



České vysoké učení technické
v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA03/č. 4:

**Měření kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí
akcelerometru**

Metodický pokyn pro vyučující se vzorovým protokolem

Ing. Patrik Kutílek, Ph.D., Ing. Adam Žížka
(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 kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí akcelerometru

Zadání úlohy

- 1) Určete maximální flexi/extenzi částí horní končetiny (lokte a ramene) popř. dolní končetiny pomocí akcelerometrů

Změřte staticky úhel, který svírají 2 segmenty těla, jeden segment zachovává svoji polohu po celé měření, u druhého zjistěte maximální flexi a extenzi.

K záznamu a změření pohybu kloubu použijte program CMA Coach 6 a připojené akcelerometry.

Naměřená data zpracujte v programu MS Excel.

Měření a výsledky uveďte do protokolu.

Pomůcky

PC s nainstalovanými programy CMA Coach 6 a MS Excel

Referenční měřítko

Proband

Akcelerometry, 25g Accelerometer (ACC-BTA) výr. Vernier, 2 ks.

Měřicí jednotka ULAB

Postup vypracování úlohy

Příprava úlohy a měřicího pracoviště: připojení měřicí jednotky ULAB k PC a k akcelerometrům. Na následujících obrázcích jsou akcelerometry s měřicí jednotka ULAB



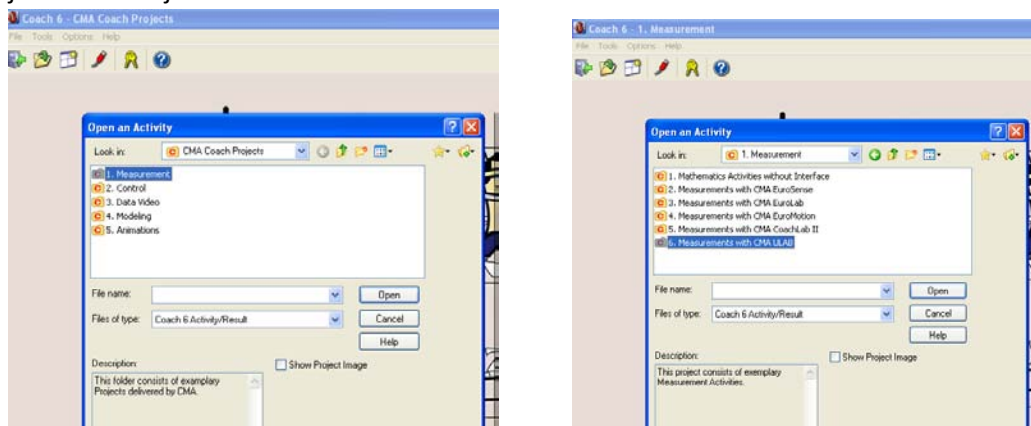
Studenti umístí akcelerometry na probanda (těž studenta). Akcelerometry jsou umístěny na konce (klouby) segmentů, jejichž úhel se vyšetřuje

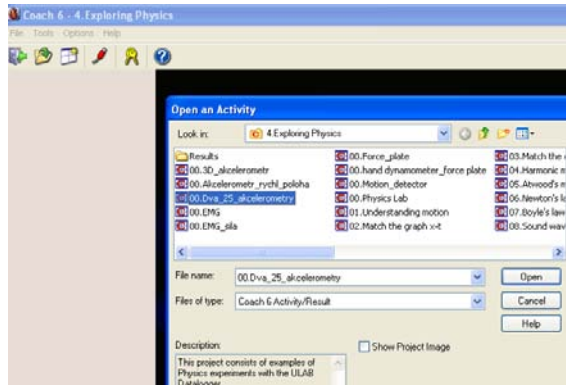
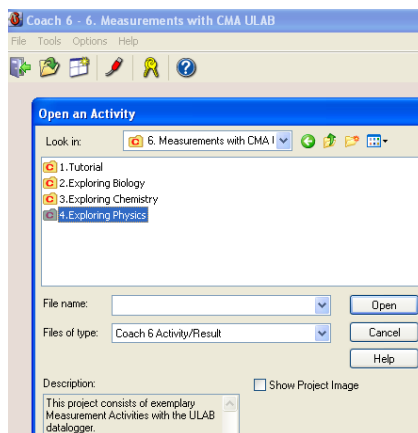
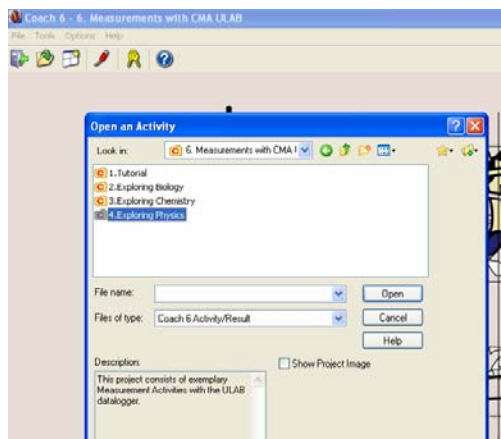
Připevnění akcelerometrů na probanda, místa připevnění akcelerometrů na probandovi jsou na následujících obrázcích:



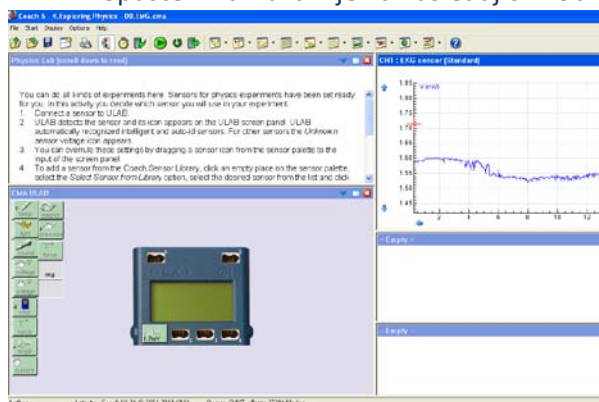
Protože jsou k dispozici pouze 2 ks akcelerometrů, tak nelze vyšetřit vzájemný úhel segmentů těla, pokud jeden ze segmentů není v definované a neměnné poloze k okolí. Čehož lze využít a nadloktí opřít v horizontální poloze.

Posloupnost spuštění programu CMA Coach 6 pro záznam a vyhodnocení pohybu akcelerometry je na následujících obrázcích:

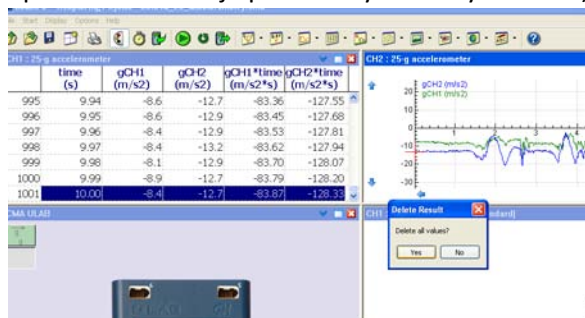
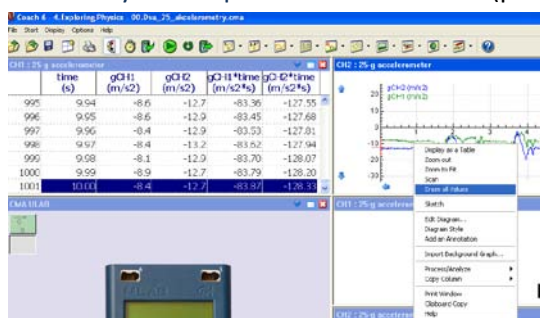




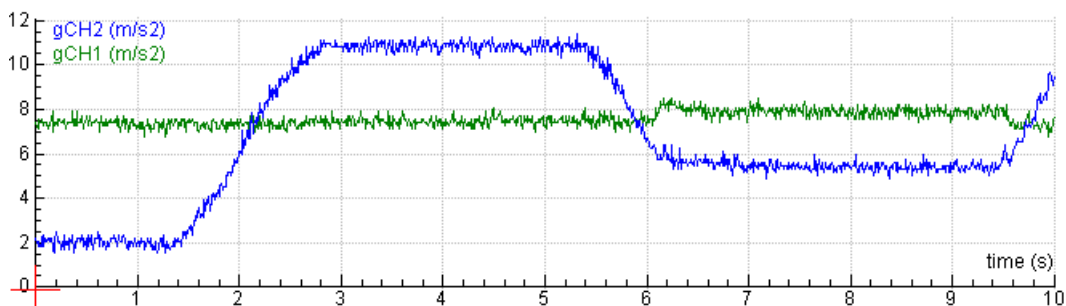
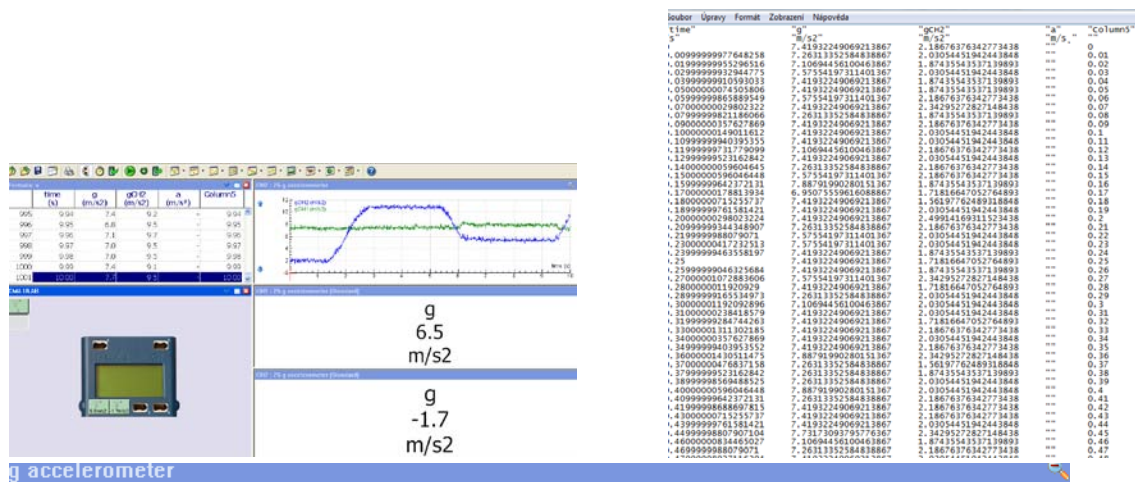
Spuštění nahrávání je na následujícím obrázku, zaznamenávaný pohyb je chůze.



Vymazání předchozího záznamu (před započítím měření je potřeba systém "vynulovat"):



Naměření dat (spuštění měření tlačítkem „Start“), na následujících obrázcích jsou zachycena naměřená data.



Data se měří ve třech pozicích: předloktí i nadloktí v horizontální poloze (1. referenční poloha a zároveň maximální extenze),



předloktí ve vertikální poloze, nadloktí v horizontální poloze (2. referenční poloha),



předloktí v maximální flexi, nadloktí v horizontální poloze.



Ukončení měření, uložení dat a jejich převedení do programu MS Excel k dalšímu zpracování.

Určení úhlů mezi segmenty předloktí a nadloktí pro maximální flexi a extenzi (z vlastností goniometrických funkcí).

Vypracování protokolu.

Použitá lit.

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

BIOMECHANIKA			
Měření kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí akcelerometru			
Měření kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí akcelerometru			

BIOMECHANIKA

Měření kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí akcelerometru

Zadání	1) Určete maximální flexi/extenzi částí horní končetiny (lokte a ramene) popř. dolní končetiny pomocí akcelerometrů Změřte staticky úhel, který svírají 2 segmenty těla, jeden segment zachovává svoji polohu po celé měření, u druhého zjistěte maximální flexi a extenzi. K záznamu a změření pohybu kloubu použijte program CMA Coach 6 a připojené akcelerometry. Naměřená data zpracujte v programu MS Excel. Měření a výsledky uveďte do protokolu.
Pomůcky	PC s nainstalovanými programy CMA Coach 6 a MS Excel Referenční měřítko Měřicí jednotka ULAB Akcelerometry, 25g Accelerometer (ACC-BTA) výr. Vernier, 2 ks. Proband
Postup měření	Umístění akcelerometrů na paži probanda, připojení akcelerometrů k PC přes zařízení ULAB a spuštění programu CMA Coach 6. Záznam dat z akcelerometrů (velikost složky tíhového zrychlení ve směru osy každého akcelerometru) v programu CMA Coach 6 pro všechny předepsané konfigurace paže probanda. Převedení naměřených dat do programu MS Excel a výpočet úhlu maximální flexe a extenze paže probanda. Vytvoření protokolu.

BIOMECHANIKA

Měření kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí akcelerometru

Naměřená data

Akcelerometr 1 -na nadloktí, referenční orientován tak, aby jeho údaj byl = 0 m/s
 $g_{1v1} = g_{1v2} = g_{1v3} = 7.2 \text{ m/s}$ $\Rightarrow$ vysoký "offset" = 7.2 m/s

Akcelerometr 2 -na předloktí, měřící orientován tak, aby jeho 1. referenční údaj (v poloze "1") byl = 0 m/s, a 2. referenční údaj (v poloze "2") byl = 11 m/s
 $g_{2v1} = 2 \text{ m/s}$ $g_{2v2} = 11 \text{ m/s}$ $g_{2v3} = 5,5 \text{ m/s}$

Délky segmentů paže probanda:
 nadloktí = 230 mm, předloktí = 230 mm, (zápěstí = 100 mm).

Úhly segmentů paže probanda v jednotlivých nastavovaných polohách:
 pol. „1“ - 1. ref. poloha, max. extenze, předloktí vs. nadloktí = 180 °,
 pol. „2“ - 2. ref. poloha, předloktí vs. nadloktí = 90 °,
 pol. „3“ - max. flexe, předloktí vs. nadloktí = ? °.

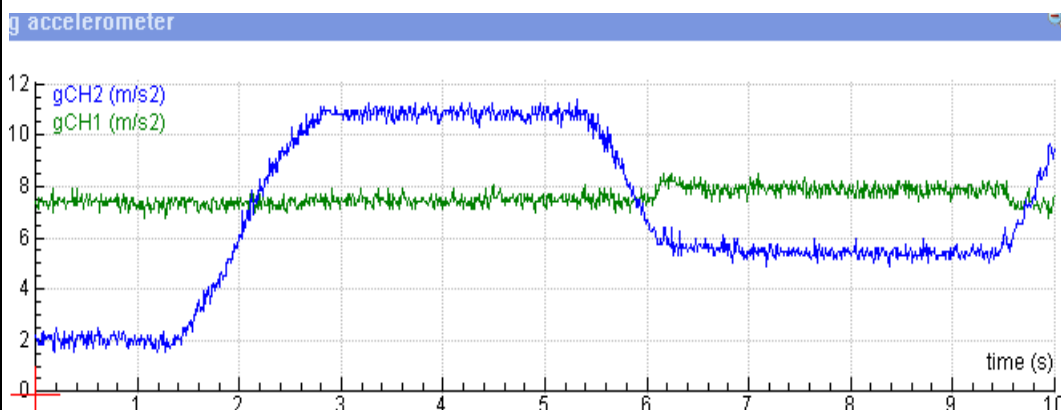
Výsledky

		Akcelerometr 1			Akcelerometr 2		
poloha	vzáj. úhel segmentů	zrychlení	změřeno	bez offsetu	zrychlení	změřeno	bez offsetu
	[°]		[m/s ²]	[m/s ²]		[m/s ²]	[m/s ²]
1	180	g_{1v1}	7.2	0	g_{2v1}	2	0
2	90	g_{1v2}	7.2	0	g_{2v2}	11	9
3	22.88538	g_{1v3}	7.2	0	g_{2v3}	5.5	3.5

Při maximální extenzi je úhel mezi předloktím a nadloktím = 180 °,
 Při maximální flexi je úhel mezi předloktím a nadloktím = 22°53'7.37" .

Grafy

Graf naměřených složek tíhového zrychlení do os obou akcelerometrů



BIOMECHANIKA

Měření kinematiky a dynamiky pohybu končetin pomocí akcelerometru

Závěr

V úloze byla měřena gravitační zrychlení .dvěmi jednoosými akcelerometry, kde náklonem akcelerometru je měřena složka gravitačního zrychlení ve směru osy akcelerometru (mění se s náklonem osy akcelerometru).

Pokud jsou osy obou akcelerometrů rovnoběžné s osami segmentů, ke kterým jsou připevněny, pak sklon akcelerometru .je i sklonem daného segmentu k vertikále. A ze sklonu dvou sousedních segmentů můžeme určit úhel, který tyto segmenty svírají (tj. úhel ve kterém je ohnut kloub, jenž oba segmenty spojuje.

V programu CMA Coach 6 není možné vynulovat oba akcelerometry, mají tedy značný „offset“ s kterým je třeba se vypořádat. Toho bylo dosaženo měřením dvou referenčních poloh (s osou akcelerometru kolmou na směr gravitačního zrychlení a s osou akcelerometru ve směru gravitačního zrychlení.

Zjištění úhlu maximální flexe a extenze v lokti:

Při maximální extenzi je úhel v lokti , tj. mezi předloktím a nadloktím = 180 °.

Při maximální flexi je úhel v lokti , tj. mezi předloktím a nadloktím = 22°53'7.37" .

Použitá lit.

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