

Oponentura práce:

Automatická detekce nekrotické tkáně.

(Automated Infarction Core Delineation. (Doctoral thesis).

Autor: Ing. Petr Maule.

Západočeská Universita v PLZNI. Fakulta aplikovaných věd. Plzeň, 2012.

Autor, inženýr Petr Maule si předsevzal významný úkol, matematickou cestou detekovat rozsah mozkových ischemií, které jsou diagnostikovány pomocí kompjuterizované tomografie (CT). Práce obsahuje 113 stran včetně literatury, ilustrací a dodatků. Autor uvádí 43 citací ze světového i tuzemského písemnictví, vlastních prací je 10.

Byly zpracovány laboratorní údaje u 12 pacientů postižených cévní mozkovou příhodou a to pomocí CT, „cerebral blood volume“ (CBV) a „perfused blood volume“ (P̄BV). Byl zvolen rozsáhlý a sofistikovaný matematický aparát pro stanovení rozdílu mezi zdravou a infarzovanou mozkovou tkání. Metoda detekce nekrosy byl propracována až do automatické analýzy a je zřejmě unikátní.

Autor je si vědom ošidnosti biologických procesů a proto správně rozlišuje tři stupně nedokrevnosti mozku: 1. oligemie při zachovalé vitatitě tkáně, 2. penumbra, tedy jakýsi „polostín“ – šedá zóna, mezi ještě životaschopnou a 3. poškozenou, již nekrotickou tkání. Jistě bychom mohli diskutovat, zda zde není více stupňů a kde je hranice reversibility, kupř. při oedemu a za jakých okolností malacie mozku vznikla, ty jsou dány věkem, stavem cév, krevní srážlivostí, teplotou okolí atd. Ale tyto úvahy nejsou předmětem uvedené studie.

Není třeba se obávat malého počtu nemocných, protože se zvětšujícím se souborem, budou sice relativně přesnější průměry, ale bude narůstat rozptyl, tedy heterogenita souboru. Další předností práce je srovnání matematických výsledků s popisy těchže CT obrazů dvěma nezávislými odborníky, radiologem a neurologem. Srovnání bylo dobré.

Autor správně poznamenává, že některé „patologické body (voxels)“ jsou již v oblasti infarktu, ale nejsou lidským okem rozeznatelné. Domnívám se, že právě tyto okolnosti by činily studii inženýra Mauleho ještě významnější, tj. v oblasti detekce – diagnózy preiktových stadií, kde jsou sice arterioly dobře průchodné, ale již zúžené a v budoucnu budou zcela obliterované. Podobně je tomu v elektroencefalografii, kde se objevuje v uvedených oblastech mozku „locus minoris resistentiae“ v podobě epileptických ložisek. Ostatně musíme mít na paměti, že pro antithrombotický zásah je zásadní latence mezi vznikem a efektní léčbou, nejlepší je do hodiny po vzniku záhatě. Zato však prevence iktovitých příhod je otázkou měsíců a let a je tedy možnost dlouhodobého použití antikoagulancií.

Závěr. Inženýr Petr Maule předkládá práci po stránce teoretické i praktické velmi zajímavou a inovativní. Rozhodně splňuje všechny náležitosti doktorské práce po stránce nápaditosti i pracnosti. Předložené metody detekce infarzace mozkové tkáně mají jistě větší dosah než se skromně v práci uvádí, myslím, že lze mluvit o vysoce racionální preventivní hodnotě metody v oblasti predikability náhlých mozkových příhod. Uvedená práce je hodna toho, aby byla obhájena a autoru byl přičten titul doktora věd (PhD.).

Prof. MUDr. J. Faber, DrSc.

Fakulta dopravní, Konviktská 20, Praha 2. ČVUT, Praha.

Oponentní posudek na práci:

Automated Infarction Core Delineation

(Automatická detekce nekrotické tkáně)

Autor práce: Ing. Petr Maule

V práci je popisována metoda pro automatického určení nekrotické tkáně pro pacienty s ischemickou cévní mozkovou příhodou (mrtvicí). Uvedená metoda může pomoci lékařům při výběru vhodné metody pro léčbu. Autor má při řešení tohoto problému k dispozici pouze snímky, které vznikly na základě lékařských vyšetření pomocí počítačové tomografie.

Práce je rozdělena celkem do 9 kapitol, literatury, 2 dodatků a přehledu o aktivitách autora. V prvních kapitolách je formulován problém a současné metody používané pro řešení. V sedmé kapitole je popsána nová metoda řešení, výsledky a porovnání pak v následující části. Závěrečné shrnutí a výhody nové metody jsou pak popsány v deváté kapitole. Následuje přehled literatury, přílohy a publikační aktivity autora.

V následující části uvádím některé poznámky, ke kterým by se měl autor vyjádřit.

V „List of Acronyms“ chybí popis zkratky ROI (dle mého názoru „Region of Interest“).

V této práci se uvažuje pouze CT (str. 3 „Only computed tomography will be further used in this work“), také kap. 2.2.2 str. 4. Bylo by možné použít také snímky z magnetické rezonance? Případně oba typy snímků? Který přístup je výhodnější?

Na str. 3. „Final images contain information about density in Housefield's units [HU]“. Na str. 4 je tabulka 2.1. Jsou tyto hodnoty podstatné pro další vývoj metody?

Na str. 4. „Contrast medium“. Kdy se pacientovi podává kontrastní médium? Za jak dlouho se objeví v mozku?

Str. 9. 2.3.3. „Windowing 12 bit format“ - jaké jsou rozdíly u normální tkáně a tkáně zasažené mrtvicí.

Str. 11 – vztahy (2.1 a 2.2) jsou vždy stejné výsledky statistické analýzy (str. 11 dole) i v případě, že se k pacientovi dostane lékař později?

Str. 13 – Proč je Perwitšs operator uveden jako obr. 2.7 ? Proč není uvažován též Sobelův operátor:

$$H_x^S = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad H_y^S = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Případně „vylepšená verze“ Sobelova operátoru:

$$H_x^S = \frac{1}{32} \begin{bmatrix} -3 & 0 & 3 \\ -10 & 0 & 10 \\ -3 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

Jaké jsou vlastnosti ostatních obrysových operátorů – např. založených na první, nebo druhé derivaci pro uvedenou aplikaci?

Na str. 14 – je uveden též přístup založený na „Median filtering“ ale uvádí se velké časové nároky. Jsou podstatné časové nároky na výpočet ?

Na str. 16 (kap. 2.6) autor uvádí: „For example MR is very good at displaying soft tissue and CT is better in bones mapping. By fusion of CT and MR we can get ...booth advantages“. Je zde uvedena zřejmá výhoda použití obou typů snímků?

Str. 25 – (kap. 3.2). „Lower values than in [29] are ..“ Proč nejsou typické hodnoty uvedeny?

V části „Method introduction“ (str. 27) autor uvádí základní předpoklady na kterých je založeno automatické vyhodnocení:

1. Oblast infarktu je spojitá
2. V mozku je pouze jedna oblast infarktu (mrtvice).
3. Hodnoty v oblasti infarktu jsou „nízké“ a mohou se lišit u každého pacienta s obvyklou prahovou úrovní 2 ml·100g.

Jsou tyto předpoklady obvykle splněny ?

Na str. 30, (kap. 4.6.) je uvedeno: „-1024 which is a background value“ – je toto prahová hodnota pozadí? Lze ji pevně stanovit?

Na str. 47, kap. (6.1.3.) „...can have own best threshold“ – Má každý pacient (nebo každý snímek) svoji prahovou úroveň?

Těžiště autorovy práce je v kapitolách 7. a 8. Nová metoda zcela automatické detekce oblasti mrtvice autorem vyvinutá je popsána v 7. kapitole. V části 7.2. „Inspiration“ je uvedena studie [36] která autorovi dala námět k vývoji nové metody. Velmi zjednodušeně lze tuto metodu popsat následujícími body (str. 57, vývojový diagram):

- Vstupní vyšetření (získání dat)
- „Mean filtering“ – redukce šumu (adaptivní)
- Stanovení prahové úrovně (adaptivní)
- Zjištění standardní odchylky a její unifikování
- Vyhodnocení „podezřelých“ částí a jejich seskupení (pro každý snímek zvlášť)
- Seskupení pro sousední snímky
- Nalezení největší skupiny
- Vyhodnocení jádra mrtvice

Jsou uvedeny vztahy pro výpočet střední hodnoty (7.1), prahové hodnoty (7.2), standardní odchylky (7.3) a její normované hodnoty (7.4). Dále jsou popsány algoritmy seskupování oblastí. Pro vyhodnocení je podstatná hodnota „local threshold Th_k “ (místní prahová úroveň). Stanovení této hodnoty se popisuje v 7.3.2. (str. 58). Na ř. 7 shora je uvedeno:

„It means that $D_{Vmax}(-499)=0$ and $D_{Vmax}(V_{max})=1$ “. Mělo by být v prvním případě D_{Vmin} (minimální hodnota)?

V 8. kapitole je uvedena optimalizace, výsledky a porovnání. V tabulkách se používají parametry D_x, D_y, D_z – dimensions of the nearest neighborhood. Jak se tato dimenze počítá?

V práci bylo testováno 12 pacientů. Je problematické získat snímky dalších pacientů? Doba zpracování není dlouhá, jsou to přibližně 2 min (viz str. 74., odstavec nad kapitolou 8.3).

V závěru (kap. 9.) autor uvádí výhody a nevýhody vyvinuté metody. Dle mého názoru bude nutno zpracovat větší množství pacientů. Dále bude možno upravovat algoritmy pro zpracování, což uvádí též autor.

Hodnocení

Předložená disertační práce představuje významný krok v oboru automatické detekce oblasti mrtvice a značně pomůže lékařům při přesné diagnóze a následném léčení. Výhodou je to, že metoda využívá neinvazivně získané snímky, které lékaři u nemocných pořizují a není proto třeba žádných dodatečných vyšetření a zařízení.

Autor řešil problém automatické detekce oblasti mrtvice na základě dosud známých vědeckých výsledků a navrhl nové, zcela automatické metody vyhodnocení poškozené oblasti mozku.

Disertační práce představuje původní výsledky vyvinuté autorem a dle prvních výsledků lze očekávat významný přínos v oblasti automatické detekce tkáně zasažené mrtvicí. Značný význam má to, že celá metoda je založena pouze na programovém zpracování snímků pořizovaných lékaři. Lze očekávat, že vyvinutou metodu bude možno aplikovat i v dalších odvětvích medicíny.

Práce je výborně zpracována, je přehledná a jednotlivé kapitoly logicky navazují. Práce je psána přehledně grafická úprava je na vynikající úrovni, což se týká i jazykové úrovně a je nutno podotknout, že práce je psána v angličtině.

Autor publikoval již 9 příspěvků na mezinárodních konferencích na témata příbuzná tématu na které je zaměřená disertační práce. Jedna práce byla též zaslána do redakce zahraničního časopisu.

Předloženou disertační práci hodnotím jako odborně významnou a výbornou po všech dalších stránkách a doporučuji ji k obhajobě.

V Plzni dne 4.6.2012



Prof. Ing. Milan Štork, CSc.

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací
Západočeská univerzita v Plzni

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta elektrotechnická
katedra aplikované elektroniky
a telekomunikací

