

ÖZET

5G NR İÇİN UYARLANABİLİR TOPOLOJİ SEÇİM YÖNTEMİ

- 5 Baz istasyonlarının (200) ortak sinyal ve bilgi sinyali iletebildiği birden çok baz istasyonu (200), baz istasyonlarıyla (200) iletişim kurabilen birden çok kullanıcı ekipmanı (300) ve baz istasyonlarının (200) çalışmasını kontrol etmeye yönelik bir ağ denetleyicisi (100) içeren bir sistemde ortak sinyal iletimi için bir yöntem olup, şu adımları içermesiyle karakterize edilmektedir: kullanıcı ekipmanı tarafından, baz istasyonlarının nasıl ve ne zaman
- 10 tetikleneceğine ilişkin talimatları içeren bilgi sinyallerinin alınması; ağ denetleyicisi (100) tarafından, baz istasyonunun (200) ortak sinyalleri iletmeye işlemini, bir kullanıcı ekipmanı (300) veya ağ denetleyicisi (100) ortak sinyalleme tetikleyene kadar sürdürdüğü inaktif mod; ve ortak sinyallemenin gerçekleştirildiği ve baz istasyonlarının (200) iletmeye ve alım yeteneklerinin inaktif modda çalışan baz istasyonlarının (200) kapsama alanını kapsayacak
- 15 şekilde ayarlandığı aktif mod arasında baz istasyonlarının (200) çalışma modunun seçilmesi; ağ denetleyicisi (100) tarafından ağ koşullarının izlenmesi; izleme sonuçlarına dayalı olarak çalışma modu seçiminin gerçekleştirilmesi.

İSTEMLER

1. Bir sistemde ortak sinyal iletimi için bir yöntem olup, baz istasyonlarının (200) ortak sinyal ve bilgi sinyali iletebildiği birden çok baz istasyonu (200), baz istasyonlarıyla (200) iletişim kurabilen birden çok kullanıcı ekipmanı (300) ve baz istasyonlarının (200) çalışmasını kontrol etmeye yönelik bir ağ denetleyicisi (100) içermektedir, aşağıdaki adımları içermesi ile **karakterize edilmektedir**:
 - kullanıcı ekipmanı (300) tarafından, baz istasyonlarının (200) nasıl ve ne zaman tetikleneceğine ilişkin talimatları içeren bilgi sinyallerinin alınması;
 - ağ denetleyicisi (100) tarafından, baz istasyonlarının (200) çalışma modunun, bir kullanıcı ekipmanı (300) veya ağ denetleyicisi (100) ortak sinyalleşmeyi tetikleyene kadar baz istasyonunun (200) ortak sinyal iletim işlemini beklettiği inaktif mod, ortak sinyalleşmenin gerçekleştirildiği ve inaktif modda çalışan baz istasyonlarının (200) kapsama alanını kapsayacak şekilde baz istasyonlarının (200) iletim ve alım yeteneklerinin ayarlandığı aktif mod arasından seçilmesi
 - ağ denetleyicisi (100) tarafından ağ koşullarının izlenmesi;
 - izleme sonuçlarına dayalı olarak çalışma modu seçiminin gerçekleştirilmesi.
2. İstem 1'e göre yöntem olup, **burada** ağ koşulları, ağ yükü, kullanıcı ekipmanı (300) konumları, kullanıcı ekipmanı (300) gereksinimlerinden en az biridir.
3. İstem 2'ye göre yöntem olup, aşağıdaki adımları içermesiyle **karakterize edilmektedir**:
 - ağ denetleyicisi (100) tarafından, ağ durumu, kullanıcı ekipmanı (300) konumları ve kullanıcı ekipmanı (300) gereksinimlerini içeren girdilere dayalı olarak optimum ağ konfigürasyonlarını belirlemek üzere eğitilmiş bir yapay zeka modeline erişilmesi;
 - kullanıcı ekipmanı (300) konumları, yük ve gereksinimleri de dahil olmak üzere izlenen ağ durumunun modele uygulanması ve yapay zeka modelinin çıktısına dayalı olarak çalışma modu seçiminin gerçekleştirilmesi.
4. İstem 3'e göre yöntem olup, aşağıdaki adımları içermesiyle **karakterize edilmektedir**:
 - ağ denetleyicisi (100) tarafından, ağ durumu, kullanıcı ekipmanı (300) konumları ve kullanıcı ekipmanı (300) gereksinimlerini içeren girdilere dayalı olarak optimum ağ konfigürasyonlarını belirlemek üzere eğitilmiş Uzun Kısa Süreli Bellekli Derin Q-Ağ (DQN-LSTM) modeline erişilmesi;

- kullanıcı ekipmanı (300) konumları, yük ve gereksinimleri de dahil olmak üzere izlenen ağ durumunun modele uygulanması;
- N-LSTM modelinin çıktısına dayalı olarak çalışma modu seçiminin gerçekleştirilmesi;
- sonraki konfigürasyonları iyileştirmek için izlenen ağ performans ölçütlerinden gelen geri bildirimini dahil ederek DQN-LSTM modelinin yinelemeli olarak iyileştirilmesi.

5

5. İstem 1'e göre yöntem olup, **burada** söz konusu ortak sinyal Senkronizasyon Sinyal Bloğudur (SSB).

TARİFNAME

5G NR İÇİN UYARLANABİLİR TOPOLOJİ SEÇİM YÖNTEMİ

5 TEKNİK ALAN

Buluş, özellikle 5G NR sistemi olmak üzere, baz istasyonlarının ortak sinyal ve bilgi sinyali iletebildiği birden çok baz istasyonu, baz istasyonlarıyla iletişim kurabilen birden çok kullanıcı ekipmanı ve baz istasyonlarının çalışmasını kontrol etmeye yönelik bir ağ denetleyicisi içeren bir sistemde ortak sinyal iletimi için bir yöntem ile ilgilidir.

ÖNCEKİ TEKNİK

Mevcut 5. nesil yeni radyo (5G NR) ağları, ağ boştayken bile önemli miktarda enerji tüketen senkronizasyon sinyallerinin ve sistem bilgilerinin periyodik iletimini kullanmaktadır. Birincil amaç, gereksiz iletimleri azaltmak ve 5G NR ağlarında enerji tasarrufu sağlamaktır.

Önceki çözümler, öncelikle ortak sinyallerin periyodikliğini ve enerji tasarrufu için rastgele erişim fırsatlarını ayarlamaya odaklanmıştır. Bu, SSB (senkronizasyon sinyal bloğu) ve Sistem Bilgi Bloğu Tip 1 (SIB1) gibi ortak kanalların/sinyallerin iletimini/alımını, periyodikliklerini değiştirerek uyarlamayı içermektedir. Örneğin, bazı şirketler iletim sıklığını azaltmak için SSB ve SIB1'in periyodikliğini uzatmayı araştırmıştır.

Rel-19'da tanıtılan bir diğer yaklaşım, ikincil hücre (SCell) aktivasyonu, ölçümler ve ışınlama yönetimi gibi belirli amaçlar için sporadik SSB iletimlerine olanak tanıyan, böylece gereksiz iletimleri azaltan ve enerji tasarrufu sağlayan talep üzerine SSB iletimidir. Ancak, bu yaklaşım şu anda İkincil Hücreler (SCell'ler) ile sınırlıdır ve Birincil Hücreler (PCell'ler) için geçerli değildir.

Ek olarak US20240251345A1 dokümanı, bir hücrenin öngörülen gelecekteki yük ve ağ performansına dayalı olarak bir güç tasarrufu moduna ne zaman girmesi veya çıkması gerektiğini belirlemek için bir yöntem önermektedir. Bu yöntem, geçmiş yük verilerini analiz etmek ve gelecekteki yük koşullarını tahmin etmek için makine öğrenimini kullanmayı ve ardından kullanıcı deneyiminden ödün vermeden enerji tasarrufu elde etmek için hücreleri

veya taşıyıcıları açma/kapatma eşiklerini dinamik olarak ayarlamayı içermektedir.

Önceki dokümanlar, öncelikle zaman alanı uyarlaması ve talep üzerine SSB iletimi üzerine odaklanan 5G NR ağları için çeşitli enerji tasarrufu çözümleri önermektedir.

5

Zaman alanı uyarlama yöntemleri, enerji tüketimini azaltmak için ortak sinyallerin ve rastgele erişim fırsatlarının periyodikliğini ayarlamayı veya iletimini atlamayı içermektedir.

Önerilen çözümler 5G NR ağlarında enerji tasarrufu için umut vadeden yaklaşımlar sunarken, aynı zamanda bazı dezavantajlar da sunmaktadırlar:

Zaman alanı uyarlama yöntemleri:

- Sınırlı ayrıntı düzeyi: Periyodikliklerin ayarlanması, iletimleri kontrol etmede sınırlı ayrıntı düzeyi sunmaktadır ve bu da potansiyel olarak gereksiz SSB'lere veya kullanıcı ekipmanı (UE'ler) için gecikmiş erişime yol açabilmektedir.
- Ağ genelinde etki: SSB veya SIB1 periyodikliklerindeki değişiklikler, ağdaki tüm UE'leri etkilemektedir ve potansiyel olarak sık erişim veya güncelleme gerektirenleri etkilemektedir.
- Karmaşıklık: Farklı ağ koşulları ve trafik düzenleri için optimum periyodiklikleri belirlemek karmaşık olabilmektedir ve önemli bir ek yük gerektirebilmektedir.

Talep üzerine SSB iletimi:

- Sınırlı uygulanabilirlik: Halihazırda SCell'lerle sınırlıdır ve PCell'lerin enerji tüketimi ele alınmamıştır.
- Tetikleme zorlukları: Gecikmeyi en aza indirirken ve UE'ler için zamanında erişimi garanti altına alırken talep üzerine SSB'leri etkin bir şekilde tetiklemek zor olabilmektedir.
- UE yeteneği: Talep üzerine SSB çalışması için UE desteği gerektirmektedir ve bu da eski UE'ler için faydalarını potansiyel olarak sınırlamaktadır.

Yukarıda belirtilen tüm sorunlar, sonuç olarak ilgili teknik alanda bir yenilik yapmayı gerekli kılmıştır.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Bu buluş, yukarıda belirtilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik alana yeni avantajlar getirmek için bir yöntem ile ilgilidir.

Buluşun bir amacı, iyileştirilmiş kullanıcı ekipmanı deneyimini korurken 5G yeni radyo (NR) baz istasyonlarında enerji tasarrufu sağlamaktır.

Buluşun bir diğer amacı, sinyalleme ek yükünü azaltmaktır.

5

Buluşun bir diğer amacı, enerji tasarrufu sağlarken kapsama alanını korumaktır.

Yukarıda belirtilen ve aşağıdaki ayrıntılı açıklamadan ortaya çıkacak tüm hedeflere ulaşmak için, mevcut buluş, baz istasyonlarının ortak sinyal ve bilgi sinyali iletebildiği birden çok baz istasyonu, baz istasyonlarıyla iletişim kurabilen birden çok kullanıcı ekipmanı ve baz istasyonlarının çalışmasını kontrol etmeye yönelik bir ağ denetleyicisi içeren bir sistemde ortak sinyal iletimi için bir yöntemle ilişkindir. Buna göre, aşağıdaki adımları içermesiyle karakterize edilmektedir:

- kullanıcı ekipmanı tarafından, baz istasyonlarının nasıl ve ne zaman tetikleneceğine dair talimatları içeren bilgi sinyallerinin alınması;
- tarafından baz istasyonlarının çalışma modunun, bir kullanıcı ekipmanı veya ağ denetleyicisi ortak sinyalleşmeyi tetikleyene kadar baz istasyonunun ortak sinyal iletim işlemini beklettiği inaktif mod, ortak sinyalleşmenin gerçekleştirildiği ve inaktif modda çalışan baz istasyonlarının kapsama alanını kapsayacak şekilde baz istasyonlarının iletim ve alım yeteneklerinin ayarlandığı aktif mod arasından seçilmesi
- ağ denetleyicisi tarafından ağ koşullarının izlenmesi;
- izleme sonuçlarına dayalı olarak seçim gerçekleştirilmesi. Böylece, kullanıcı ekipmanına hizmet sürdürülürken ve esasen aynı kapsama alanı korunurken enerji verimliliği önemli ölçüde artırılmaktadır. Talep üzerine SSB, inaktif hücrelerdeki UE'ler için senkronizasyon sinyallerine daha hızlı erişim sağlayarak gecikmeyi azaltmaktadır ve hücre anahtarlamasından kaynaklanan uzatılmış periyodiklikler veya aktarma ek yükü nedeniyle gecikmiş erişime kıyasla performansı iyileştirmektedir. Ayrıca, sinyalleme ek yükü azaltılmaktadır.

Buluş, 5G NR ağlarındaki kritik bir sorunu ele almaktadır: düşük kullanıcı aktivitesi olan veya hiç kullanıcı aktivitesi olmayan dönemlerde bile, SSB'lerin sürekli iletimiyle ilişkili yüksek enerji tüketimi. UE'nin ağa erişmesi için gerekli olsa da bu sürekli sinyalleme, operasyonel maliyetlere ve karbon ayak izine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

Buluşun olası bir yapılandırması, ağ koşullarının ağ yükü, kullanıcı ekipmanı konumları,

kullanıcı ekipmanı gereksinimlerinden en az biri olmasıyla karakterize edilmektedir. Burada ortak sinyal senkronizasyon sinyali bloğudur (SSB).

Buluşun bir başka olası yapılandırması, aşağıdaki adımları içermesiyle karakterize edilmektedir:

- ağ denetleyicisi tarafından, ağ durumu, kullanıcı ekipmanı konumları ve kullanıcı ekipmanı gereksinimlerini içeren girdilere dayalı olarak optimum ağ konfigürasyonlarını belirlemek üzere eğitilmiş bir yapay zeka modeline erişilmesi;

- kullanıcı ekipmanı konumları, yük ve gereksinimleri de dahil olmak üzere izlenen ağ durumunun modele uygulanması ve yapay zeka modelinin çıktısına dayalı olarak çalışma modu seçiminin gerçekleştirilmesi.

Buluşun bir başka olası yapılandırması, aşağıdaki adımları içermesiyle karakterize edilmektedir:

- ağ denetleyicisi tarafından, ağ durumu, kullanıcı ekipmanı konumları ve kullanıcı ekipmanı gereksinimlerini içeren girdilere dayalı olarak optimum ağ konfigürasyonlarını belirlemek üzere eğitilmiş Uzun Kısa Süreli Bellekli Derin Q-Ağ (DQN-LSTM) modeline erişilmesi;

- kullanıcı ekipman konumları, yük ve gereksinimleri de dahil olmak üzere izlenen ağ durumunun modele uygulanması ve yapay zeka modelinin çıktısına göre çalışma modu seçiminin gerçekleştirilmesi;

- sonraki konfigürasyonları iyileştirmek için izlenen ağ performans ölçümlerinden gelen geri bildirimi dahil ederek DQN-LSTM modelinin yinelemeli olarak iyileştirilmesi. Böylece, iyileştirilmiş topoloji gerçekleştirilmektedir.

Buluşun bir diğer olası yapılandırması, ağ koşullarının ağ yükü, kullanıcı ekipmanı konumları, kullanıcı ekipmanı gereksinimlerinden en az biri olmasıdır.

Özetle, bu buluş 5G NR ağlarındaki enerji verimliliği zorluklarına kapsamlı bir çözüm sunmaktadır. SSB iletimlerini stratejik olarak kontrol ederek, güç kullanımını optimize ederek ve kullanıcı ihtiyaçlarına ve ağ dinamiklerine duyarlılık sağlayarak, buluş enerji tasarrufu ve hizmet kalitesi arasında bir denge sağlamaktadır.

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1, sistemin üstten şematik görünümünü gösteren bir şekildir.

Şekil 2a, tüm baz istasyonlarının aktif modda çalıştığı seçili bir topolojiyi gösteren bir şekildir.

5

Şekil 2b, bazı baz istasyonlarının aktif modda, bazılarının ise inaktif modda çalıştığı seçili bir topolojiyi gösteren bir şekildir. Aktif modda çalışan baz istasyonları, inaktif baz istasyonlarının kapsama alanını kapsayacak şekilde güçlendirilmektedir.

10 ŞEKİLDE VERİLEN REFERANS NUMARALARI

100 Ağ denetleyicisi

200 Baz istasyonu

300 Kullanıcı ekipmanı

15

BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI

Bu ayrıntılı açıklamada, konu yalnızca konuyu daha anlaşılır kılmak amacıyla herhangi bir kısıtlayıcı etki oluşturmaktan örneklere atfen açıklanmıştır.

20

Şekil 1'e atfen, buluş, birden çok baz istasyonu (200) ve baz istasyonunu (200) kontrol eden bir ağ denetleyicisi (100) içeren bir sistem tarafından gerçekleştirilen bir yöntemle ilişkindir. Baz istasyonları (200), kullanıcı ekipmanına (300) ortak sinyaller iletebilmektedir.

Baz istasyonu (200), kapsama alanındaki tüm kullanıcı ekipmanına (300) senkronizasyon sinyalleri, sistem bilgileri ve referans sinyalleri yayınlayarak ortak sinyalleme gerçekleştirmek üzere yapılandırılmıştır ve aynı anda kaynak tahsisini, planlamayı ve bireysel kullanıcı ekipmanıyla (300) iletişimi yönetmek için kontrol sinyallemesini yürütmektedir.

Baz istasyonları (200), iletim gücünü dinamik olarak ayarlayarak, antenlerinin eğim açısını değiştirerek veya sinyal erişimini genişletmek ve belirlenmiş bölgelerde bağlantıyı geliştirmek için ışın hüzmesi oluşturma parametrelerini değiştirerek kapsama alanını artıracak şekilde yapılandırılmıştır. Ağ denetleyicisi (100), baz istasyonlarına (200) kapsama alanlarını ayarlamaları için komut verebilmektedir.

30

Yöntem, baz istasyonları (200) için enerji tasarrufu sağlayacak şekilde uyarlanabilir bir topoloji sağlamaktadır. Bu topoloji, ağ denetleyicisi (100) tarafından kontrol edilmektedir ve ağ koşullarının izlenmesiyle kararlaştırılmaktadır.

- 5 Ağ, baz istasyonlarına (200) aktif modda ve inaktif modda çalışması için komut vermektedir. İnaktif modda baz istasyonları (200) düşük güç tüketen modda çalışmaktadır ve ortak sinyaller iletmemektedir. Aktif modda baz istasyonları (200) normal çalışma modunda çalışmaktadır ve ortak sinyaller iletmektedir. Ayrıca baz istasyonları (200) değişen iletim ve alım güçlerinde çalışmaktadır. Örneğin, aktif baz istasyonları (200) inaktif baz istasyonlarının
- 10 (200) kapsama alanını kapsayacak şekilde güçlendirilebilmektedir. İnaktif baz istasyonları (200), kapsama alanına giren kullanıcı ekipmanı (300) veya ağ istasyonu tarafından tetiklenmektedir. Tetiklenen inaktif baz istasyonları (200) aktif modda çalışmaya başlamaktadır.
- 15 Kullanıcı ekipmanı (300) baz istasyonlarının (200) nasıl ve ne zaman tetikleneceğine dair talimatları içeren bir bilgi sinyaline erişmektedir. Bu bilgi sinyali baz istasyonları (200) gibi ağ elemanları tarafından iletilebilmektedir.

- Ağ denetleyicisi (100), ağ koşullarını izleme temelinde topolojiyi seçmektedir. Ağ koşulları, ağ yükü, kullanıcı ekipmanı (300) konumları ve kullanıcı ekipmanı (300) gereksinimleri
- 20 olabilmektedir.

- Şekil 2a, tüm baz istasyonlarının (200) aktif modda olduğu örnek bir durumu vermektedir. Şekil 2b, bazı baz istasyonlarının (200) inaktif modda ve bazılarının aktif modda olduğu bir
- 25 örneği vermektedir. Aktif modda olan baz istasyonları (200), inaktif baz istasyonlarının (200) kapsama alanlarını kapsayacak şekilde güçlendirilmektedir. Bir kullanıcı ekipmanı (300), inaktif baz istasyonlarının (200) kapsama alanına girdiğinde ve ortak sinyalleme talep ettiğinde, aktif modda çalışması için tetiklenebilmektedir.

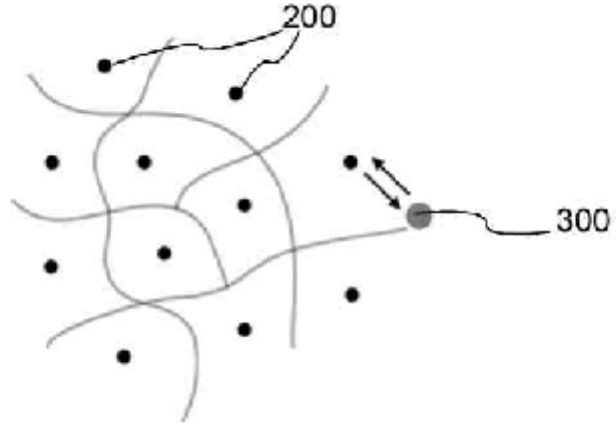
- 30 Olası bir yapılandırmada, ağ denetleyicisi (100), bir yapay zeka modeli kullanarak topolojiyi seçmektedir. Söz konusu model, ağ durumu, kullanıcı ekipmanı (300) konumları ve kullanıcı ekipmanı (300) gereksinimlerini içeren girdilere dayalı olarak optimum ağ konfigürasyonlarını belirlemek üzere eğitilmiştir. yapay zeka modeli, ağ durumu, kullanıcı ekipmanı (300) konumları, kullanıcı ekipmanı (300) gereksinimleri ve ağ performans verileri

ve ağ topolojisi verileri ile eğitilmiştir. Aktif baz istasyonlarından (200), inaktif baz istasyonlarından (200) ve baz istasyonlarının (200) iletim ve alım amplifikasyon seviyesinden oluşan bir ağ topolojisi belirlemektedir.

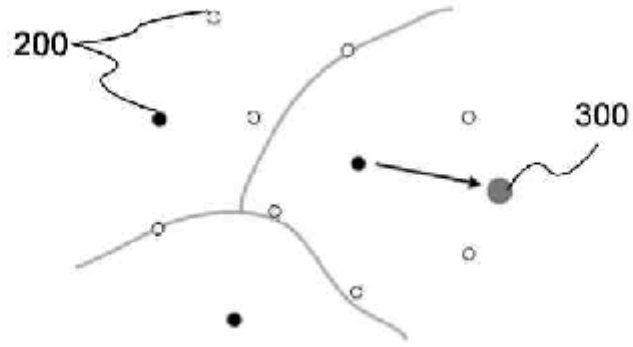
- 5 AI modeli, Uzun Kısa Süreli Bellekli Derin Q-Ağ (DQN-LSTM) modeli olabilmektedir.

Ağ denetleyicisi (100) daha sonra ağ performansını izlemektedir. Ağ performansı, ağın verimli ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamak için temel ölçümleri izleyen araçlar ve teknikler kullanılarak izlenebilmektedir. Performans parametrelerine örnek olarak, iletilen veri miktarını ölçen veri hacmi; veri aktarımındaki gecikme olan gecikme; iletim sırasında kaç veri paketinin kaybolduğunu gösteren paket kaybı; ve gerçek zamanlı uygulamaları etkileyebilecek gecikmedeki değişiklikleri ölçen seğirme verilebilmektedir. Diğer ölçütler arasında bant genişliği kullanımı, hata oranları ve kullanılabilirlik (çalışma süresi) bulunmaktadır. Ağ denetleyicisi (100) daha sonra performans ölçütlerini yapay zeka modeline geri bildirmektedir ve yapay zeka modeli gelecekte daha iyi kararlar sağlamak için kendini yeniden yapılandırmaktadır. Enerji tasarrufu, gecikme azaltma ve verim iyileştirme gibi faktörler dikkate alınarak bir ödül hesaplanmaktadır. Bu ödül daha sonra DRL modelini güncellemek için kullanılmaktadır ve gelecekte öğrenmesini ve daha iyi kararlar almasını sağlamaktadır. Bu döngüsel proses, gerçek zamanlı koşullara ve geri bildirime dayalı olarak ağ topolojisinin sürekli optimizasyonunu sağlamaktadır.

Buluşun koruma kapsamı ekteki istemlerde belirtilmiştir ve bu ayrıntılı açıklamada örnekleme amaçları için açıklananlarla sınırlı tutulamamaktadır. Yukarıda belirtilen gerçekler ışığında, teknikte uzman bir kişinin buluşun ana temasından uzaklaşmadan benzer uygulamaları sergileyebileceği açıktır.



ŞEKİL 2a



ŞEKİL 2b