

Załącznik nr 4 do Zapytania ofertowego

Zakup (zlecenie opracowania i wdrożenie) systemu informatycznego nr 3 opartego o rozwiązania z dziedziny sztucznej inteligencji AI - 1 kpl.

(„nr 3” stanowi wewnętrzne oznaczenie Zamawiającego).

I Opis przedmiotu zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest zakup (zlecenie opracowania i wdrożenie) systemu informatycznego nr 3 opartego o rozwiązania z dziedziny sztucznej inteligencji AI - 1 kpl. System AI będzie odpowiedzialny za pozycjonowanie detali na stanowiskach pras do wprasowywania elementów złącznych typu PEM

Oferent winien zagwarantować:

1. wykonanie planu wdrożenia modeli ML (Machine Learning) oraz wdrożenia ich w taki sposób, aby zachować oczekiwaną funkcjonalność opisaną w przedmiotowej części zamówienia.
2. że członkowie/kadra, która będzie realizować przedmiotową część zamówienia będzie posiadać umiejętności wdrażania modeli ML z prognozami real - time z planowaniem przepływu danych zgodnie z potrzebami i funkcjonalnością modeli – Oferent winien złożyć w tym zakresie stosowane oświadczenie jako załącznik do oferty.

1. Wprowadzenie i cel zamówienia

Celem zamówienia jest zbudowanie, integracja i pełne wdrożenie zaawansowanego systemu sztucznej inteligencji (AI) w zrobotyzowanym procesie wciskania elementów złącznych PEM.

System AI ma na celu przewidywanie korekt pozycji otworów na detalach w celu:

- optymalizacji całego procesu,
- zwiększenia precyzji,
- skrócenia czasu cyklu,
- poprawy wydajności produkcyjnej,
- eliminacji braków.

2. Zakres Prac

W ramach integracji oferent winien opracować i wdrożyć system pozycjonowania detali na stanowiskach pras do wprasowywania elementów złącznych typu PEM, w których skład wchodzi roboty i maszyny przemysłowe do wciskania el. złącznych PEM będące w posiadaniu Zamawiającego.

System winien zostać stworzony na bazie sztucznej inteligencji AI (elementów i/lub rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji AI), która zostanie zaszyta w wewnętrznym systemie odbierającym sygnał z kamer (1 kamera na 1 prasę w ramach Zrobotyzowanej linii produkcyjnej SMART nr 2 – opisanej w Zał. nr 8 do Zapytania ofertowego).

3. Wymagania Funkcjonalne Systemu AI

System AI winien spełniać następujące wymagania funkcjonalne:

- 3.1. Automatyzacja procesu wciskania:** System AI winien współpracować z robotami przemysłowymi, umożliwiając automatyczne korygowanie ruchów robotów i eliminując konieczność manualnych poprawek.
- 3.2. Przewidywanie Korekt Pozycji:** System winien przewidywać korekty pozycji kolejnych otworów na podstawie analizy trendów i wzorców występujących w poprzednich cyklach produkcyjnych. Każdy cykl produkcyjny ma być analizowany w czasie rzeczywistym.
- 3.3. Optymalizacja Czasu Cyklu:** Działanie Systemu z AI winno skracać czas cyklu poprzez minimalizowanie potrzeby korekt pozycji robota po wykonaniu zdjęcia otworu.
- 3.4. Adaptacyjność:** System winien samodzielnie uczyć się i adaptować do zmieniających się warunków produkcyjnych, zwiększając precyzję korekt z każdym kolejnym cyklem.
- 3.5. Analiza Danych:** Działanie Systemu z AI winno analizować dane z systemu wizyjnego w czasie rzeczywistym i odpowiednio korygować pozycje ruchów robota tak aby zapewnić poprawność procesu wciskania elementów złącznych.

4. Wymagania Techniczne

- 4.1. Kompatybilność:** System AI winien być w pełni kompatybilny z istniejącymi robotami, maszynami oraz sterownikiem PLC nadzorującymi pracę całego stanowiska u Zamawiającego. Wszystkie dane z systemu AI muszą na bieżąco korygować pozycje ruchów robota w celu zapewnienia poprawnego przeprowadzenia procesu wciskania elementów złącznych.
- 4.2. Interfejs Użytkownika:** System winien być wyposażony w przyjazny dla użytkownika interfejs umożliwiający monitorowanie, konfigurowanie i zarządzanie działaniem systemu.
- 4.3. Szybkość Przetwarzania:** Czas przetwarzania danych i wprowadzenia korekty pozycji robota nie może przekraczać 300 ms.
- 4.4. Dokładność:** Działanie Systemu z AI winno zapewniać dokładność korekty na takim poziomie, aby gwarantować poprawne wykonanie procesu wciskania. Tolerancja średnicy otworu względem średnicy elementu wciskanego nie przekracza 0,08mm.

5. Wymagania dotyczące Integracji i Wdrożenia

- 5.1. Harmonogram Wdrożenia:** Oferent winien przedstawić harmonogram wdrożenia systemu AI, uwzględniającego etapy integracji, testowania i instruktarzu personelu. Zakres prac realizowanych przez Oferenta w ramach niniejszego zamówienia ma obejmować:
 - 5.1.1. Opracowanie koncepcji i stworzenie modeli Machine Learning (ML):** Modele będą odpowiedzialne za przewidywanie korekt pozycji detali oraz za analizę danych z systemu wizyjnego, celem automatycznego dostosowania pozycji robotów przemysłowych.
 - 5.1.2. Integracja z istniejącą infrastrukturą:** System AI winien zostać zintegrowany z istniejącymi robotami, prasami oraz systemem PLC u Zamawiającego. Wszystkie dane z systemu AI muszą na bieżąco korygować ruchy robotów, aby zapewnić precyzyjne i automatyczne ustawienie detali w procesie produkcyjnym.
 - 5.1.3. Przetwarzanie danych i korekta pozycji:** Modele ML będą wykorzystywane do analizy danych z kamer wizyjnych i przetwarzania obrazów w czasie rzeczywistym. Na podstawie tych analiz AI ma korygować pozycje detali przed ich wciskaniem na matryce. Oczekiwany czas odpowiedzi modelu nie ma przekraczać 300 ms.

5.1.4. Implementacja systemu monitoringu i alertów: System winien posiadać funkcjonalność monitorowania działania modeli AI w czasie rzeczywistym, z możliwością generowania alertów w przypadku anomalii lub nieprawidłowego działania.

5.2. Wsparcie Techniczne: Wykonawca zobowiązuje się do zapewnienia wsparcia technicznego przez okres 12 miesięcy od daty podpisania protokołu odbioru. Wsparcie będzie dostępne w dni robocze w godzinach od 7:00 do 16:00, z czasem reakcji nieprzekraczającym 4 godzin w przypadku zgłoszenia usterki. Usunięcie usterki musi nastąpić w ciągu 48 godzin od momentu jej zgłoszenia.

Za usterkę uznaje się każde nieprawidłowe działanie systemu, które zakłóca proces produkcyjny wg ustalonych parametrów przebiegu.

5.3. Instruktaż Personelu: Wykonawca winien przeprowadzić szczegółowy instruktaż dla operatorów i inżynierów w zakresie obsługi i użytkowania systemu AI.

6. Oczekiwana jakość rozwiązań i metryki sukcesu

6.1. Skuteczność modeli ML: Opracowane modele muszą osiągnąć skuteczność:

- 85% w wersji Alfa,
- 92% w wersji Beta,
- 95% w wersji finalnej.

6.2. Dokładność pozycjonowania: Modele AI winny zapewniać dokładność korekty na poziomie 0,08 mm, co jest krytyczne dla prawidłowego procesu wciskania elementów złącznych.

6.3. Technologie chmurowe: Zostanie zastosowany Hybrydowy System Chmurowy. Oznacza to wykorzystanie trzech typów chmury, stosownie do potrzeb danych aplikacji oraz zapotrzebowania na moce obliczeniowe oraz wymagania aplikacyjne (odpowiednie środowisko pozwalające realizować zadania, np. posiadające aplikacje do wspierania Machine Learning)

Przy budowie modeli wykorzystana będzie stosownie do potrzeb etapu chmura: SaaS lub PaaS lub on-premise

7. Szczegółowy opis oczekiwanego przebiegu procesu pozycjonowania detali przy wsparciu AI na zrobotyzowanym stanowisku.

Proces wciskania elementów złącznych PEM rozpoczynać się będzie od dostarczenia surowych formatek detali na pole załadowcze zrobotyzowanego stanowiska.

Pierwszym etapem będzie zamknięcie bram zabezpieczających oraz uzbrojenie układu bezpieczeństwa, co zagwarantuje, że stanowisko będzie gotowe do pracy.

Następnie operator za pomocą panelu HMI wybierze odpowiedni program, który odpowiadać będzie specyficznym wymaganiom danego zlecenia produkcyjnego.

Po wyborze programu, odpowiednie instrukcje będą przesyłane zarówno do robota przemysłowego, jak i do maszyny do wciskania elementów złącznych.

W przypadku, gdy zajdzie taka potrzeba, robot automatycznie wymieni chwytak, a maszyna przeprowadzi automatyczne przebrojenie, przygotowując się do wciskania odpowiednich elementów złącznych. Ten etap przygotowawczy będzie kluczowy, gdyż zapewni, że wszystkie narzędzia i urządzenia zostaną odpowiednio dostosowane do specyfikacji detalu oraz rodzaju wciskanych elementów złącznych.

Na polu załadowczym znajdować się będzie kamera, która służyć będzie do identyfikacji pozycji najwyższego detalu na stosie. Kamera będzie przekazywać dane dotyczące

ułożenia detalu w przestrzeni dwuwymiarowej (X, Y) do sterownika PLC, który z kolei przekaże informacje do robota przemysłowego. Posiadając precyzyjne dane o położeniu detalu, robot podjedzie do strefy załadowniczej i za pomocą chwytaka podciśnieniowego pobierze detal w taki sposób, aby był już odpowiednio zorientowany do procesu wciskania. Dzięki temu nie będzie konieczne ponowne bazowanie detalu, co znacząco skróci czas cyklu produkcyjnego.

Robot, trzymając detal, przemieszczać się będzie w stronę maszyny, gdzie rozpocznie się właściwy proces wciskania elementów złącznych. Robot wykona zadane ruchy zgodnie z wcześniej zapisanym programem, a po osiągnięciu zadanego punktu wykona zdjęcie za pośrednictwem kamery systemu wizyjnego.

Detal będzie dodatkowo oświetlony światłem czerwonym, co pozwoli na lepsze rozpoznawanie krawędzi detalu i precyzyjną analizę obrazu. System wizyjny, wspierany przez algorytmy AI, odgrywać będzie kluczową rolę w procesie wciskania elementów złącznych. Po wykonaniu zdjęcia, dane będą natychmiast analizowane przez system AI, który wprowadzi odpowiednią korektę do pozycji robota.

Cały proces, od wykonania zdjęcia, przez analizę, aż po przekazanie danych o korekcie, nie może trwać dłużej niż 300 ms, co ma pozwolić na bardzo szybkie i precyzyjne ustawienie detalu względem narzędzia wciskającego.

W przypadku wykorzystania Systemu AI zamiast każdorazowo analizować pozycję otworu i wprowadzać korektę, będzie uczyć się na podstawie poprzednich operacji i przewidywać, jakie korekty będą potrzebne przy kolejnych otworach.

W efekcie, zamiast korygować pozycję na bieżąco, robot przemysłowy będzie od razu mógł przystąpić do precyzyjnego wciskania elementów złącznych, co wyeliminuje potrzebę czasochłonnych korekt i znacząco skróci czas cyklu.

System AI analizując kolejne zdjęcia, będzie przewidywać przyszłe korekty pozycji, co ma pozwolić na skrócenie czasu cyklu. Dzięki temu robot, po dojechaniu do zadanej pozycji, będzie mógł od razu przystąpić do procesu wciskania, bez potrzeby każdorazowej korekty po wykonaniu zdjęcia.

Mechanizm przewidywania korekt pozycji przez system AI opierać się będzie na analizie trendów i wzorców występujących w poprzednich cyklach. System AI zbierać będzie dane z każdego wykonanego zdjęcia i analizować różnice między przewidywaną a rzeczywistą pozycją otworu. Na tej podstawie system wygeneruje model matematyczny, który pozwoli na precyzyjne przewidywanie potrzebnych korekt w przyszłych operacjach.

Wymagana dokładność pozycjonowania mieścić się powinna w granicy $\pm 0,08$ mm. Jest to niezwykle istotne, ponieważ jakiegokolwiek odchylenie powyżej tej wartości może skutkować nieprawidłowym procesem wciskania elementu złącznego.

Po skorygowaniu pozycji robota i detalu nastąpi opuszczenie detalu na trzpień matrycy. Poprawność zabazowania detalu na trzpieniu matrycy zostanie potwierdzona przez czujnik położenia trzpienia. Jeśli detal zostanie poprawnie zabazowany, czujnik wygeneruje sygnał wysoki (24 VDC), co będzie sygnałem dla systemu, że proces może być kontynuowany. W przypadku, gdy detal nie zostanie poprawnie zabazowany i trzpień nie znajdzie się wewnątrz otworu, czujnik przekaże sygnał niski (0 VDC), co zatrzyma proces i wymagać będzie dalszych działań.

W takich przypadkach system AI ponownie przeanalizuje sytuację. Jeśli przewidziana korekta nie przyniesie oczekiwanych rezultatów, robot wykona mikro ruchy oscylacyjne, próbując mechanicznie "znaleźć" otwór. Po znalezieniu odpowiedniej pozycji robot ponownie uniesie detal, a następnie położy go na trzpieniu matrycy, upewniając się, że nie występują promieniowe siły parcia, które mogłyby zakłócić proces wciskania.

W przypadku, gdy proces wciskania trzykrotnie z rzędu zostanie uznany za nieprawidłowy, maszyna automatycznie powinna się zatrzymać, a operator zostać powiadomiony o konieczności interwencji. Powiadomienia te powinny być wyświetlane na panelu HMI oraz sygnalizowane za pomocą sygnałów świetlnych i dźwiękowych na kolumnie sygnalizacyjnej. Opisany system zabezpieczeń będzie niezbędny do zapewnienia ciągłości produkcji oraz minimalizacji ryzyka uszkodzenia detali.

Proces wciskania elementów złącznych na jednym detalu jest procesem złożonym i wymaga precyzyjnej współpracy dwóch robotów.

Pierwszy robot, po zakończeniu obróbki jednego detalu, odłoży go na pozycji przechwyty, skąd będzie on pobierany przez drugiego robota. Drugi robot wykona analogicznie ten sam proces wciskania elementów złącznych, jednak wykorzysta inne otwory i inne elementy złączne.

Następnie pierwszy robot rozpoczynać będzie proces od początku, pobierając nowy, surowy detal. Praca obu robotów odbywać się będzie równolegle i synchronicznie, co pozwoli na optymalizację czasu cyklu. Rozdzielenie cyklu pracy na dwa roboty wynika z możliwości technologicznych maszyn oraz z potrzeby obsługi wielu typów elementów złącznych jednocześnie.

Po zakończeniu wciskania wszystkich elementów złącznych przewidzianych dla jednego detalu, detal ten odkładany będzie na uprzednio przygotowaną paletę w strefie rozładowniczej. Gdy paleta zostanie zapełniona, będzie ona ręcznie wyprowadzana ze stanowiska i przekazywana do kolejnych etapów obróbki.

W ocenie Zamawiającego zastosowanie AI w procesie wciskania elementów złącznych pozwala na znaczące skrócenie czasu cyklu, co przełoży się na zwiększenie produktywności. Dzięki możliwości przewidywania korekt pozycji otworów robot będzie mógł od razu przystąpić do procesu wciskania, bez potrzeby każdorazowej korekty po wykonaniu zdjęcia, co wyeliminuje czasochłonny proces "szukania" otworów i będzie szczególnie istotne w produkcji masowej.

Wprowadzenie technologii ma pozwolić na osiągnięcie nowych standardów jakości w produkcji przemysłowej. Precyzyjna i zautomatyzowana kontrola nad procesem wciskania elementów złącznych, wspomagana przez AI, ma zminimalizować ryzyko błędów i zapewnić najwyższą jakość wykonania, co będzie kluczowe w produkcji komponentów wymagających dużej precyzji.

WAŻNE:

Linie SMART nr 1 i 2 zostały opisane w Zał. nr 8 do Zapytania ofertowego

Opisany System winien współpracować zgodnie z pozostałymi zadaniami z załączników nr 1, 2, 3, 5, 6, 7 do Zapytania ofertowego.

* Wszędzie tam, gdzie przy opisie przedmiotu zamówienia powołane są normy, aprobaty, specyfikacje techniczne i systemy odniesienia lub procesy technologiczne, bądź wskazane są znaki towarowe, patenty lub źródło pochodzenia, postanowienia te należy odczytywać jako przykładowe, a wykonawca ma każdorazowo prawo zastosowania rozwiązania równoważnego, tj. materiałów, rozwiązań technologicznych, które mają te same cechy funkcjonalne oraz jakościowe co wskazane w zapytaniu ofertowym konkretne z nazwy, pochodzenia lub charakteru procesu produkcji materiały lub rozwiązania technologiczne.

Jakość zastosowanych rozwiązań równoważnych nie może być gorsza od jakości określonych w dokumentacji produktu lub rozwiązania technologicznego.