

Intelligentní počítačové systémy

Začněme v podstatě akademickou otázkou:

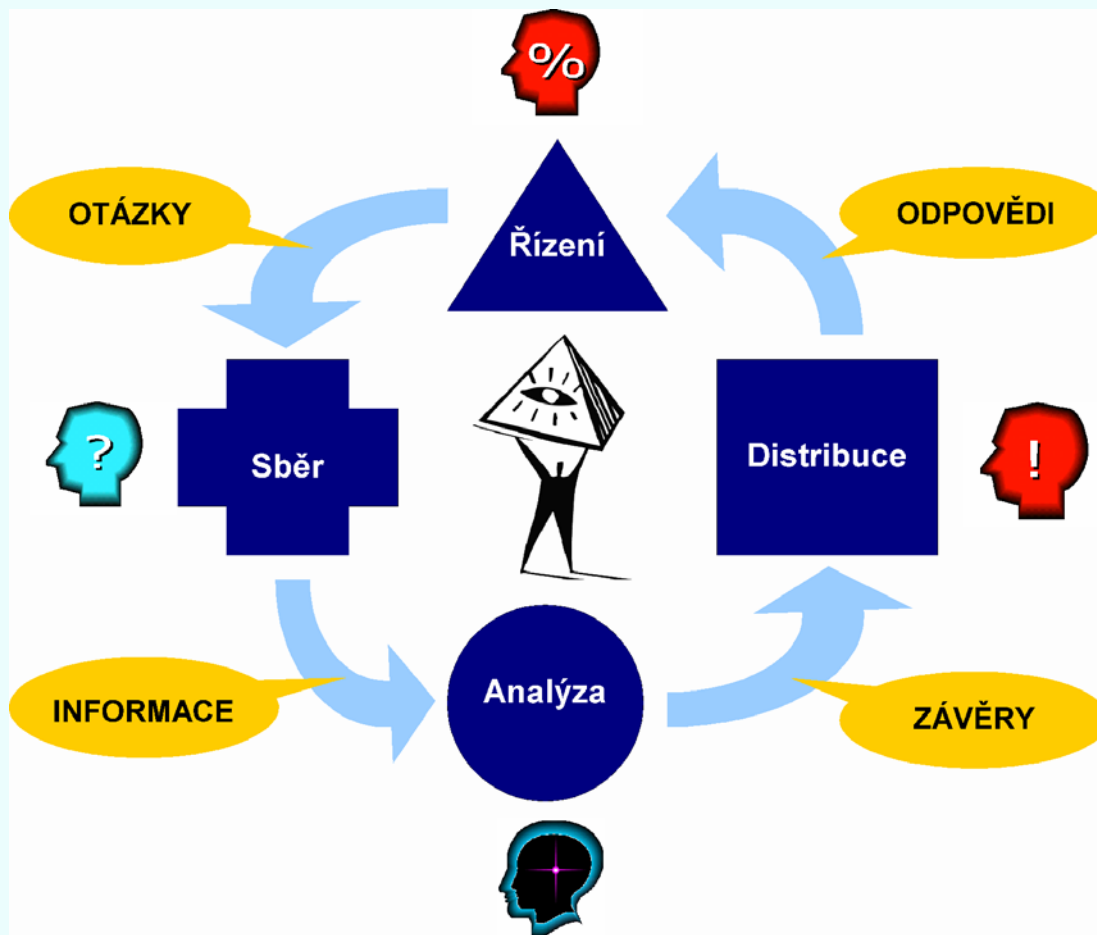
**Který ze systémů uměle vytvořených člověkem
lze považovat za inteligentní ?**

Inteligentní počítačové systémy

Člověkem uměle vytvořený systém budeme považovat za **inteligentní** (tzn., že systém bude obsahovat inteligentní prvky, avšak uměle vytvořené – čili prvky umělé inteligence), pokud bude schopen:

1. spolehlivě **rozpoznávat** předměty, jevy a situace, v nichž se nachází,
2. vytvářet si jejich **formální** nebo **funkční modely**, jakož i **modely chování** svého **okolí**, s nímž je v interakci,
3. **analyzovat a formalizovat vztahy** mezi rozpoznanými předměty, jevy či situacemi a také vztahy ke svému okolí,
4. na základě poznatků získaných činnostmi (akcemi) uvedenými v bodech 1 – 3 **vyvozovat příslušné závěry**, tj.
 - **přijímat** taková **účelná rozhodnutí**, aby bylo co nejsnazším způsobem a v co nejkratším čase **dosaženo stanoveného cíle**,
 - **předvídat** všechny podstatné **důsledky těchto rozhodnutí**,
 - **objevovat nové zákonitosti** mezi jednotlivými modely a na jejich základě **upravovat** (modifikovat) již vytvořené modely.

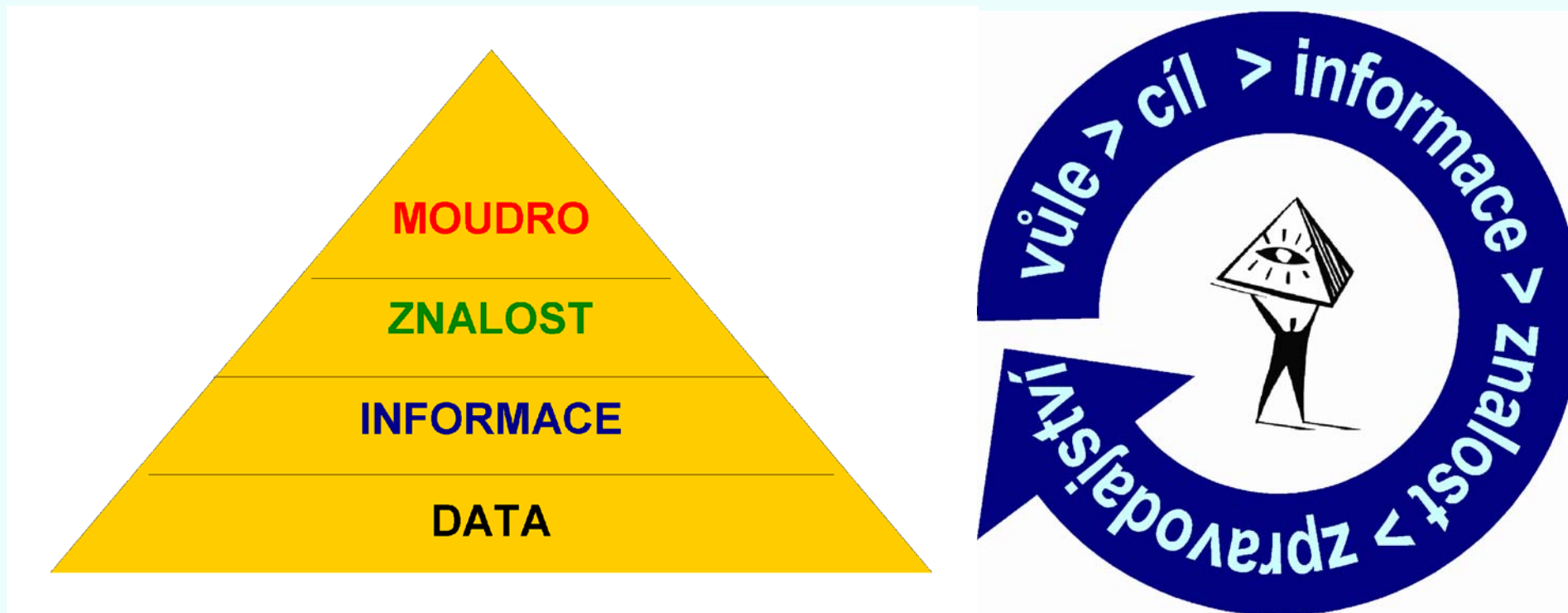
Competitive Intelligence in Business and Management



= částečně nebo plně automatizovaný proces cílevědomého a systematického zpracování informací za účelem prosazení konkrétní svrchované vůle

Inteligentní počítačové systémy

Interpretace ve vztahu k běžnému „lidskému“ řízení:



Informace = data interpretovaná v definovaných souvislostech

Znalost = postup, jak získaná data interpretovat a využít

Moudro = ???

Problémové oblasti:

- **Biometrie a biometrické systémy**
- **Data mining a deduktivní databáze**
- **Inteligentní softwarové prostředky**
- **Multimodální komunikace člověka s “inteligentním” technickým systémem**
- **Neuroinformatika**
- **Plánování a rozvrhování aktivit (popř. herní strategie)**
- **Vnímání a porozumění prostředí, kognitivní systémy**
- **Znalostní inženýrství**

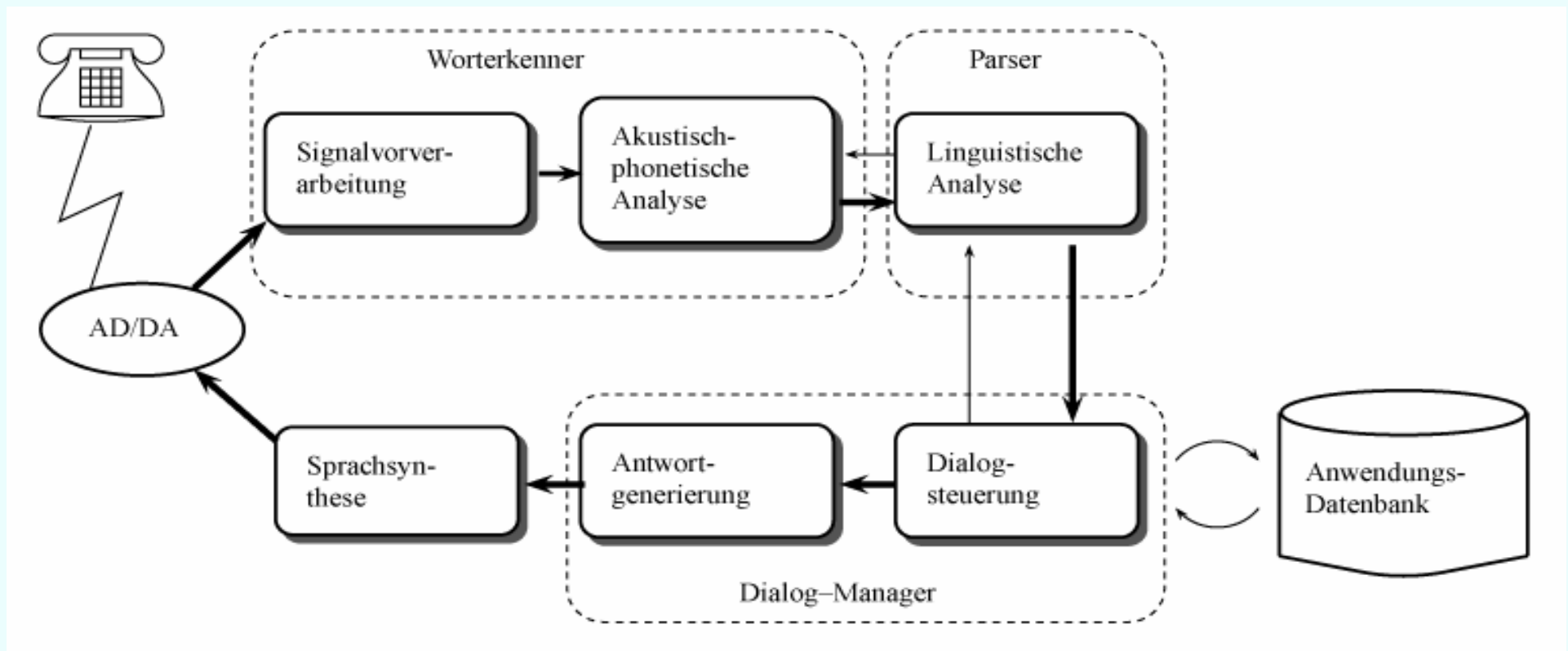
Aktivity a procesy společné většině oblastí:

- ▶ Výběr, specifikace, hodnocení a pořízení vstupních dat
- ▶ (Před)zpracování a interpretace signálů
- ▶ Efektivní ukládání a organizace velkých množství dat
- ▶ Efektivní (inteligentní?) přístupy k uloženým datům
- ▶ Analýza a vyhodnocování dat (včetně analýzy signálů) s minimální algoritmickou složitostí
- ▶ Parametrizace dat
- ▶ Klasifikace dat, popř. složitějších datových struktur
- ▶ Usuzování a rozhodování, volba alternativních řešení
- ▶ Efektivní realizace přijatých rozhodnutí

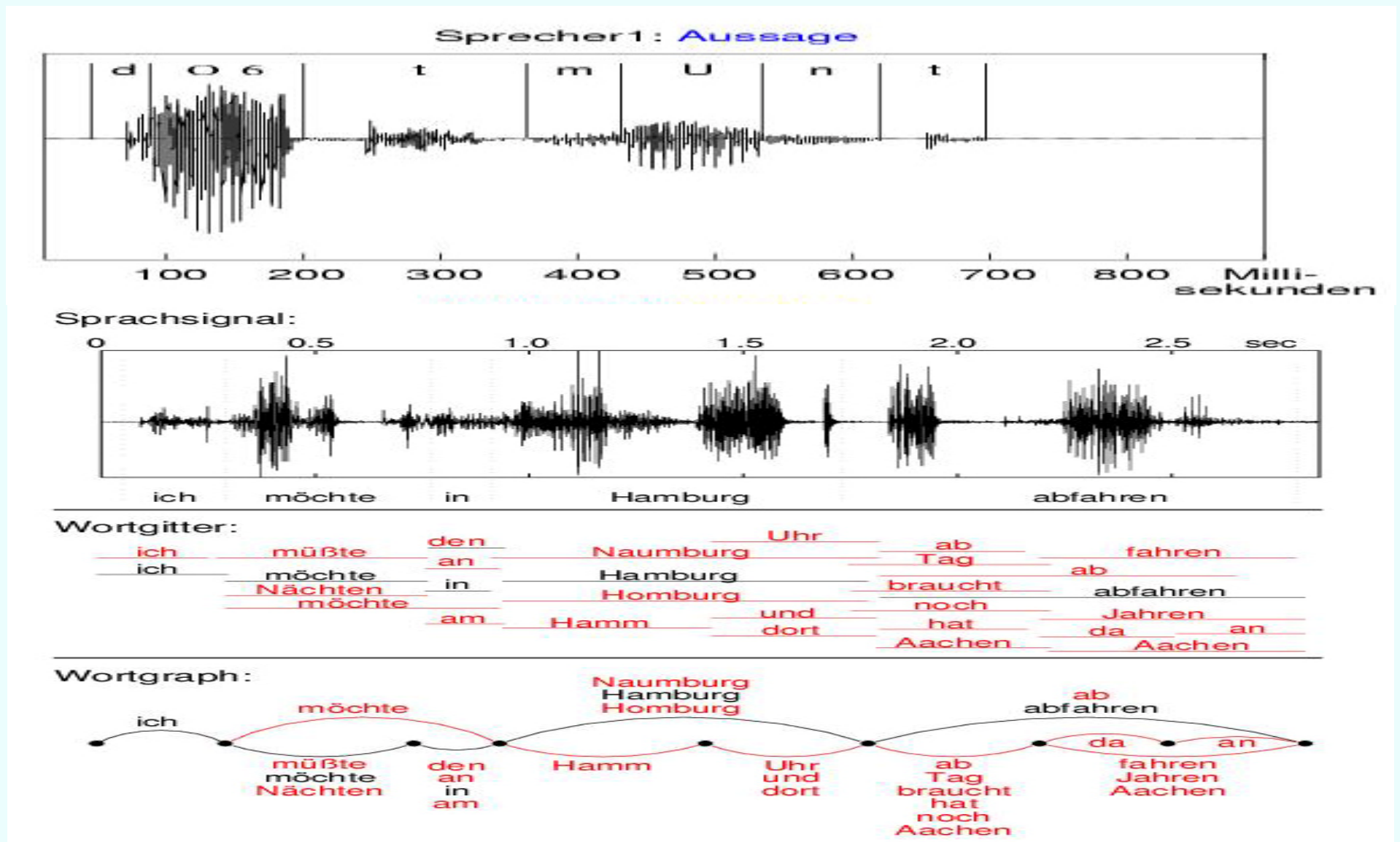
Intelligentní počítačové systémy

Příklad: Analýza uživatelské promluvy:

- **signálová** → výsledek: parametrizovaný signál
- **akusticko – fonetická** → výsledek: posloupnost řečových segmentů
- **lingvistická** → výsledek: posloupnost slov dávající smysl

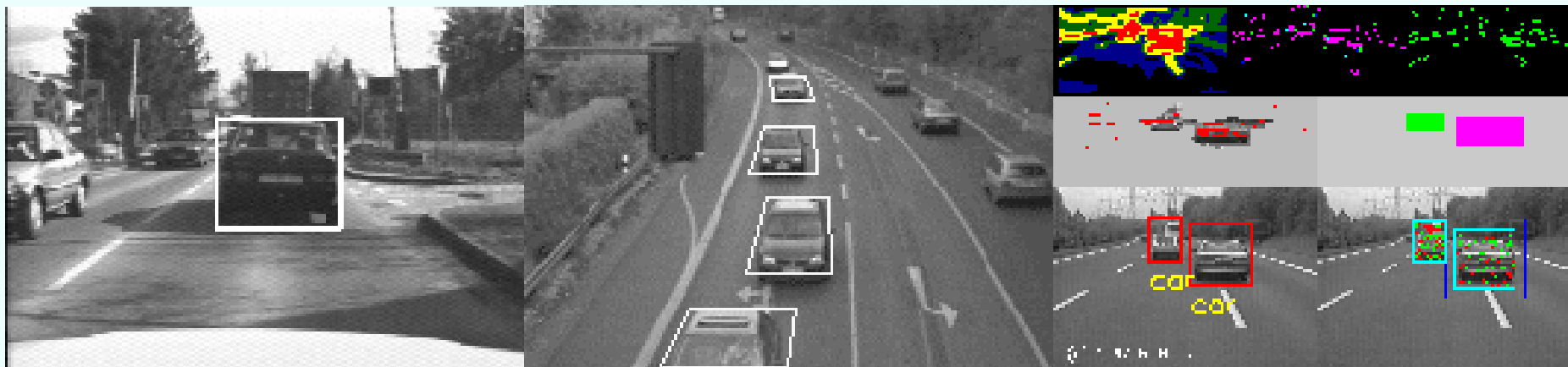


Inteligentní počítačové systémy



Vnímání a porozumění

- a) **Analýza obrazu scény** (automatická, poloautomatická)
– statické, dynamické, „stereovidění“ apod.



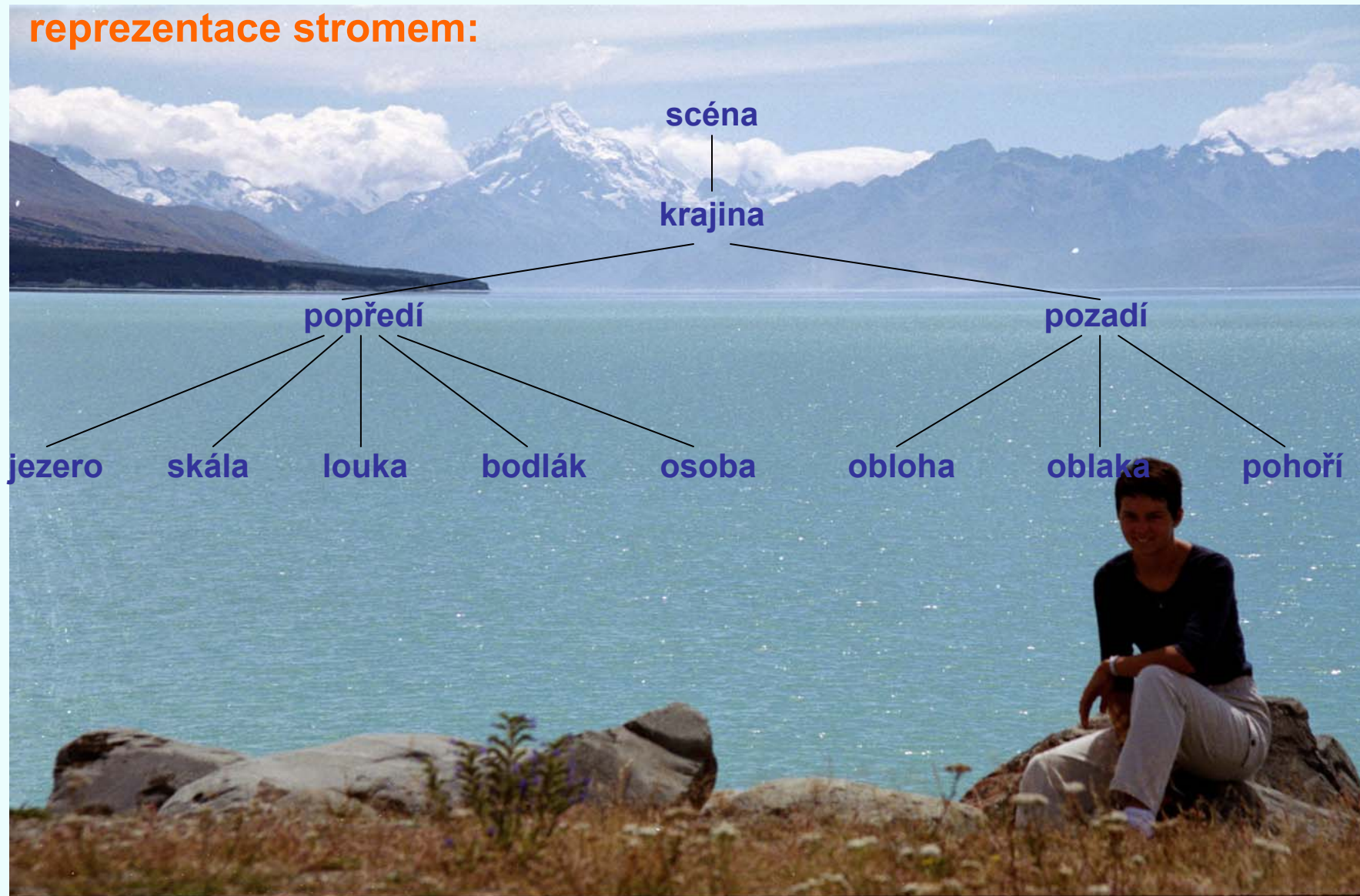
- demonstrace dynamické scény
- reprezentace obsahu scény

Inteligentní počítačové systémy



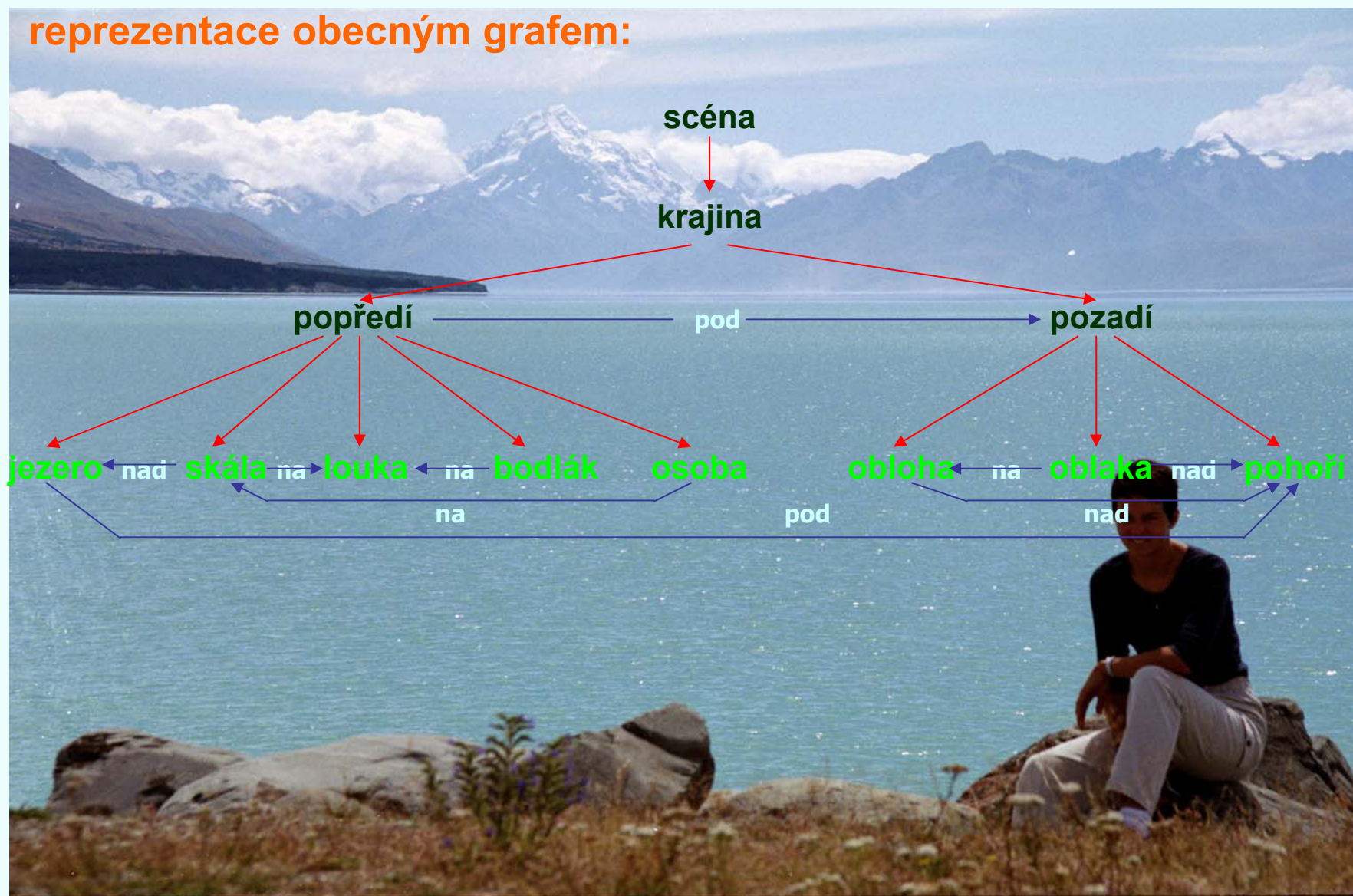
Inteligentní počítačové systémy

reprezentace stromem:



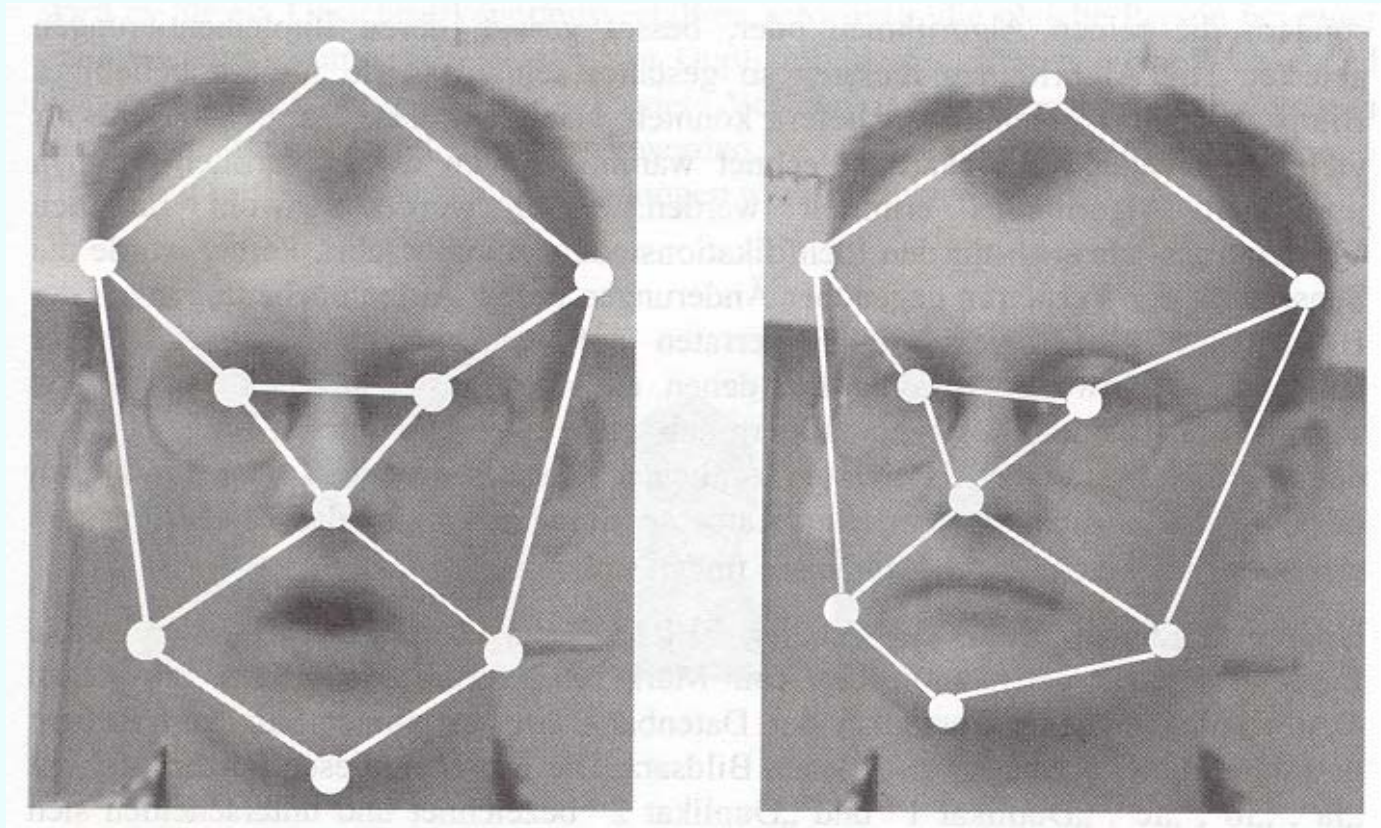
Inteligentní počítačové systémy

reprezentace obecným grafem:

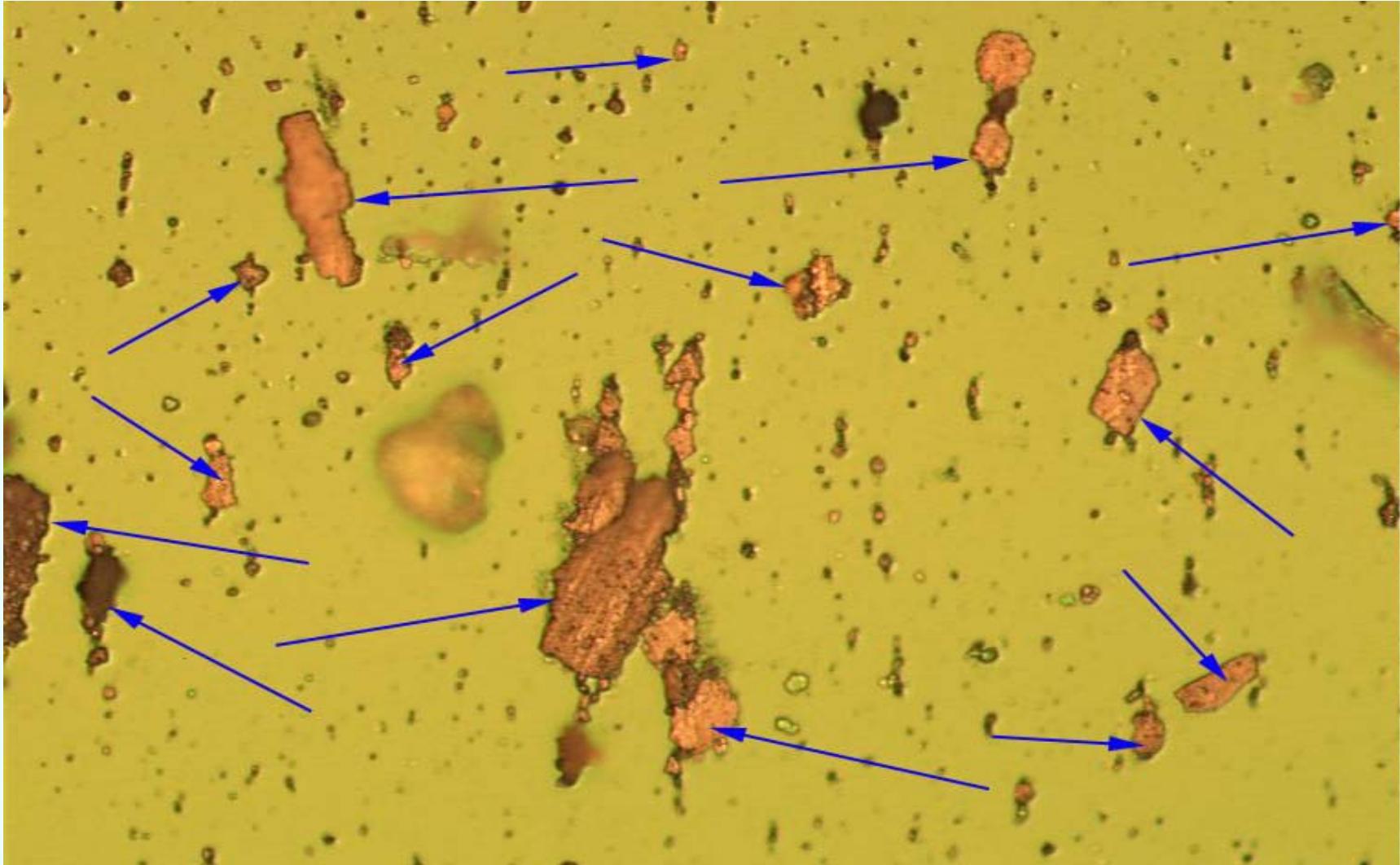


Inteligentní počítačové systémy

Příklad: Reprezentace snímku obličeje obecným grafem:



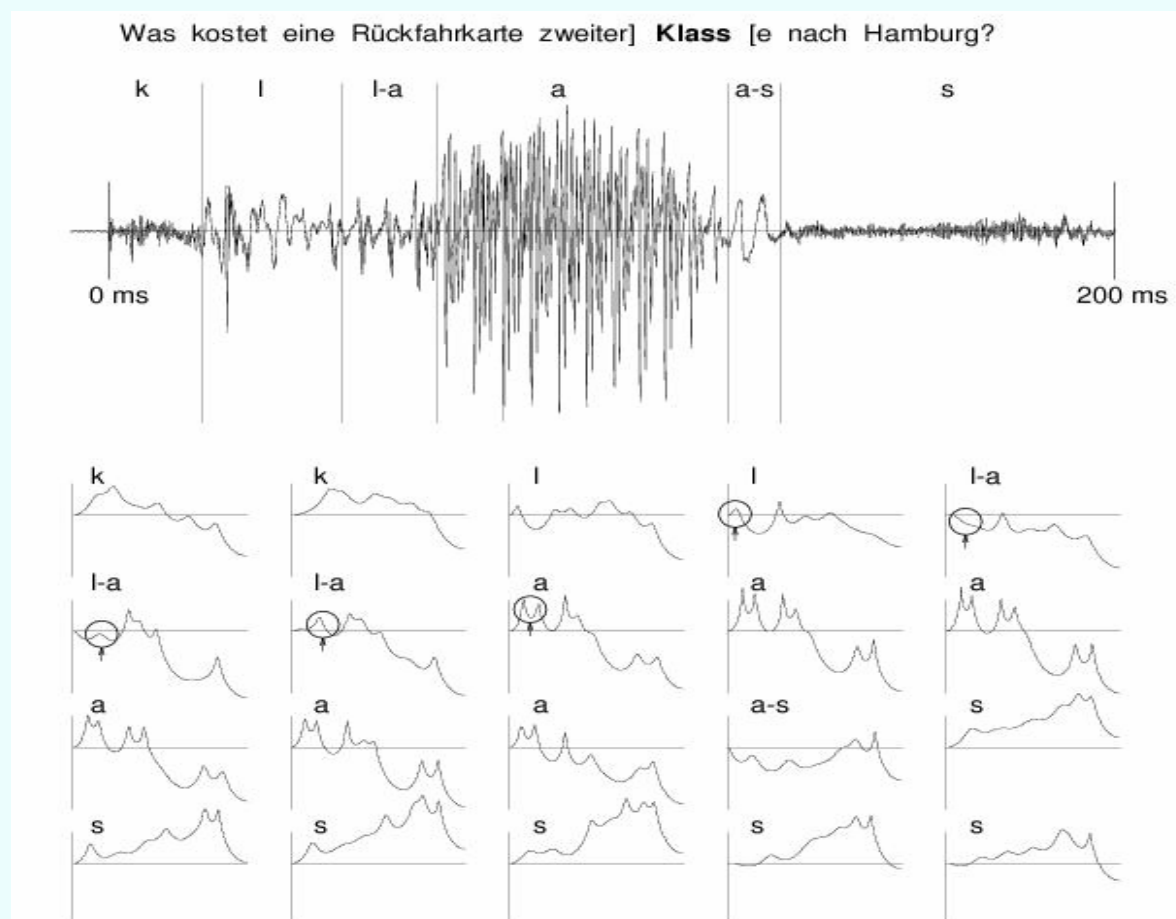
Příklad z oblasti tribodiagnostiky:



b) Analýza promluvy

- akusticko–fonetická

→ klasifikace řečových segmentů, příp. částí slov



Inteligentní počítačové systémy

- rozpoznávání slov a výběr nejlepší varianty posloupnosti slov
 - výběr alternativy s „nejlepším“ ohodnocením

Wortgitter:

<u>ich</u>	<u>müßte</u>	<u>den</u>	<u>Naumburg</u>	<u>Uhr</u>	<u>ab</u>	<u>fahren</u>
<u>ich</u>	<u>möchte</u>	<u>an</u>	<u>Hamburg</u>	<u>Tag</u>	<u>ab</u>	
	<u>Nächten</u>	<u>in</u>	<u>Homburg</u>	<u>braucht</u>	<u>abfahren</u>	
	<u>möchte</u>			<u>noch</u>	<u>Jahren</u>	
		<u>am</u>	<u>Hamm</u>	<u>und</u>	<u>hat</u>	<u>da</u>
				<u>dort</u>	<u>Aachen</u>	<u>an</u>
						<u>Aachen</u>

Inteligentní počítačové systémy

- rozpoznávání slov a výběr nejlepší varianty posloupnosti slov
 - výběr alternativy s „nejlepším“ ohodnocením

Wortgitter:

ich	müßte	den	Naumburg	Uhr	ab	fahren
ich	möchte	an	Hamburg	Tag	ab	
	Nächten	in	Homburg	braucht	abfahren	
	möchte			noch	Jahren	
		am	Hamm	und	hat	da an
				dort	Aachen	Aachen

- lingvistická analýza promluvy
 - zahrnuje analýzu
 - syntaktickou
 - sémantickou
 - pragmatickou

Inteligentní počítačové systémy

- rozpoznávání slov a výběr nejlepší varianty posloupnosti slov
 - výběr alternativy s „nejlepším“ ohodnocením

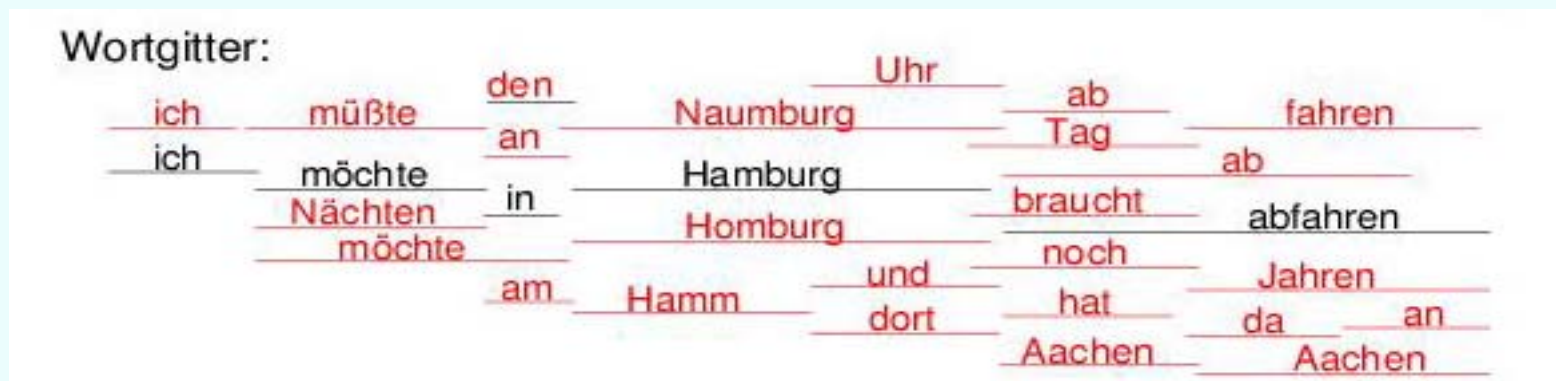
Wortgitter:

ich	müßte	den	Naumburg	Uhr	ab	fahren
ich	möchte	an	Hamburg	Tag	ab	
	Nächten	in	Homburg	braucht	abfahren	
	möchte			noch	Jahren	
		am	Hamm	und	hat	da an
				dort	Aachen	Aachen

- lingvistická analýza promluvy
 - zahrnuje analýzu
 - syntaktickou
 - sémantickou
 - pragmatickou
- analýza a interpretace významu promluvy

Inteligentní počítačové systémy

- rozpoznávání slov a výběr nejlepší varianty posloupnosti slov
 - výběr alternativy s „nejlepším“ ohodnocením



- lingvistická analýza promluvy
 - zahrnuje analýzu
 - syntaktickou
 - sémantickou
 - pragmatickou
- analýza a interpretace významu promluvy

c) Analýza speciálních signálů (EKG, EEG, predikce vývoje měnových a akciových kursů, ...)

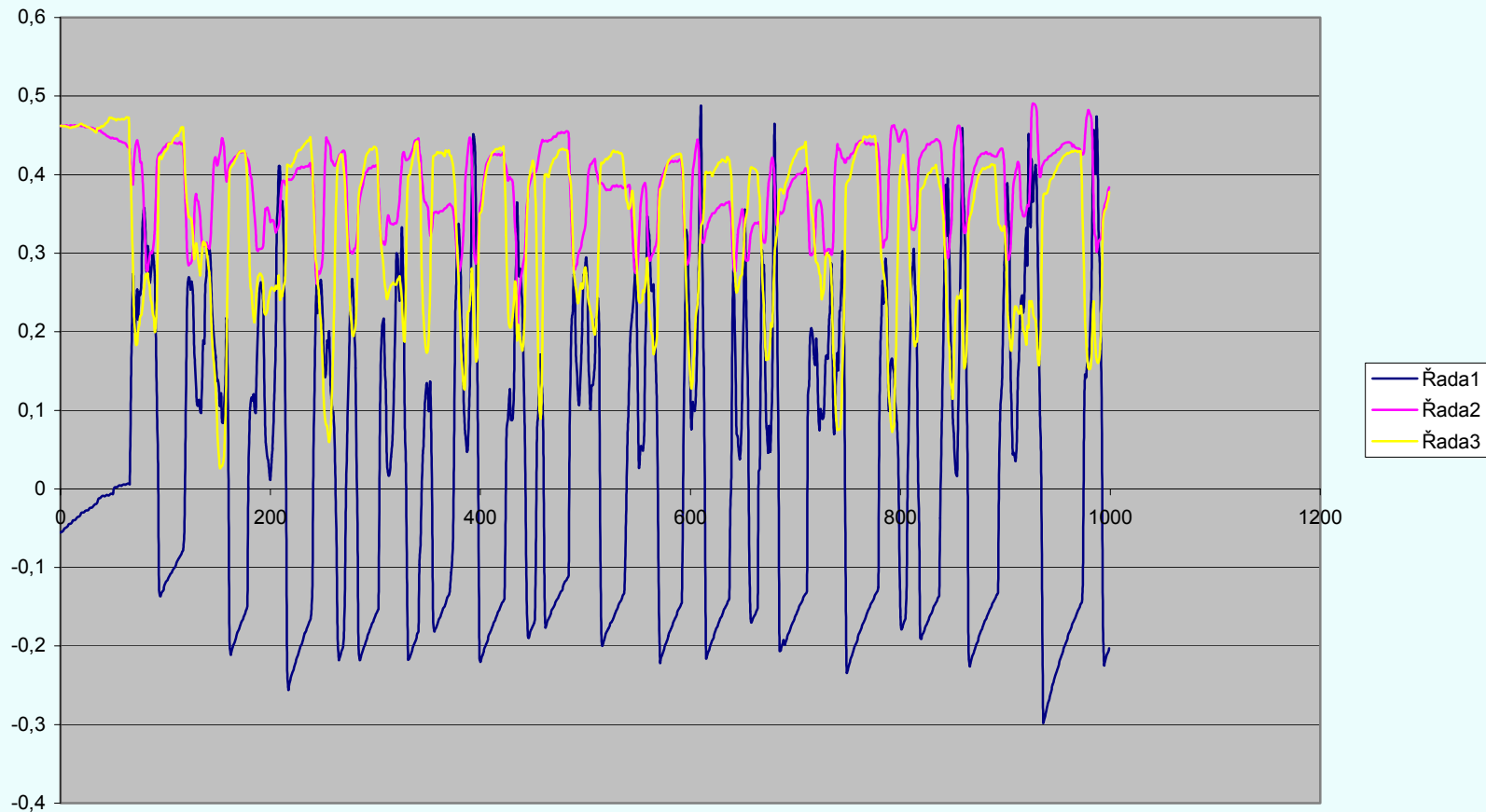
d) Rozpoznávání rukopisu

- ▶ s použitím speciálních snímacích zařízení podobných tabletě – získáme souřadnicový obraz psaného textu – „template matching“
- ▶ s použitím speciálních psacích zařízení, např. speciálního pera – příklad:

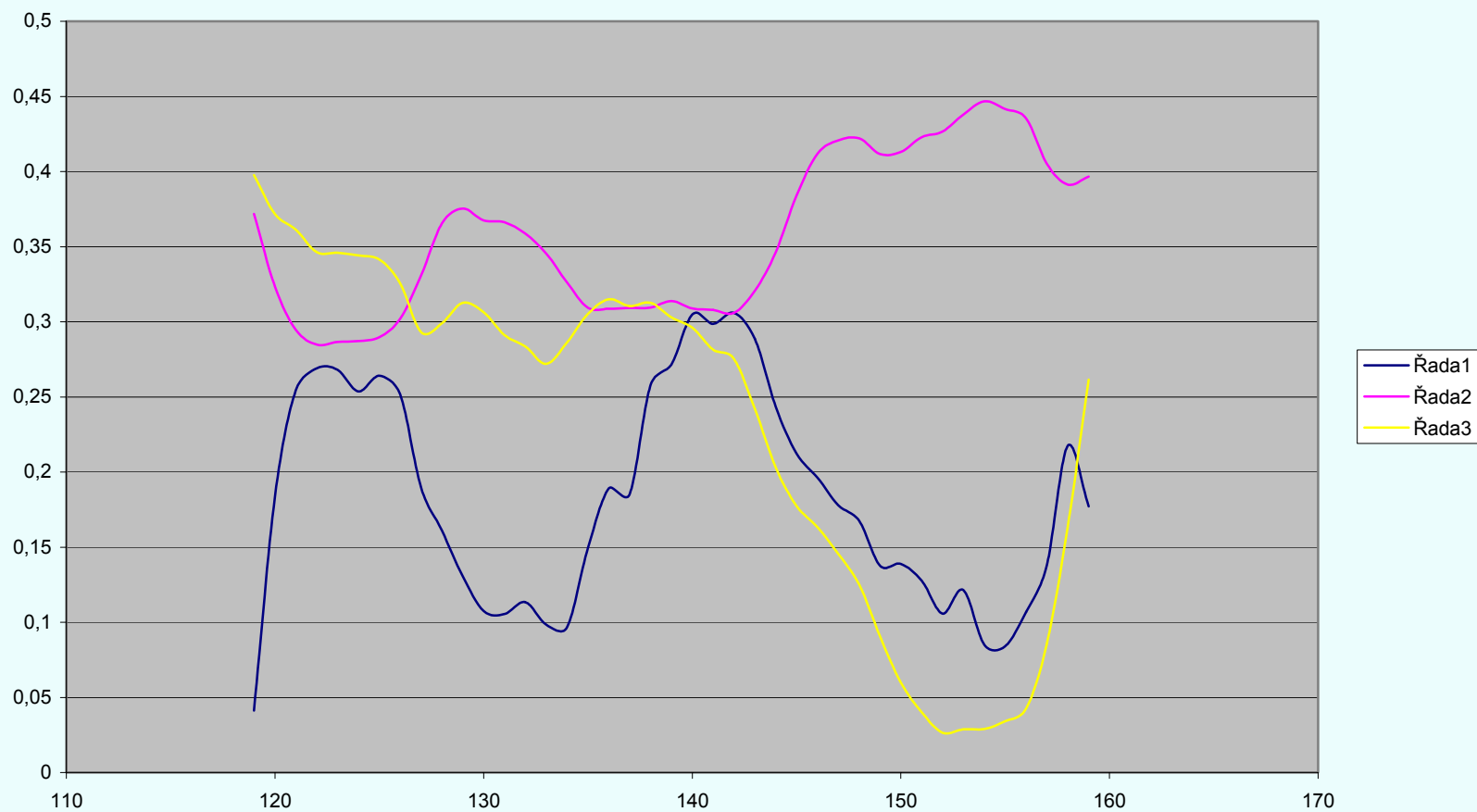


pero s mechanickými snímači (polovodičové tenzometry, piezo) – „Mech-Pen“

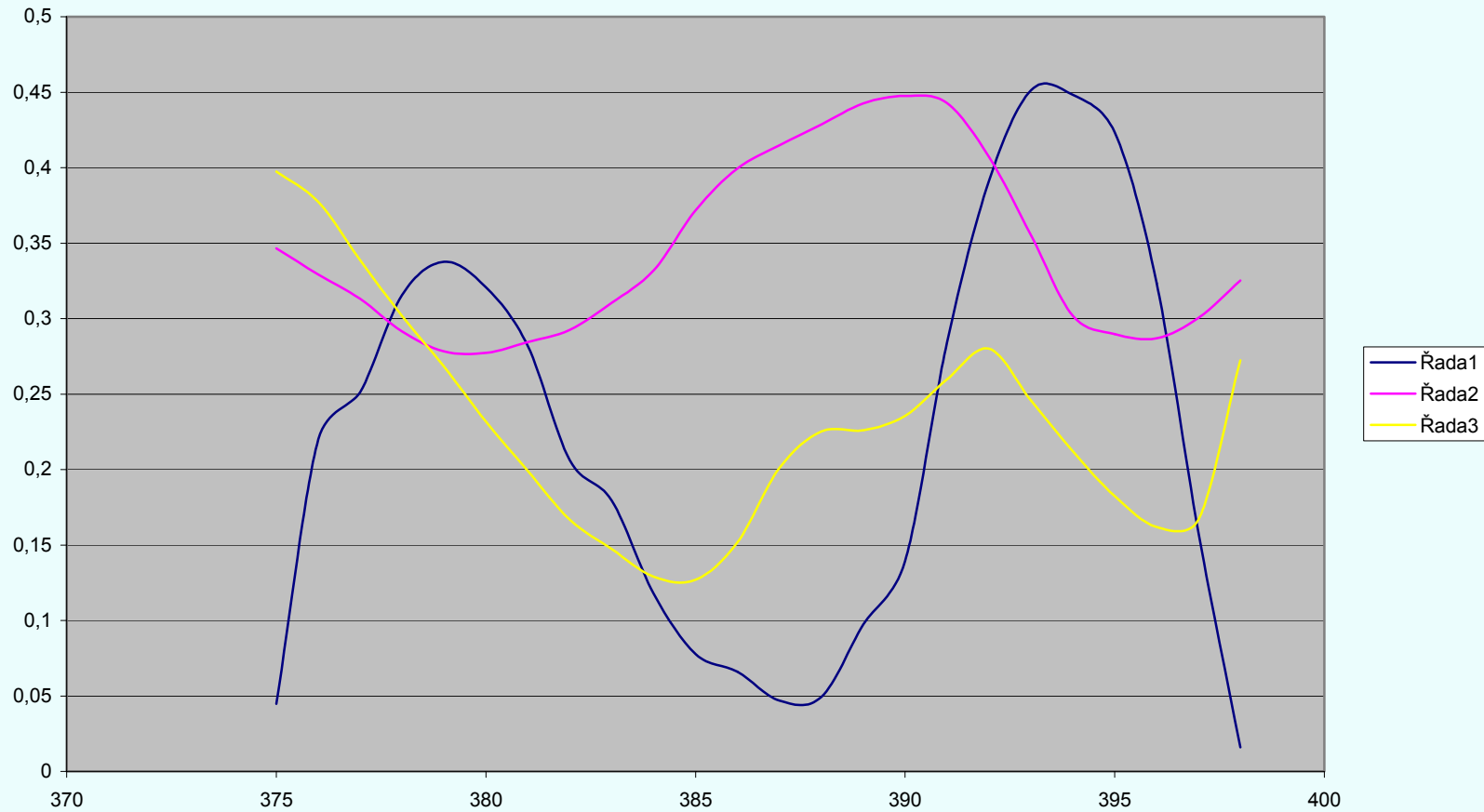
Číslice – signály z „Mech-Pen“ (souřadnice x, y, přítlak)



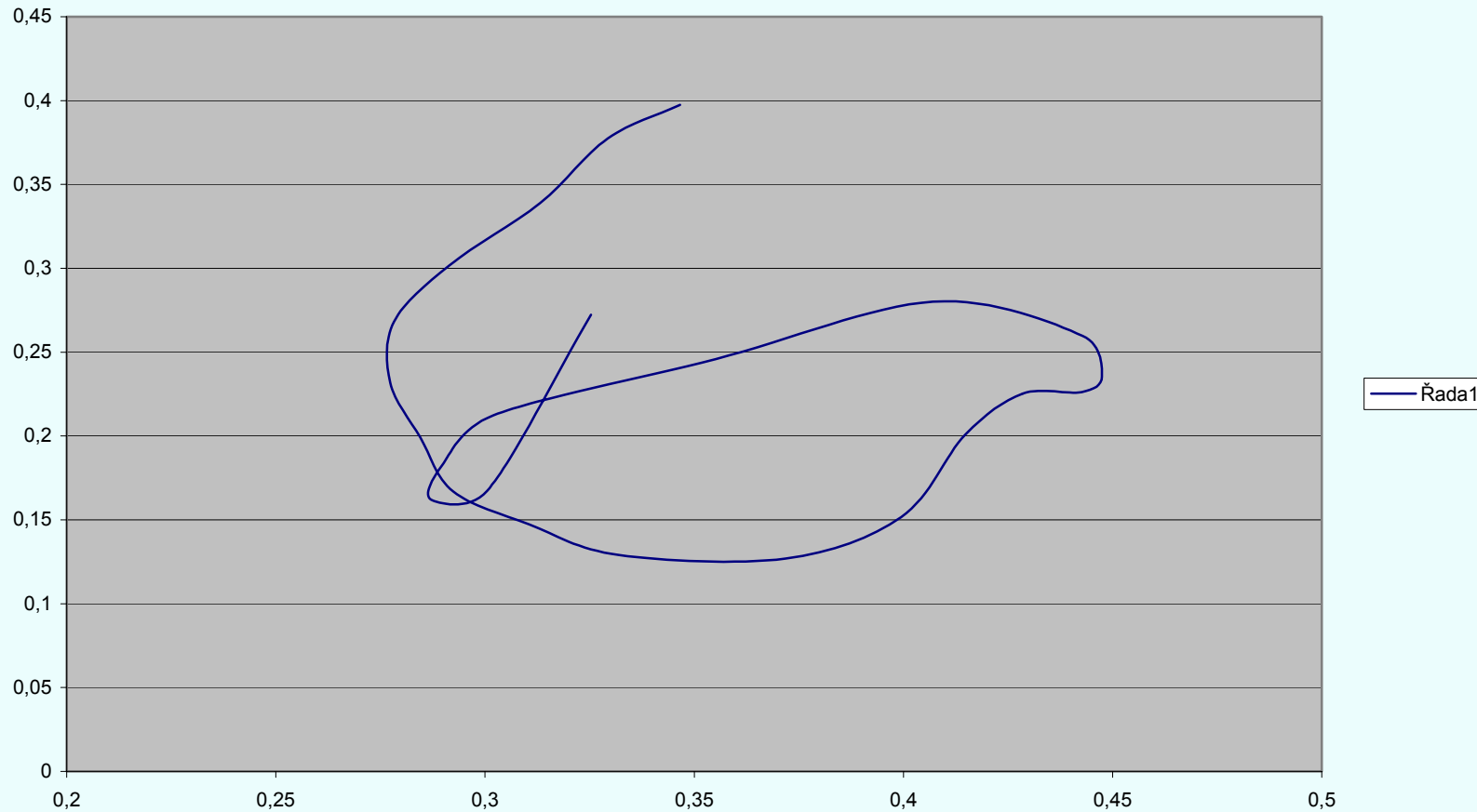
Signály z „Mech-Pen“ – číslice „2“



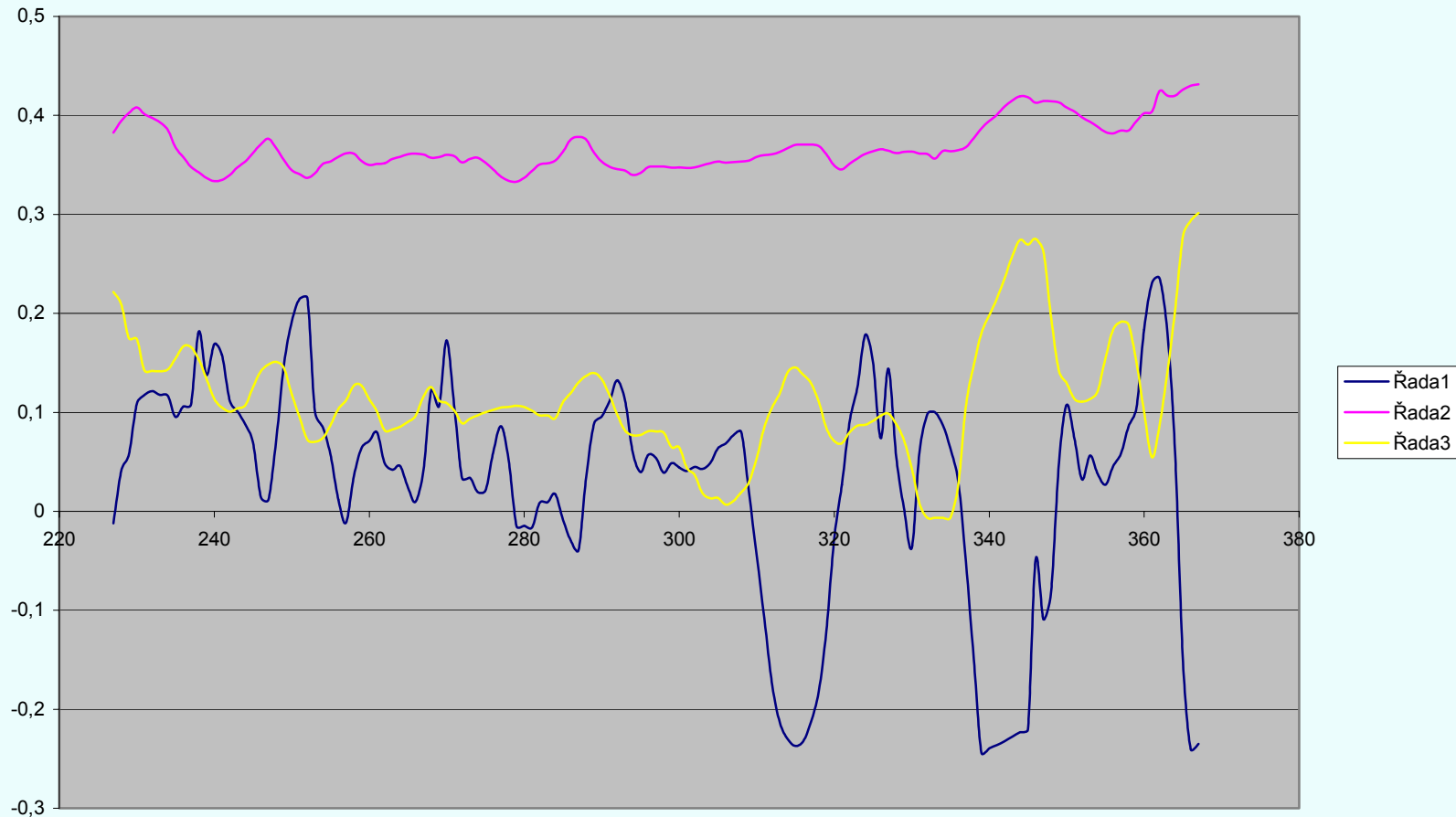
Signály z „Mech-Pen“ – číslice „6“



Signály z „Mech-Pen“ – číslice „6“ v rovině $x - y$



Signály z „Mech-pen“ generované při podpisu



Biometrické systémy a biometrická identifikace

Biometric (Biometrie)

Užití měřitelného fyzického znaku nebo rysu chování člověka ke zjištění identity nebo ověření jiným způsobem zadané identity v zapsaném seznamu.

Biometric Data (Biometrická data)

Informace získaná z biometrického vzorku, použita buď k vytvoření referenčního vzoru (šablony) nebo k porovnání s dříve vytvořeným referenčním vzorem.

Biometric Engine (Biometrický nástroj)

Programová část biometrického systému, která zpracovává biometrická data během zavádění, snímání, zpracování, porovnávání.

Biometric Identification Device (Biometrické identifikační zařízení)

Upřednostňovaný termín je 'Biometric System' (Biometrický systém).

Biometric Sample (Biometrický vzorek)

Data reprezentující biometrickou vlastnost uživatele, jak byla sejmuta biometrickým systémem.

Biometric System (Biometrický systém) je automatizovaný systém umožňující:

1. sejmout biometrický vzorek uživatele,
2. zpracovat biometrická data z tohoto vzorku,
3. porovnat biometrická data s jedním nebo více referenčními vzory (šablonami) zaznamenanými v systému,
4. rozhodnout, nakolik jsou shodné a
5. indikovat, zda byla či nebyla totožnost uživatele identifikována či ověřena.

Biometrická identifikace – na základě

- ▶ rozpoznání (klasifikace) otisku prstu
- ▶ rozpoznání charakteristických rysů obličeje
- ▶ rozpoznání (identifikace) oční duhovky
- ▶ identifikace hlasu
- ▶ rozpoznání a verifikace podpisu

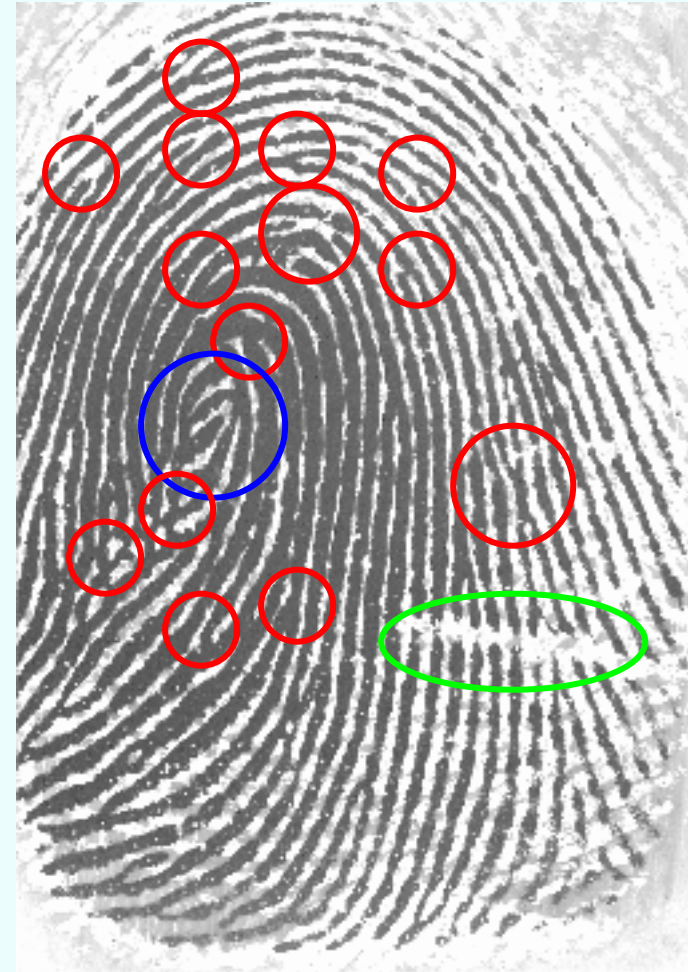
Příklady:

a) na základě otisků prstů:



Příklady:

a) na základě otisků prstů:



b) iris identification

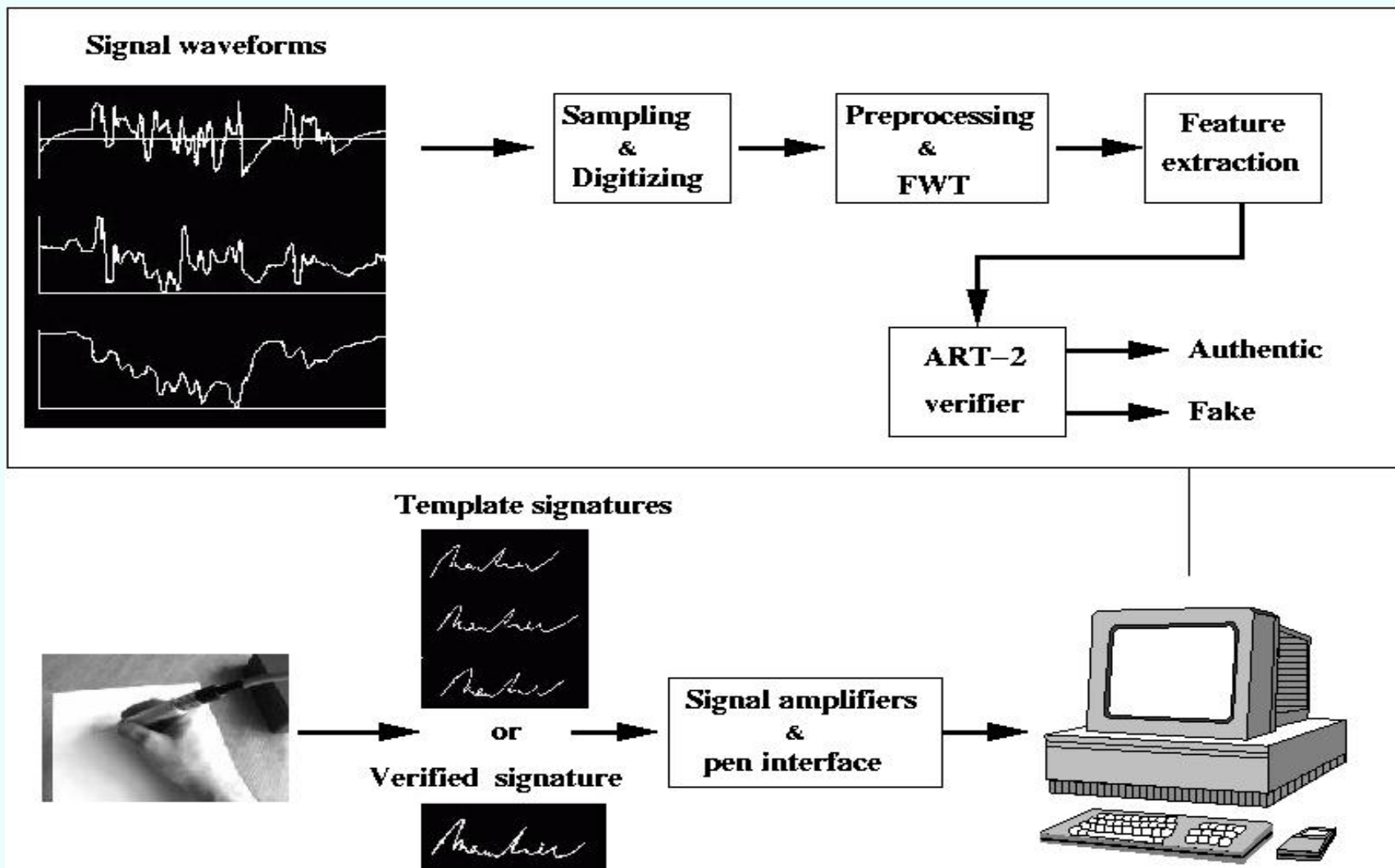


how does it?

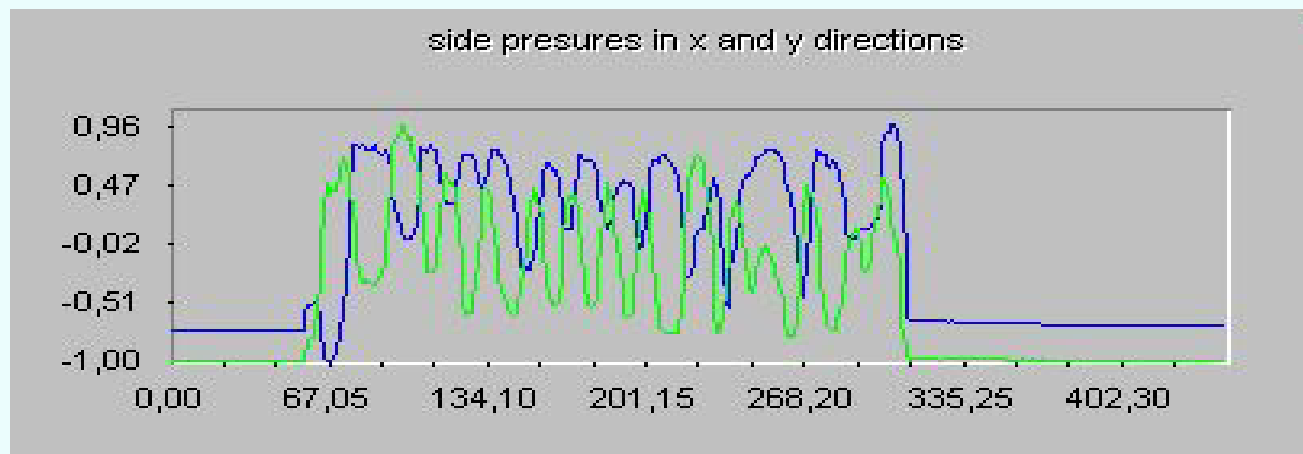
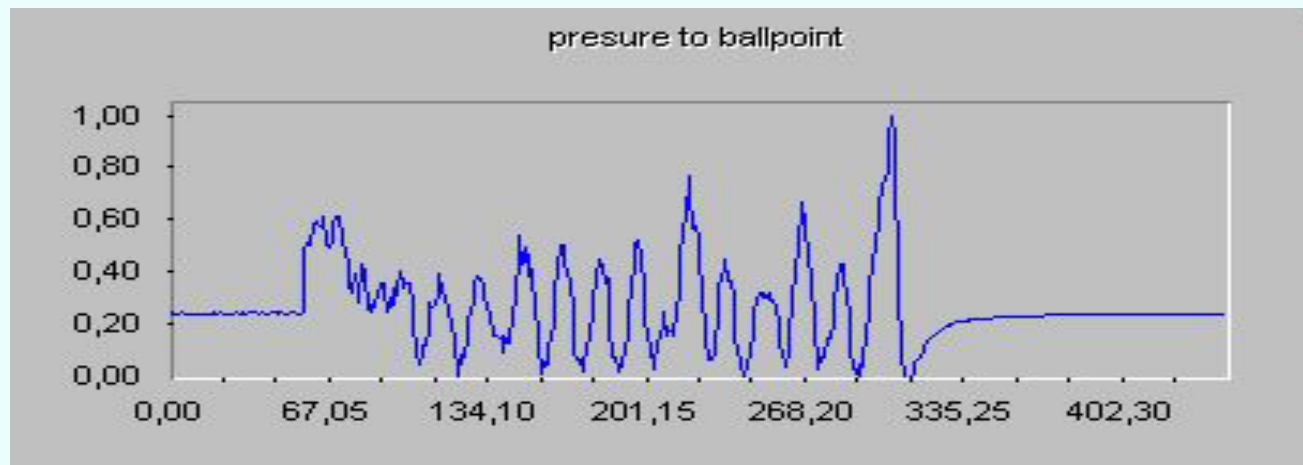
The system uses a video camera to locate the customer's face; this is done when the customer stands three feet away from the camera. Another camera takes a black and white image of the eye and takes two seconds to match this image up to another picture stored. At the time the customer signed up for this type of bank account. The two images can be matched up because no one Iris is the same not even a person left or right eye. There are also 266 different characteristics of the iris that make

the iris so individual that a system, which can identify them, is extremely reliable. This system is believed to be even more reliable than fingerprints or even DNA testing.

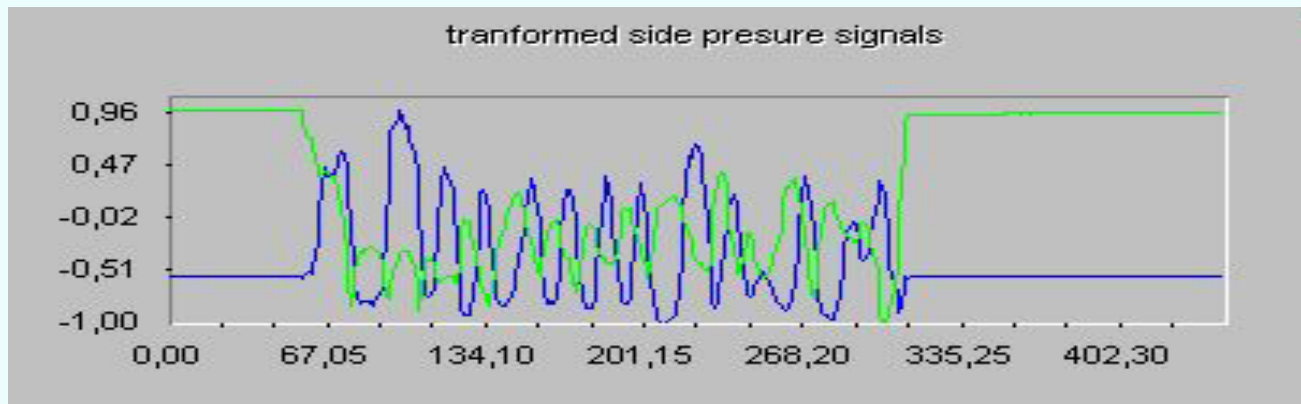
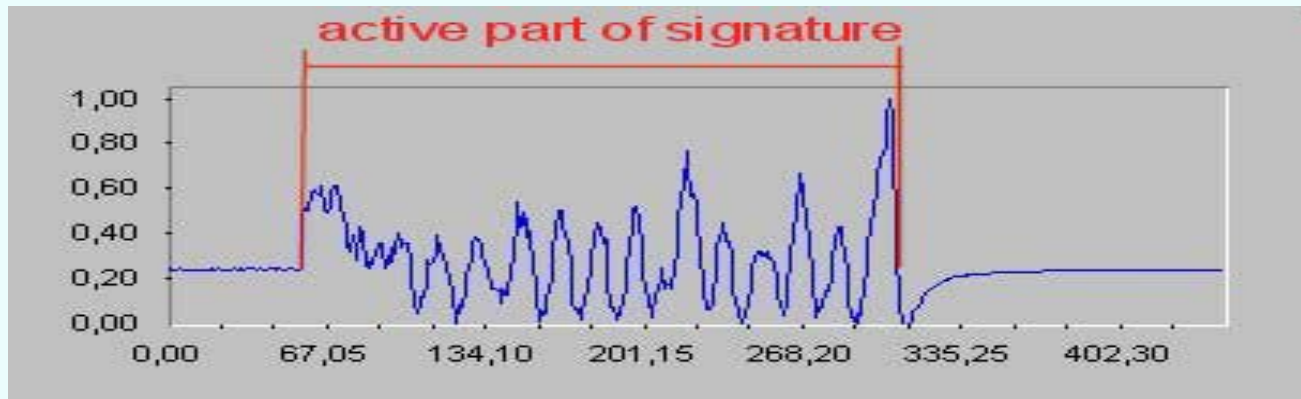
c) verifikace podpisů



Signály generované perem:

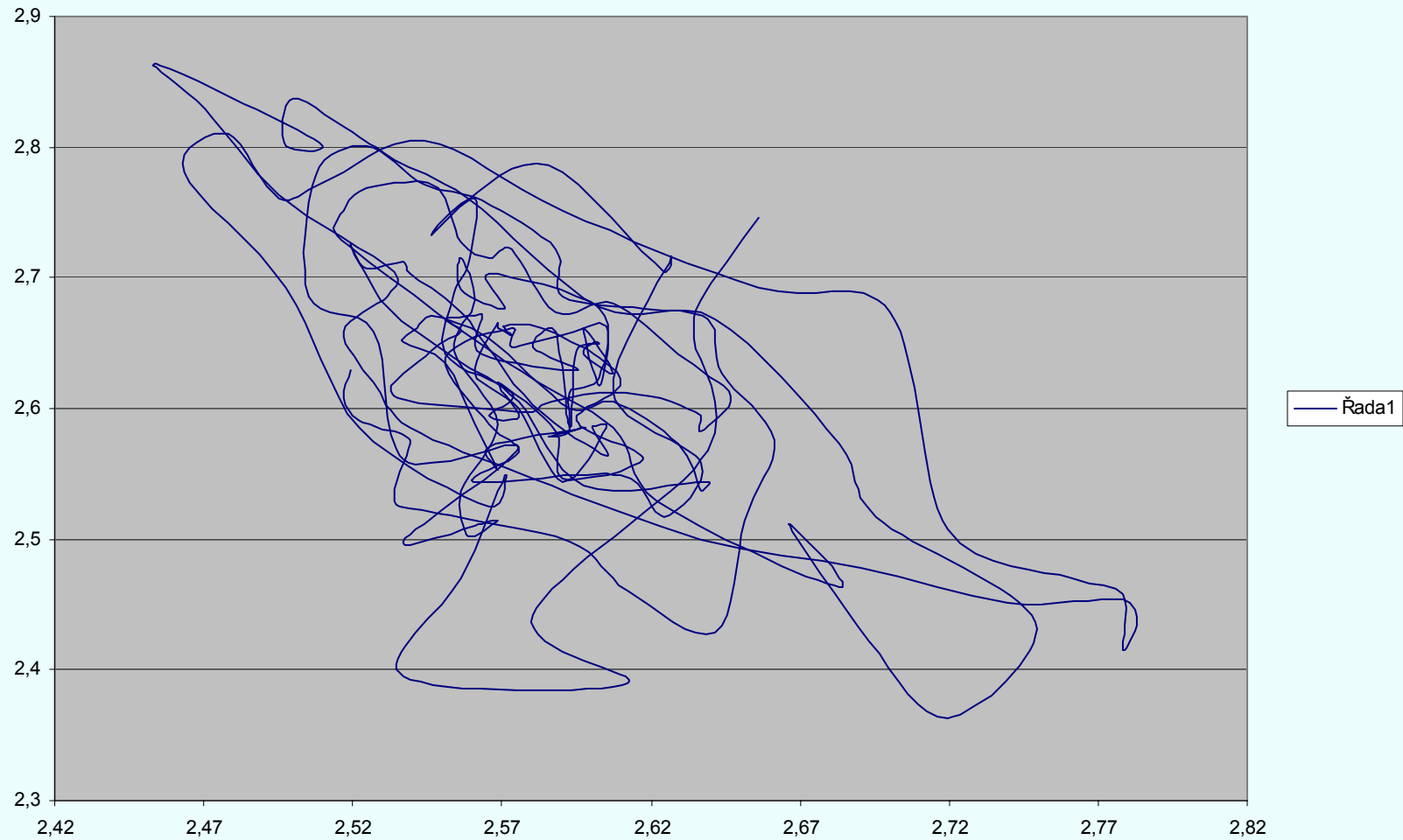


Předzpracované a transformované signály:

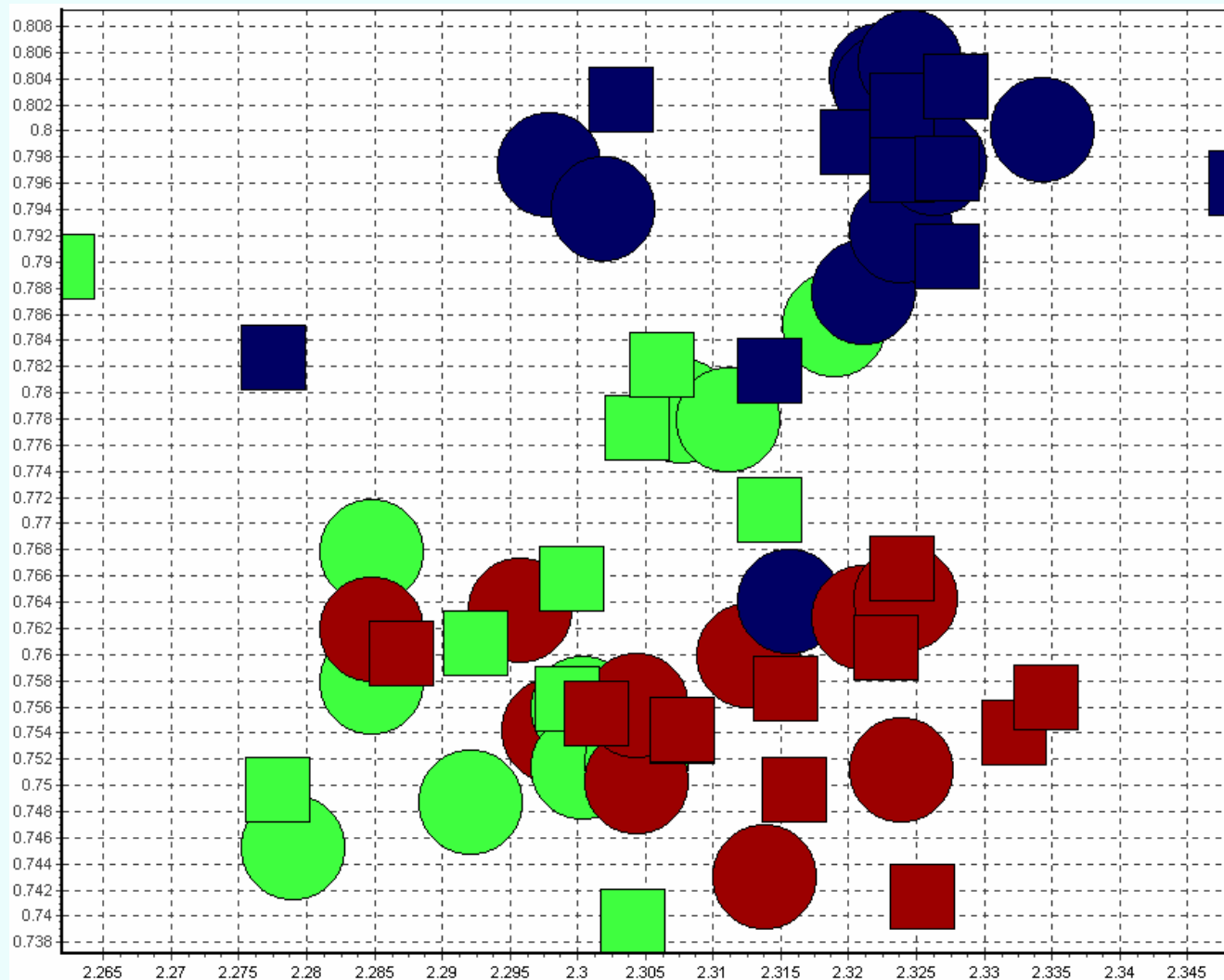


Inteligentní počítačové systémy

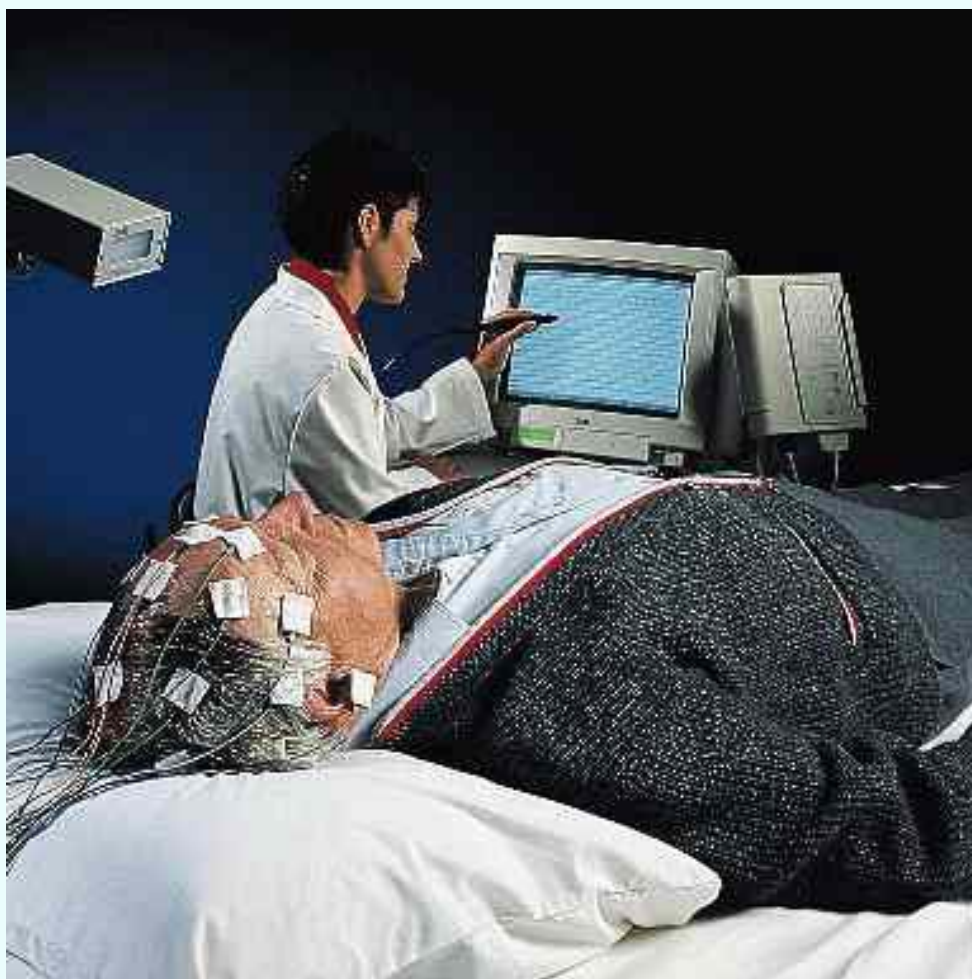
“Souřadnicové” signály v rovině $x - y$:



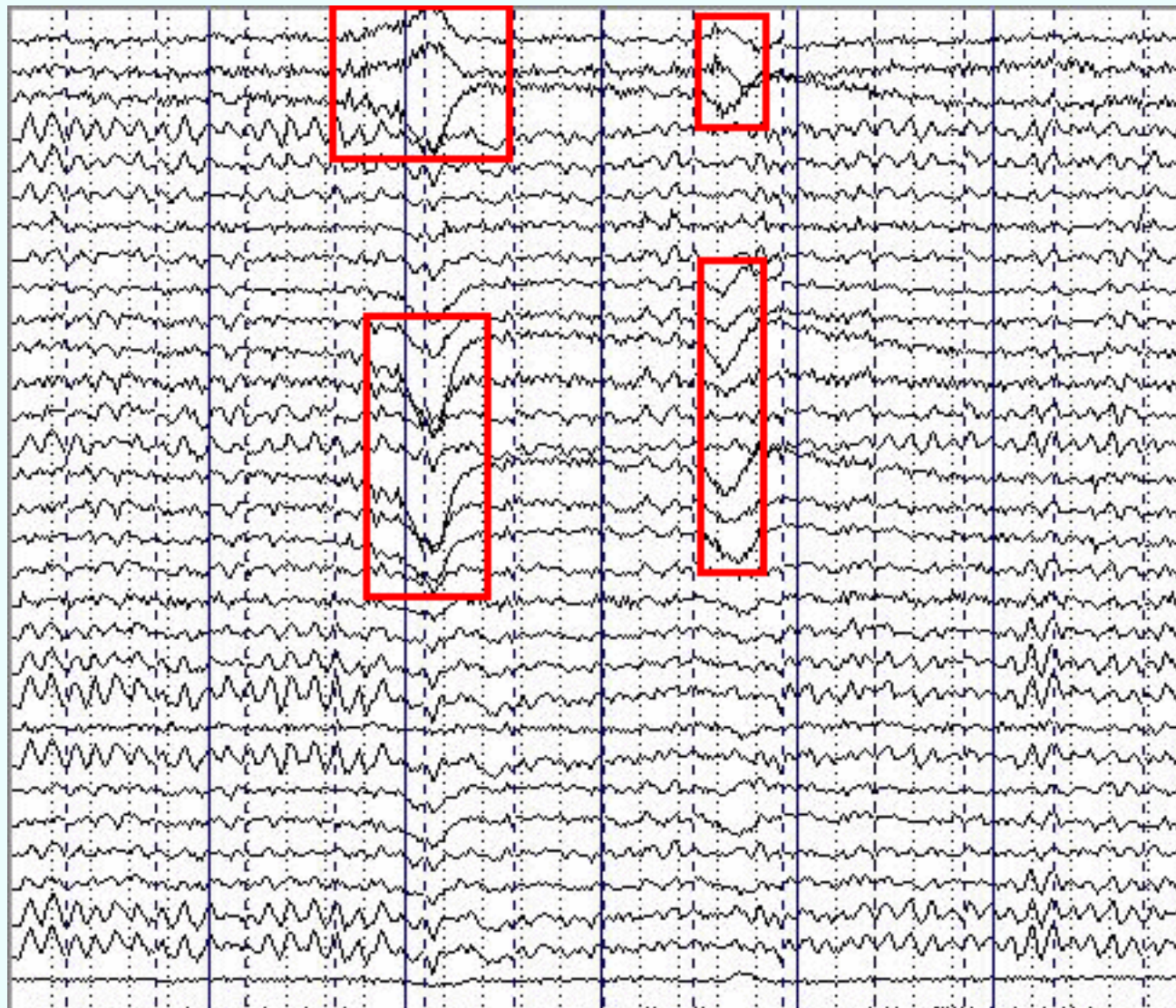
Klasifikace s využitím shlukové analýzy:



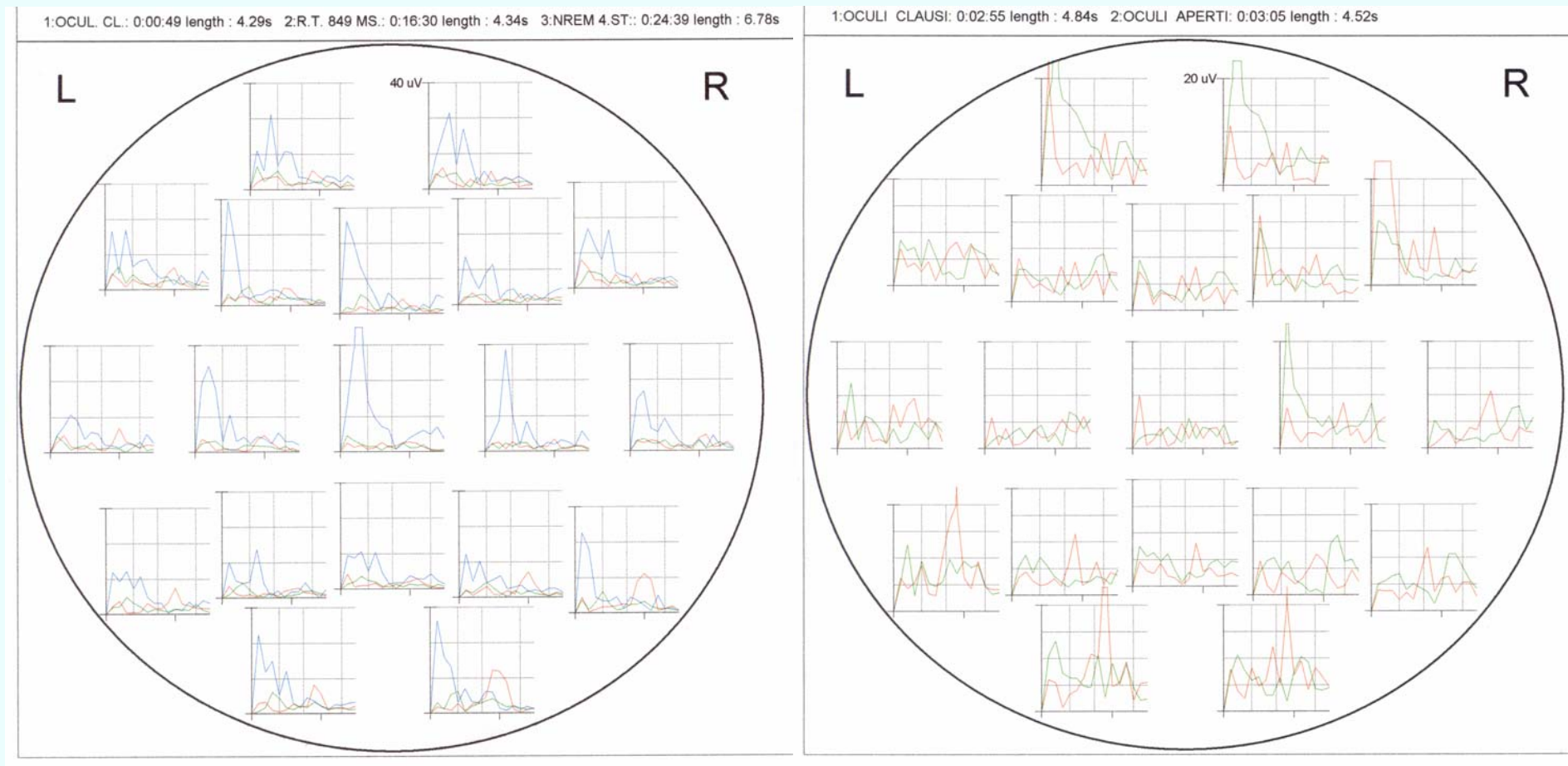
Neuroinformatika



Inteligentní počítačové systémy

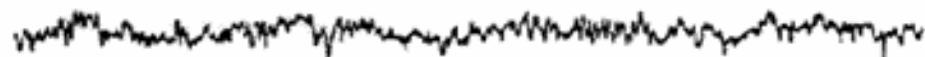


Signály z jednotlivých snímačů a jejich lokalizace



Inteligentní počítačové systémy

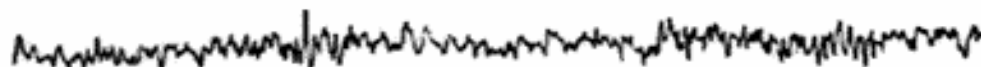
Alertness: beta waves



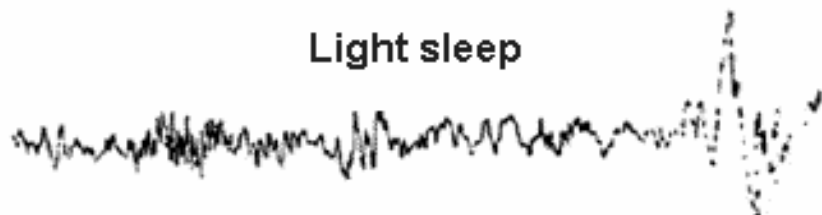
Relaxing: alpha waves



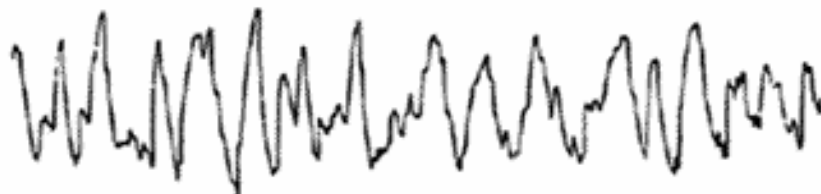
Sleeping: theta waves



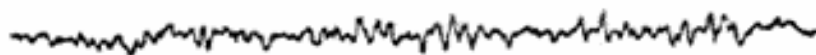
Light sleep



Deep sleep: delta waves



Paradoxical sleep: dreaming (REM)

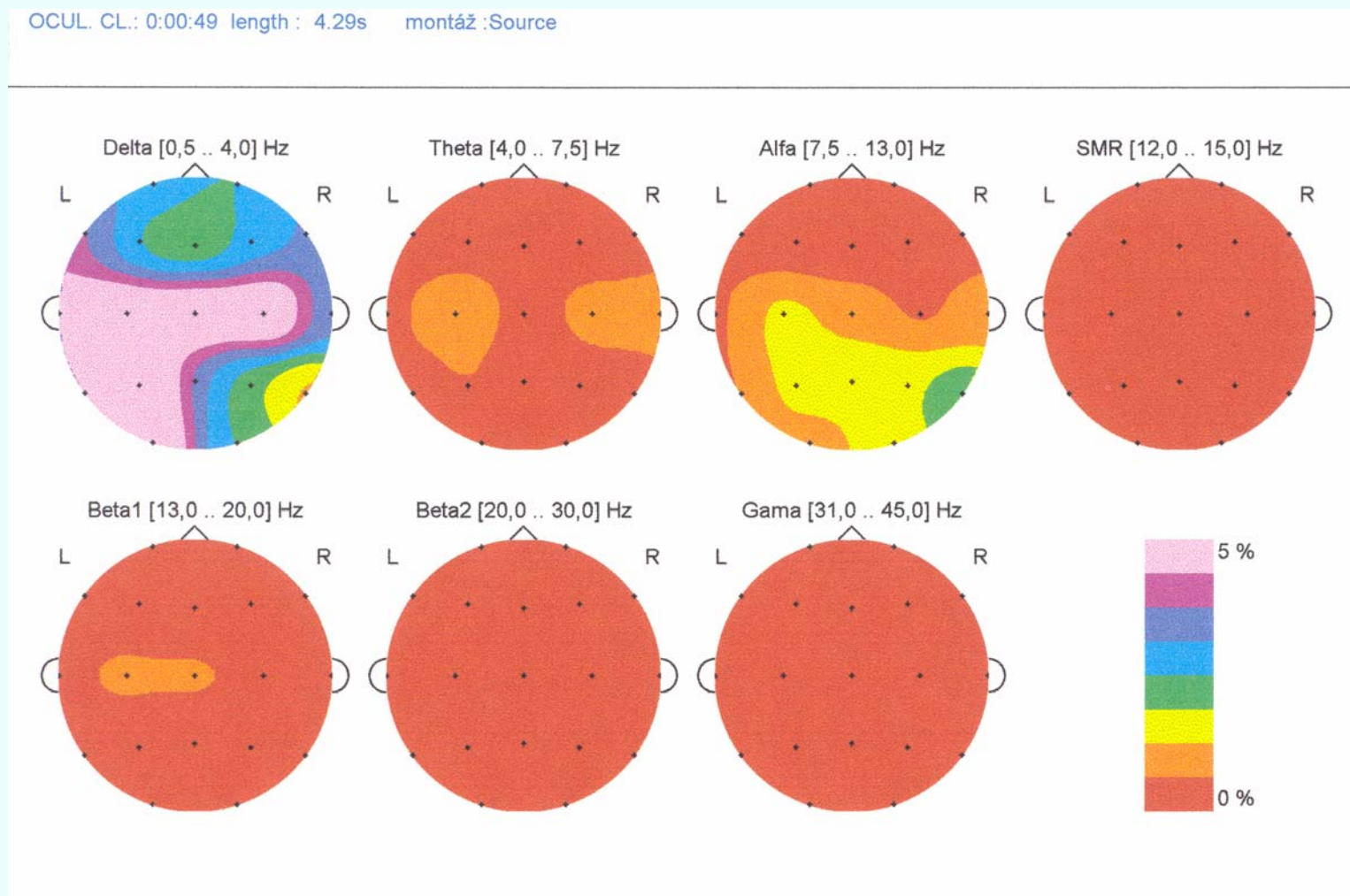


EEG Topographic Map

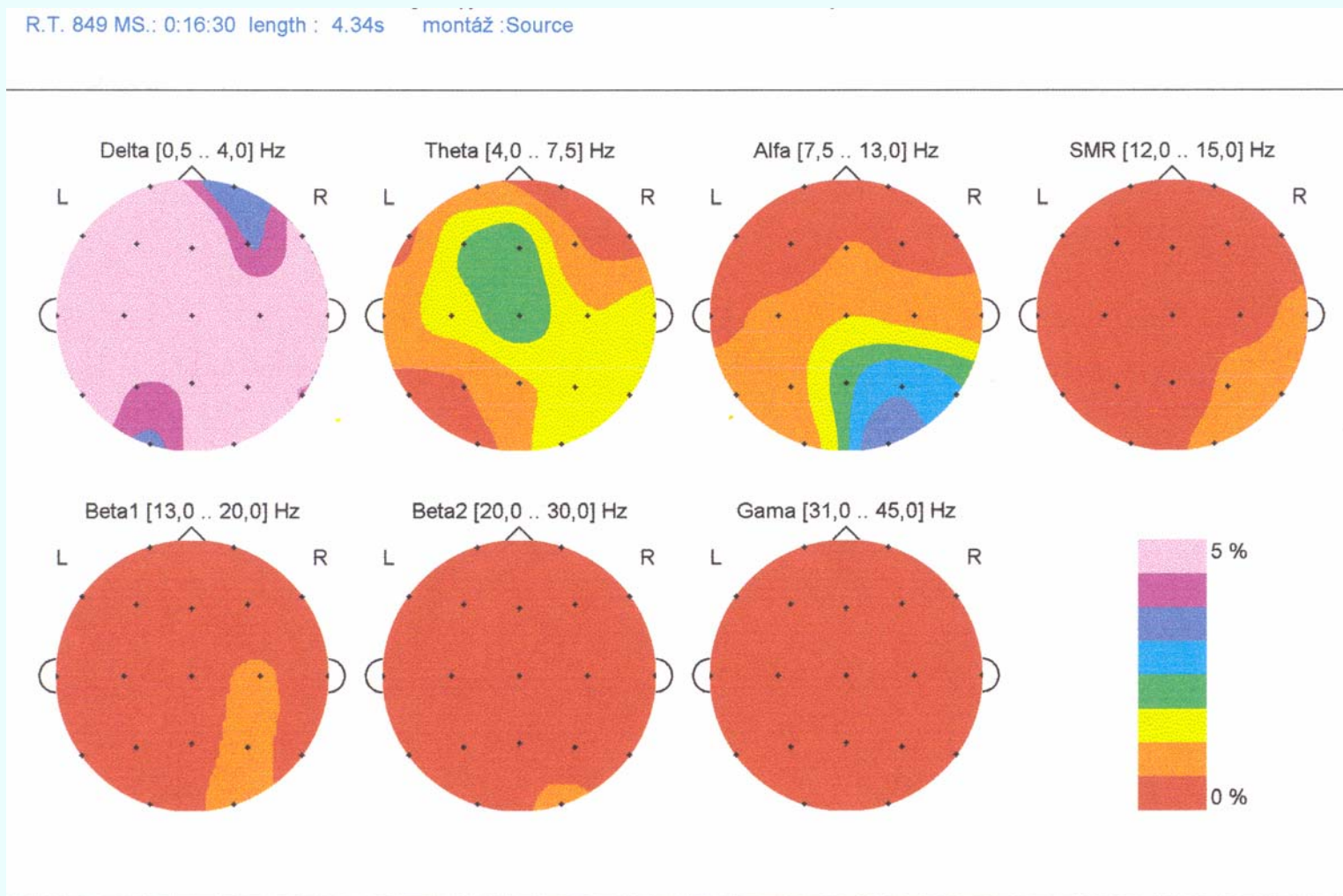


Voltage

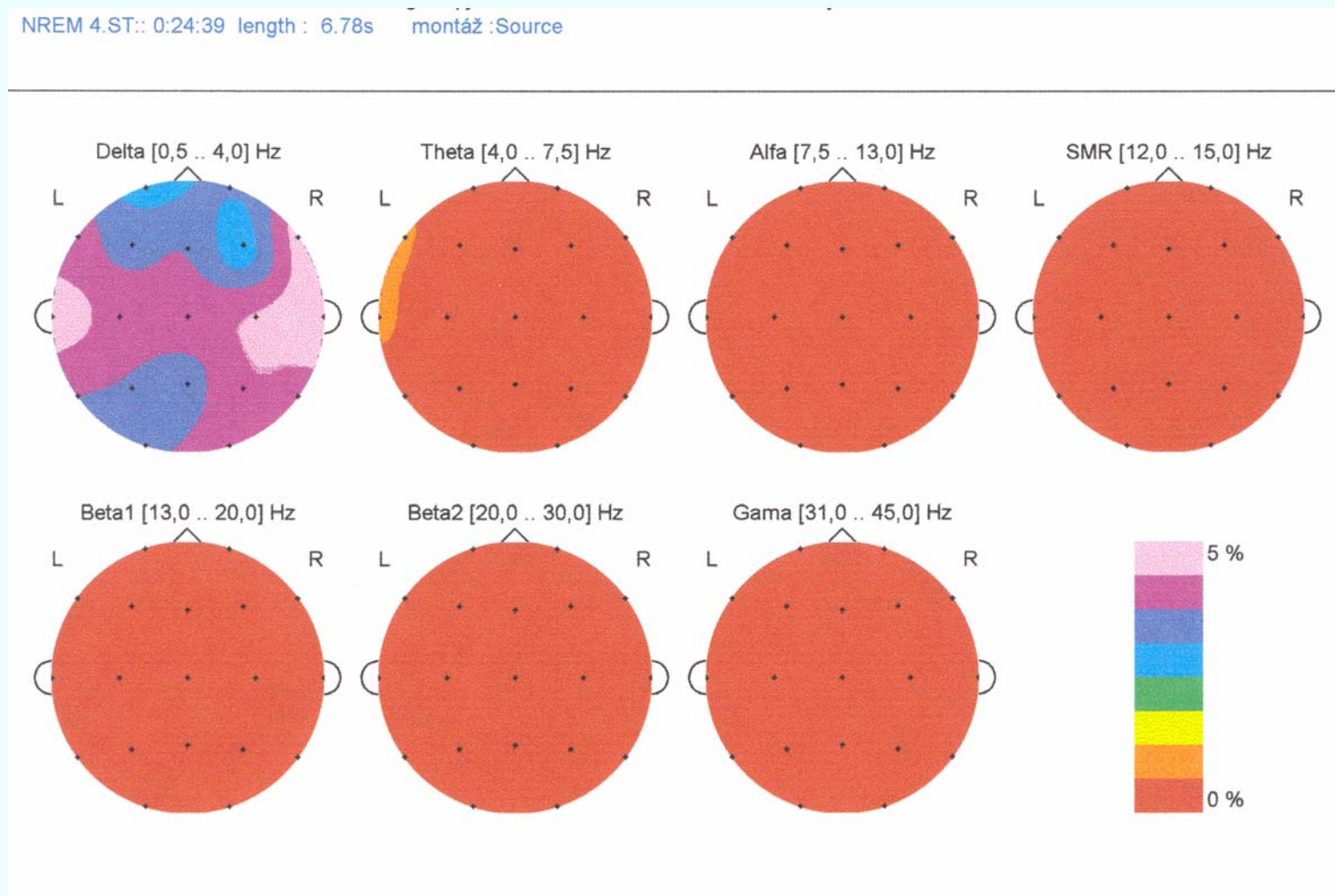
Topografické mapy bdícího, aktivního jedince:



Topografické mapy unaveného, ale ještě aktivního jedince:



Topografické mapy hluboce spícího jedince:



Znalostní systémy a znalostní inženýrství

znalostní versus expertní systémy

- ▶ obecně definovány jako **systemy, zpracovávající symboly**

Znalost je (v počítačové terminologii) považována za nejvyšší formu organizace strukturovaných dat – je definována

- ▶ **prvky dat** (resp. jejich reprezentanty)
- ▶ **vlastnostmi** prvků dat
- ▶ **relacemi** mezi prvky dat
- ▶ **operacemi** (akcemi) nad prvky dat

Základ: reprezentace znalostí, resp. poznatků

Reprezentace znalostí

▶ **deklarativní –**

Zanesený čistič vzduchu způsobí zvýšení spotřeby pohonných hmot.

▶ **procedurální –**

Má-li automobil zvýšenou spotřebu pohonných hmot, ověř, zda nemá zanesený čistič vzduchu.

Požadavky na systém reprezentace znalostí (poznatků):

▶ **vyjádřitelnost poznatků**

▶ **použitelnost reprezentace**

▶ **logická adekvátnost reprezentačního systému**

▶ **heuristická síla, expresivita a přesnost reprezentace**

▶ **začlenitelnost do kontextu již reprezentovaných poznatků**

▶ **jednoduchost (pohodlnost) vyjádření (zápisu)**

Způsoby reprezentace znalostí:

- ▶ logické systémy
- ▶ produkční systémy (založené na pravidlech)
- ▶ rámce
- ▶ sémantické sítě
- ▶ procedurální systémy a speciální programovací jazyky

Příklady:

Jestliže $P_1 \& P_2 \& \dots \& P_n$, pak $Q_1 \& Q_2 \& \dots \& Q_n$.

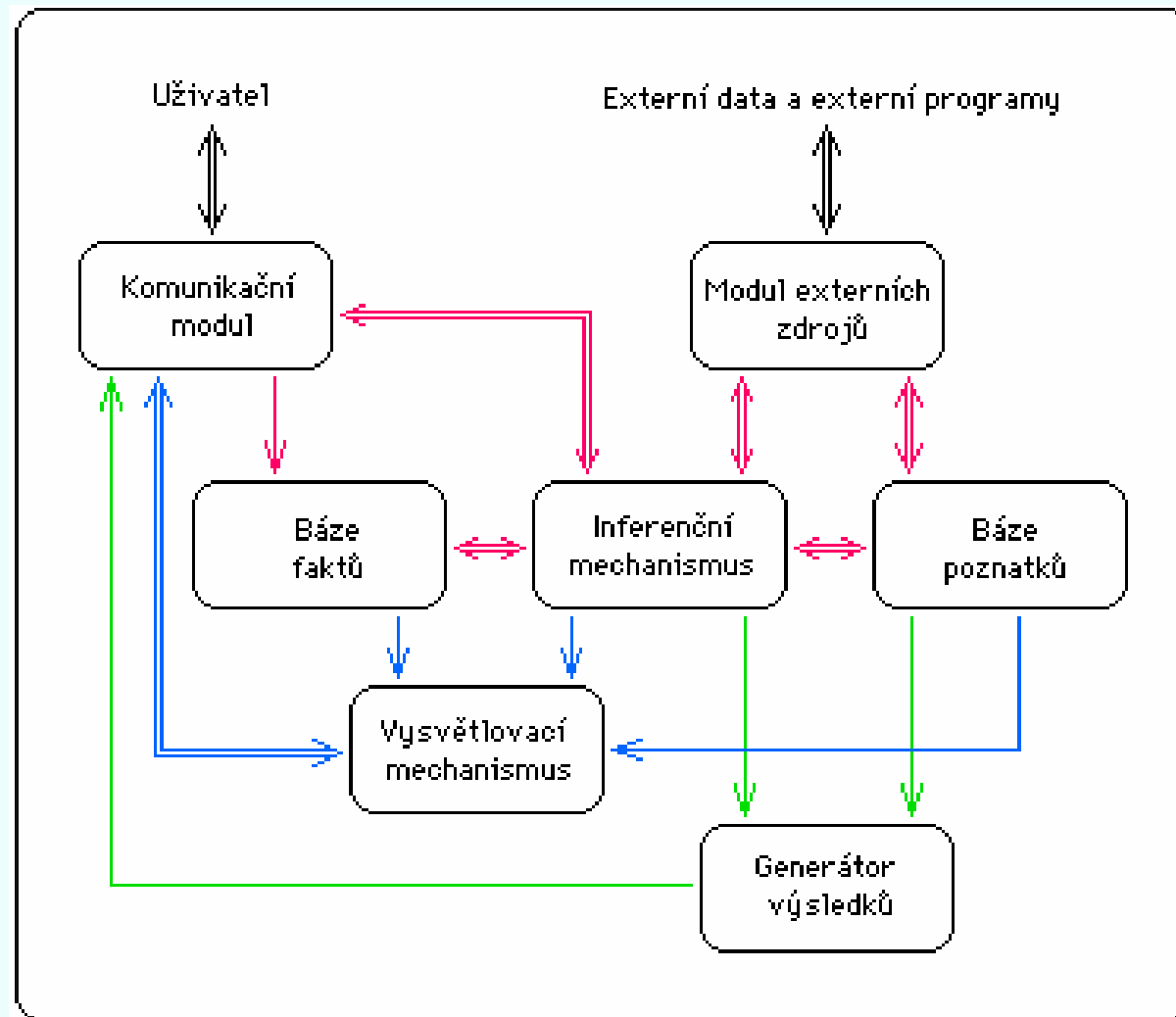
$P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_n \rightarrow Q_1 \wedge Q_2 \wedge \dots \wedge Q_n$.

Jestliže auto má zvýšenou spotřebu, pak ověř, zda není zanesený čistič.

Jestliže je Petr synem Marie a Marie a Karel jsou jeho rodiče, pak Karel je otcem Petra.

otec (karel, petr) :- syn (petr, marie), manželé (karel, marie).

Architektura znalostního systému:



Úlohy řešené v oblasti znalostních systémů:

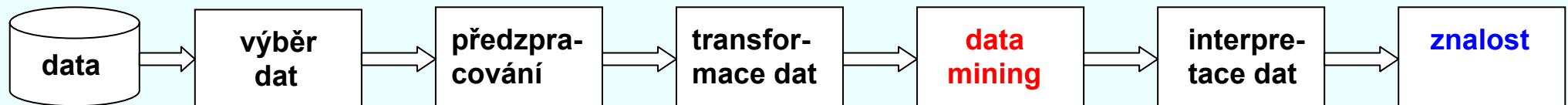
- ▶ návrh způsobu (systému) reprezentace faktů a znalostí
- ▶ návrh báze faktů
- ▶ návrh báze znalostí
- ▶ návrh způsobu komunikace systému s uživatelem
- ▶ vyřešení komunikace systému s okolím
popřípadě
- ▶ implementace inferenčního mechanismu
- ▶ návrh formátu zpráv a jejich uložení

...

Data mining a deduktivní databáze

Prostředky, jak analýzou rozáhlých automaticky získaných dat formulovat či odvozovat nové informace či znalosti.

Nová vědní disciplína – **”objevování” znalostí v databázích**
(knowledge discovery in databases – KDD)



Celý proces je interaktivní, řízený uživatelem, využívající jeho schopnosti, zkušenosti a znalosti.

Postup “dobývání”, resp. “objevování” znalostí v databázích:

- ▶ získání apriorních znalostí o datech
- ▶ přesná formulace cílů uživatele
- ▶ výběr (pod)množiny cílových dat, v níž se budeme snažit znalosti “objevit”
- ▶ předzpracování dat (např. doplnění chybějících hodnot)
- ▶ transformace dat (transformace proměnných, redukce dimenze, ...)
- ▶ **výběr techniky “dobývání”** – klasifikace, regrese, shlukování, generalizace, ...
- ▶ **výběr konkrétního algoritmu** pro řešení úlohy “dobývání”
- ▶ vlastní výběr (“dobývání”) dat, vyhledávání souvislostí, funkčních závislostí, logických pravidel, ...
- ▶ interpretace a prezentace získaných (odvozených) znalostí
- ▶ dokumentování a integrace nových znalostí do systému

Metoda: Induktivní logické programování

Inteligentní softwarové prostředky aneb inteligentní softwaroví agenti

Definition: Agent

Agent:

One that is authorized to act for another. Agents possess the characteristics of *delegacy*, *competency*, and *amenability*.

Delegacy:

Discretionary authority to autonomously act on behalf of the client. Actions include making decisions, committing resources, and performing tasks.

Competency:

The capability to effectively manipulate the problem domain environment to accomplish the prerequisite tasks. Competency includes specialized communication proficiency.

Amenability:

The ability to adapt behavior to optimize performance in an often non-stationary environment in responsive pursuit of the goals of the client. Amenability may be combined with accountability.

Examples of human agents include booking agents, sales agents, and politicians.

Inteligentní počítačové systémy

Definition: Software Agent

Software Agent:

An artificial agent which operates in a software environment.

Software environments include operating systems, computer applications, databases, networks, and virtual domains.

Delegacy for software agents centers on persistence. "Fire-and-forget" software agents stay resident, or persistent, as background processes after being launched. By making decisions and acting on their environment independently, software agents reduce human workload by generally only interacting with their end-clients when it is time to deliver results. Additionally, autonomous automation can lead to super-human performance in terms of volume and speed.

Competency within a software environment requires knowledge of the specific communication protocols of the domain. Protocols such as SQL for databases, HTTP for the WWW, and API calls for operating systems must be preprogrammed into the software agents, limiting their useful range.

Amenability for non-intelligent software agents is generally limited to providing control options and the generation of status reports that require human review. Such agents often tend to be brittle in the face of a changing environment, necessitating a modification of their programming to restore performance.

Intelligentní počítačové systémy

Definition: Intelligent Software Agent

Intelligent Software Agent (ISA):

A software agent that uses Artificial Intelligence (AI) in the pursuit of the goals of its clients.

Artificial Intelligence is the imitation of human intelligence by mechanical means. Clients, then, can reduce human workload by delegating to ISAs tasks that normally would require human-like intelligence.

Delegacy for ISAs is far more absolute. ISAs have the capability to generate and implement novel rules of behavior which human beings may never have the opportunity or desire to review. As ISAs can engage in extensive logical planning and inferencing, the relationship of trust between the client and the agent is or must be far greater, especially when the consumption of client resources is committed for reasons unexplained or multiple complex operations are actuated before human observers can react.

Competency as practiced by ISAs adds higher order functionality to the mix of capabilities. In addition to communicating with their environment to collect data and actuate changes, ISAs can often analyze the information to find non-obvious or hidden patterns, extracting knowledge from raw data. Environmental modes of interaction are richer, incorporating the media of humans such as natural language text, speech, and vision.

Amenability in ISAs can include self-monitoring of achievement toward client goals combined with continuous, online learning to improve performance. Adaptive mechanisms in ISAs mean that they are far less brittle to changes in environment and may actually improve. In addition, client responsiveness may go so far as to infer what a client wants when the client himself does not know or cannot adequately express the desired goals in definitive terms.

Co je to inteligentní informační agent?

Inteligentní informační agent je autonomní a adaptibilní počítačový program, který operuje ve stejném programovém prostředí jako například operační systémy nebo databáze. Technologie těchto agentů kombinuje umělou inteligenci (uvažování, plánování, práce s přirozeným jazykem atd.) s technikami vývoje systémů (objektově zaměřené plánování apod.). Typické úlohy, které může agent provádět, jsou například filtrování elektronické pošty, organizování schůzek, lokalizování požadovaných informací, upozorňování na vhodnou možnost investice nebo zjištění nejvhodnějšího dopravního spojení.

Základní charakteristika inteligentních informačních agentů

Autonomní působnost = schopnost provádět uživatelem definované úlohy nezávisle na uživateli a často i bez přítomnosti nebo vedení uživatele. Uživatel jednou specifikuje co, kde a kdy má agent vykonávat, a ten provádí daný úkol pouze tehdy, když nastanou vhodné podmínky.

Inteligentní počítačové systémy

Přizpůsobivé chování = schopnost napodobovat jednotlivé uživatelské kroky během provádění úlohy. Například si agent může uložit do paměti různé reakce uživatele na dané situace a podle toho potom sám provádět rozhodnutí apod.

Mobilnost = schopnost volně procházet počítačovými sítěmi a vykonávat úlohy na vzdálených místech. Agenti jsou většinou tvořeni přeložitelným scriptem, který napomáhá bezproblémovému pohybu přes různé architektury sítí. Například komunikačně orientovaný script jako Telescript může ulehčit vzájemnou komunikaci mezi jinými agenty, kteří jsou uloženi na odlišných procesorech.

Kooperativní chování = schopnost dvousměrné komunikace mezi agenty, kteří pak mohou společně provádět větší a komplexnější úlohy. Například pan X pošle panu Y elektronický dopis, který musí být neprodleně doručen. Agent nesoucí dopis od pana X se spojí s agentem pana Y a ten mu sdělí, že pan Y je na dovolené, tudíž je lepší zprávu odfaxovat sekretářce pana Y.

Proč potřebujeme inteligentní informační agenty ?

Uživatelé jsou v současné době zahlceni obrovským množstvím informací, které nabízí Internet, různé databáze apod. Potřebují rychle získat žádané informace v co nejkratší době, proto je nutno se zaměřit na nástroje (tzv. agenty), které by byly schopny to roztrždit a profiltrovat přicházející data do lehce manipulovatelného a přehledného množství relevantních informací, které jsou šité na míru daného uživatele.

Vzrůstá množství lidí, kteří mají zaměstnání, při kterém se nemohou neustále zdržovat na jednom místě, tudíž elektronické zprávy je třeba inteligentně směřovat a filtrovat.

Také tu máme pracovníky v oblasti managementu apod., kteří se musí rychle rozhodovat a mají velkou zodpovědnost.

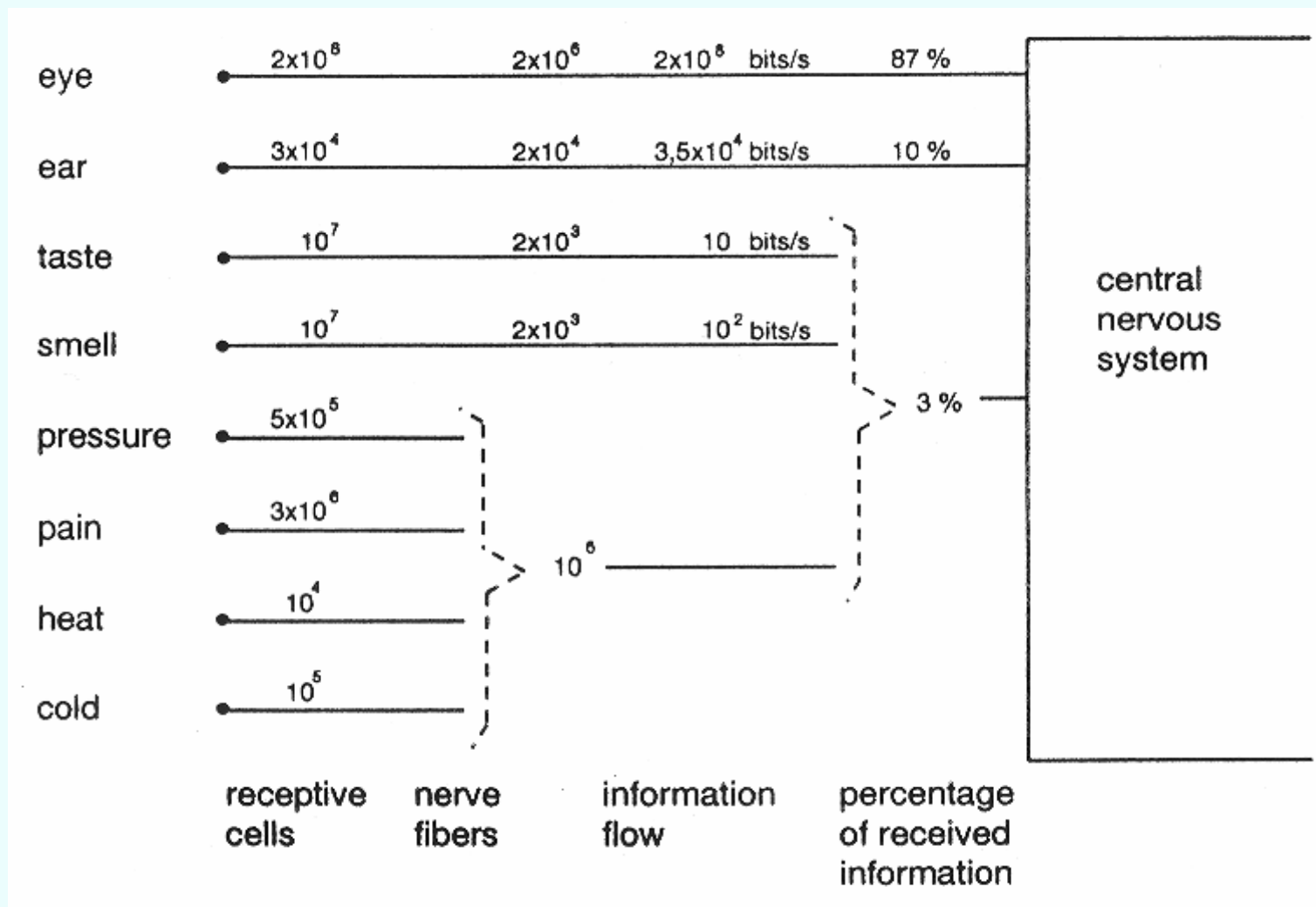
V dnešní bouřlivě se rozvíjející společnosti je třeba minimalizovat čas strávený nad rutinními úkoly, aby se člověk vůbec také někdy dostal k odpočinku, zábavě, ke svým koníčkům apod.

Multimodální komunikace člověk – počítač

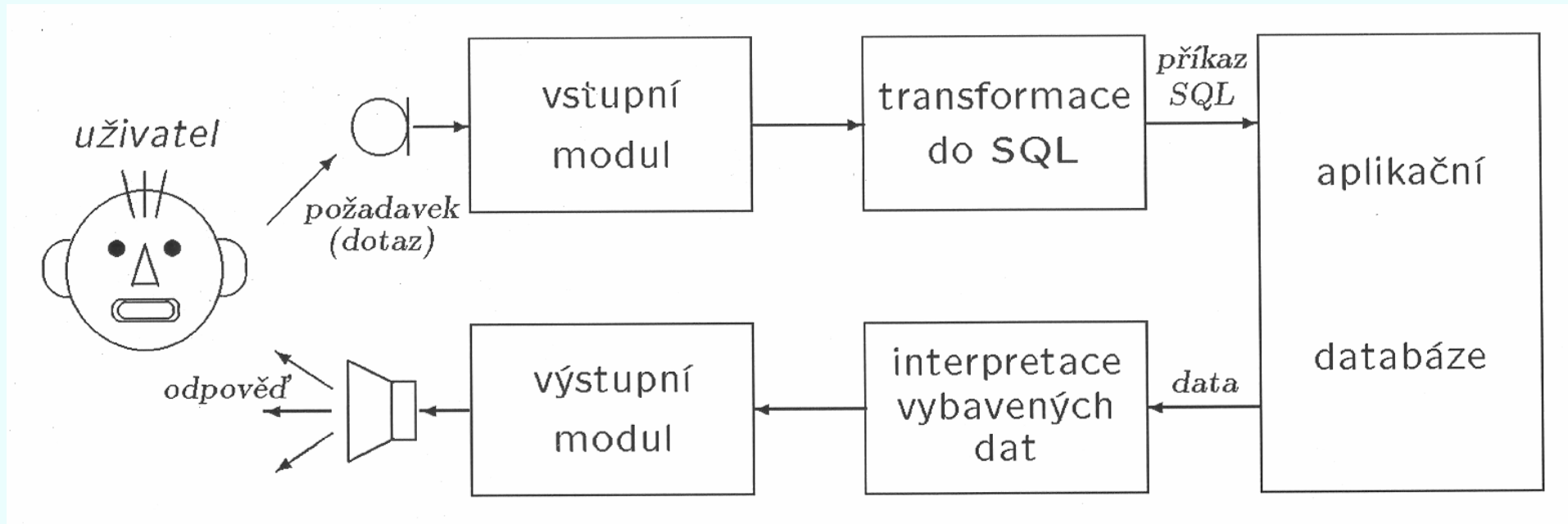
Multi-modal systems have been developed to take advantage of the multi-sensory nature of humans. Utilizing more than one sense, or **mode of communication**, these systems make much fuller use of the auditory channel, and to a lesser extent, the tactile channel, to improve the interactive nature of the system. Thus multi-modal systems increase the bandwidth of human–computer interaction.

Multimedia systems, on the other hand, use a number of different media to communicate supplementary, additional or redundant information. Often this may take the form of using multiple sensory channels, but it may also take the form of different types of visual input – textual, graphical, iconic, animation, video and CD-I. Thus, **multimedia systems are often multi-modal, but not always !**

Sensorické a komunikační schopnosti člověka



Speciální třída systémů – dialogové informační systémy



4 funkční moduly:

vstupní – analyzuje uživatelskou promluvu a interpretuje ji

transformační – “přeloží” uživatelskou promluvu do podoby příkazu v jazyce SQL

interpretační – interpretuje vybavená data do podoby srozumitelné pro člověka

výstupní – předá informaci uživateli, např. formou syntetizované odpovědi

Analýza uživatelovy promluvy

- ▶ signálová
- ▶ akusticko-fonetická
- ▶ lingvistická
- ▶ extrakce významu a jeho interpretace

Formalismus: SIL (Semantic Interface Language)

Příklad:

U: Chci odjíždět z Prahy.

S: Z Prahy. Kam chcete jet ?

U: Do Brna.

S: V kolik hodin chcete jet do Brna ?

U: V osm hodin.

Inteligentní počítačové systémy

U: Chci odjízďet z Prahy.

$$view1 : \left[\begin{array}{l} syntax : [string : z Prahy] \\ semantics : \left[\begin{array}{l} id : go1, \\ type : go, \\ thesource : \left[\begin{array}{l} id : loc1, \\ type : location, \\ thecity : \left[\begin{array}{l} id : city1, \\ type : city, \\ value : Praha \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

S: Z Prahy. Kam chcete jet?

U: Do Brna.

$$view2 : \left[\begin{array}{l} \left[\begin{array}{l} syntax : [string : z Prahy] \\ semantics : \left[\begin{array}{l} id : go1, \\ type : go, \\ thesource : \left[\begin{array}{l} id : loc1, \\ type : location, \\ thecity : \left[\begin{array}{l} id : city1, \\ type : city, \\ value : Praha \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \\ \left[\begin{array}{l} syntax : [string : do Brna] \\ semantics : \left[\begin{array}{l} id : go2, \\ type : go, \\ thegoal : \left[\begin{array}{l} id : loc2, \\ type : location, \\ thecity : \left[\begin{array}{l} id : city2, \\ type : city, \\ value : Brno \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

S: V kolik hodin chcete jet do Brna?

Multimodální dialogové informační systémy

Příklad: Systém **SMARTKOM** vyvinutý
v **DFKI Saarbrücken**

(Deutsches Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz)