

# Rozpoznávání podle ruky

Štěpán Rydlo

Martin Drahanský



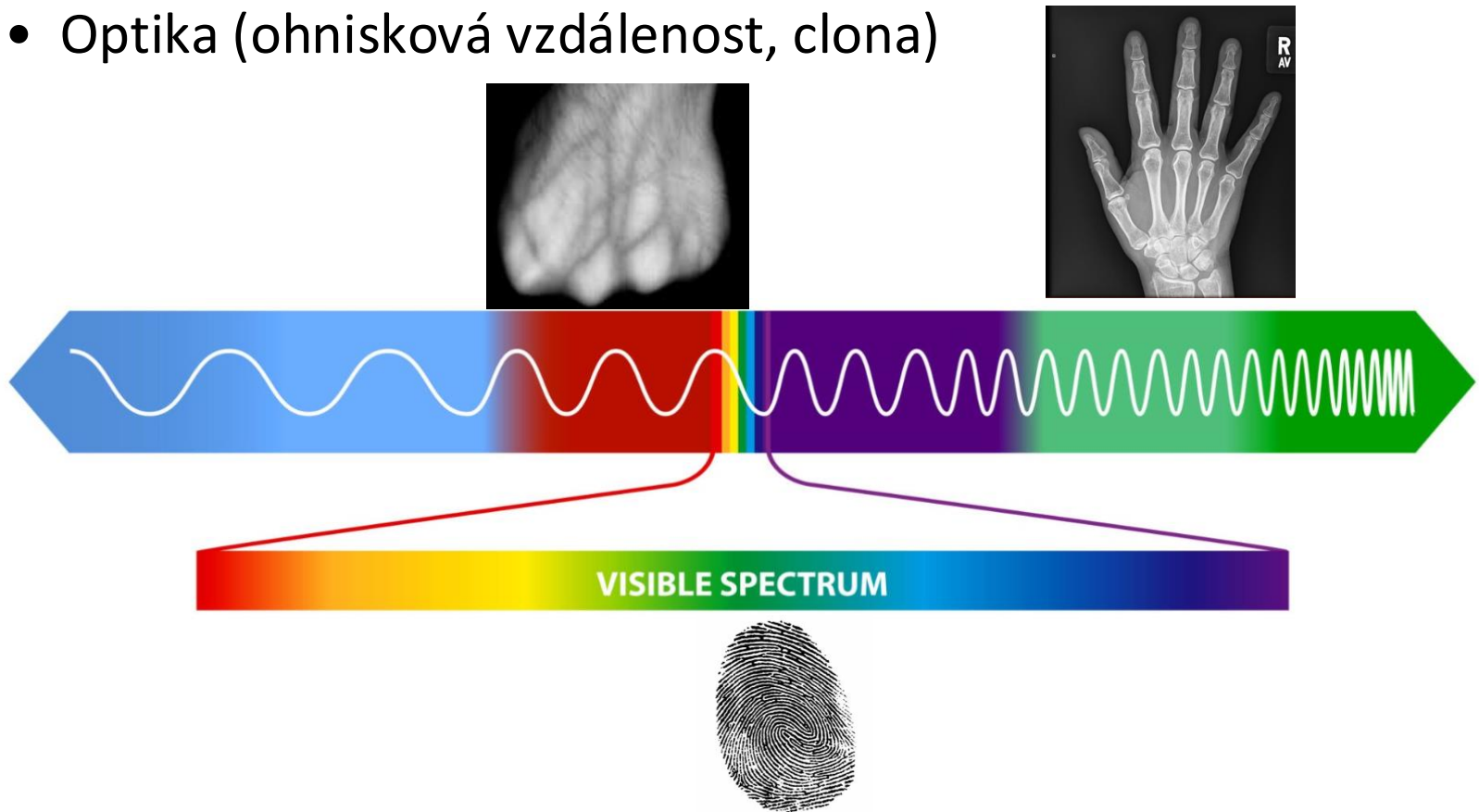
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta informačních technologií  
Božetěchova 2, 612 66 Brno, Česká republika  
<https://strade.fit.vutbr.cz/>



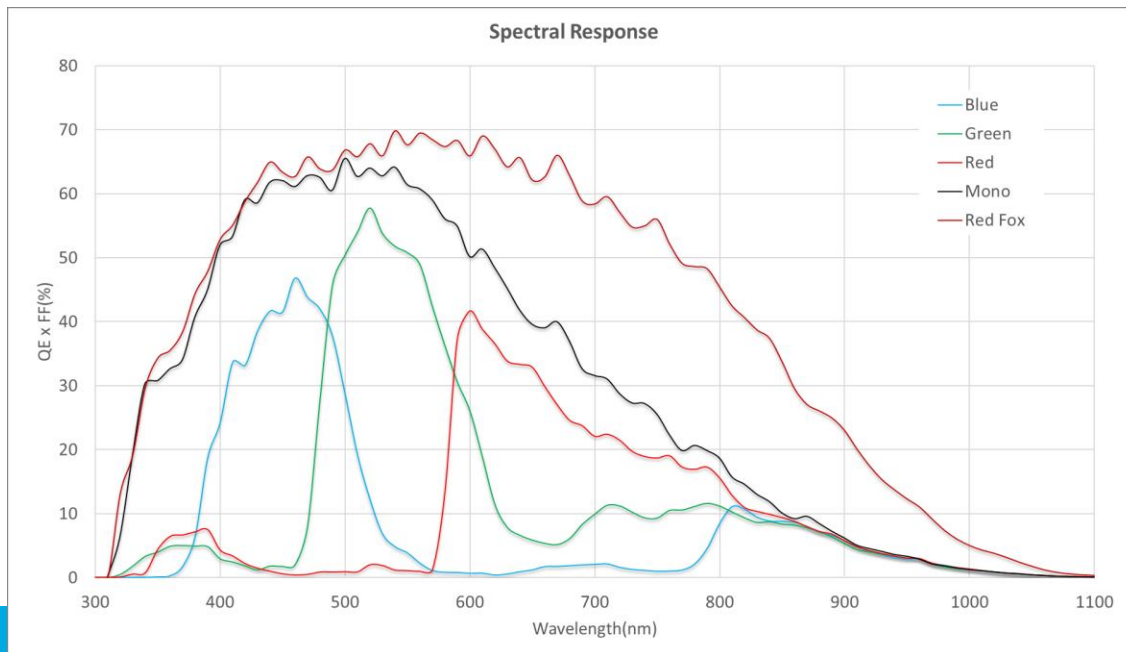
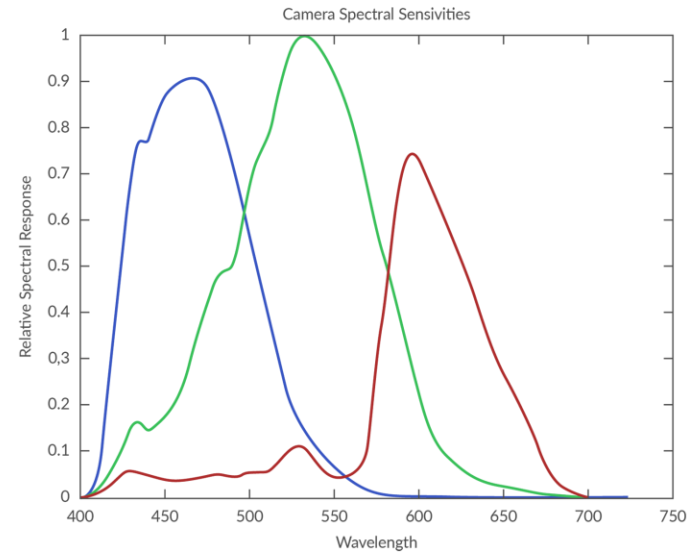
- Otisk prstu
  - Nejpoužívanější, další přednáška
- Geometrie ruky
- Nehty
- Krevní řečiště
- Kostí ruky



- Pomocí kamery nebo soubor několik kamer
- Kamera:
  - FOTOSENSITIVNÍ ČIP (CMOS/CCD)
  - OPTIKA (ohnisková vzdálenost, clona)



- Spectral sensitivity
  - Citlivost na vlnovou délku
- Velikost pixelu (3,45x3,45um;...)
- Zisk (účinnost)
- Provozní teplota
- Rozlišení, ...

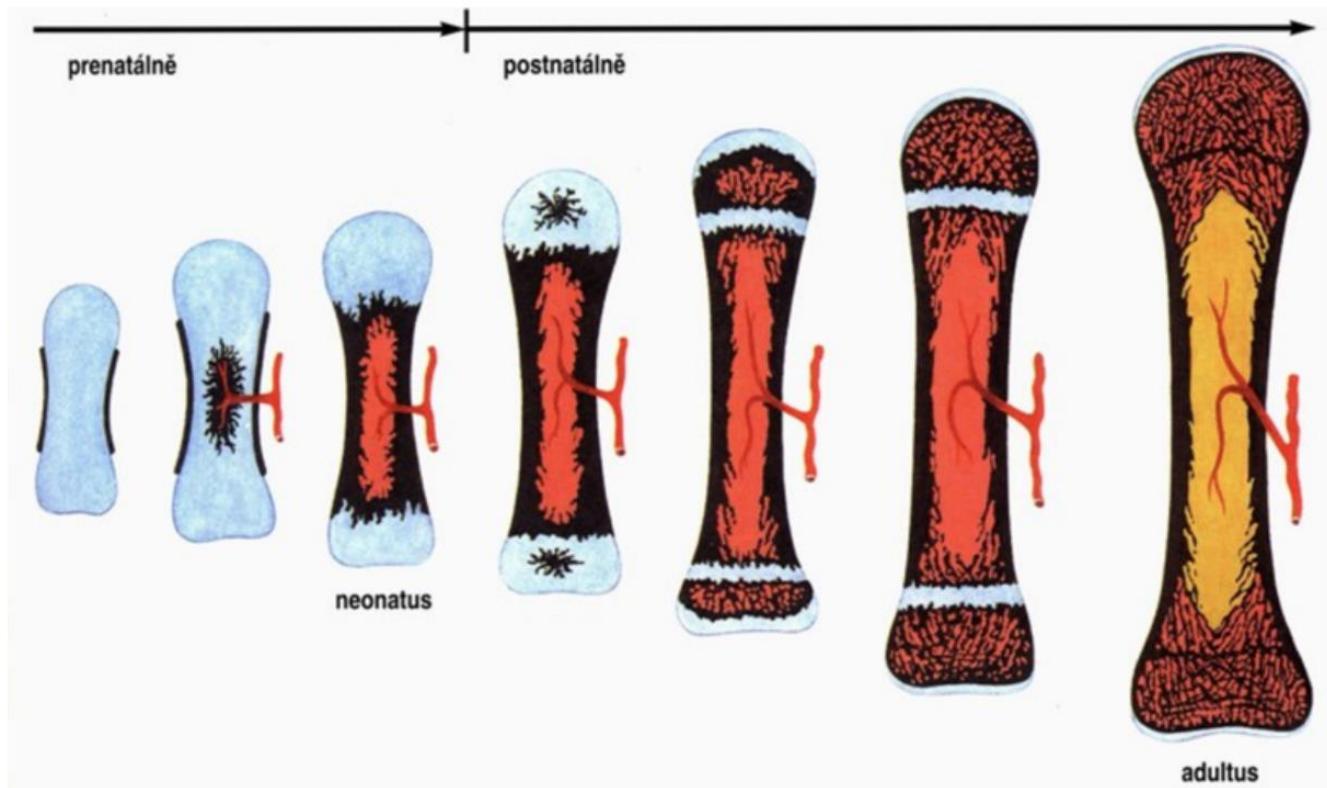




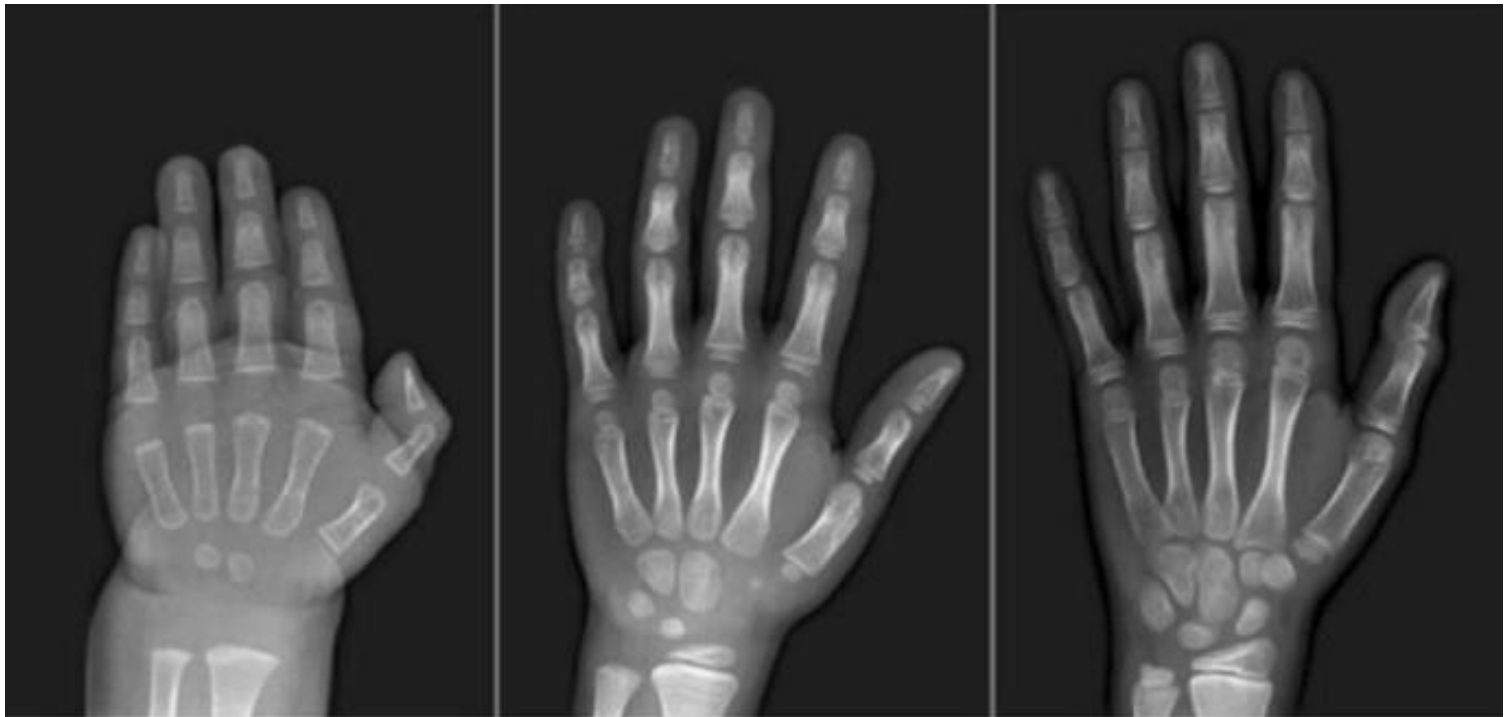
## KOSTI RUKY

- Rentgenové záření
- Použití:
  - Mohou být použity pro identifikaci osoby (zlomeniny, výrůstky, anomálie)
  - Pro definování věku osoby (do dospělosti)
- Nevýhody:
  - Rizika rentgenového záření
  - Velikost zařízení

- Proces, při kterém dochází ke proměně chrupavky za kostní tkáň
- Probíhá v **osifikačních centrech**:
  - Umístěna na povrchu chrupavky



- Ukazatel vývoje jedince od narození až po dospělost
  - Kostní věk se chronologický přibližně o 10% (problém obezita)
- Určuje se na základě **osifikačních jader**
  - Jádru se zmenšuje s věkem



- Greulich – Pyle (GP)
  - Určuje věk na základě předloh (31 chlapců, 29 dívek)
  - Na základě porovnání a subjektivního hodnocení určen věk
  - Lze provádět od narození do věku kdy osifikace je v největším stádiu (19 let chlapci, 18 let dívky)
- Tanner - Withause (TW)
  - Určuje kostní věk na základě stupně zralostí (skoré) pro jednotlivé kosti
  - Celkový součet pak udává kostní zralost a transformuje na hodnotu kostního věku



# SYSTÉMY ZALOŽENÉ GEOMETRII RUKY

- Rozpoznávání je založené na tvrzení že lidská ruka je jedinečná
- Pro rozlišení se používají následující charakteristiky:
  - Délka prstu
  - Šířka prstu
  - Výška prstu
  - Zakřivení a lokání anomálie
- Používá se ortografické skenování
  - Shora
  - Z boku

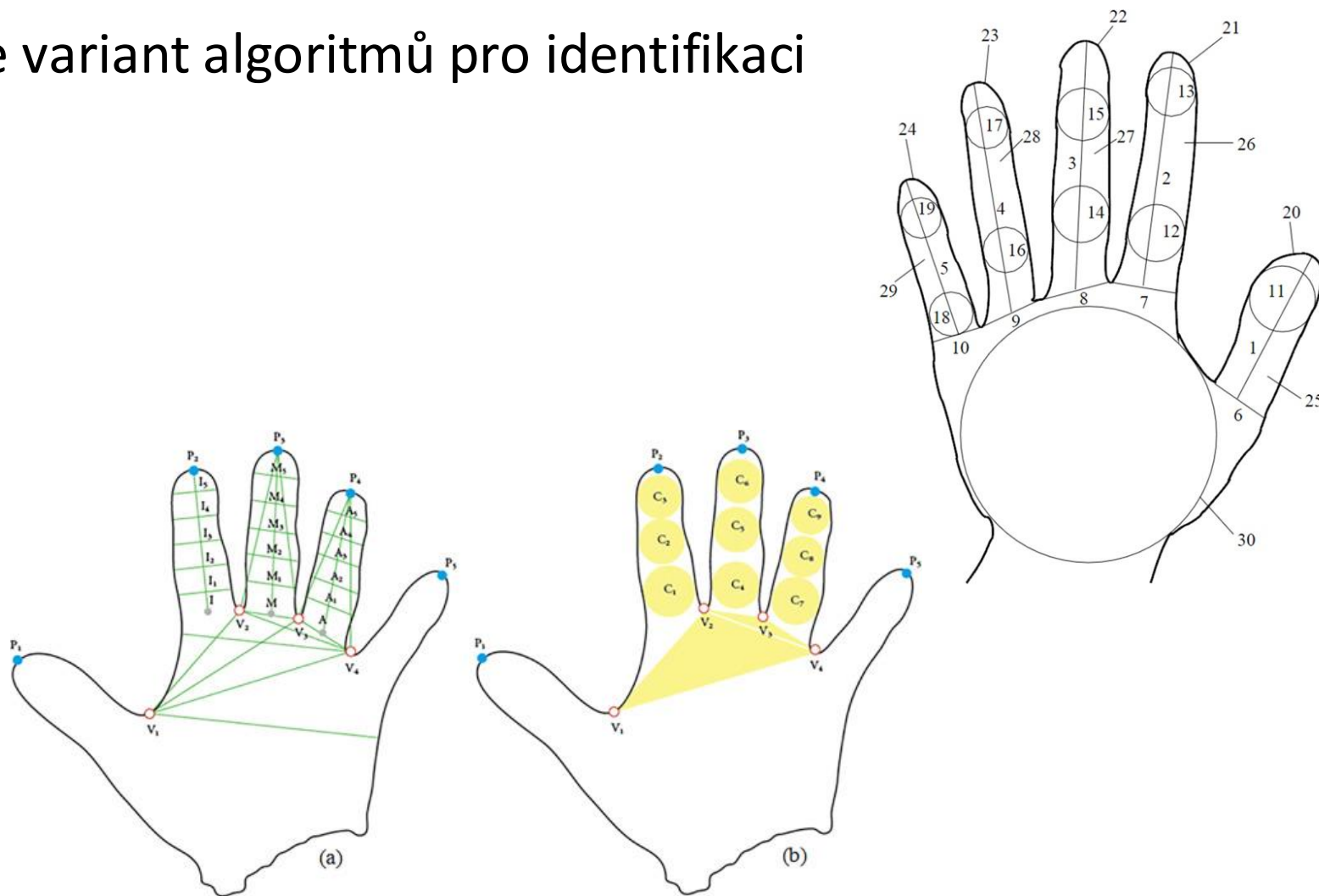




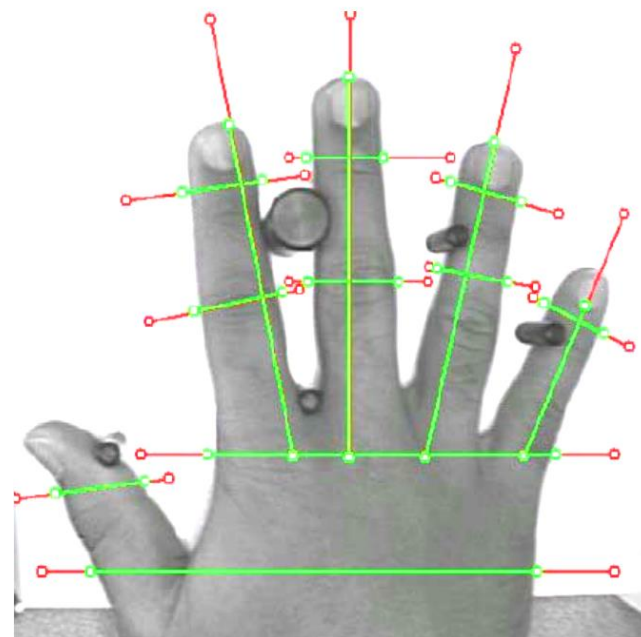
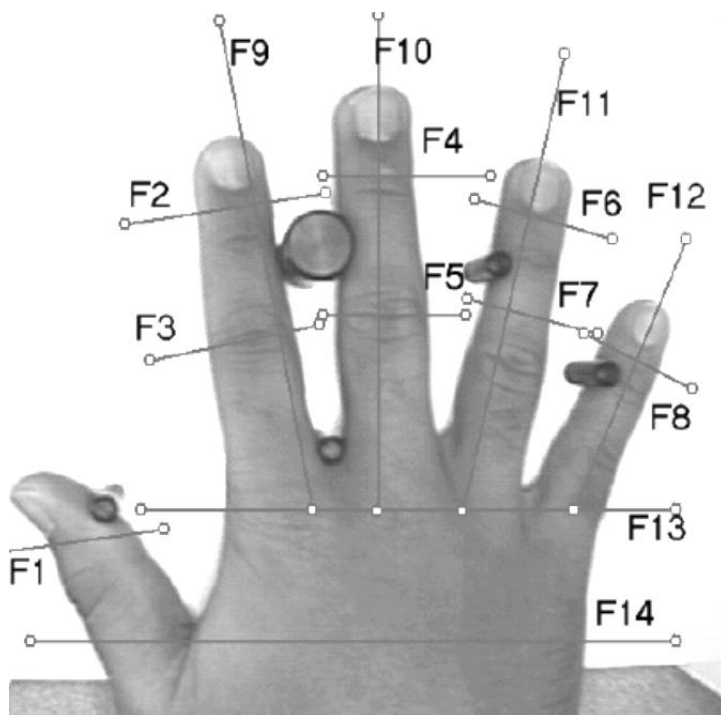
- Výhody
  - Dobře akceptovatelná uživateli
  - Lehké použití
  - Robustní vůči vlivům prostředí
  - Relativně nenákladné řešení
- Nevýhody
  - Nízká rozlišovací schopnost
  - Při identifikaci mnoho kandidátů
  - Různá výška zařízení vede k různým odlišnostem
    - Rozdíl v sedě/ve stoje
  - Systémy pracují spolehlivě od věku 8 let
  - Stárnutí, prsteny,...

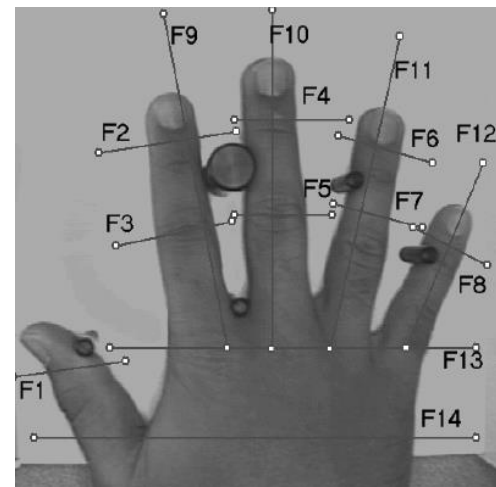
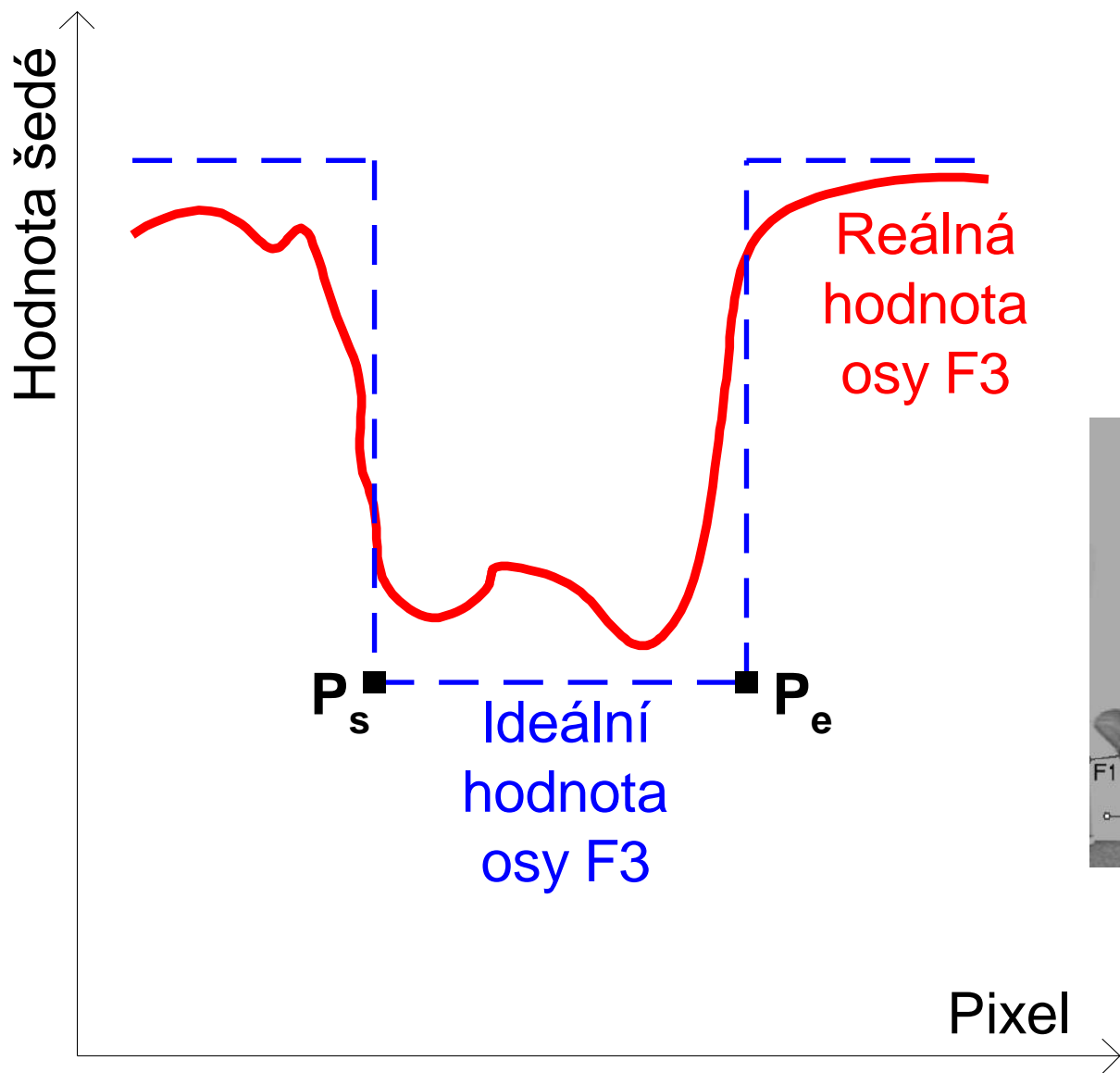
- Uživatel je vyzván k opakovanému umístění ruky do snímače (obvykle 3x)
- Distanční sloupky slouží s zajištěním optimální pozice ruky a prstů
- Systém provede zprůměrování snímků a uloží šablonu
  
- Pro verifikaci uživatel zadá svou identitu a následně položí ruku. Výsledek je buď shoda se šablonou nebo odmítnutí

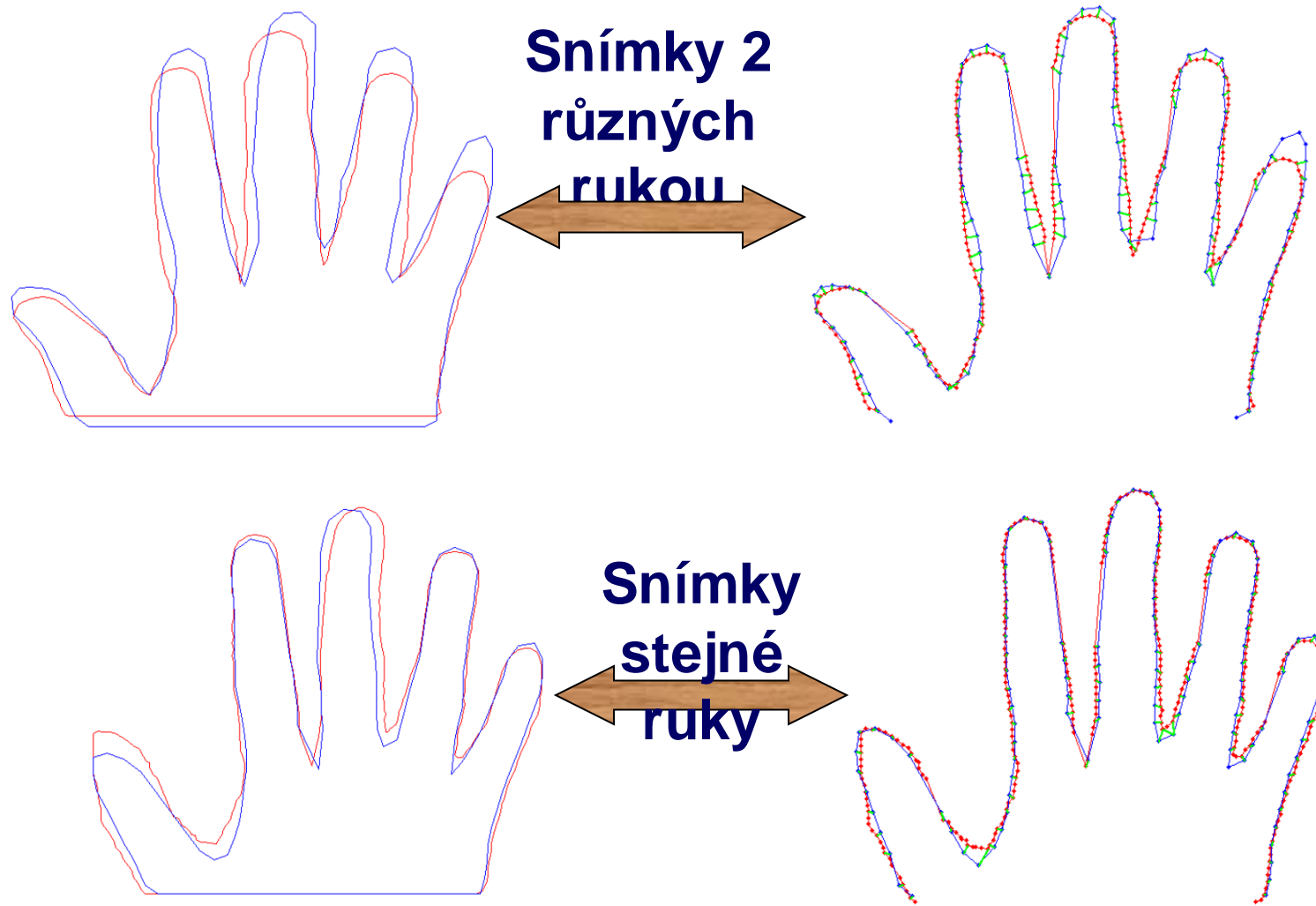
- Více variant algoritmů pro identifikaci



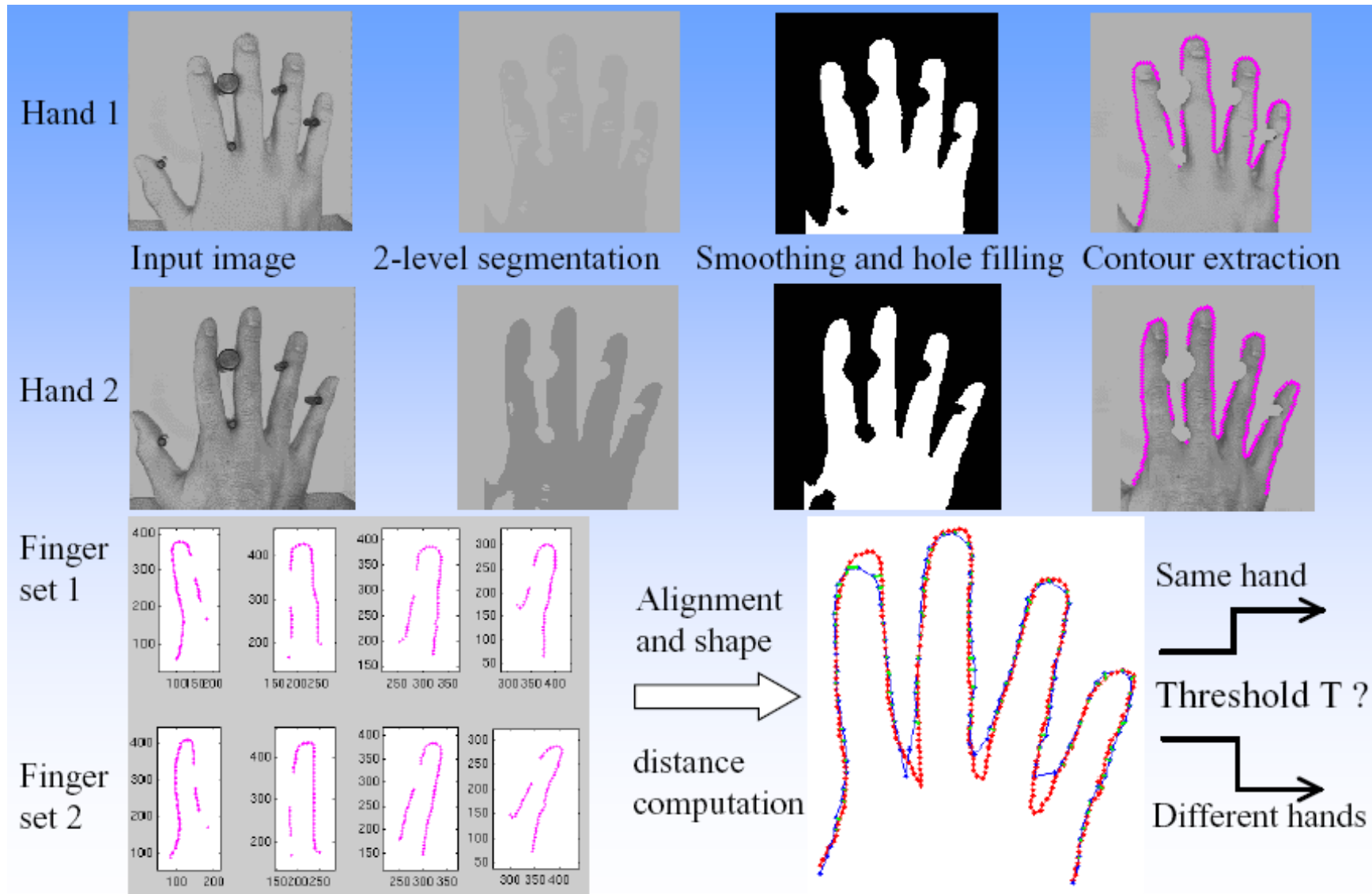
- Extrakce rysů probíhá na základě hodnoty šedo tónové barvy





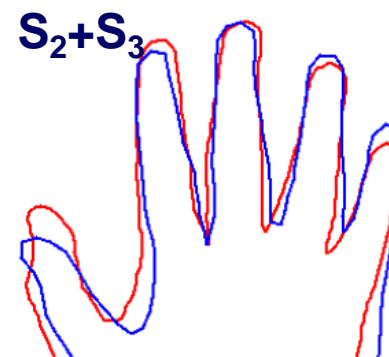
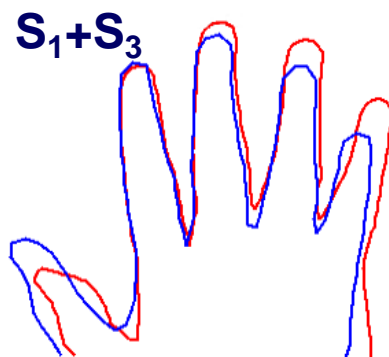
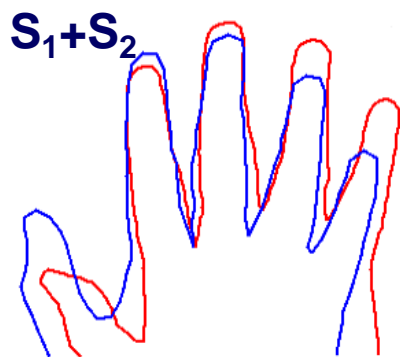


- Odstranění distančních sloupků (čepů) – k eliminaci distančních sloupků se používá maska, která obsahuje známé pozice všech pěti sloupků, přičemž sloupky jsou nahrazeny barvou pozadí.
- Extrakce kontury – pro extrakci tvaru ruky se používá adaptivní prahování (binarizace).
- Extrakce a zarovnání prstů – nejprve se extrahují pozice a směry prstů, které se překryjí se šablonou, s níž je daný snímek porovnáván.
- Výpočet párových vzdáleností – každé zarovnání z předchozího kroku produkuje množinu shody bodů. Dojde k výpočtu **MAE** (*Mean Alignment Error*), což je průměrná vzdálenost mezi odpovídajícími si body.
- Verifikace – pokud je  $MAE < T$ , potom shodné ruce!

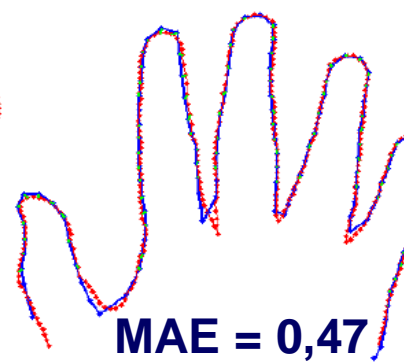
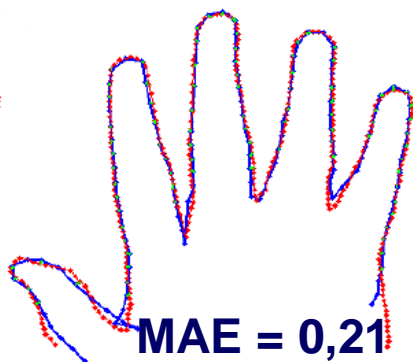
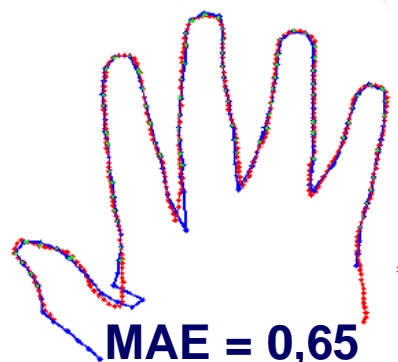




$$\text{DST} (S_1+S_2) = 1,97$$

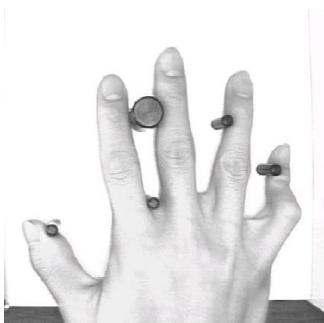


$$\text{DST} (S_1+S_3) = 2,16$$



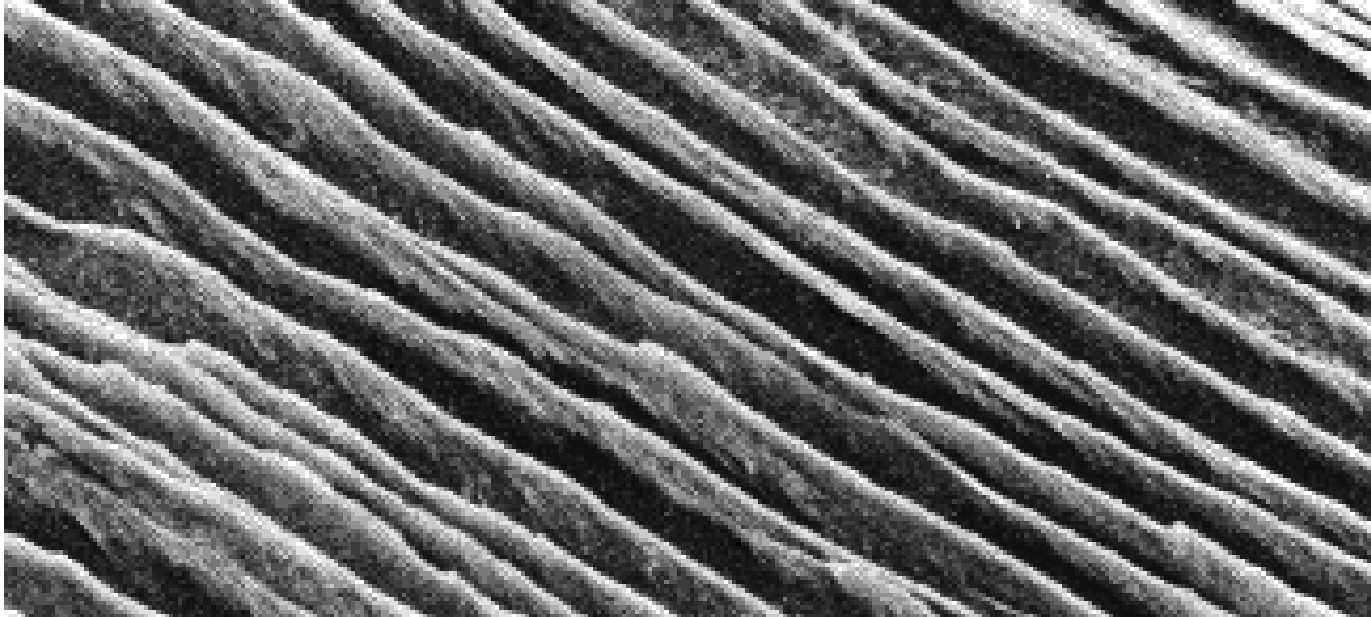
$$\text{DST} (S_2+S_3) = 2,08$$

- Geometrie ruky není příliš signifikantním rysem pro popis osoby – tj. tato technologie je nevhodná pro rozpoznávání velkého počtu osob (velká pravděpodobnost chyby).
- Informace z ruky nejsou bohužel invariantní během života jedince – problémy se stárnutím / změnami.
- Použitím prstenů (obecně šperků) se snižuje kvalita rozpoznání, resp. jedinec může být chybně odmítnut.
- Fyzická velikost samotného systému je příliš velká – limitované použití např. v přenosných zařízeních.



← **Problematické snímky** →





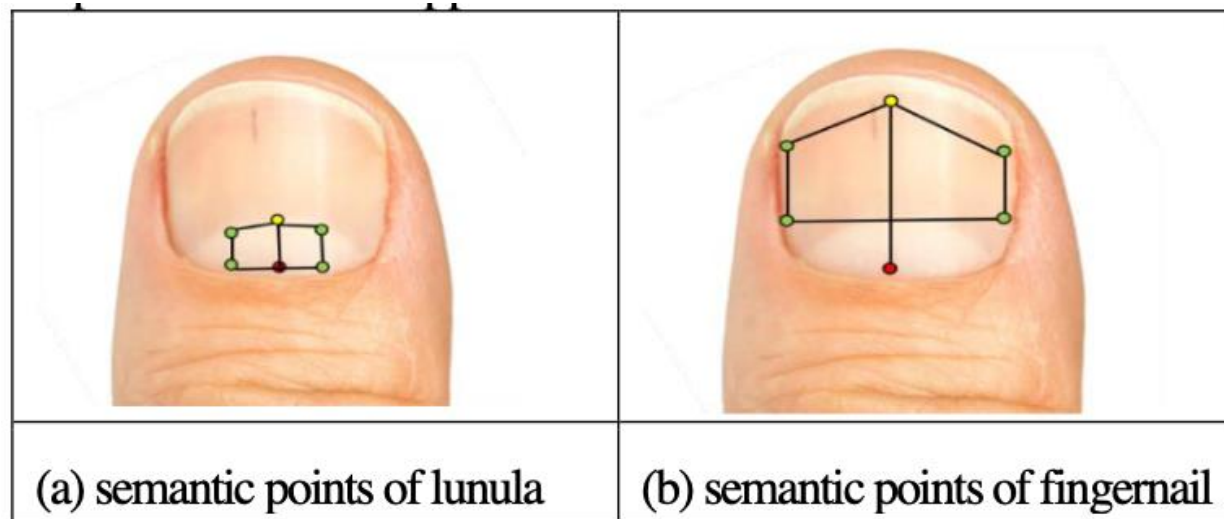
## SYSTÉMY ZALOŽENÉ NA STRUKTUŘE NEHTU

- Jedinečnost pro každou osobu
  - Dvojčata rozdílly, jednotlivé prsty rozdílly,...
- Rozpoznávání na základě struktury "lůžka nehtu"
  - Možno rozlišit dvou částí:
    - Nail Bed (lůžko nehtu)
    - Lunula
- Nelze rozpoznávat podle tvaru nehtu



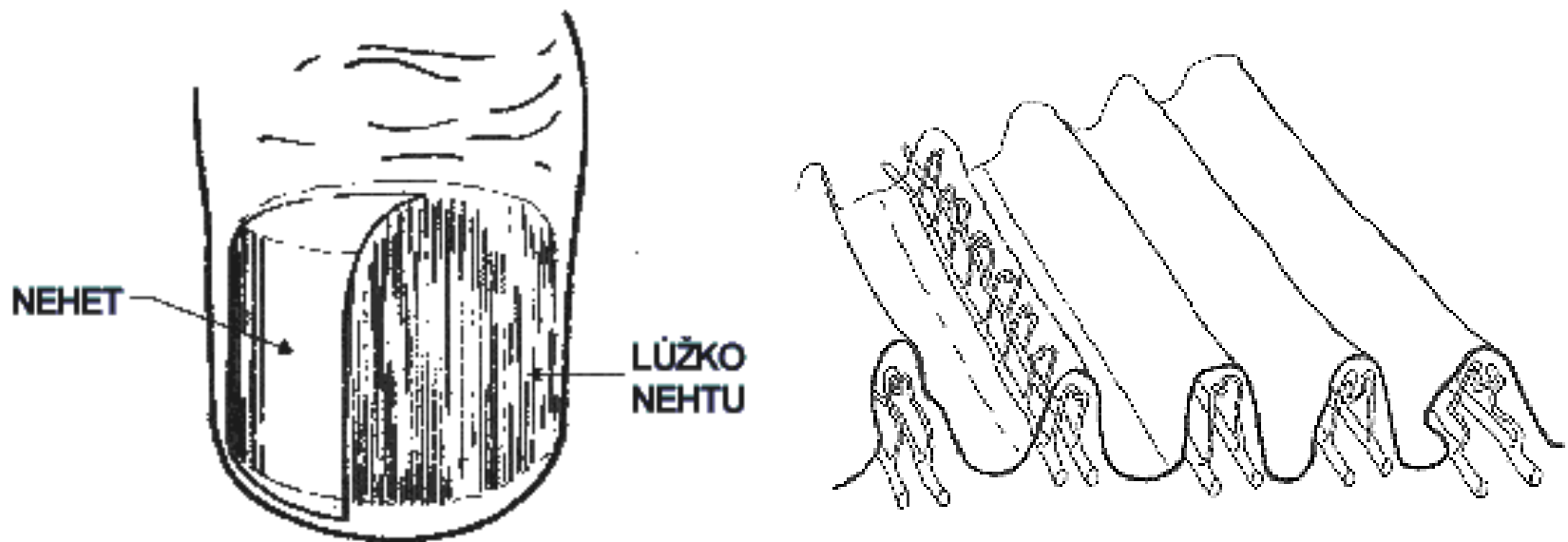
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7603054>

- Detekce oblasti pro rozpoznání pomocí tvaru pětiúhelníku (pentagon)
- Zajímavé body:
  - Špička a střed nehtu
  - Kraje nehtu (nail groove)

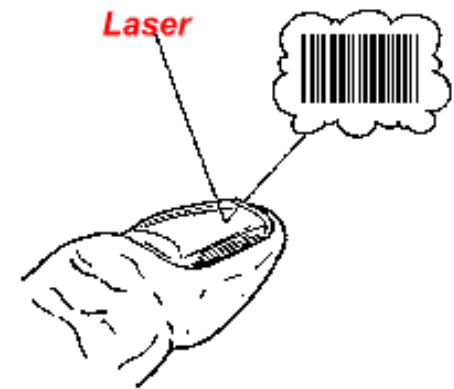


<http://nano-ntp.com/index.php/nano/article/view/424/295>

- Nehet má na povrchu čárové nerovnosti, kopírující strukturu lůžka nehtu, která je unikátní u každého člověka, na každém prstu. Při správném nasvícení dostaneme odrazem „čárový kód“.
- Lůžko nehtu je prakticky paralelní podkožní struktura nacházející se přímo pod nehtem. Rostoucí nehet se pohybuje po této struktuře a kopíruje její povrch.



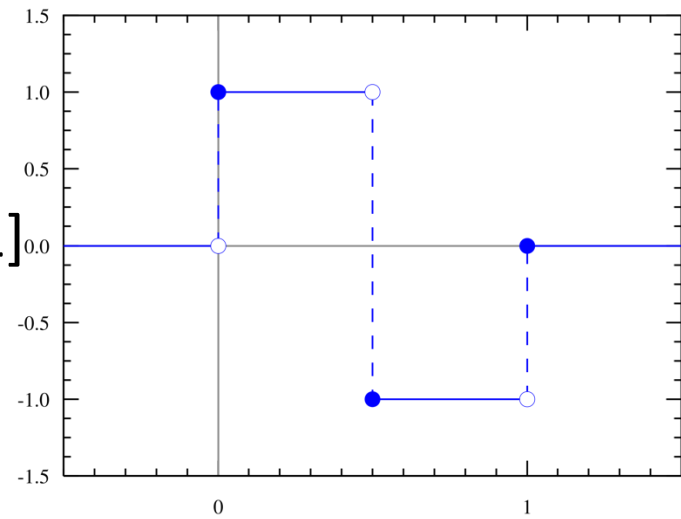
- Mezi nehtem a lůžkem se nachází *keratin*. Tento přírodní polymer mění orientaci dopadajícího polarizovaného světla. Necháme-li pod určitým úhlem dopadat paprsek polarizovaného světla, můžeme analyzovat fázové změny paprsku po odrazu. Je to podobné, jako bychom analyzovali strukturu lůžka pod mikroskopem.



- PCA:
  - Detekce nehtu
  - Detekce lunuly
- SIFT
- AIC
  - Gausův filter
  - Haar Wavelet
- Haar Wavelet (Haarova vlna)
  - Převedení obrazu do podoby  $[0, 1, -1]$
  - Detekuje změny mezi vrstvami
  - Radiální, vertikální, horizontální

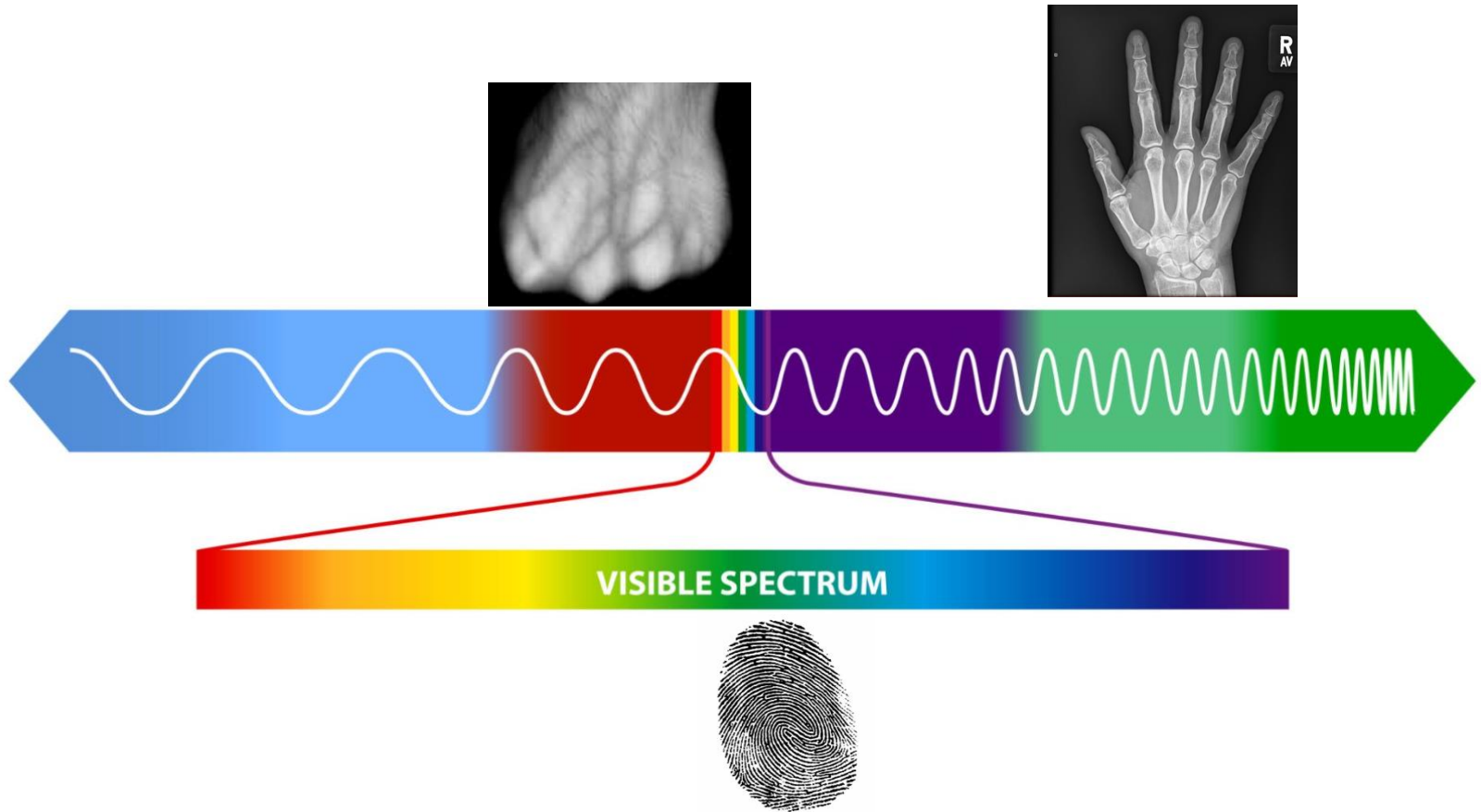
Table 2: Accuracy measurements of algorithms

Feature extraction		Navie Bayes (%)	SVM (%)
Nail Bed	Principal component analysis (PCA)	67.83	78.81
	Analysis of independent components (AIC)	72.06	72.04
	Haar wavelet	73.67	78.53
	PCA+Haar	75.78	83.69
	AIC+Haar	83.75	91.03
	Feature transformation of scale-invariant (SIFT)	86.56	94.64
Lunula	Principal component analysis (PCA)	13.58	15.90
	Analysis of independent components (AIC)	14.27	14.26
	Haar wavelet	14.81	15.91
	PCA+Haar	15.36	16.96
	AIC+Haar	16.78	18.13
	Feature transformation of scale-invariant (SIFT)	17.46	19.14



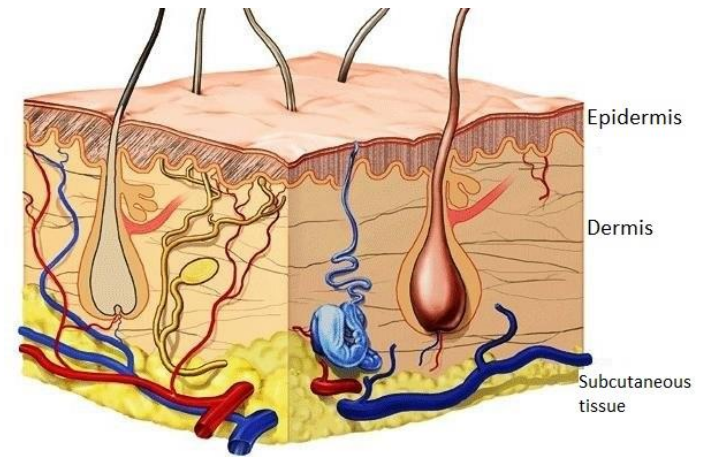
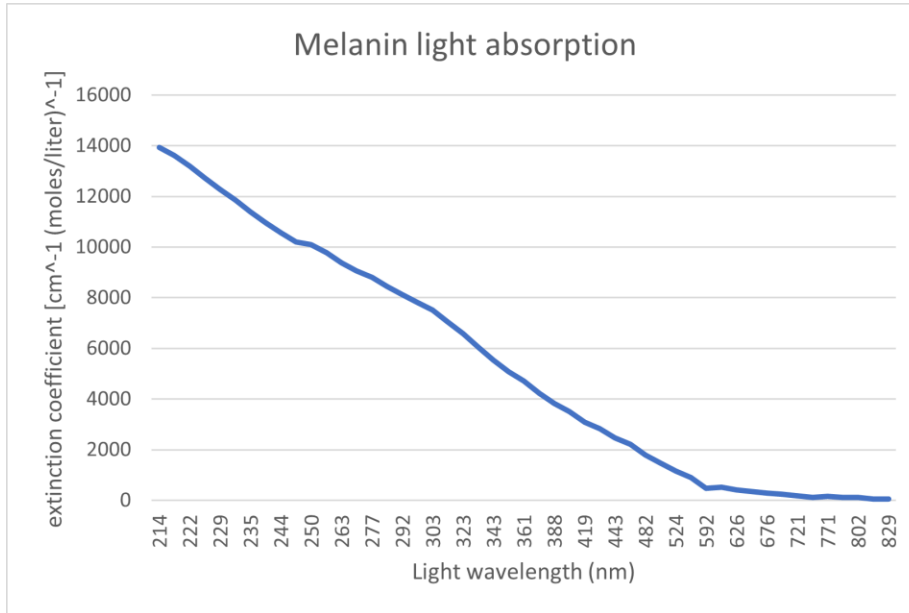


## SYSTÉMY ZALOŽENÉ NA ŽILACH RUKY NEBO PRSTU

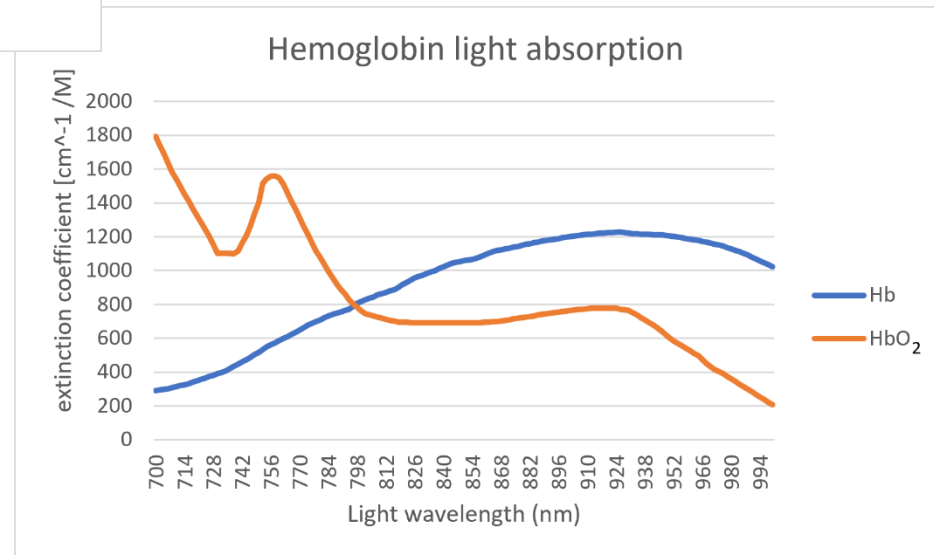


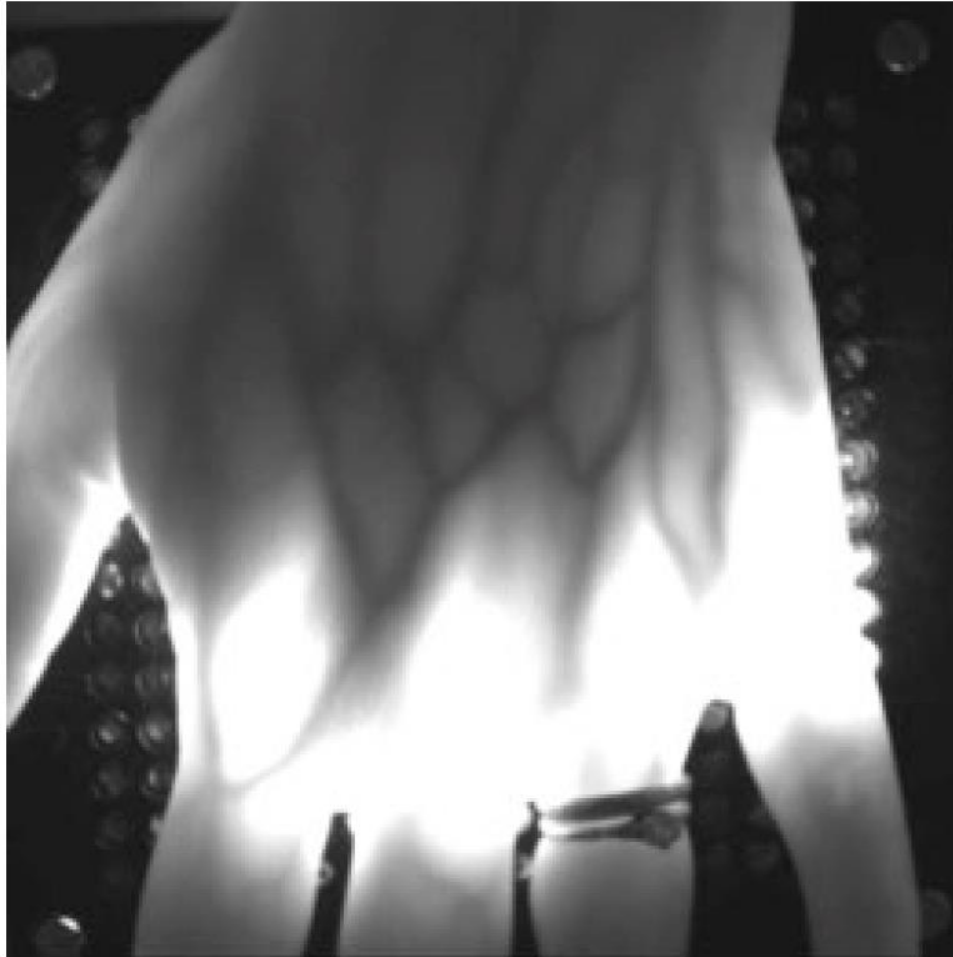


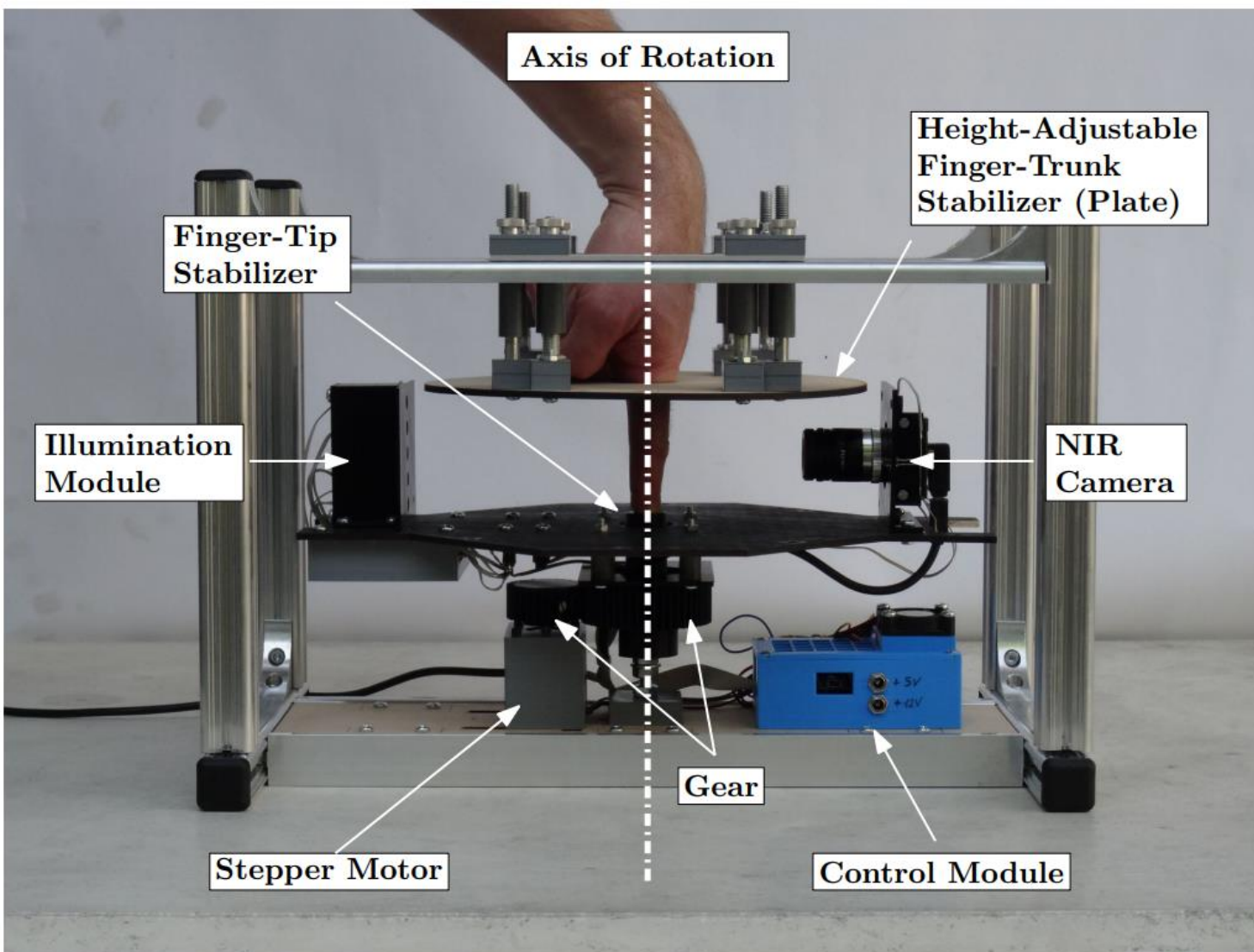
- Žíly se vytvářejí již před samotným porodem a zůstávají po celý život neměnné.
- Velmi rychlé provedení verifikace.
- Rozlišovací schopnost vyšší jak u pouhé geometrie ruky, tj. lze použít i pro více uživatelů (v literatuře lze nalézt systém až s 18 tisíci uživateli, zatímco u geometrie ruky se jedná řádově o stovky uživatelů).
- Prsteny, onemocnění kůže či revma nemají žádný vliv na provedení verifikace.
- Vlivy stárnutí a náklonnosti k srdečnímu infarktu nebyly doposud testovány.
- Systém akceptuje pouze žíly žijícího jedince – není nutné testovat živost!
  
- Výborně akceptovaný systém (99,98%).

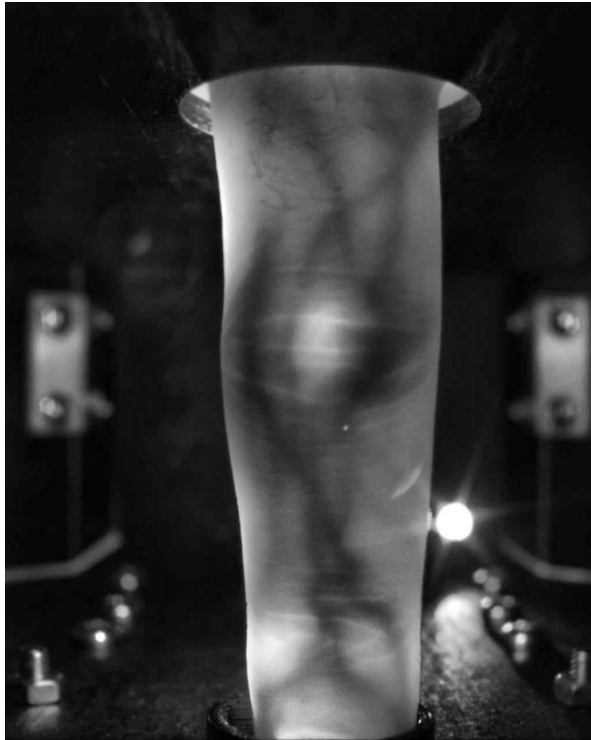


- **Osvětlení v NIR cca 850nm**



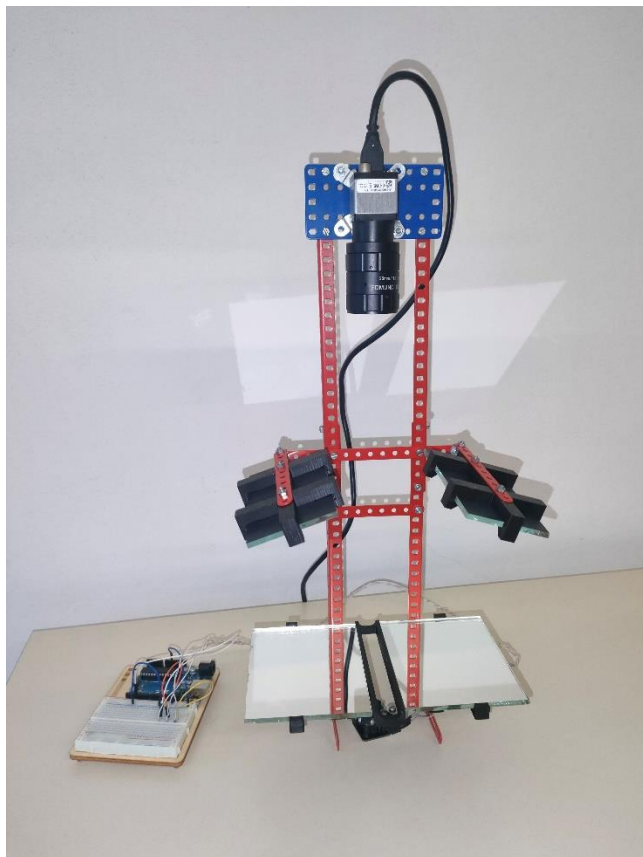




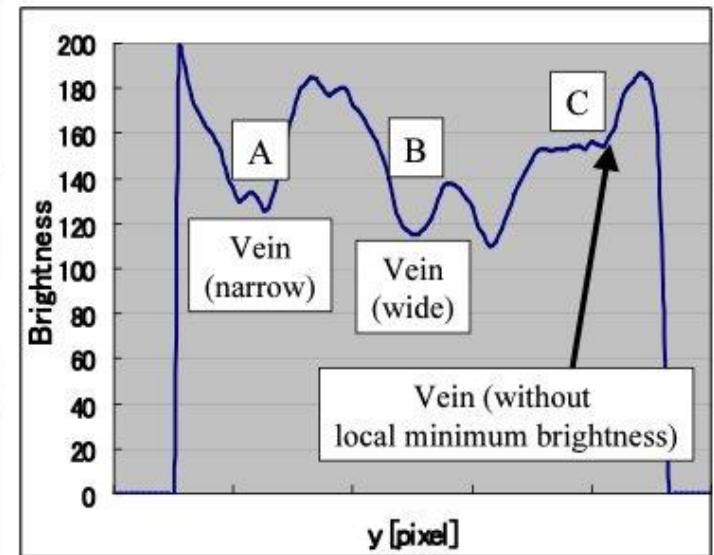
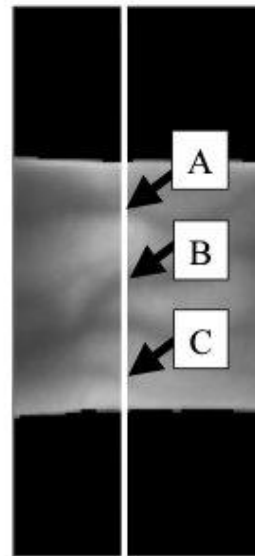


Zařízení: Paris Lodron University of Salzburg

- Na základě markantu
  - Křížení
  - Rozdělení
  - Délka
  - (Tloušťka)
- V dnešní době používána převážně jako doplňkové informace k identifikace
- Pomáhá k ověřování živosti (LFD)

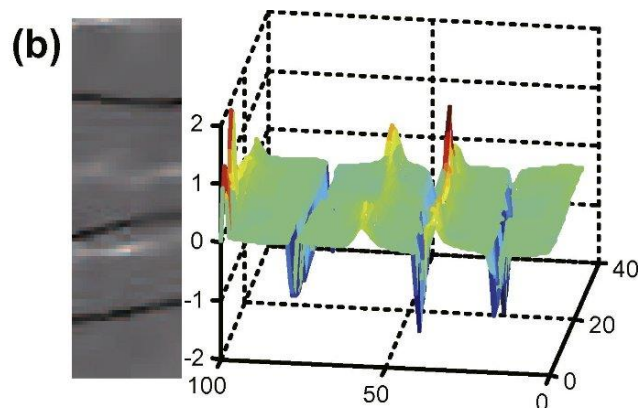
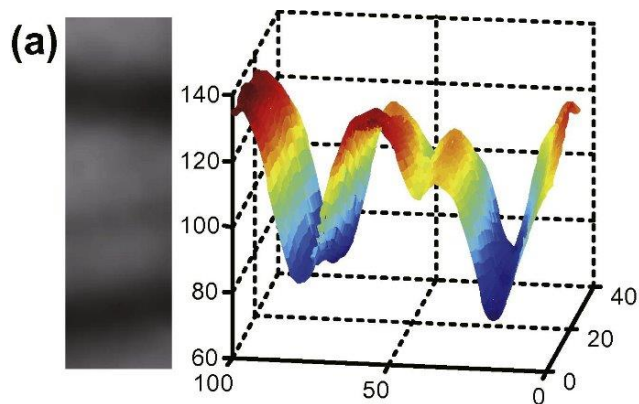
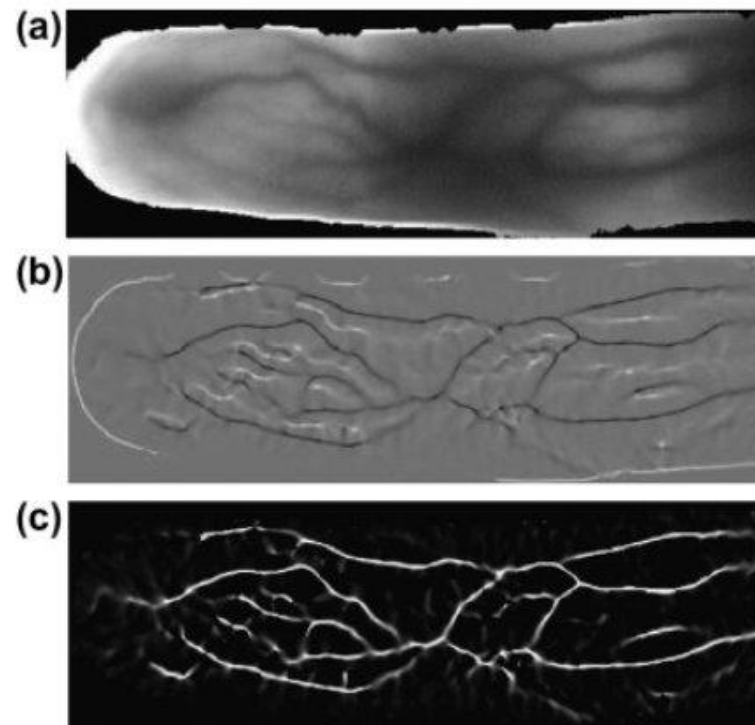


- Maximum curvature algorithm
  - Pracuje na řezu prstů pod různými úhly
  - Hledání lokálních minim (střed žíly)

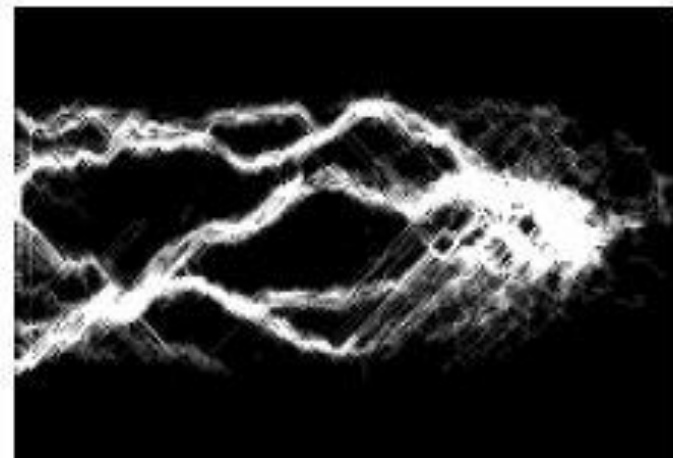
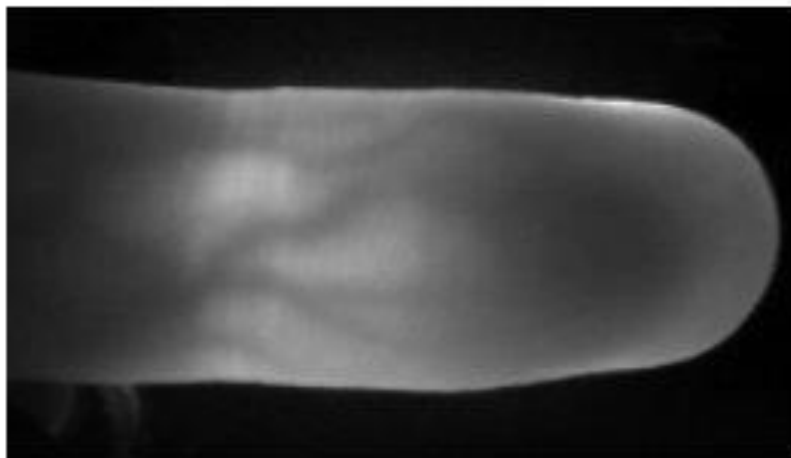


- Mean curvature

- Stejný princip jako předchozí přístup, pouze bere širší prostor

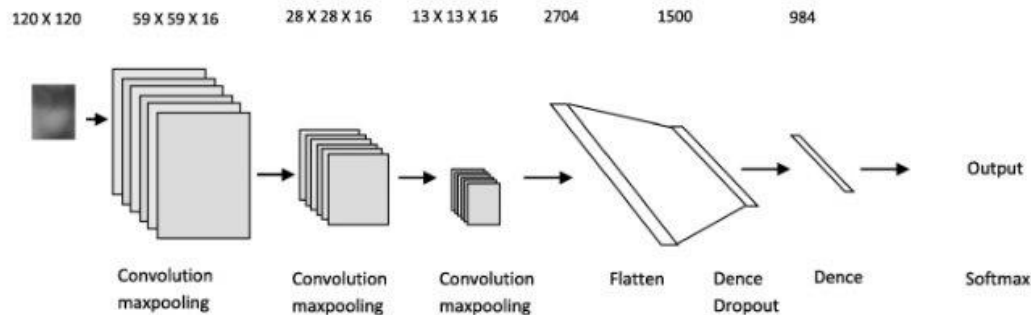
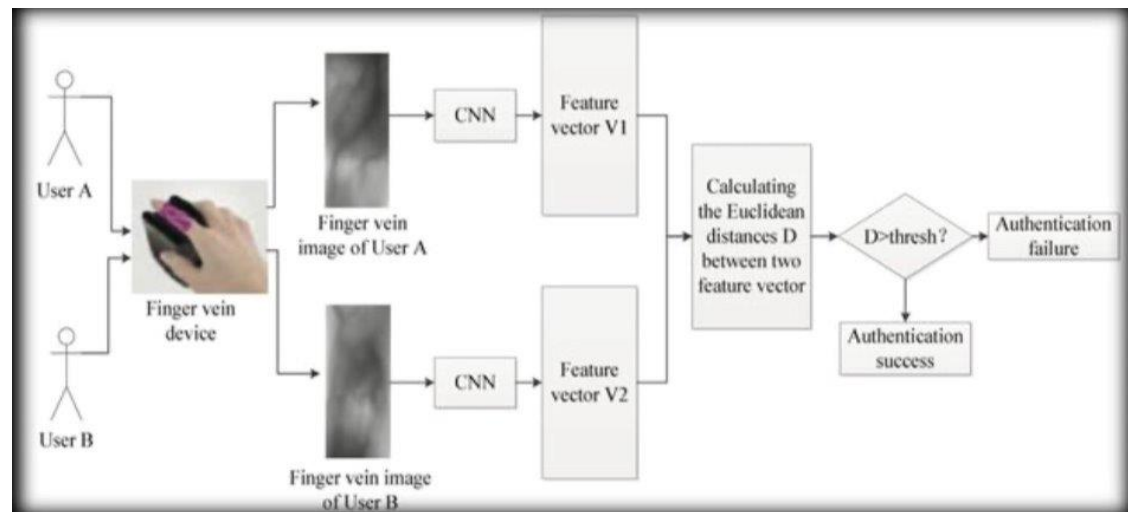


1. Detekce tmavého bodu (žíla) v obraze
  - Použití například maximum curvature,
2. Detekce sousedícího nejtmařejšího pixelu
  - Možnost hledání pomoci řezu prstu
  - Nebo hledání sousedního pixelu (problémovější)
3. Nahrádání daného bodu do výsledkového prostoru
  - Tak abychom nezacyklili v nějakém lokálním minimu
4. Cyklické opakování
  - Maximální počet opakování
  - Maximální práh



- Detekce drobných bodů (**Minutiae points**)
  - Nejčastěji rozdělení (bifurcation points) a ukončení (end points)
  - Hausdorff distance matching
- Nevýhoda - Nízký počet takovýchto bodů v prstě
- Alternativa - výběr ROI na základě těchto bodů a jejich vzájemné porovnání
  - SIFT pro detekci bodů, špatné výsledky. Nízký rozdíl kontrastu.
  - Rozpoznání na základě křivek extrahované ROI - Lepší výsledky, ale výpočetně náročné

- Nejčastěji používané konvoluntní neuronové sítě (CNN)
- Výsledný vektor neuronové sítě určuje ID osoby.
  - Výpočet vzdálenosti od prstů v datasetu.



- Výhody
  - Pouhým pohledem nejsou viditelné (vyšší bezpečnost)
  - Jednoznačné pro každého člověka
  - Stabilita (neměnnost)
- Nevýhody
  - Obtížné snímání (kuřák/nekuřák, studené ruce, ...)
  - Úhel natočení ruky/prstu při snímání
  - Více nákladná zařízení (oproti otiskům prstu)

Děkuji za pozornost