

Strukturní metody rozpoznávání

Strukturní popisy rozpoznávaných objektů

- primitiva
- vlastnosti primitiv
- relace mezi primitivy
 - prostorové
 - časové
 - funkční

Vytvořený symbolický popis – **obraz** vystihuje (popisuje) **strukturní vlastnosti objektu**.

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Jako strukturní popisy (obrazy) lze použít:

- řetězec symbolů označujících primitiva
- relační struktura
- graf (obecný, speciální, ...)

Strukturní popisy objektů (= slova) příslušejících do téže třídy tvoří **jazyk třídy**.

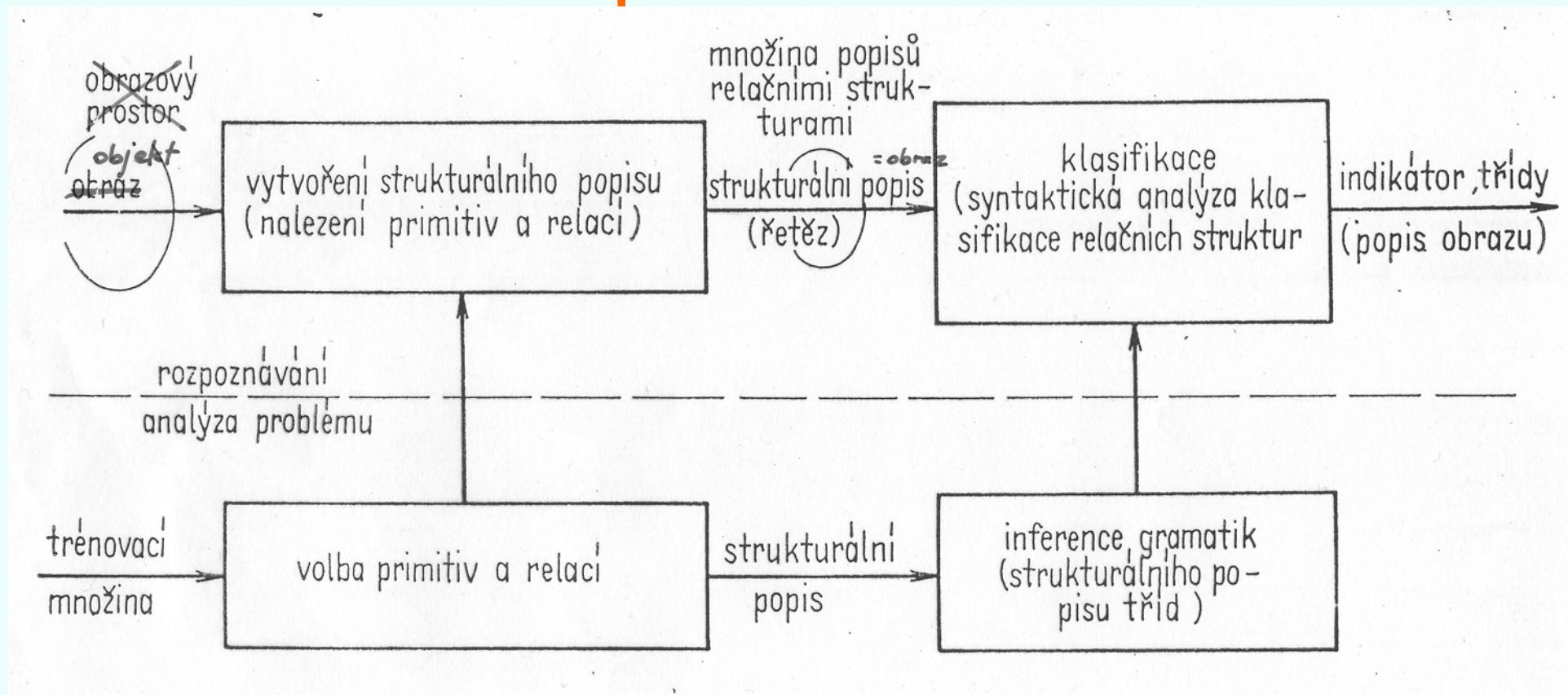
Rozpoznávání strukturně popsaných objektů = rozhodnutí, zda vytvořený strukturní popis objektu (slovo) **je slovem** (frází) **jazyka příslušné třídy**.

Výhody strukturních metod rozpoznávání:

- invariantní na pozici a natočení obrazu,
- méně složité popisy u složitých objektů

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Úloha struktturního rozpoznávání



4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Slovní formulace:

Algoritmus 7.3 - Syntaktické rozpoznávání

Fáze učení

- (1) Na základě analýzy úlohy definujte primitiva a jejich vzájemné relace.
- (2) Analýzou syntaktických popisů předmětů jednotlivých tříd případně odvozováním (inferencí) (odstavec 7.2.3) sestrojte gramatiku reprezentující každou třídu.

Fáze rozpoznávání

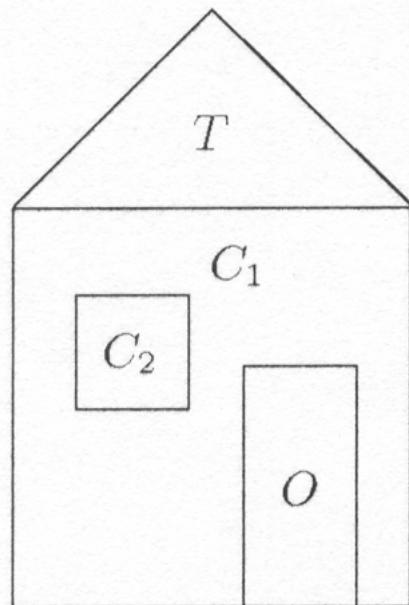
- (3) Při rozpoznávání, do které třídy předmět náleží, extra-hujte nejprve jeho primitiva, určete jejich druh a vzájemné relace. Sestrojte slovo reprezentující popisovaný předmět.
- (4) Na základě výsledku syntaktické analýzy zařaďte předmět do té třídy, jejíž gramatika (sestrojená v kroku (2)) dané slovo generuje.

Jak postupovat při vytváření strukturních popisů:

1. nalézt všechna **primitiva** a přiřadit jím prvky nosiče struktury;
2. každému prvku struktury přiřadit **vlastnost** (unární relaci) označenou jménem (symbolem) odpovídajícího primitiva;
3. určit **vztahy mezi primitivy** (binární relace), čímž vytvoříme **relační strukturu**;
4. doplnit případnou informaci číselné povahy (vytvoříme **sémantickou informaci**, popř. sémantický vektor).

Vytváření popisné relační struktury (strukturního obrazu)

$$\mathcal{M} \equiv \{ T, O, C_1, C_2 \}$$



unární relace:

T ... je trojúhelník

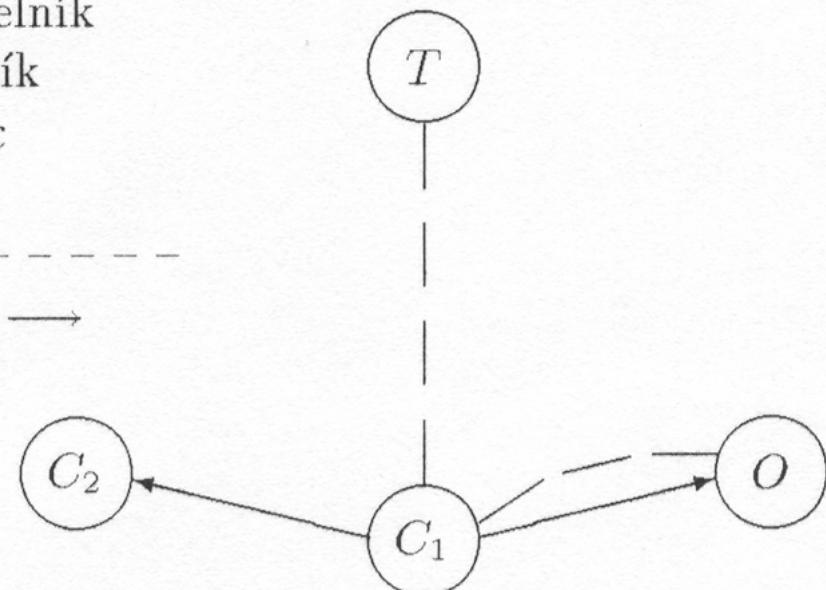
O ... je obdélník

C ... je čtverec

binární relace:

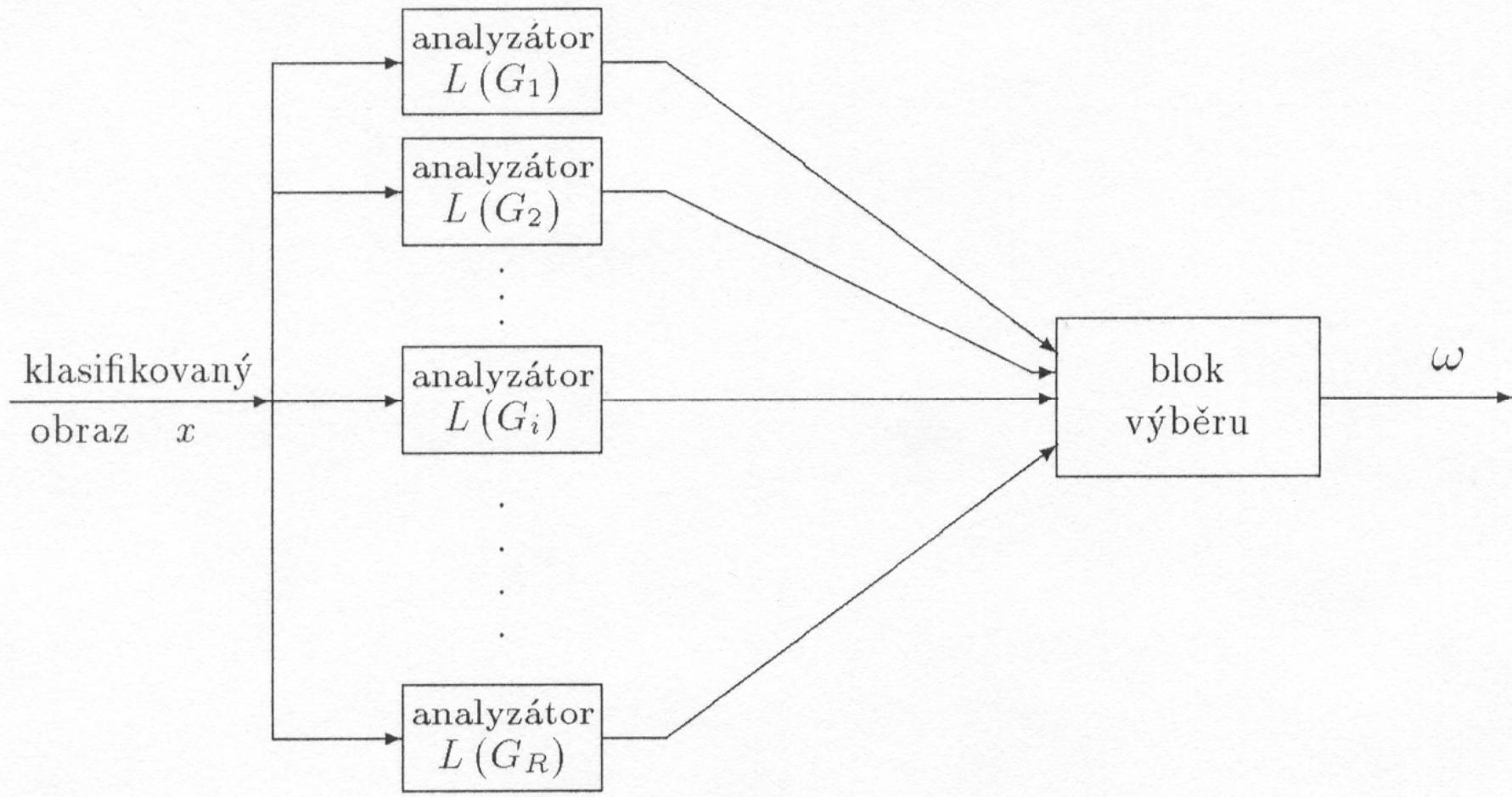
dotýká se ... ——————

je uvnitř ... →



4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Struktura klasifikátoru

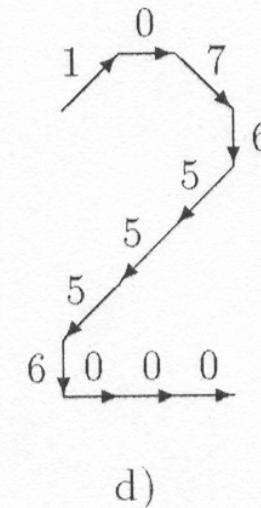
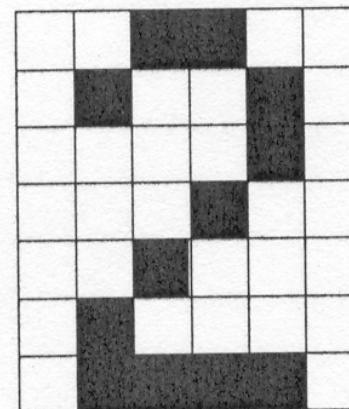
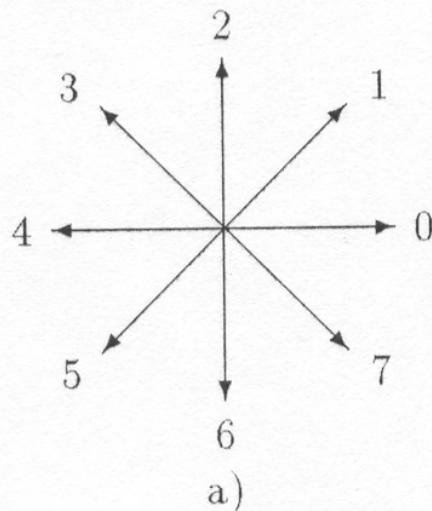


Extrakce primitiv, vytváření strukturálních obrazů

1. **Počet** typů (druhů) primitiv i relací (vztahů) mezi nimi by měl být **co nejmenší**.
2. **Primitiva** by měla **odpovídat** základním (přirozeným) **strukturním elementům** objektu, jimiž lze objekt vyčerpávajícím způsobem popsat; přitom primitiva musejí být snadno **extrahovatelná** a **klasifikovatelná** (nejčastěji některou příznakovou metodou).
3. **Nalezení** (určení) **primitiv** a **relací** mezi nimi (způsob nalezení, algoritmus, ...) by mělo být **algoritmicky co nejjednodušší**.

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Příklad extrakce primitiv Freemanovým kódem



Výsledná reprezentace tvaru číslice 2: 10765556000

Obr. 5.7: Příklad popisu číslice 2 Freemanovým řetězovým kódem

- a) směrová růžice Freemanova kódu
- b) "překrytí" kódovaného znaku kódovacím rastrem
- c) přibližná reprezentace znaku v kódovacím rastru
- d) posloupnost směrů v kódovacím rastru reprezentující znak 2

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

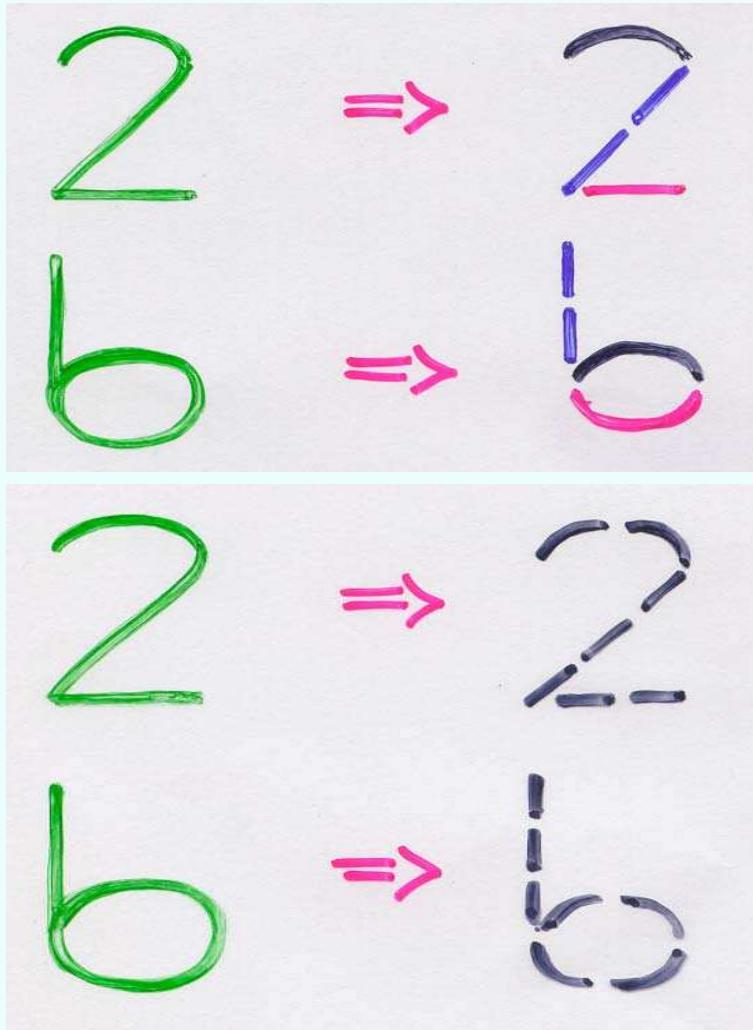
Př.: Strukturní rozpoznávání (**klasifikace** !) ručně psaných číslic

 TEST SPOLEHLIVOSTI OCR PÍSMA HANDPRINT NUMERIC
ŠKODA, K. P., PLZEN - OTR/VB | SYSTEM SCAN-BATA 2250/1

	TESTOVACÍ FORMULÁŘ OCR PÍSMA HANDPRINT NUMERIC											
SKODA, K. P., PLZEN - OTR/VS					SYSTEM SCAN-DATA 2250/1					VZOR PÍSMΑ		
EV. ČIS.		OSOBNÍ ČISLO		PROV. - STŘ.		DD	MM	RR	VÝPSAL			
I												
EV. ČIS. OSOBNÍ ČISLO PROV. - STŘ. DD MM RR VÝPSAL HODNOCENÍ												
I												
KZ PZ KZ - NEVYPLENĚNÝ - CELOU ŘADU VYPNUT ZNAKY PZ X - ZRУSENÝ, ČTENÍ RADĚJ, 1 - VYPNUT / + 2 - VYPNUT 0 - 9, A - VYPNUT ACT X, B - B + RX - T												
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
	0											
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	A											
	C											
	T											
	X											
	+											
	/											
I												
RADKY VYPNĚTE LIBOVOLNÝM PŘEDEPSANÝM ZNAKEM PZ NEBO LIBOVOLNOU KOMBINACÍ ZNAKŮ												

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Vytvoření strukturního popisu



Definujeme primitiva

primitivum	/		-	\	()	~	~
označení	A	B	C	D	E	F	G	H

Strukturní popisy:

2: GAAC

6: BBHG (BBGH)

Definujeme primitiva

primitivum	/		-	\	⌇	⌈	⌉	⌊
označení	A	B	C	D	E	F	G	H

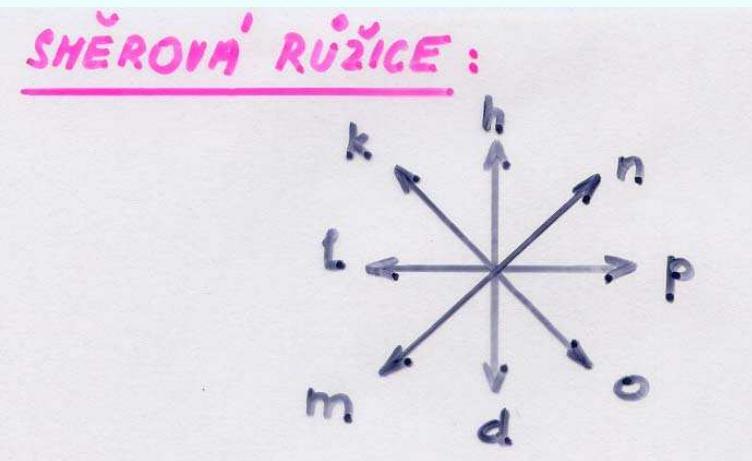
Strukturní popisy:

2: EFAAAACC

6: BBBGHFE (BBBEFHG)

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Praktický příklad extrakce primitiv



PRIMITIVA:

označení:

A

B

C

D

E

F

G

H

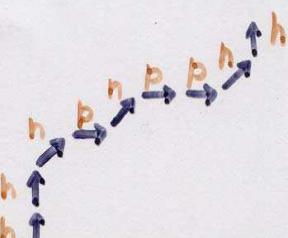
přípustné tvary:



PŘÍKLADY:

př. popisu primitiva E
 pomocí směrové růžice:

hhnpnppnh :

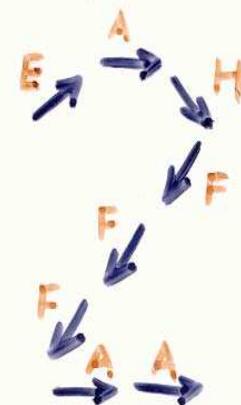


4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Strukturální popisy (obrazy) číslic 2 a 6:

př. popisu číslice 2
pomoci primativ:

E A H F F F A A :

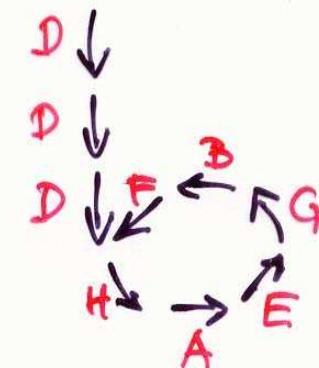
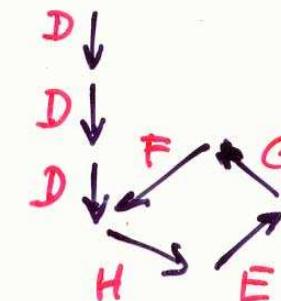


číslice 6:

DDDHEGF

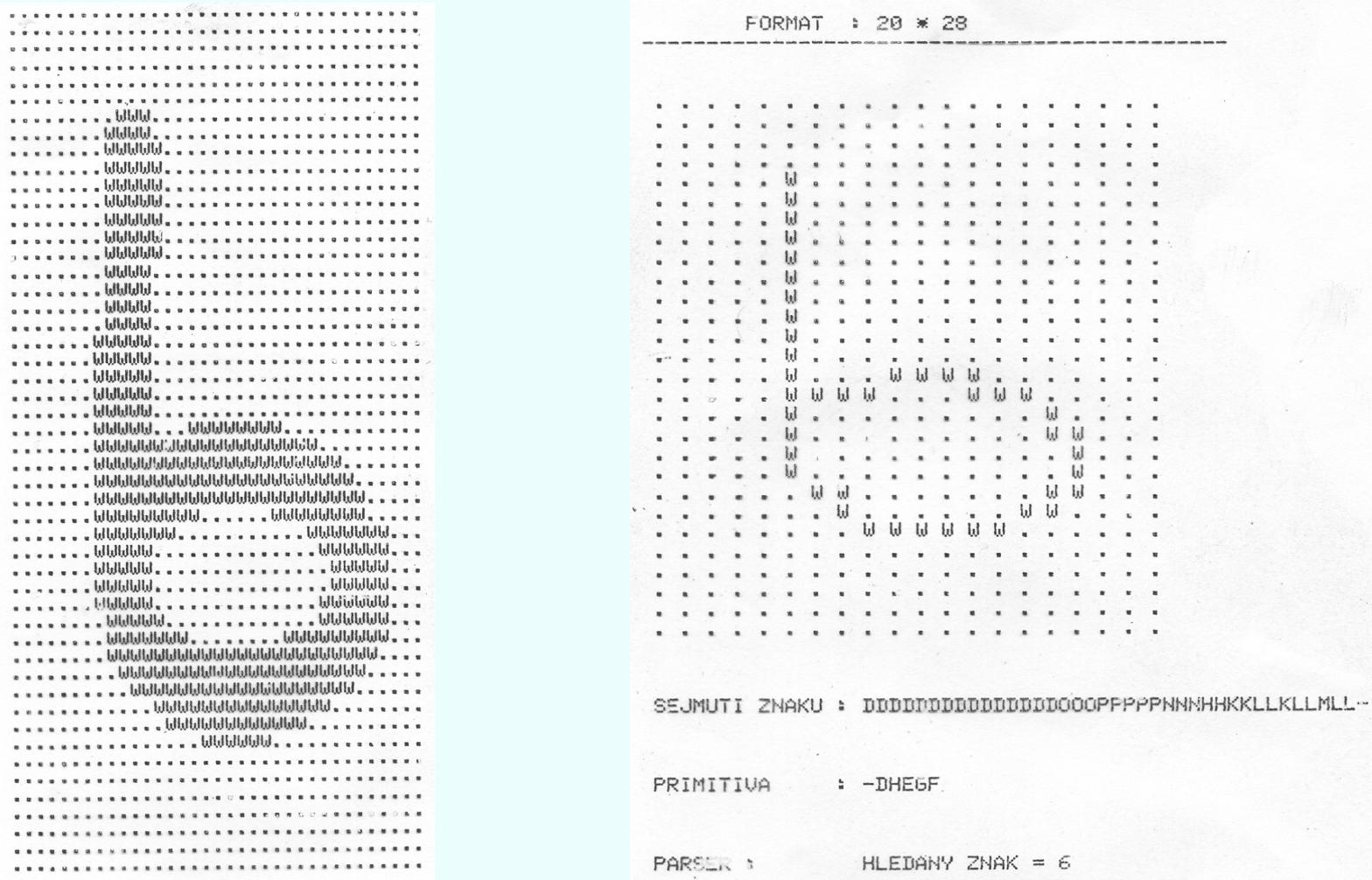
nebo

DDDHAEGBF



4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

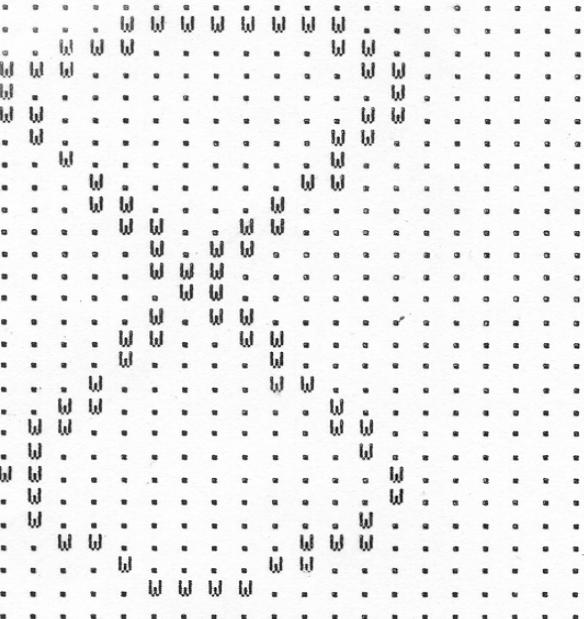
Zpracování a klasifikace číslice „6“



4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Totéž pro číslici „8“:

FORMAT : 20 * 28



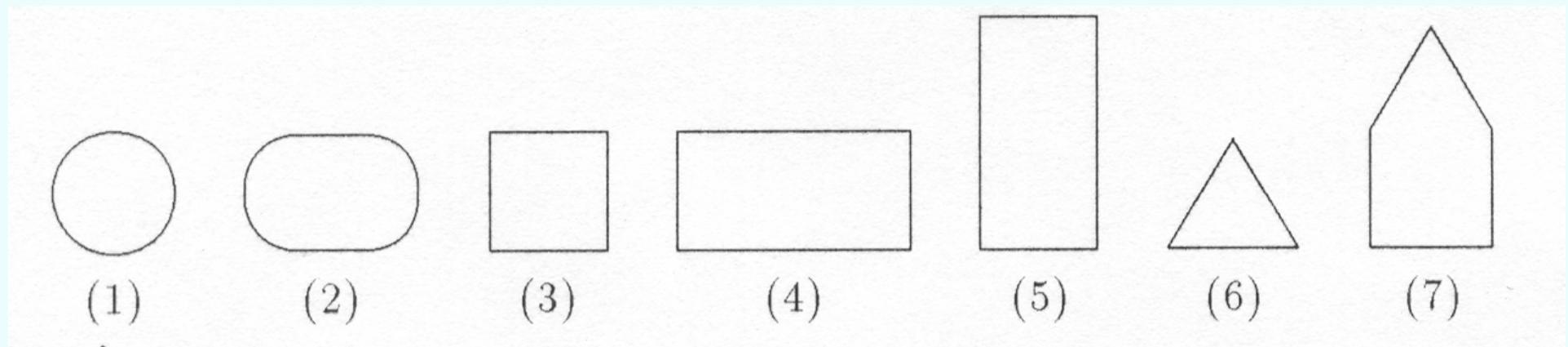
SEJMUTI ZNAKU : DDOOOOOODD0000000D0DMMMLMLLLKKLKHNNNNNNH
NNNNHHNNNNHHKKL LLLLMMLL-M-

PRIMITIVA : -HHHFGEGBF-F

PARSER : HLEDANY ZNAK = 8

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Strukturní rozpoznávání geometrických objektů



primitivum	—		/	\	()
symb. označení	a	b	c	d	e	f

4. Klasifikace, rozpoznávání a shlukování

Gramatiky

a

strukturní popisy objektů

$$G_1 = \langle V_{N1}, V_{T1}, S_1, R_1 \rangle$$

$$V_{N1} \equiv \{S_1, X_1, Y_1\}$$

$$V_{T1} \equiv \{\text{e}, \text{f}\}$$

$$\begin{aligned} R_1 \equiv & \{S_1 \rightarrow X_1 Y_1, \\ & X_1 \rightarrow \text{e}, Y_1 \rightarrow \text{f}\} \end{aligned}$$

$$G_3 = \langle V_{N3}, V_{T3}, S_3, R_3 \rangle$$

$$V_{N3} \equiv \{S_3, X_3, Y_3\}$$

$$V_{T3} \equiv \{\text{a}, \text{b}\}$$

$$\begin{aligned} R_3 \equiv & \{S_3 \rightarrow (X_3 Y_3)^2, \\ & X_3 \rightarrow \text{b}, Y_3 \rightarrow \text{a}\} \end{aligned}$$

$$G_5 = \langle V_{N5}, V_{T5}, S_5, R_5 \rangle$$

$$V_{N5} \equiv \{S_5, X_5, Y_5\}$$

$$V_{T5} \equiv \{\text{a}, \text{b}\}$$

$$\begin{aligned} R_5 \equiv & \{S_5 \rightarrow (X_5 Y_5)^2, \\ & X_5 \rightarrow \text{b} X_4 | \text{b}, Y_5 \rightarrow \text{a}\} \end{aligned}$$

$$G_7 = \langle V_{N7}, V_{T7}, S_7, R_7 \rangle$$

$$V_{N7} \equiv \{S_7, X_7, Y_7\}$$

$$V_{T7} \equiv \{\text{a}, \text{b}, \text{c}, \text{d}\}$$

$$\begin{aligned} R_7 \equiv & \{S_7 \rightarrow \text{c} X_1 \text{d}, \\ & X_7 \rightarrow Y_7 \text{a} Y_7, Y_7 \rightarrow \text{b} Y_7 | \text{b}\} \end{aligned}$$

$$G_2 = \langle V_{N2}, V_{T2}, S_2, R_2 \rangle$$

$$V_{N2} \equiv \{S_2, X_2, Y_2, Z\}$$

$$V_{T2} \equiv \{\text{a}, \text{e}, \text{f}\}$$

$$\begin{aligned} R_2 \equiv & \{S_2 \rightarrow X_2 Y_2, X_2 \rightarrow \text{e} Z, \\ & Y_2 \rightarrow \text{f} Z, Z \rightarrow \text{a} Z | \text{a}\} \end{aligned}$$

$$G_4 = \langle V_{N4}, V_{T4}, S_4, R_4 \rangle$$

$$V_{N4} \equiv \{S_4, X_4, Y_4\}$$

$$V_{T4} \equiv \{\text{a}, \text{b}\}$$

$$\begin{aligned} R_4 \equiv & \{S_4 \rightarrow (X_4 Y_4)^2, \\ & X_4 \rightarrow \text{b}, Y_4 \rightarrow \text{a} Y_4 | \text{a}\} \end{aligned}$$

$$G_6 = \langle V_{N6}, V_{T6}, S_6, R_6 \rangle$$

$$V_{N6} \equiv \{S_6, X_6\}$$

$$V_{T6} \equiv \{\text{a}, \text{c}, \text{d}\}$$

$$\begin{aligned} R_6 \equiv & \{S_6 \rightarrow \text{c} X_6 \text{d}, \\ & X_6 \rightarrow \text{a}\} \end{aligned}$$

$$(1) \quad \text{e f}$$

$$(2) \quad \text{e a f a}, \text{ resp. } \text{e a a f a a} \dots \text{e}(\text{a})^n \text{f}(\text{a})^n$$

$$(3) \quad \text{b a b a}$$

$$(4) \quad \text{b a a b a a}, \text{ resp. } \text{b a a a b a a a} \dots \text{b}(\text{a})^n \text{b}(\text{a})^n$$

$$(5) \quad \text{b b a b b a}, \text{ resp. } \text{b b b a b b b a} \dots (\text{b})^n \text{a}(\text{b})^n \text{a}$$

$$(6) \quad \text{c a d}$$

$$(7) \quad \text{c b a b d}, \text{ resp. } \text{c b b a b b d} \dots \text{c}(\text{b})^n \text{a}(\text{b})^n \text{d}$$