



České vysoké učení technické
v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA03/č. 2/2:

Měření pohybu pomocí kamery (část 2)

Ing. Patrik Kutílek, Ph.D., Ing. Adam Žižka
(kutilek@fbmi.cvut.cz, zizka@fbmi.cvut.cz)

Poděkování:

Tato experimentální úloha vznikla za podpory Evropského sociálního fondu v rámci realizace projektu „Modernizace výukových postupů a zvýšení praktických dovedností a návyků studentů oboru Biomedicínský technik“, CZ.1.07/2.2.00/15.0415.

Období realizace projektu 11. 10. 2010 – 28. 2. 2013.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Měření pohybu pomocí kamery

Zadání úlohy

- 1) Určete maximální flexi/extenzi částí horní končetiny (lokte a ramene) popř. dolní končetiny pomocí kamerového systému
- 2) Určete úhlové rychlosti a zrychlení vybraného segmentu těla, a popř. těla jako celku, kamerovým systémem.

Změřte úhel (jeho změnu), úhlovou rychlost a úhlové zrychlení v kloubu, tj. mezi segmenty spojenými vyšetřovaným kloubem, (např. v koleni) při pohybu.

K záznamu a změření pohybu kloubu použijte program CMA Coach 6 a připojenou videokameru.

Naměřená data zpracujte v programu MS Excel.

Porovnejte změnu úhlu, úhlové rychlosti a úhlového zrychlení.

Měření a výsledky uveďte do protokolu.

Pomůcky

PC s nainstalovanými programy CMA Coach 6 a MS Excel

Videokamera JVC GS-TD1BE, případně webkamera s rychlostí snímkování 25 snímků/sec.

Referenční měřítko

Proband

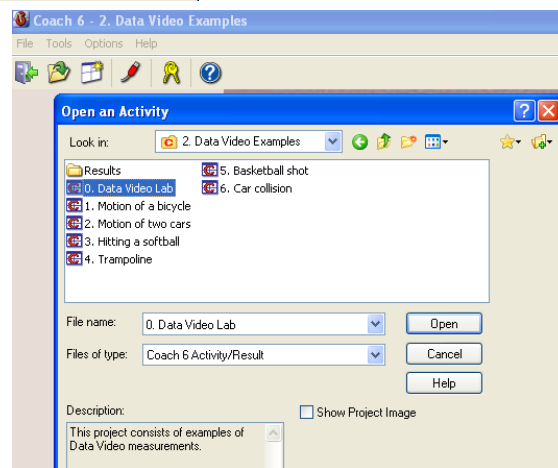
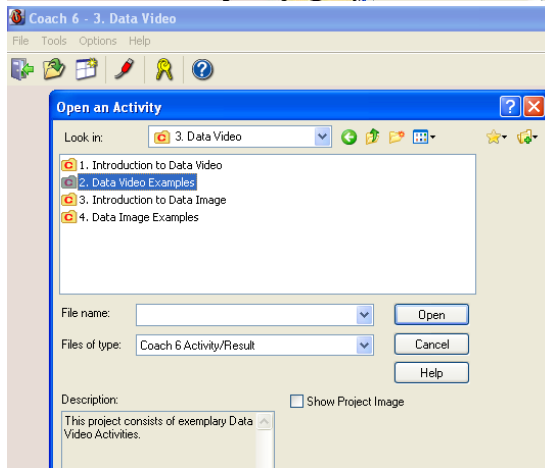
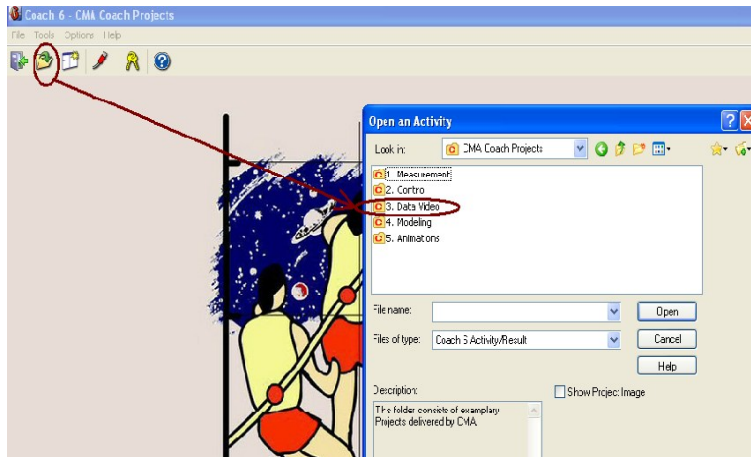
Reflexní značky

Postup vypracování úlohy

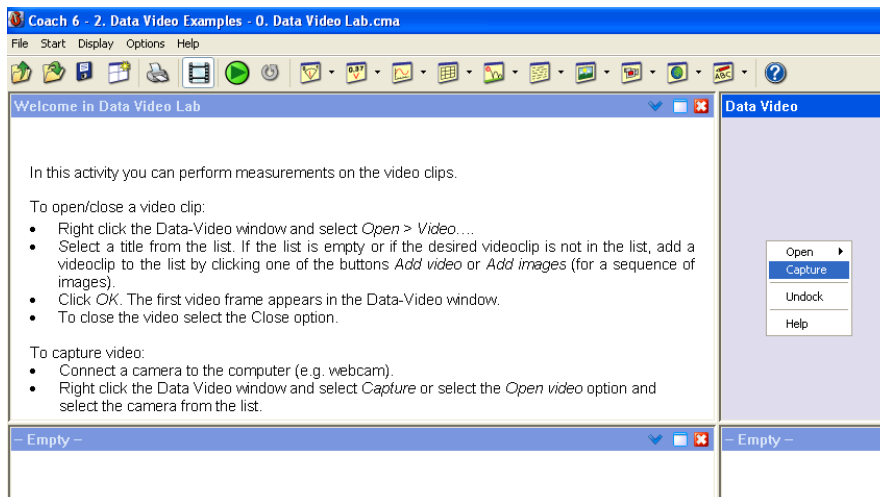
Studenti umístí viditelně značky na probanda (též studenta). Umístění značek je provedeno v „nulovém postavení“ [A, s.14] a značky jsou umístěny na konce (klouby) segmentů, jejichž úhel se vyšetřuje.

Pohyb je zaznamenáván videokamerou JVC GS-TD1BE, či alternativně webkamerou (snímá 25 snímků za sekundu), v sagitální rovině probanda a všechny značky se musí vejít do záběru.

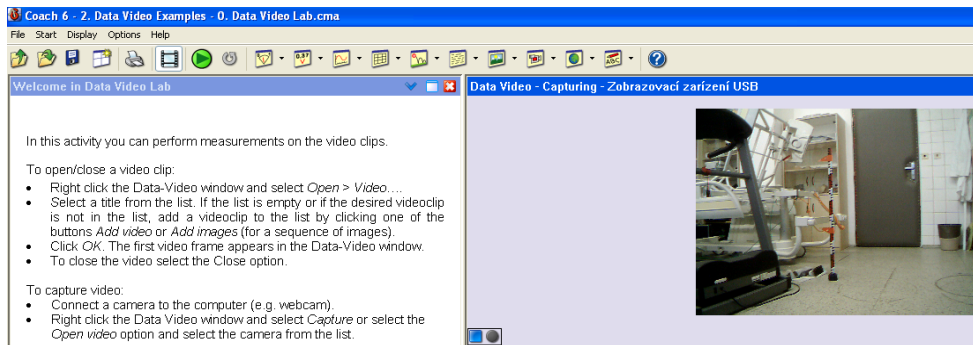
Posloupnost spuštění programu CMA Coach 6 pro záznam a vyhodnocení pohybu web-kamerou (úhel kolene při chůzi) je na následujících obrázcích:



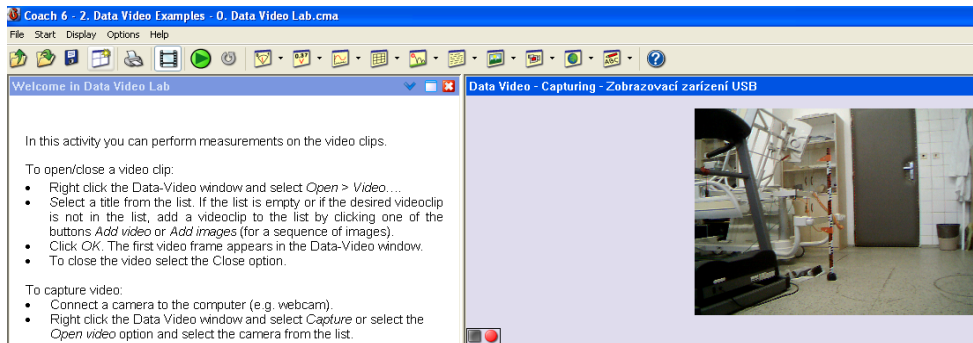
Spuštění nahrávání videa (nabídka vyvolána pravým tlačítkem myši).



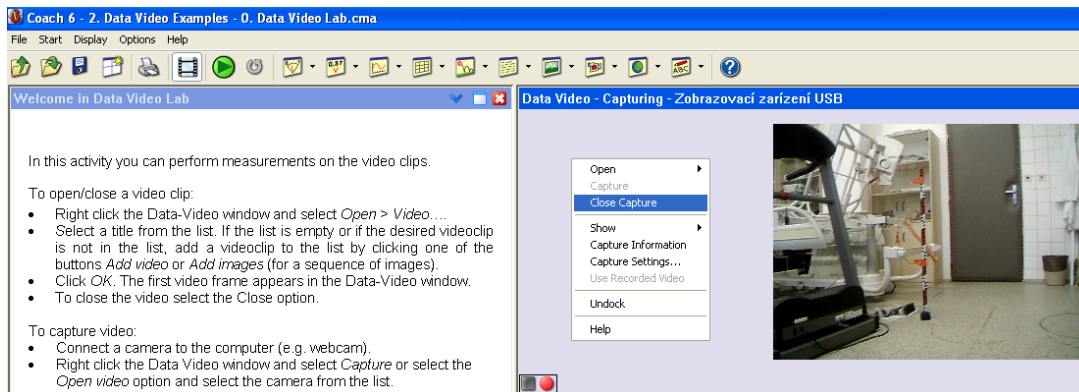
Nahrávání videa.



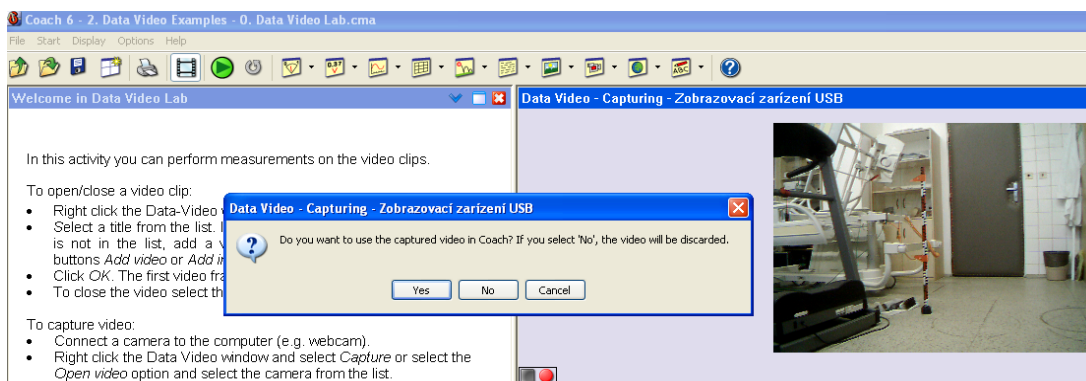
Ukončení nahrávání videa.



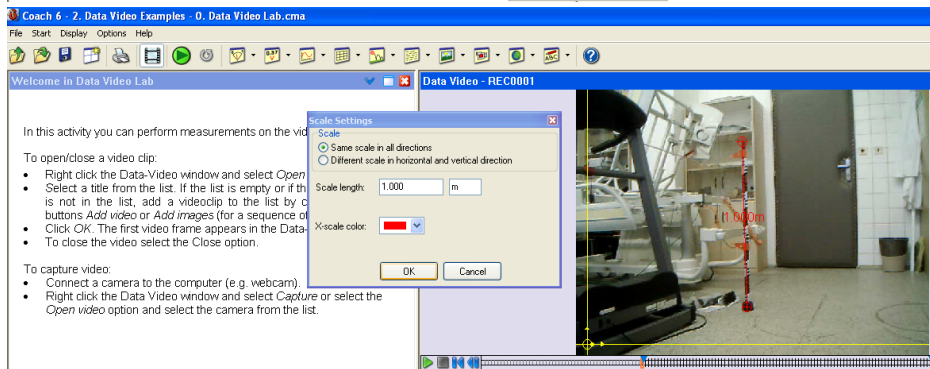
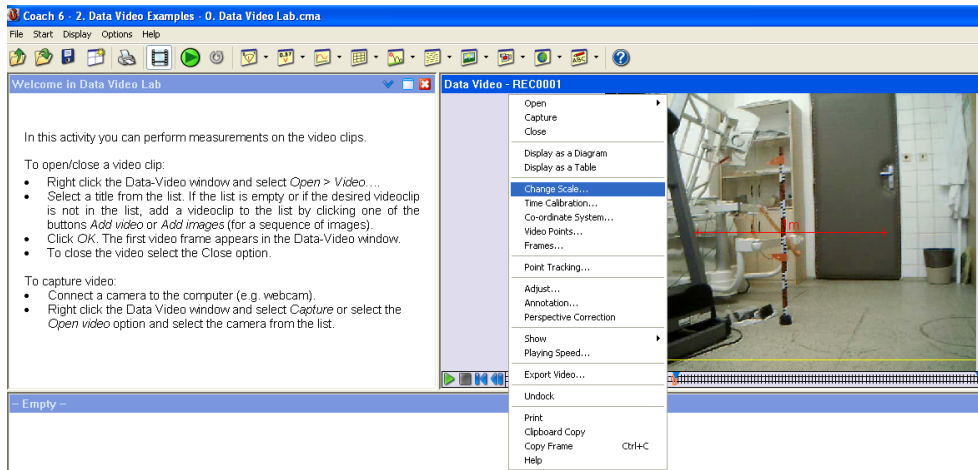
Ukončení snímání videa (nabídka vyvolána pravým tlačítkem myši).



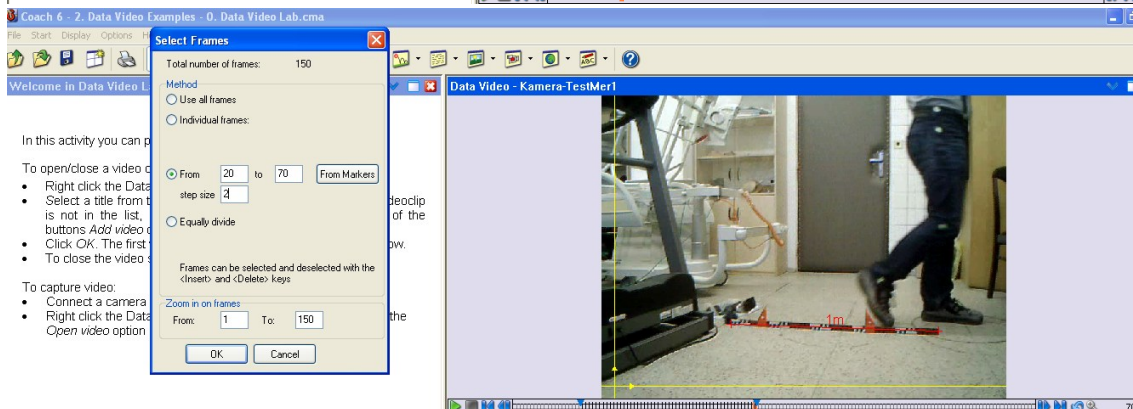
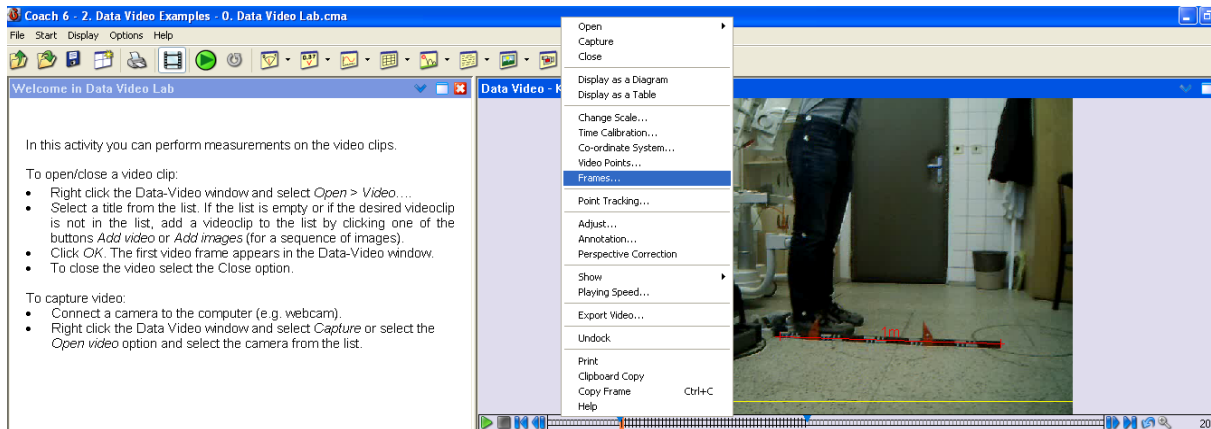
Otevření nahraného videa pro zpracování v programu (CMA Coach 6).



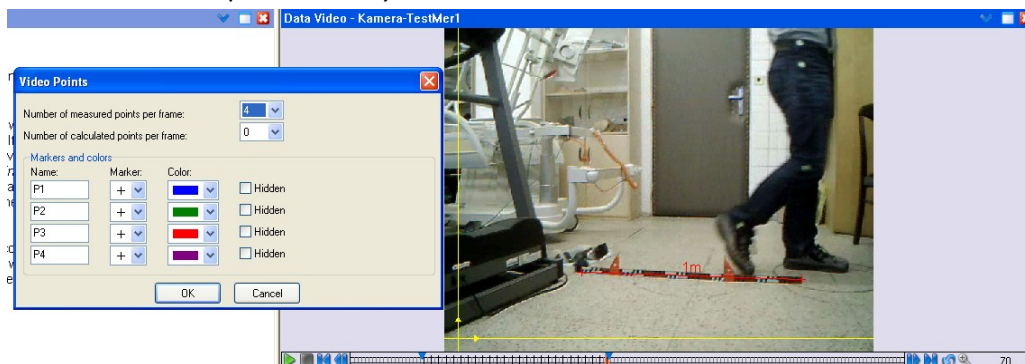
Nastavení měřítka pro vyhodnocení v nahraném videu (nabídka vyvolána pravým tlačítkem myši).



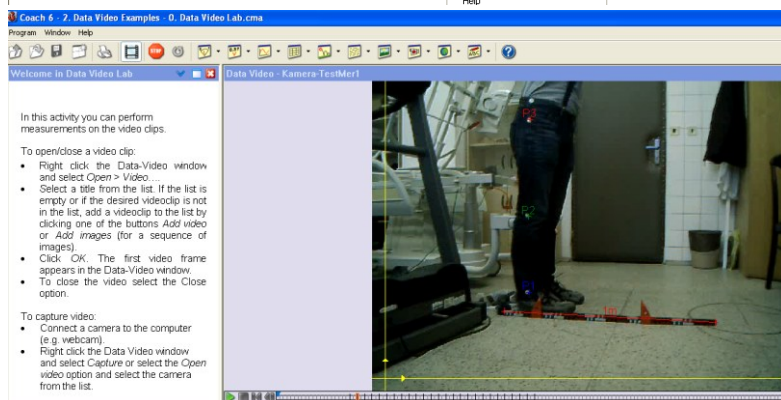
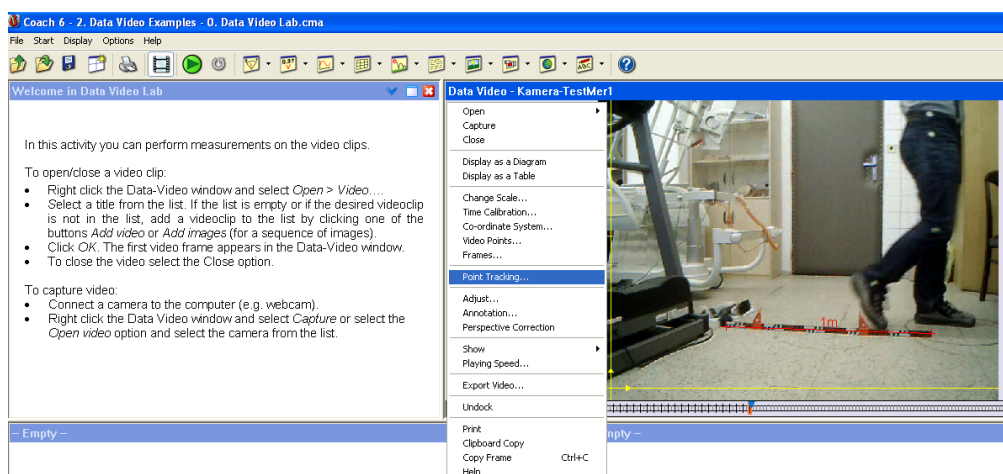
Posloupnost nastavení vyhodnocovaných snímků z nahraného videa (nabídka vyvolána pravým tlačítkem myši) - jejich počet by se měl pohybovat kolem 30 (z časových důvodů, aby studenti v rámci cvičení stihli záznam vyhodnotit).



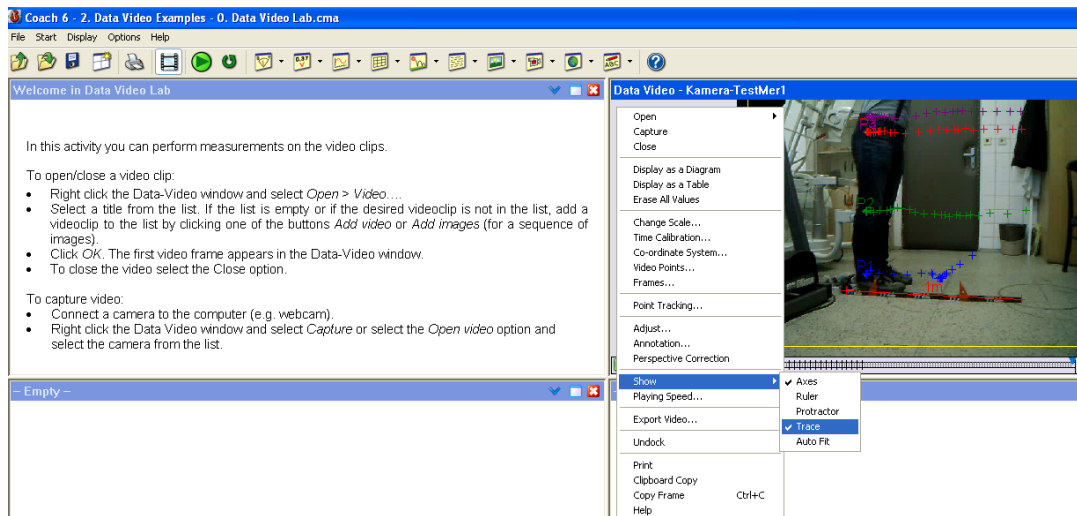
Nastavení počtu měřených bodů v nahraném videu.



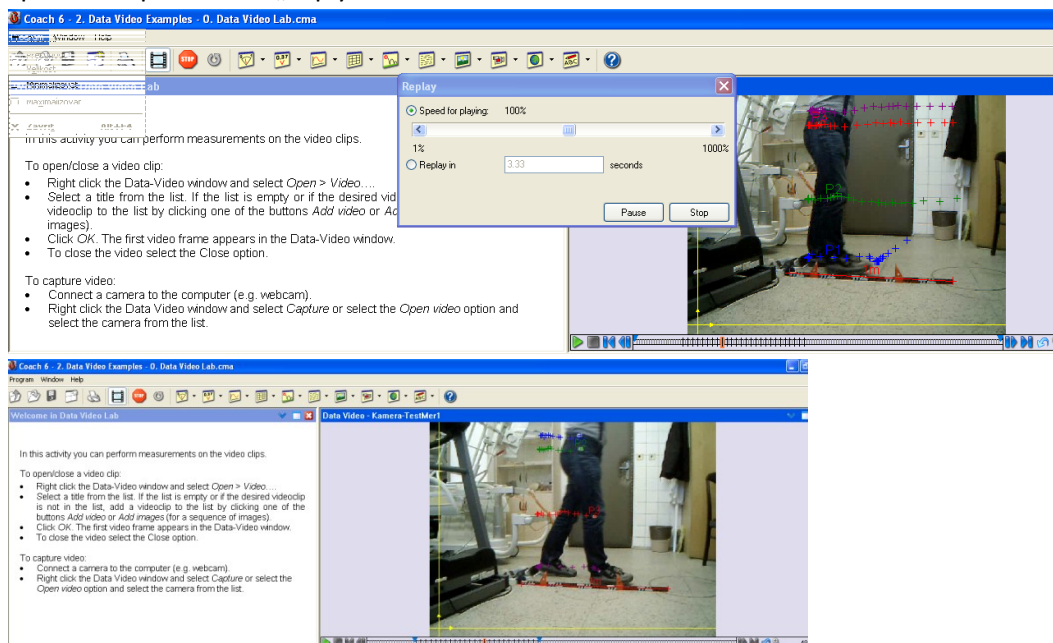
Umístění měřených bodů v jednotlivých snímcích nahraného videa - pokud se z nastavení v prvním snímku nenamapují i do snímků ostatních je nezbytné umístit ručně značky do všech vyhodnocovaných snímků videa (ve stále stejném pořadí!).



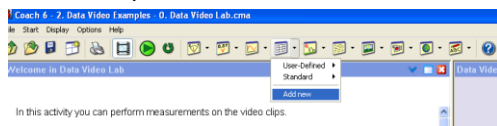
Zobrazení trajektorie měřených bodů v nahraném video.



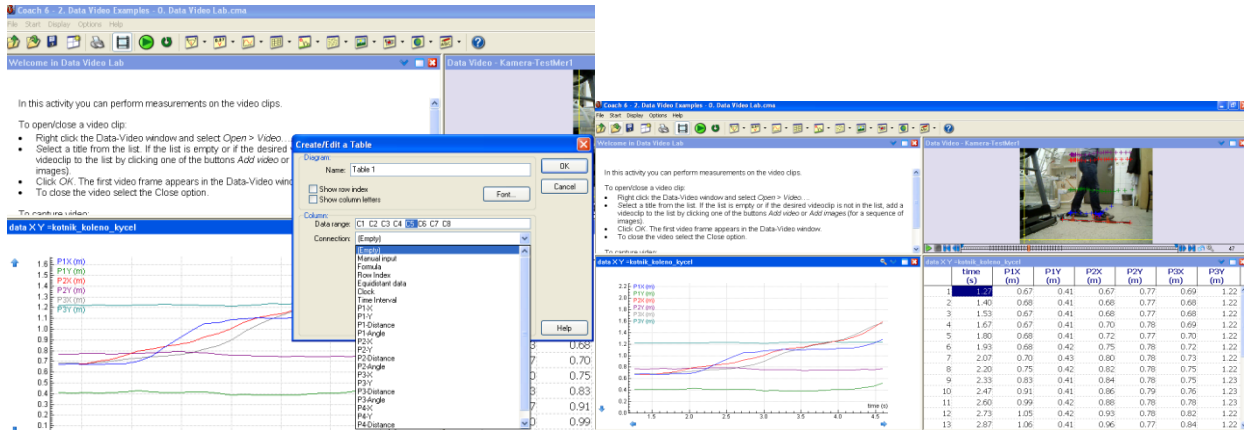
Posloupnost úkolů spuštění nahraného videa se zobrazenou trajektorií měřených bodů - spuštěno přes funkci „reply“.



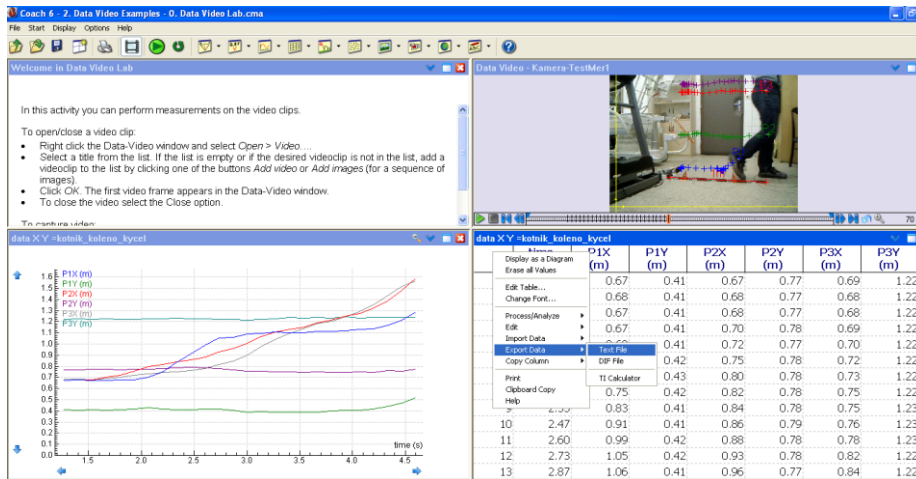
Zobrazení tabulky a grafů (nutno napřed kliknout do pole, kde bude daná tabulka (či grafy) zobrazena).



Zobrazení grafů posic naměřených hodnot bodů



Zobrazení tabulky posic naměřených hodnot bodů



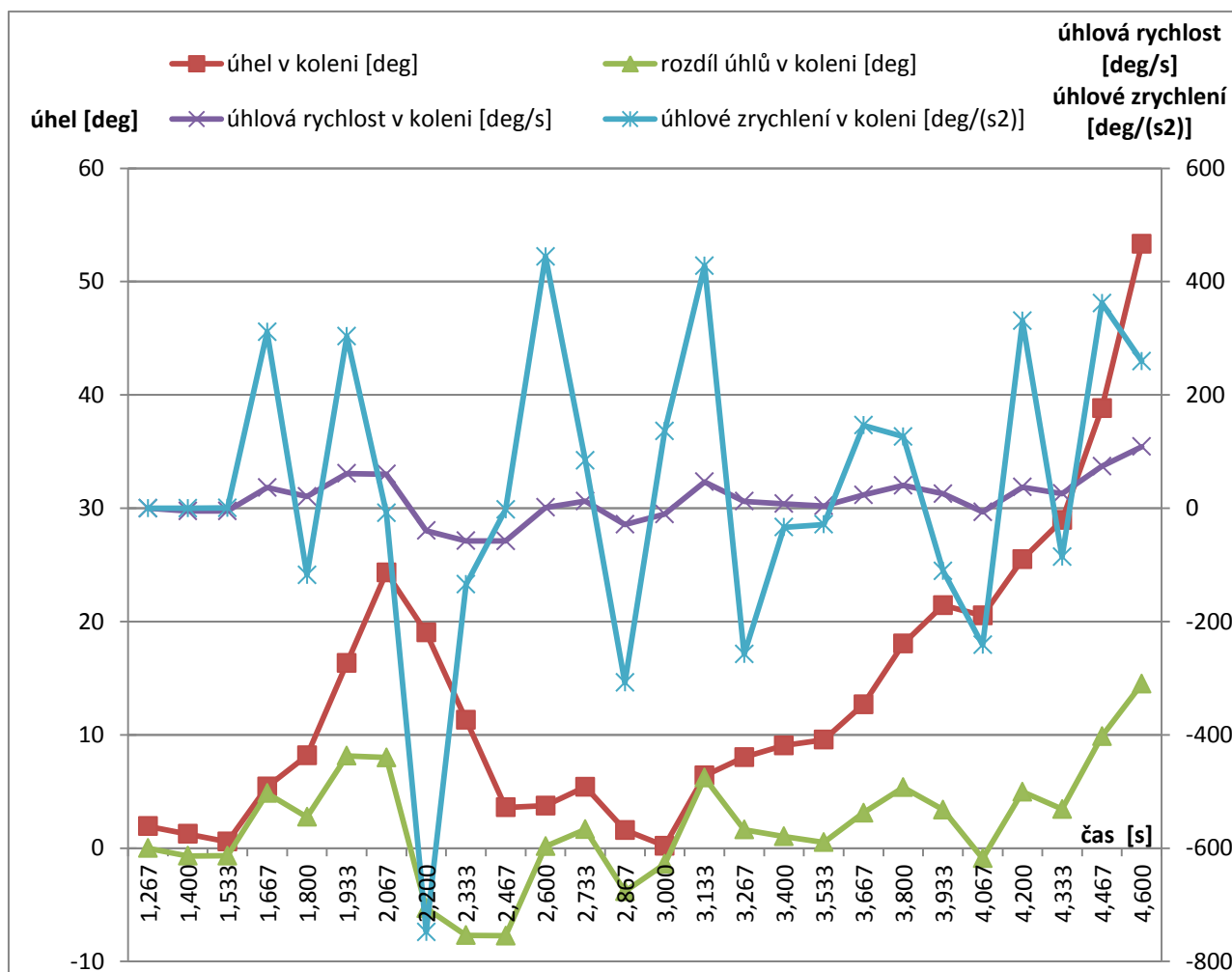
Export dat do textového souboru

0. Data Video Lab - Poznámkový blok

```

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápověda
"Time" "P1X" "P1Y" "P2X" "P2Y" "P3X" "P3Y"
"m" "m" "m" "m" "m" "m"
1,266666666666667 0,67197895905767983 0,41235072487630353 0,67197895905767983 0,769721353102433
1,4 0,68114230849937546 0,40624182524850644 0,67808785868547692 0,76666690328853471 0,6841967
1,533333333333333 0,67197895905767983 0,40929627506240499 0,67808785868547692 0,772775802916331
1,666666666666667 0,67197895905767983 0,40624182524850644 0,69946900738276673 0,775830252730230
1,8 0,68114230849937546 0,40929627506240499 0,717795706266158 0,76666690328853471 0,6994690
1,933333333333333 0,68114230849937546 0,41845962450410062 0,75444910403294054 0,775830252730230
2,066666666666667 0,69946900738276673 0,430677437596948 0,79721140142752016 0,775830252730230
2,2 0,75139465421904199 0,41845962450410062 0,81533810031091143 0,78193815235802744 0,7452837
2,333333333333333 0,838647991943027 0,41235072487630353 0,83691924900820124 0,784993602171925
2,466666666666667 0,91328049435566486 0,40929627506240499 0,85524594789159251 0,791102501799723
2,6 0,98964173970312848 0,41540517469020208 0,87965154640278087 0,78499360217192598 0,7788647
2,733333333333333 1,05378518379499791 0,41540517469020208 0,92549829361125904 0,778864702544128
2,866666666666667 1,0568396356089646 0,40624182524850644 0,95604279175024448 0,766666903288534
3,1 0,8738413374788191 0,38791512636511517 1,0049139887726212 0,75750355384683908 0,9010626
3,133333333333333 1,09654748318957754 0,39096957617901372 1,06600298505059209 0,757503553846839
3,266666666666667 1,1087652844317172 0,38486067655121663 1,1087652844317172 0,751394654219041
3,4 1,09960193300347608 0,38486067655121663 1,13014643114246153 0,75139465421904199 1,0934930
3,533333333333333 1,10265638281737463 0,38486067655121663 1,1515275798397134 0,742231304777346
3,666666666666667 1,11487418207296881 0,38791512636511517 1,19123542742043242 0,748340204405143
3,8 1,11181973225907026 0,39707847580681081 1,21567102593162078 0,7452857545912449 1,2034532
3,933333333333333 1,1209830817007659 0,40624182524850644 1,24926997388450477 0,745285754591244
4,066666666666667 1,13320088095636008 0,40624182524850644 1,27370557239569313 0,748340204405143
4,2 1,13625533077025862 0,41540517469020208 1,319523196041713 0,7452857545912449 1,3500668
4,333333333333333 1,16679682890924407 0,43984077320139043 1,38672021550993928 0,760558003660737
4,466666666666667 1,21567102593162078 0,46733082132047734 1,48446260954969271 0,757503553846839
4,6 1,28592337165128731 0,5192564683627526 1,59136835304114178 0,7727758029163318 1,5669327
    
```


Graf změny úhlu, úhlové rychlosti a úhlového zrychlení ve vyšetřovaném kloubu.



Použitá lit.

[1] = Kutílek, P., Žižka, A.: Vybrané kapitoly z experimentální biomechaniky. ČVUT v Praze, 2012[]

[2] = Farkašová, B.: Predikce pohybu dolní končetiny pomocí metod umělé inteligence. Bakalářská práce. ČVUT v Praze FBMI, Kladno, 2010

[3] = Vančová, J.: Modelování a měření pohybu kolenního kloubu. Bakalářská práce. ČVUT v Praze FBMI, Kladno, 2010

[4] = Talácková, L.: Možnosti využití akcelerometrů a kamery ve výuce a klinické praxi. Bakalářská práce. ČVUT v Praze FBMI, Kladno, 2010

BIOMECHANIKA

Měření pohybu pomocí kamery

Měření pohybu pomocí kamery

BIOMECHANIKA

Měření pohybu pomocí kamery

Zadání	<p>dání úlohy</p> <p>1) Určete maximální flexi/extenzi částí horní končetiny (lokte a ramene) popř. dolní končetiny pomocí kamerového systému</p> <p>2) Určete úhlové rychlosti a zrychlení vybraného segmentu těla, a popř. těla jako celku, kamerovým systémem.</p> <p>Změřte úhel (jeho změnu), úhlovou rychlost a úhlové zrychlení v kloubu, tj. mezi segmenty spojenými vyšetřovaným kloubem, (např. v koleni) při pohybu.</p> <p>K záznamu a změření pohybu kloubu použijte program CMA Coach 6 a připojenou videokameru.</p> <p>Naměřená data zpracujte v programu MS Excel.</p> <p>Porovnejte změnu úhlu, úhlové rychlosti a úhlového zrychlení.</p> <p>Měření a výsledky uveďte do protokolu.</p>
Pomůcky	<p>PC s nainstalovanými programy CMA Coach 6 a MS Excel</p> <p>Videokamera JVC GS-TD1BE, případně webkamera s rychlostí snímkování 25 snímků/sec.</p> <p>Referenční měřítko</p> <p>Proband</p> <p>Reflexní značky</p>
Postup měření	<p>Umístění značek na kyčel, koleno a kotník probanda a spuštění programu CMA Coach 6.</p> <p>Záznam videa webkamerou v programu CMA Coach 6 .</p> <p>Nastavení snímků pro vyhodnocení videosekvence a označení měřených bodů na vyhodnocovaných snímcích v programu CMA Coach 6.</p> <p>Vyhodnocení pohybu z videozáznamu v programu CMA Coach 6 - získání souřadnic měřených bodů a grafu pohybu měřených bodů.</p> <p>Převedení souřadnic měřených bodů z programu CMA Coach 6 do programu MS Excel</p> <p>Vyhodnocení dat v programu MS Excel - získání velikosti úhlu (resp. jeho změny) v kloubu (koleni), určení úhlové rychlosti a úhlového zrychlení ve vyšetřovaném kloubu.</p> <p>Vytvoření grafů velikosti úhlu, určení úhlové rychlosti a úhlového zrychlení.</p> <p>Vytvoření protokolu.</p>

BIOMECHANIKA

Měření pohybu pomocí kamery

Naměřená data	time	P1X	P1Y	P2X	P2Y	P3X	P3Y
	s	m	m	m	m	m	m
	1.266667	0.671979	0.412351	0.671979	0.769721	0.687251	1.22178
1.4	0.681142	0.406242	0.678088	0.766667	0.684197	1.224834	
1.533333	0.671979	0.409296	0.678088	0.772776	0.681142	1.22178	
1.666667	0.671979	0.406242	0.699469	0.77583	0.690306	1.224834	
1.8	0.681142	0.409296	0.717796	0.766667	0.699469	1.218725	
1.933333	0.681142	0.41846	0.754449	0.77583	0.717796	1.218725	
2.066667	0.699469	0.430677	0.797211	0.77583	0.730014	1.224834	
2.2	0.751395	0.41846	0.815538	0.781939	0.745286	1.224834	
2.333333	0.833865	0.412351	0.836919	0.784994	0.751395	1.230943	
2.466667	0.91328	0.409296	0.855246	0.791103	0.760558	1.227889	
2.6	0.989642	0.415405	0.879682	0.784994	0.778885	1.227889	
2.733333	1.053785	0.415405	0.925498	0.778885	0.815538	1.218725	
2.866667	1.05684	0.406242	0.956043	0.766667	0.843028	1.218725	
3	1.087384	0.387915	1.004914	0.757504	0.901063	1.215671	
3.133333	1.096547	0.39097	1.066003	0.757504	0.974369	1.22178	
3.266667	1.108765	0.384861	1.108765	0.751395	1.041567	1.227889	
3.4	1.099602	0.384861	1.130146	0.751395	1.093493	1.240107	
3.533333	1.102656	0.384861	1.151528	0.742231	1.136255	1.233998	
3.666667	1.114874	0.387915	1.191235	0.74834	1.185127	1.237052	
3.8	1.11182	0.397078	1.215671	0.745286	1.203453	1.233998	
3.933333	1.120983	0.406242	1.24927	0.745286	1.243161	1.243161	
4.066667	1.133201	0.406242	1.273706	0.74834	1.288978	1.233998	
4.2	1.136255	0.415405	1.319522	0.745286	1.350067	1.237052	
4.333333	1.1668	0.439841	1.38672	0.760558	1.432537	1.237052	
4.466667	1.215671	0.467331	1.484463	0.757504	1.518062	1.240107	
4.6	1.285923	0.519256	1.591368	0.772776	1.566933	1.237052	

Výsledky	time	úhel v koleni	rozdíl úhlů v koleni	úhlová rychlost v koleni	úhlové zrychlení v koleni
	s	deg	deg	deg/s	deg/(s ²)
	1.266667	1.9349	"----"	"-----"	"-----"
1.4	1.2494	-0.6855	-5.1412	"-----"	
1.533333	0.5731	-0.6763	-5.0726	0.5145	
1.666667	5.4230	4.8499	36.3741	310.8496	
1.8	8.1775	2.7546	20.6593	-117.8609	
1.933333	16.3231	8.1456	61.0918	303.2438	
2.066667	24.3231	8.0000	59.9997	-8.1904	
2.2	19.0212	-5.3019	-39.7642	-748.2293	
2.333333	11.3260	-7.6951	-57.7136	-134.6204	
2.466667	3.5887	-7.7373	-58.0301	-2.3737	
2.6	3.7475	0.1588	1.1909	444.1573	
2.733333	5.4038	1.6563	12.4223	84.2354	
2.866667	1.5880	-3.8158	-28.6185	-307.8060	
3	0.1923	-1.3957	-10.4676	136.1316	
3.133333	6.4012	6.2089	46.5670	427.7596	
3.266667	8.0272	1.6260	12.1950	-257.7899	
3.4	9.0528	1.0256	7.6917	-33.7748	

BIOMECHANIKA

Měření pohybu pomocí kamery

Výsledky

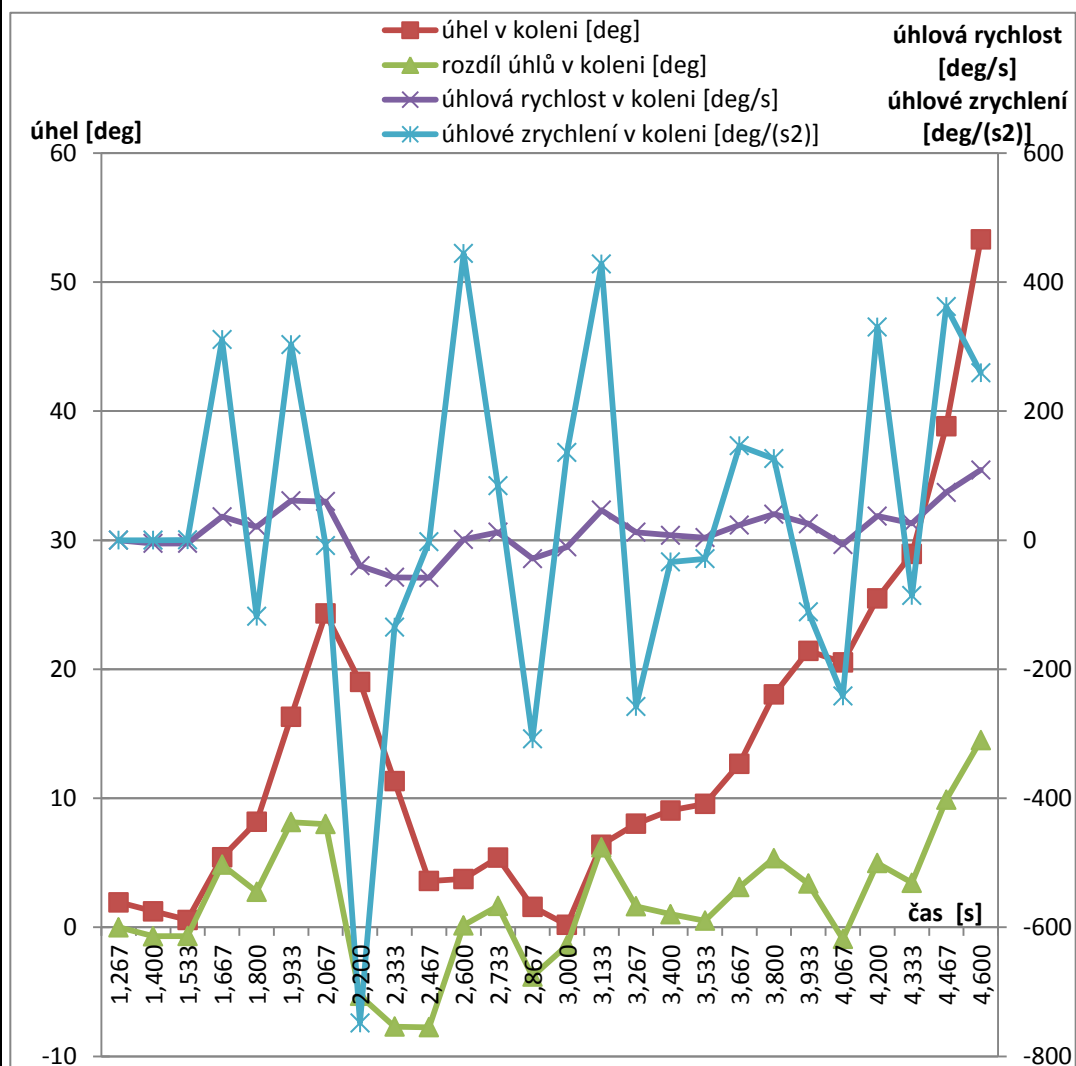
time	úhel v koleni	rozdíl úhlů v koleni	úhlová rychlost v koleni	úhlové zrychlení v koleni
3.533333	9.5658	0.5130	3.8477	-28.8301
3.666667	12.6782	3.1124	23.3429	146.2146
3.8	18.0391	5.3609	40.2065	126.4766
3.933333	21.4285	3.3895	25.4210	-110.8914
4.066667	20.5275	-0.9010	-6.7578	-241.3410
4.2	25.5004	4.9729	37.2970	330.4110
4.333333	28.9467	3.4462	25.8468	-85.8764
4.466667	38.8269	9.8802	74.1018	361.9126
4.6	53.3201	14.4932	108.6991	259.4794

Grafy

Hlavní osa (vlevo) = ve stupních (deg)

Vedlejší sa (vpravo) = ve stupních za sekundu (deg/s)

a ve stupních za sekundu na druhou (deg/s²)



BIOMECHANIKA

Měření pohybu pomocí kamery

Závěr

V úloze byly měřeny ohybové parametry (úhel, změna úhlu, úhlová rychlost a úhlové zrychlení) kolene probanda při chůzi.

Úhel v koleni odpovídá úhlu sevřenému mezi femurem a tibií v sagitální rovině. Odchylka skutečně měřeného úhlu od teoreticky měřeného úhlu (femur vs. tibie) je způsobena zejména nepřesností umístění reflexních značek.

Vyhodnocovaná oblast leží mezi 1,267 s a 4,6 s videozáznamu.

Minimální úhel v koleni $0,19^\circ$ byl naměřen v čase záznamu 3 s,
maximální úhel v koleni $53,32^\circ$ byl naměřen v čase záznamu 4,6 s,
nejnižší hodnota změny úhlu v koleni $-7,74^\circ$ byla naměřena v čase záznamu 2,467 s,
nejvyšší hodnota změny úhlu v koleni $14,49^\circ$ byla naměřena v čase záznamu 4,6 s,
nejnižší hodnota úhlové rychlosti v koleni $-58,03^\circ/\text{s}$ byla naměřena v čase záznamu 2,467 s,
nejvyšší hodnota úhlové rychlosti v koleni $53,32^\circ$ byla naměřena v čase záznamu 4,6 s,
nejnižší hodnota úhlového zrychlení v koleni $-748,23^\circ/\text{s}^2$ byla naměřena v čase záznamu 2,2 s
a nejvyšší hodnota úhlového zrychlení v koleni $444,16^\circ/\text{s}^2$ byla naměřena v čase záznamu 2,6 s.

Naměřené hodnoty jsou v mezích fyziologické chůze.

Použitá lit.

[1] = Kutílek, P., Žižka, A.: Vybrané kapitoly z experimentální biomechaniky. ČVUT v Praze, 2012

[2] = Farkašová, B.: Predikce pohybu dolní končetiny pomocí metod umělé inteligence. Bakalářská práce. ČVUT v Praze FBMI, Kladno, 2010

[3] = Vančová, J.: Modelování a měření pohybu kolenního kloubu. Bakalářská práce. ČVUT v Praze FBMI, Kladno, 2010

[4] = Talácková, L.: Možnosti využití akcelerometrů a kamery ve výuce a klinické praxi. Bakalářská práce. ČVUT v Praze FBMI, Kladno, 2010