

KÜÇÜK ÖLÇEKLİ HAREKATIN MODELLENMESİ VE SİMÜLASYONU

E.KAPUSUZ^(b), S.GİRGİN^(a), M.TAN^(a), E.ÇILDEN^(a), M.BALCI^(a), E.GÖKTÜRK^(a),
V.KOÇ^(b), A.COŞAR^(a), A.YAVAŞ^(c), Ç.ÜNDEĞER^(c), F.POLAT^(a)

^(a) Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531 Ankara

^(b) ODTÜ-TSK Modelleme ve Simülasyon Merkezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531 Ankara

^(c) Gnkur. BİLKARDEM Başkanlığı, Ankara

ÖZ

Bu makalede küçük birlik hareketinin etmen tabanlı olarak simülasyonu için geliştirilen SAVMOS sisteminin mimari yapısı anlatılmaktadır. SAVMOS hem analiz hem de eğitim amaçlı kullanım özelliğine sahiptir. Sistem analiz modunda tanımlanan dost ve düşman taraf senaryolarını kapalı olarak koşturmakta ve faaliyet sonrası inceleme için veri toplayabilmektedir. Bu verilerin değerlendirilmesi ile taktik, kuvvet yapısı, silah sistemleri ve algılama sistemlerinin etkinliği analiz edilebilmektedir. Eğitim modunda ise kullanıcı (eğitilecek lider personeller) gerçek zamanlı olarak simülasyonla etkileşerek emri altındaki birlikleri sevk ve idare edebilmektedir. Böylece gelişen beklenmedik durumlar ve yapay enjeksiyonlara karşı lider personelin eğitimi sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: modelleme ve simülasyon, etmen tabanlı sistemler, yarı otonom kuvvetler

MODELING AND SIMULATION OF SMALL SCALE CONTINGENCY OPERATIONS

ABSTRACT

In this paper the architecture of an agent based simulation system for small size contingency operations called SAVMOS will be described. The system can be used for both analysis and training purposes. In the analysis mode scenarios for two opponent forces can be defined, executed, monitored and during the execution relevant data can be collected for further analysis and decision making. During the after-action review, tactical plan, force structure, weapon systems and sensing equipments can be analyzed. In the training mode, a commander has the ability to command and control his/her syntactic troops to achieve a specific mission by interacting with the simulation in real-time. Thus it will be possible to assess the quality of his decision under unexpected situations caused by injections.

Keywords: Modeling and simulation, agent based systems, semi-automated forces.

1.GİRİŞ

Günümüzde küçük ölçekli hareket ihtiyaçları (düşük yoğunluklu çatışma, meskun mahal ve bina içi operasyonları, barışı koruma operasyonları, arama kurtarma operasyonları) askeri operasyonların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Küçük ölçekli hareketin simülasyonu yüksek çözünürlükte ve etmen tabanlı olarak modellenmelidir. Mevcut ve temin edilebilen askeri simülasyon sistemleri JANUS [1], JTLS [3], MODSAF [5], JCATS [2] bu anlamda ihtiyacı karşılayamamaktadır. 1996'da başlayan OneSAF (One Semi-Automated Forces) projesiyle tek er seviyesinden tabur seviyesine kadar etmen tabanlı modelleme esas alınmış [7] olup

2006 yılında tamamlanması planlanmaktadır [6]. OneSAF mevcut CGF (Computer Generated Forces) sistemlerinin en iyi özelliklerini bir araya getirmeyi hedeflemektedir.

Bu bildiride küçük ölçekli küçük birlik hareketinin modellenmesi ve simülasyonu için ODTÜ Modelleme ve Simülasyon Merkezi'nde geliştirilen SAVMOS sistemi anlatılmaktadır. SAVMOS kol hareketi ve karakol/tesis savunmasına yönelik analiz ve eğitim fonksiyonlarını gerçekleştirmek üzere tasarlanan bir sistemdir. Analiz maksatlı kullanımda hedef simülasyon koşturumu sırasında hiçbir kullanıcı etkileşimine gerek kalmayacak detay seviyesinde küçük birlik hareket planının oluşturulması ve hareket planı simülasyonunun gerçekleştirilerek planın başarımının değerlendirilmesidir. Eğitim maksatlı kullanımda hedef bir eğitmenin belirlediği sınırlama ve kısıtlar çerçevesinde eğitilen personelin küçük birlik hareketinde yer alan sanal kuvvetlere komuta ve kontrol etmeleri ve başarımlarının değerlendirilmesidir.

SAVMOS sisteminin analiz maksatlı kullanımına yönelik mimari tasarımı ve temel bileşenleri bu bildiride anlatılmaktadır. SAVMOS sisteminin eğitim maksatlı kullanımında da analiz sistem mimarisinin temel yapısı korunmuş, eğitim sürecinin yönetilmesi ve komuta kontrol amaçlı kullanıcı etkileşimi için yeni sistem bileşenleri eklenmiştir. Bu nedenle SAVMOS analiz sistem mimarisi sistemin genel çekirdeğini oluşturmaktadır.

SAVMOS sisteminin en önemli özelliklerinden birisi HLA [4] uyumlu bir sistem olarak tasarlanmasıdır. Dağıtık bir simülasyon sistemi olan SAVMOS'un temel bileşenleri arasındaki haberleşme ihtiyaçlarını RTI altyapısı ile karşılamaktadır. Simülasyonun gerçekleştirilmesinde kullanılan dağıtık simülasyon bileşenlerinin her birisi de federe düzeyinde HLA uyumludur ve ilerde gerek duyulursa doğrudan ya da bazı revizyonlarla HLA uyumlu federasyonlarda kullanılabilirler.

Bildirinin 2. kısmında SAVMOS sistem mimari yapısı ve temel bileşenleri verilmektedir. Kapalı olarak çalıştırılıp analiz edilecek senaryo girişinin yapıldığı Senaryo Tanımlama Sistemi 3.kısımda yer almaktadır. 4. kısımda federasyonu oluşturan federeler anlatılmaktadır. 5.kısımda da sonuçlar yer almaktadır.

2. SAVMOS MİMARİSİ

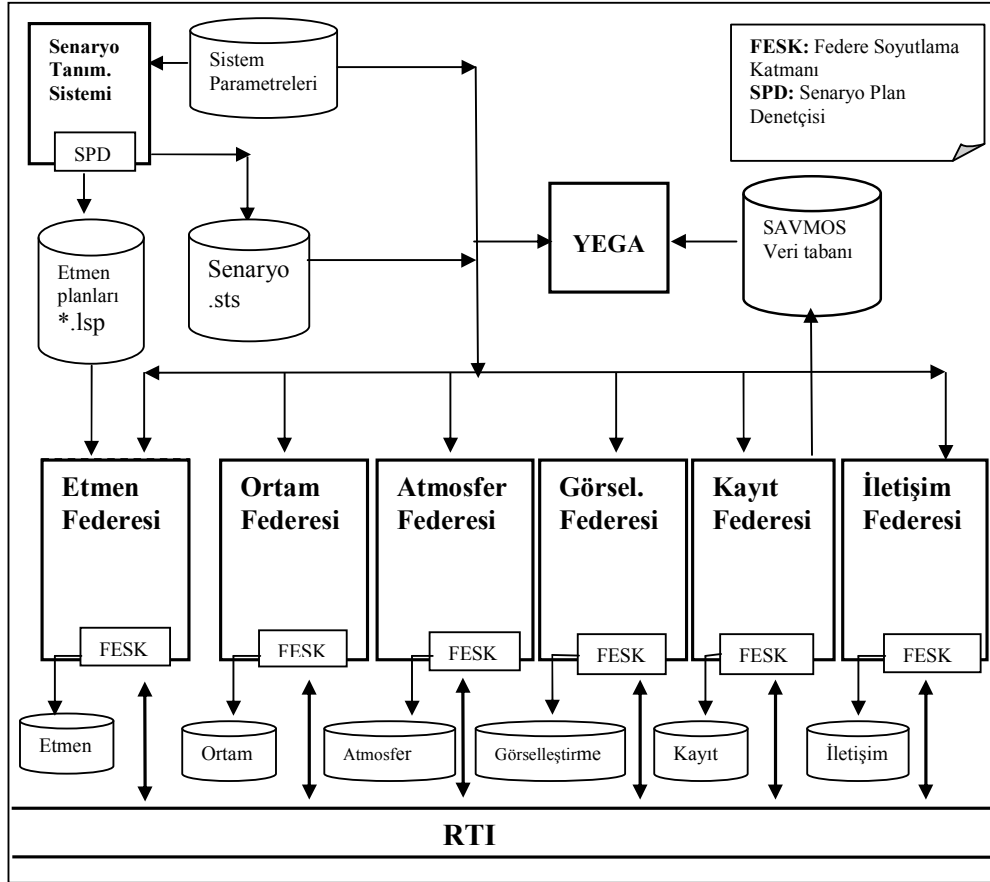
SAVMOS sistemi etmen tabanlı olarak geliştirilmiş olup *ortam* ve *etmen* olmak üzere iki sistemden meydana gelir. Ortam algılama ve müdahale ile ilgili tüm fiziksel simülasyon fonksiyonaltelerinin gerçekleştirildiği alt sistemdir. Etmen ise tek er veya grup ölçeğinde karar verme fonksiyonunu yerine getirir. Simülasyon zamanı eşit uzunlukta simülasyon zaman birimlerine ayrılmıştır ve her bir zaman biriminde etmen ortamdaki algısını alır ve durum farkındalığını oluşturur, ve görev ile farkındalık bilgisisiyle birlikte bir sonraki adımdaki primitif aksiyonunu belirler ve ortama bildirir. Ortam bu aksiyonun temsili ortamdaki fiziksel simülasyonunu gerçekleştirir ve sonucunda yeni bir duruma (global state) geçebilir. Etmen ve ortam arasındaki etkileşim bu şekilde devam eder. SAVMOS sisteminin, etmen tabanlı yaklaşımdan esinlenilerek ortamı simüle eden bir federe ve etmenlerin karar mekanizmalarını simüle eden bir(kaç) federenin RTI aracılığıyla birlikte çalışması ile meydana gelen bir simülasyon sistemi (federasyon) olarak tasarlanmıştır.

Bu tasarımda etmenlerin hareketlerinin ortam durumu üzerine etkileri ortam federesinde simüle edilmekte, etmenlerin ortam durumunu algısına karşılık karar verme süreçleri de etmen federesinde simüle edilmektedir. Örneğin bir etmen ilerleme

aksiyonunu seçerse, bu aksiyonu ortam federesine gönderecek, etmenin yeni konumunu simüle ettiği fizik kurallarına göre ortam federesi hesaplayacaktır.

SAVMOS analiz fonksiyonu sistem mimarisi Şekil 1’de gösterildiği gibidir. Sistemin iki temel çevrim dışı bileşeni ve altı adet çevrim içi bileşeni olmak üzere toplam 8 adet temel bileşeni bulunur. Şekilde RTI köprüsüne bağlantısı olmayan Senaryo Tanımlama Sistemi (STS) ve Yeniden Gösterim ve Analiz (YEGA) elemanları sistemin çevrim dışı bileşenleridir. STS senaryo koşumu öncesi hazırlıklarda, YEGA ise senaryo koşumu sonrası analiz ve değerlendirme faaliyetlerinde kullanılırlar. Şekilde RTI bağlantıları olan sistem elemanları çevrim içi elemanlardır ve senaryo koşturumu sırasında aktif olurlar. Bu elemanlar ve temel görevleri aşağıda listelenmiştir:

- *Ortam federesi*: Temsili ortamın fiziksel simülasyonu ve personel algılarının hesaplanması
- *Etmen federesi*: Personellerin algılarını değerlendirerek karar verme süreçlerinin simülasyonu
- *Görselleştirme federesi*: Koşturulan senaryoyu 2 ve 3 boyutlu olarak görselleştirme
- *İletişim federesi*: Telsizle ve sesle iletişimin simülasyonu
- *Atmosfer federesi*: Hava durumu, güneş ve ay simülasyonu
- *Kayıt tutma federesi*: Simülasyon verilerinin veritabanına aktarılması



Şekil 1. SAVMOS Sistem Mimarisi

SAVMOS sisteminde STS ile hazırlanan bir senaryonun kapalı çalıştırılması için asgari olarak Ortam ve Etmen federelerine ihtiyaç duyulur. Ortam federesi ortamdaki bütün personelin (etmenlerin) algılarını hesaplayarak RTI üzerinden yayınlar. Etmen federesi her simülasyon döngüsünde aldığı algılardan etmen bazında durum değerlendirmesi yaparak RTI üzerinden etmenlerin gerçekleştirmesi gereken temel davranışları yayınlar. Ortam federesi bu temel davranışların fiziksel ortamda nasıl sonuçlar doğuracağını hesaplar, etmenlerin algılarını bu değişen duruma göre tekrar hesaplar ve RTI üzerinden yayınlar. Böylece bir simülasyon döngüsü gerçekleşmiş olur. Eğer senaryoda iletişim araçları kullanılıyorsa, atmosfer koşulları senaryo için önemli ise yalnızca ortam ve etmen federeleri tarafından simülasyonun koşturulması durumunda elde edilen veriler gerçekçi olmayacaktır. Bu nedenle çevrim içi sistemde gerektiğinde atmosfer ve iletişim federeleri de yer alırlar. Sistem, değişik personelin karar verme süreçlerinin birden fazla etmen federesi arasında dağıtılarak simüle edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle çevrim içi sistemde ihtiyaç duyulursa birden fazla etmen federesi de yer alabilir.

Görselleştirme ve kayıt tutma federelerinin sistem içerisindeki rolleri girilen bir senaryodaki öğelerin simülasyonu ile ilişkili değildir ve koşturumun takip edilmesi ve veri kaydı tutulması gibi destekleyici işlevleri bulunur. Bu nedenle bu federelerin federasyona dahil olup olmamasının koşturulan bir senaryonun sonucuna hiçbir etkisi bulunmaz.

Çevrim içi sistem elemanlarının hepsinde RTI ile bilgi alışverişinde bir ara katman olarak Federe Soyutlama Katmanı kullanılmıştır. Her federede bu soyutlama sınıflarından türetilmiş sınıflar kullanarak federeye özel RTI arabirimleri geliştirilmiştir. SAVMOS federasyonunda zaman etiketli (time stamped) simülasyon gerçekleştirilmektedir. Federasyona katılan her federe hem zaman ayarlayıcı (time regulating) hem de zaman sınırlı (time constrained) federelerdir. Her federenin zaman artırma aralığı eşittir.

Bir simülasyon döngüsünün simülasyon zamanı ile 500ms.'ye denk geldiği varsayılmıştır. Bu değer seçilmesindeki temel etken bu sürenin insan algılama süresi için mantıklı bir değer olmasıdır (psikolojide okuma deneylerinde temel algılama zamanı 400ms olarak alınır). Ortam federesi bir simülasyon döngüsünde etmen davranışlarını gerçekleştirerek etmen algılarını hesaplar, diğer simülasyon döngüsünde ise etmen federesinin bu algıları değerlendirerek temel davranışları hesaplamasını beklediğinden bir algılama işlemi gerçekleştirmez. Etmen federesi de bir simülasyon döngüsünde ortam federesinde hesaplanan algıları beklerken RTI üzerinde yayınlanan davranış bilgisini güncellemez, başka işlemler gerçekleştirir (gerçek zamanda güzergah planlaması gibi).

SAVMOS federasyonu Senaryo Tanımlama Sistemi arayüzleri kullanılarak tanımlanmış bir senaryo dosyasının çalıştırılmasını sağlamaktadır. Sistemin her elemanı STS tarafından hazırlanmış bir senaryo dosyasını ve sistem parametrelerini yükler. Bazı federeler senaryo dosyasında yer alan bütün bilgi detaylarını yüklerken (örneğin ortam federesi), bazı federeler senaryo dosyasını daha az detay içeren üst seviye sınıfların nesnelerini yükler (örneğin atmosfer federesi). 3 boyutlu görselleştirme yapan sistem bileşenleri STS, YEGA, Görselleştirme federesidir (eğitim modunda kullanılan bileşenler KomFed ve YönFed de üç boyutlu görselleştirme yapar, fakat bu bileşenler burada ele alınmamıştır). Bu bileşenler senaryo dosyasını bütün detayları ile yüklerler. Etmen federesi senaryo ve sistem parametreleri dosyalarının yanında her personelin senaryo planı dahilinde ne

yapacağına ilişkin bilgilerin yer aldığı Lisp dosyalarını yükler. Sistemin her bileşeni senaryo yüklemek için aynı senaryo doküman paketini kullanırlar.

Kayıt tutma federesi ODBC aracılığıyla MySQL veritabanı üzerinde dinamik olarak tablolar yaratır ve istenirse koşturulan senaryonun herhangi bir zaman aralığında RTI üzerinde yayınlanan simülasyon verilerinin istenen kısmının istenen aralıklarla veritabanına aktarılmasını sağlar. YEGA bu veritabanından verileri çekmek ve yeniden gösterimi ile raporlamasının yapılmasını sağlamak üzere geliştirilmiş bir SAVMOS sistem bileşenidir.

Sistem genelinde XML ve SEpxr formatı karmaşık verilerin paketlenmesinde tercih edilmiştir. Sistem parametreleri, çevreleyen kutu editörü tarafından oluşturulan çevreleyen kutu bilgileri, senaryo dosyaları, ortam federesi tarafından hesaplanan etmen algıları hep XML formatında gönderilirler. XML formatında veri transferi daha fazla bilgi akışını gerektirdiğinden gerçekleşen olaylara ilişkin bilgiler, etmen federe(ler)i tarafından belirlenen etmen temel davranışları ise SEpxr formatında paketlenerek sistemde yayınlanırlar.

3. SENARYO TANIMLAMA SİSTEMİ (STS)

STS kol hareketi ve karakol/tesis emniyeti ve savunması kapsamında önemli öğeler kullanılarak bir temsili ortam oluşturulmasına olanak sağlar. Tanımlamalar çoklu çözünürlüklü bir arazi modeli üzerinde gerçekleştirilir. Yükseklik verisi bulunan herhangi bir arazi kesimi üzerinde tanımlama yapmak mümkündür. Simülasyonun başlangıç zamanı tanımlanabilir. 29 çeşit temsili yapay ve doğal temsili ortam elemanı parametrik olarak tanımlanabilir:

- Doğal nesneler (çalı, ağaç, kaya, göl, akarsu),
- Değişik yüzey örtüleri (orman, çalılık, kayalık),
- Karakol/tesis tanımlanmasına yönelik yapay nesneler (karakol binası, cephanelik, nöbetçi kuleleri, nöbetçi kulübeleri, mevziler, tel engeller, duvar engelleri, mayın tarlaları, yapay aydınlatmalar, sesli ikaz sistemleri, tünel),
- Arazi yükseklik verisinin değiştirilmesi (mevziler, avcı boy ve yatma çukurları, irtibat hendekleri),
- Diğer yapay nesneler (bina ve köprü)
- Nokta bazlı zamansal hava durumu tanımları

STS'de temsili ortamın incelenebilmesi için araçlar bulunur: Üç boyutlu temsili ortam görüntüleme aracı, değişik silah ve algılama cihazlarının arazide etkin olduğu bölgeleri gösteren kapsama aracı ve 2 boyutta mesafe ölçüm olanakları, üç boyutta mesafe gösterimi. STS, senaryoda yer alacak personel parametrelerinin ayrıntılı olarak tanımlanmasına olanak sağlar:

- Personel uzmanlıklarının belirtilmesi
- Değişik silah tiplerine göre silah kullanma becerilerinin tanımlanması
- Algılama becerisinin tanımlanması

STS kol hareketi ve karakol tesis emniyeti ve savunmasına ilişkin taktiklerin değişik alternatifleri ile birlikte girilmesine olanak sağlar. Taktiğin ifade edilmesinde kullanılmak üzere sanal noktalar, güzergahlar, bölgeler, ateş ve gözetleme sahaları, tehlikeli bölgeler ve araziye yerleştirilen donatılar (silah, mühimmat ve algılama sistemleri) tanımlanabilir. Değişik ateş etme ve ilerleme tekniklerini de kapsayan 23 çeşit temel davranış tanımlanabilir. Temel davranışlar, koşullarla ilişkilendirilerek hangi durumda hangi davranışın gerçekleştirileceği tanımlanabilir. Bu özelliği ile STS değişik taktiklerin ifade edilmesine olanak sağlar. Dost birlikler, düşman birlikler,

koordinasyon, ortam ve zamana ilişkin 20 temel koşul ifadesi tanımlanabilir. Koşul ifadelerinde o ana kadar sistemde tanımlanmış temsili ortam elemanlarına, gruplara, müdahale ve algılama sistemlerine referans verilebilir. Temel koşul ifadeleri “ve”, “veya” bağlaçları ile bağlanarak karmaşık koşullar (durumlar) ifade edilebilir. Davranışların tek tek birey bazında tanımlanmasına gerek yoktur, tanımlamalar gruplar bazında değişik çözünürlüklerde yapılabilir. Yapılan tanımlamalar daha sonra bir çevirici yardımıyla tek er düzeyine indirgenir. Davranış tanımlarında ayrıntıya inilmek istenmesi durumunda tek er bazında da tanımlama yapma olanağı bulunmaktadır. Kapalı koşturum sırasında grupların hangi durumlarda ne şekilde alt gruplara ayrılacağı ve üst gruplarla birleşeceği tanımlanabilir. Planların grup bazında grafiksel çizgeler olarak gösterilmesini ve incelenmesini sağlayan bir araç bulunur. Görev tanımlamalarındaki hataları bulan bir senaryo plan denetçisi bulunur.

STS, senaryonun kapalı koşturum sırasında bazı koşulların oluşması durumunda sonlandırılacağına tanımlanmasına olanak sağlar. Görevler, grupların zayıat oranları, koşturum süresi ve gruplarda kalan mühimmat miktarı bazında 5 çeşit temel sonlandırma koşulu bulunur. Bu koşullar “ve”/“veya” bağlaçları ile bağlanarak karmaşık sonlandırma koşulları ifade edilebilir.

4. FEDERELER

4.1 Ortam Federesi (OrFed)

Ortam federesi çoklu çözünürlüklü arazi yükseklik verisini yüklemek, senaryodaki varlıkların fiziksel bilgilerini ortama aktarmak, ve arazide bulundukları konumları arazi verisi ile ilişkilendirmek işlevlerini sağlar. Etmen federesi tarafından yayınlanan etmen temel davranışlarını simüle eder ve etmen bilgilerini hesaplayarak yayınlar (etmenin konumu, algısı, yorgunluğu, üzerinde taşıdığı ekipmanlar, sağlık durumu ve algısı). Bunlara ilaveten koşum esnasında gerçekleşen olayları ve simülasyon zamanını yayınlar.

Ortam federesi her simülasyon adımında sırası ile şunları gerçekleştirir:

- Her etmen için etmen federesinden yayınlanan s-ifadeleri şeklinde paketlenmiş temel davranış paketini alır. Bir etmenin bir simülasyon zamanı içinde birden fazla temel davranış gerçekleştirmiş olması muhtemel olduğundan (yürürken ateş etme gibi) davranışlar bir davranış adı-davranış parametreleri listesi şeklinde gelir. Örnek: ((dön 30) (ilerle)).
- Etmenlerin üzerinde taşıdığı nesnelere ilişkin bilgileri günceller (örneğin mühimmat adedi, ya da silahların tutukluluk durumu).
- Davranışların tümünün gerçekleştirilmesinin ardından her etmenin algısını hesaplayarak algı paketini oluşturur. Algı paketi FOV ve LOS algoritmalarının uygulanması sonrasında tespit edilen, teşhis edilen ve tanınan her etmene ilişkin bilgilerin bulunduğu bir liste şeklindedir. Bu listede etmenin kendi durumuna ilişkin algısı, atmosfer ve yer koşullarına ilişkin algısı, diğer etmenlere ilişkin algıları ve nesne algıları bulunmaktadır.
- Simülasyonda gerçekleşen olayları (ateş olayları, mühimmat patlamaları, işaret fişegi atılması, vurulma olayları, hasar olayları) ve olaylar hakkındaki bilgileri yayınlar.

Yukarıda verilen algı paketinde yer alan etmenin kendine ilişkin algılarının bir etmenden diğer etmene farklılık gösterebileceği, hatalar içerebileceği varsayımına dayanarak konmuştur. Aslında bu bilgilerin gerçek değerleri RTI üzerinde yayınlanan etmen bilgisi içinde yer almaktadır.

Bunların yanında ortam federesi eğitim modunda yapılan enjeksiyonlara ilişkin yayınlanan RTI etkileşimlerine (interaction) kaydolarak bu etkileşimlerde verilen değişikliklerin ortamda gerçekleştirilmesini sağlar (örneğin bir grup etmenin sağlık durumunun ölü iken sağlıklıya çevrilmesi gibi).

4.2. Etmen Federesi (EtFed)

Etmen federesinin simülasyon ana döngüsü ortam federesininkiyle aynıdır. Etmen federesi her simülasyon adımında sırası ile şunları gerçekleştirir:

- Görselleştirme federesi tarafından yayınlanan simülasyon durumu bilgisini alır. Simülasyonun koşturulur durumda olup olmamasına göre etmenlerle ilgili işlemlere devam eder ya da bu işlemleri keser.
- HLA üzerinde yeni etmen listesi keşfedildikçe kendisine ait etmen listesine bir etmen daha ekler.
- İşlem sırası kendisindeyse
 - etmen listesindeki her etmen için ortam federesinden aldığı algı paketini açar.
 - Algısına göre durum farkındalığı oluşturur ve senaryoda kendisine belirtilen göreve uygun Lisp komutlarını gerçekleştirir. Hangi etmenin hangi sırayla hangi temel davranışları gerçekleştireceğini belirler. Etmenin davranış listesini s-ifadeleri şeklinde doldurur.
 - Bütün etmenlerin davranış listelerini yayınlar.

4.3. Görselleştirme Federesi (GörFed)

Görselleştirme federesi çoklu çözünürlükteki temsili ortamın iki ve üç boyutta görselleştirilebilmesi ve çeşitli görsel işitsel efektlerin gerçekleştirilmesini sağlar. Görselleştirme federesinin simülasyon ana döngüsü etmen ve ortam federesininkilerle aynıdır. Görselleştirme federesi her simülasyon adımında:

- Ortam federesi tarafından yayınlanan simülasyon zamanı bilgisini, etmen bilgilerini (coğrafi konum, id, yorgunluk) ve olay bilgilerini alır.
- Kamera bilgisini günceller.
- Atmosfer federesi tarafından yayınlanan kamera noktası hava şartlarını alır.
- Yeni bir etmen nesnesi keşfederse HLA üzerinde kendi etmen listesine bir yenisini ekler, etmen modelini görselleştirmek üzere yaratır.
- Temsili ortamı 2B ve 3B olarak görselleştirir.
- Simülasyon durumunu (simülasyonun koşuyor olup olmadığı) diğer federelere yayınlar.

4.4. Atmosfer Federesi (AFed)

Atmosfer federesi ortamdaki gökyüzü ve hava durumu simülasyonunu gerçekleştirir. Bu amaçla bir adet gökyüzü nesnesi ve senaryoda tanımlanan hava durumu istasyonu sayısı kadar hava durumu nesnesi yayınlar. Atmosfer federesi senaryoda okuduğu hava istasyonları bilgilerinden yola çıkarak senaryo girişi sırasında tanımlanan çalışma alanını hava istasyonlarına göre bölütler ve araziye belli bir hava durumunun geçerli olduğu bölgelere ayırır (istasyon sayısı kadar bölge oluşturur). Atmosfer federesinin ortam federesi tarafından yayınlanan simülasyon zamanı nesnesine kaydolması sağlanmıştır. Atmosfer federesi senaryoda girilen hava istasyon noktaları için verilen zamansal hava durumu değişimlerine ilişkin bilgilerden ve kaydolduğu simülasyon zamanı bilgisinden yola çıkarak o simülasyon adımıda geçerli olan hava durumunu hesaplar. Hesaplanan güncellenmiş hava durumu değerlerini ilgili hava durumu nesnesinde yayınlar. Gökyüzü simülasyonu kapsamında atmosfer federesi güneşin gökyüzündeki konumu (yer ve yükseklik) ve ayın gökyüzündeki konumu (yer ve yükseklik) ile ayın ne kadarlık yüzeyinin aydınlık olduğuna ilişkin bilgileri yayınlamaktadır. Atmosfer federesi gerçekçi gökyüzü simülasyonunu ortam federesi tarafından yayınlanan simülasyon zamanına ve senaryo çalışma alanının ortasına denk gelen konuma göre gerçekleştirir.

Atmosfer federesi RTI üzerinde keşfettiği kamera nesnelerinin konum bilgisine kaydolarak bu noktalardaki görselleştirilebilir hava şartlarını (yağış tipi, bulutluluk, yağış miktarı, sis) günceller. Bunların yanında atmosfer federesinin eğitim modunda bir görevi, yapılan enjeksiyonlara ilişkin RTI etkileşimlerine (interaction) kaydolarak enjeksiyonlarda hava şartları için istenen değişiklikleri geçerli kılmaktır.

4.5. Ses ve Telsizle İletişim Federesi (SETIF)

Ses ve telsizle iletişim federesi, sesli ve telsizli mesaj aktarımının simülasyonunu gerçekleştirir. Temel olarak hangi etmenin hangi etmenlere mesaj ulaştırabildiğini hesaplar ve etmen bazında bu mesajların yayınlamasını sağlar. Etmenler hakkına bilgilere ulaşabilmek için senaryo dosyasını, telsizlerle ilgili parametrelere erişebilmek için sistem parametreleri dosyasını yükler. RTI üzerinden yayınlanan etmen nesnelerini keşfederek MESAJ özelliğinin yayınlanma hakkını üzerine alır. Etmen nesnelerinin davranışlarına ilişkin özelliklerine kaydolur.

SETIF'in simülasyon ana döngüsü etmen ve ortam federesininkilerle aynıdır. SETIF her simülasyon adımıda:

- Ortam federesi tarafından yayınlanan simülasyon zamanı bilgisi ile etmen nesnelerinin davranışlarına ilişkin özelliğine (ACTION) kayıtlıdır. Her etmenin davranış listesinde yer alan sesle veya telsizle mesaj gönderme davranışlarının davranış parametrelerinde yer alan mesaj gönderme aracı (ses, telsiz) ile gerçekleştirilmesini simüle eder:
 - Bu simülasyonda mesaj içeriğinin uzunluğuna ve telsizle gönderiliyorsa kullanılan kanalın dolu olup olmadığına bakar.
 - Mesajın ulaşabildiği etmenlerin MESAJ listesine ulaşan mesajları ekler.
 - Telsizle mesaj gönderilmesi durumunda eğer kanal dolu ise mesajı gönderen etmenin mesaj listesine mesajın gönderilemediğine ilişkin bir bilgi ekler.
- Simülasyon durumunu (simülasyonun koşuyor olup olmadığı) takip eder ve simülasyon sonlandırılırsa ayrılır.

5. SONUÇ

Etmen tabanlı olarak geliştirilen SAVMOS sistemi hem analiz hem de eğitim maksatlı olarak gerçekleştirilmiş olup özgün ve milli bir çalışmadır. Analiz maksatlı kullanımda SAVMOS sistemi tanımlanan dost ve düşman hareket planlarını kapalı olarak koşturabilmekte ve böylece dost hareket planının taktik, kuvvet yapısı, silah, mühimmat ve algılama sistemleri açısından değerlendirilebilmesine olanak tanıyan verileri sağlayabilmektedir. Eğitim maksatlı kullanımda kol/karakol komutanı ile tim/unsur komutanlarının sistemle gerçek zamanlı etkileşerek simüle edilen hareket ortamında eğitilmelerini sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] *JANUS V2.0.6D Documentation, Volume 4: Software Algorithms, TRADOC Analysis Center – WSMR, July 2000.*
- [2] *JCATS Version 2.0 Executive Summary, May 2000.*
- [3] *JTLS Version 2.4 Executive Overview, January, 2002.*
- [4] Kuhl, F., Weatherly, R., Dahmann, J. 'Creating Computer Simulation Systems: An Introduction to High Level Architecture', Prentice Hall, 2000.
- [5] *MODSAF 5.0 Functional Description Document, Advanced Distributed Simulation Technology II (ADST II), 1999*
- [6] <http://www.onesaf.org>
- [7] *OneSAF Operational Requirements Document Version 1.1, 2000.*