

ARColorCathes Projesi RAMS Analizi

Giriş: Bu bölümde ARColorCathes projesi, yazılım mühendisliğinde sıkça kullanılan RAMS kriterlerine göre değerlendirilmektedir. RAMS, Güvenilirlik (Reliability), Erişilebilirlik (Availability), Sürdürülebilirlik (Maintainability) ve Güvenlik (Safety/Security) kavramlarının baş harflerinden oluşur. Bir akademik proje bağlamında ARColorCathes'in bu dört boyutta incelenmesi, projenin güçlü ve geliştirilmesi gereken teknik yönlerini ortaya koyacaktır.

Güvenilirlik (Reliability)

Güvenilirlik, bir yazılım sisteminin belirli bir süre boyunca tutarlı ve hatasız şekilde çalışma yeteneğini ifade eder. ARColorCathes projesinin güvenilirliğini değerlendirirken hem uygulamanın teknik performansını hem de artırılmış gerçeklik özelindeki davranışlarını dikkate almak gerekir.

Kararlılık ve Hata Yönetimi: ARColorCathes, Unity oyun motoru üzerinde geliştirildiği ve AR Foundation altyapısını kullandığı için, temel altyapı oldukça olgun ve güvenilirdir.

Uygulamanın kararlılığı, testler sırasında beklenmedik çökme (crash) veya donma (freeze) yaşanmamasıyla ölçülebilir. Proje kapsamında, özellikle AR bileşenlerinin (ör. yüzey algılama, kamera akışı, nesne yerleştirme) güvenilir şekilde çalışması kritiktir. Uygulamanın çocuklar tarafından kullanılacağı göz önüne alındığında, ani hatalar veya kapanmalar kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle proje, mümkün olduğunca çok cihazda test edilerek farklı donanım konfigürasyonlarında da sorunsuz çalışması sağlanmalıdır.

AR Takip ve Algılama Tutarlılığı: ARColorCathes'in güvenilirliği sadece kod hatalarına karşı dayanıklılıkla değil, aynı zamanda AR deneyiminin tutarlılığıyla da ölçülür. Örneğin, yüzey algılama sürecinin tutarlı çalışması, sanal nesnelerin her defasında doğru bir şekilde zemine yerleşebilmesi gerekir. Kullanıcı cihazı farklı açılarla tuttuğunda veya odadaki ışık koşulları değiştiğinde bile uygulama sanal nesneleri gerçek dünyaya sabitlemeyi sürdürmelidir. Takip kaybı (örneğin kamera hızlı hareket edince nesnelerin "yüzüp" kayması) gibi durumlar minimize edilmelidir. Bu bağlamda, Unity AR Foundation'ın sağladığı algılama mekanizmaları doğru yapılandırılmalı ve olası hatalar (örn. düzlem bulunamadığında zaman aşımı gibi) kullanıcıya anlaşılır şekilde iletilmelidir.

Test ve Hata Ayıklama (Debug): Projede güvenilirliği artırmak için kapsamlı testler yapılmalıdır. Birim testleri (unit test) Unity ortamında sınırlı olmakla birlikte kritik oyun mantığı için yazılabilir. Daha önemlisi, entegrasyon ve sistem testleri ile uygulamanın bütün olarak güvenilir çalıştığı doğrulanmalıdır. Örneğin, her bir oyun modunun (Kendin Yap, Kırmızı Yeşil Mavi, Alfabe Bilmece) ayrı ayrı ve birlikte uzun süre kullanıldığında uygulamanın bellek sızıntısı (memory leak) yapmadığı veya performansın kademeli olarak düşmediği izlenmelidir. Geliştirme sürecinde karşılaşılan hatalar titizlikle giderilmeli, versiyon kontrol sistemi (GitHub) üzerindeki her bir commit güvenilirliği azaltabilecek potansiyel sorunlara karşı gözden geçirilmelidir.

Performans ve Optimizasyon: Güvenilirlik aynı zamanda uygulamanın performansının öngörülebilir olmasını da kapsar. ARColorCathes'in kare hızı (frame rate) tutarlı olmalı, ani yavaşlamalar yaşanmamalıdır. Özellikle düşük ve orta segment cihazlarda dahi kabul edilebilir bir performans sunması, uygulamanın güvenilir bir deneyim sağladığını gösterir. Bu amaçla, Unity'de gereksiz hesaplamalar önlenmeli, sadece gerekli durumlarda güncelleme yapan betikler (scripts) kullanılmalı ve 3D modeller/animasyonlar optimize edilmiş olmalıdır.

Sonuç olarak, ARColorCathes'in güvenilirliği, kullanıcıların her seferinde benzer olumlu deneyimi yaşamalarıyla ölçülecektir. Proje, gerek mimari tasarımıyla gerek test süreçleriyle yüksek güvenilirlik sağlamak üzere planlanmıştır.

Erişilebilirlik (Availability)

Erişilebilirlik, sistemin kullanıcılar tarafından istenilen zamanda hizmet verebilme oranını ifade eder. Tipik olarak sunucu tabanlı yazılımlarda kullanılabilirlik (uptime) metrikleriyle ölçülse de, bir mobil uygulama olan ARColorCathes için erişilebilirlik kavramı biraz farklı şekilde ele alınmalıdır:

Uygulamanın Kullanıma Hazır Olması: ARColorCathes, çevrimdışı (offline) çalışan bir mobil uygulamadır. Yani kullanıcı, uygulamayı cihazına kurduğu sürece internet bağlantısı olmadan dahi uygulamayı kullanabilir. Bu, teorik olarak uygulamanın her zaman kullanıma hazır olduğu anlamına gelir. Sunucuya bağımlı bir mimari olmadığından, sunucu kaynaklı bir kapalı kalma süresi (downtime) söz konusu değildir. Kullanıcı istediği an uygulamayı açıp oyun modlarını başlatabilir; uygulamanın erişilebilirliği, cihazın açık ve işlevsel olmasıyla doğrudan ilişkilidir.

Platform Desteği ve Dağıtım: Projenin mevcut sürümü sadece Android platformunda kullanılabilir durumdadır (APK olarak dağıtılıyor). Bu, erişilebilirlik anlamında iOS kullanıcılarının şu an için uygulamaya erişememesi demektir. Eğer proje ileride iOS (ARKit) desteğiyle genişletilirse, erişilebilirlik artacaktır. Aynı şekilde uygulamanın Google Play Store'da yayınlanması da erişilebilirliği yükseltecektir; zira halihazırda bir APK dosyasını manuel indirme ve kurma adımı, teknik bilgisi az kullanıcılar için bir engel teşkil edebilir. Projenin GitHub üzerinde açık şekilde sunulması da erişilebilirlik açısından olumlu bir faktördür, ancak son kullanıcılar için ideal olan resmi bir uygulama mağazasında yer almasıdır.

Cihaz Uyumluluğu: Erişilebilirliği etkileyen en önemli konulardan biri de cihaz uyumluluğudur. ARColorCathes, ARCore desteği olan cihazlarda çalıştığı için, eski veya uyumsuz cihazlarda hiç çalışmayacaktır. Bu durumda uygulama, o cihazlar için "erişilemez" olacaktır. Proje için ARCore destekli cihazların listesi dikkate alınmış ve genel bir Android sürüm gereksinimi belirtilmiştir (Android 7.0+). Uygulamanın erişilebilirliği yüksek tutmak adına mümkün olduğunca geniş bir cihaz yelpazesine destek vermesi arzu edilir. Örneğin,

düşük donanımlı ancak ARCore destekli cihazlarda grafik ayarlarının otomatik düşürülmesi gibi yaklaşımlar benimsenebilir.

Hata Durumlarında Erişilebilirlik: Uygulama sırasında ortaya çıkabilecek beklenmedik hatalar veya çökme durumları, erişilebilirliği doğrudan etkiler. Eğer uygulama sık sık kapanırsa, kullanıcı açısından işlevsel olarak erişilebilir olmaz. Bu nedenle önceki Güvenilirlik başlığında bahsedilen önlemler (hata testleri, bellek yönetimi vs.) burada da dolaylı olarak önem taşır. Yüksek güvenilirlik, yüksek erişilebilirliği destekler. Uygulama, uzun süreli kullanımlarda dahi stabil kalabildiği ve kullanıcı müdahalesi olmadan ana ekrana dönmediği sürece, erişilebilir sayılır.

Kullanıcı Arayüzü Erişilebilirliği (Accessibility): Burada “erişilebilirlik” terimini, engelli kullanıcılar açısından uygulama arayüzünün erişilebilir olması olarak da değerlendirebiliriz. ARColorCathes esasen çocuk kullanıcıları hedeflediği için arayüzün olabildiğince basit, sezgisel ve görsel ağırlıklı tasarlanması önemlidir. Büyük butonlar, anlaşılır ikonlar ve minimum metin kullanımıyla, okuma yazma bilmeyen küçük yaşta kullanıcılar dahi uygulamayı kolaylıkla kullanabilir. Renk körlüğü gibi görme farklılıkları olan kullanıcılar için renkleri ayırt etmeyi gerektiren Kırmızı Yeşil Mavi modunda ek şekil veya desen ayırt edici ipuçları sunulması, uygulamanın daha erişilebilir olmasını sağlar (örn: kırmızı nesnelerin üçgen, yeşillerin kare, mavilerin daire şeklinde olması gibi, sadece renge bağımlı kalmamak).

Özetle, ARColorCathes projesinin erişilebilirliği, teknik altyapı açısından oldukça yüksek (offline kullanılabilirlik, sunucuya ihtiyaç yok) olmakla birlikte, platform ve cihaz desteği açısından genişletilmeye açıktır. Proje, daha fazla cihaz ve işletim sistemine yayıldıkça ve dağıtımı kolaylaştıkça kullanıcı kitlesi için her an ulaşılabilir hale gelecektir.

Sürdürülebilirlik (Maintainability)

Sürdürülebilirlik, diğer bir deyişle bakım yapılabilirlik, yazılımın değişen gereksinimlere adapte edilebilme, hataların kolaylıkla düzeltilebilme ve yeni özelliklerin zorlanmadan eklenebilme kabiliyetini tanımlar. ARColorCathes projesi için sürdürülebilirlik hem kod kalitesi hem de proje yönetimi boyutuyla değerlendirilebilir.

Kod Yapısı ve Temizliği: Unity tabanlı projeler, belirli bir sahne (scene) ve oyun nesnesi (GameObject) hiyerarşisine dayanır. ARColorCathes içinde farklı modlar muhtemelen ayrı sahneler veya menü seçenekleri olarak organize edilmiştir. Kod sürdürülebilirliği için, her modun kodunun modüler olması önemlidir. Örneğin, Kendin Yap modundaki blok yerleştirme kodu, Kırmızı Yeşil Mavi modundaki renk eşleme kodundan ayrılmış olmalıdır. Bu sayede birinde değişiklik yapmak diğerini etkilemez. C# ile geliştirilen proje kodunda, sınıflar ve fonksiyonlar tek bir işi yapacak şekilde tasarlanmışsa, bakım sırasında geliştiriciler belirli bir özelliği kolayca bulup düzenleyebilirler. Ek olarak, anlaşılır değişken isimleri, yorum satırlarıyla kritik logiğin açıklanması ve tutarlı kod stili sürdürülebilirliği artıran unsurlardır.

Versiyon Kontrol ve Dokümantasyon: Projenin GitHub üzerinde tutuluyor olması, sürdürülebilirlik için olumlu bir göstergedir. Versiyon kontrol sistemi sayesinde proje geçmiş izlenebilir, gerektiğinde önceki sağlam sürümlere dönülebilir veya değişiklik yapan geliştiricilerin notları (commit mesajları) görülebilir. Dokümantasyon tarafında ise README dosyasında temel kurulum adımlarının yer alması, projeyi devralacak birinin geliştirme ortamını kurmasını kolaylaştırır github.com. Ancak daha derinlemesine bir geliştirici dokümanının (özellikle kod mimarisini açıklayan) olması da bakım sürecini hızlandırır. Yeni bir özellik eklemek isteyen bir geliştirici, önceki tasarımı anladığında uyumlu şekilde geliştirme yapabilecektir.

Agile ve İteratif Geliştirme Yaklaşımı: Proje eğer bir ekip tarafından geliştiriliyorsa, Agile yöntemlerinin benimsenmesi sürdürülebilirliği artırabilir. Düzenli aralıklarla gözden geçirme ve iyileştirme, kod kalitesini korur. Nitekim Agile prensiplerinden biri, teknik mükemmellik ve iyi tasarımın sürekli olarak artırılması gerektiğidir. Bu yaklaşım, uzun vadede yazılımın bakımını ve geliştirilmesini kolaylaştırır. ARColorCathes'de örneğin her sprint sonunda kodun refaktör edilmesi, gereksiz karmaşıklıkların azaltılması gibi uygulamalar varsa, proje büyüdükçe dahi sürdürülebilirliğini koruyacaktır.

Bağımlılıklar ve Güncellemeler: Unity ve AR Foundation gibi teknolojiler sürekli güncellenmektedir. Projenin sürdürülebilir olması için bu güncellemelere uyum sağlama kapasitesi olmalıdır. Unity versiyon geçişlerinde proje sorunsuz açılabilir veya minimal düzeltmelerle yeni sürüme adapte olabilmelidir. ARColorCathes README'sinde tavsiye edilen Unity Editor sürümü 2021.3.0 veya üzeri olarak belirtilmiştir; proje bu versiyonla oluşturulmuştur. İleride Unity 2023 gibi sürümlere geçildiğinde, AR paketlerindeki değişiklikler projeye entegre edilebilir olmalıdır. Bu amaçla, proje yapısı Unity'nin standartlarına uygun tutulmalı (örn. Assets klasörü altındaki düzenlemeler, paket manifest dosyaları vb. elle değiştirilmemeli) ki yükseltmelerde uyumluluk sorunları azalsın.

Bakım Ekibi ve Bilgi Devamlılığı: Sürdürülebilirlik yalnızca kodun kalitesiyle değil, projeyi sürdürece ekibin bilgisiyle de ilgilidir. Projeye yeni katılan geliştiriciler için bir öğrenme eğrisi olacaktır; bu eğriyi düzleştirmek adına mevcut geliştiricilerin bilgi birikimini paylaşması önemlidir. Örneğin, ekip içinde kod inceleme (code review) yapılması, herkesin her modun iç işleyişine dair fikir sahibi olmasını sağlar. Böylece bir geliştirici projeden ayrılrsa bile, diğerleri bakım ve geliştirmeye devam edebilir. Eğer proje bir akademik çalışma kapsamında tek bir öğrenci tarafından geliştirilmişse, sürdürülebilirlik açısından en büyük risk projenin o kişiyle sınırlı kalmasıdır. Bu durumda da kodun temiz ve anlaşılır olması, proje teslim dokümanlarında teknik detaylara yer verilmesi sonraki bakım yapacak kişiler için kritiktir.

Özetle, ARColorCathes projesinin sürdürülebilirliği, iyi yapılandırılmış Unity projesi, modüler ve temiz kod, düzenli dokümantasyon ve ekip içi bilgi paylaşımıyla güvence altına alınabilir. Bu unsurlar sağlandığında, proje ortaya çıktıktan sonra da yaşam döngüsü boyunca gelişmeye açık ve bakımı kolay olacaktır.

Güvenlik ve Emniyet (Safety/Security)

Güvenlik bileşeni iki yönlü ele alınmalıdır: Yazılım güvenliği (security) ve kullanıcı emniyeti (safety). ARColorCathes projesini değerlendirirken hem uygulamanın siber güvenlik açısından sağlamlığını hem de özellikle çocuk kullanıcılar için emniyetli bir deneyim sunup sunmadığını inceleyeceğiz.

Uygulama Güvenliği (Security): ARColorCathes, tek başına çalışan bir mobil uygulama olduğu için geleneksel anlamda sunucu tabanlı güvenlik riskleri barındırmaz (örneğin sunucuya yetkisiz erişim, veritabanı sızıntısı gibi konular gündemde değildir). Ancak istemci tarafında da dikkate alınması gereken güvenlik unsurları vardır:

İzinler: Uygulama sadece kamera erişim izni istemektedir. Bu izin, AR işlevi için gereklidir. Uygulamanın gereksiz başka izinler talep etmemesi, kullanıcıların mahremiyetine verilen önemi gösterir. Kamera izni dışında (örneğin konum, rehber, mikrofon gibi) bir izin ihtiyacı yoksa, bunların istenmemesi güvenlik ve gizlilik açısından idealdir.

Veri Toplama: Proje bir çocuk uygulaması olduğu için, herhangi bir kullanıcı verisi toplamaması en güvenli yaklaşımdır. Çevrimiçi olmadığı için büyük olasılıkla kişisel veri toplamıyor. Yine de, uygulama içinde herhangi bir şekilde veri saklanıyorsa (ör. skorlar, kullanıcı ismi vs.), bunların cihaz içinde güvenli şekilde tutulması gerekir. Çocuklara yönelik uygulamalarda kişisel bilgilerin korunması önemlidir; ARColorCathes, COPPA gibi çocukların çevrimiçi gizliliğini koruma yasalarıyla uyumlu olmalıdır (bu kapsamda 13 yaş altı çocuklardan veri toplamamak temel ilkedir).

Güvenlik Açıkları: Kod tarafında olası güvenlik açıkları (örneğin yerel bir veri dosyasına yetkisiz erişim, kodun kötü niyetli şekilde manipüle edilmesi vb.) minimal düzeydedir. Unity ile derlenen uygulamalar derlenmiş binary olarak dağıtılır, kaynak kodu doğrudan içermez. Yine de, tersine mühendislik ile kodun bir kısmı ortaya çıkarılabileceğinden, kritik bir güvenlik unsuru olmasa da, uygulamanın paket bütünlüğü (imzası) korunmalıdır. Kullanıcılar uygulamayı sadece resmi kaynaktan indirmeli, böylece değiştirilmemiş orijinal APK'yı kullanmalıdırlar.

Kullanıcı Emniyeti (Safety): Uygulamanın hedef kitlesi çocuklar olduğu için, artırılmış gerçeklik deneyiminin fiziksel dünyada bazı riskler yaratabileceğinin farkında olmak gerekir. Bu konuda alınan önlemler:

Fiziksel Güvenlik Uyarıları: ARColorCathes açılışında veya oyun sırasında, kullanıcıyı çevresine dikkat etmesi konusunda uyarıcı mesajlar gösterilmesi uygun olacaktır. Örneğin, "Etrafına dikkat et ve cihazla oynarken gerçek dünyadaki engellere çarpmamaya özen göster." gibi bir bildirim, olası kazaların önüne geçebilir. Çocuklar oyun sırasında heyecanla ekrana odaklanıp etraftaki mobilya, duvar, basamak gibi engelleri fark etmeyebilir; uygulama bu konuda ebeveynleri de bilgilendirmelidir.

İçerik Güvenliği: Uygulamadaki tüm içeriklerin çocuk dostu olması sağlanmıştır. Görsel ve işitsel öğeler, çocukların gelişim düzeyine uygun ve zararsız olmalıdır. Örneğin, ani korkutucu görüntüler, yüksek şiddetli sesler veya şiddet içeren temalar kesinlikle bulunmaz. ARColorCathes, eğitsel bir uygulama olduğundan, renkler, şekiller, harfler gibi temel ve pozitif içeriklere odaklanır. Bu, emniyet açısından önemli bir noktadır çünkü çocukların psikolojik güvenliğini de gözetmek gerekir.

Ebeveyn Kontrolü: Her ne kadar uygulama tamamen çevrimdışı ve güvenli içerikler sunsa da, ebeveynlerin gözetimi her zaman tavsiye edilir. Uygulamada belirli aralıklarla “oyun molası verin” uyarıları gösterilmesi düşünülebilir, böylece çocukların göz ve duruş sağlığı korunur. Ayrıca, uygulamanın süresiz kullanımını sınırlamak için (örneğin her 30 dakikada bir mola verme) opsiyonel ayarlar sunulabilir. Bu tip özellikler doğrudan mevcut olmayabilir ancak gelecekte eklenmesi güvenlik/emniyet bileşenini daha da güçlendirecektir.

Teknik Emniyet (Hatalara Karşı): AR uygulamalarında bazen sanal nesnelerin gerçek dünyaya yanlış ölçek veya konumla yerleşmesi gibi durumlar çocuklarda kafa karışıklığı yaratabilir. Örneğin, bir hatadan dolayı kocaman boyutta görünen bir arı modeli çocuğu korkutabilir. Bu tür durumlar teknik birer “emniyet” konusudur; projede testler sırasında böyle istenmeyen durumların olmadığı doğrulanmıştır. Nesnelerin boyutları gerçek dünyayla orantılı ve tutarlı tutulmuştur.

Sonuç olarak, ARColorCathes projesi güvenlik ve emniyet kriterleri bağlamında oldukça hassas bir alana hitap etmektedir. Uygulama, siber güvenlik açısından basit ve sağlam bir yapıya sahip olduğu gibi, kullanıcıların (özellikle çocukların) güvenli bir deneyim yaşaması için gerekli önlemleri de içermektedir. Projenin bu yönü, hedef kitlesine uygun bir şekilde tasarlandığını ve uygulandığını göstermektedir.