

Przemysław Filipek ¹⁾

ROBOT INSPEKCYJNO-CZYSZCZĄCY INSPEKTOR 1

Streszczenie: Artykuł przedstawia konstrukcję i funkcje mobilnego, bezprzewodowego robota do inspekcji i czyszczenia kanałów wentylacyjnych. Dzięki wymiennym końcówkom robot może szybko przeistoczyć się z inspektora w maszynę czyszczącą. Wspomagające pionowe koło dociskowe jest innowacją wprowadzoną do konstrukcji robota „Inspektor 1” w celu zwiększenia docisku kół do podłoża. W artykule przedstawiono zamodelowane elementy konstrukcyjne robota.

Słowa kluczowe: mobilny robot inspekcyjny, kanał wentylacyjny, konstrukcja układu jezdnego, ruchome ramię robota, wspomagające pionowe koło dociskowe, pozycjoner kamery.

WSTĘP

Utrzymanie sprawnej wentylacji pomieszczeń ma kluczowe znaczenie w zapewnieniu dobrego samopoczucia, koncentracji a nawet zdrowia dla osób w nich przebywających. Niewielkie rozmiary szybów wentylacyjnych znacznie utrudniają ich nadzór i czyszczenie. Z powodzeniem może je przeprowadzić niewielki, zdalnie sterowany robot inspekcyjno-czyszczący – „Inspektor 1”.

BUDOWA I ZASADA DZIAŁANIA ROBOTA

Robot mobilny „Inspektor 1” jest konstrukcją złożoną, gdyż występują w nim zarówno elementy mechaniczne, elektroniczne oraz informatyczne. Układ jezdny bazuje na postawie czterokołowej gdzie dwa silniki napędowe służą do zmiany kierunków ruchu i napędu w obie strony. Robot jest zasilany z ogniwa akumulatorowego 12V/5Ah. Całością zarządza 32-bitowy mikrokontroler rodziny AT91SAM7S firmy Atmel. Mikroprocesor znajduje się w wymiennym module, stąd łatwo jest przeprogramować robota. Możliwość ta stwarza warunki do wykorzystania urządzenia w procesie dydaktycznym. Robot wyposażony w kolorową kamerę przekazuje obraz bezprzewodowo. W ten sam sposób realizowane jest sterowanie urządzeniem. Operator ma do dyspozycji zamontowane z przodu ruchome ramię z wymiennymi końcówkami: szufelką, chwytakiem bądź obrotowymi szczotkami. Robot wyposażony jest w źródło światła LED i halogen do-

¹ Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn.

świetlający, wspomagające koło pionowe, ułatwiające jazdę robota w kanałach o przekroju kołowym oraz szereg czujników kontrolujących pracę robota i warunki panujące w kanale. Rola „Inspektora 1” nie ogranicza się tylko do biernej obserwacji kanałów wentylacyjnych. Za pomocą chwytaka można usuwać z kanału większe przeszkody i śmieci (min. woreczki foliowe, gałązki, ogryzki itp.), szufelka może nabierać materiały sypkie (piasek, ziemia) a szczotki czyszczące skutecznie usuną drobniejsze zanieczyszczenia (np. osadzony kurz). Rejestrator obrotów kół, wyznaczając przejechaną drogę, umożliwia maszynie (po zaniku transmisji) samodzielny powrót do pozycji początkowej bądź wjazd w zasięg transmisji radiowej. Robot wzbogacony o różne czujniki (min. przepływu i kierunku powietrza, gazu, wilgotności i temperatury) może dokładnie zdiagnozować kanał pod kątem sprawności oraz obecności gazu lub ognia. Te „umiejętności” poszerzają jego zastosowanie np. w ratownictwie czy straży pożarnej (penetracja trudno dostępnych miejsc, lokalizacja pożaru lub gazu, dostarczanie środków pomocy osobom uwięzionym pod gruzami itd.). W celu uzyskania wytrzymałej konstrukcji o możliwie małym ciężarze, większość z jej komponentów składowych wykonana jest z aluminium. W tabeli 1 zawarto podstawowe funkcje podzespołów robota „Inspektor 1”.

Tabela 1. Funkcje poszczególnych elementów robota [1]

Table 1. The functions of individual elements of robot [1]

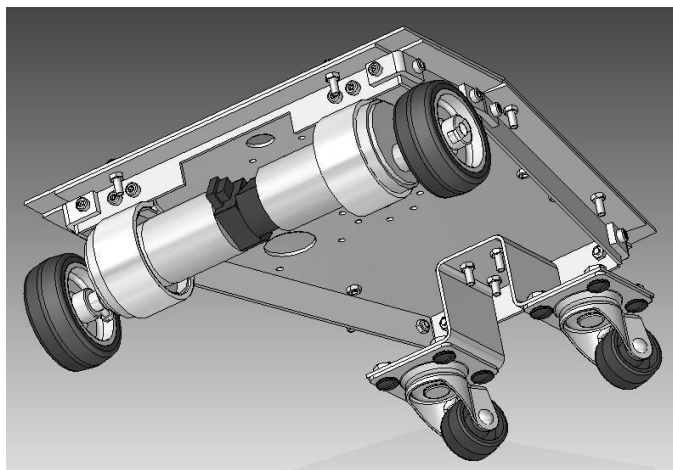
Lp	Element robota	Wykonywana funkcja
1	Gumowe koła z napędem	Jazda z małym kątem skrętu
2	Pozycjoner kamery wraz z podstawą obrotową	Funkcja rozglądania się, możliwość obserwacji na przód i tył robota
3	Wspomagające, wysuwane koło pionowe	Wspomaganie jazdy – zmniejszanie poślizgu kół (w kanałach o przekroju kołowym możliwość jazdy w pionie)
4	Ramię z wymiennymi końcówkami: szufelka, chwytak lub czyszczące szczotki obrotowe	Usuwanie większych śmieci (worki, gałązki, piach gruz), oczyszczanie ścianek kanału z kurzu
5	Kamera bezprzewodowa	Obserwacja stanu zanieczyszczeń w kanale
6	Mikrofon	Rejestracja dźwięków (np. szum ciekącej wody lub syk ulatniającego się gazu)
7	Reflektor LED	Oświetlenie normalne
8	Halogen	Doświetlenie silnym światłem
9	Radiomodem	Komunikacja i sterowanie bezprzewodowe
10	Buzzer	Dźwiękowa sygnalizacja pozycji i alarmy
11	Czujnik gazów	Sygnalizacja obecności gazów w kanale wentylacyjnym
12	Czujnik przepływu powietrza	Określenie siły ciągu w kanale
13	Czujnik kierunku powietrza	Określenie kierunku ciągu
14	Czujnik nacisku	Określenie siły docisku pionowego koła wspomagającego
15	Ultradźwiękowy czujnik odległości	Pomiar długości kanału wentylacyjnego
16	Czujnik temperatury i wilgotności	Określenie temperatury i wilgotności panujących w kanale
17	Programowalny 32 bitowy procesor AT91SAM7S256	„Silna” jednostka sterująca
18	Akumulator 12V/ 5Ah	Podstawowe źródło zasilania robota
19	Rejestrator obrotów kół napędowych	Zapamiętanie drogi – powrót do początku trasy (lub do wznowienia transmisji) po jej zaniku
20	Panel operatora	Panel sterujący robotem

MODELOWANIE PODZESPOŁÓW

Poszczególne podzespoły robota „Inspektor 1” zostały zamodelowane w programie graficznym 3D Solid Edg ST2 (wersja edukacyjna). Pozwoliło to na szybką modyfikację każdego elementu oraz wirtualne złożenie całej konstrukcji. Dokonano sprawdzenia wystąpienia ewentualnych kolizji podzespołów robota oraz sporządzono wydruki rysunków wykonawczych wszystkich jego części.

Podwozie

Na rys. 1 pokazano zamodelowane podwozie robota składające się ze stalowej blachy wzmacnianej aluminiowymi profilami oraz zamocowanych silników z kołami przednimi. Koła tylne – luźno obrotowe ułatwiają skręty podwozia.



Rys. 1. Model podwozia robota „Inspektor 1” [2]
Fig. 1. Model of the robot “Inspector 1” chassis [2]

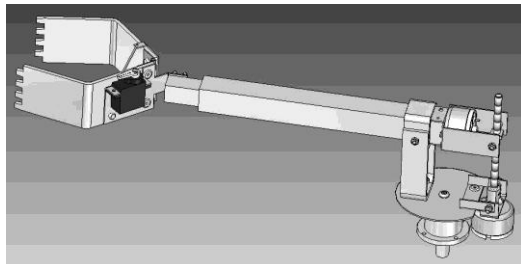
Ramię

Ramię robota, przedstawione na rys. 2 składa się z aluminiowych profili i umożliwia ruch w trzech osiach: lewo-prawo, góra-dół, wsuw-wysuw. Na końcu ramienia zamontowana jest jedna z końcówek roboczych – chwytak. Ruchy ramienia zapewniają trzy silniczki DC z przekładniami ślimakowymi a zacisk chwytaka - modelarski serwomechanizm.

Wspomagające koło pionowe i pozycjoner kamery

Wspomagające koło pionowe (rys. 3) jest innowacją wprowadzoną do konstrukcji robota „Inspektor 1” w celu zwiększenia przyczepności kół do podłoża – dzięki zwiększeniu docisku koła pionowego do górnej ścianki kanału wentylacyj-

nego. Siłę wyporu można regulować zdalnie dzięki wmontowanemu w konstrukcję - czujnikowi nacisku. Wysuw koła pionowego realizowany jest za pomocą silnika krokowego i dwóch przekładni: pasowej oraz ślimakowej. Koło obraca się luźno.

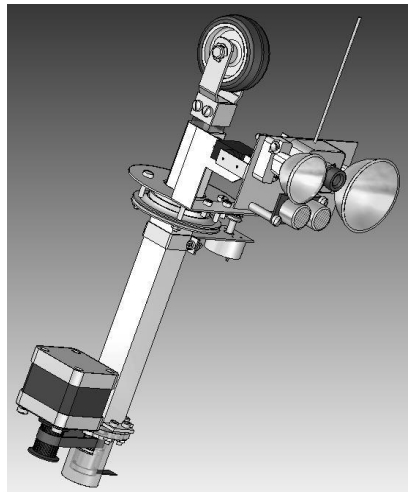


Rys. 2. Model ramienia robota [2]

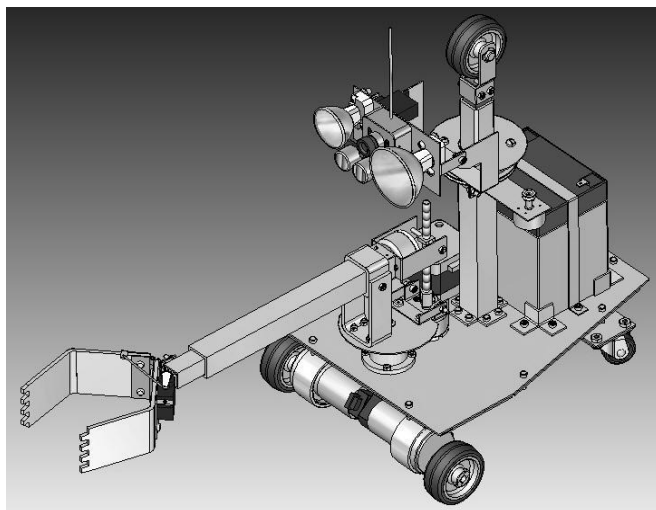
Fig. 2. Model of robot arm [2]

Rys. 3. Model wspomagającego koła pionowego i pozycjonera kamery [2]

Fig. 3. Model vertical supporting wheels and the camera positioner [2]



Na pionowym odcinku konstrukcji umocowano ruchomy pozycjoner kamery. Zawiera on oprócz kolorowej kamery również oświetlenie (LED i halogen) oraz ultradźwiękowy czujnik odległości. Ruch pozycjonera może odbywać się wokół płaszczyzny poziomej i w kierunku góra-dół. Rysunek 4 przedstawia model robota w pełnym złożeniu.

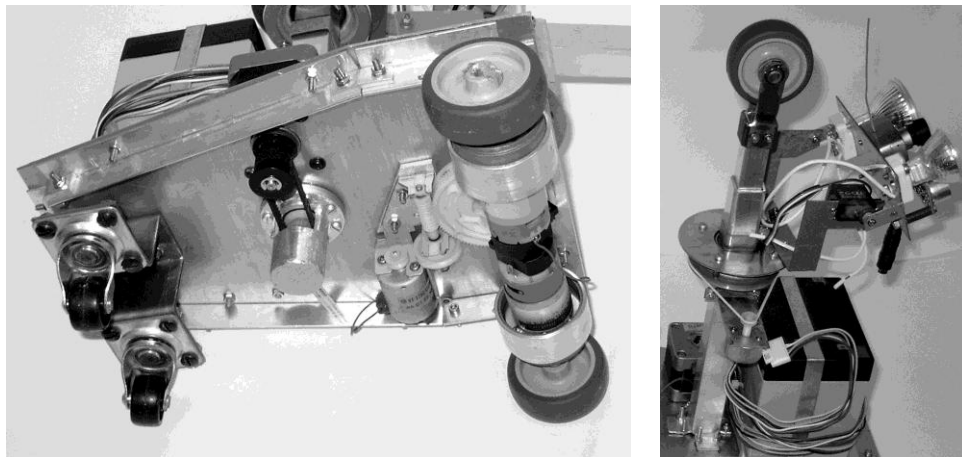


Rys. 4. Wirtualny model robota „Inspektor 1”

Fig. 4. Virtual model of the robot “Inspector 1”

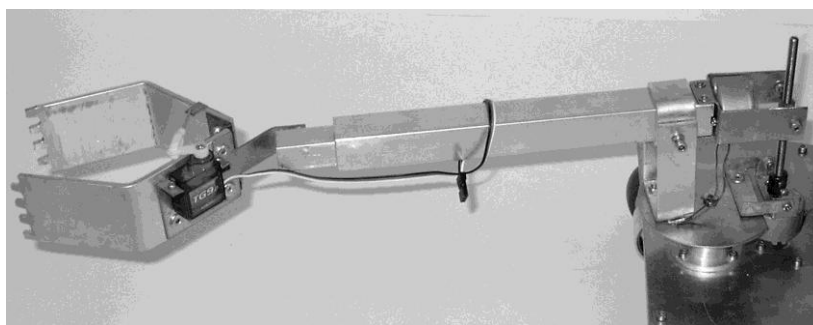
KONSTRUKCJA RZECZYWISTA

Na rysunkach 5 i 6 pokazano rzeczywistą konstrukcję robota „Inspektor 1”: podwozie, ramię z chwytakiem oraz wspomagające koło pionowe z pozycjonerem kamery. Wszystkie podzespoły wykonano w warsztacie mechanicznym laboratorium Katedry Podstaw Konstrukcji Maszyn Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej. W większości podzespołów użyto profili aluminiowych, zgodnie z dokumentacją techniczną zamodelowanych części.



Rys. 5. Po lewej - rzeczywiste wykonanie podwozia robota, po prawej - wspomagające koło pionowe z pozycjonerem kamery [2]

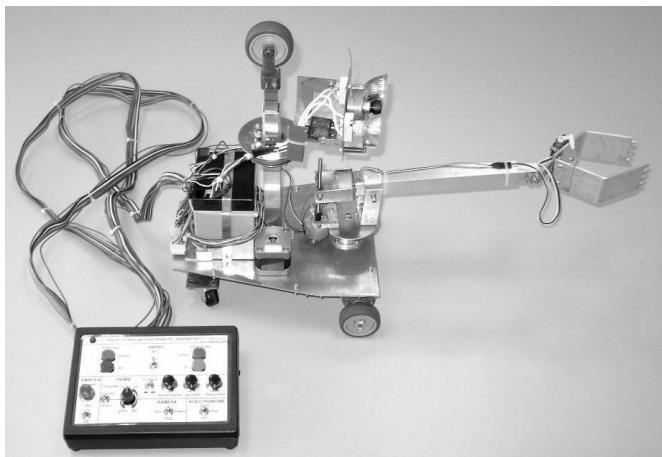
Fig. 5. Left - the final realization of the robot chassis, Right - supporting the vertical circle with the camera positioner [2]



Rys. 6. Wykonane ramię robota z chwytakiem [2]

Fig. 6. Made a robot arm with gripper [2]

Robot „Inspektor 1” jest obecnie sterowany przewodowo za pomocą pulpitu, co zostało przedstawione na rys. 8.



Rys. 8. Widok na robota „Inspektor 1” z przewodowym pulpitem sterowniczym
Fig. 8. View of the robot "Inspektor 1" with wired control console

WNIOSKI

Robot spełnia stawiane mu wymagania pod względem funkcjonalności, mobilności i zwrotności.

„Inspektor 1” jest sprawnym urządzeniem inspekcyjnym. Dzięki ruchomej, kolorowej kamerze, lampie halogenowej i LED, operator robota może oglądać wyraźny, rzeczywisty obraz na monitorze.

Zastosowanie w konstrukcji profili aluminiowych zapewnia uzyskanie wymaganej sztywności ramienia przy małej jego masie.

Robot może pracować w miejscach dla człowieka niedostępnych, w warunkach zagrożenia życia (np. powietrze przesycone niebezpieczną zawartością gazu łatwopalnego, czadu, dwutlenku węgla) lub uciążliwych dla zdrowia (odór, owad, gryzonie).

Urządzenie wyróżnia się od innych tego rodzaju robotów - powrót autonomiczny, wymienne końcówki, bogactwo czujników parametrów środowiskowych, oraz innowacyjne, wspomagające koło pionowe.

PIŚMIENNICTWO

1. Filipek P.: Konstrukcja robota inspekcyjnego do kanałów wentylacyjnych na tle rozwiązań przemysłowych. Wybrane problemy konstruowania i badań maszyn i mechanizmów. Monografia pod redakcją J. Jonaka. LTN, Lublin 2009, 80 - 97.
2. Bańczerowski B., Cyranowski W., Duda K., Stachowski R., Filipek P.: Robot inspekcyjno-czyszczący do kanałów wentylacyjnych. II Lubelski Kongres Studenckich Kół Naukowych Tygiel 2010 pod redakcją J. Cabana i M. Szali. Politechnika Lubelska, Lublin 2010, 285 – 296.

ROBOT TO THE INSPECTION AND CLEANING CALLED INSPECTOR 1

Summary:

This article show construction and functions of mobile, wireless inspection-cleaning robot of ventilating pipes. Thanks to changeable endings robot can fast become inspector from a cleaning machine. Helping vertical tighten wheel is a innovation introduced to the robot construction, in result it increases wheels tighten to the ground. This article show modeling construction elements of the robot.

Keywords: mobile inspecting robot, ventilation pipe, driving system construction, mobile robot arm, helping vertical tighten wheel, camera tripod.