

İçindekiler

Başlarken	Sayfa 2
Gömülü Sistemler.....	Sayfa 3
Tarihçe	Sayfa 4
Özellikler	Sayfa 5
Tasarımları	Sayfa 6
Kullanıcı Arayüzleri	Sayfa 6
Platformlar	Sayfa 7
Araçlar	Sayfa 7
İşletim Sistemleri.....	Sayfa 8
Ecos -FreeRTOS.....	Sayfa 9
Gömülü Linux.....	Sayfa 9
JavaOS	Sayfa 10
Lynxos-MobilLinux	Sayfa 11
NudesRTOS - Palmos.....	Sayfa 11
Prex	Sayfa 12
Windows CE	Sayfa 13
Windows XPEmbedded.....	Sayfa 14
Güvenilirlik Rejimleri.....	Sayfa 16
Kullanıldığı Yerler.....	Sayfa 16
Kaynakça	Sayfa 17

Başlarken

Gömülü Sistemler her yerde , farkına varamasak da ; kullandığımız Kişisel bilgisayar, Yazıcı, Tarayıcı (Scanner), Hesap makinesi, Cep telefonu, Cep bilgisayar, Televizyon- Radyo / Kasetçalar- Müzik plifikatörü, Video kamera, DVD oynatıcı, CD çalar, Alarmlı Saat, Fotograf Makinesi, Elektronik daktilo, Hırsız alarmı, Mikrodalga fırın, Bulaşık makinesi, Buzdolabı, Mutfak robotu, Çamaşır makinesi, Tansiyon ölçme cihazı, Elektronik oyuncaklar ...

Bu listeyi daha da uzatmak mümkün. Bugün gömülü sistemler Elektronik Mühendisliğinin altında kendi başına bir dal haline gelmiştir. Dünyada birçok üniversitede lisans veya yüksek lisans düzeyinde “gömülü sistemler mühendisliği” programları bulunmaktadır.

Gömülü Sistemler Yazılım ve Donanım alanlarına yayılmış olarak yoluna devam etmektedir artık. İşte bu kadar geniş bir alana yayılmış olan bu konunun, genel özelliklerini bu araştırmada aktarmaya çalıştım. Umarım okuyanlara da faydalı olabilirim.

Bilgehan GÜRÜNLÜ

www.gurunlu.com

GÖMÜLÜ SİSTEMLER

Gömülü sistem, bilgisayarın kendisini kontrol eden cihaz tarafından içerildiği özel amaçlı bir sistemdir. Genel maksatlı, örneğin kişisel bilgisayar gibi bir bilgisayardan farklı olarak, gömülü bir sistem kendisi için önceden özel olarak tanımlanmış görevleri yerine getirir. Sistem belirli bir amaca yönelik olduğu için tasarım mühendisleri ürünün boyutunu ve maliyetini azaltarak sistemi optimize edebilirler. Gömülü sistemler genellikle büyük miktarlarda üretildiği için maliyetin düşürülmesinden elde edilecek kazanç, milyonlarca ürünün katları olarak elde edilebilir.

Gömülü bir sistemin çekirdeğini, belirli bir sayıda görevi yerine getirmek için programlanan mikroişlemciler ya da mikrodenetleyiciler oluşturur. Kullanıcıların üzerinde istediği yazılımları çalıştırabildiği genel maksatlı bilgisayarlardan farklı olarak, gömülü sistemlerdeki yazılımlar yarı kalıcıdır ve firmware ismiyle anılırlar. Bu noktada Firmware konusu üzerinde biraz daha durmamız gerekirse:

Firmware Nedir?

PC bileşenleri üzerinde bulunan çeşitli donanımların işlevlerini nasıl yerine getireceklerini bildiren ve genellikle tekrar yazılabilir olan ufak kodlardır. Bir şekilde donanım bazında donanım sürücüsü olarak da düşünülebilir. Buna benzer olarak BIOS yazılımını örnek verebiliriz. Nasıl ki BIOS güncellemesi yapıyorsak aynı şekilde çeşitli donanımların da firmware güncellemelerini yapabiliriz.

Firmware Ne İşe Yarar?

Donanım bileşenleri üretildiklerinde donanım tarafının yanında bir de çalışmayı düzenleyen yazılım tarafıyla bezenirler. Böylece planlanmayan özelliklerin ve donanımsal hataların mümkün olduğunca yazılım güncellemesi yoluyla ortadan kaldırılması sağlanır. Örneğin belirli bir DVD-ROM okuyucunun yeni bir formattaki DVD ortamlarını okuyabilmesi sağlanabilir.

Firmware Hangi Donanımlarda Bulunur?

Aslında her PC bileşeninin ufak ya da büyük, değiştirilebilir ya da değiştirilemez bir firmware 'i bulunur. Ancak bizim müdahale şansımızın olduğu bileşenler olarak CD/DVD okuyucu ve yazıcılar ve aynı kategoride düşünebileceğimiz BIOS yazılımları sayılabilir.

Temel olarak Firmware bu tanımlardan da anlaşılacağı gibi ; Gömülü Sistemlerin Yazılımsal kısmını oluşturur.

Tarihçe

Kayda değer ilk gömülü sistem MIT Instrumentation Laboratory 'da Charles Stark Draper tarafından geliştirilen Apollo Guidance Computer olmuştur. Aya yapılan yolculuklarda iki tane kullanılırdı ve komuta modülü ve LEM' in eylemsiz rehber sistemlerini çalıştırıyordu.

Projenin başlangıcında Apollo rehber bilgisayarı Apollo projesinin en riskli parçası olarak kabul ediliyordu.O zamanki tek parça tümleşik devrelerin kullanılması boyut ve ağırlığı azaltıyor ama riski artırıyordu.

İlk kitlesel gömülü sistem üretimi 1961 yılında Minuteman füzesi için yapılan Autonetics D-17 rehber bilgisayarı oldu. Ayrık tranzistör lojiğinden yapıldı ve ana bellek için bir hard disk vardı.1966 yılında Minuteman II üretime girdiğinde, D-17 ilk defa yüksek hacimli tümleşik devrelerin kullanıldığı yeni bir bilgisayara yerini bıraktı.Bu program dörtlü nand kapılı IC' lerin birim fiyatını 1000\$' dan 3\$' a çekti ve ticari kullanımlarının yolunu açtı

Minuteman bilgisayarının önemli tasarım özellikleri, füzenin hedefi daha hassas bulabilmesi için rehber algoritmasının yeniden programlanabilir olması ve bilgisayarın kablo ve konnektörden tasarruf sağlayarak füzeyi test edebilmesiydi.

Maliyetin dikkate alınmadığı 1960' lardaki bu ilk uygulamalardan itibaren gömülü sistemlerin fiyatları düşmeye başladı. Bunlarla birlikte işlem gücü ve fonksiyonellikte'de yükseliş oldu.

İlk mikro işlemci hesap makineleri ve diğer ufak sistemlerde kullanılan intel 4004 oldu. Çalışabilmesi için harici bellek çipleri ve harici destek lojiklerine ihtiyaç duyuyordu. Intel 8080 gibi daha güçlü mikroişlemciler askeri projelerde geliştirildi ama diğer kullanıcılara da satıldı.

1970' lerin sonunda 8-bit mikroişlemciler standart olmakla birlikte çözümlene ve giriş/çıkış işlemleri için genellikle harici bellek çipleri ve lojiklere ihtiyaç duyuyorlardı.Öte taraftan, fiyatlar hızla düşüyor ve uygulamalar küçük gömülü sistemleri lojik tasarımların içine sokuyordu. Görünebilir uygulamaların bir kısmı enstrümantasyon ve pahalı aygıtlardı.

1980' lerin ortalarında harici olarak kullanılan sistem parçaları, işlemci ile beraber aynı çipin içine girmeye başladı.Bunun sonucu olarak boyutta ve gömülü sistemlerin maliyetinde çok büyük düşüşler oldu.Bu tip tümleşik devrelere mikroişlemci yerine mikrokontrolör dendi ve gömülü sistemlerin yaygın bir şekilde kullanımı mümkün oldu.

Mikrokontrolör maliyeti bir mühendisin 1 saatlik maaşının altına indi ve bu gömülü sistemlerin sayısını ve gömülü sistemlerde kullanılmak üzere farklı firmalar tarafından üretilen parçaların sayısının patlamasına neden oldu.Örneğin, pek çok yeni özelliğe sahip IC' ler, geleneksel paralel programlama arayüzleri yerine mikrokontrolörlere daha az sayıda arabağlantı sağlayan seri programlama arayüzleri ile beraber gelmeye başladı.I2C 'nin çıkış zamanı da bu döneme rastlamaktadır.Mikrokontrolörler 1\$' in altına düştüğünde,voltmetre ve

değişken kapasitör gibi pahalı analog elemanların yerlerini küçük bir mikrokontrolör ile kontrol edilen dijital elektronik elemanlara bırakması mümkün oldu.

80'lerin sonundan itibaren, tüm elektronik cihazlar için gömülü sistemler bir istisna değil bir standart haline geldi ve bu trend halen devam etmektedir.

Özellikler

Gömülü sistemler en geniş manasıyla bilgisayar sistemidir. Gömülü sistemlerin örnekleri taşınabilir müzik çalıcılardan uzay araçlarındaki altsistemler için kullanılan gerçek zamanlı kontrol sistemlerine kadar uzanır. En ticari gömülü sistemler, düşük maliyette bir takım işleri gerçekleştirmek için tasarlanıyor. Hepsi olmamakla birlikte büyük çoğunluğunun gerçek zamanlı sistem kısıtlamalarını karşılaması gerekir. Bazı fonksiyonlarının çok hızlı olması gerekebilirken, diğer pek çok fonksiyonunun kesin zamanlama gereksinimi olması gerekmemektedir. Bu tip sistemler, gerçek zaman kısıtlarını sistem gereksinimlerine bağlanmış özel amaçlı yazılım ve donanım kombinasyonları ile karşılarlar.

Gömülü sistemleri hız ve maliyet ile karakterize etmek zor olmakla beraber, maliyeti azaltan yüksek hacimli sistemler öncelikli tasarım hedefidir. Genellikle gömülü sistemlerin düşük performans gereksinimleri olur. Bu sistem donanımını, maliyeti düşürmek için basitleştirme olanağı tanır. Mühendisler gerekli fonksiyonları sağlayan "yeteri kadar iyi" olan donanımları seçerler.

Örneğin, uydu televizyon için dijital bir set-top box'ın saniyede onlarca megabit veri işlemesi gerekir ama bu işlemlerin büyük bölümü çok kanallı dijital videoyu ayrıştıran, yönlendiren ve çözen özel tümleşik devreler tarafından gerçekleştirilir. Gömülü CPU bu işlemi kurar ve set box'ın kullanıcı ara yüzü gibi görsel öğelerini ekrana basar. Gömülü işlemcilerin hızları artıp, fiyatları ucuzlarken, yüksek hızlı veri işlemede öncülüğü daha fazla ele almaktadırlar.

Düşük hacimli gömülü sistemler için kişisel bilgisayarlar, programları sınırlayarak ya da işletim sistemini gerçek zamanlı işletim sistemiyle değiştirerek kullanılabilir. Bu durumda özel amaçlı donanım bir ya da daha fazla yüksek performanslı CPU ile değiştirilebilir. Bazı gömülü sistemler istenen görevleri yerine getirmek için, yüksek performanslı CPU, özel donanım ya da büyük belleklere ihtiyaç duyabilir.

Taşınabilir müzik çalıcılar ve cep telefonları gibi büyük hacimli gömülü sistemlerde, maliyeti düşürme yönünde yapılan çalışmalar öncelik kazanır. Bu sistemler genellikle birkaç tümleşik devre, bütün fonksiyonları kontrol eden tümleşik CPU ve tek bir bellek çipi içerirler. Bu tasarımlarda her bir eleman bütün sistem maliyetini düşürecek şekilde seçilir ve tasarımları bu şart altında yapılır.

Gömülü sistemlerdeki programlar genellikle pek çok donanım kaynağından mahrum bir şekilde çalışırlar(daha önce bahsettiğim Firmware ler).Genellikle bu tip sistemlerde disket sürücü, işletim sistemi, klavye ya da ekran yoktur.Eğer bir kullanıcı arayüzü var ise küçük bir klavye ya da likid kristal bir ekran gerekebilir.

Gömüllü sistemler,yıllarca hatasız bir şekilde çalışacağı varsayılan donanımların içinde bulunur.Bu yüzden gömülü sistem içindeki yazılımlar, kişisel bilgisayar içinde olanlardan daha dikkatli bir şekilde geliştirilip test edilir.Pek çok gömülü sistemde, disket sürücü, anahtar ya da düğme gibi mekanik parçaların kullanımından sakınılır çünkü bu tip parçalar flash bellekler gibi statik parçalara kıyasla daha az güvenilirdir.

Bütün bunlara ek olarak, gömülü sistemler insanların kolaylıkla ulaşabileceği yerlere uzak olabilirler (bir petrol kuyusunun dibinde ya da uzayda bulunan bir uydu üzerinde). Dolayısıyla gömülü sistemler çok büyük veri kayıpları yaşandığı durumlarda bile kendilerini yeni baştan başlatabilmelidirler.Bu tip bir işlev watchdog timer adı verilen standart elektronik bir parça tarafından yerine getirilir.

Tasarımları

Kullanıcı Arayüzleri

PARC,Apple Computer,Boeing ve HP'de bulunan arayüz tasarımcıları,kullanıcı eylemlerinin tipinin sayısının azaltılması gerektiği prensibini keşfettiler.Gömülü sistemlerde bu prensip daha düşük maliyetlere yönelik çalışmalarla birleştirilmektedir .

Gömülü sistemlerde yaygın olarak kullanılan standart bir arayüz iki tuştan oluşmaktadır; bunlardan biri menü sistemini kontrol etmek için diğeri ise istenilen seçimi gerçekleştirmek için kullanılmaktadır.Menüler kendilerini belgeleyebildikleri ve çok basit kullanıcı eylemleri ile seçilebildikleri için oldukça popülerdir.

Bir diğeri yöntem ise çıktı tipini ufaltmak ve basitleştirmektir.Tasarım bazı durumlarda her bir arayüz çıkışı ya da sistem hatasını bilgilendirmek amacı ile ışık veren LED içerir. Ucuz bir seçenek olması açısından üzerine kullanıcının yerel dilini içeren hata çıkıntılarını gösteren baskılı matris etiketleri yapıştırılmış ışık barları kullanılmaktadır.Örneğin, pek çok küçük bilgisayar yazıcısı üzerinde herhangi bir dilde yazılar olan etiketlerle etiketlenmiş ışıklar kullanılmaktadır.Bazı marketlerde bu tip ürünler müşterinin seçeceği dilde hazırlanmış etiketlerle satışa sunulmaktadır.

Kullanılan bir başka yöntem mode'ların kullanıcı ekranında açıkça görünür hale getirilmesidir.Eğer bir arayüzün modları varsa, her zaman bir yöntemle ya da arayüzün kendisi tarafından otomatik olarak tersine çevrilir.Örneğin, Boeing'in standart test arayüzü bir düğme ve birkaç ışıktan oluşur.Düğmeye basıldığı zaman ışıklar yanar ve bırakılması ile birlikte hata mesajı veren ışıklar yanar.Kullanılan etiketler yalın bir İngilizce ile hazırlanmıştır.

Tasarımcılar sıklıkla farklı renkleri kullanırlar.Kırmızı tehlike anlamına gelir ya da tüm sistemi etkileyecek bir hatanın varlığını belirtir.Sarı bir takım problemlerin olduğunu yeşil ise sistem durumunda herhangi bir aksaklık olmadığını belirtir.Seçilen renkler birçok insanın anlaması açısından trafik işaretlerindeki renkler olarak belirlenir.

Eğer yapılan tasarım bir ekran gerektiriyorsa tasarımcılar genelde düz metin kullanımını tercih ederler.Eğer ürün görsel eğlence öğeleri üzerinde kurulmuş bir tasarımdan ibaretse, görseelliği zengin metinler, resimler ve menüler ürün için tercih edilmelidir.

Platform

Gömülü tasarımlarda kullanılabilir ARM, MIPS, Coldfire/68k, PowerPC, X86, PIC, 8051, Atmel AVR, Renesas H8, SH, V850, FR-V, M32R vb. gibi pek çok işlemci mimarisi bulunmaktadır.

Standart PC/104 küçük hacimli gömülü sistem tasarımları için sıklıkla tercih edilmektedir.Bu tasarımlar genellikle DOS, Linux, NetBSD veya QNX ya da Inferno gibi gerçek zamanlı işletim sistemleri kullanılmaktadır.

Büyük hacimli gömülü sistem tasarımlarında ise genellikle tek bir çip üzerinde toplanmış sistemler tercih edilir ve bunun içinde uygulamaya yönelik tümleşik devre tasarımları kullanılır.Bu tasarımlar genelde CPU dahil tüm lojik tasarımlar FPGA kullanarak gerçekleştirilebilir.

Araçlar

Gömülü sistem tasarımcıları, bilgisayar programcıları gibi derleyici, çevirici ve hata ayıklayıcı gibi araçları gömülü sistem geliştirmekte kullanırlar.Bununla birlikte, pek çok programcıya yabancı gelebilecek bir takım araçlarda geliştirme sürecinde kullanılır.

Yazılım araçları birkaç kaynaktan elde edilebilir:

A)Gömülü pazarda uzmanlaşmış yazılım şirketleri

B)GNU yazılım geliştirme araçlarından çalışılacak ortama taşınarak (çapraz derleme)

Bazen de işlemci mimarisi kullanılacak gömülü işlemci mimarisine yakın olan kişisel bilgisayarlarda kullanılan yazılımlardan faydalanılabilir.

Bilgisayar programcılarının tercih etmediği ama gömülü sistem tasarımcıları tarafından kullanılan birkaç yazılım aracı bulunmaktadır;

Sıklıkla kullanılan bir araç "in-circuit emulator" (ICE) daha modern tasarımlarda ise gömülü bir hata ayıklayıcı.Bu hata ayıklama aracı gömülü kod geliştirmede kullanılan temel yapılardan biridir.Mikroişlemci'ye yapılan bağlantı ile sistemde geliştirilen kodların çabuk ve hızlı bir şekilde yüklenmesini ve ayıklanmasını sağlar.

Gömülü bağlayıcılar' ın (linker) kodun boyutunu ufaltmak ve çalışma zamanını azaltmak için pek çok optimizasyon özellikleri vardır.Bunlara ek olarak data overlays, ve bank switching gibi optimizasyon teknikleri de sağlayabilmektedirler.

Kullanılan bir diğer araç ise gömülü uygulamaya bir CRC programı eklenmesi böylece gömülü sistem program verisini çalıştırmadan önce kontrol edebilir.

Bunların dışında kullanılan bazı programlama dilleri kullanıcıya gömülü sistemler tasarlamak amacıyla çeşitli kolaylıklar sağlar. C dili için;

İsmlendirilmiş adres alanları

İsmlendirilmiş depolama sınıfları

Temel I/O donanım adresleme

Hata Ayıklama

Hata ayıklama genellikle bir devre emülatör ya da mikrokontrolör tarafından çalışan mikrokodu kesebilecek bir çeşit hata ayıklayıcı tarafından gerçekleştirilebilir.Mikrokod kesme hata ayıklayıcıya üzerinde sadece CPU'nun çalıştığı donanım üzerinde çalışma imkanı verir. CPU tabanlı hata ayıklayıcılar bilgisayar donanımlarını CPU açısından test etmek ya da hata ayıklamak amacı ile kullanılabilir.Bunun yanında geliştiriciler, yüksek seviyeli dillerle kesme noktası ve tek adımlama kullanarak hata ayıklamalıdır çünkü bu özellikler oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.Bunlara ek olarak basit log kayıtlarının tutulması gerçek zamanlı eylemlerin hata ayıklamasında faydalı olur.

Gömülü sistemin karmaşıklığı arttıkça üst seviye araçlar ve işletim sistemleri tasarımların içine girmeye başlar.Cep telefonları, pda' ler ve diğer tüketici bilgisayarları ileri düzey yazılım ve işletim sistemleri gerektirir.Bu tip sistemlerde, Linux, NetBSD, OSGi ya da Embedded Java gibi açık programlama ortamları, geniş bir markete satış yapabilmek amacı ile kullanılmalıdır.

Gömülü İşletim Sistemleri

- ECos
- FreeRTOS
- Gömülü Linux
- JavaOS
- LynxOS
- Mobilinux
- Nucleus RTOS
- Palm OS
- Prex
- VxWorks
- Windows CE
- Windows XP Embedded

1) ECos

ECos (embedded Configurable operating system) gömülü sistemler ve uygulamalar için geliştirilmiş açık kaynak, ücretsiz ve gerçek zamanlı bir işletim sistemidir. eCos' un kolaylıkla yapılandırılabilir olması istenilen uygulamaya yönelik kararlı bir işletim sistemi oluşturmaya, çalışma zamanında en iyi performans elde etmeye ve donanım kaynaklarının optimum kullanımına olanak tanır.

ECos birkaç yüz kilobyte' lar civarında düşük bellek kapasitesine sahip ya da gerçek zamanlı gereksinimleri olan sistemlere için tasarlanmıştır. Gömülü Linux' u destekleyecek kadar RAM' e sahip olmayan sistemlerde kullanılır. Şu an için, uygulama ve servis gereksinimleri hariç minimum 2 MB RAM civarında kullanılabilir. eCos ARM, CalmRISC, FR-V, Hitachi H8, IA-32, Motorola 68000, Matsushita AM3x, MIPS, NEC V8xx, PowerPC, SPARC, SuperH ve Nios II gibi farklı donanım platformları üzerinde çalışabilmektedir.

2) FreeRTOS

FreeRTOS pek çok mikrokontrolöre taşınabilen gömülü cihazlar için tasarlanmış gerçek zamanlı işletim sistemidir. GPL lisansının değiştirilmiş bir şekli altında dağıtılmaktadır. Bu lisans kullanıcıya ait kodların kapalı kalmasını bunun yanında kernel' in açık kaynak olarak kullanılmasına izin vermektedir. Bu da FreeRTOS' un ticari kullanımını kolaylaştırmaktadır. FreeRTOS' ücretsiz olarak indirilip kullanılabilir. Desteklediği mimariler;

- ARM Cortex-M3
- ARM mimarisi ARM7
- AVR
- x86
- PIC mikrokontrolör PIC18
- Renesas H8/S
- MSP430
- HCS12
- 8052
- MicroBlaze

Kurulum işlemi her türlü mimari için önceden hazırlanmış konfigürasyon işlemi ile gerçekleştirilebilir. FreeRTOS işdüzenleyicisi küçük ve basit olacak şekilde tasarlanmıştır. FreeRTOS CORTEX-M3 mikrokontrolörleri için tasarlanmış gerçek zamanlı bir kernel' e sahip ilk işletim sistemi olmuştur.

3) Gömülü Linux

Gömülü Linux, Linux işletim sisteminin cep telefonları, PDA'ler, elde taşınabilir medya oynatıcılar ve diğer tüketici elektroniği cihazları gibi gömülü sistemlerde kullanılan adıdır.

Geçmişte gömülü sistemler için yapılan yazılımlar doğrudan assembler' da yazılarak geliştiriliyordu. Geliştiriciler tüm donanım sürücülerini ve arayüzlerini baştan geliştirmek zorundaydı. Daha sonraki uygulamalarda, küçük bir ücretsiz yazılım seti ile desteklenmiş Linux kernel' in gömülü cihazların sınırlı donanım alanlarına sığdırılabildiği çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Tipik bir gömülü Linux yüklemesi 2 MB alan üzerinde yapılabilmektedir.

Gömülü Linux' un diğer gömülü işletim sistemlerine olan avantajları;

- Açık kaynak olması

- Küçük yükleme alanı (2 mb civarı)
- Telif hakkı masrafı olmaması
- Olgun ve kararlı olması (10 yıldan fazla bir süredir pek çok cihazın içinde kullanılmakta)
- İyi desteklenmesi

Günümüzde gömülü Linux kullanılan cep telefonu markaları:

- E28 E2800
- Motorola A760, A768, A780, E680, A1200
- Panasonic P901i
- NEC N901ic
- Samsung SCH-i519
- Telepong
- Wildseed
- Üzerinde Linux olan mobil telefonlar
- Road S101
- Linux Smartphone Referansı

4)JavaOS

JavaOS Java virtual machine üzerinde çalışan ve Sun Microsystems tarafından geliştirilmiş bir işletim sistemidir.Unix ya da Unix tabanlı işletim sistemlerinin C programlama dilinde yazıldığı gibi JavaOS' de Java programlama dili kullanılarak yazılmıştır.

1 Mikrokernel

2 Virtual Machine (sanal akine)

3 Sürücüler

4 Pencereleme Sistemi

5 Uygulamaları

6 Dış Bağlantılar

4-1 Mikrokernel İşletim sisteminin kullandığı mikrokernel üzerinde çalıştığı donanıma bağlıdır.Desteklenen platformlar;

- ARM
- PowerPC
- □RISC
- SPARC
- □StrongARM
- x86

4-2 Virtual Machine (sanal makina)

Java virtual machine mikrokernel' in üzerinde çalışır.

4-3 Sürücüler

Tüm cihaz sürücüleri Java ile yazılmıştır ve virtual machine tarafından çalıştırılmaktadır.

4-4 Pencereleme Sistemi

AWT API kullanan bir grafik ve pencereleme sistemi de Java' da yazılmıştır.

4-5 Uygulamaları

JavaOS gömülü sistemler üzerinde çalışmak üzere tasarlanmıştır ve multimedya sistemleri, network altyapıları ve ATM' ler temel uygulama alanlarıdır.

5) LynxOS

LynxOS Unix tabanlı LynuxWorks tarafından çıkarılan gerçek zamanlı bir işletim sistemidir. LynxOS bütünüyle POSIX' e uygundur ve yakın bir zamanda da Linux' e uyum entegrasyonunu tamamlamıştır. LynxOS özellikle havacılık, uzay, askeri sanayi, endüstriyel süreç denetimi ve telekomünikasyon gibi uygulama alanları için tasarlanmış gerçek zamanlı gömülü sistemlerde kullanılır. ARM ve PowerPC mimarilerini desteklemektedir.

6) Mobilinux

Mobilinux mobil cihazlarda kullanılan Linux tabanlı gömülü işletim sistemidir. Mobilinux tek işlemcili mobil telefonlardaki batarya güç tüketimini optimize etmek maksadı ile tasarlanmış açık kaynak ve açık standart bir teknolojidir. Linux 2.6 kernel kullanmaktadır. Ön yüklemesi çok hızlıdır ve genellikle 1 sn' nin altında tamamlanmaktadır. KDrive (TinyX olarak ta bilinir) ve GTK+ üzerine kurulmuş grafik arayüzüne sahiptir.

7) Nucleus RTOS

Mentor Graphics'in gömülü sistemler bölümü Accelerated Technology tarafından üretilen gerçek zamanlı işletim sistemidir.

8) Palm OS

PalmOS, PalmSource firması tarafından cep bilgisayarları (PDA'lar) için tasarlanan bir işletim sistemidir. PalmSource firması Palm isim hakkını Mayıs 2005'te PalmOne (Şimdiki Palm) firmasına satmıştır. PalmSource hazırlamakta olduğu Linux tabanlı yeni işletim sisteminin isminin ne olacağı konusunda henüz bir açıklama yapmamıştır.

1- PalmOS tarihi

2 -Yazılım tabanı

3 -Yazılım geliştirmek

8-1 PalmOS tarihi

PalmOS orijinal olarak US Robotics firmasının çıkardığı Pilot isimli PDA için Jeff Hawkins tarafından tasarlanmıştır. İşletim sisteminin ilk sürümü Pilot 1000 ve Pilot 5000 cihazlarında kullanılırken ikinci sürümü PalmPilot Personal ve PalmPilot Professional isimli PDA'larda kullanılmıştır.

Palm III serisinin çıkışı ile PalmOS'un üçüncü sürümü duyurulmuştur. İşletim sistemi bundan sonra 3.1, 3.3, 3.5 gibi güncellemelerle pek çok yeni özellik kazanmıştır. PalmOS 4.0 ise m500 serisinin çıkışı ile duyurulmuştur.

Tungsten T serisi ile duyurulan PalmOS 5.0 ise ARM mimarisindeki işlemcilere destek vermekteydi. Eski programlar PACE (Palm Application Compatibility Environment) denilen bir emülasyon ortamında çalıştırılmaktaydılar.

Palm şirketi PalmOne ve PalmSource olarak ikiye ayrıldı. PalmOne donanım işini üstlenirken PalmSource'da yazılım işini üstlendi. Yani PalmOne PDA'ları üretecek, PalmSource da işletim sistemi işini üstlenecekti. Bu ayrılma ile farklı firmaların da PalmOS işletim sistemini kullanan cihazları üretmesi teşvik edilmek isteniyordu. PalmOne şirketi Mayıs 2005'de Palm isim haklarını satın alarak tekrar Palm adını almıştır.

PalmSource firması 2003 PalmOS 6'yı çıkardı. Şubat 2004'de PalmSource PalmOS 5'e PalmOS Garnet, PalmOS 6'ya da PalmOS Cobalt isimlerini verdiğini açıkladı. Eylül 2004'de 6.1 sürümü duyurulan PalmOS Cobalt'ı kullanan bir cihaz şu ana kadar piyasaya çıkmadı.

PalmSource 2004'ün sonlarında Linux tabanlı bir PalmOS sürümü üzerinde çalışmaya başladıklarını duyurdu. Haziran 2005'de ise diğer ürünlerin geliştirilmesini durdurduklarını ve Linux tabanlı PalmOS üzerinde yoğunlaştıklarını duyurdular.

Eylül 2005'de PalmSource, Japon ACCESS firması tarafından satın alındığını açıkladı.

Kasım 2005 itibari ile PalmOS tabanlı cihazları üreten en büyük firma olan Palm, PalmSource'un verdikleri ile yetinmeyerek PalmOS üzerinde birçok değişiklik yapmıştır. Bu değişiklikler cihazların günümüz standartlarında kalabilmesini sağlamasına rağmen, PalmOS'un kararlı yapısını etkilemiş, onu daha çok iş yapabilen ama daha sorunlu bir işletim sistemi haline getirmiştir.

8-2 Yazılım tabanı

PalmOS için yirmi beş binden fazla üçüncü parti yazılımlar geliştirilmiştir. Bu yazılım tabanı PalmOS'un önemli avantajlarından biridir.

8-3 Yazılım geliştirmek

PalmOS için birçok yazılım geliştirme aracı üretilmiştir. Metrowerks CodeWarrior, Handheld Basic, NS Basic, AppForge, Pocket Studio, OrbForms Designer, CASL, Pocket C ve PDA Toolbox gibi yazılımlar ile PalmOS programları geliştirilebilir. Palm aynı zamanda J2ME ve MIDP profillerini de desteklemektedir.

9)Prex

Prex BSD Lisansı altında dağıtılan gerçek zamanlı gömülü işletim sistemidir. Bellek yönetimi, processler arası iletişim (mesajlar ve paylaşılan bellek) ve kernel içerisinde multithreading özelliklerini sağlamaktadır. Bunların yanında uygulamaya özel nitelikleri örneğin kullanılacak dosya sisteminin tasarımını kullanıcıya bırakmaktadır. Prex şu anda IBM PCler ve Game Boy oyun konsolları üzerinde kullanılmaktadır.

10)VxWorks

VxWorks Unix tabanlı, Wind River Systems tarafından geliştirilen gerçek zamanlı bir işletim sistemidir. POSIX uyumlu bellek yönetimi, çok işlemci desteği, kullanıcı ara yüzü için kabuk (shell),sembolik ve kaynak seviyesinde hata ayıklama ve performans takip yeteneklerine sahiptir.

VxWorks Unix benzeri işletim sistemlerinden farklı olarak, üzerinde Unix ya da Windows çalışan bir makinede farklı işlemci mimarileri için yapılan çapraz derleme ile geliştirilir.

11) Windows CE

Windows CE (İngilizce Compact Edition, yani Küçük Sürüm olduğu söylenir, ancak Microsoft bunu doğrulamamıştır), Microsoft tarafından taşınabilir cihazlar için yazılmış bir işletim sistemidir. Windows CE,sanılanın aksine küçültülmüş bir Windows değil özel olarak yazılmış, ayrı bir işletim sistemidir.Windows'un küçültülmüş sürümlerine bir örnek olarak Windows XP Embedded sayılabilir.

Windows'un küçültülmüş bir sürümü olmadığı için "normal" Windows programları Windows CE altında kullanılamazlar.Bunun diğer bir sebebi de, Windows CE işletim sisteminin çok farklı işlemci mimarilerinde çalışabilir olmasıdır. Öte yandan, daha sonra da açıklanacağı üzere Windows CE için program yazması Windows için program yazmaya fazlasıyla benzediğinden, bazı yazılımların Windows CE sürümü de vardır.

Windows CE, birçok alanda kullanılabilir:

- Ucuz taşınabilir PC'ler
- Çok küçük PC'ler
- Pocket PC'ler
- Cep telefonları
- TV setleri
- Benzer elektronik araçlar

Bir programcı için Windows CE'nin en büyük avantajı, önceden tanıdığı Win32 arayüzüne çok benzer bir arayüz sunmasıdır: diyalog pencereleri, registry ve DirectX Windows CE'de aynı ya da oldukça ufak değişikliklerle kullanılabilir.Windows CE'de asenkron işlemler bulunmamaktadır (ör. WSAAsyncSelect, asenkron dosya erişimi).Ayrıca bazı Win32 API fonksiyonlarına ait parametreler,Windows CE yazılım geliştirme kitinde tanımlandığı halde kullanılmamalıdır.Windows CE üzerinde .NET Compact Framework ile de uygulama geliştirilebilir. "Normal" Windows altında program yazmak için sıkça kullanılan Visual Studio aracı, ya da eMbedded Visual C++, Windows CE'ye de uygun kod üretebilir ve derleyebilir. Bunun için Microsoft'tan gerekli yazılım geliştirme kiti indirilebilir. eMbedded Visual C++ ve yazılım geliştirme kitleri (SDK) ücretsizdir. Windows CE Emulator'ü ile geliştirilen yazılım alete aktarılmadan önce test edilebilir.

Windows CE, aşağıdaki yazılım ve donanımları desteklemektedir:

- Word, Excel, Outlook ve son olarak PowerPoint'in Windows CE sürümleri vardır
- Internet Explorer Mobile başta olmak üzere bazı web tarayıcılarını kullanılabilir, MSN Messenger'ın Windows CE sürümü vardır
- Opera Web Browser, 2006 yılında 4 farklı işlemci mimarisinde çalışmak üzere (X86, ARM, SH4 ve MIPS) Windows CE için yeni browser çekirdeğini kullanan iki ayrı web browser ve web browser yazılım geliştirme kiti hazırlamıştır

- Windows Media Player'a ek olarak birçok alternatif yazılım sayesinde (The Core Pocket Media Player gibi) birçok çoklu ortam dosyası açılabilir
- Windows CE, aygıt sürücüsü bulunduğu takdirde Wi-fi, Bluetooth, GSM, GPRS, EDGE, 3G veya VPN gibi sayısız bağlantı desteğine sahiptir
- Birçok çevre birim (USB diskler gibi) desteklenir

Windows CE, gerçek zamanlı işletim sistemidir. Pocket PC 2002, Pocket PC 2003 ve Windows Mobile 5.0 işletim sistemlerinin temeli Windows CE'ye dayanır. Windows CE, Intel x86, ARM, MIPS ve SH4 gibi farklı işlemci mimarileri üzerinde, 1MB gibi oldukça küçük hafızayla çalışabilir.

Windows CE 120 günlük deneme kiti ya da tam sürümüyle beraber, geliştirmenin yapılacağı PC'ye kurulmak üzere Platform Builder isimli bir uygulama gelir. Bu uygulamada işlemci mimarisi, işletim sistemiyle beraber alete yüklenecek uygulamalar, aygıt sürücüleri ve platforma özel diğer bileşenler seçilir ve bir Windows CE imajı oluşturulur. Platform Builder, aynı zamanda seçilen imaja ait bir yazılım geliştirme kiti de üretir. Bu kitin Visual Studio 2005'e ya da eMbedded Visual C++'a eklenmesiyle, oluşturulan imajda çalışacak uygulamalar geliştirebilir. İmaj daha sonra yine Platform Builder vasıtasıyla alete aktarılır. Platform Builder ile beraber kernel debugger, profiler gibi birçok yardımcı uygulama da gelir. Bu uygulamalar sayesinde oluşturulan imajdaki sorunların tespiti kolaylaşır.

Windows CE'de, diğer rakiplerinin bazılarında farklı olarak, fakat tıpkı Windows NT'de olduğu gibi, zamanlayıcı (scheduler) için en küçük görev (task), ipiktir (thread). Windows CE, öncelik zamanlaması (priority scheduling) ile çalışır. Windows CE'de oldukça önemli bir başka yöntem daha kullanılır, bu da öncelik değişimidir (priority inversion).

Microsoft, Windows CE ile beraber Internet Explorer'da çalışmak üzere bir adet Macromedia Flash ActiveX'i de sunmaktadır.

Windows CE ve türevlerinin standart implementasyonlarında DCOM desteği sınırlıdır. COM ve OLE otomasyonu (automation) sınırlıdır. Bu işlemler 70-800KB hafıza gerektirebilir. Zayıf COM desteği ve performans kaygısı sebebiyle, Windows CE işletim sistemleri üzerinde COM bileşenleri kullanımından kaçınılır.

Windows CE işletim sistemi, özel durumları (exception) desteklemektedir. Ancak Win32 debugging API (dbghelp) Windows CE'de bulunmamaktadır (ticari bir implementasyonu bulunmaktadır). Bundan dolayı özel durumların çözülmesi (stack trace) ya da çalışma zamanında kullanılan bazı teknikler Windows CE üzerinde kullanılamamaktadır.

12) Windows XP Embedded

Windows XP Embedded ya da XPe Microsoft tarafından gömülü sistemler için tasarlanmış bir işletim sistemidir. Windows XP Professional ile temel olarak aynı ikili dosyaları kullanmak ile birlikte özellikle Windows' un Win32 API tam desteğini isteyen OEM, ISV ve IHV geliştiricilerine pazarlanmaktadır. Mevcut Windows uygulamalarını ve cihaz sürücülerini çalıştırabilmektedir.

XPe'nin Windows CE ile herhangi bir bağlantısı yoktur. İkisi de farklı cihazları hedeflemekte ve her birinin OEM üreticilerinin dikkate aldığı eksi ve artı yönleri bulunmaktadır. Örneğin, XPe hiçbir zaman CE' nin üzerinde çalıştığı kadar az yer kaplamayacaktır. Bununla birlikte, CE XPe' nin kullandığı Win32 API' lerini kullanamayacak ve mevcut sürücü ve uygulamaların çok büyük kısmını çalıştıramayacaktır.

XPe' nin kullanımının hedeflendiği cihazlar; ATM' ler, yiyecek ve meşrubat otomatları, yazar kasalar, atari makineleri, endüstriyel robotlar, ince istemciler, elektronik ev eşyaları, NAS cihazları vb.

İşletim sisteminin kullanıcı tanımlı versiyonları PC dışında her yerde kullanılabilir. XPe XP Pro ile aynı donanımı (x86 mimarisi) destekleyebilmesine rağmen lisans sınırlamalarından dolayı standart PC' lerde kullanılmamaktadır.

Başlangıç

Tüm gömülü sistemlerin bir başlangıç kodu vardır. Kesmeleri iptal eder, aygıtları ayağa kaldırır, bilgisayarı test eder (RAM,CPU, ve yazılım) ve ardından uygulama kodunu başlatır.Pek çok gömülü sistem kısa süreli güç kayıplarından, en son yapılan testler tekrarlanmadan kurtarılabilir.

Tasarımcılar hataları işaret etmesi açısından genellikle LED kullanımını tercih ederler. Genel bir tasarım olarak tekrar başlatma sırasında tüm cihazlara bağlı LED' ler yanmaya başlayacaktır.Daha sonra açılış testi sırasında yazılım, LED' lerin durumunu hata ya da normal haller için değiştirir.

Yerleşik Self-Test

Kendini test eden gömülü sistemlerin temel şekilleri şöyle açıklanabilir;

CPU, RAM ve program belleğinin test edilmesi. Bu genellikle sisteme enerji verildiğinde bir kereliğine gerçekleştirilir. Güvenliğin kritik olduğu sistemlerde periyodik olarak ya da belli zaman aşımalarında gerçekleştirilir.

Giriş, çıkış ve çevre aygıtlarının test edilmesi. Komünikasyon, analog ve kontrol sistemleri bu tip testler gerçekleştirir.

Batarya ya da ona karşılık gelen enerji kaynağının test edilmesi.

Bağlantı üniteleri arasında gerçekleştirilen iletişim testleri.Üniteler arasında yollanan ve alınan basit mesajlarla sağlanır.

Kablo testleri.Bağlantı pinlerinin doğruluğunu test etmek için yapılır ve özellikle senkronize iletişim sistemlerinde ön plandadır.

Donanım arama testi. Eklenen bir donanım ile ilgili bilgiler kullanıcıya döndürülerek sistem yükleme işlemine yönelik yol gösterme sağlanır.

Tüketilebilenlerin testi. Sistemde kullanılanların miktarı seviyesi ve pozisyonu hakkında bilgiler döndürür. Yakıt, ya da çeşitli kimyasal maddelerin kontrolü buna örnek verilebilir.

Operasyonel testler. Bu testler sistemin çalışması esnasında yürütülen fonksiyonlara yönelik bir testir ve sistem ayakta iken gerçekleştirilir.

Güvenlik testi. Sistem güvenliği belli bir aralık değerine göre test edilir.

Güvenilirlik rejimleri

İnsanların talep etme nedenlerine göre güvenilirliğin farklı tanımları vardır. Ama güvenilirlik tipleri farklı sistemler için temel olup birbirleri arasında büyük değişiklik göstermemektedir;

Sistem oldukça güvensiz ya da onarım maksadı ile ulaşılması imkansız. (Uzay sistemleri, denizaltı kabloları,..).

Sistem güvenli bir şekilde kapatılamaz.

Sistem güvensiz durumdayken çalışamaz.

Bu tanımlamalar güvenilirlik rejimi için kriter olarak seçilebilir

Gömülü Sistemlerin Kullanıldığı Yerler

- ✓ banka ATM' leri
- ✓ Eylemsiz rehber sistemleri, uçuş kontrol donanım/yazılımı ve uçak ve füzelerdeki diğer tümleşik sistemlerden oluşan havacılık elektroniği modulleri
- ✓ Cep telefonları
- ✓ Router (yönlendirici), timeserver ve firewall (güvenlik duvarı) gibi bilgisayar ağ ekipmanları
- ✓ Bilgisayar yazıcıları
- ✓ Fotokopi makineleri
- ✓ Disket sürücüler (floppy disk sürücüler ve har disk sürücüler)
- ✓ Termostat, klima, sprinkler ve güvenlik izleme sistemleri gibi ev otomasyonu ürünleri
- ✓ Hesap makineleri
- ✓ Mikro dalga fırınlar, çamaşır makinesi, televizyon setleri ve DVD oynatıcı/kaydedici gibi ev elektroniği ürünleri
- ✓ Tıbbi ekipmanlar
- ✓ Çok fonksiyonlu kol saatleri
- ✓ İnternet radyo alıcıları, TV set top box, ve dijital uydu alıcılar gibi multimedya uygulamaları
- ✓ Çok fonksiyonlu yazıcılar
- ✓ PDA'ler gibi küçük avuç içi bilgisayarlar
- ✓ PDA ve Java destekli gelişmiş cep telefonları
- ✓ Endüstriyel otomasyon ve izleme için PLC' ler
- ✓ Video oyun konsolları ve avuç içi oyun konsolları
- ✓ Taşınabilir bilgisayarlar

Kaynaklar

- <http://www.teknoturk.org/docking/yazilar/tt000001-yazi.htm>
- <http://www.cpu-turkey.com/upload/group/4/gst.pdf>
- <http://www.belgeler.org/embedded/embedded-giris.html>
- http://www.milsoft.com.tr/tr/interest_areas/embedded_systems.php
- <http://www.thgtr.com/howto/20060217/>
- <http://blog.biometrics.com.tr/?p=5>
- <http://www.yargem.com/fpga10.htm>
- <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/4298550/4298551/04298638.pdf?temp=x>
- <http://www.teknohaber.net/>
- <http://murat.debian-tr.org/doc/embed/>
- http://oergin.etu.edu.tr/gui_yarismasi/gui_yarismasi_2008.html
- <http://www.jtpd.org/public/posts/list/357.page>
- <http://www.busybox.net/about.html>
- <http://www.embedded.com/>
- <http://www.embedded.com/esc/boston/>
- <http://www.netrino.com/Embedded-Systems/Glossary>
- <http://www.hindawi.com/journals/es/>
- <http://www.ddj.com/embedded/>
- <http://www.compapp.dcu.ie/~cdaly/embed/embedsys.html>
- http://www.computer.org/portal/cms_docs_dsonline/dsonline/topics/os/embedded.pdf
- <http://research.microsoft.com/research/EmbeddedSystems/>
- <http://www.embeddedrelated.com/>
- <http://www.esacademy.com/>
- <http://www.esweek.org/>
- <http://www.ganssle.com/articles.htm>