

prof. dr hab. inż. Jerzy Honczarenko
mgr inż. Artur Berliński
mgr inż. Waldemar Szumotalski
mgr inż. Mariusz Sosnowski
Politechnika Szczecińska
Zakład Zautomatyzowanych Systemów Wytwarzania

STEROWANIE BADAWCZYM SYSTEMEM ELASTYCZNEGO INTELIGENTNEGO WYTWARZANIA

W referacie omówiono miniaturowy badawczy system elastycznego inteligentnego wytwarzania budowany w Zakładzie Zautomatyzowanych Systemów Wytwórczych Politechniki Szczecińskiej w ramach projektu KBN. Celem budowanego systemu jest prowadzenie doświadczalnej weryfikacji komputerowych symulacji planowania i harmonogramowania produkcji. Omówiono budowę systemu, a przede wszystkim jego sterowanie wykorzystujące metody sztucznej inteligencji.

CONTROL OF INTELLIGENT FLEXIBLE MANUFACTURING RESEARCH SYSTEM

In the paper we discussed an intelligent flexible manufacturing miniature research system which was built in the Department of Automatic Production Systems of Technical University of Szczecin within KBN project. The aim of the building system was experimental verification of computers simulation planing and scheduling production. The system construction and especially it's control using the artificial intelligence methods were discussed.

1. WPROWADZENIE

Olbrymia większość publikowanych w Polsce prac badawczych z obszaru planowania produkcji ma charakter czysto teoretyczny, a końcowym efektem tych prac są symulacje komputerowe. Dlatego też celowe wydaje się być prowadzenie doświadczalnej weryfikacji i dokumentowania opracowań komputerowych przez eksperymenty na stanowisku, które od strony organizacji i sterowania będzie odpowiadało w pełni systemom rzeczywistym [3].

Referat dotyczy projektu KBN¹ realizowanego w Zakładzie Zautomatyzowanych Systemów Wytwórczych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Szczecińskiej w ramach którego przedsięwzięto budowę badawczego systemu elastycznego inteligentnego wytwarzania, mającego cechy rzeczywistego systemu wytwarzania, lecz w postaci zminiaturyzowanej. Budowany system pozwoli na doświadczalną weryfikację wyników symulacji komputerowych zagadnień harmonogramowania i sterowania produkcją.

Przy wykorzystaniu znanych metod, standartowego oprogramowania, a także narzędzi programowych leżących w obszarze sztucznej inteligencji takich jak logika rozmyta, sztuczne sieci neuronowe, metoda agentowa.

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 8T07D 00420 „Badawczy system elastycznego inteligentnego wytwarzania” finansowanego przez KBN.

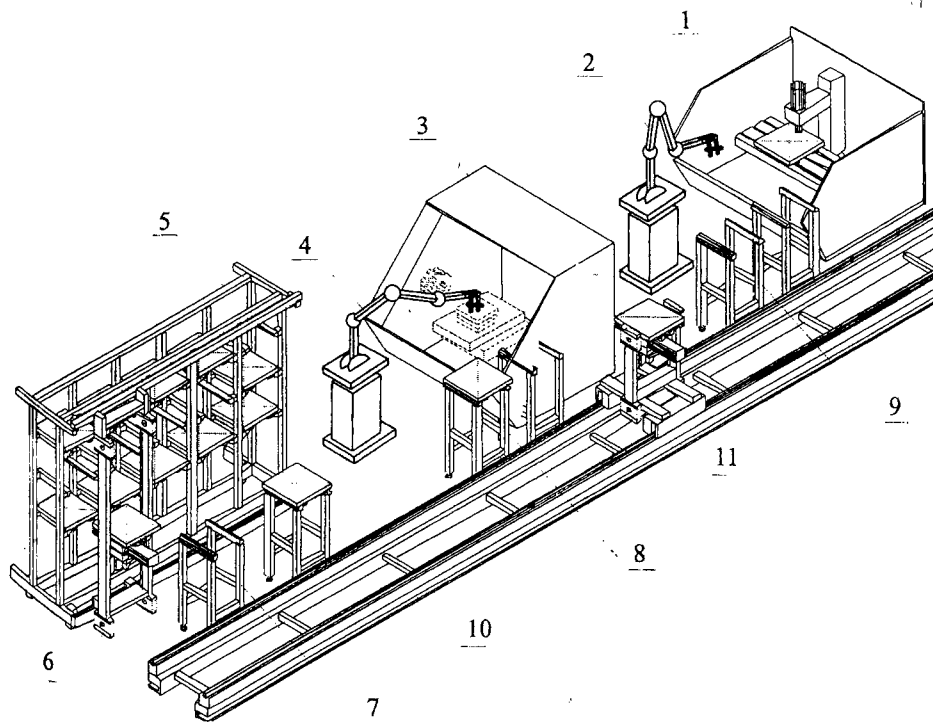
2. BADAWCZY SYSTEM ELASTYCZNEGO INTELIGENTNEGO WYTWARZANIA

Na rys. 1 pokazano konfigurację budowanego systemu. Wymiary systemu wynoszą 4x1,5 m, z możliwością dalszej rozbudowy przez wydłużenie toru jezdny i powiększenie liczby zasobów.

Przedmioty przeznaczone do obróbki oraz obrabione składowane są na nośnikach, w postaci palet transportowych w magazynie, regałowym obsługiwany przez układarkę (wymiary palet 160x160 mm). Palety transportowane są do stanowisk technologicznych za pomocą wózka szynowego wyposażonego w aktywne urządzenie manipulujące.

Magazyn regałowy wysokiego składowania obsługiwany przez układarkę ma pojemność 3x5=15 palet. Budowę podsystemu transportu i magazynowania oparto na modułowym systemie montażowym maszyn i urządzeń z profili aluminiowych niemieckiej firmy ITEM.

Jako podsystem technologiczny zastosowano tokarkę CNC-SLT-0400 oraz frezarkę CNC-SLM-0200 firmy LIGHT MACHINES CORPORATION (USA), które obsługiwane są przez roboty portalowe. Maszyny i roboty sterowane są z komputerów na których zainstalowano oprogramowanie (hardware i software) układów sterowania numerycznego CNC.

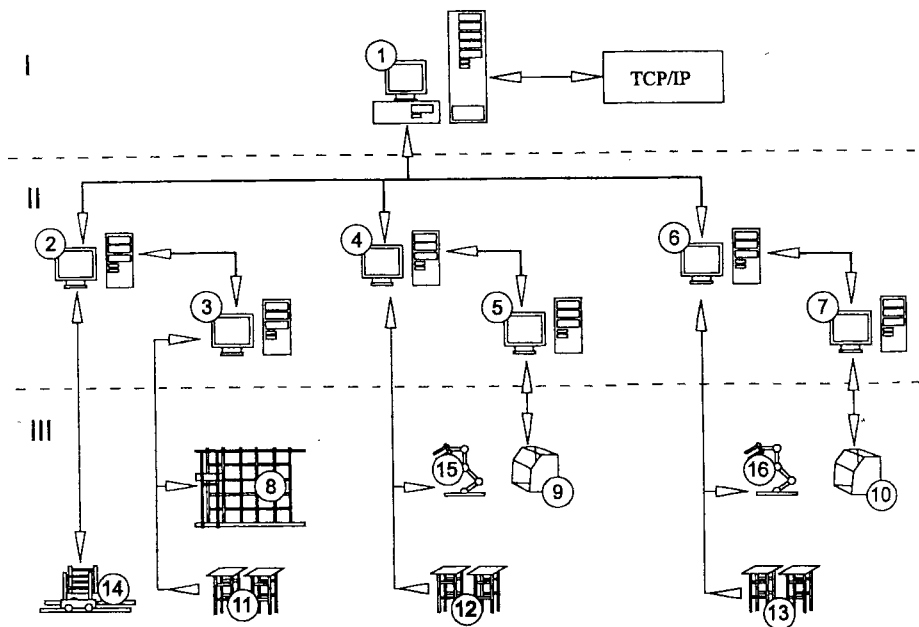


Rys.1. Konfiguracja badawczego systemu inteligentnego elastycznego wytwarzania: 1) frezarka, 2) robot frezarki, 3) tokarka, 4) robot tokarki, 5) magazyn regałowy, 6) układarka, 7) stanowiska odkładcze układarki regałowej, 8) stanowiska odkładcze tokarki, 9) stanowiska odkładcze frezarki, 10) tor jezdny, 11) wózek transportowy

3. PODSYSTEM STEROWANIA

Struktura podsystemu sterowania oparta jest na działaniu systemów agentowych, wykorzystywanych w inżynierii oprogramowania. Zadaniem będzie rozwiązywanie zadań z zakresu harmonogramowania i sterowania procesami transportowo-magazynowych w systemie [1].

Topologię podsystemu sterowania badawczego systemu elastycznego inteligentnego wytwarzania oparto na sieci komputerowej opartej na architekturze klient – serwer przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Architektura podsystemu sterowania będącego w budowie systemu wytwarzania: 1) komputer nadrzędny - server, 2), 3), 4), 5), 6), 7) komputery nadzorujące podsystemy sterowania, 8) magazyn regałowy wraz z układarką, 9) tokarka, 10) frezarka, 11), 12), 13) stanowiska odkładacze, 14) wózek transportu poziomego, 15), 16) roboty portalowe

Tworzą ją trzy poziomy funkcjonalne, z których pierwszy, nadrzędny – pełni funkcję sterującą systemem. Pośredni odpowiedzialny jest za sterowanie jednostek roboczych (stanowisk technologicznych, urządzeń magazynowych, transportowych i manipulacyjnych), ostatni poziom funkcjonalny stanowią urządzenia wykonawcze podsystemów technologicznych i magazynowo transportowego.

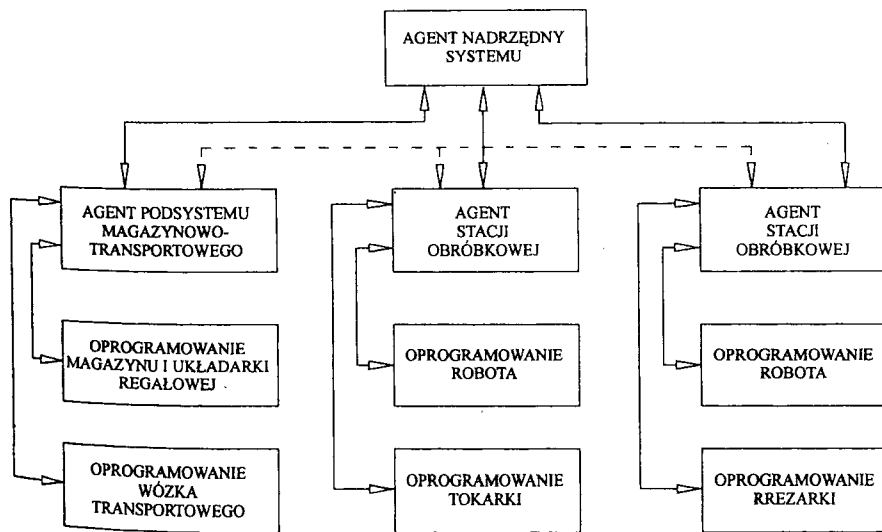
Pierwszy poziom podsystemu sterowania będzie odpowiedzialny za sterowanie globalne systemem, nadzorowanie jego pracy, ustalanie marszrut technologicznych i ustalanie kolejności zadań zleconych do realizacji rozpatrywanych pod względem przyjętych priorytetów. System może być sterowany na podstawie harmonogramu wygenerowanego za pomocą ogólnie stosowanych klasycznych metod lub wykorzystując metody sztucznej inteligencji.

Sterowanie systemem można realizować metodą of-line lub on-line. W pierwszym przypadku harmonogramy pracy będą generowane w komputerze pierwszego poziomu sterowania, lub mogą być przesyłane do tego komputera z zewnątrz za pomocą Internetu. Przy sterowaniu on-line, wykorzystując metody sztucznej inteligencji, harmonogramy pracy tworzone są dynamicznie i korygowane w miarę napływu zleceń z zewnątrz. Korekcja harmonogramów odbywa się poprzez wymianę informacji między agentem głównym, a agentami podsystemowymi [2].

Drugi poziom podsystemu sterowania stanowią komputery wraz z oprogramowaniem sterującym, które uzyskują dane z pierwszego poziomu sterowania i przekazują informacje do odpowiednich urządzeń wykonawczych znajdujących się w trzecim poziomie funkcjonalnym.

Komunikacja pomiędzy poziomem drugim i trzecim odbywa się przez: port równoległy (LPT) przy sterowaniu pracą robota, karta ISA w przypadku sterowania pracą obrabiarki, port szeregowy (RS232C) w przypadku sterowania układarką regałową oraz wózkiem transportu poziomego. W dalszej części referatu została opisana komunikacja między poziomem drugim i trzecim w zakresie podsystemu magazynowo – transportowego.

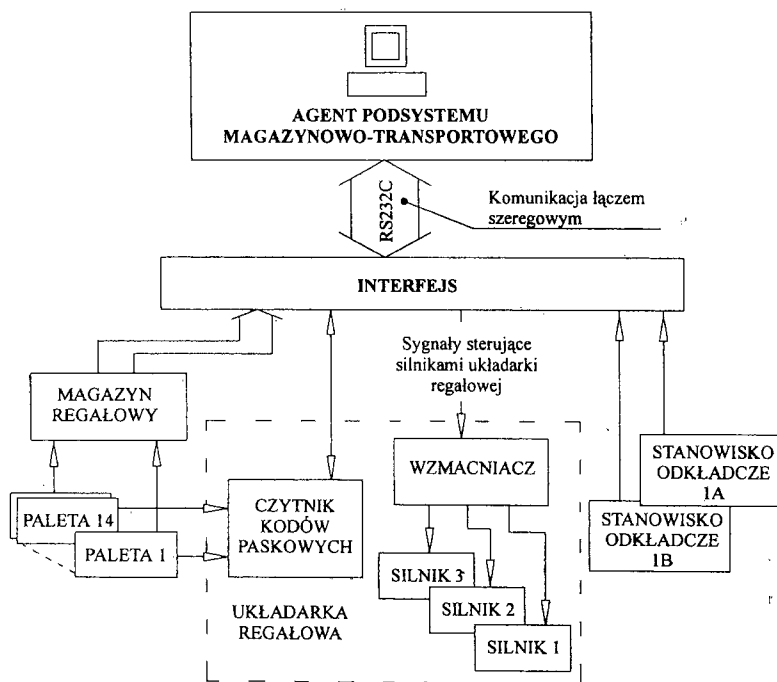
Nadrzędny program sterujący (nadrzędny agent systemu) poprzez agenty podsystemów składowych komunikuje się z oprogramowaniem poszczególnych urządzeń. Każdy podsystem sterowany jest programem spełniającym rolę agenta odpowiedzialnego za jego działanie. W ramach każdego z podsystemów zachowana jest w pełni komunikacja między programami sterującymi oraz wymiana informacji o aktualnym stanie elementów i urządzeń. Na rys. 3 przedstawiono schemat wymiany informacji między agentami w budowanym systemie.



Rys. 3. Schemat sterowania systemu wytwarzania oparty na metodzie agentów

W dalszej części referatu przedstawiono szczegółowy schemat sterowania podsystemu magazynowo – transportowego. Wymiana informacji między komputerem, w którym zainstalowane jest oprogramowanie pełniące funkcję agenta podsystemu magazynowo –

transportowego, a sterowanymi urządzeniami odbywa się za pomocą zaprojektowanego interfejsu, co przedstawia rys. 4.



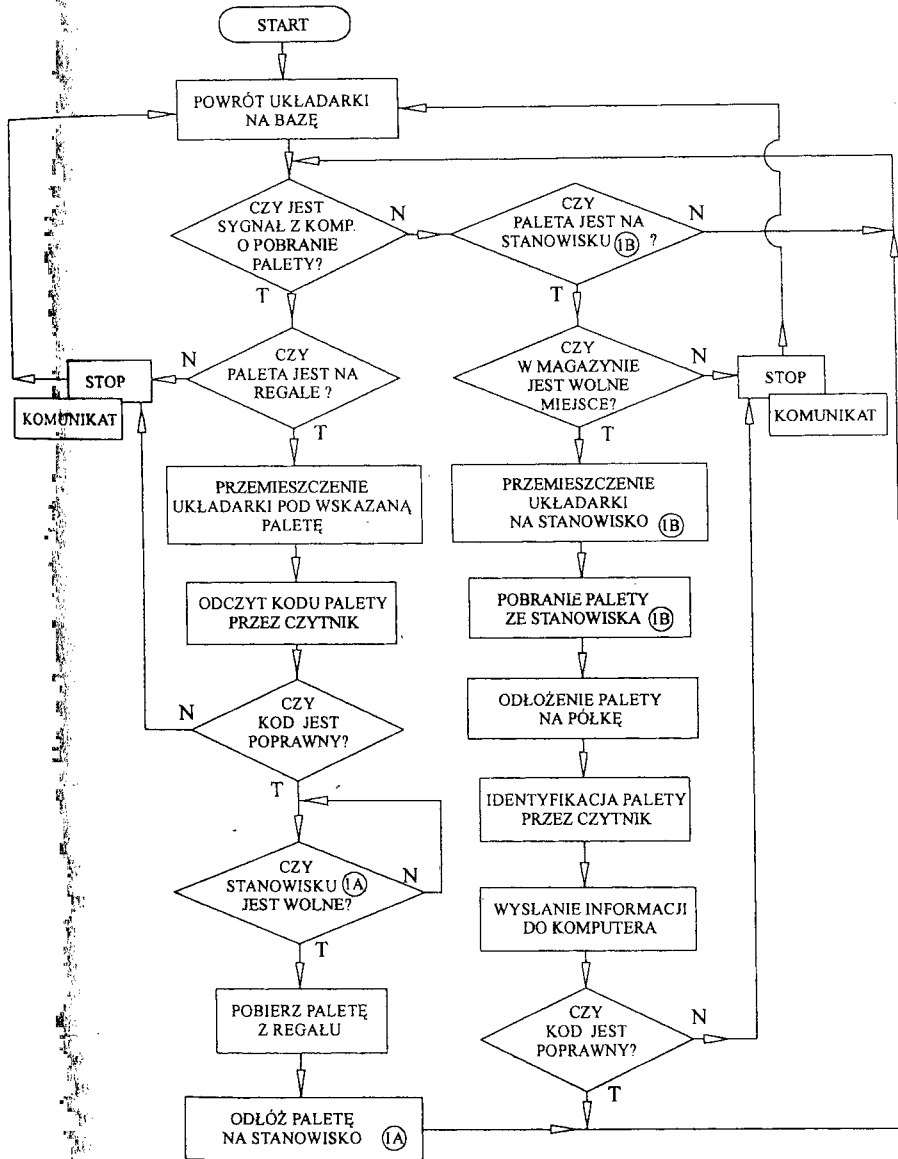
Rys. 4. Schemat blokowy magazynu regałowego, układarki oraz stanowisk odkładczych

Interfejs poprzez port szeregowy RS232C pobiera z komputera polecenia, które kierowane są do odpowiednich urządzeń wykonawczych, bądź wysyła informacje z magazynu, stanowisk odkładczych lub czytnika kodów kreskowych, które są przetwarzane w programie agenta podsystemu magazynowo – transportowego. Komputer oprócz łączności z głównym interfejsem odpowiedzialny jest za komunikację z komputerem nadrzędnym systemu oraz z komputerami innych podsystemów, co przedstawiono wcześniej na rys. 3. Do głównego interfejsu podłączone są urządzenia peryferyjne i wykonawcze:

- mikroprzełączniki magazynu – umieszczone na półkach regału, które sygnalizują obecność palet,
- czytnik kodów paskowych – którego zadaniem jest skanowanie kodów paskowych umieszczonych na każdej palecie,
- mikroprzełącznik na stanowisku odkładczym 1A – wykrywanie obecności palet, które przemieszczane są w kierunku od magazynu regałowego do wózka transportowego,
- mikroprzełącznik na stanowisku 1B – wykrywanie obecności palet, które przemieszczane są w kierunku od wózka do magazynu,
- silnik 1 – silnik prądu stałego odpowiedzialny za odkładanie bądź pobieranie palet z półki regału oraz stanowisk odkładczych,

- silnik 2 – silnik krokowy, przemieszczanie góra/dół,
- silnik 3 – silnik krokowy, przemieszczanie prawo/lewo.

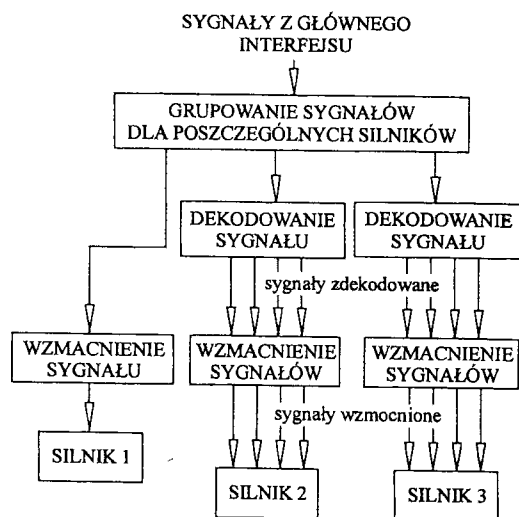
Silniki 1, 2 oraz 3 sterowane są poprzez dodatkowy wzmacniacz. Sygnały sterujące z głównego interfejsu są grupowane i kierowane do odpowiedniego silnika, co przedstawione zostało w dalszej części referatu. Urządzenia wykonawcze i peryferyjne są sterowane według programu, co przedstawia rys. 5.



Rys. 5. Algorytm sterowania układarką regalową

Początek głównego programu sterowania to przemieszczenie układarki regałowej na pozycję bazową, względem której określone są współrzędne półek na regale oraz stanowisk odkładczych. Na półkach znajdują się palety zawierające kod paskowy, który odczytywany jest przez czytnik umieszczony na układarce regałowej. Wartość kodu paskowego jest informacją określającą numer palety. W zależności od polecenia wysyłanego przez komputer, układarka transportuje paletę z magazynu na stanowisko odkładcze 1A lub przemieszcza ją ze stanowiska 1B w kierunku regału. W przypadku polecenia pobrania palety z magazynu, czytnik kodów paskowych skanuje kod na paletce i przesyła go do komputera w celu sprawdzenia. W przypadku błędnej palety lub jej nieobecności w magazynie, następuje przerwanie procedury pobrania oraz powrót układarki na pozycję bazową. W trakcie sterowania podsystemem, program kontroluje obecność palet na stanowiskach odkładczych 1A oraz 1B. W przypadku gdy na stanowisku 1B znajduje się paleta dostarczona przez wózek transportowy, odkładana ona jest na wybraną półkę magazynu regałowego.

Urządzeniami wykonawczymi układarki regałowej są dwa silniki krokowe oraz silnik prądu stałego zasilane ze wzmacniacza przedstawionego w postaci schematu blokowego na rys. 6.



Rys. 6. Schemat blokowy wzmacniacza silników

Wzmacniacz grupuje sygnały z interfejsu, następnie zdekodowuje je i przesyła do silników krokowych. W celu uniknięcia niedokładności, sterowanie silników krokowych odbywa się tzw. pracą półkrokową [4].

4. PODSUMOWANIE

Budowany miniaturowy system elastycznego inteligentnego wytwarzania pozwoli na doświadczalną weryfikację metod harmonogramowania i planowania produkcji. Sterowanie przedstawionym systemem możliwe będzie metodą of-line na podstawie harmonogramów generowanych za pomocą standardowego oprogramowania lub harmonogramów tworzonych on-line przy wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji i weryfikowanych w miarę napływu zleceń produkcyjnych. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w sterowaniu badawczym

Sk

systemem elastycznego inteligentnego wytwarzania daje możliwości bezpośredniej zmiany algorytmu sterowania.

LITERATURA

- [1] Biemans F. P. M., Visser C. A.: *Reference Model for Manufacturing Planing and Control Systems*; Jurnal of Manufacturing Systems, 1989, Vol. 8, Nr 1.
- [2] Bose R.: *Intelligent agents framework for Developing Knowledge-Based Decision Support Systems for Collaborative Organizational Processes*; Expert Systems With Applications, 1996, Vol. 11, Nr. 3.
- [3] Honczarenko J.: *Elastyczna automatyzacja wytwarzania. Obrabiarki i systemy obróbkowe*; WNT, Warszawa 2000.
- [4] Kosmol J.: *Serwonapędy obrabiarek sterowanych numerycznie*; WNT, Warszawa 1998.