

Resumo

O processo de ouvir música consiste em transformações contínuas, em que diferentes agentes especializados monitorizam o sinal musical de entrada produzindo sinais variados à saída sobre a forma de respostas comportamentais. Estas respostas podem ser observáveis, sob a forma de movimentos de dança ou através do mero bater do pé; emocionais, através de reacções de tensão e relaxamento, ou totalmente intrínsecas, demonstradas no reconhecimento e classificação de instrumentos, estilos, e compositores. Estudos psicológicos e sociológicos sugerem que a corporização do ritmo, através de movimentos de dança, é um princípio organizacional elementar e predominante em interacções sociais humanas.

Nesta dissertação apresentamos o desenvolvimento dum sistema robótico que utiliza um robô humanóide, baseado no Lego Minstorms NXT, na tentativa de simular a percepção rítmica humana a partir de sinais audio complexos, e o seu comportamento reactivo sob a forma de dança. Para tal desenvolvemos um sistema decomposto em três modulos: *Análise Musical*, *Controlo Humano*, e *Controlo Robótico*, que são processados em paralelo numa arquitectura “multithreading”, de modo a induzir uma reacção de dança robótica sob uma abordagem reactiva-comportamental.

O Módulo de Análise Musical implementa uma precepção rítmica de baixo-nível baseada na função de detecção de “onsets” do Marsyas (um software open-source para processamento de áudio), utilizando “peak-picking” e um “thresholding” adaptativo. O Módulo de Controlo Humano consiste numa interface gráfica interactiva para a definição de dança e dos parâmetros audio, que garante o papel determinístico do utilizador no comportamento do sistema, assegurando o seu dinamismo. O Módulo de Controlo Robótico incita o robô a reagir, em tempo-real, à recepção de eventos rítmicos e sensoriais (nomeadamente a cor do chão e a proximidade a um qualquer obstáculo), incorporando a dança previamente estabelecida.

A dança resultante vai variando dum modo aparentemente autónomo, pela gesticulação de movimentos diversificados acoplados ao ritmo musical, que variam em consonância com a cor do chão do ambiente de dança, sem conhecimento musical prévio. Um

comportamento dinâmico e interactivo, em compromisso com o sincronismo, assegura uma relação interessante, a longo termo, entre um humano e um agente artificial.

Abstract

The process of music listening is one of continuous transformation, in which different agencies of musical expertise monitor the input signal and produce various output signals in the forms of behavioural responses. These responses may be overt, through dance movements or mere foot-tapping behaviour; emotional, as in tension and relaxation reactions; or entirely immanent, though recognition and classification of instruments, genres, and composers. Psychological and sociological research suggests that the embodiment of rhythm, through dance movements, is an elementary and pervasive organizing principle for social human interaction.

In this dissertation we present the development of a robotic system using a humanoid robot, based on the Lego Mindstorms NXT, which tries to simulate the human rhythmic perception from complex audio signals and its reactive behaviour in the form of dance. To do so we developed a framework decomposed in three modules: Music Analysis, Human Control, and Robot Control, which are parallelly processed, through a multithreading architecture, to induce a robotic dance performance in a reactive behavioural-based approach.

The Music Analysis Module performs a low-level rhythmic perception based on the Marsyas (an open source software framework for audio processing) onset detection function, with peak picking and adaptive thresholding. The Human Control Module consists on an interactive graphical interface for dance and audio parameters definitions, which grants the user deterministic role in the behaviour of this system, while assuring its dynamic reaction. The Robot Control Module incites the robot to react, in real-time, to the received rhythm and sensorial events (namely the colour stepped on the floor or the proximity to some kind of obstacle), embodying the previously defined dance. The resulting dance alternates in a seemingly autonomous manner between a diversity of motion styles coupled to the musical rhythm, and varying in consonance with the

colour stepped on the dance environment, without any previous knowledge of music. A dynamic and interactive behaviour, in compromise with synchronism, assures an interesting relationship between a human and an artificial agent in the long-term.