

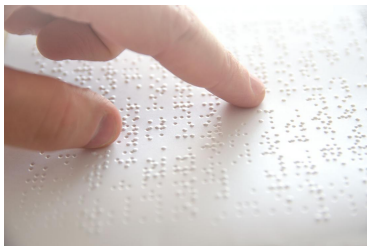
Kontekstno-neodvisne gramatike za kodiranje in stiskanje podatkov

Janez Podlogar

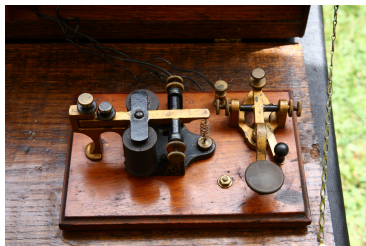
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko

21. 11. 2022

Kodiranje in kod



Slika: Telegrafska tipka in zvočnik



Slika: Braillova pisava

Kodiranje in kod

- Spreminjanje zapisa sporočila imenujemo *kodiranje*

Kodiranje in kod

- Spreminjanje zapisa sporočila imenujemo *kodiranje*
- Sistem pravil po katerem se kodiranje opravi imenujemo *kod*

Morsejeva abeceda

Morsejeva abeceda je kodiranje črk, števil in ločil s pomočjo zaporedja signalov:

Morsejeva abeceda

Morsejeva abeceda je kodiranje črk, števil in ločil s pomočjo zaporedja signalov:

- Dolžina kratkega signala je ena enota

Morsejeva abeceda

Morsejeva abeceda je kodiranje črk, števil in ločil s pomočjo zaporedja signalov:

- Dolžina kratkega signala je ena enota
- Dolgi signal je trikrat daljši od kratkega signala

Morsejeva abeceda

Morsejeva abeceda je kodiranje črk, števil in ločil s pomočjo zaporedja signalov:

- Dolžina kratkega signala je ena enota
- Dolgi signal je trikrat daljši od kratkega signala
- Razmik med signali znotraj črke je tišina dolžine kratkega signala

Morsejeva abeceda

Morsejeva abeceda je kodiranje črk, števil in ločil s pomočjo zaporedja signalov:

- Dolžina kratkega signala je ena enota
- Dolgi signal je trikrat daljši od kratkega signala
- Razmik med signali znotraj črke je tišina dolžine kratkega signala
- Razmik med črkami je tišina dolga tri kratke signale oz. en dolgi signal

Morsejeva abeceda

Morsejeva abeceda je kodiranje črk, števil in ločil s pomočjo zaporedja signalov:

- Dolžina kratkega signala je ena enota
- Dolgi signal je trikrat daljši od kratkega signala
- Razmik med signali znotraj črke je tišina dolžine kratkega signala
- Razmik med črkami je tišina dolga tri kratke signale oz. en dolgi signal
- Presledek med besedami je tišina dolga sedmih kratkih signalov

Abeceda in nizi na abecedi

Definicija

- *Abeceda* je končna neprazna množica Σ
- *Množica vseh končnih nizov abecede* Σ označimo z Σ^*

Abeceda in nizi na abecedi

Definicija

- *Abeceda* je končna neprazna množica Σ
- *Množica vseh končnih nizov abecede* Σ označimo z Σ^*

Primer nizov abecede

Naj bo $\Sigma = \{a, b, c\}$ abeceda, potem sta niza

$$ab \in \Sigma^*, \quad cababcccababcccab \in \Sigma^*$$

Kodiranje in dekodiranje

Definicija

- *Kodiranje nizov abecede Σ* je injektivna funkcija $\kappa: \Sigma^* \rightarrow \Sigma_c^*$

Kodiranje in dekodiranje

Definicija

- *Kodiranje nizov abecede* Σ je injektivna funkcija $\kappa: \Sigma^* \rightarrow \Sigma_c^*$
- *Dokodiranje kodiranja* κ je funkcija $\delta: C \subseteq \Sigma_c^* \rightarrow \Sigma^*$, da velja

$$\forall w \in \Sigma^*: \delta(\kappa(w)) = w$$

Morsejeva abeceda

Morsov kod

Morsejeva abeceda

Morsov kod

- $\Sigma = \{A, B, \dots, Z\} \cup \{0, 1, \dots, 9\} \cup \{_ \}$

Morsejeva abeceda

Morsov kod

- $\Sigma = \{A, B, \dots, Z\} \cup \{0, 1, \dots, 9\} \cup \{_ \}$
- $\Sigma_c = \{., -, \square\}$

Morsejeva abeceda

Morsov kod

- $\Sigma = \{A, B, \dots, Z\} \cup \{0, 1, \dots, 9\} \cup \{_ \}$
- $\Sigma_c = \{., -, \square\}$
- $\kappa_S: \Sigma \rightarrow \Sigma_c^*$

Kodna funkcija črk κ_s

- Vrednosti funkcije so določene s tabelo

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| A | • | — | | | | | | | |
| B | — | — | • | • | • | • | • | • | |
| C | — | — | • | • | • | • | • | • | |
| D | — | — | • | • | • | • | • | • | |
| E | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| F | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| G | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| H | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| I | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| J | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| K | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| L | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| M | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| N | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| O | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| P | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Q | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| R | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| S | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| T | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| U | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| V | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| W | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| X | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Y | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| Z | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 1 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 2 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 3 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 4 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 5 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 6 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 7 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 8 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 9 | • | • | • | • | • | • | • | • | |
| 0 | • | • | • | • | • | • | • | • | |

- Dodatno $\kappa_s(_) = \square\square\square$

Morsejeva abeceda

Morsov kod

- $\Sigma = \{A, B, \dots, Z\} \cup \{0, 1, \dots, 9\} \cup \{_ \}$
- $\Sigma_c = \{., -, \square\}$
- $\kappa_s: \Sigma \rightarrow \Sigma_c^*$
- $\kappa(w) = \kappa_s(a_1)\square\square\square\square\kappa_s(a_2)\square\square\square\square \cdots \kappa_s(a_n)$

Morsejeva abeceda

Morsov kod

- $\Sigma = \{A, B, \dots, Z\} \cup \{0, 1, \dots, 9\} \cup \{_ \}$
- $\Sigma_c = \{., -, \square\}$
- $\kappa_S: \Sigma \rightarrow \Sigma_c^*$
- $\kappa(w) = \kappa_S(a_1)\square\square\square\square\kappa_S(a_2)\square\square\square\square \cdots \kappa_S(a_n)$

Primer kodiranja z Morsejevo abecedo

$$\begin{aligned}\kappa(\text{SOS}) &= \kappa_S(\text{S})\square\square\square\square\kappa_S(\text{O})\square\square\square\square\kappa_S(\text{S}) \\ &= .\square.\square.\square\square\square - \square - \square - \square\square\square.\square.\square.\end{aligned}$$

Stiskanje podatkov

Definicija

Stiskanje je kodiranje K za katerega velja

$$\exists n \in \mathbb{N} \forall w \in \Sigma^* : |w| \geq n \implies |\kappa(w)| \ll |w|$$

Stiskanje podatkov

Primer stiskanja niza

- Za abecedo vzemimo $\Sigma = \{a, b, c\}$ in stisnimo niz

$$w = cababcccababcccab$$

Stiskanje podatkov

Primer stiskanja niza

- Za abecedo vzemimo $\Sigma = \{a, b, c\}$ in stisnimo niz

$$w = cababcccababcccab$$

- Uvedemo oznaki $A = ab$ in $B = ccc$

$$w = cAABAABA$$

Stiskanje podatkov

Primer stiskanja niza

- Za abecedo vzemimo $\Sigma = \{a, b, c\}$ in stisnimo niz

$$w = cababcccababcccab$$

- Uvedemo oznaki $A = ab$ in $B = ccc$

$$w = cAABAABA$$

- Uvedemo novo spremenljivko $C = AAB$

$$w = cCCA$$

Stiskanje podatkov

Primer stiskanja niza

Prešnji postopek zapišemo na sledeč način

$$S \rightarrow cCCA,$$

$$A \rightarrow ab,$$

$$B \rightarrow ccc,$$

$$C \rightarrow AAB$$

Kontekstno-neodvisne gramatike

Definicija

Kontekstno-neodvisna gramatika je četverica $G = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

Kontekstno-neodvisne gramatike

Definicija

Kontekstno-neodvisna gramatika je četverica $G = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- V končna množica *nekončnih simbolov*

Kontekstno-neodvisne gramatike

Definicija

Kontekstno-neodvisna gramatika je četverica $G = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- V končna množica *nekončnih simbolov*
- abeceda Σ množica *končnih simbolov*

Kontekstno-neodvisne gramatike

Definicija

Kontekstno-neodvisna gramatika je četverica $G = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- V končna množica *nekončnih simbolov*
- abeceda Σ množica *končnih simbolov*
- $P \subseteq V \times (V \cup \Sigma)^*$ celovita relacija

Kontekstno-neodvisne gramatike

Definicija

Kontekstno-neodvisna gramatika je četverica $G = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- V končna množica *nekončnih simbolov*
- abeceda Σ množica *končnih simbolov*
- $P \subseteq V \times (V \cup \Sigma)^*$ celovita relacija
- $S \in V$ *začetni simbol*

Kontekstno-neodvisne gramatike

Definicija

Kontekstno-neodvisna gramatika je četverica $G = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- V končna množica *nekončnih simbolov*
- abeceda Σ množica *končnih simbolov*
- $P \subseteq V \times (V \cup \Sigma)^*$ celovita relacija
- $S \in V$ *začetni simbol*

Definicija

Jezik kontekstno-neodvisne gramatike G je množica vseh nizov, ki jih lahko izpeljemo z gramatiko G , označimo ga z $L(G)$.

Stiskanja niza z kontekstno-neodvisno gramatiko

Stiskanje niza $w = cababcccababcccab$

Naj bo $G_w = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

Stiskanja niza z kontekstno-neodvisno gramatiko

Stiskanje niza $w = cababcccababcccab$

Naj bo $G_w = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- $V = \{S, A, B, C\}$

Velja, da je

$$L(G_w) = \{w\}$$

Stiskanja niza z kontekstno-neodvisno gramatiko

Stiskanje niza $w = cababcccababcccab$

Naj bo $G_w = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- $V = \{S, A, B, C\}$
- $\Sigma = \{a, b, c\}$

Velja, da je

$$L(G_w) = \{w\}$$

Stiskanja niza z kontekstno-neodvisno gramatiko

Stiskanje niza $w = cababcccababcccab$

Naj bo $G_w = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- $V = \{S, A, B, C\}$
- $\Sigma = \{a, b, c\}$
- $P = \{S \rightarrow cCCA, A \rightarrow ab, B \rightarrow ccc, C \rightarrow AAB\}$

Velja, da je

$$L(G_w) = \{w\}$$

Stiskanja niza z kontekstno-neodvisno gramatiko

Stiskanje niza $w = cababcccababcccab$

Naj bo $G_w = (V, \Sigma, P, S)$, kjer je

- $V = \{S, A, B, C\}$
- $\Sigma = \{a, b, c\}$
- $P = \{S \rightarrow cCCA, A \rightarrow ab, B \rightarrow ccc, C \rightarrow AAB\}$
- $S = S$

Velja, da je

$$L(G_w) = \{w\}$$