

PLATAFORMA PARA DESENVOLVIMENTO DE JOGOS SÉRIOS MULTI-JOGADOR BASEADOS NA LOCALIZAÇÃO

André da Silva Pinto

Dissertação realizada sob a orientação do *Prof. António Coelho*
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

1. Motivação

Um jogo é um desafio. Mais do que as regras ou as suas características técnicas, os jogos são desafios colocados a quem os procura. Um jogo sério diferencia-se dos demais jogos pelo facto dos seus desafios irem para além do entretenimento *per se*.

A presente dissertação procura explorar a vulgarização do uso de *smartphones* e a crescente expansão dos *location-based services*, de forma a introduzir novas conceitos e experiências no ambiente dum jogo sério.

Embora já tenham sido efectuados grandes avanços na área da localização geográfica, a sua aplicação aos recintos fechados continua a sofrer importantes limitações. É assim nesta área que se centra a maior parte da investigação desenvolvida na dissertação.

Também ao nível da comunicação são analisadas as limitações e os requisitos específicos da utilização dum jogo multi-jogador numa rede móvel.

2. Objectivos

O objectivo principal desta dissertação passou pelo estudo e desenvolvimento de uma plataforma cliente-servidor para a localização *indoor* e *outdoor*, que possa ser facilmente usada no contexto de aplicações *location aware*. No âmbito deste objectivo principal enquadram-se diversos objectivos específicos, entre os quais se podem destacar os seguintes:

- Investigação de técnicas de localização *indoor* e *outdoor* bem como os problemas existentes em cada uma delas;
- Desenvolvimento e avaliação duma solução de localização para o problema em questão;
- Estudo de formas de redução do atraso introduzido pelas comunicações de dados sem fios;
- Criação dum protótipo das aplicações cliente e servidor que permita comunicar e fornecer a informação necessária ao jogo.

3. Metodologia

O trabalho divide-se em duas componentes principais: localização e comunicação. A primeira destas é dominada pelo estudo, implementação e avaliação de

diversos métodos de localização em recintos fechados. Dentre estes destaca-se o *Pedestrian Dead Reckoning* (PDR), solução escolhida para ser incluída no protótipo elaborado. Já na localização *outdoor* foi utilizado o GPS. Na área da comunicação foram avaliadas as principais dificuldades no uso de jogos multi-jogador em plataformas móveis, fundamentadas as principais decisões técnicas tomadas e estudadas diversas formas de minimizar os efeitos negativos da latência.

3.1. Pedestrian Dead Reckoning

O PDR é um *Inertial Navigation Systems* cuja base principal assenta na estimação contínua do deslocamento do sujeito ou objecto em causa para, consequentemente, calcular a sua posição actual. A eficiência deste método depende da fiabilidade de sensores como acelerómetros, giroscópios e magnetómetros, que se conjugam para responder aos 3 problemas principais dum sistema PDR:

- determinação da orientação,
- detecção de passos,
- estimativa do comprimento do passo.

3.1.1. Determinação da Orientação

Um magnetómetro é um sensor vulnerável à existência de interferências magnéticas. Por sua vez os giroscópios electrónicos, ao não respeitarem a ordem das rotações que medem, e ao conterem erros de *offset* e *drift*, também não podem ser usados como única ferramenta para o cálculo da orientação. No entanto, é possível recorrer ao conceito das rotações infinitesimais, como o proposto no algoritmo de *Direction Cosine Matrix* [1], para contornar o primeiro problema. Já o segundo pode ser resolvido utilizando magnetómetros e acelerómetros para irem anulando os erros dos giroscópios. Adicionalmente, de forma a minimizar a influência negativa de erros nos magnetómetros, foi implementado um método de detecção de perturbações no campo magnético, que utiliza o facto deste ser aproximadamente constante no espaço coberto por um deslocamento pedestre.

3.1.2. Detecção de Passos

Ao contrário da maioria da abordagens existentes na literatura (por exemplo na patente [2]), o método

implementado não se limita a encontrar *zero-crossings* ou ultrapassagens de valores de *threshold* do sinal da aceleração. Procurando modelar mais fielmente os efeitos no sinal causados pelo movimento característico dum passo, a solução encontrada define uma detecção como a passagem com sucesso do sinal ao longo de determinados estados. Cada um desses estados tem as suas próprias condições de transição escolhidas com base na análise do sinal e da mecânica do passo.

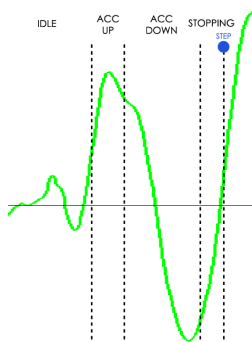


Fig. 1 – Estados do sinal da aceleração (após filtro *low-pass*) na detecção de um passo

3.1.3. Estimativa do Comprimento do Passo

Diversos factores podem influenciar o comprimento do passo, desde os relativos ao sujeito (*e.g.* altura, sexo), como os que dependem da dinâmica da passada (*e.g.* ritmo, inclinação do plano, subida/descida de escadas, mudanças de direcção). A abordagem adoptada utiliza diversas métricas dos valores da aceleração para melhor identificar esta variabilidade do tamanho do passo:

- integral duplo da norma da aceleração total sem a componente da gravidade,
- amplitude máxima da aceleração vertical,
- mínimo da aceleração ântero-posterior,
- estimativa da frequência do passo.

Os pesos de cada um destes factores são estimados através de regressão linear múltipla durante uma fase de calibração.

3.2. Filtros de Partículas

Um filtro de partículas é uma técnica usada para implementar um filtro Bayesiano recursivo através de métodos sequenciais de Monte Carlo [3]. Este tipo de técnicas é usado normalmente para estimar estados de sistemas que são modificados ao longo do tempo através de informação com ruído. Nestes casos, o sistema passa a ser descrito por uma *Probability Density Function* (pdf) que, nos filtros de partículas, é aproximada por um conjunto discreto de *samples*/partículas cuja distribuição é fiel à pdf contínua original.

O sistema de PDR faz uso do filtro de partículas para modelar o ruído nos parâmetros da orientação e tamanho do passo. Adicionalmente, é utilizada a planta

do edifício no contexto do *indoor*, de forma a eliminar as partículas cujas trajectórias são impossíveis (*e.g.* atravessamento de paredes). Os dados do GPS funcionam no contexto *outdoor* como mais um parâmetro a entrar na determinação dos pesos das partículas. No nosso caso, estes pesos representam a plausibilidade da partícula em traduzir a posição real do sujeito e são inversamente proporcionais à quantidade de ruído introduzido.

São ainda implementadas várias optimizações sobre o algoritmo base do filtro de forma a garantir a representatividade das partículas ao longo da execução.

3.3. Comunicação

Existe uma estreita relação entre as exigências comunicacionais e o tipo de jogo a implementar. Ao criar uma plataforma para jogos sérios, não é possível prever o tipo de jogos que serão utilizados, pelo que a optimização se centrou no melhoramento da resposta face aos cenários mais exigentes e das condições mais difíceis. Muitas dessas situações difíceis são exacerbadas pelas características das redes móveis, tradicionalmente bastante mais falíveis e lentas do que as redes tradicionais, o que leva mais facilmente à perda de pacotes e latência na comunicação. Tendo em conta estas circunstâncias, foram avaliadas as opções existentes, tanto ao nível dos protocolos a usar (UDP ou TCP), como das técnicas de diminuição dos efeitos negativos da latência (como o uso de *dead reckoning*).

4. Conclusões

Na duração relativamente curta da dissertação, foi possível construir uma solução que implementa vários métodos do estado da arte mais recente. A solução final apresenta resultados motivadores que são reportados devidamente no documento da tese. Confirmou-se que a implementação, realizada sobre uma plataforma constituída por um *laptop*, um receptor GPS e uma *Inertial Measurement Unit* (acelerómetro, magnetómetro e giroscópio de 3 eixos), pode constituir uma boa base, não só para a criação de jogos sérios baseados em localização úbiqua, mas também para outros produtos e serviços baseados *location-aware*. A sua utilidade será especialmente relevante se migrada para um *smartphone* com as mesmas tecnologias.

Referências

- [1] William Premerlani e Paul Bizard. Direction cosine matrix imu: Theory. 2009.
- [2] Robert W. Levi e Thomas Judd. Dead reckoning navigational system using accelerometer to measure foot impacts. December 1996. U.S. Patent Number 5,583,776.
- [3] Sanjeev Arulampalam, Simon Maskell, Neil Gordon, e Tim Clapp. A tutorial on particle filters for on-line non-linear/non-gaussian bayesian tracking. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 50:174–188, 2001.