

Animacja Komputerowa. Łańcuchy kinematyczne

Aleksander Denisiuk
Polsko-Japońska Akademia Techniki Komputerowych
Wydział Informatyki w Gdańsku
ul. Brzezi 55
80-045 Gdańsk

denisjuk@pja.edu.pl

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Najnowsza wersja tego dokumentu dostępna jest pod adresem
<http://users.pja.edu.pl/~denisjuk/>

Wprowadzenie

Kinematyka

Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Wprowadzenie

Wprowadzenie

Kinematyka

Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

- Ruch jednego obiektu względem drugiego, hierarchia ruchu
 - układ planetarny, manipulatory, postacie ludzkie
- Kinematyka:
 - prosta
 - odwrotna

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne
Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

Kinematyka prosta

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

- Wieloczłonowe łańcuchy
 - człony połączone końcami
 - efektory końcowe
 - postać artykulowana, artykulacja
- Robotyka

Pary kinematyczne o jednym stopniu swobody

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

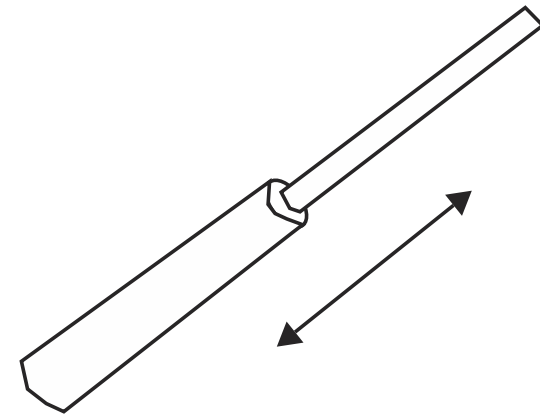
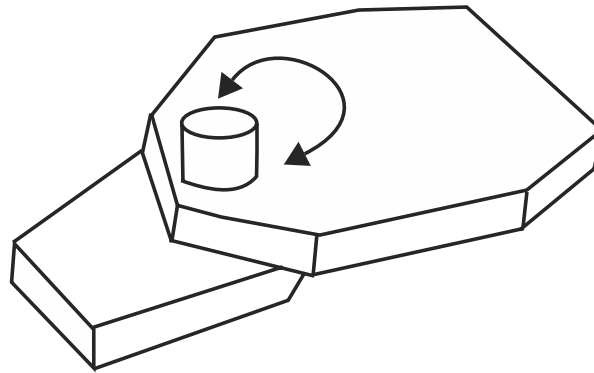
Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

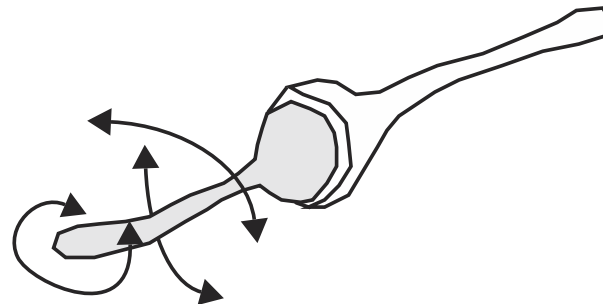
Kinematyka
odwrotna

- przegub
- para przesuwana

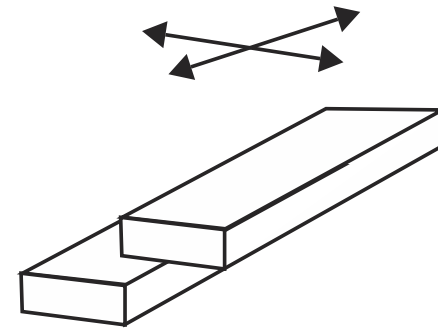


Pary kinematyczne o dwóch stopniach swobody

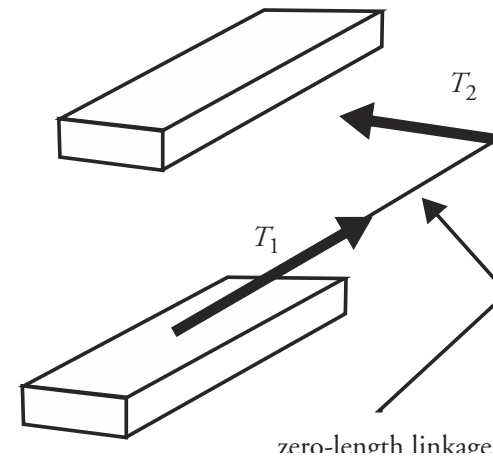
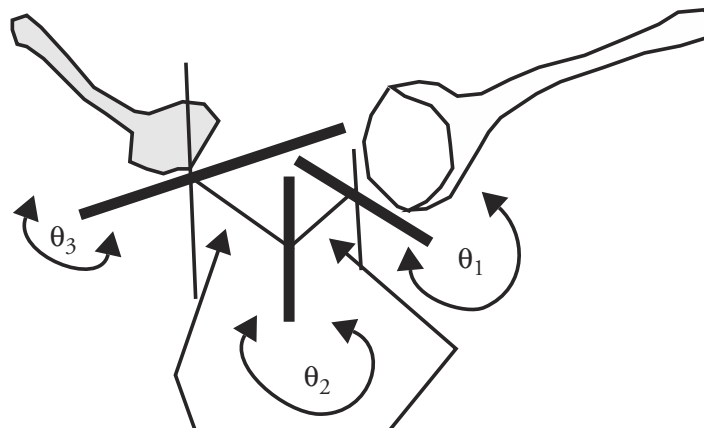
- Sprowadza się do par o jednym stopniu swobody



Ball-and-socket joint



Planar joint



Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

Wprowadzenie

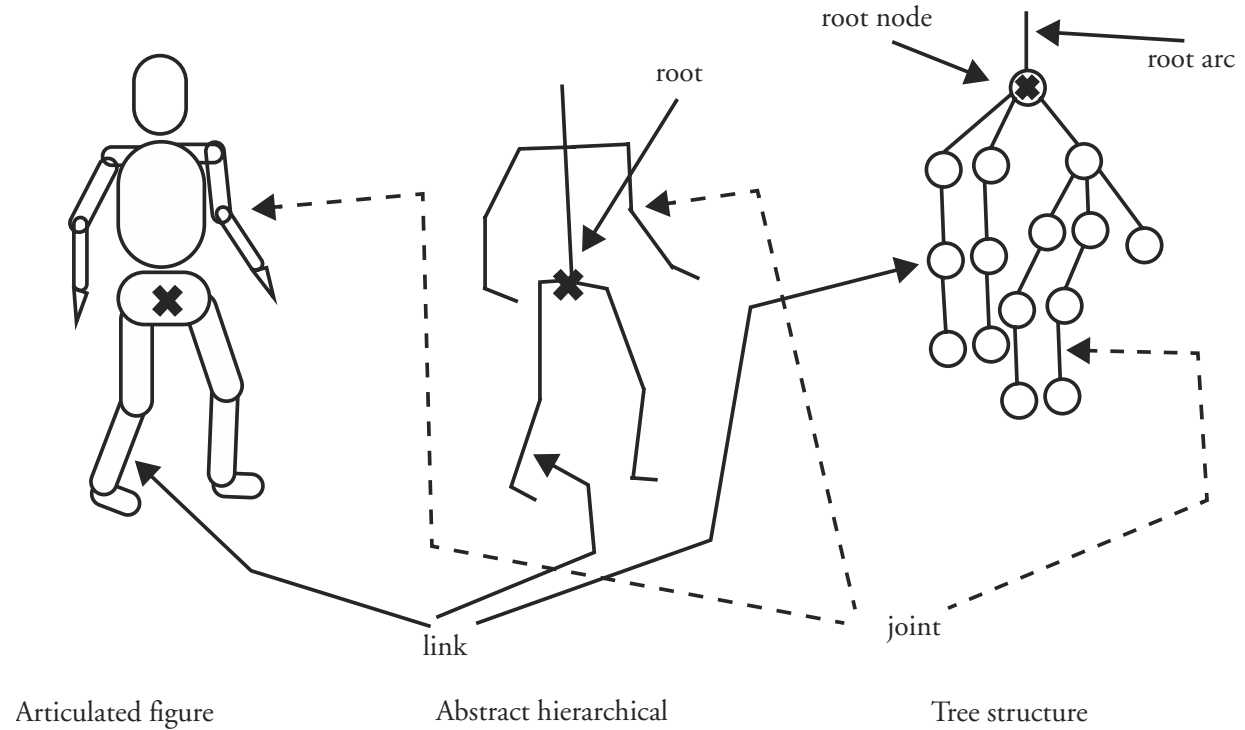
Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne
Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

■ Drzewo



Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

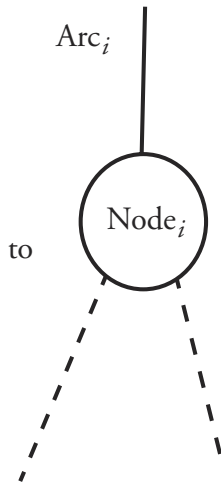
Kinematyka
odwrotna

■ Dwa przekształcenia

- przekształcenie do położenia „zerowego” względem elementu rodzicielskiego
- przekształcenia artykulacji — względem położenia „zerowego”

Node_{*i*} contains

- a transformation to be applied to object data to position it so its point of rotation is at the origin (optional)
- object data



Arc_{*i*} contains

- constant transformation of Link_{*i*} to its neutral position relative to Link_{*i-1*}
- variable transformation responsible for articulating Link_{*i*}

Wprowadzenie

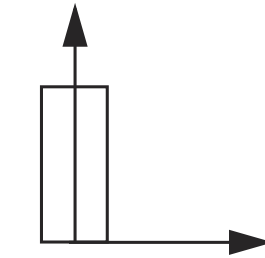
Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne
Pary
kinematyczne

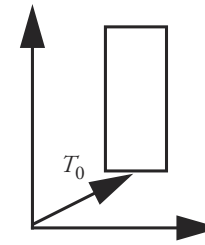
Struktury

Kinematyka
odwrotna

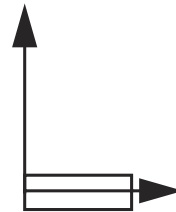
■ Trzy człony



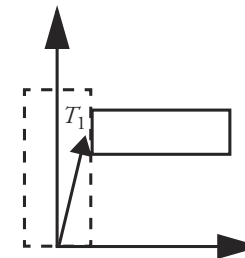
Original definition of root object (Link 0)



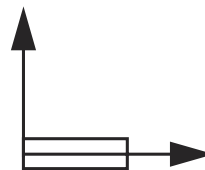
Root object (Link 0) transformed (translated and scaled) by T_0 to some known location in global space



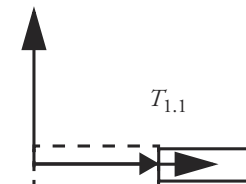
Original definition of Link 1



Link 1 transformed by T_1 to its position relative to untransformed Link 0



Original definition of Link 1.1



Link 1.1 transformed by $T_{1,1}$ to its position relative to

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

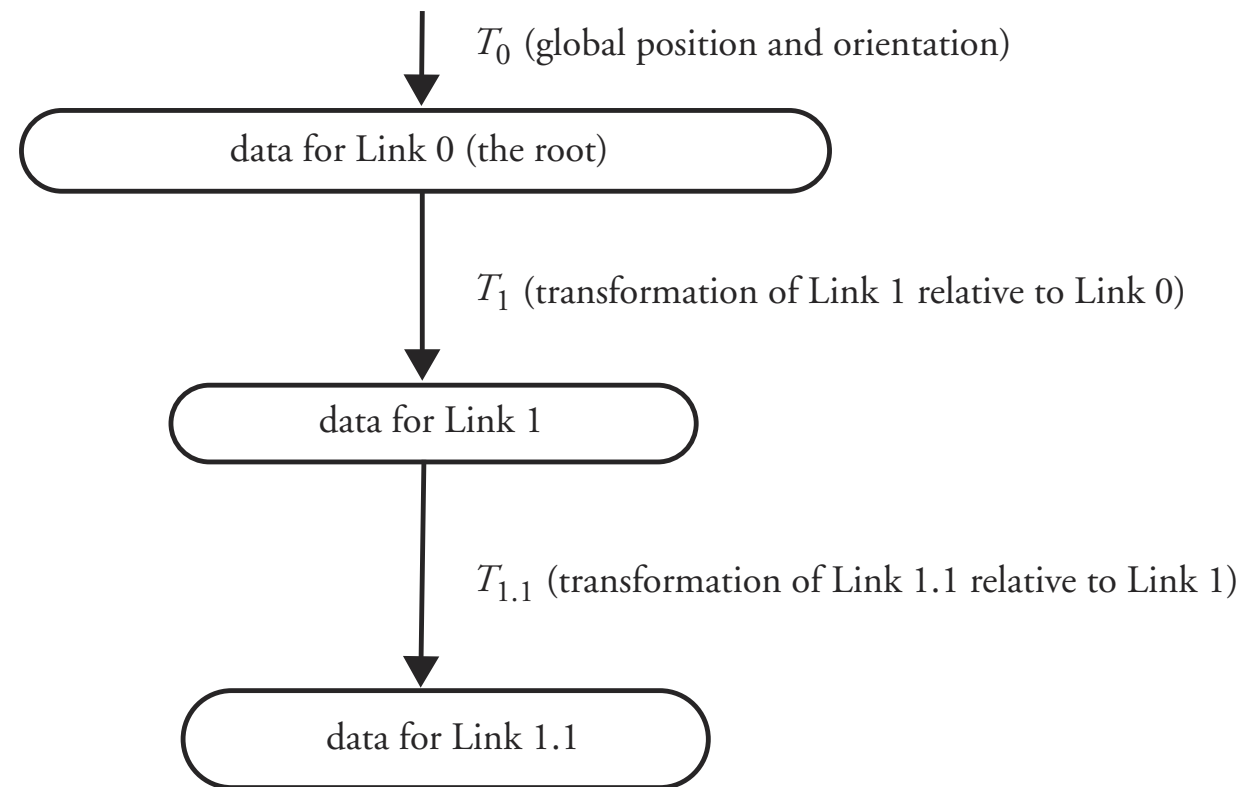
Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

- $V'_0 = T_0 V_0$
- $V'_1 = T_0 T_1 V_1$
- $V'_{1.1} = T_0 T_1 T_{1.1} V_{1.1}$



Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

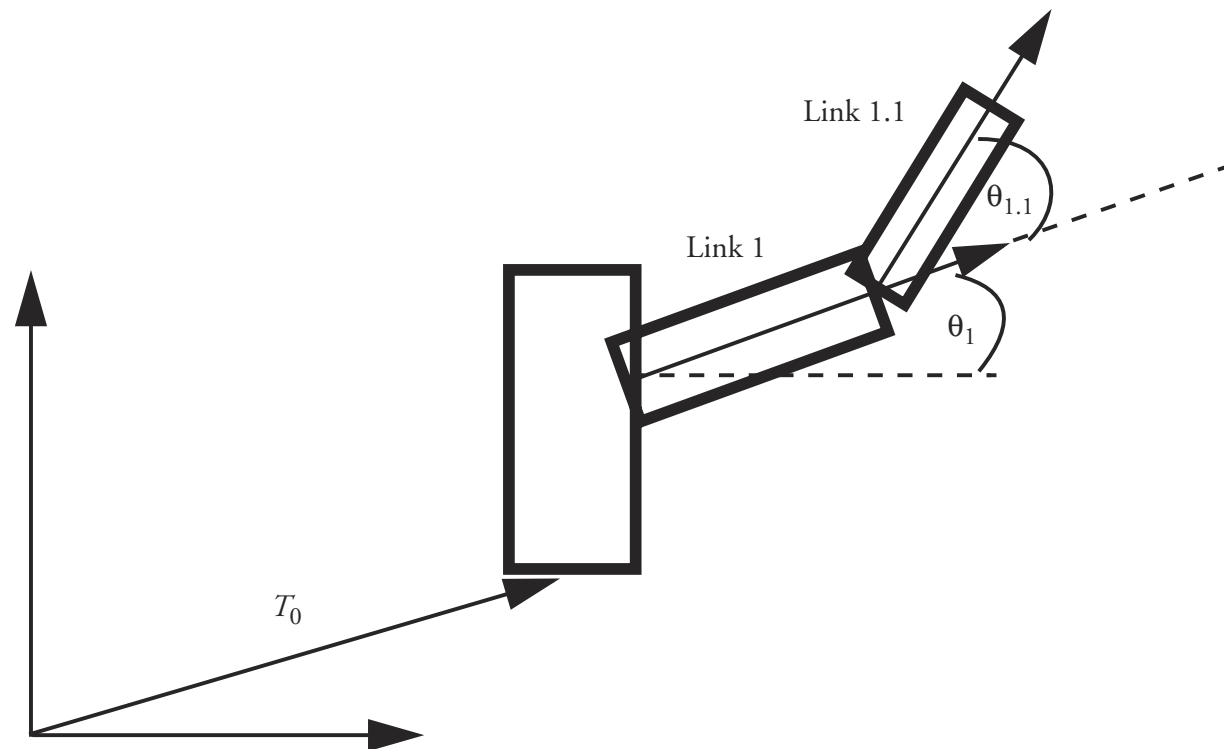
Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

- $V'_0 = T_0 V_0$
- $V'_1 = T_0 T_1 R_1(\theta_1) V_1$
- $V'_{1.1} = T_0 T_1 R_1(\theta_1) T_{1.1} R_{1.1}(\theta_{1.1}) V_{1.1}$



Wprowadzenie

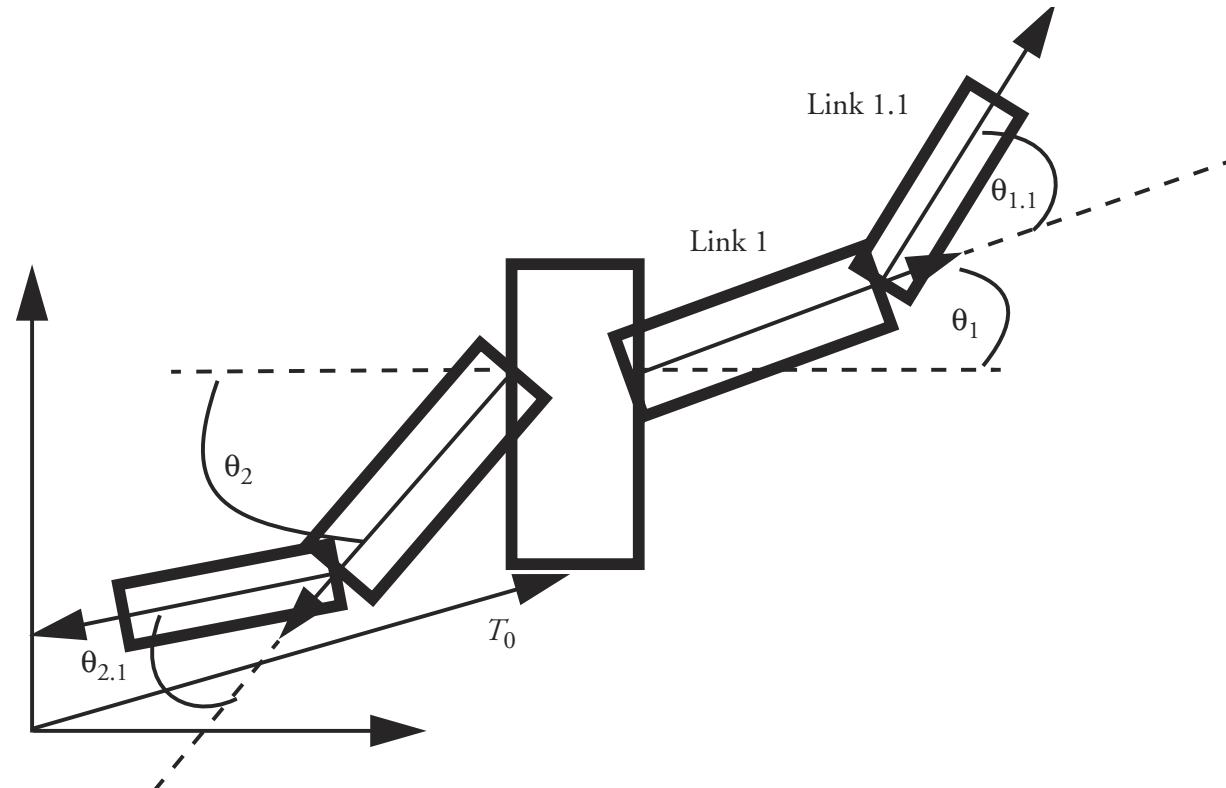
Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna



Wprowadzenie

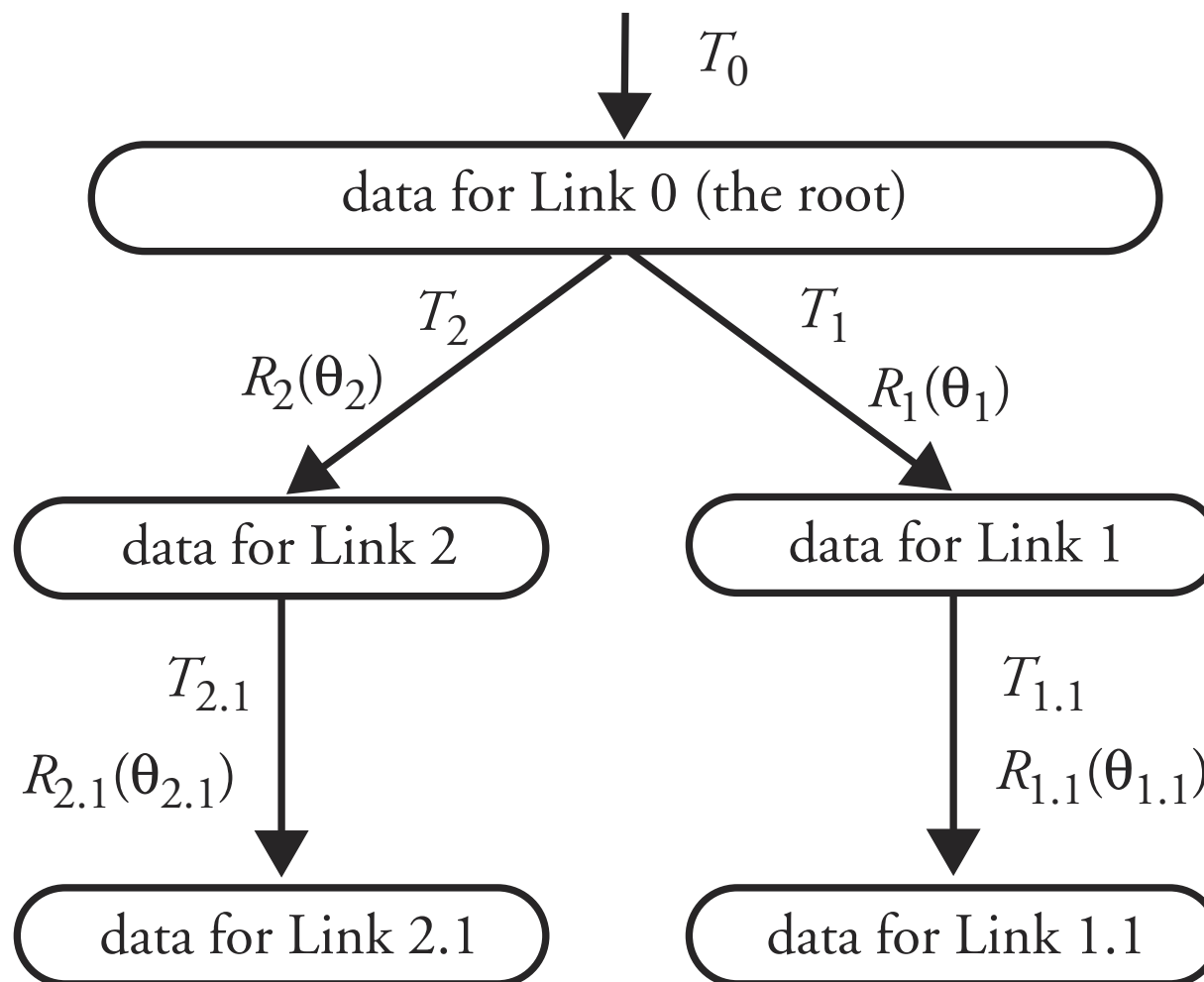
Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne

Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna



Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Modelowanie
hierarchiczne
Pary
kinematyczne

Struktury

Kinematyka
odwrotna

- Od korzenia do efektorów
- Wykorzystanie stosu
- Animacji poprzez działania na parametrach przekształceń par kinematycznych (kątach obrotów)

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Analitycznie

Analitycznie

Jakobian

Kinematyka odwrotna

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Analitycznie

Analitycznie

Jakobian

- Łańcuch przeszywniony
- Łańcuch niedoszywniony
- Przestrzeń osiągalna
- Metoda analityczna
- Metoda iteracyjna

Prosty przykład

Wprowadzenie

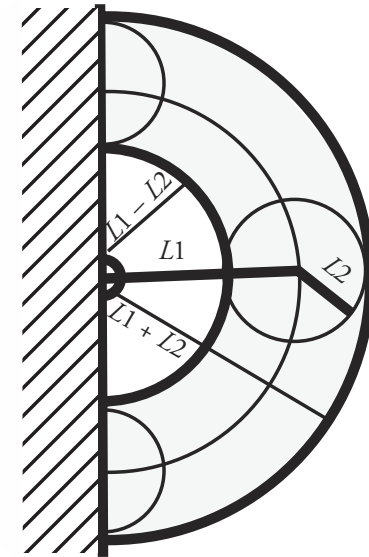
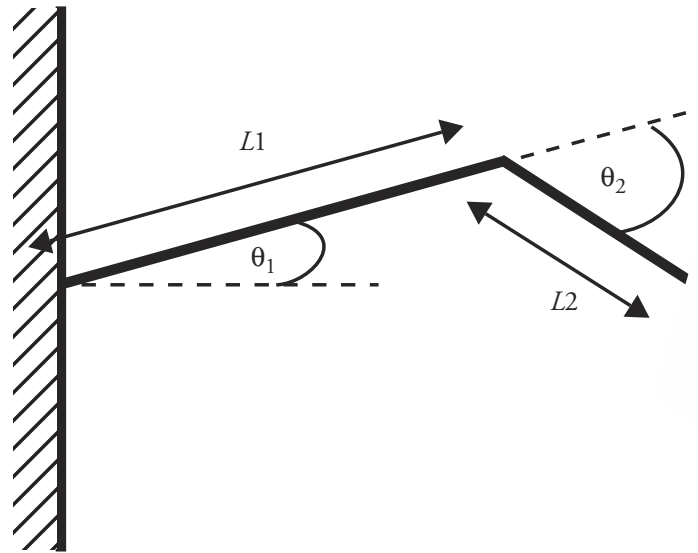
Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Analitycznie

Analitycznie

Jakobian



Wprowadzenie

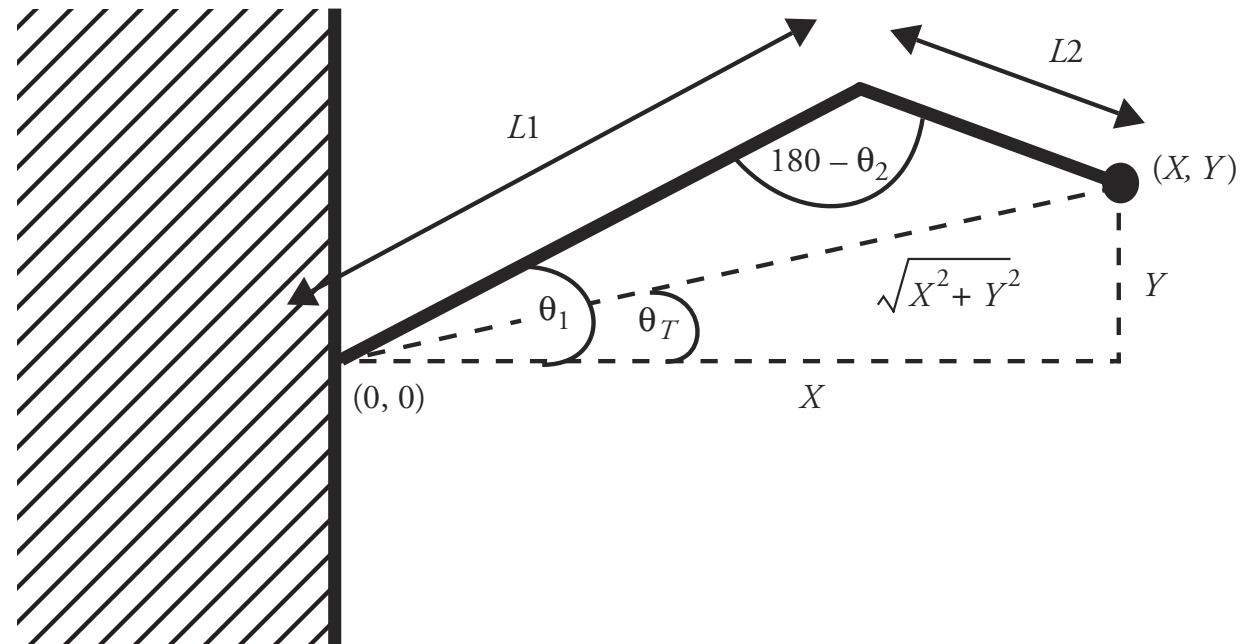
Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Analitycznie

Analitycznie

Jakobian



- Dwa rozwiązania

Wprowadzenie

Kinematyka
prosta

Kinematyka
odwrotna

Analitycznie

Analitycznie

Jakobian

■ $y = f(x)$, gdzie

□ $y \in \mathbb{R}^m, x \in \mathbb{R}^n$

$$J = \frac{\partial y}{\partial x} = \begin{pmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial x_1} & \frac{\partial y_1}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial y_1}{\partial x_n} \\ \frac{\partial y_2}{\partial x_1} & \frac{\partial y_2}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial y_2}{\partial x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial y_m}{\partial x_1} & \frac{\partial y_m}{\partial x_2} & \cdots & \frac{\partial y_m}{\partial x_n} \end{pmatrix}$$