



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA
WIELKOPOLSKIEGO
WOJEWÓDZKI URZĄD PRACY
W POZNANIU

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



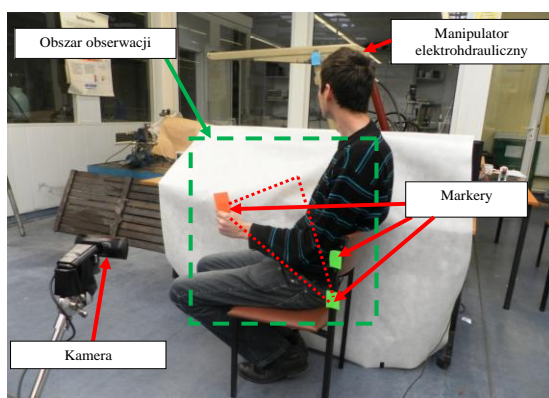
Piotr Owczarek

Stypendysta projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

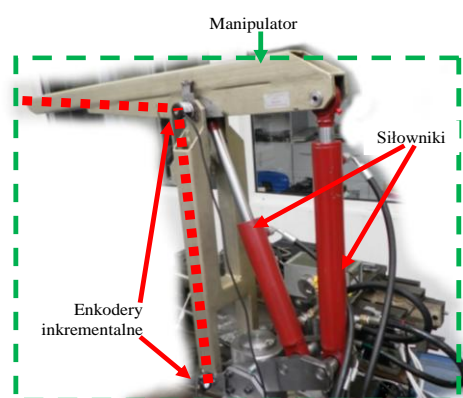
Badania zastosowania systemu wizyjnego do nadążnego sterowania manipulatorem

W dzisiejszych czasach manipulatory są szeroko stosowane w wielu gałęziach przemysłu. Do ich głównych zadań należy: przenoszenie przedmiotów oraz paletyzacja. Obecnie programowanie manipulatorów odbywa się przez wyspecjalizowanych programistów, a sygnały zadawane do manipulatora pochodzą z paneli kontrolnych lub dżojstików. Pomimo tego programowanie manipulatora jest czynnością bardzo trudną i czasochłonną. W mojej pracy proponuję zastosowanie systemu wizyjnego jako elementu pośredniczącego pomiędzy człowiekiem, a manipulatorem do nadążnego sterowania oraz programowania trajektorii ruchu.

Pracę rozpoczęto od przeprowadzenia głębokiej analizy literaturowej tego, co dzieje się w kraju oraz na świecie, co pozwoliło między innymi zdefiniować kluczowe problemy i znaleźć wąski zakres tematyczny na którym się skupiono w doktoracie. Podejście zastosowania systemu wizyjnego do programowania trajektorii ruchu manipulatora elektrohydraulicznego to podejście innowacyjne, bowiem żadna firma nie wprowadziła jeszcze tego typu



Rys. 1. Widok stanowisko z operatorem
(fot. Piotr Owczarek)

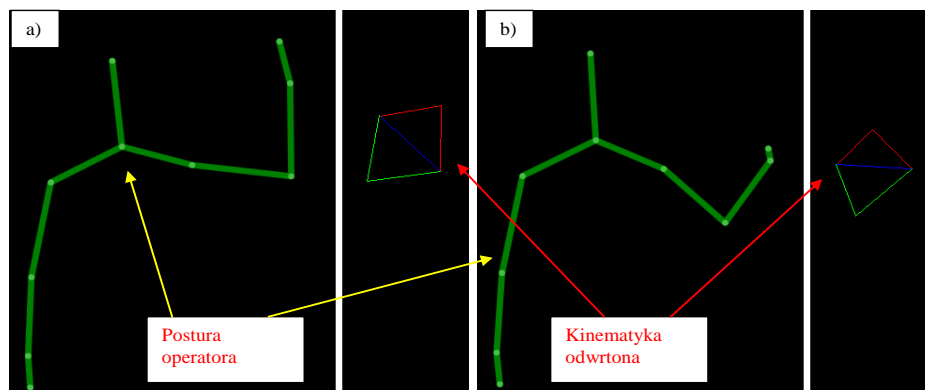


Rys. 2. Manipulator elektrohydrauliczny
(fot. Piotr Owczarek)

systemu programowania. Należy zwrócić uwagę, że napędy hydrauliczne mają największy stosunek masy do siły, bowiem mogą operować siłami około 10000N.

Proces programowania trajektorii odbywać się będzie przez analizę obrazu (rys. 1, 3) oraz detekcję punktów charakterystycznych operatora, to znaczy: ręka, bark, głowa. Analiza obrazu jest wykonywana online wraz ze sterowaniem manipulatora. Operator przez wzrokowe sprzężenie zwrotne od pozycji manipulatora może dokonywać korekty jego położenia. Końcowy proces zostaje poddany filtracji w celu wygładzenia ścieżki aproksymacją wielomianową. Takie podejście usuwa z trajektorii zakłócenia w postaci szumów pikseli.

Prowadzone prace w trakcie doktoratu zostały ukierunkowane na budowie stanowiska badawczego (rys. 2), którym jest manipulator z napędami elektrohydraulicznymi połączony ze sterownikiem PLC. Kolejnymi krokami była integracja systemu wizyjnego ze sterownikiem manipulatora, a następnie napisanie oprogramowania do przetwarzania obrazu z kamery 2D. Przeprowadzone badania były ukierunkowane na przetwarzaniu obrazu w celu analizy i detekcji markerów (rys. 1). Jeden marker trzymany w dłoni operatora wyznaczał punkt końcówki manipulatora, pozostałe dwa markery zostały wykorzystane do określenia punktu bazowego manipulatora oraz przeskalowania obrazu. Kolejne badania zostały ukierunkowane na zastosowaniu kamery 3D, oprogramowaniu i sterowaniu manipulatorem bez wykorzystania markerów (rys. 3). Aplikacja śledziła bark i dłoń człowieka jako sygnały zadające do manipulatora.



Rys. 3. Widok operatora w programie obsługi systemu wizyjnego oraz pozycja ręki i wyznaczona na jej podstawie kinematyka manipulatora, wartości kątów α i β wynoszą: a) $\alpha=96^\circ$, $\beta=67^\circ$, b) $\alpha=53^\circ$, $\beta=75^\circ$

Kolejne etapy badań zostaną ukierunkowane na algorytmach śledzących i wykrywających dłonie na obrazie do sterowania manipulatorem. W ramach tych prac zostanie zaprojektowana i wykonana specjalna aktywna rękawica, aby uniknąć wpływu zakłóceń wynikających ze zmiennego oświetlenia. Prowadzone będą również badania zastosowania

filtru Kalmana do estymacji położenia dłoni na obrazie z sygnałów pochodzących z kamery 2D i 3D oraz do badania precyzji nadszania manipulatora i programowania trajektorii ruchu.

Przeprowadzone do tej pory badania pozwoliły na wygłoszenie referatów na konferencjach krajowych oraz międzynarodowych oraz na publikowanie wyników pracy w znaczących punktowanych czasopismach naukowych. Wyniki tych badań pozwoliły również na ostateczne sformułowanie tematu rozprawy doktorskiej pt. „Badania zastosowania systemu wizyjnego do nadszanego sterowania manipulatorem” oraz otwarcie przewodu doktorskiego uchwalonego na posiedzeniu Rady Wydziału dnia 05.07.2013. W ramach doktoratu sformułowano następującą hipotezę i cele:

Cel pracy

Praca ma na celu opracowanie metod rozpoznawania ręki (dłoni) człowieka i elementów manipulatora, opracowanie algorytmów sterowania oraz badanie dokładności nadszania manipulatora za ruchami ręki człowieka,

Teza pracy

Rozprawa doktorska zmierza do weryfikacji tezy:

System wizyjny może umożliwić człowiekowi programowanie trajektorii ruchu manipulatora.

Cel aplikacyjny

Opracowanie, wykonanie oraz weryfikacja działania systemu sterowania wizyjnego w zastosowaniu do programowania i pozycjonowania manipulatora.

Obecnie badania zostały przeprowadzone na trzech różnych typach kamer od niskobudżetowej kamery internetowej do profesjonalnego przemysłowego systemu wizyjnego National Instrument. Oprogramowanie przetwarzające obraz implementowano w Visual Studio z zastosowaniem biblioteki Open CV. W przypadku kamery przemysłowej stosowano środowisko Vision Builder. Obiektem badań był trzy-osiowy manipulator z napędami elektrohydraulicznymi kontrolowany przez sterownik PLC firmy B&R.

Wdrożenie wyników mojej pracy doktorskiej w wielkopolskich przedsiębiorstwach może zachęcić inwestorów do produkcji manipulatorów bądź urządzeń programowanych przez gesty, ruchy ręki operatora. Takie innowacyjne podejście może skutkować rozbudową przedsiębiorstwa produkcyjnego, w którym zostaną utworzone nowe miejsca pracy. Firma produkcyjna znajdująca się w Wielkopolsce, może być konkurencyjna na arenie krajowej oraz międzynarodowej, ze względu na wsparcie techniczne dostępne w rejonie produkcji oraz brak pośrednictwa firm handlowych (kupno bezpośrednio od producenta oznacza niższą cenę towaru-usług).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych: „pracodawca

jest z obowiązany stosować odpowiednie rozwiązania techniczne i organizacyjne zmierzające do wyeliminowania ręcznych prac transportowych”. Te same przepisy precyzują, jakie dozwolone ciężary (określając rodzaj i masę) może przenosić pracownik samodzielnie, a do jakich należy zastosować urządzenia pomocnicze. Rozporządzenie informuje także o konieczności takiej organizacji pracy związanej z przemieszczaniem materiałów, by wyeliminować ryzyko związane z dodatkowymi zagrożeniami takimi jak urazy, w szczególności urazy kręgosłupa. Wymienione przepisy skierowane są głównie na górne granice związane z przenoszeniem towarów ręcznie, lecz nic nie stoi na przeszkodzie by pracownik mógł być wyręczony od lżejszych, monottonnych zadań. Dotyczy to szczególnie tych elementów, które posiadają nietypowe kształty oraz posiadają nie zrównoważoną masę. W tym celu idealnie sprawdzi się manipulator wyposażony w specjalną końcówkę, która może być oczywiście wymienna w zależności od przenoszonych towarów. W wielu branżach właśnie nietypowe, gabarytowe towary są główną przyczyną wypadków.

Realizacja pracy doktorskiej oraz wdrożenie jej do produkcji mogłaby w znaczący sposób wpłynąć na rozwój mikro, małych i średnich przedsiębiorstw. Rozwój współpracy nauki z przemysłem może znacznie poprawić automatyzację i informatyzację przedsiębiorstw. Wdrażanie manipulatorów do firm byłoby dostosowane szczególnie do potrzeb odbiorców, a możliwość utworzenia dodatkowych miejsc pracy związanych z prostym sterowaniem manipulatorem może bez wątpienia dać szansę na rozwój osobom niepełnosprawnym, które są ciągle dyskryminowane.