

Oponentský posudek disertační práce „Možnosti metody Analýza textury pro hodnocení MR obrazu“ ing. Daniela Jiráka

Disertační práce ing. Daniela Jiráka se zabývá aktuálním a perspektivním tématem kvantitativního hodnocení textury MR obrazu. Je zpracována na 58 stranách formátu A4, na práci navazuje seznam použité literatury čítající 64 citací a přehled bohaté vlastní publikační aktivity doktoranda, zahrnující 8 publikací v časopisech s impact faktorem (včetně prestižních periodik jako např. Magn Reson Med, J Magn Reson Imaging, Transplantation nebo Med Phys), z toho 3 publikace prvoautorské, a dále 3 kapitoly do monografií zabývajících se tématem práce.

Obsahové i formální zpracování práce je na vysoké úrovni a vypovídá o velmi dobré obeznámenosti doktoranda jak s tématem práce, tak i obecně s metodami vědecké práce a zpracovávání jejích výsledků.

Autor disertační práce vyvinul jednoduchý, biochemicky i mechanicky stabilní obrazový fantom z polystyrenových granulí zalitých v agaru, který byl použit pro kalibraci a měření při stanovování texturních parametrů na různých MR pracovištích. Autor prokázal schopnost vést multicentrickou studii, do které byla zapojena čtyři zahraniční pracoviště. Data získaná z této multicentrické studie, jejíž výsledky autor publikoval v časopise Medical Physics, sloužila mimo jiné pro optimalizaci parametrů texturní analýzy a k vývoji nového algoritmu založeného na výběru invariantních parametrů, který umožnil klasifikovat (na rozdíl od automatických technik) i stejné textury.

Hlavním tématem práce bylo provádění texturní analýzy MR obrazů, a to jater (v podskupinách zdravých jedinců a osob s jaterní cirhózou) a lýtkových svalů (osob zdravých a nemocných s tukovou atrofii svalstva). Zvláštní kategorii představují pozorování změny v textuře dužniny konzumních jablek tří odrůd v průběhu jejich zrání a skladování. Výsledky těchto pozorování mají perspektivu dále ovlivnit vývoj semiautomatických metod texturní analýzy, které by bylo možné využít jak v medicíně, tak i v potravinářství. Mezi hlavní závěry práce patří zjištění, že statistická analýza textury MR obrazu je schopná odlišit zdravou jaterní tkáň od cirhotické, kvantifikovat stupeň postižení lýtkových svalů v rámci degenerativních atrofizujících procesů, případně sledovat dynamiku změn v rámci dozrávání a skladování konzumních jablek, která vykazují rozdílné parametry a jejich změnu v čase u různých odrůd.

Mezi zásadní pozorování vyplývající z této práce patří významná závislost přesnosti klasifikace textury MR obrazu na jeho geometrickém rozlišení. Toto pozorování v současné době může ještě významně limitovat použitelnost metody v praxi, neboť nejlepších výsledků bylo dosaženo při rozměrech pixelu MR obrazu 0,4 mm, na experimentálním MR tomografu s indukcí 4,7 T bylo použito rozlišení v rovině vrstvy až v hodnotách okolo 0,1 mm. Tak vysoké rozlišení MR obrazu je v podmínkách klinické medicíny obtížně dosažitelné, což je jedním z důvodů, proč in vivo texturní analýza v současné době není schopná bližší diferenciaci stupně postižení jaterní tkáně při cirhóze (např. v korelaci s Child-Pugh klasifikací – v MR experimentu in vivo dosahovalo rozlišení MR obrazu jater hodnoty pouze 1,4 mm). Lze však jistě předpokládat, že s rozvojem MR technologie budou tato omezení ztrácet na významu.

2)

Právě k této problematice si dovoluji předložit několik doplňujících dotazů na dokotoranda:

- při texturní analýze MR obrazů bylo použito výhradně statistických postupů analýzy textury; je možné očekávat potenciální přínos a zpřesnění analýzy metodami syntaktické, případně spektrální analýzy?
- optické snímky vzorků jaterní tkáně byly v in vitro experimentu získávány digitálním fotoaparátem a ukládány ve formátu JPEG: mohl tento postup ovlivnit komparaci s MR obrazy, které byly konvertovány přímo do BMP formátu? (s ohledem na možnou arteficiální změnu struktury obrazu v JPEG formátu, svázanou s principem JPEG obrazové komprese); jak může obecně ztrátová komprese ovlivnit analýzu textury obrazu?; jaké nastavení JPEG komprese bylo použito u snímků jater?
- závěry práce jednoznačně upřednostňují vysoké geometrické rozlišení MR obrazu pro použití v analýze textury; tento přístup však s sebou integrálně přináší i výrazný pokles poměru signál/šum, který může finálně znehodnotit výsledky obrazové analýzy díky náhodným oscilacím šumu, které v sobě mohou „skrýt“ i objekty větších rozměrů, např. patologická ložiska, jejichž signál se pouze minimálně odlišuje od okolní zdravé tkáně (tzv. „low-contrast lesions“): lze nějakým způsobem objektivizovat a stanovit, jaká minimální hodnota poměru signál/šum je potřebná pro úspěšnou analýzu textury zkoumané tkáně?
- jaké cesty vidí autor práce v přibližování klinického in vivo MR zobrazování možnostem in vitro zobrazení, které v současnosti nabízejí minimálně o jeden řád lepší geometrické rozlišení: lze očekávat posun spíše v technologii a hardwaru MR zobrazování nebo ve zdokonalování algoritmů pro vlastní analýzu textury obrazu?

Celkově však lze připomínky ke kvalitě a obsahu práce označit významem za marginální. Dovoluji si tedy závěrem prohlásit, že práce „Možnosti metody Analýza textury pro hodnocení MR obrazu“ ing. Daniela Jiráka splňuje obsahové i formální požadavky na disertační práci a prokazuje předpoklady autora k samostatné vědecké práci.

Oborové radě doktorského studijního programu lékařská biofyzika 1. LF UK v Praze proto doporučuji, aby ing. Danielovi Jirákovi udělila titul Ph.D.



Doc. MUDr. Jan Žižka, Ph.D.
Radiologická klinika FN a LF UK
CZ-500 05 Hradec Králové

V Hradci Králové, 27.4.2006