniowych.



Rysunek Sekwencja Rysunek. Poprawne umiejscowienie i orientacja elementu.

Układ po wprowadzeniu danych konfiguracyjnych jest w stanie ze 100% dokładnością określić czy śruby złączy elektrycznych znajdują się na swoim miejscu czy nie.



Rysunek Sekwencja Rysunek.



Rysunek Sekwencja Rysunek.



Rysunek Sekwencja Rysunek.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Na powyższych zdjęciach widać test ustawień systemu wizyjnego zapewniających poprawne wykrywanie ilości śrub w złączu elektrycznym. Rysunek 24 przedstawia sygnalizację braku śruby, trzymana gęstość obrazu wynosi 152.25 a więc nie mieści się w założonym kryterium stąd sygnał wykrycia niepoprawności NG. Na rysunku 25 widać brak śruby na innej pozycji złącza wartość gęstości obrazu zbliżona do poprzedniej i wynosi 150.064 system znowu sygnalizuje niepoprawność komunikatem NG. Kolejne rysunki 26 i 27 przedstawiają złącze elektryczne, w którym brakuje odpowiednio 2 i wszystkich śrub. W tym przypadku gęstość obrazu różni się znacznie i wynosi odpowiednio dla rysunków 43 i 44 : 133.75(brak 2 śrub) i 124.119(brak wszystkich śrub).



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Rysunek 28 przedstawia inny wariant, mianowicie wszystkie śruby na złączu zamontowane są poprawnie, wykrywana za pomocą algorytmu gęstość wynosi 167.157, a układ komunikuje poprawność montażu elementu za pomocą komunikatu OK.

Powyższe rysunki pokazują celowość ustawienia progu sygnalizowania zmian gęstości na 155, brak jednej śruby powoduje odczyt o wartości, około 152, czyli dość bliskiej ustawionemu progowi. Przyjęty zapas umożliwia poprawną reakcję układu na niewielkie błędy w usytuowaniu badanego elementu.

Podczas badania rozpatrzony został jeszcze jeden aspekt wynikający z możliwości wystąpienia nachylenia elementu badanego do płaszczyzny ekranu. Zdarzenie takie może mieć miejsce podczas kiedy elementy złączne głowicy zostaną w układzie wlutowane niedokładnie.

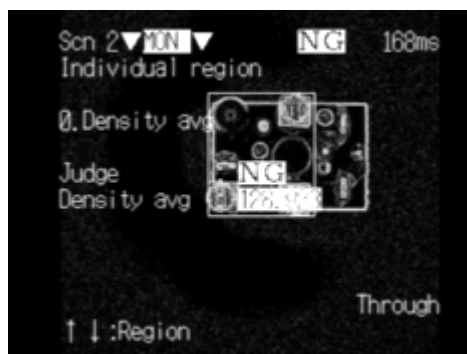


Rysunek Sekwencja Rysunek.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Na rysunku 29 znajduje się zdjęcie obiektu badanego wykonane przy jego nachyleniu pod kątem ok. 10° z wkręconymi śrubami. Wynik pomiaru w tym przypadku jest pozytywny, zmierzona gęstość obrazu wynosi 164.931 i sygnalizowany jest stan OK. Drugi obraz (rys.30) przedstawia wynik pomiaru przy braku jednej ze śrub, również w tym przypadku ocena przeprowadzona przez system wizyjny jest poprawna, zmierzona gęstość wynosi 144.688 (jest więc mniejsza od wielkości progowej) urządzenie sygnalizuje brak śruby wyświetlając komunikat NG.



Rysunek Sekwencja Rysunek.

Rodzaj pomiaru opierający się na algorytmie określania średniej gęstości obrazu (Density Averaging) jest czuły na poprawne zorientowanie elementu. Rysunek 30 przedstawia element w odwróconej o 180 stopni pozycji. Mimo wszystkich śrub znajdujących się w układzie, pole, w którym mierzona jest średnia gęstość obrazu nie obejmuje jednej z nich. W wyniku pomiaru w takich warunkach urządzenie sygnalizuje brak śruby, mimo iż wszystkie znajdują się przy złączach elektrozaworu. Średnia zmierzona gęstość wynosi 128 jest, więc niższa niż założony próg reakcji (155). Urządzenie sygnalizuje stan wyświetlając komunikat NG.