

Mobil Kullanıma Yönelik Taktik Komuta Kontrol Sistemi Yazılımı Geliştirilmesi

Tuba Yağlı, Hatice Deniz Erten, Rasim Yamaç, ve Turgay Yılmaz

Havelsan A.Ş.
Komuta Kontrol ve Savaş Sistemleri
Ankara, Türkiye
{tkizik,herten,ryamac,tyilmaz}@havelsan.com.tr

Özet. Komuta kontrol alanında kullanılan uygulamaların, operasyonları yürütebilmek için gerekli kabiliyetlerin yanında, taktik seviyedeki (arazideki) birliklerin farkındalığını arttıran ve bu birliklerin komuta kontrol merkezi ile iletişim kurabilmesini sağlayan özelliklere de sahip olması gerekmektedir. Bu kapsamda, konum izleme, yardım isteme / gönderebilme, engellerden haberdar olma ve durum bilgilerini raporlama gibi ihtiyaçlar ön plana çıkmaktadır. Uygulamanın arazi şartlarındaki kullanımı dikkate alındığında; basitlik, kullanım kolaylığı, telsiz tabanlı güvenilir veri iletişimi, küçük bant genişliğinde çalışabilme gibi kabiliyetler ve bu kabiliyetlerin arazi kullanımına uygun bir donanım ve yazılım ile karşılanması önem arz etmektedir. Bu doğrultuda HAVELSAN tarafından DOOB-Tactical adında bir mobil komuta kontrol sistemi geliştirilmiştir. Sistem; mobil dış ortam el terminali, terminal üzerinde çalışan komuta kontrol yazılımı, haberleşme yazılımı ve coğrafi bilgi sistemi yazılımından oluşmaktadır. Bu makalede, geliştirilen sistemin mimarisi, bileşenleri, bileşenlerin özellikleri, dağıtık haberleşme mekanizması tanıtılmakta, ayrıca sistemin gerçekleştirilmesine dair kazanılmış olan deneyimler paylaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: komuta kontrol uygulamaları, rahat ürün geliştirme, mobil yazılım geliştirme, dağıtık haberleşme

1 Giriş

Popülerliği ve kullanımı her geçen gün artan mobil uygulamalara, pek çok alanda olduğu gibi komuta kontrol (KK) uygulamaları alanında da ihtiyaç duyulmaktadır. Her ne kadar mobil KK uygulamaları ile diğer mobil uygulamalar bazı ortak niteliklere ve ihtiyaç tanımlarına sahip olsa da, mobil KK uygulamaları için bir takım ek gereksinimler bulunmaktadır. Mobil KK uygulamalarının, operasyonları yürütebilmek için gerekli kabiliyetlere sahip olmasının yanında, fiziksel ya da güvenlik bakımından güç arazi şartlarındaki kullanım da dikkate alınarak, güvenilirlik (İng. reliability), iletişim hızı, bant genişliği ve kullanım kolaylığı gibi çeşitli açılardan da etkili bir kullanım sağlayacak şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda yapılan analizler sonucunda ortaya çıkan, mobil kullanıma yönelik KK sistemlerinin temel ihtiyaçları aşağıdaki gibidir:

- Taktik seviyedeki (arazideki) mobil tim, tabur, tugay gibi askeri birliklerin olası tehlikeler, acil durumlar, olaylar ve saldırılardan haberdar edilmesi, yardım gönderme / alma faaliyetlerinin sağlanması, konum ve durum bilgilerinin birlikler arasında ve KK merkeze / merkezinden raporlanarak durumsal farkındalığın sağlanması,
- Mobil birlikler arası, mobil birliklerden KK merkeze ve KK merkezinden mobil birliklere güvenilir bilgi aktarımı
- Operasyonlar sırasında arazide uygulamanın kolay kullanılabilmesi için kullanıcı dostu arayüz
- Harita üzerinde operasyonel elemanların uygun sembololoji konfigürasyonu ile gösterimi ve bu sembololoji üzerinde işlemlerin yapılabilmesi için uygun bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)
- Arazi şartlarına uygun donanım
- Olası koalisyonlar için tanımlanmış veri değişimi standartlarının kullanılması
- Coğrafi şekillerin saklanması sağlayan uzamsal (İng. spatial), idamesi kolay, güvenilir veritabanı

Mobil KK sistemi olarak dünyada öne çıkan yazılımlardan bazıları Northrop Grumman tarafından geliştirilen “AN/TYQ-23 Mobile Command and Control Systems” yazılımı[8], Mistral Solutions tarafından geliştirilen “Mobile Command And Control Center (MC&CC)” çözümü [5] ve MPD Systems tarafından Now-Force mobil acil durum yönetim çözümleri kullanılarak yürütülen “Police Mobile Command Center” [9] projesidir. “AN/TYQ-23 Mobile Command and Control Systems” yazılımı, A.B.D. Deniz Kuvvetleri’nde kullanılmakta olan taktik hava operasyonları yazılımına (İng. Tactical Air Operations Module) entegre olacak şekilde, gemi ve denizaltıların mobil özelliklerinden yararlanarak askeri anlamda durumsal farkındalığın optimize edilmesini hedefleyen bir yazılımdır. “Mobile Command And Control Center (MC&CC)” çözümü, her türlü (askeri veya güvenlik güçleri için) mobil KK merkezi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. Mobil KK merkezi, uygulamayı kullanarak taktik birlikler, kablolu IP tabanlı kameralar, opsiyonel karargahlar ve keşif uçaklarıyla bağlantı kurabilmekte, karşılıklı iletişim sağlayarak operasyonları yürütebilmektedir. MPD Systems tarafından yürütülen “Police Mobile Command Center” projesinde ise, acil durum ve olay yönetimi odaklı bir çözüm sağlanmaktadır. Yürütülen proje sayesinde, Nijerya’nın en büyük şehirlerinden olan Port Harcourt’ta güvenlik güçlerinin olaylara müdahale süresi ortalaması 7 dakikaya indirilebilmiştir. Ayrıca tarihçesi tutulabilen bilgilerin analizi yapılarak operasyonel optimizasyon ve kaynakların optimal dağıtımını sağlamak mümkün olmaktadır.

Belirtilen uygulamalar ve projeler, yukarıda verilen mobil KK sistemi ihtiyaçları kapsamında çeşitli kabiliyetler sunsa da, yazılımlar kendi ön tanımlı ihtiyaçlarına yönelik olarak geliştirilmekte, yukarıda belirtilen tüm ihtiyaçlar aynı anda karşılanmamaktadır. Ayrıca, KK alanında geliştirilecek yazılımların “yerli yazılım” olarak geliştirilmesi de önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, HAVELSAN tarafından “DOOB-Tactical” (DOOB - Defense Out of a Box) adında bir

mobil komuta kontrol sistemi geliştirilmiştir. DOOB-Tactical, stratejik seviyeden taktik seviyeye kadar çalışabilen bir yerli yazılım olarak ön plana çıkmaktadır. Yukarıda belirtilen ihtiyaçları karşılamaya ek olarak birçok farklı askeri standartta bilgi alışverişi yapabilmeye ve hiçbir ticari ürüne bağımlı olmama gibi niteliklere sahiptir.

DOOB-Tactical uygulaması, merkezi KK sistemi ve diğer DOOB-Tactical uygulamaları ile haberleşebilen bir mobil yazılım olarak gerçekleştirilmiştir. DOOB-Tactical, Global Positioning System (GPS) gömülü dış-ortam-terminalleri (İng. toughbook) üzerinde çalışmaktadır. KK, haberleşme ve CBS olmak üzere üç temel bileşenden oluşan uygulama; yaygınlık, farklı platformlarda kullanılabilme ve diğer uygulama program arayüzleriyle (İng. API) uyumluluğu dolayısıyla, programlama dili olarak Java ve kullanıcı dostu mobil arayüz için de JavaFX [1] kullanılarak geliştirilmiştir. Haberleşme yazılımı kapsamında, GPS aracılığıyla elde edilen pozisyon bilgileri, aynı iletişim ağı içinde olan diğer müttefik DOOB-Tactical uygulamalarına ve merkezi KK sistemine periyodik olarak gönderilebilmektedir. Arazi şartlarında kısıtlı bant genişliği, iletişim altyapısı dolayısıyla iletişim User Datagram Protocol (UDP) kullanılmakta, seçmeli güvenilirlik (İng. optional reliability), sıralı / sırasız paket dağıtımı, gelen ve giden bant aralıkları konfigürasyonu yapılabilmektedir. Bilgi aktarımı için, "Variable Message Format (VMF)" mesajlaşma standardı [7] kullanılmakta, böylece yalnızca gerekli verinin gönderilerek bant genişliğinin etkili bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır. CBS olarak HAVELSAN tarafından geliştirilen Tactical-Map (TMAP) yazılımı kullanılmaktadır.

2 Yazılım Mimarisi

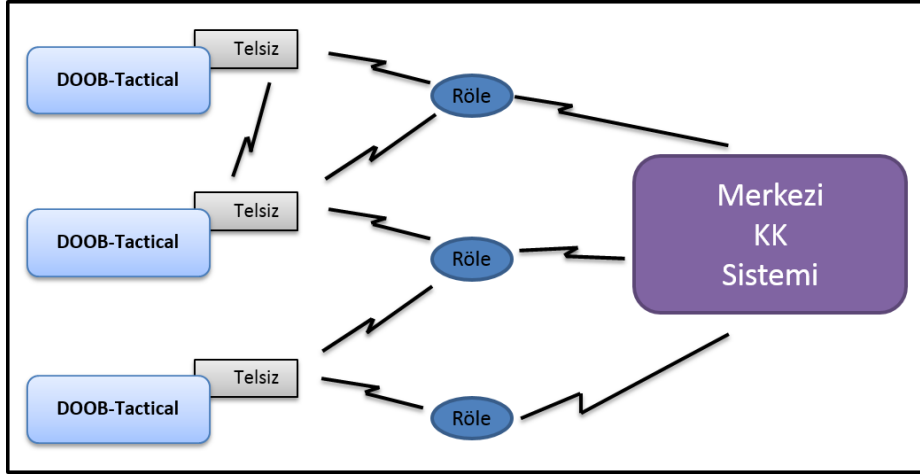
DOOB-Tactical uygulaması, GPS gömülü dış-ortam-terminalleri üzerinde çalışmaktadır. Dış-ortam-terminalini kullanmakta olan her kullanıcı üzerinde bir adet telsiz sistemi bulunmaktadır. Arazi şartlarında iletişimin aksamaması için ara bağlantı amaçlı röleler kullanılarak, telsizden yayılan sinyallerin iletimi sağlanmakta, her DOOB-Tactical sistemi hem birbiriyle hem de merkezi KK sistemi ile sorunsuz iletişim sağlayabilmektedir. Sistemin çalışma konsepti Şekil 1 üzerinde de gösterilmiştir.

DOOB-Tactical yazılımı 3 ana yazılım bileşeninden oluşmaktadır (Şekil 2): Komuta Kontrol, Haberleşme ve CBS yazılımları. Komuta Kontrol yazılım bileşeni, kullanıcı arayüzü katmanı, iş mantığı katmanı ve veritabanı katmanlarından oluşmaktadır. Kullanıcı tarafından girilen bilgiler iş mantığı katmanında işlenmekte, ayrıca haberleşme yazılımı aracılığıyla diğer DOOB-Tactical kullanıcılarına ve merkezi KK sistemine gönderilmektedir. KK iş mantığı katmanında kullanılan servislerin büyük kısmı mesajlaşma amaçlı servislerdir.

Aşağıdaki bölümlerde yazılımın üç ana bileşeni ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

2.1 Komuta Kontrol Yazılımı

Daha önceden de tanımlandığı gibi, mobil cihaz olarak arazi şartlarına uygun ve taşınması kolay dış-ortam-terminalleri kullanılmaktadır. Herhangi bir nedenle



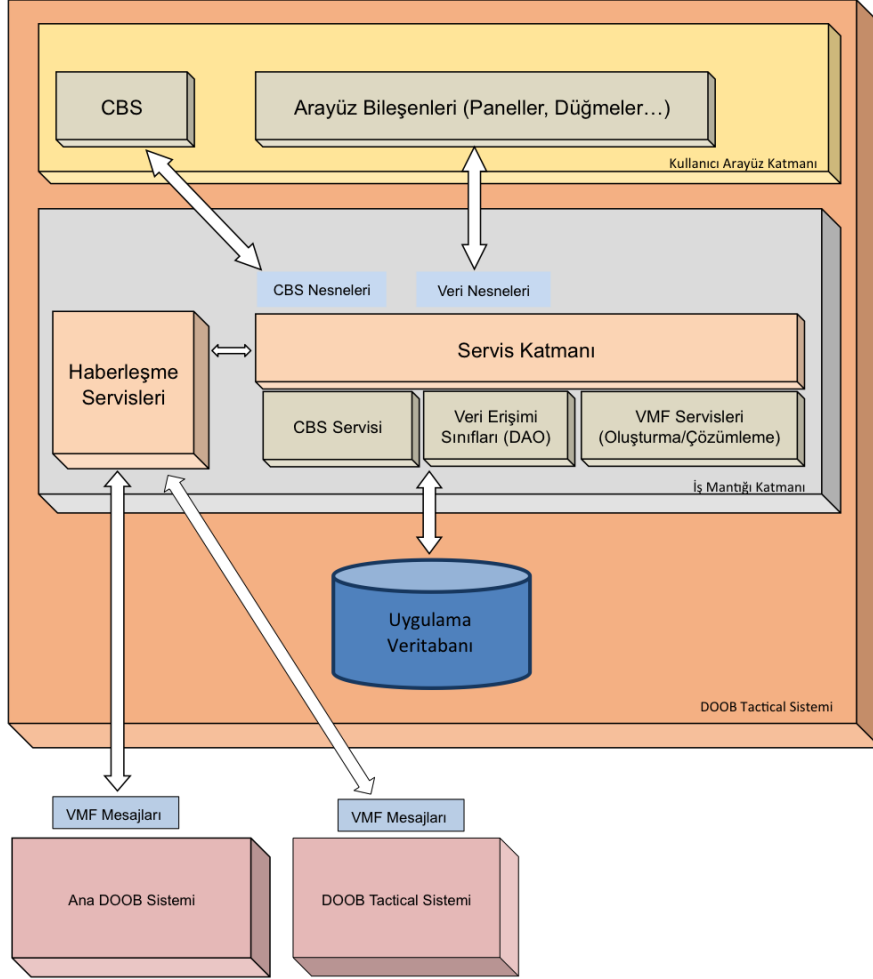
Şekil 1. Sistem Mimarisi

ağ bağlantısı koptuğunda da uygulamanın çalışmaya devam edebilmesi için, uygulama yazılımı bağımsız (İng. stand-alone) uygulama olarak tasarlanmıştır. Kullanıcı tarafından kullanılacak dış-ortam-terminallerinin çoklu-dokunma (İng. multi-touch) özelliğine sahip olduğu ve uygulamanın tamamen dokunmatik ekranlar üzerinden yürütüldüğü düşünüldüğünde, kullanıcı arayüzlerinin tasarımı ve kullanım kolaylığı özellikleri ön plana çıkmaktadır.

DOOB-Tactical sisteminin kullanım sahasının arazi şartları olması dolayısıyla kullanımı ve taşınması kolay tablet bilgisayarların donanım alt yapısı olarak kullanılması uygun görülmüştür. Ancak standart tablet bilgisayarların kırılma olma ve zorlu arazi şartlarına dayanabilecek malzemeler ile üretilmediği gerçeği göz önüne alındığında “toughbook” tarzında, yüksek ya da düşük sıcaklıklara, toza, suya ve darbelere dayanıklı dış-ortam-terminallerinin kullanılması uygun görülmüştür. DOOB-Tactical sisteminin koşulacağı hedef cihaz örneği Şekil 3’de verilmiştir:

Sistem genelinde platform bağımsız bir yapı istenildiğinden Java programlama dili tercih edilmiştir. Kullanıcı arayüzlerinde ise dış-ortam-terminalleri hedef donanım olarak planlandığı için kullanıcıya DOOB-Tactical sistemi kapsamında yukarıda belirtilen özellikleri karşılamak için JavaFX [1] teknolojisi kullanılmaktadır. JavaFX, kullanılan platformun kabiliyetlerine göre çoklu-dokunma işlemlere destek verebilmekte ve Java arayüz kütüphaneleri ile çeşitli platformlarda tutarlı bir şekilde çalışabilmektedir. JavaFX teknolojisinin seçilmesindeki asıl sebep ise CSS (Cascading Style Sheets) dosyaları kullanılarak birçok şekilde özelleştirilebilir görsel tasarımlar ve kullanıcı arayüzleri üretilebilmesidir. Bu sayede tasarım ve gerçekleştirim birbirinden ayrılabilen ve daha kullanıcı dostu arayüzler yapılabilmektedir.

DOOB-Tactical arayüz tasarımı gerçekleştirilirken kullanım kolaylığı göz önüne alınarak ekran tasarımlarında mümkün olduğunca sadeliğe önem verilmiştir.



Şekil 2. Sistem Yazılım Mimarisi



Şekil 3. Dış-ortam-terminali (tough-book): Kullanılan örnek cihaz [4] ve üzerinde çalıştırılan DOOB-Tactical ekran görüntüsü

Kullanıcıyı yoracak ve girilmesi zaman alacak veriler filtrelenmiş, sadece yoğun önem arz eden bilgilerin girilmesi ve gösterilmesi istenmiştir. Yine kullanım kolaylığı açısından düğmeler ve metin alanlarının boyları büyük tutulmuş, veri girişinin gerekmediği durumlarda ekranda harita tam ekran görünecek şekilde ayarlanmıştır. Böylece kullanıcının haritadaki dost (müttefik) /düşman unsurların konumlarını rahatça takip edebilmesi ve bu sayede de kullanıcının durumsal farkındalığının artırılması amaçlanmıştır.

Tasarımın dış-ortam-terminali kullanılarak ve bağımsız uygulama olarak yapıyor olması; sınırlı disk alanı, arazi ortamında veritabanına sık müdahale edememe gibi kısıtları beraberinde getirmektedir. Bu da pratik, hantal olmayan, kolay idame edilebilir bir veritabanı kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, sistem genelinde harita, coğrafi bilgiler ve taktik şekiller büyük bir öneme sahip olduğu için bu verilerin veritabanında tutulma biçimi de önem kazanmaktadır. Bu gereksinimi sağlayabilmek için coğrafi düzlem üzerinde belirlenen nesnelere saklamak ve sorgulamak üzere özelleşen uzamsal veritabanları kullanılmaktadır. Bu şekilde DOOB-Tactical sisteminde büyük öneme sahip coğrafi ve taktik şekiller ve konumları kolayca tutulabilmekte, coğrafi sorgular istenilen şekilde kolayca yapılabilmektedir. Tüm bu ihtiyaçlar doğrultusunda, veritabanı olarak PostgreSQL ve üzerine eklenen PostGIS eklentisi kullanılmıştır.

DOOB-Tactical sisteminin bir diğer önemli gereksinimi de dost objelerin konumlarının izlenmesi ve kendi konum bilgisinin ilgili karargahlara gönderilmesidir. GPS bu ihtiyacı karşılamak için kullanılmaktadır. GPS gömülü tablet

bilgisayarlardan alınan konum periyodik olarak ilgilenen diğer birliklere (diğer DOOB-Tactical kullanıcılarına) ve bir üst komutanlığa (merkezi KK sistemine) gönderilmektedir. Pozisyon verisinin GPS'ten alınabilmesi için "Java Specification Request (JSR)-179 API" kullanılmaktadır.

Şekil 2'de de belirtildiği gibi, kullanıcı arayüzü harita verisi ve kullanıcının veri girişini yapabilmesini ya da bu verileri görüntüleyebilmesini sağlayan arayüz bileşenlerinden oluşur. Bu arayüz katmanının altında iş süreçlerinin yürütüldüğü servisler, bu servislerin kullandığı veri nesnelere ve bu veri nesnelere idamesini sağlayan iş mantığı katmanı bulunmaktadır. İş mantığı katmanına ek olarak mesaj oluşturulmasını ve çözümlemesini sağlayan haberleşme servisleri de bulunmaktadır. Üretilen her türlü veri, veritabanı katmanı aracılığıyla kalıcı hale getirilmektedir.

İş mantığı katmanı dahilinde bulunan veri nesnelere, bütün DOOB-Tactical sistemi dahilinde ihtiyaç duyulacak nesne bilgilerini tutmaktadır. Bu nesnelere çeşitli şekillerde oluşturulabilir; veritabanı sorguları yapılarak, kullanıcının veri girişi yapmasıyla ya da sisteme dışarıdan (başka bir DOOB-Tactical ya da dış bir KK sisteminden) bir mesaj ulaşması sonucu. Bu nesnelere veritabanına yazılması, veritabanından sorgulanması ya da silinmesi gibi işlemleri bu katmandaki veri erişim sınıfları gerçekleştirir. Bu sınıflar veritabanı sorgularının barındığı sınıflardır.

İş süreçlerinin yürütüldüğü servis katmanında sistemin yürütülmesi için kullanılan ve iş mantığını barındıran servis sınıfları ve bu sınıfların diğer modüllerle iletişimini sağlayan servis arayüz sınıfları bulunmaktadır. Sistem esas olarak VMF mesajları üzerinden veri iletişimini sağladığı ve bu şekilde kendi durumunu belirleyebildiği için servis katmanında ağırlıklı olarak mesaj işleme servisleri bulunmaktadır. Bu servisler ilgili mesajın sisteme ulaşmasının ardından mesaj çözümlendikten sonra iş mantığına göre mesajın işlenmesinden, gerekli alanların kaydedilmesinden, kullanıcıya uyarı verilmesinden ve hata ayıklama süreçlerinden sorumludur. Ayrıca mesaj gönderimi gerektiğinde mesajın ilgili alanlarının sistemden toplanarak oluşturulmasından ve yine kullanıcıya uyarı verilmesinden sorumludur.

Önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi VMF mesajları DOOB-Tactical sistemdeki unsurların bir bütün halinde çalışabilmesi için önemli bir yere sahiptir. Bu mesajlar kısaca sistemin şu ihtiyaçlarını karşılamaktadır:

- Serbest metin gönderebilme ve alma
- Kendi konum bilgisini ya da diğer bir nesnenin konum bilgisini gönderebilme. Burada sistem GPS'ten aldığı kendi konum bilgisini sistemden ayarlanabilen bir süre ile ilgilendiği birliklere periyodik olarak gönderebilmektedir.
- Dost/düşman bilgilerini gönderebilme ve alma
- El yapımı patlayıcılar ile ilgili detaylı bilgilerin gönderilmesi ve alınması
- Mühimmat ve mevcut teçhizat bilgilerinin gönderilmesi ve alınması
- Personel kayıp ya da yaralı bilgilerinin gönderilmesi ve alınması
- Gerektiğinde tıbbi yardım ve kurtarma isteği ya da tıbbi yardım ve kurtarma ekibi gönderilmesi

Belirtilen mesajlar sistem için öncelikli olduğundan ilk etapta bu mesajların gerçekleştirimi yapılmıştır. Ancak sistemin yeni sürümlerinde yeni ihtiyaçların ortaya çıkabileceği ve bu mesaj setlerine yeni mesajların eklenebileceği olasılığı, sistemin mesaj işleme ve oluşturma kabiliyetlerinin genişleyebilir bir yapıda olması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu sebeple genel kapsamlı (jenerik) bir çözüme gidilmiştir. VMF mesaj yapıları, statik veriler olduğu için veritabanında yapısal olarak saklanmaktadır. DOOB-Tactical sistemine dış bir sistemden bir VMF mesajı gönderildiğinde, sistem ilk defa belirlenen mesajı çözümlerken veritabanından ilgili yapıyı çekip belleğe (İng. cache) yüklemektedir. Bunun sonucunda sadece mesaj ilk defa oluştuğunda veritabanına erişim sağlanmaktadır. Mesaj yapılarının, veri nesnelere tarafındaki karşılıkları olarak Java veri sınıfları bulunmaktadır. Veri yapıları veritabanından okunduktan sonra Java programlama dilinin bir özelliği olan yansıma (İng. reflection) kullanılarak belirtilen mesajın veri sınıfı nesnesi oluşturulmaktadır. Bu mekanizma çalışırken mesajın formatında olan veri grubunun ya da veri alanının bulunup bulunmadığını gösteren belirteçlerin işlenmesi önemli bir husus olarak ele alınmaktadır. Mesajın değişen uzunlukta olmasının sebebi içerisindeki alanların gönderilmek istenen verinin yapısına uygun olarak yinelenebilir olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sayede, belirtilen veri sınıfı nesnesi özyineli (İng. recursive) olarak oluşturulabilmekte ve içerisinde yinelenen veriler yapısal listeler halinde tutulmaktadır. Daha sonra veri sınıfı oluşmuş mesaj, servis sınıfları aracılığı ile iş mantığına uygun olarak işlenmektedir. Mesajın işlenmesi bittikten sonra gerekiyorsa ekrana güncelleme uyarısı verilmekte ve kullanıcı uyarılmaktadır. Böylece bir mesajın iletim döngüsü tamamlanmış olmaktadır.

2.2 Haberleşme

DOOB-Tactical yazılımı, merkezi KK sistemi uygulaması ve diğer taktik uygulamalar arasında anlık iletişim kurabilme kabiliyetine sahiptir. Bu kapsamda konum izleme, yardım isteme / gönderebilme, engellerden haberdar olma, durum bilgilerini raporlama ve anlık mesajlaşma ihtiyaçları karşılanmaktadır.

Uygulamanın arazi şartlarındaki kullanımı dikkate alındığında; telsiz tabanlı güvenilir veri iletişimi, düşük bant genişliğinde çalışabilme kısıtları değerlendirilerek VMF [7] kullanılmıştır. VMF, değişken uzunlukta mesajlar içeren, kullanıcıya sadece gerekli bilgiyi gönderme esnekliği sağlayan bit bazlı digital bilgi standartıdır.

VMF kullanımı, özellikle bant genişliğinin sınırlı olduğu arazi ortamında minimum büyüklükteki veri paketini gönderebilmesi açısından tercih edilmiştir. Örneğin bir diğer mesajlaşma standardı olan Link-16 standardında, 225 bit uzunluğundaki tanımlayıcı, pozisyon, hız, yükseklik alanlarını içeren bir mesaj için, sadece pozisyon bilgisi değişse bile 225 bitin tamamı tekrar gönderilmektedir. Bu durum, düşük bant genişliğinde tercih edilen bir durum değildir. VMF kullanılarak pozisyon güncelleme mesajı 89 bit ile iletilebilmektedir.

Arazi şartlarında kısıtlı bant genişliği ve ağ (İng. network) iletişim altyapısı dolayısıyla, iletişim için UDP kullanılmaktadır. Yazılımda geliştirilen ağ altyapısı ve kullanılan JENET kütüphanesiyle [2] seçmeli güvenilirlik, sıralı ya da sırasız

paket gönderimi, gelen giden mesajların bant genişliğinin ayarlanabilmesi kabiliyetleri sağlanmıştır. Bu sayede, UDP güvenilir bir altyapıya dönüştürülmüştür.

Seçmeli güvenilirlik, gönderici birliğin mesajlarının alıcı birliğe iletildiğinden emin olunmasını sağlamaktadır. Fakat pozisyon güncelleme gibi mesajlar sürekli gönderildiği için bu özellik kullanılmayarak veri yükü azaltılmakta ve iletimin hızlanması sağlanmaktadır. Güvenilir iletimin olup olmayacağı paket bazında ayarlanabilmektedir. Sıralı ya da sırasız paket gönderimi kabiliyeti, belli bir sıra ile gönderilmesi önem arz eden paketlerin istenilen sıra ile gönderilmesini, gönderim sırasının önemli olmadığı paketler için de bir diğerini beklemek zorunda kalmadan iletilerek daha hızlı gönderim yapılmasını sağlamaktadır. Bu özellik de paket bazında ayarlanabilmektedir. Gelen giden mesajların bant genişliğinin ayarlanabilmesi kabiliyeti sayesinde ise arazide çalışacak taktik uygulama için önem arz eden düşük bant genişliğinde veri iletimi sağlanması en üst düzeye çıkarılabilmektedir.

Uygulamada geliştirilen yapı ile her bir mobil uygulama kullanıcısı kendi ağında bulunacak diğer kullanıcıları belirleyebilmektedir. Bu sayede sadece istenilen kullanıcılar ile haberleşme sağlanmaktadır. Ayrıca, mesaj tipi bazında da haberleşilecek kullanıcılar seçilebilmektedir. Bunun yanı sıra, mesaj bazlı öncelikler tanımlanabilmektedir. Böylece, gönderilecek mesajların biriktirildiği kuyruk, mesajların öncelik sırası göz önünde bulundurularak ele alınmakta ve önceliği yüksek olan mesajlar önce gönderilmektedir.

2.3 Coğrafi Bilgi Sistemi

DOOB-Tactical uygulamasında CBS olarak HAVELSAN tarafından geliştirilen Java tabanlı TMAP uygulaması kullanılmaktadır. TMAP vektör ve raster coğrafi verilerin görüntülenmesini, harita işlemlerinin gerçekleştirilmesini, NATO kara konuşlu ordu sembolojileri APP-6A, APP-6B ve MIL-STD-2525C standartları dahilinde gösterim yapılabilmesini sağlamaktadır.

TMAP CBS'nin DOOB-Tactical kapsamında CBS yazılımı olarak kullanılmasının başlıca nedenleri; halihazırda CBS yazılımı olarak elde bulunması, HAVELSAN tarafından geliştirilmesi sayesinde DOOB-Tactical uygulamasının ihtiyaçlarına hızlı şekilde cevap vererek gerekli eklentilerin yapılabilmesi ve entegrasyon sorunlarını en aza indirmesidir.

3 Deneyimler

DOOB-Tactical yazılımının geliştirilmesi esnasında kazanılan deneyimler ve karşılaşılan bazı sorunlar aşağıda maddeler halinde listelenmiştir:

- Ekran arayüzleri kullanılırken JavaFX teknolojisinin kullanılmasına karar verilmiştir. JavaFX, tasarım ve geliştirme ekibine uyarlanabilir ve tasarımı kolayca güncellenebilir arayüzler geliştirme imkanı sunmuştur. Bu sebeple arayüz geliştirme süresinin kısaltılmasını sağlamıştır. Ancak yeni bir teknoloji olması sebebiyle kullanılan kütüphane içerisinde bazı problemler bulunabilmekte ve bu problemlerin çözümleri kolayca sağlanamamaktadır. Ayrıca,

dokümantasyon eksikliği, varolan dokümantasyonda yer alan örneklerin azlığı ve JavaFX editörü olarak kullanılan Scene Builder [1] yazılımının kullanımından kaynaklanan bazı hatalarla karşılaşmıştır.

- Haberleşme standardı olarak VMF seçilmiştir. Bu standart, küçük bant genişliklerinde küçük ağ paketleri ile iletişimi sağladığı için arazi şartlarında elverişli bir imkan sunmuştur. VMF ile beraber, güvenilir hale getirilmiş UDP iletişiminin tercih edilmesi, iletişim altyapısındaki bağlantı problemlerinin arazi şartlarında oldukça yüksek seviyelerde olması sebebiyle mesajların güvenilir bir şekilde iletilmesinde etkili olmuştur.
- Yapılan coğrafi sorguların hızlı bir şekilde işletilebilmesini sağlaması sebebiyle veritabanı olarak uzamsal veritabanı tercih edilmesi kullanışlı olmuştur. Bu şekilde, kullanılan hedef cihazların kaynak bakımından kısıtlı olması, hızlı veritabanı iletişimini engellemektedir.
- DOOB-Tactical sistemi, merkezi KK sistemi ile arasındaki bağlantı kopsa dahi çalışabilir durumda olmak üzere tasarlanmıştır. Bu şekilde arazi kullanımına daha uygun hale getirilmiştir. Kendi üzerinde veritabanı ve gerekli ana verileri depolamaktadır. Bağlantı koptuğunda kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamaya devam etmekle beraber merkezi KK sistemine ve diğer DOOB-Tactical sistemlerine gönderilmesi gereken verileri biriktirmektedir. Bağlantının tekrar sağlanmasıyla, öncelik sırasına göre gönderilmesi gereken bütün verileri ilgili alıcılara ulaştırmaktadır.
- Sistemin arazi şartlarında kullanım denemeleri sonucunda sistemde kullanıcının en rahat erişmesi gereken alanın “Alarm Düğmesi” olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sebeple ekrandan kaybolmayacak şekilde, ağ dahilindeki tüm dost sistemlere alarm verildiğini ulaştırılan bir düğme ana ekrana yerleştirilmiştir.
- DOOB-Tactical sisteminin geliştirildiği proje kapsamında yer alan merkezi KK sistemi, temel veri modeli olarak “Joint Consultation, Command and Control Information Exchange Data Model” (JC3IEDM) [6] bilgi değişim veri modelini kullanmaktadır. Böylece “Multilateral Interoperability Programme” (MIP) [3] tabanlı diğer KK sistemleriyle uyumlu olması sağlanmaktadır. Ancak mobil uygulama, taktik kademe ihtiyaçlarını sağlamakta uzmanlaştığından, JC3IEDM uyumlu veritabanı ihtiyacının ortadan kalktığı değerlendirilmiş ve minimum sayıda tablo ile daha küçük ve kullanımı / bakım idamesi kolay bir veritabanı tasarımı yapılmıştır. Bu kapsamda, dış-ortam-terminallerinde kullanılan veritabanı ile merkezi DOOB veritabanı arasında uygun eşleşmelerin yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. JC3IEDM standartının çok uzun ve detaylı olması dolayısıyla bazı alanlarda eksik/yanlış eşleşmeler yapılmış, bunların tespiti zaman almış, ancak çözümlenmiştir.

4 Sonuç

Bu makalede, mobil komuta kontrol sistemlerine olan ihtiyaç tanımlanmış, mobil KK sisteminin sahip olması gereken temel gereksinimler listelenmiş, çözüm olarak da HAVELSAN tarafından geliştirilen DOOB-Tactical sistemi, yazılım

mimarisine ve bileşenlere ait detaylarıyla birlikte verilmiştir. Yazılım tasarımı ve gerçekleştirme esnasında; arazi şartlarındaki kullanım dikkate alınarak basitlik, kullanım kolaylığı, telsiz tabanlı güvenilir veri iletişimi, küçük bant genişliğinde çalışabilme gibi hususlara önem verilmiş ve bu doğrultuda JavaFX bazlı görsel arayüz, UDP üzerinde çalışan güvenilir hale getirilmiş veri iletişimi ve VMF tabanlı mesaj gönderimi gibi tasarım kararları ön plana çıkmıştır. Elde edilen yazılım için gerekli kullanıcı testleri gerçekleştirilmiş, yazılımın kullanılabilirliği ve veri iletişim kabiliyetlerinin yeterli seviyede olduğu değerlendirilmiştir. Makalede ayrıca, yazılımın geliştirilmesi esnasında kazanılan deneyimlere ve karşılaşılan sorunlara yer verilmiştir.

DOOB-Tactical için muhtemel ilave çalışmalar yapılması da mümkün gözükmektedir. Bunlardan ilki askeri KK alanında geliştirilen yazılımın suç oranlarının yoğun olduğu ortamlarda kullanıma yönelik olarak sivil güvenlik alanına adapte edilmesidir. Ek olarak mobil uygulama, dış-ortam-terminallerinin kullanımının mümkün olmadığı ya da giyilebilir teknolojilerin tercih edilebileceği durumlar için giyilebilir teknolojilere (akıllı gözlük, saat, vs.) adapte edilebilecektir.

Teşekkür

Bu makale HAVELSAN A.Ş. tarafından şirket içi Ar-Ge projesi olarak yürütülen DOOB projesi kapsamında yapılan çalışmaların sonucu olarak üretilmiştir. Yazarlar, DOOB projesinin tüm geçmiş ve şu anki çalışanlarına değerli katkıları dolayısıyla teşekkürlerini sunmaktadır.

Kaynaklar

1. Client technologies: Java platform, standard edition (java se) 8 release 8. <http://docs.oracle.com/javafx/>, accessed: 2015-05-01
2. jenet, enet for java. <https://github.com/seesekey/jenet>, accessed: 2015-05-01
3. Multilateral interoperability programme. <https://mipsite.lsec.dnd.ca/Pages/Default.aspx>, accessed: 2015-05-01
4. Panasonic fz-g1 toughpad. <http://business.panasonic.co.uk/computer-product/toughpad/fz-g1>, accessed: 2015-05-01
5. Mistral Solutions Pvt. Ltd.: Mobile command and control center (mc&cc) solution. <http://www.mistralsolutions.com/mobile-command-control-center-mccc-solution/>, accessed: 2015-05-01
6. Multilateral Interoperability Programme, Greeding, Germany: The Joint C3 Information Exchange Data Model (JC3IEDM), ver.3.1.4 edn. (February 2012)
7. NATO: Tactical Data Exchange — Variable Message Format (VMF)
8. Northrop Grumman Corporation: An/tyq-23 mobile command and control systems. <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/ANTYQ23/Pages/default.aspx>, accessed: 2015-05-01
9. NowForce: A transformational security plan to reduce crime rates in rivers state. <http://www.nowforce.com/police-mobile-command-center-mpd-reduces-crime-in-rivers-state/>, accessed: 2015-05-01