

Robotyzacja obróbki skrawaniem

Roboty mogą samodzielnie wykonywać operacje obróbki skrawaniem, a także mogą obsługiwać obrabiarki skrawające.

W USA 4% robotów zainstalowanych w przemyśle jest związanych z obróbką skrawaniem. W przypadku samodzielnego wykonywania operacji robot jest uzbrojony, np. w wiertarkę i wierci, pogłębia, rozwierca otwory w przedmiocie zamocowanym w uchwycie.

Liczba zastosowań robota do samodzielnego wykonywania operacji jest ograniczona jego niewielką dokładnością pozycjonowania i za małą sztywnością.

Czynności obróbki skrawaniem wykonywane przez roboty są jak do tej pory mało zaawansowane. Dotychczas nie cieszyły się one dużą popularnością, ze względu na wysokie koszty wprowadzenia oraz trudności sprzętowe. Pomimo to bardzo szybki rozwój technologii sprawił, że roboty zaczynają mieć coraz większe zastosowanie w obróbce skrawaniem, oprócz oczywistych i dobrze znanych czynności manipulacyjnych.

Są to przede wszystkim:

- wiercenie,
- szlifowanie,
- frezowanie,
- cięcie.

Wiercenie za pomocą robotów jest łatwiejsze i dużo bardziej dokładne aniżeli wykonywane przez człowieka. Ze względu na to, iż jest to czynność powtarzalna, coraz częściej próbuje się ją zrobotyzować.

Oprócz tego robotyzacja wiercenia zwiększa wydajność i produktywność zakładu, minimalizując obsługę urządzenia, a co za tym idzie i czasochłonność robót wiertarskich.

Za pomocą robota wykonuje się też czynności trasowania, nawiercania i powiercenia otworów. Trasowanie odbywa się na specjalnym urządzeniu zintegrowanym z robotem i stanowiskiem wiertarskim.

Za pomocą oprogramowania robota można z łatwością wykonać różnego rodzaju okręgi, szczeliny, prostokąty i inne kształty w obrabianym materiale.

Szlifowanie

Szlifowanie to kolejna czynność podlegająca robotyzacji w dzisiejszych czasach. Każdy proces wytwarzania związany z obróbką skrawaniem powoduje konieczność usunięcia ostrych krawędzi i zadziorów na elemencie, powstałych w poprzednich operacjach. Często trzeba oczyścić spoinę w spawanym materiale lub usunąć zbędny fragment nadlewu. Są to operacje wykonywane ze względów bezpieczeństwa (ryzyko skaleczenia) oraz poprawiające wygląd zewnętrzny gotowego elementu, wpływając na jego wartość i estetykę.

Szlifowanie jest czynnością zagrażającą zdrowiu pracownika wykonującego je, ze względu na powstające drobiny materiału ściernego i rodzimego oraz iskry, które łatwo mogą uszkodzić wzrok. Istnieje także ryzyko pylicy płuc i odniesienia uszczerbku na słuchu.

Cięcie

Roboty są doskonałym narzędziem do wielu zadań cięcia. Laser, plazma, wrzeciono obrotowe z piłą elektrodrażenie i cięcie strumieniem wody często są używane w aplikacjach z robotami. Z powodu niebezpiecznej natury tych procesów użycie robotów do tych celów jest oczywistym wyborem. Zwykle narzędzie cięcia jest umieszczone na końcówce robota, a część obrabiana jest podsuwana do robota przez przenośnik taśmowy, obrotnicę lub inny manipulator. Robot może mieć setki zaprogramowanych ścieżek cięcia danego elementu. Oprócz tego możliwe jest również nowoczesne symulowanie procesów przy użyciu programów graficznych klasy CAD.

Sensory

Typowe sensory zaadaptowane do wykonywania zadań montażowych można zaklasyfikować według trzech kategorii:

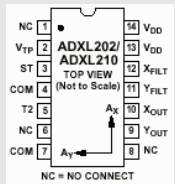
Czujniki do pomiaru siły - przeznaczone do mierzenia siły nacisku pomiędzy dwoma lub więcej elementami. Można je podzielić na: czujniki siły, naciskowe najczęściej stosowane w czasie procesu wytwórczego.

Czujniki geometryczne - służą do mierzenia wymiarów, rozpoznawania kształtów, pozycji, orientacji w przestrzeni czy też obecności danego elementu. Są stosowane do pomiarów zarówno przed procesem, jak i w trakcie. Grupę tę dzielimy na: czujniki optyczne, systemy wizyjne, czujniki pozycji, sondy mechaniczne.

Sensory

Problem doboru wartości siły uchwycenia obiektu manipulacji można rozpatrywać dla trzech przypadków:

- chwytanie identycznych obiektów manipulacji,
- chwytanie różnych obiektów, o różnych, ale znanych parametrach i właściwościach, występujących jednak w ściśle określonej kolejności,
- chwytanie nieznanych obiektów lub obiektów zdeterminowanego zbioru, ale występujących w sposób przypadkowy.



Accelerometer



Gyro



Pendulum Resistive Tilt Sensors



Piezo Bend Sensor



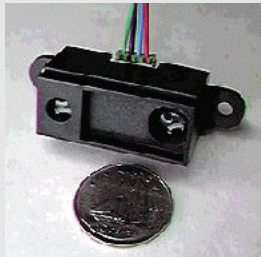
Metal Detector



Gas Sensor



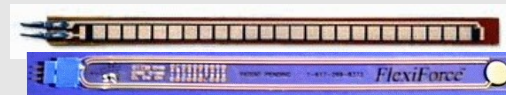
Gieger-Muller Radiation Sensor



Digital Infrared Ranging



CDS Cell Resistive Light Sensor



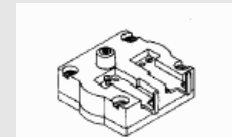
Resistive Bend Sensors



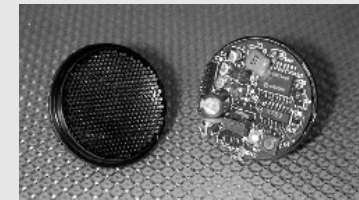
UV Detector



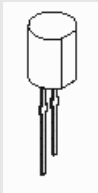
Pyroelectric Detector



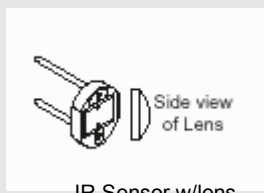
Pressure Switch



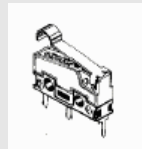
Miniature Polaroid Sensor



IR Pin Diode



IR Sensor w/lens



Limit Switch



Mechanical Tilt Sensors

Touch Switch



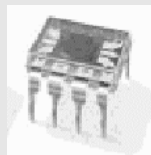
Thyristor



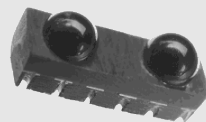
Magnetic Sensor



IR Reflection Sensor



IR Amplifier Sensor



IRDA Transceiver

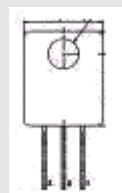


Magnetic Reed Switch

Hall Effect Magnetic Field Sensors



Polaroid Sensor Board



Lite-On IR Remote Receiver

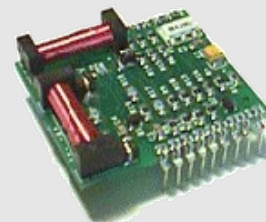
Radio Shack Remote Receiver



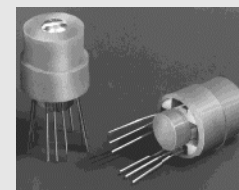
IR Modulator Receiver



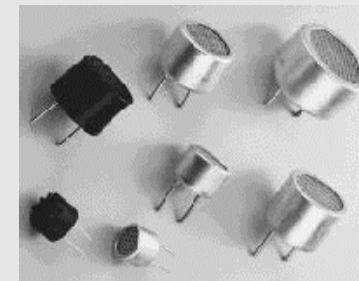
Solar Cell



Compass



Compass



Piezo Ultrasonic Transducers

Sensory

W trzecim, najbardziej ogólnym, przypadku określenia siły uchwycenia proponuje się dokonywać przez:

pomiar masy obiektu, np. w stacji pobierania obiektu przez chwytak maszyny manipulacyjnej,

rozpoznanie obiektu przez urządzenie sensoryczne maszyny manipulacyjnej, obejmujące określenie wymiarów i rodzaju materiału obiektu, obliczenie masy i następnie siły uchwycenia na podstawie stabelaryzowanej w pamięci układu sensorycznego charakterystyki siły uchwycenia w funkcji masy obiektu,

podejmowanie kolejnych prób uchwycenia i podniesienia obiektu manipulacji przez chwytak i jednostkę kinematyczną maszyny manipulacyjnej, z coraz większą siłą uchwycenia, aż do osiągnięcia wartości, przy której obiekt zostanie w sposób pewny podniesiony.

Czujniki naciskowe

Czujniki te są złożone z cienkiej matrycy, umożliwiającej pomiar sił prostopadłych. Dane przesyłane z tego urządzenia są przetwarzane, co pozwala na rozpoznanie szczególnych przypadków położenia przedmiotów podczas przenoszenia bądź operacji montażu. Jedną z zasad działania tego typu czujników jest stosowanie materiału, mogącego zmieniać swą rezystancję pod wpływem nacisku. Zjawisko to umożliwia oszacowanie rozmieszczenia poszczególnych sił. Drugą zasadą działania jest wykonanie matrycy z tworzywa PVDF, które umożliwia wysyłanie i odbieranie ultradźwięków. Każdy punkt matrycy jest pokryty sztywnym materiałem i cienką warstwą gumy. Podczas pracy punkty matrycy wysyłają impulsy ultradźwiękowe, które przenikają gumę, odbijają się od powierzchni obiektu manipulowanego i powracają do matrycy. Czas, jaki potrzebny jest na przebycie przez dźwięk tej drogi, jest proporcjonalny do siły nacisku i może być mierzony w każdym punkcie matrycy.

- Rozpoznawanie obiektów i lub ich pozycji - najczęściej stosowana jest matryca bezpośrednio położona na stole montażowym, co pozwala na pomiar rozkładu sił i identyfikację pozycji.
- Weryfikacja operacji chwytania (obecność części, kontrola siły chwytu). Znajomość rozkładu sił pomiędzy palcami chwytaka a obiektem generuje bardziej szczegółowe informacje, dotyczące np. identyfikacji pozycji przedmiotu w chwytaku, wykrywania wyślizgiwania się części z chwytaka.
- Wykonywanie złożeń wymagających dużych dokładności. Podobnie jak czujniki, siły te również mogą być wykorzystane do kompensacji luzów podczas złożeń.

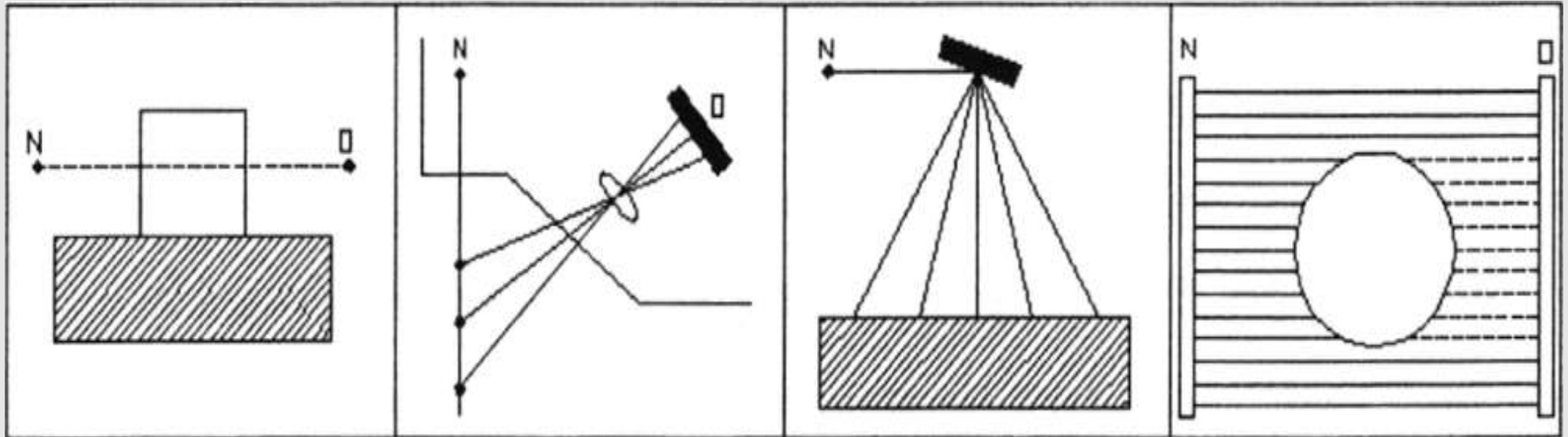
Sensory optyczne

Sensory binarne - wykrywają obecność przedmiotu, jeżeli znajdzie się on w wiązce światła.

Czujniki przemieszczenia - rejestrują niewielkie przemieszczenia obiektu i porównują je z pewną wartością odniesienia.

Światło wysyłane przez emiter jest rozpraszane na powierzchni obiektu i skupiane na elemencie PSD. Każde przesunięcie obiektu generuje różne wartości sygnału wyjściowego.

Skanery laserowe - zasada działania polega na omiataniu obszaru roboczego wiązką laserową i detekcji odbitych promieni przez czujnik.

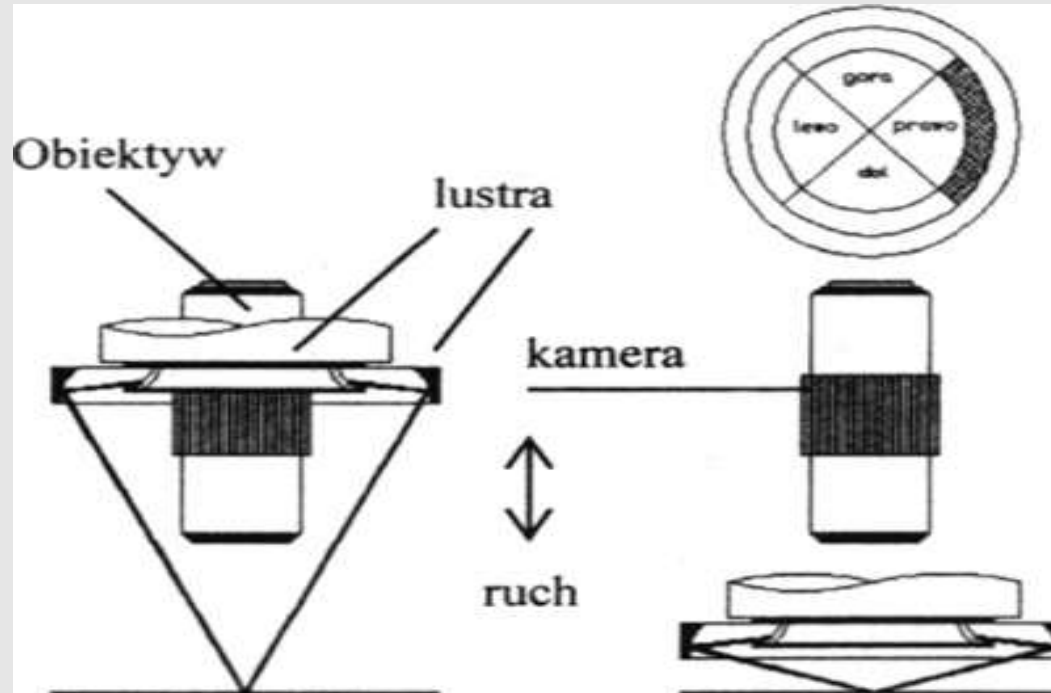


Systemy wizyjne

Odczytywanie wymiarów, znalazły one zastosowanie w takich aplikacjach, jak rozpoznawanie części, sprawdzanie części czy kompensacja błędów. Rozpoznawanie obiektów manipulacji, wydzielanie ich ze środowiska stanowiska produkcyjnego, określanie położenia i zorientowania.

Określanie rzeczywistego położenia prowadzonego przez robot narzędzia względem obiektu, na potrzeby automatycznej korekcji trajektorii narzędzia.

Systemy wizyjne



Identyfikacja albo ilościowe określenie cech jest prowadzone na ogół po uproszczeniu obrazu obiektu, np. do obwiedni jego konturu.

Systemy wizyjne

Rozpoznawanie części.

Najbardziej popularna okazuje się tu detekcja pozycji i orientacji obiektu, które losowo rozmieszczone są w magazynach.

Kontrola przed- i pomontażowa. W tym przypadku systemy wizyjne mają olbrzymie zastosowanie, szczególnie przy montażu podzespołów elektronicznych. Kontrola polega na wykrywaniu elementów źle umiejscowionych lub ich braku jeszcze przed lutowaniem.

Kompensacja błędu w operacjach wkładania. Wykorzystuje się tutaj specjalny sensor optyczny zintegrowany z ramieniem robota. Używając tylko jednej kamery, można zapisać obraz stereowizyjny przez wykonanie dwóch ujęć, co jest możliwe dzięki temu, że kamera jest zainstalowana na ruchomym ramieniu.

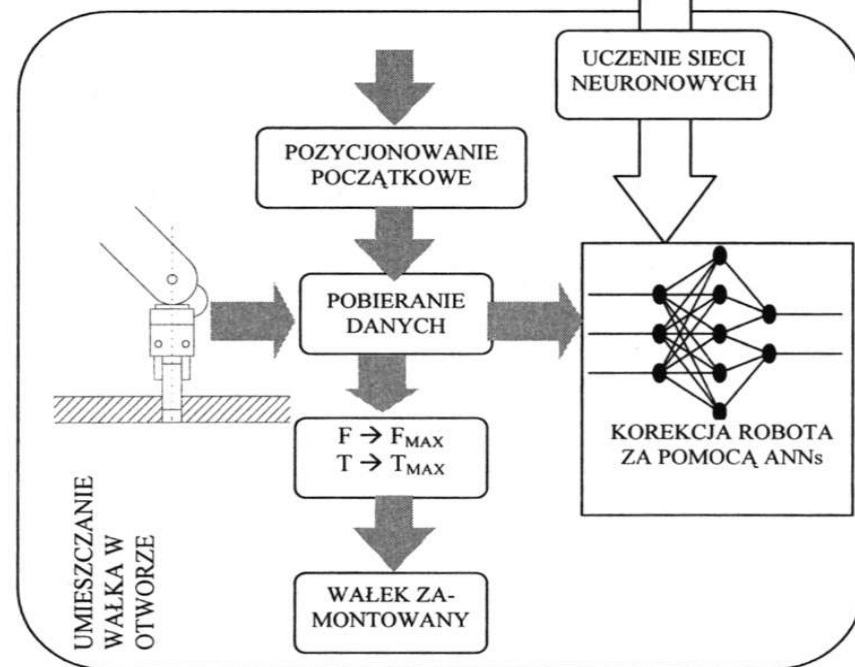
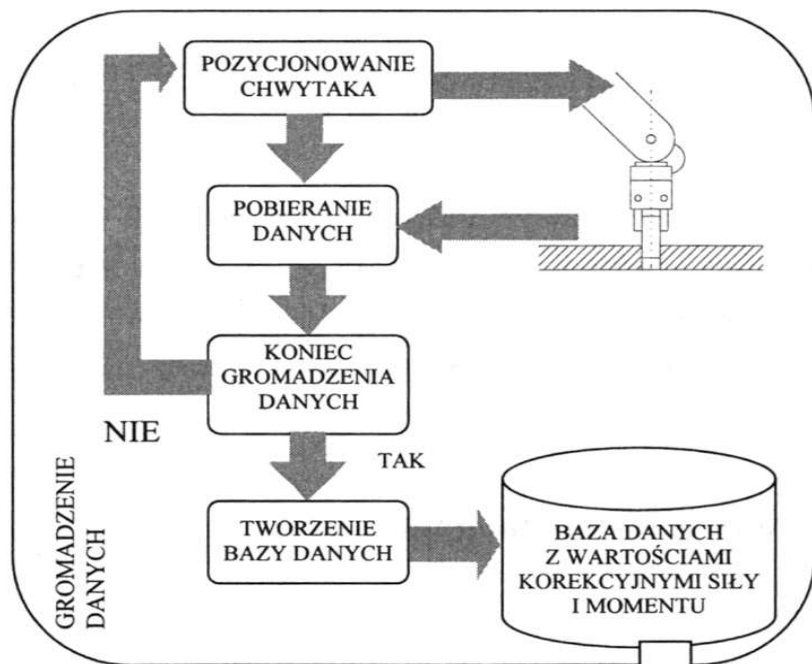
Łączenie sensorów, techniki sztucznej inteligencji

Prócz badań nad nowymi typami sensorów i ulepszania stosowanych obecnie, zostały podjęte badania w celu usprawnienia użycia sensorów za pomocą ich integracji oraz sztucznej inteligencji. W zależności od rodzaju integracji pomiędzy sensorami system wykorzystujący integrację sensorów może zostać podzielony na dwie grupy.

Integracja równoległa jest to typowe zjawisko występujące przy przykręcaniu, z równoczesnym wykrywaniem momentu i kąta z pomiarem przemieszczenia siły oraz nacisku.

Integracja sekwencyjna. W tym przypadku używa się różnych sensorów do monitorowania różnych czynności danego procesu. Przypadki wkładania trzpieni do otworów (PEG-IN-HOLE) są typowe, gdy chodzi o seryjną integrację sensorów.

Systemy sztucznej inteligencji



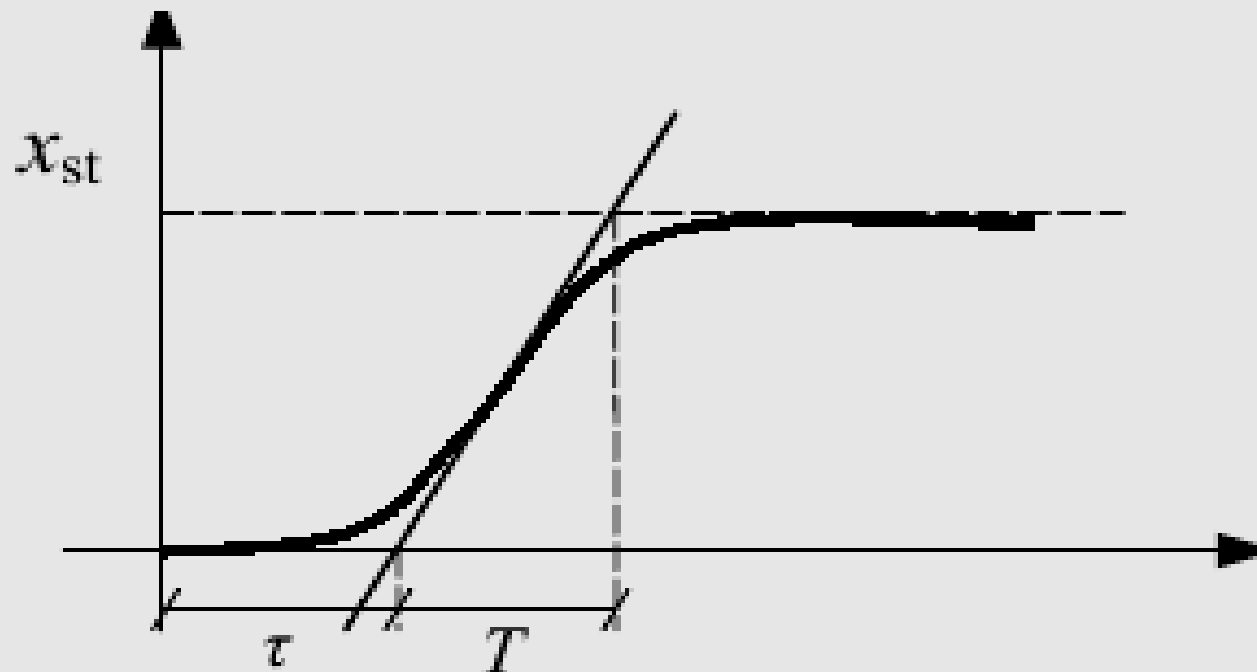
ANNs są szeroko stosowane do oceny poprawności relacji między mierzonymi wielkościami fizycznymi a poprawnością w stosunku do położenia chwytaka.

Składa się on z dwóch faz: fazy wstępnej związanej z gromadzeniem potrzebnych do szkolenia informacji oraz fazy operacyjnej umieszczania chwytaka w otworze przy użyciu sensora siły lub momentu.

Scilab – eksperymentalny dobór parametrów regulatora

| Przewidywany skutek działania układu | Typ regulatora |
|---|---|
| Zmniejszenie błędu statycznego odpowiedzi na skokowy sygnał sterujący lub zakłócający | Regulator P K |
| Likwidacja błędu statycznego odpowiedzi na skokowy sygnał sterujący i zakłócający; Wydłużenie czasu regulacji | Regulator PI $K + \frac{K}{T_i s}$ |
| Zmniejszenie błędu statycznego odpowiedzi na skokowy sygnał sterujący i zakłócający; Skrócenie czasu regulacji | Regulator PD lub człon korekcyjny PD $K(T_d s + 1)$ |
| Likwidacja błędu statycznego odpowiedzi na skokowy sygnał sterujący i zakłócający; Skrócenie czasu regulacji | Regulator PID $K \left(1 + T_d s + \frac{1}{T_i s} \right)$ |

$$G_o(s) = e^{-\tau s} \frac{K}{Ts + 1}$$



Najczęściej występuje $\frac{\tau}{T} = 0,2 \div 0,7$, w związku z czym regulatory PID o działaniu ciągłym są najpopularniejsze w przemyśle.

$$\text{P} \quad K_r = (0,57 \div 0,7) \frac{T}{K\tau}$$

$$\text{PI} \quad K_r = 0,7 \frac{T}{K\tau}, \quad T_i = \tau + 0,3 T$$

$$\text{PID} \quad K_r = 1,2 \frac{T}{K\tau}, \quad T_i = 2 \tau, \quad T_d = 0,4 \tau$$

Metoda ta minimalizuje czas regulacji, a przeregulowanie nie przekracza 20%.

| | | | |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|
| P | $K_r = 0.5 K_{gr}$ | | |
| PI | $K_r = 0.45 K_{gr},$ | $T_i = 0.85 T_{osc}$ | |
| PID | $K_r = 0.6 K_{gr},$ | $T_i = 0.5 T_{osc},$ | $T_d = 0.12 T_{osc}$ |

Koniec