

UNIVERSIDADE DE AVEIRO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**Recomendações para trabalhos futuros
no Projeto Humanoide da Universidade
de Aveiro**

Autor:

Pedro M. B. Cruz

pmbc@ua.pt

7 de Dezembro de 2012

Introdução

O Projeto Humanoide da Universidade de Aveiro é, segundo opinião recolhida, umas das mais interessantes aventuras académicas do país. A conclusão dos objetivos primários traçados representaria um marco importante para a instituição de ensino e para a ciência nacional, sem sombra de dúvida. É no entanto necessário que se encare o projeto com a seriedade e consciencialização que ele necessita, mais até que no passado, sob o risco de uma descredibilização pela comunidade.

Este projeto conta já com vários trabalhos de grande nível cujo conteúdo infelizmente não foi materializado numa solução final para implementação no robô. Assim, o objetivo deste texto é o de traçar um cenário possível para o curto/médio prazo da plataforma, através da experiência recolhida durante a elaboração do trabalho na interface háptica e as indicações deixadas pelos anteriores intervenientes, recomendando alterações e linhas de orientação para as componentes de *hardware* e *software* com vista ao objetivo da locomoção autónoma e aprendizagem por demonstração.

Apesar das dificuldades financeiras, os responsáveis pelos trabalhos sempre souberam gerir e reorientar o projeto de modo a cumprir as metas propostas. Apesar deste texto refletir também essa preocupação, é necessário deixar claro que algumas características atuais da plataforma poderão muito bem não ser suficientes para que se aponte com seriedade aos ambiciosos objetivos traçados.

Dito isto, serão então apresentadas de seguida algumas recomendações ao nível das alterações/introduções de *hardware* de carácter urgente e outras que se apresentam como meras sugestões. Ao nível do *software*, serão deixadas linhas de sugestão sobre a adoção do ROS (*Robot Operating System*), atuação do robô, implementação háptica, etc. . .

Ressalva-se que este texto tem conteúdo de opinião, e caberá aos decisores o voto final sobre cada matéria. O peso dado a cada argumento é da responsabilidade do autor, e reconhece-se que este poderá mudar com a evolução das soluções implementadas.

Hardware

- Transmissão

Para os trabalhos com as pernas é crítica a revisão do sistema de transmissão das juntas do tornozelo. A prática mostrou que as reduções utilizadas são muito altas e as correias falham com muita frequência. Na junta de abdução da anca existe o mesmo problema, pois a redução é da mesma magnitude. Com o sistema atual, o aperto das correias está a deformar o veio do próprio motor, que é o menos rígido da cadeia.

Caso não seja viável alterar as reduções, é vivamente recomendado o projeto de uma sistema de regulação do entre-eixo para as juntas de abdução das pernas (tornozelo e anca), de forma semelhante ao que foi feito para as juntas de flexão do tornozelo e joelho.

Existe ainda a possibilidade de adquirir uma outra série de correias do mesmo fabricante, que possuem o mesmo passo e características de dentado, mas que não estão disponíveis nos habituais fornecedores *online*. Será necessário contactar diretamente o distribuidor para consultar nem que seja o preço.

No caso do tronco, as reduções das juntas são muito altas e os servomotores estão mal dimensionados. Caso seja necessário recorrer à parte superior do robô, sugeria-se a fixação destes graus de liberdade. Tentar integrá-los na linha trará muitos dissabores de controlo.

- Elásticos

Como já foi referido inúmeras vezes, a solução atual de usar elásticos de borracha na atuação híbrida não oferece segurança nem estabilidade. A luz ultravioleta reduz drasticamente as propriedades dos elásticos, mesmo em menos de 24h, bem como a utilização intensa. Devido

aos problemas de acesso (montagem/desmontagem) é difícil trabalhar com o robô tendo que estar a trocar os elásticos todos os dias.

Recomenda-se a exploração de uma solução avançada pelo prof. Vítor de usar elásticos de vestuário para o mesmo efeito. Esta tipologia de elásticos pode ser uma solução interessante (até do ponto de vista estético).

- Alimentação do robô

A fonte de alimentação de bancada é altamente recomendada para evitar *stress* desnecessário nas baterias. O fornecedor já tem disponíveis os conversores DC-DC de 12V para 7.4V e os restantes componentes de eletrónica estão disponíveis no LAR.

No mesmo fornecedor é também possível adquirir os *buzzers* de aviso do mesmo fabricante das baterias. Como é um componente bastante barato e de rápida implementação, não deve haver problema na aquisição e montagem destes equipamentos. Alerta-se só para o facto de existirem *buzzers* que não podem ser programados, e cuja tensão de aviso é muito baixa para esta aplicação.

Software

ROS

A adoção do *framework* ROS é de facto crítica para o futuro da plataforma, no sentido em que permite usufruir de toda uma gama de funcionalidades que seriam inatingíveis de outra forma. A própria estrutura de funcionamento do sistema é indicada para o objetivo da recolha de dados de atuação e perceção, como é já feito noutros projetos da mesma natureza.

Assim, é possível recomendar por ordem de prioridade os seguintes desenvolvimentos:

- Módulos base

Como primeira abordagem, é crítico o desenvolvimento dos módulos que atuam e publicam o estado do hardware a taxas controladas e desenhadas para maximizar o desempenho. A existência de módulos separados permite ainda que os trabalhos se foquem menos em questões de baixo nível, que são frequentemente complexas e de resolução desgastante.

No caso da atuação, é crítico desenvolver um módulo unicamente dedicado ao comando do robô e à publicação do seu estado (ângulos de junta, ou até propriedades dos motores). O comando do robô é feito através de mensagens ROS, retirando assim as questões do controlo e comunicação de baixo nível com a linha de servomotores de cima da mesa, abrindo portas a outro tipo de trabalhos na plataforma. Existe já disponível uma *package* para este efeito no repositório do ROS, mas as suas capacidades são limitadas. No entanto, pode ser um bom ponto de partida para o estudo desta solução, visto ser *open-source*.

A mesma lógica de módulo base de publicação seria aplicada a todas as unidades sensoriais, existindo um módulo por cada uma encarregue de publicar a sua informação relevante de uma forma estruturada.

Para o caso do *joystick* háptico, um módulo base para recolher a sua informação cinemática será suficiente para as questões de comando. No entanto, existem sérias dúvidas quanto à possibilidade de implementar mecanismos de renderização háptica diretamente através de mensagens ROS ou usando um outro módulo dedicado, devido principalmente devido à restrição de manter as taxas de atualização háptica acima de 1kHz. Para esta aplicação específica, poderia ser implementado um sistema que permitisse construir objetos hápticos pré-definidos por meio de um instrução dada por mensagem, ficando a renderização háptica englobada assim no módulo base. Os objetos hápticos podem facilmente ser classes C++ muito semelhantes ao que se encontra no OpenHaptics.

- Modelo RViz (collada)

Do ponto de vista da eloquência visual dos trabalhos, possuir um modelo funcional do robô em RViz era fantástico, dando uma nova "cara" ao projeto e aproximando-o aos seus pares académicos mundiais. Usar o RViz permite ainda ver todos os referenciais do robô em movimento e levar a outro nível as questões da virtualização de objetos reais.

- Módulos "over Ethernet"

O *driver* atual do *joystick* háptico não permite comandar dois aparelhos simultaneamente, apesar de ser possível encontrá-los na linha *FireWire*. As capacidades de computação em rede que o ROS possibilita permitem a aquisição e comando de dois aparelhos diferentes usando dois computadores a comunicar sobre *ethernet*. Uma ligação *gigabit* deve ser suficiente para que o comando seja possível. Esta deverá ser por agora a única solução possível para o comando simultâneo de duas cadeias cinemáticas.

- GUI

Depois da estrutura ROS estar implementada, a questão da usabilidade e interação com operadores inexperientes pode ser tratada com mais seriedade, permitindo uma multitude de interfaces gráficas que manterão toda a sua usabilidade ao longo dos anos, sendo apenas necessário manter os tópicos ROS atualizados.

Renderização de forças

Recomenda-se que seja aprofundada o conhecimento nesta matéria usando o toolkit proprietário OpenHaptics antes de partir para soluções *open-source*. Esta área de conhecimento é vastíssima, indo das ciências de computação à biologia. O OpenHaptics tem já soluções com muitos dos problemas comuns resolvidos, e sendo *software* proprietário, o mundo *open-source* ainda não conseguiu reproduzir estas soluções. De qualquer forma, a biblioteca mais bem equipada é a H3D-API, uma API livre desenhada para ser uma alternativa ao OpenHaptics para as componentes de computação gráfica. Explorar esta biblioteca, e quem sabe contribuir para o projeto, pode ser benéfico.

Simulação

- MATLAB SimMechanics

O simulador em SimMechanics está, à data da escrita deste documento, equipado para lidar com todas as juntas do robô. A nível da atuação híbrida, só está equipado com elásticos nas juntas do tornozelo e joelho, sendo que no joelho será necessária outra abordagem. É de esperar que o modelo simule corretamente a ação dos elementos elásticos nas juntas da anca e tronco devido às suas características de atuação aproximadamente linear.

Caso se pretenda continuar nesta linha, é recomendado que se testem as novas versões do *toolkit* presentes em versões mais recentes do MATLAB (r2012a ou superior), visto que este *software* tem tido bastante foco ultimamente e as alterações podem ser significativas.

É possível recorrer ao SimScape para modelar e simular a não-linearidade dos elásticos e até o comportamento dos elementos de transmissão. No entanto, é necessário salientar que para isso são necessários alguns conhecimentos avançados de Simulink e até que se conheçam as leis de comportamento dos materiais.

- V-REP

Este *software* livre (para o estudante, em casa) destaca-se pelas potencialidades de *scripting* e a possibilidade de integração com o ROS. Tem apenas contra si o facto de ser uma plataforma fechada e ainda com suporte reduzido. As suas capacidades de simulação e visualização são bastante evoluídas e podem representar uma mais-valia importante.

Modelo CAD

É de todo o interesse do projeto que a plataforma CAD do robô passe a ser o Solidworks. Praticamente todas as ferramentas de visualização com algum interesse suportam diretamente os formatos do programa, e os que não suportam usam formatos que o CATIAv5 tem muita dificuldade em gerir.

Tanto MATLAB como o V-REP podem usar as peças do Solidworks diretamente, sendo que no caso do SimMechanics isso pode ser até uma grande vantagem. Para o modelo do RViz, é claro que o CATIAv5 não suporta bem os modelos *.dae* (collada), enquanto que o Solidworks já torna possível exportar para esse formato e construir o modelo do robô à semelhança do que foi feito para o AtlasCar.