

HARALD NAHRSTEDT

C++ für Ingenieure

Einführung in die objektorientierte
Programmierung

Kapitel 1 Grundlagen der Programmierung

1.2 Grundstrukturen

Erstellt am

Beschreibung Übungsbeispiel: Vektoren – Kräfte im Raum

Vektoren – Kräfte im Raum

Außer der Möglichkeit der Komponentenangabe, gibt es zur Richtungsangabe eines Vektors zum Ursprung und den Koordinaten, die Angabe der Richtungswinkel (**Bild 1**).

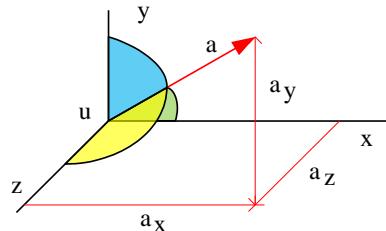


Bild 1 Richtungswinkel

Nehmen Sie deren Bestimmung in Ihre Berechnung mit auf.

$$\varphi_i = \arccos \frac{a_i}{|\alpha|}, \quad |\alpha| = \sqrt{\sum_{i=x,y,z} a_i^2} \quad (1)$$

Zur Bestimmung der Richtungswinkel ist die obige Formel in das vorhandene Programm zu integrieren. Ein paar zusätzliche Vereinfachungen machen den Code lesbarer. Da die Winkel üblicherweise in Grad anzugeben sind, muss noch eine Umrechnung von Bogenmaß in Grad durchgeführt werden. Dies erfolgt mit der Formel.

$$\text{Winkelmaß} = \text{Bogenmaß} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \quad (2)$$

Damit ändert sich das Programm wie nachfolgend dargestellt.

Code 1 Anwendungsbeispiel – Kräfte im Raum

```
/* Kraefte.cpp
Das Programm bestimmt
mit Parametern von Kräften im freien Raum
resultierende Kraft, Moment und Dyanme
so wie der Richtungswinkel
*/
#include <iostream.h>
#include <math.h>

int main ()
{
    char weiter;
    double x, y, z;
    double Fx, Fy, Fz;
```

```

double Sux, Suy, Suz;
double SuFx, SuFy, SuFz;
double SuMx, SuMy, SuMz;
double Fr, Mr, p;
double Mx, My, Mz;
double ax, ay, az;
// neu
double alpha;
double phi_x, phi_y, phi_z;
double w_x, w_y, w_z;
// ---
do
{
    cout << "weiter (E=Ende/N=Neu/W=Weiter/A=Ausgabe) ";
    cin >> weiter;
    switch (weiter)
    {
        case 'E': /* Ende */
            break;
        case 'N': /* Neuanfang */
            Sux = 0;
            Suy = 0;
            Suz = 0;
            SuFx = 0;
            SuFy = 0;
            SuFz = 0;
            SuMx = 0;
            SuMy = 0;
            SuMz = 0;
        case 'W': /* weiter */
        // Eingaben
        cout << "Angriffspunkt (x) = ";
        cin >> x;
        cout << "Angriffspunkt (y) = ";
        cin >> y;
        cout << "Angriffspunkt (z) = ";
        cin >> z;

        cout << "Kraftkomponente (x) = ";
        cin >> Fx;
        cout << "Kraftkomponente (y) = ";
        cin >> Fy;
        cout << "Kraftkomponente (z) = ";
        cin >> Fz;

        // Auswertung
        Sux = Sux+x;
        Suy = Suy+y;
        Suz = Suz+z;

        SuFx = SuFx+Fx;
        SuFy = SuFy+Fy;
        SuFz = SuFz+Fz;

        SuMx = SuMx+y*Fz-z*Fy;
    }
}

```

```

SuMy = SuMy+z*Fx-x*Fz;
SuMz = SuMz+x*Fy-y*Fx;
break;
case 'A': /* Ausgabe */
    Fr = sqrt(SuFx*SuFx+SuFy*SuFy+SuFz*SuFz);
    Mr = sqrt(SuMx*SuMx+SuMy*SuMy+SuMz*SuMz);
    ax = (SuFy*SuMz-SuFz*SuMy)/(Fr*Fr);
    ay = (SuFz*SuMx-SuFx*SuMz)/(Fr*Fr);
    az = (SuFx*SuMy-SuFy*SuMx)/(Fr*Fr);
    p = SuFx*SuMx+SuFy*SuMy+SuFz*SuMz;
    Mx = p*SuFx/(Fr*Fr);
    My = p*SuFy/(Fr*Fr);
    Mz = p*SuFz/(Fr*Fr);
    alpha = sqrt(ax*ax+ay*ay+az*az);
    phi_x = acos (ax/alpha);
    phi_y = acos (ay/alpha);
    phi_z = acos (az/alpha);

    // Umrechnung vom Bogenmaß in Winkelgrade
    w_x = phi_x/4 atan(1)*180;
    w_y = phi_y/4 atan(1)*180;
    w_z = phi_z/4 atan(1)*180;

    cout << "Resultierende Kraft = " << Fr << endl;
    cout << "Resultierendes Moment = " << Mr << endl;
    cout << "Dynamische Ortsvektor (x) = " << ax << endl;
    cout << "Dynamische Ortsvektor (y) = " << ay << endl;
    cout << "Dynamische Ortsvektor (z) = " << az << endl;
    cout << "Momentenvektor (x) = " << Mx << endl;
    cout << "Momentenvektor (y) = " << My << endl;
    cout << "Momentenvektor (z) = " << Mz << endl;
    cout << "Dynamische Winkel (alpha) = " << alpha << endl;
    cout << "Richtungswinkel (w_x) = " << w_x << endl;
    cout << "Richtungswinkel (w_y) = " << w_y << endl;
    cout << "Richtungswinkel (w_z) = " << w_z << endl;
    break;
default:
    cout << "Falsche Eingabe!" << endl;
}
}
while (weiter!='E');
}

```

Mit dem gleichen Beispiel wie im Buch erfolgt die Ausgabe nach Bild 2.

```
weiter <E=Ende/N=Neu/W=Weiter/A=Ausgabe> N
Angriffspunkt <x> = 3
Angriffspunkt <y> = 0
Angriffspunkt <z> = 0
Kraftkomponente <x> = 0
Kraftkomponente <y> = 3
Kraftkomponente <z> = 0
weiter <E=Ende/N=Neu/W=Weiter/A=Ausgabe> W
Angriffspunkt <x> = 0
Angriffspunkt <y> = 1
Angriffspunkt <z> = 0
Kraftkomponente <x> = 0
Kraftkomponente <y> = 0
Kraftkomponente <z> = 4
weiter <E=Ende/N=Neu/W=Weiter/A=Ausgabe> W
Angriffspunkt <x> = 0
Angriffspunkt <y> = 0
Angriffspunkt <z> = 2
Kraftkomponente <x> = 5
Kraftkomponente <y> = 0
Kraftkomponente <z> = 0
weiter <E=Ende/N=Neu/W=Weiter/A=Ausgabe> A
Resultierende Kraft = 7.02107
Resultierendes Moment = 14.0357
Dyname Ortsvektor <x> = -0.26
Dyname Ortsvektor <y> = -0.58
Dyname Ortsvektor <z> = 0.76
Momentenvektor <x> = 8.6
Momentenvektor <y> = 5.16
Momentenvektor <z> = 6.88
Dyname      <alpha> = 0.990757
Richtungswinkel <w_x> = 105.214
Richtungswinkel <w_y> = 125.832
Richtungswinkel <w_z> = 39.9067
weiter <E=Ende/N=Neu/W=Weiter/A=Ausgabe> _
```

Bild 2 Die Ausgabe des Beispiels