

ÖLÇME İŞLEMLERİNDE ROBOT KULLANIMI

Dr. İlhan KONUKSEVEN, Tanyer GENÇ***

ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümü
*konuk@metu.edu.tr, **tagenc20@hotmail.com

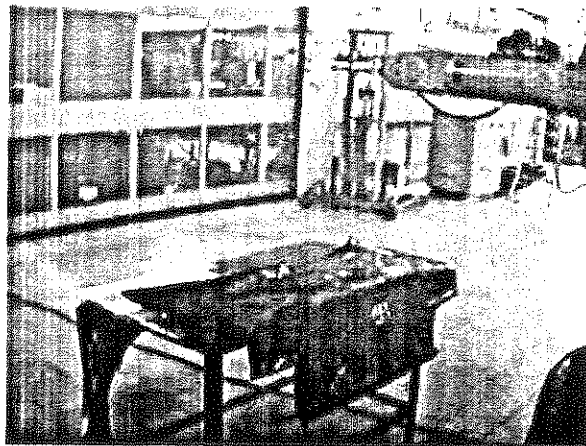
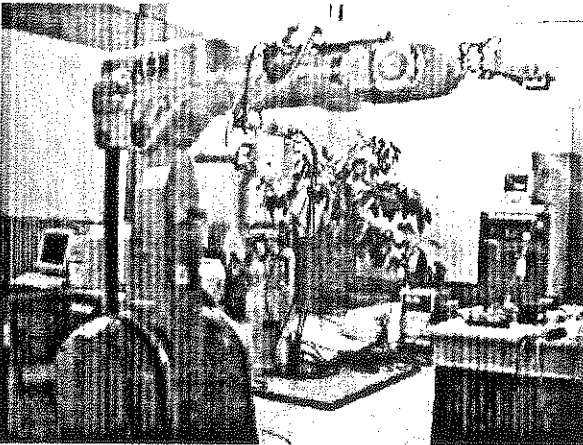
ÖZET

Kalite kontrolünün üretimde çok önemli bir yer tuttuğu bilinen bir gerçektir. Günümüz teknolojisi, mükemmelliği ve üretimdeki hassasiyeti kalite kontrol işlemleriyle analiz etmektedir. Ölçme işlemleri yerine getiren en hassas makinalar CMM (Coordinate Measuring Machines)'lerdir. Üretim hatlarındaki ölçme işlemleri CMM'ler sayesinde kolaylaşmış olmasına rağmen, hızlı üretim hatlarında bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, seri imalat hatlarında CMM'lerin yerini tutacak ve onlar kadar hassas çalışabilecek ölçme robotlarının kullanımına başlanmıştır. Robotların ölçme işlemlerinde kullanımı yeni bir yaklaşım olup beraberinde birçok yenilik ve kolaylıklar getirmektedir. Bu çalışmada, endüstriyel bir robot ile LVDT mesafe ölçme algılayıcısı birlikte kullanılarak bir ölçme robotu sistemi oluşturulmuştur.

ÖLÇME ROBOTU

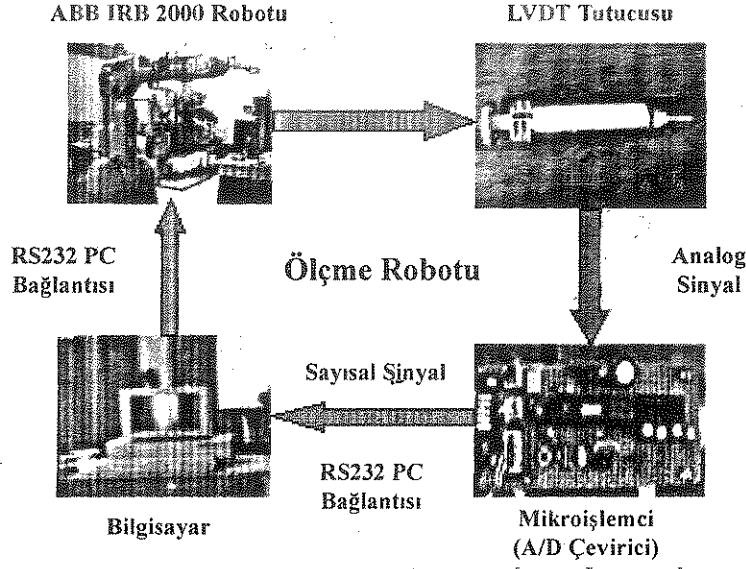
Ölçme robotu temel olarak ,uzayda dokunulan herhangi bir noktanın X,Y,Z koordiantlarını tespit etmemize yardımcı olan bir ölçme sistemidir (Şekil-1) .

Bu sistem, dünyadaki bazı otomobil fabrikalarında kullanılmaktadır. Temel prensibi ise son derece hassas bir robota, gelişmiş bir sensör takmaktır. Günümüz otomotiv sanayinde, birden fazla robot hızlı bir şekilde çalışarak üretim hattına bağlı bulunan bir otomobil şasisini çok kısa bir sürede kontrol edebilecek yeteneğe sahiptir. Örneğin, BMW fabrikasındaki BMW-Z4 modellerinin ölçümü, dört adet ölçme robotun eşzamanlı çalışmasıyla yerine getirilmektedir (daha önceden belirlenen 137 adet ölçüm noktası 92 saniye gibi kısa bir sürede tespit edilip ölçüm analizleri yapılabilmektedir).



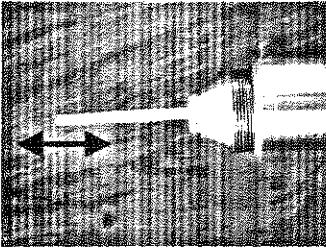
Şekil 1: Ölçme Robotu

Geliştirilen robot ölçme sisteminde, 6 eksenli endüstriyel ABB IRB2000 robotu'nun ucuna bir LVDT algılayıcısı yerleştirilmiştir. Sistemin sinyal akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.

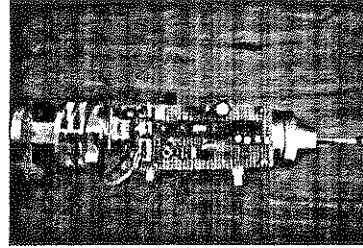


Şekil 2: Ölçme Robot Sistemi Sinyal Akış Şeması

Ölçme sisteminin esas yapısını oluşturan LVDT (Linear Voltage Differential Transducer) algılayıcısıdır (Şekil 3). Bu algılayıcının özelliği ise yerdeğiştiren bir çekirdeğin (çubuk), voltaj ile oluşturduğu doğrusal bağlantıdır. Yer değiştiren çekirdek çubuğun oluşturduğu gerilim, tasarlanan bir mikroişlemci A/D çevirici (12 Bitlik Analog/Sayısal sinyal çevirici, Şekil 4) yardımıyla sayısal değere çevrilir ve böylece, bilgisayar tarafından algılanabilecek bir ölçüm değeri hazırlanmış olur.



Şekil 3: LVDT algılayıcı.

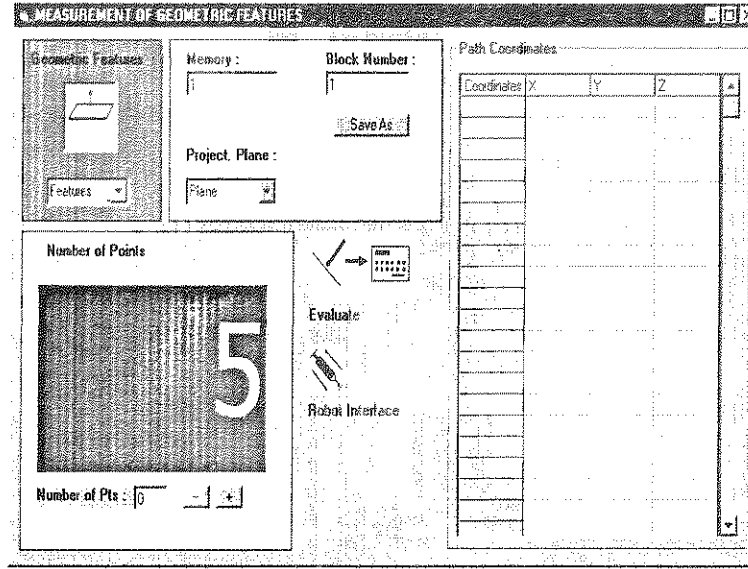


Şekil 4: Mikroişlemci (A/D çevirici)

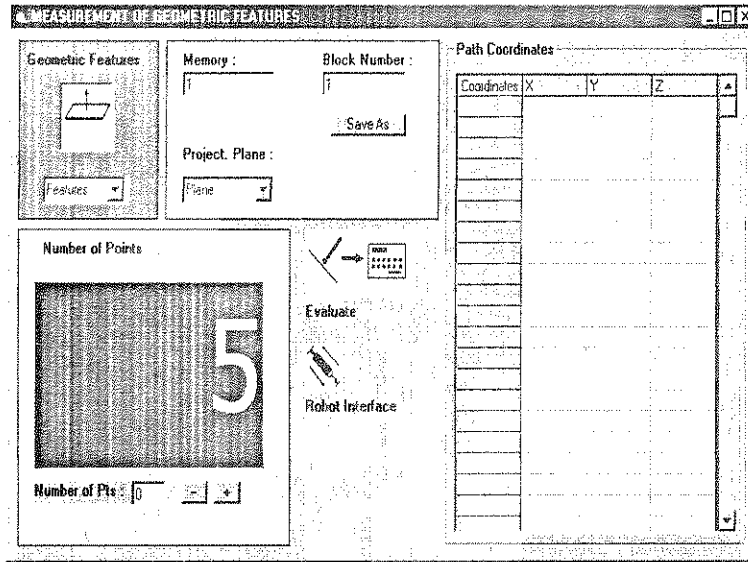
LVDT sisteminde, 12 Bit'lik sayısal değere karşılık gelen çekirdeğin yerdeğiştirme mesafesi mümkün oldukça küçük tutularak, bir bitlik değere karşılık gelen mesafe en aza indirgenmiş ve böylece en fazla hassasiyet elde edilmiştir. Ayrıca, algılayıcı üzerinde analog değerlerin hemen sayısal değerlere çevrilmesi, ölçüm üzerinde oluşabilecek olası gürültü etkisini de ortadan kaldırmıştır. Sonuçta, elde edilen bu sayısal değer, robotun o andaki koordinatlarıyla bağdaştırılarak sensörün dokunduğu her noktanın X,Y,Z koordinatları belirlenmiş olur.

Robotun tamamen bilgisayardan denetlenmesini sağlayan bir kullanıcı-makina arayüzünün tasarlanmış olması, ölçme işlemlerine ve parça programlarının hazırlanmasına kolaylık ve esneklik kazandırmaktadır. Bu arayüzü, CMM'ler için kullanılan kullanıcı-makina arayüzü ile benzerlikler göstermektedir (Şekil 5). Şekil 6'da gösterilen arayüz robot denetim için kullanılan kullanıcı-makina arayüzüdür. Bu çalışmanın kapsamında yer alan diğer bir özellik ise, parça ölçüm hazırlık zamanını en aza indirmek için, otomatik olarak yüzeylerden

veri toplama olanağının sağlanmış olmasıdır. Genel olarak, bir yüzey üzerindeki noktanın koordinat tespiti 1-2 saniye içinde gerçekleşmektedir, bu da sisteminin çalışma hızı hakkında bir fikir vermektedir.



Şekil 5: Ölçme robotu uygulama arayüzü.

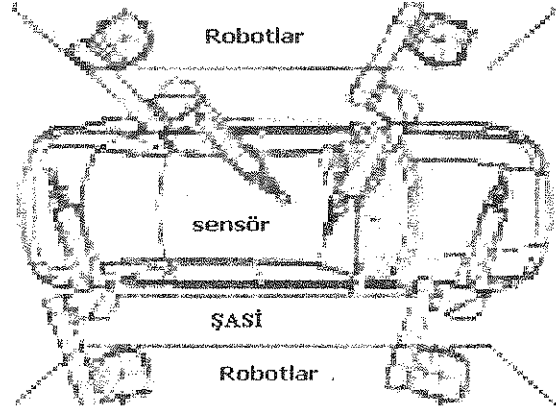
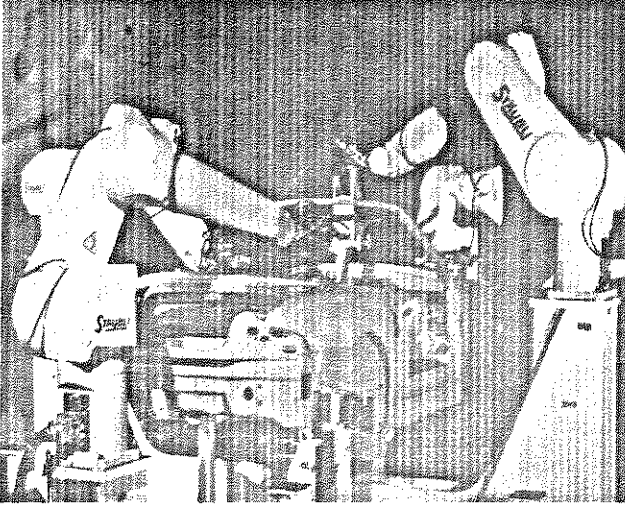


Şekil 6: Robot denetim arayüzü.

ROBOT ÖLÇME SİSTEMİ ÜSTÜNLÜKLERİ

Robot ölçme sisteminin CMM'lere göre en önemli üstünlüğü, çok hızlı bir şekilde yüzeylerden veri alma işlemini gerçekleştirebilmesidir. Bu nedenle, seri üretim hatlarında imalat hızı hiçbir şekilde olumsuz yönde etkilenmeden ölçme ve kalite kontrol işlemleri yapılabilmektedir. Sistemin diğer bir özelliği ise uygulama alanlarına göre makul ve istenilen düzeyde bir hassasiyete sahip olmasıdır. Ölçme işlemleri için kullanılan robotların, aynı zamanda otomatik takım ve ölçme cihazı değişikliği yapılarak imalat işlemleri için de kullanılabilmesi maliyet açısından oldukça önemli bir etkidir. Ölçme hassasiyetinin daha düşük olmasına

rağmen robot kollarının hareket serbestliğinin daha fazla olması, robotun istenilen bir noktaya istenilen bir doğrultuda yaklaşabilmesini ve CMM'lerin zaman zaman erişemediği noktalara ulaşmasını sağlar. Özellikle, yapılan çalışmalarda ölçme robotları otomotiv imalatı kalite kontrolünde çok iyi sonuçlar vermiştir. Geliştirilen otomatik yüzey tarama seçeneği sayesinde geniş yüzeylerde oluşabilecek tasarım ve imalat hatalarının belirlenmesi mümkündür. Ölçme robotunun diğer önemli bir avantajı ise maliyetinin bir CMM sistemi kadar yüksek olmamasıdır. Büyük parçaların veya yüzeylerin ölçme işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için birden fazla ölçme robotu aynı anda kullanılabilir (Şekil 7).

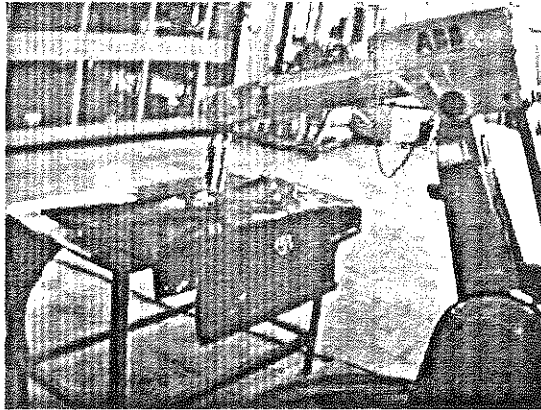


Şekil 7: Ölçme Robotlarının Otomotiv İmalatı Kalite Kontrolünde Kullanımı.

Böyle bir sistemde, ölçülecek parçaların, ölçme işlemleri için üretim hatından çözülerek tekrar bağlanmasına gerek yoktur. Ölçme robotu sistemi, imalat sırasında her ürün için tek tek ve en kısa zamanda ölçüm işlemlerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

UYGULAMA ALANLARI

Ölçme robotlarının en önemli uygulama alanı otomotiv sektörüdür. Araba şasileri, kapıların ön yüzeyleri gibi parçaların kalite kontrolü bu ölçme robot sistemi sayesinde kısa zamanda, hassas ve otomatize bir şekilde yerine getirilebilir (Şekil 8).



Şekil 8: Ölçme robotuyla bagaj kapağı ölçümü.

Örnek olarak, şaşılerdeki ulaşılması güç noktaların koordinatlarını tespit ederek tam ve istenilen düzeyde bir kalite kontrol işlemi yapılabilir. Bir otomobilin dış yüzeydeki muhtelif noktalara dokunarak, tasarım ve üretim hataları ölçülebilir, kalite kontrol işlemleri yapılabilir. Ayrıca, robotun sahip olduğu otomatik yüzey tarama seçeneği sayesinde çok dar bölgesel alanlardaki noktaların koordinatları belirlenebilir. Diğer bir uygulama alanı, kalıp imalatçılığıdır. Kalıpların iç yüzeylerinin, ölçme robotlarının hareket kabiliyetlerinden yararlanılarak, ölçülmesi, tasarım ve imalat hataları hakkında bilgi edinilmesi mümkündür. Ölçme robotları ulaşılması güç ve çok geniş yüzeylerde rahatlıkla kullanılabilir. Uzay ve havacılık sanayileride bu sistemin kullanılabilecek seçkin sektörlerdendir.

SONUÇ

Hızlı gelişen üretim teknolojisinde, ölçme robotlarının çok önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Günümüz teknolojisinin en önemli iki unsuru zaman ve hassasiyettir. Ölçme robotu, bu iki unsuru en iyi şekilde yerine getirmektedir. Bu uygulamada kullanılan ABB IRB2000 Robotunun tekrarlanabilirlik değeri 0.1mm olarak verilmektedir. Ölçme sistemi için hedeflenen tekrarlanabilirlik değeri 0.15mm dir.

KAYNAKLAR

- [1] Brian Rooks, "Robots get the measure of car body inspection", Int. Journal of Industrial Robot, vol. 28, pp.125-130, 2001.
- [2] R. Araujo, U. Nunes, A. T. Almeida, "3D surface tracking with a robot manipulator", Journal of Intelligent and Robotics Systems, vol. 15, pp. 401-417, 1996.
- [3] M.Y.Amirat, J. Pontnau, F. Artigue, "A three-dimensional measurement system for robot applications", Journal of Intelligent and Robotics Systems, vol. 9, pp. 291-299, 1994.
- [4] C.Pudney, "Surface Modelling for surface following robots", Australian Computer Sciences Communications, vol. 16, pp.43-54, 1994.
- [5] C.Pudney, "Surface Modelling for robots equipped with range sensors", Proc. of the First Australian and New Zealand Conference on Intelligent Information Systems, pp.79-83, Dec.1993.
- [6] C. H. Menq, H. Z. Yau, G. Y. Lai, "Automated precision measurement of surface profile in CAD-directed inspection", IEEE Trans. on Robotics and Automation, vol. 8, pp.268-275, April 1992.
- [7] Staubli Co., "Flexible Robotic Absolute Measuring System - FRAMS", www.staubli.com