

XIII MIĘDZYNARODOWE KOŁOKWIUM
"MODELE W PROJEKTOWANIU I KONSTRUOWANIU MASZYN"
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
"MODELS IN DESIGNING AND CONSTRUCTIONS OF MACHINES"
25-28.04.1989 ZAKOPANE

Zbigniew HUMIENNY

Instytut Podstaw Budowy Maszyn
Politechnika Warszawska

OPIS STRUKTURY ŁAŃCUCHA WYMIAROWEGO W FORMIE CYFROWEJ

Streszczenie. Dla łańcuchów wymiarowych prostych podano podstawy zapisu cyfrowego wymiarowania przedstawionego na rysunku konstrukcyjnym. Taki zapis umożliwia zastosowanie mikrokomputerów przy wymiarowaniu przedmiotu. Przedstawiono algorytmy sprawdzania poprawności wymiarowania oraz generowania równania funkcji wymiarowej łańcucha.

1. Wprowadzenie

Zapis cyfrowy struktury układu łańcuchów wymiarowych opisujących postać geometryczną przedmiotu /części maszyny/ jest ważnym narzędziem do automatyzacji projektowania konstrukcji i technologii maszyn. Próby sformalizowania opisu łańcuchów wymiarowych podejmowano sporadycznie przeważnie w określonym, dość wąskim celu. Przykładowo można wymienić pracę [1], w której zapis łańcuchów wymiarowych jest fragmentem charakterystyki geometrycznej obrabianego przedmiotu i służy do zestawienia danych wejściowych do automatycznego generowania procesu technologicznego. W pracy [2] podjęto próbę cyfrowego zapisu struktury układu łańcuchów wymiarowych prostych w celu wykorzystania w komputerowo wspomaganym projektowaniu przedmiotu. Napisano programy sprawdzania poprawności wymiarowania i generowania funkcji wymiarowej w języku TURBO PASCAL przeznaczone do wykonania na mikrokomputerze IBM PC/XT.

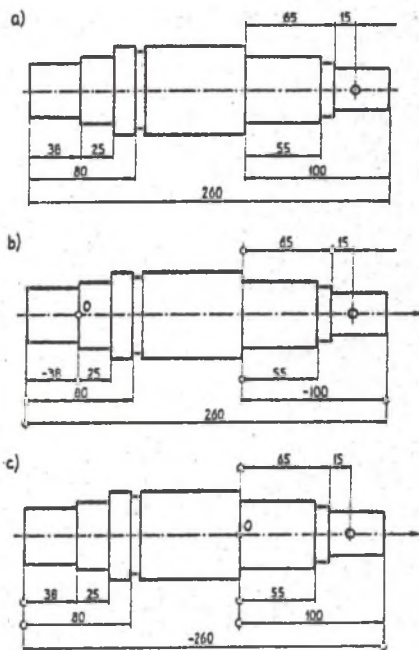
2. Macierz baz wymiarów niezależnych i wymiarów niezależnych układu łańcuchów wymiarowych

Wymiary przedmiotu opisuje się na ogół więcej niż jednym łańcuchem wymiarowym. Zbiór tych łańcuchów powiązanych wzajemnie i zawierających niektóre wspólne elementy zostanie nazwany układem łańcuchów wymiarowych. W takim układzie można wyodrębnić różne łańcuchy - ich liczba jest równa liczbie wszystkich możliwych wymiarów niezależnych, tj. wymiarów zawartych między elementami geometrycznymi

przedmiotu /powierzchniami, liniami itp./ o wymiarowanym położeniu, lecz nie połączonymi bezpośrednio wymiarem niezależnym umieszczonym na rysunku. Jeśli liczba zwymiarowanych elementów geometrycznych w przedmiocie jest k , to - jak łatwo stwierdzić - liczba wymiarów niezależnych musi być $k-1$, natomiast liczba łańcuchów wymiarowych w układzie:

$$L = \binom{k}{2} - (k - 1) = \binom{n+1}{2} - n \quad (1)$$

gdzie: $n=k-1$ - liczba wymiarów niezależnych.



Rys.1 Zasada tworzenia macierzy N
Fig.1 Principle of generating matrix N

kiem, punkty końcowe - strzałką.

Wiersz B baz wymiarów niezależnych układu łańcuchów wymiarowych zawiera - w dowolnym porządku - wymiary bazowe; wśród nich co najmniej raz wystąpi wymiar "zerowy". Wiersz W wymiarów niezależnych - wymiary niezależne w kolejności odpowiadającej bazom podanym w wierszu baz. Każdy z wymiarów - oprócz zerowych wymiarów bazowych - ma określony znak / +, -/.

Jeśli punkt zerowy układu łańcuchów wg rys. 1a zostanie obrany jak na rysunku 1b, macierz N ma postać:

W przykładzie na rys.1 jest $k=9$ /8 powierzchni i jedna oś zaś $n=8$.

Układ łańcuchów zawierających wymiary równoległe zostanie przedstawiony w postaci macierzy prostokątnej N o wymiarach $2 \times n$. W celu określenia wartości elementów macierzy N na prostej równoległej do analizowanych wymiarów /rys 1b/ zostanie obrany /dowolnie/ punkt zerowy, a prostej tej nadaje się /dowolnie/ określony zwrot; staje się ona w ten sposób osią liczbową. Każdemu wymiarowi przypisuje się punkt początkowy /bazę/ i punkt końcowy, który z kolei może być bazą dla innego wymiaru. Jeśli współrzędna punktu początkowego jest mniejsza niż końcowego, znak wymiaru jest dodatni; w przeciwnym razie - ujemny. Wymiar odmierza się od punktu zerowego ma początek w tym punkcie, następny sąsiedni wymiar ma punkt początkowy w punkcie końcowym tego pierwszego wymiaru itd. Tak więc każdy wymiar ma bazę na innym wymiarze, z wyjątkiem wymiarów rozpoczynających się w punkcie "0"; ich bazą jest umowny wymiar zerowy. Na rysunku 1 b, c punkty początkowe wymiarów oznaczane są kół-

$$N = \begin{bmatrix} B \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -38 & -38 & 260 & -100 & -100 & 65 \\ -38 & 25 & 80 & 260 & -100 & 55 & 65 & 15 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Obierając inaczej punkt zerowy lub zwrot osi liczbowej otrzymuje się inną macierz wymiarów niezależnych, np. wg rys.1c będzie:

$$N = \begin{bmatrix} B \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -260 & 38 & -260 & 100 & 0 & 0 & 0 & 65 \\ 38 & 25 & 80 & -260 & 100 & 55 & 65 & 15 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Wybór punktu zerowego i wynikająca stąd postać macierzy N nie ma, oczywiście, wpływu na wynik analizy układu łańcuchów, może jednak zmieniać ilość potrzebnych obliczeń. Celowo jest obierać punkt "0" w ten sposób, aby stanowił początek możliwie wielu wymiarów - tzn., aby możliwie wiele wymiarów miało bazę zerową. Tak więc opis wg rys. 1c za pomocą macierzy (3) należy uznać za korzystniejszy od opisu wg rys. 1b i macierzy (2), gdyż obliczenia oparte na macierzy (2) są nieco krótsze.

Macierz N ulega niewielkim modyfikacjom, jeśli w analizowanym układzie łańcuchów wśród wymiarów w_1, \dots, w_n są wymiary nominalnie identyczne. Wówczas ze względów formalnych wymiary te należy różnicować, dodając niewielkie przyrosty mniejsze od praktycznie występujących różnic wymiarów nominalnych, np. 0.001 mm lub 0.0001 mm. Gdyby np. w układzie łańcuchów wymiarowych znalazły się trzy wymiary nominalne 50 mm, należałoby je w macierzy N przedstawić jako 50.000, 50.001, 50.002 mm lub podobnie.

3. Sprawdzanie poprawności wymiarowania

Poprawność wymiarowania jest tu rozumiana jako niewystępowanie przewymiarowania zamykania łańcuchów wymiarowych. Opracowany algorytm (rys.2) pozwala stwierdzić, czy badany układ łańcuchów wymiarowych spełnia to wymaganie - a jeśli nie, to ile jest zbędnych wymiarów.

Sprawdzenie polega na przekształceniu macierzy N do postaci, w której wszystkie elementy pierwszego wiersza są zerowe, co odpowiada wymiarowaniu czysto równoległemu od jednej bazy. Jeśli w tej przekształconej postaci pojawią się jednakowe wymiary w drugim wierszu, będzie to oznaczało przewymiarowanie. Przy p jednakowych wymiarach przewymiarowanie jest p-1 krotne. Jeżeli w drugim wierszu przekształconej macierzy N nie ma elementów identycznych, wymiarowanie jest prawidłowe bez przewymiarowania.

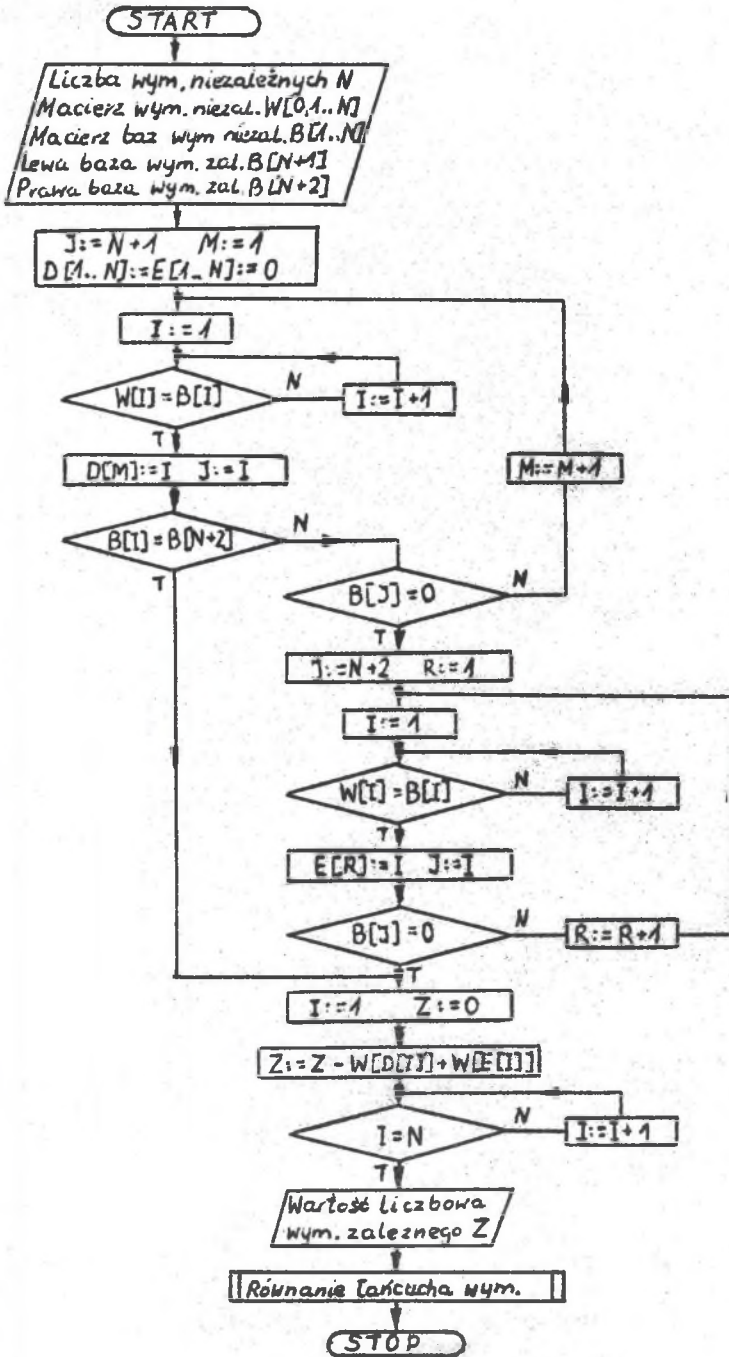
4. Generowanie funkcji wymiarowej

Mając daną macierz (2) opisującą układ łańcuchów wymiarowych można zaprogramować generowanie funkcji wymiarowej (rys.3) dla dowolnie wskazanego wymiaru zależnego. Wymiar zależny Z zostanie zdefiniowany przez wskazanie jego dwóch końców: "lewego" odpowiadającego mniejszej wartości na przyjętej osi liczbowej i "prawego" odpowiadającego większej wartości. Wymiar Z można krótko zapisać jako dwuelementowy wektor wierszowy wykorzystując wymiary bazowe:

$$Z = [b_l, b_p] \quad (4)$$

gdzie: b_l - "lewy" wymiar bazowy wymiaru zależnego,
 b_p - "prawy" wymiar bazowy wymiaru zależnego.

Wymiarami bazowymi b_l, b_p nie zawsze będą wymiary bazowe b_1, b_2, \dots, b_n z 1 wiersza macierzy (2). Muszą to natomiast być wymiary w_1, w_2, \dots, w_n z 2 wiersza tej macierzy względnie wymiar bazowy.



Rys. 3 Schemat blokowy programu generującego równanie łańcucha wymiarowego
 Fig. 3 Block diagram of generating equation of redundant dimension

Przykładowo, w układzie łańcuchów wymiarowych wg rys.1a opisanym macierzą (2) - rys.1b - można wyróżnić następujące wymiary zależne:

$$\begin{array}{l} Z_1 = [80, \quad 100] \\ Z_2 = [-38, \quad 55] \end{array} \qquad \begin{array}{l} Z_3 = [25 \quad 80] \\ Z_4 = [0 \quad 80] \end{array} \quad \text{itd} \qquad (5)$$

5. Podsumowanie

Przedstawiony sposób opisu struktury układu łańcuchów wymiarowych prostych może być wykorzystany do analizy i syntezy wymiarowej łańcuchów prostych na etapie wspomaganego komputerowo projektowania przedmiotów.

Trwają prace nad algorytmem opisu struktury układu łańcuchów wymiarowych płaskich i algorytmem generowania równania łańcucha wymiarowego dla dowolnie wskazanego wymiaru zależnego w łańcuchu wymiarowym płaskim.

LITERATURA

- [1] W.D.CWIETKOW: System automatyzacji projektowania procesów technologicznych, PWN, 1978.
- [2] S.BIAŁAS, Z.HUMIENNY, K.KISZKA, A.LEŚNIEWICZ: Komputeryzacja analizy geometrycznej w projektowaniu, technologii i konstrukcji maszyn, MNiSzW Program resortowy RP I.06, Prace naukowo-badawcze IPBM Politechniki Warszawskiej 1987, 1988.

DESCRIPTION OF THE STRUCTURE OF DIMENSIONAL CHAIN IN DIGITAL FORM

S u m m a r y

The principles of digital description and analysis of dimensioning scheme consisted of parallel dimensions are presented. Such description enables application of microcomputers in dimensioning a work piece. Algorithms for checking dimensioning correctness and for generating equation of so called dimensional function are given.

ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ РАЗМЕРНОЙ ЦЕПИ В ЦИФРОВОЙ ФОРМЕ

Р е з ю м е

Для линейных размерных цепей представлено основы цифровой записи размеров изображенных на конструктивном чертеже. Этот запись делает возможным применение микро-ЭВМ при определении размеров предмета. Представлено алгоритмы проверки правильности занесения размеров и поколения уравнения размерной функции цепи.

Recenzent: dr inż. P. Gendarz

Wpłynęło do Redakcji 15.XII.1988 r.