

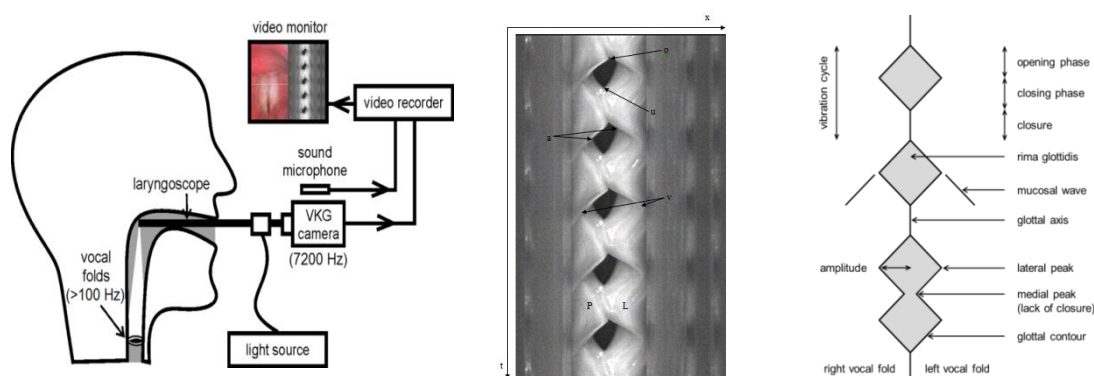
Návrh uživatelského rozhraní (GUI)

Příloha k průběžné zprávě za rok 2016

Číslo projektu: TA04010877
Název projektu: Automatické hodnocení videokymografických záznamů pro časnou diagnostiku a prevenci nádorových onemocnění hlasivek
Předkládá: RNDr. Michal Šorel, PhD., Ing. Adam Novozámský,
RNDr. B. Zitová, PhD
Název organizace: Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v. v. i.

1. Projekt

Cílem celého projektu je vytvoření software pro analýzu dat z videokymografické (VKG) kamery a příslušné certifikované metodiky VKG vyšetření. Software by měl pomoci lékařům stanovit diagnózu a sledovat postup léčby. Software má být schopen automaticky vyhodnotit lékařské nálezy vysokofrekvenčního zobrazení kmitání lidských hlasivek a nabídnout možné diagnózy.



Obr. 1: Snímání pomocí VKG kamery a laryngoskopu (vlevo), na monitoru jsou zobrazena VKG data spolu s klasickým záznamem hlasivek. VKG snímek a reprezentace relevantních charakteristik (vpravo): x – levo-pravá prostorová osa; t – čas; L – levá hlasivka; P – pravá hlasivka; o – bod počátku otevírání štěrbin; u – bod uzavření štěrbin; a – amplituda otevření hlasivky; v – slizniční vlna.

2. Softwarové řešení

Aplikace bude psána v jazyce C++, s použitím open-source knihovny openCV [1], relačního databázového systému SQLite [2] a multiplatformní knihovny Qt [3], sloužící pro tvorbu grafického uživatelského rozhraní (GUI). Tato zpráva se zabývá především návrhem základních požadavků na uživatelské rozhraní. Dokumentace k softwaru, včetně výsledné podoby uživatelského rozhraní, je obsažena v příloze TA04010877_SW_2016.pdf.

3. Uživatelské rozhraní

3.1. Základní podoba aplikace

Podoba aplikace bude vycházet z uspořádání existujících aplikací pro ukládání laryngoskopických a videokymografických dat, tak aby se minimalizovala doba, kterou uživatel potřebuje ke zvládnutí aplikace. Předběžný cíl pro délku zaškolení je cca jedna hodina. Bude zvoleno řešení typu video přehrávače, doplněného o funkce sloužící pro zlepšení kvality vstupních dat, rychlou orientaci v datech a analýzu příznaků počítaných na datech z videokymografické kamery. Aplikace bude dostupná v anglické a české variantě.

Uživatelské rozhraní bude existovat ve dvou funkčních variantách

- varianta vhodná pro načítání dat z existujícího lékařského systému. V této variantě lékař pracuje pouze s daty z kamery
- varianta obsahující navíc systém pro zprávu pacientů, včetně dat o pacientech a popisu vyšetření

3.2. Požadované vstupy

Aplikace musí zvládat načítání dat ze tří různých zdrojů

- živý náhled kamery v průběhu vyšetření
- uložený videozáznam ve všech běžných formátech
- načítání série kymografických snímků ve standardních formátech, minimálně JPG, TIFF, PNG a BMP, umožnit načtení komentářů z minulých analýz načítaných dat.

3.3. Základní funkce uživatelského rozhraní

Na základě studie z roku 2014 a z diskuzí s odborníky byly stanoveny tyto základní požadavky

- Současné zobrazení obrazu z laryngoskopické kamery a videokymografické kamery
- Možnost pohybu vpřed a vzad, a to buď po jednotlivých snímcích nebo pomocí myši
- Během procházení nasnímaných dat možnost ukládání
 - videosekvence pouze se zajímavými VKG snímky
 - jednotlivých snímků

- jednotlivých kymogramů
- jednotlivých kymogramů s detekovanou hranicí a body zájmu
- detekované hranice ve formě textového souboru s výpisem souřadnic [x, y]
- Možnost ukládat pacienty v databázové struktuře, procházet jejich záznamy a dopisovat poznámky k vyšetřením
- Možnost anonymizace dat pacientů pro zachování soukromí pacientů. Zároveň možnost zpětného načtení informací o pacientovi pro pověřené lékaře.
- Automatická úprava jasových hodnot, především za účelem zlepšení viditelnosti špatně osvětlených tkání ve videokymogramu
- Potlačení šumu pro lepší čitelnost VKG dat.

3.4. Speciální funkce uživatelského rozhraní

Na základě rozhovorů s lékaři a odborníky na zpracování dat z kymografické kamery (Mudr. Vydrová, Dr. Švec) jsme identifikovali několik funkcí s potenciálem výrazně ulehčit a zrychlit práci lékaře:

- Automatické označení úseků videozáznamu relevantních pro stanovení diagnózy pacienta. Tyto úseky budou identifikovány na základě detekce kmitání hlasivek. Toto přispěje k rychlejší navigaci vyšetřujícího lékaře především v historických datech, ale také v datech, kdy pacient nedokázal plně spolupracovat během pořizování dat.
- Automatická detekce hranice kmitajících hlasivek ve videokymogramu.
- Výpočet relevantních příznaků pro analýzu kmitání levé i pravé hlasivky spolu s uvedením odpovídajících kategorií z odborné praxe.
- Grafické zobrazení průběhu hodnot vypočtených příznaků. Účelem je upozornit lékaře na zajímavé části videozáznamu kompaktní formou, aniž by musel zobrazit konkrétní snímky.

4. Zásady implementace

Během diskuzí s odborníky z UPOL a MH byly formulovány v UTIA a SE tyto zásady pro následný návrh GUI

1. Návrh GUI by měl vycházet z obecně uznávaných pravidel komerčního software pro medicínské použití. Koncový uživatel se bude pohybovat ve známém prostředí.
2. Byť jsou dotykové obrazovky významným trendem, v lékařské praxi je náročné zároveň pracovat s monitorem a udržovat požadovanou hygienu a jasnost zobrazení; je preferována varianta ovládání pomocí klávesnice.
3. Vizuální podoba ovládání práce s videem bude sledovat běžně používané ikony (spuštění videa, přesun vpřed-vzad, pauza apod.). Zvýší se tak intuitivnost ovládání.
4. Ovládání přesouvání videa bude fungovat nad celým videosouborem, ale také pouze nad těmi úseky, které budou vyhodnoceny jako obsahově významné (s kmitající hlasivkou). Koncový uživatel tak dostane možnost efektivního posunu videa, aniž by sám musel tomuto věnovat pozornost. Možnost přístupu k celým datům zůstane zachována.
5. Lékař při práci se SW zároveň vyšetřuje pacienta, je proto žádoucí, aby ovládací prvky byly čitelné i z větší dálky než je běžná pro práci u monitoru. Docílí se zvětšením grafiky.
6. Koncový uživatel během analýz VKG dat se vrací k různým částem souboru a potřebuje mít možnost si obrazová data přiblížit, zobrazit si je s i bez detekovaných struktur (hranice, významné body uzavření a otevření).
7. Požadavky na GUI a vůbec na flexibilitu funkčnosti SW se liší podle cílového zákazníka (lékařská praxe versus výzkum v oblasti VKG dat), proto je potřeba umožnit různou míru vlivu koncového uživatele na nastavení SW; realizovat umožněním přístupu k jednotlivým nastavením programu, možnost nastavit předem určený stav vhodný pro určité požadavky, dostupná dokovatelnost oken.
8. Stejně tak požadavky na míru interaktivity se liší podle potřeb koncového uživatele. SW bude zohledňovat obě varianty – s plnou mírou možnosti vstupu uživatele do procesu analýz až po plně automatické zpracování dat.

9. Koncový uživatel nemusí mít nějaký jiný komerční lékařský software, který nabízí možnost archivace a správy dat pacientů, proto se bude vyvíjet verze s databází karet pacientů.
10. Je potřeba navrhnout vizualizaci vyhodnocených příznaků tak, aby byly snadno interpretovatelné pro celé video najednou stejně jako pro jednotlivé snímky. Jejich hodnoty mají význam jednotlivě i celkově jakožto trend.
11. Hodnoty příznaků je vhodné uvádět třemi způsoby – konkrétní vyčíslenou hodnotou, kategorizací této hodnoty podle zaužívaného standardu (např. kmitá málo, středně hodně) a uvedením doporučení, které z konkrétních hodnot plynou na základě odborné zkušenosti expertů z MH a UPOL.
12. Pro uživatele je důležitá možnost mít možnost vyhodnocené příznaky a nalezené významné struktury exportovat do textového souboru pro možnost následného vyhodnocování v jiných SW.

5. Vlastní implementace

Na základě uvedených pravidel pro vlastní implementaci SW bude vyhotoveno GUI, které bude tyto reflektovat. Většina zmíněných zásad má jasnou interpretaci a nevyžaduje další popis.

Celková koncepce GUI spočívá v návrhu, kdy od nezpracovaných dat, zobrazovaných v levé části hlavního okna, se budou postupně vykreslovat více a více předzpracovaná data až po výpis konkrétních hodnot příznaků pro daný snímek, vypisovaných v pravé části okna.

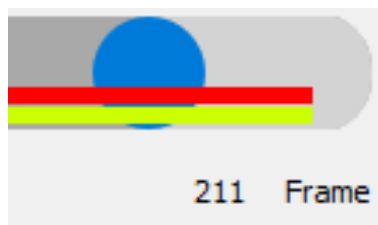
Co se týče jednotlivých požadavků:

Bod (4), přesun videa pouze nad informačně obsažnými snímky, bude realizován pomocí zdvojených (se zeleným pozadím) ovládacích prvků pro ovládání videa, viz. Obrázek 2. Funkčnost jednotlivých tlačítek je následující (zleva doprava): „přejdi na první snímek“, „přejdi na předchozí snímek“, „přejdi na předchozí snímek se zajímavým obsahem“, „přehraj video pozpátku“, „zastav přehrávání“, „přehraj video“, „přejdi na následující snímek se zajímavým obsahem“, „přejdi na následující snímek“, „přejdi na poslední snímek“.



Obrázek 2 Ovládání přechodu mezi snímky

Bod (5), nároky na GUI svázané s faktem, že koncový uživatel není nutně přímo u monitoru, krom zvětšení ovládacích prvků (Obrázek 2.) vedl k zavedení tzv. symbolu posuvníku (kolečko), který umožní ergonomický způsob přesunu videa pomocí jeho ovládání myší a zároveň intuitivně indikuje pozici analyzovaného snímku v rámci videa.

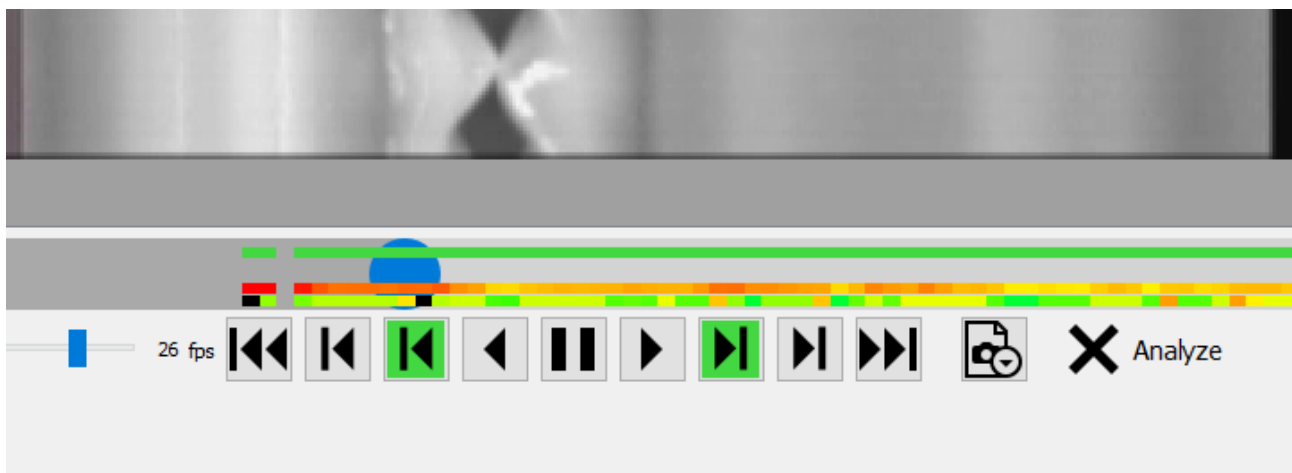


Obrázek 3 Posuvník

Nejnáročnější se ukázal požadavek (10) - vizualizace vyhodnocených příznaků tak, aby byly snadno interpretovatelné pro celé video najednou stejně jako pro jednotlivé snímky. Navrhované řešení je následující.

5.1. Vizualizace příznaků

Pro jednotlivé VKG snímky a jim odpovídající detekovanou hranici a body uzavření a otevření se vyhodnocuje sada příznaků. V současné době se jedná o 11 různých hodnot, viz. TA04010877_SW_2016.pdf. Navrhované řešení spočívá v barevném kódování jednotlivých příznaků pro celé video zároveň, viz Obrázek 2. Jedná se o dvě barevné čáry nad ovládacími prvky pro práci s videem (oranžovožlutá a žlutozelená). Horní zelená čára reprezentuje informačně obsažné snímky.



Obr. 2: Barevné kódování hodnot příznaků pro celé video najednou.

Koncový uživatel má možnost si zvolit, které příznaky budou takto zobrazené. Pro ně je pak nastavena barevná paleta k jejich oboru hodnot a konkrétní hodnoty pro jednotlivé snímky jsou vykresleny. Uživateli je tak zpřístupněna informace o celém videu najednou, může pozorovat globální trend a snadno nahlédne ty části, kde se zvolené příznaky náhle změny (barevná změna). Pro konkrétní hodnoty příznaků je potřeba pomocí posuvníku nebo pomocí ovládacích prvků najet na požadovaný snímek.

Konkrétní způsob realizace ostatních bodů bude popsán v dokumentu TA04010877_SW_2016.pdf.

6. Reference

- [1] OpenCV, „Open Source Computer Vision Library,“ [Online]. Available: <http://opencv.org/>. [Přístup získán 16 1 2017].
- [2] Hwaci, SQLite, Charlotte, North Carolina, 2017.
- [3] Qt, „Qt,“ [Online]. Available: <http://www.qt.io/>. [Přístup získán 16 1 2017].