

## PROJEKTOWANIE MECHANIZMÓW I UKŁADÓW ANDROIDALNYCH NA PODSTAWIE STEROWANEGO KOMPUTEROWO MANIPULATORA ANDROARM002

**Zbigniew Szczepański**

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego  
Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej  
ul. Kopernika 1 p.207a, 85-074 Bydgoszcz  
e-mail: zszczep@ukw.edu.pl

**Streszczenie:** *Streszczenie:* W pracy zaprezentowano konstrukcję manipulatora, który ma stanowić alternatywne rozwiązanie dla kosztownych manipulatorów, znanych z komercyjnych zastosowań. Zwykle mechanizmy jako podzespoły robotów służą do jednego, ściśle określonego celu, jakim może być np. malowanie, spawanie, szycie, montaż, mycie, itp. Niektóre roboty, aby mogły wykonywać pewne operacje, muszą być specjalnie konstruowane lub przekonstruowane. W rzeczywistości dobiera się najbardziej korzystne rozwiązanie dla wykonywania danej funkcji. Niestety, kiedy funkcja ta przestaje być przydatna, robot staje się bezużyteczny. Autor pracy zakłada, że szersze stosowanie manipulatorów androidalnych, podobnych w swej budowie do opisywanego w pracy manipulatora androarm002 (rys poniżej), może przyczynić się do uniknięcia tego typu problemów. Manipulatory androidalne mogą stanowić w niedalekiej przyszłości jedną z ważniejszych gałęzi robotyki.

**Słowa kluczowe:** *Projektowanie, robotyka, androarm, CAD, SolidWorks, Sterowanie, Manipulator*

### Projecting and constructing of a robot arm mechanisms controlled by a computer module - project AndroArm002

**Abstarct:** *Abstract:* In this article the robot arm construction was presented, this is an alternative idea for expensive robots known from their commercial uses. Usually this type of standard robots are used to a closely definite aim, e.g. painting, welding, sewing, assembly, etc Standard robots aimed to do some special operations have to be reconstructed by a special way. In real, the most advantageous solution for a special function is chosen. When the functions becomes less useful, the robot is useless too. Author assumes that wide application of robot arms with construction, similar to (mentioned in the article) construction androarm002 ( fig. below) is able to help avoid similar problems. In near future constructions similar to project - AndroArm002 can be important section of robotics.

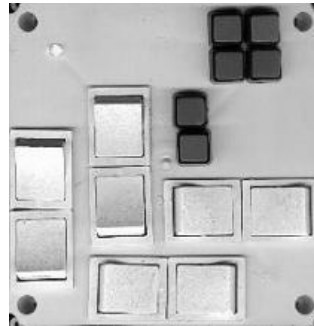
**Keywords:** *Keywords:* Design, Robotics, androarm, CAD, SolidWorks, Control, Manipulator

## 1. WSTĘP

Zaproponowano w ramach pracy zaprojektowanie i skonstruowanie robota, w którego skład wchodzi: komputer klasy PC, moduł kontrolny i manipulator androidalny, przypominający wyglądem i funkcjami ludzkie ramię. Stosowanie w wielu sytuacjach dnia codziennego podstawowych funkcji, które realizuje „mechanizm” ludzkiej ręki, jest konieczne i uzasadnione. Człowiek nie zawsze jest w gotowości, aby wykonać niebezpieczne zadanie, bądź pracować w szkodliwych warunkach. Dlatego stworzenie zastępczego systemu imitującego ruch niektórych kończyn człowieka i wprowadzenie ich w ruch stało się tematem niniejszej pracy. Zastępowanie ich mechanizmami wzorowanymi na ruchach ludzkich kończyn decyduje ułatwia i poprawia efekty pracy, które musiałaby wykonać ludzka ręka, bądź całe ramię. Istotnymi aspektami branymi pod uwagę przy budowie robota systemu androarm powinny być użyteczność i funkcjonalność ludzkich kończyn, których budowa i funkcje są wynikiem wielu milionów lat ewolucji. Dodatkowym argumentem za podjęciem pracy nad robotem androidalnym jest, oczywiście poza jego użytecznością, łatwość obsługi maszyny, która wyglądem i budową przypomina górną kończynę człowieka. Sposób kontroli, czy to automatyczny (komputerowy), czy też manualny, powinien być intuicyjny i przyjazny.

## 2. MODUŁ RĘCZNEGO STEROWANIA

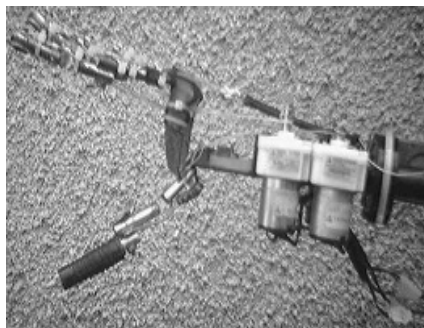
Na potrzeby prezentowanego projektu Androarm002 został skonstruowany panel kontrolny (rys.1), który steruje pracą ramienia (rys.2). Panel sterujący manipulatorem został zaprojektowany z myślą o zasadach ergonomii. Nauka obsługi panelu kontrolnego nie powinna zająć wiele czasu, gdyż rozmieszczenie przełączników wynika z budowy ramienia. Budowa ma ułatwić korzystanie z manipulatora. Obsługujący ramię, intuicyjnie wyobraża sobie, jak wygląda ruch danego segmentu „oczyma robota”.



Rysunek.1 Panel kontrolny manipulatora.

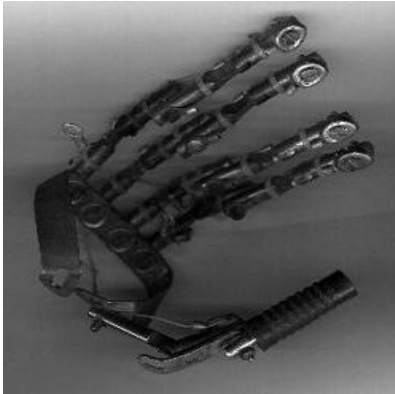


Rysunek.2 Widok z boku głównych elementów nośnych ramienia.



Rysunek.3 Mocowanie chwytaka.

Na rys.3 i rys.4 przedstawiono widok i sposób mocowania chwytaka.



Rysunek.4 Widok chwytaka z dołu.

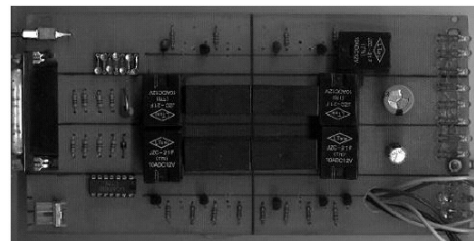
### 3. UKŁAD STEROWANIA RUCHEM RAMIENIA

Do budowy ramienia Adroarm002 użyte zostały głównie podzespoły samochodowe, co zapewnia stabilne i długotrwałe ich funkcjonowanie, a ponadto wypełnia oczekiwania, co do ceny. Sterowanie odbywa się poprzez odwracanie polaryzacji napięciowej za pomocą układu sterującego silnikami, które są dostatecznie wydajne, aby mogły podnieść ciężar równoznaczny kilkudziesięciu kN. Ruch pojedynczego stawu jest realizowany poprzez dwustopniową przekładnię: ślimakową i zębatą. Budowa tej przekładni jest dość specyficzna, gdyż ostatnim szczeblem przekładni jest czwarta część koła zębatego bezpośrednio przymocowanego do elementu poruszanego. Uszkodzenie przekładni jest praktycznie niemożliwe, gdyż na końcach znajdują się elastyczne ograniczniki uniemożliwiające dalszy ruch. Silniki stosowane w przekładni ramienia i przedramienia są odporne na płynące przez nie prądy, nawet, gdy opory mechaniczne spowodują zatrzymanie mechanizmu.

### 4. ELEKTRONICZNY MODUŁ STERUJĄCY

Moduł stanowi interfejs pomiędzy komputerem klasy PC, a urządzeniami robotycznymi różnych kształtów i rozmiarów. Układ ten został zaprojektowany jako element badawczo – rozwojowy. W celu ułatwienia oprogramowania moduł został wyposażony w elektroniczny system kontrolny zbudowany z elementów logicznych (rys.6). Część elektroniczna została zaprojektowana tak, aby w momencie popełnienia błędu przez programistę nie nastąpiło całkowite niszczenie układu powodujące przeciążenie i uszkodzenie modułu. Układ ten został zaprojektowany z

myślą o sterowaniu wybranymi segmentami ramienia androidalnego, jednocześnie może on stanowić moduł kontrolny innego układu robotycznego, np. małego mobilnego robota. Jego zadaniem jest sterowanie za pośrednictwem komputera czterema silnikami, które pracują w sposób niezależny od siebie i są w pełni programowalne.



Rysunek.5 Widok ogólny modułu sterującego.

Zakłada się, że w przyszłości podobne układy mogłyby swobodnie sterować bardziej zaawansowanymi technicznie manipulatorami. W powiązaniu z „widzeniem” maszynowym i interpretowaniem przez maszynę prostych kształtów (poprzez kamerę zintegrowaną z systemem) układy tego typu mogłyby wykonywać wiele czynności niebezpiecznych, bądź szkodliwych dla organizmu człowieka. Maszyny tego typu byłyby wielozadaniowe i stanowiłyby alternatywę dla zastosowań kończyn człowieka.

### 5. ZASADU I SPOSÓB PROGRAMOWANIA MODUŁU STERUJĄCEGO

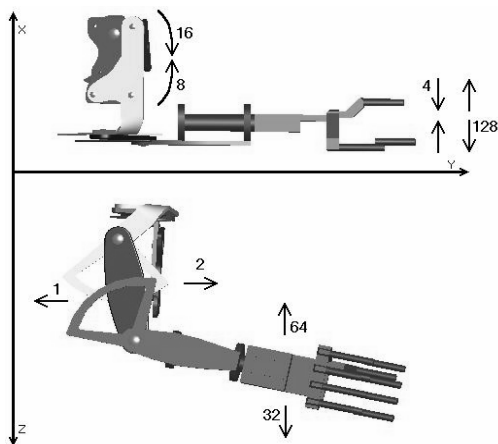
Opracowano w ramach pracy schemat sterowania ramieniem za pośrednictwem portów komputera. Na rys. 6 przedstawiono ideowy opis rozmieszczenia programowalnych wartości pin w porcie LPT1 odpowiedzialnych za działanie wybranego segmentu. Podczas oprogramowywania modułu przestrzegano kryteriów:

- pin, do którego się odwołujemy
- pin ma na celu uruchomić silnik, który zadziała w odpowiednim kierunku symulując pracę poszczególnego mięśnia;
- na jaki czas ma zadziałać nasz symulowany mięsień.

Przykładowo, aby podnieść przedramię, a ruch był wykonywany w czasie jednej sekundy, musimy odwołać się do pinu 64 portu LPT1 i zadeklarować opóźnienie („delay”) równe 1000 (czas podawany w milisekundach). Obracając ramię w prawo ruchem trwającym dwie sekundy, odwołujemy się do pinu 8 portu LPT1 i deklarujemy

opóźnienie równe 2000. Możliwa jest współzależność dwóch i więcej działających napędów jednocześnie. Maksymalnie możemy zadziałać czterema pinami z portu LPT1 jednocześnie. Więc, aby wysunąć ramię do przodu odwołujemy się do pinów 2 i 32 portu LPT1 na czas opóźnienia dostosowany do realizowanej czynności.

Programy realizowane przez system stanowiący komputer, moduł kontrolujący, oraz ramię androidalne, mogą mieć charakter: a - sztywny; b - dynamiczny; c - adaptacyjny.



Rysunek.6 Opis portów LPT1 odpowiedzialnych za poszczególne ruchy ramienia.

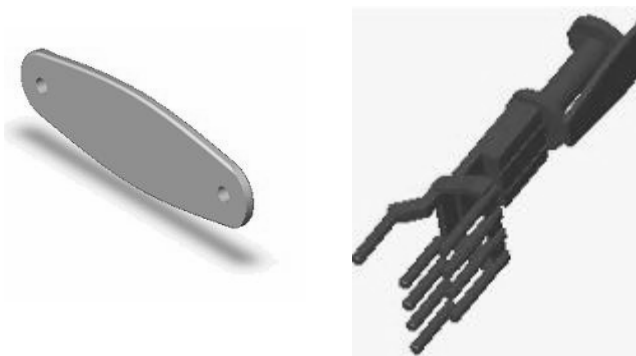
## 6. WYKORZYSTANIE ŚRODOWISKA SOLIDWORKS, NA POTRZEBY PROJEKTOWANIA MANIPULATORA

Program SolidWorks jest komputerowym narzędziem wspomagającym projektowanie elementów trójwymiarowych. Bazuje na grafice wektorowej, więc jest bardzo dokładny w odwzorowywaniu szczegółów konstrukcyjnych, (podobnie jak inne programy: auto CAD i 3D Studio Max), co czyni go bardzo przydatnym narzędziem. Złożenia elementów dokonane za pomocą programu SolidWorks zasadniczo można podzielić na dwie grupy: połączenie ruchome, połączenie sztywne.

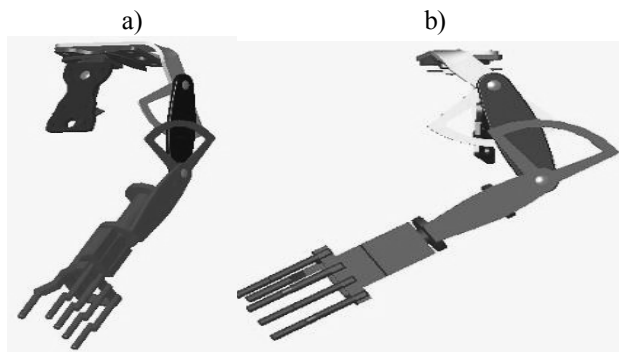
Aby uzyskać zdolność ruchu i móc lepiej przewidzieć działanie manipulatora, niezbędnym okazało się użycie złożenia za pomocą programu SolidWorks z aktywną opcją połączeń ruchomych (rys.7, rys.8). Efekt ruchomego złożenia był możliwy poprzez nałożenie na siebie dwóch elementów posiadających otwory o tej samej średnicy. Do połączenia tych elementów został użyty nit, który umieszczono w otworach i spełnia tam jednocześnie rolę ogranicznika ruchu. Element ten pozawala na ruch w

dwuwymiarowej osi współrzędnych pomiędzy dwiema częściami manipulatora. W rzeczywistości przypomina to osadzenie czopa w panewce łożyska ślizgowego z zablokowaną opcją ruchu wzdłużnego.

a) b)



Rysunek.7 Widok elementu ramienia – a) i chwytaka – b) wykonanych w środowisku SolidWorks.



Rysunek.8 Widok ramienia z przodu – a), z boku – b).

## 7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Efektom prowadzonych prac jest wykonanie projektu modułu komputerowego i manipulatora Androarm002. Podstawowe cele projektu zostały zrealizowane. Analiza badań prowadzonych pod kątem oceny mechanizmów androidalnych oraz komputerowych systemów kontroli stanowi niezwykle interesujące pole doświadczeń. Zastosowanie tych technologii może się okazać w przyszłości wiodącą gałęzią prac badawczych i konstruktorskich. Pomijając wykorzystanie techniczne można tę technologię z powodzeniem stosować w protetyce lub w budowie mechanizmów posiadających sztuczną

inteligencję. Tego typu „roboty” można byłoby wykorzystać podczas np. urzeczywistniania misji kosmicznych, w których owe urządzenie spełniałoby te same funkcje, co człowiek. Z pewnością następne urządzenia tego typu będą bardziej dopracowane technologicznie. Praca nad mechanizmami androidalnymi jest dowodem na to, że dysponując ograniczonymi środkami, oraz niewielkim zapleczem badawczym, można podjąć próbę „naśladowania” najlepszego konstruktora, którym okazała się ewolucja. W niedalekiej przyszłości tego typu instalacje będą wyposażone w liczne czujniki oraz będą potrafiły postrzegać i interpretować otoczenie, za pomocą wbudowanej sztucznej inteligencji. Zakłada się, że roboty bardziej zaawansowane będą potrafiły poprzez własną sieć neuronową rozpoznawać kończyny należące do siebie samych i odróżniać je od tła. Przydatne stanie się widzenie stereoskopowe (dwie kamery przekazujące obraz pod innym kątem). Takie rozwiązanie umożliwi maszynie interpretowanie przestrzenne i ocenę odległości. Realizowane funkcje widzenia będą przypominały widzenie z perspektywy widzenia człowieka. Zbudowany system komputerowego sterowania wraz z manipulatorem podczas testów okazał się wystarczający do realizowania prostych czynności, które w innym przypadku musiałyby wykonywać ludzka kończyna.

## **Literatura**

1. Szczepański Z.: Problematyka mechanizmów i układów androidalnych rozpatrywana na podstawie sterowanego komputerowo MANIPULATORA ANDROARM002  
- praca magisterska pod kierunkiem dr. hab. M. Nieraszkowskiego, dr. inż. M. Macko. Bydgoszcz 2005.
2. Chlebus E.: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji, WNT, W-wa 2000.