

Solution of Forward Kinematic for Five Axis Robot Arm using ANN

A. Mühürücü¹

¹ Sakarya University, Electrical-Electrical Engineering Department, Esentepe Campus, 54187
Sakarya, Turkey

Abstract: In this work, there has been used Artificial Neural Networks (ANNs) for solution of forward kinematic of five axis articulated robot arm. The inputs are the five degrees (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5) of the arm axis. There by the outputs are positions of x,y,z. The arm motions are made by servo motors. This type of motors needs only position knowledge for rotating. The results of the study clearly demonstrate the ANN results are very close to the observed values of forward kinematic.

Keywords: Artificial neural network, robot arm, forward kinematic

Bes Eklemlı Bir Robot Kolu İçin İleri Kinematigin YSA İle özümü

Özet: Bu alısmada, bes eklemlı mafsallandırılmış (RRR) [2] bir robot kolunun yapay sinir ağı kullanılarak ileri kinematik hesaplamaları yapılmıştır. İleri kinematik probleminde, robot kolun başlangıç eklem açıları (j) ve hareket eklem açıları (q_1, q_2, q_3, q_4, q_5) girdi olarak verilmiş ve robot elinin erıştiği son nokta (x,y,z) hesaplanmıştır. İncelemeye alınan robot kol, lynx motion [5] firması tarafından üretilmiş olup; robot koluna ait eklem hareketleri servo motor ile gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, ileri kinematik, robot kol

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşığdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

A. Muhurcu, 'Solution of Forward Kinematic for Five Axis Robot Arm using ANN ', Elec Lett Sci Eng , vol. 1(1), (2005), 55-59

1 Giriş

Kinematik kavramı robot biliminin temelini oluşturmaktadır. Robot kol kinematik hesabında iki farklı yol izlenmektedir. Birinci yöntem, sabit ağırlıktan (en altta yer alan sabitleme kütleşi) başlayarak en u noktaya ulasmaya alısmaktadır. Bu işleme ileri kinematik hesaplama yöntemi adı verilir. İkinci yöntemde ise en u noktadan başlayarak sabite ulasmaya çalışılmaktadır. Bu yöntemde ise ters kinematik hesaplama yöntemi adı verilir [2].

2 Robot Kolunun İleri Kinematigi

Robot kolunun yönlendirilmesinde her eklemin hareket noktası başlangıç kabul edilip, hareket sonucunda oluşacak yeni konum en alttan en üsteki eklem kadar takip edilmektedir. Üç eksenli bu yapıya her eklem için 3x3'lük bir matris tanımlanır. Eksenlere uygulanan dönme hareketini 3x3'lük matrise ilave edilerek 4x4'lük bir matris yapı elde edilir. Elde edilen 4x4'lük bu matrise,

* Corresponding author; Tel.: +(90) XXX YYYYYYYY, E-mail:xxx@yyyyyyy.yyy.yy

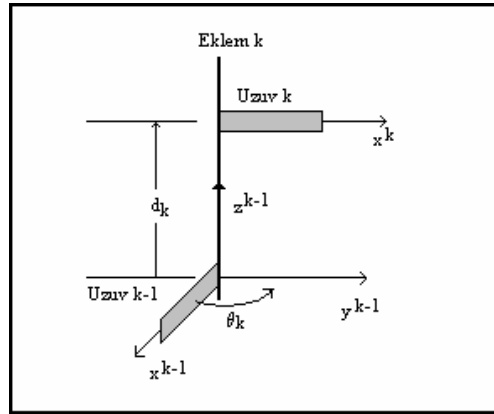
transformasyon matrisi adi verilir ve 44 matris elemani daima 1 yapilir, sekili 1. Ilk olarak Denavit Hartenberg tarafından kullanilmistir [1].

$$T = \begin{pmatrix} \mathbf{R}_{3 \times 3} & \mathbf{P}_{3 \times 1} \\ \mathbf{F}_{1 \times 3} & 1 \times 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Dönme matrisi} & \text{Konum Vektörü} \\ \text{Perspektif Dönüşüm} & \text{Ölçek} \end{pmatrix}$$

Sekil-1 Homojen transformasyon matrisi .

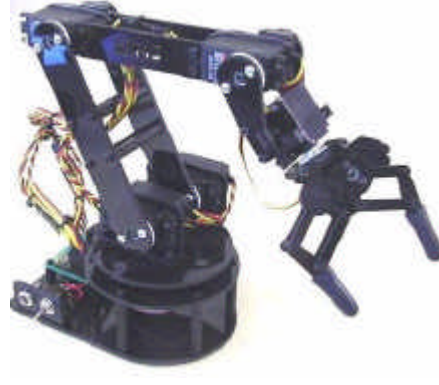
3 Kinematik Parametreler

Bitisik eklem çiftleri birbirlerine dönel yada kayar eklemle baglidirlar. Ardisik iki uzvun birbirlerine bagli pozisyonlari ve açilari uzuvlari iki eklem parametresi ile belirlenir, sekil 2.



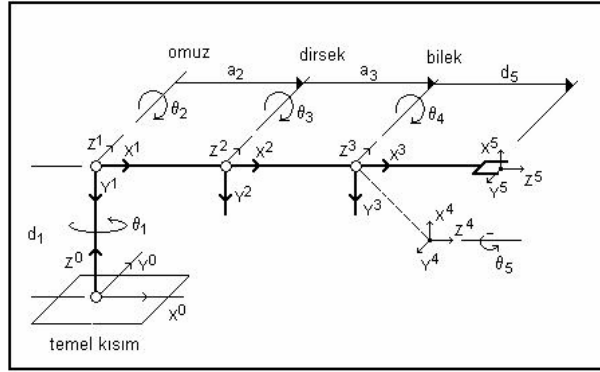
Sekil-2 Eklem açisi θ ve eklem uzunlugu d .

Sekil 2'de gösterilen k eklemi, k-1 uzuvunu k uzuvuna baglar. K eklemiyle ilgili parametreler, k eklem ekseni ile ayni hizada olan z^{k-1} yönüyle belirlenmektedir. Ilk eklem parametresi olan θ_k açisina, eklem açisi denir. Bu açi, x^{k-1} ekseni ile x^k ekseninin paralel olması için z^{k-1} deki dönüş açisidir. İkinci eklem parametresi olan d_k , eklem mesafesi adi verilir. Bu mesafe, x^{k-1} ekseni ile x^k ekseninin z^{k-1} deki kesime mesafesidir. Her bir eklem için bu parametrelerden biri degisken iken diğeri sabittir. Degisken eklem parametresi eklem tipine baglidir. Bu çalışmada kullanılan bes eklemli mafsallandırilmis (RRR) robot kolun, sekil 3, degisken parametreleri θ açi degerleridir.



Sekil-3 Bes eklemlı mafsallandırılmış robot kolu

Sekil 3'ki robot kola ait Denavit Hartenberg yöntemi kullanılarak, elde edilen robot kol uzuv koordinat diyagramı ve kol matrisi aşada verilmistir :



Sekil-4 Robot kolu uzuv koordinat diyagramı .

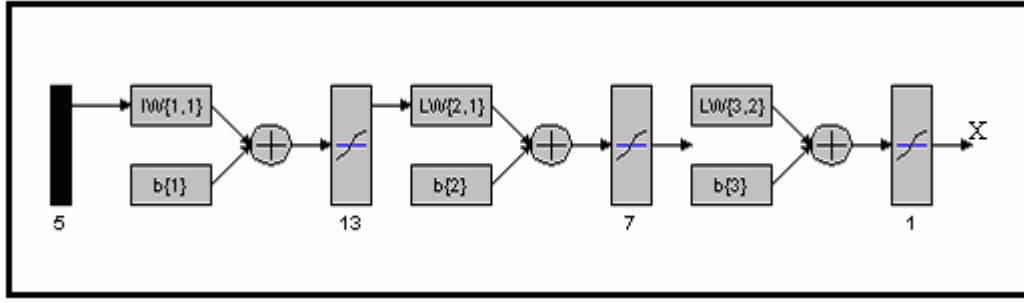
$$T_{\text{temel_eksen}}^{\text{uzumak}} = T_0^1 T_1^2 T_2^3 T_3^4 T_4^5 =$$

$$\begin{bmatrix} C_1 & 0 & -S_1 & 0 \\ S_1 & 0 & C_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_2 & -S_2 & 0 & a_2 C_2 \\ S_2 & C_2 & 0 & a_2 S_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_3 & -S_3 & 0 & a_3 C_3 \\ S_3 & C_3 & 0 & a_3 S_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_4 & 0 & -S_4 & 0 \\ S_4 & 0 & C_4 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_5 & -S_5 & 0 & 0 \\ S_5 & C_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Sekil-5 Bes eklemlı mafsallandırılmış robot koluna ait kol matrisi.

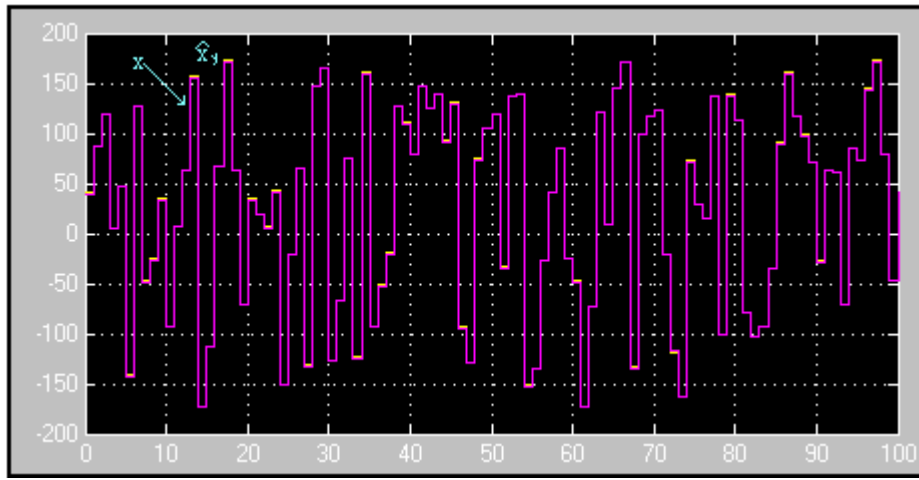
4 Yapay Sinir Agları Ile Yapılan Uygulama

Bu çalışmada, yapay sinir ağı kullanılarak [3] bes eklemlı robot koluna ait ileri kinematik hesaplama yöntemi gerçekleştirilmiştir. Yapay sinir ağı için giriş parametreleri eklem açıları olup, elde edilen konum bilgisi (x,y,z) için ayrı bir yapay sinir ağı kurulmuştur, şekil 6. Yapay sinir ağlarını eğitmek için geriye yayılma algoritması ve tansigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Performans fonksiyonu olarak da MSE (ortalama karesel hata) seçilmiştir. Uygulamada kullanılacak yapay sinir ağı farklı tabaka ve nöronlar için denenmiştir. Sonuç olarak en iyi tahmini Şekil 6'da görülen ağ mimari sağlamıştır.



Sekil 6. X konumunu veren yapay sinir ağı modeli [4].

Yapay sinir ağı eğitimi, 10000 adet rasgele (random) data (bes eklem açısı bir data bloğu olmak üzere) blokları ile gerçekleştirilmiştir. Eğitim sonucunda, yapay sinir ağına girilen rasgele bes adet giriş açısına bağlı çıkış \hat{x} konumu ile hesaplanan x konum bilgisi (şekil 5) aşağıdaki grafikte yansıtılmıştır.



Sekil 7. x ve \hat{x} konumlarına ait 100 adet giriş datasına bağlı değerleri.

5 Sonuç

Bu çalışmada, yapay sinir ağı fonksiyon çıkışı 1 olan problemler için daha verimli olduğu görülmüştür. Fonksiyon çıkışının birden fazla olması durumunda yapay sinir ağı eğitimi zorlaşmıştır.

Robot kolu ileri kinematik çözümünde yapay sinir ağı kullanılması, hesap yükünün azalmasına sebep olmaktadır. Algoritma içerisinde trigonometrik hesaplamalar yapılmamasından dolayı giriş datalarına bağlı konum değerlerinin bulunması hızlanmıştır.

Hafıza ünitelerinin optimum kullanımı gerektiren mikrokontrol yazılımında, Denavit Hartenberg matrisel metoduna karşı yapay sinir ağı robot kol ileri kinematik uygulamasında çok daha az hafıza alanına ihtiyaç duymuştur.

Mikrokontrolör yazılım geliştirme aşamasında yapay sinir ağına ait nöron altprogrami gerçekleştirilmesi durumunda, nörona ait katsayıların değişimi ile tüm ağı nöronları kolay bir şekilde kontrol altında tutulabilmektedir. Bu kolaylık, robot koluna ait kinematik çözümlerin daha güvenilir, esnek ve hızlı yazılım geliştirme olanakları sağlamıştır.

References (Referanslar)

[1] Robert J. Schilling. Fundamentals of Robotics Analysis & Control, ISBN 0-13-344433-3 Printice Hall.

[2] Saeed B. Niko. Introduction to Robotics Analysis, Systems, Applications. NJ07458.

[3] Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, Mark Beale. Neural Network Design. PWS Publishing Company.

[4] Matlab 6p5, nntool gui.

[5] <http://www.lynxmotion.com>.