

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

AKILLI ULAŞIM ARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Lİ-CAR

TAKIM ADI: LİTeam

TAKIM ID: T3-27999-200

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

DANIŞMAN ADI:-



İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu proje 5G kapsamında değerlendirilen ve literatürde OWC (Optical Wireless Communication) olarak yer bulan özellikle WI-FI tarzı radyo haberleşmelerine alternatif olarak değerlendirilen iletişim teknolojisini ITS (Intelligent Transportation Systems) yani Akıllı Ulaşım Teknolojileri'ne uyarlamayı hedefleyen bir prototip ve modelleme çalışmasıdır [1].

OWC teknolojileri VLC ve FSO olmak üzere iki ana başlık altında dallanmaktadır [2]. Bu çalışmada VLC teknolojisi kullanılması hedeflenmiştir. VLC (Visible Light Communication) sistemleri aydınlatmada kullanılan ışık yayan diyodların (LED) aynı anda veri iletişimi için de kullanılmasını öngören alternatif bir kablosuz haberleşme teknolojisidir [3].

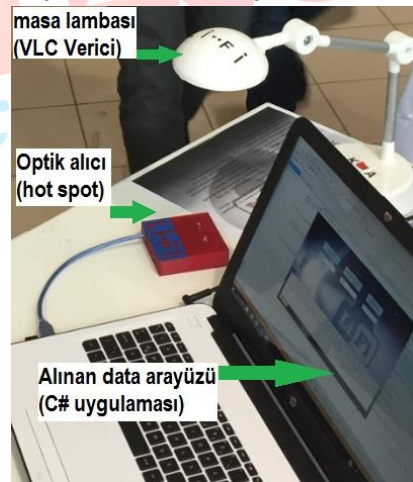
Ulaşım ve trafik ağları özelinde konuşursak VLC; araç ve yaya trafiğini oluşturan tüm bileşenlerin (araçlar, yayalar, aydınlatma lambaları, trafik sinyalizasyon bileşenleri vb) farklı metodlarla ve özelleştirilmiş amaçlar doğrultusunda iletişim kurmasını, bilgi alış verişini yapabilmesini ve bu bilgilerin işlenerek trafikle ilgili bir çok sorunun giderilmesinde kullanılmasını hedeflemektedir.

Projemizde temel olarak şu başlıklar işlenmiştir:

1. Daha Önceki VLC Çalışmalarımız Ve Sonuçları.

a. 'VLC hot spot' Uygulaması (Li-Fi)

Bu çalışmada bilgisayara takılabilen bir usb cihaz optik alıcısı sayesinde (Fototransistör) yaklaşık 20cm mesafeseden kişisel bir hot spot olarak tasarlanmıştır. Verici olarak bir masa lambası modüle edilmiştir. Masa lambası hem aydınlatma görevini yaparken hem de alıcı cihaza veri transferi sağlamaktadır. Yaptığımız prototipte vericiden gönderilen bir metin bilgisi alıcı cihaza ve oradan da bilgisayara (özel olarak tasarlanan bir c# form arayüzüne) başarı ile aktarılmıştır.



Neden VLC Hot Spot (Li-Fi) ?

Daha Hızlı: Fiber optik teknoloji bize daha hızlı veri transferinin optik bantlarda mümkün olacağını ispatlamıştır.

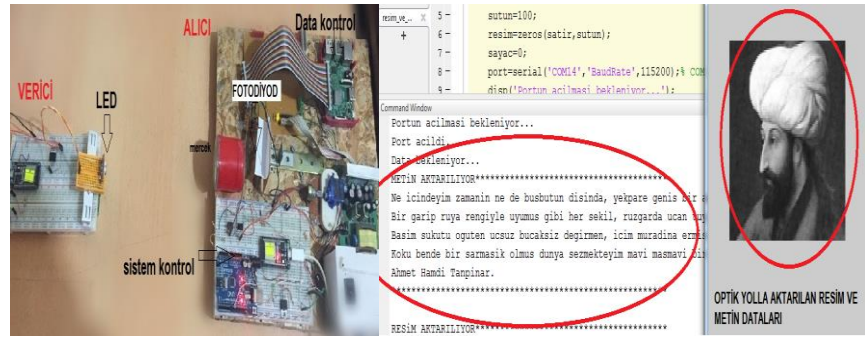
Daha Geniş Spektrum: Radyo frekansları sınırlı aralıklarda kullanılabilir ve günümüzde yeterince dolmuştur, ayrıca kullanımları çoğu durumda lisansa tabidir. Optik frekanslar ise lisanssız kullanılabilir.

Daha Güvenli: Wi-fi temelli cihazlar uzayda her yöne yayılım yaparken VLC'e duvar gibi opak nesnelerin arkasından ulaşamaz. Bu, kişiye hem kablosuz iletişim mobilitesi hem de kablolu iletişim güvenliğini bir arada sunar.

Daha Sağlıklı: Işık, evrenin başından bu yana hepimizi her an kuşatan ve dünyaya yaşamı taşıyan doğal bir elektromanyetik dalgadır. Bu kaynağı iletişim için kullanmak da tamamen sağlıklıdır!

b. VLC & MATLAB Tabanlı Data Transfer Çalışması

Takım kaptanımızın bu yıl bitirme çalışması olarak da yaptığı çalışma ile VLC üzerinden real-time olarak metin aktarımı (matlab'a) ayrıca resim datası aktarımı da yapılmıştır.

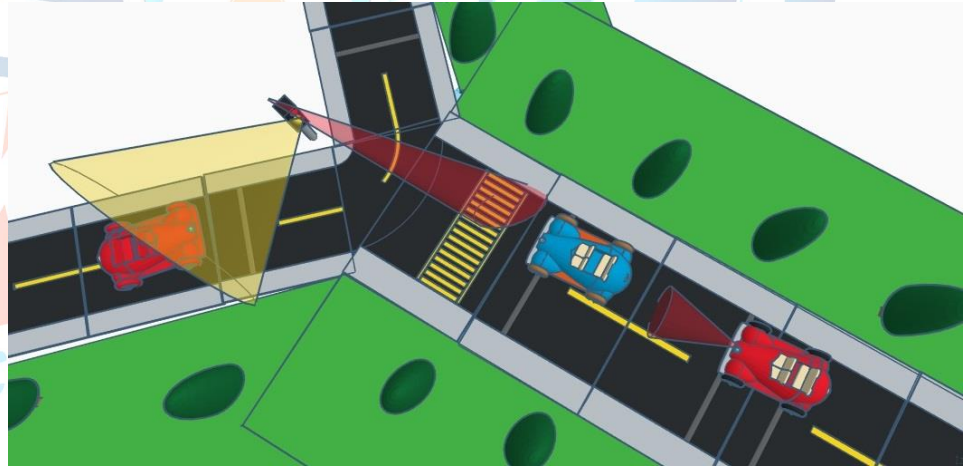


Devre ve optik iletim ile MATLAB üzerinden alınan resim ve metin.

2. Projenin Örnek Kurgusu Ve 3B Çizim İle Görselleştirilmesi

Proje'nin 3B çizimi ve daha ileride yapılacak olan prototipi için aşağıda anlatılan kurgu düşünülmüştür. Bir kavşak, bir kaç araç (VLC altyapısı olan), VLC teknolojisi ile donatılmış aydınlatma lambaları, trafik ışıkları ve benzeri sinyalizasyon bileşenleri. Prototipte uygulanması hedeflenen VLC tabanlı akıllı ulaşım için 3 örnek aksiyon belirlenmiştir. Bunlar:

- Araçlar, aydınlatma lambalarından o bölgedeki yol durumu, özellikle o yola özgü spesifik yol istatistikleri gibi bilgileri alabilecekler.
- Araçtan araca bilgi akışı sağlanacak. Sık araçlı ve virajlı bir yolda ilk araç kaza yaptığında arkadan gelenler anında haberdar olup erken frenleme yapabilecek.
- Araçtan trafik lambasına ve aydınlatma lambasına gelen verilerle trafik ışık süresi dinamik olarak ayarlanacak, sokak lambalarında da loşlaştırma metodu (trafik yokken lambaların düşük güçte çalışması) aktif olarak uygulanacak.



3B Model Çalışması

3. Prototip İçin Bileşenler

Prototipteki araçlara sürücü işlevi görmesi için yola siyah çizgiler çizilerek, araçların belirli bir kurguya göre bu yol üzerinde hareket etmesi sağlanacak. Araçlar çeşitli senaryolara göre hareket ederken yukarıda sayılan 3 aksiyon test edilmiş olacak. Prototipin içereceği temel araçlar şunlardır:

- 1-Küçük DC motorlu 5-6 araç. Her bir araç ön tarafta bulunan 1 alıcı sensörü olacak. Verici sensör olarak ön ve arka lambalar kullanılacak. Ayrıca her aracın içinde araç bilgisayarı olarak çalışan kontrol kartı olacak. Aracın sürücü için yaptığı bilgilendirme araç üzerindeki ekranda takip edilebilecek.

- 2- 3B modelin gerçekleştirilebilmesi için yardımcı araçlar. Tahta, karton, lego vs.
- 3- 1 alıcı sensöre sahip ve aydınlatma paneli üzerinden yayın yapabilen 5-6 tane aydınlatma lambası ve bu lambaların güç devreleri. Bu lambaların hepsi o bölgedeki merkezi bir kontrol kartına bağlanacak. Gelen veriler burada analiz edilip geri yollanacak.
- 4- Trafik lambaları merkezi karttan gelen bilgilere göre çalışma süresini değiştirebilecek.
- 5- Aydınlatma lambalarının VLC üzerinden elde ettikleri istatistiğe göre loşlaşma moduna geçebilmesi için gerekli kontrol ve güç devreleri.

4. Prototipin Teknik Ve Yazılımsal Yapısı

Araçlar PID kontrol algoritmasıyla çizgi izleyen modda tasarlanacaktır. Böylece her araç içerisinde sürücü var gibi belirli bir senaryoya göre hareket edecektir. Projede mecburen araçlar otonom hareket edeceği için bu otonomlukta senkronizasyonun sağlanması için gerekli sensörler eklenecektir. Fakat bu sensörlere sürücülü araçlar için (gerçekte) gerek yoktur. Projenin VLC kısmı ile ilgili olan temel yazılımı için araçlar arası haberleşmede kullanılacak veri çerçevesi ilk konudur. Vericilerden yayılan mesaj aşağıdaki data çerçevesine göre aktarılması planlanmıştır.

Protokol kodu (4 bit)	Kaynak kodu (4 bit)	Paket kodu(2 bit)	Mesaj (7 bit)	-Protokol kodu(4 bit)
-----------------------	---------------------	-------------------	---------------	-----------------------

Protokol kodu bir paketin başladığını gösteren senkronizasyon bitleridir. Protokol biti her zaman aynı değerdedir ve 8 bitten oluşur. Bu 8 bitin son 4 biti paketin başında, ilk 4 biti de paketin sonundadır. Böylece gelen verinin hata denetimi de yapılmış olur. Protokol verisinin ilk 4 biti son dört bitinin tümleyenidir. (örneğin: 1101 0010). Paket kodu tam olarak paketin başını yakalamayı %100 garanti eden diğer bir denetim biti grubudur.

Kaynak kodu mesajın geldiği vericiye ait benzersiz adrestir (MAC gibi). En son gelen 7 bit mesaj bitidir ve iletilmek istenen veri bu bitlerle gelir. Sistemdeki her cihaz aynı protokolle çalışır ve bu yüzden her verici mesajının başında aynı protokol kodunu kullanır ve bunu tüm alıcılar bilir. Alıcı ve verici arasında ortak olan bir diğer bilgi ise baud rate oranıdır. Buradaki haberleşme asenkron olacağı için bu gereklidir. Böylece 'bit interval' süreleri her cihaz tarafından bilinir. Alınan her paket bu kurallara göre analiz edilerek mesaj bilgisi elde edilir.

Ekonomik imkanlara göre projenin prototipinde kullanılacak kontrol kartları Arduino tarzı 8 bit Atmel mikrodenetleyiciler, ARM tabanlı Raspberry veya STM32 32 bit mikrodenetleyiciler olabilecektir.

Eğer gerekli ekonomik kaynak bulunamaz ise fiziksel prototip için anlatılan tüm senaryolar MATLAB veya OPENCV gibi yazılım ortamlarında gerçek zamanlı simülasyonları yapılacaktır.

2. Problem/Sorun:

Günümüzde artan trafik hareketliliği özellikle kozmopolit şehirlerde büyük problemdir. Hem yayalar hem araç sahipleri daha fazla hareket alanını talep ederken sınırlı yol kapasitesi, trafik kanallarının verimsiz kullanımı (oganzasyonsuzluk), aksamalar (kazalar vb) gibi problemler bunu mümkün kılmamaktadır. Günümüzde tafikle ilgili bu gibi problemleri Akıllı Ulaşım Sistemleri (ITS) ile çözme yoluna gidilmektedir. ITS başta yol güvenliği, mobilitenin arttırılması, trafik akışının düzenlenmesi yüksek hızlı internet paylaşımının sağlanması, işbirlikli veri indirme gibi imkanlar sunmaktadır. Klasik ITS anlayışında araç-araç ve araç-cihaz arası iletişim için Wi-fi iletişimi söz konusudur. Bant genişliğinin yetersizliği, tepki sürelerinin düşüklüğü, alıcı-veri maliyetlerinin yükseliği Wi-fi sistemlerinin olumsuz avantajlarıdır[oktm]. Tam bu noktada Wi-fi sistemine alternatif olarak VLC tabanlı ITS sistemleri ön plana çıkmaktadır. VLC tabalı ITS sistemlerinin başlıca avantajları şöyle sıralanabilir:

- I. LED tabanlı aydınlatma sistemlerine uygulanabilmesi
- II. Verici yapısının daha basit ve ucuz olması
- III. Lisanssız ve daha geniş bantlar sunması
- IV. Daha hızlı veri iletişimi

3. Çözüm

Bir gözlem yapıldığında görülecektir ki trafiğin organizasyonunda ve akışında “ışık kaynakları” merkezi bir role sahiptir. Araçlar için aydınlatma, fren ve sinyal ışıkları. Yollardaki sinyalizasyon ışıkları ve aydınlatma ışıkları bunlara başlıca örneklerdir. VLC altyapısını ITS sistemlerine uygulama fikri tüm bu ışık kaynaklarını vericiye dönüştürme imkanı sağlamaktadır. Bu projede bunun bir canlı simülasyonu yapılarak denemeleri yapılması hedeflenmektedir. Bu sayede her araç geçtiği yerlerin trafik bilgilerini oranın aydınlatma sistemleri üzerinden alırken, kendi database’inde bulunan önceki verileri de otomatik olarak geçtiği bölgeyle paylaşacaktır.

4. Yöntem

Trafikteki tüm ışık kaynaklarını haberleşmede kullanabilmek için tüm dünyada üzerinde bir süredir araştırma yapılan OWC sistemleri incelenmektedir. Bununla beraber haberleşme Sistemleri ve haberleşmede kullanılan teknikler bu teknolojinin uygulanabilmesi için gerekli olan bilimsel yöntemlerin temelini oluşturmaktadır. Serbest uzayda yapılacak görünür bölge haberleşmesi (VLC) için gerekli olan araştırma ve problemler şu başlıklar Altında incelenir :

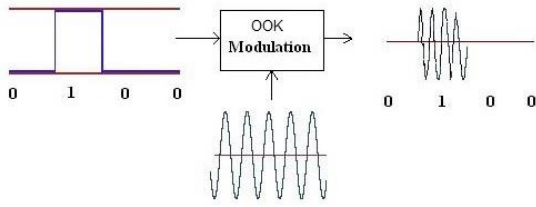
- Kaynak kodlama
- İletişim protokolleri
- Kanal Modelleme
- Kanal Kodlama

- Modülasyon
- Alıcı/verici devrenin tasarımı

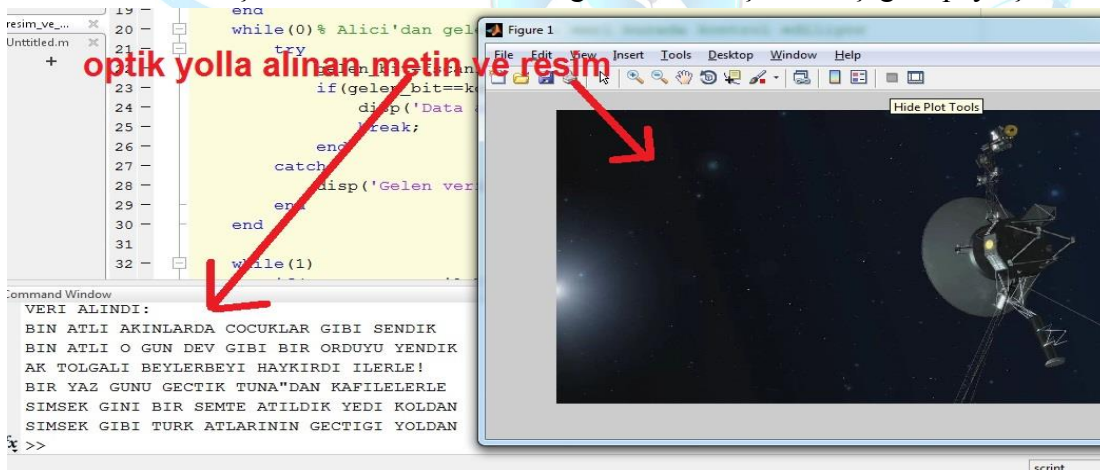
Biz bu projede sistemimizi yukarıdaki temel adımlar çerçevesinde geliştirmekteyiz. Şu an özellikle iletişim protokolü ve modülasyon adımlarında prototip bazında çalışacak sonuçlar elde ettik.

4.1 VLC Data Transfer Denemesi

Bu çalışmada basit bir LED üzerinden 70cm mesafede tek yönlü (broadcast) metin ve resim yayını yapabilen bir sistem tasarlanmıştır. Sistemde kaynak kodlama olarak standar ASCII kullanılmıştır. İletişim protokolü olarak UART protokolü manipüle edilerek kablosuz ve tek kanal üzerinden çalışabilir hale getirilmiştir. Kanal kodlama daha karmaşık bir nokta olduğu için onunla ilgili herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Modülasyon olarak OOK modülasyonu uygulanmıştır.



Alıcı devre bir adet fotodiyottan ve ondan gelen sinyali yükselten ve karşılaştıran bir devreden oluşmaktadır. Ayrıca demodülatör içermektedir. Elde edilen sonuçlar MATLAB üzerinden görüntülenmiştir ve Aşağıda paylaşılmaktadır.



Bu yılki yarışmaya yetişebilmesi için araçlar üzerinde testler yapılamamıştır. Fakat elde edilen sonuçlar ve dünyada hızla sayısı artan VLC tabanlı ITS sistemler hakkındaki araştırma ve makale sayıları bizi bir an önce bu alanda çalışmaya yönlendirmiştir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bir çok üniversite ve araştırmacı ITS sistemleri için VLC uygulamalarını test etmeye ve uygulanabilir bir model geliştirmeye çalışmaktadır. Bunlardan birini detaylandıralım. 2017 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC) 'da yayımlanan bir çalışmada V2V konsepti üzerinden gerçekleştirilen bir testin sonuçları paylaşılmaktadır. V2V araçtan araca olan VLC haberleşmesini ifade etmektedir (Vehicle-to-vehicle). Yaklaşık 108 km'lik bir seyahat boyunca iki araç arasında gerçekleşen bu testte araçların en fazla 40 metre civarı mesafede seyretmesi ve bu mesafe boyunca veri iletişiminin araçların konumuna, hızına, etraftaki optik gürültülere olan bağışıklığı test edilmiştir. Yapılan çalışmanın gelecekteki ITS sistemleri için rehber niteliğinde olacağını öngürüldüğü ifade edilmektedir.

Projemizi şekillendirirken yukarıda anlatılan çalışmaya benzer bir çok çalışma incelenmiştir. Hepsinin ortak yönü henüz hepsi ürünleşmeden ziyade test amaçlı yapılmakta ve bu alanda çeşitli standartların belirlenmesine çalışılmaktadır. Bu noktada biz de ivedilikle bu alanla ilgili testler yapmak adına böyle bir prototipe yöneldik. Şu an özellikle UART protokolünü optik haberleşmeye uyarlamaya çalışmamız ucuz yollu ve praik bir çözüm mantığı sunmaktadır. Öte yandan farklı modülasyon teknikleri ve kanal kodlama alanında da çalışarak özgün yapılar ortaya koyacağımızı söyleyebiliriz.

6. Uygulanabilirlik

Bu çalışma daha çok bir standartlaştırma çalışması olduğu için asıl amaç bir çok tekniğin denenerek sonuçların toplanmasıdır. Keza dünyadaki ilgili konu hakkındaki çalışmalar da bu yöndedir.

Ama bu şu an bile yapılan tüm çalışmaların sadece testten öteye gitmediği anlamına gelmez. Bizim en yakın zamanda gerçek hayata geçirebileceğimiz VLC tabanlı ITS uygulamasını şu şekilde tarif edebilir:

VLC tabanlı otopark uygulaması:

Bir araç ücretli bir otoparka girmek istediği zaman farları üzerinden yayınladığı özel kod ile otoparka giriş yapabilir. Bu kod sayesinde araç otopark ücretini online olarak öder. Bu sistem görüntülü plaka tanıma sistemine alternatiftir ve daha ucuz bir çözümdür. Bu kısa sürede hayata geçirilebilecek bir VLC uygulamasına örnektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizde ekonomik imkanlara göre ölçekli bir test prototipi geliştirilecektir. Bu prototipin gerçekleştirilememesi durumunda proje simülasyon ortamlarında gerçekleştirilecektir. İlk prototip olarak ortalama maliyet 6.000 TL civarında öngörülmektedir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Trafikle doğrudan veya dolaylı ilişkisi bulunan kişi ve kurumlar.

9. Riskler

Proje oldukça yeni bir alandaki çalışmanın incelenmesidir. Asıl amaç risklerini test etmek ve uygulanabilir prototip geliştirmektir.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Muhammed Deniz

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Muhammed Deniz	Yürütücü	Düzce Üniversitesi	VLC tabanlı iletim projesi
Uğur Durmuş	VLC arçatırmaları	Düzce Üniversitesi	-
VLC arçatırmaları	VLC arçatırmaları	VLC arçatırmaları	-
Ali Eren Safa	VLC arçatırmaları	Düce Borsa İMT Lisesi	Lİ-Fİ projesi
Mete Muhammed Turan	Mekanik	Düce Borsa İMT Lisesi	Lİ-Fİ projesi
Talha Akgün	Elektronik	Düce Borsa İMT Lisesi	Lİ-Fİ projesi
Efekan Yıldız	Gömülü sistem	Düzce Adnan Menderes MT Lisesi	-
Hasan Alp Hancı	VLC uygulama senaryoları	Düzce Adnan Menderes MT Lisesi	-

11. Kaynaklar

[1] Optik Kablosuz Haberleşme Ve Mükemmelliyet Merkezi Sayı 1: 7

[2] Visible Light Communication and Positioning Kitap

[3] Optik Kablosuz Haberleşme Ve Mükemmelliyet Merkezi Sayı 1: 7-8