

ANALÝZA SKOLIÓZY PÁTEŘE POMOCÍ OPTICKÉ METODY PROJEKCE PROUŽKŮ V PROSTŘEDÍ MATLAB

Jaroslav Valach

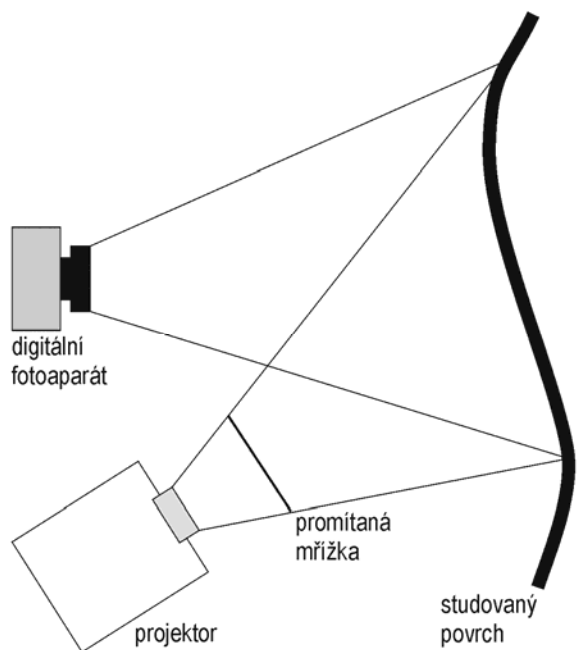
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR

V tomto příspěvku bude prezentována aplikace topometrické metody popisu povrchu ve třech rozměrech založená na počítačově podporovaném zpracování digitálních obrazových dat získaných optickou metodou projekce proužků v oblasti biomechaniky.

Pro dokumentaci a kvantifikaci léčebných, rehabilitačních účinků na potlačení nebo zmírnění skoliózy páteře – tělesné vady spočívající ve stranovém odchýlení páteře od tělesné osy či v jejím nenormálním zakřivení - je žádoucí, aby použité diagnostické metody nepoškozovaly pacienta, tedy byly co nejméně invazivní. Z tohoto důvodu je, zvláště v případech nezbytnosti provádění opakovaného záznamu pro potřeby monitorování účinnosti zvolené terapie, vhodné omezit, nebo vyloučit prozařovací RTG a CT metody ve prospěch citlivějšího přístupu reprezentovaného například optickými metodami.

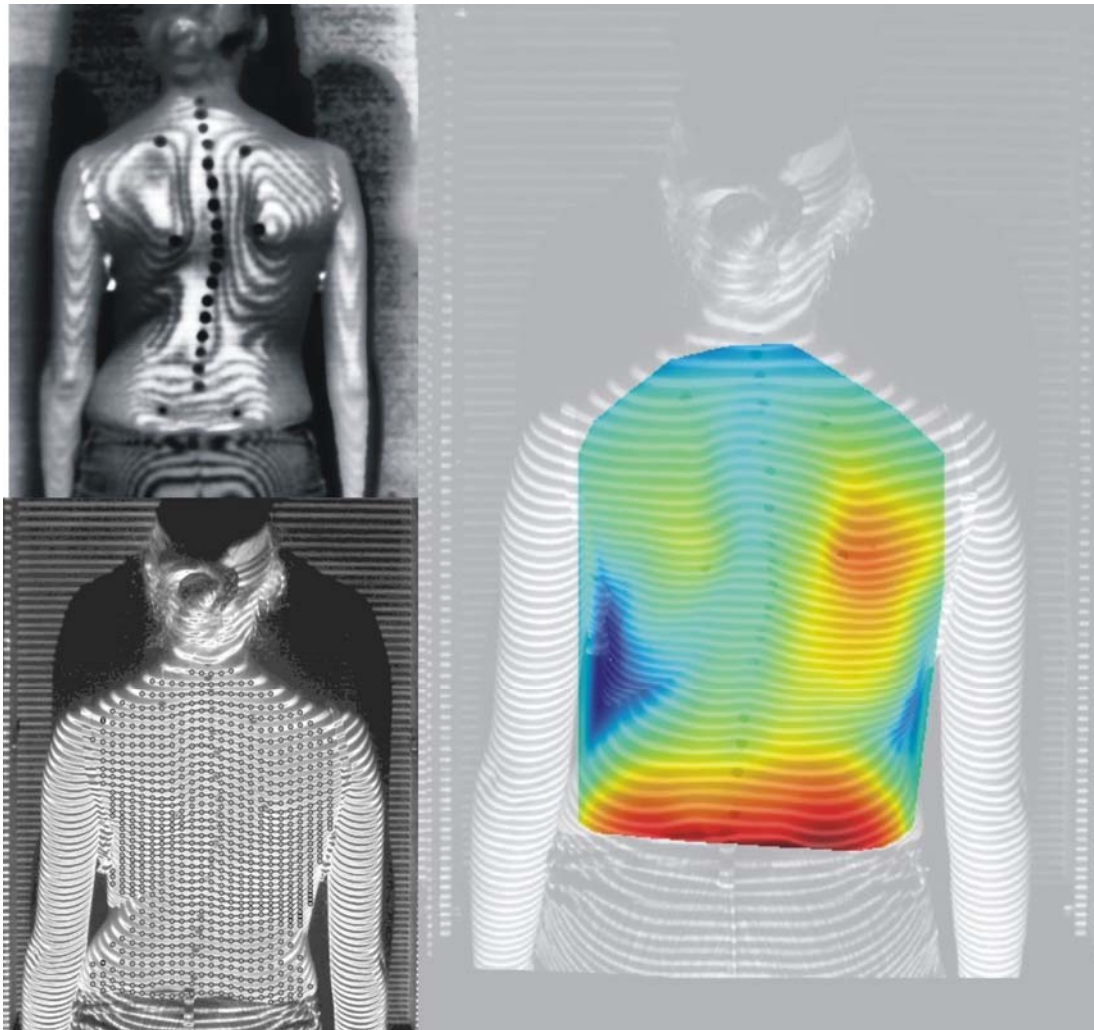
Výhody optických metod lze spatřovat v několika oblastech: jsou svou podstatou nekontaktní a nedestruktivní, umožňují zpracování celého 2D pole dat současně, což je favorizuje pro aplikace i v dalších oblastech. Nemalou předností optických metod spojenou s digitálním záznamem obrazu je kompatibilita s ostatními vstupními daty a možnost počítačově podporovaného zpracování obrazu, reprezentovaného formou matice intenzit barevných složek, a jeho vyhodnocení.

V současné době jsou na Katedře anatomie a biomechaniky FTVS UK, kde byly prezentované experimenty realizovány, užívány pro dokumentaci skoliózy dvě metody: první popisuje tvar páteře splinovou funkcí procházející body určenými polohou značek nalepených na kůži pacienta v místech obratelních výstupků a stínové moiré [1, 2]. Metoda stínového moiré je založená na šikmé projekci lineární mřížky na objekt při současném pozorování této projekce touto mřížkou. Obě metody charakterizuje vysoká míra ručního zpracování dat a omezené množství vytěžitelných výsledků. Tento stav si klade za cíl změnit předkládaná metoda projekce proužků, kterou by bylo možné s jistou nadsázkou charakterizovat jako nedokončené stínové moiré, protože zůstává projekce, ale překládání mřížek je potlačena. Metoda projekce proužků vychází z poznatku, že deformace obrazce promítnutého šikmo na povrch tělesa je závislá na jeho topografii, neboli v zaznamenaném obraze povrchu tělesa jsou stranové výchylky částí promítnutého obrazce v jednoznačném vztahu k mimorovinné souřadnici povrchu (viz obrázek 1). U metody projekce proužků se použitím známých geometrických vztahů v obraze dají vypočítat souřadnice bodů na měřeném povrchu přímo [3], čímž nenastává problém s očíslováním proužků, známý z aplikace stínového moiré a úlohu je možné snáze algoritmizovat.



Obrázek 1 Schéma metody projekce proužků

Neoddělitelnou součástí metody jsou též skripty zabezpečující semiautomatické zpracování a vyhodnocení obrazových dat v prostředí MATLAB. Program vykoná sekvenci příkazů zahrnující kroky jako je filtrace vstupního obrazu z digitálního fotoaparátu, identifikace, očíslování a nalezení středů proužků v obraze, převedení proužků na diskrétní množinu bodů v 3D prostoru, nad kterou se provede interpolace na husté pole bodů, které je na základě



Obrázek 2 Vyhodnocení skoliózy páteře tradičním způsobem za pomoci stínového moiré (levá horní část obrázku) v porovnání s výsledky metody projekce proužků (pravá část), které byly získány interpolací z množiny vybraných bodů na středech promítnutých proužků (levá spodní část)

aplikace popsaných geometrických vztahů přepočítáno na skutečné hodnoty výchylek na povrchu těla. Tyto výchylky jsou potom zobrazeny – viz obrázek 2.

Byť příspěvek uvádí příklad aplikace, která je algoritmicky jednoduchá a spočívá na primitivním matematickém aparátu, bez MATLABu a jeho rozsáhlých knihoven funkcí a toolboxů, intuitivně zpřístupňujících v jednom prostředí metody obrazové analýzy, řešení nelineárních rovnic a interpolace funkce dvou proměnných, by nešlo uskutečnit množství heterogenních výpočtů prováděných nad různými objekty zahrnutými v postupu. V současné době je věnováno úsilí zvýšení míry automatizace celé procedury, užitím barevně kódovaného systému proužků, které by zjednodušilo jejich identifikaci.

Literatura

[1] Ryšávková, A.: Threedimensional evaluation of spine shape and back surface – utilization in research of scoliosis (Part I), in: Proceedings of IXth Birateral Czech/German symposium, Tábor, 2004, S. 65-67.

[2] Pallová, I.: Threedimensional evaluation of spine shape and back surface – utilization in research of scoliosis (Part II), in: Proceedings of IXth Birateral Czech/German symposium, Tábor, 2004, S. 61-65.

[3] Spagnolo, G.S. et al.: Contouring of artwork surface by fringe projection and FFT analysis. Optics and Lasers in Engineering, (33), 2000. S. 141 – 156.

Kontakt

J. Valach, ÚTAM AV ČR, Prosecká 76, 190 00 Praha 9, valach@itam.cas.cz