

Messungen mit dem CBR (Computer-Based-Ranger) (Ultraschall-Abstandssensor)

Das CBR sendet Ultraschallpulse aus und empfängt das an einem Gegenstand reflektierte Signal. Aus der Laufzeit wird der Abstand zum Objekt bestimmt.

Das CBR wird über den Dig/Sonic-Eingang an den TI-Rechner angeschlossen. Es wird dann automatisch als Sensor für Bewegungen erkannt (DIG: Motion (M) erscheint). Der aktuell gemessene Abstand zu einem Gegenstand (in Metern) wird ebenfalls angezeigt.

Achtung: Wird das CBR nicht erkannt (man kann dann auch nicht messen), kann das an den Batterien im CBL2 liegen. Auch wenn andere Sensoren noch funktionieren, reicht die Spannung in Verbindung mit dem CBR manchmal nicht mehr aus.

Weiter ist bei Messungen mit dem CBR zu beachten:

Abstand zum Messobjekt: Größer als 40, besser 50 cm. Bei kleineren Entfernungen ist die Laufzeit des Ultraschallsignals zu kurz – es wird nur Unsinn angezeigt.

Zeitintervall für die Messung: Voreingestellt ist 0,05 s. Bei der Wahl kleinerer Messintervalle muss man aufpassen, denn das Gerät misst bei größeren Entfernungen dann nicht mehr richtig (bei $\Delta t = 0,02$ s kann zum Beispiel nur bis $d = 1.7$ m gemessen werden), da die Laufzeiten zu lang werden. Zwischen Empfang des reflektierten Signals und der Sendung eines neuen Signals muss offensichtlich eine gewisse Zeitspanne liegen.

Größe des Messobjekts: Das CBR sendet Ultraschall mit einem nicht zu vernachlässigenden Öffnungswinkel aus. Bei kleinen Objekten (zum Beispiel kleinen rollenden Kugeln) muss man daher darauf achten, dass um den Aufbau herum genügend Platz ist und die Messung nicht durch andere Gegenstände gestört wird – zum Beispiel auch durch den Experimentator.

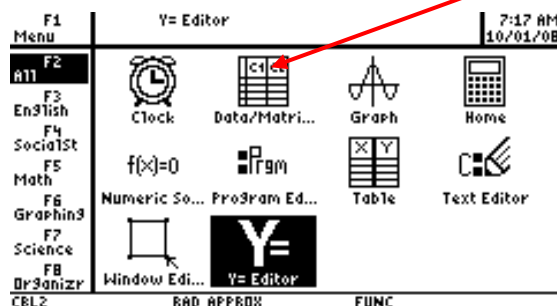
Neben der **Entfernung** misst das CBR gleichzeitig auch **Geschwindigkeit** und **Beschleunigung** eines Objekts (es wird vermutlich differenziert). Die Beschleunigungswerte sind i. a. aber sehr verrauscht.

Nach Beendigung einer zeitabhängigen Messung mit dem CBR erscheint daher nicht sofort der Graph, sondern es wird abgefragt, welche Messgröße gegen die Zeit aufgetragen werden soll: mit Pfeiltasten und „Enter“ auswählen, ob Entfernung, Geschwindigkeit oder Beschleunigung gewünscht wird.

Man kann mit Datamate auch Messgrößen gegeneinander auftragen – z. B. Ort gegen Geschwindigkeit (siehe Fadenpendel). Dazu müssen sich die Messwerte in den Spalten L2-L4 der Messtabelle befinden. Anders als bei anderen Sensoren (Zeit in L1, Messwerte in L2 - L4) speichert datamate bei Verwendung des CBR aber folgendermaßen ab:

Zeit: L1
 Entfernung: L6
 Geschwindigkeit: L7
 Beschleunigung: L8

Um die Messwerte mit datamate gegeneinander auftragen zu können, müssen sie sich in L2 - L4 befinden. Dahin verschieben kann man sie mit dem Data/Matrix-Editor (Tabellenkalkulation):



- Data/Matrix-Editor aufrufen
- 1: current
- Tabelle wird angezeigt. Die Spalten heißen hier c. Zeit also nun in c1, Entfernung in c6 usw.
- mit Pfeiltasten auf c2 gehen
- F4 drücken
- c2=c6 eingeben, „enter“
- mit Pfeiltaste c3 anwählen und die Geschwindigkeitswerte aus c7 in c3 kopieren
- mit „Apps“ zum Desktop zurückkehren

Datamate aufrufen

- 3: graph, nach Ausgabe der Kurve „Enter“
- 4: more

Durch Auswahl können nun die Messwerte verschiedener Messreihen gegeneinander aufgetragen werden, zum Beispiel die in L3 gespeicherten Messwerte gegen die in L2 usw..

Messungen mit dem CBR sind hervorragend zur Ermittlung von Weg-Zeit- und Geschwindigkeitszeitgesetzen geeignet. Sehr gut einsetzbar bei:

Schiefe Ebene: $s(t)$ kann direkt (nach Auswahl des Fit-Bereiches mit *select region*) mit quadratischer Funktion gefittet und die Beschleunigung ermittelt werden, $v(t)$ kann direkt linear gefittet und ebenfalls die Beschleunigung bestimmt werden: *analyze*, dann *curve fit*, dann *quad (dist vs time)* bzw. *linear (velo vs time)*. Kein Umweg über den Data/Matrix-Editor

erforderlich.

Fadenpendel: Gibt für $s(t)$ und $v(t)$ sehr schönen Sinus bzw. Cosinus, Phasenverschiebung der beiden Kurven sehr schön sichtbar. $a(t)$ natürlich etwas verrauscht.

Man kann auch $s(v)$ darstellen. Dazu muss man die Daten aber mit dem Data/Matrix-Editor verschieben (siehe oben). Das ergibt dann eine Lissajous-Figur - wie erwartet beim ungedämpften Fadenpendel die Ellipse (Phasenverschiebung zwischen $s(t)$ und $v(t)$ ist $\pi/2$, Amplituden sind nicht gleich.)

Senkrechter Wurf, Messung der Erdbeschleunigung: Einfach Softball über dem CBR hochwerfen und wieder auffangen, aus quadratischem Fit von $s(t)$ erhält man die (halbe) Erdbeschleunigung.