

İnternet Üzerinden Bilgisayar Destekli Tasarım Yaklaşımları

Seda Öngör Turhan Karagüler Mahir Rasulov

Beykent Üniversitesi, Matematik –Bilgisayar Bölümü, İstanbul

sedaongor@gmail.com turank@beykent.edu.tr mresulov@beykent.edu.tr

Özet: Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) programları son 20 yılda özellikle mühendislik, mimarlık gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. Son döneme kadar bu tür programlar standalone makinalarda tek kullanıcı olarak düşünülüp uygulamaya sokulmuştur. Oysa disiplinler arası projelerde birlikte eşzamanlı çalışması gereken tasarımcılar için mevcut sistemler yetersiz olduğundan, ayrıca tasarımcıların farklı mekanlarda bulunabilecekleri de göz önüne alındığında, web üzerinden ortak olarak kullanılacak CAD yazılımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada İnternet üzerinden eşzamanlı olarak kullanılmaya olanak veren bazı örnek yazılımlar, çalışma ilkeleri ve sistem mimarileri ile tanıtılmış olup, özellikle java teknolojilerinin bu yeni nesil CAD yazılımlarındaki rolü tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayar Destekli Tasarım, CAD, Java Teknojileri, İnternet

Abstract: Computer Aided Design (CAD) has been extensively employed in engineering and architecture related applications for last 2 decades. Until recently, CAD software packages have been developed for being used on mainly standalone machines. However the recent advances in computing and networking lead to new approaches for development of CAD software packages such that remote users would use these programs simultaneously via internet . This could be very useful for bringing designers from different fields and locations to work together. For this purpose, there is a need to have CAD packages which take the web into consideration. This work will briefly introduce recently developed packages together with their working principles and contributions of Java technologies to the field.

Keywords: Computer Aided Design, Java Technologies, İnternet

1. Giriş

Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD), 90'lı yılların başından itibaren, mühendislik tasarım süreçlerinde kullanılmaya ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Başlangıçta CAD yazılımlarının ağırlıklı olarak sadece geometrik tasarım amaçlı kullanılmasına karşın sonraları fiziksel modellere dayalı Çözücülerinde (Solver) ilavesiyle, dinamik davranışlarda modellemeye eklenmiştir. Bu nedenle CAD diye kısaltılan alan son yıllarda Bilgisayar Destekli Mühendislik diye anılan CAE olarak da isimlendirilmektedir. Ayrıca mimarlık ve benzeri alanların yazılımı olan ve geometrik modelleme amaçlı kullanılan AUTO-CAD isminin CAD olarak kısaltılarak kullanılması ayrıca karmaşaya neden olmaktadır. Bu çalışmada CAD ve CAE ayrıştırılmayarak CAD olarak kullanılacaktır.

İlk CAD uygulamaları ağırlıklı olarak inşaat, otomotiv, uçak endüstrülerinde gözlenirken sonraları elektrik–elektronik mühendisliği uygulamalarında kullanıma dahil olmuştur. Özellikle 80'lerden sonra PC'lerin kullanıma başlaması ve yaygınlaşması, bilgisayarların hız ve güçleri artarken fiyatlarının düşmesi sonucu CAD yazılımlarının kullanım alanlarında genişlemiştir. Günümüzde çok spesifik alanlarda CAD yazılımları etkin olarak kullanılmaktadır.

CAD yazılımlarının başlangıcını bilgisayar destekli sayısal yöntemlerin geliştirilmesine dayandırmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Özellikle Sonlu Elemanlar Yöntemi (Finite Element – FE) CAD yazılımlarının temelini oluşturmaktadır.

Literatürde genelde 1940'larda Courant'ın sayısal yöntemlerle ilgili çalışmaları Sonlu Elemanlar Yönteminin dolayısıyla da CAD için de başlangıç olarak kabul edilir [1]. Courant'a ilave olarak Rayleigh, Ritz ve Galerkin gibi sayısal matematikçiler kendi isimleriyle anılan yöntemleri ile, Zienkovich ise programlama ve algoritma

yaklaşımlarını da kapsayan çalışması ile FE ve CAD için öncü olarak bilinirler [2]. 60'larda geliştirilen ANSYS CAD için ilk kapsamlı yazılım örneğidir.

CAD yazılımları öncelerde ağırlıklı olarak mainframe makineler üzerinde çalıştırılırken, 80'li yıllarda grafiksel uygulamalardaki üstünlükleri nedeniyle Workstation makineler ve 90'lardan itibaren ise CPU gücü ve bellek kapasitesinin artması sayesinde PC'ler üzerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Üzerinde çalıştığı tüm bu donanımsal farklılıklara karşın CAD yazılımları genelde tekli (standalone) veya lokal ağ makinelerde bulunmaktaydı. Yakın zamana kadar web üzerinden çalışabilecek CAD yazılımı düşünülmemiştir. Bunda en önemli etken CAD yazılımlarının büyüklüğü ve bant genişliğinin sınırlılığı nedeniyle oluşabilecek erişim yavaşlığı sorunudur. Son yıllarda erişim hızının artması ve tarayıcı özelliklerinin gelişmesi artık CAD yazılımlarının web üzerinden çalışmasını olanaklı hale getirmiştir. Bu bildiride web üzerinden çalışan CAD yazılımlarının çalışma prensipleri ve en yaygın bilinen uygulama olan CYBERCAD örneği detaylandırılmıştır [4].

2. CAD Elemanları ve Evreleri

Bir CAD yazılımı birbiri ile ilişkili 4 temel model grubundan oluşur. Bunlar Matematisel, Geometrik, Grafiksel ve Algoritma-Kodlama modelleri olarak sıralanabilir. Bu modeller aşağıda sıralanmış evreleri gerçekleştirirler.

- Yönetsel Denklem (Governing Equation)
- Sayısal Yöntem (Numeric Method)
- Mesh Üretimi (Mesh Generation)
- Veri Giriş Arayüz (Data Input Interface)
- Denklem Çözümü (Solving Equations)
- Sonuç Sunumu (Display of Results)

Bir başka yaygın sınıflama ise Pre-Processing (Mesh Üretimi ve Veri Giriş Arayüzü) ve

Post-Processing (Sonuç Sunumu) olarak yapılmaktadır.

Bir CAD yazılımı genelde temel bilimlerden veya mühendislik bilimlerden bir problemin çözümü için kullanılırlar. Bu problemler çoğunlukla kısmi diferansiyel denklemlerle temsil edilirler. Laplace, Poisson, Helmutz denklemleri bu tür denklemlere örnek verilebilir ve yönetsel denklem olarak ifade edilirler. Yönetsel denklemler bir bilinmeyenli olabileceği gibi birden fazla bilinmeyi de içerebilirler (sistem denklemleri). Ayrıca bir boyutlu (1D) olabileceği gibi iki, üç, zamanı da kapsayacak şekilde dört boyutlu da olabilirler. Denklemlerde tek bileşenli skalar potansiyeller temel değişken olabileceği gibi 3 bileşenli vektörlerle de temel değişken olabilirler. Yönetsel denklemler için eğer varsa basitleştirmeler (simetri, boyut indirilmesi, vs) yapılarak problem çözümü optimize edilmelidir. Yönetsel denklemlerin yanısıra uygun sınır koşulları ile ön matematiksel model tamamlanır. Matematiksel modelin ikinci ayağında bu diferansiyel denklemlerin çözümü için kullanılacak sayısal yöntemin belirlenmesi ve probleme uygulanması söz konusudur. CAD örnek yazılımlarında bu yöntem çok büyük oranda Sonlu Elemanlar (FE) yöntemidir. Sonlu Farklar (Finite Difference) ve Sınır İntegral (Boundary Integral) yöntemleri de kısmen uygulanmaktadır, Bu çalışmada sadece Sonlu Elemanlar yöntemine dayalı CAD yazılımları dikkate alınmıştır. Matematiksel Model ayrıca Sonlu Elemanlar Yönteminin Yönetsel Denklem uygulanması sonucu elde edilen denklemlerin uygun bir yolla çözümünü de içerir. Bu evre sondan bir önce olup, genelde $[A] [x] = [B]$ matris formundaki $[x]$ bilinmeyenlerinin bulunmasını sağlar. Burada bilinmeyenlerin sayısı dikkate alınarak iteratif yöntemler veya eliminasyon yöntemlerinden biri kullanılır.

Sonlu Elemanlar Yöntemi çözümü aranan problemin geometrisini ortak düğüm noktalarında bulunan basit 2D veya 3D elemanlara ayırıştırıp çözdüğünden dolayı CAD yazılımlarından problem geometrisinin sonlu elemanlarla oluşturulması beklenir. Bu yolla elde edilen geometri mesh olarak adlandırılır. Mesh üretimi Geometrik ve Grafiksel modellerin temelini oluşturur. CAD yazılımları kullanıcıya otomatik veya tek tek elemanların belirlenebildiği bir grafiksel arayüz ortamı sunarlar. CAD yazılımları geliştirilirken bazı hazır gelişmiş grafik kütüphanelerinden (örneğin OpenGL) yararlanılır. CAD yazılımlarının etkinliği ve pratikliğinde mesh oluşturma konusundaki esnekliği ve kolaylığı son derece önemlidir. Mesh üretimi sırasında veri girişinde kısmen gerçekleştirilebilir. Özellikle problem geometrisindeki farklı karakteristik değerlere sahip bölgelerin belirlenmesi, sabit değer alan düğümlerin işaretlenmesi, kaynak bölgelerin oluşturulması ve değerlerin atanması bu çerçevede ele alınmalıdır.

Son evrede, aranan çözüm elde edildikten sonra çözümün temel büyüklüğünün (örneğin skalar elektrik potansiyel) ve/veya temel büyüklükten doğrudan elde edilen yardımcı büyüklüklerin (örneğin elektrik alan vektörü) mesh üzerinde dağılımının grafiksel olarak sunulması gerekir. Bu işlem de Grafiksel ve Geometrik Modellerin kapsamında ve post-processing evre olarak düşünülmelidir.

Yönetsel Denklemin elde edilmesi evresi dışındaki tüm evrelerde Algoritma-Kodlama modeli kullanılır. Genellikle CAD yazılımları oldukça karmaşık algoritma ve programlama pratiği gerektirir. Program çekirdek yapı üzerine inşa edilir ve sürekli ilave fonksiyonalliklerle yapabilirlikleri zenginleşir. Yazılım dili ve geliştirilen algoritma, minimum CPU zamanını ve geniş dinamik bellek kullanımını olanaklı kılmalıdır.

3. CAD ve İnternet

İnternet üzerinden CAD uygulamaları yeni sayılabilecek bir konu olup tek veya lokal ağ makina üzerinde çalışan geleneksel yaklaşımdan farklılıklar içerir. Günümüzde İnternet teknolojilerinin hemen her alanda kendisini hissettirmesine karşın CAD sistemleri aşağıda sıralan gerekçelerden dolayı İnternet üzerinden kullanımı çok sınırlı kalmıştır.

- Bandwith sınırlılığı,
- Güvenlik sorunu,
- Web’de beklenmedik kesintiler,
- Mesh boyutlarının dolayısıyla tasarım boyutunun web uygulamaları için aşırı büyük olması,
- Farklı bölümlerin geri bütünleştirilmesinde, karşılaşılabilecek sorunlar
- Tarayıcı Kısıtları.

Ancak İnternet üzerinden çalışan CAD yazılımlarının gerekliliğini göstermek için ise aşağıdaki gerekçeler öne sürülebilir.

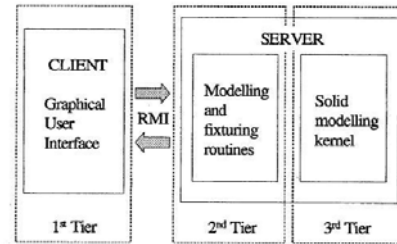
- Kollektif ve eşzamanlı tasarıma olanak vermesi,
- Farklı mekan hatta farklı ülkelerden tasarımcı ve mühendislerin iş bölümü yaparak çalışmaları ortaklaşa yürütebilmelerine olanak vermesi,
- Real-time uygulamaların olanaklı hale gelmesi,
- CAD Uygulamalarının veritabanı uygulamaları ile birlikte düşünölmeye başlanması,
- CAD Yazılımlarının pahalı olması ve Lisans sorunları,
- CAD Yazılımlarının oldukça kapsamlı ve büyük olması, gereksiz onlarca modölin yüklenmek zorunda bırakılması,
- İnternete yönelik Java teknolojilerinin ve Java 3D Grafik paketinin gelişmesi.

Uygulamalarda rastlanılan web üzerinde çalışan CAD örneklerinde genellikle Java programlama ortamı tercih edilmiştir. Javanın programlama dili olarak seçilmesinin en önemli nedeni cross-platform taşınabilirliğini sağlayan JVM sayesinde işletim sistemi ve donanım farklılıklarının sorun olmaktan çıkmasıdır. Bu özellik sunucu-istemci performansı açısından ve internet erişimliliği açısından da önemlidir. Design modelling Interface birimi katı modellemeyi (CSG) hazır geometrik objelerin (dikdörtgen, üçgen, küre, prizma, silindir, vs) kullanımı ve transformasyon işlemleri (rotasyon, öteleme, vs.) yardımıyla mümkün kılar.

4. Örnek Uygulamalar

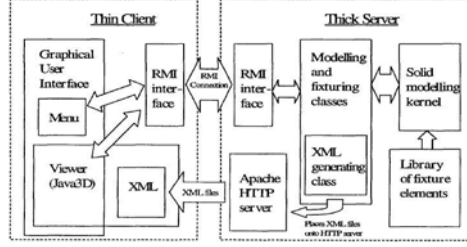
Fixture-Net web üzerinden interaktif olarak çalışan bir java applet olup ilk basit CAD uygulamasına örnek gösterilebilir [3]. Fixture-Net birden fazla kullanıcının tasarım parçalarını oluşturmasını sağlar. Ancak program aracılığı ile geometrinin elde edilmesi normalden uzun zaman aldığından uygulama tam anlamıyla real-time uygulama değildir. Tarayıcı temelli olması nedeniyle, kullanıcı arayüzü HTML ile sınırlıdır. Program genellikle 2D uygulamalar ile sınırlı olup önceden hazırlanmış prototip elemanlar tasarımın öğeleri olarak kullanılırlar.

Programın üç katmanlı şeması aşağıda şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Fixture-Net Katmanları

Birinci katman istemci tarafında çalışan java GUI programıdır (applet veya script). İkinci katmanda ise modelleme ve mesh üretme işlevleri gerçekleştirilir. Üçüncü katmanda ise Solid Modelleme Elemanları yer alır. Programın daha ayrıntılı sistem şeması, kullanılan araçlar client-server yapısı dikkate alınarak şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2: Fixture-Net Sistem Şeması

İstemci tarafta input ve görüntüleme birimleri yer alır ki bunlar; GUI (java swing kütüphanesi, Java 3D canvas, çalışma alanı) fonksiyon çağırma birimleri, görüntüleme sınıfı ve RMI istemci bölümleridir. Sunucu tarafta ise tasarım elemanları ve Solver bulunur. Bunlar RMI sunucu bölümü, HTTP Server (Appache), veritabanı (fixture elemanları) ve solid modelleme ve tasarım fonksiyonlarını içeren java rutinleridir.

Sistemin çalışma prensibi bu tür uygulamaların genel çalışma prensibini vermesi açısından önemlidir. Buna göre; Sunucu tarafta RMI arayüzü ve HTTP server, istemci tarafta RMI istemci başlatılır (initialize). İstemci sorgu gerçekleştirir ve iki yönlü iletişim kurulur, bu sayede sınıflar ve metodlar internet üzerinden paylaşılarak aynı makinada çalışıyor gibi olanak sunarlar. Sistemin çoklu istemciyi (multi-client) desteklemesi, birden fazla istemcinin aynı zamanda sunucuya bağlanmasını mümkün kılar. İstemci tarafta bir fonksiyon veya bir sınıf seçildiğinde, sunucu RMI aracılığı ile bu istemi alır ve uygun java sınıfı ve solid model kerneli aktif hale geçerek istemi

gerçekleştirir. Katı model sunucu tarafta elde edildiğinde, kernel modeli istemci tarafa aktarmaya hazırlanır. Model XML dosyasına dönüştürülüp HTTP Servere yüklenir.

Kontrol istemci tarafa geçtiğinde, görüntüleyici sınıf (viewer class) elde edilen modeli sunmak (display) için çağrılır. Bu viewer sınıfı sunucudaki http server programına gözatar ve oraya sunucunun XML üreten sınıfı tarafından yerleştirilen XML dosyalarını istemciye yükler. Bu XML dosyaları Viewer tarafından ayrıştırılarak (parsing) istenilen gömülü bilgi ortaya çıkarılır. Ayrıştırma, Viever sınıfının bir metodunun Java Machine Interface implementasyonu sonucu, DOM’un (Document Object Model) elde edilmesiyle sağlanır. Bu DOM java 3D paketinin istemcinin ekranında istenilen grafiksel modeli üretmesi için kullanılır. Bu döngü, kullanıcının bir eleman ve/veya elemanın bir örneğinin yüklenmesini istemesi durumunda tekrarlanır.

4.1 CyberCAD Uygulaması

Yukarıda açıklanan işleyişe uygun olarak geliştirilen cyberCAD yazılımı web üzerinde çalışan CAD yazılımlarına verilebilecek en gelişmiş ve popüler örnektir [4]. Şuan için sadece bir tasarım paketi olarak kullanılan, yani çözücü (solver) modülü olmayan cyberCAD yazılım paketi özellikle 3D modellemeyi gerçekleştirebilmesi açısından oldukça önemlidir. Yazılımın nesne tabanlı (object oriented) olması bir başka avantajdır. Buna ilave olarak platform taşınabilirlik özelliğindedir sahiptir. İnternet üzerinden gerçek zamanlı (real time) uygulama gerçekleştirmeye izin vermesi, 2’den fazla kullanıcıya eşzamanlı olarak interaktif editing ve tasarım olanağı sunması programın güçlü yanlarıdır. CyberCAD’in bu genel avantajlarının yanısıra bazı ilave üstünlükleride vardır. Yeni nesil java teknoloji temelli olması nedeniyle uzak ortamda nesnelerin depolanması pratiktir. Bilindik CAD programlarında dikkate alınmayan ağ

yapısı, Internal Networking Modülü sayesinde kullanımdadır. VRML(Virtual Reality Modelling Language)'e ilave olarak kullandığı CyberCAD viewer sayesinde interaktiflik ve geribesleme(feedback) özellikleri oldukça gelişmiştir. Entegre web tarayıcı sayesinde internete ve diğer CAD tasarımcıların sitelerine doğrudan ve hızlı erişim olanakları sunar.

Sistem yapısı açısından bakıldığında cyberCAD, 5 katmanlı bir yapı sergiler ve cyberCAD bunun en üst 5. katmanında yer alır. Bu katmanlar sırasıyla; programın çalışacağı bilgisayar sistemi, JVM, Java2 Platform, Java3D API ve cyberCAD dir. CyberCAD sunucu ile istemciler arasında istemci kayıt (client register), olay tetikleyici (event trigger) ve sunucu call-back senkrozisasyon rutinleri işlev görürler.

5. Sonuç

Günümüzde CAD tasarım ve çözümcüleri Internet üzerinden çalışacak şekilde tasarlanmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada CAD yazılımlarının temel elemanları tanımlanarak, internet üzerinden özellikle java teknolojilerini kullanmak yoluyla çalışan uygulamalardan örnekler verilmiştir. Internetin bant genişliği sorununun iyileştirilmesi halinde, web interaktif CAD uygulamalarında hızlı bir artış beklenmelidir.

6. Kaynaklar

[1] Courant , L R "Variational Methods for the Solution of Problems of Equilibrium and Vibration," **Bulletin of the American Mathematical Society**, 49, 1943, pp. 1-23.

[2] Zienkiewicz, O C, "The Finite Element Method in Engineering Science", 1971, London

[3] Mervyn, S, Kumar, A S, Bok, S H, "The Development of an Internet-Enabled Semi-Automated Fixture Design System", **A.Y.C. Nee**, 2003, Singapore

[4] Liu,Q., Tay, F.E.H., Tan, K.C., Kwong, K.K, "An Adaptable Model for Distributed Collaborative Design", **Computer-Aided Design & Applications**, Vol. 2, Nos. 1-4, 2005, pp 47-55, (2005)