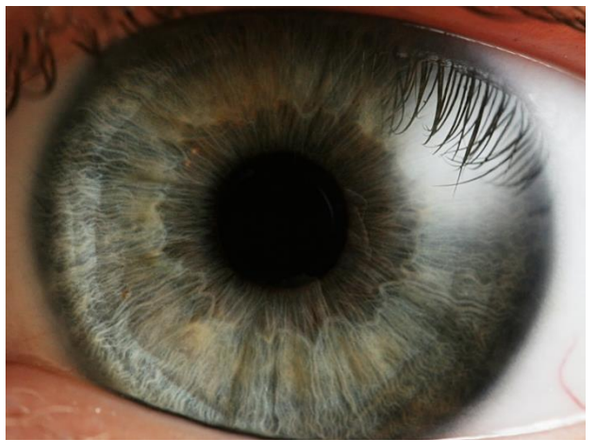
Dynamický podpis

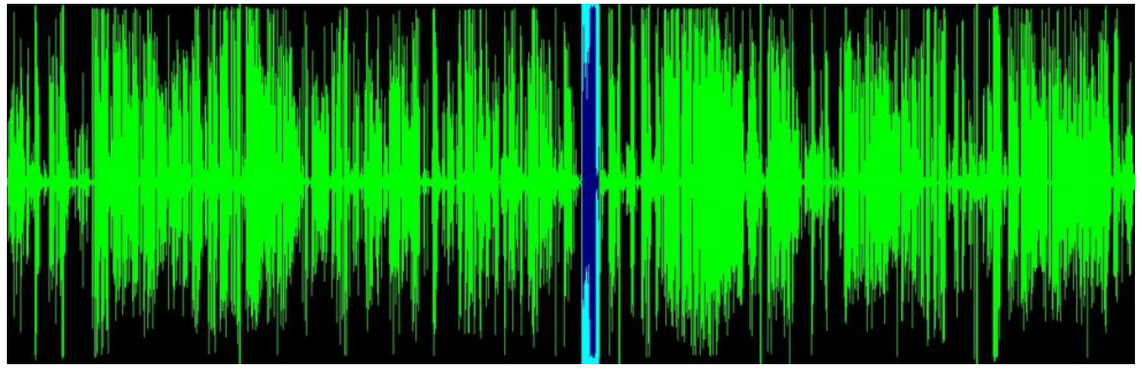
vycházející z přednášek **Dr. Andrzej Drygajlo,** http://scgwww.epfl.ch/courses/

Biometrické charakteristiky

- **Biologické**
  - **DNA, krev, sliny**
- **Biologické/Fyziologické**
  - **otisk prstu, zornice, tvář, sítnice**
- **Chování**
  - **podpis, chůze, psaní na klávesnici**
- **Složené**
  - **Řeč**

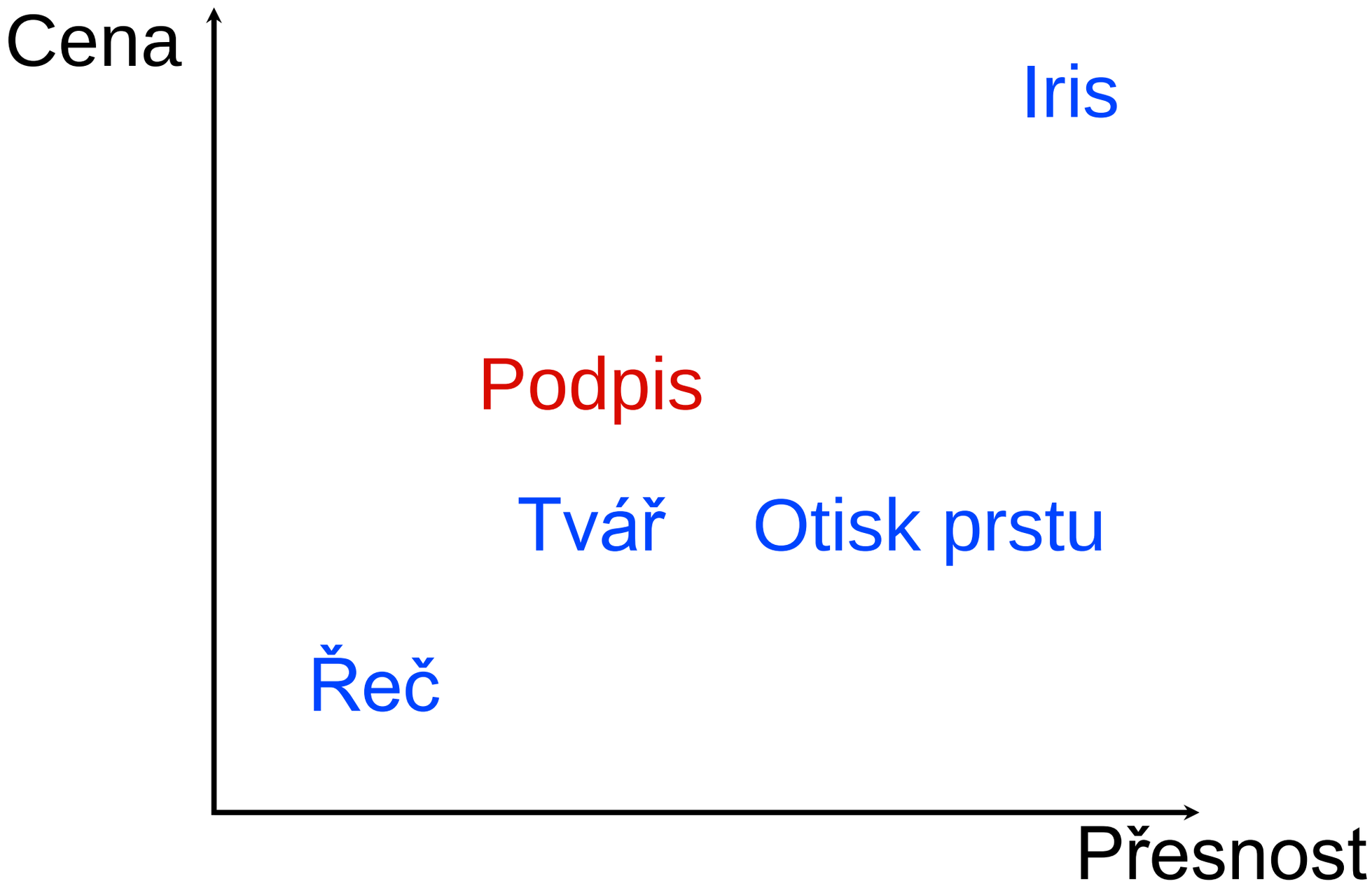
Různorodost charakteristik





Barack Obama

Porovnání charakteristik



Podpis

Statický

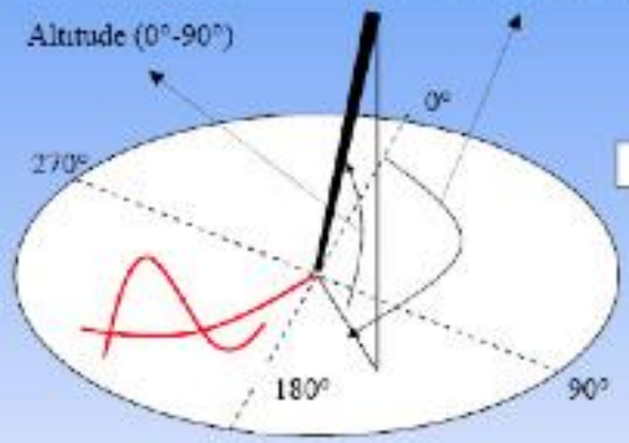
Dynamický

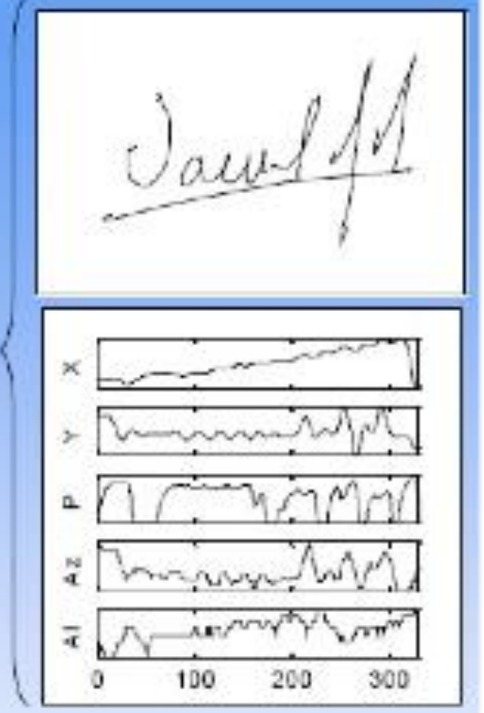
Podpis

- **statický (offline)**
  - **běžný podpis naskenovaný z dokumentu**
- **dynamický (online)**
  - **podpis získaný pomocí tabletu, obsahující dynamické informace o *x,y,z* pozici pera v čase (případně další) ve vyšším rozlišení**
- **elektronický**
  - **Elektronický údaj (číslo), který slouží k ověření identity podepsané osoby ve vztahu k datové zprávě**

Podpisy - porovnání

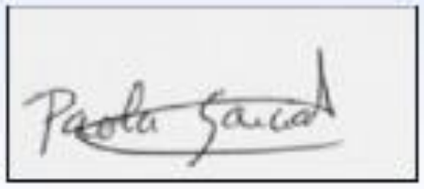
- On-Line:





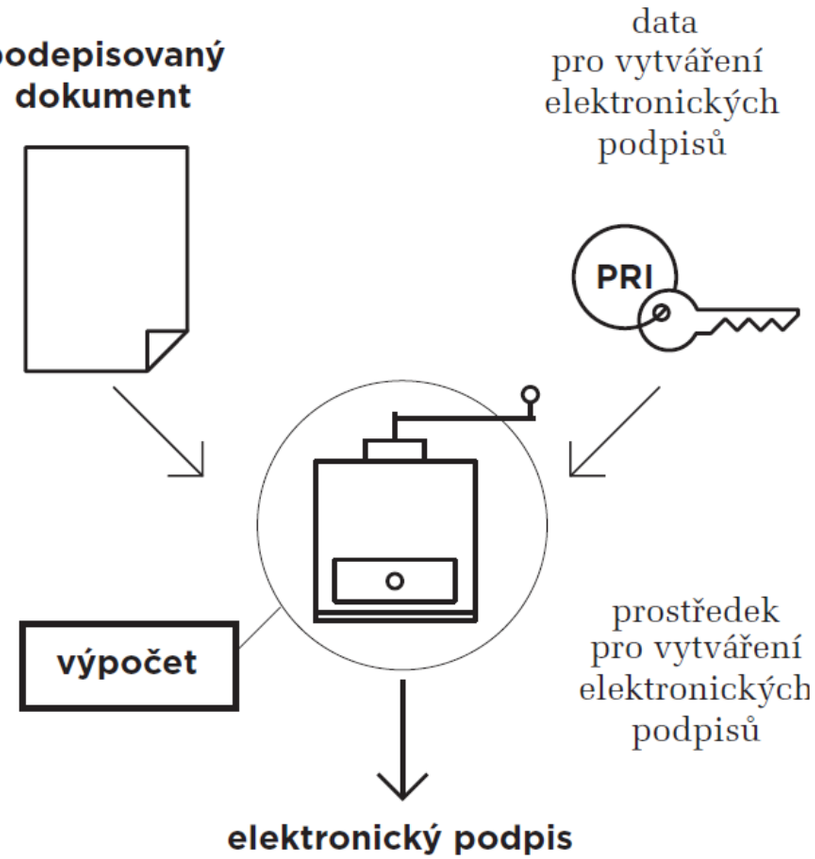
- Off-Line

SCANNER



Elektronický podpis (zaručený)

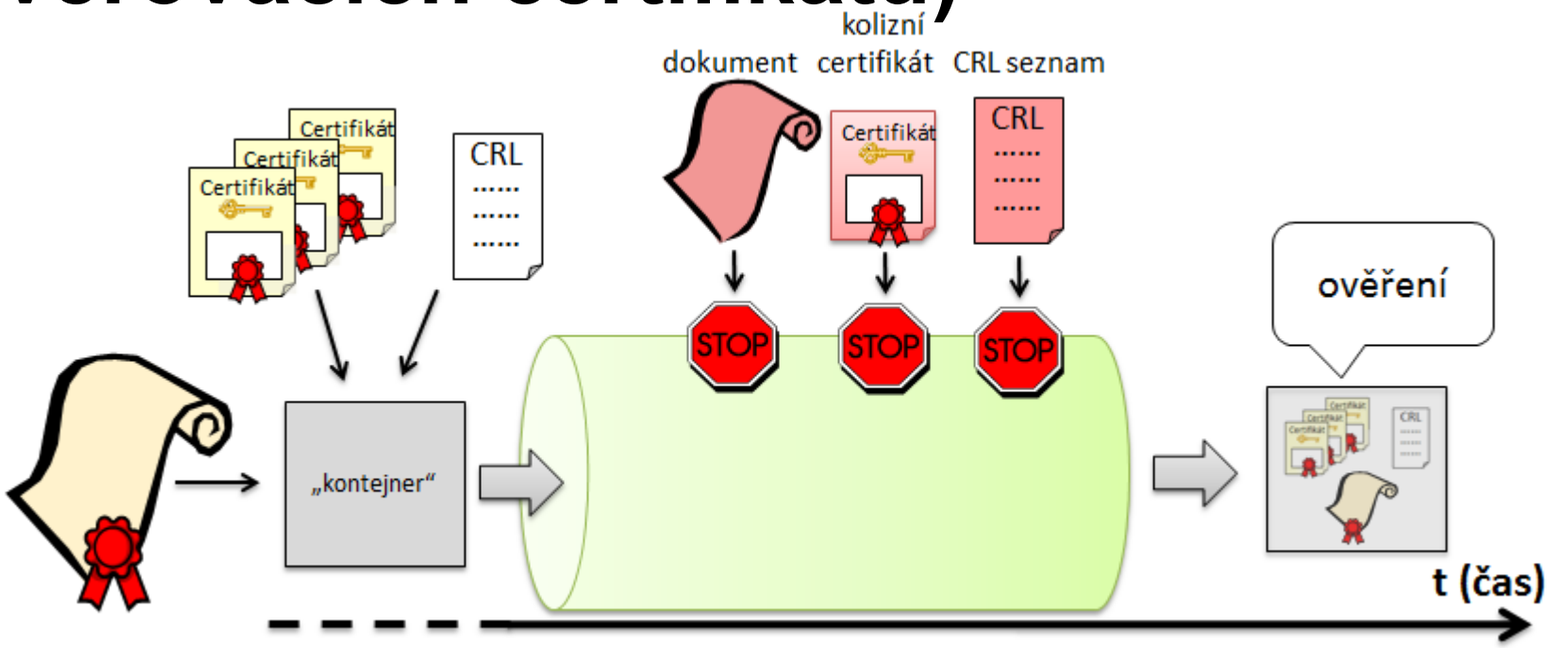
- **Princip**
  - **Asymetrické kryptografie**
  - **Uživatel - privátní klíč (data)**
  - **Organizace zajišťující potvrzení veřejného klíče (certifikát)**



- **Účel**
  - **Elektronické podepisování dokumentů**
  - **Jistota identifikace a autentizace podepsaného**

Problematika El. podpisu

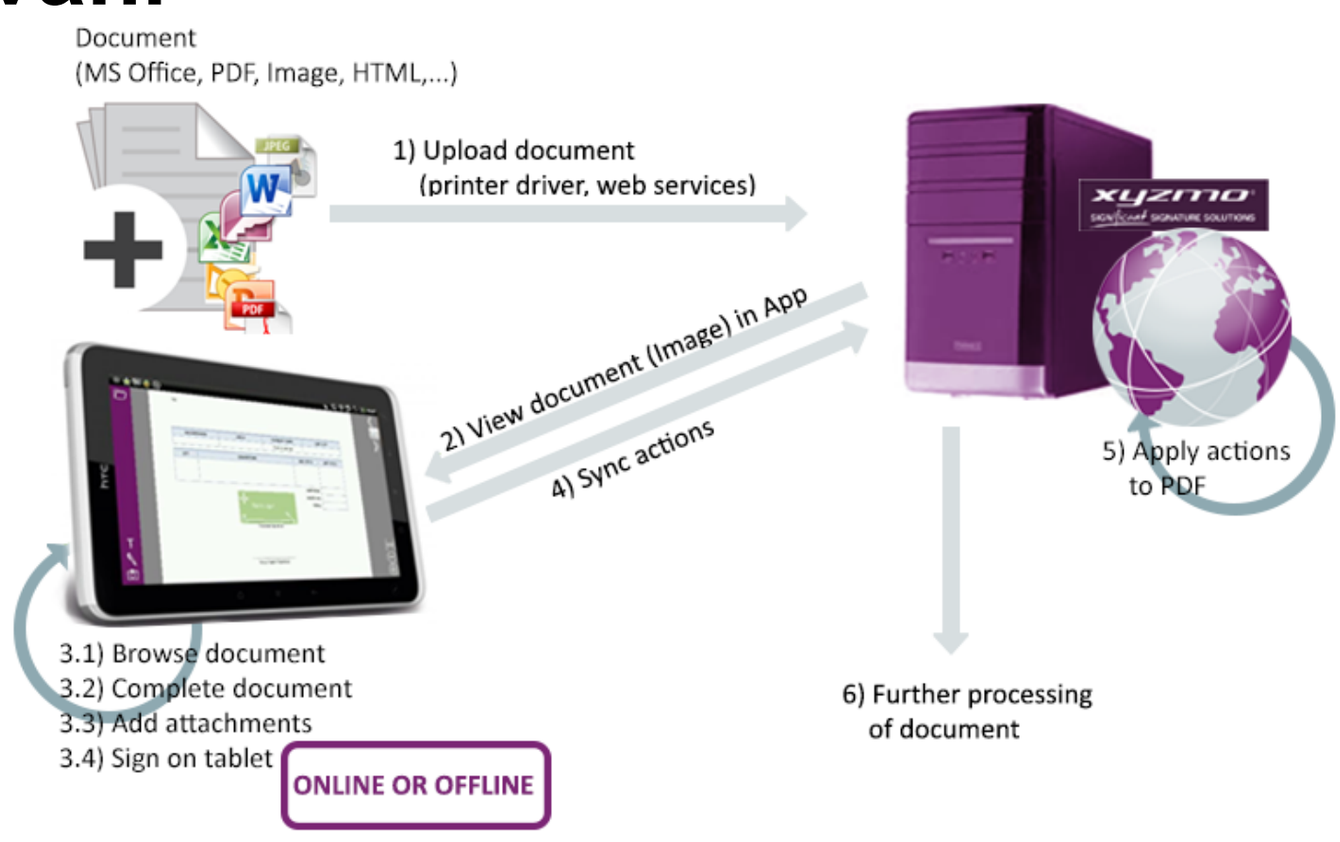
- **Datové schránky – povinný přechod k EP**
- **Dlouhodobé uchovávání záznamu – dohledatelnost certifikátů**
- **Řešení**
  - **Long Term Validation (přiřazení ověřovacích certifikátů)**



http://www.bajecnysvet.cz/obsah/4x10x3.php

Elektronický a dynamický podpis

- **Není úplně dořešená legislativa**
- **Podpisové vzory**
  - **Správa a uchovávání**
  - **Řešení stárnutí**
- **Integrita s dokumentem**
  - **Časové razítko**
- **Strojové použití?**



http://www.xyzmo.com/en/products/Pages/digital-signature-ipad-android.aspx

Legislativa

- **Společná pro dynamický a el. podpis**
- **Spadá pod direktivu 1999/93/EC**
- **Česká legislativa**
  - **zákon 227/2000 Sb o elektronickém podpisu**
- **Standardizace Online-podpisu**
  - **ISO/IEC JTC1 SC37**

Autentizace

- **Způsoby autentizace:**
  - **založené na vlastnictví**
    - **kreditní karta, klíče (něco nosíme u sebe)**
  - **založené na znalosti**
    - **heslo, PIN (něco si pamatujeme)**
  - **biometrické**
    - **... (část toho, co jsme)**

Podpis je kombinace **znalosti** (co a jak píšeme) a **biometrie.**

Ideální biometrický ukazatel

- **Univerzálnost** - lze jej měřit u kohokoliv?
- **Unikátnost**
- **Stálost** - ukazatel by se neměl v čase měnit
- **Dostupnost** - lze data měřit běžně dostupným přístrojem?
- **Etika** - získání dat musí být společností považováno za etické

Podpis není ideální biometrický ukazatel.

Aplikace

- **Online**
  - **Přihlašování (Tablet)**
  - **Ověření dokumentu (možné i z dálky)**
    - **UPS (ověření osoby)**
- **Offline**
  - **Ověření dokumentu**
  - **Forenzní analýza**

Podpis v dokladech

INFORMACE PRO OBČANY ČESKÉ REPUBLIKY

NOVÝ CESTOVNÍ PAS SE DVĚMA BIOMETRICKÝMI ÚDAJI

V nosiči dat pasu, který se bude vydávat od 1. dubna 2009, budou uloženy dva biometrické údaje.

3. biom. údaj

Od 1. dubna 2009 se budou vydávat cestovní pasy se strojově čitelnými údaji a s nosičem dat s biometrickými údaji obsahujícím dva biometrické údaje.

IKEA - elektronická účtenka

IKEA chooses Wacom's SignPad (STU-500) to reduce costs and paperwork

Area: Business Solutions » Electronic Signatures
Location: Europe

The major home furnishings retailer IKEA has adopted the electronic receipt storage solution from TeleCash GmbH & Co. KG based on Wacom's LCD signature tablet technology - the STU-500 (or SignPad) - across Germany. In pioneering this solution, TeleCash is using the market leading technology from Wacom for generating electronical signatures. TeleCash has chosen the STU-500 due to its accuracy, its ability to significantly reduce process costs, simplify service at the point of sale and reduce the amount of paperwork needed for a transaction. The STU-500 accuracy in particular allows customers to sign naturally as if using paper.

T-Mobile a další

Přístroje


RightSignature
Sign Document
Submit Signature


FUJITSU

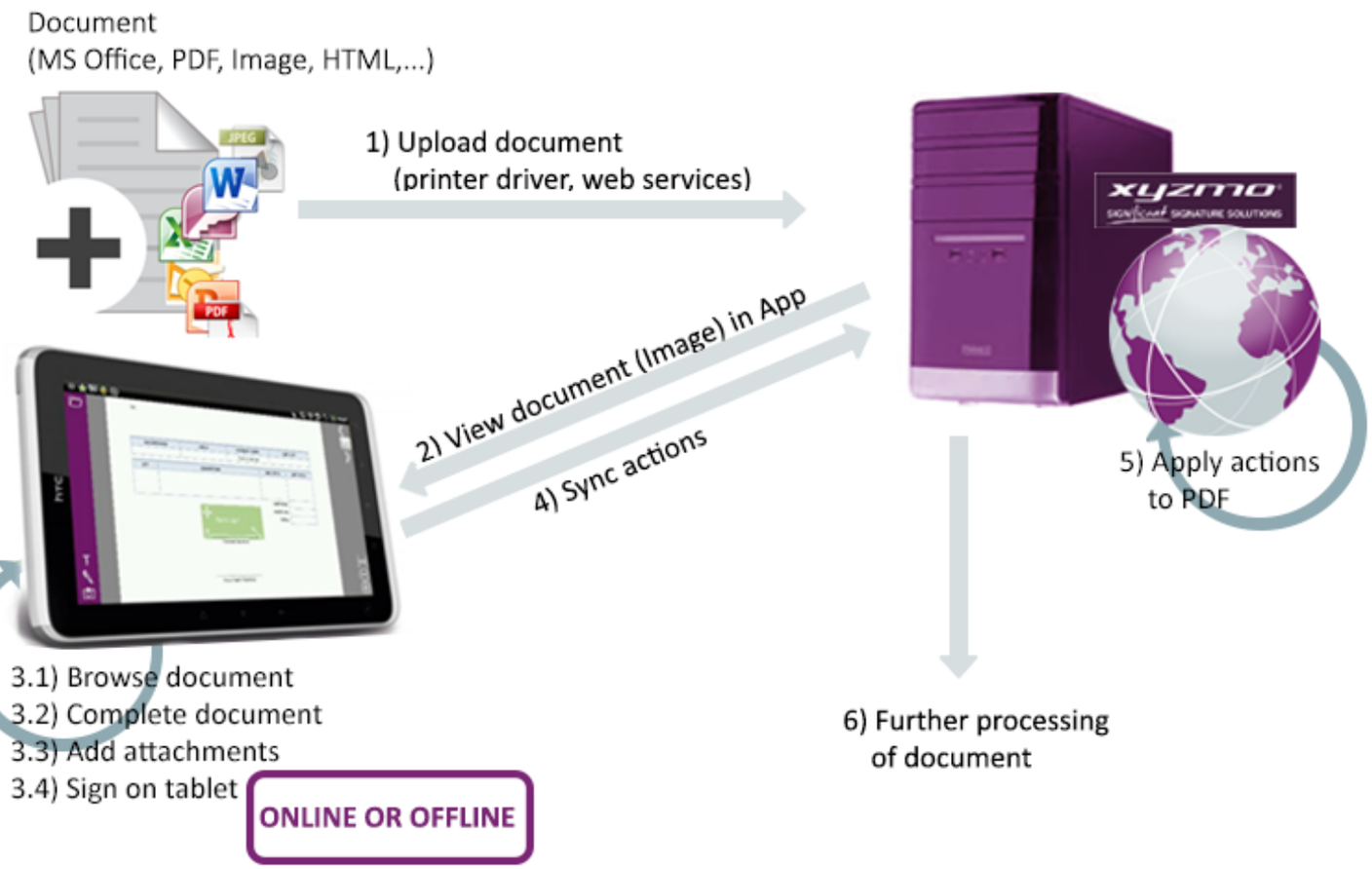

wacom
wacom
wacom

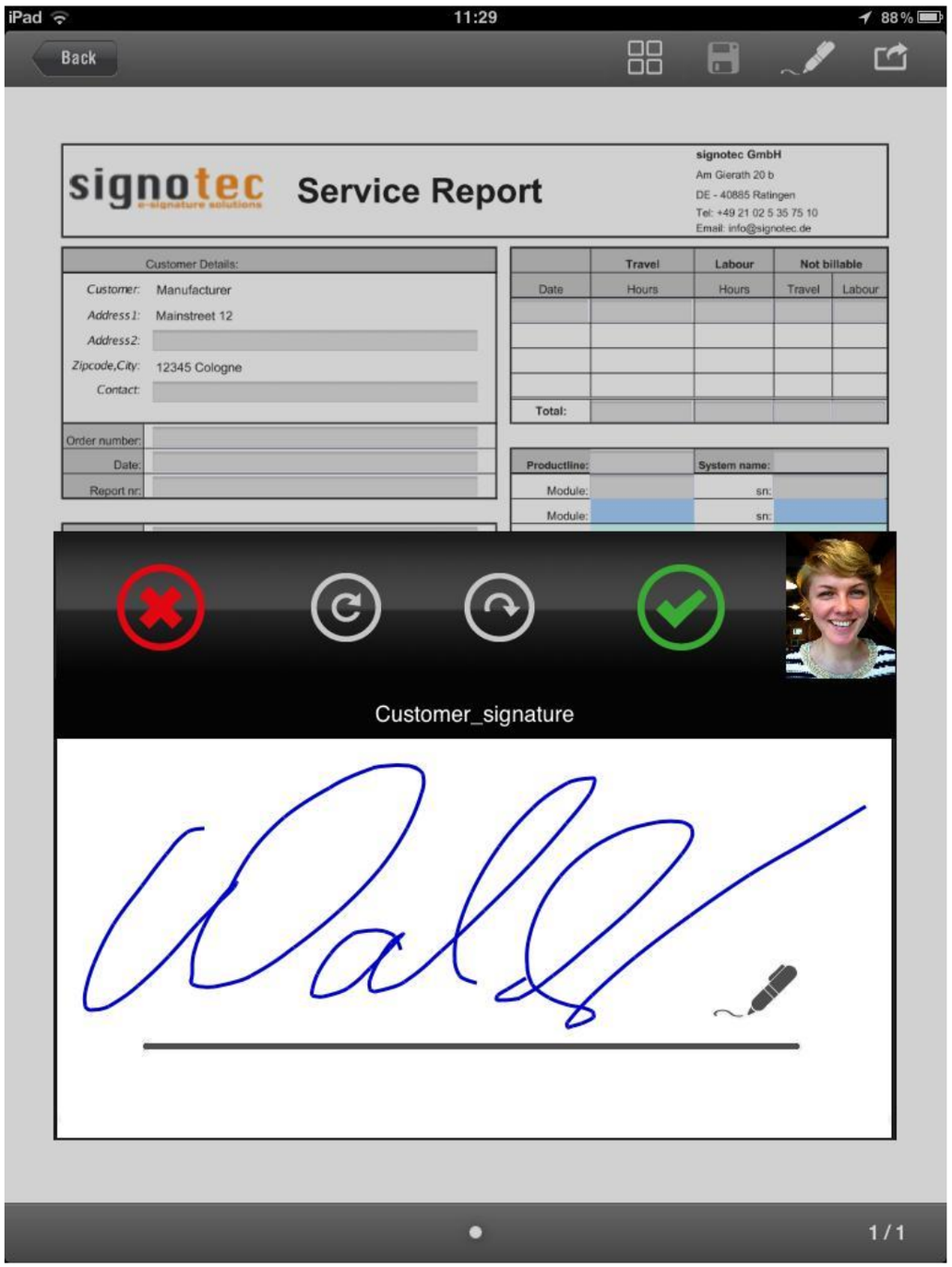
Společnosti - odkazy

- **Online**
  - **KOFAX - www.kofax.com**
  - **CYBERSIGN - www.cybersign.com**
  - **ISIGN - www.isignnow.com**
  - **SIGNOTEC - www.signotec.com**
- **Offline**
  - **SIGNATURENET - www.signaturenet.org**

Dynamický podpis na normálním tabletu

- Xyzmo
  - http://www.xyzmo.com
- SignoTec
  - http://en.signotec.com/





Speciální pera (stylus)

- **Běžná neměří přítlak**
  - **Nepotřebují napájení**
  - **Levné (1+$)**
- **S přítlakem**
  - **Nutné napájení**
    - **USB akumulátor**
  - **Komunikace**
    - **Bluetooth (bezpečí)**

BlueSniper (2005)

- **Odposlech na více než míli (1,6km)**
- **Výroba popsaná na internetu**
  - **http://www.smallnetbuilder.com/content/view/24256/98/**
- **Cena součástek pod 400 $**
- **Mění pouze dosah z udávaných 10 m**

http://www.wired.com/politics/security/news/2004/08/64463

Na trhu – s přítlakem

- Wacom Intuos Creative Stylus 2 (80 $)
  - http://www.wacom.com/en-us/products/stylus/intuos-creative-stylus-2
- Pogo Connect
  - http://www.tenonedesign.com/connect.php
- Jaja Hex3
  - http://www.hex3.co/products/jaja
- Jot Touch (55 $)
  - http://adonit.net/jot/touch/

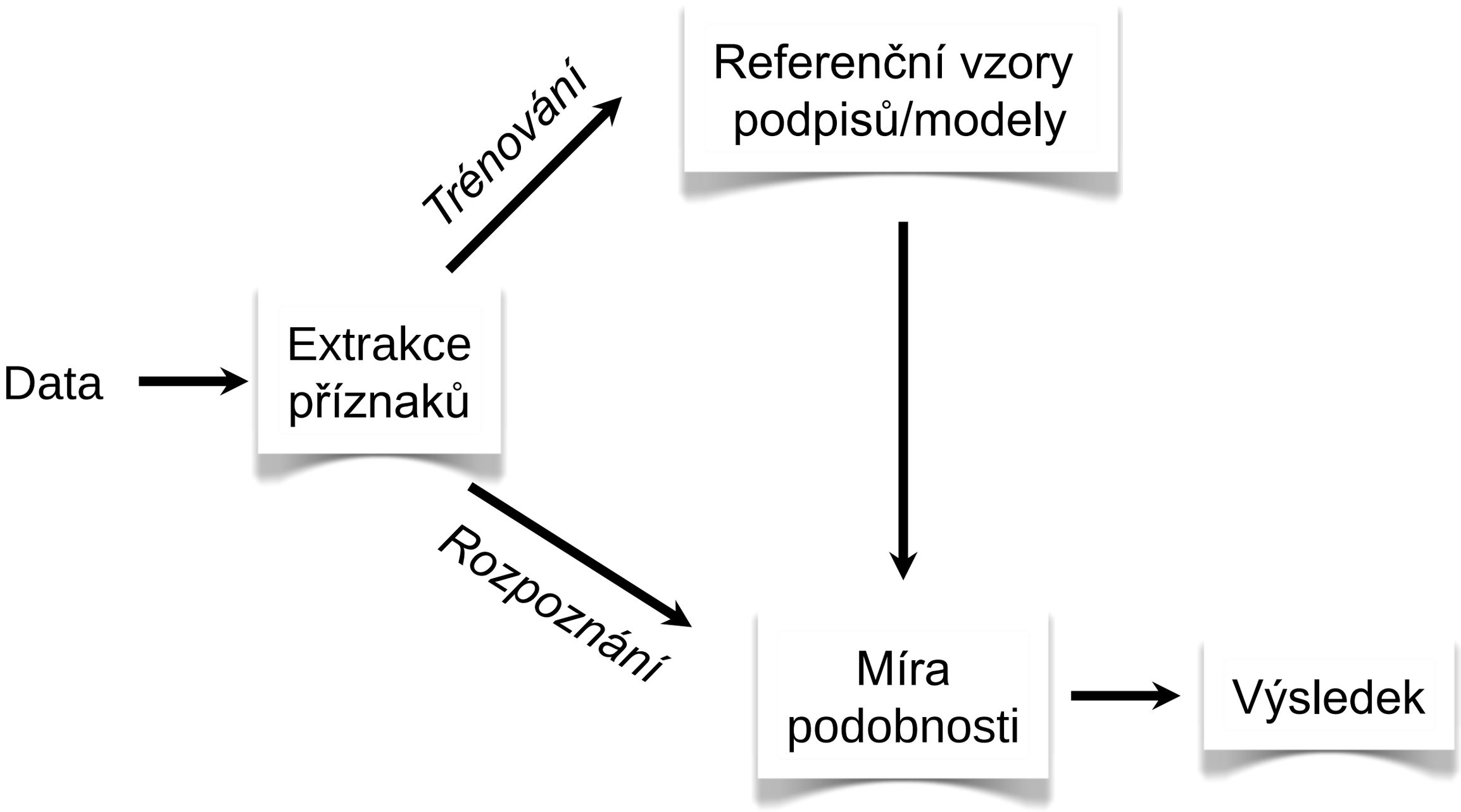
Tablet

Jak funguje grafický tablet

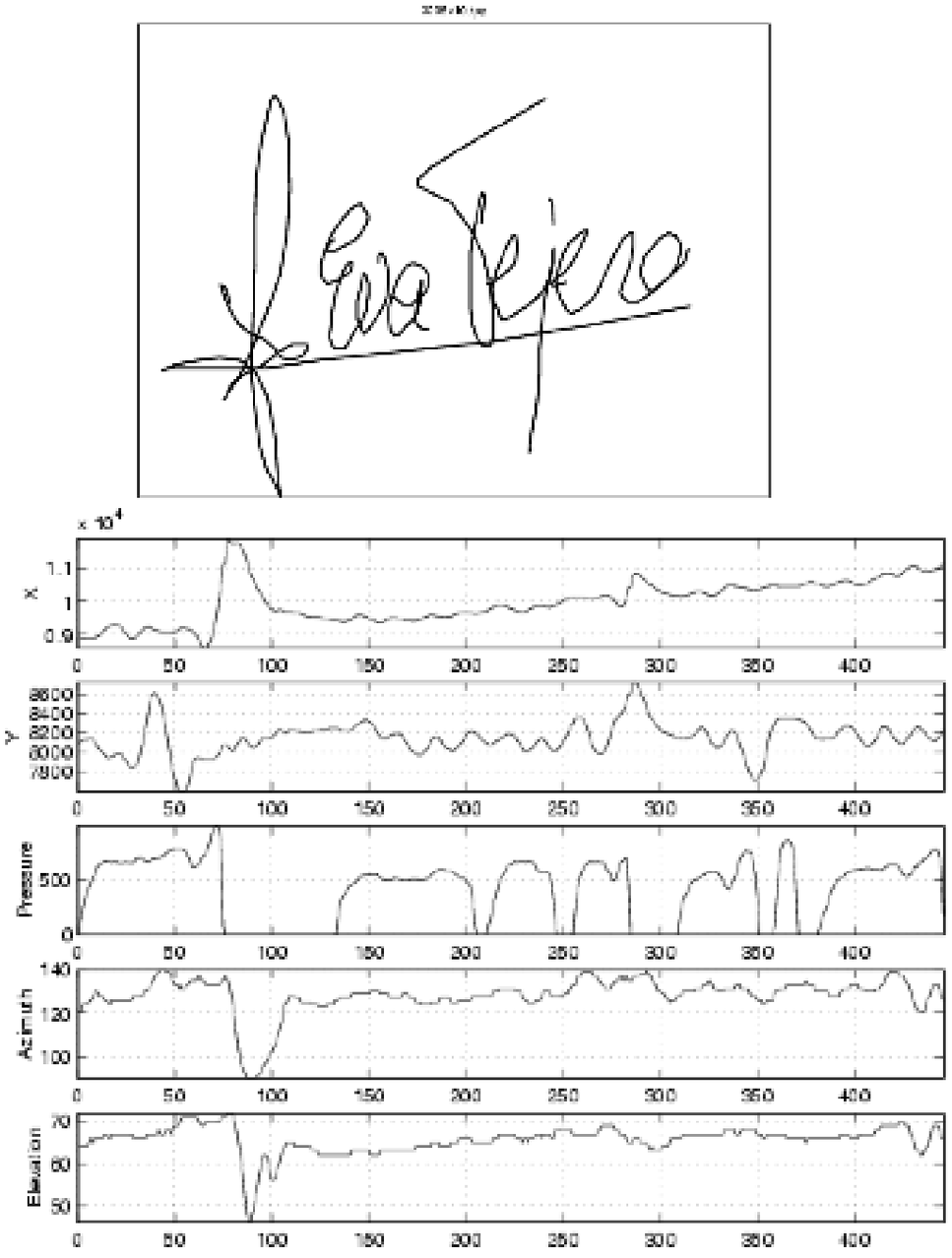
- Elektromagnetická rezonance
- Tablet
  - vysílá/přijímá
- Pero
  - rezonanční obvod cívka-kondenzátor
  - modulace přítlaku, stisku tlačítek

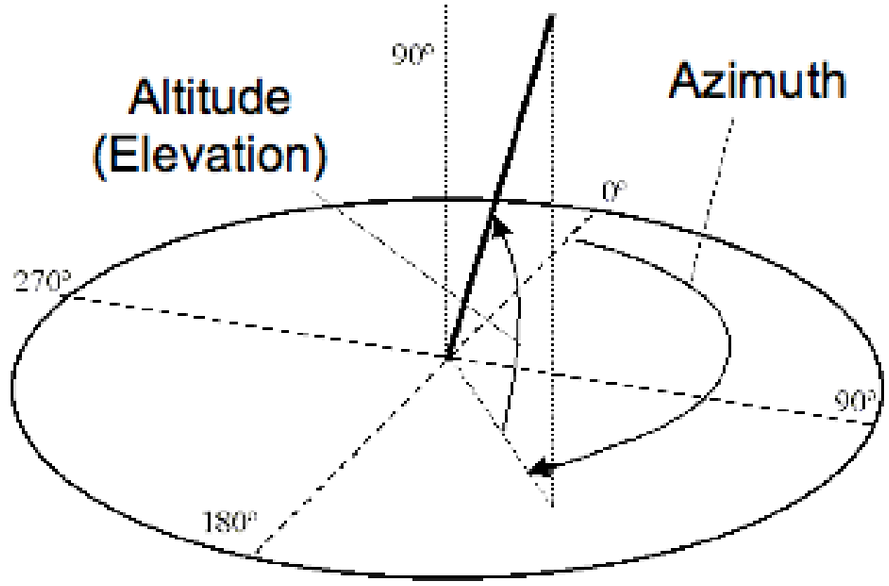
http://www.tablet4u.co.uk/techinfo.html

Rozpoznání podpisu



Dynamický podpis



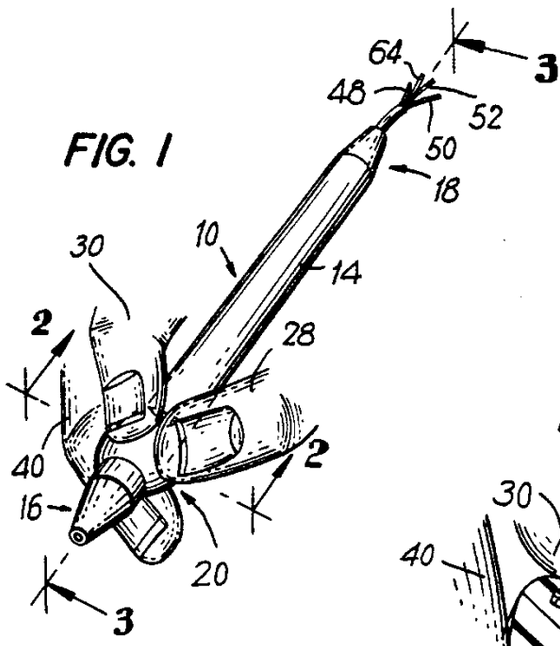


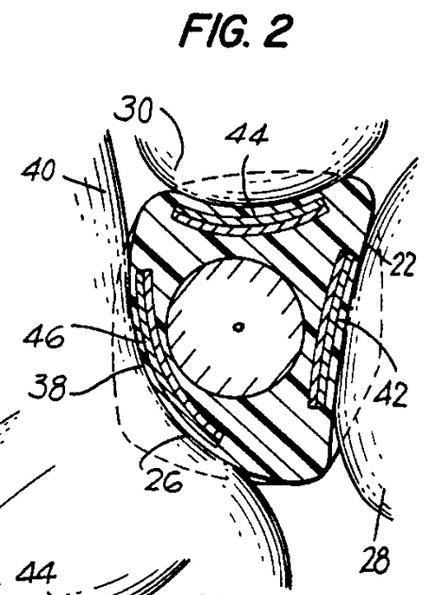
Příznaky:

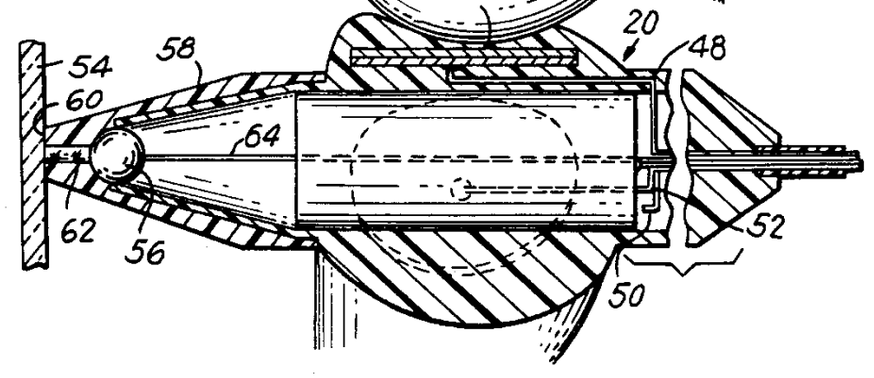
- souřadnice X
- souřadnice Y
- přítlak
- natočení pera (0º-359º)
- náklon pera (0º-90º)

Další příznak - Stisk

- **Input device for dynamic signature verification systems**
  - Patent US 5018208 A
  - „Finger pressure exerted by a writer's fingers on the barrel of a hand-held instrument is employed to dynamically verify a signature.“
- **Atd…**







http://www.google.vu/patents/US5018208

Padělání

- **Typy padělků**

1. **náhodně napsaný text, podpis jiné osoby**
2. **podpis vytvořený na základě offline předlohy (s dostatečným časem na naučení)**
3. **podpis vytvořený na základě sledování, jak podpis vzniká**
4. kvalitní padělek: **kombinace (2) a (3)**

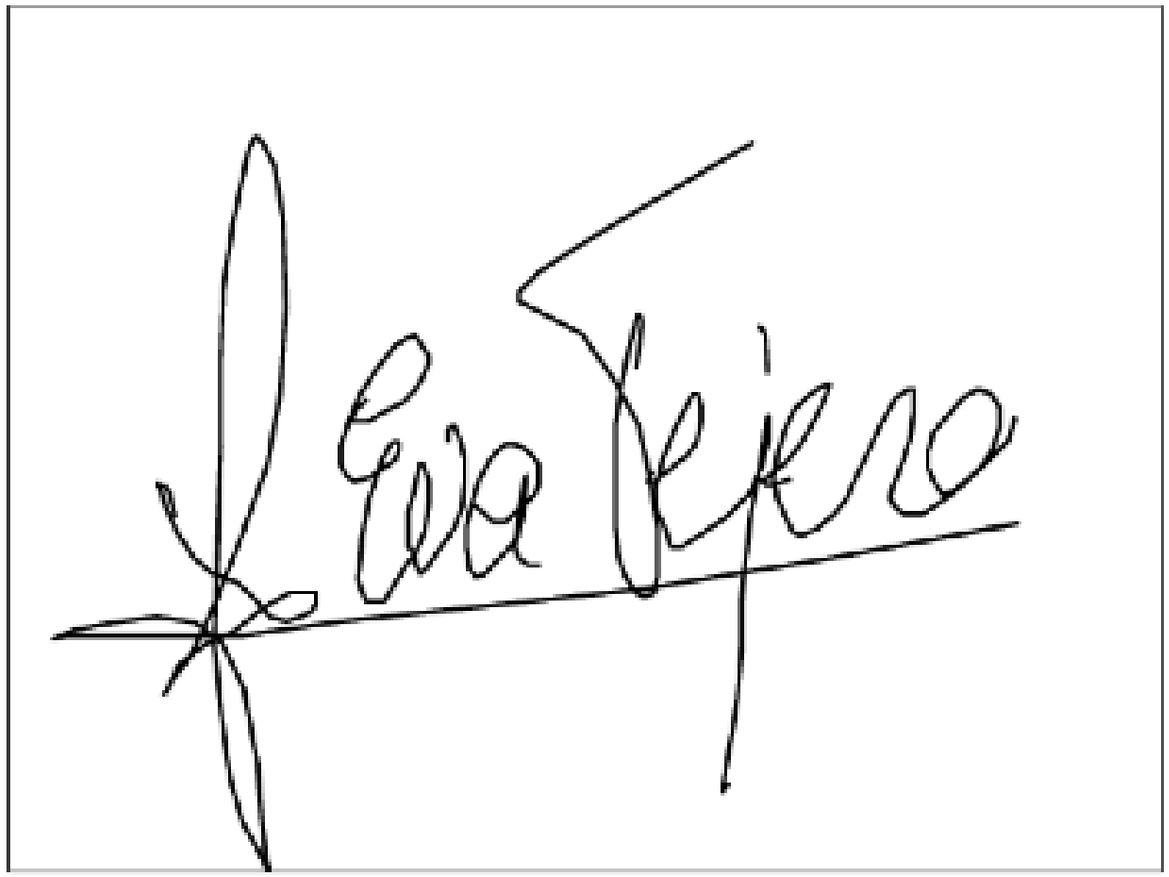
Padělky

Originál

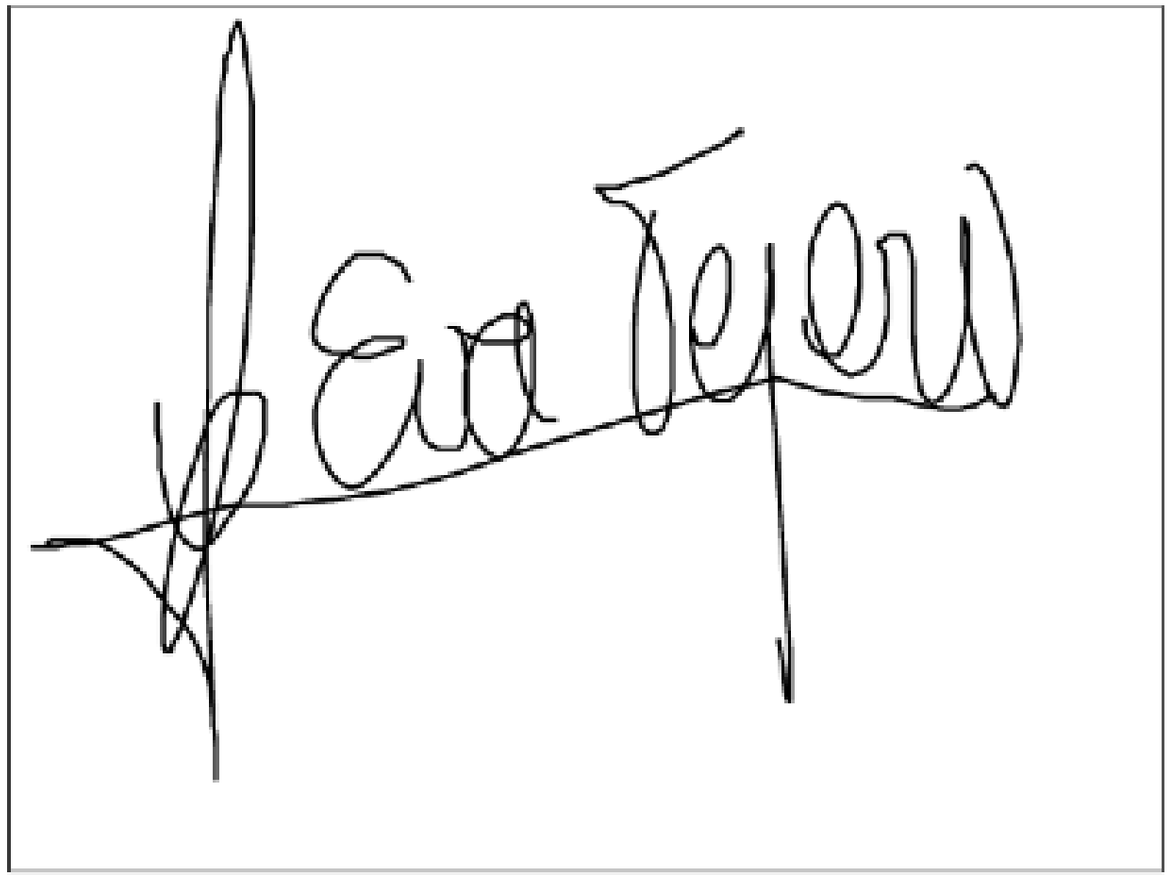
(3) Padělek ze sledování

(2) Padělek z předlohy

Originál a kvalitní padělek

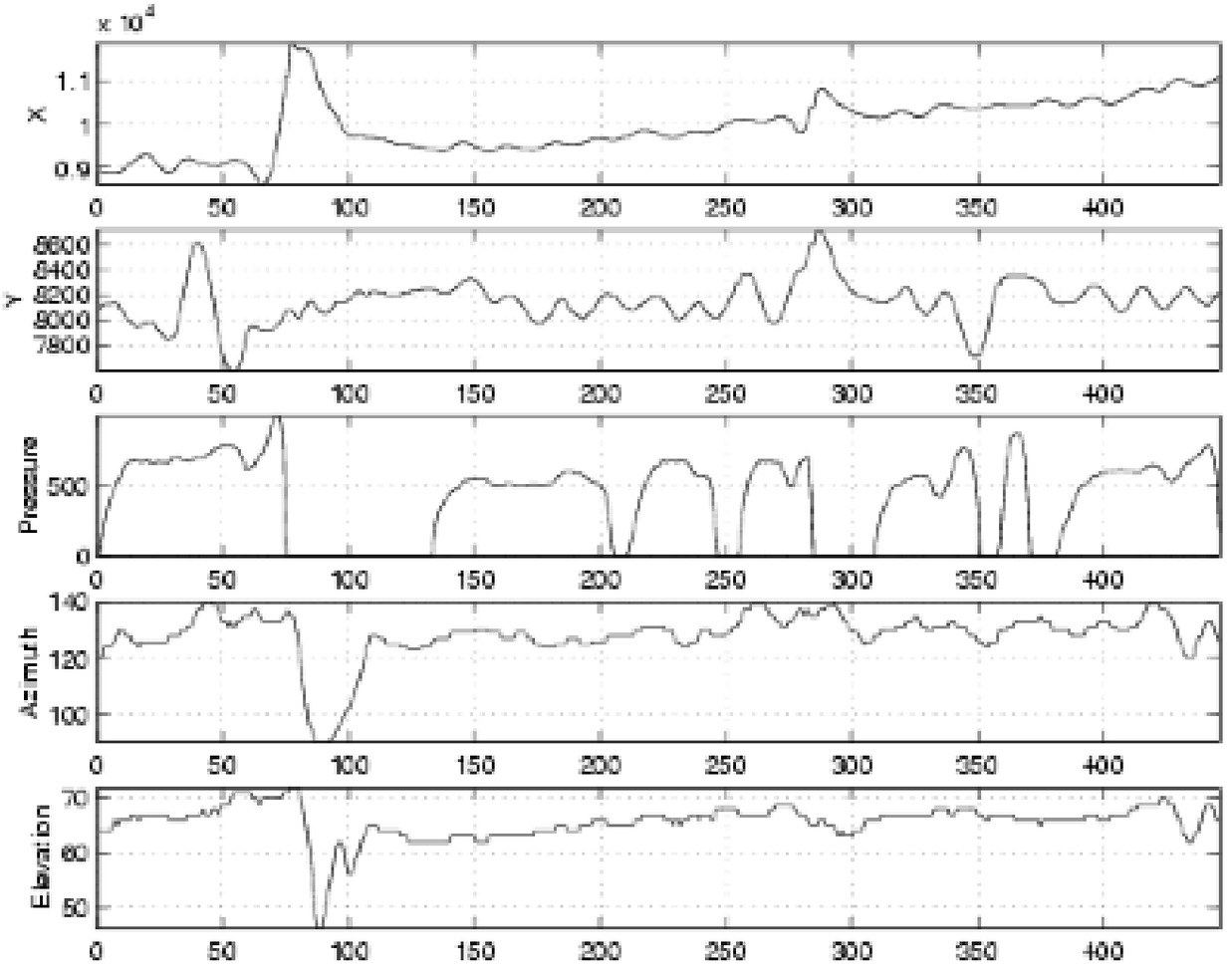


Originál

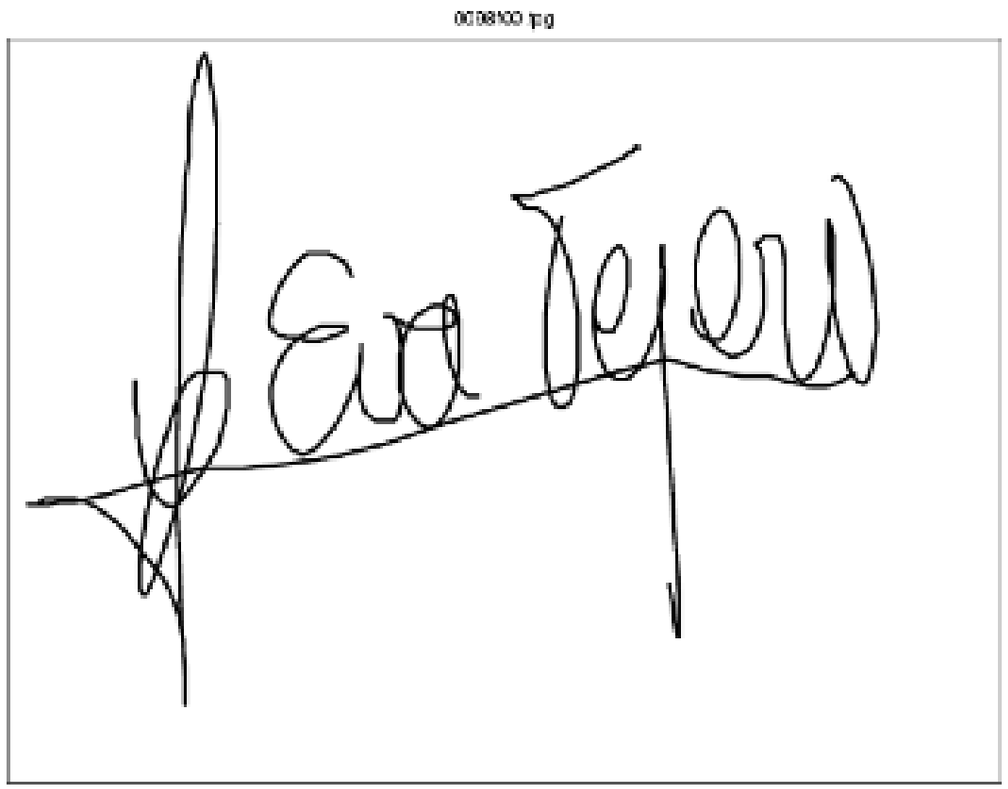


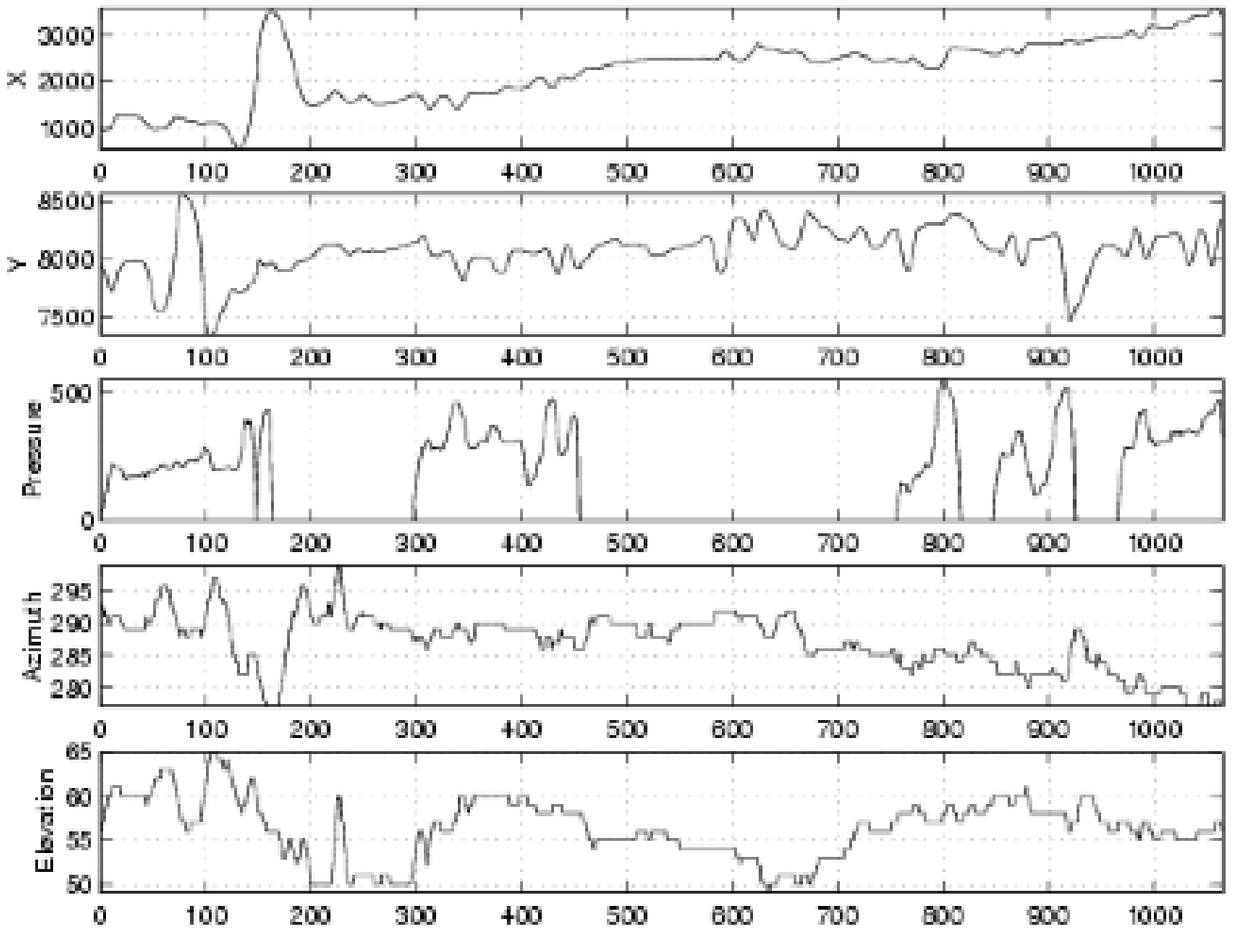
(4)Kvalitní padělek

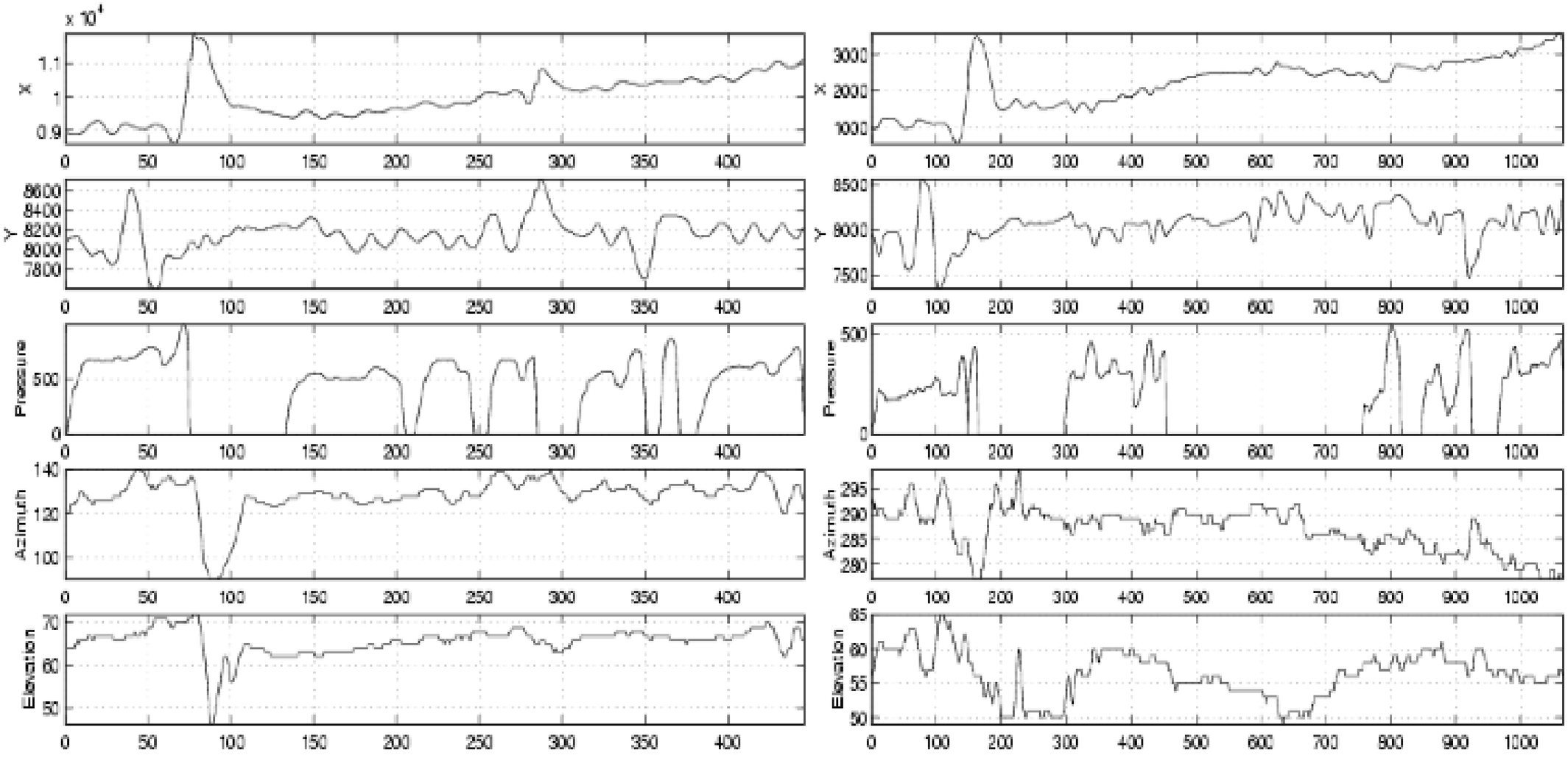
Originální podpis



Kvalitní padělek



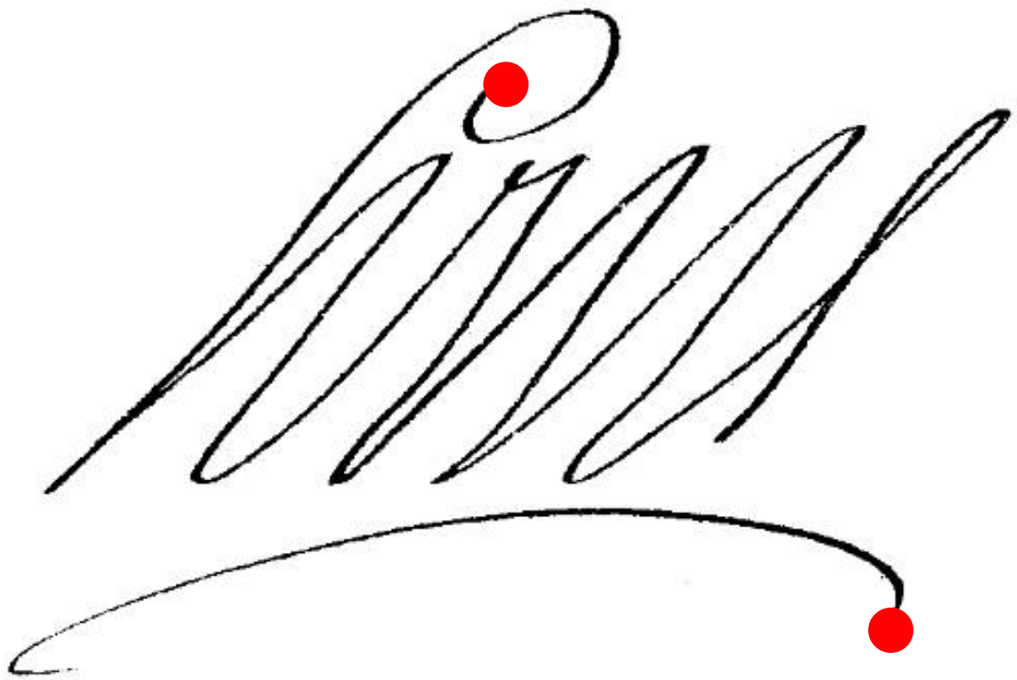




Originál

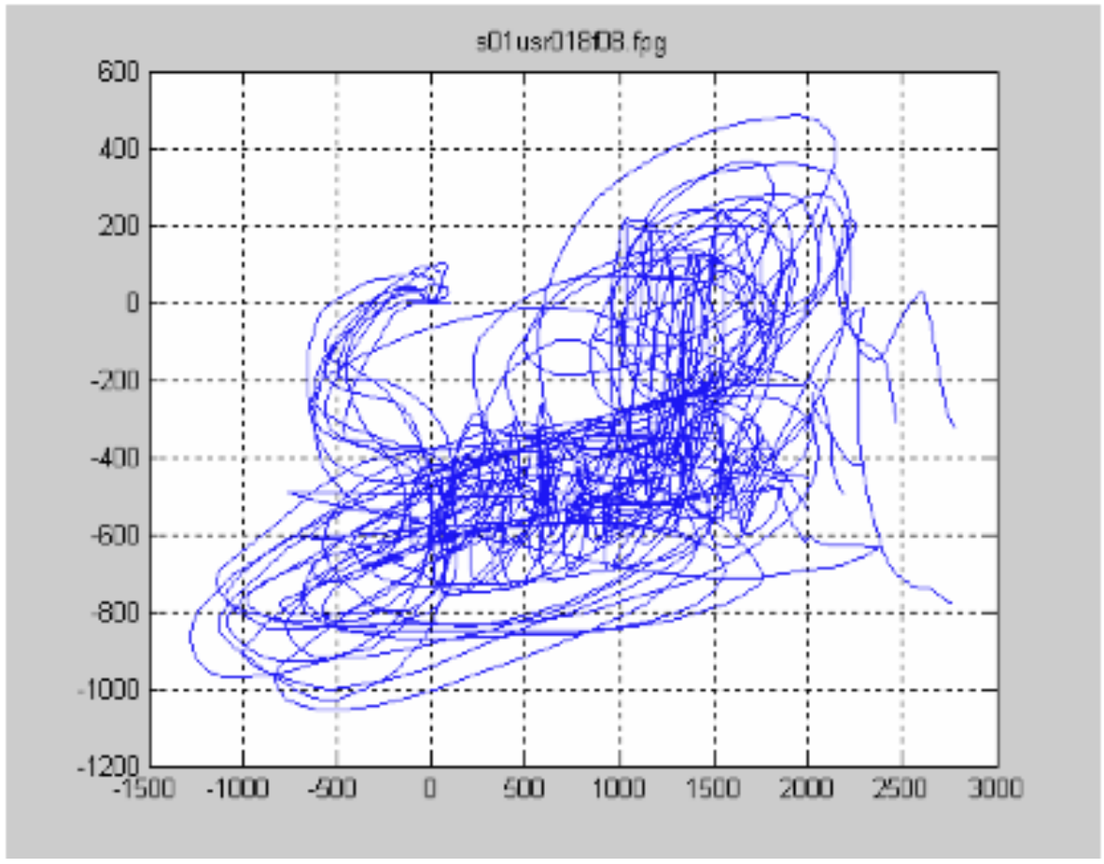
Kvalitní padělek

Předzpracování



- **Vyhlazování**
  - **vstupní signál bývá často velmi zubatý**
- **Segmentace**
  - **začátek: první přítlak**
  - **konec: poslední zvednutí pera (delší než ...s)**

Předzpracování



Všechny podpisy musí být zarovnány vzhledem k počátečnímu bodu (např.[0,0]).

Lokální a globální příznaky

- **Lokální příznaky**
  - **souřadnice *x*, *y***
  - **rychlost *v*** $v = \sqrt{\dot{x}_t^2 + \dot{y}_t^2}$
  - **zrychlení *a***
  - **tečný úhel** $\Theta_t = arctan\left(\frac{\dot{y}_t}{\dot{x}_t}\right)$
  - **natočení pera**
  - **náklon pera**
  - **1. a 2. derivace příznaků**

Příklady lokálních příznaků

- **Derivaci** je vhodné aproximovat regresí druhého řádu - ne pouze jednoduchou diferencí vzorků.
  Vzorec pro regresi ***N***-tého řádu v čase ***t*** pro parametr ***q*** je:

$$reg(q_t, N) = \frac{\sum_{\tau=1}^{N} \tau(q_{t+\tau} - q_{t-\tau})}{2\sum_{\tau=1}^{N} \tau^2}$$

- **Rychlost a zrychlení** pak lze spočítat:

$$\Delta_{q_t} = \dot{q}_t = reg(q_t, 2)$$

$$\Delta\Delta_{q_t} = \dot{\Delta}_t = reg(\Delta_t, 2)$$

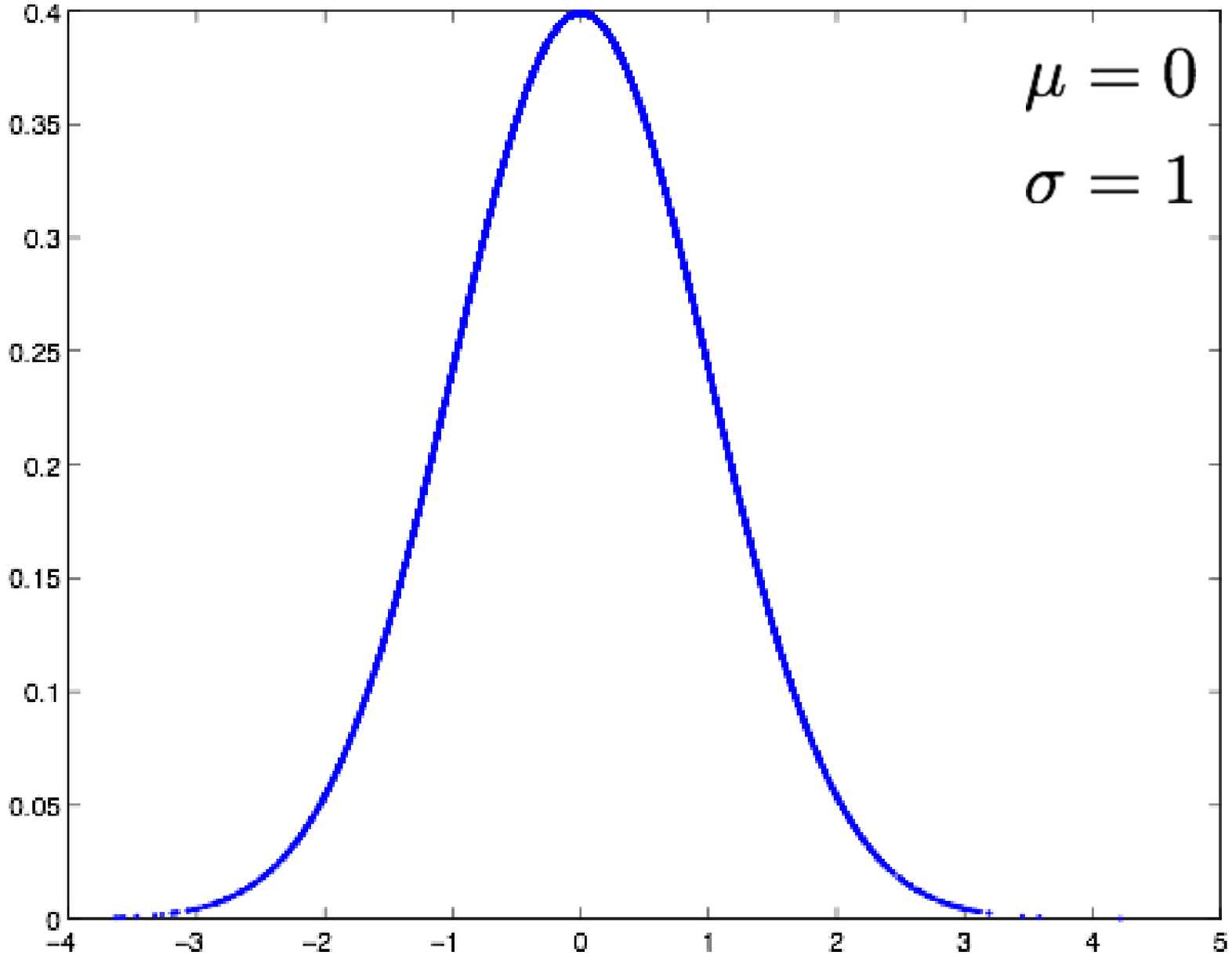
Lokální a globální příznaky

- **Globální příznaky**
  - **Délka, výška, šířka podpisu**
  - **Jak dlouho trval podpis**
  - **Jak dlouho byl/nebyl přítlak**
  - **Průměrná rychlost**
  - **Maximální rychlost**
  - **Minimální rychlost**
  - **atd.**

Použití modelů

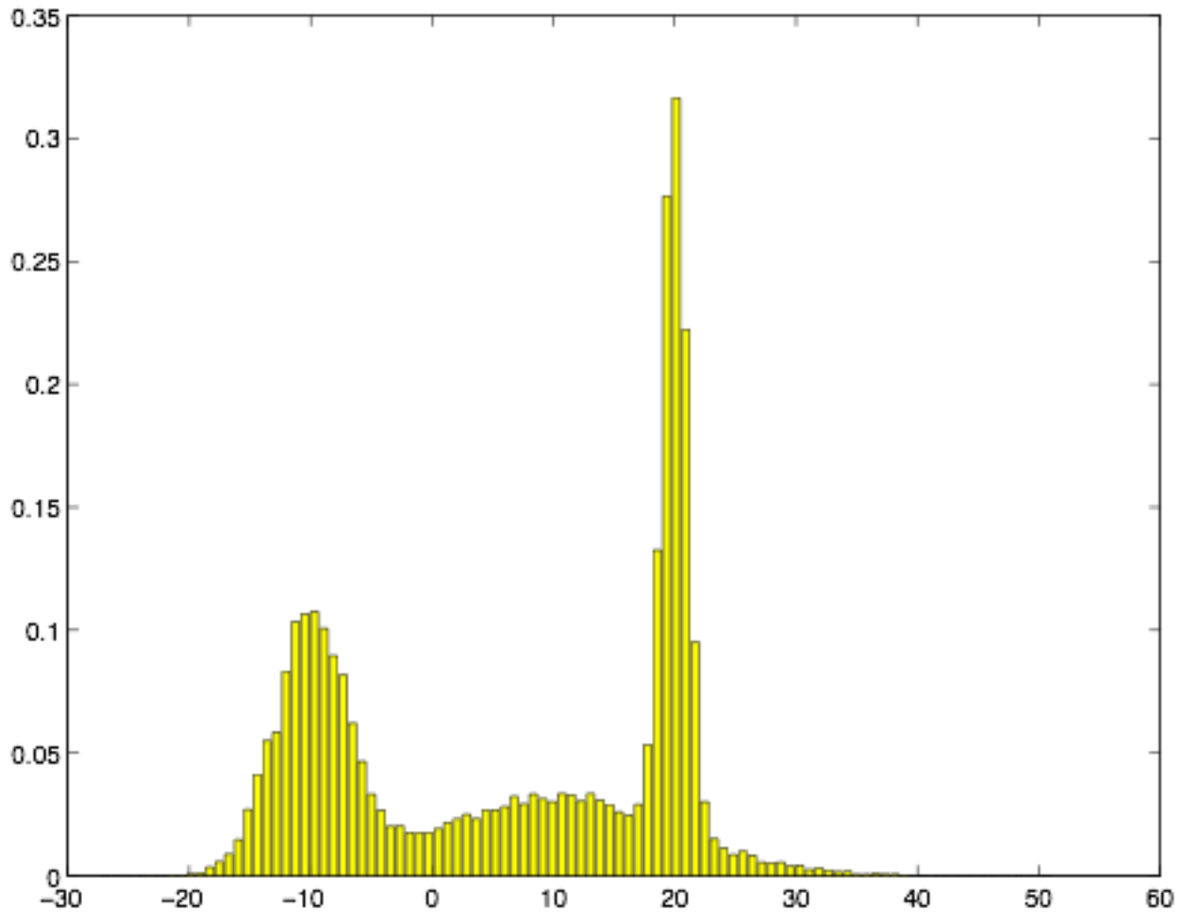
- **Deterministické metody**
  - **Dynamic Time Warping (DTW)**
  - **Vector Quantization (VQ)**
- **Statistické metody**
  - Gaussian Mixture Model (GMM)
  - **Hidden Markov Model (HMM)**

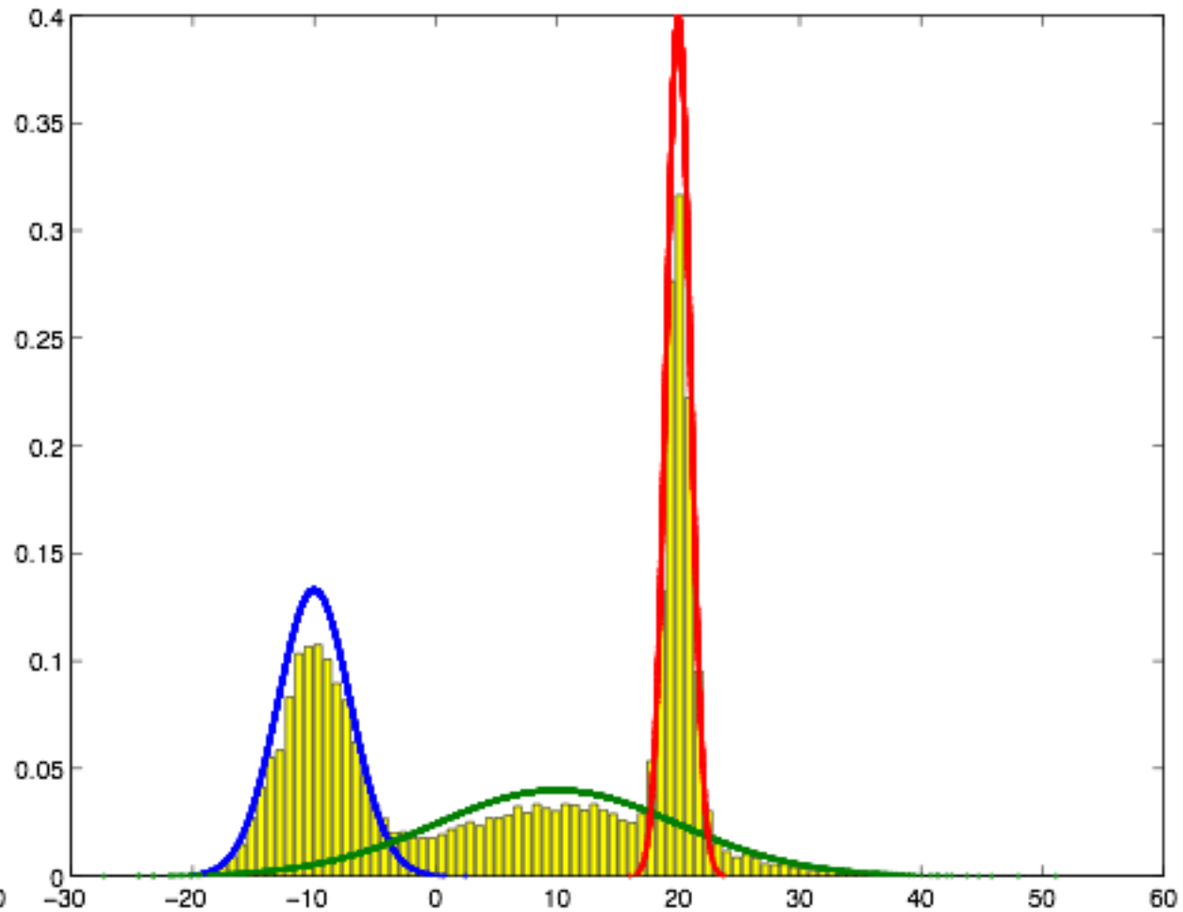
Gaussian Mixture Model



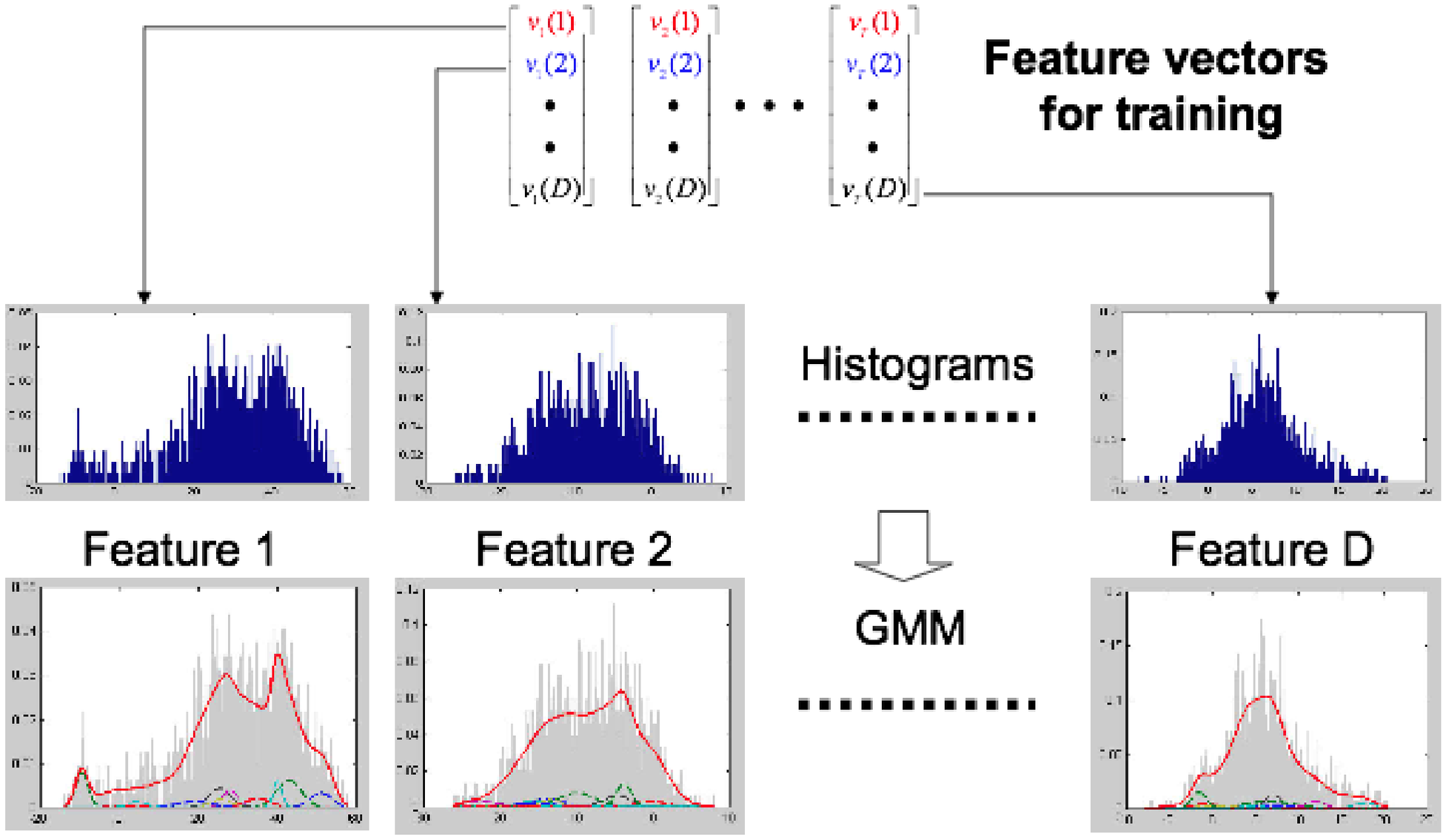
$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Gaussian Mixture Model



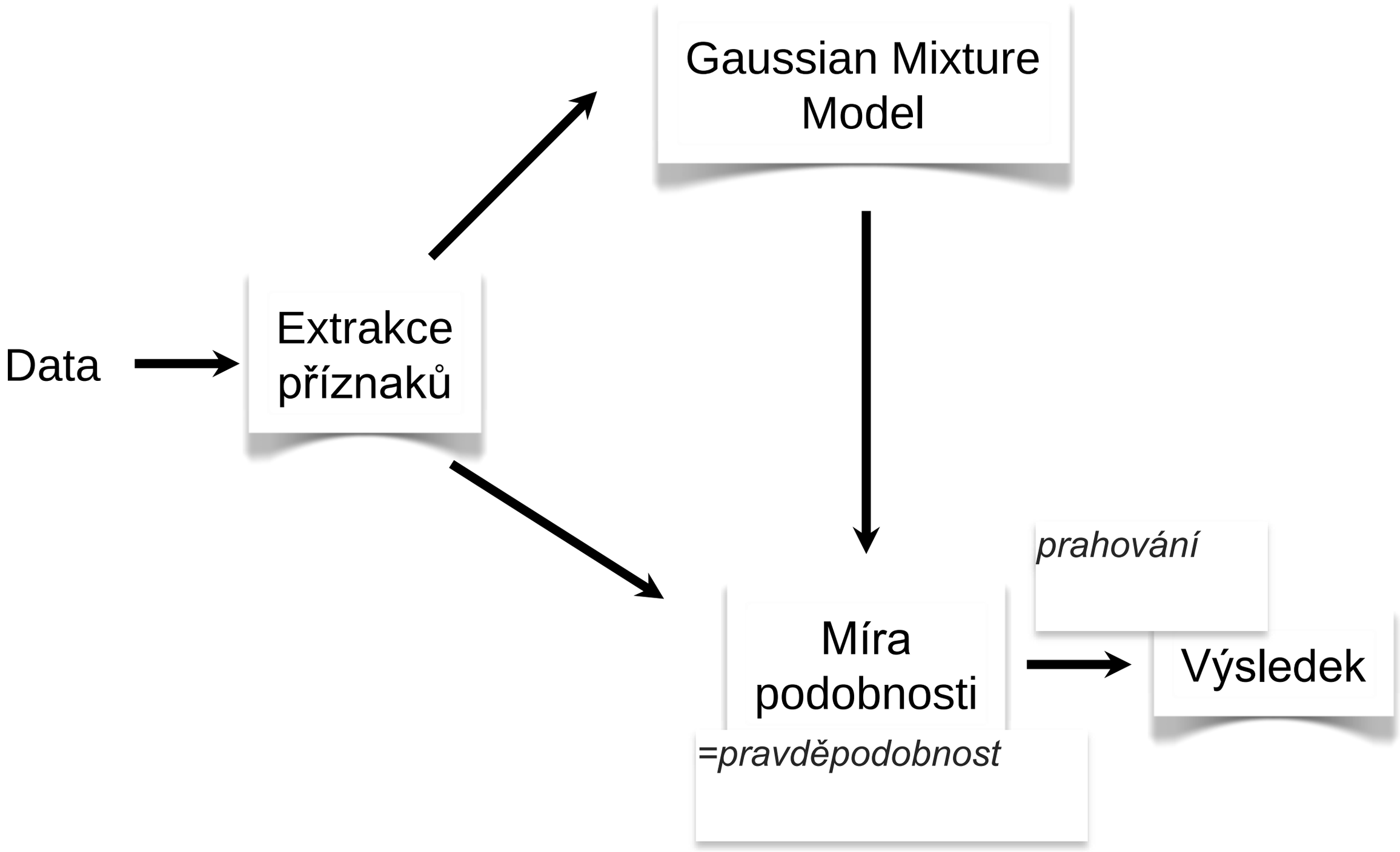


Gaussian Mixture Model



score = log-likelihood (signature | model)

Schéma rozpoznání podpisu GMM



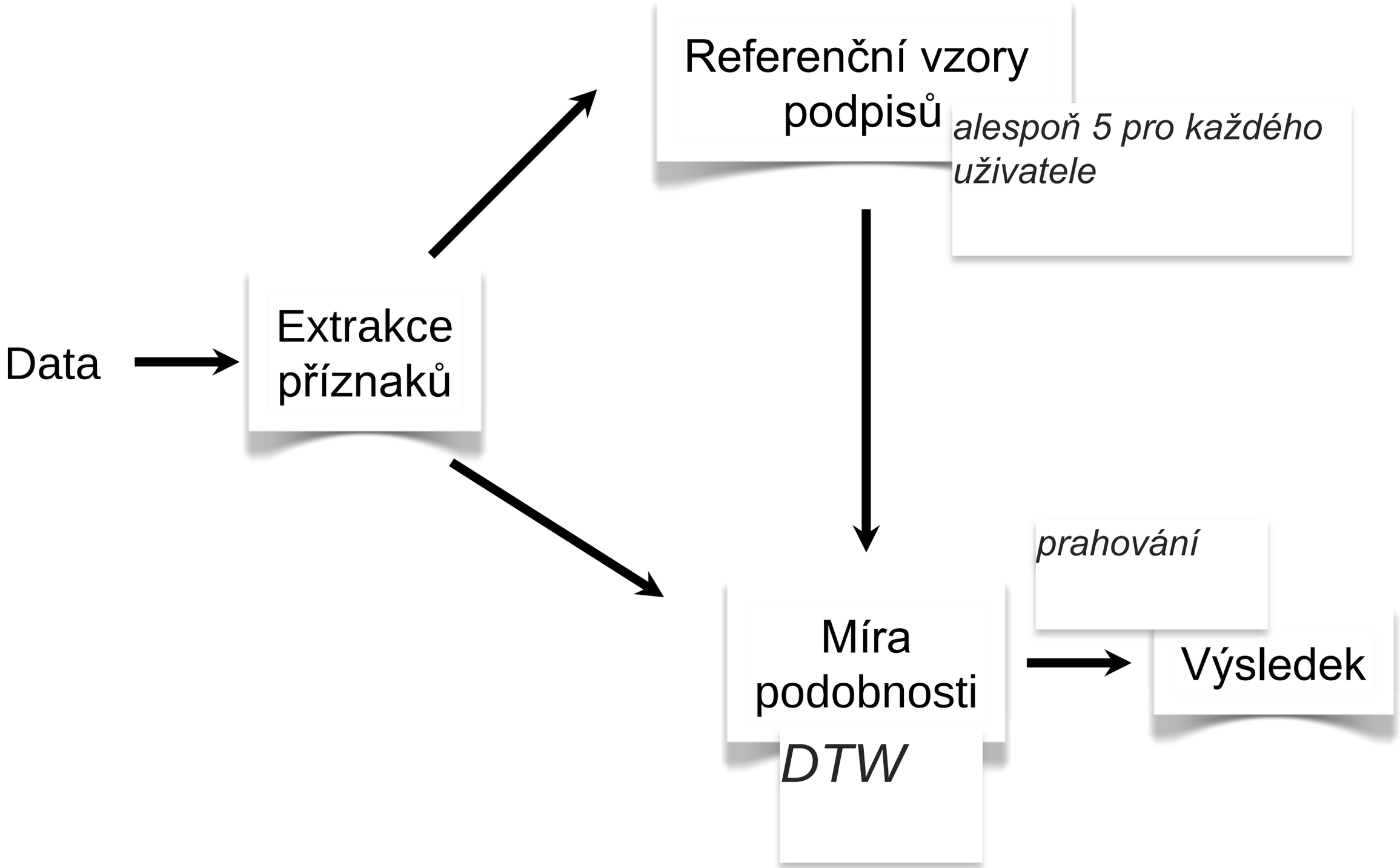
Metody rozpoznávání

- **Deterministické metody**
  - Dynamic Time Warping (DTW)
  - **Vector Quantization (VQ)**
- **Statistické metody**
  - **Gaussian Mixture Model (GMM)**
  - **Hidden Markov Model (HMM)**

DTW zpracování DP

- **Practical On-Line Signature Verification**
  - **J.M. Pascual-Gaspar, V. Cardenoso-Payo, and C.E. Vivaracho-Pascual**
  - **Advances in Biometrics, Lecture Notes in Computer Science 2009**

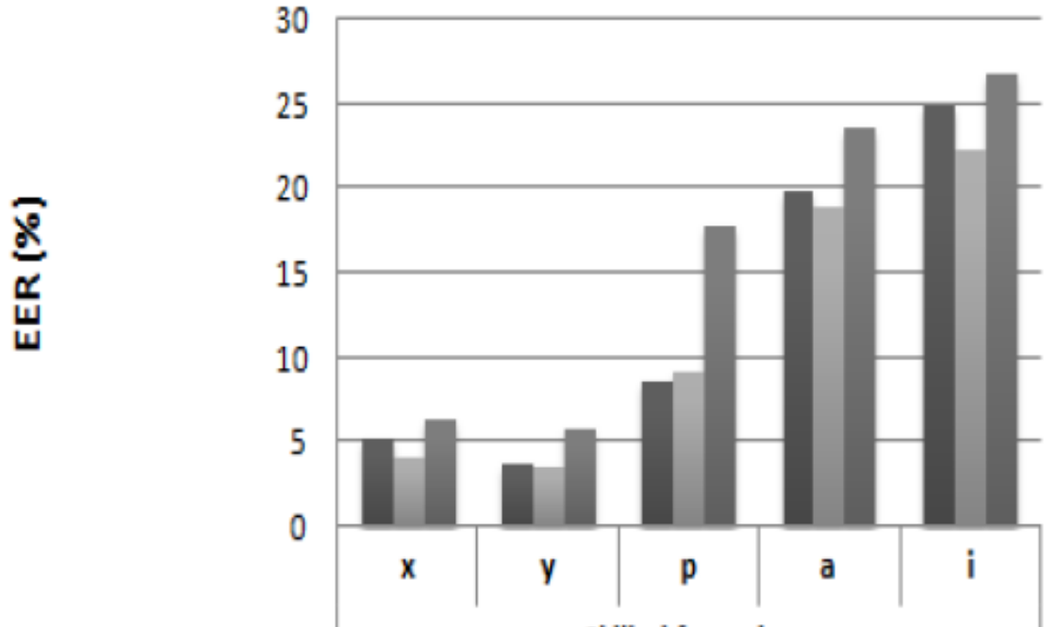
Schéma rozpoznání podpisu DTW



Extrakce příznaků

- **x, y**
- **p - přítlak**
- **a - natočení (azimuth)**
- **i - náklon (inclination)**

+ *1. a 2. derivace*



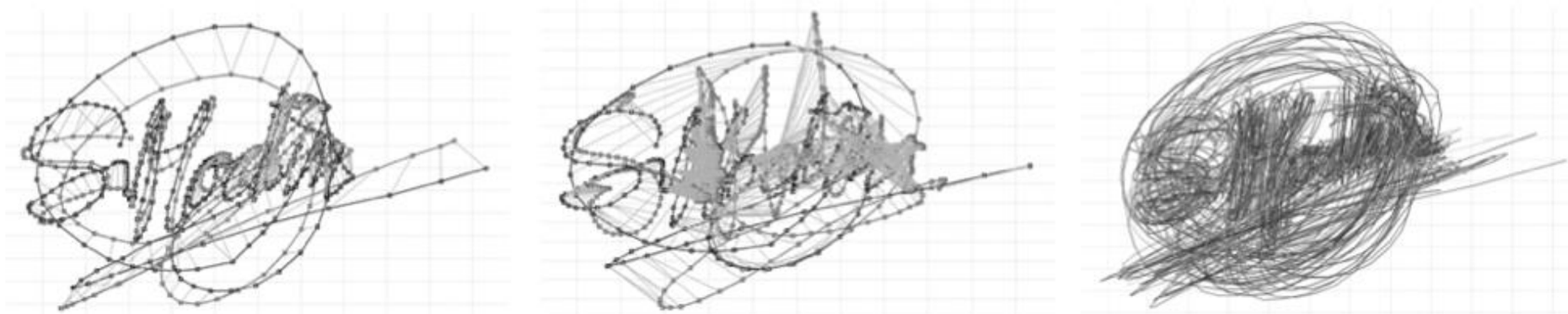
	Skilled forgeries				
	x	y	p	a	i
Position domain	5,27	3,67	8,67	19,92	24,95
Velocity domain	4,07	3,46	9,22	18,93	22,20
Acceleration domain	6,36	5,70	17,69	23,66	26,84

⇨ **15 příznakových vektorů**

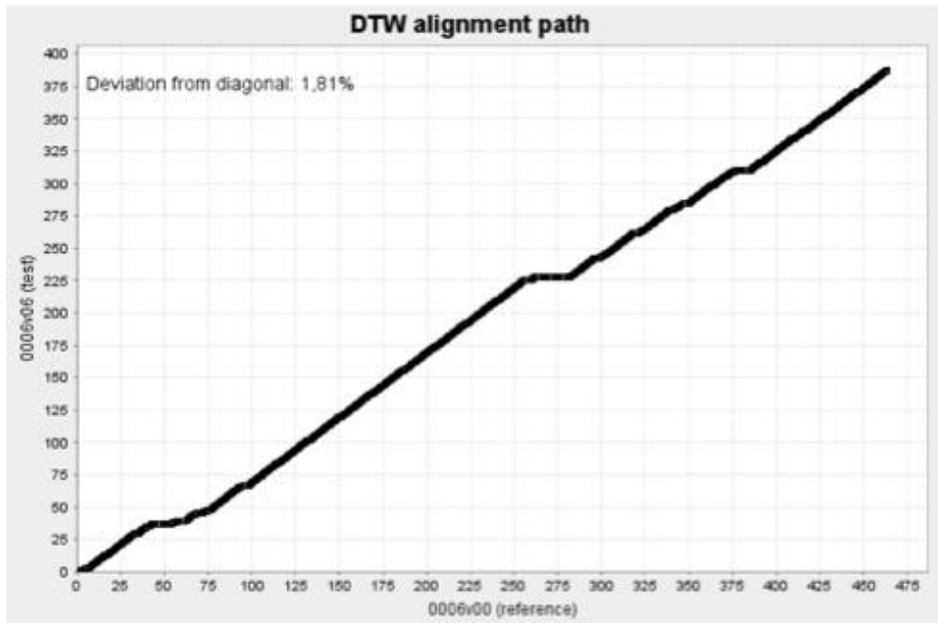
(i když následně došlo k redukci)

Rozpoznání podpisu

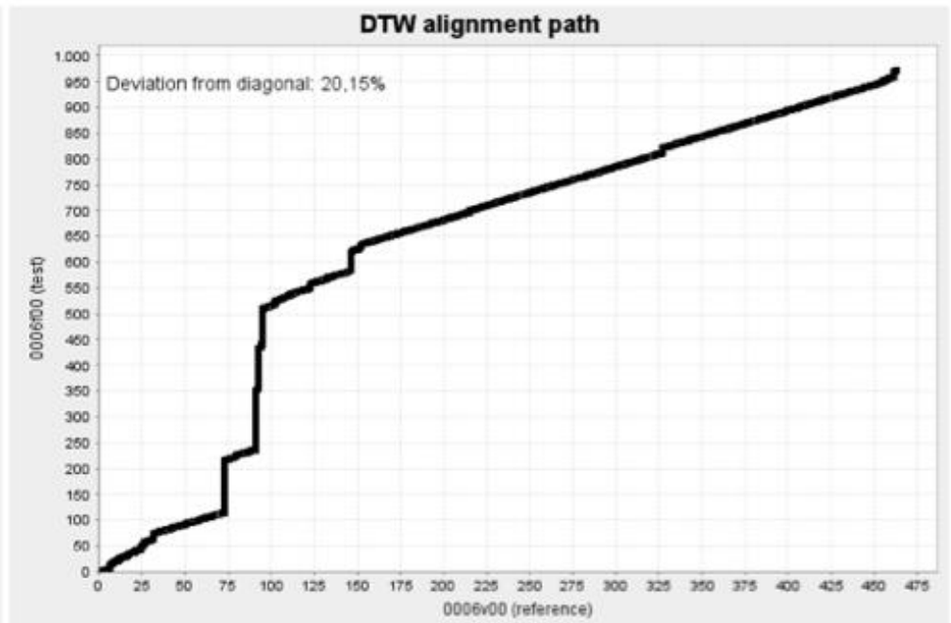
- **Dynamic Time Warping**



(a) Genuine-genuine (b) Genuine-forgery (c) Intra-class variability

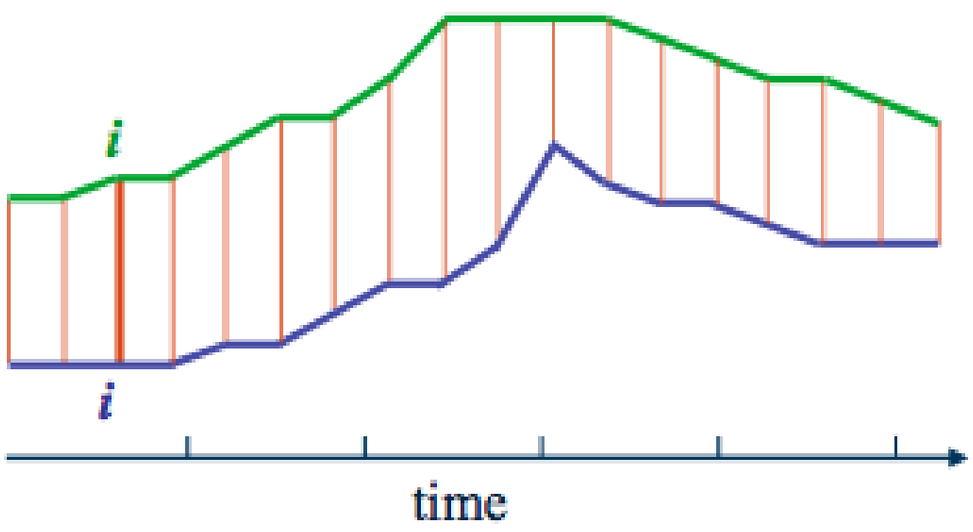


(d) Gen-Gen DTW path

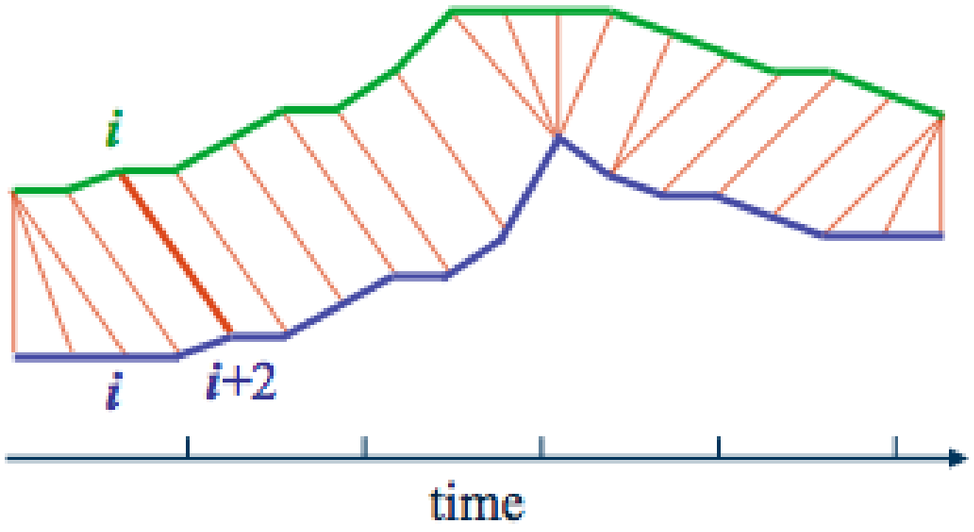


(e) Gen-Forg DTW path

Proč DTW?

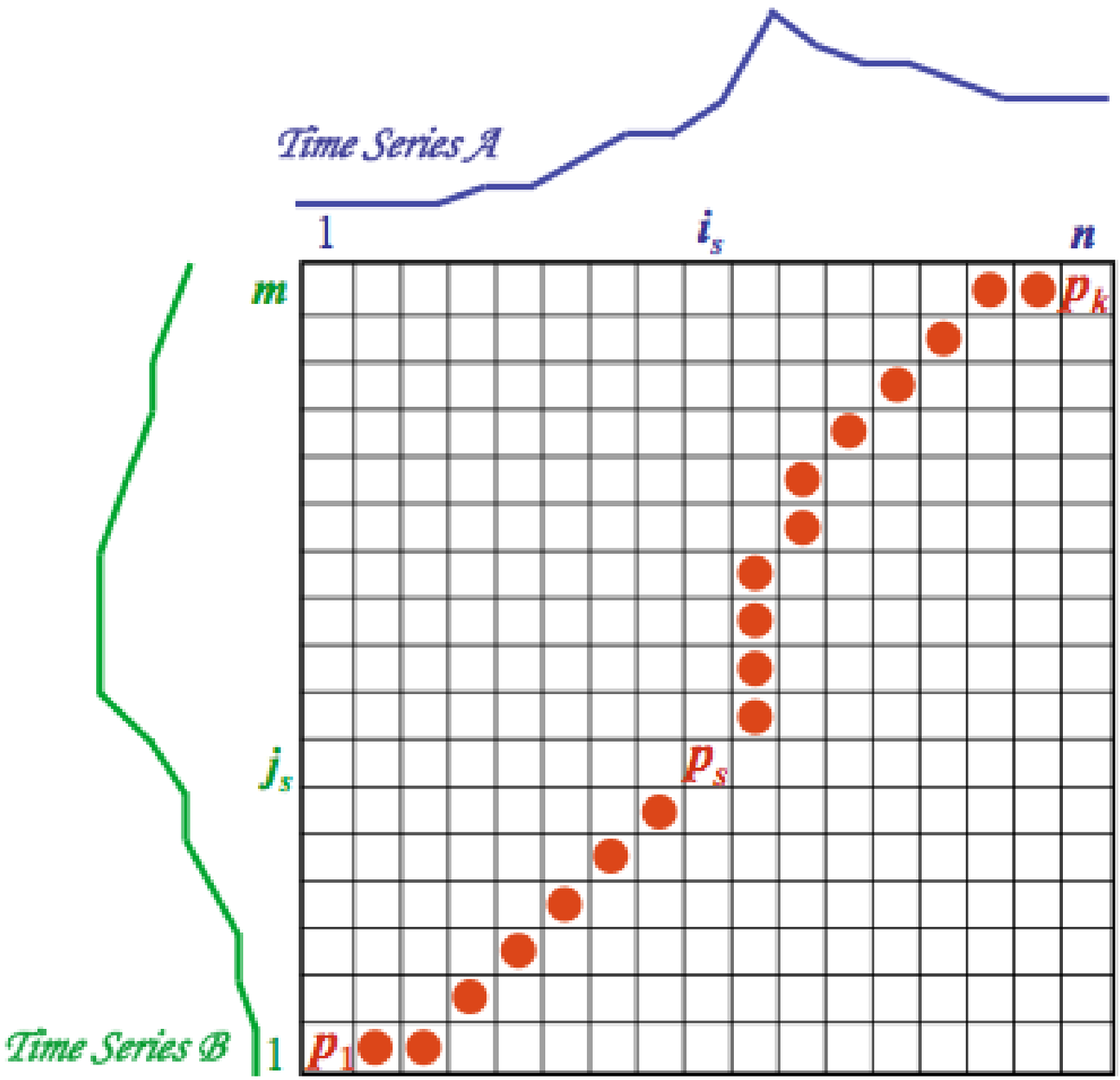


Porovnání *křivek (standardně)*



Porovnání *křivek (DTW)*

Warpovací funkce

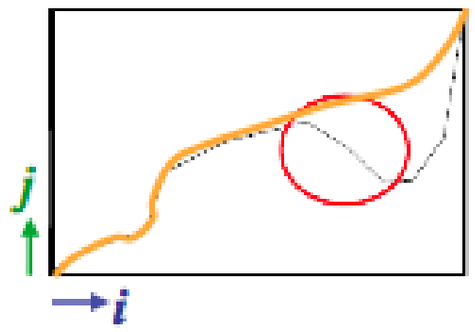


- **mřížka ukazuje vzdálenost (podobnost) jednotlivých bodů (*n*-rozměrných) křivek**
- **snaha o nalezení minimální cesty z [0,0] do [n,m]**
- **řeší dynamické programování**

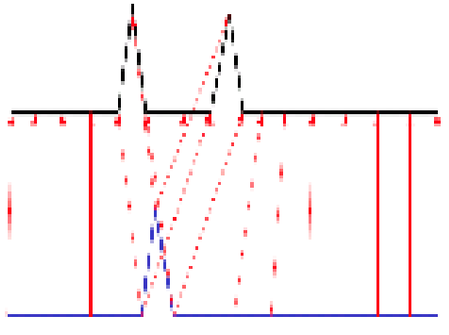
Omezení warpovací funkce

Monotonicity: $i_{s-1} \leq i_s$ and $j_{s-1} \leq j_s$.

The alignment path does not go back in "*time*" index.

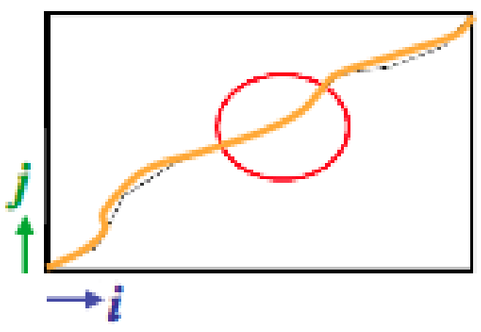


Guarantees that features are not repeated in the alignment.

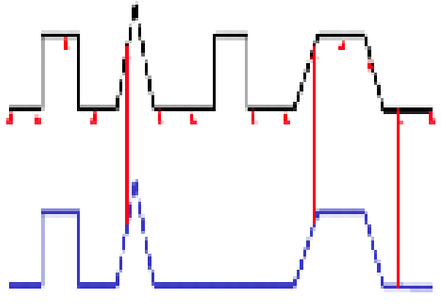


Continuity: $i_s - i_{s-1} \leq 1$ and $j_s - j_{s-1} \leq 1$.

The alignment path does not jump in "*time*" index.



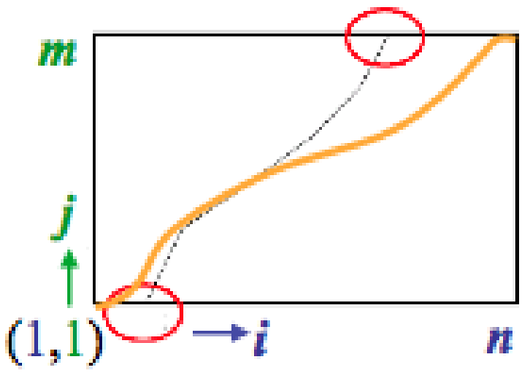
Guarantees that the alignment does not omit important features.



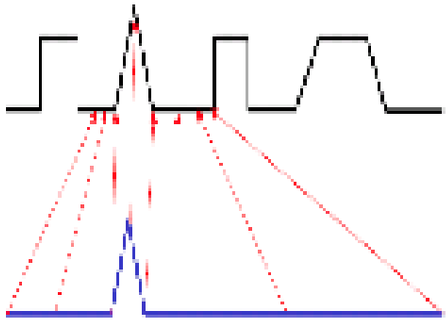
Omezení warpovací funkce

Boundary Conditions: $i_1 = 1$, $i_k = n$ and $j_1 = 1$, $j_k = m$.

The alignment path starts at the bottom left and ends at the top right.

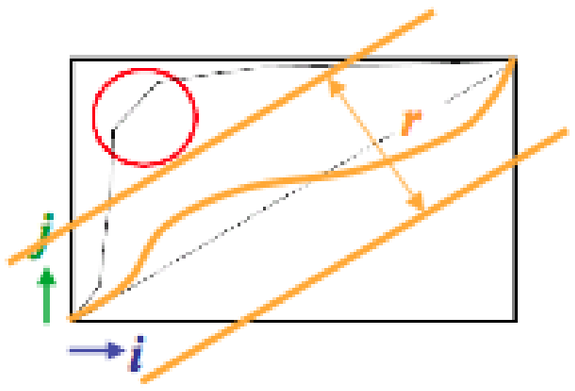


Guarantees that the alignment does not consider partially one of the sequences.

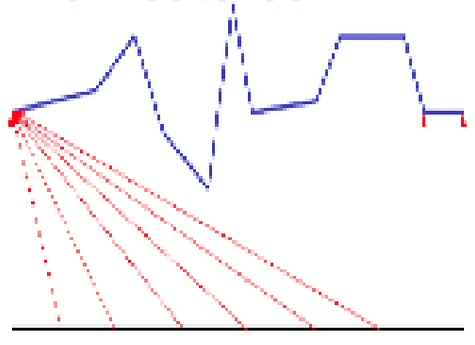


Warping Window: $|i_s - j_s| \leq r$, where $r > 0$ is the window length.

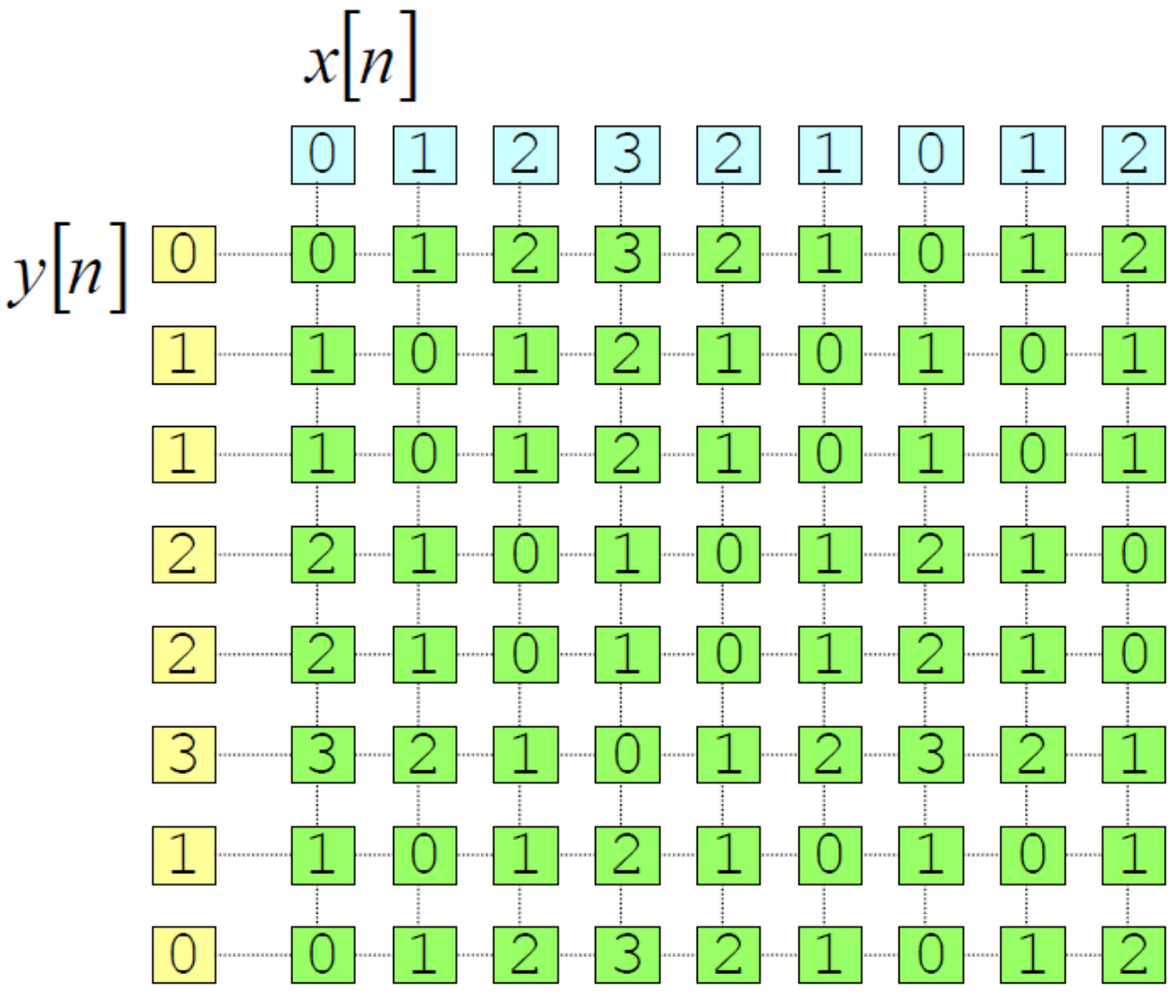
A good alignment path is unlikely to wander too far from the diagonal.

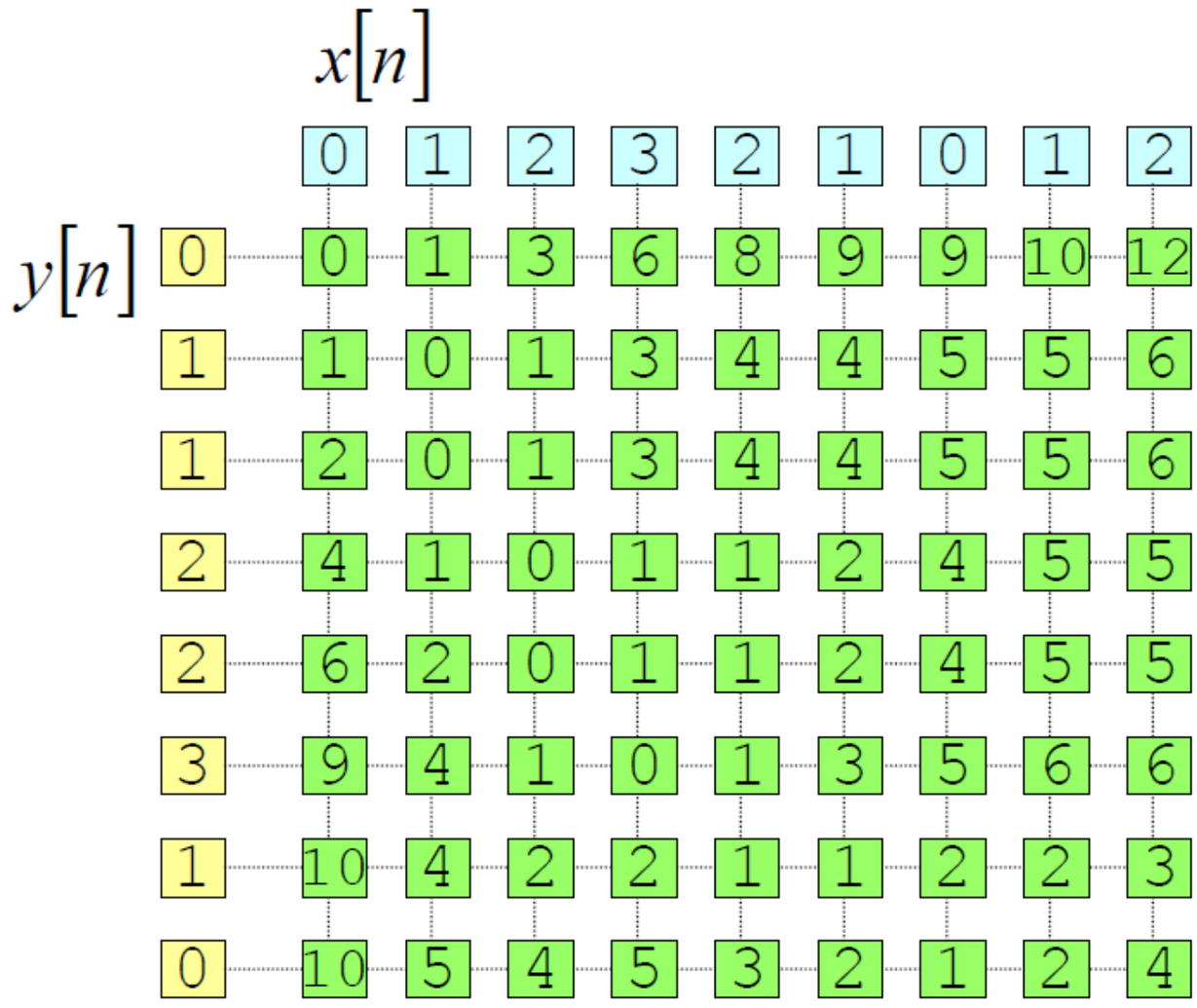


Guarantees that the alignment does not try to skip different features and gets stuck at similar features.



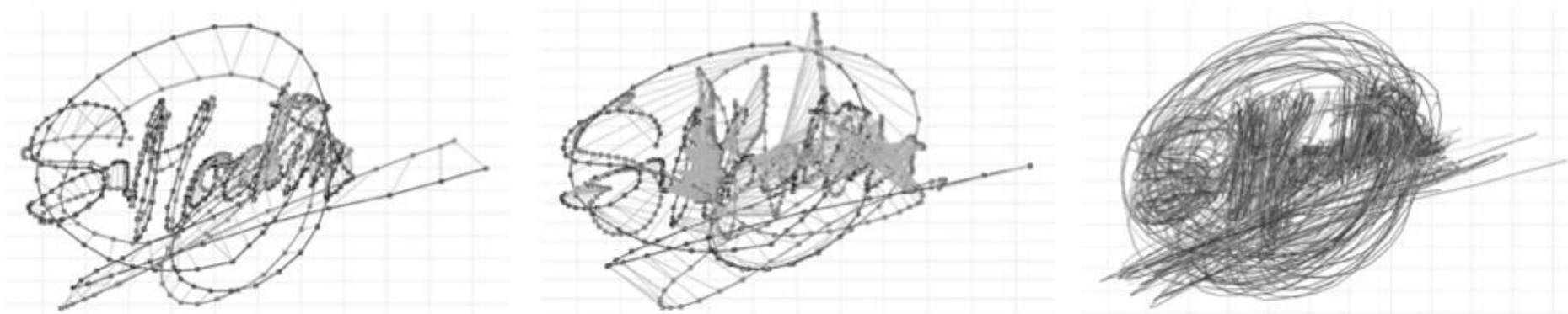
DTW - příklad


x[n]
y[n]
0 1 2 3 2 1 0 1 2
0 0 1 2 3 2 1 0 1 2
1 1 0 1 2 1 0 1 0 1
2 2 1 0 1 0 1 2 1 0
2 2 1 0 1 0 1 2 1 0
3 3 2 1 0 1 2 3 2 1
1 1 0 1 2 1 0 1 0 1
0 0 1 2 3 2 1 0 1 2

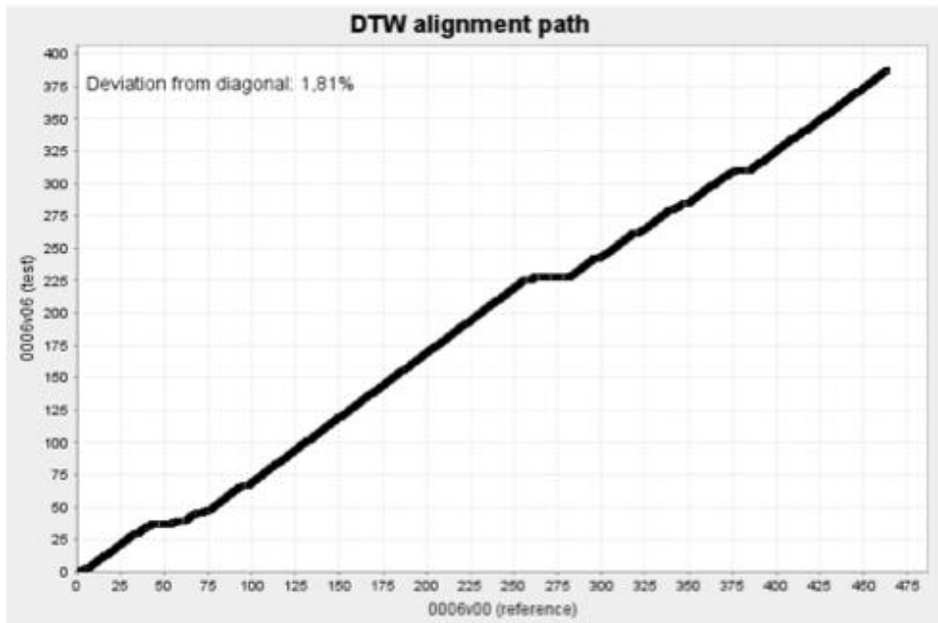

x[n]
y[n]
0 1 2 3 2 1 0 1 2
0 0 1 3 6 8 9 9 10 12
1 1 0 1 3 4 4 5 5 6
2 4 1 0 1 1 2 4 5 5
2 6 2 0 1 1 2 4 5 5
3 9 4 1 0 1 3 5 6 6
1 10 4 2 2 1 1 2 2 3
0 10 5 4 5 3 2 1 2 4

Rozpoznání podpisu

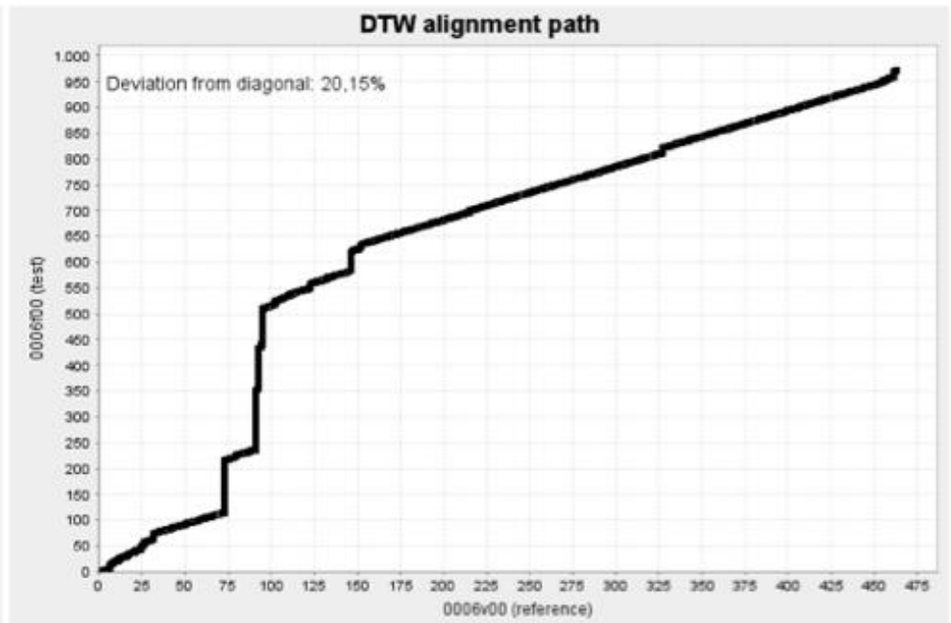
- **Dynamic Time Warping**



(a) Genuine-genuine (b) Genuine-forgery (c) Intra-class variability



(d) Gen-Gen DTW path



(e) Gen-Forg DTW path

Databáze podpisů

Dataset	Database	Users	Signatures		
			Genuines	Forgeries	Total
DD	MCYT-A	50	25	25	**2500**
TD	MCYT-B	50	25	25	**2500**
	SVC2004	40	20	20	**1600**
	BIOMET	84	15	17	**2688**
	MYIDEA	69	18	36	**3726**
Total		**293**	**5802**	**7212**	**13014**

Výsledky

	Random forgery	Skilled forgery
EER	0.41%	2.26%

EER = Equal error rate

udává chybovost (jak chybného přijetí podpisu za pravý, tak i chybného zamítnutí pravého podpisu)

Výhody x nevýhody podpisu

- Ochrana proti padělání
- Používá zavedené procesy
- Neinvazivní
- Uživatelé mohou změnit podpis

- Nekonzistentní podepisování vede ke zvýšení chybovosti
- Uživatelé nejsou zvyklí podepisovat tablet
- Počet možných aplikací je omezen
- Uživatelé mohou změnit podpis

Výhody

- **Podpis je vytvořen lidmi a padělání (ochrana) je dobře prozkoumané**
- **Natrénování podpisu je rychlé a intuitivní**
- **Verifikace podpisu je rychlá nemá vysoké požadavky na úložný prostor**

Nevýhody

- **Používá se v podstatě jenom pro autentizaci dokumentů**
- **Pero s náklonem a natočením je drahé**
- **Handicapovaní lidé a lidé, s nedostatečnou motorickou koordinací**

“Obyčejný” tablet

- **Genius EasyPen i405X ~ 900Kč**
  - **2540 lpi**
  - **1024 úrovní přítlaku**
  - **125 bodů/s**

- **Wacom Intuos Pro S A6 ~ 5 600Kč**
  - **5080 lpi**
  - **2048 úrovní přítlaku**
  - **200 bodů/s**

“Biometrický” tablet

- **Wacom STU-530 LCD Signature ~ 9 000Kč**
  - **LCD**
  - **2540 lpi**
  - **1024 úrovní přítlaku**
  - **200 bodů/s**
  - **náklon i natočení (grip pen)**

Děkuji za pozornost

Cvičení

- **Úkol:**
  - **Seznamte se s problematikou zpracování dynamického podpisu. Implementujte metody GMM a DTW a optimalizujte pro rozpoznávání d. podpisu.**
    - **K dizpozici je několik originálních podpisů (od jednoho člověka) a jejich padělků.**
    - **Testování bude probíhat na příkladech, které nemáte k dispozici.**

Návrh řešení

1. **Načtení dat**
2. **Předzpracování dat (+ extrakce příznaků)**
3. **Natrénování a uložení GMM modelu**
4. **Míra podobnosti**
5. **Stanovení rozhodovacího prahu**
6. **Rozhodovací funkce**

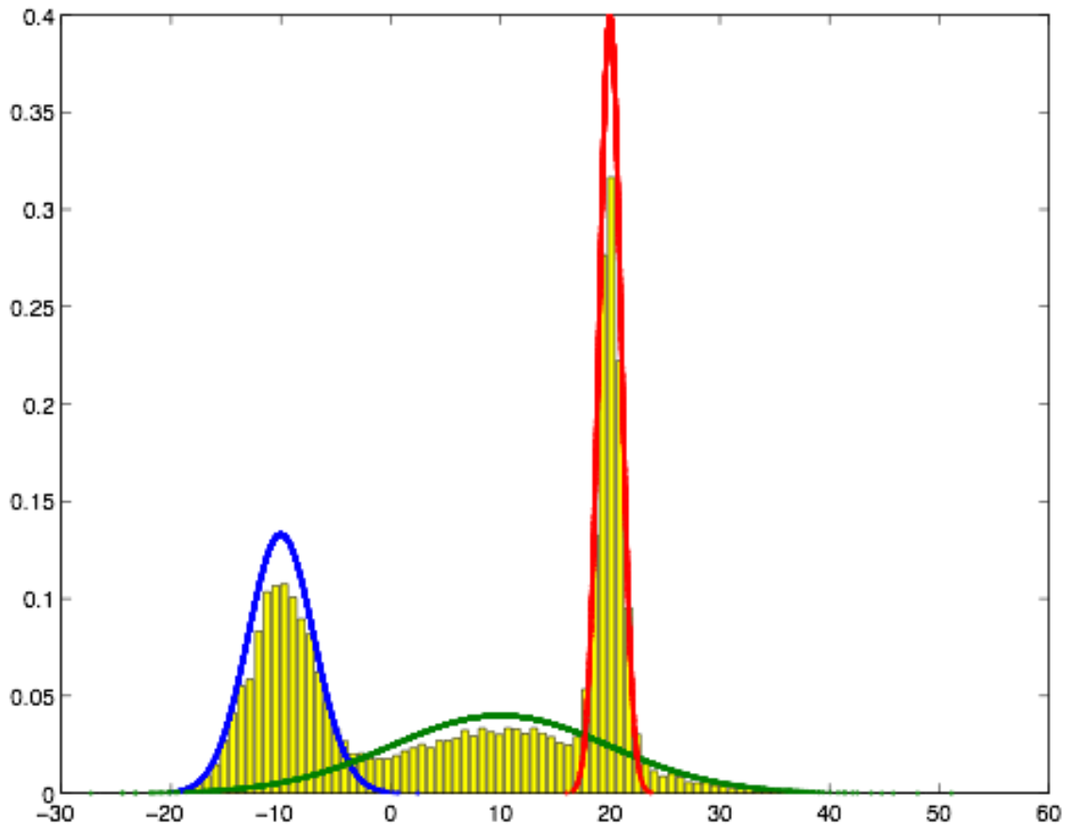
   = **poskládání jednotlivých částí dohromady**

2. Předzpracování dat

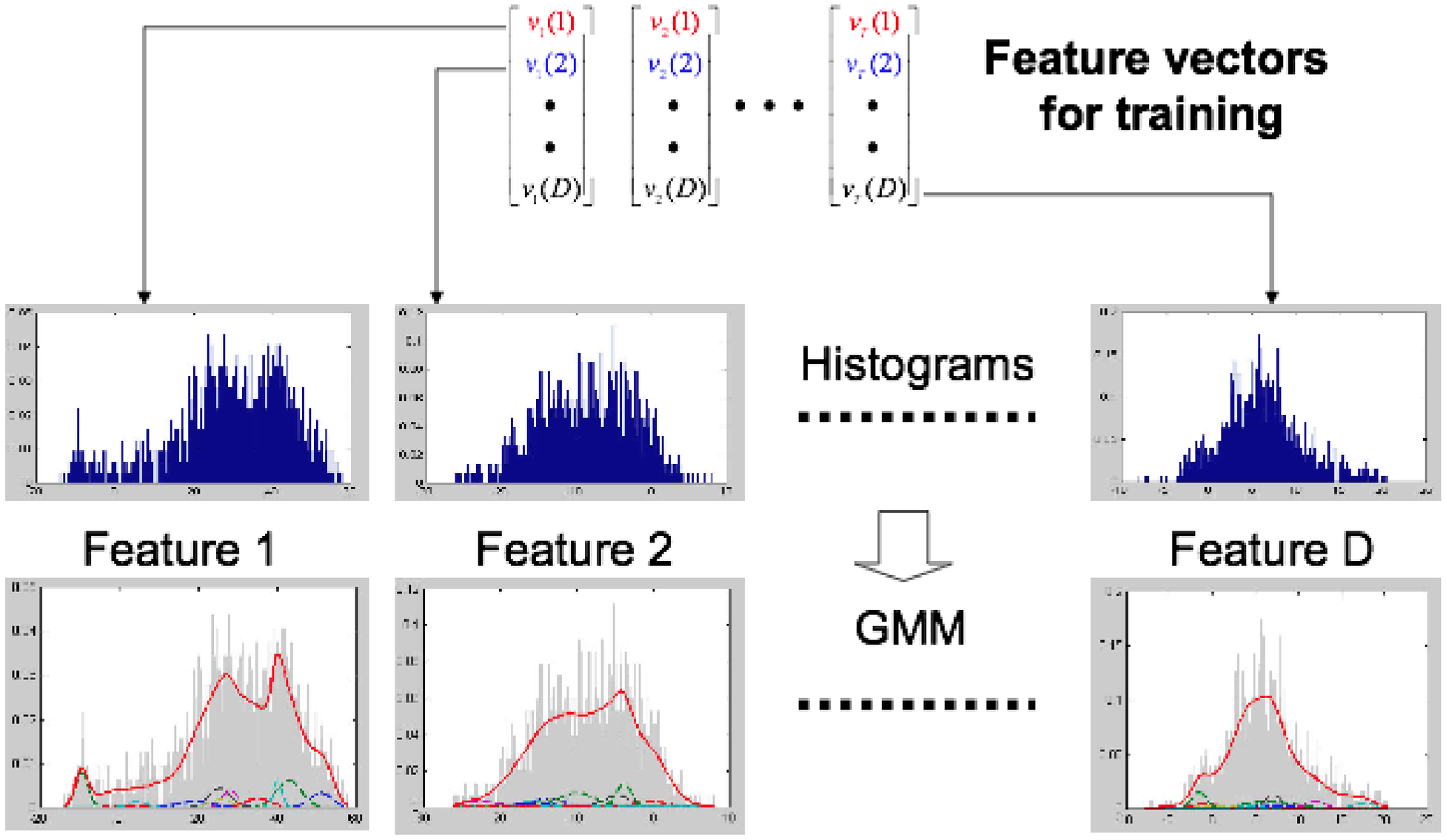
- **Oříznutí**
- **Normalizace**
- **Výpočet příznakových vektorů (1., 2. derivace)**
- **definice m-funkce:**

3. Trénování GMM

- **Pro každý příznakový vektor pomocí E-M algoritmu odhadneme GMM**
  - **použijeme třídu `gmdistribution` ze Statistics toolboxu (funkce `fit`)**
- **Uložíme si výsledný `gmdistribution` objekt pro pozdější použití**
- **E-M algoritmus**



Gaussian Mixture Model



score = log-likelihood (signature | model)

4. Míra podobnosti = skóre

- **Míra podobnosti = pravděpodobnost, že náš příznakový vektor $x_{1,2,...,M}$ pochází z daného GMM**

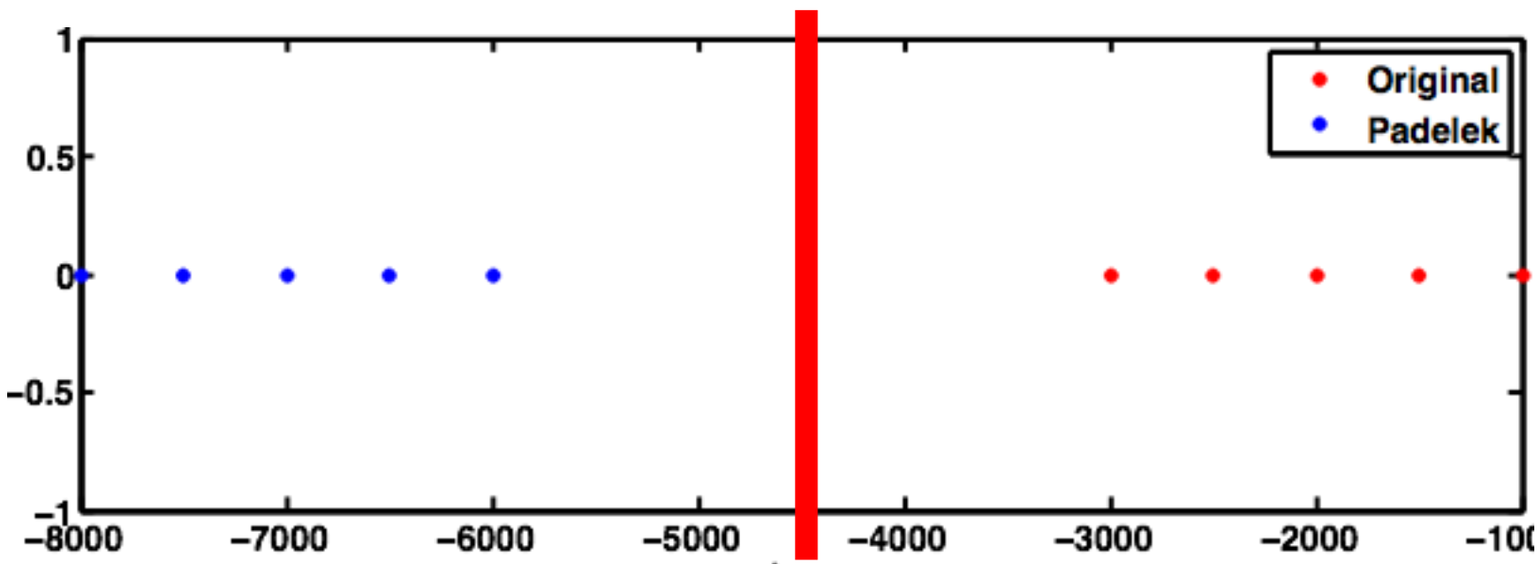
$$p(x_{1,2,...,M}|GMM) = \prod_{i=1}^{M} p(x_i|GMM)$$

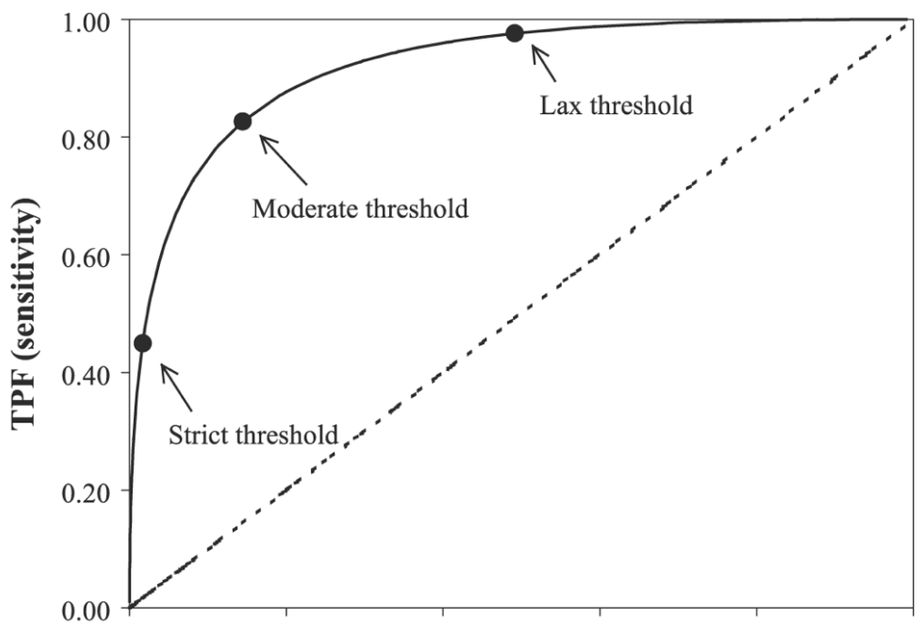
  - **pro zjištění $p(x_i|GMM)$ použijeme funkci** `gmdistribution.pdf(X)`
  - **vypočítáme celkovou $log(p(x_{1,2,...,M}|GMM)$ příznakového vektoru:**

$$log(p(x_{1,2,...,M}|GMM)) = \sum_{i=1}^{M} log(p(x_i|GMM))$$

- **Skóre jednotlivých vektorů sečteme (proč?)**

5. Rozhodovací práh





- **Experimentálně:**
  - **spočítáme skóre pro několik originálů a padělků, které vyneseme na osu a určíme práh**
- **ROC křivkou:**
  - **pro každou hodnotu prahu spočítáme sensitivitu a specificitu - vybíráme “optimum”**
- **Bayes**
- **...**