



<b>Evento</b>	Salão UFRGS 2018: SIC - XXX SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRGS
<b>Ano</b>	2018
<b>Local</b>	Campus do Vale - UFRGS
<b>Título</b>	Geração de Estados Iniciais para Atomix com Busca Heurística
<b>Autor</b>	MATEUS DAVI SIMON
<b>Orientador</b>	ANDRÉ GRAHL PEREIRA

## Geração de Estados Iniciais para Atomix com Busca Heurística

**Bolsista:** Mateus Davi Simon

**Orientador:** André Grahl Pereira

**Instituição:** Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Algoritmos de geração de conteúdo são relevantes para o treinamento de humanos e de métodos de Inteligência Artificial. O objetivo deste trabalho é estudar a geração de conteúdo em *Atomix*, um problema de transporte PSPACE-completo. *Atomix* ocorre em um labirinto em grade com células contendo paredes ou blocos móveis chamados de *átomos*. Um movimento em *Atomix* é o deslizamento de um átomo em uma direção cardinal até colidir com outro átomo ou uma parede. Uma solução é uma sequência de movimentos que levam os átomos a uma configuração específica chamada *molécula*. O *objetivo específico* do trabalho é desenvolver um algoritmo para geração de estados iniciais com solução que sejam mais difíceis de serem resolvidos que aqueles gerados por especialistas humanos.

Um *problema de espaço de estados* para uma instância de *Atomix* é definido pelo estado inicial  $s_0$ , pelo conjunto de estados  $S$  e pelo conjunto de estados objetivos  $S_*$ . Uma *função heurística*  $h$  estima o custo de um estado até um estado objetivo.  $h^{GM}$  é uma heurística admissível para *Atomix* que retorna o custo de um problema relaxado onde mais de um átomo pode ocupar uma célula e após um movimento todo átomo pode parar em toda célula.  $h^{PDB}$  é uma heurística admissível definida por uma *abstração* que mapeia o espaço de estados do problema para um espaço de estados menor armazenando o custo de soluções ótimas. O tamanho da abstração define o número de átomos no novo espaço de estados, um  $h^{PDB_k}$  usa uma abstração com  $k$  átomos. *Novidade*  $n$  é uma medida estrutural que avalia quão novo é o estado em relação a expansão do espaço de estados. Definiremos a dificuldade dos estados iniciais através do número de instâncias resolvidas pelo algoritmo  $A^*$  de expansão parcial ( $PEA^*$ ) com  $h^{PDB_3}$  que possui os melhores resultados publicados na tarefa de solucionar otimamente *Atomix*.

Demonstrou-se recentemente que o tempo de solução de problemas de transporte por humanos está relacionado ao número de movimentos da solução ótima  $C^*$  e ao número de movimentos contra-intuitivos (em *Atomix*  $C^* - h^{GM}$ ), computar  $C^*$  é PSPACE-completo. Propomos três algoritmos que aproximam esses valores para geração de estados iniciais. O primeiro algoritmo é um *Greedy Best-First Search* (GBFS) reverso a partir de  $S^*$  que escolhe o estado que maximiza  $[h^{GM}]$  denotado por GBFS- $[h^{GM}]$  – a busca reversa retorna um estado com solução e uma heurística admissível é um limitante inferior para  $C^*$ . O segundo algoritmo escolhe o estado que maximiza a ordem lexicográfica  $[n, h^{GM}]$  denotado por GBFS- $[n, h^{GM}]$  – desejamos avaliar se o uso de novidade melhora a exploração reversa do espaço de estados. O terceiro algoritmo, em duas etapas, primeiro usa GBFS- $[n, h^{GM}]$  e após escolhe entre os estados gerados aquele que maximiza a ordem lexicográfica  $[h^{PDB_3} - h^{PDB_2}, h^{PDB_3}]$  denotado por  $\beta$  – aproxima o número de movimentos contra-intuitivos.

Para avaliar os algoritmos geramos um novo estado inicial para cada uma das 155 instâncias do conjunto padrão do *Atomix*. O valor médio de  $h^{PDB_3}$  para estados gerados por especialistas humanos, GBFS- $[h^{GM}]$ , GBFS- $[n, h^{GM}]$  e  $\beta$  é respectivamente 29.74, 38.57, 41.38 e 41.43.  $PEA^*$  com  $h^{PDB_3}$  resolve 65, 56, 55 e 53 instâncias dos conjuntos gerados por especialistas humanos, GBFS- $[h^{GM}]$ , GBFS- $[n, h^{GM}]$  e  $\beta$  respectivamente. Nossos algoritmos geram estados com soluções mais longas e mais difíceis que especialistas humanos. Trabalhos anteriores geravam estados iniciais para problemas transporte com até sete blocos móveis. Nosso algoritmo representa um grande avanço na geração de estados iniciais para problemas de transporte, conseguindo gerar estados iniciais para instâncias com até 32 blocos móveis. Nossos resultados indicam que métricas que tornam problemas difíceis para humanos também podem torná-los difíceis para algoritmos.