

coordenadas de cada junta e do efetuador. Com base nisso, formula-se uma tabela, cujos parâmetros são utilizados para construir as matrizes homogêneas necessárias para encontrar os valores de orientação e posição.

2.3. CINEMÁTICA INVERSA

O processo da cinemática inversa é o contrário da direta, ou seja, a partir dos dados de posição e orientação do efetuador, deseja-se conhecer informações sobre as juntas.

Por exemplo, através da cinemática direta se obtém equações para um determinado tipo de manipulador, indicando parâmetros de rotação e translação. A título de ilustração, algumas dessas equações são apresentadas em seguida.

$$C_1[C_2(C_4C_5C_6 - S_4S_6) - S_2S_5C_6] - S_1(S_4C_5C_6 + C_4S_6) = r_{11}$$

...

$$C_1S_2d_3 - S_1d_2 - d_6(C_1C_2C_4S_5 + C_1C_5S_2 - S_1S_4S_5) = d_x$$

...

As variáveis da direita da equação representam os valores de posição e orientação do órgão terminal. Os valores r_{ij} são elementos da matriz de rotação de uma transformação homogênea e d_x é o elemento relativo à translação do sistema de coordenadas em relação ao sistema inercial (base).

As letras 'c' e 's' representam os cossenos e senos, respectivamente. E os números de 1 a 6 representam a junta em questão.

Enquanto na forma direta sempre se obtém uma única solução, na inversa pode se encontrar uma, várias ou nenhuma solução, além de ser muito difícil de resolver o equacionamento, já que se trata de um sistema não linear.

Porém, existem algumas saídas. É possível solucionar numericamente ou geometricamente, sendo este último, o mais simples e intuitivo, o qual é utilizado neste trabalho.

O fato de poder existir múltiplas soluções implica na existência de várias configurações possíveis do braço para posicionar o terminal em um ponto. Quanto maior o número de graus de liberdade, maiores são essas possibilidades.

3. DESENVOLVIMENTO DO BRAÇO

Atualmente existem muitos produtos e projetos destinados à robótica educacional, porém poucos dão a devida ênfase aos métodos utilizados para mover um robô real (industrial), apresentando poucos detalhes de seu funcionamento ou de como é programado para realizar certos movimentos.

Em vista disso, este projeto busca contribuir nesse ramo com o desenvolvimento de um robô manipulador capaz de popularizar a ciência e a tecnologia, auxiliando no ensino fundamental, técnico e superior. Isto pode ocorrer pela utilização do robô como um meio facilitador para outras atividades educativas ou através da programação, incluindo funções similares aos braços robóticos industriais. Na programação do microcontrolador são explícitos de forma didática os detalhes conceituais de robótica para certos movimentos, como os de tipo retilíneos.

O Trabalho se inicia com uma pesquisa de mercado, detalhada no tópico seguinte.

3.1. ANÁLISE SINCRÔNICA

Esta etapa faz parte da fase de análise da metodologia de Bonsiepe [5], cujo objetivo é levantar informações sobre os produtos similares ao que se pretende projetar, que estão disponíveis no mercado, e outros que são projetos acadêmicos. Desta análise são obtidos dados importantes para o desenvolvimento do produto no que tange à especificação de requisitos, destacando suas principais características, qualidades e defeitos. Para isso foram analisados três kits de robótica, com a possibilidade de se construir diversas estruturas, e três kits com estrutura bem definida – braço robótico.

Os seguintes kits foram analisados: Lego Mindstorms EV3 [6]; Linxmotion AL5D [7]; Modelix kit 411 [8]; RoboFácil [9]; Hajime [10] e EasyArm DS [11].

Para cada um deles foi montado um quadro com informações gerais e técnicas, como no modelo RoboFácil, apresentado no quadro 1.