Etmen Sistemlerde Yeniden Yapılandırma ile Yük Paylaştırma Yaklaşımı

Ali Murat TİRYAKİ, Şebnem BORA, Oğuz DİKENELLİ
Ege Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir
ali.murat.tiryaki@ege.edu.tr, sebnem.bora@ege.edu.tr, oguz.dikenelli@ege.edu.tr

Özet: Bu çalışmada etmen rollerinin yeniden yapılandırılması üzerine kurulu bir yük paylaşımı yaklaşımı sunulmaktadır. Yaklaşımımıza göre aşırı yüklenmiş bir rol "rol bölme ontolojisi" tarafından tutulan stratejilere göre daha küçük rollere bölünerek yeniden yapılandırılır. Bu yaklaşım organizasyondaki etmenlerin rollerini takip eden ve gerektiğinde rollerin yeniden yapılandırmasına karar veren "izleyici etmen" adında yeni bir etmen tanımlamaktadır. İzleyici etmen platformdaki etmenleri, rolleri, etmen planlarını ve rollerin yüklerini gibi bileşenlerin tanımlamalarını tutan "platform ontolojisi" adından bir bilgi tabanı kullanır. Bu ontoloji her izleme periyodu için izleyici etmen tarafından güncellenir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu etmen sistemleri, yük paylaşım, çevik yaklaşımla.

A Load Sharing Approach Based On Refactoring Of Roles in Multi-Agent Systems

In this paper, we present a load sharing approach based on refactoring of roles of agents. According to our approach, a heavily loaded role is refactored by splitting it into new sub-roles with respect to a policy held by the "splitting ontology". This approach defines a new agent called "monitor agent" which monitors workload of roles of agents in the organization and decides on refactoring of roles. The monitor agent uses the platform ontology which explicitly describes components of the agent organization including agents, agents' roles, their plans, and their workload. This ontology is updated by the monitor agent in every monitor cycle.

Keywords: Multi Agent Systems, Load Sharing, Agile Approaches.

1. Giriş

Çoklu etmen sistemleri de ortak bir hedefi başarmak amacıyla birbirleri ile işbirliği içerisinde çalışan ve etmen adı verilen kavramsal elementlerden oluşan Dağıtık sistemlerdir. Çoklu etmen sistemlerinin açık doğası nedeniyle sistem içerisindeki rollerin sorumluluklarını analiz ve tasarım aşamalarında tam olarak belirleyebilmek neredeyse imkansızdır. Bu yüzden, etmen sistem içerisindeki belirli bir rolü oynayan etmenlerin yükü çalışma zamanında beklenmedik bir şekilde artabilir. Böyle bir durumda işbirliği ile gerçekleştirilmeye çalışılan hedefin başarılması garanti edilemez. Böyle bir durumda aşırı yüklenen etmenin çalışma yükünün bir bölümünü yeni veya hafif yüklü etmenlere aktarmak sistemin performansının arttıracaktır.

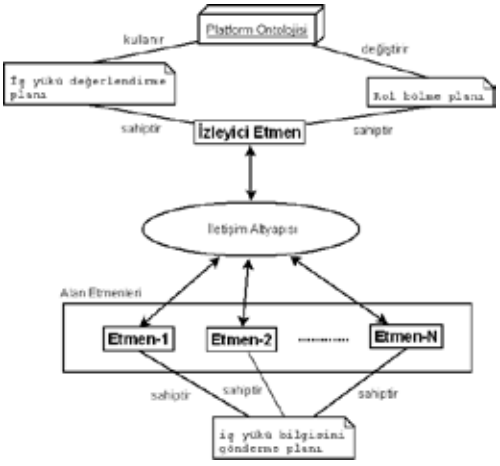
Biz etmenlerin çalışma yüklerinin etmenin sistemde oynadığı rol ile ilgili olduğunu düşünüyoruz. Çoklu etmen organizasyonu içerisinde davranışların ve diğer özelliklerin bir topluluğu olarak tanımlanır. Bu yüzden organizasyondaki bazı roller diğerlerinden daha kritik olabilirler. Kritik rollere sahip etmenler genellikle diğer etmenlerden ve kullanıcılarından çok sayıda istek alırlar. Bir etmen aynı zamanda birden fazla farklı role sahip olabilir ve

diğerlerinden istek alabilir. Böyle sistemlerde yük dağıtımına olan gereksinim yeni gereksinimlerin gelmesine bağlı olarak etmenlerin servis zamanlarının artmasıyla ortaya çıkar. Bu yüzden, platformdaki bazı etmenlerin aşırı yüklenmesi her zaman olasıdır. Böyle durumlarda aşırı yüklenen etmenlerin bazı sorumlulukları diğer etmenlere taşınmalıdır.

Bu çalışmada platformdaki rolleri üzerinde yeniden yapılandırma pratiğinin [9] uygulanması üzerine temellenmiş bir yük paylaştırma yaklaşımı tanıtıyoruz. Roller bazı görevleri, sorumlulukları ve hedefleri kapsüller. Yaklaşımımıza göre aşrı yüklenmiş etmenin rolü platform ontolojisinde tutulan bir politikaya göre yeni rollere bölünür. Platform ontolojisi platformun birimlerini, bu birimlerin güncel iş yüklerini ve yük paylaştırma politikasını içerir. Yaklaşımımızda kullanılan strateji aşırı yüklenmiş bir rolün planlarını platform ontolojisinde daha önceden tanımlanmış kurallara göre belirlenen yeniden yapılandırma sonucunda elde edilen rollere dağıtmaktır. Bu yaklaşım organizasyon içerisindeki etmenlerin iş yüklerini takip eden ve roller üzerinde yeniden yapılandırmaya karar veren bir gözetleme mekanizması kullanır. Bu gözetleme mekanizması yeniden kullanılabilir bir plan yapısı olarak gerçekleştirilmiştir.

2. Yük Paylaşımı İçin Soyut Mimari

u mimaride, "izleyici etmen" çalışma zamanında organizasyondaki diğer etmenleri kontrol eden merkezi bir etmendir. Bu etmen platformun güncel durumunu platform ontolojisi adı verilen bir OWL ontolojisinde tutar. İzleyici etmen alan etmenleri tarafından gönderilen çalışma yükü mesajlarını alır ve bu mesajlardan elde ettiği verileri "iş yükü değerlendirme planı" adı verilen bir plana geçirir. İzleyici etmenin bu planı platform ontolojisini kullanarak mesajın içerik kısmındaki iş yükü verisini gönderen her etmenin güncel durumunu etmenin bir önceki durumuna ve platformdaki diğer etmenlerin güncel durumuna göre değerlendirir. Bu planın çalışması sırasında bir rol üzerinde aşırı yük olduğu fark edilirse izleyici etmen kendisine rol bölme planını tetikleyecek bir mesaj gönderir. Bu plan aşırı yüklenmiş rolün bir veya daha fazla planını varolan veya yeni bir role taşıyarak rolün sorumluluklarını azaltır. Organizasyonel yapıda gerçekleştirilen bu değişiklik platformda bu rol ile bağlantılı olarak çalışan diğer etmenlere duyurulmalıdır. İzleyici etmenin ve planlarının çalışması ayrıntılı olarak bölüm XXX de sunulmuştur.

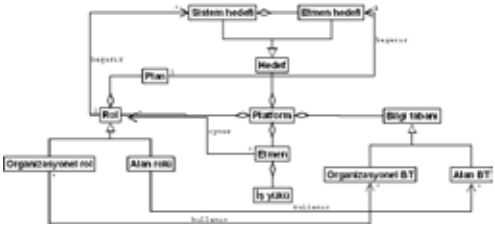


Şekil 1: Yeniden yapılandırma tabanlı yük paylaşımı için soyut mimari

Alan etmenleri alan bağımlı bazı sorumluluklara sahip etmenlerdir. Bu etmenlerin her biri kendi sorumluluklarını yerine getirebilmek için kullandıkları plan kütüphanelerine sahiptirler. Aynı sorumluluklara ve dolayısıyla aynı plan kütüphanelerine sahip etmenler bir rol içerisinde toplanır. Bu durumda, rol aynı yeteneklere ve sorumluluklara sahip etmenlerin oluşturduğu etmen grubunu tasvir eden bir soyutlamadır. Çoklu etmen sistemindeki alan etmenlerinin hepsi platformun genel hedeflerini başarmak için bir veya daha fazla rol üstlenir. Roller platformun Organizasyonel yapısı

tanımlanırken belirlenir ve etmenler başlatılırken bu etmenlere atanır.

Çoklu etmen sistemlerinde organizasyonel elemanların yeniden yapılandırılmasını mümkün kılabilmek için tüm sistemin modeli bir OWL ontolojisinde tutulmaktadır. Bu ontoloji tüm organizasyonel yapının güncel durumu ile ilgili bilgileri içermektedir. Çoklu etmen sistemleri için bir üst model tanımladık. Şekil 2 de gösterilen üst model sadece yük paylaşımı için kritik kavramları içermektedir.



Şekil 2: Çoklu etmen sistemleri için üst model

Yaklaşımımıza göre, çoklu etmen sistemleri sistem hedefleri adı verilen genel hedefleri başarmak üzere kurulurlar. Sistem hedeflerinin her biri bir role atanırlar. Rol çoklu etmen mimarisi içerisinde soyut bir elemandır. Bir rol aynı sorumluluk ve plan kütüphanesine sahip etmenlerin oluşturduğu bir etmen grubunu temsil eder. Üst modelde iki farklı tipte rol bulunmaktadır; organizasyonel roller bazı ayrıcalıklara sahiptir ve bu rolleri oynayan etmenler organizasyonel bilgi tabanlarına erişebilirler. Alan rolleri ise bazı alan bağımlı sorumlulukları olan alan etmenleri tarafından işletilirler. Bu rolleri üstlenen etmenler sadece platformun geliştirildiği alana ait bilgi tabanlarına erişebilirler. Roller işletilmek üzere etmenlere aranırlar. Role ev etmen arasındaki ilişki geleneksel nesneye yönelik geliştirimdeki nesne ve sınıf arasındaki ilişkiye benzer. Etmenler planlarını işleterek kendi rollerine ait hedefleri başarmaya çalışırlar. Sistem hedefleri birbiri ile işbirliği içerisinde çalışan etmenler tarafından başarılırlar. Bu işbirliği içerisinde her etmen kendine ait etmen hedeflerine sahiptir. Her etmen hedefi bir plan tarafından başarılır. Organizasyonel bilgi tabanları çoklu etmen sistem organizasyonunun güncel durumu hakkında bilgileri saklar. Alan bilgi tabanları ise platformun alan bağımlı bilgilerin saklanması için kullanılır. Çoklu etmen sistemlerinde iş yükünün paylaştırılması yaklaşımımızı uygulayabilmek için etmen sistem üst modelimize iş yükü adı verilen bir kavram ekledik. Bu kavram her etmenin güncel durumu hakkında verileri içermektedir.

İş yükü paylaşımı yaklaşımımızın süreci aşağıda listelenen 4 adımı takip etmektedir.

1. Platform içerisindeki tüm alan etmenleri periyodik olarak izleyici etmene bilgi mesajları gönderir. Bu mesajlar belirli bir periyot içerisinde etmene gelen istek sayısını ve etmenin çalıştığı makinenin işlemci yükünü içerir.

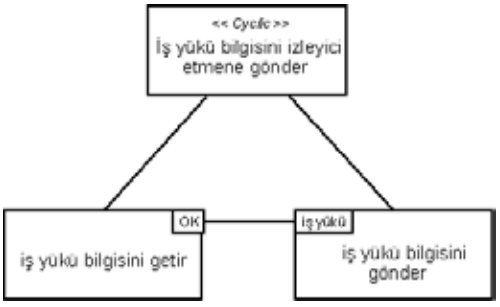
2. İzleyici etmen bir etmenin iş yükü ile ilgili verileri içeren bir bilgi mesajı aldığında "iş yükü değerlendir" planını çalıştırır. Bu plan içerisinde etmenden mesaj yoluyla alınan veriler organizasyon içerisindeki etmenlerin toplam iş yükleri göz önüne alınarak değerlendirilir.

3. İzleyici etmen iş yükü değerlendirmesi sırasında anormal bir durum ile karşılaşırsa bu anormal durumu ortadan kaldırmak için platformun organizasyonel yapısını yeniden düzenleyebilen bir yeniden yapılandırma planını tetikler. Yeniden yapılandırma planı platform ontolojisinde bazı değişikliklere sebep olacaktır.

4. Organizasyonel birimler üzerinde bir yeniden yapılandırma uygulandıktan sonra izleyici etmen platformdaki diğer etmenlere uygulanan yeniden yapılandırma hakkında duyuru yapmalıdır.

3. İş Yükü Bilgisinin Toplanması

İzleme yük dağıtımı algoritmaları içerisinde kullanılan etmenlerin aşırı yüküne karar vermek için gerekli bilgilerin toplanması işlemidir. Yük paylaştırma yaklaşımımızda izleme görevi bir gözlemleme mekanizması ile başarılmaktadır. Bu mekanizma "iş yükü bilgisinin izleyici etmene gönder" isimli bir periyodik plan ile işbirliği içerisinde çalışmaktadır. Bu plan etmenlerin çalışması sırasında periyodik olarak çalıştırılır ve etmenin güncel durumu hakkındaki bilgiyi izleyici etmene göndermekten sorumludur. Bu basit planın HTN yapısı şekil XXX de gösterilmektedir.



Şekil 3: Alan etmenlerinin "iş yükü bilgisinin izleyici etmene gönder" planı

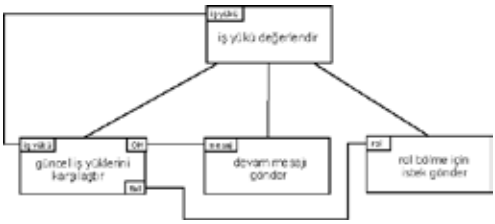
Bu planda, ilk olarak iş yükü bilgisi toplanır. İş yükü bilgisi işlemcinin güncel yükü, periyot içerisinde etmen tarafından alınan istek sayısı, periyot içerisinde çalıştırılan plan sayısı, etmenin içsel kuyruklarında çalıştırılmak üzere bekleyen plan sayısı gibi bazı veriler içerir. "iş yükü bilgisini getir" ilkel görevi bu verilerin hepsini toplar ve platform ontolojisinden gelen iş yükü kavramının bir örneğinin içerisine ekler. Bu görevin sonunda, oluşturulan iş yükü örneği "OK" sonuç durumu ile gönderilir. "iş yükü bilgisi gönder" isimli diğer görev iş yükü örneğini alır ve bir bilgi mesajının –Seagent platformunda FIPA ACL mesajı- içerik (content) bölümüne ekler. Son olarak, hazırlanan bu mesaj izleyici etmene gönderilir. Planın periyodunun platformda kullanılan makinelerin gücüne ve platformun güvenilirlik gereksinimlerine bağlı olduğunu düşünüyoruz. Biz uygulamalarımızda periyot olarak 10 saniye civarlarını kullandık. Periyodun düşürülmesi durumunda alan etmelerinin ve özellikle de izleyici etmenin yükü artar. Bu yüzden, geliştiriciler geliştirdikleri platformda kullanacakları periyodu tasarım aşamasında belirlemelidirler

4. Çoklu Etmen Sistemlerinde Yük Paylaştırma İçin İzleme

İzleyici etmen sistemini sürekli olarak izleyen merkezi ve kritik bir etmendir. Bu etmen platformda aşırı yüklenme gibi bir anormal durum fark ettiğinde organizasyonel yapı üzerinde yenide yapılandırma yaparak çoklu etmen sisteminin güvenilirliğini garanti altına alır. İzleyici etmenin çoklu etmen sistemlerinde iş yükü paylaştırma için iki kritik sorumluluğu vardır. İlki, anormal durumları yakalayabilmek için platformdaki etmenlerin iş yüklerini takip ederek değerlendirmelidir. İkincisi ise platform içersindeki bir rol üzerinde aşırı yükleme yakaladığında rolü bölmelidir. Takip eden alt bölümlerde izleyici etmenin bu iki sorumluluğu nasıl karşıladığından detaylı olarak bahsedilmektedir.

4.1 Etmenlerin İş Yüklerinin Değerlendirilmesi

İzleyici etmen alan etmenleri tarafından gönderilmiş olan ve bu etmenlerin iş yükü bilgilerini içeren iş yükü bilgi mesajlarını alır. İş yükü verisi platform ontolojisi içerisindeki iş yükü kavramının bir örneği olarak taşınır. İzleyici etmen bir alan etmeninden gelen bir iş yükü bilgi mesajını aldığında "iş küyü değerlendir" planını tetikler. Bu planın sıradüzensel görev ağı (HTN) formalizmi kullanılarak oluşturulan yapısı şekil XXX de sunulmuştur.



Şekil 4: "workload evaluation" plan of monitor agent

Şekil 5: "yeni bir rol yarat" planı.

İş yükü bilgi mesajından elde edilen iş yükü verisi bir kalıtım bağı ile "güncel iş yüklerini karşılaştır" isimli ilkel göreve geçirilir. Bu görev içerisinde provizyon olarak elde edilen bu iş yükü örneği aynı etmenin bir önceki iş yükü ve platformdaki diğer etmenlerin güncel iş yükleri ile karşılaştırılır. Değerlendirme sonunda herhangi bir anormal durum fark edilmemiş ise "iş yüklerini değerlendir" görevi "OK" sonuç durumu üretir. Bu sonuç durumunun yönlendirmesi ile iş yükü bilgisini gönderen etmene çalışmaya devam etmesini bildiren bir mesaj gönderilir. Eğer iş yükü değerini gönderen etmende bir aşırı yükleme fark edilirse "iş yükü değerlendir" görevi "fail" sonuç durumu ile aşırı yüklenmiş rolü gönderir. Aşırı yüklenmiş rolün tanımı "rol bölme isteği gönder" isimli görev tarafından alınır. Bu görev içersinde aşırı yüklenmiş rolün bölünmesi isteğini içeren bir mesaj hazırlanır ve bu mesaj ilgili planı tetiklemek üzere izleyici etmene gönderilir.

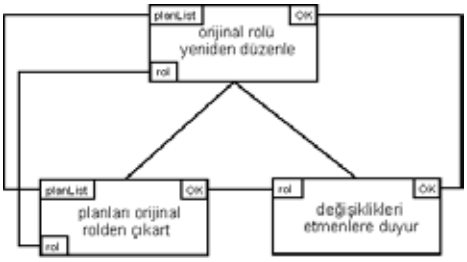
4.2 Rol Bölme

Yeniden kullanımı arttırmak amacı ile izleyici etmenin rol bölme hedefi iki alt hedefe bölünmüştür; "yeni bir rol yaratma" ve "orijinal rolün yeniden düzenlenmesi". Bu iki hedefin her biri için ayrı birer plan gerçekleştirilmiştir. Bu planların HTN yapıları şekil 1.5'de ve şekil 1.6'da sunulmuştur.

İzleyici etmen rol bölme isteği içeren bir mesaj aldığında "yeni bir rol yarat" planını tetikler. Bu plan girdi olarak aşırı yüklenmiş role gereksinim duyar. Rol bölme için ilk olarak orijinal rolden çıkarılarak yeni bir role eklenecek planlara karar verilmelidir. Şu anda, rol aşırı yüklendiğinde hangi planın rolden çıkarılacağı bilgisinin daha önceden belirlendiğini varsayıyoruz. Sistem geliştiriminin tasarım aşamasında geliştiriciler aşırı yüklenme durumunda rolden çıkarılacak planlara karar verir ve bu bilgiyi bilgi tabanına kaydeder. "çekilecek planları belirle" görevi aslında rol provizyonu ile elde edilen aşırı yüklenmiş rol için bilgi tabanından bu bilgiyi bulur ve bu plan tanımlarını "OK" sonuç durumu ile gönderir. Rolden çekilecek planlar belirledikten sonra yeni bir rol örneği yaratılır ve çekilen plan tanımları ontolojideki bu yeni rol örneğine eklenir. Bu noktada, ontoloji içerisinde yeni bir rol örneği oluşturulmuş olmasına rağmen platform içerisinde bu rolü oynayan bir etmen bulunmamaktadır. Bu yüzden, yeni rol "yeni bir etmen başlat" karmaşık görevine geçirilir. Bu karmaşık görevin alt görevleri içerisinde ilk olarak platforma bağlı olan makineler içerisinden yeni etmenin çalışması için en uygun makine seçilir. Bu seçim sırasında izleyici etmen alan etmenlerin işlemci yükü gibi bazı iş yükü verilerine bakar ve daha fazla yükü götürebilecek en uygun makineyi seçer. Makine seçiminden sonra yeni rolün plan kütüphanesi bu makineye gönderilir ve bu plan kütüphanesini kullanan bir etmen başlatılır. Son olarak platform ontolojisindeki orijinal rolün yeniden düzenlenmesi için bir istek mesajı izleyici et-

mene gönderilir. Bu mesaj orijinal rolün örneğini ve bu rolden çekilen plan tanımlamalarını içermektedir.

İzleyici etmen bir rolün yeniden düzenlenmesi için istek içeren bir mesaj aldığında "orijinal rolü yeniden düzenle" planını tetikler. Bu planın HTN yapısı şekil XXX de sunulmuştur.



Şekil 6: İzleyici etmenin "orijinal rolü yeniden düzenle" planı

"orijinal rolü yeniden düzenle" planı rol bölme adı verilen yeniden yapılandırmanın son adımında işletilen basit bir plandır. Daha önceki adımlarda yeni bir rol yaratıldı ve orijinal rolün bazı planları bu yeni role eklendi. Bununla birlikte orijinal rolden çekilen bu planlar orijinal rolün ontolojideki örneğinden çıkartılmamış durumdadır. Bu yüzden orijinal rolü oynayan alan etmenleri hala eski, hafifletilmemiş plan kütüphanesini kullanmaya devam etmektedirler. İlk ilkel görevde, çekilen planlar platform ontolojisindeki orijinal rol örneğinden çıkartılır. Orijinal rolün plan kütüphanesi daraltıldığında bu rolü oynayan etmenler çekilen bu planlar ile karşıladıkları isteklere cevap veremez duruma gelirler. Bu yüzden sorumluluklardaki bu değişim platformun servis kayıtçısına (DF) haber verilmelidir. Daha sonra platformda yeniden yapılandırılmış rolü oynayan tüm etmenlere bir duyuru mesajı ile yeni plan kütüphaneleri gönderilir.

5. Örnek Uygulama ve Sonuçlar

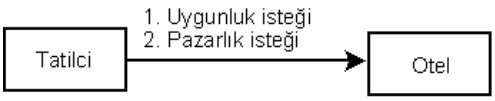
Bu çalışmada tanıtılan etmen sistemlerinde iş yükü paylaştırma yaklaşımı Seagent çerçevesi içerisinde gerçekleştirilmiştir. Yaklaşımımızın verimliliğini gösterebilmek için bu yaklaşım Seagent araştırma grubu tarafından gerçekleştirilmiş bir etmen sistem uygulaması için uygulanmıştır. Bu uygulama turizm alanındadır ve alanın çekirdek senaryolarından biri üzerinde odaklanmıştır.

Bu senaryoda tatilci otel odası kiralama ve ulaşım detaylarını içeren bir tatil planı organize etmeye çalışmaktadır. Kullanıcının kalacak yer ve ulaşım tercihlerinin sistem tarafından bilindiği varsayılmaktadır. Senaryonun amacı tatilcinin tercihleri temel alınarak en uygun kalacak yer seçeneğinin belirlenmesi ile en ucuz tatil planının hazırlanmasıdır.

Uygulamanın çalışması sırasında otel etmenlerinin tatilci etmenlerinin isteklerine cevap vermesi gerektiğinden tatilci etmenlerinin sayısının artması durumunda otel etmenlerinin aşırı yüklenebileceği fark edilmiştir. Bu yüzden iş yükü paylaştırma mekanizmasının bu sistemde kullanılmasının faydalı olacağı anlaşılmıştır. Bu doğrultuda rollerin yeniden yapılandırması temeline dayanan iş yükü paylaşım yaklaşımımız için gerekli birimler sisteme dâhil edilmiştir.

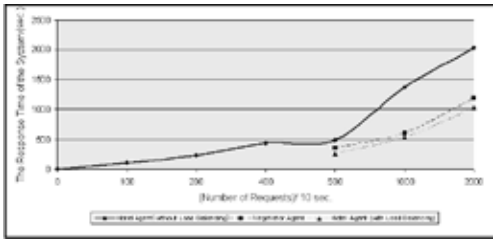
Yaklaşımımızın değerlendirmesi için senaryonun sadece otel odası kiralama bölümü üzerinde durulmuştur. Sistem tasarım aşamasında bu senaryo için birincil roller tatilci ve otel olarak belirlenmişti. Senaryonun başlangıç rol diyagramı şekil 1.7'de gösterilmektedir. Tatilci rolünün senaryonun akışını tetikleyeceği ve kontrol edeceği açıktır. Tatilci önce iteklerine uygun otelleri bulur daha sonra bu otellerde kiralanmaya uygun bir oda olup olmadığını

sorgular. Eğer uygun bir oda bulunursa tatilci ve otel bu oda için pazarlık başlatır.



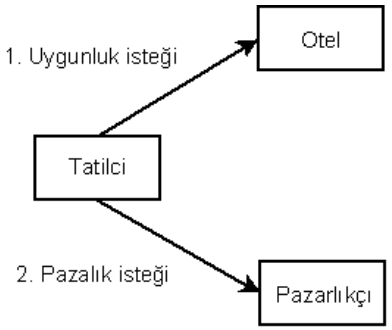
Şekil 7. "tatil hazırla" senaryosu için başlangıç rol modeli

Test 1,5 GHz hızında çalışan intel Pentium 4 işkemcili, 512MB belleğe sahip, iki bilgisayar üzerinde Linux Ubuntu 6.10 işletim sistemi kullanılarak yapılmıştır. Bu teste otel etmenlerine 10 saniye içerisinde gönderilen istek sayısını arttırarak iş yükü paylaşımı yaklaşımımızın verimliliğini değerlendirdik. İlk durumda hiçbir iş yükü paylaştırma tekniği uygulanmadan 10 saniyelik bir periyot içerisinde arttırılan istek sayıları uygulanarak otel etmeninin bu isteklere cevap verme zamanı gözlenmiştir. İkinci test durumunda ise rollerin yeniden yapılandırılmasına dayalı iş yükü dağıtma tekniği kullanılarak otel etmenin cevap süreleri tekrar gözlemlenmiştir. Bununla birlikte organizasyon içerisindeki etmenler her 10 saniyede bir iş yükü verilerini izleyici etmene bildirmişlerdir. Bu testte iş yükü dağıtma yaklaşımımızın sistemin cevap verme süresini düşürmedeki verimliliğini gözlemlenmeye çalıştık.



Şekil 8. Yeniden yapılandırma tabanlı iş yükü dağıtım yaklaşımının verimliliği

Test sonuçları şekil 1.8'de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi herhangi bir iş yükü dağıtma tekniği uygulanmadan 10 saniyelik periyot içerisindeki istek sayısı arttığında beklendiği gibi cevap zamanı hızla artmaktadır. İkinci testte izleyici etmen otel etmeninin aşırı yüklendiğine karar vererek bu rolün sorumluluklarının bir kısmını (pazarlık yapma görevi) yeni yarattığı pazarlıkçı etmenine taşımıştır. Senaryonun rol diyagramının yeniden yapılandırılmış son hali şekil 1.9'da gösterilmiştir. Şekil 1.8'de görüldüğü gibi iş yükü dağıtım mekanizması uygulanan sistemler böyle bir mekanizma uygulanmayan sistemlere göre daha iyi bir performans ile çalışmaktadırlar. Sonuç olarak bu değerlendirme yeniden yapılandırma tabanlı iş yükü paylaştırma yaklaşımımız etmen sistemler için verimli bir yük paylaşım tekniği olduğunu göstermiştir.



Şekil 9. Tatil hazırlama senaryosunun son rol modeli

7. Sonuç

Bu makalede, etmelerin aşırı yüklenmesine neden olan rollerin yeniden yapılandırması üzerine kurulu bir yük paylaşımı yaklaşımı sunulmuştur. Bu yaklaşımda etmelerin aşırı yüklemesine sebep olan roller belirlenir daha sonra tasarım aşamasında tanımlanan yük paylaşımı stratejisine göre alt rollere bölünerek sorumlulukları azaltılır. Rol bölmenin temel işlevi aşırı yüklenmiş rolün bazı planlarının yeni bir role taşınmasıdır.

Bu yaklaşımın değerlendirilmesinde yük paylaşımı yaklaşımı uygulanan sistemlerin bu yaklaşımın uygulanmadığı sistemlere göre

daha güvenilir bir şekilde çalıştığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, çoklu etmen sistemlerinde verimli bir yük paylaşımı bu yaklaşım kullanılarak uygulanabilir.

7. Kaynaklar

1. A. Shaerf, Y. Shohem and M. Tennenholtz. Adaptive Load Balancing: A study in Multi-Agent Learning. Journal of Artificial Intelligence Research 2, 1995

2. S. Appleby, and S. Steward. Mobile software agents for control in telecommunications networks. *BT Technology Journal*, Vol. 12, No.2., 1994

3. J. Cao, D. Spooner, S. Jarvis, and G. Nudd. Grid load balancing using intelligent agents, Elsevier,2004

4. M. Singhal and N. G. Shivaratri. Advanced Concepts in Operating Systems, McGraw-Hill, 1994

5. FIPA, FIPA Specifications , http://www.fipa.org

6. Paolucci, M. et al. A planning component for RETSINA Agents. Intelligent Agents VI, LNAI 1757, N. R. Jennings and Y. Lesperance, eds., Springer Verlag, 2000**.**

7. S. Dhakal, M.M. Hayat, J.E. Pezoa, C. Yang, and D.A. Bader, ``Dynamic Load Balancing in Distributed Systems in the Presence of Delays: A Regeneration-Theory Approach,'' *IEEE Transactions on Parallel & Distributed Systems,* 18(4):485-497, 2007.

8. K. Beck, Extreme programming explained: Embrace Change, *Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.*, Boston, MA, 1999.

9. M. Fowler. Refactoring, Improving the Design of Existing Code, *Addison Wesley*, 429 p., 2000

10. Web Ontology Language (OWL), http://www.w3.org/2001/sw/WebOnt/

11. M. Williamson, K. Decker and K. Sycara. Unified Information and Control Flow in Hierarchical Task Networks, *Working Notes of the AAAI-96 Workshop* "Theories of Action, Planning, and Control",1996.

12. Dikeneli, O. et al. SEAGENT: A Platform for Developing Semantic Web Based Multi Agent Systems, The Fourth International Joint Conference on Autonomous Agents - AAMAS05, 2005.

13. Semantic Web Enabled Multi-Agent Framework, SEAGENT, http://www.seagent.ege.edu.tr

14. A. Papoulis. Probability, Random Variables, and Stochastic Processes. Third Edition. McGraw-Hill, Inc., 1991