

Jaroslav TALÁCKO

Lehrstuhl für Maschinen und Einrichtungen der Maschinenbaufertigung,
Fakultät für Maschinenwesen, Tschechische Technische Universität,
Prag, Tschechische Republik

DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DER INFORMATIONSÜBERTRAGUNG UND DER WERKZEUGMASCHINENKONSTRUKTION

Zusammenfassung. Maschinen sind dynamische Systeme, welche eine gesteuerte Energieübertragung realisieren. Bei der Energieübertragung kommt es gleichzeitig zur Informationsübertragung. Die Struktur einer bestimmten Maschinenkonstruktion kann man als ein System für Übertragung und Informationsbearbeitung vorstellen. Die Konstruktionselemente, welche die Maschinenstruktur bilden, stellen die Elemente für die Übertragung und Informations- transformation vor. Es ist bekannt, daß zur Bildung einer beliebigen Funktion des Systemes vom Ausblick der Informationstheorie eine Existenz der sogenannten Gesamtheit der Funktionselemente nötig ist.

1. Die Realisierung des technologischen Prozeßes

Ein technologischer Prozeß ist ein Komplex von Operationsverformungen, welche man an einem bestimmten Objekt realisieren muß, damit er die geforderten Eigenschaften erreicht. Die Verformung muß man im weitesten Sinne als einen beliebigen physikalischen oder chemischen Einfluß auf das Objekt erfassen. Dieser Einfluß bewirkt eine dauerhafte Änderung seiner Eigenschaften im Vergleich mit dem Ausgangszustand.

Im Rahmen der technologischen Operationen ändern sich die Eingangs - geometrische, physikalische, chemische - Parameter des Vormaterials (Rohlings) auf die Ausgangsparameter des Erzeugnis. Die gesamte Parameteränderung im Bereich des Eingangs - und Ausgangs - Zustandes kann gleichzeitig oder im Rahmen der verbindenten, getrennten Operationen realisiert werden.

Die technologischen Operationen werden mittels Produktionsmaschinen und Einrichtungen realisiert. Jeder technologischen Operation ist eine technologische Position zugeordnet. Der technologische Positionssatz und seine Beziehungen bilden die Struktur der Produktionsmaschine oder der Einrichtung. Umfangreiche Sätze technologischer Positionen werden als technologisches Fertigungssystem bezeichnet.

Die Realisierung technologischer Operationen ist an die Steuerung der Energie und Masseflusses mittels bestimmter Operationen gebunden. Die Energie wird mittels des Energieträgers übertragen. Dieser ist ein Satz von Masseteilchen, von beliebiger Form, Größe

und Aggregatzustand. Energieträger ist zum Beispiel Gas, Flüssigkeit, Elektronensatz, feste Stoffe und so ähnlich. Mit der Energieübertragung hängt eng die Informationsübertragung zusammen, denn die Informationen werden mittels der Signale übertragen, welche durch die Wirkung auf irgendeinen Energie - Übertragungsparameter entstehen. Auf der anderen Seite gültet, daß die Energieübertragung immer mit der Informationsübertragung verbunden ist.

2. Die Struktur des abstrakten Mechanismus

Zur Energie - , resp. Informationsübertragung dient das Übertragungssystem. Dieses ist im einfachsten Fall aus einem Eingangs - und Ausgangsumsetzer, welche durch einen Übertragungskanal verbunden sind, zusammengestellt. Der Umsetzer ist ein Element des Übertragungssystemes, in welchem die Energie von einer Art auf eine andere Art des Energieträgers übertragen wird. Der Mechanismus ist ein System zur Energie- und Informationsübertragung, ergänzt durch einen Transformationsblock. Der Transformationsblock ist eine Elementengruppierung, welche so gestaltet ist, daß man nach den eingegebenen Anforderungen die Energieparameter betätigen kann. Maschinen sind aus verschiedenen Typen von Mechanismen, welche zur Energieübertragung verschiedene Energieträger benützen, zusammengestellt.

3. Die Maschinenstruktur

Die Maschine, wie jedes System zur Energie - und Informationsübertragung ist eindeutig durch das Verhalten und durch die Struktur bestimmt. Den Entwurf der Maschinenstruktur kann man als eine bestimmte Form der Transformation des Verhaltensmodelles der Maschine auf das Modell ihrer Struktur betrachten. Die formale Beschreibung ist folgend:

$$f(x_1 \dots x_n) \longrightarrow W[S] \quad (1)$$

hier ist $f(x_1 \dots x_n)$ der Ausdruck des Verhaltensmodelles des verfolgten Systemes und $W[S]$ ist der Ausdruck des Strukturmodelles. Die Beschreibung des Strukturmodelles des Systemes $W[S]$ ist durch die sogenannte äußere Funktion W und die innere Funktion S gebildet. Die Funktion S beschreibt das Verhalten der Elemente, aus welchen das System zusammengestellt ist und die Funktion W beschreibt die Kopplung zwischen den Elementen.

Als Standardbeziehungen der Transformationsübergänge zwischen dem eingegebenen Verhalten des Systemes und der entsprechenden Systemstruktur kann man die folgenden Beziehungen betrachten:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \begin{matrix} \nearrow \\ \searrow \end{matrix} \begin{matrix} F_1 \\ \Phi_1 \end{matrix} \begin{matrix} \nearrow \\ \searrow \end{matrix} \begin{matrix} \bigvee \\ + \\ \& \\ \equiv \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} [\& x_1^{\alpha_1}] \\ [\& x_1^{\alpha_1}] \\ [\vee x_1^{\alpha_1}] \\ [\vee x_1^{\alpha_1}] \end{matrix} \begin{matrix} \text{TYP } F_1 \\ \text{TYP } F_2 \\ \text{TYP } \Phi_1 \\ \text{TYP } \Phi_2 \end{matrix} \quad (2)$$

Die inneren Funktionen haben diese Bedeutung:

$\& x_1^{\alpha_1} = x_1^{\alpha_1} \cdot x_2^{\alpha_2} \cdot x_3^{\alpha_3} \dots x_n^{\alpha_n}$ - allgemeine elementare Konjunktion

$\vee x_1^{\alpha_1} = x_1^{\alpha_1} \vee x_2^{\alpha_2} \vee x_3^{\alpha_3} \dots \vee x_n^{\alpha_n}$ - allgemeine elementare Disjunktion

wo $x_1^{\alpha_1}$ die allgemeine logische Potenz ist, welche

für $\alpha_1 = 1$ den Wert x_1 (positive Veränderliche) erreicht und

für $\alpha_1 = 0$ den Wert \bar{x}_1 (negierte Veränderliche) erreicht

Die äußeren Funktionen (im Schema verstärkt bezeichnete Symbole) beschreiben die Kopplungen zwischen den Strukturelementen. Es handelt sich um diese Kopplungstypen :

- V - disjunktive Kopplung
- + - nonäquivalente Kopplung
- & - konjunktive Kopplung
- = - äquivalente Kopplung

Die formal beschriebene Standardstrukturen nach der Beziehung (2) bezeichnen wir als Grund-Analytische Formen. Die äußeren und inneren Funktionen der analytischen Form werden als äußere und innere Strukturen der analytischen Form bezeichnet. Jede Grundanalytische Form enthält elementare logische Funktionen , welche das erweiterte ganze System bilden.

Die innere Struktur bei den Formen, welche aus der charakteristischen Funktion des Types F herauskommen, ist durch das minimale System der Funktionen Konjunktion - Negation bestimmt. Im Falle der Formen mit der charakteristischen Funktion Φ ist das minimale System Disjunktion - Negation. Die äußeren Funktionsstrukturen sind minimale Systeme, welche schon in der internen Struktur enthalten sind. So eine Form der analytischen Äußerung einer beliebigen logischen Funktion hat eine große Bedeutung für die Beschreibung der Struktur des Systems durch ein mathematisch - logisches Modell. Dieses Modell ermöglicht die getrennte Aufnahme der Kopplung zwischen den Elementen und ihren Verhalten. In diesem Zusammenhang sind die Kopplungen zwischen den Elementen durch die äußere Struktur und das Verhalten der Elemente durch die innere Struktur der analytischen Form ausgedrückt.

Aus den gegenseitigen Ersatz der elementaren logischen Funktionen geht die Möglichkeit der Transformation der Grundanalytischen Formen auf andere Formen aus. Diese werden als abgeleitete analytische Formen bezeichnet. Bei ihrer Bildung wird der äquivalente Ersatz der Funktionen der äußeren oder inneren Strukturen der Grundanalytischen Form ausgenutzt. Nach dem Bereich der Transformation kann man drei Typen des Eingriffes als Ergebnis der Änderung unterscheiden:

- a) die innere Struktur der analytischen Ausgangsform
- b) die äußere Struktur der analytischen Ausgangsform
- c) die äußeren und inneren Strukturen der analytischen Ausgangsform.

Die Transformation der eigentlichen inneren Struktur der analytischen Form entspricht der Änderung der Elementencharakter, aus welchem das verfolgte System gebildet werden soll. Die Transformation der äußeren Struktur der analytischen Form hängt dann mit der Änderung des Kopplungscharakters zwischen bestimmten Typen der realisierbaren Elemente des Systemes zusammen.

Die wiederholten Transformationen der analytischen Formen sind ein Mittel zur systematischen Bildung von Strukturvarianten des Systemes mit bestimmten Verhalten. Die Transformationseingriffe kann man als äquivalente Transaktionen bezeichnen, bei welchen das Verhalten des verfolgten Systemes erhalten bleibt. Die Transformation der analytischen Formen kann man in einigen Phasen durchführen und dann kann jede abgeleitete Form als Unterlage für die Bildung eines weiteren Types des Modelles der Struktur des Systemes dienen. Zur Transformation der Struktur der Analytischen Formen kann man nur die Transformationsbeziehungen benutzen, für welche die Verallgemeinerung auf eine beliebige Zahl der Veränderlichen bekannt ist. Die Transformationsbeziehungen gehen von der Algebra welche zur Gesamtheit der Funktionen gehört aus. Aus diesen Funktionen ist die analytische Form gebildet. Als Beispiel so einer Beziehung im Zusammenhang mit der analytischen Form F1 dienen die de Morgan-Gesetze. Diese können wir durch die bekannte gekürzte Symbolik in allgemeiner Form ausdrücken:

$$\& x_i^1 = \overline{V x_i^1} \qquad V x_i^1 = \overline{\& x_i^1} \qquad (3)$$

wo

$$\& x_i^1 = x_i^1 \cdot x_i^2 \cdot \dots \cdot x_i^n \quad \text{die konjunktive Verbindung von } n \text{ Veränderlichen in positiver oder negierten Form ist.}$$

und wo

$$V x_i^1 = x_i^1 \vee x_i^2 \vee \dots \vee x_i^n \quad \text{die disjunktive Verbindung von } n \text{ Veränderlichen in positiver oder negierten Form ist.}$$

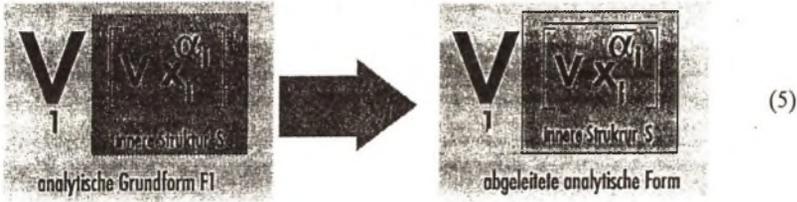
Mit Hilfe dieser Gesetze kann man im ganzen Bereich die analytischen Grundformen F1 und $\Phi 1$ transformieren.

Zum Beispiel im Rahmen der Transformation übergehen die analytischen Formen F1 bei der Änderung der inneren Struktur der elementaren Konjunktion in die elementare Disjunktion nach der Beziehung:

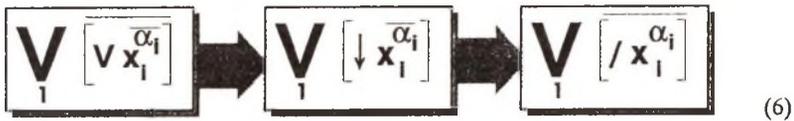
$$\& x_i^1 = \overline{x_i^1 \vee x_i^2 \vee \dots \vee x_i^n} = \overline{V x_i^1} \qquad (4)$$

Dann ist der Übergang der Struktur eines bestimmten Systemes repräsentiert durch die analytische Grundform F1 in eine andere Form mit einer transformierten inneren Struktur.

Symbolisch kann man das beschreiben:



Die Beschreibung der inneren Struktur S kann man weiter korrigieren und so bekommt man weitere Strukturtypen des Systemes auf Grund der abgeleiteten analytischen Form:



hier ist durch das Symbol ↓ die Funktion Pierce ausgedrückt. Durch das Symbol / ist die Funktion Scheffer ausgedrückt. Die Transformation der analytischen Formen ist eine natürliche Folge der gegenseitigen Ersetzung der logischen Funktionen. Aus dieser kommt das breite Spektrum der Typen gesamter Funktionskomplexe.

Man muß aber bemerken, daß die analytischen Grundformen in der Form (2) ein theoretisches Modell des Systemes vorstellen. Seine Struktur kann man als homogen bezeichnen, und daß sowie vom Standpunkt der benützten Elemententypen, als auch vom Standpunkt der benützten Kopplungen zwischen ihnen. Einen analogischen Charakter haben auch alle abgeleitete analytische Formen. Eine typische Eigenschaft der benützten mechanischen und kombinierten Systeme der Produktionsmaschinen und Einrichtungen ist die nichthomogene Struktur, welche man als eine bestimmte Form der Überdeckung einer bestimmten Zahl homogener Strukturen mit einem definierten Bereich der Überdeckung halten kann. Die Möglichkeiten der Realisierung der systematisch gebildeten Strukturvarianten des Systemes mit eingegebenen Verhalten sind durch das Elementensortiment, welches zur Verfügung steht, begrenzt. Andere Möglichkeiten sind zur Verfügung im Bereich der elektronischen Systeme, andere im Bereich der Flüssigkeits - und mechanischen Systeme. Eine typische Begrenzung der Realisierungsmöglichkeit der mechanischen Systeme der Produktionsmaschinen und Einrichtungen ist das verhältnismäßige schmale Sortiment der Umsetzerstrukturen Energie - Motor.

4. Schlußfolgerungen

In der Gegenwart sind Übertragungssysteme, welche verschiedene Energieträger ausnützen, durch selbständige wissenschaftliche Bereiche bearbeitet. Dabei arbeitet jeder Bereich mit eigener Symbolik und eigenem Zugang zur Lösung. Dadurch ist die Projektion hauptsächlich von kombinierten Mechanismen sehr kompliziert. Die Forderung an beständig komplizierte Übertragungssysteme führen zu Lösungen, welche die Systeme in der Gesamtheit betrachten, ohne Rücksicht auf den Energieträger, welcher in den einzelnen Phasen der Übertragung benützt wird. Die mathematischen Mitteln der Übertragungsbeschreibung und die Informationsbearbeitung ermöglichen eine Generierung eines breiten Spektrums von Strukturvarianten des Systemes.

Die Verfolgung der Struktur des technischen Systemes mittels der Informationsübertragung ermöglicht die Voraussetzung für die Erreichung der Struktur des Systems mit Rücksicht auf

- das ausschließen fiktiver Kopplungen, welche keinen Einfluß auf die geforderte Funktion des Systemes haben, aber im Gegenteil, welche die Eigenschaften seiner Struktur nicht nur in der Realisierungsphase, aber auch im Betrieb mit Rücksicht auf die Zuverlässigkeit komplizieren
- die Geltung der Funktionsintegration im Rahmen der konstruktions Kompaktmodulen
- der Strukturaufbau aus Standardmodulen
- der definierte Bereich der Funktionsredundanz der Maschinenstruktur in der Beziehung zur Erreichung des geforderten Niveaus der Zuverlässigkeit

Die Auswahl der geeigneten Lösungsvariante ist meistens durch die Anforderung der Systemrealisierung aus konventionellen Elementen motiviert. Das abgeleitete Spektrum der Lösungsvarianten der Struktur des Systemes kann auch eine geeignete Unterlage für die Entwicklung von nichtkonventionellen Strukturen der Systeme sein, zusammengestellt aus neuen Elemententypen, welche den gegenwärtigen Entwicklungszustand verlängern kann.

LITERATUR

- [1] Talácko, J.: Obecná teorie mechanismů, skriptum, SVŠT SF, Bratislava 1983
- [2] Talácko, J.: Matematicko-logické modelování, skriptum ČVUT FS, Praha 1983
- [3] Talácko, J.: Strukturanalyse von Konstruktionselementen, ICED 93, Hague 1993

Gutachter: Piotr Gendarz