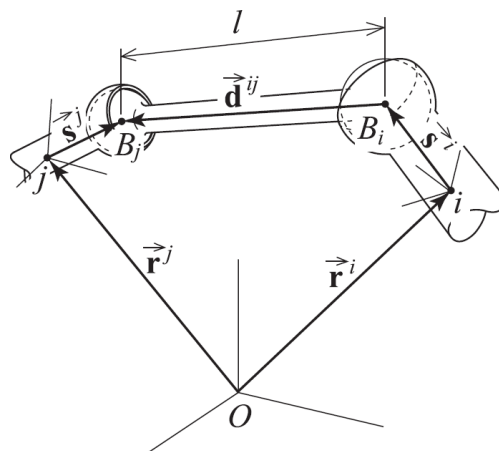


今回はSL(short lecture)通算第53回目。8章の剛体の拘束方程式の内容を十五回にわたって講義している。今回はその九回目として二つの物体間の拘束式のうち、駆動拘束について学ぶ。 2025.07.24 清水

8.6 駆動拘束

アクチュエータなどにより、他の物体に対してある物体の位置や姿勢を時間的に変えたり、地面に対して物体の位置や姿勢を時間的に変えたりする場合の拘束を駆動拘束(driving constraints)という。いろいろなタイプの駆動に対する拘束式を以下に示す。なお拘束式に対応する変分は、これまでに与えられた幾何拘束式の変分と対応する。駆動拘束では時間関数が導入されるが、変分では時間を固定して偏微分をとるので、すでに求めた幾何学拘束式の対応する変分と同一となる。したがって以下ではこの記述を省略する。

(1) 距離駆動拘束 SL-51(第51回ショートレクチャー)ではマルチボディダイナミクス(1)の本の付録8.4節の付表8.2の距離拘束(球-球ジョイント)を示した。その中で示されている付図8.4において2点 B_i と B_j の間の距離 l を一定とせず、時間とともにアクチュエータなどで変化させ、時間に依存して $l(t)$ を



付図8.4 球 - 球ジョイント

指定すると、距離駆動拘束式が付表8.2の式(付8.11)を参考に

$$C^{(Dss)}(B_i, B_j, l(t)) \equiv \mathbf{d}^{ijT} \mathbf{d}^{ij} - (l(t))^2 = 0 \quad (8.26)$$

と得られる。ただし $\mathbf{d}^{ij}$ は式(8.8) ($\mathbf{d}^{ij} = \mathbf{r}^j + \mathbf{A}^{Oj} \mathbf{s}_j'^B - \mathbf{r}^i - \mathbf{A}^{Oi} \mathbf{s}_i'^B$ 、SL-46参照)により与えられる。 $l(t) \neq 0$ は時間とともに変化するリンク長である。

(2) 並進駆動拘束 SL-50ではマルチボディダイナミクス(1)の本の付録8.3.2項の円柱ジョイント、並進ジョイント、ねじジョイントを示した。これらの拘束は、一方の物体に対して他方の物体はつねに共線軸を有して相対運動する。付録8.4節の付表8.2の支柱複合ジョイントも2物体はたがいに共線軸を有している。これらの共線軸方向に2物体をたがいに時間に依存して移動させると並進駆動拘束が実現する。

図8.7に両物体とその共線軸を示した。物体 i に取付けられた点 B_i とその点から発し点 C_i で終る単位ベクトルを $\vec{\mathbf{b}}_z^{(i)}$ とし、物体 j に取付けられた点 B_j と点 C_j 間の共線軸上の単位ベクトルを $\vec{\mathbf{b}}_z^{(j)}$ 、点 B_i から点 B_j までのベクトルを $\vec{\mathbf{d}}^{ij}$ とすると、点 B_i から点 B_j までの有向距離は全体枠 O の成分表示で $\vec{\mathbf{b}}_z^{iT} \vec{\mathbf{d}}^{ij}$ と書けるから、式(8.12) ($C^{(n2)}(\mathbf{a}^i, \mathbf{d}^{ij}) \equiv \mathbf{a}^{iT} \mathbf{d}^{ij} \stackrel{(1)}{\underset{(8.8)}{=}} \mathbf{a}^{iT} (\mathbf{A}^{Oi})^T (\mathbf{r}^j + \mathbf{A}^{Oj} \mathbf{s}_j'^B - \mathbf{r}^i - \mathbf{A}^{Oi} \mathbf{s}_i'^B) = 0$ 、SL-46参照)を用いて並進駆動拘束式は

$$C^{(Di)} \stackrel{(1)}{\equiv} C^{(n2)}(\vec{\mathbf{b}}_z^i, \vec{\mathbf{d}}^{ij}) - d(t) = 0 \quad (8.27)$$

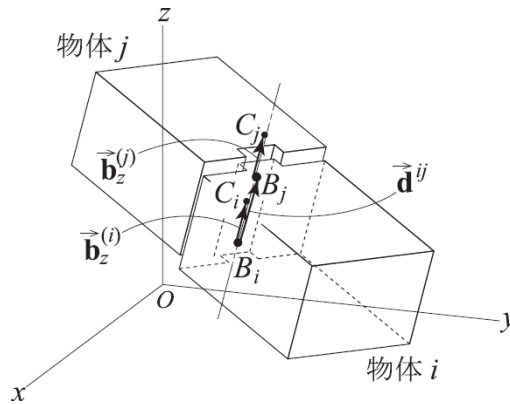


図8.7 並進駆動拘束

と書ける。ただし $d(t)$ は時間依存の指定値である。この式を付録8.3.2項の円柱ジョイント、並進ジョイント、ねじジョイントや付録8.4節の支柱複合ジョイントなどの幾何拘束式と一緒に用いて問題を解くことができる。