ÖZET

ARAÇLARIN ELEKTRONİK SİSTEMLERİNİN TESTİ İÇİN TEST SENARYOSU ÜRETME YÖNTEMİ

Buluş, araçların elektronik sistemini test etmek için test senaryoları oluşturmak üzere bilgisayar tabanlı bir yöntem ile ilgilidir. Buna göre yeniliği; yarı-rastgele üretim algoritmalarını kullanarak yolların modüler yol segmentleri olan yol blokları ile tanımlandığı yolları ve yol elemanlarını içeren statik içeriğin üretilmesi; sözde rastgele oluşturulmuş statik içerik kullanılarak test senaryosunun bir haritasının oluşturulması, insan benzeri davranışları taklit etmek üzere eğitilmiş takviyeli öğrenme ajanları kullanılarak test senaryoları için sürücüleri, yayaları, sürücü davranışını ve yaya davranışını içeren dinamik içerik oluşturulması, takviyeli öğrenme ajanlarının simüle edilmiş bir ortamla etkileşime girip ve performanslarını iteratif olarak iyileştirmek için eylemlerine dayalı olarak ödüller veya cezalar alarak eğitilmiş olması; oluşturulan statik içerik ve oluşturulan dinamik içerik kullanılarak test senaryosu oluşturulması adımlarını içermesidir.

Şekil 1

İSTEMLER

1. Araçların elektronik sistemini test etmek için test senaryoları oluşturmak üzere bilgisayar tabanlı bir yöntem olup ***özelliği***;

- yarı-rastgele üretim algoritmalarını kullanarak yolların modüler yol segmentleri olan yol blokları ile tanımlandığı yolları ve yol elemanlarını içeren statik içeriğin üretilmesi;
- sözde rastgele oluşturulmuş statik içerik kullanılarak test senaryosunun bir haritasının oluşturulması,
- insan benzeri davranışları taklit etmek üzere eğitilmiş takviyeli öğrenme ajanları kullanılarak test senaryoları için sürücüleri, yayaları, sürücü davranışını ve yaya davranışını içeren dinamik içerik oluşturulması, takviyeli öğrenme ajanlarının simüle edilmiş bir ortamla etkileşime girip ve performanslarını iteratif olarak iyileştirmek için eylemlerine dayalı olarak ödüller veya cezalar alarak eğitilmiş olması;
- oluşturulan statik içerik ve oluşturulan dinamik içerik kullanılarak test senaryosu oluşturulması

adımlarını içermesidir.

2. İstem 1'e göre bir yöntem olup ***özelliği;*** dinamik içerik oluşturma adımının aşağıdaki alt adımları içermesidir:

- dinamik içerik oluşturmak için takviyeli öğrenme aracı kullanılarak eğitilmiş bir aracı sürücü modeli (221) kullanılarak, oluşturulan haritada sürücüler ve sürücü davranışları oluşturulması,

- dinamik içerik oluşturmak için takviyeli öğrenme aracı kullanılarak eğitilmiş bir test sürücü modeli (222) kullanılarak, oluşturulan haritada test sürücüsü davranışı oluşturulması, test sürücüsü modeli (222) ve aracı sürücü modelinin (221) iletişim halinde olduğu dinamik içerik oluşturmak için insan benzeri davranışların kopyalanması;

- bir dinamik trafik modeli (223) kullanılarak oluşturulan haritada yayalar ve yaya davranışı oluşturulması

adımlarını içermesidir.

TARİFNAME

ARAÇLARIN ELEKTRONİK SİSTEMLERİNİN TESTİ İÇİN TEST SENARYOSU ÜRETME YÖNTEMİ

TEKNİK ALAN

Buluş, araçların elektronik sistemini test etmek için test senaryoları oluşturmak üzere bilgisayar tabanlı bir yöntem ile ilgilidir.

ÖNCEKİ TEKNİK

Otomotiv endüstrisinde, araç sistemlerinin güvenliğini, güvenilirliğini ve verimliliğini sağlamak için sanal test ve doğrulama yöntemleri hayati önem taşımaktadır. Araç teknolojilerinin artan karmaşıklığı ve düzenleyici gereksinimlerle birlikte, test ve doğrulama sürecinde yalnızca fiziksel testlere güvenmek hem pratik değildir hem de yüksek maliyetlidir. Sanal doğrulama yöntemleri, araç sistemlerinin farklı işletim koşulları ve senaryoları altında performanslarını değerlendirmek için maliyet etkin ve zaman açısından verimli bir yol sunmaktadır. Bu sebeplerden ötürü, senaryoya dayalı simülasyon testleri giderek daha önemli hale gelmektedir.

Mevcut teknikte, test senaryoları gerekli test amacına göre tüm ilgili girdilerin, verilerin ve zamanlamalarının elle ayarlanmasıyla manuel olarak hazırlanmaktadır. Bu durum senaryoların birbirlerine benzer üretilmesine, zaman kaybına ve çeşitliliğin kısıtlı olmasına sebep olabilmektedir.

Test senaryoları genellikle gerekli test amacına göre tüm ilgili girdilerin, verilerin ve zamanlamalarının elle ayarlanmasıyla manuel olarak hazırlanmaktadır. Test senaryosu oluşturmayı otomatikleştirmek için birkaç yöntem de bulunmaktadır. Geleneksel yaklaşımlar, dinamik davranış modellerini etkili bir şekilde entegre etmeden genellikle statik senaryolara yoğunlaşmaktadır.

Yazılım geliştirme sürecinde yinelemeli bir süreç olarak döngü içi testler (in loop test), bireysel bileşenlerin veya alt sistemlerin daha geniş bir sistem içinde doğru bir şekilde çalıştığını doğrulamak için vazgeçilmezdir. Bu testler, daha büyük sistem ortamı bağlamında gerçekleştirilmekte ve çeşitli unsurların entegrasyonunu ve etkileşimini doğrulamaktadır.

Döngü içi testler için test senaryosu oluşturma, öncelikle yazılım sistemlerinin doğasında var olan karmaşıklık ve değişkenlikten kaynaklanan test uzmanları için birçok zorluk teşkil eder. Ayrıca, manuel test senaryosu oluşturma sırasında insan hatası sürekli bir risk olarak mevcuttur, bu da kritik test vakalarının gözden kaçmasına veya hatalı senaryoların oluşturulmasına yol açabilir. Sistemin boyutu ve karmaşıklığı arttıkça, ölçeklenebilirlik de bir endişe haline gelir ve tüm olası senaryoları kapsamlı bir şekilde kapsamak giderek zorlaşır.

Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen tüm sorunlar, ilgili teknik alanda bir yenilik yapmayı zorunlu hale getirmiştir.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Mevcut buluş yukarıda bahsedilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik alana yeni avantajlar getirmek üzere, bir yöntem ile ilgilidir.

Buluşun bir amacı, hızlandırılmış bir şekilde çeşitliği arttırmış ve gerçek dünyaya daha yakın test senaryoları üreten bir yöntem ortaya koymaktır.

Yukarıda bahsedilen ve aşağıdaki detaylı anlatımdan ortaya çıkacak tüm amaçları gerçekleştirmek üzere mevcut buluş, araçların elektronik sistemini test etmek için test senaryoları oluşturmak üzere bilgisayar tabanlı bir yöntemdir. Buna göre, yarı-rastgele üretim algoritmalarını kullanarak yolların modüler yol segmentleri olan yol blokları ile tanımlandığı yolları ve yol elemanlarını içeren statik içeriğin üretilmesi; sözde rastgele oluşturulmuş statik içerik kullanılarak test senaryosunun bir haritasının oluşturulması, insan benzeri davranışları taklit etmek üzere eğitilmiş takviyeli öğrenme ajanları kullanılarak test senaryoları için sürücüleri, yayaları, sürücü davranışını ve yaya davranışını içeren dinamik içerik oluşturulması, takviyeli öğrenme ajanlarının simüle edilmiş bir ortamla etkileşime girip ve performanslarını iteratif olarak iyileştirmek için eylemlerine dayalı olarak ödüller veya cezalar alarak eğitilmiş olması; oluşturulan statik içerik ve oluşturulan dinamik içerik kullanılarak test senaryosu oluşturulması adımlarını içermesidir. Böylece sözde rastgele ve takviyeli öğrenme yaklaşımları birleştirilerek gerçeğe daha yakın senaryolar üretilmesi sağlanmaktadır.

Buluşun mümkün bir yapılanmasının özelliği, dinamik içerik oluşturma adımının aşağıdaki alt adımları içermesidir:

- dinamik içerik oluşturmak için takviyeli öğrenme aracı kullanılarak eğitilmiş bir aracı sürücü modeli kullanılarak oluşturulan haritada sürücüler ve sürücü davranışı oluşturulması,

- dinamik içerik oluşturmak için takviyeli öğrenme aracı kullanılarak eğitilmiş bir test sürücü modeli kullanılarak, oluşturulan haritada test sürücüsü davranışı oluşturulması, test sürücüsü modeli ve aracı sürücü modelinin iletişim halinde olduğu dinamik içerik oluşturmak için insan benzeri davranışların kopyalanması;

- bir dinamik trafik modeli kullanılarak oluşturulan haritada yayalar ve yaya davranışı oluşturulması

adımlarını içermesidir.

ŞEKİLİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1'de yöntemi gerçekleştiren sistemin temsili görünümü verilmektedir.

Şekil 2'de test senaryosu üretim yazılımının mimarisinin şematik gösterimini vermektedir.

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

Bu detaylı açıklamada buluş konusu, sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak örneklerle açıklanmaktadır.

Şekil 1'e atfen buluş konusu yöntem bir işlemci birimi (100) tarafından uygulanmaktadır. İşlemci birimi (100), test senaryosunu oluşturmak üzere kullanılacak yazılımların ve veri tabanlarının kayıtlı olduğu bir hafıza birimiyle (130) veri okuma ve yazma yapacak şekilde ilişkili olabilmektedir. İşlemci birimi (100) bir test senaryosu üretim yazılımını (200) yürütebilmektedir. Test senaryosu üretim yazılımı (200) operasyonel tasarım alanı (operational design domain (ODD)) dosyalarına erişebilmektedir. İşlemci birimine (100) bir giriş birimi (110) vasıtasıyla veri girişi yapılabilmekte ve bir çıkış birimi (120) vasıtasıyla çıktılarını kullanıcıya sunabilmektedir. İşlemci biriminin (100) dahil olduğu bu sistem bir bilgisayar olabilmektedir.

Şekil 2'de test senaryosu üretim yazılımının (200) mimarisinin şematik gösterimini vermektedir. Test senaryosu üretim yazılımı (200), işlemci birimi (100) tarafından yürütülen komut satırlarından oluşan fonksiyonel modülleri içerebilmektedir. Bu modüller işlemci birimi (100) tarafından yürütülerek buluş konusu yöntemin hayta geçmesini sağlayan

adımları gerçekleştirerek test senaryosu üretilmektedir. Test senaryosunda yer alan ve test edilecek aracı ifade eden araç modelinin, test senaryosu simülasyonu içerisindeki etkileşimleriyle, aldığı girdilere göre ürettiği çıktılar/tepkilere göre test sonuçları elde edilmektedir. Örneğin, test senaryosunda, modelin sol arkasından gelen bir başka araç olduğunda kör nokta uyarı sisteminin uyarı veriyor olması, simülasyondaki bir girdiye karşılık üretilen çıktıya örnek olarak verilebilir.

Test senaryosu üretim yazılımı (200) bir çevre üretim modülü (210) ve bir dinamik üretim modülünü (220) içermektedir. Çevre üretim modülü (210), sanal test senaryosunun uygulanacağı bir haritayı üretmektedir. Dinamik üretim modülü (220) de, çevre üretim üretilen harita içerisinde dinamik olarak rol oynayan elementleri üretip bunların davranış senaryolarını belirlemektedir.

Daha detaylı olarak, çevre üretim modülü (210), yolların ve yol elemanlarının kayıtlı olduğu kaynak dosyalara erişim sağlamaktadır. Yollar ve yol elemanları modüler yol segmentleri olan yol bloklarıyla tanımlanmaktadır. Burada sözü edilen dosyalar örneğin OpenDRIVE standartlarındaki dosyalar olabilmektedir. OpenDRIVE standartlarındaki içerikler teknikte iyi bilinmekte ve manuel olarak test senaryolarının geliştirilmesinde sıkça kullanılmaktadır. Çevre üretim modülü (210) sözde-rastgele çevre üretim modülünü (211) ve bir yapay zeka destekli gerçekçi üretim modelinin (212) desteği ile gerçek dünyadaki yollara benzer yolları ve yol elemanlarını içeren statik içerikleri üretmektedir. Söz konusu statik içerikler ODD dosyalarındaki parametrelere uygun hazırlanmaktadır. Çevre üretim modülü (210), statik içerikleri içeren bir senaryo haritası oluşturmaktadır. Çevre üretim modülü (210) ürettiği haritayı örneğin XML formatında çıktı olarak verebilmektedir.

Dinamik üretim modülü (220) de, çevre üretim modülünden (210) aldığı haritayı kullanmaktadır. Dinamik üretim modülü (220), harita üzerindeki yaya, sürücü, yaya hareketi ve sürücü hareketleri olarak tanımlanan dinamik içerikleri üretmektedir. Dinamik üretim modülü (220) bunun için eğitilmiş takviyeli öğrenme ajanları ile oluşturulan modelleri kullanmaktadır. Dinamik üretim modülü (220) de ODD dosyalarına erişime sahiptir. Ayrıca, test sorgusuna ait girdilere de erişebilmektedir.

Daha detaylı olarak dinamik üretim modülü (220) bir aracı sürücü modelini (221) içermektedir. Aracı sürücü modeli (221), senaryoda yer alacak diğer sürücüleri oluşturmaktadır.

Dinamik üretim modülü (220) bir test sürücü modelini (222) içermektedir. Test sürücü modeli (222) de test edilecek aracın davranışlarını modellemektedir. Test sürücü modeli (222) ve aracı sürücü modeli (221) bir çoklu ajan haberleşme ve birlikte çalışma modülü (225) sayesinde test sürücüsü ve diğer sürücülerin uygun şekilde hareket etmesi ve devranış göstermesi kontrol edilmektedir.

Bir dinamik trafik modeli (223) de, yaya ve yaya davranışlarını modellemektedir.

Dinamik trafik modeli, test sürücü modeli (222) ve aracı sürücü modelleri takviyeli öğrenme makine öğrenmesi modelleridir. Takviyeli öğrenme ajanları simüle edilmiş bir ortamla etkileşime girip ve performanslarını iteratif olarak iyileştirmek için eylemlerine dayalı olarak ödüller veya cezalar alarak eğitilmiştir. Takviyeli öğrenme teknikte iyi bilindiğinden burada daha detaylı olarak açıklanmamıştır.

Bir senaryo üretim modülü (224) de dinamik ve statik içeriklere göre test senaryosunu oluşturmaktadır. Üretilen senaryo da XML formatında olabilmektedir.

Bir sanal simülasyon ortamında (300) statik içerikler ve dinamik içeriklerden oluşan test senaryosu yürütülmektedir.

Buluşun mümkün bir yapılanmasında üretilen harita bir harita doğrulama modülünden (230) geçirilmektedir. Bu adımda haritanın önceden belirlenen şartları sağlayıp sağlamadığı doğrulanmaktadır. Buluşun mümkün bir diğer yapılanmasında da oluşturulan test senaryosu bir senaryo doğrulama modülünden (240) geçirilmektedir. Doğrulama modülleri ilgili modüllere geri bildirim yapmaktadır.

Mümkün bir yapılanmada test senaryosu buluta yüklenmekte, böylelikle diğer kullanıcı terminallerinden de senaryonun kullanılmasına imkan tanınmaktadır.

Yukarıda detayları anlatıldığı üzere buluş konusu yöntem şu adımları içermektedir: yarı-rastgele üretim algoritmaları ve yapay zeka desteği kullanarak yolların modüler yol segmentleri olan yol blokları ile tanımlandığı yolları ve yol elemanlarını içeren statik içerik üretilmekte; sözde rastgele oluşturulmuş statik içerik kullanılarak test senaryosunun bir haritası oluşturulmaktadır. İnsan benzeri davranışları taklit etmek üzere eğitilmiş takviyeli öğrenme ajanları kullanılarak test senaryoları için sürücüleri, yayaları, sürücü davranışını ve yaya davranışını içeren dinamik içerik oluşturulması, takviyeli öğrenme ajanlarının

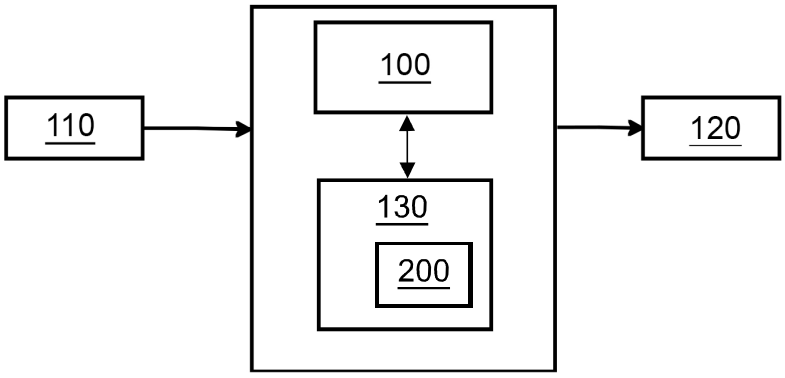
simüle edilmiş bir ortamla etkileşime girip ve performanslarını iteratif olarak iyileştirmek için eylemlerine dayalı olarak ödüller veya cezalar alarak eğitilmiş olması; oluşturulan statik içerik ve oluşturulan dinamik içerik kullanılarak test senaryosu oluşturulmaktadır.

Mümkün bir yapılanmada, dinamik içerik oluşturma adımının aşağıdaki alt adımları içermektedir: dinamik içerik oluşturmak için takviyeli öğrenme aracı kullanılarak eğitilmiş bir aracı sürücü modeli (221) kullanılarak oluşturulan haritada sürücüler ve sürücü davranışı oluşturulmaktadır. Dinamik içerik oluşturmak için takviyeli öğrenme aracı kullanılarak eğitilmiş bir aracı sürücü modeli (221) kullanılarak oluşturulan haritada test sürücüsü davranışı oluşturulmaktadır. Test sürücüsü modeli ve aracı sürücü modelinin (221) iletişim halinde olduğu dinamik içerik oluşturmak için insan benzeri davranışlar kopyalanmaktadır. Bir dinamik trafik modeli (223) kullanılarak oluşturulan haritada yayalar ve yaya davranışı oluşturulmaktadır.

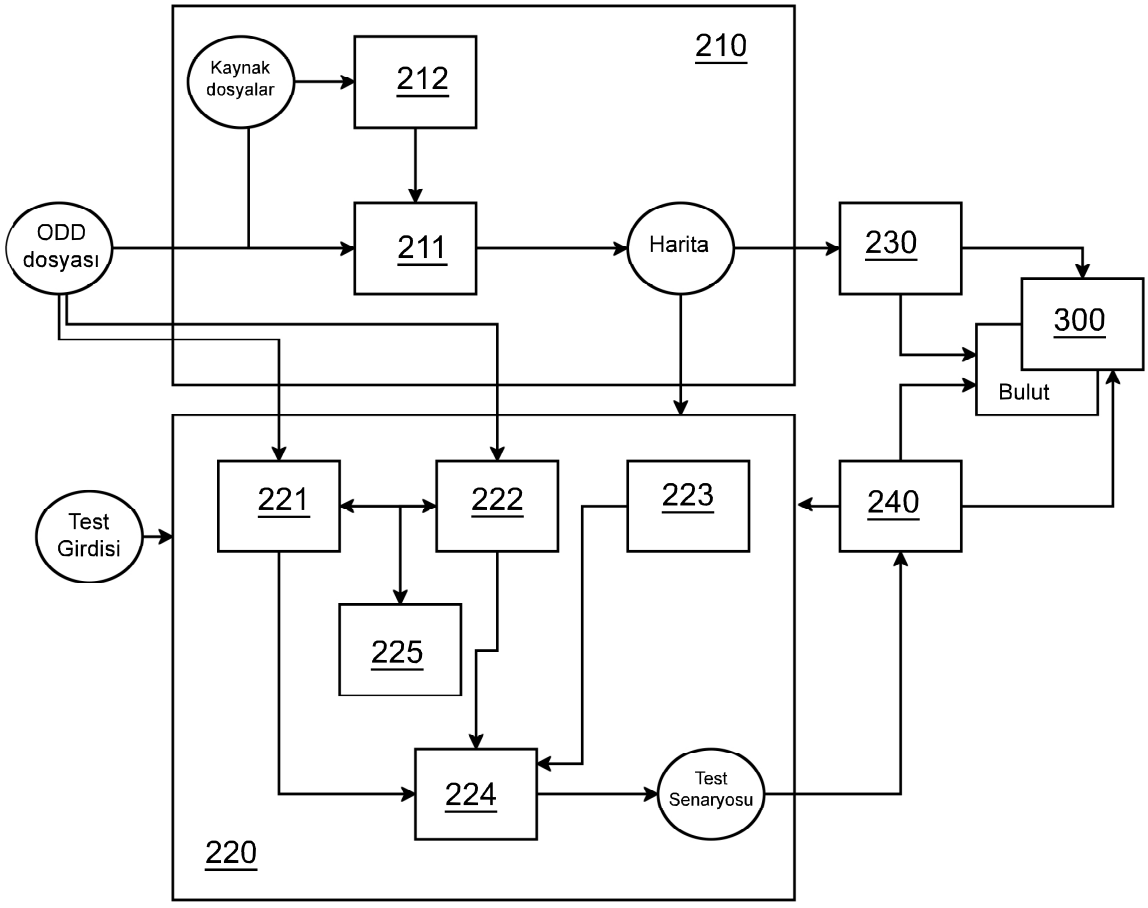
Buluşun koruma kapsamı ekte verilen istemlerde belirtilmiş olup kesinlikle bu detaylı anlatımda örnekleme amacıyla anlatılanlarla sınırlı tutulamaz. Zira teknikte uzman bir kişinin, buluşun ana temasından ayrılmadan yukarıda anlatılanlar ışığında benzer yapılanmalar ortaya koyabileceği açıktır.

ŞEKİLDE VERİLEN REFERANS NUMARALARI

100 İşlemci birimi
110 Giriş birimi
120 Çıkış birimi
130 Hafıza birimi
200 Test senaryosu üretim yazılımı
210 Çevre üretim modülü
211 Sözde-rastgele çevre üretim modülünü
212 Yapay zeka destekli gerçekçi üretim modeli
220 Dinamik üretim modülü
221 Aracı sürücü modeli
222 Test sürücü modeli
223 Dinamik trafik modeli
224 Senaryo üretim modülü
225 Çoklu ajan haberleşme ve birlikte çalışma modülü
230 Harita doğrulama modülü
240 Senaryo doğrulama modülü
300 Sanal simülasyon ortamı



Şekil 1


210
Kaynak dosyalar
212
ODD dosyası
211
Harita
230
300
Bulut
221
222
223
240
Test Girdisi
225
224
Test Senaryosu
220

Şekil 2