



Oturum 2: Gezgin Robotlar (Mobile Robots)

Yrd.Doç.Dr. Ahmet YAZICI

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

İletişim: ayazici@ogu.edu.tr

12.08.2015

Content

- Introduction
 - History of Mobile Robotics
- Studies at ESOĞÜ AI&Robotic Laboratory
 - JUNIOR ROBOTS (2002-2004)
 - ESOĞÜ BAP Projesi (2003-2006)
 - DPT PROJESİ (2005-2007)
 - TÜBİTAK PROJESİ (2007-2009)
- Products of Inovasyon Mühendislik
 - Indoor Positioning Systems
 - Intelligent Wheelchair
- Gezgin Robot Eğitim-Araştırma Başlangıç: Simulatorler

Otomatik İş Yapan Sistemler

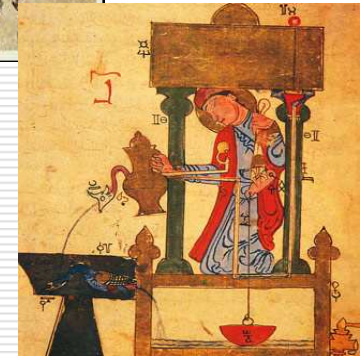
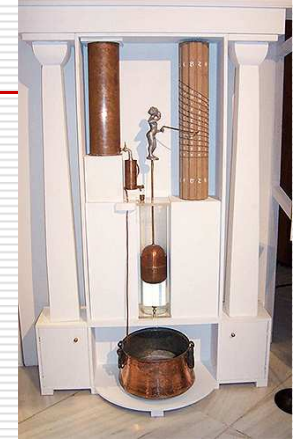
□ MÖ 250, Ktesibios;

- Su Saati

□ 1136-1208 : El-Cezeri

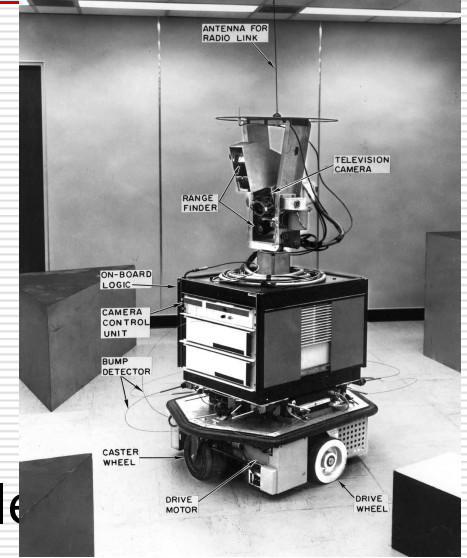
- Robot filler,
- Otomatik saatler
- Ele su döken robot insan
- Kendi kendine öten tavus kuşları

□ 1920, Robot: Karel Capek'in Rossum's Universal Robots oyunu: İnsanların yaptığı işleri yapacak makineler (Czech kelimesi: "robota" means simply work)



Robotik'in Bilim Oluşu ve Günümüz

- ❑ **1939**, New York dünya fuarında, yürüyebilen robot "Electra" sergilendi
- ❑ **1956**, Yapay Zeka: Makinelerin Akıl unsurları içerecek şekilde yapımı (John McCarthy)
- ❑ **1966**, SHAKEY: Yapay Zeka ve Robotik'in birleşimi. Gezgin robot (Mobile robot)
- ❑ **1980**, 3. nesil Robot tanımı: **Algılama ile davranış** arasında zeki bağlantılar kurma
- ❑ **2014-2010: Robotik, AB Stratejik Araştırma Alt Alanı**



SHAKEY



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)



Bazı Robotik Sistemler



Sojourner
(uzay Robotu)



Robot Kolları



Akıllı Arabalar
-OSU-ACT
-Google car



Ameliyat Robotları



Temizlik
Süpürgeleri

Gezin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)



Bazı Robotik Sistemler



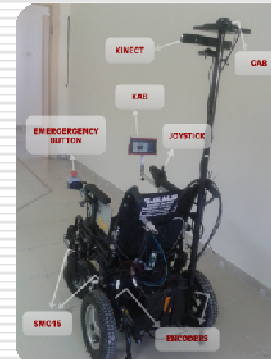
İnsansız Hava Araçları(ANKA)



Animatronik Yüz



İnsansı Robotlar (Akıncı)



Akıllı Tekerlekli Sandalye(ATEKS)



İnsansız Kara Araçları (İzci)



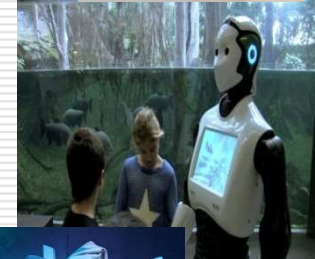
İnsansız Su Altı Araçları (Desistek)

Eğitimde Robotlar: Dünya'da durum

- Robotlar öncelikle
 - Temel Bilim Eğitimi
 - Teknoloji eğitimi
 - Mühendislik
 - Matematik
 - Dil eğitimi

alanlarındaki eğitimde yaygın olarak kullanılmakta.

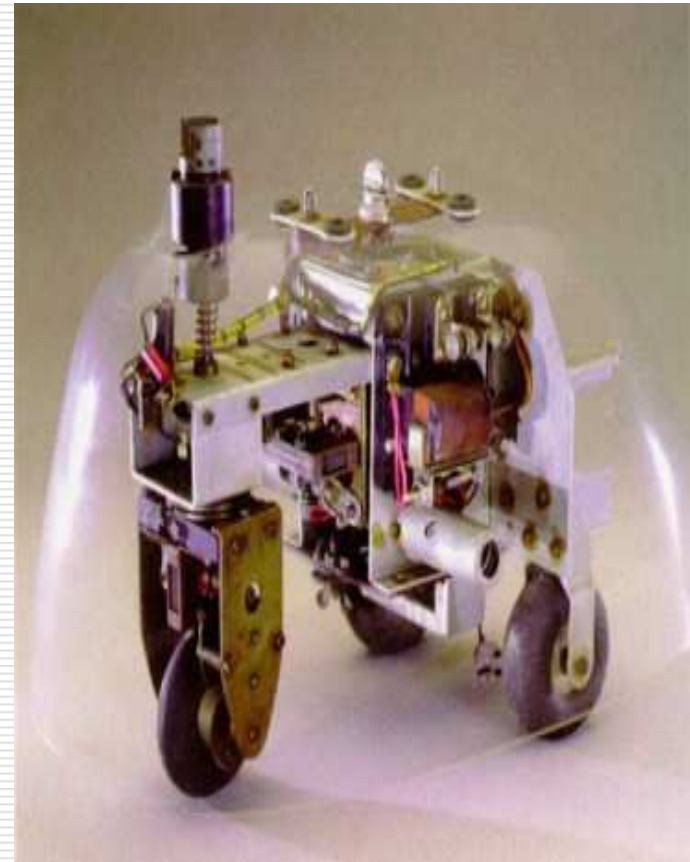
- Eğitim Robotları, Eğitim Teknolojilerinde alt alan olarak kabul edilmekte
 - Elektronik Robotik Set (Elektronik, Yazılım)
 - Mekanik Robotik Kit (Algılayıcı, Temel Bilim, Teknoloji)
 - İnsansı Robot(Dil eğitimi, fizik, biyoloji..)



History of Mobile Robotics:

1953 -Walter Grey's Tortoise

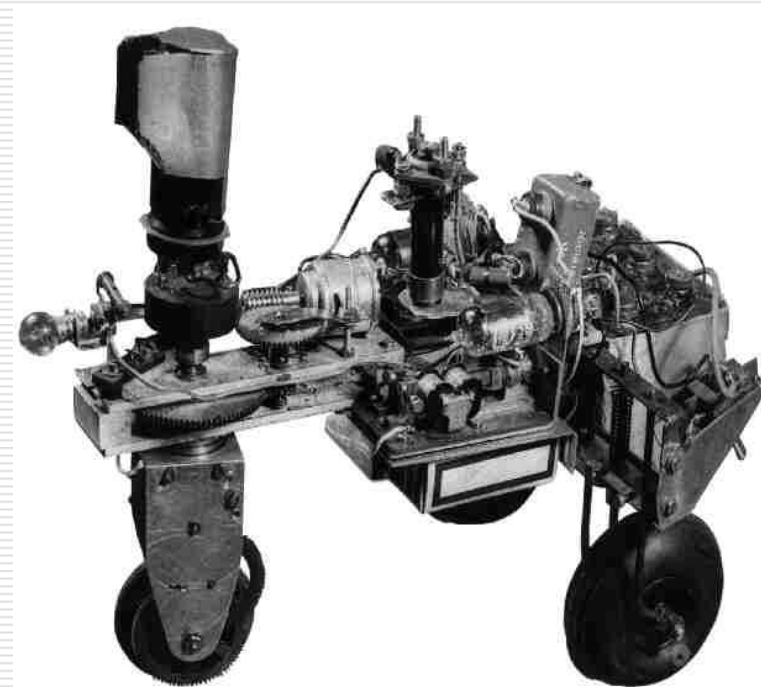
- ❑ W. Grey Walter applies cybernetics principles to a robotic design
- ❑ The simple principles involved were:
 - Parsimony**: simple is better. Simple reflexes are the basis of robot behavior.
 - Exploration or speculation**: the system never remains still except when recharging. Constant motion is needed to keep it from being trapped.
 - Attraction**: the system is motivated to move towards objects or light.
 - Aversion**: the system moves away from certain objects, such as obstacles.
 - Discernment**: the system can distinguish between productive and unproductive behavior, adapting itself to the situation.



History of Mobile Robotics:

1953 -Walter Grey's Tortoise

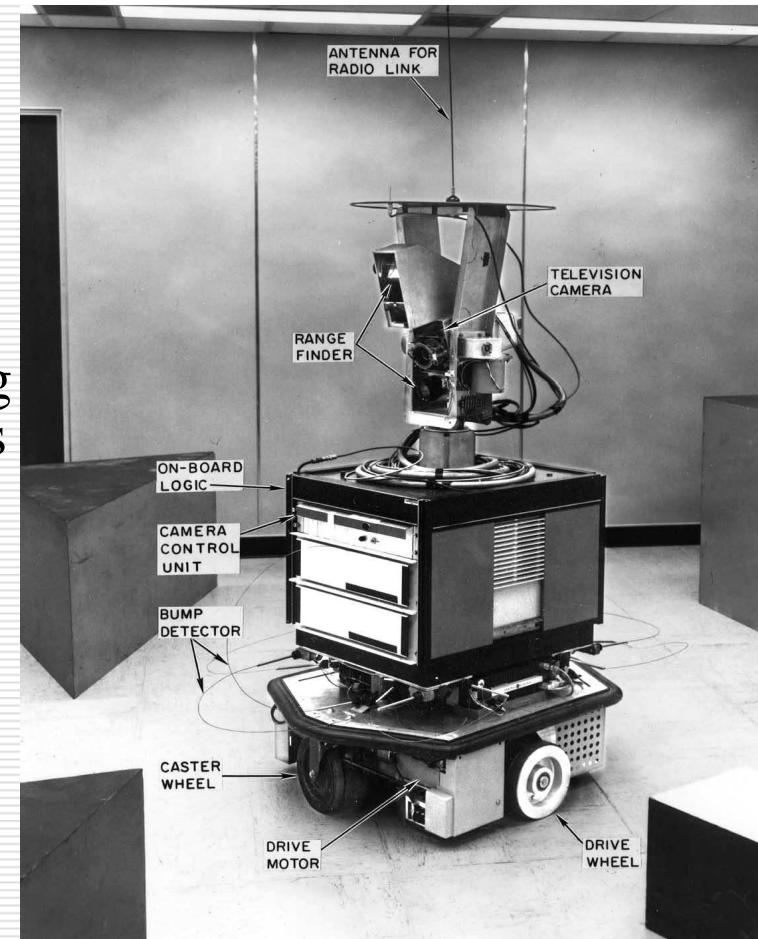
- ☐ These vehicles had a light sensor, touch sensor, propulsion motor, steering motor, and a two vacuum tube analog computer
- ☐ Looking for light
- ☐ Moving towards weak light
- ☐ Running away from bright light
- ☐ Turning away from obstacles
- ☐ Charging batteries



History of Mobile Robotics:

1966- Shakey-the first mobile robot

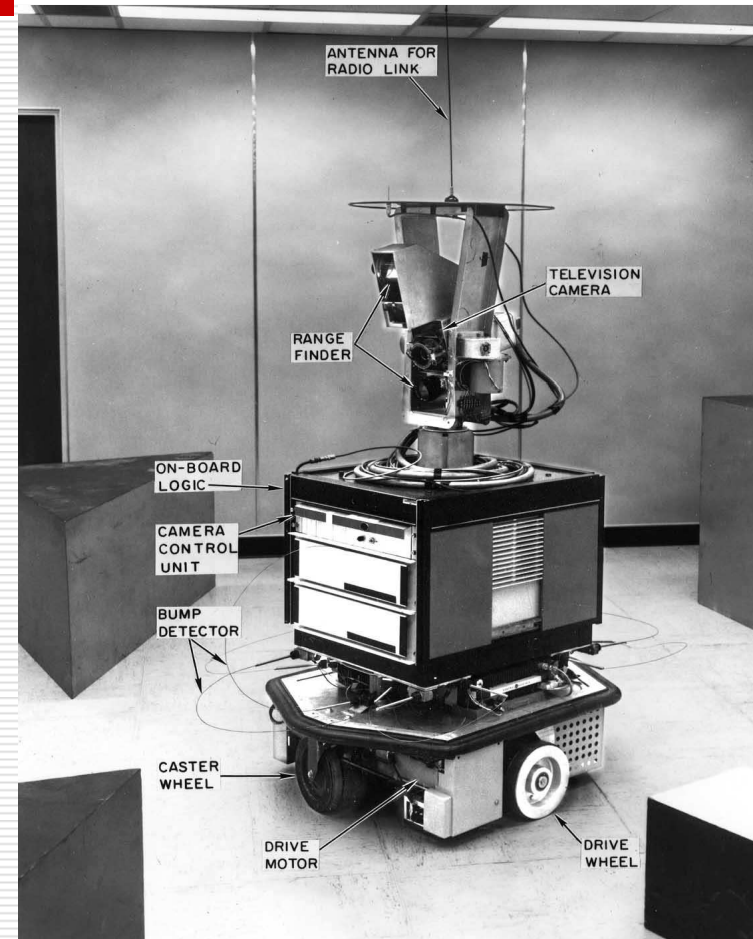
- ❑ Shakey was the first mobile robot to be operated using AI techniques
- ❑ Developed by Stanford Research Institute's (SRI) Artificial Intelligence Center from 1966 through 1972 .
- ❑ Shakey had a TV camera, a triangulating range finder, and bump sensors, and was connected to DEC PDP-10 and PDP-15 computers via radio and video links.
- ❑ The vision system would recognize objects and pushed objects according to a plan.
- ❑ This planning software was STRIPS, and it maintained and updated a world model.



History of Mobile Robotics:

1966- Shakey-the first mobile robot

- ❑ Shakey used programs for perception, world-modeling, and acting.
- ❑ Low-level action routines took care of simple moving, turning, and route planning.
- ❑ Intermediate level actions strung the low level ones together in ways that robustly accomplished more complex tasks.
- ❑ The highest level programs could make and execute plans to achieve goals given it by a user.
- ❑ The system also generalized and saved these plans for possible future use.



History of Mobile Robotics:

1970-1977-

- ❑ 1970's – JPL develops its first planetary exploration Rover using a TV camera, laser range finder and tactile sensors.
- ❑ 1972 – First snake-like robot – ACM III – Hirose – Tokyo Inst. Of Tech.



- ❑ 1977 – Development of mobile robot Hilaire at Laboratoire d'Automatique et d'Analyse des Systemes (LAAS) in Toulouse, France. This mobile robot had three wheels and it is still in use.

History of Mobile Robotics:

1977-1983-

- 1977-1983 – Stanford cart/CMU rover developed by Hans Moravec, later on became the Nomad mobile robot.
- The XR4000 is an advanced mobile robot system that incorporates state of the art drive, control, networking, power management, sensing, communication and software development technologies.



History of Mobile Robotics:

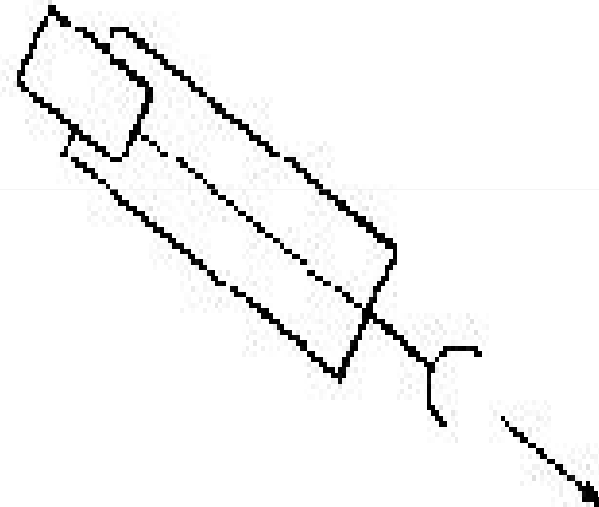
1984-1991

- ❑ V. Braitenberg revived the tortoise mobile robots of W. Grey Walter creating autonomous robots exhibiting behaviors.
- ❑ Hogg, Martin and Resnick at MIT create mobile robots using LEGO blocks (precursor to LEGO Mindstorms).
- ❑ Rodney Brooks at MIT creates first insect robots at MIT AI Lab – birth of behavioral robotics.

History of Mobile Robotics:

1984-1991- Braitenberg Vehicles

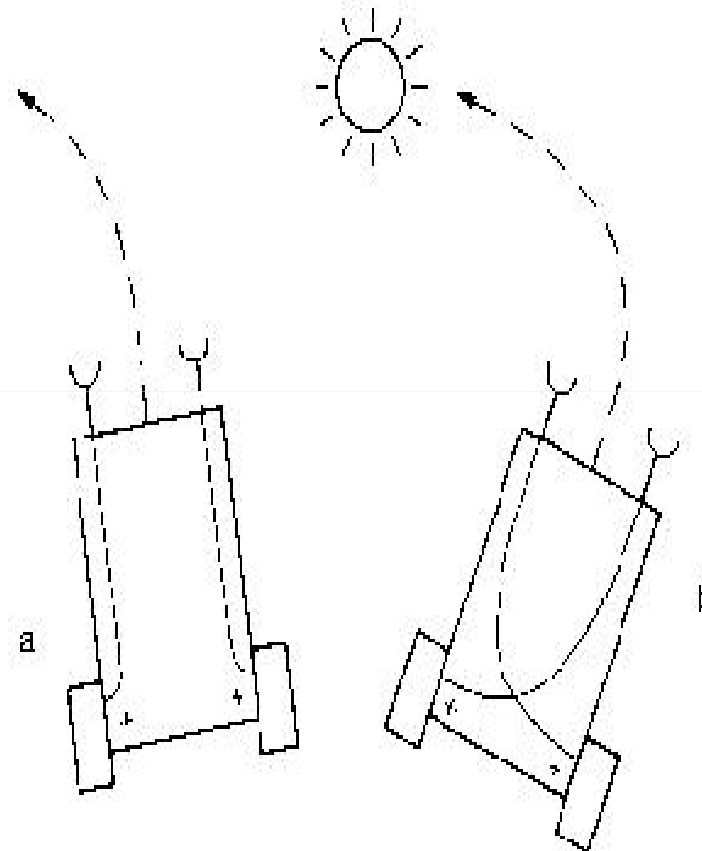
- ☐ Experiments in Synthetic psychology (Valentino Braitenberg)
- ☐ Vehicle 1
- ☐ One thermal sensor
- ☐ One motor
- ☐ Moving fast in hot and slow in cold environments



History of Mobile Robotics:

1984-1991- Braitenberg Vehicles

- ❑ Two thermal sensors
- ❑ Two motors
- ❑ Going towards and running away from the light due to differential drive of motors.
- ❑ Total 15 Vehicles



Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Robotik Çalışmaları

<http://www.ai-robotlab.ogu.edu.tr>

□ 2002: Eskişehir Osmangazi Üniv.

İlk çalışmalar

- 3 Öğretim Üyesi
- Mini Robotlar
- ESOGÜ-AIR Laboratuvarında Geliştirildi



□ Bazı Projeler

- Farklı Yetenekler Sahip Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü, **ESOGÜ BAP**
- Homojen Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunda Dinamik Rol Dağıtımıyla Görevlerin Gerçekleştirilmesi, **DPT**
- DARPA Akıllı Şehir içi Araba Yarışı, **OSU-ACT** takımının Teknik Sponsoru
- Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amaçıyla Gezgin Robot Rota Planlaması, **TÜBİTAK**



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)



AI Robotics Laboratory: Junior Robots

- ❑ In our laboratory, we designed and implemented an intelligent small mobile robots, named Junior.
- ❑ We plan to use these robots as the smallest member of a mobile robot team.
- ❑ It will navigate in the environment and collect information where other members of the team cannot reach.



AI Robotics Laboratory: Pioneer 3 Robots

- ❑ Pioneer 3 AT robot (x1)
 - an onboard computer(Linux O.S.),
 - laser range finder,
 - sonar array,
 - camera,
 - wireless communication.

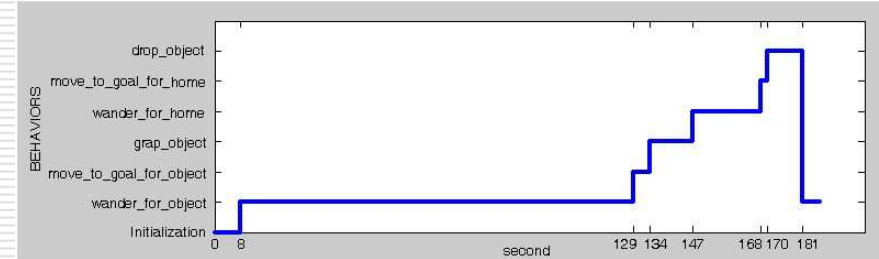
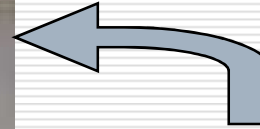
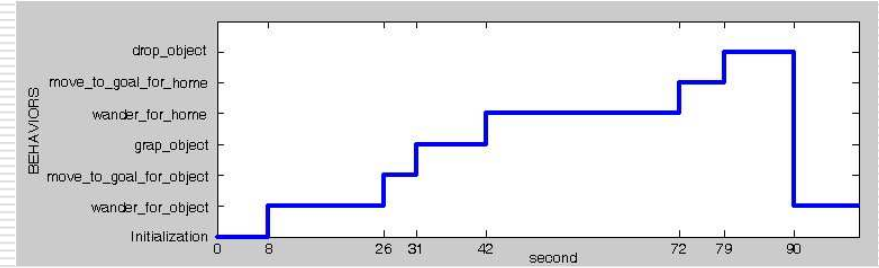
- ❑ Pioneer 3 DX (x3)
 - Additionally a gripper
 - no laser range finder.



ESOGÜ BAP Projesi (2003-2006)

Farklı Yetenekteki Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü

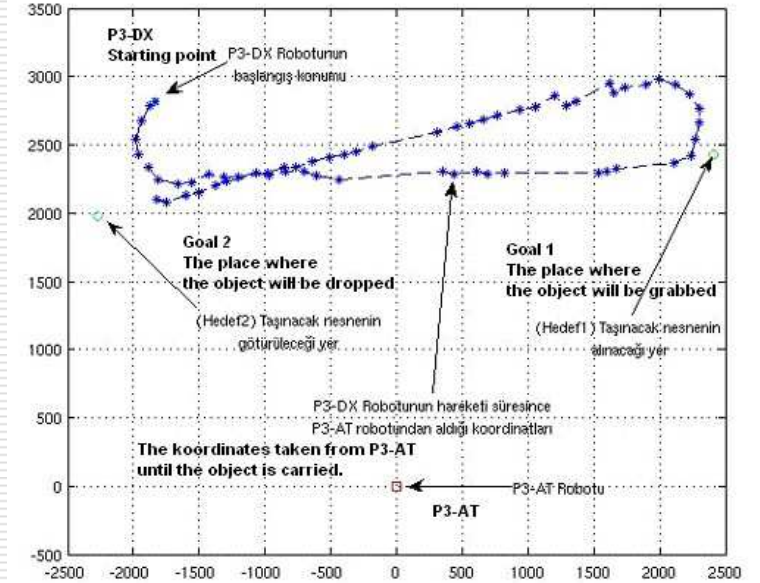
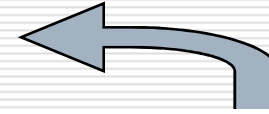
□ Robot davranışları geliştirme



ESOGÜ BAP Projesi (2003-2006)

Farklı Yetenekteki Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü

□ Robotlar arası işbirliği ve haberleşme



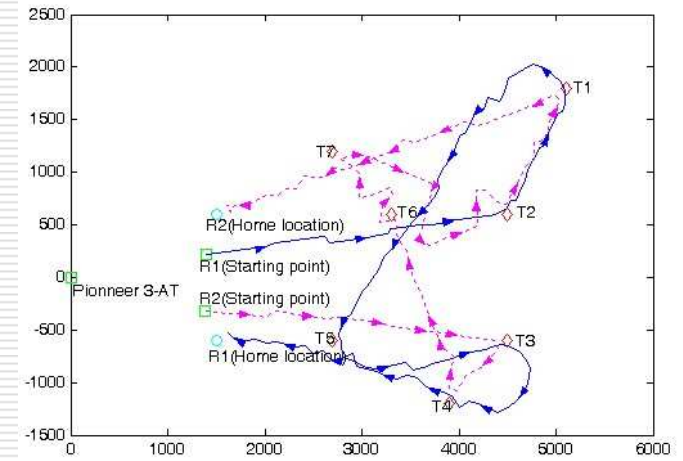
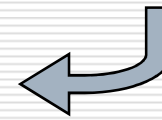
ESOGÜ BAP Projesi (2003-2006)

Farklı Yetenekteki Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü

□ Merkezi Görev Dağıtımı



Task no	First Operation		Second Operation		Task location	
	R_i	$p_i(\text{unit})$	R_i	$p_i(\text{unit})$	X(mm)	Y(mm)
1	R_1	8	R_2	2	5100	1800
2	R_1	7	R_2	5	4500	600
3	R_2	6	R_1	4	4500	-600
4	R_2	5	R_1	3	3900	-1200
5	R_1	7	-	-	2700	-600
6	R_2	1	-	-	3300	600
7	R_2	5	-	-	2700	1200



ESOGÜ BAP Projesi (2003-2006)

Farklı Yetenekteki Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü

□ Hata Toleranslı Ajan Tabanlı Kontrol Mimarisi

- Otonom araçların, gerçek zamanda yapması gereken çok fazla hesaplamalar vardır:
 - Algılayıcılardan sağlanan verilerin değerlendirilmesi,
 - Kamera, lazer, sesüsütü, pusula, gyro, v.b.
 - Araç hareket kontrolü,
 - Tekerler, tutucular, v.b.
 - Planlamalar
 - hareket planı, yol planı, v.b.
 - İnsanlarla etkileşim,
 - Diğer araçlarla işbirliği, v.b.

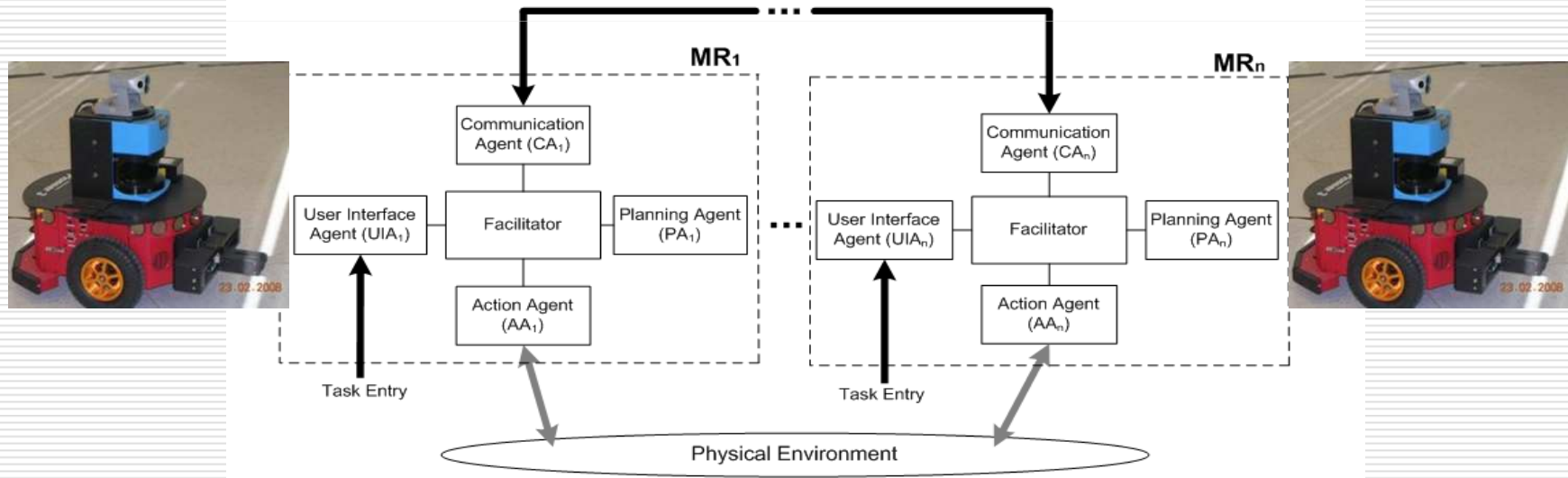


ESOGÜ BAP Projesi (2003-2006)

Farklı Yetenekteki Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü

□ Hata Toleranslı Ajan Tabanlı Kontrol Mimarisi

- Gerçek zamanlı, hatalara karşı daha gürbüz, genişlemeye uygun, kolay geliştirilebilir, özyönetime sahip kontrol yazılımı, ajan tabanlı yaklaşımla ve uygun ara yazılım teknolojileri kullanılarak geliştirilebilir.

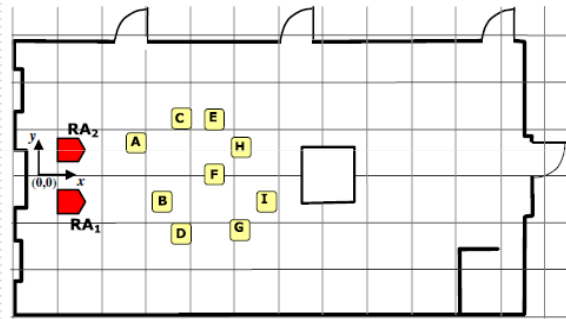


DPT PROJESİ (2005-2007)

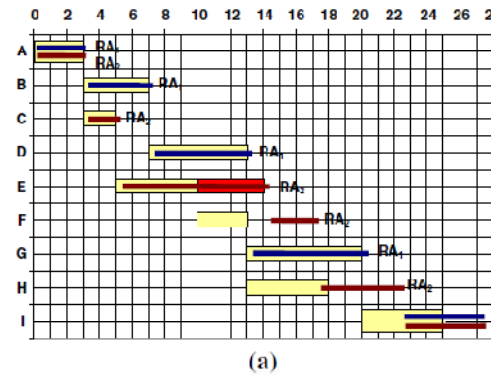
Homojen Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunda Dağıtık Rol Dağıtımıyla Görevlerin Gerçeklenmesi

Gezgin Robotla için Proje Tabanlı Görev Çizelgeleme

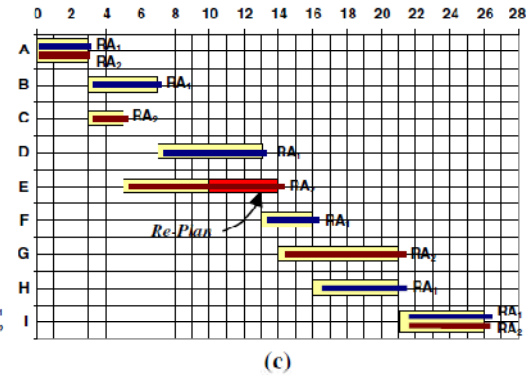
Örnek Uygulama



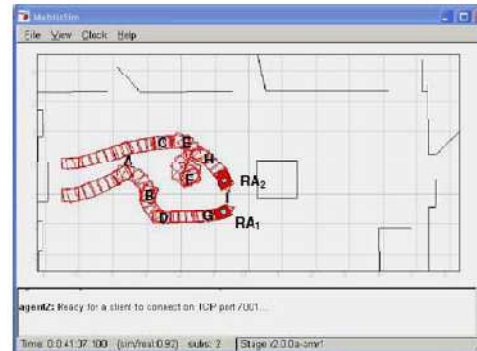
Benzetim Ortamı



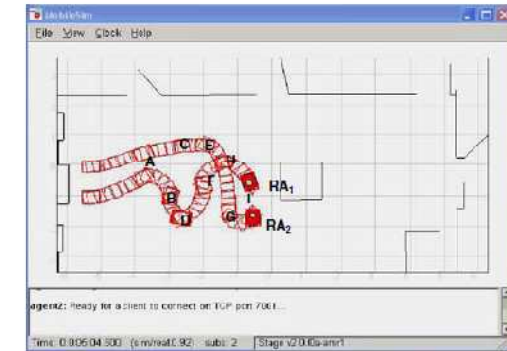
(a)



(c)



(b)



(d)

Gecikme Yok

Gecikme var

DPT PROJESİ (2005-2007)

Homojen Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunda Dağıtık Rol Dağıtımıyla Görevlerin Gerçeklenmesi

□ Sezgisel Algoritmalar Kullanılarak Gezgin Robotlarda Yol Planlamaları

- Tek robot – Çok robot
- Enerji ve ortam dinamiklerini dikkate alan algoritmalar
- Gezgin satıcı problemi (TSP) – Araç Rotalama Problemi (VRP)
- Kazanım (Savings), Süpürme (Sweep) ve Dijkstra'nın en kısa yol bulma sezgisel algoritmalarını

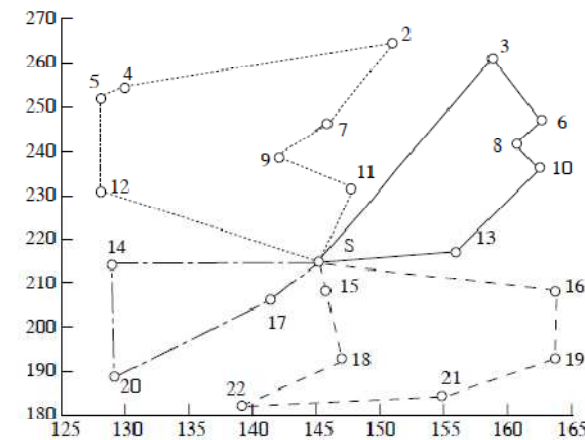
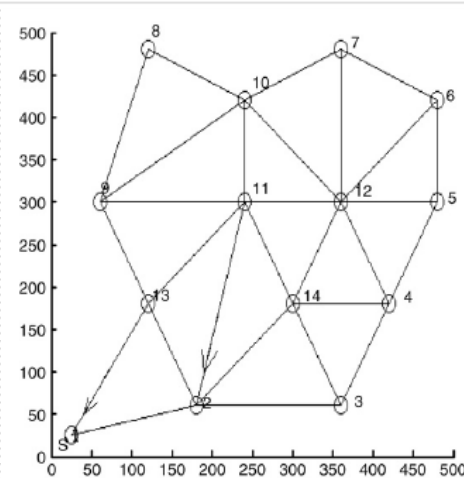
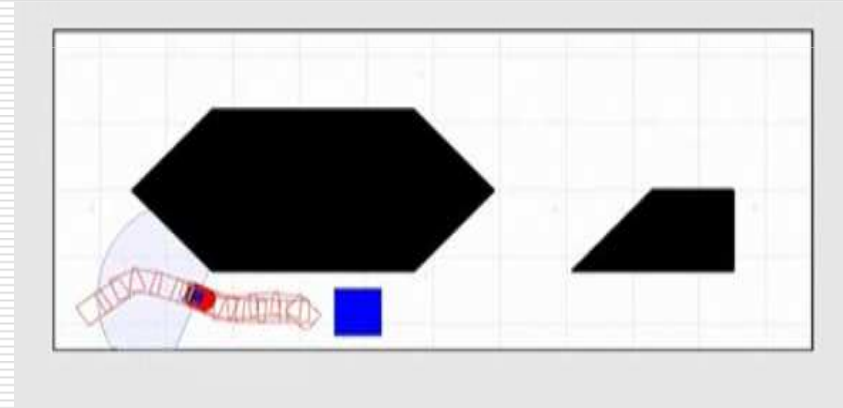
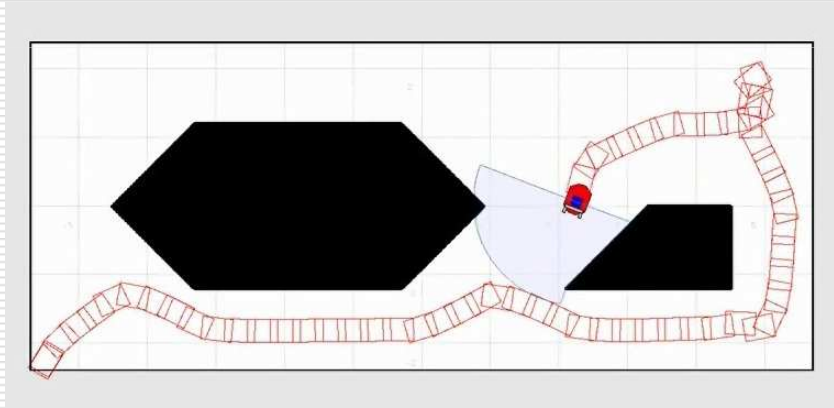


Figure 4. Constructed tours for 4 robots in Eil22 VRP problem.

TÜBİTAK PROJESİ (2007-2009)

Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amacıyla Gezgin Robot Rota Planlaması

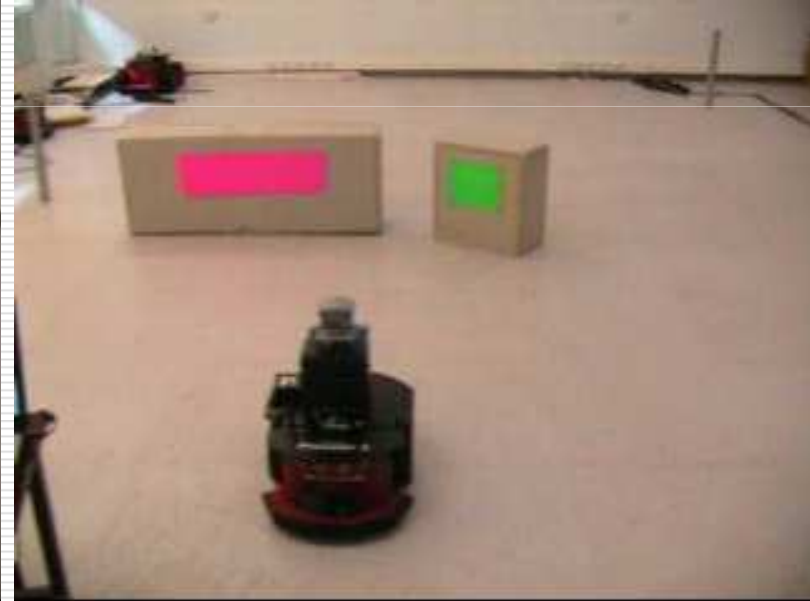
- Tek robotla statik ve dinamik ortam kapsama problemi



TÜBİTAK PROJESİ (2007-2009)

Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amacıyla Gezgin Robot Rota Planlaması

- Ortamdaki Değişken durumların algılanması

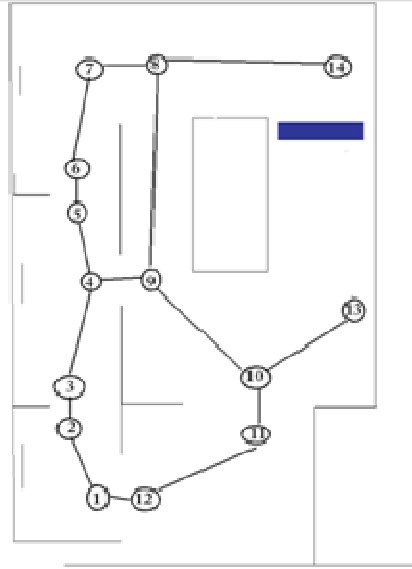
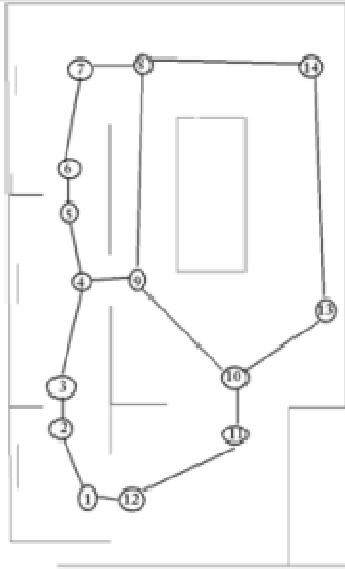


TÜBİTAK PROJESİ (2007-2009)

Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amacıyla Gezgin Robot Rota Planlaması- TEK ROBOT

□ Algılayıcı tabanlı kapsama

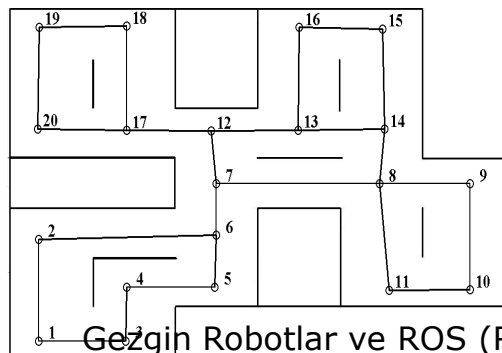
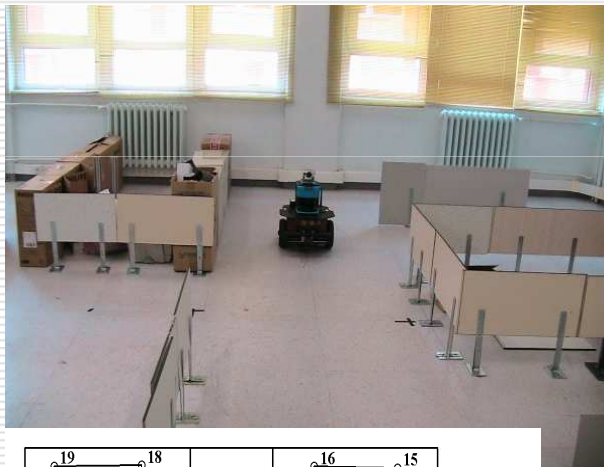
- Ortam modeli → GVD tabanlı
- Rota planlama → Çinli postacı problemi (CPP) ve kırsal postacı problemi (RPP)



TÜBİTAK PROJESİ (2007-2009)

Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amacıyla Gezgin Robot Rota Planlaması- ÇOK ROBOT

- Algılayıcı tabanlı kapsama
 - Rota planlama → Modeled as CARP (CAPACITATED ARC ROUTING PROBLEM)



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)



2009 sonrası Robotik Çalışmaları: Osmangazi Teknopark İşbirlikleri

İnovasyon Mühendislik Ltd:

- ❑ Sesüstü Konumlandırma Sistemi, Tübitak Teydeb, 2010
- ❑ İç Ortamlar için Konumlandırma Sistemi, Tübitak Teydeb, 2011
- ❑ Akıllı Tekerlekli Sandalye Platformu, 2014
- ❑ EVA Robot, 2014-
- ❑ Robotik Eğitim Merkezi Fizibilitesi



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)

Projeler - SESKON

Proje Adı: İç Ortamlar için Sesüstü Tabanlı Konumlandırma Sistemi (SESKON)

Destekleyen Kur.: TÜBİTAK TEYDEB 1508

Proje Takvimi: 01.01.2010-31.12.2010,

Durum: Başarı ile tamamlandı.

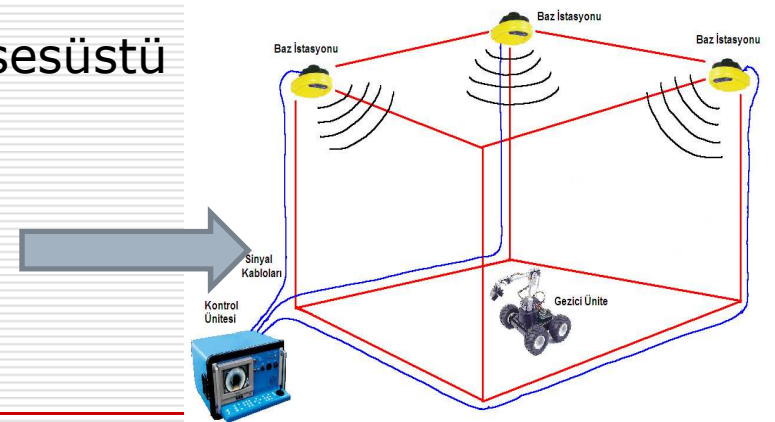
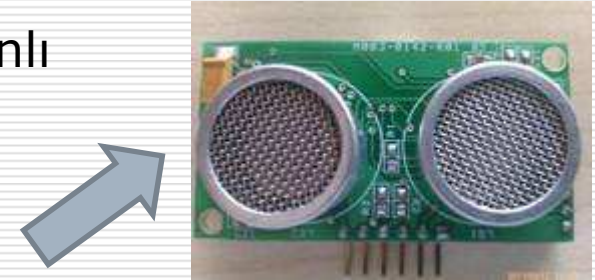
Proje Çıktıları:

1-SMO 13: 3-500 cm arası en fazla 1 cm hassasiyetle sesüstü mesafe ölçer

2-SESKON: 20m2 lik alanda 2 cm ile sesüstü konumlandırma yapan sistem.

SESKON sistemi bileşenleri:

- Hücre Kontrol Birimi (HKB)
- Gezgin Algılayıcı Birim (GAB)



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu (12-14 Ağustos 2015,

Proje Çıktısı Ürünler

❑ **SMO-13** Ult. Mesafe Ölçer



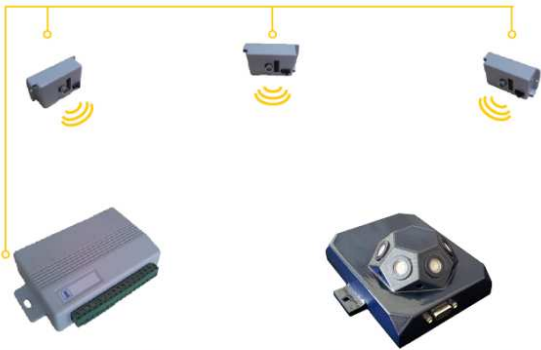
- ❑ Analog ve RS232'den tetiklenebilen,
- ❑ PWM ve RS232'den mm cinsinden çıkış
- ❑ 3 – 500cm arası max 1cm hata

❑ **SMO-15:** Ult. Mesafe Ölçer



- ❑ CANBUS veUSB'den tetiklenebilen,
- ❑ CANBUS veUSB'den mm cinsinden çıkış
- ❑ 3 – 500cm arası max 1cm hata

❑ **IM-KON100:** Ult. Konumlandırma Sistemi



Hücre Kontrol Birimi (HKB)

Gezgin Algılayıcı Birim (GAB)

- ❑ 5m yarıçaplı alanda konumlandırma yapabilen,
- ❑ Yüklenebilen kalibrasyon tablosu ile 2cm hata ile konum hesaplayabilen,
- ❑ RS232 üzerinden komut alabilen ve çıkış verebilen konumlandırma sistemidir.

(Geliştirilmeye devam edildi.)
Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu (12-14 Ağustos 2015,

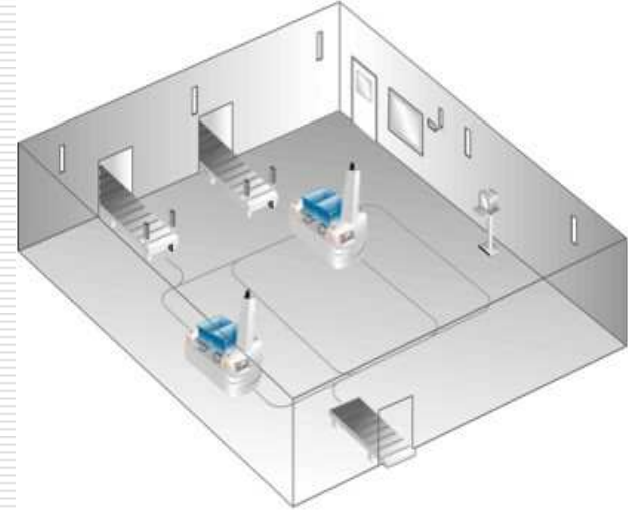
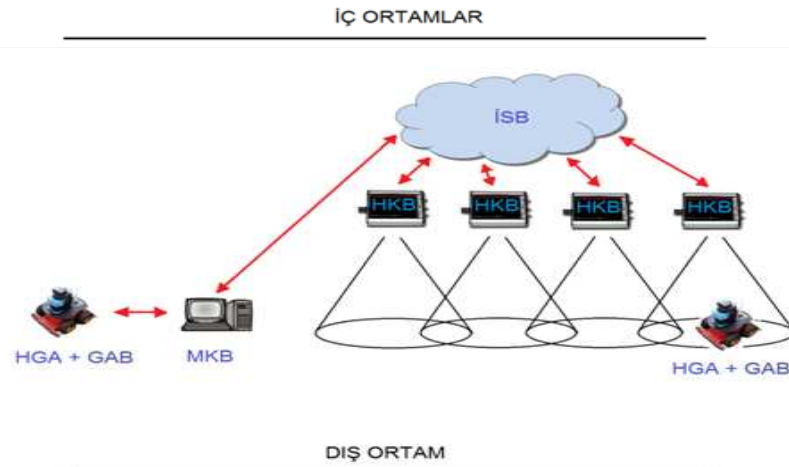
Projeler - İÇKON

Proje Adı: İç Ortamlar İçin Konumlandırma Sistemi (İÇKON)

Destekleyen Kuruluş: KOSGEB, TÜBİTAK

Proje Takvimi: 01.01.2011-31.06.2012

Durum: Başarı ile tamamlandı.

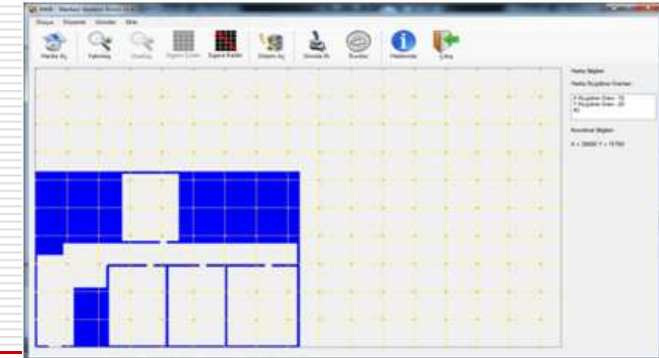


Gezin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu (12-14 Ağustos 2015,

Proje Çıktısı Ürünler

İÇKON Özellikler:

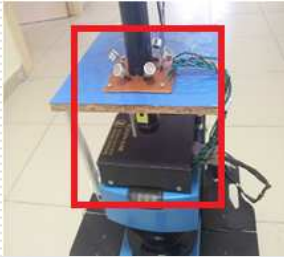
- ❑ Konumlandırma Alanı ve Hassasiyeti:
 - ❑ İç Ortam: Alan hücresel yapıda ölçeklenebilir. Hata en fazla 10cm.
 - ❑ Dış Ortam: GPS kapsamı. Hata DGPS hassasiyetinde.
- ❑ Tazeleme Hızı: Saniyede en az 2 güncelleme
- ❑ Faydalanan Gezici Birim Sayısı: Sınırlama yok.
- ❑ Çıkış: RS-232 arayüzü üzerinden NMEA formatında
- ❑ Sıcaklık kompanzasyonu, Kalman Filtre ile Enkoder desteği
- ❑ MKB, HKB, İSB, GAB, HGA, HGİB, VTB alt birimleri



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)

Proje Çıktısı Ürünler

İÇKON Gezgin Robot Üstüne Entegrasyon



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu (12-14 Ağustos 2015,

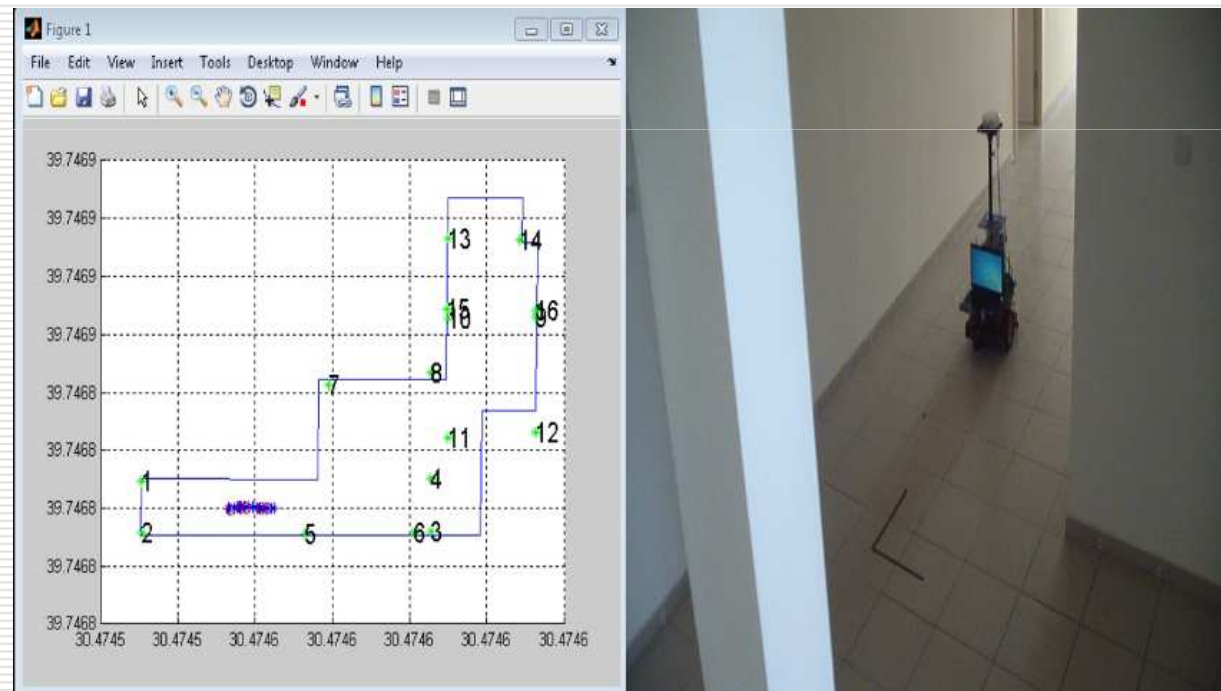
Proje Çıktısı Ürünler

İÇKON - Testler

Mavi Yıldız -> VTB sonucu

Kırmızı Yuvarlak-> GAB sonucu

Pembe Kare -> GPS sonucu



Akıllı Tekerlekli Sandalye (ATEKS)

- **ATEKS:** Üzerinde bulunan algılayıcılar aracılığı ile çevresindeki engelleri algılayabilmekte ve gerektiğinde insan olmaksızın kendisi hareket edebilmektedir.

Kullanım Alanları:

- **Kişi Kullanımı:** Normal Kullanım, çevreye çarpmayı engelleyici sürüş destek modu, Akıllı Şekilde istenilen noktaya gidiş
- **Servis robotu, Taşıma vb. amaçlı kullanım:** Çağrı yapılan noktaya özerk gidiş
- **Araştırma:** Yapay Zeka ve Robotik Araştırmaları için eğitim veya deney düzeneği amaçlı kullanım



ATEKS' entegre edilmiş çevre birimleri

❑ Kullanıcı Ara Birimi

- Sürüş Destek
- Özerk Navigasyon

❑ Mesafe Algılayıcılar:

- Microsoft Xbox Kinect Sensor
- SMO-15 Ultrasonik algılayıcılar
- Laser Scanner(takılabilir)

❑ Konumlandırma

- İç Ortam: ICKON sistemi (10cm hata ile konum hesaplama)
- Dış Ortam: GPS, DGPS

❑ Akıllı Kontrol Birimi

❑ Diğer Çevre Birimler



Kullanıcı Ara Birimi(KAB) Arayüzleri: Sürüş Destek Ekranı

- Etrafındaki engellere olan mesafeye bağlı olarak

- Görsel Uyarı
- Sesli Uyarı
- Üreten

normal kullanıcı veya sürüş destek arayüzü

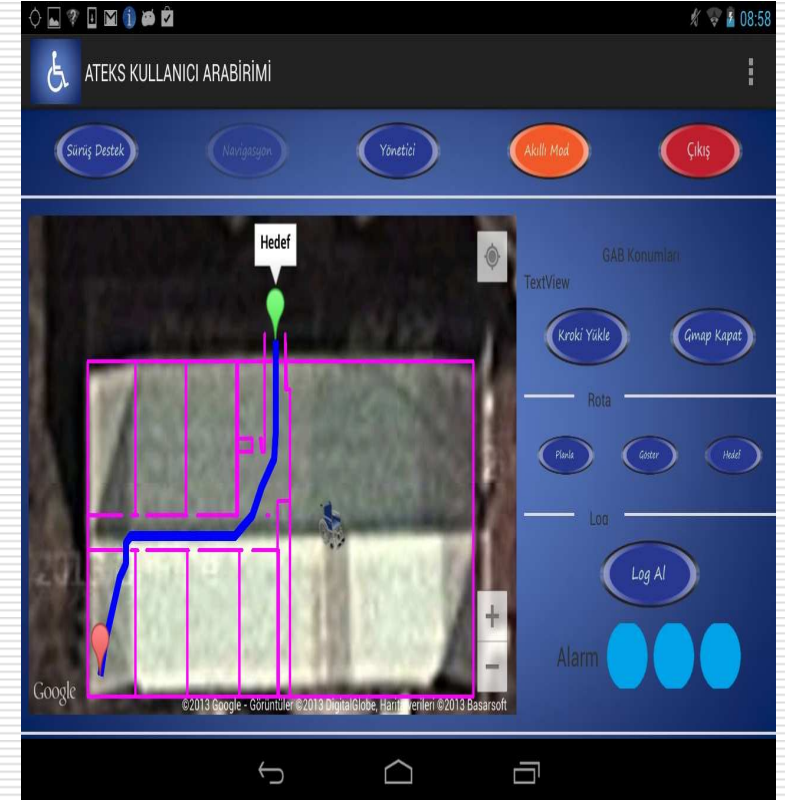
- Sistemdeki uyarı ve hataları gösterebilen



Renk	Belirttiği Mesafe Aralığı
Kırmızı	0-800 mm arası
Sarı	800-1400 mm arası
Mavi	1400 mm ve üstü

Kullanıcı Ara Birimi(KAB) Arayüzleri: Navigasyon Ekranı

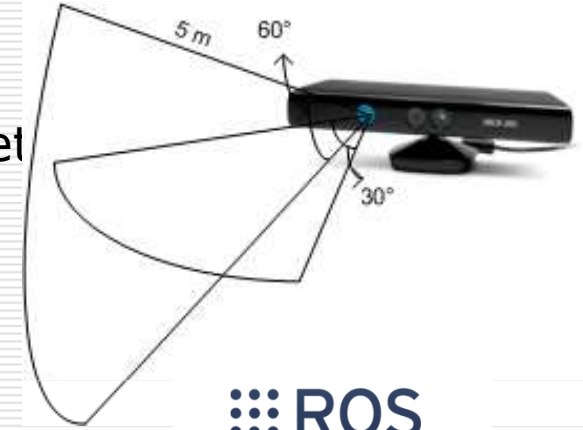
- ❑ Bina kat krokilerinin yüklenebilen
- ❑ Arka planda Google map i yerleştirebilen
- ❑ Bina içi POI (Point of Interest) tanımlaması yapılabilen
- ❑ Yol bulma algoritmalarının çalıştığı
- ❑ Araç üstü monte edilebilen veya uzaktan aracın ortamdaki hareketini izlenebilen
- ❑ Sesli komut alma, yönlendirme yapma (geliştirme aşamasında)



Mesafe Algılayıcılar

□ Microsoft Xbox Kinect Sensor

- 50 cm ile 4 metre arası mm hassasiyet
- Max 5m mesafe
- 30 derece azimuth açısı
- 60 derece yatayda taranan açı
- ROS uyumlu kütüphane



ROS

Open Source Robotics Foundation

□ SMO-15 Ultrasonik algılayıcılar

- 10cm-4metre arası cm seviyesi hassasiyet
- CANBUS uyumlu
- Araç etrafı 10 adet



□ Laser Scanner

- HOKUYO vb. entegrasyon için hazır altyapı



Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu (12-14 Ağustos 2015,

İNOVASYON
MÜHENDİSLİK

Konumlandırma

□ İç Ortam:

- İÇKON Sistemi: 10cm hata ile konum hesaplama
- Harita Tabanlı Konumlandırma(SLAM)

□ Dış Ortam:

- GPS, DGPS tabanlı çözümler

□ Konum İyileştirme

- Enkoder, Pusula ile Kalman filtre tabanlı vb. algoritmalar



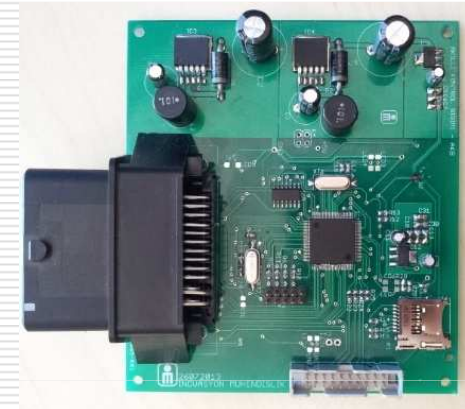
ROS.org



Çevre Birimleri

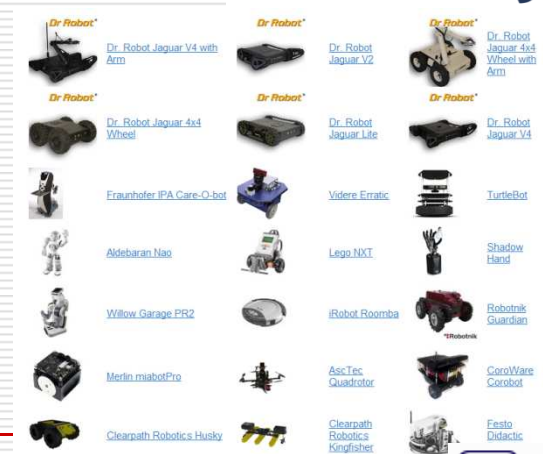
❑ Akıllı Kontrol Birimi

- Araç Düşük seviye kontrolünü gerçekleştirme, temel altyapı iletişimini sağlama
- **ROS** Kütüphaneleri üzerinden kontrol edilebilen

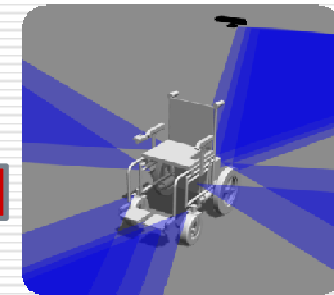
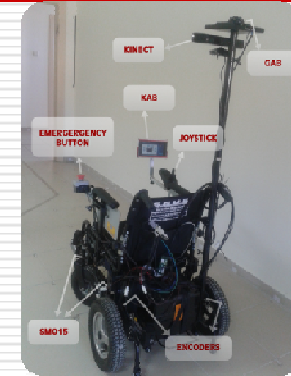
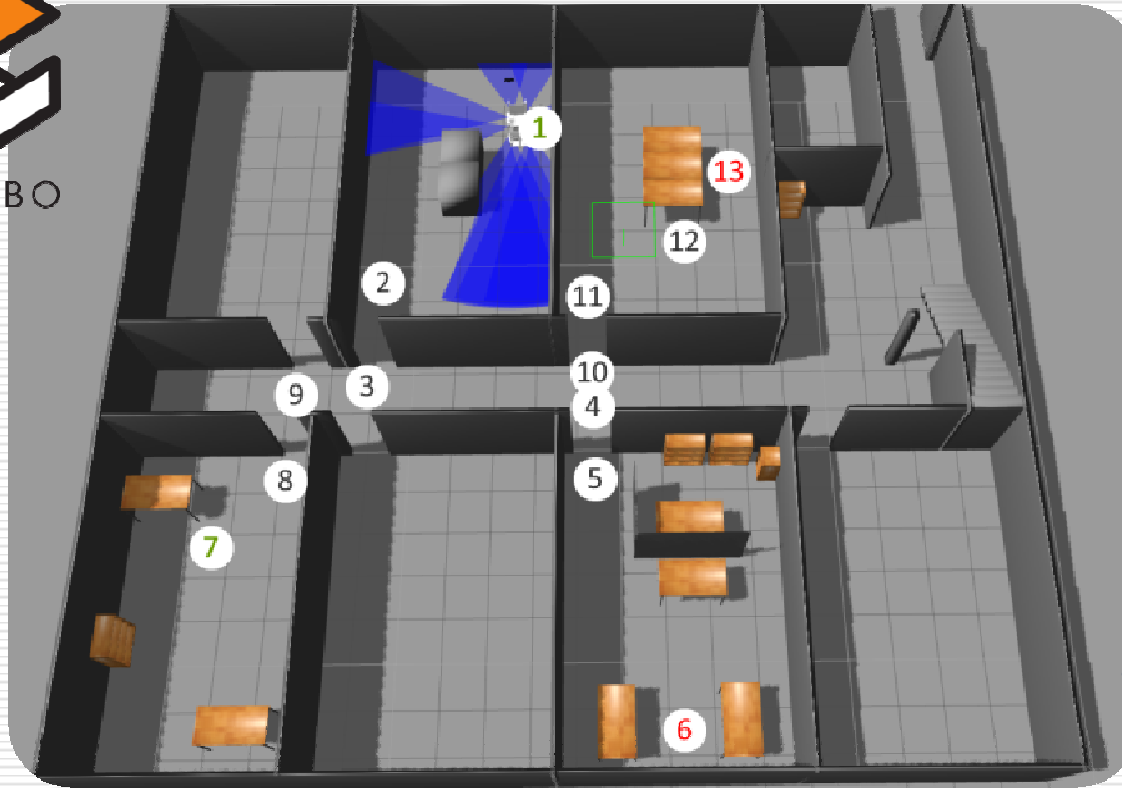


❑ Diğer Çevre Birimleri

- Joystick, vr2 motor sürücüsü



Döngüde Donanımsal Benzetim (Hardware in Loop) İmkkanı



Testler:



ATEKS

**Engelli Ortamda
Kapıdan Geçme**



ATEKS

**Engelli
Koridor Takibi**

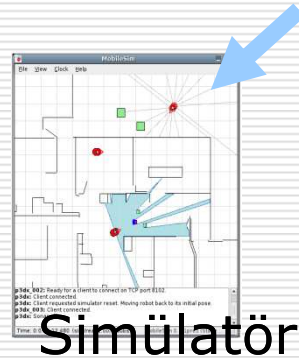
Gezgin Robot Eğitim-Araştırma Başlangıç: Simulatorler

- Öğrenciler, öğrendiklerini hata yapma korkusu olmadan uygulayabilmekte, sonuçlarını gözlemleyebilmektedir.
- Laboratuvar ortamında bulunmadan da çalışabilmektedir.
- Laboratuvar ortamındaki kısıtlı imkanlardan etkilenmemektedir.
- Robot sistemlerindeki donanımsal problemler ile uğraşmayıp, uygulamalarına odaklanabilmektedir.
- Ortamı değişik senaryolara göre hızlı bir şekilde değiştirebilmektedirler.
- Değerlendirme amacıyla, uygulama çıktılarını kolaylıkla sağlayabilmektedirler.

Robot Sistemleri için Benzetim Ortamları

- ❑ Çok sayıda serbest ve ticari olmak üzere simülatör yazılımları bulunmaktadır.
- ❑ Genellikle, simülatör yazılımı ile kontrol sistemi arasında bir katman (uygulama geliştirme arayüzü, API) bulunur.

Kontrol Sistemi
API



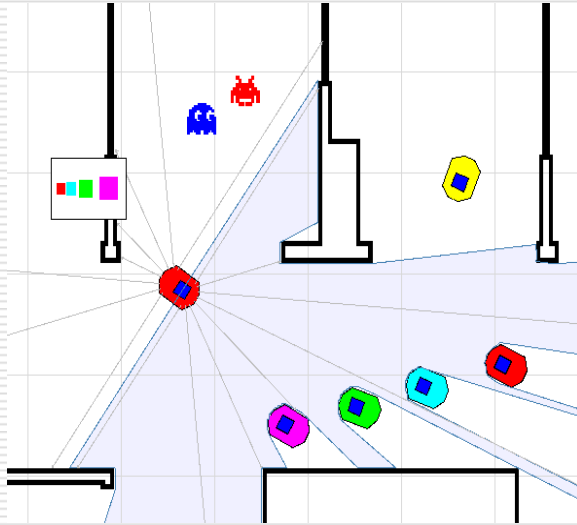
Simülatör



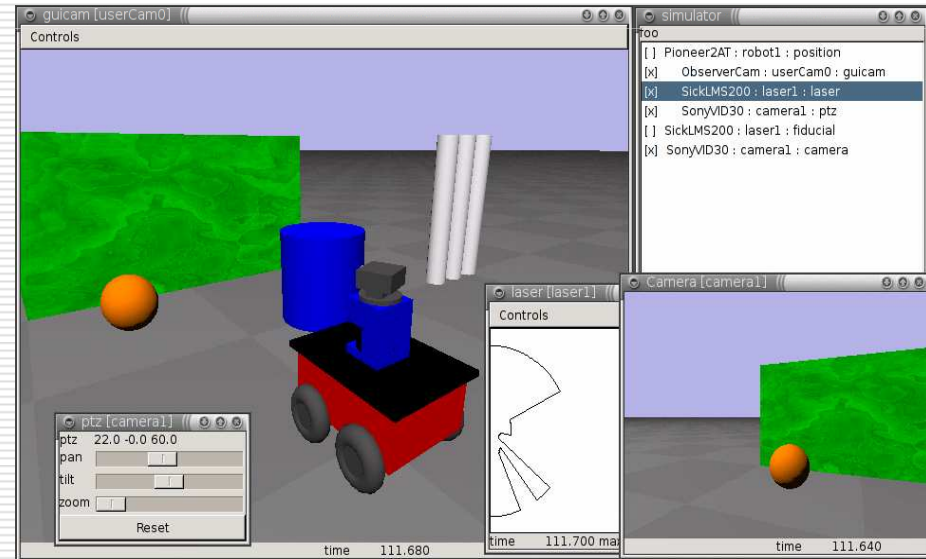
Robot platformu

Robot Sistemleri için Benzetim Ortamları

- Player/Stage projesinde yer alan simülatörler en yaygın kullanıma sahip, serbest, açık kaynak kodlu yazılımlardır. Farklı markalara sahip robot platformlarının benzetimini oluşturmaktadır.
 - Player, uygulama geliştirme arayüzü
 - Stage, 2D simülatör.
 - Gazebo, 3D simülatör



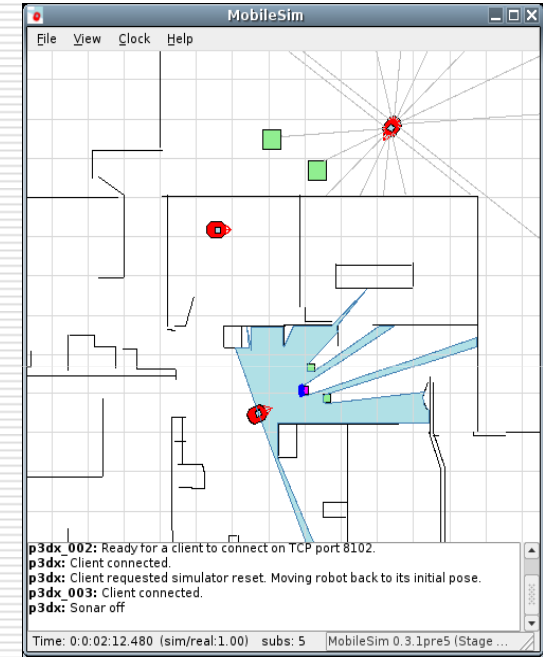
Stage



Gazebo

Robot Sistemleri için Benzetim Ortamları

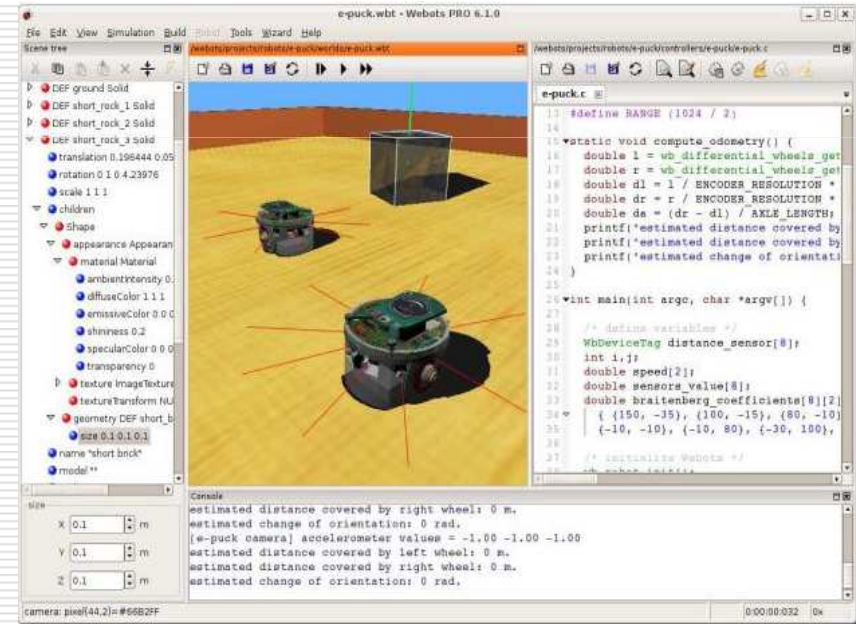
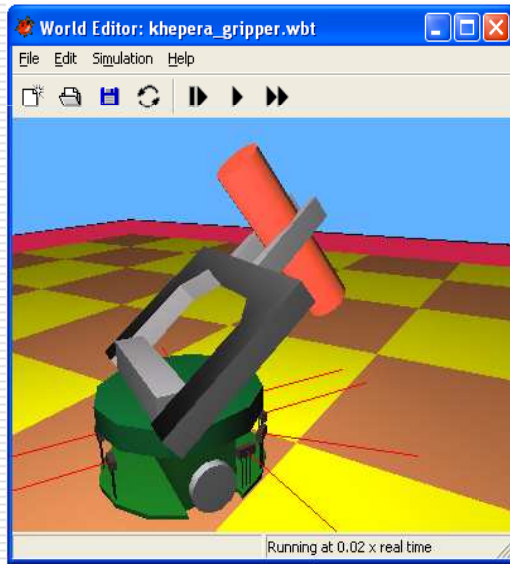
- Mobilerobots firmasının robotları için kullanılan simülatör yazılımları, serbest, açık kaynak kodludur. Ancak, sadece bu firmanın robot platformlarının benzetimini oluşturur.
- ARIA, uygulama geliştirme arayüzü
- MobileSim, 2D simülatör



MobileSim

Robot Sistemleri için Benzetim Ortamları

- ❑ Ticari olarak satılan, robot prototipi oluşturma ve benzetimini gerçekleştiren yazılımlar mevcuttur.



Webots™

Gezgin Robotlar ve ROS (Robot Operating System) Kullanımı Yaz Okulu
(12-14 Ağustos 2015, Eskişehir)



Gezgin Robotlar Konusunda Çalışma Yol Haritası

Araştırma Grubu, Firma vb. olarak,

- ☐ Kısa, orta, Uzun vadeli hedefleri belirleme

- ☐ Bu hedefler için;

 - Ekip

 - İşbirliği

planlaması yapma (tek veya iki kişilik çalışmalar değil)

- ☐ Başlangıç Platform(ları) Seçme

- ☐ Kısa vadede birikimi artırıcı çalışmalar

- ☐ Ekip motivasyonunu artırıcı proje/yarışma/fuarlara katılım