T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

OTONOM ARAÇ SÜRÜŞ DESTEK SİSTEMLERİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

SERCAN GÜRTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

OTONOM ARAÇ SÜRÜŞ DESTEK SİSTEMLERİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Sercan GÜRTAŞ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTONOM ARAÇ SÜRÜŞ DESTEK SİSTEMLERİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Sercan GÜRTAŞ
0000-0002-2247-6320

Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Sercan Gürtaş tarafından hazırlanan "OTONOM ARAÇ SÜRÜŞ DESTEK SİSTEMLERİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK
0000-0001-5767-8312

Başkan : Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK
0000-0001-5767-8312
Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Prof. Dr. Necmettin KAYA
0000-0002-8297-0777
Uludağ Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğr. Üyesi İsmail Öztürk
0000-0003-2641-5880
Pamukkale Üniversitesi,
Teknoloji Fakültesi,
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
../../....

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28/01/2020

Sercan GÜRTAŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

OTONOM ARAÇ SÜRÜŞ DESTEK SİSTEMLERİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

Sercan GÜRTAŞ

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK

Günümüzde, araçlarda ve transport sistemlerinde güvenlik ile ilgili artan talepler doğrultusunda yeni yaklaşımlar ortaya konmaktadır. Bu çalışmaların içinde otonom araçlar ve uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Her geçen gün daha fazla önem kazanan ve yaygınlaşan otonom araç uygulamaları geleceğin araçları olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle bu araştırma çalışmasında otonom araçlar ve yapay zeka uygulamaları ile ilgili günümüzde yapılan çalışmalar ve mevcut durum incelemesi yapılmış ve mevcut durum değerlendirmesi yapılarak bundan sonra yapılması gereken çalışmalar konusunda öneriler verilmiştir. Günümüzde bu teknolojiler şu an için her ne kadar sürücüye destek olmak için var olsa da çok yakın zamanda sürücü bu sistemlere destek olacak, hatta sürücü araç içerisinde yola bakmadan seyahat edebilir hale geleceği tahmin edilmektedir. Bu çalışmada otonom araçlar, yapay zeka uygulamaları ve veri madenciliği, otonom araçlarda günümüzde kullanılan sistemler ve örnek bir yapay zeka uygulaması ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Otonom araçlar, otonom sistemler, yapay zeka

2020, vi + 111 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

AUTONOMOUS VEHICLE DRIVING ASSISTANCE SYSTEMS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS

Sercan GÜRTAŞ

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Automotive Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ferruh ÖZTÜRK

Today, new approaches are introduced in line with the increasing demands on safety in vehicles and transport systems. Autonomous vehicles and their applications come to the forefront within these works. Autonomous vehicle applications, which are gaining more and more importance day by day, are defined as the tools of the future. For this reason, in this research study, the current studies and current situation analysis about autonomous vehicles and artificial intelligence applications were made. Current situation assessment has been made and suggestions have been given about the work to be done next. Today, although these technologies exist to support the driver for now, it is expected that the driver will support these systems very soon and even the driver will be able to travel in the vehicle regardless of the road. In this study, autonomous vehicles, artificial intelligence applications and data mining, systems used today in autonomous vehicles and a sample artificial intelligence application are discussed.

Key words: Autonomous vehicles, autonomous systems, artificial intelligence

2020, vi + 111 pages.

TEŞEKKÜR

Bu tezin yazım aşamasında, değerli tecrübelerini ve bilgilerini esirgemeden paylaşan, kendisine ne zaman danışsam zamanını ayırıp büyük bir sabırla ve ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Ferruh Öztürk'e teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum.

Bana yüksek lisans hayatım boyunca kazandırdıkları her şey için ve yardımlarını, bilgilerini esirgemedikleri için tüm hocalarıma teşekkür ediyorum. Son olarak her zaman benim iyiliğimi düşünen her zaman arkamda olan ve beni destekleyen çok değerli eşim, annem, kardeşim ve babama çok teşekkür ederim. Onlar olmasaydı bu çalışmayı tamamlayamazdım.

Sercan GÜRTAŞ
28/01/2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI 2
2.1.Otonom Araçlara Giriş 3
2.1.1.Yetenekler ve bağlamlar 6
2.1.2.Kullanım ve iş örnekleri 11
2.1.3.Ürünler ve servisler 14
2.2.Dağıtım Yolları ve Teknolojileri 14
2.2.1.Seviye 0'da mevcut ve gelecekteki araç sistemleri (otomasyon yok) 15
2.2.2.Seviye 1'de mevcut ve gelecekteki araç sistemleri (sürücü yardımı) 16
2.2.3.Kentsel hareketlilik yolu 17
2.2.4.Özel otonom araç yolu 20
2.2.5.Kamyon otomasyon yolu 22
2.3.Tarihçe 23
2.4.Tanımlar 25
2.5.Sınıflandırma 26
2.6.Yapay Zeka Hakkında Genel Bilgiler 28
2.6.1.Veri madenciliği süreci 30
2.6.2.Yapay zekanın temel taşları 35
2.6.3.Makine öğrenimi 36
2.6.4.Bilgisayar görüşü 39
2.6.5.Çıkarım ve karar verme 41
2.7.Otomotiv Endüstrisinde Veri Madenciliği ve Yapay Zeka 46
2.7.1.Geliştirme 47
2.7.2. Tedarik 48
2.7.3. Lojistik 49
2.7.4. Üretim 51
2.7.5.Pazarlama 52

2.7.6.Satış, satış sonrası ve perakende 54
2.7.7.Bağlı müşteri 56
2.7.8.Vizyon.. 56
3.MATERYAL VE YÖNTEM 65
3.1.Adaptif Hız Sabitleme Sistemi (ACC) 65
3.1.1.Giriş…. 66
3.1.2.ACC çalışma prensibi 66
3.1.3.ACC tasarımı 67
3.1.4.ACC sisteminin fiziksel yerleşimi 72
3.1.5.Sonuç… 75
3.2.Acil Fren Destek Sistemi 75
3.3.Şerit Takip Sistemi 77
3.4.Şeritte Tutma İkaz Sistemi 80
3.5.Kör Nokta Uyarı Sistemi 81
3.6.Otonom Araçlarda Yapay Zekâ Uygulamaları 88
3.6.1.Genel tasarım 90
3.6.2.Manevra seçimi metodolojisi 92
3.6.3.Çarpışma şiddeti 94
3.6.4.Çarpışma olasılığını değerlendirme 95
3.6.5.Risk oluşturma 96
3.6.6.Manevra grid hesaplama 97
3.6.7.Örnek…. 98
3.6.8.Yörünge değerlendirmesi 99
3.6.9.Simülasyon 103
3.6.10.Manevra hesaplama çalışması sonucu 105
4.BULGULAR ve TARTIŞMA 106
5.SONUÇ 107
KAYNAKLAR 108
ÖZGEÇMİŞ 111

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Otonom araç teknolojileri 4
Şekil 2.2. Otomotiv Mühendisleri Derneği'ne göre sürüş otomasyonu seviyeleri 8
Şekil 2.3. Farklı bağlamlarda yüksek sürüşten otomasyona geçiş 11
Şekil 2.4. İnsandan tam otonom sürüşe kentsel hareketlilik yolu 19
Şekil 2.5. İnsandan tam otonom sürüşe kadar otonom özel araç yolu 22
Şekil 2.6. İnsandan tam otomatik sürüşe kadar ağır vasıta otomasyon yolu 23
Şekil 2.7. Bir şirkette dört veri analizi kullanımı düzeyi 31
Şekil 2.8. Ek bir optimizasyon adımıyla geleneksel CRISP-DM işlemi 32
Şekil 2.9. Analitiği optimize etmek için bir Endüstri 4.0 modelinin mimarisi 33
Şekil 2.10. Veri, bilgi, eylem 61
Şekil 3.1. Working principle of ACC system 68
Şekil 3.2. ACC Araç Birimi Bileşenleri 69
Şekil 3.3. ACC Sistem Konfigürasyonu 71
Şekil 3.4. ACC Sisteminin basitleştirilmiş görünümü 73
Şekil 3.5. Acil fren destek sistemsiz araç örneği 76
Şekil 3.6. Acil fren destek sistemli araç örneği 77
Şekil 3.7. Şerit takip sistemi 79
Şekil 3.8. Şerit takip modülü 80
Şekil 3.9. Kör nokta uyarı sistemi 82
Şekil 3.10. Kör nokta uyarı sistemi-2 85
Şekil 3.11. Kör nokta uyarı sistemi-3 87
Şekil 3.12. Kör nokta uyarı sistemi-4 88
Şekil 3.13. Genel mimari 90
Şekil 3.14. Manevra seçenekleri 92
Şekil 3.15. Ciddi bir yaralanma için EES (hız) ve MASS ölçeği (olasılık) 93
Şekil 3.16. TTC (solda) TIV (sağda) çarpışma, gravite ve buna bağlı risk olasılığı 95
Şekil 3.17. Hızlı araç yaklaşma senaryosu 99
Şekil 3.18. Yörünge araştırma çerçevesi 102
Şekil 3.19. Yardımcı pilot modülünün RT-Maps arayüzü 102
Şekil 3.20. Sonuçların gösterilmesi ve hmi 104

1. GİRİŞ

Otonom araçlarla ilgili araştırmada sürücüsüz araçlar olarak da ifade edilen “driverless car”, kara araçlarıyla sınırlı tutulacak olup insansız hava aracı olan “drone”, deniz taşıma aracı olan “driverless boat, driverless watercraft, driverless jet ski” ile demiryolu taşıma aracı olan “driverless rail vehicle, driverless metro, driverless train” bu çalışmanın dışında tutulacaktır.

Bu araştırmada sürücüsüz kara araçları anlatılırken “otonom araç” ifadesi kullanılacaktır. Otomatik araç yerine otonom araç ifadesinin tercih sebebi ise, otomatik araçta sadece bir kısım komutları değerlendirebilme yeteneği söz konusu iken otonom aracın kendisine ait bir otonomliği bulunmaktadır. Otonom araçlarla birlikte; yol ve seyir güvenliği, trafik sorunu, ekonomik ve sosyal boyutu tartışılan konuların ana başlılarını teşkil edecektir.

Bağlantılı ve otonom araçlar (CAV'ler) insanların şehirlerde yaşama, çalışma ve seyahat etme şeklini önemli ölçüde değiştirme potansiyeline sahiptir (Cohen ve Hopkins 2019). Yakın gelecekte araçlara sadece gidilecek yerin verilerini girmek yetecek ve yola bakmadan, direksiyonu tutmadan yolculuk etmek mümkün olacak. Günümüzde otonom sistemler sürücüye destek olmaları amaçlı araçlara entegre ediliyor. Bu desteğin en önemlisi kazaları önleme amaçlıdır.

Otonom araç sistemlerine öncü olan bazı şirketler, şu anda yapay zeka sistemleri kullanarak denemeler yapmaktadır. Bu da tüm otomobil şirketleri için geleceğin otonom araçlarda olduğunu göstermekte ve trendin bu yöne doğru eğilim gösterdiğini doğrulamaktadır.

Bu çalışmada otonom araçlar hakkında genel bilgiler ve otonom araçlarda günümüzde çokça kullanılan sistemler anlatılmış, yapay zeka ve veri madenciliği ele alınmıştır. Yapay zekanın otonom araçlarda uygulama alanlarına değinilmiş, bir örnek ele alınmıştır. Literatürdeki makaleler derlenip otonom araç ve yapay zeka kombine hale getirilip tek bir çalışmada bulunabilir hale getirilmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Otonom araç, bilinen diğer adlarıyla robot araç, sürücüsüz araç, çevresini algılayabilen ve çok az insan girdisi veya hiç girdi olmadan hareket edebilen bir otomobil türüdür.

Otonom araçlar; radar, bilgisayar görüşü, Lidar, sonar, GPS, odometre ve atalet gibi ölçüm birimleri kullanarak çevrelerini algılamaya yarayan çeşitli sensörleri içinde bulundururlar. Gelişmiş kontrol sistemleri; uygun gezinme yollarını, engelleri ve ilgili işaretleri tanımlamak için duyusal bilgileri yorumlar.

Potansiyel faydalar arasında azaltılmış maliyetler, artırılmış güvenlik, artırılmış mobilite, artırılmış müşteri memnuniyeti ve azaltılmış suç sayılabilir. Güvenlik avantajları arasında trafik çarpışmalarında azalma, bunun sonucunda azalan yaralanmalar ve sigorta dâhil olmak üzere diğer maliyetler bulunmaktadır.

Otomatik araçların trafik akışını arttırması beklenirken; çocuklar, yaşlılar, engelli ve yoksullar için daha fazla hareketlilik sağlamak; yolcuları sürüş ve navigasyon işlerinden kurtarmak, aracın yakıt verimliliğini artırmak; park yeri gereksinimlerini önemli ölçüde azaltmak, suçu azaltmak ve özellikle paylaşım ekonomisi yoluyla bir hizmet olarak ulaşım için iş modellerini kolaylaştırmak gibi çeşitli biçimlerde yararları olmaktadır.

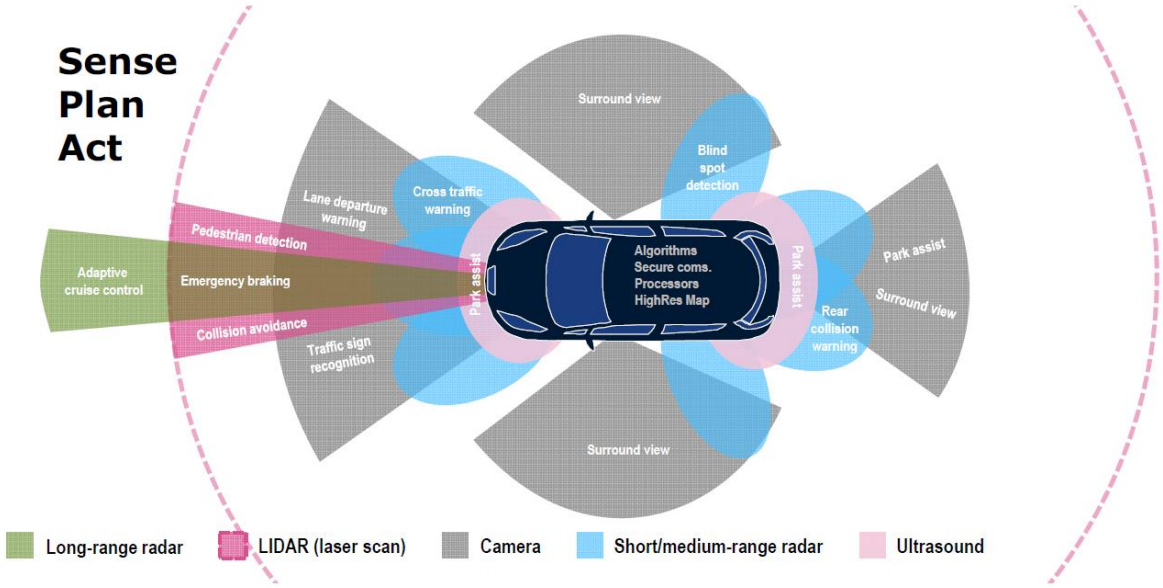
Sorunlar arasında güvenlik, teknoloji, sorumluluk, yasal çerçeve ve hükümet düzenlemeleri; bilgisayar korsanları veya terörizm gibi gizlilik ve güvenlik kaygıları riski; karayolu taşımacılığı endüstrisindeki sürüşle ilgili işlerin kaybıyla ilgili endişe ve seyahat daha uygun hale geldikçe artan banliyöleşme riski sayılabilir (Weber 2018).

2.1. Otonom Araçlara Giriş

Otomatik sürüş, çok çeşitli teknolojileri ve altyapıları, yetenekleri ve bağlamları, kullanım senaryolarını ve iş vakalarını ve ürün ve hizmetleri kapsar. Bu gelişmeler için tek bir zaman çizelgesi yoktur: Bazıları bugün burada, bazıları uzak olabilir ve bazıları belirli teknik yeniliklere veya belirli politika seçimlerine bağlı olacaktır.

Daha da önemlisi, araç otomasyonu otomasyon ve bağlantıda çok daha büyük devrimlerin bir parçasıdır. Bu devrimlerin son zamanlardaki ayırt edici özellikleri - kişisel bilgisayarlar, cep telefonları ve İnternet - birbirleriyle yakınlaştı ve şimdi fiziksel çevreyi algılayan ve işleyen makinelerle harmanlanıyor. Bu makineler sadece otomatik motorlu taşıtları değil, aynı zamanda dronları, kişisel bakım robotlarını, 3D yazıcıları, gözetim cihazlarını ve daha fazlasını içerir (Zein ve ark. 2018).

İnsan gibi otomatik bir araç bilgi toplamalı, bu bilgilere dayanarak bir karar vermeli ve bu kararı uygulamalıdır. Bilgiler, araç ekipmanı, fiziksel altyapı, fiziksel-dijital altyapı ve dijital altyapıdan gelir; bunlardan herhangi biri herkese açık veya özel olabilir. Bu teknolojilerin birçoğu bugün mevcuttur ve araçlara rehberlik edebilir ve bazı durumlarda test durumlarında ve çeşitli sürüş ortamlarında sürücü girişi minimum veya hiç olmayan araçlar kullanır.



Şekil 2.1. Otonom araç teknolojileri (Parrish 2015).

Birçok şirket, gelişmiş sensör işleme teknolojileri, uyarlanabilir algoritmalar, yüksek tanımlı haritalama ve bazı durumlarda araçların konuşlandırılması nedeniyle kapasiteleri hızla gelişen yüksek otomasyonlu araç prototiplerinin denemelerini yaptı veya sürekli yol testine girdi.

Birçok şirket, gelişmiş sensör işleme teknolojileri, uyarlanabilir algoritmalar, yüksek tanımlı haritalama nedeniyle kapasiteleri hızla gelişen yüksek otomasyonlu araç prototiplerinin denemelerini yapmıştır veya sürekli yolda testler yapmaktadır. Otomatik araçlar, Amerika Birleşik Devletleri'ni neredeyse yalnızca kendi kendine sürüş modunda geçti ve Avrupa ve Japonya'da uzun mesafeli otoyol ve arter gezileri yaptı (Vanderblit 2012).

Teknik açıdan bakıldığında, kontrollü ortamlarda yüksek otomasyonlu sürüş için mevcut teknoloji oldukça olgun. Bu araçlar, araç üstü sistemlerin uygun navigasyon yollarının yanı sıra engelleri ve ilgili tabelaları tanımlamasına olanak tanıyan yüksek hassasiyetli haritalarla birlikte son teknoloji sensörleri (radar, lidar, GPS ve kamera görüş sistemleri) kullanır (Bkz. Şekil 2.1). Bu prototipler, denemelerin raporları bu seçeneğin nadiren uygulandığını göstermesine rağmen, aracın kontrolünü ele geçirmeye hazır olması gereken bir sürücü ile

çalışır. 2015 yılı itibariyle, yüksek derecede otomatik ve sonuçta tam otomatik sürüşün ticari vadesi konusunda henüz bir fikir birliği yoktur. Bazı üreticiler yüksek derecede otomatik ve muhtemelen tam otomatik araçların 2016 yılına kadar geldiğini duyururken, diğerleri daha sonraki tarihlerde (2030'a kadar) ilerlemişlerdir. Açıkçası, yüksek otomasyonlu sürüş alanındaki öncüler için ilk hamle avantajı olacak, ancak bu araçların güvenlik performansı ve teknoloji geliştirme ve konuşlandırmayı engelleyen düzenleyici eylem olasılığı ile ilgili riskler de var.

Yüksek otomasyon senaryolarının dağıtımını desteklemek için bir dizi sorunun ele alınması gerekecektir. Bunlar (Anonim 2015):

Araç-X bağlantısı (V2X): Bağlantı, otonom araçların özellikle düşük gecikme gerektiren güvenli V2X iletişiminin önemli bir öğesidir. V2X teknolojileri, araçlar (V2V) ile araçlar ve altyapı (V2I) arasında gerçek zamanlı iki yönlü iletişim sağlamak için kablosuz teknolojilerin kullanımını kapsar. Sensör tabanlı çözümlerin yakınsaması (mevcut gelişmiş sürücü yardımı-ADAS) ve V2X bağlantısı otomatik sürüşü teşvik edecektir.

Karar ve kontrol algoritmaları: İşbirlikçi, güvenli, insan uyumlu bir trafik otomasyonu için karar, planlama ve kontrol algoritmalarını içerir.

Dijital altyapı: Dijital altyapı (yol otomasyonu için), otonom aracın çalışması için fiziksel dünyanın statik ve dinamik dijital temsillerini içerir. Ele alınması gereken hususlar şunlardır: kaynak bulma, işleme, kalite kontrol ve bilgi aktarımı.

İnsan faktörleri: Otomasyondaki insan faktörleri, bir sürücünün / operatörün rolünü alırken ve aynı zamanda bir yol olarak, bir araç içinden, otomatik bir karayolu taşıma sisteminin (ART) tüm yönleriyle insanların etkileşimini / etkileşimlerini anlamakla ilgilidir, otonom araçlarla etkileşimde bulunurken. Sosyal-psikolojik ve davranış bilimlerinden bilgi ve teoriler, insanların bu tür sistemlerle nasıl etkileştiklerini anlamak için faydalıdır.

Karayolu otomasyonunun değerlendirilmesi: Karayolu taşıtlarının otomasyonu yaşam tarzlarını ve toplumu etkileme potansiyeline sahiptir. Ekonomik etkiler de önemli olacak ve bu etkilerin, altyapı veya hizmetlerin desteklenmesine yönelik kamu harcamalarını değerlendirirken diğer ulaştırma yatırımlarıyla ortak bir maliyet-fayda çerçevesinde ölçülmesi gerekecektir.

Yola dayanıklılık testi: Bir aracın kamuya açık yollarda yasal olarak sürülmesine izin verilip verilmediğini değerlendirmek için gerekli testler olarak anlaşılan yollara elverişlilik testi, yeni otomatik sürüş işlevlerinin devreye alınması için büyük önem taşımaktadır.

2.1.1. Yetenekler ve bağlamlar

Çok çeşitli ilgili teknolojiler, araç otomasyonunun karmaşık ve hatta rekabet eden taksonomilerine ilham vermiştir. Bunlardan Uluslararası Otomotiv Mühendisleri Birliği (SAE) Sürüş Otomasyonu Seviyeleri ortaya çıkan tanımlayıcı fikir birliğini en sistematik olarak yakalar ve buna göre burada ayrıntılı olarak sunulur. Şekil 2.2. bu seviyeleri özetlemektedir. Bu sınıflandırmadan sorumlu uzman komite şunları vurgulamaktadır (Kanade 1986):

"Bu seviyeler normatif olmaktan ziyade tanımlayıcı, yasal olmaktan ziyade tekniktir. Öğeler, her seviye için maksimum sistem yeteneklerini değil, minimum sistemi belirtir. Belirli bir araç, devreye giren özelliklere bağlı olarak farklı seviyelerde çalışabilmesi için birden fazla sürüş otomasyonu özelliğine sahip olabilir."

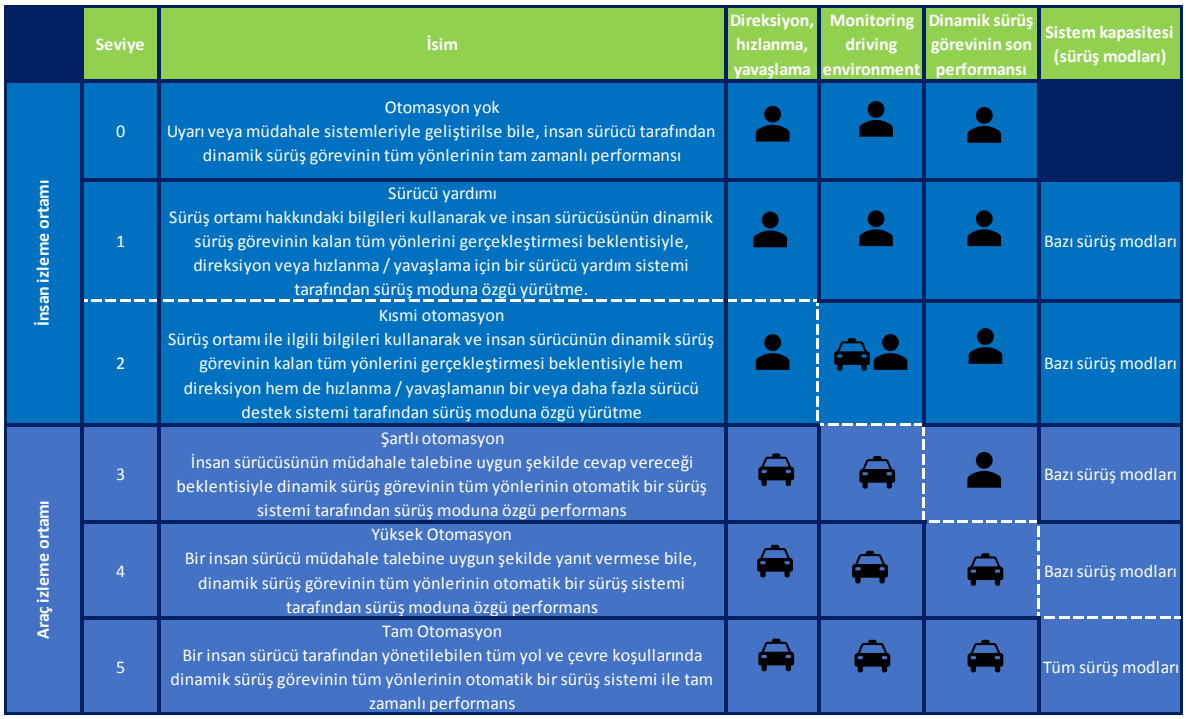
Diğer yaklaşımlarda olduğu gibi, bu seviyeler öncelikle "dinamik sürüş görevi" nin insan ve makine arasında nasıl bölündüğünü tanımlar: Tamamen Seviye 0'da (otomasyon yok) bir insan sürücü tarafından ve tamamen Seviye 5'te (tam otomasyon).

Mevcut dağıtım ve geliştirme mutlaka bu ortada odaklanmaktadır. Bunun nedeni, tam otomasyonun, "bir insan sürücü tarafından yönetilebilecek tüm yol ve çevre koşullarında

dinamik sürüş görevinin tüm yönlerinin otomatik bir sürüş sistemi tarafından tam zamanlı performansının zor olması" dır (SAE, 2014). İnsan sürücüler, otomatik araçların henüz tasarlanmadığı ve gösterilmediği inanılmaz çeşitlilikteki bağlamlarla (coğrafi alanlar, yol türleri, trafik koşulları, hava koşulları ve olaylar / olaylar) karşı karşıya gelir ve bunları yönetir (Wallace 1985).

Tam otomasyona yönelik çabalar, iki artımlı yoldan birini takip etme eğilimindedir. Birincisi, geleneksel araçlarda bulunan otomatik sürüş sistemlerinin kademeli olarak iyileştirilmesini içerir, böylece insan sürücüler daha fazla dinamik sürüş görevini bu sistemlere kaydırabilir. İkincisi, bir insan şoförü olmadan araçların konuşlandırılmasını ve bu operasyonun giderek daha fazla bağlama genişletilmesini içerir. Bu iki yaklaşım basit bir şekilde "her yerde bir şey" ve "her yerde bir şey" olarak tanımlanabilir.

"Her yerde bir şey" stratejisi genellikle geleneksel otomobil üreticileri tarafından benimsenir ve otomasyon seviyeleri tarafından iyi yakalanır. Günümüzün üretim araçlarının birçoğu, tipik olarak hızı aşağıdaki mesafeye göre ayarlamak için uyarlanabilir hız sabitleyici kullanılarak sürücü yardımı (Seviye 1) yeteneğine sahiptir. Az sayıda araç ayrıca, kısmi otomasyona sahip olacak şekilde aktif bir şerit tutma yardımcı özelliği içerir (Seviye 2). Sürücünün dikkatinin dağılması potansiyeli ve gerçeğine rağmen, bu düzeylerin her ikisi de insan sürücüsünün sürüş ortamını aktif olarak izlemeye devam ettiğini varsayar.



Şekil 2.2. Otomotiv Mühendisleri Derneği'ne göre sürüş otomasyonu seviyeleri SAE Standard J3016 (SAE 2014)

Bu aktif izleme olmadan çalışabilen geleneksel otomobil ve kamyonların piyasaya sürülmesi, önemli bir teknik ve kavramsal sıçramayı temsil edecektir. Kısmi otomasyon (Seviye 2) ve koşullu otomasyon (Seviye 3) arasındaki bu eşik, birkaç ABD eyaletinin otonom olmayan ve otonomlaştırılmış araçlar arasında çizdiği çizgiye karşılık gelir. İnsan sürücüsünün, istendiğinde kısa bir süre sonra aktif olarak sürmeye devam edeceği varsayımı nedeniyle, koşullu otomasyon, tatmin edici bir şekilde çözülmemiş insan-makine etkileşiminin özellikle zor meselelerini gündeme getirmektedir. ABD Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi tarafından geliştirilen daha normatif bir sınıflandırma, yüksek otomasyona giderken tamamen şartlı otomasyondan geçmektedir (Schmidhuber 2009).

Koşullu otomasyonun (Seviye 3) ötesindeki otomasyon seviyeleri, yalnızca araç içine yerleştirilmiş sensörlerden gelen girişler (kendiliğinden algılama) veya diğer araçlara yerleştirilen sensörlerden gelen girişler ve altyapıya iletilen altyapıdan gelen girişler temelinde çalışabilir. araç yakın gerçek zamanlı olarak. Bağlı araç ve bağlı altyapı yaklaşımı,

kullanılabilir veri iletim frekansları, düşük gecikme süresi, güvenilir, güvenli ve arıza korumalı veri iletim protokolleri ve güvenli birlikte çalışabilirlik sağlayan uyumlaştırılmış veri sözdizimi gerektirir. Almanya'dan Avusturya'ya -ECoAT projesi[1] - Hollanda'dan Almanya'ya ulaşan bir kooperatif ITS koridoru test yatağının geliştirilmesi gibi, bağlı araç işletimi ve erken çabalar için bu gerekliliklerin üçünün de ele alınması için çalışmalar devam etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri benzer şekilde test yatakları geliştiriyor ve bağlantılı hizmet çerçevelerini deniyor, ancak şu anda gelecekteki otonom araçların ne ölçüde bağlanacağı veya gerçekten otonom olacağı açık değil (harici veri girişlerine en az güvenerek).

ECoAT projesi, standartlaştırılmış, uluslararası, geleceğe yönelik kooperatif ITS hizmetleri için bir temel sağlar. Bunlar, araçlar daha otomatik hale geldikçe ve bu hizmetlerin tam olarak uygulandığı alanlarda en azından kısmi otomasyona neden olacağından faydalı olacaktır. Proje, Hollanda, Almanya ve Avusturya'yı birbirine bağlayan test edilmiş bir koridorda kooperatif ITS hizmetlerinin konuşlandırılmasına odaklanıyor. Proje, ilk kooperatif ITS hizmetlerinin tanıtımı için ortak bir yol haritası çiziyor, ilk kooperatif ITS hizmetleri grubunun ortak fonksiyonel açıklamalarını ve bunların teknik özelliklerini kabul ederek bağlı ITS hizmetlerinin geliştirilmesini teşvik ediyor ve test yatağı koridoru boyunca bu hizmetlerin uygulanmasını çerçeveliyor (Turk ve ark 1988).

İlk aşamasında, ECoAT iki kooperatif ITS hizmeti geliştirecek ve uygulayacaktır: biri yol çalışmaları ile ilgili standart ve makine tarafından okunabilir ve yorumlanabilir uyarı verilerine dayanmaktadır ve araç ve altyapı verilerinden yararlanarak trafik yönetimini geliştirmek isteyen bir hizmettir. ECoAT yaşam laboratuarı tarafından henüz geliştirilecek olan bu ve diğer hizmetler, ulusal makamlar ve endüstriyel ortaklar tarafından geliştirilen kooperatif ITS hizmetleri için kapsamlı bir sistem spesifikasyonuna katkıda bulunacaktır.

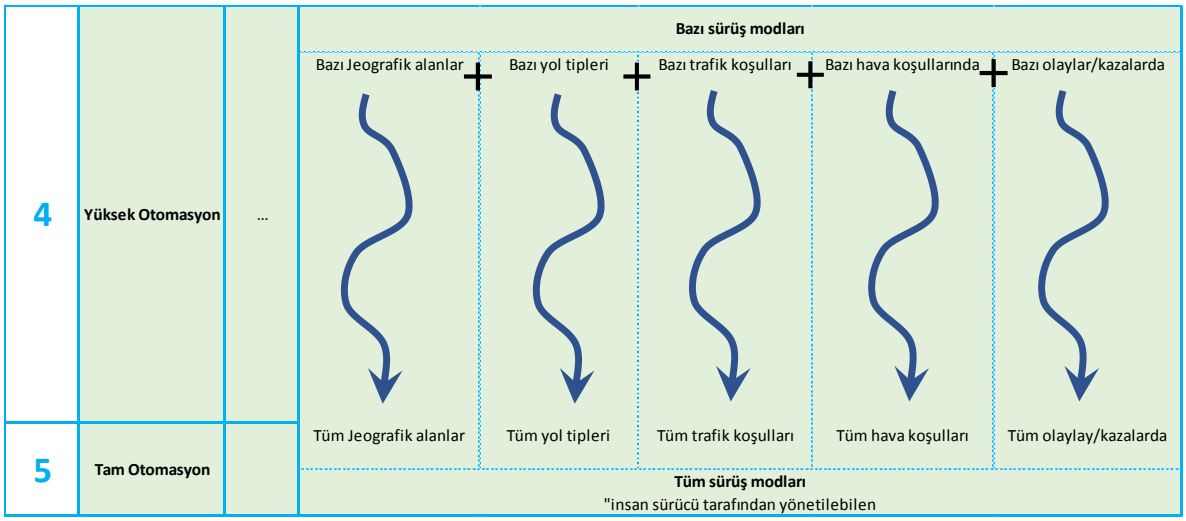
[1] ECoAT Kooperatifi ITS koridoru (Hollanda, Almanya, Avusturya)

Yüksek otomasyon (Seviye 4) yine de zordur, çünkü bir insan sürücünün aktif olarak sürmeye devam etmemesi durumunda her zaman "minimum risk durumuna" geri dönebilen otomatik bir sürüş sistemini tanımlar. Bu minimum risk durumuna geri dönmek, bazı bağlamlarda (örn. Düşük hızlı park tesisleri) diğerlerine göre (örneğin kentsel otoyollar) daha kolay olabilir. Bu nedenle, yüksek derecede otomatik bir sürüş sistemi, zorunlu olmamakla birlikte tüm bağlamlarda veya "sürüş modlarında" çalışabilir (Council 2002).

Yüksek otomasyon (Seviye 4) "her yerde" stratejisinin başladığı yerdir. Şu anda insan sürücülerden herhangi bir gerçek zamanlı girdi olmadan çalışan özel araçlar, belirli rotalar ve düşük hızlar dahil olmak üzere oldukça spesifik bağlamlarla sınırlıdır. Örnekler arasında Avrupa Birliği tarafından desteklenen CityMobil2 projesi, Induct tarafından pazarlanan Navia servisi ve Google tarafından açıklanan araçlar sayılabilir. Bu tür tam otomatik araçlar, limanlarda lastik bazlı konteyner yeniden konumlandırma araçları veya bazı açık hava madenlerinde tam otomatik maden kamyonları da dahil olmak üzere, yük veya endüstriyel görevler için kısıtlı bağlamlarda da konuşlandırılmıştır.

Önemli bir zorluk, bu araçları daha fazla coğrafi alana, yol türlerine, trafik koşullarına, hava koşullarına ve olaylara / olaylara tanıtmaktır. Örneğin bir geliştirici, araçlarının kurumsal kampüsünde dikkatle haritalanmış, bakımı yapılmış ve izlenen bir koridor boyunca iyi hava koşullarında iyi hava koşullarında çalıştığı bir pilot proje başlatabilir. Daha sonra pilotu, yerel topluluk içindeki sokakları ve daha sonra bir avuç diğer toplulukları seçecek şekilde genişletebilir. Geliştirici teknolojilerini geliştirdikçe ve halkın kendilerine olan güvenini artırdıkça, araçları daha yüksek hızlarda ve daha fazla yol tipinde kullanabilir.
Böyle bir otonom araç sistemi nihayetinde birçok topluluktaki birçok yoldaki birçok trafik ve hava koşulunda çalışabilir. Bununla birlikte, bu araçlar "bir insan sürücü tarafından yönetilebilecek tüm yol ve çevre koşullarını" ele almadıkça tam otomasyona (Seviye 5) ulaşmayacaktır. Şekil 2.3. yüksek otomasyondan farklı sürüş modlarında tam otomasyona kadar bu uzun yolu göstermektedir.

Bu bağlam koşullu performans spektrumunun bir sonucu, düzenleyici otoritelerin araç sınıfları ve belirli bağlamlarla eşleşen bağlama bağlı işletim lisansları verebilmeleridir (örneğin, maksimum hızları 40 km / saatten fazla olmayan otoyol dışı operasyonlar). Şu anda, yetkililerin bu araç bağlamında lisanslama yolunu takip edip etmeyecekleri ve eğer öyleyse, bunun sadece kısa vadeli bir fenomen mi yoksa otomatik araç düzenlemesinin daha kalıcı bir yönü olup olmayacağı henüz belli değil. Açık olan bu yaklaşımın, belirli teknolojilerin özelliklerinden ziyade, belirtilen performans özelliklerine (güvenlik, hız, yol sınıfı) göre uygulanması daha kolay olacaktır (Ackerman 2013).



Şekil 2.3. Farklı bağlamlarda yüksek sürüşten otomasyona geçiş (Anonim 2015)

2.1.2. Kullanım ve iş örnekleri

Önceki bölümde ana hatları verilen iki yaklaşım farklı kullanım durumlarına ve iş örneklerine karşılık gelmektedir. Otoyollar, giderek otomatikleştirilen konvansiyonel otomobil ve kamyonlar için en umut verici erken uygulama olabilirken, kentsel alanlar özel yolcu ve teslimat servisleri için çok uygundur.

Geleneksel otomobiller ve kamyonlar için “her yerde bir şey” stratejisi, güvenlik, yakıt verimliliği, sürücü konforu, sürücü rahatlığı ve sonuç olarak sürücü verimliliği açısından

pazarlanan, gittikçe daha sofistike gelişmiş sürücü destek sistemlerine (ADAS) işaret ediyor (bu faydaların gerçekleştiği varsayılarak). Yaklaşan bir çökmeyi önlemek için dinamik sürüş görevinin tamamını veya bir kısmını geçici olarak yerine getiren ancak SAE'nin taksonomisinden hariç tutulan otomatik acil müdahale sistemlerinin (AEIS'ler) de gelişmiş sürücü yardım sistemleriyle birlikte sunulması muhtemeldir (Koopman ve Wagner 2017).

Otoyol otomasyonu, konvansiyonel araçlarda koşullu veya yüksek otomasyon için erken bir kullanım durumu olabilir. Hızlar yüksek olmasına rağmen, otoyollar daha muntazam tasarım ve daha iyi bakım eğilimindedir. Araç akışları daha organize ve bisikletliler ve yayalar genellikle yok. Otoyol otomasyonu ile ilgili iki not vardır: özel tesisler ve araç takımları.

Otonom otoyol araçları için zaman zaman özel tesisler önerilmektedir, ancak mevcut tesislerin güçlendirilmesi büyük olasılıkla pahalı olacaktır ve sonuçta gereksiz olabilir. Ayrılma, hızlı kentleşen ülkelerde yeni inşa edilen yollarda, büyük istihdam ve yerleşim alanları arasındaki mevcut yönetilen şeritlerde (örneğin yüksek doluluklu taşıtlar için olanlar) ve çok sayıda kamyona hizmet veren özel tesislerde daha uygun olabilir.

Araç platonları, otoyollar için özellikle umut verici bir uygulamadır. Tipik olarak öngörüldüğü gibi, bir takım, hem araç-taşıt iletişimi hem de bir dereceye kadar otomasyon ile yakın aralıklı ve sıkı bir şekilde koordine edilen iki ila altı araç veya kamyondan oluşur. Bir sürücü her araçta, sadece önde gelen araçta veya sonunda araçların hiçbirinde oturamaz. Avantajlar arasında önemli yakıt tasarrufu ve filo operatörleri için potansiyel olarak daha düşük işçilik maliyetleri yer alabilir.

Araç otomasyon sistemleri ve özellikle otomatik acil müdahale sistemleri de otoyolların ötesinde erken uygulamalara sahip olabilir. Yoğun dönemlerde düşük hızda seyahat için otomasyon uygun olabilir. Belirli otoparklar otomatik vale işlevlerini destekleyebilir. Ve araç paylaşım programlarına atanan geleneksel otomobiller, yoğun olmayan dönemlerde belirli yollarda düşük hızlarda seyahat ederek kendilerini yeniden konumlandırabilir (Anonim 2015).

Bununla birlikte, birçok kentsel ve banliyö uygulaması daha önce geleneksel olmayan araçların "her yerde" stratejisi ile gerçekleştirilebilir. Yolcu servisleri ve taksiler, merkezi iş bölgelerinde, kurumsal kampüslerde, üniversite kampüslerinde, askeri üslerde, emeklilik topluluklarında, tatil köylerinde, alışveriş merkezlerinde, havaalanlarında ve diğer yarı kapalı ortamlarda düşük hızlarda çalışabileceği gibi, son kilometre geçişi uygulamalarında da kullanılabilir.

Dağıtım servisleri aynı şekilde belirli güzergahlar boyunca ve belirli zamanlarda düşük hızlarda hareket edebilir. Boyutlarına ve amaçlarına bağlı olarak, bu robotik dağıtım sistemleri, karayollarından ziyade veya yolların yanı sıra akla uygun yollar kullanabilirler. Gerçekten de hizmet robotlarının potansiyel olarak yaygınlaşması, kentsel çevreye yeni bir tür insan olmayan kullanıcı getirebilir (Anonim 2014).

Bu kentsel uygulamalardan bazıları özel altyapıdan yararlanabilir. Fiziksel altyapı, araçtan araca ve araçtan altyapıya haberleşme teçhizatı, küresel navigasyon sistemleri için yer tabanlı üniteler, otobüs ve bisiklet şeritleriyle karşılaştırılabilir özel tesisler, sokakta park kısıtlamaları ve özel yol veya kaldırım modifikasyonlarını içerebilir. Dijital altyapı, son derece ayrıntılı karayolu haritalarının ve ilgili trafik operasyonları verilerinin bakımını içerebilir. Bu özel altyapı, gerçekten gerekli olması halinde, belirli bir kentsel hareketlilik sistemi tarafından kullanılan yönetilebilir bir dizi koridorla sınırlı olabilir.

Zengin tüketiciler ve filo operatörleri "her yerde bir şey" araçlarını erken benimsemiş olmalarına rağmen, "her yerde" yaklaşımları daha çeşitli kullanıcı gruplarına ulaşabilir. Özellikle yakıt ve işçilik maliyetleri daha düşük ve kullanımı daha yüksekse, kapsamlı bir kentsel hareketlilik sistemi özel araç mülkiyeti, geleneksel taksiler ve geleneksel toplu taşıma araçları ile kıyaslanabilir. Özel bir araç satın alıp bakımını yapamayan ya da araç kullanamayan sakinler, bu paylaşılan sistemlerin ilk uygulayıcıları olabilir.

2.1.3. Ürünler ve servisler

Araç otomasyonu belirli tüketici odaklı ürün ve hizmetlere yol açabilir. Geleneksel otomobiller ve kamyonlar için "her yerde bir şey" stratejisi, öncelikle bireysel tüketicilere veya filo operatörlerine geleneksel satış ve özellikle araç kiralama modeline dayanacaktır. Bununla birlikte, imalatçıların çeşitli sözleşme ve teknik araçlarla araçlarının sahiplerine ve kullanıcılarına daha yakından bağlı olmaları muhtemeldir (Smith, 2014b). Bunlar, kullanım şartlarını, son kullanıcı lisans sözleşmelerini ve sözleşme tarafındaki abonelik anlaşmalarını ve gelişmiş telematik, sürücü izleme ve teknik taraftaki havadan güncellemeleri içerebilir. Üreticiler ayrıca otomasyon aboneliği hizmetleri, tüketiciye dönük reklamlar veya kullanıcı verilerinin pazarlanması yoluyla yeni gelir akışları izleyebilirler.

Ayrıca, otomobil üreticileri dışındaki şirketler, satış sonrası dönüşümler ve modifikasyonlar yoluyla araç otomasyon sistemlerini eklemek, geliştirmek veya özelleştirmek isteyebilir. Üretim araçları zaten birçok otomatik araç araştırma çabası için bir platform sağlıyor, en az bir başlangıç şirketi belirli üretim araçlarına kısmi bir otomasyon özelliği ekleme niyetini açıkladı ve bazı ABD eyaletlerindeki yasalar bir otomobil üreticisinin sivil sorumluluğunu açıkça sınırladı. Üçüncü bir tarafın üretim araçlarından birine otomatik sürüş teknolojisi eklemesinden kaynaklanan yaralanmalar.

"Bir yerdeki her şey" stratejisi, çeşitli hizmet modellerini daha kapsamlı bir şekilde kucaklayabilir. Yolcu servisleri, otomatik taksiler, teslimat hizmetleri ve diğer kentsel konseptler, bir tür merkezi sahiplik, yönetim, bakım ve sevkiyatı içerebilir. Bu hizmetler genel, özel veya karma olabilir ve geleneksel toplu taşımayı tamamlayabilir veya bunlarla rekabet edebilir (Vanholme ve ark. 2010).

2.2. Dağıtım Yolları ve Teknolojileri

Yukarıda belirtildiği gibi, dağıtım yolları ya daha yüksek otomasyon seviyelerine yol açan geleneksel araçların artımlı bir evrimini ya da yüksek düzeyde otomatikleştirilmiş kentsel

hareketlilik araçlarının yakın zamanda konuşlandırılmasına yol açacak radikal bir teknoloji değişim yaklaşımını izleyecektir. Bu yollar Şekil 2.4., 2.5. ve 2.6.'da gösterilmektedir. Bu bölümün geri kalanı, olasılık veya etkilerini önceden değerlendirmeden bu yolların yerleştirilmesiyle ilgili teknik yönleri açıklamaktadır.

Tüm yollar, halihazırda ticari olarak kullanılan otomatik sürüş teknolojileri ve sistemleri yelpazesine dayanmaktadır.

2.2.1. Seviye 0'da mevcut ve gelecekteki araç sistemleri (otomasyon yok)

İnsanların hareket etme kabiliyetinin ötesindeki sistemler: Bugün piyasada insanın hareket etme kabiliyetinin ötesine müdahale eden çeşitli sistemler bulunmaktadır. ABS (Kilitlenmeyi Önleme Sistemi), ESC (Elektronik Denge Kontrolü) ve acil durum frenleme gibi bu sistemler, daha yüksek otomasyon seviyelerine izin veren ve konuşlandırmayı kolaylaştıran aktif güvenlik sistemleridir. Bu sistemlerin gelecekteki versiyonlarında acil kaçırma ve acil durdurma yer alacak.

Şerit Değiştirme Asistanı (LCA): Sistem, otomobilin solunda ve sağında ve arkasında 50 metreye kadar olan alanları izler ve dış aynalarda yanıp sönen uyarı lambaları ile sürücüyü potansiyel olarak tehlikeli bir duruma karşı uyarır.

Park Mesafe Kontrolü (PDC): Park Mesafe Kontrol sistemi sürücünün dar alanlara manevra yapmasına yardımcı olur ve akustik veya araca bağlı olarak optik sinyallerle engellerden uzaklıkları ileterek stresi azaltır.

Şeritten Ayrılma Uyarısı (LDW): Şeritten Ayrılma Uyarısı, trafik şeritlerinden istem dışı dolaşmanın neden olduğu kazaları önlemeye yardımcı olur. Otoyollarda ve ana ana yollarda büyük bir güvenlik kazanımı temsil eder. Aracın şeritten istemeden ayrılmak üzere olduğuna dair bir işaret varsa, sürücü görsel olarak ve bazı durumlarda direksiyon simidindeki bir sinyal ile uyarılır.

Ön Çarpışma Uyarısı (FCW): Ön Çarpışma Uyarısı izleme sistemi, öndeki araçla mesafenin kritik olduğu durumları tespit etmek için bir radar sensörü kullanır ve aracın durma mesafesini azaltmaya yardımcı olur. Tehlikeli durumlarda sistem görsel ve akustik sinyaller ve / veya frenlerin uyarı sarsıntısı ile sürücüyü uyarır. Ön Çarpışma Uyarısı, adaptif cruise control veya otomatik mesafe kontrolünden bağımsız olarak çalışır.

2.2.2. Seviye 1'de mevcut ve gelecekteki araç sistemleri (sürücü yardımı)

Uyarlanabilir Hız Kontrolü (ACC): "Otomatik mesafe kontrolü ACC" bulunan hız kontrol sistemi, ileride giden araçlara göre mesafeyi ve hızı ölçmek için bir mesafe sensörü kullanır. Sürücü, çok işlevli direksiyon simidindeki düğmelerle veya direksiyon kolonu koluyla (modele bağlı olarak) hızı ve gerekli zaman aralığını ayarlar. Ön trafikten hedef ve gerçek mesafe, çok işlevli ekranda bir karşılaştırma olarak gösterilebilir.

Dur-kalk işlevini içeren ACC: Dur-kalk işlevine sahip uyarlanabilir hız sabitleyici, otomatik mesafe kontrolü (0–250 km / s kontrol aralığı) içerir ve sistem sınırları dahilinde öndeki bir aracı algılar. Frenleri otomatik olarak uygulayıp hızlandırarak güvenli bir mesafeyi korur. Yavaş hareket eden trafik ve trafik sıkışıklığında frenleme ve hızlanmayı yönetir.

Şerit Koruma Yardımı (LKA): Şerit Koruma Yardımı otomatik olarak belirli bir hızdan (normalde yaklaşık 60 km / s) ve yukarı doğru aktif hale gelir. Sistem şerit işaretlerini tespit eder ve aracın konumunu belirler. Araç şeritten sapmaya başlarsa, LKA düzeltici önlem alır. Yapabileceği maksimum işlem şeritte kalmak için yeterli değilse veya hız 60 km / s'in altına düşerse, LKA işlevi sürücüyü, örneğin direksiyon simidi titreşimi ile uyarır. Bu durumda sürücünün düzeltme işlemini yapması gerekir.

Park Yardımı (PA): Park Yardımı işlevi, aracı otomatik olarak paralel ve bay park alanlarına ve paralel park alanlarının dışına yönlendirir. Sistem, ideal hatta geri park etmek için otomatik olarak optimum direksiyon hareketlerini gerçekleştirerek sürücüye yardımcı

olur. Park yerinin ölçümü, başlangıç konumunun tahsisi ve direksiyon hareketleri otomatik olarak Park Assist tarafından yapılır. Sürücünün tek yapması gereken gaz ve freni çalıştırmaktır. Bu, sürücünün aracın kontrolünü her zaman elinde tuttuğu anlamına gelir (Rosen 2012).

2.2.3. Kentsel hareketlilik yolu

Bu yol, başlangıçta düşük hızlı, tam otonom ancak sınırlı operasyon araçlarının tiplerini kapsamaktadır. Mevcut yüksek otomasyon sistemleri sınırlı alanlara veya özel altyapıya yerleştirilmiştir. Bu, daha yüksek ve daha yüksek araç hızlarına ve belki de daha az spesifik altyapı gereksinimlerine gitmek için temel olacaktır. Olası kullanım durumları şunları içerir:

Siber araçlar, siber kamyonetler, siber minibüsler. Bunlar, aşağıdaki özelliklere sahip kişilerin veya malların bireysel veya toplu olarak taşınması için küçük-orta ölçekli otomatik araçlardır:

a) Normal çalışma koşulları altında insan etkileşimi gerektirmeyen talep taşıma sistemlerinde tamamen otomatiktir;
b) Tamamen otonom olabilirler veya bir trafik kontrol merkezinden gelen bilgileri, altyapıdan gelen bilgileri veya diğer yol kullanıcılarının bilgilerini kullanabilirler;
c) Ya bireysel taşıma (1-4 kişi) için ya da küçük grupların (20 kişiye kadar) taşınması için küçük araçlar;
d) Ayrı bir altyapı veya ortak bir alan kullanabilirler.

Yüksek Teknoloji Otobüsleri. Bunlar, aşağıdaki özelliklere sahip geleneksel otobüslerden daha çok tramvay gibi çalışan lastik tekerlekler üzerindeki otobüslerdir:

a) Toplu taşıma araçları (20'den fazla kişi);
b) Otobüsler için ayrıcalıklı olabilecek veya diğer yol kullanıcılarıyla paylaşılabilecek bir altyapı kullanırlar;
c) Rehberlik veya sürücü yardımı için çeşitli otomatik sistem türlerini kullanabilirler;

d) Her zaman, herhangi bir zamanda aracın kontrolünü devralabilen ve araçların kamu yolunu kullanmasına izin veren bir şoförü vardır.

Kişisel Hızlı Geçiş (PRT). Bu, aşağıdaki özelliklere sahip, insanların taşınması için küçük tam otomatik araçlara sahip bir taşıma sistemidir:

a) PRT sistemleri kendi özel altyapısında çalışır, bu nedenle diğer trafiklerle etkileşim yoktur;
b) Normal çalışma koşulları altında insan etkileşimi gerektirmeyen tam otomatik sistemlerdir;
c) Kapasitesi küçüktür ve araç başına genellikle 4 ila 6 kişi ile sınırlıdır;
d) PRT, insanların ara istasyonlarda durmadan, araç değiştirmeden ve ideal olarak bekleme süresi olmadan doğrudan çıkış istasyonundan varış istasyonuna taşındığı isteğe bağlı hizmet sunar.

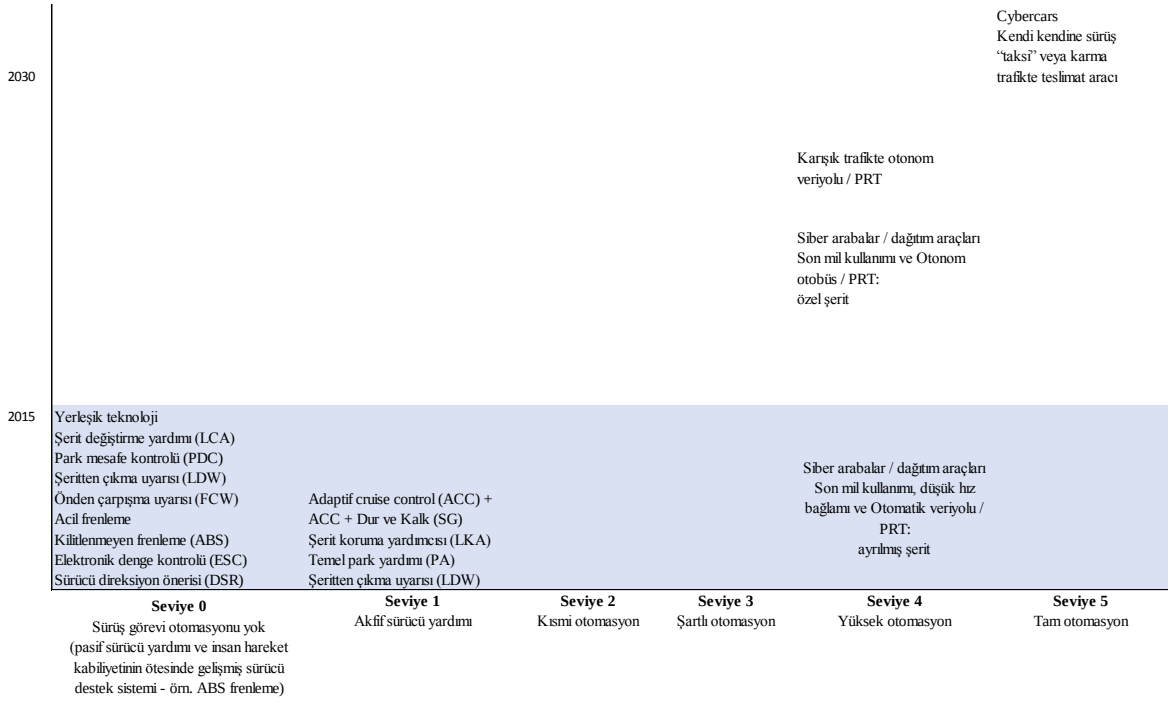
Gelişmiş Şehir Araçları (ACC). Sıfır veya ultra düşük kirlilik modunu ve ISA (Akıllı Hız Adaptasyonu), park yardımı, çarpışmadan kaçınma, dur-kalk fonksiyonu gibi sürücü yardımını birleştiren yeni şehir araçları vb. Bu araçlar, araç paylaşım servislerine kolayca entegre edilmek için gelişmiş iletişim ile birlikte erişim kontrolünü de içermelidir (Selyukh 2016).

Çift modlu araçlar. Geleneksel otomobillerden geliştirilmiştir ancak hem tam otomatik hem de manuel sürüşü destekleyebilir. Otomatik sürüşün ilk uygulamaları, takım oluşturma teknikleri kullanılarak paylaşılan araçların yerini değiştirmek olacaktır, ancak çift modlu araçlar belirli alanlarda veya altyapılarda tam siber araçlar haline gelebilir. Geleneksel araçlardan otomatik sürüşe geçiş yolunu temsil ediyorlar.

Aşağıdaki Şekil 2.4., otonom kentsel hareketlilik sistemleri için potansiyel bir yolu göstermektedir. Bu yol hem siber araçları (siber kamyonetler ve siber minibüsler dahil) hem de otonom otobüsleri ve kişisel hızlı geçiş sistemlerini kapsamaktadır.

Birinci nesil siber araçlarla (Seviye 4), son mil taksi veya teslimat aracı, çalışma alanında tamamen otonomdur ve maksimum 40 km / s hıza sahip sınırlı sayıda yolcu alır. Özel altyapıya sahip belirli bir alanda faaliyet göstermektedir. İkinci nesil siber araçlar için (Seviye 4), son mil taksi veya dağıtım aracı, sınırlı sayıda yolcu alan operasyon alanında tamamen otonomdur. Uyarlanmış altyapısı ile belirli bir alanda faaliyet göstermektedir. Otonom taksiler (Seviye 5) prensipte yolcuyu her yere götürebilecek tam otonom sürüş sunar. Bu sistemin mevcudiyeti için gerçekçi bir zaman tahmininin çıkmadığına dikkat edilmelidir.

Otonom otobüsler veya Personal Rapid Transit için, yol Seviye 4'te başlar ve birinci nesil araçlar ayrılmış şeritlerde ilerler ve maksimum 40km / s hıza sahip özel bir altyapı kullanır. İkinci nesil otomatik otobüsler ve PRT (Seviye 4) normal şehir içi araç hızlarında özel otobüs şeritleri ve destekleyici altyapı kullanır. Trafik ışıklarını kontrol eden, hız tavsiyesi ve öncelik veren uyarlanabilir kentsel trafik kontrol sistemleri gibi ek fonksiyonlar, bu sistemler pazara ulaştığında tanıtılabilir. Bir sonraki aşamada, hala Seviye 4'te, otonom bir veri yolu, tanımlanan operasyon alanında karışık trafikte sürüyor.



Şekil 2.4. İnsandan tam otonom sürüşe kentsel hareketlilik yolu (Anonim 2015)

2.2.4. Özel otonom araç yolu

Şekil 2.5, bireysel olarak sahip olunan özel araçların otomasyonu için potansiyel bir yolu göstermektedir. Bu yol, piyasada bulunan mevcut sistemlerden kademeli olarak tamamen kendi kendini süren bir otomobile götürür (Novak 2018).

Park Yardımı (Seviye 2): Halka açık veya özel bir park alanında veya garajda park alanına giren ve parktan çıkan kısmen otomatik park etme. İşlem uzaktan başlatılır, ör. akıllı telefon veya uyarlanmış uzaktan anahtar aracılığıyla. Araç manevrayı kendi başına gerçekleştirir. Sürücü aracın dışında bulunabilir, ancak sistemi izlemelidir ve gerekirse park manevrasını durdurabilir.

Park Garaj Pilotu (Seviye 4): Park yerine ve park yerinden manevra dahil yüksek derecede otomatik park (sürücüsüz vale park etme). Otoparklarda, sürücünün işlemi izlemesi gerekmez ve sistem aktif olduktan sonra ayrılabilir. İşlem, örneğin bir akıllı telefon veya uyarlanmış bir uzaktan anahtar aracılığıyla uzaktan başlatılır.

Trafik Sıkışıklığı Yardımı (Seviye 2): Bu fonksiyon, 30 km/s'in altındaki düşük hızlarda trafik akışını takip etmek için aracın ileri / geri ve yana doğru hareketini kontrol eder. Sistem ACC'nin dur-kalk işleviyle bir uzantısı olarak görülebilir.

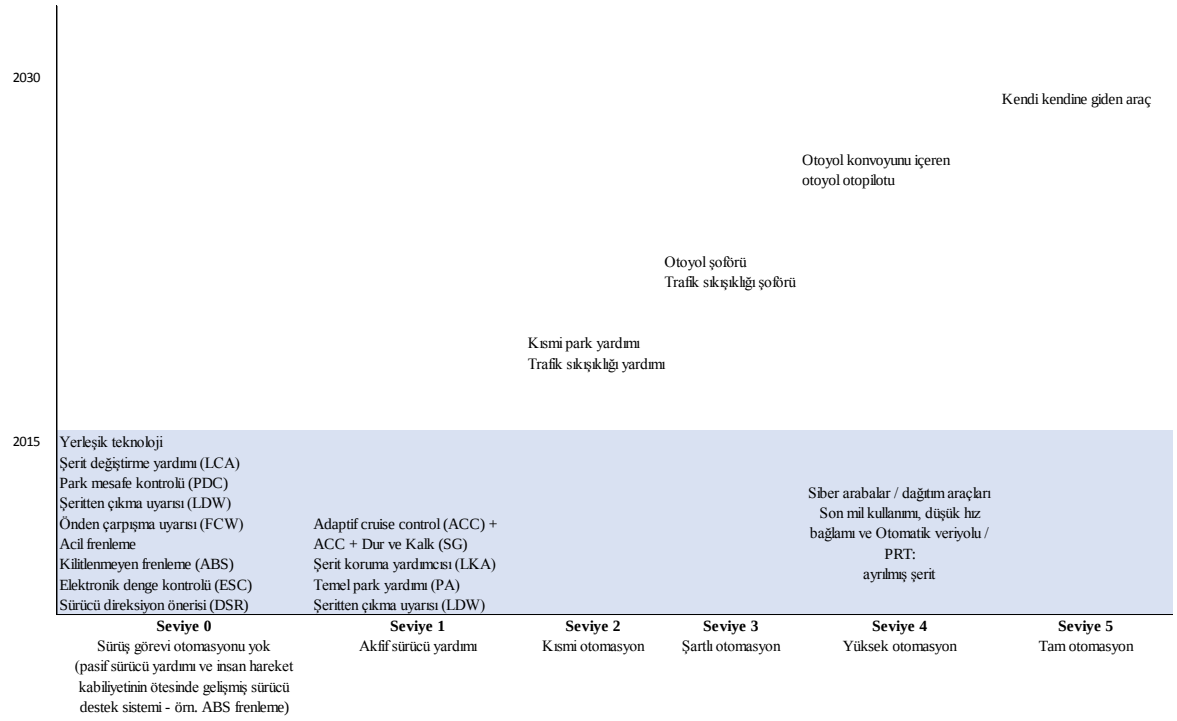
Trafik Sıkışıklığı Şoförü (Seviye 3): Otoyollarda ve otoyol benzeri yollarda saatte 60 km'ye kadar sıkışık koşullarda koşullu otomatik sürüş. Sistem, eşik hızına kadar aracın ileri / geri ve yanal hareketlerini kontrol eder. Sürücünün sistemi kasten etkinleştirmesi gerekir, ancak sistemi sürekli olarak izlemesi gerekmez. Sürücü her zaman sistemi geçersiz kılabilir veya kapatabilir. Sistemin sürücüden devralma talebi yoktur.

Otoyol Şoförü (Seviye 3): Otoyollarda veya otoyol benzeri yollarda 130 km / saate kadar koşullu otomatik sürüş. Otoyol Şoförü, sollama hareketleri de dahil olmak üzere tüm şeritlerde girişten çıkışa çalışır. Sürücünün sistemi kasten etkinleştirmesi gerekir, ancak

sürekli olarak izlemesi gerekmez. Sürücü, sistemi her zaman geçersiz kılabilir veya kapatabilir. Eğer otomasyon sistem sınırlarına ulaşırsa, sistem sürücüden belirli bir süre içinde kontrolü devralmasını isteyebilir.

Karayolu Pilotu (Seviye 4): Geçiş hareketleri dahil tüm şeritlerde otoyollarda veya girişten çıkışa otoyol benzeri yollarda 130 km / saate kadar otomatik sürüş. Sürücünün sistemi kasten etkinleştirmesi gerekir, ancak sürekli olarak izlemesi gerekmez. Sürücü, sistemi her zaman geçersiz kılabilir veya kapatabilir. Sistem otoyoldaki normal çalışma alanındayken sistemden sürücüye geçme talebi yoktur. Araç-araç iletişimi ve kooperatif sistemlerinin konuşlandırılmasına bağlı olarak, araçların geçici konvoyları da (platonlar) oluşturulabilir.

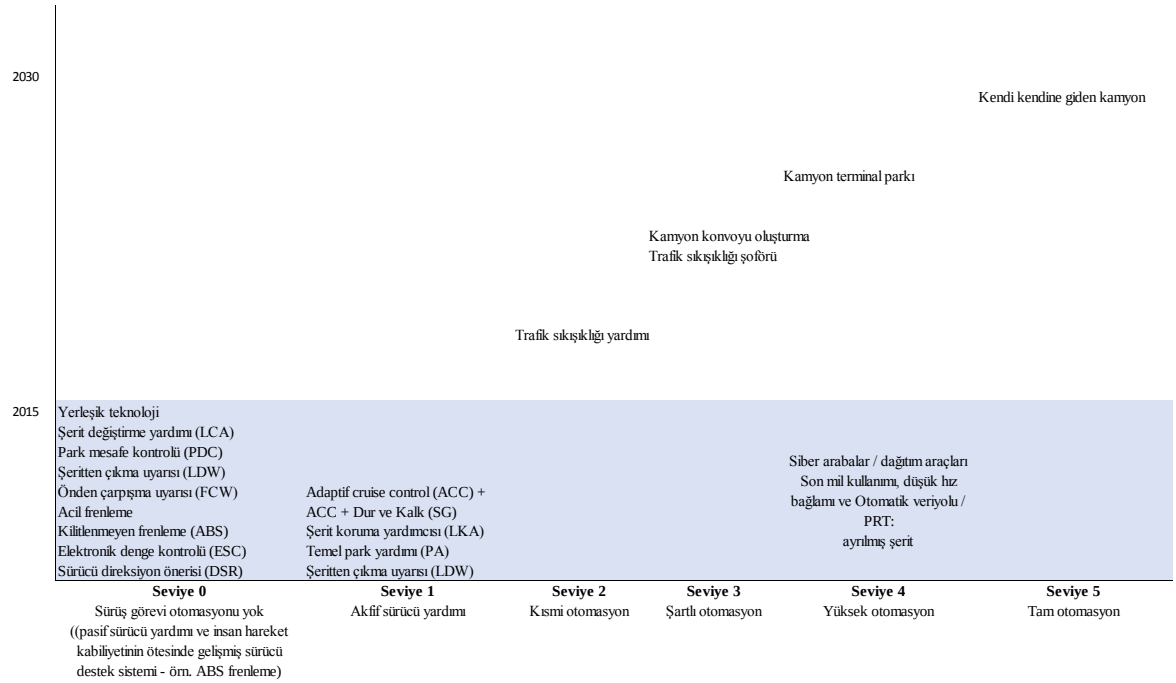
Tam otonom özel araç (Seviye 5): Tam otonom araç, yolcudan herhangi bir giriş yapmadan A noktasından B noktasına tüm sürüşleri yapabilmelidir. Sürücü her zaman sistemi geçersiz kılabilir veya kapatabilir. Bu tür sistemlerin ne zaman ticari olarak piyasaya sunulacağı konusunda bir fikir birliği yoktur.



Şekil 2.5. İnsandan tam otonom sürüşe kadar otonom özel araç yolu (Anonim 2015)

2.2.5. Kamyon otomasyon yolu

Aşağıdaki Şekil 2.6, ağır hizmet kamyonları için bir otomasyon yolunu göstermektedir. Buradaki kilit otomasyon stratejilerinden biri kamyon takımlarının veya "karayolu trenlerinin" konuşlandırılması olacak. Bunlar sadece diğer kamyonları içermez, aynı zamanda karma kamyon ve araç takımlarındaki tek tek araçları bağlamak için de kullanılabilir.



Şekil 2.6. İnsandan tam otomatik sürüşe kadar ağır vasıta otomasyon yolu (Anonim 2015)

2.3. Tarihçe

Otomatik sürüş sistemleri (ADS) üzerinde en azından 1920'lerden bu yana deneyler yapıldı, 1950'lerde denemeleri başladı. İlk gerçek otomatik otomobil 1977'de Japonya'nın Tsukuba Makine Mühendisliği Laboratuvarı tarafından geliştirildi. Araç, sinyal işleme için bir analog bilgisayar kullanarak araçtaki iki kamera tarafından yorumlanan beyaz sokak işaretlerini takip etti. Araç, yükseltilmiş bir demiryolu desteğiyle, saatte 30 km (19 mil / saat) hıza ulaştı (McAleer 2017).

Otonom prototip otomobiller 1980'lerde ortaya çıktı, Carnegie Mellon Üniversitesi Navlab ve ALV 1984'te başlayan DARPA tarafından finanse edilen projelerle ve 1987'de Mercedes-Benz ve Bundeswehr Üniversitesi Münih'in EUREKA Prometheus Projesi ile 1987'de ortaya çıktı. ALV, 1986'da saatlerce 31 kilometrelik (19 mil / saat) iki şeritli yollarda, 1986'da engellerden kaçınma ve 1987'de gündüz ve gece koşullarında arazi sürüşünü gösterdi. 1960'lı yıllardan 2005'teki ikinci DARPA Grand Challenge'e kadar, ABD'deki otomatik araç

araştırmaları, daha hızlı, daha karmaşık koşullarda, kontrollerde ve sensörlerde yetkinliği artıran, artan hızlarda artış sağlayan DARPA, ABD Ordusu ve ABD Donanması tarafından finanse edildi. Sistem Şirketler ve araştırma kuruluşları prototip geliştirdiler.

ABD, otomasyonla otomasyona dahil edilmiş otomasyonun bir kombinasyonunu kullanarak otomasyona geçme ve otoyollarda araçlarla otomasyon teknolojisi ve otoyol altyapısı ile otoyol sürüşünü gösteren Ulusal Otoyol Sistemi üzerine araştırma için 1991 yılında 650 milyon dolar tahsis etmiştir. Program, 1997 yılında başarılı bir gösteri ile sonuçlandı, ancak sistemi daha büyük bir ölçekte uygulamak için net bir yönlendirme ya da kaynak sağlamadı. Kısmen Ulusal Otomatik Otoyol Sistemi ve DARPA tarafından finanse edilen Carnegie Mellon Üniversitesi Navlab, 1995 yılında Amerika'da 4,584 kilometre (2,848 mi), 4,501 kilometre (2,797 mi) veya %98 oranında otonom olarak sürdü. Navlab'ın rekor başarıları, Delphi'nin Delphi teknolojisiyle güçlendirilmiş bir Audi'yi pilotluk yaparak geliştirdiği ve 2015'in 5.000 km (3.400 mi.) 15 eyalette kaldığı süre boyunca %99'a kadar eşsiz bir şekilde durdu. 2015 yılında, ABD, Nevada, Florida, Kaliforniya, Virginia ve Michigan eyaletleri ile birlikte Washington, D.C. otoyollarında otomobillerin kamuya açık yollarda test edilmesine izin verdi (Hawkins 2017).

2017 yılında Audi, en son A8'in "Audi AI" kullanarak saatte 60 kilometreye (37 mil) varan hızlarda otomatikleştirileceğini belirtti. Sürücü, direksiyon simidini sık sık tutmak gibi güvenlik kontrolleri yapmak zorunda kalmayacaktı. Audi A8, seviye 3 otomatik sürüşe ulaşan ilk üretim otomobili olarak kabul edildi ve Audi, sistemleri için kameralara ve ultrasonik sensörlere ek olarak lazer tarayıcıları kullanan ilk üretici olacaktı.

Kasım 2017'de Waymo, sürücü konumunda sürücü olmadan emniyetsiz bir sürücüyü test etmeye başladığını duyurdu, ancak araçta hala bir çalışan vardı. Ekim 2018'de Waymo, test araçlarının otomatik modda 10.000.000 mil (16.000.000 km) boyunca seyahat ettiğini ve ayda yaklaşık 1.000.000 mil (1.600.000 kilometre) arttığını açıkladı. Aralık 2018'de Waymo, ABD'de tamamen otonom bir taksi hizmeti satan ilk kişi oldu (Balzer 2002).

2.4. Tanımlar

Kendi kendini süren otomobil endüstrisinde kullanılan terminolojide bazı tutarsızlıklar var. Çeşitli organizasyonlar doğru ve tutarlı bir kelime bilgisi tanımlamayı önerdi. Bu karışıklık SAE J3016'da belgelendi ve "Bazı yerel kullanımlar otonomlukla tam sürüş otomasyonu (seviye 5) ile ilişkilendirilirken, diğer kullanımlar bunu tüm sürüş otomasyonu seviyelerine uygular (Litman 2013).

Modern araçlar, aracı şeridinde tutmak, hız kontrolleri veya acil durum frenlemesi gibi kısmen otomatik özellikler sunar. Bununla birlikte, bir yandan tamamen otonom bir otomobil kullanan ve diğer yandan sürücü destek teknolojileri arasında farklılıklar devam etmektedir. BBC'ye göre, bu kavramlar arasındaki karışıklık ölümlere neden olmaktadır.

İngiliz Sigorta Şirketleri Birliği, modern otomobillerin pazarlanmasında otonom kelimelerin kullanılmasının tehlikeli olacağına inanıyor, çünkü araç reklamları, sürücülerin 'otonom' ve 'otopilot' araçlarını kendileri sürdürebilecekleri anlamına geliyor. Tek başına teknoloji hala aracı süremiyor (Lendino 2012).

Otonom, kendi kendini idare etmek anlamına gelir. Araç otomasyonu ile ilgili birçok tarihi proje, manyetik şeritler gibi ortamlarındaki yapay yardımlara yoğun bir şekilde bağlı olarak otomatikleştirilmiştir (otomatik hale getirilmiştir). Otonom kontrol, ortamdaki önemli belirsizlikler altında tatmin edici bir performans ve sistem arızalarını dış müdahale olmadan telafi etme yeteneği anlamına gelir (Litman 2009).

Wood ve Al. (2012), der ki "Bu Makale, "otomatik" terimi yerine, genellikle "otonom" terimini kullanır. "Otonom" terimi, "şu anda daha yaygın kullanımda olan (ve dolayısıyla genel halk için daha aşina olan) terim olduğu için seçilmiştir." Ancak, ikinci terim tartışmalı olarak daha doğrudur. Bir makine tarafından 'otonom' tek başına veya bağımsız hareket etmeyi ifade ederken, araçların çoğunda (şu anda farkında olduğumuz) sürücü koltuğunda

bir kişi var, bulut veya diğer araçlarla iletişim bağlantısını kullanıyor ve ulaşmak için varış yerlerini veya rotaları bağımsız olarak seçemiyor.

Bir Nissan mühendisi sözleriyle, “Gerçekten otonom bir araç, çalışmanı istemeni istediğin yerde olur ve yerine plaja gitmeye karar verir.”

EuroNCAP “Otonom Acil Durum Frenlemesi” nde otonom olanı şöyle tanımlamaktadır: “sistem kazayı önlemek veya hafifletmek için sürücüden bağımsız hareket eder.” otonom sistemin ima ettiği şey sürücü değildir (Lawson 2018).

2.5. Sınıflandırma

Altı farklı seviyeye dayanan bir sınıflandırma sistemi (tamamen manuel sistemden tamamen otomatik sistemlere kadar değişen) 2014 yılında, J3016, Taksonomi ve Yol Üstü Motorlu Araç Otomatik Sürüş Sistemlerine İlişkin Terimler için Tanımlar olarak bir otomotiv standardizasyon kuruluşu olan SAE International tarafından yayınlandı. Bu sınıflandırma sistemi, çok gevşek bir şekilde ilişkili olsalar d araç yeteneklerinden ziyade, gerekli sürücü müdahalesi ve gerekli olan dikkat miktarına dayanmaktadır. 2013 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde, Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği İdaresi (NHTSA) resmi bir sınıflandırma sistemi yayınladı, ancak 2016'da SAE standardı lehine bu sistemi terk etti. 2016 yılında da SAE, J3016_201609 olarak adlandırılan sınıflandırmasını güncelledi (Timothy 2017).

SAE'nin otomasyon seviyesi tanımlarında "sürüş modu", "karakteristik dinamik sürüş görevi gereksinimleri olan (örneğin otobanla birleşme, yüksek hızda seyir, düşük hızlı trafik sıkışıklığı, kapalı kampüs operasyonları, vb.)" Sürüş modu "anlamına gelir."

Seviye 0: Otomatik sistem uyarılar verir ve anlık olarak müdahale edebilir, ancak sürekli araç kontrolü yoktur.

Seviye 1 ("eller"): Sürücü ve otomatik sistem aracın kontrolünü paylaşır. Örnekler, sürücünün direksiyon kontrolünü ve otomatik sistemin hızı kontrol ettiği Adaptif Cruise Control (ACC); ve hız manuel kontrol altındayken, direksiyonun otomatikleştirildiği Park Yardımı. Sürücü, herhangi bir zamanda tam kontrolü ele almaya hazır olmalıdır. Şeritte Kalma Yardımı (LKA) Tip II, seviye 1 kendi kendine sürüşün bir başka örneğidir.

Seviye 2 ("eller kapalı"): Otomatik sistem aracın tam kontrolünü alır (hızlanma, frenleme ve direksiyon). Sürücü, sürüşü izlemeli ve otomatik sistem düzgün bir şekilde yanıt vermezse, derhal müdahale etmeye hazır olmalıdır. Aslında, sürücünün müdahale etmeye hazır olduğunu doğrulamak için SAE 2 sürüş sırasında el ile tekerlek arasındaki temas genellikle zorunludur.

Seviye 3 ("gözler kapalı"): Sürücü dikkatini sürüş görevlerinden uzaklaştırabilir; Sürücü bir filmi metinlendirilebilir veya izleyebilir. Araç, acil durum frenlemesi gibi acil müdahale gerektiren durumları ele alacaktır. Sürücü, araç tarafından talep edildiğinde, üretici tarafından belirtilen, sınırlı bir süre içinde müdahale etmeye hazır olmalıdır.

Seviye 4 ("dikkat kapalı"): Seviye 3 olarak, ancak güvenlik için sürücüye dikkat etmek gerekmez, örn. Sürücü güvenli bir şekilde uykuya dalabilir veya sürücü koltuğundan ayrılabilir. Kendi kendine sürüş, yalnızca sınırlı uzamsal alanlarda (coğrafi çitle) veya trafik sıkışıklığı gibi özel durumlarda desteklenir. Bu alanların veya koşulların dışında, aracın yolculuğu güvenli bir şekilde sonlandırabilmesi gerekir; Sürücü kontrolü ele almazsa, aracı park edin.

Seviye 5 ("direksiyon isteğe bağlı"): İnsan müdahalesi gerekmez. Bir örnek robotik bir taksi olabilir (Larco 2018).

2.6. Yapay Zeka Hakkında Genel Bilgiler

Veri bilimi ve makine öğrenimi, geleceğin otomotiv endüstrisinde kullanılacak otomatik öğrenme ve optimizasyona sahip süreçler ve ürünler söz konusu olduğunda anahtar teknolojilerdir. Bu çalışma, "veri bilimi" ("veri analizi" olarak da bilinir) ve "makine öğrenimi" terimlerini ve bunların nasıl ilişkili olduğunu tanımlar. Ayrıca, "analitiği optimize etme" terimini tanımlar ve otomatik optimizasyonun veri analizi ile birlikte kilit bir teknoloji olarak rolünü gösterir. Ayrıca, bu teknolojilerin şu anda otomotiv endüstrisinde otomotiv değer zincirindeki ana alt süreçler (geliştirme, tedarik; lojistik, üretim, pazarlama, satış ve satış sonrası, bağlı müşteri) temelinde nasıl kullanıldığını açıklamak için örnekler kullanır.). Endüstri bu teknolojiler için çok çeşitli potansiyel kullanımları keşfetmeye başladığı için, sundukları devrimci olasılıkları göstermek için vizyoner uygulama örnekleri kullanılmaktadır. Son olarak, makale bu teknolojilerin otomotiv endüstrisini nasıl daha verimli hale getirebileceğini ve ürün ve geliştirme sürecinden müşterilere ve ürünle olan bağlantılarına kadar uzanan tüm operasyonları ve faaliyetleri boyunca müşteri odağını nasıl geliştirebileceğini göstermektedir (Silver 2016).

Veri bilimi ve makine öğrenimi artık araçlarımızda ve cep telefonlarında ses tanıma, otomatik yüz ve trafik işareti tanıma, satranç ve daha yakın zamanda çok sayıda uygulamada görebileceğimiz gibi günlük yaşamımızdaki kilit teknolojilerdir. Büyük veri hacimlerinin arama, örüntü tanıma ve öğrenme algoritmalarına dayanarak analizi, süreçlerin, sistemlerin, doğanın ve nihayetinde insanların davranışlarına ilişkin fikir vererek temelde yeni olasılıkların dünyasına kapı açar. Aslında, halihazırda uygulanmakta olan otonom sürüş fikri, şerit tutma yardımı ve araçtaki uyarlanabilir hız kontrol sistemleri sayesinde günümüzde birçok sürücü için neredeyse somut bir gerçeklik.

Bunun, otomotiv endüstrisinde buzdağının sadece görünen kısmı olması, 2015'in sonunda Toyota ve Tesla'nın kurucusu Elon Musk'un yapay zeka araştırma ve geliştirme üzerine neredeyse aynı anda her birinin bir milyar ABD doları tutarında yatırım yaptıklarını düşündüğü zaman kolayca anlaşılıyor. Verilerden sürekli öğrenen ve en uygun kararları

verebilen bağlantılı, otonom ve yapay olarak zeki sistemlere yönelme eğilimi, birçok endüstri için temelde önemli olandan bahsetmeden, sadece devrim niteliğinde yollarla ilerlemektedir. Bu, uluslararası rekabetçiliğin yakın gelecekte yeni bir faktörden etkileneceği Almanya'daki kilit endüstrilerden biri olan otomotiv endüstrisini, yani veri bilimi ve makine öğrenimi yardımı ile sağlanabilecek yeni teknik ve hizmet tekliflerini içerir.

Bu çalışma, otomotiv endüstrisinde ilgili yöntemlere ve bazı güncel uygulama örneklerine genel bir bakış sunmaktadır. Ayrıca, bu sektörde çok yakında beklenecek potansiyel uygulamaları özetlemektedir. Buna göre, ileriki bölümlerde veri madenciliğinin alt alanlarına ("büyük veri analizi" olarak da adlandırılır) ve yapay zekanın ele alınması, ilgili süreçlerin, yöntemlerin ve uygulama alanlarının kısaca özetlenmesi ve bağlam içinde sunulmasıyla başlar. Daha sonra bölümlerde, endüstrinin değer zincirindeki gelişmeden üretime ve son müşteriye kadar lojistiğe kadar otomotiv endüstrisindeki güncel uygulama örneklerine genel bir bakış sunmaktadır. Bu çalışma, otomotiv endüstrisinde ilgili yöntemlere ve bazı güncel uygulama örneklerine genel bir bakış sunmaktadır. Ayrıca, bu sektörde beklenecek potansiyel uygulamaları çok yakında özetlemektedir. Buna göre, ileriki bölümlerde, veri madenciliğinin alt alanlarına ("büyük veri analizi" olarak da adlandırılır) ve yapay zekanın ele alınması, ilgili süreçlerin, yöntemlerin ve uygulama alanlarının kısaca özetlenmesi ve bağlam içinde sunulmasıyla başlar. Daha sonra ileriki bölümlerde, endüstrinin değer zincirindeki gelişmeden üretime ve son müşteriye kadar lojistiğe kadar otomotiv endüstrisindeki güncel uygulama örneklerine genel bir bakış sunmaktadır. Böyle bir örneğe dayanarak, ileriki bölümlerde gelecekteki uygulamalar için üç örnek kullanarak vizyonu açıklamaktadır: bunlardan biri araçların şehirlerde birbirleriyle etkileşime giren otonom ajanların rolünü oynadığı, diğeri entegre üretim optimizasyonunu kapsayan ve sonuncusu şirketlerin kendilerini otonom ajanlar olarak tanımladıkları. Bu vizyonların şu ya da bu şekilde bir gerçeklik haline gelip gelmeyeceği şu anda kesin olarak söylenemez - ancak, bu alandaki hızlı gelişme oranının tamamen yeni ürünlerin, süreçlerin ve hizmetlerin yaratılmasına yol açacağını güvenle tahmin edebiliriz. Birçoğu sadece bugün hayal edebileceğimiz. Bu, bu alandaki hızlı gelişme oranının gelecekteki olası etkilerine ilişkin bir bakış açısı ile birlikte ileriki bölümlerde çıkarılan sonuçlardan biridir.

2.6.1. Veri madenciliği süreci

Gartner, veri temelli analizler temelinde iş kararları verme kabiliyetini en üst düzeyde tanımlamak için "kuralcı analitik" terimini kullanır. Bu, "ne yapmalıyım?" Sorusu ile açıklanmaktadır ve kural koyucu analitik, eğer bir kişi hala işin içinde ise, gerekli karar verme desteğini ya da artık böyle değilse otomasyonu sağlar.

Yapay zeka ve veri biliminin kullanımı ve kullanışlılığı açısından artan seviyelerde bunun altındaki seviyeler şu şekilde tanımlanmıştır: tanımlayıcı analiz ("ne oldu?"), Teşhis analitiği ("neden oldu?") Ve tahmine dayalı analitik ("ne olacak?") (bkz. Şekil 1). Son iki seviye, veri madenciliği ve istatistikler de dahil olmak üzere veri bilimi teknolojilerine dayanırken, açıklayıcı analitik temelde geleneksel iş zekâsı kavramlarını (veri ambarı, OLAP) kullanır.

Bu çalışmada, "kuralcı analitik" terimini "analitik optimizasyon" terimiyle değiştirmeye çalışılmıştır. Bunun nedeni bir teknolojinin birçok şeyi "reçete edebilmesi" iken, bir şirket içinde uygulama açısından hedef kriterler veya kalite kriterleri ile ilgili olarak her zaman "daha iyi" bir şey yapmaktır. Bu optimizasyon, doğrusal olmayan durumlarda evrimsel algoritmalar ve çok daha nadir- doğrusal durumlarda yöneylem araştırması (OR) yöntemleri gibi arama algoritmaları ile desteklenebilir. Veri madenciliği sürecinden sonuçları alan ve süreç iyileştirme ile ilgili sonuçlar çıkarmak için kullanan uygulama uzmanları tarafından da desteklenebilir. İyi bir örnek, uygulama uzmanlarının anlayabileceği, kendi uzman bilgileriyle uzlaşabileceği ve daha sonra uygun bir şekilde uygulayabildiği verilerden öğrenilen karar ağaçlarıdır. Burada da uygulama optimize etmek için kullanılır, kuşkusuz bir ara insan adımı ile.

Bu bağlamda, bir diğer önemli husus, ilgili uygulama için gereken çok sayıda kriterin aynı anda optimize edilmesi gerektiğidir, yani çok kriterli optimizasyon yöntemlerinin - veya daha genel olarak çok kriterli karar verme destek yöntemlerinin - gerekli. Bu yöntemler daha sonra, çelişen hedefler arasında mümkün olan en iyi uzlaşmayı bulmak için kullanılabilir.

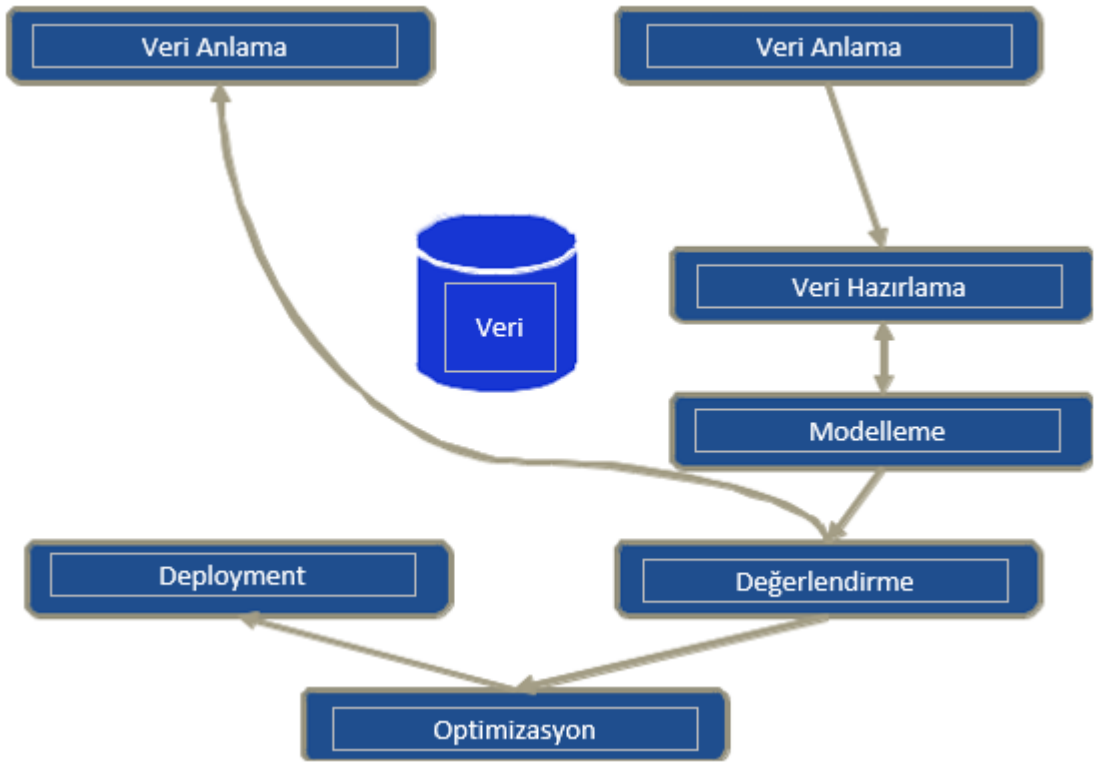
Bahsedilen örnekler arasında maliyet ve kalite, risk ve kâr arasında ve daha teknik bir örnekte bir cismin ağırlığı ile pasif yolcu güvenliği arasında sıkça meydana gelen çatışmalar yer alır.

Optimize analitik	"Ne yapmam gerekiyor?"	Karar desteği, çok kriterli optimizasyon
Tahmini analitik	"Ne olacak?"	Modelleme
Tanı analitik	“Neden oldu?”	İş zekası, modelleme
Tanımlayıcı analitik	"Ne oldu?"	İş zekası

Şekil 2.7. Bir şirkette dört veri analizi kullanımı düzeyi (Neukart ve ark. 2017)

Bu dört seviye, genel olarak bir şirket için veri analizi yeterliliğini ve potansiyel faydalarını kategorize etmenin mümkün olduğu bir çerçeve oluşturur. Bu çerçeve Şekil 2.7'de tasvir edilmiştir ve uygulama için gerekli olan ilgili teknoloji kategorisi ile birlikte birbirine dayanan dört katmanı göstermektedir.

Geleneksel Veri Madenciliği için Sektörler Arası Standart Süreç (CRISP-DM) hiçbir optimizasyon veya karar alma desteği içermez. Bunun yerine, iş anlayışı, veri anlayışı, veri hazırlama, modelleme ve değerlendirme alt adımlarına dayanarak CRISP, sonuçların doğrudan iş süreçlerine yerleştirilmesine devam eder. Burada da çok kriterli optimizasyon ve karar verme desteği içeren ilave bir optimizasyon adımı önerilmektedir. Bu yaklaşım Şekil 2.8'de şematik olarak gösterilmiştir.



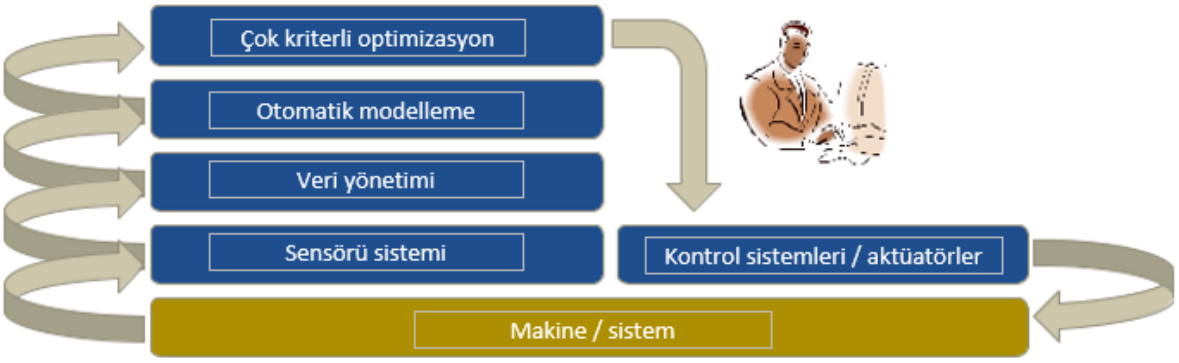
Şekil 2.8. Geleneksel CRISP-DM işlemi (Neukart ve ark. 2017)

Orijinal CRISP modelinin, veri bilimcileri tarafından verileri manuel olarak analiz etmek için kullanılan büyük ölçüde yinelemeli bir yaklaşımla uğraştığına dikkat etmek önemlidir, bu da iş anlayışı ile veri anlayışı, veri hazırlama ve modelleme arasındaki iterasyonlara yansır. Bununla birlikte, modelleme sonuçlarının değerlendirme adımında ilgili uygulama uzmanları ile değerlendirilmesi, aynı zamanda iş anlayışı alt adımından tekrar baştan başlamak zorunda kalmaya neden olabilir ve bu da tüm alt adımların kısmen veya tamamen tekrar gerçekleştirilmesini gerekli kılabilir (Örneğin, ek verilerin dahil edilmesi gerekiyorsa).

El ile yapılan yinelemeli prosedür, aynı zamanda, bu yaklaşımın ardındaki temel fikrin - uygulamaların çoğunda olduğu gibi güncel - şimdi neredeyse 20 yaşında olması ve kesinlikle sadece büyük bir veriyle kısmen uyumlu olması gerçeğinden kaynaklanmaktadır. stratejisi. Gerçek şu ki, doğrusal olmayan modelleme yöntemlerinin (istatistiksel modellemeden türetilen olağan genelleştirilmiş doğrusal modellerin aksine) ve verilerden bilgi çıkarmanın

yanı sıra, veri madenciliği, modellerin algoritmaların yardımı ve bu modelleme sürecinin çoğu zaman otomatik olarak çalışabilmesi, çünkü algoritma "işi yapar".

Çok sayıda modelin oluşturulması gereken uygulamalarda, örneğin tahminler yapmak için (örneğin, bireysel araç modelleri ve geçmiş verilere dayalı pazarlar için satış tahminleri), otomatik modelleme önemli bir rol oynar. Aynı durum, örneğin tahmin modellerinin (örneğin, ürün kalitesini tahmin etmek için) yalnızca bir üretim süreci için sürekli olarak kullanılmadığı, aynı zamanda bireysel süreç unsurları değiştiğinde sürekli olarak uyarlandığı çevrimiçi veri madenciliği kullanımı için de geçerlidir. (örneğin, yeni bir hammadde grubu kullanıldığında). Bu tür bir uygulama, verileri otomatik olarak oluşturma ve veri madenciliği algoritmalarına uygulanabilecek şekilde entegre etme ve işleme koyma teknik becerisini gerektirir. Ayrıca, modelleri güncellemek ve çevrimiçi uygulamalarda önerilen en uygun eylemleri oluşturmak için temel olarak kullanmak için otomatik modelleme ve otomatik optimizasyon gereklidir. Bu eylemler daha sonra bir öneri olarak süreç uzmanına iletilebilir veya - özellikle sürekli üretim süreçlerinde - ilgili süreci kontrol etmek için doğrudan kullanılabilir. Sensör sistemleri de doğrudan üretim sürecine entegre edilirse - gerçek zamanlı veri toplamak için - bu, üretim mühendisliği alanında Endüstri 4.0 vizyonunun uygulanmasını kolaylaştıran kendi kendine öğrenen bir siber-fiziksel sistem ile sonuçlanır.



Şekil 2.9. Endüstri 4.0 modelinin mimarisi (Neukart ve ark. 2017)

Bu yaklaşım Şekil 2.9'da şematik olarak gösterilmektedir. Sistemden alınan veriler, sensörlerin yardımıyla elde edilir ve veri yönetim sistemine entegre edilir. Bunu temel alarak,

sistemin çıktısını tahmin etmek için sistemin ilgili çıktıları için tahmin modelleri (kalite, hedef değerden sapma, süreç sapması vb.) Sürekli olarak kullanılır. Diğer makine öğrenme seçenekleri, örneğin bakım sonuçlarını tahmin etmek (tahmini bakım) veya süreçteki anormallikleri tanımlamak amacıyla bu bağlamda kullanılabilir. İlgili modeller sürekli olarak izlenir ve gerekirse herhangi bir işlem sapması gözlemlenirse otomatik olarak yeniden eğitilir. Son olarak, çok kriterli optimizasyon modelleri sistem kontrolü için optimum ayar noktalarını sürekli olarak hesaplamak için kullanır. İnsan süreç uzmanları, sistemi bir öneri oluşturucu olarak kullanarak buraya entegre edilebilir, böylece bir süreç uzmanı, oluşturulan önerileri orijinal sisteme uygulanmadan önce değerlendirebilir.

"Geleneksel" veri madenciliğinden ayırt etmek için, "büyük veri" terimi artık üç temel özellik ile tanımlanmaktadır: hacim, hız ve çeşitlilik, büyük veri hacmine atıfta bulunur, verinin üretilme hızı ve artık geleneksel ilişkisel veritabanı şemasında kategorize edilemeyen analiz edilecek verilerin heterojenliği. Veracity, yani verilerde büyük belirsizliklerin (ör. Ölçüm yanlışlıkları) gizlenebilmesi ve son olarak değerin, yani verilerin ve analizinin bir şirketin iş süreçleri için temsil ettiği değerin genellikle ek özellikler olarak gösterilmesi . Bu nedenle, önceki veri analizi yöntemlerini büyük verilerden ayıran yalnızca saf veri hacmi değil, aynı zamanda verilere izin vermek için uygun şekilde uyarlanmış veri analizi algoritmalarıyla yeni yöntemlerin (Hadoop ve MapReduce gibi) kullanımını gerektiren diğer teknik faktörler kaydedilecek ve işlenecek. Ek olarak, “bellek içi veritabanları” olarak adlandırılan ana bellekte geleneksel öğrenme ve modelleme algoritmalarını büyük veri hacimlerine uygulamayı mümkün kılmaktadır.

Bu, eğer bir veri analizi ve modelleme yöntemleri ve teknikleri hiyerarşisi kuracak olsaydı, o zaman, çok basit terimlerle, istatistiklerin veri madenciliğinin bir alt kümesi olacağı anlamına gelir ki bu da büyük verilerin bir alt kümesi olacaktır. Her uygulama veri madenciliği veya büyük veri teknolojileri kullanımını gerektirmez. Bununla birlikte, veri madenciliği ve büyük verilerin kullanımı ile ilgili ihtiyaç ve fırsatların çok daha hızlı bir şekilde arttığını ve daha büyük hacimlerde veri toplandığını ve bir şirketin tüm süreçlerine ve departmanlarına bağlandığını gösteren net bir eğilim gözlemlenebilir.

Analitiği optimize etmek çok önemli olsa da yapay zeka ve makine öğrenimi algoritmaları kullanırken her zaman çok çeşitli uygulamalara açık olmak çok önemlidir. Üretim ve lojistik gibi alanlarda görüntü ve dil tanıma, bilgi öğrenme, kontrol ve planlama gibi uygulamalarda potansiyel kullanımı olan geniş bir yelpazedeki öğrenme ve arama yöntemlerine sadece bu çalışma kapsamında değinilebilir.

2.6.2. Yapay zekanın temel taşları

IEEE Yapay Sinir Ağları Konseyi'nden yapay zekanın erken bir tanımı, "bilgisayarların şu anda insanların daha iyi olduğu şeyleri nasıl yapmaları gerektiğinin incelenmesi" idi. Bu hala geçerli olmasına rağmen, mevcut araştırmalar aynı zamanda yazılım, büyük miktarda veriyi analiz etmek gibi bilgisayarların her zaman daha iyi olduğu şeyleri yapar. Veriler ayrıca yalnızca bilgi toplamak için değil, aynı zamanda aşağıdakileri yapmak için yapay akıllı yazılım sistemleri geliştirmenin temelidir (Rich ve Knight 1990):

- Öğren
- Bilgiyi anlama ve yorumlama
- Uyarlamalı davran
- Planla
- Sonuç çıkarmak
- Sorunları çözmek
- Soyut düşünün
- Fikirleri ve dili anlama ve yorumlama

2.6.3. Makine öğrenimi

En genel düzeyde, makine öğrenimi (ML) algoritmaları ilgili algoritmanın bir hedef değişkenin belirtilmesini gerektirip gerektirmediğine bağlı olarak "denetimli" ve "denetimsiz" olarak iki kategoriye ayrılabilir.

Denetimli öğrenme algoritmaları

Giriş değişkenleri (öngörücüler) dışında, denetimli öğrenme algoritmaları da bir sorun için bilinen hedef değerleri (etiketler) gerektirir. Bir ML modelini kameraları kullanarak trafik işaretlerini tanımlayacak şekilde eğitmek için, giriş değişkenleri olarak trafik işaretlerinin görüntüleri- tercihen çeşitli konfigürasyonlarla- gereklidir. Bu durumda, ışık koşulları, açılar, kir vb. Verilerde gürültü veya bulanıklaşma olarak derlenir; Bununla birlikte, yağmurlu koşullarda, güneşin parlamasıyla aynı doğrulukta bir trafik işaretini tanımak mümkün olmalıdır. Bu tür veriler için etiketler, yani doğru adlandırmalar normalde manuel olarak atanır. Bu doğru girdi değişkenleri kümesi ve bunların doğru sınıflandırılması bir eğitim veri kümesi oluşturur. Bu durumda eğitim verisi başına sadece bir görüntü olmasına rağmen, ML algoritmaları eğitim verilerindeki ilgili özellikleri bulduğu ve bu özelliklerin ve örnekte belirtilen sınıflandırma görevi için sınıf ödevinin nasıl ilişkili olduğunu öğrendiğinden, hala birden çok giriş değişkeninden bahsediyoruz. . Denetimli öğrenme öncelikle sayısal değerleri (regresyon) tahmin etmek ve sınıflandırma amacıyla (uygun sınıfı tahmin etmek) kullanılır ve karşılık gelen veriler belirli bir formatla sınırlı değildir - ML algoritmaları görüntüleri, ses dosyalarını, videoları, sayısal veriler ve metin. Sınıflandırma örnekleri arasında nesne tanıma (trafik işaretleri, aracın önündeki nesneler vb.), Yüz tanıma, kredi riski değerlendirmesi, ses tanıma ve müşteri karmaşası sayılabilir.

Regresyon örnekleri arasında, yol ve ortam koşullarına göre ideal hızını hesaplayan, kendi kendine giden bir araç gibi çoklu giriş değişkenleri temelinde sürekli sayısal değerlerin belirlenmesi, değişen sayıda girdi değişkenine dayalı gayri safi yurtiçi hasıla gibi finansal bir göstergenin belirlenmesi ve yeni modellerin tanıtılmasıyla potansiyel pazar paylarının

belirlenmesi vardır. Bu problemlerin her biri oldukça karmaşıktır ve basit denklemlerde basit, doğrusal ilişkilerle temsil edilemez. Ya da söz konusu muazzam zorluğu daha doğru bir şekilde temsil eden başka bir yol koymak gerekirse: gerekli uzmanlık bile mevcut değildir.

Denetimsiz öğrenme algoritmaları

Denetimsiz öğrenme algoritmaları tek tek hedef değişkenlere odaklanmaz, bunun yerine genel olarak bir veri kümesini karakterize etme amacına sahiptir. Denetimsiz ML algoritmaları genellikle veri kümelerini gruplandırmak (kümelemek), yani ayrı ayrı veri noktaları (herhangi bir sayıda özellikten oluşabilir) arasındaki ilişkileri tanımlamak ve bunları kümeler halinde gruplandırmak için kullanılır. Bazı durumlarda, denetlenmeyen ML algoritmalarından elde edilen çıktı da denetlenen yöntemler için bir girdi olarak kullanılabilir. Gözetimsiz öğrenmeye örnek olarak, satın alma davranışlarına veya demografik verilerine dayanarak müşteri grupları oluşturmak veya milyonlarca zaman serisini sensörlerden daha önce belirgin olmayan gruplara gruplamak için küme zaman serileri verilebilir.

Başka bir deyişle, makine öğrenimi, bilgisayarların açıkça programlanmadan öğrenmelerini sağlayan yapay zekâ alanıdır. Makine öğrenimi, yeni veriler sağlanır sağlanmaz kendi kendine büyüyen ve değişen programlar geliştirmeye odaklanır. Buna göre, bir akış şemasında temsil edilebilecek süreçler makine öğrenimi için uygun adaylar değildir- aksine dinamik ve değişen çözüm stratejileri gerektiren ve statik kurallarla kısıtlanamayan her şey ML ile çözüm için potansiyel olarak uygundur. Örneğin, ML şu durumlarda kullanılır:

- İlgili hiçbir insan uzmanlığı mevcut değildir
- İnsanlar uzmanlıklarını ifade edemiyorlar
- Çözüm zamanla değişir
- Çözümün özel durumlara uyarlanması gerekiyor

Örneklere dayalı çıkarımlar yapma yaklaşımını izleyen istatistiklerin aksine, bilgisayar bilimi optimizasyon problemlerini çözmek için etkili algoritmalar geliştirmek ve çıkarımları

değerlendirmek için modelin bir temsilini geliştirmekle ilgilenmektedir. Bu bağlamda optimizasyon için sıklıkla kullanılan yöntemler arasında, temel ilkeleri doğal evrimi taklit eden "evrimsel algoritmalar" (genetik algoritmalar, evrim stratejileri) bulunmaktadır. Bu yöntemler karmaşık, doğrusal olmayan optimizasyon problemlerine uygulandığında çok etkilidir (Back ve Fogel 1997).

Örneklere dayalı çıkarımlar yapma yaklaşımını izleyen istatistiklerin aksine, bilgisayar bilimi optimizasyon problemlerini çözmek için etkili algoritmalar geliştirmek ve çıkarımları değerlendirmek için modelin bir temsilini geliştirmekle ilgilenmektedir. Bu bağlamda optimizasyon için sıklıkla kullanılan yöntemler arasında, temel ilkeleri doğal evrimi taklit eden "evrimsel algoritmalar" (genetik algoritmalar, evrim stratejileri) bulunmaktadır6. Bu yöntemler karmaşık, doğrusal olmayan optimizasyon problemlerine uygulandığında çok etkilidir.

ML bazı veri madenciliği uygulamalarında kullanılsa ve her ikisi de veri desenlerini ararsa, ML ve veri madenciliği aynı şey değildir. Veri madenciliğinde olduğu gibi, insanların anlayabildiği verileri çıkarmak yerine, ML yöntemleri sağlanan veriler hakkında kendi anlayışlarını geliştirmek için programlar tarafından kullanılır. ML yöntemlerini uygulayan yazılım verilerdeki kalıpları tanır ve davranışı bunlara göre dinamik olarak ayarlayabilir. Örneğin, kendi kendine giden bir araç (veya ilgili kameradan görsel sinyali yorumlayan yazılım), önünde bir yaya belirdiğinde bir fren manevrası başlatmak üzere eğitilmişse, bu durum, kısa, uzun boylu, şişman, ince, giyinik, soldan geliyor, sağdan geliyor vb. bağlı olmaksızın fren yapmalıdır. Buna karşılık, yol kenarında sabit bir çöp kutusu varsa araç fren yapmamalıdır.

Gerçek dünyadaki karmaşıklık seviyesi genellikle bir ML modelinin karmaşıklık seviyesinden daha fazladır, bu nedenle çoğu durumda sorunları alt problemlere ayırmak ve daha sonra ML modellerini bu alt problemlere uygulamak için girişimde bulunulur. Bu modellerden elde edilen çıktı, daha sonra yapılandırılmış ve yapılandırılmamış ortamlarda otonom araç kullanımı gibi karmaşık görevlere izin vermek için entegre edilir.

2.6.4. Bilgisayar görüşü

Bilgisayar görüşü (CV), biyoloji, sinirbilim ve psikolojiden başlayıp bilgisayar bilimi, matematik ve fizik alanlarına kadar uzanan çeşitli alanlarda bilimsel teorileri (genellikle AI'da olduğu gibi) birleştiren çok geniş bir araştırma alanıdır. İlk olarak, bir görüntünün fiziksel olarak nasıl üretildiğini bilmek önemlidir. Işık iki boyutlu bir dizideki sensörlere çarpmadan önce kırılır, emilir, dağıtılır veya yansıtılır ve görüntüdeki her bir öğeden (piksel) geçen ışık ışınlarının yoğunluğu ölçülerek bir görüntü üretilir. Bilgisayar görüşünün üç ana odak noktası:

- Bir görüntüyü, bir görüntü dizisini veya bir videoyu temel alarak bir sahneyi ve sahnenin gözlemlendiği noktayı yeniden yapılandırma.
- Hangi fiziksel ve biyolojik süreçlerin dahil edildiğini, ıslatma yazılımının nasıl çalıştığını ve ilgili yorum ve anlayışın nasıl çalıştığını daha iyi anlamak için biyolojik görsel algıyı taklit etmek.
- Teknik araştırma ve geliştirme, verimli, algoritmik çözümlere odaklanır- CV yazılımı söz konusu olduğunda, biyolojik organizmaların görsel algısıyla sadece sınırlı ortaklıkları olan probleme özgü çözümler sıklıkla geliştirilir.

Her üç alan da çakışıyor ve birbirini etkiliyor. Örneğin, bir uygulamadaki odak, aracın önünde bir yaya olması durumunda otomatik bir fren manevrasını başlatmak için engel tanıma üzerindeyse, en önemli şey yayayı bir engel olarak tanımlamaktır. Tüm sahneyi yorumlamak- örneğin, aracın bir alanda piknik yapan bir aileye doğru hareket ettiğini anlamak- bu durumda gerekli değildir.

Biyolojik organizmalarda görme, sensörün kontrol edilmesini içeren ve bir eylemin başarılı performansıyla sıkı bir şekilde bağlantılı olan aktif bir süreç olarak kabul edilir. Sonuç olarak, CV sistemleri de pasif değildir (Bajcsy 1988). Başka bir deyişle, sistem (Crowley ve Christensen 1995)

- Sürekli olarak sensörler (akış) üzerinden veri sağlanmalıdır.
- Bu veri akışına göre hareket etmelidir.

Unutmamak gerekir ki, CV sistemlerinin amacı görüntülerdeki sahneleri anlamak değil, her şeyden önce, sahneden belirli bir görev için gerekli-ilgili bilgileri çıkarmaktır. Bunun anlamı onların yapacakları iş için kullanacağı bir "ilgilenilen bölge" belirlemeleridir. Dahası, bu sistemler kısa tepki sürelerine sahip olmalıdır, çünkü sahnelerin zamanla değişmesi ve çok gecikmeli bir eylemin istenen etkiyi elde etmemesi olasıdır. Nesne tanıma amacıyla (bir sahnede "neyin" bulunduğu "nerede") için birçok farklı yöntem önerilmiştir:

- Nesne dedektörleri, bu durumda bir pencere görüntünün üzerinde hareket eder ve bir şablon ile alt görüntüyü (pencere içeriği) karşılaştırarak her konum için bir filtre yanıtı belirlenir ve her yeni nesne parametrelendirmesi ayrı bir tarama gerektirir. Daha karmaşık algoritmalar aynı anda çeşitli ölçeklere dayalı hesaplamalar yapar ve çok sayıda görüntüden öğrenilen filtreleri uygular.
- Segment tabanlı teknikler, bir görüntüdeki bir nesnenin boyutlarını tanımlayan pikselleri gruplandırarak bir nesnenin geometrik bir tanımını çıkarır. Buna dayanarak, sabit bir özellik kümesi hesaplanır, yani, kümedeki özellikler, ışık koşullarındaki değişiklikler, ölçeklendirme veya döndürme gibi çeşitli görüntü dönüşümlerine maruz kaldıklarında bile aynı değerleri korur. Bu özellikler nesneleri veya nesne sınıflarını açıkça tanımlamak için kullanılır, bunlardan biri trafik işaretlerinin yukarıda belirtilen tanımlamasıdır.
- Hizalama tabanlı yöntemler, veriler üzerinde eğitilmiş parametrik nesne modellerini kullanır (Huttenlocher ve Ulman 1990). Algoritmalar, bir modeli görüntüdeki karşılık gelen özelliklere en uygun şekilde uyarlayan ölçekleme, çeviri veya döndürme gibi parametreleri arar, böylece karşılıklı bir çözüm vasıtasıyla yaklaşık bir çözüm bulunabilir. Konturlar, köşeler veya diğerleri gibi özelliklerle, bulunan özellikle uyumlu parametre çözümleri için görüntüde karakteristik noktalar seçerek (Frankish ve Ramsey 2014).

Nesne tanıma ile, algoritmaların nesnelerin 2-D veya 3-D gösterimlerini işlemesi gerekip gerekmediğine karar vermek gerekir- 2-D gösterimleri genellikle doğruluk ve kullanılabilirlik arasında iyi bir uzlaşmadır. Güncel araştırmalar (derin öğrenme), farklı noktalardan yakalanan iki 2-B görüntüye dayalı iki nokta arasındaki mesafelerin bile bir girdi olarak doğru bir şekilde belirlenebileceğini göstermektedir. Gün ışığı koşullarında ve oldukça iyi bir görünürlükle, bu giriş, doğruluğu artırmak için lazer ve radar ekipmanı ile elde edilen verilere ek olarak kullanılabilir- ayrıca, gerekli verileri oluşturmak için tek bir kamera yeterlidir. 3B nesnelerin aksine, 2B görüntülerde doğrudan şekil, derinlik veya yönlendirme bilgisi kodlanmaz. Derinlik, lazer veya stereo kameraların (insan görüşünü taklit eden) ve yapılandırılmış ışık yaklaşımlarının (Kinect gibi) kullanılması gibi çeşitli şekillerde kodlanabilir. Şu anda, en yoğun şekilde takip edilen araştırma yönü, silindirler, küpler ve yuvarlak veya keskin kenarlı koniler gibi yapıları tanımlamak için herhangi bir sayıda üs kullanan formüllerle tanımlanan geometrik şekiller olan süper quadriklerin kullanımını içerir. Bu, çok çeşitli farklı temel şekillerin küçük bir parametre seti ile tanımlanmasını sağlar. Stereo kameralar kullanılarak 3 boyutlu görüntüler alınırsa, stereo kameralarla elde edilen veri kalitesi lazer taramalarla elde edilenden daha düşük olduğu için, yukarıda belirtilen şekil tabanlı yöntemler yerine istatistiksel yöntemler (stereo nokta bulutu oluşturmak gibi) kullanılır. Diğer araştırma yönleri izleme, bağlamsal sahne anlayışı ve izlemeyi içerir, ancak bu yönler şu anda otomotiv endüstrisi için ikincil öneme sahiptir (Straat ve Fischler 1991, Huxton 2003, Chaumette 2006, Hoiem ve ark. 2006, Dickmanns 2007).

2.6.5. Çıkarım ve karar verme

Literatürde “bilgi gösterimi ve muhakeme” (KRR- knowledge representation & reasoning) olarak anılan bu araştırma alanı, veri yapıları ve çıkarım algoritmaları tasarlamaya ve geliştirmeye odaklanmaktadır. Çıkarımlar yaparak çözülen problemler sıklıkla teşhis, planlama, doğal dilleri işleme, soruları cevaplama vb. Gibi fiziksel dünyayla (örneğin insanlar) etkileşim gerektiren uygulamalarda bulunur. KRR, yapay zekanın insan düzeyinde temelini oluşturur.

Çıkarım yapmak, KRR'nin, insan müdahalesi veya yardımı olmadan veri tabanlı cevapların bulunması gerektiği ve normalde verilerin normal ve belirgin semantiklere sahip resmi bir sistemde sunulduğu alandır. 1980'den bu yana, söz konusu verilerin basit ve karmaşık yapıların bir karışımı olduğu varsayılmaktaydı; bunlardan birincisi, düşük derecede hesaplama karmaşıklığına sahiptir ve büyük veri tabanları içeren araştırmaların temelini oluşturmaktadır. İkincisi, daha fazla ifade gücüne sahip, temsil için daha az yer gerektiren bir dilde sunulur ve genellemeler ve ayrıntılı bilgilere karşılık gelirler.

Literatürde "bilgi gösterimi ve muhakeme" (KRR) olarak anılan bu araştırma alanı, veri yapıları ve çıkarım algoritmaları tasarlamaya ve geliştirmeye odaklanmaktadır. Çıkarımlar yaparak çözülen problemler, teşhis, planlama, doğal dilleri işleme, soruları yanıtlama vb. Gibi fiziksel dünyayla (örneğin insanlar) etkileşim gerektiren uygulamalarda sıklıkla bulunur. KRR, yapay zekanın insan düzeyinde temelini oluşturur.

Çıkarım yapmak, KRR'nin, insan müdahalesi veya yardımı olmadan veri tabanlı cevapların bulunması gerektiği ve normalde verilerin normal ve belirgin semantiklere sahip resmi bir sistemde sunulduğu alandır. 1980'den bu yana, söz konusu verilerin basit ve karmaşık yapıların bir karışımı olduğu varsayılmaktadır; bunlardan birincisi, düşük derecede hesaplama karmaşıklığına sahiptir ve büyük veritabanları içeren araştırmaların temelini oluşturmaktadır. İkincisi, daha fazla ifade gücüne sahip, temsil için daha az yer gerektiren bir dilde sunulur ve genellemeler ve ayrıntılı bilgilere karşılık gelir.

Karar alma, öncelikle faaliyetler arasındaki tercihlerle ilgili soruları yanıtlama etrafında, örneğin otonom bir temsilci/araç bir kişi için bir görevi yerine getirmeye çalıştığında ortaya çıkan bir tür çıkarımdır. Bu tür kararlar, zaman içinde ve eylemler yürütüldüğünde değişen dinamik bir alanda çok sık verilir. Buna bir örnek, trafikteki değişikliklere tepki vermesi gereken kendi kendini süren bir otomobildir.

Mantık ve kombinasyoncular

Matematiksel mantık, hesaplama teorisi, yasal sistemimiz ve ilgili argümanlar ile araştırma ve geliştirme alanındaki teorik gelişmeler ve kanıtlar dahil olmak üzere gerçek dünyadaki birçok uygulama için resmi temeldir. İlk vizyon, her türlü bilgiyi mantık biçiminde temsil etmek ve ondan çıkarım yapmak için evrensel algoritmalar kullanmaktı, ancak birtakım zorluklar ortaya çıktı- örneğin, tüm bilgi türleri basit bir şekilde temsil edilemez. Dahası, karmaşık uygulamalar için gerekli bilgileri derlemek çok karmaşık hale gelebilir ve bu tür bilgileri mantıklı ve son derece anlamlı bir dilde öğrenmek kolay değildir (Lavarac ve Dzeroski 1994). Buna ek olarak, gerekli olan son derece anlamlı dil ile çıkarımlar yapmak kolay değildir- aşırı durumlarda, ilk iki zorluğun üstesinden gelse bile, bu tür senaryolar hesaplamalı olarak uygulanamaz. Şu anda, bu konuda devam eden üç tartışma var, birincisi mantığın uzay, analoji, şekil, belirsizlik gibi pek çok kavramı temsil edemediği ve sonuç olarak yapay zekayı bir insan seviyesine geliştirmede aktif bir parça olarak dahil edilemediği argümanına odaklanıyor. Şu anda, temsili etkileyicilik, esneklik ve açıklık kombinasyonları başka herhangi bir method ile gerçekleştirilemez. İkinci tartışma, mantığın çıkarım yapmak için çok yavaş olduğu ve bu nedenle asla üretken bir sistemde rol oynamayacağı argümanı etrafında dönmektedir. Buradaki karşıt değişken, çıkarım sürecini mantıkla yaklaşık hale getirmenin yollarının mevcut olmasıdır, bu nedenle işlem gerekli zaman sınırları içinde kalmaya yakın bir yere yaklaşmaktadır ve mantıksal çıkarım konusunda ilerleme kaydedilmektedir. Son olarak, üçüncü tartışma, gerçek dünya için uygulamalara mantıksal aksiyomlara dayalı sistemler geliştirmenin son derece zor, hatta imkânsız olduğu argümanı etrafında dönmektedir. Bu tartışmadaki karşı değerler, öncelikle doğal dil metinlerinden mantıksal aksiyomları öğrenmek için teknikleri araştıran bireylerin araştırmasına dayanmaktadır.

Prensip olarak, bu çalışmada daha fazla tartışılmayan dört farklı mantık türü arasında bir ayrım yapılır (Frankish ve Ramsey 2014):

- Önerme mantığı
- Birinci dereceden yüklem mantığı

- Kalıcı mantık
- Monotonik olmayan mantık

Otonom araçlarda ve iletişim aracılarında bulunanlar gibi otomatik karar verme de bu noktada belirtilmeye değer. Bu tür karar verme, özellikle uzman karar verme süreçlerini mantıkla temsil etme ve otomatikleştirme söz konusu olduğunda önemlidir. Çok sık olarak, bu tür karar verme süreci, örneğin bir üretim tesisinde bir nakliye robotunun başka bir nakliye robotundan kaçması gerektiğinde, çevrenin dinamiklerini dikkate alır. Ancak, bu temel bir önkoşul değildir; gelecekte açıkça tanımlanmış bir yönü olmayan bir karar alma sürecinin gerçekleştirilmesi durumunda, örneğin, belirli bir yerde belirli bir fiyata bir depo kiralama kararı. Bir araştırma alanı olarak karar verme, bilgisayar bilimi, psikoloji, ekonomi ve tüm mühendislik disiplinleri gibi çok sayıda alanı kapsar. Otomatik karar verme sistemlerinin geliştirilmesini sağlamak için birkaç temel sorunun cevaplanması gerekir:

- Etki alanı, bir dizi kararın gerekli olduğu ölçüde dinamik mi yoksa tek bir kararın mı yoksa birden çok eşzamanlı kararın mı alınması gerektiği açısından statik midir?
- Alan adı deterministik, non-deterministik veya stokastik mi?
- Amaç faydaları optimize etmek mi yoksa bir hedefe ulaşmak mı?
- Alan adı her zaman tam olarak biliniyor mu? Yoksa sadece kısmen mi biliniyor?

Mantıksal karar verme sorunları, planlama ve çelişkili davranışlar söz konusu olduğunda doğada stokastik değildir. Her ikisi de başlangıç ve ara durumlarla ilgili mevcut bilgilerin eksiksiz olmasını, eylemlerin sadece belirleyici, bilinen etkilere sahip olmasını ve belirli bir tanımlanmış amacın mevcut olmasını gerektirir. Bu sorun türleri genellikle gerçek dünyada, örneğin robot kontrolü, lojistik, bilgisayar ve ağ güvenliğinde uygulanır.

Genel olarak, planlama sorunları bir başlangıç (bilinen) durum, tanımlanmış bir hedef ve adımlar arasında izin verilen bir dizi eylem veya geçişten oluşur. Bir planlama sürecinin sonucu, doğru bir şekilde yürütüldüğünde, yürütme varlığını bir başlangıç durumundan hedef koşulları karşılayan bir duruma dönüştüren bir dizi işlemdir. Hesaplamalı olarak konuşmak

gerekirse, basit sorun tanımlama dilleri kullanılsa bile planlama zor bir sorundur. Nispeten basit sorunlar söz konusu olsa bile, bir plan arayışı tüm durum-alan gösterimleri yoluyla gerçekleştirilemez, çünkü bunlar alanları tanımlayan durum sayısında katlanarak yüksektir. Sonuç olarak, amaç, ilgili hedefe ulaşma umuduyla bunları araştırmak için alt temsili temsil eden etkin algoritmalar geliştirmektir. Mevcut araştırma, planlamayı kolaylaştıracak eylemler ve durumlar için yeni arama yöntemleri ve yeni temsiller geliştirmeye odaklanmıştır. Özellikle birbirlerine karşı hareket eden bir veya daha fazla ajan dikkate alındığında, öğrenme ve karar verme arasında bir denge bulmak çok önemlidir - kararlar verilirken öğrenme uğruna keşif istenmeyen sonuçlara yol açabilir.

Genel olarak, planlama sorunları bir başlangıç (bilinen) durum, tanımlanmış bir hedef ve adımlar arasında izin verilen bir dizi eylem veya geçişten oluşur. Bir planlama sürecinin sonucu, doğru bir şekilde yürütüldüğünde, yürütme varlığını bir başlangıç durumundan hedef koşulları karşılayan bir duruma dönüştüren bir dizi işlemdir. Hesaplamalı olarak konuşmak gerekirse, basit sorun tanımlama dilleri kullanılsa bile planlama zor bir sorundur. Nispeten basit sorunlar söz konusu olsa bile, bir plan arayışı tüm durum-alan gösterimleri yoluyla gerçekleştirilemez, çünkü bunlar alanları tanımlayan durum sayısında katlanarak yüksektir. Sonuç olarak, amaç, ilgili hedefe ulaşma umuduyla bunları araştırmak için alt temsili temsil eden etkin algoritmalar geliştirmektir. Mevcut araştırma, planlamayı kolaylaştıracak eylemler ve durumlar için yeni arama yöntemleri ve yeni temsiller geliştirmeye odaklanmıştır. Özellikle birbirlerine karşı hareket eden bir veya daha fazla ajan dikkate alındığında, öğrenme ve karar verme arasında bir denge bulmak çok önemlidir - kararlar verilirken öğrenme uğruna keşif istenmeyen sonuçlara yol açabilir.

Gerçek dünyadaki birçok sorun, stokastik bir doğanın dinamikleri ile ilgili problemlerdir. Bunun bir örneği, değerini bilmediğimiz, değerini etkileyen özelliklere sahip bir araç satın almaktır. Bu bağımlılıklar satın alma kararını etkiler, bu nedenle risklerin ve belirsizliklerin dikkate alınmasına izin vermek gerekir. Tüm niyetler ve amaçlar için, stokastik alanlar karar verme konusunda daha zordur, fakat aynı zamanda yaklaşımlar açısından deterministik alanlardan daha esnektirler - başka bir deyişle, pratik varsayımları basitleştirmek pratik karar

vermeyi pratikte mümkün kılar. Stokastik alanlarda çeşitli yönleri ve karar verme süreçlerini temsil etmek için kullanılabilecek çok sayıda sorun formülasyonu bulunmaktadır ve bunlar en iyi bilinen karar ağları ve Markov karar süreçleridir.

Birçok uygulama mantıksal (stokastik olmayan) ve stokastik elemanların bir kombinasyonunu gerektirir, örneğin robotların kontrolü bir olasılıksal sensör modeli için mantıkta yüksek seviye spesifikasyonlar ve düşük seviyeli gösterimler gerektirdiğinde. Doğal dillerin işlenmesi, bu varsayımın geçerli olduğu başka bir alandır, çünkü mantıktaki yüksek düzey bilginin düşük seviyeli metin ve sözlü sinyal modelleri ile birleştirilmesi gerekir.

2.7. Otomotiv Endüstrisinde Veri Madenciliği ve Yapay Zeka

Yüksek bir soyutlamada, otomotiv endüstrisindeki değer zinciri aşağıdaki alt süreçlerle geniş bir şekilde tanımlanabilir:

1. Geliştirme
2. Tedarik
3. Lojistik
4. Üretim
5. Pazarlama
6. Satış, satış sonrası ve perakende
7. Bağlı müşteri

Bu alanların her biri zaten önemli bir karmaşıklık seviyesine sahiptir, bu nedenle veri madenciliği ve yapay zeka uygulamalarının aşağıdaki açıklaması mutlaka bir genel bakışla sınırlandırılmıştır.

2.7.1. Geliştirme

Araç geliştirme, artık tüm üreticiler için en son teknoloji olan büyük ölçüde sanal bir süreç haline gelmiştir. CAD modelleri ve simülasyonlar (tipik olarak sonlu eleman modelleri temelinde mekanik, akış, akustik, titreşim, vb. Gibi fiziksel süreçler) geliştirme sürecinin tüm aşamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Optimizasyon konusu (genellikle evrim stratejilerinin veya genetik algoritmaların ve ilgili yöntemlerin kullanılmasıyla) genellikle geliştirme sürecinde tam olarak etkileyici sonuçlar verebilmesine rağmen daha az iyi kapsanmaktadır. Birden fazla geliştirme disiplininin (yolcu güvenliği ve gürültü, titreşim ve sertlik (NVH) gibi) aynı anda birleştirildiği ve optimize edildiği çok disiplinli optimizasyon, sözde aşırı hesaplama süresi gereksinimleri nedeniyle çoğu durumda nadiren kullanılmaktadır. Bununla birlikte, tam olarak bu yaklaşım, birden fazla departmanın gereksinimleri açısından en uygun olan ortak bir tasarıma dahil olan departmanlar arasında daha hızlı ve verimli bir şekilde anlaşmaya varıldığında muazzam bir potansiyel sunmaktadır (Back 1996).

Simülasyon sonuçlarının analizi ve daha fazla kullanımı açısından, veri madenciliği zaten "yanıt yüzeyleri" olarak adlandırılan veri üretmek için sıkça kullanılmaktadır. Bu uygulamada, veri madenciliği yöntemleri (doğrusal modellerden Gauss süreçlerine kadar tüm spektrum, destek vektör makineleri ve rastgele ormanlar), ilgili (sayısal) simülasyon sonuçlarına dayanarak simülasyon için girdi vektörlerinin temsilinin bir yaklaşımı olarak doğrusal olmayan bir regresyon modelini öğrenmek için kullanılır. Bu modelin iyi enterpolasyon özelliklerine sahip olması gerektiğinden, modelin yeni girdi vektörleri için tahmin kalitesinin tahmin edilmesini sağlayan çapraz validasyon yöntemleri tipik olarak algoritmaların eğitimi için kullanılır. Denetimli öğrenme yöntemlerinin bu kullanımının ardındaki amaç, sık sık hesaplama zamanı tüketen simülasyonları, örneğin belirli bir bileşeni temsil eden ve başka bir uygulamada kullanılabilen hızlı bir yaklaşım modeliyle değiştirmektir. Buna ek olarak, bu, zaman alıcı ayarlama işlemlerinin daha hızlı ve geliştirme sırasında daha fazla şeffaflıkla gerçekleştirilmesine izin verir (Back ve ark. 2015).

Bir örnek: Bölümler arası bir toplantı sırasında, karmaşık simülasyonlar çalıştırmak ve sonuçlar için bir veya iki gün beklemek yerine, bileşenlerde geometrik varyasyonların şekillendirme fizibilitesini hemen değerlendirmek arzu edilir. Daha önce simülasyonlar kullanılarak eğitilmiş bir yanıt yüzeyi modeli, bu tip bir toplantıda aşırı inceltme veya çatlak riskine hemen hemen çok iyi bir yaklaşım sağlayabilir; bu daha sonra karşılık gelen geometriyi değerlendirmek için hemen kullanılabilir (Sorg 2014).

Bu uygulamalar sıklıkla, diğer nedenlerin yanı sıra, simülasyon veri yönetiminin veri üretimi ile veri kullanımı ve analizi arasındaki merkezi bir arayüz olarak rolünün bir darboğaz oluşturması nedeniyle belirli geliştirme alanlarına odaklanır veya bunlarla sınırlıdır. Bu, özellikle sürekli veri geliştirme organizasyonu anlamında verilerin gerçek kullanımı için gerekli olduğu gibi, simülasyon verileri birden çok departman, değişken ve model serisinde kullanılmak üzere tasarlandığında geçerlidir. Uygulamadaki mevcut durum, bölüme özgü simülasyon verilerinin genellikle bir bölüm içindeki ilgili dosya sistemindeki dosya ağaçları biçiminde organize edilmesidir, bu da makine öğrenme yöntemlerine dayalı bir değerlendirmeye erişmeyi zorlaştırır. Buna ek olarak, simülasyon verileri bireysel bir simülasyon için çok hacimli olabilir (en son CFD simülasyonları için terabayt aralığında), bu nedenle makine öğrenimi tabanlı analizler için acilen verimli depolama çözümleri gereklidir.

Simülasyon ve bireysel uygulamalarla sınırlı doğrusal olmayan regresyon modellerinin kullanımı standart haline gelirken, analitiği optimize ederek sunulan fırsatlardan nadiren yararlanılmaktadır. Özellikle çok disiplinli (bölümler arası) makine öğrenimi, tarihsel verilere dayalı öğrenme (diğer bir deyişle, gelecekteki projeler için mevcut geliştirme projelerinden öğrenme) ve çapraz model öğrenme gibi önemli konularla ilgili olarak, verimliliği artırmak için muazzam ve tamamen kullanılmamış bir potansiyel.

2.7.2. Tedarik

Tedarik süreci, tedarikçiler, satın alma fiyatları, indirimler, teslimat güvenilirliği, saatlik oranlar, hammadde özellikleri ve diğer değişkenlerle ilgili çok çeşitli veriler kullanır. Sonuç

olarak, tedarikçileri değerlendirmek ve sıralamak amacıyla KPI'lerin hesaplanması bugün hiçbir sorun yaratmamaktadır. Veri madenciliği yöntemleri, mevcut verilerin, örneğin tahminler oluşturmak, performans kriterleri üzerinde en büyük etkisi olan önemli tedarikçi özelliklerini tanımlamak veya teslimat güvenilirliğini tahmin etmek için kullanılmasına izin verir. Analitiği optimize etme açısından, bir otomotiv üreticisinin optimum koşulları elde etmek için etkileyebileceği belirli parametreler de önemlidir.

Genel olarak, finans iş alanı analitiği optimize etmek için çok iyi bir alandır, çünkü mevcut veriler şirketin ana başarı faktörleri hakkında bilgi içermektedir. Sürekli izleme, burada kontrol ile ilgili olarak örnek olarak kısa bir kayda değer. Bu izleme, sürekli olarak hazırlanan ve raporlanan finans ve kontrol verilerine dayanmaktadır. Bu veriler, gelecek hafta veya ay için otomatik olarak tahminler oluşturmak amacıyla öngörücü analiz anlamında da kullanılabilir. Analitik optimizasyonu açısından, önerilen optimizasyon eylemleriyle birlikte, önemli etki eden parametrelerin analizleri de yukarıda belirtilen tahminlere eklenebilir.

Bu konu alanları şu anda bir gerçeklikten daha çok bir vizyon olmakla birlikte, tedarik, finans ve kontrol alanlarında nelerin mümkün olabileceği hakkında bir fikir vermektedir.

2.7.3. Lojistik

Lojistik alanında, tedarik lojistiği, üretim lojistiği, dağıtım lojistiği ve yedek parça lojistiği arasında bir ayrım yapılabilir.

Tedarik lojistiği, mal alımından malzemenin alıcı depoya gönderilmesine kadar uzanan süreç zincirini dikkate alır. Malların satın alınması söz konusu olduğunda, fiyat tahminleri oluşturmak ve teslimat güvenilirliği verileriyle birlikte tedarikçi performansını analiz etmek için kullanılabilen veri madenciliği amaçları için çok sayıda tarihsel fiyat bilgisi mevcuttur. Gönderime gelince, temel maliyet faktörlerini belirlemek ve optimize etmek için analitiği optimize etmek kullanılabilir.

Benzer bir durum, iç nakliye, elleçleme ve depolama süreçlerinin planlanması, kontrolü ve izlenmesi ile ilgilenen üretim lojistiği için de geçerlidir. Mevcut verilerin ayrıntı düzeyine bağlı olarak, darboğazları tanımlamak, stok seviyelerini optimize etmek ve örneğin burada gereken süreyi en aza indirmek mümkündür.

Dağıtım lojistiği, ürünleri müşterilere taşımakla ilgili tüm yönleri ele alır ve OEM'ler için hem yeni hem de kullanılmış araçlara atıfta bulunabilir. Buradaki temel hususlar ilgili maliyetler ve teslimat güvenilirliği olduğundan, çok modlu tedarik zincirinin tüm alt bileşenlerinin, demiryolundan gemiye ve kamyon taşımacılığına, bir kamyondaki bireysel araçların optimal kombinasyonu gibi alt konulara kadar dikkate alınması gerekir. Kullanılmış araç lojistiği açısından, toplam satış hasılatını en üst düzeye çıkarmak için uygun, araca özgü yeniden satış değeri tahmini temelinde bireysel dağıtım kanallarına (örn. Açık artırmalar, İnternet) araç atamak için analitik optimizasyonu kullanılabilir. GM bu yaklaşımı 2003 yılına kadar beklenen araca özgü satış geliri tahminiyle birlikte uygulamıştır (Graning ve Sendhoff 2014).

Önceki örneklerin de gösterdiği gibi, veri analizi ve optimizasyonu sıklıkla lojistik alanındaki simülasyonlarla birleştirilmelidir, çünkü senaryoları değerlendirmek ve optimize etmek için lojistik zincirinin belirli yönlerinin simüle edilmesi gerekir. Başka bir örnek, mümkünse, daha derinlemesine anlaşıldığında lojistik zincirindeki kritik yolları tanımlamak ve önlemek için kullanılabilecek tedarikçi ağıdır. Bu özellikle önemlidir, çünkü tedarikçinin kritik yolda teslimat yapamaması otomobil üreticisi için üretimin durmasına neden olacaktır. Tedarikçi ağını simüle etmek sadece bu tür darboğazın tanımlanmasına izin vermekle kalmaz, aynı zamanda karşı önlemlerin de optimize edilmesini sağlar. Mümkün olduğunca ayrıntılı ve doğru bir simülasyonu kolaylaştırmak için, deneyimler, Seviyeler dahil etme girişimleri yapılır yapılmaz tedarikçiler arasında tüm alt süreçleri ve etkileşimleri ayrıntılı bir şekilde haritalamanın çok karmaşık hale geldiğini ve otomobil üreticisi için şeffaf olmayan olduğunu göstermiştir.

Bu nedenle veriye dayalı modelleme bir alternatif olarak düşünülmelidir. Bu yaklaşım kullanıldığında, veri madenciliği yöntemleri ile tedarikçi ağı (tedarikçiler, ürünler, tarihler, teslimat süreleri vb.) Ve lojistik (stok seviyeleri, teslimat sıklıkları, üretim sekansları) hakkındaki mevcut verilerden bir model öğrenilir. . Model daha sonra örneğin belirli parçalar için bir teslimat gecikmesinin üretim prosesi üzerindeki etkilerini tahmin etmek amacıyla bir tahmin modeli olarak kullanılabilir. Ayrıca, bu durumda analitiği optimize etmek, en kötü durum analizini gerçekleştirmeyi, yani teslimatları ertelenecek olursa, üretim duruşlarını en hızlı hale getirecek parça ve tedarikçileri tespit etmeyi mümkün kılar. Bu örnek, senaryo analizi anlamında optimizasyonun, bir otomobil üreticisi için en kötü senaryoyu belirlemek (ve daha sonra gelecekteki karşı önlemleri optimize etmek) için de kullanılabileceğini açıkça göstermektedir.

2.7.4. Üretim

Üretim sürecinin her alt adımı, veri madenciliğinin tutarlı kullanımından faydalanacaktır. Bu nedenle, tüm imalat işlemi parametrelerinin sürekli olarak kaydedilmesi ve saklanması esastır. Optimizasyonun temel amacı genellikle kaliteyi arttırmak veya hata insidansını azaltmak olduğundan, meydana gelen hatalara ve kusur türüne ilişkin veriler gereklidir ve bu verileri proses parametrelerine açıkça atamak mümkün olmalıdır. Bu yaklaşım, özellikle yeni üretim süreci türlerinde önemli gelişmeler sağlamak için kullanılabilir - bunlardan biri CFRP36'dır. Diğer potansiyel optimizasyon alanları enerji tüketimini ve zaman birimi başına bir üretim sürecinin verimini içerir. Analitik optimizasyonu bu bağlamda hem çevrimdışı hem de çevrimiçi olarak uygulanabilir.

Çevrimdışı uygulamalarda kullanıldığında, analiz süreç üzerinde önemli etkisi olan değişkenleri tanımlar. Ayrıca, bu etkileyen değişkenler ve hedefleri (kalite vb.) Arasında korelasyonlar elde edilir ve eğer uygulanabilirse hedefleri iyileştirebilecek eylemler de bundan türetilir. Sıklıkla, bu tür analizler belirli bir soruna veya süreçle ilgili acil bir soruna odaklanır ve çok etkili bir şekilde bir çözüm sunabilir- ancak, sürekli süreç optimizasyonuna yönelik değildir. Analizlerin yapılması ve sonuçların tutarlı bir şekilde yorumlanması ve

uygulanması, veri bilimcileri veya istatistikçiler tarafından- genellikle ilgili süreç uzmanlarına danışarak- gerçekleştirilebilen manuel alt adımlar gerektirir.

Çevrimiçi uygulamalar söz konusu olduğunda, prosedürün otomatik olması, veri toplama ve entegrasyonu, veri ön işleme, modelleme ve optimizasyon için tamamen yeni zorluklarla sonuçlanması bakımından çok önemli bir fark vardır. Bu uygulamalarda, herhangi bir zamanda modelleme için temel olarak kullanılabilecek entegre veriler sağladığı için süreç ve kalite verilerinin sağlanmasının bile otomatikleştirilmesi gerekir. Süreçte değişiklikler (sapma dahil) tespit edildiğinde modellemenin her zaman yapılması gerektiğinden bu çok önemlidir. Sonuçta ortaya çıkan tahmin modelleri daha sonra optimizasyon amacıyla otomatik olarak kullanılır ve örneğin kaliteyi tahmin etme ve ilgili hedef değişkeni (bu durumda kalite) optimize etmek için eylem önerme (veya doğrudan uygulama) yeteneğine sahiptir. Otomatik optimizasyon ile analitiği optimize etmenin bu uygulaması, günümüzde çoğu kullanıcı için bir gerçeklikten daha fazla bir vizyon olmasına rağmen, teknik olarak mevcuttur.

Potansiyel uygulamalar arasında şekillendirme teknolojisi (geleneksel ve yeni malzemeler için), araç karoseri üretimi, korozyon koruması, boyama, aktarma organları ve son montaj yer alır ve tüm alt adımlara uyarlanabilir. Tüm potansiyel etki faktörlerinin ve bunların toplam kalite üzerindeki etkilerinin analizi de dahil olmak üzere tüm süreç adımlarının entegre bir analizi de gelecekte düşünülebilir- bu durumda, tüm alt süreçlerden verilerin entegre edilmesi gerekecektir.

2.7.5. Pazarlama

Pazarlamanın odak noktası, son müşteriye mümkün olduğunca verimli bir şekilde ulaşmak ve insanları şirketin müşterisi olmaya veya müşteri olarak kalmaya ikna etmektir. Pazarlama faaliyetlerinin başarısı, satış rakamlarında ölçülebilir ve bu sayede pazarlama etkilerinin, müşterilerin genel finansal durumu gibi diğer etkilerden ayırt edilmesi önemlidir. Bu

nedenle, pazarlama faaliyetlerinin başarısının ölçülmesi karmaşık bir çaba olabilir, çünkü çok değişkenli faktörler söz konusu olabilir.

Analitik optimizasyonun her zaman pazarlamada kullanılabilmesi de idealdir, çünkü pazarlama faaliyetinden getiri işini en üst düzeye çıkarmak, kullanılan bütçeyi en aza indirirken satış rakamlarını en üst düzeye çıkarmak, pazarlama karmasını optimize etmek ve işlerin hangi sırayla optimize edildiğini sağlamak gibi optimizasyon hedefleri hepsi hayati endişelerdir. Belirli bir pazarlama kampanyası sonucunda zaman içinde ek satış rakamlarını tahmin etmek gibi tahmin modelleri, gerekli veri madenciliği sonuçlarının sadece bir parçasıdır- çok kriterli karar verme desteği de bu bağlamda belirleyici bir rol oynar.

Veri madenciliğinin pazarlamada kullanımının iki mükemmel örneği, karmaşa (müşteri cirosu) ve müşteri sadakati meselesidir. Doymuş bir pazarda, otomobil üreticileri için en büyük öncelik, özel karşılıkları, yani optimal karşı önlemleri planlamak ve uygulamaktır. Bu, müşteri, müşterinin ait olduğu müşteri segmenti, müşterinin mevcut araçlarıyla ilgili memnuniyeti ve deneyimi ve rakipler, modelleri ve fiyatları ile ilgili veriler hakkında olabildiğince kişiselleştirilmiş bilgiler gerektirir. Bu verilerin bazılarının öznelliği (örneğin, memnuniyet anketleri, bireysel memnuniyet değerleri), bireyselleştirilmiş kayıp tahminleri ve optimal karşı önlemler (örn. Kişisel indirimler, yakıt ikmali veya nakit ödüller, ek özelliklere dayalı teşvikler) her zaman karmaşık bir konudur.

Maksimum veri gizliliği garanti edildiğinden ve kişisel veriler kaydedilmediğinden - müşteri, mümkün olduğunca bireysel olarak hazırlanmış teklifler almak için açık onay vermedikçe - bu tür analizler ve optimizasyonlar, yalnızca bir işletmenin özelliklerini temsil eden müşteri segmentleri düzeyinde mümkündür.

Müşteri sadakati bu konuyla yakından ilişkilidir ve mevcut müşterilerin sadakatini nasıl koruyacakları ve optimize edecekleri sorusunu üstlenir. Benzer şekilde, “yükselme” konusu, yani mevcut müşterilere bir sonraki araç olarak daha yüksek değerli bir araç sunma ve bu teklifle başarılı olma fikri her zaman bununla ilişkilidir. Analizleri kolaylaştırmak için

müşteri segmentleri, pazarlama kampanyaları ve ilişkili satış başarıları hakkında bilgi gerektirdikleri için bu tür sorunların karmaşık olduğu açıktır. Bununla birlikte, bu veriler çoğunlukla mevcut değildir, sistematik olarak toplanması zordur ve değişen oranlarda doğruluk, yani verilerdeki belirsizlik ile karakterize edilir.

Ticaret fuarına katılım konusu da dahil olmak üzere pazarlama karmasını optimize etmek için de benzer hususlar geçerlidir. Bu durumda, verilerin değerlendirilebilmesi ve sonuçların çıkarılabilmesi için daha uzun süre toplanması gerekir. Posta kampanyaları gibi bireysel pazarlama kampanyalarında, geri dönüş oranını seçilen hedef grubun özelliklerine göre değerlendirmek, veri analizi ve ilgili kampanya optimizasyonunun çok daha büyük bir hedefidir.

Prensipte, analitiği optimize etmek için çok umut verici potansiyel uygulamalar pazarlama alanında da bulunabilir. Bununla birlikte, veri toplama ve veri korumayla ilgili karmaşıklığın yanı sıra toplanan verilerin kısmi yanlışlığı, veri toplama stratejisinin dikkatli bir şekilde planlanması ile uzun vadeli bir yaklaşımın gerekli olduğu anlamına gelir. Veri madenciliği sürecinde marka imajı gibi "yumuşak" faktörlerin de dikkate alınması gerekiyorsa sorun daha da karmaşıklaşıyor - bu durumda, tüm verilerin belirli bir belirsizlik seviyesi ve ilgili analizleri (" en önemli marka imajı sürücüleri? ""‘ Marka imajı nasıl geliştirilebilir? ") eğilimleri belirlemek için nicel sonuçlar çıkarmaktan daha uygundur. Bununla birlikte, optimizasyon kapsamında, bir eylemin olumlu ya da olumsuz bir etkisi olup olmadığını belirlemek, böylece yönün belirlenmesine, hangi eylemlerin geçmesi gerektiğine karar vermek mümkündür.

2.7.6. Satış, satış sonrası ve perakende

Potansiyel uygulamaların ve bu alandaki mevcut uygulamaların çeşitliliği önemlidir. Son müşteri tarafından şekillendirilen "insan faktörü" bu bağlamda çok önemli bir rol oynadığı için, sadece satış rakamları, bireysel fiyat indirimleri ve bayi kampanyaları gibi objektif verileri dikkate almak gerekli değildir; anketlere dayalı müşteri memnuniyeti analizleri veya

marka imajı, bozulma oranları, marka sadakati gibi konuları kapsayan üçüncü taraf pazar araştırmaları gibi öznel müşteri verileri de gerekebilir. Aynı zamanda, çeşitli veri kaynaklarını temin etmek ve entegre etmek, bunları analiz için erişilebilir hale getirmek ve son olarak değerlendirmelerin potansiyel öznelliği açısından doğru bir şekilde analiz etmek gerekir- şu anda büyük ölçüde analizi yapan veri bilimcilerinin uzmanlığı (Neukart 2014).

Benzer şekilde, müşteri geri bildirimi, garanti onarımları ve üretim de potansiyel olarak birbirine bağlıdır, çünkü müşteri memnuniyeti yumuşak faktörler elde etmek için kullanılabilir ve garanti onarımları, araca özgü üretim verileriyle birleştirilebilen ve analiz edilebilen sert faktörleri elde etmek için kullanılabilir. . Bu şekilde fabrikada bulunmayan veya öngörülemeyen kalite kusurlarının oluşumunu etkileyen faktörler belirlenebilir. Bu, bu tür kalite hatalarını tahmin etmeyi ve oluşumlarını azaltmak için optimize edici analitiği kullanmayı mümkün kılar. Bununla birlikte, analiz için erişilebilir hale getirmek için tamamen farklı alanlardan- üretim, garanti ve satış sonrası - verilerin birleştirilmesi de gereklidir.

Kullanılmış araçlar söz konusu olduğunda, kalan değer bir şirketin filosunda veya kiralık araç işinde hayati bir rol oynar, çünkü karşılık gelen kalıntı değere sahip varlık olarak on binlerce araç bilançoya girilir. Günümüzde OEM'ler genellikle bu riski bankalara veya finansal kiralama şirketlerine devretmektedir, ancak bu şirketler de OEM'in şirket grubunun bir parçası olabilir. Veri madenciliği ve her şeyden önce, tahmini analitik, on yıl önce bir Amerikan OEM tarafından gösterildiği gibi, varlıkların doğru değerlendirilmesinde belirleyici bir rol oynayabilir. Doğrusal olmayan öngörme modelleri, araç düzeyinde kişiselleştirilmiş, donanıma özgü kalıntı değer tahminleri oluşturmak için şirketin kendi satış verileriyle birlikte kullanılabilir. Bu aynı zamanda, dağıtım kanallarını- kullanılmış araçları araç düzeyinde coğrafi açık artırma alanlarına coğrafi olarak atamasına rağmen - bir şirketin genel satış başarısını global olarak en üst düzeye çıkaracak şekilde optimize etmeyi mümkün kılar (Neukart 2014).

Satış operasyonlarını daha ayrıntılı olarak ele alarak, her bir müşterinin bir araç satın alırken veya gelecekte mevcut araçları geçici olarak kullanırken ilgi ve tercihleri hakkındaki bilgilerin önemli bir faktör olduğu açıktır. Bir müşterinin sosyodemografik faktörleri, satın alma davranışları ve hatta OEM'in web sitesindeki tıklama davranışları, sürüş davranışları ve bir aracın bireysel kullanımı ile ilgili bilgi ne kadar bireysel hale getirilirse, bir araç (uygun ekipman özelliklerine sahip uygun model) ve finansmanı için en uygun teklifi sunmalıdır.

2.7.7. Bağlı müşteri

Bu terim henüz bu şekilde belirlenmemiş olsa da, hem müşterinin hem de aracının en son teknolojiye sahip bilgi teknolojisi ile tamamen entegre olduğu bir geleceği tanımlamaktadır. Bu husus, müşteri sadakati, kişiselleştirilmiş kullanıcı arayüzleri, genel olarak araç davranışı ve diğer vizyonel yönler gibi pazarlama ve satış sorunları ile yakından bağlantılıdır. İnternet bağlantısıyla ve akıllı algoritmalar kullanarak, bir araç sözlü komutlara tepki verebilir ve örneğin navigasyon sistemi ile doğrudan iletişim kurabilecek ve hedefi değiştirebilecek cevaplar arayabilir. Araçlar arasındaki iletişim, merkezi sistemler aracılığıyla elde edilebilecek bilgilerden çok daha kesin ve güncel olan yol ve trafik koşulları hakkında bilgi toplamayı ve değiştirmeyi mümkün kılar. Bir örnek, genellikle çok lokal ve geçici olan ve bugün diğer araçlara çok kolay bir şekilde uyarı şeklinde tespit edilip iletilebilen siyah buz oluşumudur.

2.7.8. Vizyon

Araç geliştirme, bileşenlerin çoklu model serilerinde kullanılmasına izin veren “modüler sistemleri” zaten kullanıyor. Aynı zamanda, gelişme döngüleri gittikçe kısalmaktadır. Bununla birlikte, sanal araç geliştirme alanı, diğer tarihsel bilgi ve aynı zamanda birden fazla model serisine uygulanan bilgi üzerine kurulu bilgiyi otomatik olarak öğrenmeyi kolaylaştırmak ve gelecekteki kalkınma projelerine yardımcı olmak ve daha verimli bir şekilde organize etmek için makine öğrenme yöntemlerini kullanmak için henüz etkili bir girişimde bulunmamıştır. Bu konu, veri yönetimi, simülasyon ve optimizasyon verilerindeki

veri madenciliğinin karmaşıklığı ve araç geliştirme yönleri ile ilgili bilgilerin uygun bir şekilde temsil edilmesinin zorluğu ile yakından ilişkilidir. Ayrıca, bu yaklaşım, genellikle hala geliştirilmekte olan modele yönelik olan araç geliştirme sürecinin örgütsel sınırlamaları ile sınırlıdır. Dahası, verilerin heterojenliği (genellikle sayısal veriler değil, aynı zamanda akış alanlarından görüntüler ve videolar da) ve veri hacmi (şimdi tek bir simülasyon için terabayt aralığında) nedeniyle, "veri simülasyonunda veri madenciliği" son derece karmaşıktır ve en iyi ihtimalle şu anda belirsiz araştırma yaklaşımlarıdır.

Tahmini bakım kullanımı nedeniyle yeni hizmetler mümkün hale geliyor. Bireysel sürüş davranışıyla ilgili otomatik olarak öğrenilen bilgiler, gerekli bakım çalışmaları için aralıkları (fren balataları, filtreler, yağ vb.) Büyük bir doğrulukla tahmin etmek için kullanılabilir. Sürücüler bu bilgileri garaj randevularını zamanında planlamak için kullanabilirler ve garaj randevularını sürücü takvimi ile eşgüdümlü olarak planlayabilen bir aracın vizyonu şu anda yiyecekleri otomatik olarak yeniden sıralayan sıklıkla belirtilen buzdolabından daha gerçekçi.

Otomatik optimizasyon ile birlikte, yerel yetkili tamir atölyesi, bireysel araç servis taleplerinin uygun bir telematik arayüzü üzerinden ulaştığı merkezi bir koordinasyon noktası olarak, servis randevularını gerçek zamanlı olarak en uygun şekilde planlayabilir ve iş yüklerini mümkün olduğunca eşit bir şekilde dağıtabilir personel uygunluğu dikkate alınır.

Aracın öğrenme ve adaptasyon yetenekleri ile ilgili olarak, neredeyse sınırsız potansiyel vardır. Araçlar, sürücülerinin sürüş davranışını belirleyebilir ve sınıflandırabilir- yani, belirli bir sürücü türüne atayabilir. Buna dayanarak, araçların kendileri kullanımdan elektronik kullanıcı ara yüzüne kadar olan sistemlerde ayarlamalar yapabilir- başka bir deyişle, sürücülere sadece ekipman özelliklerinin çok ötesine uzanan kişiselleştirme ve uyarlama seçenekleri sunabilirler. Sürücü hakkında öğrenilen bilgiler, satın alındığında yeni bir araca aktarılarak sürücünün tanıdık ortamının hemen yeniden kullanılabilir olmasını sağlar.

Vizyon- Otonom, uyarlanabilir ve sosyal aracılar ve süper aracı olarak şehirler

Kendi kendini süren otomobillerin araştırılması, otomotiv endüstrisinde kalmak için burada ve "mobil yaşam alanı" artık mantıklı bir senaryo değil, bunun yerine daha olumlu bir yanıt buluyor. Bugün, kalkınmanın odağı otonomluk üzerindedir ve iyi bir nedenden dolayı: Dünyanın birçok yerinde, kendi kendine giden araçlara yollarda izin verilmez ve eğer öyleyse, yaygın değildirler. Bu, bir aracı olarak aracın diğer tüm araçlarla iletişim kuramadığı ve insanlar tarafından sürülen araçların davranışlarını sürücülerinin görüş alanlarındaki olaylara göre ayarladığı anlamına gelir. Navigasyon sistemleri, trafik sıkışıklığını göstererek ve alternatif rotalar önererek destek sunar. Bununla birlikte, şimdi her aracın iki temel hedefi olan tam bağlantılı bir araç olduğunu varsayıyoruz:

- Trafik akışını optimize etmeye katkıda bulunmak
- Kazaların önlenmesi

Bu senaryoda, temsilciler birbirleriyle iletişim kurar ve toplam seyahat süresini en aza indirgemek amacıyla rotaları müzakere eder (bariz parametreler, örneğin rota mesafesi, olası hız, yol çalışmaları vb.). Öngörülemeyen olaylar, tamamen ortadan kaldırılmamasına rağmen en aza indirilir- örneğin, fırtına hasarı yine de bir yolun engellenmesine neden olur. Bu tür bilgilerin daha sonra ilgili eylem alanındaki tüm araçlara derhal iletilmesi gerekecektir, bundan sonra yeni bir optimizasyon döngüsü gerekecektir. Ayrıca, önleyici bakım araçlara verilen zararı en aza indirir. Geçmiş veriler analiz edilir ve bir hatanın ne zaman meydana gelme olasılığının yüksek olduğunu tahmin etmek için kullanılır ve araç (araçtaki yazılım, yani aracı), yolcudan herhangi bir girdi gerektirmeden bir servis randevusu yapar ve ardından kendini tamir atölyesi- yolcu takvimine erişim ile mümkün kılındı. Hasarın bir yolculuğa devam etmeyi imkansız hale getirmesi durumunda, bu mümkün olduğunca hızlı bir şekilde- bir "arıza" yayınıyla veya bir kontrol merkezine iletilecek ve kendi kendine süren bir çekici hemen yardım etmek için gelecektir. Ideal olarak (aynı şekilde kendi kendini süren) bir yedek araç talep eder. Başka bir deyişle:

- Araçlar otomatik olarak bir hedefe giden rotayı takip ettikleri için bağımsız hareket ederler
- Araçlar, yol kapanmaları ve arızalar gibi öngörülemeyen olaylara tepki verebilecekleri anlamında uyarlanabilir
- Taşıtlar, trafik akışını optimize etme ve kazaları önlemeye yönelik ortak hedeflere ulaşmak için birlikte çalıştıkları için sosyal olarak hareket ederler (gerçek durum doğal olarak daha karmaşık olsa ve bunun başarılması için birçok alt hedefin tanımlanması gerekse de).

Kendi kendini süren bir filoya sahip olacak taksi hizmetleriyle birlikte, potansiyel müşterilere taksi göndermek için taksi verilerinin (ilgili kullanıcının onayını vermesi şartıyla) geçmiş kullanımıyla ilgili seyahat verilerini ve bilgilerini kullanmak bu müşterilerin taksileri aktif olarak talep etmesine gerek kalmadan belirli yerlerde mümkün olacaktır. Basitleştirilmiş bir biçimde, bunu anonimleştirilmiş bir şekilde, örneğin taksilere sıklıkla ihtiyaç duyulan yerleri belirlemek için verileri kullanarak (kümelerin kullanımıyla tanımlandığı gibi) belirli zamanlarda veya belirli etkinlikler için (Paydos saati, futbol maçları vb.).

Yollar da dijital hale gelirse, yani asfalt yolların yerine cam konulursa ve OLED teknolojisi ile desteklenirse, trafik yönetiminde dinamik değişiklikler yapmak da mümkün olacaktır. Malzeme mühendisliği perspektifinden bakıldığında bu mümkündür:

- Camın yüzey yapısı, yağmurda bile kaymaya karşı dayanıklı olacak şekilde geliştirilebilir.
- Camlar, kamyonlar üzerinden geçerken bile kırılmayacak kadar esnek ve sağlam olacak şekilde tasarlanabilir.
- Ekranlardan yayılan atık ısı, yolları ısıtmak ve kış aylarında buz oluşumunu önlemek için kullanılabilir.

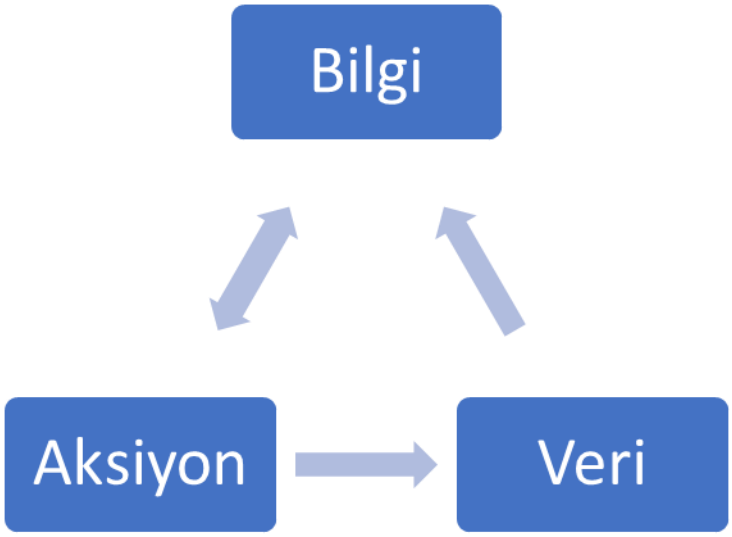
Bu şekilde, şehirlerin kendileri çok etmenli ortama araç olarak yerleştirilebilir ve tanımlanan hedeflere ulaşılmasına yardımcı olabilir.

Vizyon - entegre fabrika optimizasyonu

Müşteri ve tamir atölyesi raporlarını analiz etmek ve sahada meydana gelen arızalarla ilgili verileri onarmak için yazılımı kullanarak, belirli araç modelleri veya kurulu parçalar için kusurlarda bir artış beklenip beklenmeyeceğini otomatik olarak analiz edebiliriz. Buradaki amaç, büyük çaplı geri çağırma işlemlerine başlanmadan önce olası sorunları erken bir aşamada tanımlamak ve bunlardan kaçınmaktır. Alandaki kusurların nedenleri, kullanılan parçaların yetersiz kalitesi veya üretim sırasındaki hatalar dahil olmak üzere çok çeşitli olabilir, bu da binlerce aracın her gün araç üretim tesislerinden ayrılması gerçeğiyle birlikte, hızlı hareket etmenin çok önemli olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Şu anda (Kasım 2015), müşteri beyanları ve tamir atölyesi raporlarının dilsel analizi, Temmuz 2015'ten itibaren teslim edilen model x, platform C araçları için sağ taraftaki park lambası arızalarında önemli bir artış beklendiğini varsayar. Bu durumda, "önemli", Ocak 2015 ile Kasım 2015 arasında araç satışlarına dayalı olarak istatistiksel olarak doğrulanabilir bir artış eğiliminin (raporlanan arızalarda artış) elde edilebileceği anlamına gelir. Arıza zincirleri ve onarım zincirleri analiz edilerek hangi olayların belirleneceğini belirlemek mümkündür. Bir arızaya veya kusura veya başka hangi modellerin etkileneceğine veya etkileneceğine neden olabilir. Örneğin üretimdeki hata bir üretim robotundan kaynaklanıyorsa, bu bir donanım arızasına ve / veya yazılım hatasına veya yanlış veya eksik bir konfigürasyona kadar izlenebilir. En kötü senaryoda, hatayı ortadan kaldırmak için kontrol sistemini güncellemek bile gerekebilir. Ek olarak, yazılımları hemen güncellemek mümkün değildir, çünkü yamalarla ilgili çalışmalar ancak üretici sorun raporunu aldıktan ve inceledikten sonra başlayabilir. Benzer şekilde, robotu yeniden yapılandırmak, çok eksenli manipülatörlerin elindeki özgürlük dereceleri (dönme eksenleri) nedeniyle oldukça karmaşık bir görev olabilir. Kısacası, bu tür düzeltmeler yapmak zaman alıcıdır, zahmetlidir ve ideal senaryoların dışındaki tüm durumlarda sonraki sorunlara yol açar.

Yapay zekâ (AI) yaklaşımları bu süreci çeşitli noktalarda optimize etmek için kullanılabilir. Yapay zeka araştırması ile ele alınan alanlardan biri, sistemleri etkinleştirmektir ("sistem" terimi, özellikle yazılım veya bulunanlar gibi donanım veya yazılım kombinasyonları söz

konusu olduğunda “birden fazla ayrı parçadan oluşan bir bütün” ile eşanlamlıdır. Endüstriyel robotlarda), verilerin boyutu şu anda hala sınırlı olmasına rağmen, verilerden otomatik olarak bilgi almak ve yorumlamak için.



Şekil 2.10. Veri, bilgi, eylem (Neukart ve ark. 2017)

Şekil 2.10.’da gösterildiği gibi verilerin aksine, bilgi bir eylemin temelini oluşturabilir ve bir eylemin sonucu verilere geri beslenebilir, bu da daha sonra yeni bilginin temelini oluşturur.

Verileri öğrenme ve yorumlama kabiliyetine sahip bir aracıya, kendi eylemlerinin sonuçları ya da diğer aracıların eylemlerinin sonuçları (tedarikçiden önce dünyanın durumu, eylemden sonra dünyanın durumu) verilirse, bir amacı vardır ve gerektiğinde uyum sağlama özgürlüğü, hedefine özerk bir şekilde ulaşmaya çalışır. İnsanlar ve hayvanlar gibi biyolojik temsilciler, verileri bilgiye dönüştürme sürecini aktif olarak kontrol etmeye veya izlemeye gerek kalmadan sezgisel olarak yaparlar. Örneğin, bir çiviye çekiç ile çok sert bir şekilde vurduğumuzda tırnağımıza denk getirirsek, beynimiz vurduğumuz açıyı hafızaya alır ve tekrar o açıda vurmayız.

Daha önce tartışılan, yapay zekanın “makine öğrenimi” olarak adlandırılan belirli bir alanda araştırılması, bu tür davranışları taklit etmeye odaklanmıştır. Yazılımın belirli bir problem alanındaki verilerden öğrenmesini sağlamak ve geçmiş olaylara dayanarak yeni olayların nasıl çözüleceğini çıkarmak için ML'yi kullanmak yeni olasılıklar dünyasını açar. ML, uzun yıllardır kullanıldığı veri analizi alanında yeni bir şey değildir. Yeni olan, oldukça karmaşık modelleri, belirli bir zaman sınırı içinde petabayt aralığındaki veri hacimleriyle hesaplama olasılığıdır. Bir üretim tesisinin hatasız araçlar üretme hedefini takip eden bir organizma olduğunu düşünürse, bu organizmaya ilgili verilere erişim izni verilmesi, organizmanın kendi organizasyonu ve elbette ki bu organizmanın kendi gelişimine yardımcı olacağı açıktır. Bunlar daha önce belirtilen yeteneklere sahiptir.

Bu durumda iki geliştirme aşaması ilgilidir:

Aşama 1- Verilerden öğrenme ve deneyimleri uygulama

Verilerden öğrenmek için, bir robot sadece statik programlamaya göre çalışmamalı, aynı zamanda tanımlanmış öğrenme hedeflerine doğru otonom çalışmak için ML yöntemlerini de kullanabilmelidir. Ortaya çıkabilecek herhangi bir üretim hatası ile ilgili olarak, bu, her şeyden önce, bu hatalarla sonuçlanan eylemlerin öğrenilmiş olacağı ve bir akış şemasına ve bir olay şemasına göre programlanmayacağı anlamına gelir. Örneğin, yukarıda belirtilen park lambası sorununun sadece tanımlandığını değil, bunun nedeninin üretimdeki bir soruna, örneğin bir farı yuvasına çok sert iten bir robotun da izlenebileceğini varsayın. Şimdi gereken tek şey düzeltici önlem için öğrenme hedefini tanımlamaktır. Ayrıca, üretim hatasının diğer üretim tesislerindeki robotlarda meydana gelmediğini ve sol farların genel olarak doğru bir şekilde kurulduğunu varsayalım. En iyi senaryoda, insanlar olarak, doğru çalışan robotlar ile çalışmayan robotlar arasındaki farkı görsel olarak tanıyabilir ve yorumlayabiliriz - ve hatayı yapan robot benzer şekilde öğrenebilmelidir. Buradaki fark ilgili algı türündedir - dijital sistemler bu gibi durumlarda bizden daha iyi “görebilir”. Yazılım yoluyla uygulanan ML yöntemlerinin iç işleri, öğrenme süreci sırasında - öğrenme sisteminin geliştiricisi için bile - nadiren tamamen şeffaf olsa da, ilgili stokastik bileşenler ve karmaşıklık nedeniyle, eylemin

kendisi şeffaftır, yani, bir sistemin bir şeyi nasıl yaptığını değil, ne yaptığını. Bu sinyallerin öğrenme sürecini yeniden başlatmak ve sorunlu robotun kontrol sistemini uyarlamak için kullanılması gerekir. Yukarıda belirtilen durumda, bunlar, doğru çalışan, istenen herhangi bir doğruluk seviyesiyle ölçülebilen ve tanımlanabilen bir robotun manipülatör ve efektör hareket sinyalleri olacaktır. Sistemin tam şeffaflığı, üretim sürecinde tahakkuk eden verilerin sürekli olarak güvence altına alınması ve analiz edilmesi ile sağlandığından, bu, herhangi bir insan müdahalesi gerektirmez. Sahadan gelen kusurların tanımlanması ve iletilmesinde de herhangi bir insan analizi gerekli değildir. Tamir atölyesi ve müşteri raporlarının dil analizlerine dayanarak, onarım verileriyle birlikte, hangi sorunların üretime atfedilebileceğini hızlıca belirleyebiliriz. Bu verilerin ilgili ajanlara karşılık gelen teslimi (veri durumu, hangi makinenin kendini düzeltmesi gerektiğini tam olarak belirlemeyi mümkün kılar) bu ajanların kusurlardan öğrenmelerini ve kendilerini düzeltmelerini sağlar.

Aşama 2- Programlamanın sınırlamalarının aşılması - akıllı fabrikalar bireyler olarak

Üretim tesisinin, münferit ajanlar tarafından kullanılan bir veya daha fazla ML yönteminin (üretim veya robot işleme gibi) esnekliğinin bile yetersiz olduğu şeyleri öğrenmesi gerekiyorsa ne olur? Biyolojik bir organizma gibi, bir üretim tesisi de doğal dil kullanılarak ele alınabilen, bağlamı anlayan ve bunu yorumlayabilen bir insana benzer şekilde alt bileşenlerden oluşan ayrı bir varlık olarak hareket edebilir. Bağlamın anlaşılması ve yorumlanması yapay zeka araştırması alanında her zaman bir zorluk olmuştur. AI teorisi, bağlamı, bir durumun bağlamı ve bir varlığın bağlamının burada alakalı olan bir duruma göre paylaşılan (veya ortak) bir yorum olarak görür. Bir üretim tesisiyle ilgili bağlamlar, doğal dilde veya başka herhangi bir şekilde ifade edildiğinde üretimle ilgili her şeyi içerir. Aşağıdaki basitleştirilmiş senaryo, kavramın anlaşılmasına yardımcı olur: Bir otomobil gövdesi için nihai tasarımın, bir toplantı sırasında bir komite tarafından kabul edildiğini varsayalım.

“A modeli facelift için aşağıdaki gövdeye karar verdik. Lütfen A modeline göre bir prototip oluşturun,” diyor tasarımcı, toplantıda herkesin önünde yüzen gibi görünen ve sadece artırılmış gerçeklik gözlükleriyle görülebilen 3 boyutlu modele bakarken.

Bu senaryoda, simülasyon için evrimsel algoritmaların kullanılması düşünülebilir, gerçekte yapılabilecek olası kombinasyonlarla sınırlıdır. Gerekli bilgi işlem gücünün mevcut olması ve ilgili parametrelerin azaltılması şartıyla, simülasyon sürelerini birkaç saatten dakikalara indirebilir, böylece toplantı sırasında bileşenlerin veya bileşen kombinasyonlarının dinamik dönüşümü mümkün olur.

Fabrika: "Model girdisine dayanarak, robotlarımın programlamasının ayarlanmasının 26 dakika süreceğini belirledim. Zemin montajını monte etmek için x1, y1 takımlarının x, y2 takımlarıyla x,y robotları tarafından değiştirilmesi gerekir. Prototip üretimi 6 saat 37 dakika içinde tamamlanacak.”

Tabii ki, bu senaryo büyük ölçüde basitleştirilmiştir, ancak yine de geleceğin neler yapabileceğini göstermelidir. Ne yapılması gerektiğini anlamak için, üretim tesisi bir araç gövdesinin ne olduğunu, bir yüz germe işleminin ne olduğunu vb. Anlamalı ve bir simülasyonun parametrelerini ve çıktılarını üretim adımlarına dönüştürülebilecek şekilde yorumlamalıdır. Üretim adımlarına bu dönüşüm, bireysel ML bileşenlerinin robotlar üzerinde eğitilmesini veya programlarının simülasyon verilerine dayalı olarak uyarlanmasını / geliştirilmesini gerektirir, böylece sac levha kesmeden montaj ve entegre etmeye (hala hayali) kadar tüm adımlar gerçekleştirilebilir. Ve bu, doğal dil anlayışı ve dil üretiminden planlama, optimizasyon ve otonom model üretimine kadar geniş bir yelpazede yöntemleri kapsamakla birlikte, hiçbir şekilde sadece bilim kurgu değildir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Otonom araçlarda kullanılan sensörler, aracın otonomluk seviyesine göre değişkenlik göstermektedir.

3.1. Adaptif Hız Sabitleme Sistemi (ACC)

Adaptif hız sabitleyici "ACC"', gelişmiş bir radar yardımıyla önde bulunan araçlara olan güvenli takip mesafesini sürekli olarak korur.

Sürücü, çok fonksiyonlu direksiyon simidi üzerinde bulunan düğmeler veya direksiyonun yanında bulunan kumanda kolu üzerinden istediği zaman bazlı takip mesafesini ayarlayabilme ve mevcut hızı sabitleyebilme imkânına sahiptir (ayar kumandası araç modeline göre değişiklik gösterebilir). Çok fonksiyonlu gösterge, konvoy halindeki sürüşler esnasında korunması gereken mesafe ile gerçek mesafeyi karşılaştırmalı olarak gösterebilmektedir.

Bir radar, araç önünde bulunan yaklaşık 200 m'lik bir alanı sürekli olarak tarar. Sürücü, gaz pedalına basarak ACC programına istediği zaman ara verebilir ve böylece gerekli durumlarda daha hızlı bir şekilde hızlanabilir. Fren veya gaz pedalına basılması, ACC fonksiyonun derhal devreden çıkmasına neden olur. Sistemin tüm bildirimleri merkezi çok fonksiyonlu gösterge üzerinden takip edilebilmektedir.

Adaptif hız sabitleyici "ACC", 30 ila 160 km/s arasındaki bir hızda etkinleştirebilmektedir. Ayrıca, çift kavramalı şanzıman ile kombine edildiğinde sıkışık trafikte otomatik dur-kalk desteği veren "Follow-to-Stop" özelliğini de kullanıma sunmaktadır.
"Follow-to-Stop" fonksiyonu bulunmayan araçlarda ise sistem, aracı tam durma noktasına kadar frenleyerek durmasını sağlayabilir.

3.1.1. Giriş

Her gün medya bize trafik kazalarıyla ilgili korkunç haberleri getiriyor. Bir keresinde bir rapor, hasarlı mülk ve diğer masrafların, dünyadaki gayri safi yurtiçi hasılanın%3'üne eşit olabileceğini belirtti. Uzunlamasına araç kontrolünde çarpışmadan kaçınmak için sürücüye yardımcı olma kavramı birçok otomobil şirketi ve araştırma kuruluşunda önemli bir odak noktası olmuştur. Sürücü yardımı fikri, ilk olarak 1970'lerde ABD'de ortaya çıkan 'Cruise Control cihazları' ile başladı. Açıldığında, bu cihaz sabit bir hızı korumak için hızlandırma veya frenleme görevini üstlenir. Ancak, yoldaki diğer araçları göz önüne alamazdı.

Yeni nesil olarak geliştirilen 'Adaptive Cruise Control' (ACC) sistemi, sürücünün öndeki araçla güvenli bir mesafede durmasına yardımcı oldu. Bu sistem artık B segmenti araçlarda bile mevcut.

3.1.2. ACC çalışma prensibi

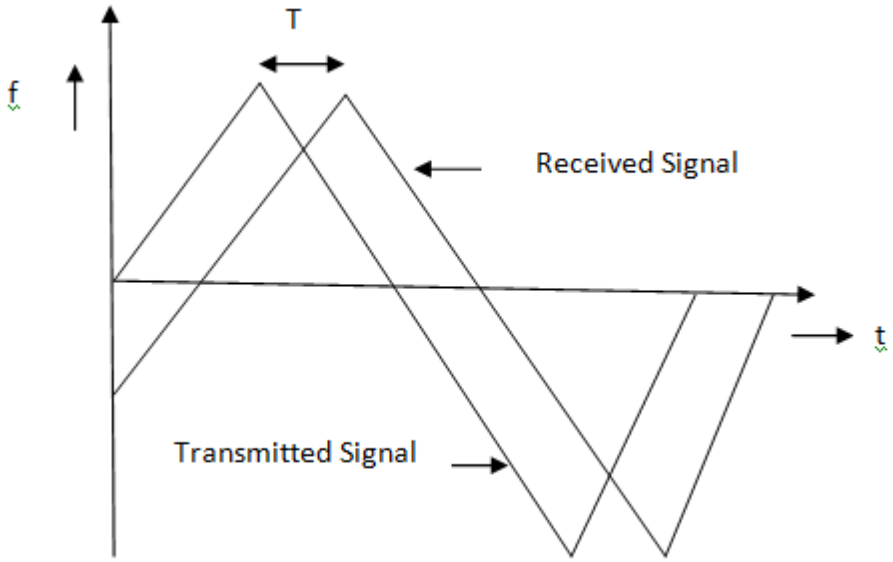
ACC öndeki aracın hızını ve mesafesini Lidar ya da Radar sistemlerini kullanarak tayin eder. İletim ve alım sırasında geçen süre mesafe tayinini belirleyen anahtar noktadır, hızı belirlemek için ise Doppler Efekti ile yansıyan ışındaki frekansiyel kayma hesaplanır. Buna göre fren ve gaz kelebeği aracı sabit bir hızda ve mesafede tutmak için kontrol edilir. Bu sistem çoğunlukla homojen akışlı otobanda kullanılmak için geliştirilmiştir. İkinci jenerasyon ACC ise sürücüye dur/kalk ve sıfır km/h hıza kadar destek vermek için tasarlanmıştır (Stop and Go Cruise Control (SACC)). SACC, tüm şeritlerin araçlarla dolu olduğu durumlarda veya sabit bir hız ayarlamanın mümkün olmadığı veya sık sık durdurulan ve sıkışık bir trafikte sürücüye yardımcı olabilir.

ACC sistemi, gaz kelebeği valfini ve fren sistemini kontrol ederek, araç hızının önceki aracın hareketi ile kontrol edildiği CC sisteminin geliştirilmiş bir versiyonudur. Aracın önüne takılı bir radar sistemi, daha yavaş hareket eden araçların ACC aracının yolunda olup olmadığını tespit etmek için kullanılır. Daha yavaş hareket eden bir araç tespit edilirse, ACC sistemi

aracı yavaşlatacak ve ACC araç ile ileri araç arasındaki boşluğu ve zaman boşluğunu kontrol edecektir. Sistem ileri aracın artık ACC aracının yolunda olmadığını tespit ederse, ACC sistemi aracı ayarlanan hız kontrol hızına geri hızlandıracaktır. Bu işlem ACC aracının sürücünün müdahalesi olmadan otonom olarak yavaşlamasını ve trafiği hızlandırmasını sağlar. Bu sistem trafikte de çalışabilir ve aynı zamanda 30 [km / s] hızın altında çalışamayan CC (Konvansiyonel Kontrol) sistemine benzemez. Genellikle trafik alanlarında veya trafik sıkışıklığında araç sürücüsü tarafından sık sık fren ve gaz kullanımı kullanılır. Bu nedenle trafik alanında ACCS, sürücü ve yolcuların güvenliğini koruyarak, sık sık gaz pedalı ihtiyacını ortadan kaldırır ve kaza riskini önler.

3.1.3. ACC tasarımı

Başlangıçta açıklandığı gibi, bu tür bir sistemin araçta uygulanmasındaki temel endişe ve amaç, sürücü hatasından kaynaklanan kazaları önleyerek insanın güvenliğidir. ACC, bazı sensörlerin kullanılmasıyla öndeki araçların mesafesini ve hızını hesaplama prensibiyle çalışır. Bu sensör bir lidar sensörü veya bir radar sensörü olabilir [Shakouri P. & Ordys A., 2012]. ACC sisteminde iletim ve alım zamanı mesafenin ölçülmesinin anahtarıdır. Doppler etkisiyle, yansıtılan ışın frekansındaki kayma hız olarak ölçülür. Hız ve mesafe hesaplama esaslarında, aracı güvenli bir konumda tutmak için fren ve gaz kelebeği kontrolü yapılabilir. Burada Şekil 3.1.'de zaman ve frekans grafiğinin mesafeyi ve hızı hesapladığı gösterilmiştir.

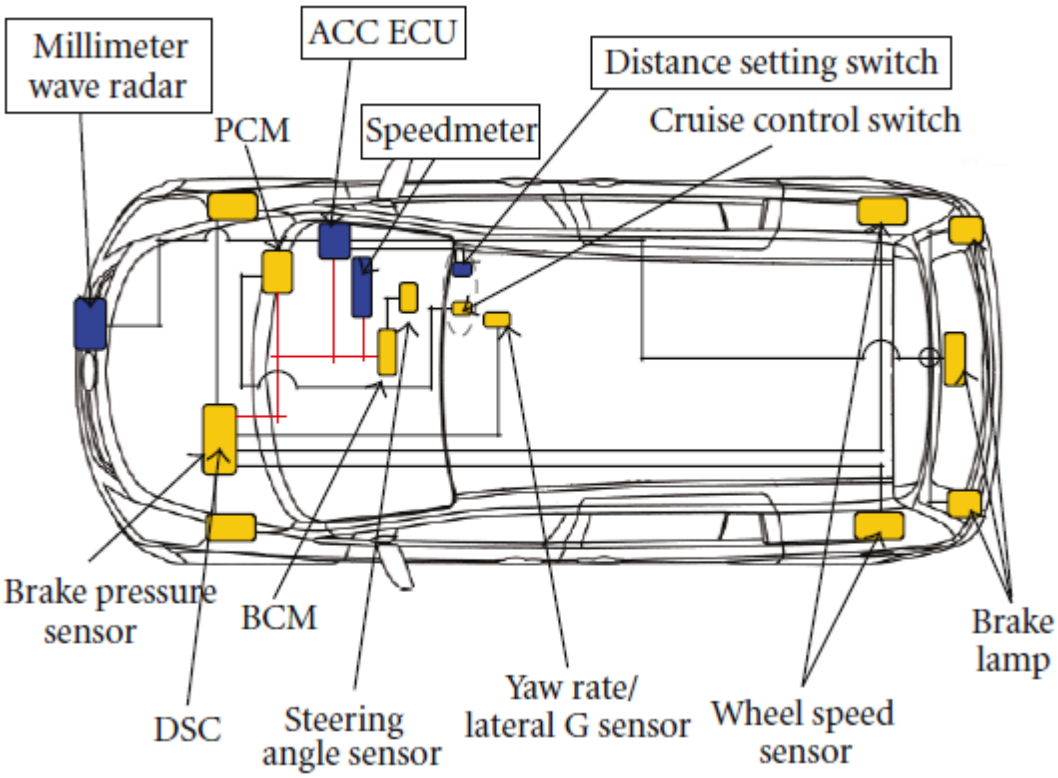


Şekil 3.1. Working principle of ACC system [Sankar 2014]

ACC sistemi iki tipte sınıflandırılır: RADAR tipi ACC ve LIDAR Tipi ACC.
Radar sistemi, aracın varlığını tespit etmek için aracın önüne monte edilmiş bir Radar sensöründen oluşur [Benhard K. ve ark., 2012]. Bu sistem 76-77 [kHz] frekansında üç örtüşen radar ışınına sahiptir. Bu tür bir sistem 120 metre mesafeye kadar olan aracı algılayabilir. Bu sistemin temel avantajı, kötü havalarda da çalışabilmesidir.

LIDAR tipi ACC sistemi lazer tabanlı bir sistemdir. Bir su damlasından daha dar bir ışın ışını vardır. Bu sistemin temel avantajı, daha ucuz ve kurulumu kolay olmasıdır. ACC sistemini kullanırken faydalı olabilecek birkaç terim vardır:

- Sürücünün tepki süresi: İstenmeyen bir durumda sürücünün cevap vermesi için geçen süredir. Genellikle tepki süresi 2-3 saniyedir [Sankar V., 2014];
- Güvenli mesafe: Önde gelen araç ile ACC sistemine sahip araç arasındaki asgari mesafedir, bu mesafede sürücünün acil durumlarda fren uygulayarak gerekli işlemi yapması gerekir. Araçta, aşağıda gösterilen mesafeyi ayarlamak için bir anahtar sağlanmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. ACC Araç Birimi Bileşenleri (Miyata 2010)

Güvenli mesafenin hesaplanması aşağıdaki denkleme baz alarak sunulur:

Vs * t, burada: Vs, ACC aracının hızıdır ve t, ise zamandır (2-3 saniye arasında).

ACC Sistem Fonksiyonu, belirtilen parametrelerin altında gösterilir:

Aracın hızının değerini önceden belirleyiniz ve;

İlerideki aracın mesafe ve hızının ölçülmesi;

ACC donanımlı aracın hızının ayarlanması;

Gaz kelebeği ve freni kontrol ederek aracın hızını değiştirin;

Kötü hava koşullarında uygun işlevi yapmak;

30- 180 [km / s] arasındaki hızlarda iyi çalışır.

ACC sisteminin ana işlevi, sürücü tarafından ayarlanan sabit bir hızı koruyarak aracın hızını kontrol etmektir. Hızı korumak ve iki araç arasında uygun bir mesafeyi korumak için ACC sistemi sırayla dört kontrol işlemi gerçekleştirir (Şekil 3.3.):

- Sabit Hız Kontrolü çalışması: ACC donanımlı araç sensörünün yakınında bir araç bulunmadığında veya bu araçtan iki araç arasında çok büyük bir mesafe olduğunda, sistemin sabit bir hızda kalmasına yardımcı olur;

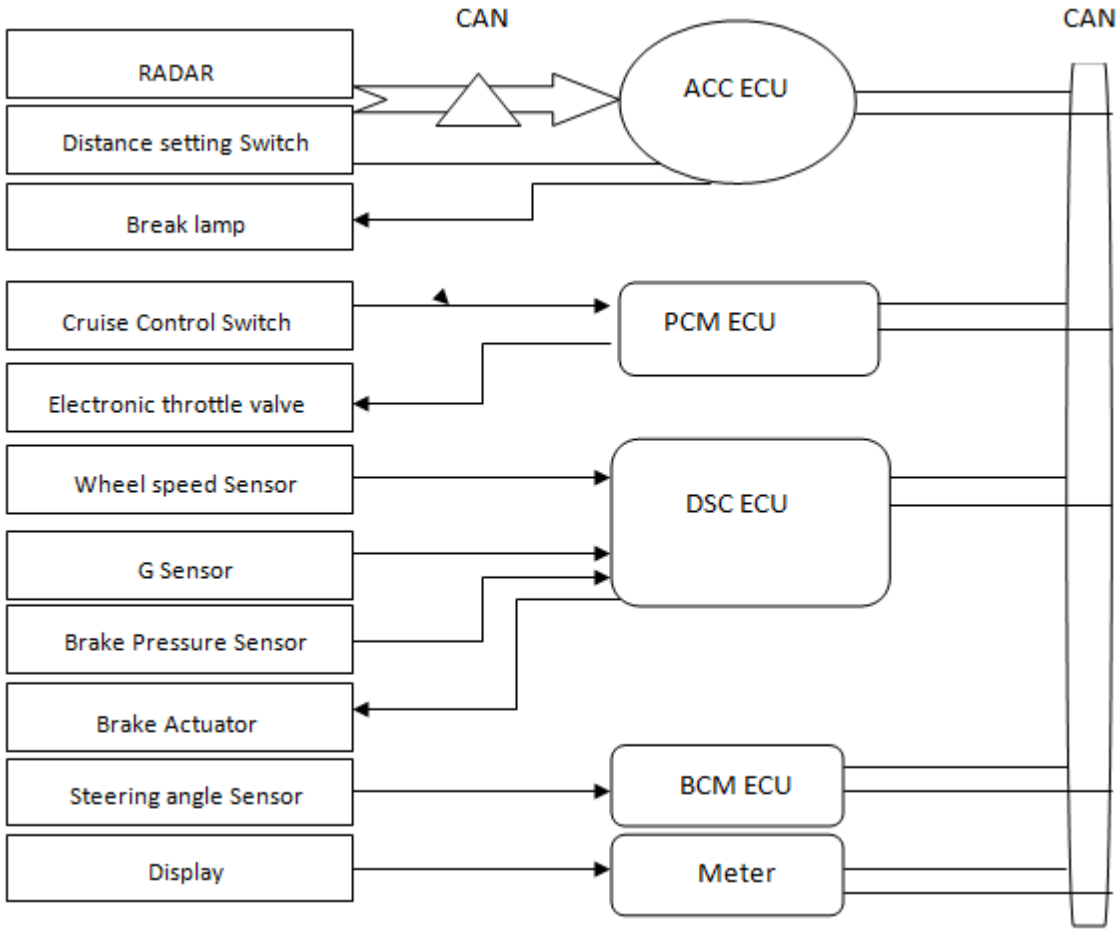
- Yavaşlama Kontrol Çalışması: ACC donanımlı aracın önünde hareket eden bir araç hızını düşürdüğünde ya da daha yavaş bir hız tespit ettiğinde, sistem aracı minimum süre içinde yavaşlatmak için gazı kontrol eder. Bazı durumlarda gaz kelebeği ile kontrol yeterli değilse, aracı yavaşlatmak için otomatik olarak frenleme de yapılır;

- Hızlanma Kontrolünün Çalışması: Şerit değiştirme, Sollama gibi bazı durumlarda, sistem önünde hiçbir araç bulunmadığını tespit ettiğinde, aracı önceden tanımlanmış ayar hızına kadar otomatik olarak hızlandırır;

- Takip Kontrol Sistemi: ACC donanımı açık olduğunda sistem öndeki araca kitlenir ve sabit bir hız ve mesafede gaz kelebeğini ve freni kontrol ederek takip eder.

Taşıt güvenliği için kullanılan her sistem insan ve makine arasında iyi bir ara yüze sahip olmalıdır. ACC sistemi, geleneksel hız kontrol sisteminin (CCCS) bir uzantısıdır. Bu sistemde direksiyon simidinde bazı düğmeler var, sürücünün gerekli işlemleri yapmak için bu düğmeleri kullanması gerekiyor. Daha önce belirtildiği gibi, bu sistem geleneksel hız sabitleme sisteminin bir uzantısıdır, bu nedenle hali hazırda Geleneksel Hız Sabitleme Sisteminde olan tüm düğmelere sahiptir. Ancak ACC sisteminde, ACC aracı ile hedef araç arasındaki zaman boşluğunu kontrol etmek için direksiyon simidinde ekstra iki düğme bulunur. Sürücüye iyi bir ara yüz ve mevcut ACC sistemi sağlamak için, gösterge tablosu üzerinde gösterilebilecek bazı mesajlar vardır, bu durum sürücünün uyarı sırasında uygun önlemi almasına yardımcı olur.

ACC sistemini “ACC Standby State” e getirmek için, sürücü ilk önce ON düğmesine basar. “Set Switch” e basarak aracın sürücüsü ACC sistemini aktif duruma getirebilir ve sürücü ACC sisteminin hangi noktada aracı kontrol etmeye başlayacağına karar verebilir.



Şekil 3.3. ACC Sistem Konfigürasyonu (Miyata 2010)

ACC sisteminin çalışma amacı, sürücünün araç üzerindeki kontrolünü alarak konfor ve güvenlik sağlamaktır. Aracın güvenliği iki tipte sınıflandırılır: Aktif güvenlik ve pasif güvenlik.

ACC sistemi hem aktif hem de pasif güvenliğin bütünleşmesidir. Bir ankete göre ACC sistemi, kazanın türüne ve senaryosuna bağlı olarak kazaların %40'ını önleyebilir. Araç

sürücüsü aynı zamanda bir ACC sisteminin performans, güvenilirlik (düşük yanlış alarm oranı) ve güvenlik (düşük kayıp tespit oranı) açısından gereksinimleri karşılamasını bekler. Şu anda ACC sistemi birkaç modda çalışıyor:

- Hız Kontrol Modu (CC): Araç arasındaki mesafe istenen mesafeden büyük olduğunda sistem bu modda çalışır. Bu modda çalışmanın başka bir nedeni de hedef aracın hızı ayarlanan hıza göre artması durumunda olabilir.

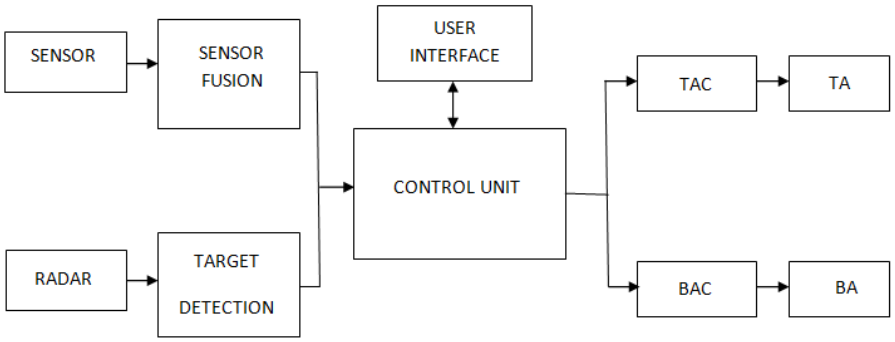
- Boşluk Kontrol Modu (ACC): Hedef araç ACC donanımlı aracın önünde yavaş hareket ettiğinde sistem bu modda çalışır. Sistem, aralarındaki mesafeyi korur;

- Stop & Go Modu (SG): Bu mod, özellikle araç sık sık durması ve hareket etmesi gerektiğinde trafik durumunda devreye girer. Trafikte hedef araç statik pozisyonda durduğu zaman sistem ACC'li aracı da durdurur.

- Çarpışma Önleme Modu (CA): Bir araçtaki Çarpışma Önleme sistemi, kaza oranlarını önlemek ve azaltmak için tasarlanmıştır. Radar, lazer veya bazen kamera gibi bazı sensörler kullanır. İstenmeyen bir durum ortaya çıktığında, kazayı önlemek için derhal harekete geçmesi sürücüye uyarı verir.

3.1.4. ACC sisteminin fiziksel yerleşimi

ACC Sistemi, birbiriyle bağlantılı bileşenlerden ve sistemlerden oluşur. Bu bölümde, ACC sistemindeki en çok kullanılan bileşenleri ve bunların işlevlerini, bunların sürüşü güvenli hale getirmeye nasıl katkıda bulunduğu ele alınacak. Temel olarak bir ACC ünitesi, Otomatik Hız Kontrolü (ASC), Dinamik Stabilite Kontrolü (DSC), ACC Elektrik Kontrol Ünitesi (ECU) ve Mesafe ayar düğmesi, milimetre dalga radarı ve gösterge ekranından oluşur (Şekil 3.4.). Şekildeki TAC, Gaz Kelebeği Ayar Elemanı Kontrolü, BAC (Fren Ayar Elemanı Kontrolü), TA (Gaz Kelebeği Ayar Elemanı), BA (Fren Ayar Elemanı) anlamına gelir.



Şekil 3.4. ACC Sisteminin basitleştirilmiş görünümü (Sankar 2014)

ACC Sistem Bileşenleri, kendi işlevlerini yerine getirecek şekilde düzenlenmiş çok sayıda bileşenden oluşur. Farklı modüller arasındaki iletişim yöntemi, Denetleyici Alan Ağı (CAN) olarak bilinen bir dizi iletişim ağıdır. Bu bölümde ACC Sisteminin farklı modülleri ele alınacak.

ACC ECU Modülünün temel işlevi, devam eden herhangi bir aracın varlığını tespit etmesi durumunda radar sensörü tarafından verilen bilgileri işlemektir. "Zaman aralık kontrolü" nde ACC Araç ile Hedef araç arasındaki mesafeyi korumak ve kontrol etmek için motor kontrol modülüne ve fren kontrol modülüne bilgi gönderir.

ACC Sistemi araç güvenliğine nasıl yardımcı olur? Daha önce de belirtildiği gibi Radar, ACC donanımlı aracın önünden geçen araçları tespit etmek için kullanılır. Yol dümdüz olduğunda, sürücü aynı yolda seyahat eden öndeki araçları kolayca tanıyabilir. Ancak bazı durumlarda, sürücünün yoldaki virajlar sırasında özel olarak ilerleyen aracı görmesi ve tanımlaması çok zordur. Örneğin üç aracın, sürücünün önünde virajlı bir yolda seyahat ettiğini varsayalım. Bu durumda, öncelikle hangi aracın, sürücünün aracıyla aynı yolda olduğunu bulmak gerekir. ACC sistemine hangi aracı takip etmesi gerektiğine karar vermesinde yardımcı olur. Bundan sonra ACC sistemi, radar sensörü tarafından algılanan nesnenin, sürücünün aracının ve algılanan aracın hızlarını karşılaştırarak statik bir nesne mi yoksa hareketli bir nesne mi olduğuna karar verir. Öndeki araç aynı hızda hareket ediyorsa, genellikle statik bir nesne olarak kabul edilir.

Aynı zamanda, tespit edilen yalpalama hızı, direksiyon açısı ve araç hızına bağlı olarak sürücünün aracının ilgili yarıçapı belirlenerek yol tahmin edilir. Araç sürekli hareket ettiğinden, her bir radar taraması gerçekleştiğinde, sistem mevcut tespit edilen aracın önceki tespit edilen araçla aynı olduğuna karar vermek zorundadır. Bu durumu değerlendirmek için, sistem tespit edilen aracın konumunu tahmini konumla karşılaştırmalıdır.

Motor Kontrol Modülü: Motor Kontrol Modülünün ana işlevi, motorun gaz kelebeği kontrol ederek bir aracın hızını kontrol etmektir. Bir motor kontrolü ACC modülünden bilgi aldığında, araç hızını kontrol etmeye başlar.

Fren Kontrol Modülünde: Fren kontrol modülünün ana işlevi, ACC modülü tarafından ihtiyaç duyulduğunda fren uygulamaktır. Fren sistemi elektronik donanımı olan hidrolik bir sistemdir.

Alet Kümesi: Alet Kümesi, temel olarak cruise switch işlevlerini işlemek ve bu özel düğmelerin bilgilerini ACC ve motor kontrol modüllerine iletmek için kullanılır. Alet kümesi, ACC sisteminde meydana gelen işlemle ilgili olarak sürücüyü bilgilendirmek için metin mesajları da görüntüler.
CAN (Kontrolör Alan Ağı): Öndeki aracın bilgilerini alabilmesi için aracın önüne bir Sensör (RADAR veya LIDAR) yerleştirilmiştir. Bilgi mesafe, hız ve yanal hızlanma olabilir. Bir kontrol ünitesi sinyali alır ve gaz kelebeği aktüatörlerine harekete geçmeleri için komut verir. Bu sistem, araç bileşenleri arasındaki haberleşme için Kontrol Alanı Ağı (CAN) kullanır.

Sensörler: Fren Pedalı Sensörü, Gaz Pedalı Sensörü, Radar Sensörü, Dört Tekerlek Sensörü. Aktüatörler: Fren Aktüatörü ve Gaz Kelebeği Aktüatörü. Fren aktüatörünün temel işlevi, araç gaz kelebeği aktüatörüne sinyal vererek kontrol ederek araç hızını belirlemek ve araç hızını düşürmektir. Gaz kelebeği ayar elemanının ana işlevi, gaz kelebeği valfini ACC sisteminin ihtiyacına göre kontrol etmektir.

İletişim: Ortak Alan Ağı (CAN), ACC sisteminde veri almak ve iletmek için 2 kablo kullanan standart bir ağdır. Her bir düğüm, mesaj başlığından oluşacak olan 0 ila 8 bayt mesaj iletebilir. Mesaj başlığının ana rolü mesajın önceliğine karar vermektir. Önce en yüksek önceliğe sahip mesaj iletilecektir. Kaybeden mesaj, iletmek için serbest bir boşluk bulduğunda mesajını göndermeyi tekrar dener.

3.1.5. Sonuç

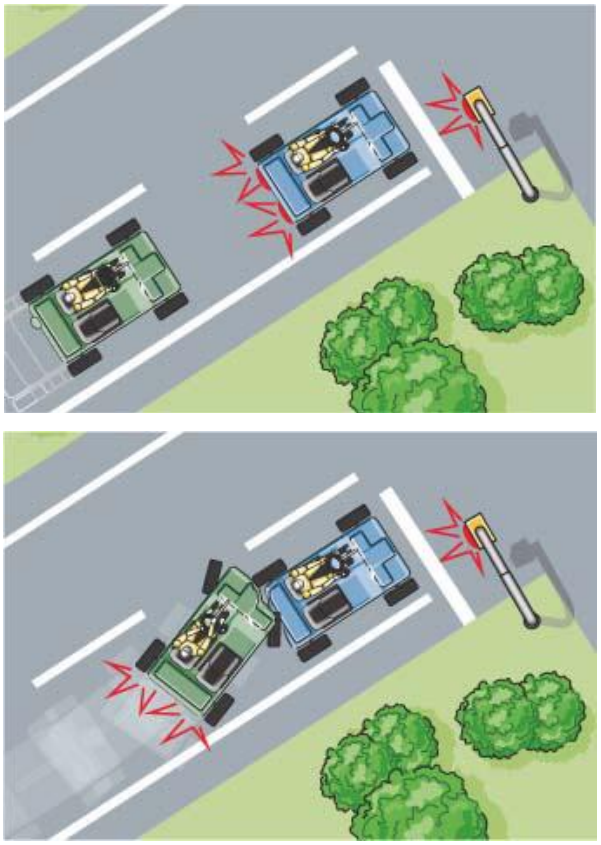
Şoför hatalarından kaynaklanan kaza oranlarının artması, her yıl milyonlarca insanın ölümüne neden oluyor. ABS, Hava yastıkları, Engellerden kaçınma sensörleri ve daha pek çok teknolojiyi uygulayarak aracın güvenliğinde büyük bir iyileşme var. Bu teknolojiler ölüm oranını en aza indirir ancak kazalardan kaçınmaz. ACC sistemi, araçta sürüş sırasında sürücüye yardım sağlar. ACC'nin sürüşü mükemmel hale getirmenin ve aracı kazalardan uzak tutmanın bir aracı olduğunu söyleyebiliriz. Sisli havalarda veya kötü havalarda, sürücü önceki araçlar arasındaki mesafeyi algılayamaz. Ancak ACC sistemi sisli ve kötü hava şartlarında da sürüş yapmanın daha kolay bir yolunu sunar. ACC Sistemi kaza sayısını azaltma potansiyeline sahiptir.

Adaptif Cruise Control, sürüşü emniyetli ve konforlu hale getirmek için geliştirilmiştir. Sürücünün ihtiyaç duyduğu fren sayısını azaltır. Böylece bu sistem, sürücü üzerindeki yükü azaltıyor, böylece araç sürücüsü rahat ediyor. ACC sistemi yakıt tasarruflu sürüş sağlar. Araçtaki otomatik hızlanma ve yavaşlama, güvenli sürüşünü de güvenilir kılar.

3.2. Acil Fren Destek Sistemi

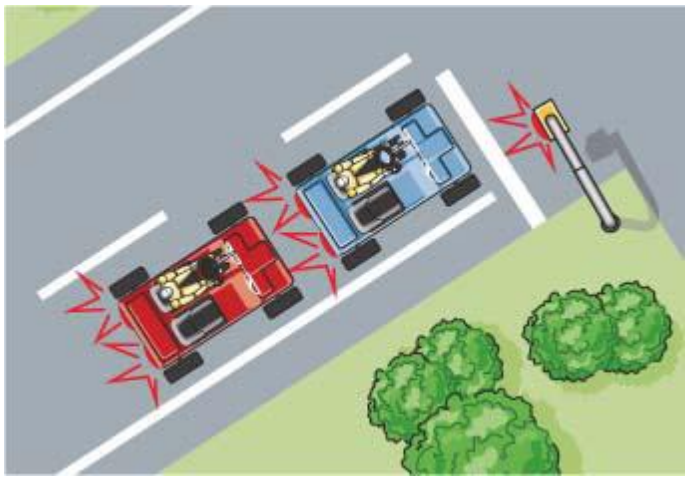
Fren yardım sistemi ne yapar?
Bu soruyu cevaplamak için, önce fren yardım sistemi olmayan bir fren manevrasına bir göz atalım. Sürücü, önündeki araç aniden fren yaparken şaşırır. Bir anlık şoktan sonra, durumu anlar ve frenleri uygular. Belki de kritik durumlarda çok sık fren yapmak zorunda olmadığı ve bu nedenle ne kadar sert fren yapması gerektiği konusunda hiçbir fikri olmadığı için,

pedalına tüm gücü ile basmıyor. Sonuç olarak, mümkün olan en yüksek fren basıncı sistemde geliştirilmez ve değerli fren mesafesi kaybolur. Araç zamanında durma konumuna gelmeyebilir (Bkz. Şekil 3.5. ve 3.6.).



Şekil 3.5. Acil fren destek sistemsiz araç örneği (Anonim 2009)

Buna karşılık, aynı durumda bir fren yardım sistemi olan bir aracı ele alalım.
Daha önce olduğu gibi, frenler yeterli kuvvetle uygulanmaz. Fren pedalına basıldığında hıza ve kuvvete dayanarak, fren yardım sistemi bir acil durum tespit eder. Fren destek sistemi, ABS düzenlemesi tekerleklerin kilitlenmesini önlemek için müdahale edene kadar fren basıncını arttırır. Bu şekilde mümkün olan en büyük frenleme etkisi elde edilebilir ve fren yolu önemli ölçüde kısaltılabilir.



Şekil 3.6. Acil fren destek sistemli araç örneği (Anonim 2009)

3.3. Şerit Takip Sistemi

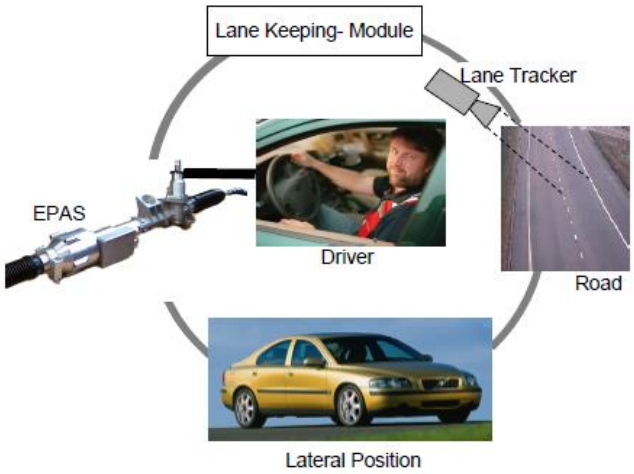
Çoğu yola çıkış kazası, sürücülerin dikkatinin az olmasından kaynaklanmaktadır. Bu, çoğu durumda, dikkat dağıtıcılık, uyuşukluk veya sarhoşluktan kaynaklanmaktadır. Makalede açıklanan Şerit Tutma Yardım Sistemi (LKAS), aktif bir güvenlik sistemi olarak kullanılmaya niyetli, böylece istenmeyen şerit ayrılmalarının azaltılmasını amaçlamaktadır. Bu tür işlevlerin geliştirilmesindeki zorluk, tehlikeli durumların belirlenmesinde ve uygun uyarı / müdahale stratejilerinin tasarlanmasında yatmaktadır. Sistem, sürücüyle fark edilmeden durmak üzere tasarlanmıştır ve yalnızca sürücünün direksiyon kontrolünü yanlış yönettiği durumlarda müdahale eder. Sesli bir uyarı çıkaran sistemlerin aksine, uyarı tipi direksiyon üzerinden dokunsal bir geri bildirimdir. Tork, sürücüye şeritte geri dönmek için gereken uygun direksiyon açısını iletecek şekilde tasarlanmıştır.

Şaşırtıcı bir şekilde, çoğu kritik olmayan trafik durumlarında ve iyi hava koşullarında birçok Tek Araç Karayolu Kalkış (SVRD) kazası yaşanmaktadır. Bu tür kazalar, sürücülerin dikkatsizliğinden dolayı yaşanmaktadır. SVRD kazaları genellikle sürücünün dikkat dağınıklığı, uyuşukluk, sarhoşluk veya rahatsızlıktan kaynaklanır, bu da şerit tutmanın (LK) kontrolünün sona ermesine yol açar.

Burada tarif edilen şerit tutma yardım sistemi, aktif bir güvenlik sistemi olması amaçlanmıştır, böylece istenmeyen şerit ayrılma miktarını azaltmayı ve muhtemel bir kazayı önlemeyi amaçlamaktadır. Bu şekilde, aktif güvenlik işlevleri, kritik sürüş durumlarında genel sistem performansını artırmak için sürücü araç sistemi ile birlikte çalışır. Temel sistem düzeni Şekil 3.7'de gösterilmektedir. Sensör ve aktüatör performansı gibi teknik sorunların yanı sıra, geliştirme konusundaki zorluk insan ve makine arasında "doğru iletişim kodunu" bulun. Ürün ergonomistleri bu doğal şeffaflığa, yani bir tavsiyenin anlaşılmasının izlenmesi için gerekli bir ön koşuldur.

İnsan Makine Arayüzü (HMI) ile ilgili genel bir amaç, sistemin güvenilirliğini artırmak için şeffaflığı arttırmaktır. Burada, güvenilirliğin davranışsal bilimi tanımı, mühendislik tanımından daha önemlidir. Sürücünün sisteme olan güveni arttıkça, otomobil üreticisi bununla ilişkili olarak daha aktif güvenlik sorunları yaşayabilir. Bu bağlamda, sistem şeffaflığı güvenilirlik için katkıda bulunan bir faktördür, yani sürücü sistem işlevini tam olarak anlıyorsa, sisteme olan güvenini arttırır, böylece güvenilirliği arttırır. Şerit tutma destek sistemleri son yıllarda odaklanmıştır; bu sayede sensörler, çalıştırma ve HMI açısından farklı sistem yerleşimlerinin bolluğuna yol açar. Burada açıklanan sistemle ilgili ayrıntıları girmeden önce, bir sınıflandırma şeması kısaca tartışılmaktadır. Pilutti'ye göre, uyarı, müdahale ve kontrol fonksiyonları arasında ayrım yapmak faydalıdır. Uyarılar aracın yörüngesini doğrudan değiştirmez ve uyarının herhangi bir etkisi olması için sürücünün uyarıda bulunmayı seçmesini gerektirir. Müdahale ve kontrol, aracın yörüngesini doğrudan etkileme yeteneğine sahiptir. Müdahalenin sınırlı bir yetkisi vardır ve sürücü komutlarını arttırmaya yöneliktir- bunların yerine geçmez. Burada kontrol, aracı yönlendirmek için tam yetkiye sahip otomatik kontrol olarak tanımlanır, bu da sürücüyü etkin bir şekilde devreden çıkartır. Bu tanım, şerit tutulması için uygun aktüatör sorusuna yol açar. Prensipte, araca direksiyon açısından müdahale etmenin, yani direksiyon simidinde bir tork sinyali sağlamanın ya da (ön veya arka aks üzerinde gerçekleştirilebilen) bir diferansiyel tekerlek açısı sağlamanın iki yolu vardır. Açı veya torkun büyüklüğü böyle bir sistemin müdahale sistemi veya kontrol sistemi olarak sınıflandırılıp sınıflandırılmadığını, yani sürücünün sistemi geçersiz kılmasının mümkün olup olmadığını belirler.

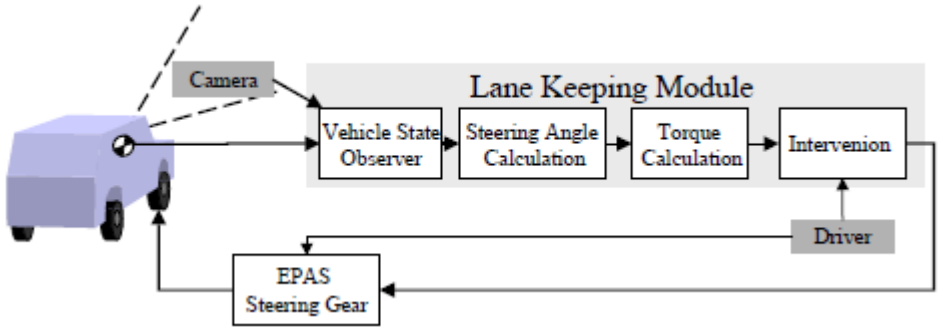
Bu tanım açısından, burada sunulan sistem müdahale sistemleri kategorisinde yer almaktadır, çünkü sürücü direksiyon simidinde doğru şerit pozisyonuna aracılık eden ancak yine de sürücü tarafından geçersiz kılınabilir bir tork hissi algılar. Bununla birlikte, sağlanan müdahalenin türü de önemlidir, yani torkun nasıl oluşturulduğu. Pohl ve arkadaşlarına (2003), istem dışı karayolu kalkışına yönelik bir müdahale sistemi tartışılmıştır;
şerit sınırlarına göre araç yanal pozisyonu ve hızı ile ilgili direksiyon torku. Bu yaklaşım burada, yanal araç dinamikleri dikkate alınarak genişletilir, böylece tork sinyali sürücüyü şeritte geri yönlendirir.



Şekil 3.7. Şerit takip sistemi (Ekmark ve Pohl 2003)

Şekil 3.8, test cihazında uygulandıkları şekilde gerekli sabit ve yazılım modüllerinin ilke yerleşimini göstermektedir. Mevcut şerit konumunu tespit etmek için bir CCD kamera kullanılırken, direksiyon kolonunda gerekli olan ofset torkunu üretmek için bir Elektrik Güç Destekli Direksiyon (EPAS) aktüatörü kullanılır. EPAS öncelikle güç destekli direksiyon için kullanıldığından, destek eğrisi ve mevcut sürüş koşulları tarafından belirlenen bir destek torku sağlar. Şerit tutma torku bu nedenle taban destek torkuna dengelenmiş bir torktur. Naab ve arkadaşları (1994) ve Renault tarafından sunulan Şerit Koruma Yardım Sistemlerinin aksine, sistem tarafından istenen ek torku üretmek için direksiyon kolonu üzerinde ilave bir aktüatörün kullanıldığı bir Elektrik Gücü Destekli Direksiyon (EPAS)) dişli kullanılır. Önemli bir konu, direksiyon torkunun şerit konumuyla nasıl ilişkili olduğu ve bu torkun

sürücü tarafından nasıl algılandığıdır. Şekilde gösterilen Şeritte Tutma Yardımı modülü, bir taşıt durum gözlemcisi, direksiyon açısı hesaplaması, tork hesaplaması ve bir müdahale modülünden oluşan birkaç alt modülden oluşur.



Şekil 3.8. Şerit takip modülü (Ekmark ve Pohl 2003)

Araç durumu gözlemcisinin görevi, kamera ve araç verilerinden gerekli araç durumlarının yanı sıra yol geometrisi verilerini hesaplamaktır. Bu sinyallerden optimum direksiyon açısı hesaplanır. Bu tork hesaplama modülü tarafından bir direksiyon simidi ofset torkuna çevrilir. Bu tork, temel hidrolik direksiyon yardımı karakteristiğine eklenmiştir. Müdahale modülü nihayet bir direksiyon müdahalesi için gerekli tüm koşulların yerine getirilip getirilmediğini ve bu müdahalenin süresinin ne olacağını belirler. Müdahale kriterleri, örneğin mevcut şerit pozisyonu, gösterge ve fren pedalı aktivitesi ile sürücünün ellerini direksiyon simidinde tutup taşımadığıdır.

3.4. Şeritte Tutma İkaz Sistemi

Trafik kazaları, Amerika Birleşik Devletleri'nde ölümlerin önde gelen nedenlerinden biridir. Çökmeler, birçok farklı ayarda ve birçok farklı nedenden ötürü meydana gelir. 1996 yılında, 42.000 kişinin öldüğü ölümle sonuçlanan 37.000'den fazla otomobil kazası yaşandı. Tüm otomobil kazalarının toplam maliyetinin yılda 150 milyar doların üzerinde olduğu tahmin ediliyor. İnsanların kazalara girme yollarının farklı, kısa, eksik bir listesi, arka uç çarpmalarını, yandan çarpma, çarpmalara başlamayı, statik engelli çarpışmayı, şeritleri

birleştirirken veya değiştirirken çarpışmayı ve yoldan çıkmayı içerir. Yakın zamana kadar, kazaları önleme ya da etkilerini azaltma çabaları, emniyet kemeri kullanımını zorunlu kılma, otomobil üreticilerini hava yastıklarını içermeye zorlama, hız sınırlarını düşürme ve takma şeritleri takma gibi yaklaşımlarla sınırlandırılmıştır. Tüm bu yöntemler trafik kazalarını azaltma üzerinde olumlu bir etkiye sahipken, ileri teknoloji kullanımı sayesinde daha fazlasını yapmak artık mümkün.

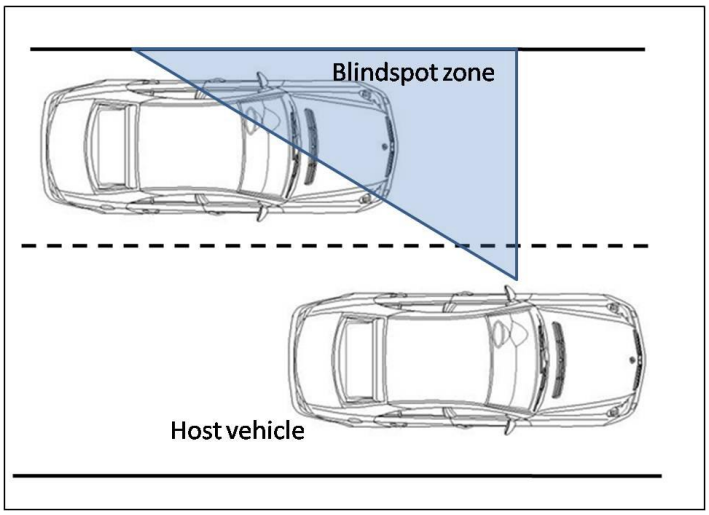
Bu tezde, belirli bir çarpışma türünün neden olduğu ölümleri azaltma potansiyeline sahip bir sistem sunuyorum: Tek Araç Yolundan Ayrılma (SVRD) olarak da bilinen Yoldan Kaçış (ROR). ROR kazaları, yolu terk eden ve daha sonra ağaç veya köprü dayanağı gibi bir şeyi etkileyen tek bir aracı içerir. ROR'ların nedenleri arasında dikkatsizlik, sarhoşluk, iş göremezlik, uyuşukluk ve istenmeyen direksiyon hareketleri yer alır ve ABD trafik ölümlerinin önemli bir kısmı ile sonuçlanır. Son zamanlarda, araç kullanırken cep telefonu kullanan kişilerin, bunlara benzer kazalar yaşadığı gösterilmiştir. Örneğin, cep telefonuyla konuşan bir sürücü aracın yoldan yavaşça geçtiğini fark etmeyebilir veya yaklaşan bir eğri fark etmeyebilir. Böyle bir durumda aracın uygun şekilde kontrol edilememesi bir çarpmaya neden olabilir.

Şu anda, ROR'ların önlenmesinde en yaygın yaklaşım, yol omuzlarında gürleyici şeritlerin kullanılmasıdır. Rumble şeritleri, genellikle şerit sınırının 6-15 cm ötesine yerleştirilen yivli kaplama alanlarıdır. Bir araç yoldan saptığında, lastiği aracı titreştiren ve gürültülü bir ses çıkaran sürücüyü düzeltici harekete geçmesi konusunda uyaran gürültülü bir şeride çarpıyor. Bu tür bir sistem, sürücü aslında tehlikeli olarak tanımlanmış bir durumda olduğu zaman, yani araç lastiği şerit sınırının ötesinde belirli bir mesafedeyken "uyarı verir".

3.5. Kör Nokta Uyarı Sistemi

Karayollarında trafik kazaları büyük bir ölüm faktörüdür ve ağır yaralanmalara neden olabilir. Aslında, günümüzde sürücüler araçlarındaki güvenlik özellikleri konusunda daha fazla endişe duyuyorlar ve böylece daha güvenli araç edinme maliyetini ödemeye razı

oluyorlar. Öte yandan, kamu hizmetleri günümüzde yaşam kalitesinin bir göstergesi olarak düşünülen yollardaki ölüm oranlarını azaltmakla ilgilenmektedir. Ekonomik faktörler tarafından motive edildiğinde, son yıllarda yeni bir araştırma alanı ortaya çıkmıştır; Çarpma öncesi algılama olarak bilinir. Bu alandaki araç üreticileri ve kamu araştırma kurumları tarafından yapılan araştırma, araçları daha güvenli hale getirmeyi ve bunun sonucunda çarpma sayısını ve şiddetini azaltmayı amaçlamaktadır. Karayolu üzerinde bir sürücünün asıl tehdidi, çevredeki araçlardan, özellikle onların yakın varlıklarının farkında olmadığında ortaya çıkar. Aslında, araç içi güvenlik sisteminin temel özelliklerinden biri, sürücünün panjurunda yakın bir aracın varlığını tespit etmek ve ikincisi bunun hakkında uyarmaktır. Bu bilgi, sürücünün şerit değiştirmesi durumunda yardımcı olabilir ve bu görevi yerine getirme kararını etkileyebilir. Bu çalışmada, bilgisayarlı görmeyi kullanarak kör nokta izleme için basit ve hızlı bir yaklaşım sunulmuştur. Bu özellik önemlidir ve birçok riskli sürüş durumunun önlenmesine yardımcı olabilir.



Şekil 3.9. Kör nokta uyarı sistemi (Saboune ve ark. 2011)

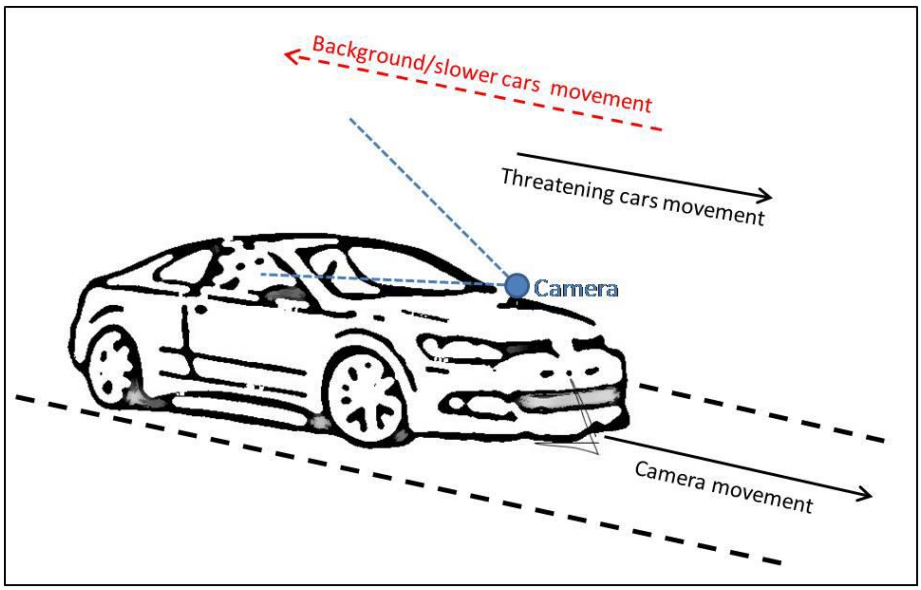
Kör nokta izleme problemi (bkz. Şekil 3.9.), ana bilgisayarı çevreleyen belirli bir bölgedeki bir otomobil tespitinde problemdir. Herhangi bir çarpışma önleme sisteminde başarmanın ilk adımı olan bu otomobil algılama görevi, yaygın olarak ele alınmıştır. İlk nesil çarpışma önleme sistemleri, bir radar teknolojisi kullanmaya dayanır. Bu sistemler, otomobilin

gövdesine yerleştirilmiş olan sensörler aralığında herhangi bir nesnenin varlığını tespit etmek için kızılötesi, ultrasonik dalgalar, sonarlar veya lazer tarayıcılar gibi çeşitli teknolojileri benimser. Kullanılan radarların bazıları nesnenin şeklini de algılayabilir. Bununla birlikte, kullanılan radarlar küçük bir menzile sahiptir ve sonuç olarak yaklaşan bazı araçları tespit edememektedir. Öte yandan, görüş alanları azalır ve güneşlikler mevcuttur. Bu nedenle, aracı çevreleyen geniş alanı kaplamak için sistemin maliyetini artıran birçok sensöre ihtiyaç vardır. Nanoteknolojideki ve görüntü algılama cihazlarındaki son gelişmelerle birlikte, yeni nesil yerleşik güvenlik sistemi, aracın farklı yerlerinde bulunan küçük kameraların kullanımına dayanmaktadır; Kameralar, sistemin geniş bir alanda hareket eden araçları tespit etmesini ve radarların dezavantajlarını aşmasını sağlayan geniş bir görüş alanına sahip olabilir. Kameralar da düşük maliyetlidir ve otomobil algılamasını iyileştirmek için radarlarla birleştirilebilir.

Kamera beslemelerinde bir aracı tespit etmek için önceki çalışmalarda üç yaklaşım benimsendi. 'Bilgi temelli' olarak bilinen ilk araç, bazı belirgin özellikler göz önüne alındığında aracı tek bir görüntüde tanımaya dayanır. Aslında, araçların kendine özgü görsel özellikleri (renk, şekil vb.) Vardır ve bu nedenle görüntüdeki araç tespiti klasik bir örüntü tanıma problemine indirgenebilir. Bu problem, araçları ve yolları temsil eden öğrenilmiş özellik vektörlerinin bir veri tabanı verilen bir özellikler vektörü sınıflandırma tekniği kullanılarak çözülebilir. Sınıflandırma için kullanılan özellikler farklı tiplerde olabilir. Bu sorunu çözmek için renk ve kenar bilgilerini ve bir bayes sınıfı kullanın. Haar benzeri ve Odaklı Gradyan Histogram özellikleri de yaygın olarak kullanılmıştır. Bu ayırt edici özellikler daha sonra Destek Vektör Makinesi (SVM) veya Adaboost sınıflayıcıları kullanılarak sınıflandırılabilir. Bununla birlikte, araçlar farklı şekil ve renklerdedir ve videolarda farklı açılardan ve farklı aydınlatma koşullarında görüntülenebilir. Bu nedenle, kapsayıcı olmak ve iyi bir tanıma için veritabanı çok geniş olmalıdır. Sınıflandırma aşaması da zaman alıcıdır. Buna bakıldığında, bu algoritmaların karmaşık olduğunu ve yerleşik bir sisteme iyi adapte olmadıklarını söyleyebiliriz. Öğrenme ve sınıflandırma adımlarından kaçınmak için, araca özgü özellikler kullanan başka yöntemler önerildi. Bir aracın altındaki gölgeyi tespit etmek, aracın varlığının bir işaretidir. Ne yazık ki bu gölgeyi tespit etmek,

özellikle kameradan uzakta, bulutlu veya karanlık bir ortamda hareket eden araçlar için her zaman mümkün değildir. Böylece bu özellik, dikey kenarlar ve simetri oranı, sol ve sağ araç sınırları veya gece durumlarında ışık algılaması gibi diğer özelliklerle birleştirilebilir. Bu gelişmelere rağmen, bu tür yaklaşımlarda araçların tanınması doğru değildir ve arka plan nesnelerinin gölgeleri (koruma rayları, ağaçlar vb.) Tarafından büyük ölçüde yanıltıcıdır.

Kamera önünde hareket eden bir aracın tespit edilmesinde en kolay ve en etkili çözüm, onu temsil eden görüntüdeki bölgenin tespit edilmesi ve ardından bir şablon eşleştirme tekniği kullanılarak izlenmesi ile gerçekleştirilebilir. Panjurdaki bir aracın varlığını tespit etmek için aynı mantığı kullanamayız. Aslında, bu görevi verimli bir şekilde yerine getirmek için, kamerayı arkadan yaklaşırken ve sonra sürücünün yanından geçerken bir araç görebilecek şekilde kurmamız gerekir. Bu nedenle, kamerayı aracın arka tarafına monte edemiyoruz, ancak öne monte edilmelidir. Bu sahnenin konfigürasyonunda, önden görülen bir araç şekli ve konturu, sürücü tarafından yaklaşırken veya geçerken sürekli değişiyor. Sonuç olarak, bir şablon eşleştirme tekniği zayıf davranırdı. Bu sorunun üstesinden gelmek için optik akış hesaplamasını kullanarak 'harekete dayalı' bir yaklaşım benimsemeye karar verdik. Bizim fikrimiz, kamera ilerlerken, arka plandaki nesnelerin ve sürücünün geçtiği yavaş araçların, kameraya göre geriye doğru hareket etmeleri gerçeğiyle motive oluyor. Öte yandan, tehdit oluşturan yaklaşmakta olan otomobiller, kameranınkine yakın veya daha hızlı bir hareket paterni ile hareket eder ve dolayısıyla nispeten ileri doğru hareket eder (bkz. Şekil 3.10.).



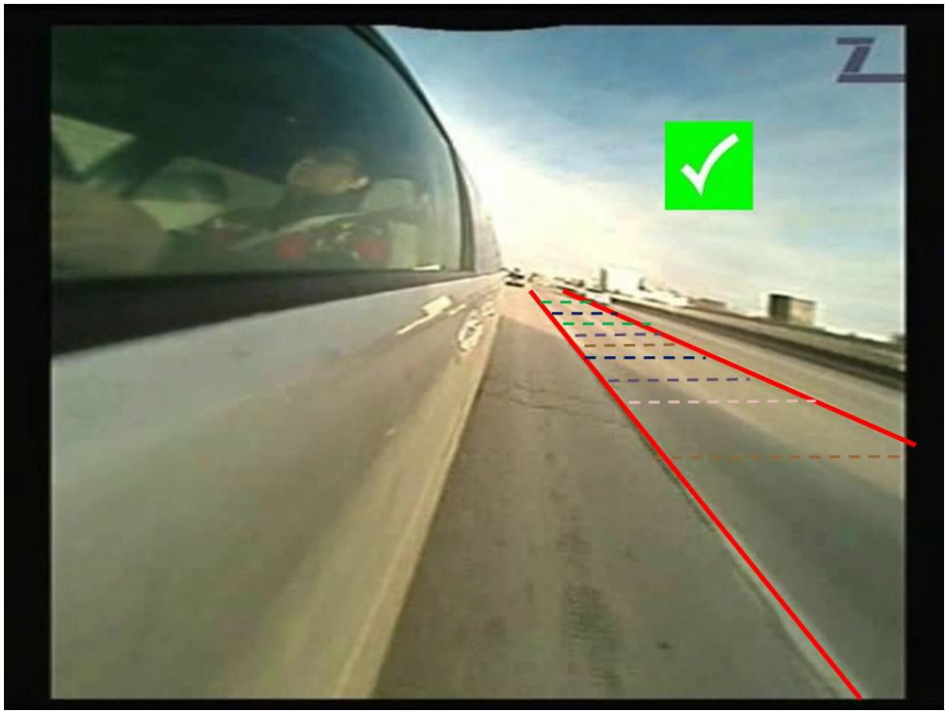
Şekil 3.10. Kör nokta uyarı sistemi-2 (Saboune ve ark. 2011)

Hareketli nesnelerin ardışık görüntülerde hareketini tahmin etmek için, bu nesneleri tanımlayan bir grup özellik üzerinde optik akış hesaplama yaklaşımı kullanıyoruz. Obje takibi için etkili olduğu kanıtlanan izlemek için Shi & Tomasi Good özelliklerini kullanmayı ve optik akış hesaplaması için piramidal Lucas - Kanade izleyiciyi kullanmayı seçtik. Daha sonra sadece takip ettiğimizden emin olmak için birkaç tane uyguladık. Gürültüyü değil, aracı temsil eden özellikler Algoritmamızın farklı adımları şunlardır:

- İlk önce gri tonlamalı resimde kameranın yanındaki şeridi kaplayan bir bölge belirledik; Bu, içinde bir aracı izlemek istediğimiz bölge olacak (kör nokta bölgesi).
- Her 8 karede, bu nesnelerin izlenmesi için özellikleri çıkardık, çünkü yeni nesnelerin o geçici mesafeden daha az bir sürede tamamen görünmediğini gözlemledik. Böylece yöntemin karmaşıklığını azaltabiliriz. Çıkarılan özellikler, S'yi takip etmek için (önceki karelerden kaynaklanan) özellik grubuna eklenir.
- S'deki tüm özelliklerin optik akışını hesaplayarak, her birinin hareket vektörünü tahmin ediyoruz. Bazı koşulları doğrulayan hareket vektörlerinin potansiyel bir aracı temsil ettiğini ve bunları 'geçerli özellikler' olarak nitelendirdiğimizi düşünüyoruz. Aksi takdirde, S den reddedilir ve onları izlemeyi bıraktık. Bu koşullar daha önce açıklanan hareket şekillerine dayanmaktadır; Aslında, bir hareket vektörünün yatayda

30 dereceden büyük bir açı oluşturması durumunda. ve 60 dereceden küçük. ve 1 pikselden daha büyük bir değere sahip 'geçerli bir özelliği' tanımladığı kabul edilir. Bu seçim, bu tür bir hareket düzeniyle hareket eden nesnelerin, ev sahibi araca benzer şekilde hareket eden nesneleri (araçlar) temsil etmesi ve dolayısıyla tehlikeli olarak kabul edilmesi gerçeği ile doğrulanır. Eğer kör nokta bölgesindeki bir araç, yatay açısı -30 ve 30 derece veya 60 ve 120 derece arasında olan bir hareket vektörüyle hareket ederse, onun sürücüsü büyük olasılıkla sola doğru şerit değiştirmeye çalışıyordur (ev sahibi araçtan uzaklaşıyor) veya sağa doğru (aynı şeritte ev sahibi aracın arkasına geçerek). Bu açının diğer tüm sınırlamalarında, nesne ya arka planın bir parçasıdır ya da ana bilgisayar aracından daha yavaş hareket eder ve bunun sonucu olarak da tehdit edici değildir.

- Üç çerçeve üzerindeki optik akışla hesaplanan 'geçerli bir özelliğin' hareket vektörlerini gözlemliyoruz. Bu vektörler daha önce oluşturduğumuz hareket koşullarına saygı duyuyorsa, üç çerçeve için, karşılık gelen özelliği 'potansiyel özellik' olarak etiketleriz ve onu S setimizde tutarız. Değilse, reddedilir ve izleme durdurulur. Bu yüzden tutarsız bir hareketi olan nesneleri yok ettiğimize emin oluruz.
- Bir miktar gürültüyü temsil eden izleme özelliklerinden kaçınmak için, izlenen 'potansiyel özellikler' üzerine ek bir koşul uygularız. Bir araç, kör nokta alanının belirli bir bölgesinde mevcutsa, ilgili özellikleri de aynı olmalıdır. Sonuç olarak, bu bölgede minimum sayıda 'potansiyel özellik' olacaktır. Öte yandan, eğer bir özellik bölgede izole edilmişse, gürültüyü temsil etmesi muhtemeldir. Bu fikri göstermek için, kör nokta bölgesini farklı boyutlardaki ve bölgelere böldük ve her birine bir eşik getiriyoruz. Bölgelerden birinde bulunan 'potansiyel özellikler' sayısı, bölge için belirlenen eşik değerin altındaysa, bu özellikler reddedilir. En fazla özelliği içeren bölge, aracı içeren bölge olarak kabul edilir.

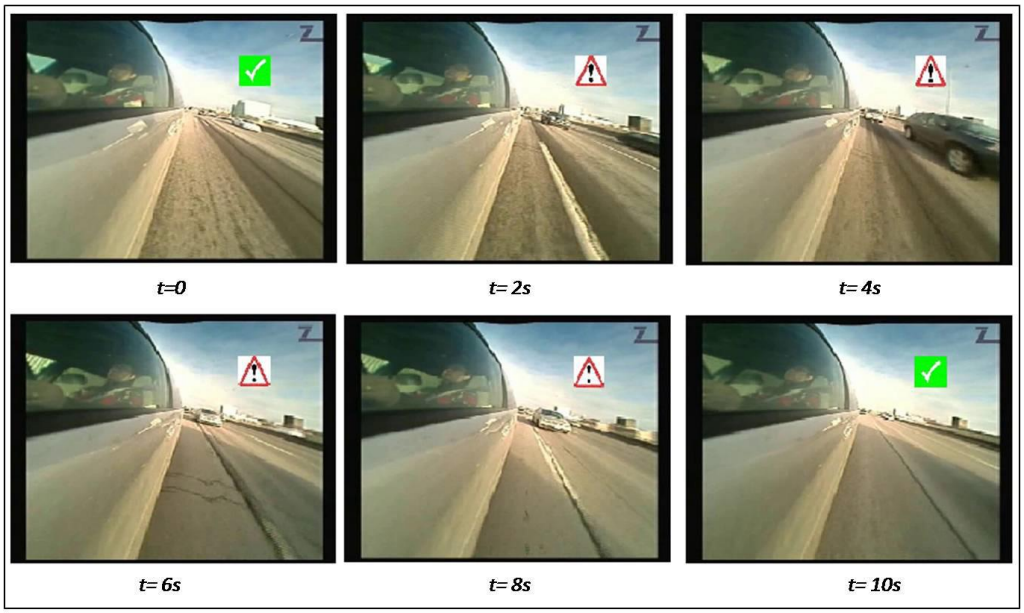


Şekil 3.11. Kör nokta uyarı sistemi-3 (Saboune ve ark. 2011)

- Bu katı koşullara rağmen, bazı gürültü özellikleri varlığını sürdürebildi ve son bir koşul eklemek zorunda kaldık. Her bölgedeki piksel yoğunluğu dağılımının karşılaştırılmasına dayanır. Bir bölge yolu temsil ettiğinde piksel yoğunluklarının standart sapması küçüktür. Muhalefette, bir araç bölgeyi kapladığında, bu standart sapma büyüktür. Yoğunlukların standart sapmasına bir eşik yükleyerek yanlış pozitif tespitleri ortadan kaldırdık. Tüm koşullara dayanan özellikler nal olarak 'araç özellikleri' olarak etiketlenir ve izlenecek özellikler kümesinde saklanır.

Bu program kameradan daha hızlı hareket eden tüm araçları tespit etmek ve izlemek için etkili oldu. Bir aracın kameralı aracı geçmeye çalıştığı ancak panjurunda kaldığı bazı özel durumlarda, sistemimiz başarısız oldu. Bunun sebebi, bu durumda tehdit edici aracın nispeten geriye veya aynı hızda hareket etmesiydi. Bu sorunu çözmek için, hareketi önceden belirlenmiş koşullara uymasa bile, 'araç özellikleri' olarak adlandırılan tüm özellikleri izlemeye devam etmeye karar verdik. Aslında bu özellikleri yalnızca görüntüden

kayboldukları ya da aracın şerit değiştirdiğini ima eden katı bir yatay hareketle hareket etmesi durumunda izlemeyi bırakıyoruz (bkz. Şekil 3.11. ve Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Kör nokta uyarı sistemi-4 (Saboune ve ark. 2011)

3.6. Otonom Araçlarda Yapay Zekâ Uygulamaları

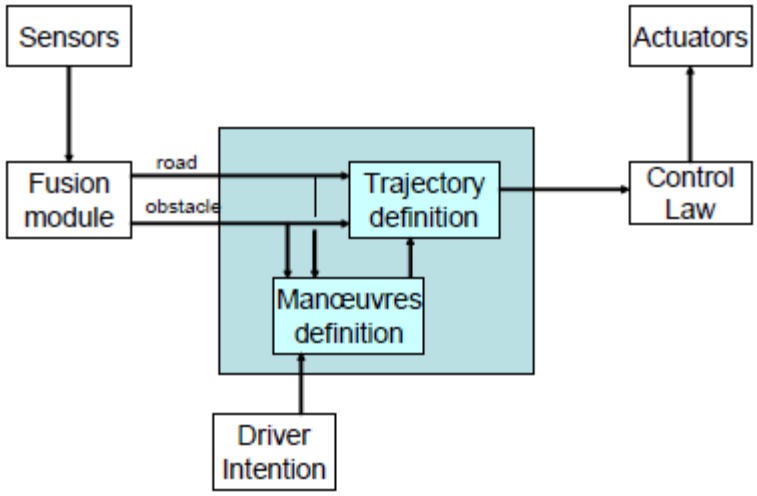
Bu çalışma karayolu üzerindeki trafiği ve diğer engelleri dikkate alan bir araç yolu planlama algoritmasının tasarım ve simülasyon sonuçlarını sunmaktadır. Önerilen algoritma, ECU gibi gömülü bir ortamda gerçek zamanlı bir değerlendirme yapmak için çok az hesaplama gerektirecek şekilde tasarlanmıştır. Dolayısıyla, yörünge planlaması iki aşamalı bir algoritma olarak önerilmiştir. İlk adım, çevreye göre uygulanabilir manevraları yüksek seviyede tanımlar. Bu ilk adımın çıktısı, hızlanma, yavaşlama ve şerit değiştirme gibi bir manevra grubudur. İkinci adım, söz konusu manevralar içindeki çeşitli yörüngelerin daha düşük seviyeli bir tanımını verir ve hesaplama gücü mevcutsa tüm olasılıkları hesaplar. Çıkış, bir sonraki saniyeler için önerilen araç durumunu (konum, rota, hız ve ivme) temsil eden araç çerçevesinde tanımlanan bir yörüngedir (Michon 1985).

Sürüş yardımı uygulamasıyla bile, ölümlerin sayısı yüksek kalmaktadır. Bu ölümlerin çoğu, sürücü uyuşukluğu veya dikkatsizliğinden kaynaklanan yavaş yavaş yoldan çıkma, aniden şerit değiştirme veya düşük sürücü düşük tecrübe gibi sürücü hatalarından kaynaklanmaktadır. Mevcut sürüş asistanı sistemlerinde, sürücü sürüş görevinden tek sorumludur. Artan teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, ACC ile uzunlamasına kontrol gibi en yüksek güvenlik seviyesinde daha müdahaleci sürüş desteği sağlamak mümkün hale gelir. 90'ların sonunda, güvenli bir ortamda otonom sürüşü kanıtlayan (mıknatıslarla otoyolda adanmış şerit) yapılan Kaliforniya Otoyolundaki gösterilerden bu yana, çalışmaların çoğu sürücü ile etkileşime odaklanıyor. Son Avrupa projesi SPARC, hem uzunlamasına hem de yanal kontrolde sürücü ile etkileşime geçmenin güvenli bir yolunu sunuyor. Bu gelişmeleri kullanarak sürücüye yeni sürüş yardımı konseptleri sunmak mümkün. Çevreyi algılarlar ve yardımın ve sürücünün takip ettiği bir takım güvenli yörüngeleri karşılaştırmak için sürücü eylemlerini izlerler. Güvenli yörünge seti ile gerçekleşen yörünge arasındaki fark çok yüksek olduğunda, sistem sürüş görevi yapmaya karar verebilir.

Bunun aksine, DARPA Challenge'da yer alan araçlar daha karmaşık bir ortamda ve daha yüksek hızda bir yol planlayıcıyı birleştiriyor, ancak kullanılan sensörler, hesaplama gücü, günlük bir araçta fiyat, enerji ve hesaplama açısından gerçekçi değil. Dahası, yalnızca otonom sistemlerle ilgilendikleri için sürücü ile etkileşime girmez.

Nitekim, düşük araç kontrol seviyesi hesaplama süresi açısından bir problem değildir: örneğin, geri besleme kontrolü bu bölümü gerekli düşük hesaplama ile doğru bir şekilde ele alabilir. Ancak yörüngeyi orta vadeli hedeflerle tanımlayabilen bir eş pilot tasarlanabilir (örneğin 100 m'de). Bu bölüm gömülü platformda gerçek zamanlı olarak kolayca uygulanamaz. Çevre değişikliklerine hızlı bir cevap vermek için yaklaşım, yörünge planlamasını çoklu seviyelerde geliştirmek. En yüksek seviyede ve daha yüksek sıklıkta, yörünge çok geneldir ve aşağıdaki temel eylemleri birleştirerek dokuz manevra vakası tanımlanabilir: üçü boyuna yönde (hızlanma, yavaşlama ve sabit hızda kalma) ve üçü yanal yönde (aynı şeritte kalma, sola ve sağa gitme). Daha düşük bir seviyede, yörüngeler önceden karar verilen manevralarda değerlendirilir. Hesaplama süresine ve özel durumlara bağlı

olarak, diğer manevralardan gelen yörüngeler de değerlendirilebilir. Son olarak, en iyi manevralar son yörünge çıktısını vermek için kaynaşır. Bu üç katman tanımıyla hem paylaşılan kontrolü hem de otonom sürüşü idare edebiliriz. İlk durumda, kontrolü manevra tanım düzeyinde veya aktüatör düzeyinde paylaşabiliriz. İkinci durumda, tüm komutlar yakın çevreye göre tanımlanır ve duruma göre tepki verir.



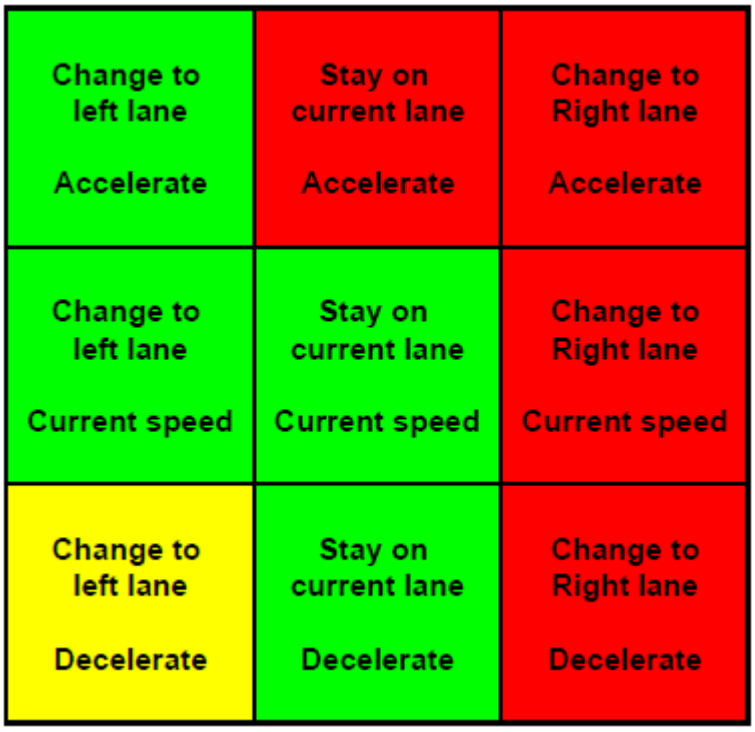
Şekil 3.13. Genel mimari (Vanholme ve ark. 2010)

3.6.1. Genel tasarım

Şekil 3.13. bir sürüş yardım sisteminin yaygın olarak kullanılan mimarisini göstermektedir. Kameralar, lazer tarayıcılar ve kilometre sayacı birimleri gibi sensörlerden gelen sinyaller bir veri füzyon modülünde işlenir ve birleştirilir. Bu, ego aracı etrafındaki belirli bir alandaki ilgili nesnelerin ve şeritlerin, yol planlama modülünün girişi olarak tanımlanmasını sağlar. Bu modülün çıktısı, uygulamaya bağlı olarak kontrol modülü veya insan sürücü tarafından izlenecek olan bir yörüngenin zaman alanı açıklamasıdır. Önerilen mimarinin amacı, çevrenin hızlı bir şekilde keşfedilmesine ve sürücüyle hızlı bir iş birliğine olanak sağlamaktır. Aslında robotikten bir araçta yol planlama üzerine ortak teorinin entegrasyonu bazı zorluklar içeriyor (Hayward 1972):

- Çevre çok dinamik. Bir otoyol gibi belirli bir çevrede bile, civarda hareket eden ya da olmayan engeller sayısız olabilir.
- Hesaplama süresi ve bellek, güvenli bir gömülü mimari üzerinde çalışırken sınırlıdır.
- Sistem, sürücüyle yakın bir şekilde etkileşime girebilmeli hem komut almasına hem de sürücüye geri bildirim verebilmelidir.

Bu kısıtlamalar altında, yol planlamasının iki adımlı hesaplanmasına dayanan bir yaklaşım geliştirildi (Şekil 3.13.). İlk adımda, yörüngenin manevralar açısından üst düzey bir tanımını yapmayı öneriliyor. Bu seviyenin son çıktısı, Şekil 3.14.'te gösterildiği gibi olası manevraların bir tablosudur. Yeşil durumlarda, aracın küresel durumu iyileşecektir. Sarı kısımlarda aracın durumu aynı kalacak ve kırmızı kısımda ise aracın durumu kötüleşecek. Sürücü niyeti, flaşörlerin ve gaz pedalının veya fren pedallarının durumu kullanılarak bu ızgarada kolayca çizilebilir. Sürücüye geri bildirimde bulunmak için güçlü bir araç olabilir. İkinci adımda, yörünge değerlendirme modülü seçilen (önce yeşil, sonra sarı) manevraları içindeki en iyi yörüngeyi bulur. Şekil 3.13'deki siyah eğrilerde gösterildiği gibi 5 ila 10 saniyelik bir zaman dilimi için ayrıntılı bir açıklama sunar.



Şekil 3.14. Manevra seçenekleri (Vanholme ve ark. 2010)

Bu modülün amacı, sürücü ile yüksek düzeyde bir etkileşim sağlamak ve yörünge modülünün keşif derinliğini azaltmak ve gerçek zamanlı bir çalışma sağlamak için yol ortamı üzerindeki olasılıklar açısından ilk seçim yapmaktır.

3.6.2. Manevra seçimi metodolojisi

Önerilen metodoloji, mevcut şeritte ve bitişik şeritlerde hız ile ilgili riski değerlendirmektir. Risk, geniş bir hız aralığı için hesaplanır. Risk teorisinde ortak bir yaklaşım iki olayı kullanarak bir olayla ilgili riski tanımlamaktır:

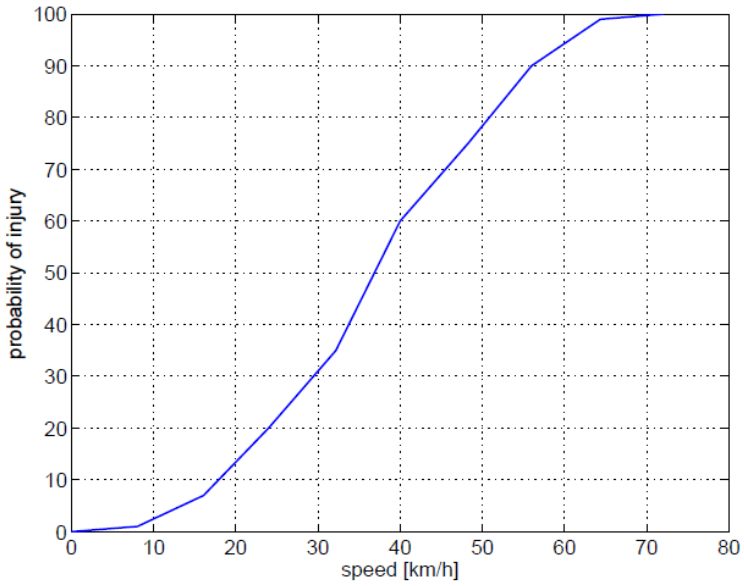
- Olayın meydana gelme olasılığı,
- Olayların gerçekleştiği varsayımı altında ortaya çıkan durumun ciddiyeti,

Manevra seçimimizde, en kötü olayın bir çarpışma olduğunu varsayıyoruz. Daha sonra, Eşdeğer Enerjik Hızı (şimdi EES) kullanarak tanımlanmış olası çarpışma gravitesini

göstergemizin gravite parçası olarak kullanıyoruz. Olasılık, göstergeler arası araçlar arası süre, çarpışma zamanı ve reaksiyon mesafesi olarak analiz edilir.

Belirli bir hız aralığına göre risk, Şekil 3.15'de gösterilen ızgaraların her bir hücresindeki ortalama bir riski tanımlamak için toplanır. Ardından durumun daha az riskli mi, aynı mı yoksa daha yüksek riskli mi olduğunu belirlemek için mevcut durumla karşılaştırılır.

Ana fikir, mutlak bir risk ölçeği (olasılık ve yerçekimi) tanımlamak değil, dikkate alınan aracın yakınındaki her bir nesnenin tehlikesinin yerel bir sınıflandırmasını vermektir. Daha sonra, burada sunulan ölçek, amaç olarak, manevra açısından bir sıralama vermek için en önemli olan tüm çarpışmaları hariç tutmaktır (Lambert ve Le Fort-Piat 2001).



Şekil 3.15. Ciddi bir yaralanma için EES (hız) ve MASS ölçeği (olasılık) (Vanholme ve ark. 2010)

3.6.3. Çarpışma şiddeti

Bir çarpışmanın şiddeti kapsamlı bir şekilde incelenmiştir ve çarpışma sırasında genellikle eşdeğer enerjisel hızı (yani EES) kullanır. EES, kendi hızları ve kütleleri göz önüne alındığında çarpışma sırasında hasarlı bir aracın deformasyon enerjisine karşılık gelir. Araçtaki insana verilen hasar ile doğrudan bağlantılıdır. Hız, aşağıdaki denklemler kullanılarak hesaplanabilir:

$$\begin{cases} MV + M_i V_i = M\hat{V} + M_i \hat{V}_i \\ \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}M_i {V_i}^2 = \frac{1}{2}M\hat{V}^2 + \frac{1}{2}M_i {\hat{V}_i}^2 \end{cases} \quad (3.1)$$

Bu denklemlerde, X_i endeksleri, dikkate alınan araç ile ilgilidir ve $\hat{X}$, çarpışmadan sonra değişkenleri temsil eder. Aracın EES'i şöyledir:

$$EES = \hat{V} - V = \frac{2M_i}{M+M_i}(V_i - V) \quad (3.2)$$

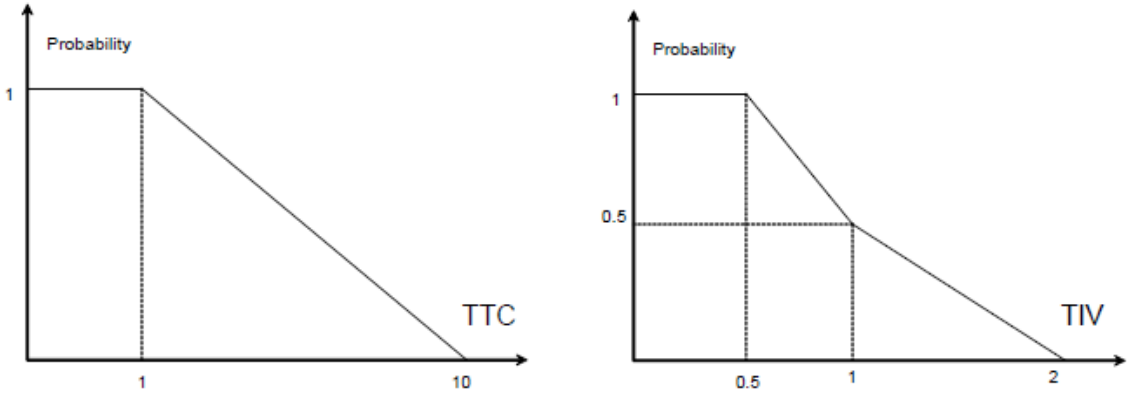
EES verilerini ve yaralanma olasılığını kullanarak, hafif yaralanma, ağır yaralanma veya ölüm ihtimaline göre bir ciddiyet ölçeği tanımlayabiliriz. Şekil 3.15, EES ile ilgili olarak orta derecede yaralanma olasılığını (MAIS> 2, Maksimum Kısaltılmış Yaralanma Ölçeği) göstermektedir.

3.6.4. Çarpışma olasılığını değerlendirme

Çarpışma olasılığını değerlendirmek için boyuna sürücü davranışını tanımlayan parametreleri kullanırız. İlk parametre, Çarpışma Zamanına göredir. TTC'yi şu şekilde tanımlanmıştır: İki aracın mevcut hızlarında ve aynı yolda devam etmeleri durumunda çarpışması gereken süre. TTC formülü:

$$TTC = \frac{D_i}{V - V_i} \tag{3.3}$$

Bu formülde D_i, araç i ile olan mesafedir.



Şekil 3.16. TTC (solda) TIV (sağda) çarpışma, gravite ve buna bağlı risk olasılığı (Vanholme ve ark. 2010)

- 10 sn'lik bir TTC'de, aracın etkileşime girmediği varsayılmaktadır,
- İlk uyarı seviyesini tetiklemek için genellikle 1.5 sn'lik bir TTC kullanılır.
- TTC 1.3 sn altına düştüğünde, sistem uyarıyı güçlendirebilir
- TTC 1 saniyeden düşük olursa, otomatik bir sistem tetiklenebilir

İki aşırı değeri, 1 (10 sn'lik TTC için) ve 0 (1 sn altındaki TTC için) çarpışma olasılığını belirlemek için kullanırız. Bu değerler arasında olasılık, TTC'ye göre doğrusaldır. Şekil 3.16.

olasılık değerlendirmesini gösterir. Bu şekilde araç arası mesafesi 20 m, öndeki araç hızı 30 ms^{-1} ve kütleler 1500kg olarak ayarlanmıştır (Parent 2007).

Bununla birlikte, TTC'nin kendisi durumla ilgili riski tanımlamak için yeterli değildir: örneğin, iki araç birbirine yakın, aynı hızda olduğunda, TTC büyüktür, ancak araçlar arası mesafe küçükse, durum tehlikeli olabilir. Bu tür bir durumu hesaba katmak için araçlar arası zaman dikkate alınarak bu tanımı geliştiririz. TIV şöyle tanımlanır:

$$TIV = \frac{D_i}{V} \tag{3.4}$$

Bu parametre genellikle düzenlemede kullanılır. Mesela, yakın tarihli bir Fransız yasası en az 2 saniyelik bir TIV belirler. Bununla birlikte, bu değer genellikle trafik güvenliği için kullanılır ve sürücünün takip eden aracın reaksiyonlarını analiz etmesine olanak tanır. Daha önce TTC için olduğu gibi, Şekil 3.16.'da gösterildiği gibi TIV ile çarpışma olasılığı arasında bir ilişki tanımlanmıştır.

3.6.5. Risk oluşturma

Önceki iki bölümde, gravite endeksinin ve iki olasılığın hesaplanması açıklanmıştır. Ancak, bu olasılıklar aynı olayı temsil etmiyor: Birincisi esas olarak hızlı yaklaşan araçlarla ilgileniyor, ikincisi araçlar arası mesafeyi hedefliyor. Senaryo aynı olmadığı için, olayın gerçekleşmesi durumunda gravitesi aynı değildir. Nihai risk şöyle ifade edilir:

$$R = R_{TTC} + R_{TIV} \tag{3.5}$$

TTC ile ilgili risk, ego aracının dikkate alınan her bir hızı V ve engelin belirli bir hızı V_i olarak hesaplanır:

$$R_{TTC}(V) = P_{TTC}(V)G(V, V_i) \tag{3.6}$$

G, yerçekimini önceki gelişime göre değerlendiren işlevdir.
TIV ile ilgili risk, ego aracının önündeki hızlı kırılan bir aracın sorununu temsil ediyor. Bu problemi risk terimine çevirmek için, daha önce açıklanan değişkenle aşağıdaki denklem kullanılır:

$$R_{TIV}(V) = P_{TIV}(V)\max(G(V, V_i), G(V, V_i - \gamma T_{TIV})) \quad (3.7)$$

Burada γ, yavaşlama olarak düşünülürse, 0.8g olarak ayarlanır.

3.6.6. Manevra grid hesaplama

Izgarayı hesaplamadan önce, risk her şeritte geniş bir hız aralığı için değerlendirilir. Mevcut şerit dikkate alındığında, risk aynı şeritteki ön ve arka araçlar, bağıl mesafe ve hız dikkate alınarak değerlendirilir. Bitişik şerit ile uğraşırken, riskin, ana araçla aynı boyuna pozisyonda fakat diğer şeritte sanal bir araç olarak değerlendirildiğini varsayıyoruz.

Hızın büyük bir değişimi için elde edilen riskin belirli bir hızlanma aralığı için ortalaması alınır:

- Sabit hız: sabit hızdan konuşsak bile, aslında, bu hücre +3ms^{-1} ile -3ms^{-1} arasında küçük bir hız değişimini mümkün kılar.
- Yavaşlatmak için: Bu hücre için, -3ms^{-1} ve -15ms^{-1} arasında bir hız değişimi olduğu düşünülmelidir.
- Hızlandırmak için: bu hücre öncekinin tersidir, düşünülen hızlar 3ms^{-1} ile 15ms^{-1} arasındadır.

Her hücrede hesaplanan ortalama, risk açısından kazancı olup olmadığını belirlemek için mevcut durum ile karşılaştırılır.

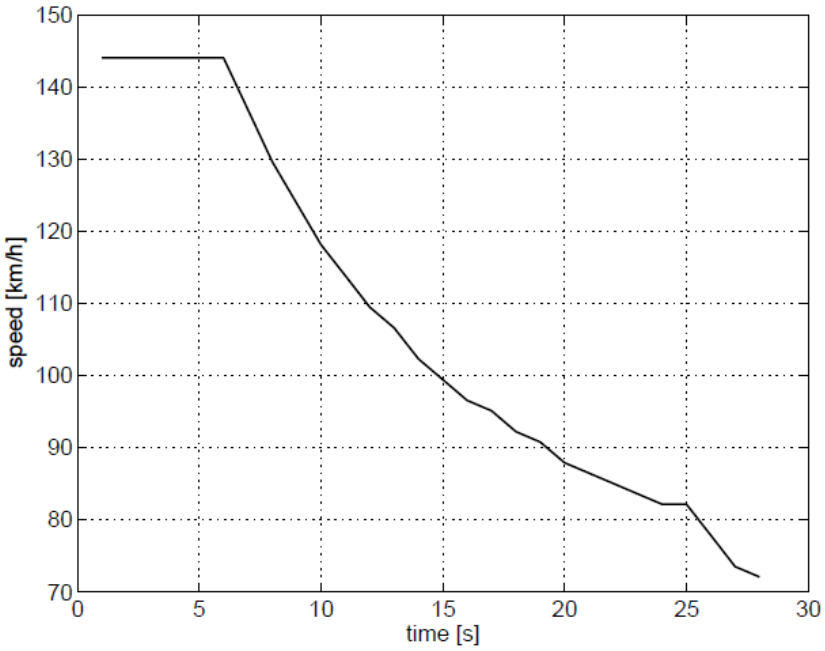
3.6.7. Örnek

Önceki gelişmeler manevra seçimini açıklar. Risk değerlendirmesini göstermek için, aracın algoritma tarafından verilen manevra tavsiyesine tam olarak uyduğunu varsayalım.

Aşağıdaki senaryoyu takip eden araçlarla ilgili olarak yapılan ilk açıklama olarak, Şekil 3.16. ve denklemlerde limitte, 2 saniye gibi bir mesafeye sahip takip eden araca eşit bir hıza sahip olacağımızı açıkça göstermektedir.

Bir başka ilginç simülasyon yavaş hareket eden bir araçtaki yaklaşımı değerlendirmektir. Bu senaryoyu değerlendirmek için aracımızın $40ms^{-1}$ (144km / s) sürdüğünü ve ön aracın $20ms^{-1}$ (72km / s) hızında ve aralarında 300 metre olduğunu varsayalım. Kontrollü araç maksimum güvenli hızda sürecektir. Şekil 3.17, ortaya çıkan hızı göstermektedir. Başlangıçta, öndeki araç aracımız üzerinde bir etki yaramayacak kadar uzak, bu nedenle hız sabit kalıyor, T = 6'lardan sonra öndeki araç hızımızdaki bir düşüşe karşılık olarak aracımızın risk değerlendirmesini etkilemeye başlıyor. T = 25 sn sonra, araçlar arası mesafe hızı düzenler, böylece daha güçlü bir azalma görülür. Simülasyon, her iki araç da araçlar arası güvenli bir mesafe ile aynı hızda olduğunda, T = 27'de durur.

Tüm simülasyonda, kontrol edilen aracın yavaşlaması 0.3 g'nin altında kalır.



Şekil 3.17. Hızlı araç yaklaşma senaryosu (Vanholme ve ark. 2010)

3.6.8. Yörünge değerlendirmesi

Yörünge Değerlendirme modülü, manevra algoritması tarafından seçilen manevralar içindeki en iyi yörüngeyi bulur (şekil 3.18.'deki yeşil ve sarı durumlar). 5 ila 10 saniyelik bir zaman dilimi için bunun ayrıntılı bir açıklamasını verir (Simon ve Becker 1999).

Her anda, algılanan tüm nesnelerin yörüngesi bir Kalman Filtresi tarafından tahmin edilir. Daha sonra ortamdaki her bir nesnenin konumunun ve hızının 5 ila 10 saniyelik bir zaman açıklaması mevcuttur. Ego aracının yörüngelerinin risk değerlendirmesi için kullanılacaktır. Nesne kümelemesi, ilgili nesnelerin sayısını sınırlamamızı sağlar. Ego aracını çevreleyen sekiz bölge belirliyoruz: üçü önde ve üçü arkada (biri aynı şeritte, biri sağda şeritte, diğeri solda şeritte), biri sağda ve biri de sağda ego aracının sol tarafında, Şekil 2'de gösterilen ızgara görüntüsüne. Aynı bölgede iki nesne algılanırsa, daha büyük bir nesneye kümelenirler. Bu, hesaplama süresini düşük tutarak maksimum sekiz nesneye yol açar.

Ego aracı için yörüngenin ilk nesli ve değerlendirilmesi:
Ego aracı için, her biri Manevra modülü tarafından belirtilen manevraların sınırları içinde farklı bir hedef hız ve hedef şeride sahip olan sabit sayıda düzgün polinom yörünge üretilir. Simülasyonlarda, manevra başına 2 ila 5 yörüngenin hesaplanması, hesaplama süresi ile çözüm alanının çözünürlüğü arasında iyi bir uzlaşma sağlar.

Konum, hız ve ivmenin mevcut ve hedef değerleri, boyuna yönde 6, yanal yönde 6 kısıtlamalar sağlar. Bu, her bir yön için 5. dereceden polinomlara yol açar. Bu polinomların katsayılarının hesaplanması için yukarıdaki denklem kullanılır.

Bir sonraki adımda performans veya alternatif olarak, önerilen her bir yörüngenin maliyeti hesaplanır. Bu maliyet karmaşıktır: risk, diğer mümkün olanların yanı sıra hız, tahmini konfor, tüketim gibi değerlendirilir. Bir yörüngenin toplam maliyeti, her bir kısmi maliyetin ağırlıklı toplamıdır.

Bu ağırlıklar, üreticilerin veya müşterilerin tercihlerine bağlı olarak sportif, konforlu veya tam yasal sürüşü teşvik edecek şekilde ayarlanmıştır. Güvenlik için, risk maliyetinin ağırlığı her zaman en önemlisi olacaktır, böylece yüksek riskli maliyet diğer maliyetler tarafından tamamen geri alınamaz.

Güvenlik en önemli endişe, risk değerlendirilecek ilk maliyettir. Risk, diğer araçlarla veya nesnelerle çarpışma olasılığının ve çarpışma ağırlığının bir ürünü olarak tanımlanmaktadır. Bir çarpışma olasılığının çarpışma zamanı ile ters orantılı olduğu varsayılmaktadır. Gravite, iki nesne arasındaki karesel hız farkı ile orantılı olarak seçilir ve aynı zamanda doğalarına da bağlıdır. Risk maliyeti, yol sürtünme bilgisi mevcutsa kaymanın olası dengesizliğini dikkate alır. Hız maliyeti, yasal hız sınırlarında ulaşılabilecek mesafenin ve önerilen yörünge süresi içinde gerçekten ulaşılan mesafenin farkı olarak hesaplanır. Konfor maliyeti, yörünge tarafından önerilen hızlanmadaki tüm değişikliklerin ikinci dereceden bir toplamı olarak hesaplanır. Tüketim maliyeti, hızlanma ve hız profilinden düşülür. Yol kodu ofans maliyeti,

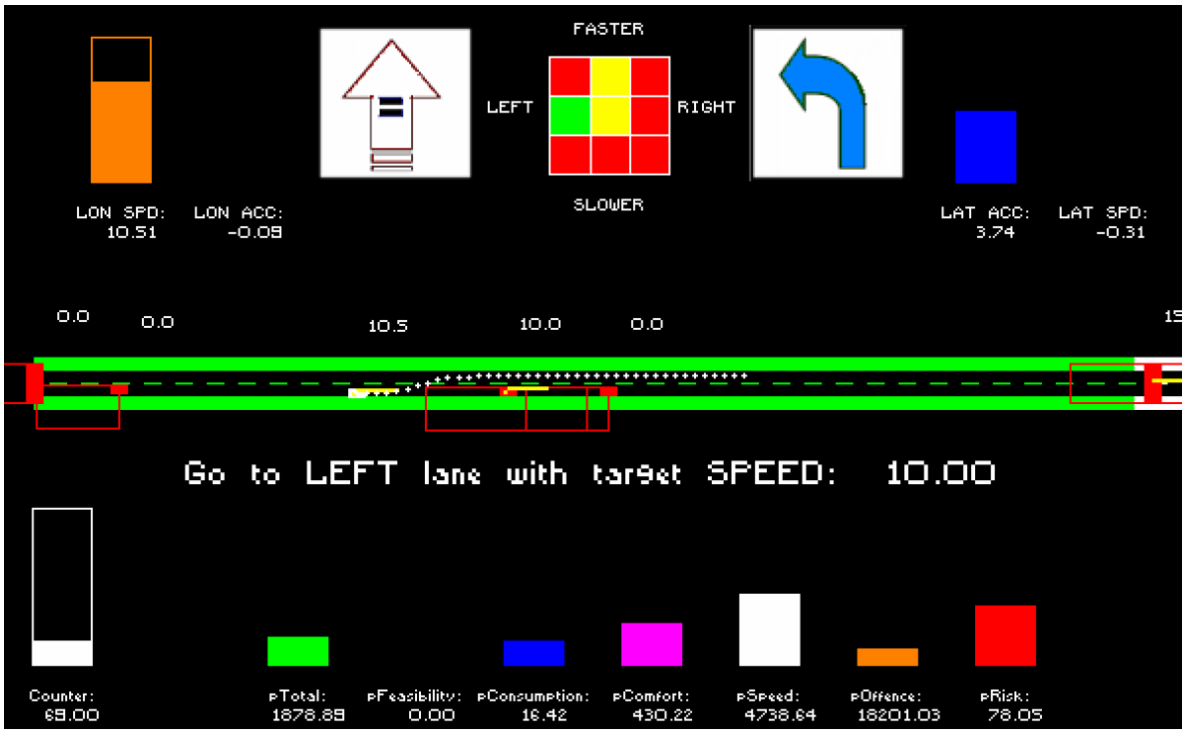
hızlanma ve tüm yol işaretlerini geçme cezalarını birleştirir. Sol şeritte sürüş için küçük ofans maliyetleri, mümkün olduğunda doğru şeridi seçmeye davet eder.

Ego aracı için yörüngenin ikinci nesli ve değerlendirilmesi:
İkinci adımda, en iyi yörüngeler toplam maliyetlerine göre ağırlıklandırılır ve çiftler halinde birleştirilerek ikinci bir yörünge nesline yol açar. Bu, yörüngelerin ayrık çözüm uzayını geliştirerek daha iyi performans gösteren yörüngelere ve bir yörüngeden diğerine daha yumuşak geçişlere yol açar.

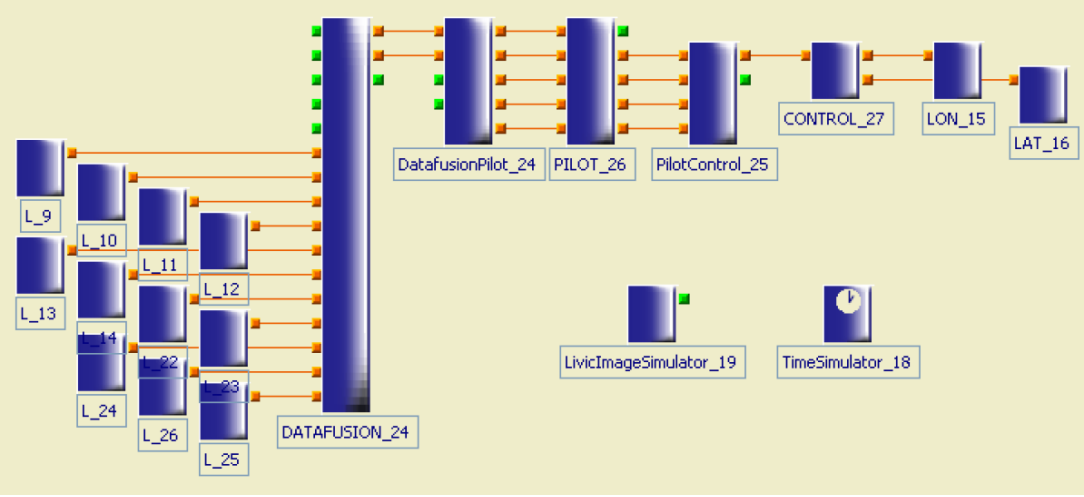
İkinci neslin her yörüngesinin toplam maliyeti hesaplanır. Her iki neslin en iyi yörüngesi, otomatik sürüş durumunda gerçekleştirilmek üzere seçilmiştir. Alternatif olarak, destekli sürüşlerde, aralarından seçim yapılabilecek en iyi birkaç yörünge sürücüye sunulabilir.

Şekil 3.18'deki beyaz noktalar, söz konusu aracın yeşil renkte iki şeritli bir yol üzerinde kırmızı kareler olarak gösterilen diğer nesnelerle en uygun yörüngesini sunar. En iyi yörüngeler, 9 manevra ızgarası üzerinde yeşil bir kutu ile ve hedef hız ve hedef şeridi belirten bir mesajla kolayca iletilebilir. Histogramlar, farklı maliyet bileşenleri ile en iyi yörüngenin toplam maliyetini gösterir.

Aynı algoritma veya zekâ ile, pilotun karakteri algoritmada kullanılan birçok parametreden büyük ölçüde etkilenir. Simülasyon ortamında genetik algoritma ile optimizasyon yapılabilir. Bu, test pilotlarında düşük ortalama maliyetle pilot davranışı teşvik ederek insan pilotlarının eğitim sürecini taklit eder.



Şekil 3.18. Yörünge araştırma çerçevesi (Vanholme ve ark. 2010)



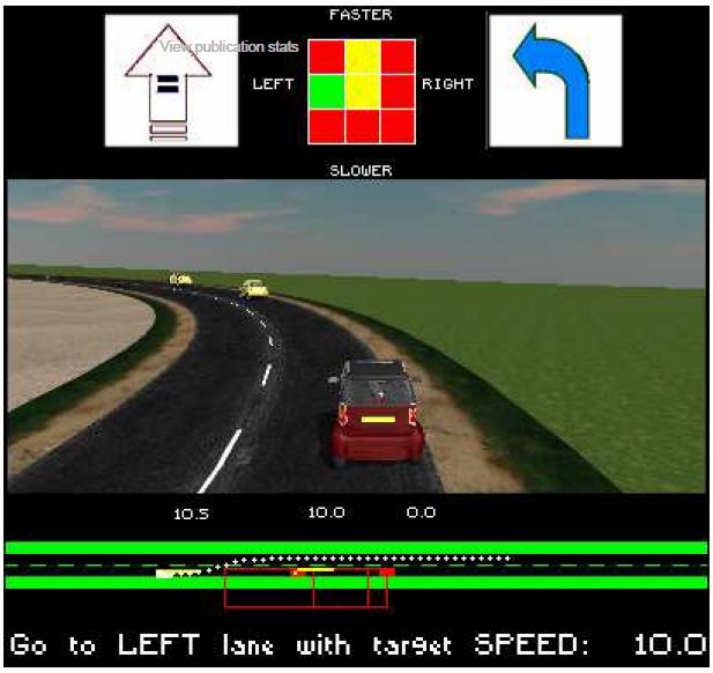
Şekil 3.19. Yardımcı pilot modülünün RT-Maps arayüzü (Vanholme ve ark. 2010)

3.6.9. Simülasyon

Ayarlanması gereken birçok parametre ile simülasyon, bu algoritmanın geliştirilmesinde önemli bir araçtır. Farklı çevre senaryolarının simülasyonu ve ego aracının eylemleri SiVIC1 ile yapılır. Çıktı tarafında, bu program füzyon modülümüze gerçekçi bir giriş sağlayan bir sensör simülatörüdür. SiVIC bir giriş olarak kontrol modülü tarafından oluşturulan komutları alır ve sonuçları gelişmiş bir araç modelinde gösterir. SiVIC ile farklı sürüş ortamları ve senaryoları oluşturulabilir.

SiVIC ile farklı sürüş destek modülleri arasındaki iletişim RTMaps2 ile yapılır. Bu, algoritma optimize edildiğinde yazılımı test araçlarına doğrudan takıp oynatmamızı sağlar.

Yazılım yapısı, Şekil 3.19'da gösterilmiştir. Çevre verileri, ego aracının hareketleri ve diğer on aracın hareketleri SiVIC tarafından hesaplanır ve L olarak belirtilen sensörler vasıtasıyla diğer modüllere gönderilir. SiVIC'in çıktısı, test araçlarında gerçek sensörler ve dijital harita bilgilerinden elde edebileceğimiz bilgilerdir. Tüm veriler bir DATAFUSION modülü ile kaynaşmıştır. Bu modül bu araştırmanın konusu değil (Vanholme ve ark. 2010).



Şekil 3.20. Sonuçların gösterilmesi ve hmi (Glaser ve ark. 2010)

Manevra ve yörünge algoritması PILOT modülünde bir araya getirilir. Tam otomasyonlu uygulamalarda, CONTROL modülü, PILOT modülü tarafından hesaplanan en uygun yörüngeyi takip etmekle şarj edilir. Alternatif olarak, sürüş yardımı uygulamalarında, bir HMI aracılığıyla aracı sürerek tamamen şarj edilmiş halde kalan bir dizi optimum yörünge önerilmektedir (bkz. Şekil 3.20.). Bugünün OEM'ler için mücadelesi, insan sürücü eylemlerini HAVE-IT Projesi'nin konusu olan ortak pilot eylemlerle birleştirmek.

Simülasyon sırasında, CONTROL modülünün uzunlamasına ve yanal hareketlere ilişkin verileri simülasyon yazılımı aracılığıyla ego aracıyla birlikte iletilir. Test araçlarında bu çıkışlar direksiyon simidi ve pedallardaki aktüatörlere iletilir.

İki ara modül DATAFUSIONPILOT ve PILOTCONTROL, farklı DATAFUSION ve CONTROL modülleri veya farklı projeler tarafından kullanılan veri yapılarını PILOT modülü tarafından kullanılanlara dönüştürür (Vanholme ve ark. 2010).

İki şeritli bir yolda ve yandaki beş nesnede, toplam hesaplama süresi standart bir ofis PC'sinde 80ms'dir. Yörünge Modülünün açıklamasında açıklandığı gibi, ilgili nesnelerin sayısı her zaman 8 ile sınırlandırılabilir. Bu nedenle ve kod optimizasyonları ile maksimum hesaplama süresi, otoyol hızlarında kabul edilebilir 3 ila 4 m uzunlamasına yer değiştirmeye karşılık gelen 100ms'den az olacaktır.

Simülasyon sırasındaki kullanıcı arayüzü (hmi1.bmp) 'de sunulmuştur, sırasıyla sol ve sağ simgelerle hızlanma ve şerit değişikliği için göstergeler sunar ve önerilen yörüngeyi beyaz noktalar ile sonraki 10 saniye boyunca görselleştirir (Glaser ve ark. 2007).

3.6.10. Manevra hesaplama çalışması sonucu

Bu çalışma, yol ve engellerin göz önünde bulundurularak taşıtın yörüngesini belirleme yöntemi sunmuştur (hareketli ya da değil). Başta robotik olmak üzere çeşitli yöntemler bu alanda var, ancak işlem süreleri ve gereken hafıza mevcut ECU'larda mevcut değil. Önerilen yöntem hızlıdır, yörünge daha yüksek bir frekansta tahmin edilebilir ve bir simülatör altındaki geliştirme olumlu sonuçlar verir.

Dahası, yöntem sürücü seçimiyle çok erken bir aşamada karşılaştırmaya izin verir. Aslında, sürücü ile etkileşim manevra seviyesinde çok kolay bir şekilde yapılabilir. İki yönlü kullanılabilir: sürücüyü ve kararını izlemek ya da yörüngeleri başlatmak için.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, taşıt transport sistemlerinde yapay zekanın kullanımına yönelik yapılan çalışmalar incelenmiş ve yapay zekanın özellikle otonom araçlarda kullanımına yönelik bilgiler verilmiştir. Yapılan çalışma yapay zekanın taşıtlarda kullanımının otonom araç seviyelerinde nasıl etkileyici olabildiği konusunda da bilgi vermektedir. Elde edilen sonuçlar olarak, otonom araç seviyelerinin üst gruplara çıkarılmasında yapay zeka önemli rol oynadığı, yapay zekanın yapısında yer alan eğitilebilme ve öğrenme özellikleri otonom sürüş güvenliği için vazgeçilmez bir yardımcı algoritma olarak kullanılabileceği, araç-araç, araç-yol, araç-insan iletişimi ve olaylara göre sonuç çıkarabilme özellikleri için yapay zeka gerektiği bu konularda yeni çalışmalar ve sistem tasarımlarında destek olarak kullanılabileceği ve şu an yapılan çalışmaların bu alanlara yönelik olduğu gözlemlenmiştir.

Günümüzde otonom araçlarda yapay zeka sistemi tam otonomluğu sağlayacak kadar gelişmedi. Seviye-1 otonom araçlarda sürücü destek sistemleri, güvenliği artırmak, kaza riskini azaltmak için kullanılmaktadır ancak bu sistemlere yapay zeka henüz tam anlamıyla entegre edilememiştir. Buna rağmen bir istisna örneği vermek gerekirse; sürücülerin daha çok tercih ettikleri yolları öğrenerek rota oluştururken bu yollar üzerinden öneri verilebilen bazı navigasyon sistemleri yapay zekanın temel olgularını kullanmaktadır. Bunu bir adım daha ileri taşımak için, otonom araçlara yine sürüş güvenliğini artırmak amacıyla araçların birbirinden ve merkezi bir sistemden veri çekerek en çok kaza yaşanan bölgeleri, riskli yolları vb. öğrenebileceği bir yapay zeka sistemi entegre edilebilir. Böylece sürücüye bu bölgelere girmeden başka bir güzergâh önerilebilir ya da bölgeye girmek zorunluluğunda önceden uyarı verilerek sürücünün farkındalığı arttırılabilir. Bu yetkili mercilere veri kaynağı olarak da kullanılabileceği için riskli bölgeler üzerinde iyileştirme çalışmalarına olumlu katkısı da olacaktır.

5. SONUÇ

Yapay zeka, gelecekte yollardaki sürücü, yaya, bisikletli vb. her durumdaki kişilerin güvenliğini artırmada büyük rol oynayacaktır. Buna başka çalışma konusu olarak örnek vermek gerekirse, araç-araç iletişimi olan bir yapay zeka ağında araçların birbirlerinin navigasyon sistemleri üzerinden rotalarını görme durumunda, hangi yöne kaç km/h saatlik hızla gittiklerini bilerek çarpışma-kaza olasılığını en aza indirmek olabilir. Bu sistemde sürücü yapay zeka tarafından diğer aracın karşısına çıkma ihtimali ile bilgilendirilecek ve sürücünün dikkatli olması sağlanacaktır.

Yapay zeka, sürücünün doğrudan sağlığıyla ilgili olarak da yapılandırılabilir. Örneğin, sürücünün yolculuk esnasında bir sağlık problemi geçirmesi durumunda (yapay zekaya önceden öğretilen farklı durumlar için: kalp krizi, tansiyon, yüksek ateş, bilinç kaybı vb.) araca entegre edilen sensörler vasıtasıyla direkt olarak aracın konumunu en yakın sağlık kuruluşuna bilgi geçerek sürücü acil yardım hizmetinden faydalandırılabilir. Ya da bir ileri aşaması yapay zeka sistemi kontrolü sürücüden alıp aracı en yakın sağlık kuruluşuna önceden bilgi verip götürebilir.

Bu tez çalışması literatür taraması şeklinde, yapay zekanın otonom araçlarda kullanımı sürecinde gelinen aşamalar ve bundan sonra bu konularda yapılabilecek çalışmalar konusunda bilgi içeren bir literatür çalışmasıdır. Literatürde yer alan uygulamalar incelendiğinde insan taşımacılığı, kişisel yolculuk, kargo hizmetleri gibi alanlarda yapay zeka uygulamalarının transport sistemlerinde kullanımı önümüzdeki yıllarda artacağı anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

Ackerman, E. 2013. "Video Friday: Bosch and Cars, ROVs and Whales, and Kuka Arms and Chainsaws". *IEEE Spectrum*-(Erişim tarihi 26 Ekim 2019)

Anonim, 2009. *VW Self-study programme 264 : The Brake Assist System*

Anomim, 2014. Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems. http://standards.sae.org/j3016_201401/

Anonim, 2015. CityMobil2: Cities demonstrating automated road passenger transport. http://www.citymobil2.eu/

Anonim, 2015. Automated and Autonomous Driving Regulation under uncertainty - OECD/ITF https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/15cpb_autonomousdriving.pdf-(Erişim tarihi: 17.09.2019)

Bäck, T. 1996. Evolutionary Algorithms in Theory and Practice, Oxford University Press, NY.

Bäck, Th., Fogel, D.B. 1997. Z. Michalewicz: Handbook of Evolutionary Computation, Institute of Physics Publishing, New York.

Bäck, T., Foussette, C., Krause, P. 2015. Automatische Metamodellierung von CAE-Simulationsmodellen (Automatic Meta-Modeling of CAE Simulation Models), ATZ – Automobiltechnische Zeitschrift 117(5), 64-69.

Balzer, D. 2002. Safety enhancement by lane observation of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), VDA, Technical Congress 2002, Germany.

Bajcsy, R. 1988. Active perception, Proceedings of the IEEE, 76:996-1005

Bäck, Th., Fogel, D.B. 1997. Z. Michalewicz: Handbook of Evolutionary Computation, Institute of Physics Publishing, New York.

Buxton, H. 2003. Learning and Understanding Dynamic Scene Activity: A Review, Vision Computing, 21: 125-36

Chaumette, F. 2006. S. Hutchinson: Visual Servo Control I: Basic Approaches, IEEE Robotics and Automation Magazine, 13(4): 82-90,

Cohen, S. A., Hopkins, D. (2019). Autonomous vehicles and the future of urban tourism. Annals of Tourism Research 74, 33-42.

Crowley, J. L., Christensen, H. I. 1995. Vision as a Process: Basic Research on Computer Vision Systems, Berlin: Springer

Council, 2002. Technology Development for Army Unmanned Ground Vehicles. doi:10.17226/10592. ISBN 9780309086202.

Dickmanns, E. D. 2007. Dynamic Vision for Perception and Control of Motion, London: Springer.

Ekmark, J., Pohl, J., 2003. A Lane Keeping Assist System For Passenger Cars - Design Aspects Of The User Interface.

Frankish, K., Ramsey, W. M. 2014. The Cambridge Handbook of Artificial Intelligence, Cambridge: *Cambridge University Press*.

Glaser, S., Rakotonirainy, A., Gruyer, D., Nouveliere, L. 2007. An Integrated Driver-Vehicle-Environment (IDVE) model to assess crash risks.

Glaser, S., Gruyer, D., Nouveliere, L., 2010. Maneuver-Based Trajectory Planning for Highly Autonomous Vehicles on Real Road With Traffic and Driver Interaction.

Gräning, L., Sendhoff, B. 2014. Shape Mining: A Holistic Data Mining Approach to Engineering Design. Advanced Engineering Informatics 28(2), 166-185.
Hayward, J. C. 1972. Near miss determination through use of a scale of danger. Report no. TTSC 7115, The Pennsylvania State University,
Hawkins, A. J. 2017. "Waymo is first to put fully self-driving cars on US roads without a safety driver". www.theverge.com. Erişim tarihi- 13.09.2019
Hoiem, D., Efros, A. A., Hebert, M. 2006. Putting Objects in Perspective, Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2137-44,
Huttenlocher, D. P., Ulman, S. 1990. Recognizing Solid Objects by Alignment with an Image, International Journal of Computer Vision, 5: 195-212,
Jamie, L. 2012. "The History of Car GPS Navigation," *PC Magazine* (www.pcmag.com)
Kanade, T. 1986. Autonomous land vehicle project at CMU. CSC 86 Proceedings of the 1986 ACM Fourteenth Annual Conference on Computer Science. Csc '86. pp. 71–80. doi:10.1145/324634.325197. ISBN 9780897911771.
Koopman, P., Wagner, M. 2017. Autonomous Vehicle Safety: An Interdisciplinary Challenge. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 90-96.
Lambert, A., Le Fort-Piat, N. 2001. Safe task planning integrating uncertainties and local maps federations Int. Journal of Robotics Research, 19(6), pp. 597-611.
Lavarac, N., Dzeroski, S. 1994. Inductive Logic Programming, Vol. 3: Non-Monotonic Reasoning and Uncertain Reasoning, Oxford University Press: Oxford.
McAleer, M. 2017. "Audi's self-driving A8: drivers can watch YouTube or check emails at 60km/h". The Irish Times.
Michon, J.A., 1985. A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do? In: Evans, L., Schwing, R.C. (Eds.), Human Behavior and Traffic Safety. Plenum Press, New York, pp. 485- 520.
Naab, K., Reichart, G., 1994. Driver Assistance Systems for Lateral and Longitudinal Vehicle Guidance - Heading Control and Active Cruise Support, Paper No 78, AVEC 94.
Nico, L., 2018. AVs in the Pacific Northwest: Reducing Greenhouse Gas Emissions in a Time of Automation, Urbanism Next Center
Novak, M. 2018. "The National Automated Highway System That Almost Was". Smithsonian.
Neukart, F., Hoffman, M., Bäck, T. 2017. Artificial Intelligence and Data Science in the Automotive Industry. https://arxiv.org/abs/1709.01989 - (Erişim tarihi: 17.08.2019)
Parent, **M. 2007.** Advanced Urban Transport: Automation Is on the Way in IEEE Intelligent Systems.
Rich, E., Knight, K. 1990. Artificial Intelligence.
Rosen, R. 2012. "Google's Self-Driving Cars: 300,000 Miles Logged, Not a Single Accident Under Computer Control". The Atlantic.
Saboune, J., Arezoomand, M., Martel, L., Laganiere, R., 2011. A Visual Blindspot Monitoring System for Safe Lane Changes. 6979. 1-10.
Schmidhuber, J. 2009. "Prof. Schmidhuber's highlights of robot car history".
Selyukh, A. 2016. "A 24-Year-Old Designed A Self-Driving Minibus; Maker Built It In Weeks". All Tech Considered. NPR.

Simon, A., Becker, J.C. 1999. Vehicle Guidance for an Autonomous Vehicle in IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems.
Silver, D. 2016. Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search, Nature 529, 484-489.
Sorg, C. 2014. Data Mining als Methode zur Industrialisierung und Qualifizierung neuer Fertigungsprozesse für CFK-Bauteile in automobiler Großserienproduktion (Data Mining as a Method for the Industrialization and Qualification of New Production Processes for CFRP Components in Large-Scale Automotive Production). Dissertation, Technical University of Munich.
Steve, L. 2018. Tackling the Transition to Automated Vehicles, Roads that Cars Can Read Report III, European Road Assessment Association
Straat, T. M., Fischler, M. A. 1991. Context-Based Vision: Recognizing Objects Using Information from Both 2D and 3D Imagery, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 13: 1050-65.
Timothy, L. 2017. "Fully Driverless Cars Could be Months Away. Google's Self-driving Car Unit Prepares to Launch a Taxi Service Near Phoenix,"
Todd, L. 2009. Transportation Cost and Benefit Analysis, Victoria Transport Policy Institute
Todd, L. 2013. "The New Transportation Planning Paradigm," ITE Journal (www.ite.org), Vo. 83, No. 6, pp. 20-28, 2013;
Turk, M.A., Morgenthaler, D.G., Gremban, K.D., Marra, M. 1988. "VITS-a vision system for automated land vehicle navigation". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 10 (3): 342–361. doi:10.1109/34.3899. ISSN 0162-8828.
Vanderblit, T. 2012. Autonomous Cars Through The Ages
Vanholme B., Glaser S., Mammar S., Dominique Gruyer D., 2010. "Maneuver-based trajectory planning for highly autonomous vehicles on real road with traffic and driver interaction."
Wallace, R. 1985. First results in robot road-following. JCAI'85 Proceedings of the 9th International Joint Conference on Artificial Intelligence.
Weber, M. 2019. CHM: https://computerhistory.org/blog/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles/ (Erişim tarihi : 22.09.2019)
Y. Zein, M. Darwiche, O. Mokhiamar, GPS tracking system for autonomous vehicles. Alexandria Engineering Journal (2018) 57, 3127–3137

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sercan Gürtaş

Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 12.03.1992

Yabancı Dili : İngilizce ve Fransızca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Ali Osman Sönmez Fen Lisesi

Lisans : Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Oyak Renault Otomobil Fabrikası, Devam ediyor

İletişim (e-posta) : Sercan.Gurtas@renault.com