

Technické aspekty bezdotykovej detekcie prejavov chorôb v budovách

Článok nadväzuje na predchádzajúci príspevok s názvom *Bezdotyková detekcia prejavov chorôb v budovách a zameriava sa prevažne na navrhovanú technickú aplikáciu jednotlivých druhov opisovaných meraní, keďže väčšina z nich ešte nebola nasadená v praxi. Cieľom článku je opis princípov fungovania jednotlivých zariadení, možností, obmedzení nasadení a implementácií už existujúcich zariadení.*

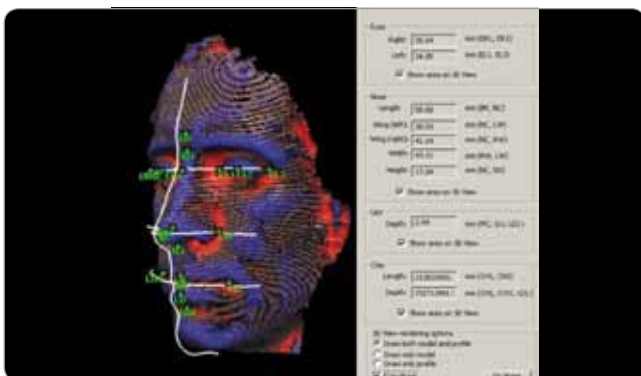
Pri samotnom vývoji a ladení zariadení treba najskôr pracovať so stabilnými objektmi a až v neskoršej fáze riešiť problematiku samotného nasadenia v inteligentných budovách. Toto nasadenie bude v článku opísané skôr ako vízia budúcnosti.

Rovnako dôležitú úlohu zastáva nadradený systém, ktorý spracúva informácie z jednotlivých zariadení, pričom vytvára ucelený celok meraní, vyhodnocuje stav pozorovanej osoby a informuje o výsledkoch. Tieto výsledky môžu byť použité na osobné účely, diagnostiku pracovníkov na rizikových pozíciách, na záchranu života pomocou privolania pomoci alebo poskytnutia informácií lekárovi na lepšiu diagnostiku ochorení.

Optické rozpoznávanie poruchy

Číslkové spracovanie obrazu si už našlo cestu do mnoho odvetví, ako sú napríklad multimédia, bezpečnosť, robotika alebo priemysel. Tiež si pomaličky hľadá cestu aj do oblasti inteligentných budov, kde ju jej najväčší nástup ešte len čaká. Číslkové spracovanie môžeme všeobecne rozdeliť do piatich základných kategórií. Prvou je zvyšovanie kvality obrazu a jeho rekonštrukcia. Ďalšou kategóriou je kódovanie obrazu využívané hlavne na zabezpečenie jeho obsahu alebo pri jeho kompresii. Základom pre všetky spomenuté kategórie spracovania obrazu je matica farebných hodnôt (RGB) bodov vytvorených snímačom zabudovaným v kamere alebo vo fotoaparáte. Pre našu aplikáciu je najpodstatnejšia segmentácia alebo rozpoznávanie obrazu. Úlohou segmentácie je rozdeliť obraz na konkrétne segmenty na základe určitých charakteristických bodov. Problém je v tom, že neexistuje jedno analytické riešenie a pre každý typ obrazu treba voliť vhodnú metódu. Medzi základné metódy segmentácie obrazu patria:

- prahové metódy – vychádzajú z histogramu úrovni jasu obrazu,
- metódy zhlukovej analýzy – vytvárajú priamo oblasti, a to buď štiepením obrazu na homogénne celky, alebo spájaním elementárnych oblastí do väčších celkov na základe homogenity,
- metóda detekcie hrán – rozdelenie na základe skúmaných príznakov medzi objektom a pozadím,
- metóda segmentácie porovnaním so vzorkami – hľadanie objektu vhodne zvoleným spôsobom na obraze porovnaním so vzorkou,
- metódy segmentácie textúrových obrazov – rozdeľujú obraz na základe vhodného opisu textúry štatistickými alebo štruktúrnymi charakteristikami,
- metódy segmentácie pohyblivého obrazu – využívajú rozdiely hodnôt v jednotlivých bodoch obrazu v nasledujúcich snímkach.



Obr. 1 Program na rozpoznávanie tváre

Na takúto detekciu treba mať vybudovanú sieť kamier spracúvajúcich podnety z okolia. Na diagnostiku sú ideálne kancelárske alebo verejné priestory, ktoré sú vybavené kamerovými systémami. Pri obytných domoch sú vhodné maximálne dve alebo tri kamery, na miestach, kde sa ľudia často zdržiavajú (obývačka alebo kuchyňa) alebo na miestach, ktoré nám môžu poskytnúť najviac informácií, napr. kde sa ľudia pohybujú holiť (kúpeľňa).

Ďalšou alternatívou optického rozpoznávania chorôb je technicky omnoho jednoduchší detektor pohybu. Predovšetkým sa využívajú infrapásivné detektory (tzv. PIR detektory). Tieto detektory sú schopné na základe analýzy teplôt v miestnosti spoľahlivo detegovať pohyb človeka v priestore. Detektory môžu byť doplnené o mikrovlnnú zložku (tzv. MW detektory), ktorá je ďalšou alternatívou na potvrdenie pohybu. Keďže tieto detektory len identifikujú prítomnosť a pohyb, možno ich využívať iba na zisťovanie reakcií, prípadne ako doplnkový indikátor prítomnosti osôb pri ostatných typoch merania.

Sonické rozpoznávanie poruchy

Rozpoznávanie reči a následne aj iných zvukov je v súčasnosti už pomerne bežnou záležitosťou, či už v mobilných telefónoch, autách alebo aj inteligentných budovách. Základom celého systému je mikrofón, ktorý prevádza zvukové vlnenie na analógový signál, ktorý je ďalej vhodne navzorkovaný a prevedený na digitálny signál, ktorý už možno počítačovo spracúvať. V ďalšom kroku je celý signál vhodne nasegmentovaný na elementárne časti, ktoré budú vstupovať do samotného rozpoznávania. Dôležitý bod v návrhu procesu segmentácie je výber segmentačných jednotiek. V publikovaných prácach sa ako jednotky segmentácie objavujú:

- alofóny – poskytujú informáciu o hranici slova alebo o hranici menších jednotiek, napríklad slabík,
- fonémy – jednotky, ktoré reprezentujú najmenší počet odlišných fonetických tried a vymedzujú najkratšie úseky v reči odlišujúce význam dvoch slov,
- difóny – označenie postupnosti samohláska/spoluhláska tak, že difónne zodpovedajúci úsek reči sa rozširuje zo stredy samohlásky po stred spoluhlásky alebo naopak,
- slabiky a fonetické útvary – obsahujú samohláskové jadro a začiatkové a koncové spoluhlásky,
- demisslabiky – slová, ale aj iné jednotky.

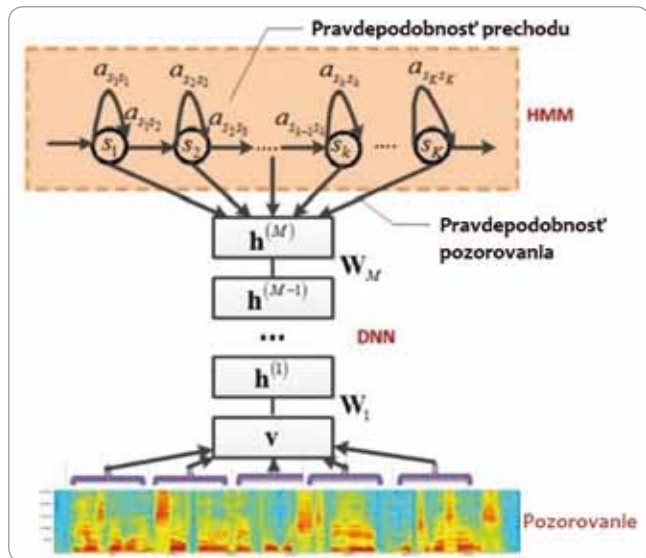
Fonetická transkripcia a kódovanie je použitie príslušných znakov abecedy na reprezentáciu zvukov reči. Transkripčný systém môže byť ortografický systém používajúci grafémy konkrétneho jazyka so špeciálnymi diakritickými značkami na odstránenie nejednoznačností, alebo to môže byť fonetický (ortoepický) systém používajúci špeciálne fonetické znaky (IPA, SAMPA alebo iné).

Dynamické krivenie časovej osi (Dynamic-Time-Warping – DTW). V týchto metódach sa neznáma vzorka zvuku porovnáva s množinou predznačených vzorov, aby sa našla najlepšia zhoda tak, že ich vnútorne časovo natáhuje a hľadá najlepšiu zhodu so vzorkou zo slovníka (vzhľadom na nejakú metriku).

Skruté Markovovské modely uvažujú model vytvárania reči, v ktorom sa počas vyslovovania hlasový trakt nachádza v rôznych stavoch. Tieto stavy reprezentujú artikulačnú konfiguráciu, ktorú dosahuje trakt na krátky časový úsek. Počas neho sa vygeneruje signál opísateľný spomenutými frekvenčnými analýzami, keďže počet možných stavov sa dá ohraničiť na nejaký postačujúci konečný počet.

Lavo-pravý Markov model sa využíva pri modelovaní procesov, ktorých vývoj je spojený s postupujúcim časom. Základnou vlastnosťou týchto modelov je, že proces sa začína príchodom prvého spektrálneho vzoru zo začiatočného stavu modelu a s narastajúcim časom dochádza k prechodu zo stavu s nižším indexom do stavu s vyšším indexom alebo zotrva v pôvodnom stave. Prechodom je teda zľava doprava. Proces sa končí príchodom posledného spektrálneho vzoru, pričom model sa v tom okamihu nachádza v konečnom stave.

Rýchla Fourierova transformácia (FFT) vychádza z teórie analógových systémov. Aj napriek tomu, že je Fourierova transformácia určená na analýzu periodických funkcií, často sa používa na analýzu neperiodických signálov (napr. biomedicínskych, zvukových, seizmických), pričom neperiodický signál prechádza procesom periodifikácie (za periódu signálu sa považuje celý navzorkovaný signál). Fourierova transformácia nám teda umožňuje identifikovať spektrálne zložky signálu – spektrum frekvencií, z ktorých je signál zložený.



Obr. 2 Diagram hybridnej architektúry systému CD-DNN-HMM od Microsoftu

Tento typ merania patrí k technicky nenáročným meraniam. Jeho základným prvkom sú mikrofóny, ktoré v súčasnosti dosahujú vynikajúcu citlivosť za pomerne nízku cenu. Výhodou sú prepracované algoritmy na rozpoznávanie zvukov, ktoré nevyžadujú takú náročnosť ako vizuálne spracúvanie. Obmedzenie tohto prístupu je len v počte možných nasadení, ako sú respiračné ochorenia, prípadne frekvencia dýchania. V ostatných možných nasadeniach sa identifikujú už len sekundárne prejavy, ako sú rôzne úrazy sprevádzané charakteristickým zvukom, napr. zlomeniny, prípadne odpadnutia.

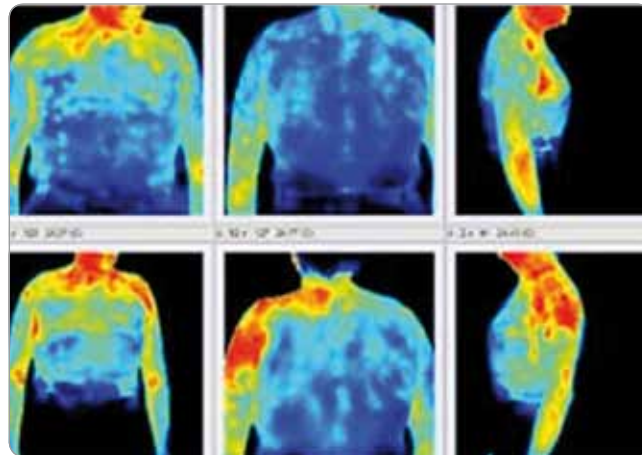
Rozpoznávanie poruchy založené na teplote

V súčasnosti existujú dva základné princípy bezdotykového merania teploty (BMT). Prvým z nich sú pyrometre. Ide zväčša o bodové meranie teploty pomocou spektrálnej analýzy alebo porovnanie s referenčnou teplotou s využitím rôznych optík. Delia sa na pyrometre radiálne a optické. Toto riešenie však na naše účely nestačí, keďže potrebujeme obraz o celkovej teplote tela a jej rozložení v jednotlivých častiach. Lepšie poslúži infračervená kamera (existujú aj bodové infrateplomery, ale tie sú tiež pre naše potreby nevhodné).

Infračervená termografia je založená na detekcii tepla sálaním. Termokamera sníma infračervené žiarenie z povrchu sledovaného objektu a transformuje reliéf teplotného poľa na viditeľný obraz. Do objektívu kamery prichádza žiarenie z troch zdrojov: z povrchu snímaného objektu, z okolia odrážané snímaným objektom a z prostredia medzi snímaným objektom a kamerou. Prenos tepla sálaním sa nachádza v rozsahu vlnových dĺžok od 0,75 μm do 1 000 μm . Na obmedzenie chýb vzniknutých absorpciou sálavej energie vzduchom pracujú termokamery v obmedzenom pásme vlnových dĺžok, najčastejšie 8 – 14 μm , v oblasti atmosférického okna, kde sú straty z absorpcie relatívne malé. Z hľadiska fyziky sálania je väčšina

povrchov sivých, s emisivitou menšou ako 1 ($\epsilon < 1$). Materiály s čiernym povrchom majú vysokú emisivitu ($\epsilon = 1$), materiály s lesklým povrchom naopak nízku ($\epsilon \approx 1$), pričom emisivita ľudského tela je $\epsilon \approx 0,98$. Termokamera teplotu povrchu nemeria, ale ju na základe intenzity infračerveného žiarenia počíta.

Pri BMT sa dajú výhodne využiť špeciálne infračervené termočlánky. Vytvorenie takýchto termočlánkov predstavuje významný pokrok v technológii bezkontaktného merania teploty. Infračervené termočlánky sú pomerne lacné a hodia sa na meranie povrchovej teploty veľkého množstva materiálov.



Obr. 3 Diagnostika pomocou termografie

Tento typ merania patrí síce k zložitejším po technickej aj finančnej stránke, keďže ceny infračervených kamier sú značne vysoké, ale poskytujú široké možnosti diagnostiky. Ide hlavne o zápalové ochorenia obehovej sústavy, vnútorných orgánov alebo rôzne ochorenia spôsobujúce vyššiu teplotu. Touto metódou sa dajú odhaliť aj zlomeniny a podchladenia. Najzložitejšou časťou celej diagnostiky zostáva vyhodnocovací softvér. Pri nasadení musí byť schopný identifikovať jednotlivé časti tela (obr. 3), čím sa vraciamy k spracovaniu obrazu. Obraz treba rozdeliť na menšie elementy a tie použitím vhodnej metódy analyzovať.

Najväčším nedostatkom tohto typu diagnostiky je neschopnosť zariadení snímať teplotu pod povrchom. To znemožňuje diagnostiku cez oblečenie, snímaný objekt musí byť teda vyzlečený alebo možno snímať iba odhalenú časť. Týmto obmedzením je aj určené najvhodnejšie umiestenie kamier, a to v kúpeľni, prípadne v spálni, kde je zaručený dostatok údajov.

Rozpoznávanie poruchy založené na chemických rozboroch

Najväčším nedostatkom tohto typu meraní je náročnosť samotného merania a vysoká cena niektorých zariadení. Ich značnou výhodou je však priamy výstup z merania bez nutnosti zložitých algoritmov. Pre svoju technickú náročnosť zostáva využitie týchto zariadení zatiaľ viac-menej na teoretickej úrovni. Následné technické zjednodušenie môže priniesť ich nasadenie (ako už existujúci neinvazívny analyzátor krvi).

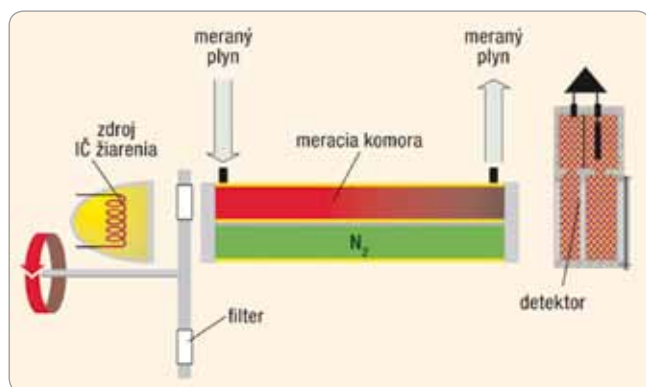
Princíp merania pH

Na meranie hodnoty pH sa používa potenciometrický princíp. Hodnota pH je daná koncentráciou hydroxyniových (vodíkových) iónov. Voda spôsobuje jednak disociáciu rozpustenej látky na ióny, jednak sa sama štiepi na hydroxyniové (H_3O^+) a hydroxylové (OH^-) ióny. V neutrálnom prostredí je rovnaký počet iónov hydroxyniových a hydroxylových. Ako potenciometrické senzory pH slúžia elektródové články. Na rozhraní elektróda – roztok vzniká elektrický potenciál. Pokiaľ nie sú elektródy zaťažené prúdom, je napätie medzi nimi lineárnou funkciou koncentrácie vodíkových iónov, a teda hodnoty pH. Strmosť lineárnej charakteristiky však značne závisí od teploty, a preto sa musí meraný údaj pH v meracom prevodníku vždy teplotne kompenzovať, a to buď ručným zadaním teploty meraného

roztoku, alebo častejšie automaticky podľa vloženého algoritmu a aktuálnej teploty.

Princíp merania koncentrácie CO₂

Základom merania koncentrácie CO₂ sú dve metódy. Technológia NDIR (Non-Dispersive-InfraRed) je jedna z najpoužívanejších metód meraní koncentrácií plynov v priemyselných aplikáciách. Metóda s využitím NDIR je založená na princípe jednoduchej spektroskopie v infračervenej oblasti svetla. Spektroskopia je fyzikálna metóda zaoberajúca sa vznikom a vlastnosťami svetla, ktoré vzniká interakciou elektromagnetického žiarenia so vzorkou. Žiarenie dodané vzorku je odrazené alebo pohltené vzorkou, prípadne vyvolá ďalšiu emisiu. Vzniknuté spektrum nie je spojité, ale skladá sa z viacerých línií, ktoré sú špecifické pre každú látku.



Obr. 4 Princíp schéma NDIR spektrometra

Druhou možnosťou je TDLS analýza CO₂. TDLS (Tunable-Diode-Laser Spectroscopy) je analyzátor pracujúci v oblasti blízkej infračervenej spektru (NIR) so zdrojom koherentného infračerveného žiarenia. Meranie koncentrácie vybranej zložky plynu je založené na princípe absorpcie infračerveného svetla plynom v jednoznačnej a presne učenej vlnovej dĺžke. Analyzátor skenuje okolie absorpčnej línie vo vybranej vlnovej dĺžke lasera a meria intenzitu žiarenia prechádzajúceho k detektoru. Intenzita prechádzajúceho žiarenia je funkciou aktuálnej vlnovej dĺžky zdroja a závisí od absorpcie žiarenia molekulami vybraného plynu na ceste medzi zdrojom a detektorom.

Poslednou možnosťou je meranie pomocou elektrolytov, kde senzor citlivý na CO₂ pozostáva z tuhého elektrolytu uloženého medzi dvoma elektródami spoločne s plošným zahrievacím substrátom (RuO₂). Sledovaním zmien elektromotorickej sily (EMF) generovanej medzi dvoma elektródami možno merať koncentráciu oxidu uhličitého. Vrchná časť krytu senzora obsahuje absorbent (zeolit), ktorý redukuje vplyv interferenčných plynov. Samotný snímač vytvára lineárny vzťah medzi generovanou silou EMF a logaritmom koncentrácie CO₂.

Princíp merania koncentrácie O₂

Koncentrácia kyslíka vo vzduchu sa dá merať dvoma spôsobmi. Prvým vďaka princípu, že všetky molekuly skladajúce sa z dvoch rozdielnych jadier alebo z troch a viacerých atómov absorbujú infračervené žiarenie. Symetrické a jednoatómové molekuly sú pre infračervené žiarenie transparentné. To je základom pre FTIR (Fourier-Transform-Infra-Red) spektrometer, ktorý využíva na meranie koncentrácií zložiek interferenciu žiarenia a pomocou rýchlej Furierovej transformácie meria spektrum meranej látky. Po porovnaní s referenčným spektrom samotného zdroja žiarenia a eliminácie tzv. pozadia sa s využitím Beerovho-Lambertovho zákona vypočíta absorpcia žiarenia v konkrétnych vlnových dĺžkach a stanoví koncentrácia zodpovedajúcich plynných zložiek.

Druhá možnosť je využitie chemickej reakcie kyslíka. V princípe je záporný potenciál aplikovaný z okruhu naprieč snímanými a referenčnými elektródami. Kyslík vstupuje do senzora cez kapiláru a reaguje na povrchu elektródy, kde sa redukuje na vodu. Táto reakcia vyžaduje protóny. Tie sú vygenerované v ďalšej elektróde,

kde je voda oxidovaná a tvorí kyslík a protóny. Protóny cestujú naprieč pevnou elektródou smerom k snímačej elektróde a vytvorený kyslík opúšťa senzor cez otvor v základe senzora. Voda potrebná na reakciu na opačnej elektróde sa dodáva z vrstvy na spodku, ktorá absorbuje vlhkosť z okolitého vzduchu.

Rozpoznávanie poruchy na základe zmeny hmotnosti

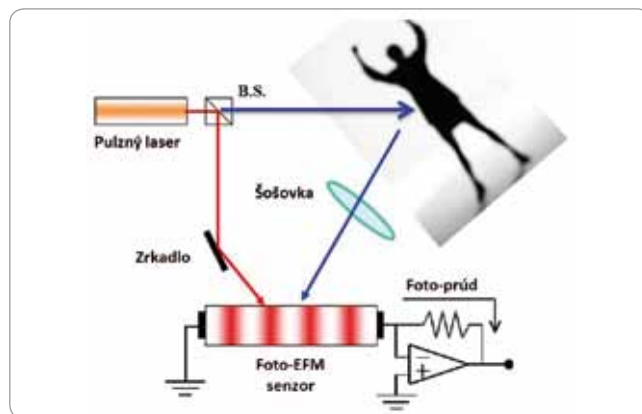
Základom elektronickej váhy je merací člen a AD prevodník. Ako merací člen sa najčastejšie používajú tenzometrické váhy. Ďalej sa môžeme stretnúť aj s kapacitnými, indukčnými alebo piezoelektrickými váhami. Nám bude stačiť tenzometrická váha.

Tento typ merania tiež patrí k tým jednoduchším. Elektronické váhy sú v súčasnosti pomerne lacné a ich vyhodnocovanie nerobí žiaden problém. Jediným nedostatkom je ich nejednoznačný výstup k identifikovaniu choroby. Náhle zmeny hmotnosti totiž môžu upozorniť na určité zažívacie alebo hormonálne poruchy, ale nie je to jednoznačný zdroj informácií. Výstup z nich môže maximálne pomôcť pri rekonštrukcii priebehu a vývoja choroby v minulosti (napr. anorexia, obezita). Inštalovať takéto zariadenie je najvhodnejšie na miesto s pravidelným našľapávaním, ako sú napríklad schody alebo miesto pred umývadlom.

Existujúce zariadenia

Vibrometer

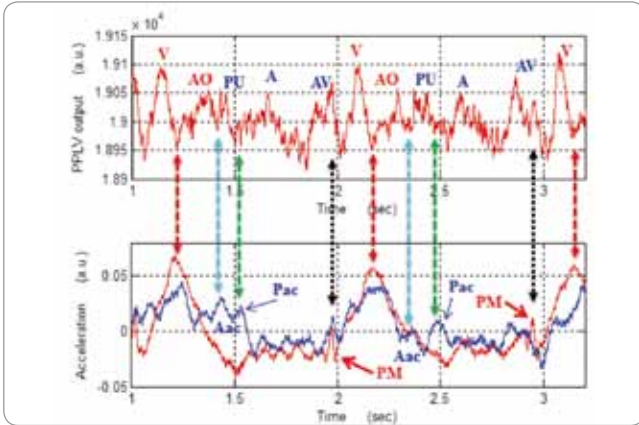
Asi najbližšie k zariadeniu, ktoré by spĺňalo stanovené kritériá, sa dostali Chen-ChiaWang, SudhirTrivedi, PoncianoRodriguez, Feng Jin a SusanKutcher (z Brimrose Corp. Of America) spolu s Narasimha S. Prasad (z NASA Langley Research Center) svojím prístrojom, ktorý nazvali vibrometer. (Obsah tejto kapitoly čerpá z vyžadanej technickej správy.) V princípe ide o meranie vibrácií tela spôsobené kontrakciami srdca vďaka Dopplerovmu efektu a impulznému laseru. Podobné zariadenie sa používa v priemysle na meranie vibrácií strojných zariadení. Toto zariadenie môže ľahko dešifrovať povrchové vibrácie do 10⁻¹² m a zároveň ponúka pomerne dobrý pomer signálu a šumu (SNR). Konkrétne zariadenie deteguje päť vrcholov vibrácií srdcového svalu spôsobených kontrakciou komôr, uzatvorením aorty a pulmonálnej chlopne, kontrakciou átria a kontrakcie papilárneho svalu pri ukončení fázy atrioventrikulárnych ventilov.



Obr. 5 Princíp schéma vibrometra

Technológia impulzného laserového vibrometra je založená na rozmiestnení osvetlenia impulzného svetelného zdroja a druhu fotovodiča nazvaného foto-EMF senzor. Impulzné zdroje svetla môžu byť spínané lasery Q alebo módovo zamknuté lasery, kým foto-EMF senzor je polovodičová súčiastka, ktorá je vysoko fotosenzitívna na poradie veľkých zmien v odpore snímača pri osvetlení svetlom z konkrétnej vlnovej dĺžky. Interakcia medzi impulznými svetelnými zdrojmi a foto-EMF snímačov vedie k foto-EMF impulznému laserovému vibrometru (PPLV), ktorý má výborné vlastnosti pri sledovaní vibrácií povrchov, ako je napríklad ľudské telo (vďaka svojej optickej nerovnosti). V samotnom zariadení je impulzný laserový výstup svetelného lúča rozdelený na dve vetvy. Jeden svetelný lúč je priamo vedený do foto-EMF snímača, zatiaľ čo ďalší svetelný lúč je

zameraný na ľudský subjekt v určitej vzdialenosti. Svetelný lúč rozptýlený od povrchu určitej časti tela subjektu je zhromaždený systémom šošovky, pretože difúzny rozptyl možno očakávať od opticky nerovného povrchu, ako je oblečenie alebo koža. Následne je svetelný lúč poslaný do foto-EMF snímača a tam sa integruje s pôvodným svetelným lúčom. Na základe tohto princípu dostávame priebeh vibrácií tela, ktorý sa môže následne ďalej filtrovať a oddeliť od nežiaducich vibrácií. Vďaka tomuto zariadeniu môžeme merať srdcovú činnosť a odhaľovať prípadné zlyhanie srdcového svalu alebo určité arytmie.



Obr. 6 Porovnanie merania vibrometrom a dvoma akcelerometrami

Na obrázku môžeme vidieť porovnanie nameraných výsledkov z vibrometra dvoma kontaktnými akcelerometrami – červený priebeh (akcelerometer umiestnený v oblasti vrcholu komôr) a modrý priebeh (akcelerometer umiestnený v aortálnej oblasti). Zároveň je zobrazené aj porovnanie približnej zhody rázov jednotlivých akcelerometrov s vibrometrom. Toto meranie sa nakoniec porovnávalo aj s EKG s výslednou zhodou oboch priebehov.

Hlavnou nevýhodou uvedeného vibrometra sú jeho rozmery a prívysoká cena. Preto budeme pri ďalších aplikáciách snímania vibrácií ľudského tela používať triangulačný vibrometer založený na modulovanom laserovom zdroji a PSD detektore.

PSD (Position-Sensitive-Detectors) sú optoelektronické senzory, ktoré umožňujú presne určiť pozíciu dopadajúceho svetelného zväzku na rezistívnu fotocitlivú plochu senzora. Umožňujú tak na diaľku detegovať pohyb, merať veľkosť výchylky alebo určovať tvar nejakého predmetu. Štruktúru detektora možno prirovnať k tzv. dióde s laterálnym efektom. Vlastne ide o špeciálny druh PIN diódy. Pozícia sa určuje porovnaním veľkosti prúdov z kontaktov detektora, ktorých veľkosť sa spojito mení v závislosti od pozície dopadajúceho zväzku na citlivú plochu. Následným meraním zmien pozície dopadajúceho lúča vplyvom zmeny uhla odrazu, spôsobenej pohybom objektu vieme merať vibrácie meraného telesa. Jediným obmedzením tohto zariadenia je vzdialenosť použitia, keď sme schopní merať na vzdialenosť maximálne 20 cm. Vzhľadom na to treba vhodne zvoliť umiestnenie zariadenia. Po vhodnej demodulácii spôsobenej moduláciou lasera sme schopní snímať vibrácie spôsobené srdcom, dýchaním, prípadne inými vplyvmi, ako sú svalové kŕče či vibrácie kostí.

Záver

V rámci inteligentnej budovy sa dosiaľ nestretávame so systémami, ktoré by upozorňovali obyvateľov na chorobu, ktorá v nich začína prepukáť, alebo priamo na zlyhanie niektorej zo základných životných funkcií s následným privolaním pomoci. Takýto systém by nemal obmedzovať užívateľov budov (v pohybe, komforte a pod.), preto by mal byť systém detegujúci zdravotný stav užívateľa budovy založený na princípe bezdotykového merania. To znamená systému, ktorý dokáže merať všetky vonkajšie prejavy životných funkcií alebo rôznych chorôb bez nutnosti invazívneho zásahu alebo senzorov na povrchu tela.

Každé z ochorení má podľa medzinárodnej klasifikácie chorôb svoje špecifické symptómy, podľa ktorých je možná identifikácia (diagnostika) konkrétneho ochorenia. Niektoré z týchto ochorení majú

aj prejavy, ktoré môžeme určiť bezdotykovým spôsobom. Veľké možnosti detegovania hlavne akútnych zlyhaní poskytuje vibrometer opisovaný v závere článku. Spojením týchto meracích aplikácií možno vytvoriť zariadenie schopné detegovať všetky prejavy zlyhaní životných funkcií, prípadne rozpoznať veľkú škálu ochorení spomínaných v Medzinárodnej klasifikácii chorôb. Ako najvhodnejšia kombinácia sa ukazuje spojenie s termografickou metódou alebo optickou detekciou. Tieto metódy sú vzájomným prepojením alebo oddelene schopné priniesť najväčšie množstvo objektívnych informácií potrebných na správnu diagnostiku a včasné odhalenie problému. Ostatné opísané merania je vhodné používať skôr ako doplnky diagnostiky. Veľký prínos by malo aj zlepšenie vlastností merania chemického rozboru moču, neinvazívneho chemického rozboru krvi alebo elektromagnetického poľa človeka. Meranie s jednotlivými metódami, zhodnotenie nameraných dát a praktická realizácia konečného zariadenia sú úlohy, ktoré treba rozpracovať a ktoré tvoria výzvu pre budúcnosť.

Podnetom na pokračovanie vo vývoji opísaného zariadenia je jeho vysoký praktický význam. Ide hlavne o starostlivosť o chorých ľudí (v domácej liečbe), na pracoviskách, kde musia byť zamestnanci úplnom zdravotnom poriadku, alebo aj v nemocniciach, kde je nedostatok zamestnancov, ktorí by dávali neustály pozor na každého pacienta. Zároveň si takéto zariadenie môže nájsť cestu aj do bežných domovov alebo kancelárií ako zariadenie včasného varovania pred horiacou chorobou alebo zlyhaním. Vždy je predsa efektívnejšie zasiahnuť včas, ako keď už je choroba v plnom prúde.

Literatúra

- [1] Pavlovičová, J. – Patrik, M. – Polec, J. 2005. Číslkové spracovanie obrazu. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta elektrotechniky a informatiky. 2005. 95 s. ISBN 80-227-2301-0.
- [2] Slaná, L. 2006. Detekcia a sledovanie ľudskej postavy v sekvencií obrazov. Diplomová práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra Aplikovanej informatiky, 2006. 67 s.
- [3] Sýkora, M. 2006. Realizace řídicího systému linky na likvidaci odpadných chrómových vôd. Diplomová práca. Zlín: UTB ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2006. 54 s.
- [4] Analýza koncentrácie CO₂ v priemysle. In: AT&P Journal [online]. Dostupné na internete: http://www.atpjournal.sk/buxus/docs/dokumenty/kniznica_dokumentov/atp_journal_2010_obsahy_cisiel_pdf/08_2010/08_2010_Analyza_koncentracie.pdf.
- [5] Senzor CO₂ DT040A, TopSoft [online]. Dostupné na internete: <http://dev.topsoft.sk/topsoft/os/index.php?id=18&senzor=dt040>.
- [6] Zimčík, T. 2008. Elektrochemické senzory pro měření složení směsí plynů. Diplomová práca. Zlín: UTB ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2008. 89 s.
- [7] Maťuš, M. 2010. Klasifikace různých zdrojů zvuků pomocí metod umělé inteligence v průmyslu komerční bezpečnosti. Diplomová práca. Zlín: UTB ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, 2010. 92 s.
- [8] Termovízia, JT ENG s.r.o. [online]. Dostupné na internete: <http://www.jteng.sk/termovizia.html>.
- [9] PSD – PositionSensitiveDetector, Antonín Vojáček [online]. Dostupné na internete: <http://automatizace.hw.cz/clanek/2005031001>.

Ing. Stanislav Števo, PhD.
stanislav.stevo@stuba.sk

Bc. Marek Vnuk
vnuk.marek@gmail.com

Fakulta elektrotechniky a informatiky
Slovenská technická univerzita
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovak Republic