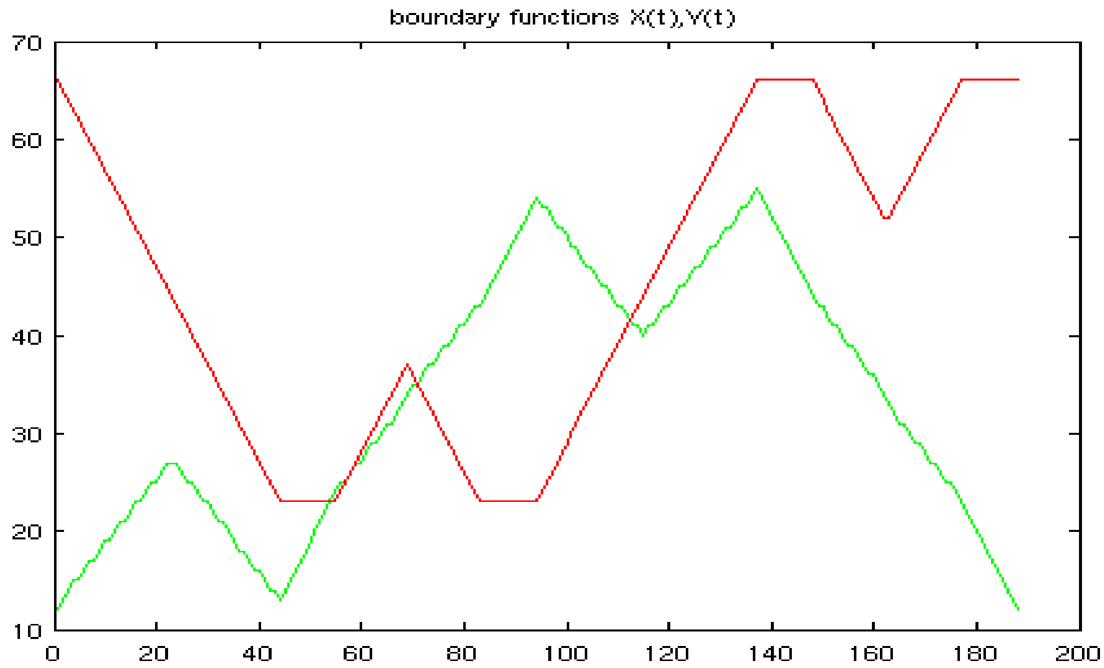
Klasifikace pomocí Fourierovských deskriptorů

Jan Bařtipán / A03043 / bartipan@students.zcu.cz

Zadání

- Fourierovský popis ploch – klasifikace objektů s jednoduchými tvary pomocí tvarových charakteristik – invariantů
- příznakový vektor sestaven z invariantů pro definovaný počet harmonických, metoda klasifikace – min Δj, pro $\forall j$, od vzoru Dj jako reprezentanta třídy objektů Tj

Hranice objektu



- Pro popis objektu jsem vyšel z hraničních křivek popisovaného objektu

Fourierova transformace

- Koeficienty jednotlivých souřadnic transformujeme FT:

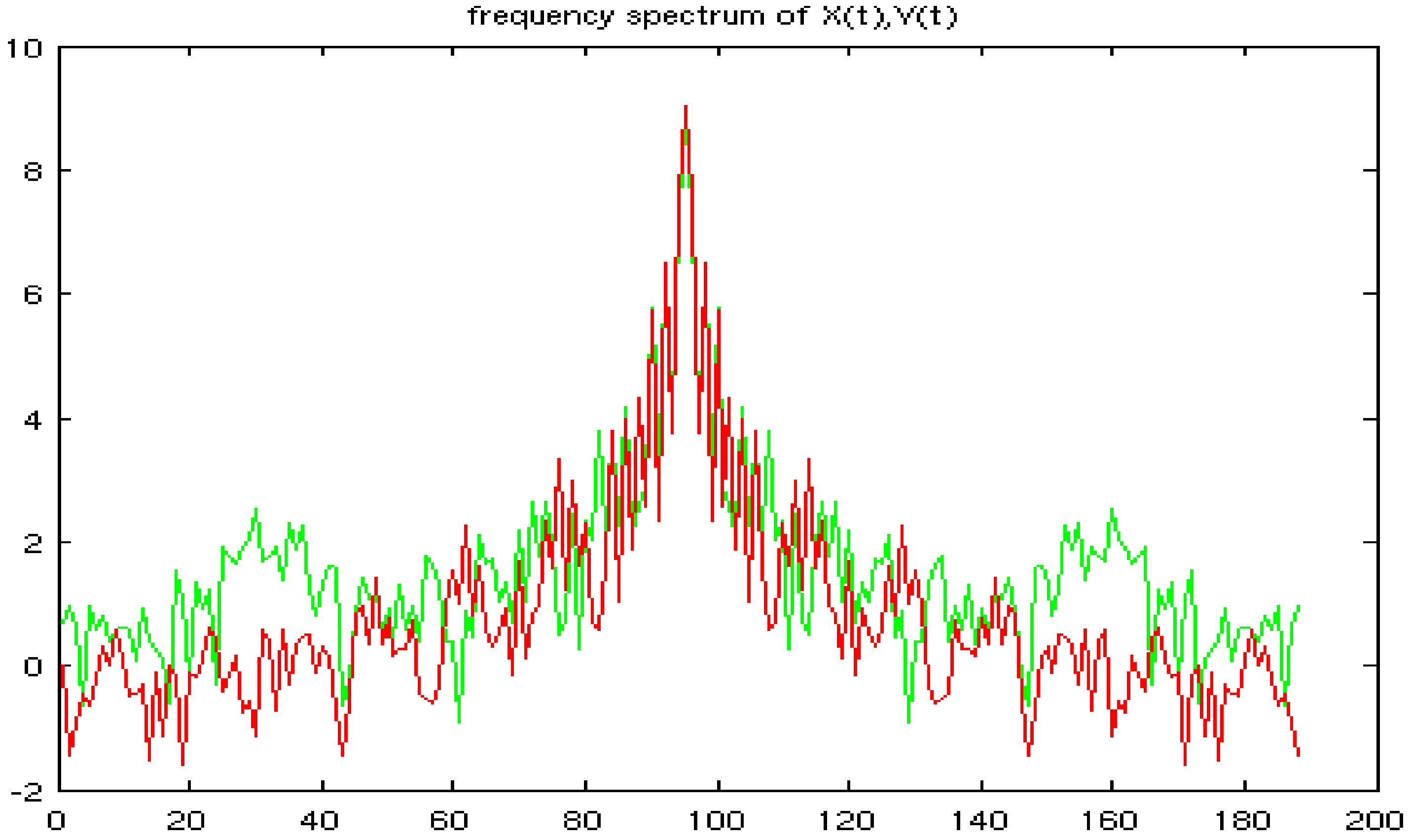
$$a_{xi}=\sum_{k=1}^{n} x_k \cdot \cos(\frac{2\pi k i}{n})$$

$$b_{xi}=\sum_{k=1}^{n} x_k \cdot \sin(\frac{2\pi k i}{n})$$

$$a_{yi}=\sum_{k=1}^{n} y_k \cdot \cos(\frac{2\pi k i}{n})$$

$$b_{yi}=\sum_{k=1}^{n} y_k \cdot \sin(\frac{2\pi k i}{n})$$

Fourierova transformace



Inverzní Fourierova transformace

- Inverzní transformace:

$$x_i = \frac{1}{2} \cdot a_{x0} + \sum_{k=1}^{n} \left[a_{xk} \cdot \cos\left(\frac{2\pi k i}{n}\right) + b_{xk} \cdot \sin\left(\frac{2\pi k i}{n}\right) \right]$$

$$y_i = \frac{1}{2} \cdot a_{y0} + \sum_{k=1}^{n} \left[a_{yk} \cdot \cos\left(\frac{2\pi k i}{n}\right) + b_{yk} \cdot \sin\left(\frac{2\pi k i}{n}\right) \right]$$

Význam koeficientů

- Inverzní transformace pro první čtveřici koeficientů:

$$x(t)=\frac{1}{2}\cdot a_{x0}+a_{x1}\cdot\cos(2\pi\cdot t)+b_{x1}\cdot\sin(2\pi\cdot t)$$

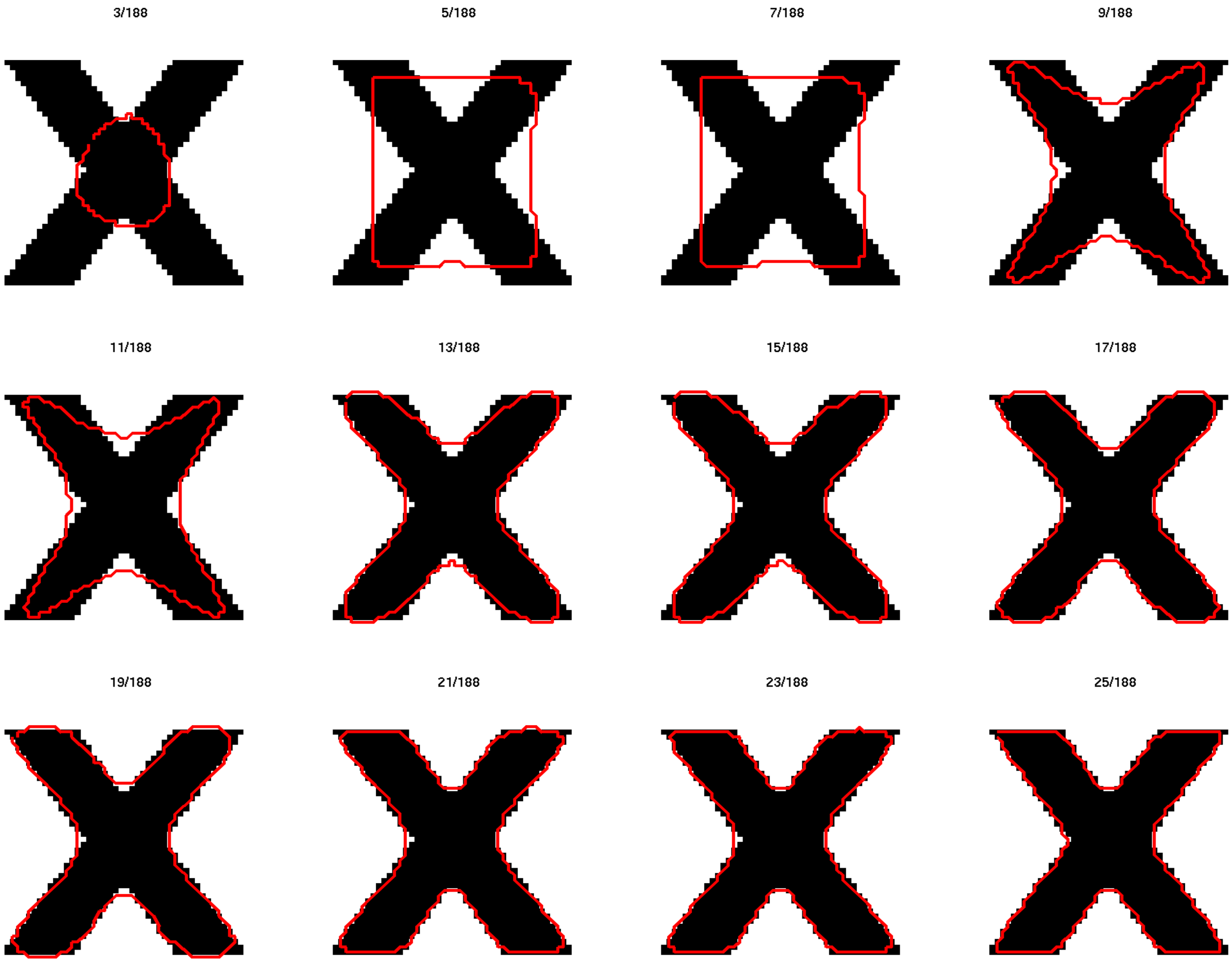
$$y(t)=\frac{1}{2}\cdot a_{y0}+a_{y1}\cdot\cos(2\pi\cdot t)+b_{y1}\cdot\sin(2\pi\cdot t)$$

$$t\in\langle 0,1\rangle$$

Význam koeficientů

- První „čtveřice“ koeficientů určuje těžiště (střed) objektu
- Druhá čtveřice koeficientů určuje tvar elipsy
- Další čtveřice zpřesňují tvar hranice

Význam koeficientů



Odvození deskriptorů

- Na poloze je závislá jen první čtveřice koeficientů, která vyjadřuje těžiště objektu

$$a_{x0}, a_{y0}$$

$$b_{x0} = 0, b_{y0} = 0$$

- Ostatní koeficienty jsou na poloze nezávislé

$$a_{xi}, b_{xi}, a_{yi}, b_{yi}, i = 1,2,\ldots n-1$$

Odvození deskriptorů

- Protože dvojice koeficientů a_{xi}, b_{xi} ve skutečnosti představuje komplexní číslo $a_{xi} + b_{xi} j$, můžeme je vyjádřit v polárních souřadnicích jako:

$$A_{xi} = \sqrt{a_{xi}^2 + b_{xi}^2}, A_{yi} = \sqrt{a_{yi}^2 + b_{yi}^2}$$

$$\phi_{xi} = \arccos\left(\frac{a_{xi}}{A_{xi}}\right), \phi_{yi} = \arcsin\left(\frac{a_{yi}}{A_{yi}}\right)$$

Odvození deskriptorů

- Koeficienty $A_{xi}, A_{yi}, i=1\ldots n-1$ jsou závislé na změně měřítka i rotaci
- Upravíme koeficienty:
- Jsou nezávislé na měřítku

$$AA_{xi}=\frac{A_{xi}}{A_{x1}}$$

$$AA_{yi}=\frac{A_{yi}}{A_{y1}}$$

$$i=2\ldots n-1$$

Odvození deskriptorů

- Poslední úprava:

$$D_i = \sqrt{AA_{xi}^2 + AA_{yi}^2}$$

$$i = 2 \dots n-1$$

- Koeficienty D_i jsou nezávislé na rotaci (posunutí i změně měřítka)

Algoritmus klasifikace

- Máme třídy objektů, reprezentované příznakovým vektorem $d_i = (D_2^i, D_3^i, \ldots D_k^i)$
- Máme příznakový vektor klasifikovaného objektu

$$\hat{d} = (\hat{D}_{2,} \hat{D}_{3,} \ldots \hat{D}_k)$$

- Objekt zařadíme do třídy x jako:

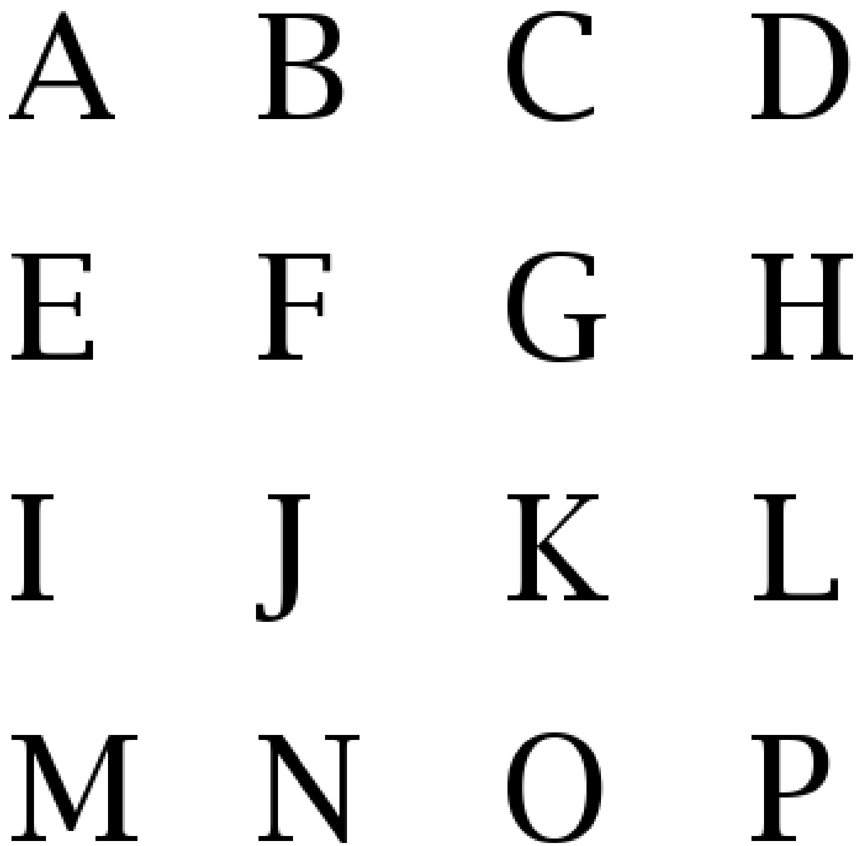
$$x = minarg_{\forall i} \{ \| d_i - \hat{d} \| \}$$

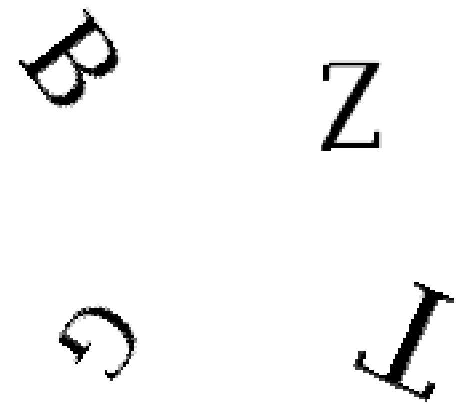
Experiment #1

- Jako trénovací data posloužila skupina velkých písmen A..Z, patkového fontu generované s konstantní velikostí, natočením a posunutím
- Testovací data byla různě veliká (cca 80%-200% velikosti vzorového fontu), různě posunutá a natočená.
- Příznakový vektor má velikost k = 8

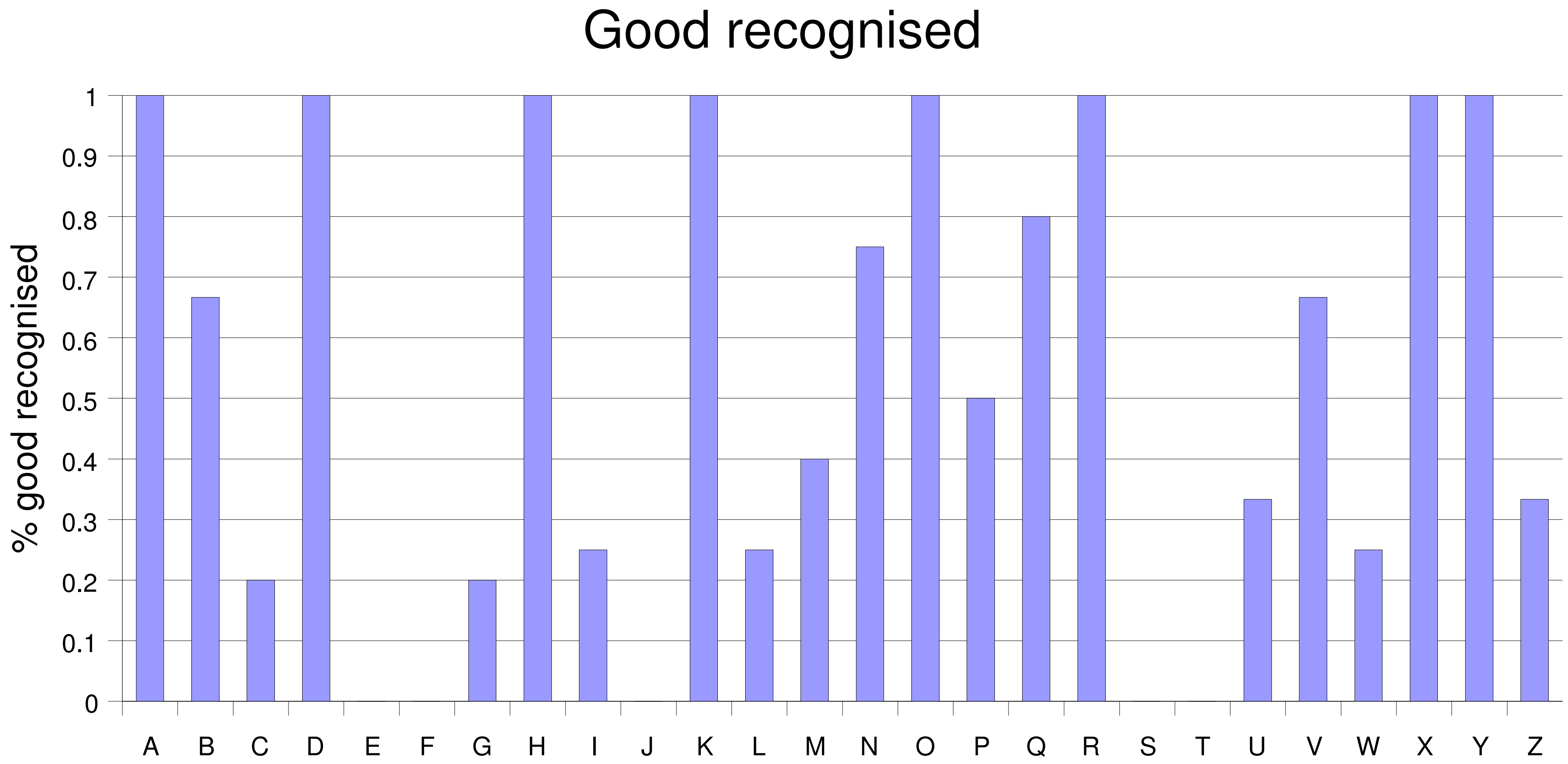
Experiment #1

- Vzorová (26) a testovací (100) data:





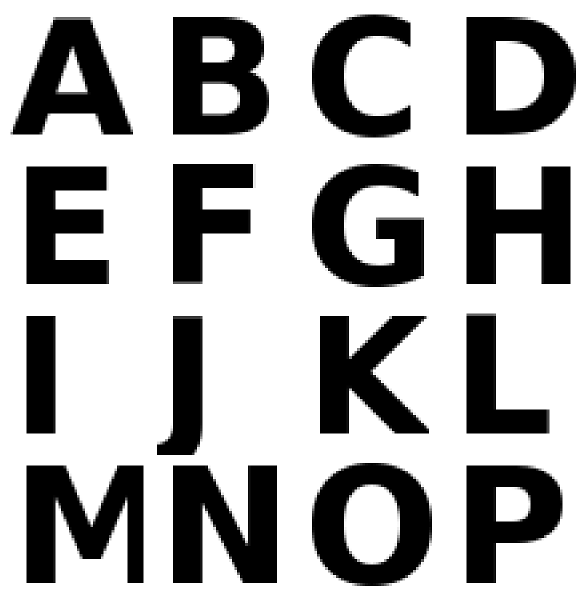
Experiment #1



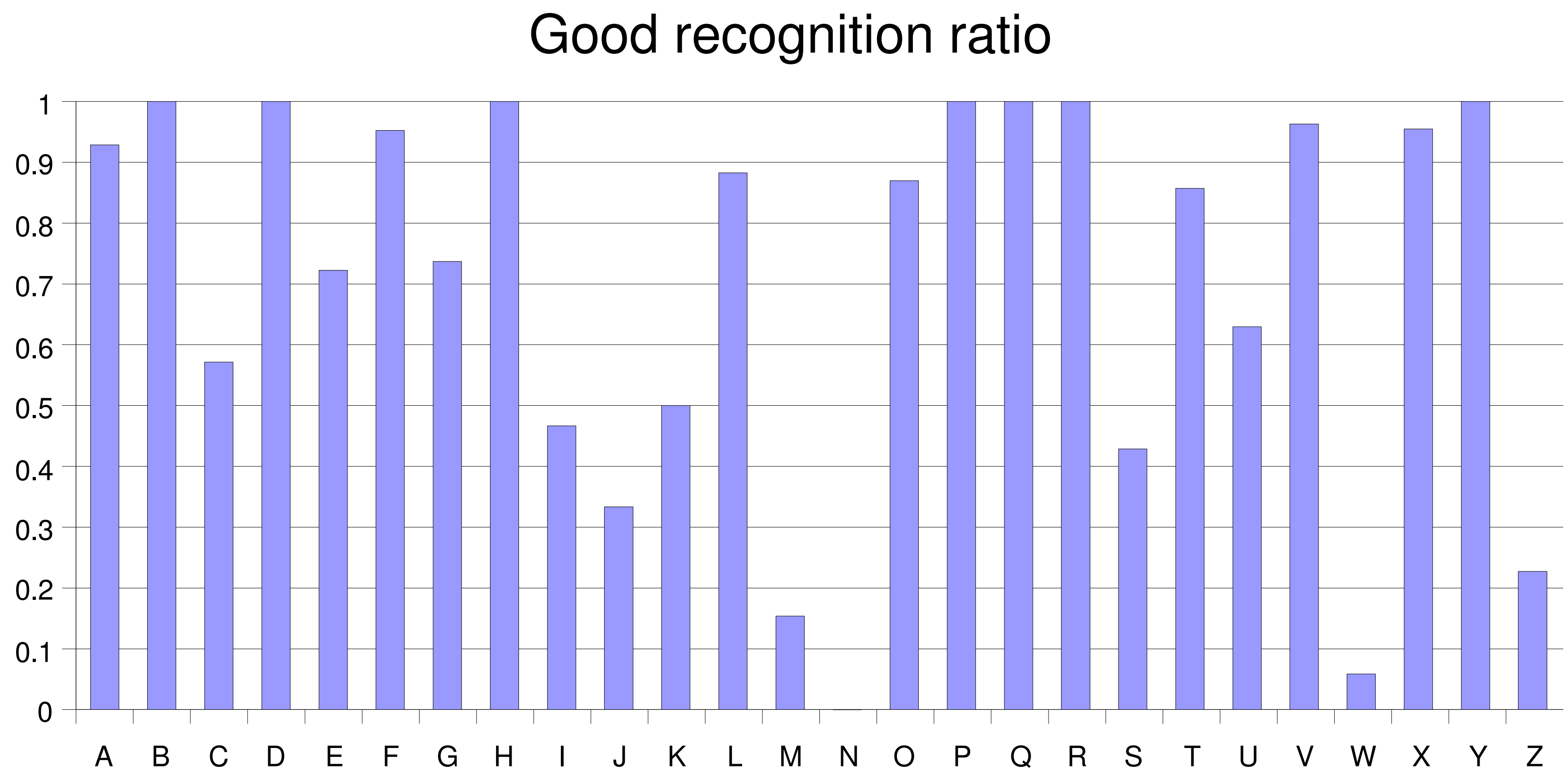
- Celková úspěšnost – 54%, rozpoznáno 7 tříd uspokojivě.

Experiment #2

- Použit bezpatkový font, zvětšen font vzorových dat, testovací data ve velikosti 100% - 250%
- Velikost příznakového vektoru zůstává nezměněna



Experiment #2

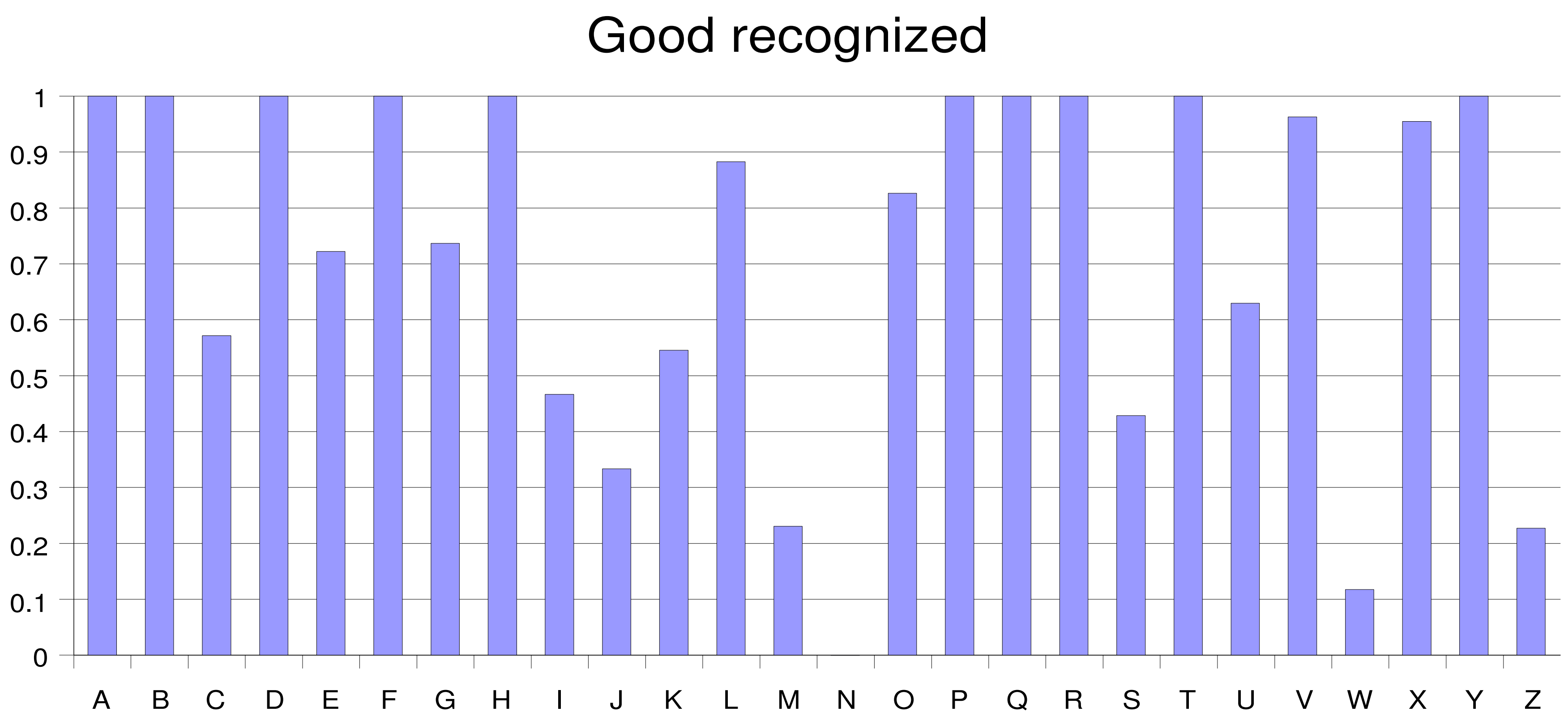


- Celková úspěšnost – 71%, 8 tříd rozpoznáno na 100%, další 3 na 90%

Experiment #3

- Zdvojnásobena velikost příznakového vektoru, k=16
- Ostatní podmínky stejné jako u druhého experimentu.

Experiment #3



- Úspěšnost se nepatrně zvedla na 72%, rozrostl se však počet tříd klasifikovaných na 100% (10 tříd) a 90% (+2)

Závěr

- Jednoduchý klasifikátor s relativně dobrou úspěšností
- Problémem je rasterizace v kombinaci s rotací – vzniká nepřesnost
- Zlepšení:
  - Více vzorových reprezentantů pro třídu
  - Sofistikovanější algoritmus klasifikace