

# Teorie kódování - Shannon–Fanova metoda

Konrád Černý

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

# Obsah prezentace

## Shannon–Fanova metoda

- 1 Teorie a postup této metody
- 2 Zadání příkladu
- 3 Sestavení rovnice pro výpočet pravděpodobností
- 4 Sestavení tabulky pravděpodobností
- 5 Grafické znázornění postupu

# Základní informace

- 1 Shannon–Fanovo kódování je statistická metoda bezeztrátové komprese navržená roku 1949 Shannonem, Weaverem a Fanem.
- 2 Od Huffmanova kódování se liší pouze konstrukcí binárního stromu (tento kód je konstruován od kořene k listům).
- 3 Řešení nemusí být vždy optimální.
- 4 Výsledný kód je prefixový.
- 5 Používá se v kompresních programech.

# Konstrukce binárního kódu

- 1 Zdrojové znaky uspořádáme sestupně podle  $p_i$
- 2 Zdrojové znaky se rozdělí na dvě podskupiny tak, aby součet pravděpodobností v obou skupinách byl přibližně stejný
- 3 První skupině se přiřadí znak 0 a druhé znak 1
- 4 Opakujeme postup od bodu 2 dokud v každé podskupině nezůstane pouze jeden zdrojový znak

# Zadání příkladu

Nalezněte binární kód pro znaky zdrojové abecedy  
 $\mathbb{Z} = \{A, B, C, D, I, L, 0, 1, 2, 3, ., ;, !, ?\}$ , kde se písmena vyskytují dvakrát častěji než číslice a číslice dvakrát častěji než interpunkční znaménka.

# Sestavení rovnice pro výpočet pravděpodobností a tabulky pravděpodobností

## Sestavení rovnice:

- $4x+4x+4x+4x+4x+4x+2x+2x+2x+2x+x+x+x+x = 1$
- $36x = 1$
- $x = \frac{1}{36}$

# Sestavení rovnice pro výpočet pravděpodobností a tabulky pravděpodobností

## Sestavení rovnice:

- $4x + 4x + 4x + 4x + 4x + 4x + 2x + 2x + 2x + 2x + x + x + x + x = 1$
- $36x = 1$
- $x = \frac{1}{36}$

## Tabulka pravděpodobností:

A	B	C	D	I	L	0	1	2	3	.	;	!	?
$\frac{4}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{4}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{2}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$	$\frac{1}{36}$

výsledný kód

$z_i$	$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$
A	1/9					
B	1/9					
C	1/9					
D	1/9					
I	1/9					
L	1/9					
0	1/18					
1	1/18					
2	1/18					
3	1/18					
.	1/36					
;	1/36					
!	1/36					
?	1/36					



## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

výsledný kód	$z_i$		$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$
	0	A	1/9	5/9	0		
0	B	1/9	0				
0	C	1/9	0				
0	D	1/9	0				
0	I	1/9	0				
	L	1/9					
	0	1/18					
	1	1/18					
	2	1/18					
	3	1/18					
	.	1/36					
	;	1/36					
	!	1/36					
	?	1/36					

## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

výsledný kód	$z_i$		$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$
	0	A	1/9	5/9	0		
0	B	1/9	0				
0	C	1/9	0				
0	D	1/9	0				
0	I	1/9	0				
1	L	1/9	4/9	1			
1	0	1/18		1			
1	1	1/18		1			
1	2	1/18		1			
1	3	1/18		1			
1	.	1/36		1			
1	;	1/36		1			
1	!	1/36		1			
1	?	1/36	1				

## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

výsledný kód		$z_i$	$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$
0	0	A	1/9	5/9	0	1/3	0	
0	0	B	1/9		0		0	
0	0	C	1/9		0		0	
0	1	D	1/9		0	2/9	1	
0	1	I	1/9		0		1	
1		L	1/9	4/9	1			
1		0	1/18		1			
1		1	1/18		1			
1		2	1/18		1			
1		3	1/18		1			
1		.	1/36		1			
1		;	1/36		1			
1		!	1/36		1			
1		?	1/36		1			

## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

<b>výsledný kód</b>	$z_i$	$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	
0 0	A	1/9	5/9	0	1/3	0		
0 0	B	1/9		0		0		0
0 0	C	1/9		0		0		0
0 1	D	1/9		0	2/9	1		
0 1	I	1/9		0		1		
1 0	L	1/9	4/9	1	2/9	0		
1 0	0	1/18		1		0		
1 0	1	1/18		1		0		
1 1	2	1/18		1	2/9	1		
1 1	3	1/18		1		1		
1 1	.	1/36		1		1		
1 1	;	1/36		1		1		
1 1	!	1/36		1		1		
1 1	?	1/36	1	1				

## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

<b>výsledný kód</b>	$z_i$	$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	
0 0 0	A	1/9	5/9	0	1/3	0	0	
0 0 0	B	1/9		0		0	2/9	0
0 0 1	C	1/9		0		0	1/9	1
0 1 0	D	1/9		0	2/9	1	1/9	0
0 1 1	I	1/9		0		1	1/9	1
1 0 0	L	1/9	4/9	1	2/9	0	1/9	0
1 0 1	0	1/18		1		0	1/9	1
1 0 1	1	1/18		1	0	1/9	1	
1 1 0	2	1/18		1	2/9	1	1/9	0
1 1 0	3	1/18		1		1	1/9	0
1 1 1	.	1/36		1		1	1/9	1
1 1 1	;	1/36		1		1		1
1 1 1	!	1/36		1		1		1
1 1 1	?	1/36		1	1	1		

## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

<b>výsledný kód</b>	$z_i$	$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$			
0 0 0 0	A	1/9	5/9	0	1/3	0	2/9	0	1/9	0	
0 0 0 1	B	1/9		0		0	0	2/9	0	1/9	1
0 0 1	C	1/9		0		0	1	1/9	1		
0 1 0	D	1/9		0	2/9	1	1/9	0			
0 1 1	I	1/9		0		1	1/9	1			
1 0 0	L	1/9	4/9	1	2/9	0	1/9	0			
1 0 1 0	0	1/18		1		0	0	1/9	1	1/18	0
1 0 1 1	1	1/18		1		0	0	1	1	1/18	1
1 1 0 0	2	1/18		1	2/9	1	1/9	0	1/18	0	
1 1 0 1	3	1/18		1		1		0	1/18	1	
1 1 1 0	.	1/36		1		1	1/9	1	1	1/18	0
1 1 1 0	;	1/36		1	1	1		1	1	0	
1 1 1 1	!	1/36		1	1	1		1	1	1/18	1
1 1 1 1	?	1/36		1	1	1		1	1	1	1

## Postupné rozdělování do podskupin a přidělování 0 a 1

výsledný kód						$z_i$	$P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$	$\Sigma P(z_i)$				
0	0	0	0	0		A	1/9	5/9	0	1/3	0	2/9	0	1/9	0		
0	0	0	1		B	1/9	0		1/3		0	2/9	0	1/9	1		
0	0	1			C	1/9	0		2/9		0	1/9	1				
0	1	0			D	1/9	0		2/9	1	1/9	0					
0	1	1			I	1/9	0		2/9	1	1/9	1					
1	0	0			L	1/9	4/9	1	2/9	0	1/9	0					
1	0	1	0		0	1/18		1		2/9	0	1/9	1	1/18	0		
1	0	1	1		1	1/18		1		2/9	0	1/9	1	1/18	1		
1	1	0	0		2	1/18		1	2/9	1	1/9	0	1/18	0			
1	1	0	1		3	1/18		1		1/9		0	1/9	0	1/18	1	
1	1	1	0	0	.	1/36		1		2/9	1	1/9	1	1/18	0	1/36	0
1	1	1	0	1	;	1/36		1		2/9	1		1/9	1	1/18	0	1/36
1	1	1	1	0	!	1/36		1	2/9	1	1/9		1	1/18	1	1/36	0
1	1	1	1	1	?	1/36		1	2/9	1	1/9	1	1/18	1	1/36	1	

# Zakódování zdrojové zprávy pomocí vypočítaných kódových slov

$z_i$	výsledný kód
A	0 0 0 0
B	0 0 0 1
C	0 0 1
D	0 1 0
I	0 1 1
L	1 0 0
0	1 0 1 0
1	1 0 1 1
2	1 1 0 0
3	1 1 0 1
.	1 1 1 0 0
;	1 1 1 0 1
!	1 1 1 1 0
?	1 1 1 1 1

Zdrojová zpráva: BACIL.12

Kódová zpráva:

000100000010111001110010111100