



İSTANBUL
ESENYURT ÜNİVERSİTESİ
Eğitimde Önceliğiniz...

Gezgin Otonom Algılayıcılar

Dr. Cahit Karakuş

Önsöz

- **Gezgin (mobil) ağlar ve internetin gelişimiyle** birlikte akıllı makinelerin birbirleri ile iletişim kurmaları kolaylaştı ve insanlar da onları her yerden, her zaman gözlemleme ve kontrol etme şansına sahip olmaya başladılar.
- Önümüzdeki yıllarda karşılıklı etkileşimin her nesnenin içine gireceği ve farklı nesnelerin ortak amaçlar için gezgin hareket edeceği ve **otonom davranış** geliştireceği bir döneme gireceğiz.
- Çok yakın gelecekte birbirleri ile kablosuz iletişim ortamlarında haberleşen otonom makineler sayesinde ortaya çıkacak veri miktarı inanılmaz derecede artacak ve bu **büyük verilerin** çözümlenerek işlenmesi zor ve karmaşık hale gelecektir.
- İnsanların fizyolojik ve psikolojik olarak bu değişime nasıl karşılık vereceği de önemli soru olarak kendini göstermektedir. **Verilerin gizliliği ve güvenliği** de önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Bu çalışmada, yakın gelecekte insan yaşamında inanılmaz değişimlere yol açacak olan **gezgin otonom algılayıcılara** sahip makinelerde kullanılacak algoritmalar ve kablosuz haberleşme teknolojileri neye dönüşecek ve neleri değiştirecektir sorularına yanıt aranacaktır.

Giriş

- Gezgin otonom makineler, **insandan bağımsız davranışlar** geliştirmek amacıyla çevresini detaylı algılar, ölçer, kıyaslayarak kategorize (sınıflandırma) eder ve kataloglar (Kümeleme).
- Gezgin otonom makinelerde, gezgin algılayıcıların kullanacakları kablosuz iletişim teknolojileri ise farklı bir değişim başlatmıştır.
- Kablosuz haberleşme sistemleri ile sadece veri haberleşmesi olmayacak, büyük olasılıkla, **çevredeki değişimlerin elektromanyetik dalgalar ile algılanabilmesi** için yapay zeka (Artificial Intelligence – AI), özellikle makine öğrenmesi algoritmaları kullanılacak ve nesnelerdeki değişimler çok daha hızlı takip edilecektir.
- Kablosuz haberleşme teknolojilerinden **5G ve ötesinde 6G**, daha önce hiç olmadığı kadar farklı teknolojilerin **nesnelere entegre edilmesinde** önemli rol oynayacaktır.
- Gezgin otonom makinelerde, büyük veri analizi ve bilgi işlem dahil olmak üzere birçok önemli teknoloji 6G ile birleşecek. **Mobil uç bilgi hesaplama** (MEC - Mobile Edge Computing) yapan uç ve çekirdek bilgi işlem sistemleri, 6G ağları ile iletişime geçtikleri zaman, bütünleşik iletişim ve hesaplama altyapısı ile sorunsuz bir şekilde çalışıyor olacaklar.

Söz Gelimi!

- Şoförsüz arabalar yolda kendi aralarında birbirleri ile evdeki tüm akıllı ev aletleri de kendi aralarında birbirleri haberleşecekleri gibi arabalar ev aletleri ile de haberleşerek veri paylaşarak **otonom karar verecekler**.
- Evde yardımcı robotlarınız olacak. Robotlarınız sipariş verecek, yemek pişirecek, ortalığı düzeltecek, size kahve yapıp getireceği gibi sağlığınıza da izleyecektir. Aracınızı izleyecek. **Dedikodu yapacaktır**. Misafirleriniz gelirse onları çok iyi tanıyor olacaktır.
- Yaşlıların ya da felç geçiren birinin yaşam standartları iyileştirilecek. İstekleri, sağlıkları izlenecek, **elektromekanik destek sistemleri** onların yaşamlarına inanılmaz katkı verecektir. Uzaktan nesnelerin davranışları analiz edilecek.
- Tüm stratejik bilgileri akıllı makineler biliyor olacak, aynı zamanda veri tabanınızdaki size ait veri yığınının oluşturulacak size ait **sanal bünye** sizi sizden çok daha iyi tanıyor olacak. Zaaflarınız akıllı bir makinenin kontrolüne geçerse!!!

Söz Gelimi!

- Uçan, yüzen, tırmanan, sürünen ve yürüyen gezgin otonom makineler birbirleri ile etkileşimli haberleşecektir.
- Robotlar her yerde, şoförsüz arabalar yollarda daha çok görülecektir. Buzdolapları ve kiler depolarının iki kapağı olacak, biri sokağa, diğeri mutfığa bakacak. Buzdolabınız ya da kileriniz boşaldıkça dışarıdan sanal kargo sürekli dolduracaktır. Arabanız, mutfağınız dahil cihazların performans ve servis hizmetleri otonom izlenecek ve yönetilecektir.
- Nano boyutlarda otonom robotlar çok yakında görünmeyen yerlerde dolaşıyor olacaklar. İnsanların damarlarında dolaşacak sürekli sağlıklarını gözetleyecekler ve gerektiğinde müdahale edebilecekler. Maden sahalarında, yeraltı dehlizlerinde robotlar dolaşıyor olacaktır. Bu nedenle etrafımızda çok fazla birbirleri ile kablosuz haberleşen gezgin otonom makineler görünmez de olacaktır.
- Bu sistemlerin tümü birbirleri ile haberleşmek için WiFi, Bluetooth, 4G, 5G ve 6G kablosuz haberleşme sistemlerini kullanacaklar.
- Bu sistemler uzaktaki nesneler birbirleri haberleşmek için, uydu, radyolink, fiber optik, baz istasyonları üzerinden haberleşeceklerdir.
- İnsanların beyinlerinin ve davranışlarının uzaktan kontrol edileceği üzerine yoğun komple teorileri de üretilmektedir.



Kavramlar

Gezgin Otonom Makineler

- Gezgin otonom makineler, görevlerine odaklandıklarında, yörüngeleri ve gezindikleri ortamlar bilinmediğinden çevrelerinden elde ettikleri duyuşal bilgiler kullanılarak çevrelerini keşfetmelerine ilişkin yapay zeka algoritmaları ile **gezgin otonom algılayıcılarda, gezgin otonom makineler** ile birlikte sürü halinde senkronize olarak hareket etmeye başladılar.
- Otonom bir makine kendi başına vereceğİ kararlarına göre hareket eder. Doğrudan insanlar tarafından kontrol edilmez. İnsanlardan girdi ve tavsiye alabilir. **Son karar** kendisine aittir.
- Otonom Makineler: Otonom arabalar, otonom dronları, otonom helikopterler, otonom denizaltılar, otonom uzay sondaları.
- **Otonom Davranış:** Bilgi yığınını kullanarak çevresindeki nesneler ile birlikte insandan bağımsız kendi başlarına ortak karar veren **algoritmalar ve matematiksel modellerin makinelere hükmetmeye başlamasıdır**.
- Bilgisayar sistemleri ve Bilgisayar mühendisleri.
- Arayüz sistemleri ve sürücü modülleri: Bilgisayar ve makineler arasındaki yönetimi kontrol sistemlerdir.

Gezgin Otonom Makineler

- **Gezgin Otonom Makine:** Fiziksel dünyada var olan otonom bir sistem, çevresini algılayan ve hedefine erişmek için kendi başına davranış geliştiren makinelerdir. Otonom makineler tüm olayları sayısal hale getirmektedir.
- **Matematiksel Modelleme:** Problemlerin bilgisayar ortamlarında matematiksel olarak çözümlenmesi bu çözümlerin algoritma olarak gerçek hayata yansıtılmasıdır. Matematiksel modelleme tekniklerinde doğrusal ve doğrusal olmayan modeller kullanılmaktadır.
- **Algoritma:** Bir problemin çözüm sürecindeki yollar, yöntemler ve matematiksel modellerdir.
- **Program:** Problemi çözmek için bir bilgisayar dili kullanılarak yazılmış komutlar dizisidir.

Otonom Robotlar

- **Örüntü, desen – Pattern (etiketleme):** Uzamsal yönelim. Bir nesnenin ya da olayın iki veya üç boyutlu, uzaysal ve geometriksel davranış desenleridir. Diğer bir ifadeyle örüntü, nesnenin davranışı ile ilgili uzamsal olarak veri yığnında gözlenebilir veya ölçülebilir geometrik bilgilerdir.
- **Aktüatör:** Bir mekanizmayı ya da sistemi kontrol eden veya hareket ettiren, elektriksel, termal ya da hidrolik-pnömatik gibi mekanik büyüklükleri harekete dönüştüren elemanlara aktüatör denmektedir. Aktüatörler son kontrol elemanlarıdır ve kontrol ünitesi ile hareket arasındaki ara yüzü oluştururlar. Düşük güçlü sinyalleri, proses kontrolü için uygun enerji seviyesine dönüştürürler (motor: elektriği harekete dönüştürür).
- Robotların otonom navigasyonunda veri yığnından öğrenen matematiksel modeller ve algoritma uygulamaları ile geliştirilen **kendi kendine öğrenme yeteneği ve yapay zeka teknikleri** kullanılmaktadır.

Otonom Robotlar

- **Robot** = Algılayıcılar + Aktüatörler
- **Gezgin Robotlar:** Algılayıcılar ile donatılmış hareket eden robot sistemlerine denir.
- **Robot Kollar:** Endüstriyel bir işlevi bilgisayar kontrol aktüatörler ile yerine getiren robotik sistemlerdir.
- **Taklit Eden Robotlar:** Taklit ederek öğrenen robotlar. Örneğin yüz hareketlerini öğrenen veya dokunmayı, yürümeyi veya çocuklarla oynamayı öğrenen robotlar
- **Yazılım Robotlar:** bir dereceye kadar özgürlüğe (hareket etme yeteneği) sahip yazılım araçları veya bazı durumlarda ağlar üzerinden iletişim kurabilen yazılım araçları
- **Nano Robotlar**

“Bu hayatta her şey sinyal üretir, mesaj iletir.
Yöneteceksen ölçeceksiniz...” ckk

Sinyal - Bilgi

- **Sinyal:** Zamana, mekana veya başka herhangi bir bağımsız değişkene göre değişen herhangi bir fiziksel miktar olarak tanımlanır. Sinyaller, elektrik ya da elektromanyetik değişkenlerdir.
- **Sinyal, bilgiyi taşır ve anlamlıdır.** Sinyali ölçerseniz yönetirsiniz. Sinyal, bilginin bütünleşerek taşındığı kavramların matematiksel fonksiyondur. Bilgi taşınır ve onu taşıyan sinyaldir. **Bilgi kendisini taşıyan ve saklayan sinyallere** sıra dışı özellikler sağlar. **Bilgi sinyal ile var olur.**
- Kainatı, sinyallere gizlenmiş bilgileri **keşfederek bilinçleniyoruz.**
- Elektronikte sinyal, verileri bir yerden diğerine taşımak için kullanılan bir elektrik akım veya elektromanyetik alandır.
- Yakın gelecekte bilgi, **elektron, foton gibi atom altı parçacıkların** oluşturduğu sinyaller olarak taşınacak ve işlenecektir.

Sinyal ve Algılama

Öğrenmek, için bilgi toplamak gerekir. Belirsizlikler ölçüm, sorgulama ve kıyaslama ile azaltılabilir.

- **Algı:** Uyarımadır.
- **Algılama:** Duyusal ya da çevresel değişimlere ait bilgilerin sinyal olarak alınması, yorumlanması, seçilmesi ve düzenlenmesidir. Tüm algılamaların bir dereceye kadar belirsizliği vardır.
- **Algılayıcı:** Fiziksel ortam değişikliklerini (Isı, hareket, EM dalgalar, akım, gerilim, titreşim, nem, ...) algılayan elemanlara “**algılayıcı**”, algıladığı bilgiyi elektrik sinyaline çeviren elemanlara “**transdüser**” denir.
- **Algılayıcıları sınıflandırmak:** Bilgi türü, fiziksel ilke, mutlak ve türev, bilgi miktarı (bant genişliği), düşük ve yüksek okuma (dinamik aralık), doğruluk ve hassasiyet
- **Algılayıcı Çeşitleri:** Konum (gsm), görüntüleme, ısı, ışık(optik), ses, manyetik, basınç, kuvvet, hareket, duman, gaz, titreşim, yön, ivmeölçerler/jiroskoplar, ıslaklık ya da seviye, analog lazer mesafe ölçüm, ultrasonik uzaklık, dokunma, ...



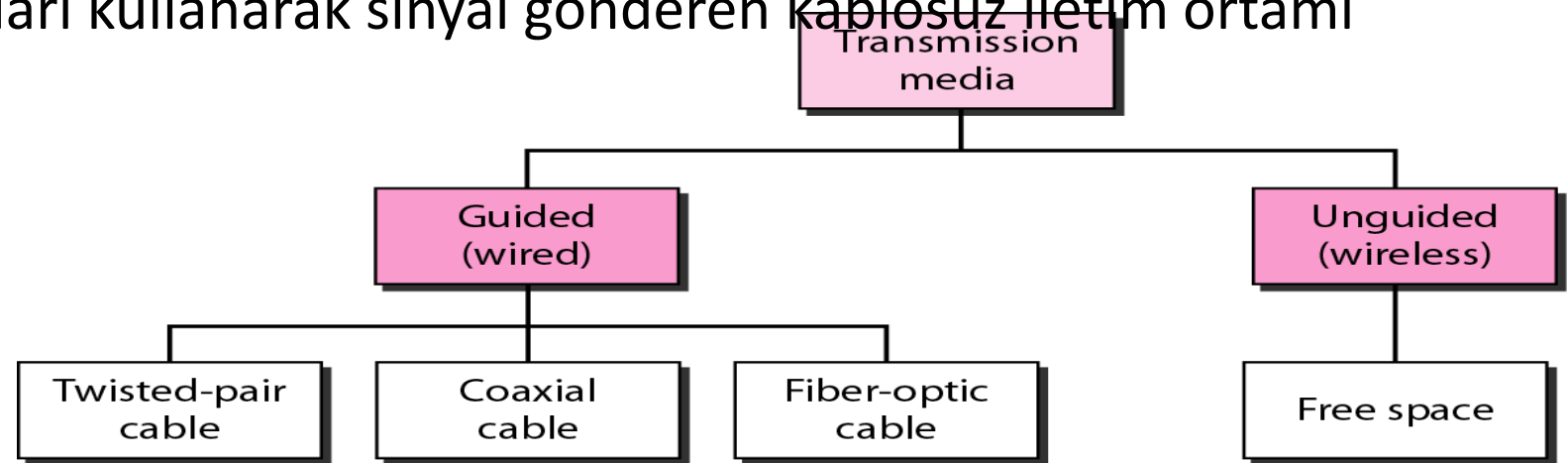
Gezgin Otonom Algılayıcılarda Geniş Band Haberleşme Sistemleri

Gezgin Otonom Algılayıcılarda Haberleşme Sistemleri

- Günümüz dünyasında kablosuz iletişim büyük oranda insanla ilgili olmaya devam etmektedir.
- **Makinenin makine** (M2M – Machine to Machine) ile iletişimde kullanılan kablosuz uygulamalar, büyük ölçüde ölçeklenebilir IoT, **Nesnelerin interneti** ağlarını (IoT: Internet of Things) desteklemesi ile hızla yaygınlaşmaktadır.
- Makinelerin otonom yönelimli iletişim endüstrisi, yüksek büyüme alanı haline geldiğinden, bu eğilim **5G ve ilerisinde 6G** ile devam edecektir.
- **IoT, nesnelerin interneti**, farklı protokolleri kullanarak akıllı ağ yapısında, birbirlerine bağlanarak, birbirleri ile haberleşen ve bilgi üreten algılayıcılar ile donatılmış nesneler ve makinelerdir.

Haberleşme Ortamları (Transmission Media)

- Verilerin bir noktadan diğer bir noktaya iletilmeleri için kullanılan ortamlardır.
- Kablo kullanan iletişim ortamlarına **kılavuzlu iletişim ortamları** olarak adlandırılır: Çift Bükümlü (Twisted-pair), Koaksiyel (coaxial-cable), Fiber optik kablo
- Kablosuz iletişim ortamları ise **kılavuzsuz iletişim ortamları** olarak adlandırılır: Telsiz İletişimi, Hücreli Teknoloji, Kızılötesi Teknolojiler
- **RF and Mikrodalgalar:** Yüksek hızda Noktadan noktaya (arada engel olmadan) iletişim sağlayan Radyo dalgaları (RF) ve Mikrodalgalar. GSM, noktadan noktaya uzak mesafe radiolink ve uydu iletişimde kullanılır.
- **Kızılötesi (IR):** Kızılötesi ışık dalgaları kullanarak sinyal gönderen kablosuz iletişim ortamı



Telecommunications Media

Conducted Media

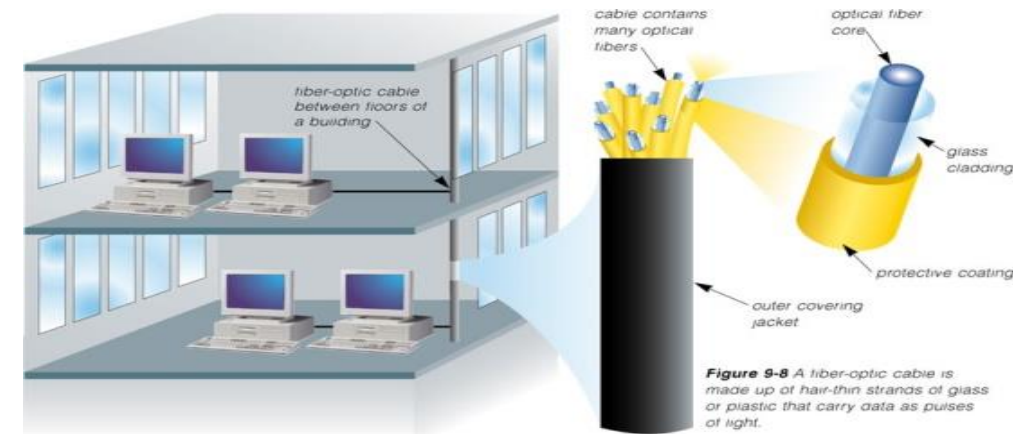
Electrical Conductors

Wires

Coaxial Cable

Light Conductors

Fiber Optics



Radiated Media

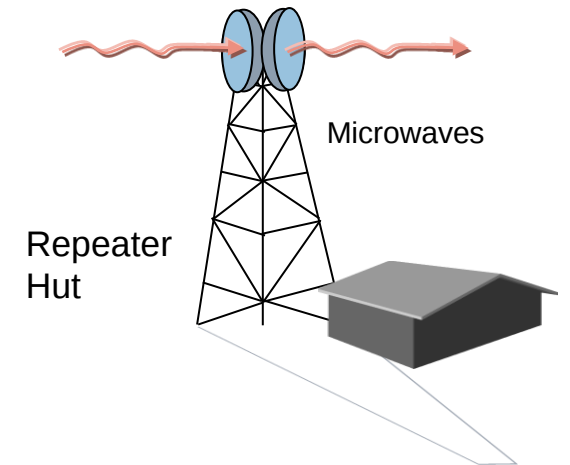
Microwave Frequency

Broadcast

Microwave

Satellite

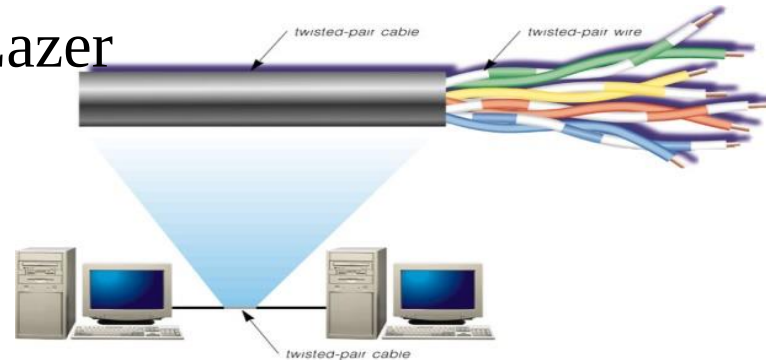
Broadband Internet



Light Frequency

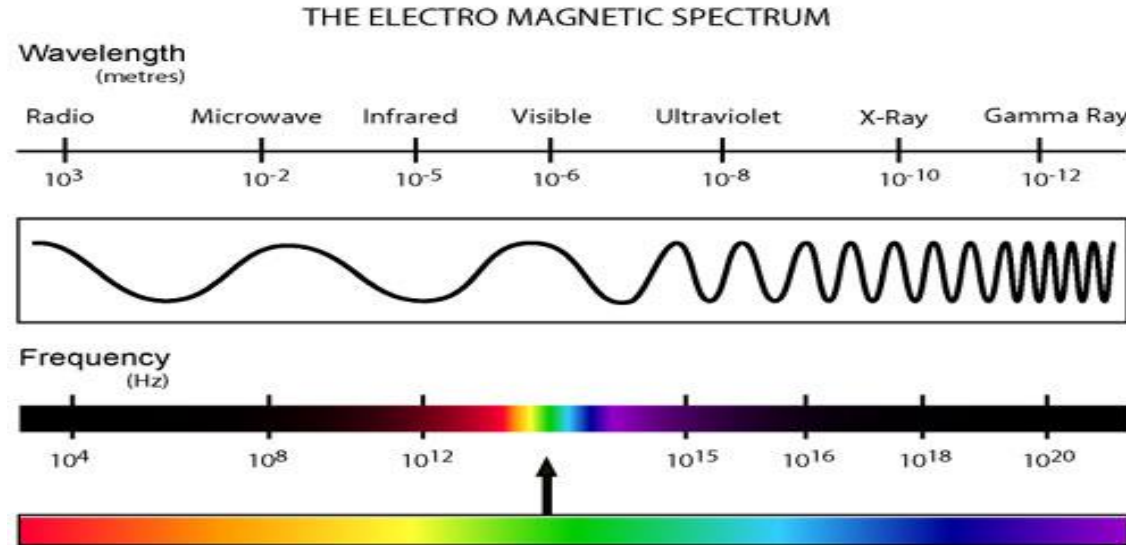
Infrared

Lazer



Kablosuz İletişim

- Veri haberleşmesi kablosuz iletişim sistemleri aracılığıyla serbest uzaydan **elektromanyetik dalgalar** halinde iletilebilmektedir.
- Elektromanyetik dalgalar, elektronların (foton) hareketleriyle oluşur ve serbest uzayda ışıma yaparlar.
- Elektromanyetik ışıma, yayılım yönüne dik bir yönde büyüklük olarak değişen bir elektrik alanından (E) ve yayılım yönü ile elektrik alanına dik açılı bir manyetik alandan (M) oluşur. Bu iki dalga birleşerek elektromanyetik dalgayı oluşturur. **Elektromanyetik dalgada ışık hızında ilerler** ($c=3 \cdot 10^8 \text{m/saniye}$).



Anten

- Elektrik sinyallerini boşluğa elektromanyetik dalga olarak ışıma yapan ("verici anten"), boşlukta ışıma yapan elektromanyetik dalgaları toplayarak bu dalgaları elektrik sinyaline ("alıcı anten") dönüştüren cihazlardır. Antenler, elektromanyetik dalgaların gücü ve frekansına bağlı olarak sinyalleri kilometrelerce uzaklara taşıyabilirler.
- Anteni belirleyen en önemli özelliği, boşlukta yayılan elektromanyetik dalganın frekansı ya da dalga boyudur. Alıcı ve verici sistemleri arasındaki uzaklıkta alış seviyesi duyarlılığı bakımından önemlidir.
- Alış seviyesi duyarlılığı, alıcı sistemin anten ile birlikte elektromanyetik dalgadan elektrik sinyali üretebilmesinin sınırıdır. Çünkü aradaki mesafe elektromanyetik dalga sinyalini zayıflatır. Bu zayıflama serbest uzay yol kaybı olarak isimlendirilir.
- Bir antenin elektromanyetik enerjiyi boşlukta belirli bir yöne odaklama yeteneği kazancı ile tanımlanır. **Anten kazancı**, etkin yayılan çıkış gücünün (P_{out}) giriş gücüne (P_{in}) oranı olarak ifade edilir. Bir izotropik kaynağa göre anten kazancı desibel cinsinden dBi olarak ifade edilir.

Anten

- Antenin boyutları dalga boyu λ 'nın fonksiyonudur. Dalga boyu ışık hızının ($c=3 \times 10^8$ m/sec) ışıma frekansına bölümüdür.
- Anten parametreleri: Işıma direnci, yönelme, anten kazancı, ışıma band genişliği, etkili ışıma alanı, Friis iletim denklemi

Relationship between antenna gain and effective area

$$G = \frac{4 \pi A_e}{\lambda^2} = \frac{4 \pi f^2 A_e}{c^2}$$

- G = antenna gain
- A_e = effective area
- f = carrier frequency
- c = speed of light (3×10^8 m/s)
- λ = carrier wavelength

$$\frac{P_r}{P_t} = \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R)^2} = \frac{A_{e,t} A_{e,r}}{\lambda^2 R^2}$$

Friis iletim denklemi

Serbest Uzay Yol Kaybı

Serbest uzay yol kaybı, elektromanyetik dalgadaki güç yoğunluğu yayılırken uzaklığa bağlı olarak zayıflar.

P_r , alışı gücü Friis denklemi ile hesaplanır

$$P_r = P_t G_t L_t G_r L_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$

Burada

P_r : alışı güç seviyesi, (Watt)

P_d : alışı güç yoğunluğu, (W/m²)

P_t : verici çıkışı gücü, (Watt)

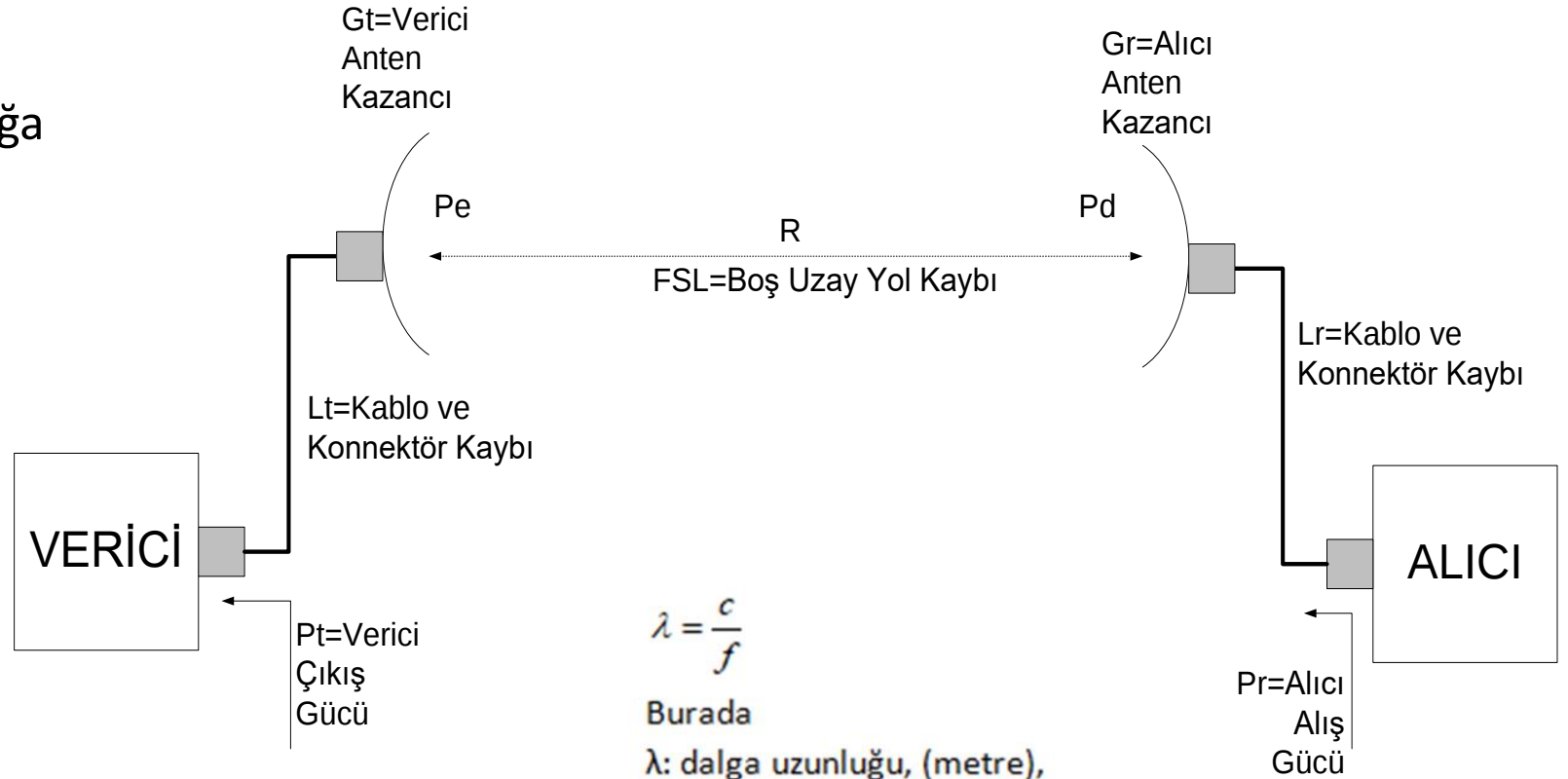
G_t : verici anten kazancı, (numerik),

L_t : verici tarafta hat kaybı, (numerik),

G_r : alıcı anten kazancı (numerik),

L_r : alıcı tarafta hat kaybı (numerik),

R : Alıcı verici antenler arasındaki uzaklık (metre),



$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Burada

λ : dalga uzunluğu, (metre),

c =ışık hızı=3 x 10⁸m/s

f =frekans, (Hz=1/s) dir.

Link Analizi

Denklem logaritmik olarak düzenlenirse, P_r , dBm cinsinden aşağıdaki biçimde yazılır.

$$P_r = P_t + G_t + G_r - L_t - L_r - FSL \quad (2)$$

FSL: terim serbest uzay yol kaybı olarak adlandırılır.

$$FSL = 32.45 + 20 \log(R_{km} \times f_{MHz})$$

Verici antenden R m uzaktaki güç yoğunluğu

$$P_d = \frac{P_t G_t L_t}{4 \pi R^2} \quad W / m^2 \quad (3)$$

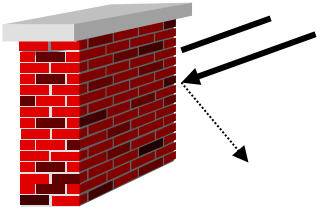
Serbest uzaydaki uzak alanda elektromagnetik dalganın taşıdığı güç yoğunluğu elektrik alan şiddetinden de hesaplanır.

$$P_d = \frac{E^2}{\eta_0} = \frac{E^2}{120 \pi} \quad W / m^2 \quad (4)$$

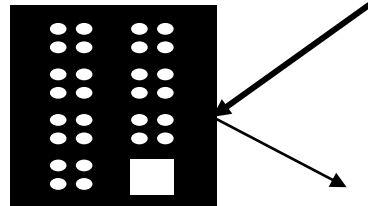
Yanyana otonom davranış sergileyen iki IoT birbirleri haberleşirken uzak mesafelerden EM sinyallerin algılanmaması için ne yapılması gerekir. Serbest uzay yol kaybı büyümelidir. Mesafe olmayacağından çok yüksek frekanslarda iletişim kurulmalıdır.

Signal Yayılımı

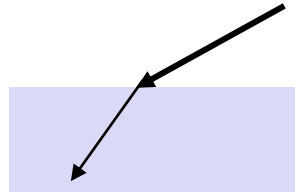
- EM Sinyal yayılımında, çevreden etkileşimler ile cisimlerin davranışları modellebilmektedir (Makine öğrenmesi algoritmaları)
- Sinyal, yansıma, saçılma, kırınım nedeniyle verici ile alıcı arasında birçok farklı yolu takip edebilir.
- Sinyal, komşu sinyaller ile etkileşerek dağılır.
- Sinyal bir alıcıya doğrudan ulaştığı gibi farklı sinyallerin fazlarına bağlı olarak bozularak faz kaydırabilir.
- Havada ve boşlukta yayılma her zaman ışık hızındadır (düz çizgi)
- Boşlukta $1/d^2$ ile orantılı güç zayıflar. Zayıflama gerçek ortamlarda çok daha fazladır. (d = gönderici ve alıcı arasındaki mesafe)
- EM dalga yayılımı aşağıdaki mekanizmalardan etkilenir:
 - Büyük engellerde yansıma
 - Küçük engellere saçılma
 - Kenarlarda kırınım
 - Bir ortamın yoğunluğuna bağlı olarak kırılma ve
 - Gölgeleme



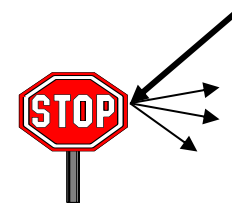
Gölgeleme



Yansıma



Kırılma



Saçılma

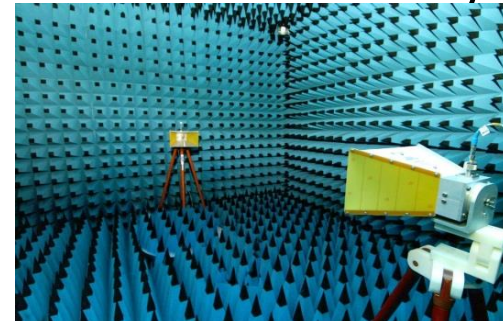


Kırınım

Kablosuz Gömülü Sistemler ve Ortamla Bütünleşik Antenler

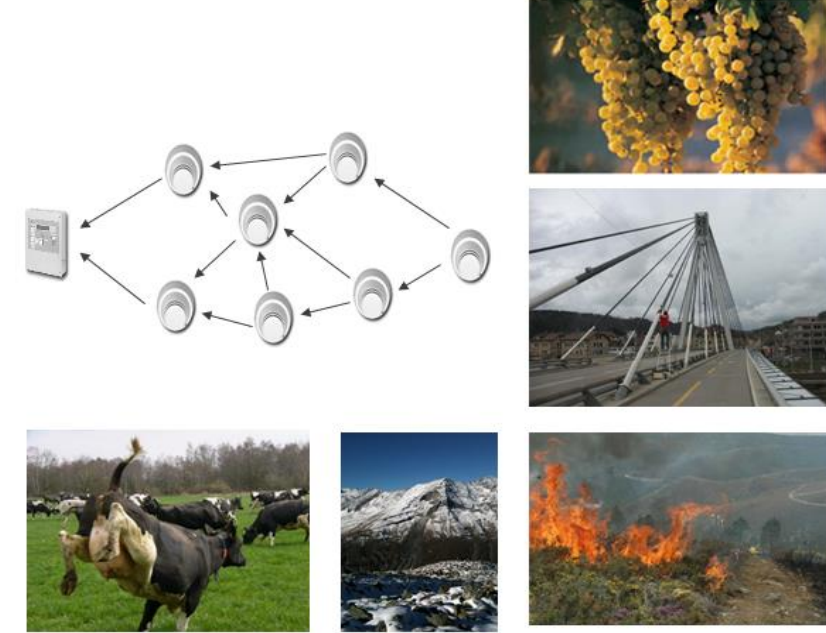
- Hz'den Terahertz'lere yayılma
 - Anten tasarım
 - Kablosuz enerji aktarımı ve temizleme (RFID dahil)
 - RF sistem tasarımı, simülasyon, modelleme ve karakterizasyonu
 - RF tabanlı algılama (radar, solunum,...)
- Protokoller
 - Gerçek zamanlı sistemler (işletim sistemi ve gömülü)
 - Kısıtlamalar altındaki iletişim
 - Wired: Fieldbus, RT & industrial Ethernet, High Avail. (HA)
 - Wireless: **Wireless sensor networks**, Body Area Net, HA
- Yerelleştirme

- İnsan vücudu ortamları için özel anten tasarımları
 - Saat Sektörleri
 - İşitme Cihazı Teknolojisi
 - Tıbbi implant teknolojisi
 - Tekstil
 - HFSS simülasyonları



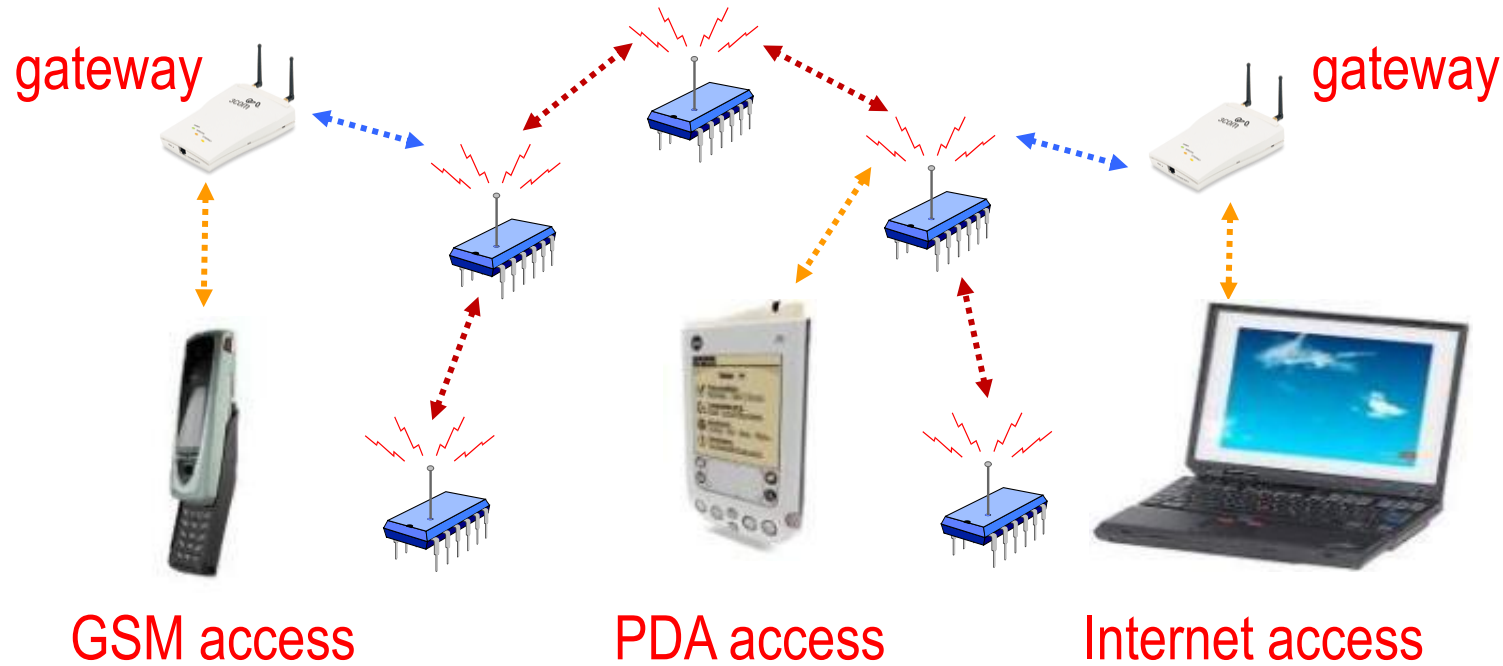
Kablosuz Algılama Ağları (Wireless sensor networks - WSN)

- Algılama ve izleme için kablosuz algılama teknolojileri
 - Çok düşük güç tüketimi
 - Kısa mesafe
 - Multihop ile geniş kapsama alanı
 - Kendi kendine organize (konfigürasyon yok)
 - Kendi kendini iyileştirme
- WSN geliştirmelerimiz için ortaya çıkan itici güçler
 - HW ve SW ortak tasarımı sayesinde ultra düşük güçte çalışma
 - ağ dağıtımı ve bakımı için basitlik
- WSN Uygulamala Alanları :
 - Endüstriyel kontrol ve otomasyon: Enerji pozitif binalar, Ulaşım, Nesne izleme
 - Güvenlik ve kamu güvenliği: Sağlık izleme, Gözetim (örneğin yangın).
 - Tarımsal izleme: Sensör tabanlı büyüme optimizasyonu, Hayvan telemetrisi
 - Çevresel izleme: Hava ve su kalitesi izleme, Tehlike algılama (yangın, kaymalar ...)



Çevreden Enerji Hasat Etme

- Enerji hasadı genellikle ortam enerjisinin (Güneş, Rüzgar, Isı, Titreşim, Hareket, ...) elektrik enerjisine dönüştürülmesi olarak tanımlanır.
- Ortam enerjisi: Enerji her yerdedir, birçok farklı şekilde - termal, kimyasal, rüzgar, güneş, elektrik, mekanik ve daha fazlası. Enerji hasatından faydalanmak için, bu enerji alanlarından bir veya daha fazlası ilgili ortamda bulunmalı ve enerjiyi dönüştürmek için uygun bir dönüştürücü olmalıdır.



Çevreden Enerji Hasat Etme

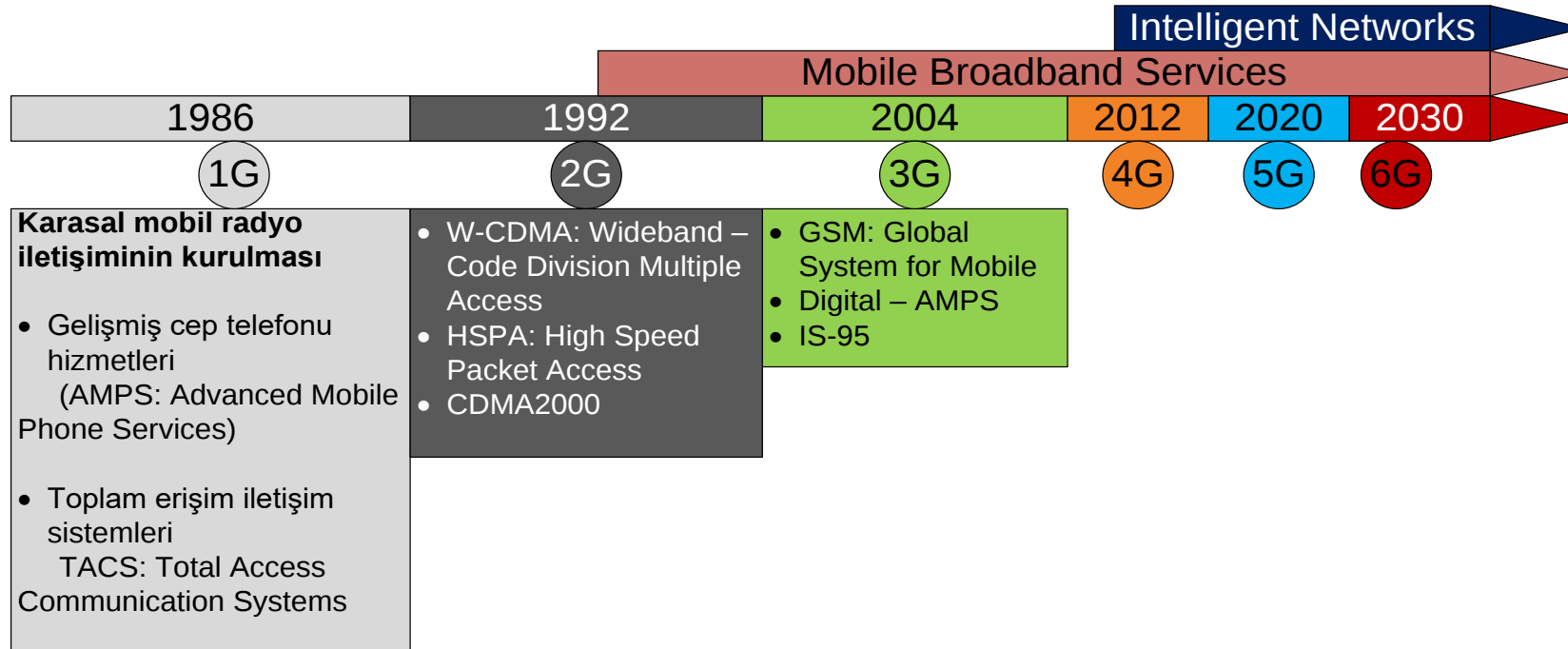
- Düşük Güçlü Kablosuz Sensör Ağı: Kablosuz bir ağ, kompakt, düşük güçlü bir sistemde algılama, sinyal işleme, kontrol ve kısa menzilli kablosuz iletişim yeteneklerini birleştiren dağıtılmış sensörlerdir.
- Sürekli, gerçek zamanlı veri toplama (konum dahil) ile mobil kablosuz sensör ağı.
- Özel sensörlerle arayüz oluşturma, enerji hasadı
- Düşük güçlü kablosuz iletişim



1G'den 6G'ye ***Gezgin Geniş Band*** ***Haberleşme Sistemleri***

1G'den 6G'ye Haberleşme Teknolojileri

- GSM telefon teknolojilerinde gelişim adımları “G” harfi ve önüne konulan rakamlar ile ifade edilmektedir.
- 1G (First Generation) adı ile anılan birinci nesil hücresel teknolojiler, zaman içerisinde 2G, 3G, 4G, 5G, 6G... teknolojilerinin gelişmesine öncülük etmiştir.



1G-2G

- 1G, ilk gezgin (mobil) telefon haberleşme teknolojisini tanımlar, taşıyıcı frekansları 900MHz civarındır.
- Birinci nesil (1G) teknolojilerde yalnızca gezgin (mobil) telefon görüşmeleri baz alındığı için iletilen veri, temel olarak ses verisiydi.
- 2G, gezgin (mobil) telefon haberleşmesi ile birlikte mesaj iletimini de içermektedir.
- 1G'ye göre daha geniş frekans kanalları kullanımı gibi değişiklikler sayesinde 2G sistemleriyle daha kaliteli ses iletimi ve saniyede kilobit hızlarında veri iletimi sağlanmıştır.

1980	1992
1G - AMPS	2G - GSM
AMPS Spektrum: UL:824MHz - 845MHz DL:864MHz - 894MHz BW: 30KHz Modülasyon: FM Erişim Türü: FDMA Veri Hızı: 2.4Kbps Uygulama: Ses	GSM 900 Spektrum: UL:880MHz - 915MHz DL:925MHz - 960MHz GSM 1800 Spektrum: UL:1710MHz - 1785MHz DL:1805MHz - 1880MHz BW: 200KHz Modülasyon: GMSK Erişim Türü: TDMA / FDMA Teknoloji: GPRS-2.5G, EDGE-2.75G Veri Hızı: 9.6Kbps - 200Kbps Uygulama: Ses ve Veri

3G – 4G

- 3G taşıyıcı frekansları 900MHz, 1800MHz ya da 1900MHz civarındır.
- Gezgin telefon kullanıcı sayısının artması ve artan veri aktarımı talepleri doğrultusunda üçüncü nesil (3G) teknolojilerinin doğmasına zemin hazırlamıştır. İnternet kullanımının yaygınlaşması, görüntülü konuşma, sosyal ağların kullanımındaki büyük artışa neden olmuştur.
- Gezgin veri kullanımına meyilli akıllı cihazların kullanımının yaygınlaşması ile tüketicilerin kullanım alışkanlıkları ve beklentileri değişime uğramıştır.
- Artık ses haberleşmesi yerine veri iletimi konusu ağırlıklı olarak gündeme gelmeye başlamıştır.

3G – 4G

- 2010'lu yılların başından itibaren kullanılmaya başlayan dördüncü nesil (4G) sistemleriyle daha ileri seviye modülasyon ve kodlama teknikleri, çoklu anten sistemleri ve çok daha geniş frekans kanalları kullanılmaya başlanmıştır.
- Taşıyıcı frekansları bir önceki nesillerde kullanılan frekanslar ile birlikte, LTE (Long-Term Evolution) ağı tarafından kullanılan radyo frekans spektrumu 700 MHz ile 2.7GHz arasında değişmektedir.
- Ayrıca 2400 MHz de ışıma yapan Wi-Fi bağlantısı mevcuttur.
- Teorik olarak, uzamsal çoğullama olarak da adlandırılan çok girişli çok çıkışlı (MIMO) anten sistemi kullanıldığında, LTE pik veri hızları göndeme bağlantı için 75 Mb/s ve alma bağlantı için 300 Mb/s'dir.

5G – 6G

- 5G kablosuz haberleşme teknolojilerinde kullanılan frekans bantları iki farklı aralığa ayrılmaktadır.
 - Birincisi, önceki standartlar tarafından kullanılan bantlar olan ancak **410 MHz'den 7125 MHz'e** kadar potansiyel yeni spektrum tekliflerini kapsayacak şekilde genişletilen altı frekans bantlarını içerir (FR1).
 - **Diğeri ise 24.25 GHz ila 52.6 GHz (80GHz'ler genişleme eyilimindedir)** frekans bantlarını içerir (FR2).
- Büyük miktarlarda verinin bilgiye dönüştürme işlevinde önemli ölçüde 5G'den daha yüksek veri hızlarına gereksinim olacaktır.
- **6G iletişim teknolojisi, çok yüksek mikrodalga frekanslarında (95 GHz ila 3 THz),** verileri bilgilere dönüştürmek için otonom makinelerin yanı sıra büyük veri analizi teknolojileri de kullanılacaktır.
- 5G ve ötesinde 6G teknolojileri, gezgin algılayıcılar ile donatılmış otonom makinelerin ve otomasyon sistemlerinin ihtiyaç duyacağı veri haberleşmesini desteklemektedir. Böylece üst frekans bandında sadece, çok yükek hızlarda veri transfer edilmeyecek aynı anda **yüksek hızlarda veri işleme ve örnekleme işlevleri** de yerine getirilecektir.
- Burada amaç gezgin sistemlerin **yakın mesafelerde birbirleri ile çok yüksek hızlarda veri iletişimi** sağlamak olacaktır.
- **Uzak mesafelerde ise baz istasyonları (FR1)** üzerinden evresel internet alt yapısı kullanılacaktır.

5G – 6G Uygulama Örnekleri

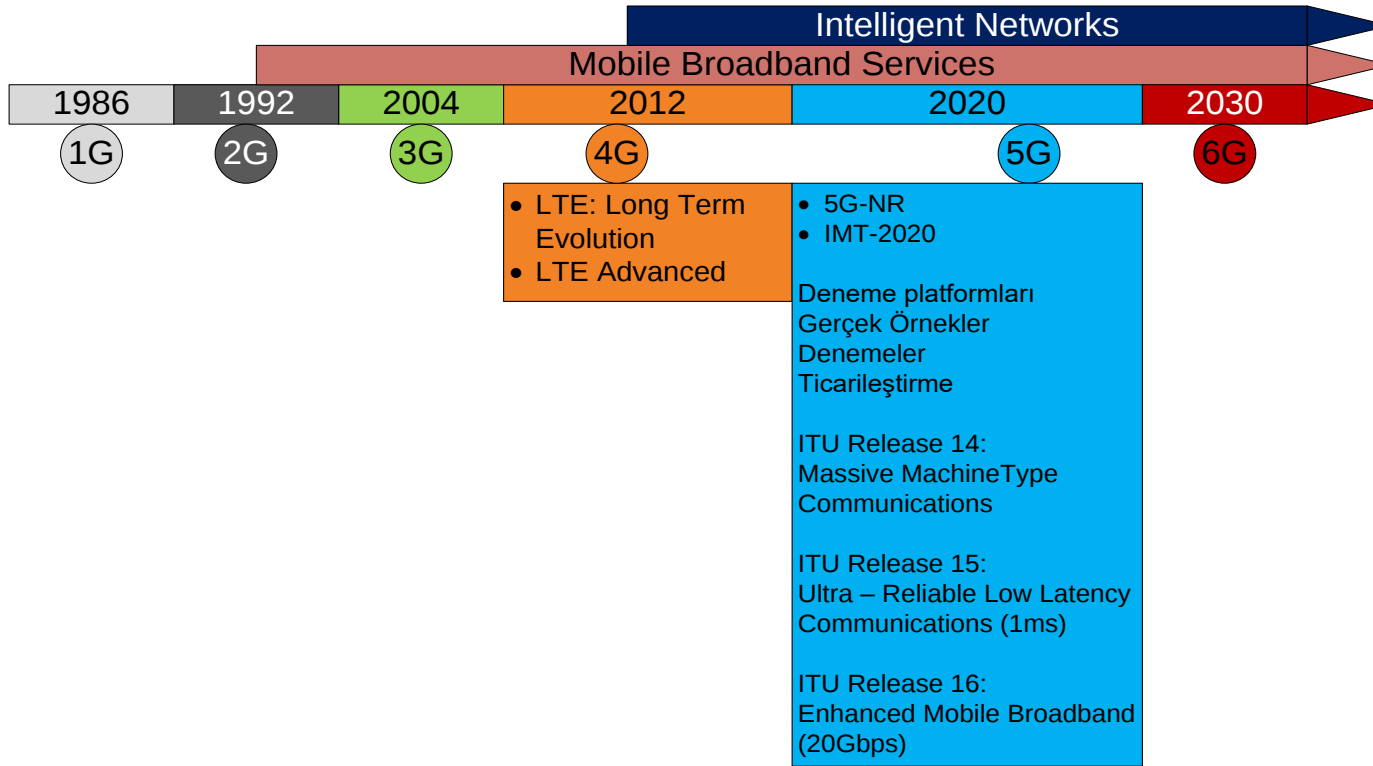
Şoförsüz Araba:

- Şoförsüz otonom araba yolda ilerlerken kendi iç sistemlerinde haberleşirken, iki tel, fiber, koaksiyel kablo kullanacağı gibi WiFi, Bluetooth, Kızılötesi, Telsizler gibi kablosuz haberleşme sistemlerini de kullanacaklar.
- Şoförsüz araba yolda ilerlerken etrafındaki arabalar ile 5G üst frekans bölgesi ve 6G ile,
- daha ilerisindeki ve daha gerisindeki arabalar ile baz istasyonları üzerinden FR1 alt frekanslarında veri haberleşmesi yapacaktır.
- Araçlar yol üzerinde bilgi üreten RFID algılayıcıları ile kablosuz iletişim kuracaktır.
- Başka bir şehirdeki arabalar ya da belirli merkezler ile haberleşmesi ise akıllı ağ yapısı üzerinden olacaktır.
- Birbirleri ile paylaştıkları devasa boyuttaki verileri çok yüksek hızlarda işleyerek elde edecekleri bilgiler ile insandan bağımsız otonom karar verecekler.

Uçaklar, Drone'lar:

- Şu an 80GHz frekans bandı savaş uçaklarının havada birbirleri ile haberleşmesinde kullanılmaktadır. Böylece yerden ya da uzaydan bu uçakların haberleştikleri verilere erişim imkansızlaşmaktadır. Çünkü elektromanyetik dalgalar yayılırken ışıma yolu ile çalışma frekanslarının çarpımın karesi oranında zayıflamaktadır, $[d(m) \times f(Hz)]^2$.

Mobile Broadband Services



2020	2030
5G	6G
Spektrum: 3GHz – 300GHz BW: 0.25GHz – 1GHz Veri Hızı: 20Gbps'e kadar Spektral verimlilik: 30bps/Hz Hareketlilik: 500km/saat U-düzlemi geçikmesi: 0.5ms C-düzlemi geçikmesi: 10ms Uygulama: - Ses, Veri, Görüntülü arama, - Dijital video yayın (DVB), - Görüntülü sohbet, - VR/AR/3600 Videoları, V2x, - IoT, Akıllı şehir, Akıllı ev, - Akıllı iş yerleri, - Teletıp, - Giyinilebilir cihazlar	Spektrum: Çok yüksek frekans bandları, 73Ghz – 140GHz 1Thz – 10THz BW: 3THz'e kadar Veri Hızı: >1Tbps Spektral verimlilik: 100bps/Hz Hareketlilik:1000km/saat' e kadar U-düzlemi geçikmesi< 0.1ms C-düzlemi geçikmesi< 1ms Uygulama: - Ses, Veri, Görüntülü arama, - Dijital video yayın (DVB), - Görüntülü sohbet, - Yüksek Çözünürlüklü TV, - Üç boyutlu entegre iletişim, - Dokunsal, duyuşal, algısal internet, - Tam duyuşal dijital algılama ve gerçeklik, - Tam otomatik sürüş - Endüstriyel internet - bio-nano nesnelerin interneti

Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığına Etkisi

- EM dalgaların başta insan ve ötesinde tüm doğa ile etkileşiminde nesneler doğrudan doğruya EM dalgalardan nasıl etkilenir ya da davranışları nasıl değiştirilebilir? EM dalgaları ile etkileşimlerden davranışları kestirilebilir?
- Işıma(Radyasyon) da denilen elektromanyetik yayılım, dalga ve parçacık olarak yayılım yapan enerjidir. Foton, elektromanyetik alanın kuantumu, ışığın temel "birimi" ve tüm elektromanyetik ışınların kalıbı olan temel parçacıktır. Foton ayrıca elektromanyetik dalganın kuvvet taşıyıcısıdır. Foton hem dalga hem de parçacık özelliği gösterir. Antenlerdeki etkin ışıma alanı, foton enerjisinin yoğunlaştığı hacimsel bölgedir.
- X ve Gamma ışınları; alfa ve beta parçacıkları ve nötronlar iyonlaştırıcı radyasyonlardır ve tüm canlılar için zararlı olabilecek radyasyon çeşitleridir. İnsan hücrelerinin değişimine neden oldukları, kanser oluşturdıkları ve kromozomları değiştirdikleri için tehlikelidir.
- İyonize olmayan dalgalar ise Radyo dalgaları, Mikrodalga, Kızıl ötesi ışık, Görünen ışık, ve Morötesi ışık olarak sıralanır. İyonize olmayan dalgalardan mikrodalgalar günümüzde çok yoğun olarak kullanılmaktadır. Mikrodalgalar girdikleri dokulara enerjilerini aktararak ısını arttırır ya da hücre zarlarının çalışma biçimini değiştirirler.

Elektromanyetik Dalgaların İnsan Sağlığına Etkisi

- İnsan beynine yönlendirilmiş elektromanyetik enerji ile davranış değişikliği oluşturma ya da zihin okuma kesinlikle laboratuvar ortamını gerekli kılmaktadır. İnsan beyninin yaydığı sesler, ısısal değişimler, elektromanyetik dalgalar ile düşüncenin okunması gibi araştırma alanları laboratuvar ortamlarında mümkün olabilmektedir. İnsan beyni ile makinenin, insan beyninin diğer insan beyni arasında haberleşme üzerine araştırma ve geliştirme faaliyetleri devam etmektedir. Elektromanyetik dalgalar ile duyuşal algılamaları değıştirme üzerine yapılan çalışmalar ilgi çekmektedir.
- Snu olarak mikrodalga enerjisi, dokularda ısısal bir takım hassasiyetler konusunda etkiler yarattığı bilinmektedir. Bu hassasiyetin neden olduğu olumsuzluklar, insan ve evre sağlığına olan etkileri tam olarak analiz edilmeden, önleyici tedbirler alınmadan 5G ve 6G teknolojilerine ait frekans bandlarının hoyratca kullanılması risklidir.
- Öte yandan 5G ve 6G mobil haberleşme sistemlerini kullanacak akıllı makinelerin pazarı inanılmaz devasa boyutta olacaktır. Şu an bu teknolojilere ait sistemler deneme amaçlıdır. Belirli alanlarda sınırlı frekanslarda kullanılmaktadır. Bu haberleşme teknolojileri ilgili üretilen iddiaların bu pazarın paylaşılması üzerine yaşanan savaşın yansıması olarak görülmesi gerekir.

Mikrodalgaların İnsan Sağlığına Etkisi

- Mikrodalga cihazlarının taşıyıcı frekansları, vücut ve çevre sağlığına olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Oluşabilecek sağlık problemleri; stres, mide bulantısı, halsizlik, beyin rahatsızlıkları, el ya da ayak refleks bozuklukları vs. olarak sıralanmaktadır. İnsan derisinde ya da organlarındaki hücrelerde uzaktan mikrodalga ile ısısal değişiklikler oluşturma üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Canlıların hücreleri veya dokuları anlık uyarıldığında istenmeyen değişiklik olarak algılamakta ve buna karşı tepki vermektedir.
- Mikrodalga bölgesine ait frekans aralığı 300 MHz -300 GHz arasına karşılık gelir, dalga boyu aralığı ise 1 m – 1 mm arasında değişmektedir. 300MHz ile 10GHz arasındaki mikrodalga frekanslarının oluşturduğu elektromanyetik alana maruz kalan vücudun emdiği enerji oranının ölçülmesinde spesifik soğurma oranı (SAR) kullanılır. 70kg ağırlığında bir kişinin hareketsiz durumda 80 watta eşdeğer enerji tükettiği var sayılır. Standartlar 30 dakika boyunca Elektromanyetik dalgalara maruz kalan doku ve organların sıcaklığının 1 derece artmasını risk olarak belirtmektedir. Bu da 4Watt/Kg'a karşılık düşer. Bu nedenle SAR limitlerinin 10gram dokudaki ortalama değeri 2W/kg olarak kabul edilir. 10GHz in üzerindeki elektromanyetik alanlarda ise mW/cm² kullanılır. Elektromanyetik güç yoğunluğuna 6 dakikadan fazla kalınan ortamlarda maruz kalınabilecek güç yoğunluğunun çalışma ortamları için 5mW/cm² ve genel ortamlar için 1mW/cm²'den küçük olması standartlarca önerilmektedir.

Mikrodalgaların İnsan Sağlığına Etkisi

- Mikrodalga aynı zamanda kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Günümüzde dezenfeksiyon amacıyla mikrodalga tıp alanında, özellikle diş hekimliğinde metal aletler, protezler ve benzeri materyalin dezenfeksiyonunda, ayrıca yumuşak kontakt lenslerin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Mikrodalga kazanlarında hastane atıklarının dezenfeksiyonu yapılabilmektedir. Gıdalardaki kontaminan mikroorganizma sayısını azaltmak için mikrodalga kullanılmaktadır. Mikrodalga ile sterilizasyon henüz ideal bir yöntem değildir, sadece yüksek düzey dezenfeksiyon aracı olarak kullanılabilir.
- Mikrodalga fırınlarda 2.45GHz'lik bir elektromanyetik dalga üreten birkaçyüz Watt'lık magnetronlar kullanılır. 2.45 Ghz, su moleküllerinin rezonans frekansıdır. Bunun sonucu olarak 2.45 Ghz'lik mikrodalga ısıma en çok su tarafından emilecektir. Çoğu yiyecek de su içerdiğinden ısınacaktır. Mikrodalga frekansları, başlıca su olmak üzere bazı maddeler tarafından emilirler, dalgalar, bu maddelerin moleküllerini ya da hücrelerini atomik devinime uğratarak mikrodalga enerjiyi ısıya dönüştürürler. Bu nedenle içinde daha çok su molekülü taşıyan besinler daha hızlı pişer. Mikrodalga çoğu plastik, cam ve porselen tarafından emilmez, metaller tarafından yansıtılırlar. Mikrodalga fırınlarına metal malzemeler koyulmamasının nedeni de bundan kaynaklanmaktadır. Ayrıca fırının içinde ısınacak yeterince malzeme yok iken metal eşya fırın çeperine yaklaşırsa arada kıvılcım atlaması yapıp fırına ve eşyaya zarar verebilir.



6G Teknoloji Yakınsaması

Değişim ve Dönüşüm

- Kablosuz iletişim teknolojilerinin dijitalleşme sürecinde ses, mesaj ve sosyal paylaşım hizmetlerinde çok hızlı değişimlere tanık olduk. Sesli olmayan insan iletişimine yönelik bu geçiş, kullanıcılarının bir güncelleme yayınlama veya bir resim veya video paylaşma gibi aktif katılımına dayanmaktadır.
- Otonom makineler, insan davranışlarını bağımsız olarak algılayabileceklerinden ve her şeyi dijital olarak katagorize edip kataloglayabileceklerinden 6G ile farklı bir değişim başlayacaktır. Tüm olaylar ve etkileşimler dijital hale getirilecektir. 6G teknolojilerinde, veri haberleşmesi ile birlikte yapay zeka (Artificial Intelligence – AI) uygulamaları da kullanılacak ve ilgili taraflara otonom hizmetler sunulacaktır.
- 6G teknolojisi, daha önce hiç olmadığı kadar farklı teknolojilerinin entegre edilmesinde önemli rol oynayacaktır. Özellikle gezgin akıllı makinelerde, büyük veri analizi ve bilgi işlem dahil olmak üzere birçok önemli teknoloji 6G ile birleşecek. Mobil uç bilgi işlem (MEC - Mobile Edge Computing) eklenmesi, 5G ağlarına ek olarak dikkate alınması gereken bir nokta olsa da, MEC'ler tüm 6G ağlarına kurulacaktır. Uç ve çekirdek bilgi işlem sistemleri, 6G ağları ile iletişime geçtikleri zaman, bütünleşik iletişim veya hesaplama altyapısına çok daha sorunsuz bir şekilde çalışıyor olacaklar.

Değişim ve Dönüşüm

- 6G teknolojisinde yapay zeka algoritmaları ile birlikte çalışan, quantum hesaplama altyapısı, veri depolama, veri işleme ve veri paylaşımı ile ilgili kararları içeren bilgi işlemin gerçekleşeceği en iyi yeri bağımsız olarak belirlenecektir.
- 6G mikrodalga sinyalleri yüksek yönlülük, yüksek frekanslı iletişimleri gibi ile birçok zorluğa rağmen, birçok potansiyel avantajı da vardır. Bu, hücresel ağlar mikrodalga iletişim düzeyinde güvenliği ve gizliliği geliştirme potansiyeline sahiptir. Bu, oldukça mikrodalga mühendisliğinin yanı sıra çok daha fazla hücre bölgesini ve anteni desteklemek için önemli altyapı ve operasyonel maliyetlerini kapsamaktadır.

Hassasiyet ve Doğruluk

- Akıllı ağ alt yapısının ötesine bakıldığında, 6G aynı zamanda birçok yeni uygulama, hizmet ve algılama, görüntüleme ve konum belirleme alanlarında geliştirilecek çözümlerle ilgili potansiyeller sağlayacaktır.
- Daha yüksek frekanslar, çok daha hızlı örnekleme oranlarının yanı sıra önemli ölçüde daha yüksek doğruluk sağlayacaktır. Örneğin, 1 milimetreden daha küçük dalga boyları ve göreceli elektromanyetik ısıma oranlarını belirlemek için frekans seçiciliğinin kombinasyonu, kablosuz algılama çözümlerinde potansiyel olarak önemli ilerlemelere yol açacaktır.
- Kamera ya da diğer algılayıcılardan bağımsız olarak nesnelerden kimlik tanımlanması ve davranış analizi yapılacaktır.

Hassasiyet ve Doğruluk

- 6G kablosuz algılama çözümleri, elektromanyetik ışımanın seviyesini ölçmek ve böylece mevcut haberleşme tipini belirlemek için seçici olarak farklı frekanslar kullanabilir. Bu, 1800'lerin ortalarında atomların ve moleküllerin karakteristik frekanslarda elektromanyetik ışımanın yaydığı frekansların keşfine dayanmaktadır. Frekans tarama spektroskopisi olarak adlandırılan bu yetenek, bir nesnenin varlığını ve kompozisyonunu, elektromanyetik ışıma frekansı farklı frekanslarda algılama yeteneği sağlar.
- Gelişmiş anten teknolojilerinin nasıl olabileceğine bağlı olarak, bir nesnenin malzemesini ve uzamsal yönelimini çok yüksek bir doğrulukla belirleyebilecek yüksek yönlü, yüksek frekanslı 6G mikrodalga sinyallerinin gelecekteki araştırmalarda potansiyeli vardır. Bu elbette çok yüksek veri iletişim verimi ve malzeme bileşimi, yönelimini belirlemek için işlenmesi gereken çok miktarda veri birikimine de bağlı olacaktır.

Low Power Radar - Lidar

- Görüntüleme açısından, elektromanyetik ışımayı algılama (Radar - RAdio Detection And Ranging) ve uzaklık ölçümü (LIDAR - Light Detection and Ranging; veya Laser Imaging Detection and Ranging) gibi mevcut sistemlerin yeteneklerini geliştirme potansiyeline sahiptir. Örneğin cisimlerin köşelerini görebilme gibi. 6G haberleşme teknolojileri ile geliştirilecek tamamlayıcı teknolojiler yüksek çözünürlüklü video çözünürlüğü görüntüleme potansiyeli sağlayacaktır.
- Algılama ve görüntüleme sistemleri, gerçek zamanlı video gerektirebilecek çeşitli çözümler için depolanması, işlenmesi ve oluşturulması gereken muazzam miktarlarda veri toplayacaktır. Bu, yüksek derecede bilgi işleme gücüne ihtiyaç duyulacaktır.
- Hassas konumlandırma açısından, çevre hakkında önceden herhangi bir veriye sahip olması gerekmeden santimetre seviyesine kadar son derece hassas konum tespiti sağlamak için gelişmiş algılama yetenekleri ve yüksek çözünürlüklü görüntüleme sistemlerini birlikte kullanabilir. Bunun, bir nesnenin tipini, bileşenlerini, yönünü ve konumunu son derece yüksek bir doğrulukla belirleme yeteneği üzerinde büyük etkileri vardır.



Yapay Zeka – Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Bilgiyi işleyen ve değiştiren bir makine!

Alan Turing (1912 – 1954) bilgisayarın temelini oluşturan ilk insandır.

Turing aslında matematiksel bir problemin çözümünü araştırıyordu. Matematikteki problemler basit kurallar dizisi takip edilerek çözülebilir mi? Turing sorularına yanıtlar aradı:

- Hesaplama yapan, bir insanın zihninde neler oluyor?
- Hesaplama yapan kişi için hayati öneme sahip olan şey nedir?
- Hesaplama işleminde insan beyinde anahtar işlev nedir?

Beklenmedik bir şey oldu bilgisayar hakkında düşünmeye başladı. Turing'in muhteşem fikri ilk kez 24 yaşındayken 1936 yılında yazdığı günümüzde efsane olan “Hesaplanabilir sayılarda karar veren problemlerin uygulanması” isimli 36 sayfalık kitapta yayınlandı.

Bilgiyi işleyen ve değiştiren bir makine düşüncesi ilk Turing'e aittir? İnsan zihninde hesaplama işlemlerinde belirli kuralların tekrar edildiğini ve tüm hesaplamaların ikili boyutta (0/1) yapıldığını fark etti.

Ben de soruyorum:

- Karar verme aşamasında, bir insanın zihninde neler oluyor?
- Karar veren insan için hayati öneme sahip olan şey nedir?
- Karar vermede insan beyinde anahtar işlev nedir?

Zeka nedir?

- Zeka; zihinde algılayarak, canlandırarak ve anlayarak **bilinçlenme yeteneği** kazanmaktır.
- Zeka, insanın düşünerek akıl yürütme, algılama, kavrama, yargılama ve **sonuç çıkarma yeteneklerinin** tümüdür.
- Zeka beynin algılayarak anlamlandırma yeteneklerinin birleşimidir. **Zihnin kavrama gücüdür.**
- Akıl: Düşünme, kavrama, anlama yetisidir. Doğru ve yanlış, yalan ve gerçeği ayırt edebilme yetisidir.

Yapay Zeka

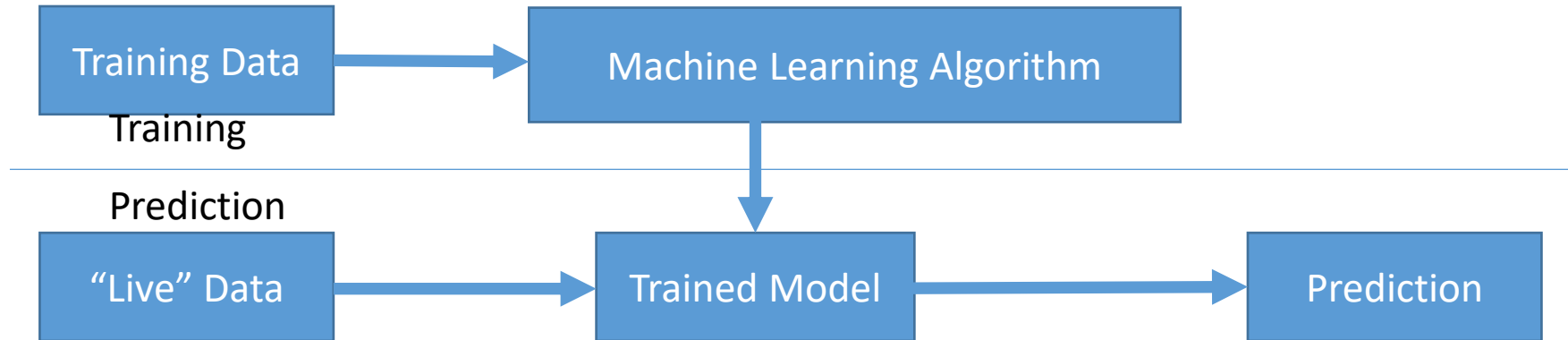
- İşlerini mükemmel yapan **insanın zihin haritasına benzer** biçimde karar vermek amacıyla geliştirilen **matematiksel modeller ve algoritmalar**dır.
- Yapay Zeka: “**İnsan gibi akılcı (rasyonel) düşünen ve akılcı davranan bilgisayar sistemleri**” olan otonom makinelerdir. Özellikle rasyonel karar alan sistemler (Uzman sistemler) üzerine yoğunlaşan çalışmalar hız kazanmıştır.
- Kendi başına otonom karar veren algoritmalar ile birlikte çalışan, hesaplama altyapısı, veri depolama, veri işleme ve veri paylaşımı özelliklerine sahip bilgisayar sistemlerinin **verileri çok hızlı işlemesi ve karar vermesi** gerekmektedir.

Yapay Zeka

- Yaşanacak bilimsel gelişmeler daha çok, kablosuz iletişim ortamlarında uzaktan algılama ve kimliklendirme için çok **yüksek frekanslarda örnekleme, quantum hesaplama ve makine öğrenmesi algoritmaları** üzerine olacaktır.
- **Çok yüksek frekanslar, kablosuz algılama çözümlerinde** potansiyel olarak önemli ilerlemelere yol açacaktır.
- Gelişmiş hassas odaklı ışıma yapan anten teknolojileri ile birlikte **bir nesnenin malzemesini ve uzamsal yönelimini (patternini – örüntüsünü) çok yüksek bir doğrulukla belirlemde** araştırma potansiyeli vardır.
- Elbette çok yüksek veri iletişiminin performans verimi ile birlikte nesnelerin malzeme bileşimi, uzamsal yönelimini belirlemek için **çok yüksek miktarda veri birikimine** de bağlı olacaktır.

Makine Öğrenmesi

- Makine Öğrenmesi: Veri yığınınından öğrenen zekayı geliştiren matematiksel modeller ve algoritmalarıdır.
- Kendi kendine öğrenmeyi beceren matematiksel modeller ve algoritmalar ile veri yığınınında insandan bağımsız otonom davranış geliştirilmesi istenmektedir.
- Verilere dayalı tahminler ve otonom davranış desenleri (paternleri) geliştiren matematiksel modeller ve algoritmalar, makine öğrenmesinde bilgisayar sistemlerinin temel kod üretme bilim dalıdır.



Yapay Zeka: Makine öğrenmesi, Derin öğrenme:

- Yapay zeka, ister makine öğrenmesi olsun ister derin öğrenme olsun **tahmine dayalı karar veren bilgi teknolojilerin genel adıdır**. Yapay zekâ makine öğrenmesi veya derin öğrenme algoritmalarını kapsamaktadır.
- Makine öğrenmesi algoritmaları ortaya çıkana kadar yapay zekâ çalışmaları mantıksal ve matematiksel işlemlerin kodlandığı bir yapıya dayanmaktaydı. Örneğin ilk satranç oyuncusu yapay zeka algoritmaları tamamen böyleydi. Yapay zekanın bu türü **sembolik yapay zeka** olarak adlandırılmaktadır.
- **Makine öğrenmesinde algoritmalar tamamen veriden öğrenir**. Doğal olarak akla makine öğrenmesi algoritmalarının verilerden öğrenmesinin riskli tarafları gelebilir. Sorulara yanıt veren yazılımsal makine öğrenmelerine ahlaksız ve ırkçı söylemler sıkça sorulursa, günün sonunda yazılımın kendisi sapık ve ırkçı bir karaktere bürünebilmektedir.
- **Derin öğrenme modeli, verinin yapısına göre hangi parametrelere ne ağırlık verileceğini algoritmanın kendisinin keşfetmesidir**. Derin öğrenme algoritması da veriye dayalı öğrenme gerçekleştirmekle birlikte, öğrenme süreci standart makine öğrenmesi algoritmalarında olduğu gibi tek bir matematiksel modele değil sinirsel ağ (neural network) olarak ifade edilen ağ diyagramlarına benzeyen yapıda geliştirilen hesaplamalarla çalışmaktadır.
- **Her derin öğrenme algoritması bir makine öğrenmesi algoritmasıdır çünkü verilerden öğrenme gerçekleştirmektedir**. Ancak her makine öğrenmesi algoritması derin öğrenme algoritması değildir; nitekim derin öğrenme, makine öğrenmesinin özel bir türüdür.

Makine Öğrenmesi – Veri Madenciliği

Makine öğrenmesi yapısal işlev olarak veri yığınının öğrenilen ve veriler üzerinden tahmin yapabilen algoritmaların çalışma ve inşalarını araştıran bir bilim dalıdır.

Makine öğrenmesi bilinen özelliklere dayanarak öğrenilen verilerden yapılan tahminler üzerine odaklanır.

Veri madenciliği ise verilerdeki (geçmiş) bilinmeyen özelliklerin keşfedilmesine odaklanır. Bu veri tabanlarında bilgi keşfi analizinin bir adımıdır.

Makine Öğrenmesi Tipleri

- **Denetimli Öğrenme:** Etiketler sağlanmıştır, güçlü bir öğrenme sinyali vardır. Örneğin, sınıflandırma, regresyon.
- **Denetimsiz öğrenme:** Doğrudan öğrenme sinyali yoktur. Sadece veride yapı bulunmaya çalışılır. Örneğin, kümeleme, boyutluluk azaltma.
- **Yarı denetimli Öğrenme:** Verilerin yalnızca bir kısmının etiketleri vardır. Örneğin, büyüyen bir çocuk.
- **Pekiştirmeli öğrenme:** Öğrenme sinyali (skaler) bir ödüdür ve bir gecikmeyle gelebilir. Örneğin, labirentte bir fare, satranç oynamayı öğrenmeye çalışıyor.
- **Makine Öğrenmesi Algoritmaları:**
 - Regression: Ridge regression, Support Vector Machines, Random Forest, Multilayer Neural Networks, Deep Neural Networks, ...
 - Classification: Naive Base, , Support Vector Machines, Random Forest, Multilayer Neural Networks, Deep Neural Networks, ...
 - Clustering: k-Means, Hierarchical Clustering, ...

Komplo Teorileri

- Komplo teorisyenlerinin geliştirdikleri argumanlar bilim adamları ve mühendisler için ilgi çekici de olmaktadır. Çünkü, **komple teorileri mühendislik problemi olarak düşünölmeye başlandığı anda**, nasıl mümkün olabileceği sorusu beyin fırtınası ile araştırmaya koyulur.

İleri sürölen Komplot teorileri:

- 5G teknolojilerinin denenmeye başladığı yerlerde, korona COV-19 virüsü nedeniyle ölüm oranı çok yüksektir.
- 5G ve 6G teknolojilerinde kullanılacak olan 60GHz ve üzeri frekans bandlarında kullanılacak antenlerin efektif ışıma alanlarında **oksijen azaldığından insanların boğularak ölmesine neden olacaktır**.
- Vücudumuzda bulunan parazitler, mantarlar ve bakteriler mikrodalga ışımasına maruz kaldıklarında kendilerini savunmak için toksin üretirler ve hızlıca çoğalmaya başlarlar. Birlikte yaşadığımız bu mikroplar **insanlar için öldürücü birer biyolojik silaha dönüşürler**. Özellikle 5G ve 6G teknolojilerinde kullanılacak mikrodalga frekans band genişliği inanılmaz büyük boyuttadır. Bu durum insan sağlığı için çok daha tehlikeli boyuta gelmektedir.
- **Nanorobotlar aşı diye çocuklardan başlanarak herkese enjekte edilecektir**. Bu nanorobotlar insanları kimliklendirerek sağlık durumlarını bilecek, zihnini okuyacak. İstenirse insanları yönlendirecek hatta yok edecektir.
- Gezgin otonom makinelerin ve algılayıcıları antenleri, insanların çok yakınına gelecektir. Bu sistemler öğrenen makinelerin birer parçası olacağı için insanları yönlendirecek. Biat etmeye zorlayacak. **Düşünceleri okuyacak, nereye gideceğini, ne yapacağını önceden bilecektir**. Bu sistemlerin antenlerinden yayılacak yüksek radyasyon insanlar dahil doğadaki tüm canlılara zarar verecektir.

Sonuç

- **Quantum hesaplama**, veri analitiği uygulamaları temellerinde gezgin otonom makineler ilgili araştırmalar hızlanmıştır.
- Bu hızlanma kısmen klasik hesaplama yöntemleri ve teknolojilerindeki gelişmeler ve kısmen de Kuantum Hesaplama (QC - Quantum Computing) ve ilgili **kuantum teknolojileri tarafından sunulan muazzam paralellik** potansiyelinden kaynaklanmaktadır.
- Hesaplama yöntemlerindeki gelişmeler, **Makine Öğrenmesinin (ML – Machine Learning) geleneksel mantık tabanlı yaklaşımlara potansiyel bir alternatif** olarak konuşlandırılmasına neden olmuştur.

Sonuç

- Veri güdümlü öğrenme ve kuantum destekli hesaplama yöntemleri, akıllı bir 6.Nesil (6G) iletişim ağının isteklerini gerçekleştirmede güçlü bir potansiyele sahiptir. **Ortaya çıkan makine ve makine arası bağlantıyı artırma paradigmasında, ağ düğümü sayısı ve veri trafiğinde önemli bir artış beklenmektedir.**
- **6G ağları, 5G ağlarına kıyasla hacimsel spektral ve enerji verimliliğinde çok büyük bir artış sağlayacağı ve büyük bağlantılardan kaynaklanan çok karmaşık bir yapıya sahip olacağı öngörülmektedir.**
- Gezin nesnelerin otonomlaşmaya başlamasıyla küresel mobil veri trafiğinin büyüyeceği tahmin edilmektedir. Bu artan trafiği farklı ağ düzeylerinde yönetmek için güçlü miktarda veri işleme ve öğrenme yetenekleri geliştirilecektir. Bu amaçla, **Makine Öğrenmesi (ML) ve Kuantum Hesaplama (QC) yöntemleri önemli bir kolaylaştırıcı rol oynayacaktır.**
- 5G (B5G) ağlarının ötesinde kullanıcı ve ağ tarafında mevcut olan hacimli verilerin verimli bir şekilde işlenmesine yönelik olarak, 6G'de yapılacak çalışmalar, **QC destekli ML ve Quantum ML (QML) algoritmalarını ve teknolojilerini sağlayan yeni bir çerçeve sunacaktır.**

Usage Notes

- A lot of slides are adopted from the presentations and documents published on internet by experts who know the subject very well.
- I would like to thank who prepared slides and documents on internet.
- Also, these slides are made publicly available on the web for anyone to use
- If you choose to use them, I ask that you alert me of any mistakes which were made and allow me the option of incorporating such changes (with an acknowledgment) in my set of slides.

Sincerely,

Dr. Cahit Karakuş

`cahitkarakus@esenyurt.edu.tr`