

VYHODNOCOVÁNÍ DAT Z MĚŘENÍ POHYBU POMOCÍ 3D KAMERY S AKTIVNÍMI MARKERY

FUNDA T.

ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Společné pracoviště ČVUT a UK

Abstract

Analýza specificky zadaných pohybů v 3D prostoru umožňuje stanovit závažnost poškození nervového systému pacientů po mozkové příhodě. V tomto případě se jedná o problém tzv. „Taxe horních končetin“ - dotknutí se opakovaně prstem bodu při otevřených očích, zkouška prst – bod. Obvykle se pacient dotýká nosu. Citlivější je opakovaný dotek prstu vyšetřujícího a nosu pacienta, přičemž vyšetřující mění průběžně polohu svého prstu (pacient má ovšem otevřené oči). Hodnotíme koordinaci a přesnost cílení pohybu. Abnormním nálezem je hypermetrie a intenční tremor (objevuje se v průběhu pohybu, obvykle v terminální fázi). S použitím 3D měřicího systému lze tento pohyb zaznamenat a přesně vyhodnotit. Důležitá výhoda této metody je také možnost objektivně porovnávat zaznamenané záznamy a sledovat průběh nemoci a účinnost terapie. Software lze použít i pro rehabilitaci pacientů. Pacient může sledovat zaznamenávaný pohyb na obrazovce PC a snažit se provádět pohyb správně podle pokynů terapeuta.

1 Úvod

Koordinace pohybů je možné ověřovat schopností taxy (prst-nos): vyšetřovaná osoba se dotkne prstem špičky nosu. Fyziologicky je možné tento pohyb učinit rychle, cíleně, při poruchách mozečku probíhá pohyb nekoordinovaně s míjením cíle, jedná se o ataxii. Vyšetření taxy se provádí tak, že pacient předpaží horní končetiny a vyšetřující ho vyzve, aby si sáhl prstem na nos. Totéž pacient provede bez kontroly zrakem. Významným rysem mozečkové ataxie je to, že se podstatně nezhoršuje při vyřazení zrakové kontroly. [4]

Diadochokinesa, tedy schopnost rychle střídat pohyby opačného charakteru (např. pronace, supinace) je rovněž ovlivněna mozečkem. Porucha této schopnosti je označována jako adiadochokinesa. [5]

Analýza těchto specificky zadaných pohybů v 3D prostoru umožňuje stanovit závažnost poškození nervového systému pacientů po mozkové příhodě. V tomto případě se jedná o problém tzv. „Taxe horních končetin“ - dotknutí se opakovaně prstem bodu při otevřených očích, zkouška prst – bod – bod. Obvykle se pacient dotýká nosu. Citlivější je opakovaný dotek prstu vyšetřujícího a nosu pacienta, přičemž vyšetřující mění průběžně polohu svého prstu (pacient má ovšem otevřené oči). Hodnotíme koordinaci a přesnost cílení pohybu. Abnormním nálezem je hypermetrie a intenční tremor (objevuje se v průběhu pohybu, obvykle v terminální fázi).

S použitím 3D měřicího systému lze tento pohyb zaznamenat a přesně vyhodnotit. Důležitá výhoda této metody je také možnost objektivně porovnávat zaznamenané záznamy a sledovat průběh nemoci a účinnost terapie. Software lze použít i pro rehabilitaci pacientů. Pacient může sledovat zaznamenávaný pohyb na obrazovce PC a snažit se provádět pohyb správně podle pokynů terapeuta.

Tyto koordinační schopnosti je možné hodnotit v rámci vyšetření horních a dolních končetin.

2 Měření pohybu

Pro měření souřadnic jednotlivých markerů nalepených na přesně definované body na těle byl použit kamerový systém Lukotronic AS 200. LUKOtronic AS 200 je systém, kterým je možno vyšetřovat pohyb pomocí prostorové analýzy založené na principu snímání vybraných segmentů označených v definovaných místech markery třemi infračervenými kamerami (obrázek 1). Markery jsou netraumatické (lepí se na kůži), tzv.aktivní , tj.aktivně vysílající infračervené záření, díky čemuž je metoda přesnější, méně závislá na konstantních vnějších podmínkách. Biosignál je ukládán a dále

zpracován v běžném PC. [1] Systém bezprostředně automaticky data vyhodnocuje, je schopen zobrazit trajektorie, rychlosti pohybů, úhlové změny, zrychlení pohybu segmentů. Lze tak zhodnotit drobné pohyby rukou, hlavy i komplexní pohybové stereotypy jako je chůze. Je vhodný pro hodnocení a následnou dlouhodobou rehabilitaci pohybových stereotypů pacientů např. chůze, funkce horních končetin, hybnost a úchopové schopnosti ruky apod.

Výhodou je včasné hodnocení pohybových stereotypů a na tomto základě přesná včasná rehabilitace hybnosti a zpětná vazba, kdy pacient sám může vidět a analyzovat spolu s terapeutem poruchy hybnosti (aktuální porovnání patologického pohybu pacienta s pohybem standardním, tedy „zdravým“) a rehabilitovat s cílem návratu k fyziologickým normám. [1]



Obr. 1: Kamerový systém LUKOtronic AS 200 na rozevíratelném rameni a bezdrátový vysílač s markery

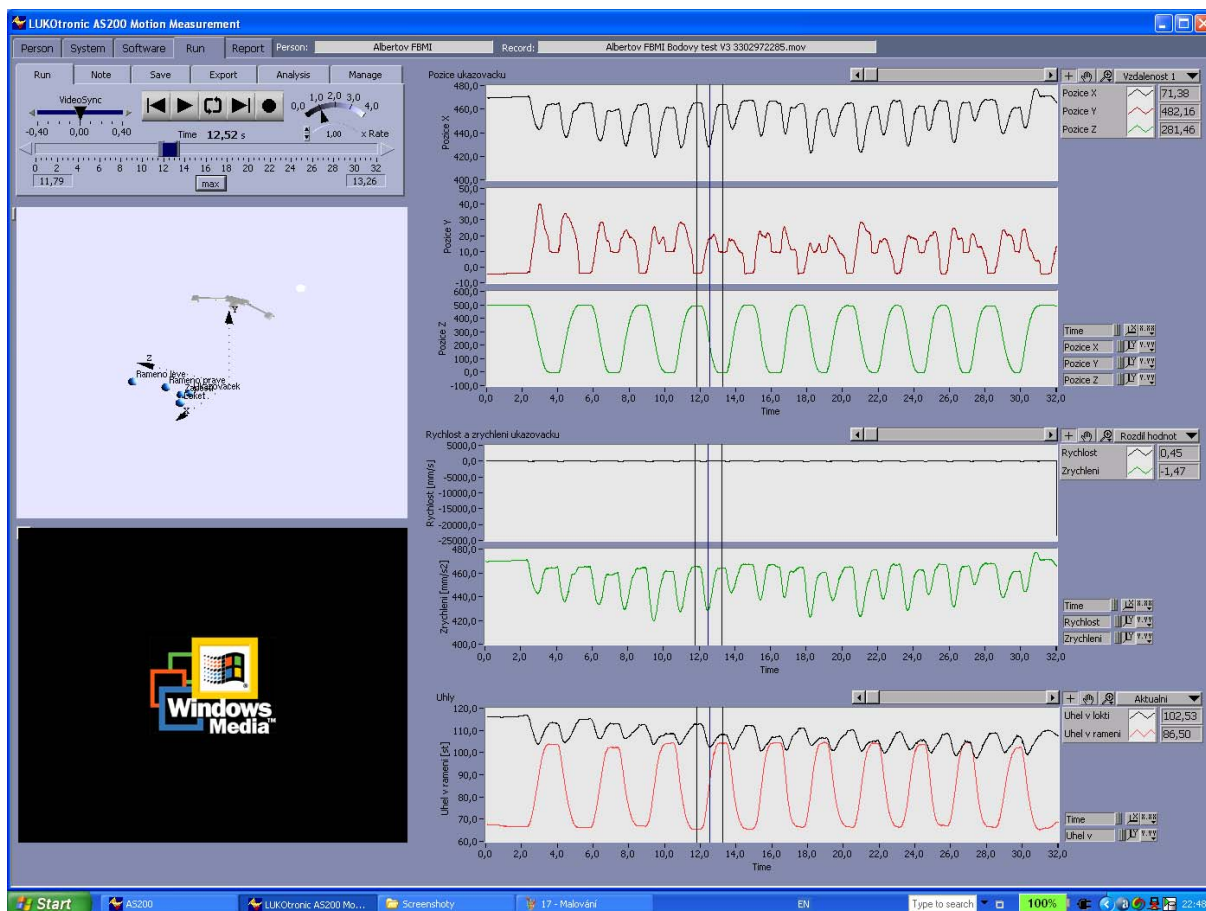
Technické parametry systému

Max. sample Rate:	1200 Hz [optional: 2400 Hz]
Sample Rate:	Frame rate = 1200 / Number of markers
Number of markers:	48
Measurement range:	5–7 meters
Resolution:	0.1 mm [at a distance of 1.5 meters]
Opening angle:	20° [horizontal (at width of 1 meter) / 50° [vertical]
Transfer:	USB 1.1
Radio frequency:	433 MHz
Opening angle, markers:	≥ +/-90° [total ≥180°]
PC requirements:	Ordinary PC or notebook; min. 500 MHz
Operating systems:	Windows 98, 2000, ME, XP; planned: Linux
Weight:	2.4 kg

3 Zpracování dat

V prostředí LUKOtronic AS200 Motion Measurement byl navržena grafická podoba SW měřicího modulu. Hlavní obrazovka pro měření obsahuje kontrolní ovládací panel s tlačítky pro spuštění a zastavení záznamu. Dále je zde umístěna obrazovka s 3D vyobrazením všech markerů, souřadného systému a pozice kamer. Pod ním je obrazovka, kde se zobrazuje záznam z připojené video kamery a tak lze sledovat jak pozice markerů, tak celkový obraz. I toto video se při měření zaznamenává.

Vpravo jsou umístěny grafy pro zobrazování měřených hodnot. Horní graf zobrazuje X,Y,Z souřadnice markeru umístěného na prstu (ukazováček) ruky. Pod ním je graf pro vyobrazení rychlosti a zrychlení markeru umístěného na prstu. Do posledního grafu se zobrazují úhly v lokti a v rameni. Vpravo u každého grafu se zobrazují podle výběru předem nastavené hodnoty z grafu podle v grafu ručně nastavených kurzorů.

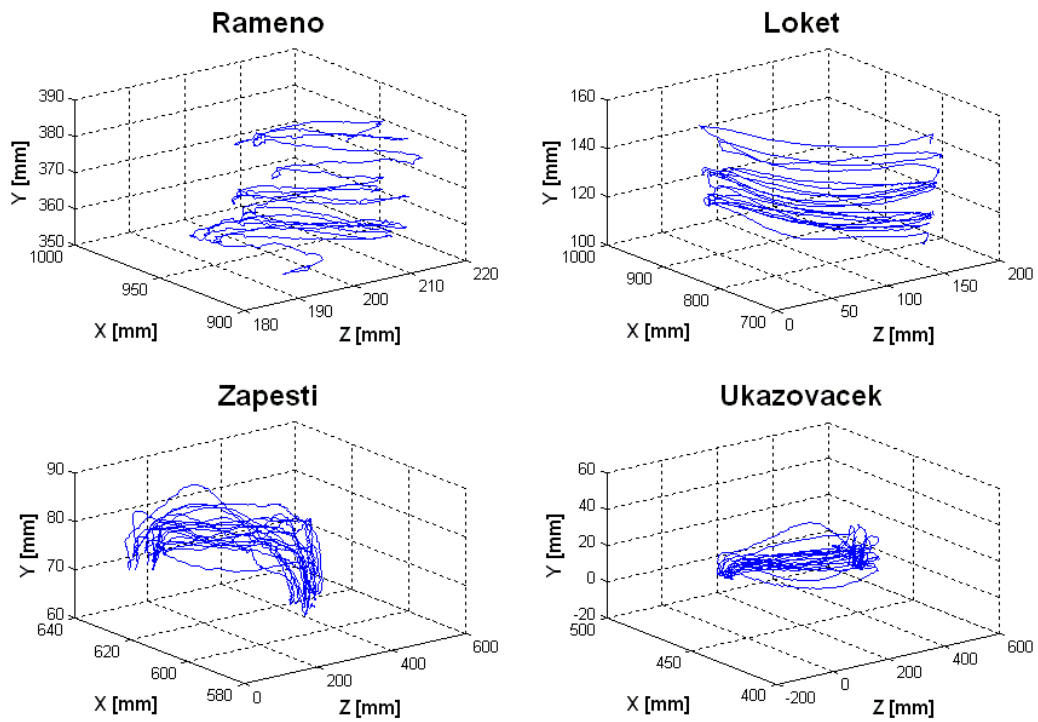


Obr. 2: Záznam pilotního měření

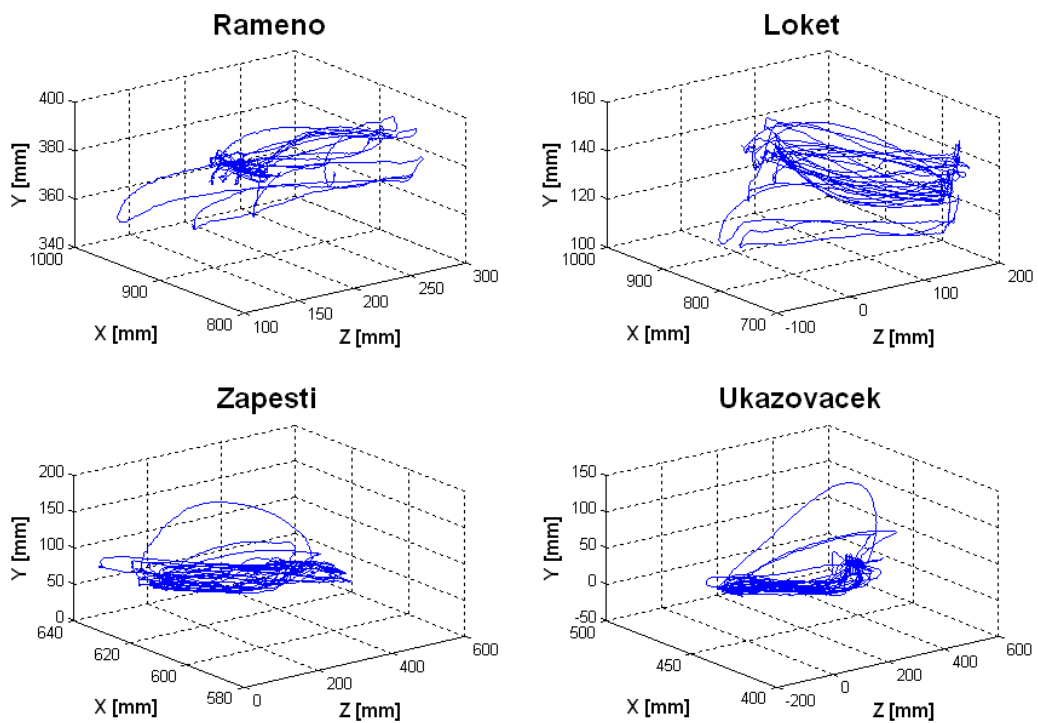
V navrženém SW modulu bylo provedeno několik pilotních měření. Zde jsou na ukázkou vybrány dva případy. První je pro normální nález. U druhého se jedná o lehkou dysfunkci v koordinaci pohybu.

Navržený SW modul umožňuje měřit a graficky zobrazovat naměřená data a v nich ručně měřit pomocí kurzorů předem definované hodnoty. Neumí však další zpracování dat, např. 3D zobrazení trajektorií, hromadné vyhodnocování signálu, hledání maxim a minim atd.

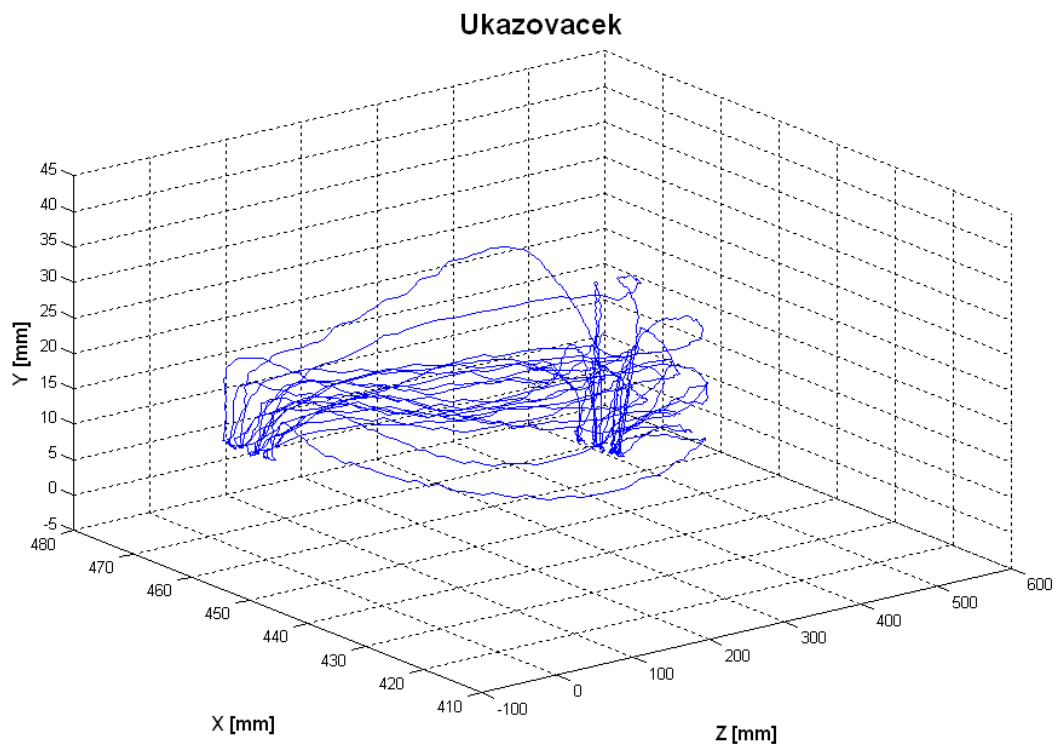
Proto byl vytvořen script v prostředí Matlab pro zpracování exportovaných dat. Data jsou z programu exportována do textového souboru. Soubor obsahuje sadu X,Y,Z souřadnic jednotlivých markerů. A to buď z celého měření, nebo z označené části naměřeného signálu. Vytvořený script zobrazuje v 3D grafech trajektorie jednotlivých markerů (obrázek 3 a 4) a grafy průběhu jednotlivých souřadnic markerů. Na dalších grafech je detailně zobrazován marker umístěný na prstu (obrázek 5, 6, 7, 8).



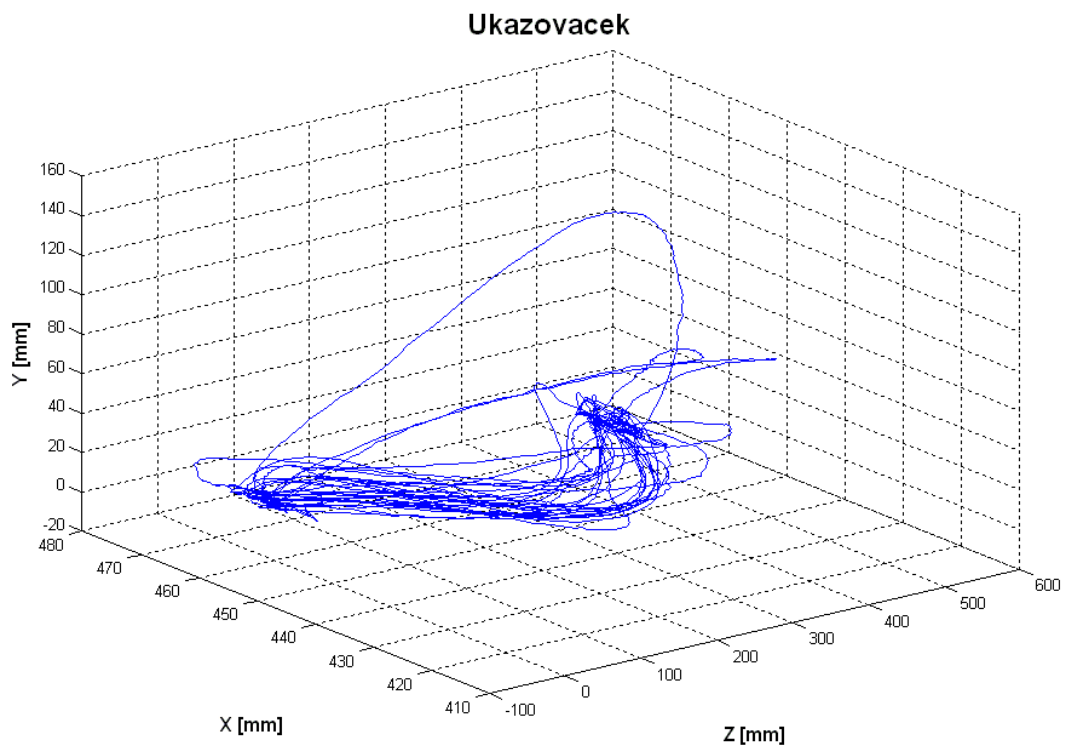
Obr. 3: Grafy trajektorií jednotlivých markerů při normálním nálezu



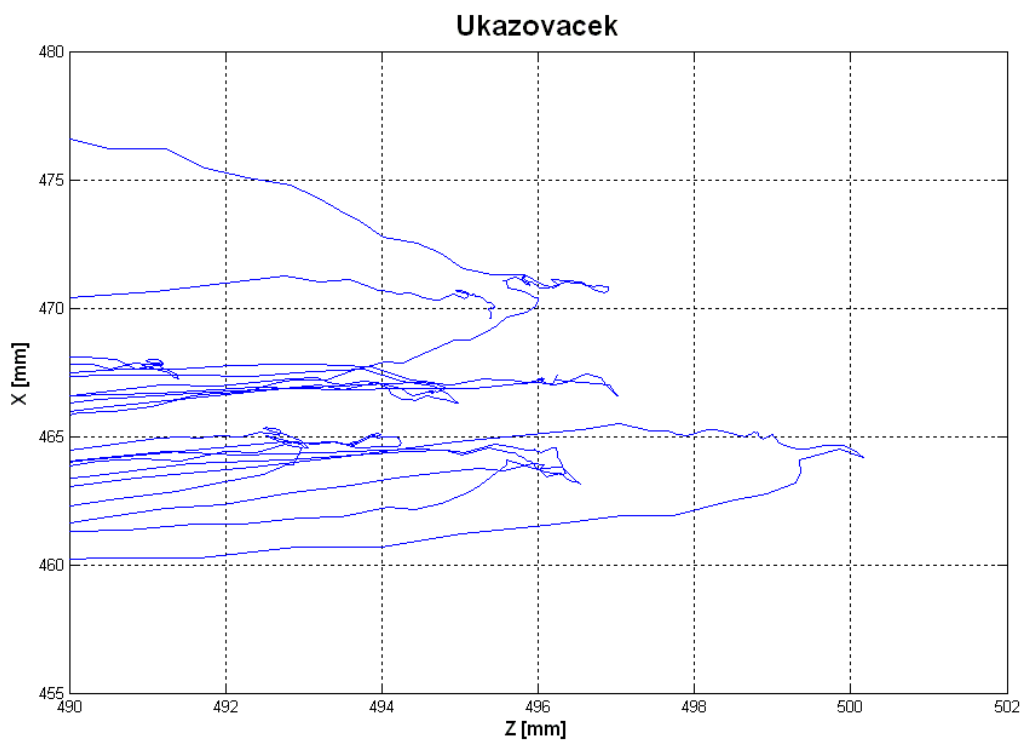
Obr. 4: Grafy trajektorií jednotlivých markerů při lehké pohybové dysfunkci



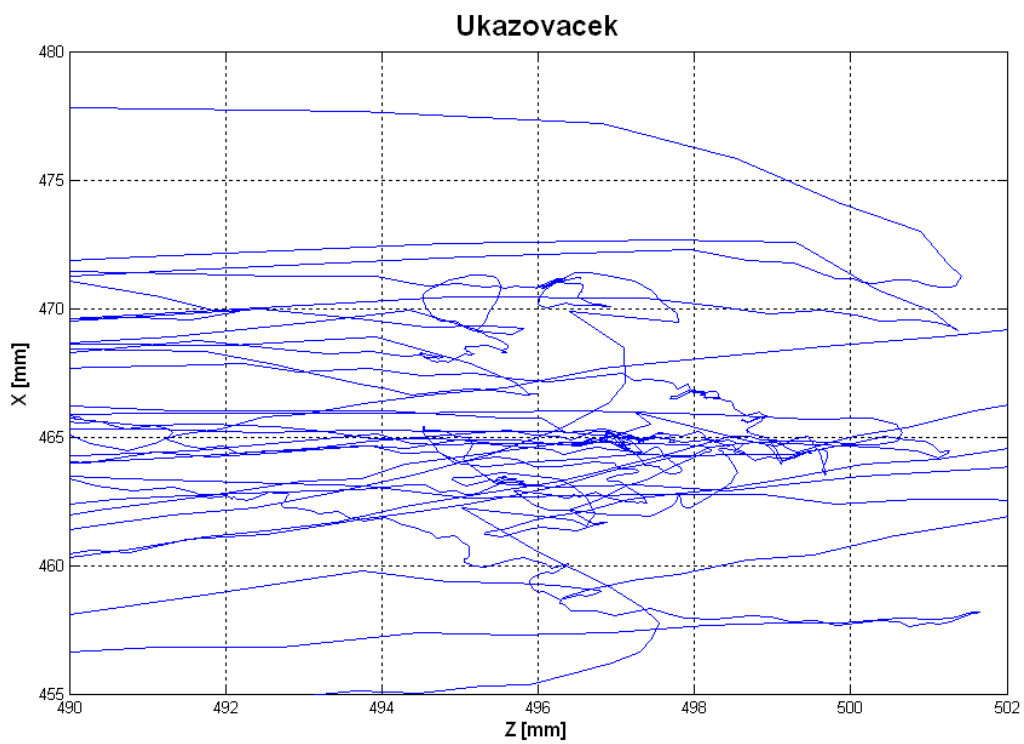
Obr. 5: Graf trajektorie markeru umístěného na prstu při normálním nálezu



Obr. 6: Graf trajektorie markeru umístěného na prstu při lehké pohybové dysfunkci



Obr. 7: Detail trajektorie markeru umístěného na prstu kolem bodu dotyku podložky při normálním nálezu



Obr. 8: Detail trajektorie markeru umístěného na prstu kolem bodu dotyku podložky při lehké pohybové dysfunkci

4 Závěr

Vytvořené SW moduly umožňují měřit a objektivně vyhodnocovat koordinaci pohybu horních končetin formou testu prst – bod – bod. Výsledky se vyobrazují do grafů a z těch se odečítají konkrétní hodnoty. Všechna měření se ukládají pro každého pacienta. Je tak možné jednotlivá měření porovnávat a studovat vývoj zdravotního stavu daného pacienta. Statistickým zhodnocením a porovnáním výsledků u různých pacientů lze také dlouhodobě hodnotit vliv úspěšnosti terapie na dané onemocnění.

V návaznosti na testování vytvořeného SW modulu bylo již provedeno několik vyšetření a zhodnocení výsledků měření. Výsledná podoba programu se opírá o zkušenosti pracovníků neurologické Kliniky v Nemocnici Motol a Kliniky fyzioterapie a rehabilitace na 1. LF Albertov, kteří program používají pro diagnostické a rehabilitační účely pacientů.

Poděkování

Tato práce byla podporována grantem MŠMT MSM6840770012 "Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství II".

Literatura

- [1] O. Švestková. Metodika hodnocení funkčních činností a pracovního potenciálu. Metodický materiál k realizaci poradenských programů pro osoby se zdravotním postižením. Rozvojové partnerství PENTACOM. Praha, Duben 2008.
- [2] LUKOtronic Motion Analysis System AS 200. SYSTEM DESCRIPTION. LUKOtronic. Innsbruck Austria, 2006.
- [3] [on-line] <http://www.lukotronic.com> [2008-10-12]
- [4] [on-line] http://fyzisrvr.lf1.cuni.cz/Students/Sylaby/Dmares/Vys_crbl.htm
- [5] [on-line] http://webak.upce.cz/~kbbv/Student/Vyuka/Fyziologie/Laboratorni_cviceni/Protokoly/Praktnavody.pdf

Funda Tomáš

ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Společné pracoviště biomedicínského inženýrství FBMI a 1.LF, Studničkova 7, 120 00 Praha 2, e-mail: funda@fbmi.cvut.cz