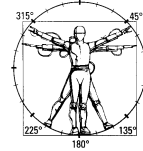


Sistemas Robóticos de Locomoção

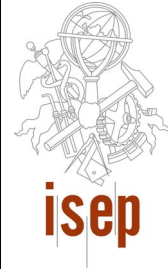
- Principais Linhas de Investigação -



GRIS

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de
Computadores
2005-Março-01

Manuel F. Silva
ISEP – DEE
mfsilva@dee.isep.ipp.pt



Índice da Apresentação



GRIS

1. Limitações dos veículos tradicionais
2. Características dos veículos com pernas e aplicações potenciais
3. Evolução dos veículos com pernas
4. Aplicações actuais destes veículos
5. Perspectivas de desenvolvimento futuro

Formas Alternativas de Locomoção



- Rodas
- Lagartas

- **Pernas**
- Corpo articulado
- Barbatanas

- Híbridos

Limitações dos Veículos Tradicionais



- Veículos com rodas exigem superfícies pavimentados
 - rápidos
 - eficientes
 - difícil vencer obstáculos e desníveis grandes
- Veículos com lagartas
- +50% da superfície terrestre inacessível a veículos tradicionais

Vantagens dos Veículos com Pernas



- Possibilidade de percorrerem trajectos acidentados
 - irregulares
 - com grandes desníveis
 - transpor obstáculos de grandes dimensões
- Possibilidade de variar a altura ao solo
 - efeito de amortecimento

Limitações dos Veículos com Pernas



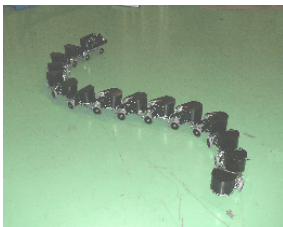
- Difícil atingir velocidades elevadas
- Grande consumo energético (elevado número de actuadores)
- Controlo difícil

Campos de Aplicação Potenciais



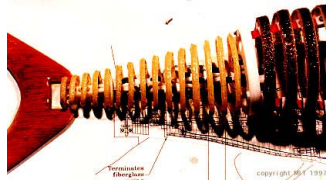
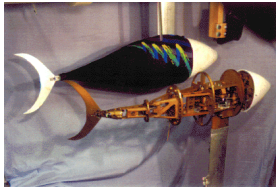
- 3-Ds (Dirty, Doll, Dangerous)
- Exploração de locais remotos
 - exploração de vulcões
 - exploração do fundo marinho
 - exploração espacial
- Ambientes hostis ou perigosos
 - exploração mineira
 - guerra e desminagem
 - situações de catástrofe
- Entretenimento

Veículos com Corpo Articulado

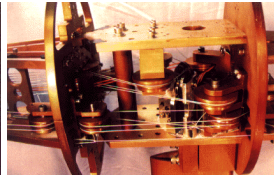
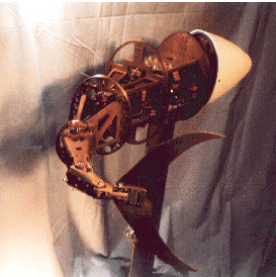


- atravessar terrenos irregulares e trajectos estreitos adaptando activamente o seu corpo ao perfil do terreno
- atravessar valas
- atravessar terrenos pantanosos
- fiabilidade e facilidade de manutenção elevadas
- facilmente transportados
- inspecção de tubagens, situações de catástrofe

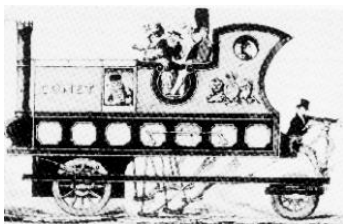
Veículos com Barbatanas



- Locomoção subaquática



Primeiras Ideias (I)

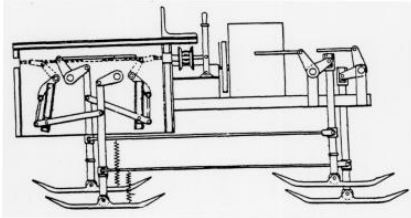


No. 451, 277 Patented Feb. 14, 1892.

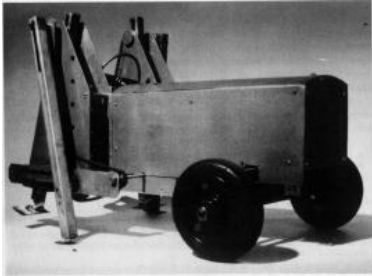


- Gravura de um dos primeiros veículos com pernas
 - Século XVIII
- Esboço da primeira máquina quadrúpede
 - The Mechanical Horse (L.A.Rygg)
 - patenteada em 14 de Fevereiro de 1893

Primeiras Ideias (II)

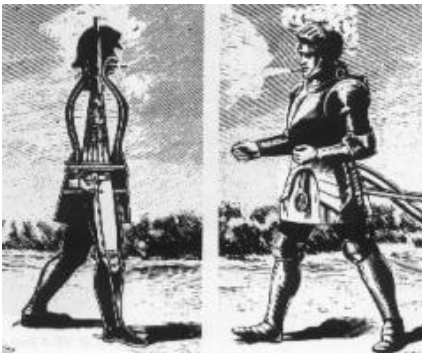


- Máquina quadrúpede do Barão de Bechtolsheim



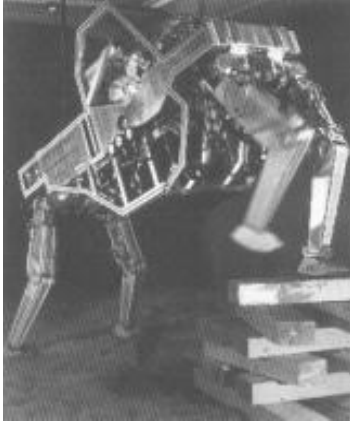
- Modelo de um tractor com pernas
 - Primeira Guerra Mundial

Primeiras Ideias (III)



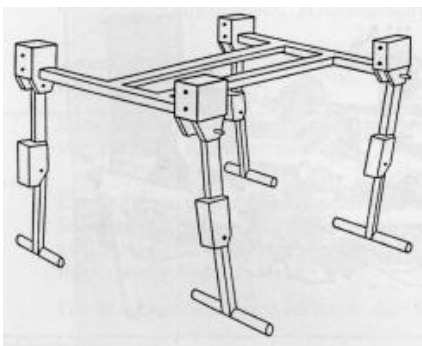
- A primeira máquina bípede
 - The Steam Man
 - projectado por Georges Moore em 1893

Primeiras Implementações (I)



- Quadrúpede da G.E.
 - concluído em 1968
 - desenvolvido por R. Moshier
 - primeiro “camião” com pernas controlado manualmente
 - accionamento hidráulico

Primeiras Implementações (II)



- Phoney Poney
 - construído em 1966
 - desenvolvido por McGhee e Frank na University of South Carolina
 - primeira máquina com pernas controlada por “computador”
 - accionamento eléctrico

Primeiras Implementações (III)



- Big Muskie
 - 1969
 - 15.000 toneladas
 - mina de carvão ao ar livre
 - quatro pernas accionadas hidraulicamente

Dificuldades de Implementação



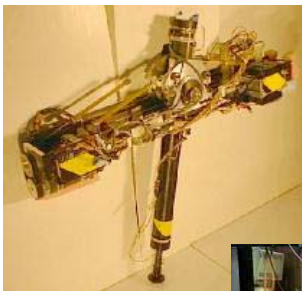
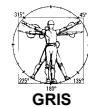
- Projecto
 - estrutura mecânica do robô
 - que tipo de actuadores nas juntas
 - qual o melhor padrão de locomoção
 - periódicos
 - não-periódicos

Dificuldades de Implementação



- Controlo
 - coordenação de múltiplas cadeias cinemáticas fechadas
 - que sinais de comando devem ser enviados para as pernas para coordenar todos os graus de liberdade (muitos!)
 - distribuição de força nas pernas
 - como manter a estabilidade dinâmica ao parar

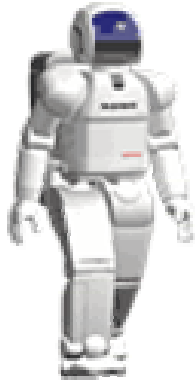
Exemplos Actuais (I) (Estudos na Área de Controlo)



- ARL Monopod II
 - 2 d.o.f.
 - accionamento eléctrico
 - armazenamento/recuperação de energia através de molas



Exemplos Actuais (II) (Bípedes)



- ASIMO / Honda Humanoid Robot
 - objetivo
 - “...should coexist and cooperate with human beings, by doing what a person can not do...”
 - introduzir robôs deste tipo nas fábricas
 - accionamento eléctrico

Exemplos Actuais (III) (Bípedes)



- WABIAN (WAseda Bipedal humANoid)
 - “Humanoid Project”
 - bípede actuado electricamente
 - 43 d.o.f.
 - visão artificial



Exemplos Actuais (IV) (Exploração Locais Remotos)



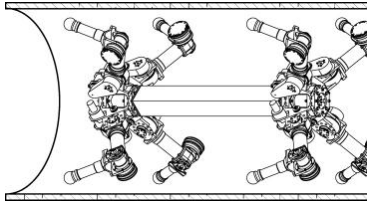
- DANTE II
 - CMU Field Robotics Center
 - octópode
 - accionado electricamente
 - alimentado através de cabo (comunicações e resgate)
 - exploração de vulcões (vulcão do Monte Spurr - Alaska - Julho de 1994)
 - recolher e analisar os gases do solo da cratera
 - demonstrar a possibilidade da exploração robótica de ambientes planetários
 - desce as paredes da cratera de uma forma similar ao “rappel”

Exemplos Actuais (V) (Locais de Difícil Acesso)

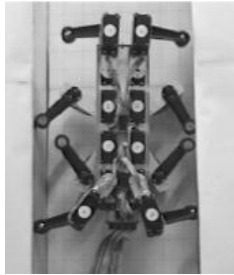


- Plustech
 - motor Diesel
 - accionamento hidráulico
 - protótipo com vários prémios

Exemplos Actuais (VI) (Inspeção de Tubagens)

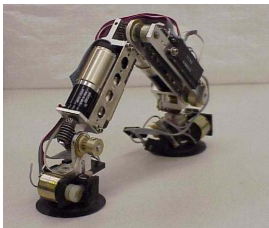


- Pipe Crawling Robot
 - accionamento eléctrico
 - 8 pernas (3 d.o.f.)



- Pipe Climbing Robot
 - accionamento eléctrico
 - 8 pernas (2 d.o.f.)

Exemplos Actuais (VII) (Robôs Trepadores)



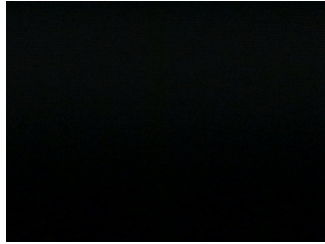
- Flipper
 - accionamento eléctrico
 - 2 pernas



- Hyperion
 - accionamento reduzido
 - 3 d.o.f.

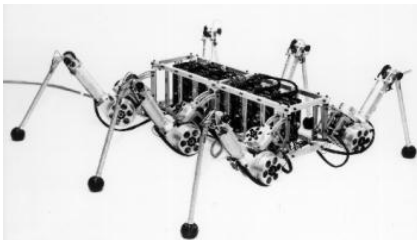


Exemplos Actuais (VIII) (Aproximações Biológicas)



- CWRU
 - “bio-design”:
 - Robot II
 - mímica do *Stick Insect*
 - accionamento eléctrico
 - Robot III
 - mímica da *Blaberus Discoidalis*
 - accionamento pneumático
 - Robot IV
 - mímica do grilo
 - actuadores musculares

Exemplos Actuais (IX) (Aproximações Biológicas)



- TUM
 - “bio-design”:
 - mímica do insecto-pau *Carausius Morosus*
 - geometria e cinemática das pernas
 - padrões de locomoção
 - sistema de controlo
 - accionamento eléctrico

Exemplos Actuais (X) (Mecanismos Simples)



- Sprawlita
 - accionamento pneumático
 - 6 pernas
 - 2 dof / perna

Exemplos Actuais (XI) (Mecanismos Simples)



- Rhex
 - accionamento eléctrico
 - whegs



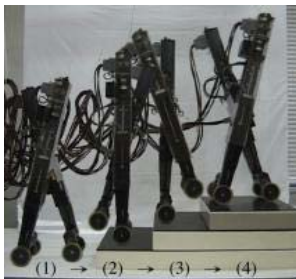
Exemplos Actuais (XII) (Mecanismos Simples)



- Whegs
 - whegs (wheels + legs)
 - accionamento eléctrico

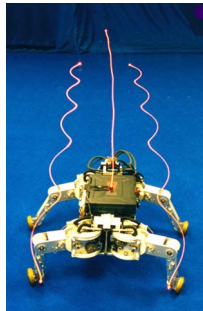


Exemplos Actuais (XIII) (Locomoção Híbrida)



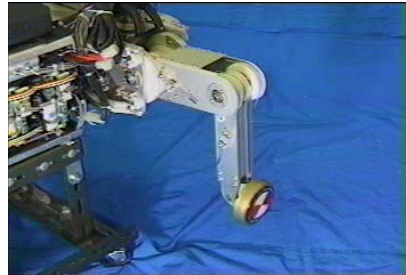
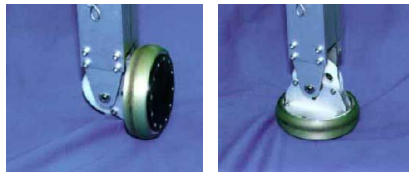
- Biped type leg-wheeled robot
 - accionamento eléctrico
 - duas pernas com rodas nas extremidades

Exemplos Actuais (XIV) (Locomoção Híbrida)



Roller-Walker

- accionamento eléctrico
- quatro pernas com rodas nas extremidades



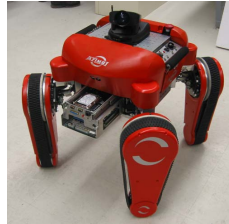
Exemplos Actuais (XV) (Locomoção Híbrida)



- WorkPartner
 - veículo híbrido
 - rodas, com accionamento próprio



Exemplos Actuais (XVI) (Locomoção Híbrida)



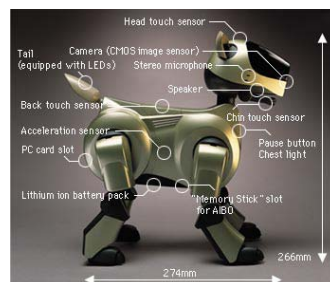
- AZIMUT
 - veículo híbrido
 - pernas
 - rodas
 - lagartas



Exemplos Actuais (XVII) (Entretenimento)



- AIBO



Exemplos Actuais (XVIII) (Entretenimento)



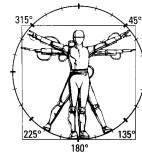
- SONY Dancing Robot
- QRIO (Quest + cuRIOsity)
 - primeiro humanoíde a correr de forma estável

Perspectivas de Desenvolvimento Futuro



- Aprofundamento do estudo dos sistemas biológicos
- Novas estruturas cinemáticas para as pernas
- Sistemas de controlo mais poderosos (estabilidade dinâmica)
- Actuadores mais eficientes

Obrigado pela Vossa atenção! Questões?



GRIS

Sistemas Robóticos de Locomoção - Principais Linhas de Investigação -

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de
Computadores
2005-Março-01

Manuel F. Silva: mfsilva@dee.isep.ipp.pt

