

Smarttelefonen – ett mångsidigt mätverktyg

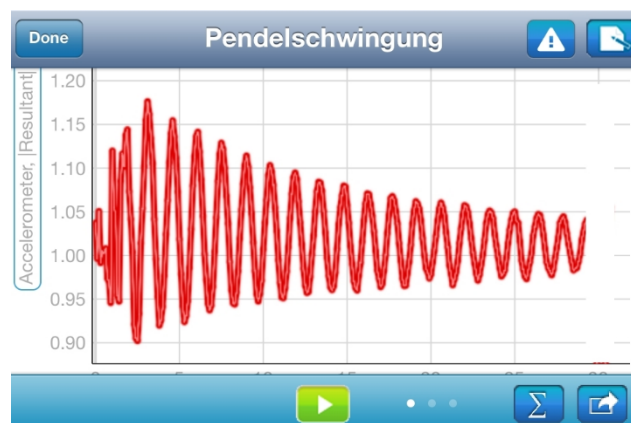
Mats Braskén och Ray Pörn

Introduktion

En modern smarttelefon innehåller ett antal sensorer. I de flesta telefoner finns det accelerometer, gyroskop, gps, ljudsensor (mikrofon) samt magnetometer (kompass). Dyrare telefoner kan även vara försedda med barometer, luxmätare, termometer samt en mätare för relativ fuktighet. Telefonen innehåller dessa sensorer för att få information om sin egen position, rörelse och omgivning. I detta arbete koncentrerar vi oss på smarttelefonens accelerationssensor.

Mjukvara

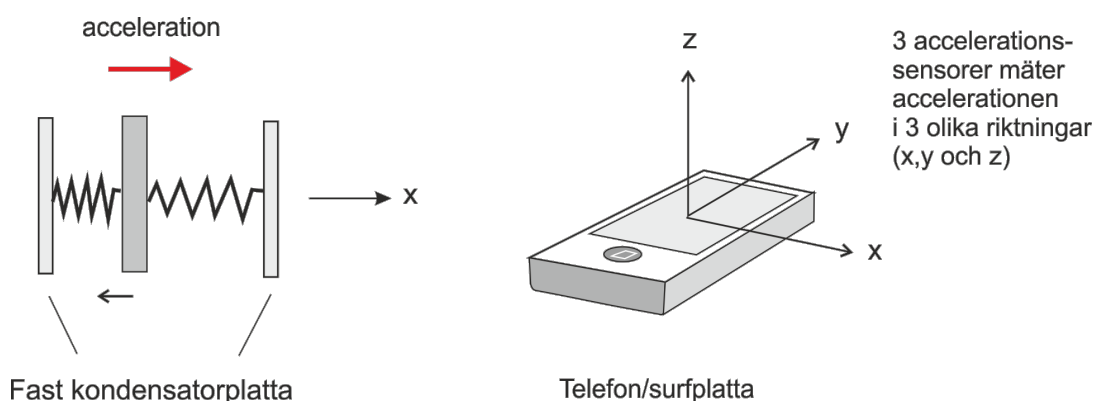
För att kunna läsa av sensorernas värden krävs lämplig mjukvara installerad på telefonen. I detta arbete används SparkVue för Iphone/Ipad (nedladdas gratis från App Store). Några andra möjligheter för Apples produkter är SensorLog och Sensor Stream. För Android-telefoner finns motsvarande applikationer, t.ex. AndroSensor, Sensor Kinetics och AcceLogger. För Windows-telefoner finns exempelvis SensorEmitter. De flesta telefoner kan banda in mätdata från en sensor och spara dem i csv-format (comma-separated-values). Datafilen kan sedan mejlas till valfri epost-adress, alternativt sparas till Dropbox. Därefter kan csv-filen importeras till lämpligt analysverktyg (t.ex. Excel). I figuren nedan visas en accelerationsgraf i SparkVue.



Accelerationssensorn

Accelerationssensorn mäter accelerationen i tre riktningar. De flesta accelerometrar är kapacitiva och mätningen utförs så att en massa är fastspänd med två fjädrar förankrade i var sin fast kondensatorplatta (se figur). När telefonen och sensorn accelererar trycks ena fjädern ihop medan den andra dras ut. Förändringen hos den rörliga massans läge syns som en förändring i kondensatorns kapacitans. Accelerationens värde ges antingen i enheten m/s^2 eller i enheter av g ($= 9,81 \text{ m/s}^2$). För en telefon som ligger stilla på ett vågrätt bord ger accelerationssensorn värdena

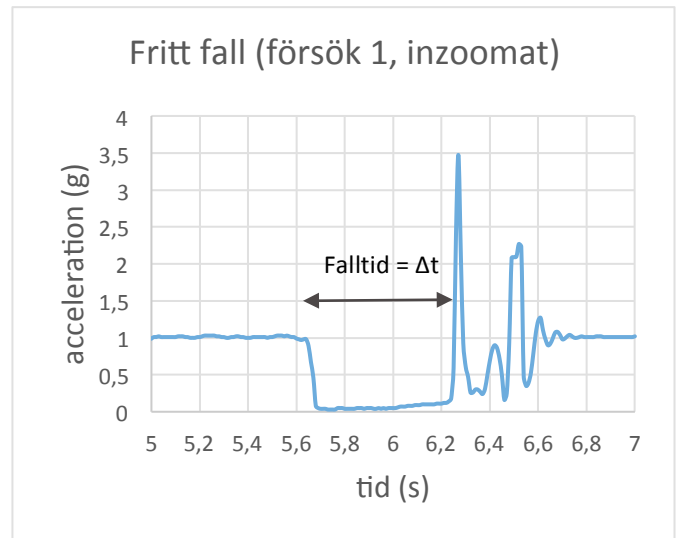
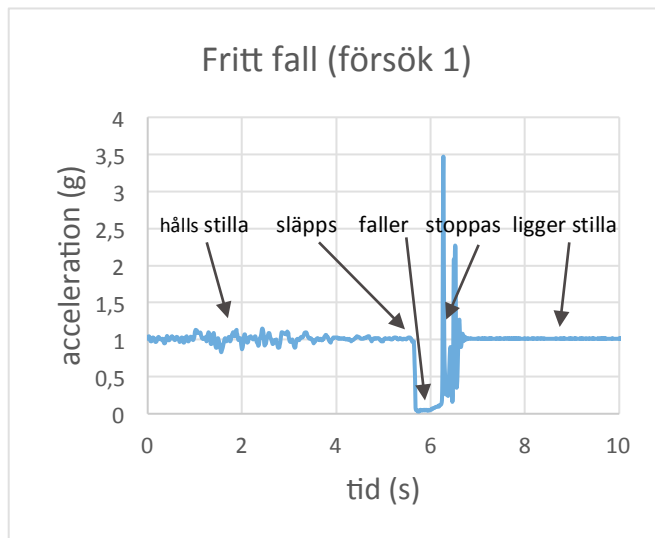
$$a_x = a_y = 0 \text{ m/s}^2, a_z = -9,81 \text{ m/s}^2.$$



Fallförsök

Vi utnyttjar accelerationssensorn i en Ipad för att bestämma fria fallets acceleration. I Sparkvue kan man ställa in lämplig samplingsfrekvens, d.v.s. antalet mätningar per sekund. Vi valde den högsta samplingsfrekvensen 100 Hz. Ipad:en släpps med botten nedåt från en bestämd höjd (i vårt fall 2,0 m) på ett (riktigt) mjukt underlag. Under det fria fallet bandas accelerationsdata in. Vi utförde två likadana försök och sparade mätdata i csv-format. Datafilerna skickades per epost och importerades till Excel. För en utförlig, steg-för-steg, beskrivning av denna procedur, se resurscentrets hemsida skolresurs.fi. I figuren nedan visas resultatet av ett försök. Graferna visar resultanten av accelerationen, d.v.s.

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$



Notera att när Ipad:en hålls stilla är accelerationen = tyngdaccelerationen. Under det fria fallet upphävs tyngdaccelerationen och sensorn registrerar accelerationen = noll. För att bestämma falltiden (Δt) så exakt som möjligt bör man undersöka datafilen. I vårt försök påbörjades fallet vid tidpunkten $t_1 = 5,60$ s och avslutades vid $t_2 = 6,24$ s. Falltiden blev då $\Delta t = 6,24$ s $-$ $5,60$ s = $0,64$ s. Fallhöjden var $s = 2,0$ m. Eftersom accelerationen är konstant under fallet gäller $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$. Då denna ekvation löses med avseende på a fås

$$a = \frac{2s}{t^2}.$$

I vårt försök blir alltså accelerationen $a = \frac{2s}{(\Delta t)^2} = \frac{2 \cdot 2,0 \text{ m}}{(0,64 \text{ s})^2} = (9,8 \pm 0,3) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Osäkerheten i tidsbestämningen antas vara $0,01$ s och försumbar i fallhöjden. Osäkerheten i accelerationen beräknas som ett min-max-fel.

Att tänka på:

- Det är viktigt att ha tillräckligt hög samplingsfrekvens i mätningen, minst 100 Hz.
- Fallhöjden s bör bestämmas så exakt som möjligt.
- Tidpunkterna t_1 och t_2 bör avläsas direkt ur datafilen. Små fel i falltiden resulterar i stora kast i accelerationen (minst $0,3 \text{ m/s}^2$ för samplingsfrekvensen 100 Hz).

Avslutning

I denna artikel har vi visat hur smarttelefonens accelerationssensor fungerar och hur den kan användas för att utföra ett enkelt fallförsök. Accelerationssensorn har också andra användningsområden. Exempelvis kan man studera svängningar, vibrationer, pendelrörelse och rotationsrörelse. Vi återkommer i ett senare nyhetsbrev till några av dessa tillämpningar.