Gömülü Yazılım Testinde Farklı bir Yaklaşım: ScalaTest ile Test Otomasyon Aracı

Uğur YILMAZ[1] Ömer Faruk MORALIOĞLU[2]
[1,2,] Radar Elektronik Harp ve İstihbarat Sistemleri (REHİS) Grubu, ASELSAN A.Ş. Ankara
[1]uguryilmaz@aselsan.com.tr, [2]moralioglu@aselsan.com.tr

Özet. Gömülü yazılımlar, genellikle bir kullanıcı arayüzü sunmayan ve çevre yazılımlar ile yüksek hızlarda haberleşebilen yazılımlardır. Bununla birlikte, REHİS (Radar Elektronik Harp ve İstihbarat Sistemleri) bünyesinde geliştirilen gömülü yazılımlar, farklı algoritmalar için çeşitli ve yoğun miktarda girdi verilerine ihtiyaç duymaktadır. Bu özelliklere sahip yazılımların makul bir zaman içerisinde tüm arayüzlerinin ve algoritmalarının eksiksiz olarak test edilmesi ve bu testlerin sonuçlarıyla beraber raporlanması gerekmektedir. Bunun için test ve raporlama otomasyonu sık başvurulan ve verimli bir çözüm yoludur. Bu bildirinin konusunu teşkil eden çalışmada; ScalaTest'in sağladığı DSL aracılığı ile test adımlarını algılayabilen ve bu DSL üzerine farklı uygulama alanlarındaki gömülü yazılımlara uygulanabilen, geliştirilen benzetim yazılımlarını bir API ile kontrol edebilen ve test sonuçlarını aynı DSL aracılığı ile raporlayabilen bir test otomasyon aracı geliştirilmiştir. Ayrıca bu bildiride, geliştirilen aracın iki farklı alandaki gömülü yazılım testlerinde kullanımından elde edilen kazanımlardan bahsedilmektedir.

Anahtar Kelimeler Gömülü Yazılım Testi, ScalaTest Kütüphanesi, Test Otomasyon, DSL(Alana Özel Dil)

Abstract. Embedded software does not usually provide user interface and does interact with systems through high speed interfaces. In addition, the embedded software developed in REWIS (Radar Electronics Warfare and Intelligence Systems) requires various and highly-dense input data for diverse algorithms. It is obligatory that the tests of the software having above features should cover all algorithms and interfaces. Moreover the tests should be completed and reported in a reasonable amount of time. To achieve these goals, automation is a commonly applied and efficient method. This paper presents a ScalaTest based Test Automation Tool that can be adapted to different embedded software from various domains, can easily parse test steps through a human-readable DSL that is provided by ScalaTest, can control the simulated interfaces via an API and can report the test results using same DSL. As a verification, the proceeds of tests from two embedded software of different domains is presented as a case study.

Keywords: Embedded Software Test, ScalaTest Library, Test Automation, DSL

1 Giriş

Gömülü yazılımlar, gerçek zamanlı işletim sistemleri üzerinde çalışabilen, çevre yazılımlar ile arayüzlerinden yüksek yoğunlukta ve hızda verileri gerçek zamanlı olarak algoritmalarına besleyip sonuçlarını yine aynı arayüzlerden iletebilen türde yazılımlardır. Bu özelliklerinden dolayı Radar ve Elektronik Destek / Elektronik Taarruz (ED/ET) gibi çalışma alanlarında sıkça geliştirilmektedir. Gerçek zamanlı olmayan yazılımların yaratabileceği gecikmelerden uzak olması ve zaman kritik işlevleri daha kolay biçimde gerçekleştirmeleri bu çalışma alanlarında tercih sebebi olmaktadır.

Yazılımların bu karakteristiğinden ve endüstrinin hata toleransının düşük olmasından ötürü, yazılımlara ait testlerin de tüm haberleşme ve algoritma gereklerini kapsayacak şekilde geliştirilmiş olması gerekliliği doğmaktadır. Bununla birlikte yüksek çeşitlilikteki verilere ihtiyaç duyan bu gereklerin test edilmesi için manüel yöntemlerin kullanılması, proje takvimleri ve maliyet açısından büyük bir risk faktörü olarak açığa çıkmaktadır. Daha önceki çalışmalarda manüel testin otomatik teste oranla 2 kattan fazla zaman ve maliyet gerektirdiği görülmüştür [1]. Ayrıca manüel testlerde yazılım test tanımı ve yazılım test rapor dokümanlarının hazırlanması da önemli bir işçilik gerektirmektedir. Bu sebeple testlerin ve dokümantasyonun otomasyonu test mühendisliği açısından bir zorunluluk halini almaktadır.

Bununla birlikte, test otomasyonu da bir yatırım gerektirmekte ve bu yatırımın makul bir geri dönüşünün olması gerekmektedir [2]. Bu konuda bir araştırma yapıldığında karşımıza oldukça fazla sayıda araç veya kütüphane çıkmaktadır. Yapılan yatırımın karşılığını makul bir zamanda alabilmek ve test edecek olduğumuz yazılımın ve testlerimizin karakteristiğine en uygun araç ya da yöntemi belirlemek başlı başına bir çalışma konusu olmaktadır.

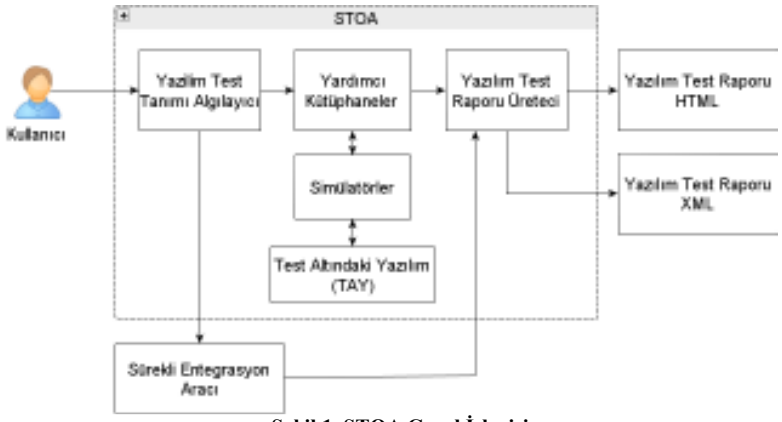
Yukarıdaki sorunları çözmek için ScalaTest'in sağladığı DSL özelleştirilerek bir arayüz geliştirilmiş ve bu arayüz sayesinde test adımlarını algılayabilen ve farklı uygulama alanlarına uygulanabilen bir test ve dokümantasyon otomasyon aracı, STOA (ScalaTest tabanlı Test Otomasyon Aracı), oluşturulmuştur. Bildirinin geri kalan kısmında öncelikli olarak test otomasyonu için kullanılacak kütüphane seçimi sürecinden, ScalaTest seçiminin altında yatan motivasyonlardan ve diğer bir test çerçevesi (framework) ile karşılaştırmalı analizlerden bahsedilecektir. Daha sonra bu kütüphane kullanılarak geliştirilen yardımcı test kütüphaneleri, nihai test otomasyon aracının geliştirme süreçleri ve işlevleri açıklanacaktır. Sonrasında Radar ve ED/ET çalışma alanlarında geliştirilmiş olan iki pilot yazılımın testlerinde bu kütüphane üzerinde geliştirilmiş olan otomasyon aracının kullanımından ve elde edilen kazanımlardan bahsedilecek ve sonuç olarak elde edilen deneyim ve gelecekte olası kullanım önerileri sunulacaktır.

2 Neden ScalaTest ?

Test aracının farklı alanlara uygulanmada kullanım esnekliği sunması önemlidir. Test aracının altyapısının buna elverişli olması gerekir. Bundan dolayı, yapılacak seçimde kütüphanenin geliştirilmesinin aktif olarak devam ediyor olması tercih sebebi olmaktadır. Aynı zamanda açık kaynak kodlu olması da güvenilirlik açısından avantaj sağlamaktadır. Böylelikle bu özelliklere sahip bir çerçeve üzerinde geliştirilecek araç hedef platformlara ve ihtiyaçlara göre geliştirme aşamasında şekillendirilebilecektir. Bu özelliklere sahip olan bir araç seçmek için şirket içinde kullanılan bir diğer çatı olan FitNesse [3] ile karşılaştırmalı analiz yapılmış ve ScalaTest seçilmiştir. ScalaTest'in hazır olarak sağladığı test işletim şablonlarında eksik olan ve geliştirilmesi gereken özellikler, şirket içinde kullanılan test süreciyle uyumlu olacak şekilde ScalaTest'in sağladığı DSL özelleştirilerek eklenmiştir. Böylece Yazılım Test Tanımları ve Raporları bu DSL kullanılarak üretilmiştir. Ayrıca kullanım kolaylığı ve özellik desteği gibi kriterler de ScalaTest'i öne çıkarmıştır.

ScalaTest, Scala ekosistemi içerisinde aktif olarak yeni yetenekler eklenen ve destek gören bir test aracıdır. 2013'te geliştirilmeye başlandığından beri ortalama ayda yaklaşık 80 kod değişikliği yapılması bunu doğrulamaktadır [4]. ScalaTest birçok yazılım aracıyla (JUnit, TestNG, Ant, Maven, Eclipse, Netbeans, IntelliJ vb.) birlikte çalışabilecek şekilde geliştirilmiştir. Asgari bir sözdizimi (syntax) öğrenimi ile test tanımlarının yazılmasına izin vermektedir. Bu sayede araçta eksik görülen, değiştirilmek istenen özellikler daha sonradan eklenebilmektedir. ScalaTest, test ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilmiş, isteğe göre değişebilen birçok küçük, odaklanmış araçlar sunan bir çalışma ortamıdır. [5] Bütün bu özellikler göz önünde bulundurularak ScalaTest değerlendirilmiş ve tüm bu yetenekler STOA'ya da kazandırılmıştır.

3 STOA

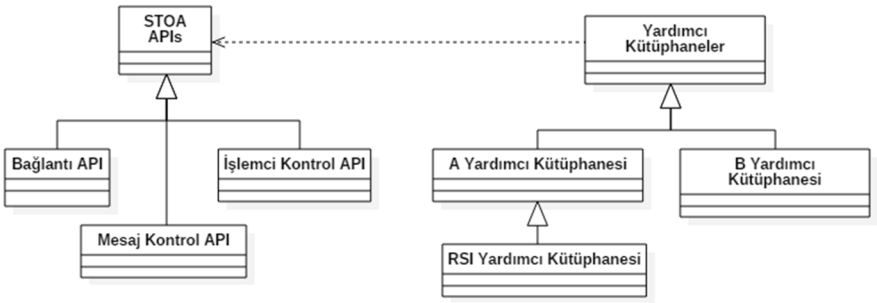


Şekil 1. STOA Genel İşleyişi

Şekil 1. STOA'nın genel işleyişini göstermektedir. STOA, yardımcı kütüphaneler ve test tanımı algılayıcı olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır. Kullanıcı test tanımlarını yazdıktan sonra STOA test tanımlarının içeriğini test tanımı algılayıcılarını kullanarak yardımcı kütüphanelere iletmektedir. Yardımcı kütüphaneler bir API aracılığıyla test altındaki yazılım (TAY) ile haberleşerek testleri çalıştırmaktadır. STOA'nın API altyapısı dışarıdan sağlanan simülatörler ile de kullanılabilir. Tekrar API aracılığıyla aldığı test sonuçlarını otomatik olarak raporlamaktadır. STOA'nın ana bileşenleri aşağıda açıklanmıştır.

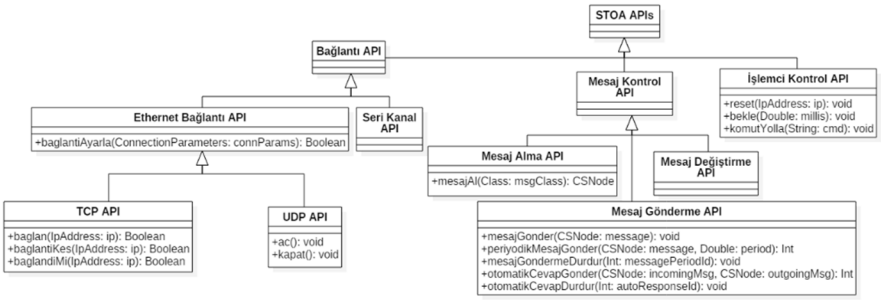
Yardımcı Kütüphaneler

Yardımcı kütüphaneler test tanım algılayıcıdan aldığı girdileri kullanarak API aracılığıyla testlerin koşturulmasını sağlar. Yardımcı kütüphaneler STOA'nın belirlediği bazı temel fonksiyonları gerçeklemek zorundadır. Bunlar Şekil 2.'de görülebileceği gibi Bağlantı, Mesaj Kontrol ve İşlemci Kontrol'den oluşmaktadır. Ek olarak, yardımcı kütüphaneler farklı uygulama alanlarına göre konfigüre edilebilir, amaca özel ek fonksiyonları gerçekleyebilir ve böylece sayıları birden fazla olabilir. Örneğin Şekil 2'de şirket içi geliştirilmiş olan benzetim altyapılarını kullanan yardımcı kütüphaneler görülmektedir. Uygulama esnasında amaca uygun olan yardımcı kütüphane seçilerek kullanılabilir. Böylece genişletilebilir modüler bir mimari yapı sunulmaktadır.



Şekil 2. STOA UML Sınıf Diyagramı

Şekil 3'de STOA ile varsayılan olarak sağlanan yardımcı kütüphanenin gerçeklemesi gösterilmiştir. Görüldüğü gibi birden fazla haberleşme protokolü, mesaj alma/gönderme ve işlemci kontrol yöntemleri desteklenmektedir. Böylece farklı uygulama alanlarının ihtiyaçlarına göre istenen özellikler kullanılabilir.



Şekil 3. Örnek Yardımcı Kütüphane Altyapı Diyagramı

Test Tanım Algılayıcı

Test Tanım Algılayıcı, kullanıcının oluşturduğu test tanımlarını girdi olarak alıp ScalaTest yardımıyla Yardımcı Kütüphanelere iletir. Kullanıcının yazılım test tanımlarını oluştururken şirket içi belirlenen yazılım test tanım doküman şablonuna uyulması önerilir. Bu şablon için gereken alanları Test Tanım Algılayıcı, ScalaTest'in sağladığı DSL'i özelleştirerek oluşturur. Yardımcı Kütüphanelerde olduğu gibi farklı uygulama alanlarında kullanılmak üzere farklı yazılım test tanım şablonları yaratılabilir.

```
class IsımaBaslatTesti extends YTET with RSITestHelper {
  yorum("Bu test Radar Sinyal İşleme testinde bulunan Isıma Baslat
Mesaji testi islemlerini gerceklestirmektedir.")
  testAmaci("Yazılımın açılıştan sonra İsima islemlerinin
dogrulanmasi.")
  testtenOnce() {
    bekle(5 saniye)
    controller baglantiKur }
  testtenSonra()  {
    yorum("Gerekli işlemler için 5 saniye bekle”)
    bekle(5 saniye)
    controller baglantiKes }
  testYonergesi() {
    adim("Acilis islemleri tamamlandiktan sonra Simulatorden Hazır
Mesajı gonderilir.") {
      val hazir = new HazirMsg
      hazir durum ISIMA_BASLAT
      controller mesajGonder hazir }
    beklenen("Yazılımın Simülatöre gelen Isıma Baslat mesajini dogru
olarak olarak gonderdigi gozlenmelidir.") {
```

```
      val isima = mesajQueue.get("IsimaBaslatMsg")
      isima durum should be true }}
  testYonergesi() {
    adim("Acilis islemleri tamamlandiktan sonra Simulatorden Hazır
Mesajı hatali gonderilir.") {
      val hazir = new HazirMsg
      hazir durum BAGLANTI_HATASI
      controller mesajGonder hazir }
    beklenen("Yazılımın Simülatöre gelen Isıma Baslat mesajini
hatali olarak olarak gonderdigi gozlenmelidir.") {
      val isima = mesajQueue.get("IsimaBaslatMsg")
      isima durum should be false }}}
```

Şekil 4. Test Örneği

Şekil 4'te *IsimaBaslatTesti* test adını, *YTET* ilgili yazılım test şablonunu ve *RSITestHelper* ise Yardımcı Kütüphaneyi göstermektedir. Yazılım test tanımı dokümanı aynı zamanda Yardımcı Kütüphaneler tarafından doğrudan testleri çalıştırmak amaçlı kullanılmaktadır. Bu özellik, test sırasında yapılacak işlemlerin anlaşılırlığını artırmakta ve farklı test tanımları tanımlanmasına olanak sağlayarak testlerin idamesini kolaylaştırmaktadır.

Test şablonunun son kısmında yer alan *beklenen* ifadesi ile başlayan bölüm testin sonunda alınması gereken sonuç ile ilgilidir. Testin geçme kriterinin belirlenmesi bu bölümde yapılmakta ve test raporuna girdi olacak olan sonuç burada oluşturulmaktadır. Sağlanan test şablonu aynı zamanda Test Raporunun oluşmasından sorumludur. ScalaTest yardımıyla ilgili şablon içinde istenen formatlarda test raporları oluşturabilir. Şekil 5'te örnek bir test raporu verilmiştir.

Şekil 5. Test Raporu Örneği

4 Uygulama ve Elde Edilen Kazanımlar

STOA, Radar ve ED/ET alanında seçilen iki pilot gömülü yazılım testlerinde kullanılmış ve testlere ait ölçümler alınmıştır. Bu ölçümler, aynı yazılımların STOA kullanılmadan önce yapılan testlerinden alınan ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte STOA'nın geliştirilmesi ve kullanımı aşamasında belirli bir yatırım maliyeti de

söz konusudur. Bildirinin bu başlığında harcanan bu maliyet manüel yöntemlerde harcanan işçilik eforları ile karşılaştırılacak, daha sonra STOA kullanımı ile elde edilen kazanımlar değerlendirilerek yatırımın tahmini geri dönüşü üzerinde yorumda bulunulacaktır. Yapılan yorumların, seçilen projeler şirket içi tipik bir örnek seti olduğu için diğer projeler içinde geçerli olacağı varsayılmaktadır.

STOA geliştirilmeden önce yapılan testler için harcanan işçilikler üç ana maddeden oluşmaktadır: (1) Yazılım test tanımı hazırlama, (2) Testlerin yapılması ve (3) Yazılım Test Raporu yazılması. Buna karşın, STOA ile yapılan testlerde harcanan işçilikler ise (1) STOA'nın geliştirilmesi, (2) STOA'nın öğrenilmesi, (3) STOA ile yazılım test tanımı hazırlama ve (4) STOA ile testlerin yapılması ve raporlanması şeklinde sıralanabilir. Bu işçilikler ölçüldüğünde Tablo 1 ve Tablo 2'deki sonuçlara ulaşılmıştır. Aşağıdaki değerler otomasyona uygun görülen 5 projede 74 test sonucu ortalama olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Test Süreç Ortalama Ölçümleri

	Test Tanımı Hazırlama (adam-saat)	Testlerin Yapılması (adam-saat)	Test Raporu Hazırlama (adam-saat)
		Manüel Yöntem	
Radar	17	15	2
ED/ET	33	40	4
		STOA ile	
Radar	10	1	0
ED/ET	16	2	0

Manüel yöntem ve STOA için işçilik eforlarının ölçümü adam-saat olarak Tablo 1'de verilmiştir. Bu sonuçlara baktığımızda test otomasyonu sayesinde testlerin yapılmasında büyük bir kazanç sağlanmıştır. STOA ile test raporu hazırlamaya hiç işçilik eforu sarf edilmemiştir. Aynı zamanda test tanımlarının hazırlanması için harcanan eforda kazanç sağlamıştır. STOA ile hazırlanan test tanımlarının doğrudan testlerin yapılmasında kullanılması testlerin yapılma süresinin azalmasında da rol oynamıştır. Bu kazançların maliyeti de STOA'nın geliştirilmesi için harcanan işçilik eforu olarak karşımıza çıkmaktadır. Tablo 2'de bu maliyet verileri sunulmuştur.

Tablo 2. Test Aracı Ortalama Ölçümleri

	Geliştirme (adam-saat)	Aracın Öğrenilmesi (adam-saat)
Radar	160	64
ED/ET	160	66

STOA'nın geliştirilme süresi, uygulama alanından bağımsız bir araç olduğu için her iki alanda da aynı adam-saat olarak ölçülmüştür. Aracın öğrenim süresi, bu aracı yeni kullanan kişiler için, aracı uygun olarak kullanmak için gereken öğrenme zamanını gösterir, adam-saat olarak ölçülmektedir. Son olarak yapılan bu yatırımın elde edilen kazanç göz önünde bulundurularak tahmini geri dönüşü aşağıdaki formül ile öngörülmüştür. [6]

Tahmini geri dönüş, $TGD=(TUK^{1}\times TMTS^{2}\times BTSTS^{3})-TAGM^{4}+TKK^{5}$ ile formüle edilmektedir. STOA kullanılarak yapılan testler için tahmini geri dönüş hesaplandığında, birim zamanda sağlanan üretkenlikte artış gözlenmiştir.

5 Sonuç

Bu makalede test otomasyonunu sağlamak ve birim zamandaki üretkenliği artırmak için geliştirilen ScalaTest tabanlı bir test otomasyon aracından, STOA, bahsedilmiştir. Güncel olarak geliştirilmesi ScalaTest'in seçilmesinde etkili olmuştur. STOA, ScalaTest'in sağladığı kolay okunabilir DSL'i özelleştirerek yazılım test tanımı yazımını kolaylaştırmıştır. Geliştirilen yardımcı kütüphaneler sayesinde test tanımı yazma ve test sonuçlarını raporlama gibi işlemler de testleri koşturma ile beraber entegre edilmiş ve otomatize edilmiştir. Test aracının eğitimi verildikten sonra, bu test aracı pilot olarak seçilen 2 adet gerçek projede uygulanmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma sonuçları paylaşılmıştır. Uygulama sonucu (1) STOA'nın test tanım dokümanlarının idamesini ve okunurluğunu kolaylaştırdığı, (2) test ve dokümantasyon otomasyonu sayesinde büyük oranda işçilik eforunu azalttığı, (3) test raporlarının görsel olarak etkisini artırdığı görülmüştür.

STOA'nın kullanıldığı proje sayısının artırılması ve getirileri için daha fazla ölçüm alınması beklenmektedir. Yapılan testlerin tarihi, test tanımları ve raporlarının bir veritabanında tutulması gibi ek özelliklerin STOA'ya gelecekte eklenmesi düşünülmektedir. Ayrıca STOA'nın kullanım özelliklerini artırmak için sürekli entegrasyon araçları (Jenkins vb.) ile uyumu sağlanıp, test süreçlerini yazılım geliştirme ile eş zamanlı hale getirme planlanmaktadır.

---

[1] Tahmini Üretkenlik Kazancı, var olan yöntemlere göre kazanç oranını gösterir

[2] Tahmini Manüel Test Süresi, saat olarak ölçülmektedir

[3] Bir Test Saatinde yapılan Test Sayısı, saat başına yapılan test sayısını gösterir, test sayısı olarak ölçülmektedir

[4] Tahmini Araçla (Test) Geliştirme Maliyeti, tahmini olarak testlerin araçla geliştirilmesi zamanını gösterir, saat olarak ölçülmektedir.

[5] Tahmini Kalite Kazancı, tahmini kalite kazancını gösterir, farklı bir yöntemle karşılaştırıldığında elde edilecek kalite artış yüzdesidir, yüzde olarak ölçülmektedir. Başka bir test aracı ve ScalaTest ile aynı testler yapıldığında birim zamanda bulunan hata miktarlarının yüzdesi olarak ölçülmüştür.

6 Kaynaklar

[1] M. Sowers, "Software Testing Tools Summary", White Paper, Software Development Technologies Inc., 2002.

[2] D. Hoffman, "Cost Benefits Analysis of Test Automation", %1 içinde *STAR West*, 1999.

[3] Martin, Robert C.; Martin, Micah D.; Wilson-Welsch, Patrick, "FitNesse", [Çevrimiçi]. Available: www.fitnesse.org. [Erişildi: 01 05 2016].

[4] Github, "Contributers to Scalatest", Scalatest, [Çevrimiçi]. Available: www.github.com/scalatest/scalatest/graphs/contributors?from=2013-04-07&to=2016-06-07&type=c. [Erişildi: 07 06 2016].

[5] "ScalaTest", 24 02 2016. [Çevrimiçi]. Available: http://www.scalatest.org. [Erişildi: 24 02 2016].

[6] B. Bossuyt ve B. Snyder, «Softwares Testing Tools: Metrics for Measurement of Effectiveness on Procedural and Object-Oriented Source Code,» Naval Postgraduate School, California, 2001.