PRAKTIKUM Z FYZIKY-TECHNIKY-PŘÍRODY

Úlohy:

- ROBOLAB
- Explorer GLX
- Forenzní biomechanika

Obsah:

| I. Robolab | 3 |
|--------------------------------|----|
| I.1 Komponenty robota | 3 |
| I.2 Robolab | 7 |
| II. Xplorer GLX | 14 |
| III. Praktické úlohy | 28 |
| III. 1 Fyzika v zábavném parku | 28 |
| III. 2 Polohový senzor GPS | 30 |
| III. 3 Goniometr | 32 |
| III. 4 Kalorimetrická měření | 42 |
| III. 5 Interference | 50 |
| IV. Forenzní biomechanika | 52 |

I. ROBOLAB

I.1 Komponenty robota

> Jednočipový mikropočítač

Jednočipový mikropočítač je centrální řídící a komunikační jednotka robota. V systému LEGO Mindstorms je to buď RCX kostka nebo NXT kostka. Mikropočítač umožňuje robotu řešit nezávisle úlohy tím, že ukládá a provádí ty programy, které žák pro něho vytvořil.

RXC je žlutý mikropočítač. Potřebuje 6 tužkových baterií. (AA baterie). Pomocí přenosu infračerveného záření z IR-věže mohou být programy nahrány do RCX. RCX může přijímat signály současně ze tří senzorů a regulovat současně pohon tří motorů. Signály senzorů mohou být kontrolovány a měřeny počítačem.

NXT je šedý programovatelný komponent. Je to 32-bitový mikroprocesor s dobíjecími akumulátory a čtyřmi vstupy a třemi výstupy pro připojení motorů a senzorů. Je k dostání od konce roku 2006.

> Software

Software jsou programy a aplikační data, s jejichž pomocí je provozována elektronická jednotka. Pomocí sledu příkazů, které např. počítač zpracovává se spouští určitá funkčnost (např. zpracování textu nebo pohon motoru).

Software pro NXT a RCX jsou programy složené z ikon a mohou být obsluhovány pomocí metody "drag-and-drop" ("táhni a pust"). Pro RCX a NXT existují různé softwary – přehled povolených softwarů nabízí následující tabulka.

Ve stavebnicích RCX jsou různé verze softwarů, které umožní programování robota.

- ROBOLAB 2.5.4 je k dostání v sadě LEGO Mindstorms Education
- RIS 2.0 v sadě LEGO Mindstorms Consumer
- ROBOLAB 2.9

U RCX se přenáší programy z počítače na robota přes vysílač infračerveného záření.Softwarová sada pro NXT je buď NXT-software nebo ROBOLAB 2.9 a zakládá se na LabView od National Instruments. Stažení programů z počítače na mikropočítač se děje u NXT přes přiložený USB-kabel.

> Senzory

Senzory jsou technické součástky, které mohou zachytit nebo měřit různé vlastnosti okolí. Dostanou podnět a vyšlou signal přes kabel do mikropočítače.

Dotykový senzor: Tento senzor signalizuje robotovi pomocí polohy tlačítka, zda je sepnutý nebo vypnutý. Může např. rozpoznat náraz mezi robotem a nějakou věcí.

Světelný senzor: Tento senzor signalizuje robotovi danou světelnou intenzitu, kterou rozpozná díky své miniaturní čočce. Může rozpoznat barevné změny a světelnou intenzitu.

Otáčkový senzor: U RCX oznamuje tento senzor robotovi, kdy provedla náprava plnou otáčku (16 početních kroků = 1 otáčka). U NXT se měří rotace v sudých číslech (1 otáčka = 360°). Protože u NXT jsou otáčkové senzory již zabudovány v motorech, je použití doplňkových otáčkových senzorů omezeno počtem použitých motorů.

Ultrazvukový senzor: Tento senzor je obsažený jen v sadě NXT a umožňuje robotu " vidět", tím že měří předměty a jejich vzdálenost pomocí zvukových vln.

> Motory

Elektromotory jsou napájeny černým kabelem z mikrokopočítače. Směr, kterým se náprava motoru točí, závisí na tom, jak připevníte konektory černého spojovací elektrického kabelu. Směr motoru může být dodatečně řízen softwarově. V systému NXT má každý motor již otáčkový senzor, což omezuje počet povolených otáčkových senzorů.

Nápravy (hřídele)

Nápravy se používají k převedení přitažlivé síly, tlaku, ohybové síly a točivého momentu, podle toho, co bude využito. Mohou ale také představovat velký zdroj tření. Aby tření bylo co nejmenší, dejte pozor na rovné nasměrování náprav. Dejte také pozor na volnost pohybu, tak, aby se žádný z dílů umístěných na nápravě neotíral o nic, co se nachází v blízkosti nápravy.

> Baterie

Než robota navrhnete, myslete nato, že musí zůstat volný přístup k mikropočítači pro výměnu baterie. Jinak byste museli robota při každé výměně baterie znovu sestavovat. Při výměně baterie u RCX se vyměňuje vždy jen jedna baterie. Pokud byste vyjmuli všechny baterie najednou, ztratí RCX asi po minutě své programy. Pokud budete vyměňovat baterie po jedné, máte na výměnu každé baterie jednu minutu, místo jedné minuty na všech šest baterií. Někteří roboti, zvláště ti, kteří jsou naprogramovaní využívat časový spínač, předvádí s novými bateriemi jiný výkon než se starými. Mějte to během soutěže na paměti a naplánujte si výměnu baterií tak, abyste měli dostatek času upravit vhodně program. Problém s bateriemi u NXT nenastává, protože pracuje s Flash Memory a tím nenestává problém se ztrátou dat při vyjmutí baterií nebo při jejich úplném vybití.

> Diferenciál

Tento stavební dílec umožňuje přenášet točivý moment motoru na dvě nápravy současně, během toho se mohou točit obě nápravy nezávisle na sobě. To je zvlášť užitečné k tomu, aby mohl být pohonný systém tvořen jen jedním motorem, což umožní využít dva motory pro obstarání jiných funkcí.

> Ozubená kola

Ta přenáší točivý moment z jedné nápravy na druhou. Abyste spojili ozubená kola, musí sedět na jedné nápravě nebo být navzájem spojené ozubím. Na základě zdvižné síly může spojení různě velkých ozubených kol točivý moment při přenosu zvětšit nebo zmenšit. Velké ozubené kolo, které na stejné nápravě točí malým, zvýší točivý moment. Velké ozubené kolo, které zabírá do malého, zvýší rychlost.

Hnací kola

Hnací kola plní stejnou funkci jako kola ozubená, síla však není přenášena přes zuby (viz ozubená kola), ale pomocí kabelu, lana, nebo řemene. Hnací kola stavební sady přenáší pohybovou sílu gumovými pásy, díky čemuž se lépe nasazují než kola ozubená. Gumové pásy se natáhnou a Vy tak můžete téměř všude přimontovat poháněcí díl s ohledem na díl poháněný. Může však docházet k prokluzování a většímu tření než u ozubených kol, a mimoto **vzniká nebezpečí jejich přetržení.**

Časový spínač

Vysílá robotovi signály na základě uběhlého času mezi dvěma událostmi. Ačkoli není výslovně označen jako senzor, může být použit podobným způsobem.

Úkoly:

Hlavní problémy:

| \triangleright | Řízení: | Tak se mění směr |
|------------------|------------|------------------------------|
| \triangleright | Pohon: | Tak se mění místo |
| \triangleright | Navigace | Tak se určuje místo |
| \triangleright | Manipulace | Tak se drží a posouvají věci |

Řízení: Řídící systém musí robota dovést k tomu, aby změnil samostatně a cíleně směr pohybu. Schopnost robota sám se otočit závisí na tom, zda se může nezávisle na sobě pohybovat levá a pravá strana. Velmi jednoduchý řídící systém je pohonný systém, který popohání nezávisle na sobě levou a pravou stranu robota. Robot je tímto řídícím systémem přiváděn k tomu, aby se sám otáčel kolem své osy tím, že je mu vyslán programový příkaz na jeden z obou motorů.

Zde jsou některé příklady řídících systémů:

- V případě buldozéra nebo tanku je otáčivý moment motoru přenášen jen na jeden z obou pásů (řetězů). Pásy (řetězy) se pohybují a vozidlo se otáčí kolem své osy.
- Všechna čtyři kola auta se otáčí nezávisle na sobě.
- Nákupní vozíky mají dvě řídící kola a všechna čtyři kola se otáčí nezávisle na sobě.
- Žebřinové vozy a kočáry mají otočnou přední nápravu a všechna čtyři kola se otáčí nezávisle na sobě.
- U skateboardů jsou otočné obě nápravy a všechna čtyři kola se otáčí nezávisle na sobě.

Pohon: Pohon umožňuje pohyb robota.

Všimněme si např. jak při pohybu na Vašem jízdním kole využíváte přeměny síly vzniklé pohybem dolů nohou na pohyb vpřed:

- Vaše noha tlačí pedál, který je zase spojen s koncem kliky.
- Klika vykonává otáčivý moment řetězového ozubeného kola.
- Zuby řetězového ozubeného kola táhnou řetěz.
- Řetěz táhne zuby řetězového ozubeného kolečka na popoháněném kolu.
- Poháněné řetězové ozubené kolo přenáší otáčivý moment na hlavu kola, špice, ráfky a konečně na pneumatiku.
- Pneumatika je tlačena dozadu k zemi.
- Síla tlačí vaše kolo dopředu, jede.

Většina robotů FIRST LEGO League je poháněna koly a nápravami, které jsou spojeny ozubenými koly, hnacími koly a hřídelemi a konečně motorem.

Výkon hnacího systému závisí většinou na tom, jak velké je tření. Tření může způsobit nepředvídatelné chování, zpomalí robota, vyplýtvá výkon baterií a přispívá k opotřebení dílů.

Navigace: Navigační systém robota musí být schopen robota informovat, kde je a předávat dál odpovídající příkazy na řízení a pohon robota. Navigační systém robota se skládá ze senzorů, RCX a programů, které vytvoříte.

Manipulace: Manipulátor je účelné spojení dílů, které jsou navrženy k tomu, aby držely a pohybovaly věcmi. Na rozdíl od řízení a pohonu není tento aspekt robotiky mnoha lidem z praxe známý, kromě slavné "Robotovy paže".

Hrací stůl FLL má rozměry 1,20 x 2,40m. Hrací plocha má rozměry 237 cm x 115 cm. Hrací plochu můžete položit na rovnou podlahu nebo na hrací stůl FLL, který si sami vyrobíte. Tento stůl musí odpovídat rozměrům hrací plochy (237cm x 115cm) a hrací plocha musí být černě ohraničena.



Další úlohy: měření počtu ptáček motoru, měření úhlo pootočení, využití fotodiody – fotobuňka, počítadlo osob, které procházejí dveřmi, počítadlo mincíi/, modely strojů a zařízení (např. auto, lanovka, třídící pás, kombajn, buldozér, hlásič požáru, robot, vrtulník).

Webové stránky FIRST LEGO League: www.hands-on-technology.de/firstlegoleague

I. 2 ROBOLAB

ROBOLAB je ikonografický software, který je školskou verzí nástroje řízení a měření LabVIEW[™] od National Instruments. V nižší úrovni umožňuje přímé řízení a programování modelů (s autonomním mikropočítačem) k inteligentnímu chování v interakci s prostředím. Ve vyšší úrovni lze inteligentní chování rozšířit o senzorická měření fyzikálních veličin a jejich ukládání do mikropočítače. Naměřená data se průběžně, nebo následně, přenáší na počítač. Řízení a měření můžeme provádět i prostřednictvím sítě Internet. Ve virtuální laboratoři softwaru pak data zobrazujeme, vyhodnocujeme a provádíme s nimi matematické operace. Software také podporuje tvorbu dokumentace a její prezentaci. Vytvářet můžeme textovou i obrazovou dokumentaci, vkládat grafy, programy, operace. Nechybí jednoduchý prezentační program a nástroj převodu do formátu HTML. Vše v jednom a s možností pracovat v úrovni odpovídající dovednostem uživatele. Členění softwaru do úrovní dovoluje uplatnění programu od vyšších tříd 1. stupně ZŠ až po práci studentů v laboratořích středních škol.





Připojování motorů a lamp

Motory a lampy připojujeme k NXT kostce tak, že jeden konec vodiče připojíme k motoru či lampě a druhý konec do některého ze vstupních portů A,B anebo C.

Přenášení a stahování

USB port a bezdrátové spojení Bluetooth jsou dva druhy spojení pro přenos a stahování dat mezi počítačem a NXT kostkou. V případě, že je aktivované bezdrátové spojení Buetooth, nepotřebujete k přenosu dat USB kabel. Pokud váš počítač není vybaven technologií Bluetooth musíte pro spojení počítač – NXT kostka použít USB kabel.

Připojování senzorů

Jeden konec vodiče připojíme k senzoru a druhý připojíme do některého ze vstupních portů 1,2,3 anebo 4.



Dotykový senzor



Dotykový senzor je možné přidat do NXT modelu a programovat chování modelu tak, aby reagoval na stav stlačení či uvolnění (zapnuto – vypnuto).



Zvukový senzor detekuje intenzitu zvuku v decibelech (dB) od jemných a tichých zvuků až po zvuky hlasité. Zvukový senzor pracuje jak s dB, tak s dBA: dB – všechny snímané zvuky včetně vysokých anebo

nízkých frekvencí, které lidské ucho neslyší. dBA – pouze zvuky, slyšitelné lidským uchem. Zvukový senzor měří akustický tlak do úrovně přibližně 90 dB, což odpovídá hluku běžící sekačky na trávu. Údaje o zvuku, který je načítán, jsou LEGO® MINDSTORMS® NXT zobrazovány v procentech tohoto rozsahu. Pro příklad uvádíme: 4-5% odpovídá tichu v obývacím pokuji, 5-10% odpovídá vzdálenému hovoru, 10-30% je hovor v blízkosti senzoru, 30-100% odpovídá hlučnosti v prostředí s hlasitou hudbou. Tyto rozsahy odpovídají zvukům ve vzdálenosti 1 m od senzoru.

Světelný senzor je jedním ze dvou senzorů, které robotu umožňují vidění. Světelný senzor umožňuje robotu rozlišit světlo a tmu. Dokáže poznat intenzitu světla v místnosti a změřit intenzitu světla barevných povrchů.



Toto vidí vaše oči.

Toto vidí robot prostřednictvím světelného senzoru.

Ultrazvukový senzor umožňuje robotu vidět, hledat předměty, vyhýbat se překážkám, měřit vzdálenost a zaznamenávat pohyb. Ultrazvukový senzor využívá stejných vědeckých principů jako netopýři: měří vzdálenost na základě výpočtu doby, během níž dorazí k předmětu zvuková vlna a znovu se vrátí - stejně jako ozvěna. Ultrazvukový senzor měří vzdálenost v centimetrech i palcích a zobrazuje ji na displeji. Dokáže změřit vzdálenost od 0 do 255 cm s přesností +/- 3 cm. Nejlépe se získávají data o předmětech velkých rozměrů. Předměty vyrobené z měkkých materiálů a zaoblených tvarů (např. míče) nebo předměty, které jsou příliš tenké nebo malé, hledá senzor obtížněji.



Pohyb robota umožňují tři servomotory. Pokud ve svém softwarovém programu zvolíte možnost "Move block" (příkaz pro pohyb), dojde k automatické synchronizaci dvou motorů, takže se váš robot začne pohybovat rovně.

Vestavěný rotační senzor

Každý motor má vestavěný rotační senzor, což umožňuje přesnější ovládání robota. Rotační senzor měří otáčení motoru ve stupních nebo celkové otáčení (s přesností +/- jeden stupeň). Jedno otočení odpovídá 360 stupňům, takže pokud nastavíte motor na otočení o 180 stupňů, provede jeho hřídel půl otáčky.

Software

LEGO Education a National Instruments společně vytvořili LEGO® MINDSTORMS® Education NXT software. Založen je na intuitivní práci v ikonografickém prostředí, vhodném jak pro úplné začátečníky tak pro experty na programování. LEGO MINDSTORMS Education software je optimalizovanou verzí profesionálního grafického programovacího nástroje LabVIEW[™] (od National Instruments), který je používán techniky a vědci celého světa k návrhům, konstrukcím a ovládání produktů jako jsou MP3 přehrávače, DVD přehrávače, mobilní telefony, bezpečnostní air bag v autech aj.



Programovací paleta

Paleta programování obsahuje všechny programovací příkazy, které budete k vytvoření svých programů potřebovat. Každý programovací příkaz určuje, jak se bude robot chovat či reagovat. Sestavením příkazů do pořadí můžete vytvořit programy, které vašeho robota oživí. Každý programovací příkaz obsahuje konfigurační panel, který vám umožní upravit nastavení příkazu na specifické činnosti, které si zvolíte. Jakmile je příkaz zvolen na pracovní ploše, zobrazí se jeho konfigurační panel ve spodní části obrazovky. Změnou parametrů na každém konfiguračním panelu můžete změnit reagování na jednotlivé příkazy. Pokud například chcete, aby se robot pohyboval rychleji, můžete změnit výkonnost (Power property) na konfiguračním panelu příkazu pohybu (Move).

Konfigura ční panel (The configuration panel)

Panel řízení (Controller)

Pět tlačítek panelu řízení vám umožní komunikaci mezi počítačem mikropočítačem NXT LEGO kostkou. Tlačítko "NXT window" poskytne přístup k paměti NXT a nastavení komunikace. Tlačítko "Download" umožní přenos programů do NXT kostky. Po uskutečnění přenosu můžete program spustit tlačítky na NXT kostce.

Tlačítko "Download and run selected" stahuje a spouští jen část vašeho programového kódu (např. jeden příkaz nebo několik příkazů). Zvolte příkazy, které chcete testovat, a klikněte na tlačítko "Download and run selected".

Poté uvidíte, jak se malá část vašeho programu zobrazí na NXT bez nutnosti stažení celého programu. Tlačítko Stop zastaví běžící program. Tlačítko přenosu programu do NXT kostky a jeho následného spuštění.

| 500 | Port: | O A Ø B | GC | Dower: | | - 25 |
|-----|-------------|---------|------|--------------------|-----------|-------------|
| | Direction: | 0 🔿 0 🭕 | . 09 | Duration: | 1 | Rotations 💽 |
| 0 A | 💮 Steering: | C 💌 | 1 | B 💽 😽 Next Action: | 💿 🔰 Brake | O D Coast |



Po spuštění programu se bude robot pohybovat rovnoměrným přímočarým pohybem proti překážce (stěně), dokud nedosáhne vzdálenosti 25 cm od stěny. Údaje o vzdálenosti a čase budou zaznamenávány do souboru dat s názvem "datalog".

Úloha: Závislost dráhy přímočarého pohybu na čase

Zadání: sestavte programy záznamu dat času a dráhy přímočarého pohybu základního modelu robota. Robot se bude pohybovat ze vzdálenosti cca 1m proti stěně a zastaví se ve vzdálenosti 0,25 m od stěny. Úlohu zpracujte pro pohyb rovnoměrný, rovnoměrně zrychlený, rovnoměrně zpomalený a nerovnoměrný. Naměřená data importujte do tabulkového procesoru Microsoft Excel. U všech druhů pohybů zpracujte tabulky v jednotkách SI a grafy závislosti dráhy pohybu na čase.

Řešení

Vyobrazení a popis programů

Splnění úlohy vyžaduje vytvoření čtyř samostatných programů, které pojmenujeme: "rovnomerny, zrychleny, zpomaleny, nerovnomerny". Každý program bude pracovat ve dvou paralelních řetězcích (podle kapitoly 5), z nichž jeden bude zabezpečovat obslužnost programu včetně měření s ukládáním dat a druhý pohyb robota.

Část programu obsluhy a záznamu dat bude pro všechny úlohy stejná, měnit budeme pouze název souboru dat.

Příklad programu obsluhy a záznamu dat:

Pro každou úlohu je třeba pojmenovat soubor dat ukládaných do interní paměti NXT kostky. Doporučujeme zvolit názvy programů podle druhů pohybů: "rovnomerny, zrychleny, zpomaleny, nerovnomerny".

Část programu určující pohyb modelu bude pro každou úlohu jiná, podle druhu pohybu.

Programy získáte na adrese: www.eduxe.cz/download

Příklad programu obsluhy a záznamu dat:



Příklady programů pohybu:



Měření a záznam dat

Program přeneste do NXT kostky. Základní model robota dejte cca 100 cm od stěny. Spusťte program. Robot pojede proti stěně a bude zaznamenávat čas a vzdálenost dokud nedosáhne vzdálenosti 25 cm od stěny. Zde se zastaví, záznam dat se ukončí. Postup opakujte pro každý druh pohybu.

Naměřená data přeneste do počítače a importujte do Microsoft Excel. Zde naměřená data zpracujte.



ROBOLAB na škole

Stavebnice Robolabu lze využít v předmětech informatika (povinný i povinně volitelný předmět), pracovní činnosti a fyzika. Pracovní činnosti v 9. třídách jsou zaměřené na dizajn a konstruování, výuka tam proto z velké části probíhá právě s použitím systému Robolab. V předmětu informatika je systém Robolab vynikající pomůckou pro výuku základů algoritmizace a programování. Programování provádíme v programovacím prostředí LabView, v současnosti zavádíme programovací prostředí Microsoft Robotics Studio. Ve fyzice využíváme Robolabu pro senzorická měření a následné vyhodnocení naměřených fyzikálních veličin. Využití je hlavně v mechanice (rychlost, čas, dráha) a v termodynamice (teplo).

Příklady úloh: měření rychlosti pohybu tělesa, konstrukce grafu závislosti dráhy na čase, měření vlhkosti, měření slunečního svitu, měření teploty vzduchu, měření atmosférického tlaku, měření elektrického napětí, elektromotor, fotobuňka, přeměny energie (generátor, žárovka), intenzita zvuku.

II. Xplorer GLX



Rychlý start

První práce s GLX je snadná - jednoduše připojte AC adaptér, připojte jeden z dodávaných senzorů a sbírejte data. Na příkladu níže zapojíte GLX a budete sbírat teplotní data.

Připojení AC adaptéru

Zapojte AC adaptér do zdířky napájení na pravé straně GLX a připojte k síti. Jakmile připojíte AC adaptér, GLX se zapne automaticky.

Při prvním zapojení přístroj nechte zapojen přes noc (nejméně 14 hodin), aby se plně dobila baterie.

Jestliže je baterie dobitá, můžete GLX používat bez adaptéru. K zapnutí přístroje použijte tlačítko ¤ v dolním pravém rohu a držte je stisknuté asi 1 vteřinu.

Připojení senzoru

Připojte teplotní čidlo do zdířky na levé straně přístroje.

Ve většině případů se graf průběhu teplot zobrazí na displeji automaticky. Osy grafu jsou "Teplota (°C)" a "Čas (s).

Sběr dat

Stiskněte 🕨

GLX nyní automaticky nahrává a zobrazuje údaje z čidla. K automatickému zobrazení měřítka stiskněte F1.

Držte konec čidla v dlani a pozorujte jak je průběh teplot zobrazován na displeji.

Nahrávání zastavíte opětovným stisknutím tlačítka 🕨

Právě máte nahraný a zobrazený průběh teplot. K nahrání dalšího průběhu opět stiskni tlačítko \triangleright .

Přehled GLX

Předchozí příklad reprezentuje pouze malou část schopností GLX. Tento přehled vám ukáže některá nastavení, která připraví GLX pro provoz.

Nastavení

Přívod napětí. Kdykoli je to možné používejte AC adaptér pro napájení. Pro maximální pracovní dobu baterie, první nabití má být nejméně 14 hodin, nebo do indikace plného nabití. Při plném nabití je "indikátor baterie" celý šedý.

Zapnutí. Napájení probíhá automaticky po připojení adaptéru. Jestliže chcete přístroj zapnout na bateriový pohon nebo když je adaptér připojen, stiskněte a držte 1 vteřinu tlačítko zapnutí.

Obecně je přístroj nastaven na nový datový soubor, nicméně, jestliže je v nastavení Startovací akce zapnuto Otevři poslední experiment, GLX otevře poslední uložený soubor.

Podsvícení. K zapnutí podsvícení stiskni a drž tlačítko \triangle a zároveň stiskni \Box . Podsvícení a další aspekty GLX mohou být regulovány při nastavení displeje.

Kontrast displeje. Existuje 21 úrovní kontrastu. Stiskněte a držte tlačítko △, pomocí tlačítek šipky nastavíte požadovanou úroveň kontrastu.

Jazyk. Z výroby je nastavena angličtina. Jestliže chcete změnit operační jazyk, proveďte změnu v "Nastavení displeje".

Pasport senzorů. Připojení 4 senzorů na hlavní port na čele přístroje. V některých případech GLX automaticky zobrazí graf nebo další údaje když připojíte čidlo.

Teplotní čidla. Připojení čidel s rychlou odezvou nebo jiných PASCO teplotních čidel do dvou konektorů na levé straně GLX. Rozsah měření od -10 do +70 °C s čidly s rychlou odezvou, nebo od -10 do +135 °C s nerezovými čidly.

Čidlo napětí. Připojení dodaného čidla napětí na levé straně GLX. Čidlo měří napětí mezi -10 a +10 V. Čidlo smí být připojeno ke zdroji napětí jen když je již zapojeno do GLX. Nepřipojujte k GLX čidlo pod napětím. Odpojte zdroj napětí před opojením čidla.

Zvukový senzor. Konfiguraci mikrofonu jako zvukového čidla provedete společným stisknutím tlačítek \triangle a F4. Následným stisknutím F3 otevřete Mikrofon menu. Zde vyberete Zvukový senzor k nahrání zvukových vln, nebo Zvukovou úroveň k měření hladiny hluku v decibelech.

Počítač. Jestliže budete GLX používat s počítačem, propojte jej pomocí dodávaného USB kabelu.

Myš. Jestliže budete používat volitelnou myš (PS-2539), připojte ji k USB portu na pravé straně GLX.

Užití myši je pohodlné, ale není nezbytné, vše můžete ovládat také pomocí klávesnice GLX. Nový uživatel často shledává ovládání s myší snadnější. Pokročilý uživatel je s použitím klávesnice obvykle rychlejší.

Klávesnice. Máte-li v plánu psát hodně textu, připojte USB klávesnici (PS-2541) k portu na pravé straně GLX.

K současnému připojení myši a klávesnice užijte volitelný vnější kabel PS-2536.

Výstup signálu. Máte-li k dispozici sluchátka nebo stereo reproduktory a chcete je užít jako zvukový výstup, připojte je do příslušného portu. Optimalizaci GLX proveďte dle menu "Výstup".

USB záloha. USB flashku můžete připojit přes USB port pro zálohování dat.

Přesun GLX na GLX. Máte-li dva přístroje, můžete přesouvat mezi nimi soubory pomocí propojovacího kabelu.

Vypínání

Ruční vypínání

GLX vypnete stisknutím a držením tlačítka Vypnutí/Zapnutí po dobu 1 vteřiny. GLX vás vyzve k uložení dat a postupu měření před vypnutím. Stiskněte F1 pro uložení, F2 pro vypnutí bez uložení nebo F3 pokud nechcete přístroj vypnout.

Pokud podržíte tlačítko déle než 5 vteřin, GLX se vypne bez uložení.

GLX nesmíte vypínat pokud jsou dobíjeny baterie, jestliže to zkusíte, objeví se hlášení, že baterie jsou nabíjeny. Po plném nabití baterií se GLX po 60 minutách nečinnosti automaticky sám vypne.

Automatické vypínání

Časové automatické vypínání. Jestliže je GLX zapnuto na bateriový provoz, po určité době nečinnosti (nastaveno 5 minut) automaticky uloží data a vypne se. Lze nastavit čas vypnutí.

Jestliže GLX běží s pomocí AC adapteru a baterie je dobitá, vypne se po 60 minutách nečinnosti.

GLX vás bude varovat asi 30 vteřin před vypnutím. Pokud toto hlášení spatříte, potvrďte vypnutí stačením F1 nebo stiskněte F2 a GLX bude pokračovat v práci.

Bateriové automatické vypínání. GLX se také automaticky vypne a uloží data, když napětí v baterii klesne pod kritickou mez. Připojte AC adapter a dobijte baterie.

Automatické ukládání dat. Těsně před vypnutím provede GLX zálohování dat. Jestliže jsou soubory již pojmenované, uloží je pod jejich jménem. Jestliže nejsou, uloží je jako neoznačené.

Obnovení po automatickém vypnutí. Stiskněte tlačítko Vyp/Zap po dobu 1 vteřiny. Jestli se uložená data neotevřou automaticky, běžte do menu Datové Soubory a otevřete soubor.

Máte-li nastaveno "Otevřít posledně uložený soubor", soubor se automaticky otevře po zapnutí přístroje.

Režim spánku mezi odečítáním. Je-li GLX v bateriovém provozu a odečítání dat probíhá po pauze 30 vteřin a delší, můžete nastavit spánek mezi odečítáním. V tomto stavu bliká zelená kontrolka každé 2 vteřiny a ostatní funkce jsou vypnuty. Když nastane čas zápisu, přístroj provede měření a zápis a zase usne. Pro probuzení stiskněte jakékoli tlačítko.

Nahrávání

Máte-li připojený jeden nebo více senzorů, stisknutím ►zahájíte sběr dat. Data jsou sbírána současně ze všech zapojených senzorů. Opětovným stisknutím ► je záznam dat ukončen. Sticky start – držte tlačítko ► alespoň 5 sekund, uslyšíte 3 pípnutí a uvidíte symbol Sticky start (zámek). Záznam dat bude pokračovat po stisknutí ►, pro ukončení měření je třeba opět stisknout a držet ►, dokud neslušíme zase 3 pípnutí. Záznam je ukončen po stisknutí ►.

Úvodní obrazovka



Pro návrat na tuto obrazovku stačí stisknout △. Má 3 sekce – hlavní ikony, spodní řada a horní složka.

Hlavní ikony – najedeme na ně pomocí šipek a volbu provedeme pomocí .

Data Files – zde jsou uloženy výsledky měření a lze s nimi pracovat.

Digits – zobrazení načítaných dat. Informace obsahuje jednotku a zdroj. Stisknutím F1, F2, F3 nebo F4 lze zobrazení rozdělit na 2, 4, 6 nebo 8 segmentů.

Meter – simuluje analogové měřidlo ručičkou, která zobrazuje hodnotu měřené veličiny. Zvolíme zdroj dat (data ze senzoru), zvolíme jednotky (Units). Stisknutím F1 zapneme automatické nastavení stupnice. Pokud GLX zaznamenává data, stupnice se upravuje podle největší a nejmenší měřené hodnoty. Stisknutím F4 volíme tisk.

Stopky – GLX lze použít jako skutečné stopky. Start a zastavení stopek je přes klávesnici GLX, senzory nejsou potřeba.

Timing – slouží k nastavení optické závory a dalším snímačů.

Settings – změna jména, času data, dobu automatického vypnutí atd.

Output – kontrola výstupu signálu přes zabudovaný reproduktor, sluchátka apod.



OUTPUT

Output obrazovka je rozdělena do tří částí – Settings, Left Output Channel, Right Output Channel. V každé části jsou 3 kontroly, takže celkem je jich 9. Jeden z možností je vždy aktivní. Posun je možný pomocí šipek.. Stiskem \Box potvrdíme vybranou volbu. Objeví-li se kursor, vložte požadované hodnoty a potvrďte \Box . Objem, frekvence a fáze může být upravena pomocí + a -.

Funkční klávesy:

F1 – zapnutí/vypnutí levého kanálu, F3 pravého kanálu

Je-li vybrána frekvence, stiskem F2 nebo F4 pro zadání kroku pro daný kanál. Otevře se menu, kde zvolíme z nabídky, nebo volíme Custom Step a zadáme vlastní hodnotu. Step size určuje množství (hodnotu) o kterou se frekvence změní při stisku + nebo -, x nebo /.

Output Device – volíme Output Kontrol a potvrdíme \Box volbu výstupního zařízení. Můžeme použít sluchátka, vnitřní reproduktor (není-li připojen žádné zařízení), externí reproduktor. Volume -nastavení hlasitosti.

Levý a pravý výstupní kanál

Vlna – volba typu sin, square, pilovitý (ramp), trojúhelník (triangle).

Frequency – nastavení je možné mezi 240 Hz a 5000 Hz pro vnitřní reproduktor, 60-5000 Hz pro vnější reproduktory nebo sluchátka.

Phase – nastavení fáze mezi -360° a 360°.

Notes – textové komentáře k experimentům

Graph – grafické zobrazení měřených dat

<u>Aktivní klávesy</u>: F1 autoscale – automatické zobrazení, F2 Scale/Move – jeden stisk Scale (pohyb grafu), Move – 2.stisk, Ve Scale modu levá a pravá šipka stáhne a roztáhne graf v horizontálním směru, šipka nahoru a dolů graf roztáhne a smrští směrem vertikálním. V Move modu pomocí šipek grafem pohybujeme.

Do normálního modu se vrátíme stisknutím Esc. Do normálního modu se graf vrátí i v případě, že delší dobu s grafem nepracujeme.

F3 Tools menu – získání numerických informací z grafu, zobrazení plochy pod grafem, výběr oblasti grafu apod. Smart tool indikace souřadnic, pomocí šipek se lze v grafu pohybovat. Delta tool – v grafu se objeví znak trojúhelníka a kolečka, mezi nimi spojnice, které určí změnu x-ové a y-ové souřadnice. Trojúhelníček označuje aktivní roh.

Slope tool – zjištění směrnice ke grafu v daném bodě.

Statistics – zobrazení minima, maxima, střední hodnoty, standardní odchylky v oblasti zájmu.





Linear fit – je vyhledána nejlepší lineární aproximace a pro vybranou oblast grafu. Střední odchylka, a střední kvadratická odchylka jsou zobrazeny v záhlaví grafu.



Linear Fit

Area tool – vyznačení plochy mezi daty a osou x. Plocha pro data pod osou x je měřena jako záporná. Obsah plochy je vyznačen v dolní části obrazovky.

Derivative – průběh funkce, využívá se zejména při experimentech titrace, kde je třeba znát hodnotu největší změny.

Trigger – jak GLX shromažďuje data. Má dva parametry – triger edge – může být rostoucí nebo klesající, triger level – znamená hranici, která musí být překročena. Např. v závislosti napětí na čase, je-li triger edge zadán jako rostoucí a triger level 5 V, začne sběr dat až je překročena hodnota napětí 5 V. Trigger lze použít v normálním grafickém modu pro

zahájení souvislého měření nebo ve Scope mode v opakovaném měření. V obou modech musí být čas zadáván na vodorovné ose.

Triger Settings – pomocí šipek volíme triger enabled a stiskneme \Box pro volbu triggeru. Dále volíme další možnosti a potvrzujeme \Box . Pro uložení všech změn je třeba stisknout F1, při stisknutí F2 je zrušíme.

Zoom – vybereme oblast grafu a zvětšíme. Stiskneme 🗆 po volbě hranice.



When the cursors swap places, the signs of ΔX and ΔY change

Swap cursors – při volbě se vymění aktivní a neaktivní kurzory a dovolí pohyb předtím stacionárního rohu v Delta tools. Cesta k swap bez otevření menu – držet Esc, stisknout \Box , pak uvolnit obě klávesy.

Toggle Active Data – objeví se v případě, že graf je v jednom ze dvou datových set modů. Volba přesunem od jedné skupiny dat ke druhé. Přímá volba bez otevření menu: držet Esc a stisknout \Box .

Výpočty na základě lineární aproximace (Create Calculation from Liner Fit) – objeví se v případě lineární aproximace. Volíme v případě automatického výpočtu rovnice na základě sklonu nejlepší aproximace. Je-li rovnice tvaru y = m x + b, potom m je sklon, b je úsek na přímce y, potom výpočet bude mít tvar x = (1/m)y - b/m. Tento výpočet se objeví v kalkulačce a ve zdroji dat se jménem Linear Fit Cal.

F4 Graphs menu

Práce s grafem – nákres grafu, dvou grafů současně atd.

Data Cursor - zapnutí a vypnutí datového kursoru a souřadnic grafu

Connected Lines - zapnutí a vypnutí spojnice naměřených bodů

Scope Mode – z GLX vytvoříme osciloskop – zobrazení dat se cyklicky opakuje, určující je časová osa. Zapneme-li tento mod, graph se automaticky přepne na vzorkování 30 ms a zapně Trigger. Upravuje i data ze senzoru, zaznamenává asi 500 bodů (nebo tolik, kolik je

možné) v každém cyklu. Pokud změníme časovou osu, GLX automaticky upraví vzorkování.

Pokud běží Scope Mode při, můžete měnit stupnici grafu pomocí F1 Autoscale, F2 Scale/Move)a můžete měnit Trigger pomocí šipek. K zastavení záznamu dat stiskněte ►. GLX uloží poslední zaznamenaná data jako Run #1 (2,3,...). Můžete použít také Trigger's Stop Condition.



Statistics mode

Two Measurements – dvě sady dat jsou zobrazeny současně v jednom grafu. Zdroj dat prvního měření je zobrazen na levé straně, druhé měření je zobrazeno vpravo. Pro změnu čísla běhu dat, vyberte příslušný set dat. Jedno měření je zobrazeno černě, druhé šedě. Měření černé jsou aktivní data. Aktivování druhého měření provedeme pomocí držení Esc a stisknutím \Box .

Datový kursor se objevuje u aktivních dat. Volbou operace z Tools menu pracujeme s aktivními daty. Když stiskneme F2 pro skálování nebo pohyb vertikální, mění se jen aktivní data. Ale pohyb grafu horizontálně nebo změna horizontální stuopnice se projeví u obou sad.

Two Runs – dva běhy z jednoho zdroje dat.V grafu se objeví druhý běh, jméno se zobrazí v pravém horním rohu. Jeden běh je zobrazen černě, druhý šedě. Černý běh jsou aktivní data. Přesun aktivity na druhý běh pomocí $Esc + \Box$. Oba běhy využívají stejné souřadnice.

Two Graphs - současné zobrazení dvou grafů. Jedeno měření je černé, jedno šedé.

New Graph Page – GLX disponuje neomezeným počtem grafických stránek. Zviditelnění grafu je volbou z menu. Posun v seznamu grafů je pomocí šipek. Stiskem Print lze tisknou jednu nebo více stránek grafu.

Delete Graph Page - touto volbou se vymaže právě zobrazený graf.

Data Annotation

Umožňuje přidat poznámky ke grafu. Lze je psát i během sběru dat. Poznámka (označena symbolem vlajky) může obsahovat text, audio záznam vašeho hlasu, obojí. Lze požít dva způsoby záznamu: Stisknutí vlajky vložíme poznámku k danému místu bez textu nebo

zvuku, ten lze na toto místo doplnit později. Nebo stisknout a držet vlajku a začít mluvit, zaznamenat zvukovou zprávu. Pokud ukončíte mluvení, pusťte klávesu vlajka. V obou případe musí být aktivní Data Cursor.

Aby Data Cursor skočil přímo na poznámku, držte Esc a stiskněte šipky. Esc + levá (pravá) šipka – kurzor přeskočí k další viditelné poznámce v daném směru. Esc+ nahoru (dolů) – kurzor přeskočí k první (poslední) viditelné poznámce. Pokud je kurzor na poznámce, ihned se začne přehrávat záznam a objeví se text.



A note with the Data Cursor positioned on it

Annotation Menu - změna vlastností poznámek. Data Cursor na poznámku, stiskneme vlajku, objeví se menu. Lze vybrat následující možnosti:

Edit Note – otevře dialog, lze poslouchat audio, upravovat text, vložit nový text Also Show text – stav zapnuto nebo vypnuto. Při režimu zapnuto je je text poznámky viditelný když kurzor není přímo na poznámce

Delete Note – vymazání poznámky

Move – přesun poznámky k jinému bodu dat. Znak vlajky je aktivní, pomocí šipek se přesuneme, potvrdíme pomocí \Box .

Note Editor Dialog Box – otevře se při volbě Edit Note. Text se objeví v horní části obrazovky. Použitím klávesnice GLX nebo externí klávesnice lze vložit nový text. Stisknutím F4 se otevře Text menu, obsahující možnosti editování textu. Audio se objeví v dolní části obrazovky s uvedením délky záznamu a přehráváním. K záznamu nového audia stiskněte Rekord Audio Note a začněte mluvit. Stiskněte F3 pro ukončení záznamu. Pokud nahráváte nové audio, poznámka k předchozímu je přepsána. Pro přehrátí záznamu zvolte Play Audio Note. Nastavení kvality záznamu lze ještě před nahráváním upravit pomocí Rekord Duality a Rekord Level. Změny potvrdíme pomocí F1, stisknutím F2 změny smažete.

Table – zobrazení dat v tabulce

Zkrácená cesta k tabulce – držet \triangle +F2

Tabulka může obsahovat až 4 sloupce. V každém sloupci lze zobrazit data jednoho zdroje měření. Je-li zobrazován čas, je zobrazen ve zvláštní kolonce. Sloupec může být i prázdný.

Aktivování zdroj dat nebo pole běhu stiskneme \Box , pohybujeme se pomocí šipek, stiskneme \Box pro otevření menu, opět pohyb pomocí šipek, potvrzení pomocí \Box .

Funkční klávesy v tabulce:

F1 Statistics – lze zobrazit Minimum (nejmenší hodnota v souboru), Maximum, Average (střední hodnota naměřených dat), Standard Deviation σ (odchylky od střední hodnoty), Count # (počet hodnot v souboru dat).

Zvolená statistika je zobrazena dole v každém sloupci.

F2 Edit Cell

F3 Edit – New Data Column (tvorba nového souboru dat), Insert Cell (nová buňka je přidána přímo nad navigačním boxem. Jestliže buňka obsahuje číselná data, nová buňka bude obsahovat číslo 0. Jestliže buňka obsahuje text, nová buňka bude prázdná. Dosavadní buňky se o jedno posunou dolů. Num Lock (klávesnice pracuje v číselném kódu).

F4 Tables – lze takto zvolit počet zobrazených sloupců, nový sloupec je přidán vpravo. Show Time (vždy v levém sloupci, pokud je sloupců hodně, zmizí ten nejvíc vpravo, aby udělal místo)

Manually Entered Data – přes klávesnici. Před vložením musí existovat sloupec v tabulce (Creating a NEw Data Column) – stiskneme F3 a zvolíme New Data Column.(Zkrácená kombinace kláves F3, 1pqrs). Nový sloupec je vpravo jako čtvrtý sloupec tabulky. V prvním řádku se objeví blikající kurzor, pomocí klávesnice vkládáme data, potvrdíme \Box . (V případě editování tabulky, = má stejný význam jako \Box). Po ukončení dát Esc.

Entering Text Data in a New Column (F3, vypnout Num Lock, zapsat textový řetězec, potvrdit \Box , objeví se dialog "Treat this column as text data? – stiskněte F1, a potvrďte OK. Každý záznam potvrdíme \Box , stiskneme-li jen \Box , bude kolonka prázdná. Když ukončíme zadávání dat, stiskneme Esc.

Graphing Manually Entered Data - text data lze zobrazit na horizontální ose grafu. Jako první zvolíme numerická data jako vertikální osu, potom textová data jako horizontální osu. Text každé buňky se objeví jako text u jednotlivých bodů grafu.

Calculator – lze použít jako skutečnou kalkulačku

Typy výpočtů:

Základní – jen početní, F1 otevře další operace. Znaménko = má stejný význam jako .

Algebraické – funkci konstanty má symbol. GLX doplní hodnotu, pokud zná hodnoty všech symbolů. Např. zadáme a + $3\Box$, pro symbol a stiskněte F1, otevře se Second functions menu, použitím šipek zvolíme a, potvrdíme \Box . Kalkulátor nezná hodnotu a, objeví se a =, zadáme $5\Box$, kalkulátor doplní výsledek původního vztahu.

Je-li zde více definicí pro tentýž symbol, kalkulátor použije první definici. Místo symbolu lze použít i textový řetězec (mass 1 = 4).

Grafické rovnice – zadáte-li rovnici, která obsahuje nedefinovanou proměnnou na pravé straně, GLX uní sestrojit graf. Vložte y = m*x + b, dvakrát F2 – hodnoty symbolů, x není definováno. Stiskněte šipku a najeď te na první rovnici, stiskněte F3. Rovnice je zobrazena v grafu ve spodní polovině obrazovky. Tento graf nemá funkce jako grafické zobrazení, proto stiskněte \triangle + F1, potom zvolte calculation zdroje dat na vertikální ose a dostanete se na plné grafické zobrazení.

Sensor- based Calculations – pro automatické počítání dat se zapojeného senzoru Funkční klávesy - F1 funkce, F2 data (volbe zdroje dat), F3 Graph, F4 Edit menu

Senzors – lze nastavit způsob záznamu dat jednotlivými senzory

GLX Simulator

Je nainstalován do počítače automaticky současně s nahrátím DataStudia. Ovládání tlačítek přes myš nebo stisknutím odpovídajících kláves na klávesnici počítače.

Virtual Motion Sensor – simuluje reálný senzor. Simulátor se chová jako GLX spojený s reálným pohybovým senzorem, který měří pohybující se objekt – frekvence je asi 0,6 Hz a amplituda 0,8 m.

Stisknutím Copy Screen lze kopírovat obraz na simulátoru na obrazovku počítače. Obrázek lze umístit do jiné aplikace (jako slovní procesor) volbou Paste z aplikace Edit menu.

Je-li skutečný GLX připojen k počítači, objeví se v simulátoru obrazovka Mirror GLX Screen. Volbou této možnosti lze obrazovku reálného GLX přenést do simulátoru. Tlačítko Copy Screen uchytí obrázek na skutečné GLX obrazovce.

Přesun souborů mezi simulátorem a GLX

Soubory vytvořené nebo upravené v simulátoru mohou být uloženy a převedeny do skutečného GLX pomocí následujícího postupu:

- 1. V simulátoru otevřete obrazovku Data Fines
- 2. Klikněte F4 a otevřete Fines menu.
- 3. Klikněte Copy to Disk. Simulátor vás vyzve k volbě záložky (folder) a pojmenování souboru, který má být uložen.
- 4. Proved'te transfer do GLX pomocí Data Studia nebo pomocí USB paměti.

Můžete také otevřít GLX soubor v simulátoru. V obrazovce Data Fines simulátoru klikněte F4, otevřete menu Fines a poté zvolte Copy from Disk.

III. PRAKTICKÉ ÚLOHY

III. 1 Fyzika v zábavném parku



Měření výšky a zrychlení pomocí GLX



Měření zrychlení ve všech souřadnicích a výsledné zrychlení přímo na horské dráze, měření změny výšky. Naměřené hodnoty nahrajte do počítače a vyhodnoť te pomocí DATA studia.

Proměření v terénu použijte přístroj GLXplorere, měřicí vestu a příslušný senzor. Výška je měřena z rozlišovací schopností 30 cm.

Zařízení použijte i v případě jiných sportovních aktivit – trampolína, houpačka apod.



Silová deska

Umožňuje měření síly ve vertikálním i horizontálním směru. Měříme sílu když se např. opíráme o desku, když přes ni přecházíme, skáčeme na ní, když na ni házíme míč apod. Síla je měřena pouze v případě, kdy není konstantní. Desku umístíme buď na zem, nebo ji pověsíme na zeď popř. Po upevnění ruček ji lze držet v rukou.

Měření lze zpracovávat pomocí Data Studia nebo prostřednictvím Xploreru.

Příklady úloh:

Studujte síly ve vertikálním a horizontálním směru vyvolané *chůzí*. Otázky: Ve kterém směru vaše noha působí silou na desku? V jakém směru působí deska na chodidlo?

Úlohu opakujeme pro různé rychlosti chůze.

Skoky – postavte se na desku a skákejte vzhůru. Sledujte graf závislosti síly na čase pro určení doby, po kterou "visíte" ve vzduchu. Je doba ve vzduchu závislá na výšce výskoku? Které další faktory ovlivňují dobu setrvání ve vzduchu?

Opora – umístěte desku blízko stěny. Zaznamenejte vertikální a horizontální sílu. Poté se opřete o zeď. Postupně zvyšujte působící sílu. Jak se mění měřené síly?

Horizontální skoky – skočte dopředu na desku, otočte se na místě doskoku a skočte zpět. Porovnejte působící síly.

Impuls síly – použijte senzor pohybu pro měření místa a rychlosti pohybu na vrcholu hlavy při vertikálním skoku. Jaká je měřená vertikální rychlost, když nohy opustí deku? Stůjte na desce. Dejte kolena k sobě a skočte. Plocha pod křivkou na grafu závislosti síly na čase znázorňují impuls. Srovnejte impuls při výskoku a při dopadu. Vypočtěte rychlost dopadu.

Rozložení síly na jednotlivé čtyři rohy desky. Stůjte na desce a pomalu přenášejte váhu z jedné nohy na druhou. Poté přenášejte váhu z paty na palce u nohou. Sledujte velikost síly v jednotlivých rozích desky. Co se děje s celkovou silou?

3-osový měřič zrychlení – použití s Xplorerem a DATA studio. Používá se ve Fyzice v zábavném parku, skocích na lyžích, jízdě na lyžích, hod míčem (senzor lze připnout k pěnovému míči a hodit). Měření výšky je odvozeno od změny tlaku. Vztažná hodnota je dána standardní hodnotou tlaku při hladině moře.

III. 2 GPS polohový senzor

GPS systém využívá 24 satelitů obíhajících v nadmořské výšce asi 20 000 km. Senzor pouze přijímá data, ale žádná nevysílá. Pro určení polohy je třeba přijmout signál nejméně 3 satelitů. Při prvním zapnutí senzor hledá dostupné satelity. Tento proces může trvat 30 s až 2 minuty. Automaticky jsou identifikovány další dostupné satelity.

Je důležitá správná orientace senzoru – držte senzor popsanou stranou směrem k obloze, nezakrývejte označený prostor antény. Pokud senzor připojujete přímo k GLXploreru, vložte jej do kanálu 1 nebo 2.

Senzor je automaticky detekován. Jsou ukázány souřadnice. Stiskneme-li F4, ukáže se všech 8 prvních měření.

<u>Měření</u>

Kontrolka SEARCH musí svítit zeleně (svítí-li červeně nebo střídavě červeně a zeleně, senzor není připraven pro měření). Automaticky je aktivován VALID MODE – led dioda svítí zeleně, je detekována poloha senzoru. Pokud je ztracen signál ze tří satelitů, přepne se senzor na LOST mode, ukázána je poslední poloha. Pokud probíhá měření, jsou měřena všechna následující data, i když nejsou zobrazována:

| Měření | Rozsah | Přesnost | Poznámky | Příklad |
|--------------------------|--------------------------|---------------------|--|-------------|
| Zeměpisná šířka | ±90.000000° | 0.000001° (~2 m) | Globální poloha Vhodná pro My World a další | 38.803772° |
| Zeměpisná | $\pm 180.000000^{\circ}$ | 0.000001° | Mapove aplikace | - |
| délka | | (~2 m) | | 121.316544° |
| Výška | 0 až 18 000 m | 1 m | | 34 m |
| Horizontální rychlost | 0 až 515.00 m/s | 0.01 m/s | | 1.07 m/s |
| Směr nad povrchem | 0 až 360° | 0.01° | Sever: 0° Východ: 90° Jih: 180° Západ: 270° Mění se, když se senzor Pohybuje. | 24.74° |
| Počet satelitů | 0 až 20 | 1 | Počet satelitů detekovaných senzorem | 5 |
| Relativní zem.šířka | ±10 000 m | ~0.2 m | Relativní změna polohy od začátku měření | 2.3 |
| Relativní zem.délka | ±10 000 m | ~0.2 m | | 1.8 |

| Šířka v minutách | 0 až 60.0000′ | 0.0001′ (~0.2 m) | 48.2271′ |
|---------------------|---------------|---------------------|-----------|
| Délka v minutách | 0 až 60.0000′ | 0.0001′ (~0.2 m) | -18.9935′ |

Určení relativní polohy

Výchozí poloha je určena vždy při novém měření. Určuje se poloha v severo-jižním a východně-západním směru. V GLX otevřeme grafické znázornění.

Postup:

Stiskneme \triangle , F1, otevře se graf zem.šířka v závislosti na čase. Stiskneme $\sqrt{}$, aktivuje se graf, stiskneme $\sqrt{}a$ otevřeme zdroj dat. Použijeme šipky a prosvítíme Latitude Relative. Stiskneme $\sqrt{}$. Znovu stiskneme $\sqrt{}a$ deaktivujeme graf. Stiskneme šipku dolů a zvýrazníme čas (time). Stiskneme $\sqrt{}a$ otevřeme zdroj dat.Pomocí šipek aktivujeme Longitude Relative.Stiskneme $\sqrt{}$.

Zobrazení dat ve stupních a minutách

N – north, S – south vzhledem k rovníku, E – east, W – west od nultého poledníku V modu Digit stiskneme √ ke zvýraznění aktivní oblasti. Pomocí šipek zvýrazníme Latitude. Stiskneme √ a otevřeme zdroj dat. Použitím šipek aktivujeme Data Properties. Stiskneme √. Otevře se záložka vlastnosti dat (Data properties). Použijeme šipku a zvýrazníme Numeric Style. Stiskneme √ a otevřeme menu. Pomocí šipek aktivujeme NSEW 000°00.000. Stiskneme √. Stiskneme F1 (OK). Postup opakujeme pro zem.délku.

Senzor nahrává data každou sekundu. Chceme-li prodloužit čas mezi registrací, potupujeme takto:

Stiskneme \triangle , F4 a otevřeme obrazovku senzorů. Pomocí šipek vybereme senzor GPS. Pomocí spodní šipky aktivujeme Sample Rate Unit. Pro rychlost záznamu rychlejší než jednou za 60 s, ponecháme záznam v sekundách. Jinak zmáčkneme \sqrt{a} otevřeme menu, pomocí šipek aktivujeme minuty nebo hodiny a stiskneme $\sqrt{.}$ Pomocí šipek aktivujeme Sample Rate. Stiskneme + a – pro volbu času mezi registrací (od 1 s do 4 hodin).

<u>Manual mode</u> – registrace jednotlivých dat pomocí stisku klávesy

Postup:

Stiskneme \triangle , F4, otevřeme obrazovku. Stiskneme F1 a otevřeme Mode menu. Pomocí šipek aktivujeme Manual. Stiskneme $\sqrt{.}$ Otevře se okno vlastnosti dat. Stiskneme F2 (no data). Otevřeme zobrazeni dle vlastní volby (graf, tabulka). Stiskneme \blacktriangleright a zahájíme záznam dat. Přejdeme na místo, kde chceme registrovat danou polohu. Stiskneme \approx pro záznam jednotlivého údaje GPS. Uvedený postup opakujeme pro libovolné další polohy. Po ukončení měření stiskneme \blacktriangleright .

III. 3 Goniometr

Používá se pro analýzu pohybů – chůze, běh, vrhy, kopání. Lze studovat fyziku rotačního pohybů užitím rukou a nohou jako experimentálního zařízení. Goniometr měří a zaznamenává rychlost a úhlové zrychlení lokte, kolena nebo kyčle.

Goniometr se skládá ze dvou ramen a potenciometru. Když se změní úhel mezi oběma rameny, mění se odpor na potenciometru. Úhlový senzor spojený se senzorem, měří odpor na potenciometru a přeměňuje na měření úhlů. Senzor počítá i úhlovou rychlost a úhlové zrychlení podle změny úhlu. Data jsou zaznamenávána s frekvencí 100 vzorků za sekundu.

Upevnění aparatury

Uchycení pomocí pásků, obě ramena jsou zaměnitelná, lze ke použít na pravé i levé ruce. Záměna se projeví znaménkem u zaznamenaných dat. Širší konec na pravou ruku upevníme na předloktí, u levé ruky na paži (mezi loket a rameno). Potom zaznamenáme kladnou změnu polohy. Obdobně upevníme aparaturu na koleno či kyčel.

Senzor spojíme s PASPORT interfacem. Jsou snímána data pro úhel, úhlovou rychlost a úhlové zrychlení. Jednotky volíme pomocí softwaru stupně či radiány. Vzorkovací frekvence je 20 Hz. Ve většině případů je to dostačující, pro rychlejší pohyby je třeba frekvenci zvýšit na 50 nebo 100 Hz.

Úhlová rychlost je dána jako změna po sobě jdoucích úhlů dělená časem mezi dvěma vzorky. Úhlové zrychlení je dáno jako změna po sobě jdoucích rychlostí dělená časem mezi vzorky. Goniometr je velmi citlivý na malé změny úhlové rychlosti, získáme množství různých dat. Abychom snadněji interpretovaly naměřená data, použijte vyhlazovací funkci (smooth function).

Goniometr není třeba kalibrovat, pokud by to bylo třeba, lze použít kalibrace přes DATA studio.







Left



Doporučené aktivity:

- Registrujte úhly, které svírá koleno během chůze. Lze po aproximaci považovat pohyb za jednoduchý harmonický?
- Registrujte data o úhlu v kyčli během chůze, rychlé chůze a běhu.
- Srovnejte úhly při rotaci vpřed a vzad.
- Srovnejte pravou a levou kyčel. Jsou symetrické?
- Porovnejte periody pohybu pro chůzi, rychlou chůzi a běh.
- Srovnejte data různých studentů při chůzi stejnou rychlostí (chůze bok po boku nebo použití pohybového senzoru). Vypracujte histogram naměřených hodnot.

• Vytvořte graf závislosti rychlosti a periody vzhledem k výšce. Je zde nějaká korelace?

Změřte periodu kývavého pohybu nohy visící volně a srovnejte ji s periodou kmitavého pohybu při chůzi. Pro celou třídu vyšetřete závislost mezi délkou nohy L a periodou pohybu T. Pro všechna kyvadla platí $T \propto \sqrt{L}$, platí to i pro lidskou nohu?

Analyzujte neperiodické pohyby jako hody, kopy apod.

Kmitavý pohyb

Subjekt sedí na vyšší podložce, studujeme volný kmitavý pohyb nohy v koleni. Noha s volným kolenem se kýve v kyčli, subjekt stojí na druhé noze na nízké podložce. Koleno upevníme do pravého úhlu, nohy kýve v kyčli.

Lze úhel, rychlost a zrychlení pohybu aproximovat volnými harmonickými kmity? Určete periodu, frekvenci a amplitudu kmitavého pohybu. Jak upevnění kolena ovlivní frekvenci kývající se nohy?

Analyzujte různé pohyby různých částí těla!

Experiment 1

Délka oblouku a úhel

Když otáčíte ruku kolem lokte (horní paže je v klidu), ruka opisuje oblouk. Pomocí křídy můžete nakreslit stopu své ruky. Goniometrem změříte úhel rotace.



Postup:

Připevněte goniometr k lokti tak, aby ohyb kloubu byl měřen jako kladná změna úhlu. Postavte se proti bílé tabuli s rukou volně podél těla. Loket a hřbet ruky se má dotýkat tabule. Mezi prsty uchopte křídu tak, abyste mohli kreslit na tabuli při pohybu roky (hřbet

má být stále co nejblíže tabule). Partner označí na tabuli polohu lokte a změří vzdálenost lokte a křídy.

Snímejte data během pohybu ruky – kreslení oblouku.

Rozbor:

Studujte graf úhlu v závislosti na čase. (Angle vs. Time). Pomocí grafu určete, jak velký úhel v rad opsala ruka? Měříme-li v rad, úhel oblouku Θ je podíl délky oblouku s a poloměru r. V našem případě je r vzdálenost lokte od křídy.

 $\Theta = \frac{s}{r}$

Jak velká je délka oblouku? Srovnejte teoretickou hodnotu se skutečnou délkou nakreslenou na tabuli. Porovnejte obě hodnoty.

Experiment 2

Tečná rychlost a úhlová rychlost

Při rotaci předloktí kolem lokte se ruka pohybuje ve směru kolmém k předloktí. Rychlost je tzv. tečné a lze ji určit pomocí vztahu

$$v_T = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Úhlová rychlost $\omega = \frac{\Delta \Theta}{\Delta t}$

V předchozím experimentu jsme studovali vztah mezi délkou oblouku a úhlem $\Delta s = r \cdot \Delta \Theta$

Použijeme senzor pohybu pro měření tečné rychlosti ruky a goniometr pro měření úhlové rychlosti předloktí.

Postup:

Goniometr připevněte k lokti.Senzor pohybu umístěte do úrovně ramene do vzdálenosti asi 60 cm od hrudníku. Zvedněte ruku tak, aby předloktí rotovalo v horizontální rovině s vaší paží před senzorem pohybu. Snímejte data. Rameno nechejte v klidu, rukou pohybujte směrem k senzoru pohybu a zpět.

Rozbor:

Studujte graf závislosti rychlosti na čase a úhlové rychlosti na čase. Vytvořte graf závislosti rychlosti na úhlové rychlosti. Kvalitativně graf popište. (Rychlost vyneste na svislou osu a úhlovou rychlost na vodorovnou osu.) Upravte graf, určete směrnici grafu.Jaká fyzikální veličina je dána sklonem grafu?

Experiment 3

Dostředivé a tečné zrychlení

Pomocí senzoru zrychlení lze určit obě složky zrychlení. Amplituda tečného zrychlení a_T je úměrná změně amplitudy tečné rychlosti Δv_T vztažené k časové změně Δt

 $a_T = \Delta v_T / \Delta t$

Úhlové zrychlení α předloktí je rovno změně úhlové rychlosti dělené časem $\alpha = \Delta \omega / \Delta t$ Jelikož $v_T = r\omega$, je $\Delta v_T = r\Delta \omega$.

Senzor akcelerace měří tečné zrychlení ruky, goniometr měří úhlové zrychlení předloktí. Na základě předchozích vztahů vyslovte předpoklad o vztahu mezi $a_{\rm T}$ a α .

Postup:

Senzory připojte k Explorer. Na obou nastavte vzorkování 20 Hz. Umístěte goniometr na předloktí a loket. Podržte senzor zrychleni v ruce s x-ovou osou senzoru paralelní s předloktím a směřující směrem k lokti a Y-ovou osou kolmo k předloktí a směřující do směru pohybu lokte. Změřte vzdálenost *r* od lokte k senzoru zrychlení. Paži držte tak, že předloktí bude rotovat v e vodorovné rovině a rovina x-y senzoru zrychlení bude také vodorovná.

Spusťte záznam dat. Rychle pokrčte loket, chvíli počkejte, potom loket rychle napněte. Zastavte záznam dat.



Vyhodnocení:

Tečné zrychlení – studujte graf Angular Acceleration vs. Time (úhlové zrychlení v závislosti na čase) a Tangential Acceleration vs. Time (tečné zrychlení v závislosti na čase). Jak tyto grafy spolu souvisí? (Tečné zrychlení je senzorem měřeno jako zrychlení y).

Vytvořte graf tečné zrychlení v závislosti na úhlovém zrychlení a použijte lineární fitování. (Vyneste tečné zrychlení na svislou osu a úhlové zrychlení na vodorovnou osu). Napište rovnici pro nejlepší lineární aproximaci. Jaká veličina je reprezentována úhlem sklonu?

Úhlové zrychlení – studujte graf závislosti úhlové rychlosti na čase a dostředivého zrychlení na čase.

Senzor zrychlení byl orientován tak, že zrychlení směrem k lokti bylo měřeno jako kladné. Když úhlová rychlost paže byla kladná, směřovalo dostředivé zrychlení vaší paže směrem k lokti nebo od lokte?

Vytvořte graf závislosti dostředivého zrychlení na úhlové rychlosti (dostředivé zrychlení vyneste na svislou osu a úhlové zrychlení na osu vodorovnou). Teoretická závislost je $a_d = r\omega^2$, kde *r* je konstantní. Jsou naměřená data v souladu s tímto vztahem?

Vytvořte graf a_d v závislosti na ω^2 . Použijte lineární aproximaci. Pro nelepší aproximaci určete r a směrnici. Porovnejte tuto hodnotu s měřenou hodnotou vzdálenosti lokte a senzoru zrychlení.

Poznámky

Experiment 1



Obr. měření, kde r = 0.38 m, $\Theta = 1.42$ rad $s=r \Theta = 0.38$ m · 1.42 rad = 0.54 m (teoreticky), s = 0.57 m (změřeno) V tomto případě se teoretická hodnota a změřená hodnota liší o 5%.

Experiment 2



Grafy závislosti rychlosti na čase a úhlové rychlosti na čase se jeví přímo úměrné. Graf závislosti rychlosti na úhlové rychlosti je lineární úměrnost.

Sklon 0,333 m ± 0,005 m

 $v_{\rm T}$ = sklon x ω = 0,333 m x ω , což odpovídá předpokladu.



Sklon je r, což je vzdálenost od lokte k ruce. V našem případě skutečná hodnota je 0,36 m. Teoretická hodnota (ze sklonu přímky) a skutečná hodnota (zjištěná měřením) se liší asi o 8 %.

Pozn. jedná se o ruku téhož studenta, hodnoty *r* se liší. Závisí to na různé poloze ruky v experimentu.

Experiment 3



Grafy závislosti úhlového zrychlení na čase a tečného zrychlení na čase jsou přímo úměrné.V tomto případě je sklon při nejlepší aproximaci $0,29 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$.

 $a_{\rm T} = \text{sklon x } \alpha = (0,29 \text{ m}) \alpha$ (odpovídá předpokladům).

Sklon je úměrný r. V tomto případě je skutečná hodnota 0,36 m. Teoretická hodnota a změřená se liší o 24 %.

Grafy pro úhlovou rychlost v závislosti na čase a dostředivého zrychlení v závislosti na čase ukazují na úměrnost mezi a_d a amplitudou ω .

Když ω bylo kladné, a_d bylo také kladné, proto dostředivé zrychlení směřovalo směrem k lokti. Bylo-li ω záporné, a_d bylo kladné a dostředivé zrychlení směrem k lokti.

Teoreticky graf závislosti a_d na ω je parabola.Vzhledem k velkému rozptylu naměřených dat, závislost se objeví až v případě mnoha opakovaných měření.

V grafu závislosti a_d na ω^2 je nejlepší aproximace přímka se směrnicí rovnou r, v našem případě 0,232 m ± 0,008 m. Teoretická hodnota a změřená hodnota se liší o 55 %.

V tomto experimentu se teoretické a změřené hodnoty velmi liší, naměřená data mají velký rozptyl. Je třeba porovnat přesnost senzorů, způsob měření a prováděné matematické operace a jejich vliv na přesnost měření.







Další příklady dat

Jednoduchý harmonický pohyb nohy rotující kolem kyčle volně visící a kmitající se svou přirozenou frekvencí s volným kolenem (nahoře) a upevněným kolenem (dole).



Úhel kyčle při normálním kroku a při rychlé chůzi. Registrujte rozdíl ve frekvenci a amplitudě.



Rozkyv a úhlová rychlost kyčle při chůzi. Maximální sklon zobrazeného úhlu je asi 1,9 rad/s, což je maximální hodnota úhlové rychlosti.



III. 4 Kalorimetrická měření

Pomůcky: Xplorer GLX, 2 teploměry, 3 závaží 20 g, 3 nádoby, lanko 1 m, horká voda (50 až 70 °C) 500 ml, voda o pokojové teplotě 500 ml

Zahřáté závaží vložíme do vody o pokojové teplotě a budeme měřit změnu teploty vody. Jak se projeví zdvojnásobení hmotnosti závaží na změně teploty vody?

Start GLX: Otevřete domácí stránku, zvolte Data Fines - New File.

Postup:

Naplňte polystyrénovou nádobu horkou vodou. Ke každému závaží přivažte provázek a závaží vložte do horké vody asi na 10 minut. Do dalších dvou nádob dejte 250 ml vody o pokojové teplotě. Do každé nádoby dejte jeden teploměr.Spojte teploměry s GLX. V grafickém modu zobrazte závislost teploty na čase. Graf automaticky zobrazí průběh teploty na prvním teploměru. Stiskněte F4 - otevře se mnu Graph, stiskněte 4ghl a zvolte 2 měření. Do grafu bude přidáno druhé měření teploty.

Stiskněte ►a začněte sběr dat. Do jedné nádoby vložte jedno zahřátí závaží, do druhé nádoby vložte dvě zahřátí závaží. Opatrně míchejte vody v obou nádobách. Stiskněte F1 pro automatické nastavení grafu. Až se obě teploty ustálí, stiskněte ► pro ukončení měření.

Rozbor:

Zvolte Delta Tool pro nalezení změny teploty v nádobě 1.

Stiskněte F3 – otevřete Tools menu, stiskněte 2tuv. Pomocí šipek nastavte kurzor na první bod měření. Držte Esc a stiskněte \Box k aktivaci druhého kurzoru, pomocí šipky nastavte poslední měřenou hodnotu. Delta Tool nyní ukáže změnu teploty a čas od prvního měření k poslednímu.

Vytvořte novou grafickou stránku pro zobrazení změny teploty nádobě 2. Stiskněte F4 – otevření menu Graph, stiskněte 7?! Pro výběr nové stránky. Na nové stránce stiskněte dvakrát \Box – otevře se menu zdroj dat. Pomocí šipky svolte Temperature 2 a stiskněte \Box .

Použitím delta Tools najděte rozdíl teplot v nádobě 2. Postup stejný jako v případě nádoby 1.

Porovnejte výsledky měření. Odhadněte, co se stane, když do vody dáte 3 zahřátá závaží.

Změna bodu tání

Pomůcky: Xplorer GLX, 2 teploměry, 2 zkumavky, destilovaná voda, 1 g NaCl

Jak změní bod táni roztoku přidáním soli? Postup:



Připravíme si roztok 1 g NaCl a 100 ml destilované vody, Roztokem naplníme zkumavku do výšky asi 1 cm. Do druhé zkumavky dáme stejné množství destilované vody. Do obou roztoků ponoříme teploměry, upevníme je pomocí lepicí pásky. Zkumavky označíme a dáme do mrazničky. Zapneme GLX.

Zkumavky vyndáme z mrazničky. Připojíme teploměry ke GLX. Stiskneme \blacktriangleright pro začátek měření. Nastavíme graf pro zobrazení obou měřených teplot. Otevřeme Home Screen, stiskneme F1 – otevřeme graf. Stiskneme F4 a otevřeme menu graf, stiskneme 4 dhi a zvolíme 2 měření. Stiskneme F1 pro automatické nastavení stupnice grafu.

Snímejte data tak dlouho, až oba roztoky dosáhnou teploty 5 °C. Záznam dat ukončíme ►.



Graph in Two Measurements mode displaying both temperatures

Diskutujte výsledky měření. Který roztok taje při nižší teplotě?

Transport tepla radiací

Pomůcky: Xplorer GLX, 2 teploměry, hliníková nádoba začerněná, hliníková nádoba, horká voda (50-70 °C) 500 ml, chňaply

Postup:

Měříme teplotu vody ve dvou nádobách během ochlazování.

Zapneme GLX. Do každé nádoby dáme teploměr. Odečítání hodnot nastavíme na 10 s. Otevřeme Home screen, stiskneme F4, otevřeme Senzore screen. Podíváme se, který ze senzorů je aktivován. Zvýrazníme Hample Rate Unit, stiskneme \Box , otevřeme menu, stiskneme 2 tuv a zvolíme sekundy. Tiskneme šipku a nastavíme 10 s. Totéž provedeme pro druhý senzor.

V grafickém zobrazení zvolíme Two measurements mode.

Do obou nádob dáme stejné množství horké vody. Začneme sběr dat (►). Stiskneme F1 pro automatické skálování grafu. Jemně mícháme vodu v nádobách. Měříme asi 15 minut. Stisknutím ► měření ukončíme.

Newtonův zákon pro ochlazování

Pomůcky: Explorer GLX, 2 teploměry, 2 polystyrénové nádoby, zkumavka, lepicí páska, písek, horká voda

Newtonův zákon říká, že změna teploty tělesa je úměrná jeho relativní teplotě r, nebo rozdílu teploty tělesa a jeho okolí. Matematicky lze zákon zapsat ve tvaru

$$\frac{dt}{dT} = -kr,$$

kde dT/dt je gradient změny teploty a k je konstanta větší než 0. Jiná možnost jak zapsat tento zákon

 $r = r_o e^{-kt}$,

kde r je relativní teplota v čase t , r_0 je relativní teplota v čase t = 0.



Měříme ochlazování vzorku a průběh naměřeného grafu srovnáme s teoretickou křivkou.

Postup:

Teploměr dejte do zkumavky, přichyťte lepicí páskou a potom zkumavku naplňte asi do jedné třetiny pískem. Nádobu naplňte horkou vodou a ponořte do ní zkumavku s pískem.Několik minut vyčkejte, až se písek zahřeje. Druhý teploměr umístěte do prázdné nádoby – bude měřit teplotu okolí.

Připojte senzor ke GLX. Nastavte vzorkování na 30 s. Přejmenujte měření: Otevřete Sensor screen, aktivujte měření s názvem Temperature. Stiskněte F2 – otevřete Data Properties box. Pomocí šipek najeďte na Measurement Name, stiskněte ✓, napište object temp a potvrďte □.Stiskněte F1 pro uložení změn.

Nyní připojte druhý teploměr (měření okolí) k portu 2. Objeví se nová ikona. Nastavte Two Measurements, pojmenujte měření.

Nyní zkumavku vyjměte z horké vody, otřete, vložte ji do prázdné nádoby několik cm od druhého teploměru. Začněte měření. Až se písek ochladí na asi 30 °C, ukončete měření.



between samples

Rozbor:

Porovnejte oba grafy.

Výpočty: Vraťte se na Home Screen. Stiskněte F3 – otevře se kalkulačka. Jestli se objeví v pravém dolním roku symbol Num Lock, stiskněte F4 a otevřete Edit menu, potom stiskněte 1 pqrs pro vypnutí Num Lock.

Vložte r = [object temp($^{\circ}$ C)]-[air temp ($^{\circ}$ C)] \checkmark

Použijte textový editor pro "r", Pro vložení teplot stiskněte F2, otevře se Data menu, vybereme data a zvolíme jednotky °C. Potvrdíme \checkmark .

Vytvořte nový graf r v závislosti na t.

Vraťte se na Home Screen, stiskněte F1 – otevřeme Graph. Stiskneme F4 – otevřeme menu, stiskneme 7?! A zvolíme New graph page. Stiskneme \Box dvakrát otevřeme data. Zvolíme *r*.

Odpovídá graf teoretickému vztahu? Jaká je relativní teplota v čase 0?

Abychom našli hodnotu konstanty *k* pro danou křivku, lze použít následující výraz Newtonova zákona, který získáme derivací:

 $\ln \frac{r}{r_o} = -kt.$ V grafu ln(r/r_o) v závislosti na t je směrnice rovna –k.

```
Výpočet \ln(r/r_o)
Otevřete Home Screen, F3 – otevřeme Calculator. Na čistý řádek vložte \ln(r/r0)\square. Pro vložení ln() otevřete menu Functions, pomocí šipek najeďte na ln(), potvrďte \checkmark.
Kalkulačka vás vyzve k vložení hodnotu r_o. Vložte její hodnotu a potvrďte \checkmark.
```

Vytvoření grafu Otevřete Home Screen, F1, menu pomocí F4, stiskněte 7?!, zvolte New Graph page. Dvakrát stiskněte \checkmark – zdroj dat, vyberte ln(r/r0).

Aplikujte lineární aproximaci pro nalezení hodnoty k Stiskněte F3 – Tools menu, stiskněte 5jkl, zvolte Linear Fit. Stiskněte šipku dolů pro výběr dat. Sklon nejlepší aproximace je hodnota k.

Dosaď te naměřené a zjištěné hodnoty do původní rovnice a porovnejte s teoretickým předpokladem.

Vložte rovnici do kalkulátoru použitím experimentálních dat ro a k.

Otevřete Home Screen, F3, na volný řádek vepište r model = $r0*e^{(-k*t)}$.

Pro vložení funkce e[^] stiskněte F1 – menu funkcí, vyberte funkci e, stiskněte \Box . Budete vyzváni k zadání hodnot k a t. Potvrďte \checkmark . Čas je proměnná a bude zobrazena na vodorovné ose, proto nevkládejte hodnotu pro t.

Srovnejte naměřená a vypočtená data

Home Screen, F1, F4, 7?!, dvakrát □, z menu zvolte r. Znovu F4, 4ghi – dvě měření, ✓. Potom tiskněte opakovaně šipky až aktivujete druhý zdroj dat (na pravé straně Graph), tiskněte ✓ – otevřete zdroj dat a vyberte model r. Porovnejte modely.





| 11:24:54 AM 01/14/05 XplorerGLX | |
|--|------------------------------------|
| r = [object temp (°C)]-[air temp (°C)] | |
| ln(r/10) r0 = 36 | |
| r model = r0*e^(-k*t) ← Enter this k = ← Enter experimental va t = ← Do <i>not</i> enter a value r | calculation alue for k for t |
| ✓ Calculation is OK (as a model) | RAD |
| Functions [Data] Graph | Edit * |

Změny klimatu – zkoumání teploty

Pomůcky: Xplorer GLX, teploměry

Měříme teplotu v různých oblastech krajiny v daném území a diskutujeme, jak povrch, přírodní podmínky a blízkost vybraných objektů ovlivní teplotu.

Postup:

Připravíme GLX pro měření – záznam nových dat. Na mapě si vybereme studované území a vyznačíme lokality zájmu. Každému místu přiřadíme určitý název. Pro každou lokalitu si zaznamenáme typ povrchu (beton, hlína, trávník, apod.) a blízko ležící objekty (budovy, stromy).

Ke GLX připojíme teploměry a zvolíme mod ručního vkládání dat. Otevřeme domácí stránku, stiskneme F4 – Sensor screen. Stiskneme F1 – Mode menu. Aktivujeme Manual a potvrdíme ✓. Okno Data Properties otevře Measurement Name – Keybord data, stiskněme F1 a potvrdíme tuto volbu.

Vrátíme se na Home Screen, stiskneme F2 a otevřeme tabulku. Automaticky je označeno zadávání teploty a dat z klávesnice.

Sběr dat:

Stiskneme \blacktriangleright . GLX nyní měří teplotu, ale nezaznamenává ji. Přeneseme GLX na jedno z míst označených na mapě. Držte měřidlo asi 1 m nad povrchem, ale nedotýkejte se ničeho. Zabraňte přímému dopadu slunečního záření na sondu. Počkejte asi 15 sekund. Potom stiskněte symbol vlaječky a zaznamenejte jeden údaj teploty. GLX vás vyzve k zadání dat přes klávesnici. Stiskněte F3 – vypnutí Num Lock. Vložte jméno lokality. Stiskněte F1. Jestliže se vás GLX zeptá, jestli chcete zpracovat data jako text, potvrďte stisknutím F1.

Přejděte k jiné lokalitě a měření zopakujte. Poté, co jste změřili teplotu na všech vybraných místech, stiskněte ▶ pro ukončení sběru dat.

Rozbor:

Překopírujte naměřené teploty z GLX do mapy. Popište a diskutujte rozdíly v naměřených teplotách.

III. 5 Konstruktivní a destruktivní interference

Když se skládají dvě zvukové vlny a stejné frekvenci a amplitudě, mohou interferovat konstruktivně nebo destruktivně. Dojde-li ke konstruktivní interferenci, výsledný zvuk je hlasitější než původní jednotlivé zvuky. V případě destruktivní interference je výsledný zvuk méně hlasitý. U dvou vlnění závisí typ interference na fázovém posunu.

V našem experimentu budeme pomocí GLX generovat dva tóny o frekvenci 440 Hz a měnit fázový posun.

Postup:

Připravíme GLX pro měření. Otevřeme Home Screen. Aktivujeme pomocí šipek ikonu Output a stiskneme \Box . V konfiguraci reproduktoru nastavíme Speaker Configuration na Mono. Pomocí šipek aktivuje fázi (Phase) na pravém výstupním panelu. Stiskneme F3 pro zapnutí pravého výstupního kanálu. Stisknutím + a – nastavíme fázi (mezi -360° až 360°). Studujeme, jak se mění vydávaný zvuk. Potom vrátíme fázi na pravém výstupu zpět na 0°.

Stiskneme F1 a zapneme levý výstupní kanál. Jak ovlivní zvuk zapnutí tohoto kanálu? Stisknutím + a – měníme fázi na pravém výstupu. Studujeme změnu výsledného zvuku. Při jakém fázovém posunu slyšíme destruktivní interferenci?

Stiskneme levé tlačítko a aktivujeme Phase na levém výstupním kanálu. Stiskem + nastavíme fázi na 30°. Stiskneme pravé tlačítko a aktivujeme pravý výstupní kanál. Posloucháme vycházející zvuk měníme fázi na pravém výstupním kanálu. Kdy dochází v tomto případě k destruktivní interferenci?

Rázy

Když se skládají dvě zvuková vlnění blízkých frekvencí, vznikají rázy. Lze stanovit frekvenci rázů. Pomocí GLX generujeme dva tóny, jejichž frekvence se liší o Δf , a budeme slyšet výsledné rázy. Změnou frekvence jednoho tónu budeme studovat vztah mezi Δf a frekvencí rázů.

Postup:

Připravíme GLX pro měření. Otevřeme Home Screen. Aktivujeme Output a stiskneme \Box . Nastavíme Speaker Configuration na mono. Pomocí šipek aktivujeme frekvency levého výstupního kanálu, stiskneme + a zvýšíme frekvenci na 441 Hz. Stiskneme F2 a otevřeme Left Step Size menu. Aktivujeme step 0.1, stiskneme \Box . Stiskneme F1 a F3 pro zapnutí levého a pravého výstupního kanálu. Popište, co uslyšíte.

Do připravené tabulky si zaznamenejte frekvence na obou kanálech ($f_1 a f_r$).

Použijeme GLX stopky pro zjištění periody rázů. Protože není praktické měřit velmi krátkou dobu mězi dvěma rázy, odměříme 10 period rázů a později tuto hodnotu vydělíme 10, tím získáme dobu jedné periody.

Vrátíme se na Home Screen. Aktivujeme stopky, potvrdíme \Box . Počítejte rázy – stiskněte F1 při rázu 0 pro začátek stopování. Při rázu 10 opět stiskněte F1 – zastavení stopek. Zaznamenejte si čas pro 10 period.

Stiskněte F2 a vynulujte stopky. Vraťte se na Home Screen, aktivujte Output a stiskněte \Box .Aktivujte frekvenci v levém výstupním kanálu. Stiskněte + dvakrát a zvyšte frekvenci o 0,2 Hz. Zaznamenejte frekvence v levém a pravém výstupním kanálu a v dalším řádku tabulky. Postup několikrát opakujte. Měření na kanálech ukončete pomocí F1 a F2..

| Frekvence | Frekvence | Rozdíl | Doba trvání | Perioda rázů | Frekvence rázů |
|--------------|--------------------|------------|-------------|----------------|----------------|
| levého | pravého | frekvencí | 10 cyklů | T _r | fr |
| kanálu f_1 | kanálu $f_{\rm r}$ | Δf | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Rozbor:

V každém řádku vypočtěte a zaznamenejte rozdíl frekvencí $\Delta f = f_1 - f_r$ a periodu rázů. Vraťte se na Home Screen, stiskněte F3, otevřete kalkulačku. Použijte kalkulačku pro výpočet frekvence rázů v každém řádku $f_r = 1/T_r$

Na základě výsledků odvoďte, jaký je vztah mezi $\Delta f a f_r$:

IV. FORENZNÍ BIOMECHANIKA

Biomechanika je definována jako interdisciplinární věda, zabývající se především studiem mechanické struktury a mechanického chování živých systémů a jejich interakcí s okolím. Dosud je biomechanika nejvíce prostudována v kriminalistické trasologii, kde biomechanický obsah trasologických stop odhaluje nové poznatky o somatometrii pachatele a jeho pohybovém chování na místě činu.

Využití biomechaniky v kriminalistice je především závislé na samotné stopě trestného činu. Možnosti využití biomechaniky v kriminalistice jsou závislé také na tom, zda stopa má biomechanický obsah, tj. zda ve stopě jsou zakódovány informace o pohybovém aparátu pachatele a jeho pohybovém chování. Zkušenosti a logické důvody dovolují tvrdit, že subjekt stopu vytvářející způsobí na objektu stopu přijímajícím takové materiální změny, které jsou jistým odrazem některých somatických vlastností a rovněž pohybového chování objektu který stopu vytvořil.

Z historického hlediska lze vyčlenit tři hlavní období vývoje forenzní biomechaniky:

1. etapa – 1889–1971 – Období tušení možných souvislostí, okrajové využití v rámci trasologie – "Pravěk biomechanických aplikací";

2. etapa – 1971–1994 – Aplikace biomechaniky v kriminalistice, jednotlivé aplikace, rozpracování širokého základu kriminalistické aplikace, vznik kriminalistické biomechaniky;

3. etapa – od 1994 do současnosti – Vznik forenzní biomechaniky – hlavní aplikace jsou biomechanika extrémního dynamického zatěžování organismu, biomechanika pádu z výšky a biomechanický obsah trasologických stop. Z pohledu biomechanických aplikací byla v prvopočátcích studována závislost délky chodidla a tělesné výšky. Prvopočátky lze spatřovat již v pracích Bertillona, který uváděl, že mezi různými (přesně měřitelnými) rozměry lidského těla existují určité vztahy, z nichž lze mnohé vyjádřit matematickou závislostí. Na konci 19. století byly studovány především závislosti délky chodidla a tělesné výšky, a to v pracích *Alphonse Bertillona* a *Henriqua de Parville*, kteří na základě vlastních praktických studií (neznámo jakého rozsahu) formulovali uvedené zákonitosti jako lineární závislost, v uvedených pracích lze nalézt také tabulky rekonstrukčních koeficientů.

Jednou z nejstarších pomůcek pro výpočet tělesné výšky z délky bosé nohy je tabulka koeficientů, které Bertillon publikoval v Revue Scientifique v roce 1889. Zjištěné rekonstrukční vztahy byly v pozdějších letech často dogmaticky přejímány bez korekcí a často i s chybami. Jiný a z našeho pohledu přesnější způsob publikoval H. de Parville v Revue Scientifique v roce 1899, který dospěl k poměrně přesnému vzorci, jehož platnost ověřil na více než 100 osobách různého věku, a dokonce i na dětech

 $vT=6,\!98\cdot dn-0,\!1$

Feix (1965) v pozdější době tento vztah ještě zjednodušil logickou úvahou, že pro proměnné v centimetrech je absolutní člen v hodnotě 0,1 (cm) zanedbatelný a koeficient 6,98 lze zaokrouhlit na celé číslo, pak jeho vztah je zjednodušen na

 $vT = 7 \cdot dn$

Grafické znázornění predikce tělesné výšky z délky nohy uvádí jak Bertillon, tak Parville a lze je porovnat a hodnotit. Předně se ukazuje, že graf podle Bertillona má nelineární průběh, nepravidelnost je u biologických závislostí sice možná, ale není příliš častá. To může být důsledkem toho, že soubor zpracovaný Bertillonem byl málo početný. Naopak Parvilleho závislost je lineární a v grafu se jeví jako přímka. Další odlišnost v porovnání obou autorů je posun v absolutní hodnotě, a přitom obě měření vznikla ve srovnatelné době (1889–1899), tedy platné pro jednu generaci. Parvilleho výsledky jsou větší v krajních hodnotách délky nohy až o 18,5 cm. Dalším, kdo zkoumal pěšinku lokomoce pro identifikační účely byl *Hans Gross* (1847–1915). Z dnešního pohledu je velmi obdivuhodné, jak velkou pozornost věnoval vyhledávání, zajišťování a zkoumání trasologických stop.

Biomechanický obsah trasologických stop

Trasologické stopy obuvi a stopy lokomoce se vyskytují na místech činu velmi často (jeden z výzkumů udává že v 95,5 % případů) a dekódované informace jsou přímo prakticky využitelné pro kriminalistickou praxi. Studium biomechanického obsahu trasologických stop *bipedální lokomoce* se zaměřuje zákonitě nejprve na geometrické znaky, poté na znaky kinematické a nakonec na znaky dynamické. Poslední výzkumy ukazují, že část informace o dynamických znacích biomechanického obsahu lze získat i ze studia jednoho *plantogramu* bosé nohy a není tedy potřebné ke zkoumání znát parametry pěšinky lokomoce.

Trasologické stopy bipedální lokomoce jsou velmi častým představitelem stop, které odrážejí funkční a dynamické vlastnosti působícího objektu (osoby) a z nichž je možné dekódovat biomechanický obsah osoby, která stopu vytvořila.

Geometrické znaky biomechanického obsahu trasologických stop se projevují hlavně v prostorovém uspořádání stopy (souboru stop) v délce, šířce a ploše stopy, v hloubce (objemu) plastické stopy, v prostorových vztazích mezi stopami u souboru stop. Mezi základní charakteristiky geometrických znaků biomechanického obsahu trasologických stop patří: délka a šířka bosé nohy, délka kroku pravé a levé nohy, délka dvojkroku pravého a levého, úhel stopy levé a pravé

Tělesná výška osoby je signifikantní s délkou a šířkou bosé nohy, délkou a šířkou obuvi. Např. je možné vyjádřit závislost *délka a šířka bosé nohy (dN, šN) – tělesná výška (vT)*. Všechny následující vzorce jsou v jednotkách cm.

 $vT = 3, 1 \cdot dN + 4, 0 \cdot \check{s}N + 53$

Pro závislost *délka a šířka obuvi (dO, šO) – tělesná výška (vT)* platí vztah:

 $vT = 2,6 \cdot dO + 4,3 \cdot \check{s}O + 55$

Pro kriminalistiku významný je vztah *délka a šířka stopy obuvi (dSO, šSO) – tělesná výška (vT)*

 $vT = 2.6 \cdot dSO + 4.3 \cdot \check{s}SO + 56$



Při subjektivně normální chůzi byla experimentálně zjištěna průměrná délka kroku 70 cm a délka dvojkroku 142 cm. Analytické závislosti se mění okolo těchto statistických průměrů takto:

a) délka kroku (dK) – tělesná výška (vT)

do 70 cm délky kroku platí vztah

 $vT = 0,297 \cdot dK + 153$

přes 70 cm délky kroku platí vztah

 $vT = 0,315 \cdot dK + 163$

b) délka dvojkroku (dDK) – tělesná výška (vT)

do 142 cm délky dvojkroku platí vztah

 $vT = 0.157 \cdot dDK + 151$

přes 142 cm délky dvojkroku platí vztah

 $vT = 0,175 \cdot dDK + 155$

Pokud se na místě činu nalezne soubor minimálně 4 souvisle řazených stop, je možné zjistit tělesnou výšku osoby, jež stopy vytvořila několika způsoby. Pokud chceme získat tělesnou výšku co nejpřesněji, pak je nejvhodnější využít několika metod na sobě nezávislých. Přesnost výpočtu a predikce tělesné výšky můžeme stanovit na ± 2 cm. Nejvyšší přesnosti je logicky dosaženo při použití maximálního počtu vstupních parametrů.

Podle experimentálního prověření se jako optimální jeví následující dva způsoby řešení:

a) Zjištění tělesné výšky (vT) z délky kroku (dK) a dvojkroku (dDK):

$$vT = 0,153 \cdot dK + 0,083 \cdot dDK + 155$$

b) Zjištění tělesné výšky (vT) z délky kroku (dK), dvojkroku (dDK), délky stopy

obuvi (dSO) a šířky stopy obuvi (šSO):

 $vT = 0,076 \cdot dK + 0,041 \cdot dDK + 1,35 \cdot dSO + 2,4 \cdot \tilde{s}SO + 101,25$



Obr . Měření kroku a dvojkroku

Uvedené funkční závislosti platí pro subjektivně přirozenou chůzi po rovné podložce bez vnějšího ovlivňování. Pro potřeby širšího využití naznačených závislostí bylo provedeno velké množství experimentů pro chůzi v různém disperzním prostředí, v různých podkladech a v odlišných topografických podmínkách. Pro všechny druhy experimentů se prokázaly jako signifikantní vztahy délky kroku a délky dvojkroku k tělesné výšce. Lineární regrese v závislosti dvou proměnných při chůzi v různém druhu podkladu jsou uvedeny v následující tabulce, kde jsou uvedeny jednoduché rovnice pro různý druh podkladu:

| Druh podkladu | Lineárně regresní vztahy |
|---------------|---|
| Oranice | $vT = 0,278 \cdot dK + 0,175 \cdot dDK + 134$ |
| Sníh | $vT = 0,248 \cdot dK + 0,194 \cdot dDK + 126$ |
| Písek | $vT = 0,322 \cdot dK + 0,196 \cdot dDK + 118$ |

| Škvára | $vT = 0,384 \cdot dK + 0,218 \cdot dDK + 109$ |
|--------|---|
| Asfalt | $vT = 0,308 \cdot dK + 0,217 \cdot dDK + 119$ |

Vedle základních geometrických znaků biomechanického obsahu trasologických stop je možné z těchto stop dekódovat s jistou pravděpodobností také **kinematické znaky** biomechanického obsahu trasologických stop, především rychlost lokomoce. Stanovení rychlosti lokomoce je zatím možné jen pro pohyb na rovné, horizontální a tuhé podložce.

Funkční závislosti využitelné v kriminalistické praxi musí v sobě zahrnout jako vstupní proměnné takové hodnoty, které jsou z pěšinky lokomoce přímo a poměrně přesně měřitelné. Takovými hodnotami jsou rozměry stopy obuvi a délky kroku a dvojkroku:

a) rychlost chůze

 $v = 9,314 \cdot dK - 2,226$

 $v = 11,962 \cdot dK - 1,440 \cdot dDK - 1,784$

 $v = 11,962 \cdot dK - 26,831 \cdot dDO - 34,613 \cdot \tilde{s}SO + 7,554$

a) rychlost běhu

 $v = 5,761 \cdot dK - 5,055$

 $v = 11,351 \cdot dK - 3,23 \cdot dDK - 3,905$

 $v = 11,351 \cdot dK - 18,88 \cdot dDO - 24,35 \cdot šSO + 6,09$

kde v – rychlost lokomoce (m/s), *dK* – délka kroku (m), *dDK* – délka dvojkroku (m), *dDO* – délka stopy obuvi (m), *šSO* – šířka stopy obuvi (m)

Měříme lidské tělo

Jedno z prvních měření vašeho těla už vás potkalo hned při vašem narození, byla změřena vaše porodní délka a určena porodní hmotnost. Dnes se ještě před narozením dítěte provádějí ultrazvuková vyšetření plodu.



(http://www.volny.cz/zlaty.rez/diplomka.html)

Lidské tělo fascinuje člověka od dávných dob, jistě znáte tento renesanční obrázek ilustrující ideální proporce lidského těla (obraz je umístěn v galerii Akademie v Benátkách,).

Poměry velikostí částí lidského těla se často blíží ke statistické hodnotě – tzv. zlatému řezu. (http://www.volny.cz/zlaty.rez/diplomka.html)

Lidské tělo umožňuje měření velkého počtu fyzikálních veličin: délky, hmotnosti, plochy, objemu,hustoty, času, frekvence, rychlosti, síly, tlaku, teploty, energie, výkonu, účinnosti, optické mohutnosti, elektrického napětí, elektrického proudu, elektrické vodivosti, elektrického odporu,...

Měření na lidském těle poskytuje rovněž spoustu informací o našem zdravotním stavu: o nadváze, podvýživě, o hypertenzi, o škoslivých vlivech záření na organismus atd

Cílem laboratorní úlohy bude určení vašeho BMI (Body Mass Index) a zjištění, zda nemáte plochou nohu.

Pro výpočet BMI existuje jednoduchý vztah mezi vaší výškou a hmotností:

$$BMI = \frac{hmotnost(kg)}{[výška(m)]^2}.$$

Hodnotu, kterou vypočítáte vyhodnoť te dle následující tabulky:

| BMI | kategorie | zdravotní rizika |
|-----------|------------------|------------------|
| (18,5 | podváha | vysoká |
| 18,5-24,9 | normální váha | minimální |
| 25-29,9 | nadváha | středně vysoká |
| 30-34,9 | obezita | 1. stupně vysoká |
| 35-39,9 | velká obezita | 2. stupně vysoká |
| 40 a více | klinická obezita | velmi vysoká |

BMI kategorie zdravotní rizika

Pro správnou funkci nohy má rozhodující význam dobře vytvořená nožní klenba, která je podmíněna tvarem a účelem seskupení kostí zánártních a nártních.

Klenutí nohy má za následek, že se noha neopírá o podložku celou chodidlovou plochou, ale jen ve třech místech. Správná klenba umožňuje pružnou chůzi, usnadňuje udržení rovnováhy těla, chrání před tlakem cévy a nervy, uložené v plosce. *(www.bata.cz)*



Ke zjištění, zda máte plochou nohu existují speciální přístroje (plantografy), ale orientačně si to můžete vyzkoušet jednoduchým pokusem i bez nich.

Pořídíte si otisk své nohy, změříte nejširší a nejužší část chodidla. Použijte vztah:

 $I = \frac{\text{nejširší část otisku}}{\text{nejužší část otisku}}$

Vyhodnoťte dle tabulky

| Ι | stav nohy |
|------------------|------------------------|
| I (0,45 | normální noha |
| 0,45 | začínající plochá noha |
| $I \rangle 0,45$ | plochá noha |

(www.trna.cz) (http://www.behshop.cz/clanky/jakou-pronaci-trpite/)





Úkol č.1 Určete svůj BMI

Pomůcky: osobní váha, délkové měřidlo Postup:

- 1. Změřte výšku vašeho těla.
- 2. Určete hmotnost vašeho těla.
- 3. Vypočtěte svůj BMI a vyhodnoťte.

Úkol č.2 Zjistěte stav vaší nožní klenby

Pomůcky: inkoust, balící papír, délkové měřidlo Postup:

- 1. Natřete chodidlo inkoustem a pořid'te na balící papír jeho otisk.
- 2. Změřte nejširší a nejužší část otisku, vypočtěte poměr I.
- 3. Vyhodnoť te stav vaší klenby.

Doplňující úkoly:

1. Na které z mincí měny Evropské unie najdeme obrázek ilustrující ideální proporce lidského

těla?

- 2. Vyhledejte pojmy bodymetr, statistika, hypertenze, obezita.
- 3. Kdo byl, kdy a kde žil a čím proslul Leonardo da Vinci?